

WP2 – Dėstytojų centras-Užduotis 2.1

Pažangiausios technologijos mikroplastikų ir sintetinių mikropluoštų išskyrimo iš mados gaminių į vandenį mažinimo srityje

Pareiškėjo organizacija: Universitat Politècnica de València (UPV) - Ispanija

Partneriai:

- Politechnika Lodzka (YTV) - Lenkija
- Aintek Symvouloi Epicheiriseon Efarmoges Ypsilis Technologias Ekpaidefsi Anonymi Etaireia (IDEC) - Graikija
- Kauno Technologijos Universitetas (KTU) - Lietuva
- Panepistimio Dytikis Attikis (UNIWA) - Graikija

@copyright 2025

Šio dokumento negalima kopijuoti, atgaminti ar modifikuoti visiškai ar iš dalies jokiais tikslais be raštinio autoriaus leidimo. Be to, turi būti aiškiai nurodytas dokumento autorius ir pateiktos visos taikomos autorių teisių pranešimo dalys.

Šis projektas finansuojamas gavus Europos Komisijos paramą. Šis leidinys atspindi tik autoriaus požiūrį, ir Komisija negali būti laikoma atsakinga už bet kokį jame pateiktos informacijos panaudojimą.



Visos teisės saugomos.

Projekto akronimas:

MicroWeave-TEX

Pilnas projekto pavadinimas:	Tvarūs sprendimai tekstilės pramonėje, siekiant sumažinti mikroplastiko / sintetinių mikropluoštų išsiskyrimą
Dotacijos sutarties nr.:	2025-1-ES01-KA220-HED-000356411
Už rezultatus atsakingas partneris:	UNIWA
Prisidedantys partneriai:	UNIWA, KTU, LUT, UPV
Authoriai:	Kyriaki Kiskira (UNIWA), Nikitas Gerolimos (UNIWA), Daiva Mikucioniene (KTU), Małgorzata Matusiak (TUL), Pablo Díaz García (UPV), David, Mínguez García (UPV), Raquel Belda Anaya (UPV)
Viešinimo lygis:	Viešas
Puslapių skaičius:	142
Versija:	Galutinė
Kalba	Lietuvių
Recenzuota:	Visų partnerių
Statusas:	Užbaigta
Išleidimo data:	28/ 01 /2026

Versijos kontrolė

Numeris	Data	Aprašas
V0.1	15/01/2026	1st juodraštis
V1.1	20/01/2026	Galutinė versija recenzijai
V2.0	28/02/2026	Galutinis

Turinys

1. Įvadas **Error! Bookmark not defined.**

- 1.1. Mikroplastikas ir tekstilės sektorius **Error! Bookmark not defined.**
- 1.2. Aplinkos ir žmonių sveikatos aspektai **Error! Bookmark not defined.**
- 1.3. Šios ataskaitos tikslas, apimtis ir metodologija **Error! Bookmark not defined.**
- 1.4. Pridėtinė vertė WP2 ir švietimo integracijai **Error! Bookmark not defined.**

2. Nacionalinės tekstilės pramonės apžvalga **Error! Bookmark not defined.**

- 2.1. Sektoriaus apibrėžimas ir ribos **Error! Bookmark not defined.**
- 2.2. Sektoriaus dydis, užimtumas ir pramonės svoris **Error! Bookmark not defined.**
- 2.3. Pramonės struktūra, specializacija ir naujausios tendencijos **Error! Bookmark not defined.**
- 2.4. Teritorinė koncentracija ir verslo struktūra **Error! Bookmark not defined.**
- 2.5. Gamyba, prekyba, konkurencingumas ir rinkos dinamika ... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.6. Lyginamoji mikropluošto išsiskyrimo svarbos reikšmė . **Error! Bookmark not defined.**

3. Mikroplastikų / mikropluoštų išsiskyrimo aktualumas nacionaliniu kontekstu **Error! Bookmark not defined.**

4. Mikropluošto taršos šaltiniai tekstilės sektoriuje **Error! Bookmark not defined.**

- 4.1. Gamybos stadija **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2. Vartojimo fazė **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3. Atliekų tvarkymas **Error! Bookmark not defined.**

5. Moksliniai ir techniniai mikropluošto išsiskyrimo tyrimai **Error! Bookmark not defined.**

- 5.1. Mokslinių tyrimų aplinka ir instituciniai pajėgumai **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2. Pramonės tyrimai ir technologinės inovacijos. **Error! Bookmark not defined.**
- 5.3. Dalyvavimas ES projektuose ir tarpvalstybinis bendradarbiavimas **Error! Bookmark not defined.**
- 5.4. Lyginamoji interpretacija **Error! Bookmark not defined.**

6. Atvejų analizė: geroji praktika ir veiklų pavyzdžiai **Error! Bookmark not defined.**

- 6.1. Graikija 26
 - 6.1.1. 1 atvejo analizė: CLAIM projektas – pažangi nuotekų mikroplastiko filtracija **Error! Bookmark not defined.**
 - 6.1.2. 2 atvejo analizė: mikroplastiko stebėseną Saronikos įlankoje – pluoštų dominavimo vertinimas **Error! Bookmark not defined.**
- 6.2. Lietuva 26
 - 6.2.1. 3 atvejo analizė: Tvari tekstilės apdailos modernizacija – vandens ir cheminių medžiagų naudojimo mažinimas **Error! Bookmark not defined.**
 - 6.2.2. 4 atvejo analizė: Techninės tekstilės inovacijos – išmanioji ir apsauginė tekstilė **Error! Bookmark not defined.**
- 6.3. Lenkija **Error! Bookmark not defined.**
 - 6.3.1. 5 atvejo analizė: Vietinės sintetinių siūlų gamybos mažinimas (2020–2024 m.) **Error! Bookmark not defined.**
 - 6.3.2. 6 atvejo analizė: Drabužių importo dinamika ir vartojimo skatinama mikropluošto rizika **Error! Bookmark not defined.**
- 6.4. Ispanija **Error! Bookmark not defined.**
 - 6.4.1. 7 atvejo analizė: Sektorių restruktūrizavimas ir tvarus konkurencingumas **Error! Bookmark not defined.**
 - 6.4.2. 8 atvejo analizė: Regioniniai tekstilės klasteriai – inovacijos ir procesų specializacija **Error! Bookmark not defined.**
- 6.5. Lyginamosios atvejų tyrimų įžvalgos **Error! Bookmark not defined.**

7. Pagrindiniai mikropluošto išsiskyrimo mažinimo iššūkiai ir kliūtys **Error! Bookmark not defined.**

- 7.1. Technologiniai ir infrastruktūros apribojimai....**Error! Bookmark not defined.**
- 7.2. Ekonominiai ir struktūriniai apribojimai**Error! Bookmark not defined.**
- 7.3. Reguliavimo ir politikos spragos.....**Error! Bookmark not defined.**
- 7.4. Duomenų ir stebėsenos apribojimai**Error! Bookmark not defined.**
- 7.5. Informuotumo ir elgesio kliūtys.....**Error! Bookmark not defined.**
- 7.6. Lyginamoji interpretacija**Error! Bookmark not defined.**

8. Nacionalinės sėkmės istorijos ir geriausia praktika mažinant mikropluošto išsiskyrimą **Error! Bookmark not defined.**

- 8.1. Technologinės inovacijos ir nuotekų valymo sprendimai**Error! Bookmark not defined.**
- 8.2. Pramonės transformacija link didesnės pridėtinės vertės ir techninės tekstilės.....**Error! Bookmark not defined.**
- 8.3. Mokslinių tyrimų ir pramonės bendradarbiavimas kaip geroji praktika... **Error! Bookmark not defined.**
- 8.4. Suderinamumas su ES tvarumo ir žiedinės ekonomikos tikslais **Error! Bookmark not defined.**
- 8.5. Lyginamoji interpretacija.....**Error! Bookmark not defined.**

9. Nacionalinė politika ir reguliavimo sistema **Error! Bookmark not defined.**

- 9.1. Nacionalinis teisėkūros kontekstas**Error! Bookmark not defined.**
- 9.2. Suderinimas su ES teisės aktais**Error! Bookmark not defined.**
- 9.3. Strateginiai planai, paskatos ir programos**Error! Bookmark not defined.**
- 9.4. Standartizacijos ir stebėsenos veikla**Error! Bookmark not defined.**

10. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai **Error! Bookmark not defined.**

- 10.1. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai**Error! Bookmark not defined.**

10.2. Rekomendacijos dėl mokymo programos integravimo ir profesinio mokymo**Error! Bookmark not defined.**

11. Išvados..... 41

11.1. Mikropluošto išsiskyrimas kaip gyvavimo ciklo ir sisteminė problema **Error! Bookmark not defined.**

11.2. Struktūriniai apribojimai ir bendros kliūtys...**Error! Bookmark not defined.**

11.3. Technologiniai ir mokslinių tyrimų pajėgumai **Error! Bookmark not defined.**

11.4. Švietimo ir pajėgumų stiprinimo imperatyvai **Error! Bookmark not defined.**

11.5. Koordinuoto Europos atsako link**Error! Bookmark not defined.**

11.6. Baigiamosios pastabos**Error! Bookmark not defined.**

12. Šaltiniai**Error! Bookmark not defined.**

13. Priedai**Error! Bookmark not defined.**

I Priedas: Nacionalinė ataskaita – Graikija 48

II Priedas: Nacionalinė ataskaita – Lietuva 73

III Priedas: Nacionalinė ataskaita – Lenkija 99

IV Priedas: Nacionalinė ataskaita – Ispanija..... 115



1. Įvadas

Ši ataskaita parengta pagal 2 darbo paketą (WP2) – „Dėstytojų centras“ pagal „Erasmus+“ aukštojo mokslo projektą „MicroWeave-TEX – Tvarūs sprendimai tekstilės pramonėje siekiant sumažinti mikroplastiko / sintetinio pluošto išsiskyrimą“ (projekto Nr. 2025-1-ES01-KA220-HED-000356411).

WP2 tikslas – paversti konsoliduotas mokslines žinias struktūrizuotais ir pedagoginiu požiūriu pagrįstais švietimo ištekliais aukštajam mokslui. Tai apima daugiakalbę mokymosi medžiagą, aiškinamąjį žodyną, tinklalaides, novatoriškas mokymo priemones ir pedagogų mokymo veiklą. Atsižvelgiant į tai, Vakarų Atikos universiteto (UNIWA) vadovaujama 2.1 užduotis (T2.1) – „Mikroplastiko tyrimai ir pažangiausi pasiekimai“ – sukuria mokslinį pagrindą, kuriuo grindžiami visi WP2 rezultatai.

Šie rezultatai apibendrinti konsoliduotoje lyginamojoje ataskaitoje apie mikroplastiko ir, konkrečiau, sintetinio mikropluošto išsiskyrimą iš tekstilės gaminių į vandens ir kitas aplinkos sistemas. Laikantis projekto terminologijos, terminas „pluoštas“ (ir jo dariniai, pvz., mikropluoštas) visame dokumente vartojamas nuosekliai.

1.1. Mikroplastikas ir tekstilės sektorius

Plastikai yra sintetinės polimerinės medžiagos, pasižyminčios patvarumu, lengvumu ir universalumu. Dėl eksponentinio jų gamybos ir naudojimo augimo jie plačiai paplito gamtinėje aplinkoje (Geyer ir kt., 2017). Mikroplastikai paprastai apibrėžiami kaip mažesnės nei 5 mm plastiko dalelės (Arthur ir kt., 2009; Frias ir Nash, 2019) ir gali būti susidarę kaip pirminės dalelės, tyčia pagamintos mikroskopiniu mastu, arba kaip antriniai fragmentai, susidarę skaidymo procesų metu (Andrady, 2011).

Tarp įvairių mikroplastikų formų pluoštinės dalelės sudaro ypač reikšmingą pogrupį dėl savo pailgos morfologijos ir didelio kraštinių santykio. Šios savybės daro įtaką pernašos elgesiui, filtravimo dinamikai ir biologinei sąveikai, atskirdamos pluoštus nuo sferinių ar netaisyklingų dalelių (Cole ir kt., 2011; Andrady, 2017a; Burns ir Boxall, 2018a).

Tekstilės sektorius yra pripažintas vienu iš pagrindinių sintetinių mikropluoštų, išleidžiamų į aplinką, šaltinių. Mikropluošto emisijos vyksta per visą tekstilės gyvavimo ciklą, įskaitant pluošto gamybą, audinių gamybą, drabužių naudojimą, skalbimą buityje ir pramonėje bei tvarkymą pasibaigus jų gyvavimo ciklui. Buitinis skalbimas yra plačiai pripažintas pagrindiniu emisijos keliu, o tyrimai rodo, kad vieno skalbimo metu išsiskiria nuo maždaug 10^5 iki 10^6 pluoštų, priklausomai nuo tekstilės savybių ir skalbimo sąlygų (Napper ir Thompson, 2016; De Falco ir kt., 2019; Cesa ir kt., 2020).

Nuotekų valymo įrenginiai gali sulaukyti didelę dalį išsiskyrusių pluoštų, o jų pašalinimo efektyvumas, kaip pranešama, siekia 70–98 %; tačiau sulaukyti mikropluoštai dažnai

kaupiasi nuotekų dumble ir gali vėl patekti į sausumos sistemas per žemės tręšimą (Murphy ir kt., 2017; Suaria ir kt., 2020). Upės yra pagrindiniai kanalai, jungiantys sausumos šaltinius su jūros aplinka, o mikropluoštų yra aptikta nuo pakrančių vandenu iki giliavandenių nuosėdų ir atokių regionų (Eriksen ir kt., 2013; Woodall ir kt., 2014; Bergmann ir kt., 2019).

Be vandens aplinkos, mikropluoštų taip pat aptinkama atmosferos ir sausumos aplinkose. Patalpų oro tyrimai rodo išmatuojamas pluošto koncentracijas, pabrėžiant įkvėpimą kaip svarbų poveikio kelią (Dris ir kt., 2017a; Gasperi ir kt., 2018a; Prata, 2018a). Žemės ūkio dirvožemiuose, į kuriuos patenka dumblas, gali būti tūkstančiai dalelių kilograme, o tai rodo mikropluošto taršos kryžminį pobūdį (de Souza Machado ir kt., 2018; Sajjad ir kt., 2022).

1.2. Aplinkos ir žmonių sveikatos aspektai

Mikropluoštai gali daryti tiek fizinį, tiek cheminį poveikį. Fiziškai jų geometrija gali turėti įtakos maisto nurijimui, kaupimuisi organizme ir uždegiminėms organizmų reakcijoms (Wright ir Kelly, 2017a). Chemiškai pluoštai gali turėti priedų arba adsorbuoti hidrofobinius teršalus, veikdami kaip susijusių medžiagų vektoriai (Halden, 2010; Caruso, 2019).

Naujausi analitiniai tyrimai aptiko mikroplastiko įvairiuose žmogaus biologiniuose mėginiuose, įskaitant išmatas, kraują, placenta, plaučių audinį ir reprodukcinis skysčius (Schwabl ir kt., 2019a; Ragusa ir kt., 2021; Jenner ir kt., 2022; Leslie ir kt., 2022). Nors šie duomenys rodo poveikį, kiekybinį rizikos vertinimą vis dar riboja metodologinis kintamumas, ribotas standartizavimas ir netikrumas dėl aplinkos požūriū realistiškų poveikio lygių (Hermsen ir kt., 2018; Wright ir Kelly, 2017b).

Todėl dabartinis mokslinis konsensusas pabrėžia atsargumą: mikropluoštų pasiskirstymas aplinkoje yra gerai dokumentuotas, biologinė sąveika yra tikėtina, tačiau galutinėms išvadoms dėl ilgalaikės rizikos žmonių sveikatai reikia tolesnių tyrimų.

1.3. Šios ataskaitos tikslas, apimtis ir metodologija

Šios ataskaitos tikslas:

- Pateikti struktūrizuotą ir įrodymais pagrįstą dabartinių mokslinių žinių apie mikroplastiko ir sintetinio mikropluošto išsiskyrimą iš tekstilės gaminių apžvalgą;
- Išanalizuoti poveikio aplinkai kelius, matavimo metodus, technologines mažinimo strategijas ir politikos raidą;
- Išanalizuoti ir palyginti nacionalinį kontekstą (Graikija, Lietuva, Lenkija ir Ispanija);
- Sukurti konsoliduotą pagrindą WP2 mokomosios medžiagos rengimui.

Skirtingai nuo atskirų nacionalinių ataskaitų, kurios rengiamos pagal bendrą šabloną, šiame dokumente šalių analizės nėra kartojamos nuosekliai. Vietoj to, jame taikoma lyginamoji ir integruota struktūra, kurioje kiekviename teminiame skyriuje apibendrinami skirtingų šalių rezultatai. Toks požiūris sustiprina analitinį nuoseklumą ir vengia turinio dubliavimo.

Šios ataskaitos metodologija apima:

1. Struktūrizuotą recenzuojamos mokslinės literatūros ir techninių ataskaitų apžvalgą;
2. Pagal bendrą šabloną parengtų nacionalinių ataskaitų rinkinį;
3. Pramonės struktūros, aplinkosaugos poveikių, mokslinių tyrimų pajėgumų, reguliavimo sistemų ir švietimo poreikių lyginamąją analizę;
4. Vidinį kolegialų vertinimą, siekiant užtikrinti mokslinį tikslumą ir pedagoginį aktualumą.

1.4. Pridėtinė vertė WP2 ir švietimo integracijai

Apjungdama mokslinius įrodymus su nacionaline konteksto analize, ši ataskaita nustato žinių bazę, reikalingą WP2 rezultatams. Čia gautos lyginamosios išvalgos suteikia informacijos apie:

- Tvarių tekstilės sistemų mokymo programų kūrimą;
- Mokymo modulius;
- Pagrindinių terminų aiškinamąjį žodyną;
- Novatoriškas edukacines priemones, tokias kaip į tvarumą orientuoti pabėgimo kambariai;
- Daugiakalbę edukacinę medžiagą.

Svarbu tai, kad ataskaitoje nenumatytos išvados prieš lyginamąją analizę ir nekartojami šalių lygmens rezultatai. Vietoj to, ji pateikia klausimą konceptualiai ir

metodologiškai, o sintezę ir strategines išvadas palieka paskutiniam dokumento skyriui.

Dėl šios struktūros rezultatas atitinka „MicroWeave-TEX“ tikslus ir prisideda prie moksliskai pagrįstų, pedagogiškai patikimų metodų, skirtų tekstilės sektoriaus mikroplastiko ir sintetinio mikropluošto taršai mažinti, tobulinimo.



2. Nacionalinės tekstilės pramonės apžvalga

Šiame skyriuje apibendrinama tekstilės ir aprangos sektoriaus struktūra Graikijoje, Lietuvoje, Lenkijoje ir Ispanijoje. Dėmesys skiriamas pramonės sektoriaus dydžiui, struktūrai, teritorinei organizacijai, naujausiems pokyčiams ir prekybai bei konkurencingumui, nes šie parametrai lemia, kur ir kaip sintetinis mikropluoštas gali išsiskirti per visą tekstilės gyvavimo ciklą (gamyba, naudojimas ir gyvavimo ciklo pabaiga).

2.1. Sektoriaus apibrėžimas ir ribos

Visose keturiose nacionalinėse ataskaitose tekstilės ir aprangos sektorius nuosekliai apibrėžiamas kaip vertės grandinė, apimanti pradinę pluošto / verpalų veiklą, audinių formavimą (audimą / mezgimą), apdailą ir tolesnę drabužių bei gatavų tekstilės gaminių gamybą, nors kiekvienos šalies ataskaitoje pabrėžiami skirtingi segmentai, priklausomai nuo nacionalinės pramonės specializacijos.

- Ispanija aiškiai apibrėžia sektorių naudodama CNAE-2009, įskaitant: pluoštų paruošimą ir verpimą, audinių gamybą ir apdailą, kitų tekstilės gaminių gamybą ir drabužių gamybą (Instituto Nacional de Estadística, 2023).
- Lietuva apibrėžia sektorių pagal Nacionalinį ekonominės veiklos rūšių klasifikatorių (EVRK 13), kuriame išsamiai aprašomos tokios kategorijos kaip paruošimas / verpimas, audimas, mezgimas, gatavi tekstilės gaminiai, kilimai, virvės / tinklai, apdaila, neaustinės medžiagos ir siuvimas, pateikiant kiekybinę struktūros lentelę (įmonių skaičius pagal veiklą).
- Lenkija naudoja nacionalinį Lenkijos veiklos rūšių klasifikatorių (PKD), kuriame pramonės struktūra pateikiama lentelėse, skirtose tekstilės gamybai (pvz., verpimas, audimas, apdaila, neaustinės medžiagos, techninė tekstilė) ir drabužių gamybos kategorijoms.
- Graikija šį sektorių apibrėžia istoriškai ir struktūriškai (MVĮ + vertikaliai integruotos įmonės + specializuoti gamintojai), pabrėždama medvilnės perdirbimą, verpalų gamybą, techninę tekstilę ir nišinius mados gaminius kaip pagrindinius elementus.

Nors sektorių ribos keturiose nacionalinėse ataskaitose yra iš esmės panašios, akcentai ir apibrėžimas labai skiriasi. Ispanija teikia daugiau reikšmės oficialioms klasifikavimo sistemoms ir ilgalaikiai nacionalinio tekstilės ir aprangos sektoriaus restruktūrizavimo trajektorijai tarptautinės konkurencijos ir pramonės prisitaikymo kontekste. Priešingai, Lietuva ir Lenkija pateikia detalesnę ir struktūriškesnę subsektorių žemėlapi, naudodamos išsamias EVRK/PKD lenteles, kad aprašytų tekstilės gamybos ir aprangos veiklos sudėtį ir ekonominių subjektų pasiskirstymą pagal kategorijas. Tuo tarpu Graikija taiko labiau į gyvavimo ciklą orientuotą naratyvą, aiškiai

susiedama pluošto naudojimą (medvilnę, palyginti su augančia sintetika), geografinį gamybos ir apdailos klasterizavimą bei tolesnius aplinkosaugos kelius, ypač nuotekų infrastruktūrą ir pakrančių spaudimą, taip tiesiogiai susiedama pramonės struktūrą su mikropluošto išsiskyrimo aktualumu.

2.2. Sektoriaus dydis, užimtumas ir pramonės svoris

Graikijos tekstilės ir drabužių pramonė apibūdinama kaip vienas seniausių gamybos sektorių, istoriškai reikšmingas užimtumui ir eksportui. Po nuosmukio po 2000-ųjų dėl konkurencijos su pigių gamybos šalių, ji išlieka „vidutinio dydžio, bet tvirtu“ nacionaliniu sektoriumi. Ataskaitoje minima daugiau nei 1200 įmonių, daugiau nei 25 000 darbuotojų, o metinis eksportas viršija 2 mlrd. eurų, daugiausia į ES rinkas (SEPEE, 2023; Eurostat, 2023).

Ispanijos sektorius išlieka ekonomiškai ir socialiai reikšmingas, nepaisant to, kad prarado santykinį svorį gamybos srityje. Remiantis CITYC duomenimis, 2024 m. apyvarta siekė 5,996 mlrd. eurų (-2,7 %, palyginti su ankstesniais metais), veikė 3426 įmonės (-2,3 %) ir dirbo 45 429 darbuotojai (-1,1 %, palyginti su 2023 m.), o tai rodo prisitaikymo po pandemijos etapą (CITYC, 2025).

Lenkija yra viena pagrindinių ES gamintojų: pagal tekstilės įmonių skaičių ir užimtumą ji užima trečią vietą ES (po Italijos ir Prancūzijos pagal įmonių skaičių ir po Italijos ir Vokietijos pagal užimtumą). Ataskaitoje taip pat apskaičiuota, kad 2025 m. parduotos tekstilės produkcijos vertė siekė ~4,8 mlrd. EUR. Struktūriškai sektorius yra labai susiskaldęs: ~97 % drabužių įmonių yra labai mažos įmonės. „Dun & Bradstreet“ skaičiuoja, kad 2024 m. vasario pabaigoje šiame sektoriuje veikė kiek daugiau nei 9 500 įmonių.

Lietuva nurodo ~800 tekstilės ir drabužių sektoriaus įmonių, daugiausia MVĮ, ir ~26 000 darbuotojų 2025 m. pabaigoje, o šis skaičius nuolat mažėjo, palyginti su istoriniu užimtumo lygiu (> 30 000). Ataskaitoje taip pat atkreipiamas dėmesys į darbo jėgos struktūrą: moterys sudaro daugumą darbuotojų, inžinerinis / techninis personalas sudaro ~5–8 %, o jų paklausa auga, nes sektorius pereina prie aukštųjų technologijų tekstilės.

Šioje grupėje Ispanijoje užimtumas yra didžiausias ir aiškiai kiekybiškai įvertinta darbuotojų kaita (CITYC, 2025). Lenkijoje yra labai daug subjektų ir tvirtas ES statusas, tačiau mikroįmonių susiskaldymas yra labai didelis. Graikija ir Lietuva absoliučiais mastais yra mažesnės, tačiau išlieka svarbios struktūriškai ir svarbios eksportui.

2.3. Pramonės struktūra, specializacija ir naujausios tendencijos

Graikija: pagrindas - medvilninis pluoštas, su augančiais sintetinių ir mišrių pluoštų kiekiais

Graikija istoriškai tvirtai rėmėsi medvilnės perdirbimu, o ataskaitoje teigiama, kad Graikija yra didžiausia medvilnės gamintoja ES. Medvilninė tekstilė ir verpalai išlieka pagrindiniai, tačiau sintetiniai pluoštai ir jų mišiniai (poliesteris, poliamidas, akrilas) tampa vis labiau dominuojantys dėl pigumo ir patvarumo. Ataskaitoje šis pokytis aiškiai siejamas su mikropluošto išsiskyrimo svarba (sintetiniai drabužiai skalbiami, dėvimi ir gaminami juos išskiriant pluoštus) ir atkreipiamas dėmesys į sutapimą su polimerais, aptiktais Graikijos vandens aplinkoje (pvz., PE ir PP; pateiktas pavyzdys apie Termos įlankos radinius, Kermenidou ir kt., 2023).

Ispanija: ilgalaikis restruktūrizavimas liberalizuojant prekybą

Ispanijos ataskaitoje struktūriniai pokyčiai nagrinėjami atsižvelgiant į tarptautinės prekybos liberalizavimą ir PPO integraciją (Tekstilės ir aprangos susitarimas, visiškai integruotas 2005 m.), dėl kurių sustiprėjo konkurencija (ypač iš Azijos). Tai paskatino produktyvų restruktūrizavimą, dalinį perkėlimą ir strategijas, pagrįstas diferenciacija (kokybė, dizainas, greitas reagavimas į rinką) (Moral, 2004; Europos Komisija, 2004). Naujausi rezultatai rodo konsolidaciją ir prisitaikymą po augimo po pandemijos, kai sumažėjo įmonių skaičius ir užimtumas, tačiau išliko aktualūs didesnės pridėtinės vertės segmentuose (audiniai, techninė tekstilė, namų tekstilė).

Lenkija: perėjimas prie nišinių / didelės vertės įmonių, o gamyba smunka

Lenkijos ataskaitoje aprašomas perėjimas nuo masinės gamybos, pagrįstos mažomis darbo sąnaudomis, prie nišinių, specializuotų, didesnės pridėtinės vertės sprendimų, kuriuos lemia sisteminė transformacija ir pasaulinės rinkos pokyčiai. Joje taip pat atkreipiamas dėmesys į pastarojo meto pramonės susitraukimo signalus: tekstilės įmonių skaičius mažėjo pastaruosius trejus metus; 2023 m. sumažėjimas siekė beveik 1,6 %, palyginti su 2022 m., o beveik 500 įmonių 2023 m. sustabdė veiklą. Nepaisant to, kai kuriuose regionuose tekstilės veikla išlieka stipri regioniniu mastu.

Lietuva: stabilumas, pereinant prie aukštųjų technologijų ir į eksportą orientuotos gamybos

Lietuva praneša apie stabilų sektorių, tačiau 2025 m. pabaigoje patiriantį eksporto užsakymų spaudimą, kurio lūkesčiai ir gamybos apimtys šiek tiek mažėja. Ataskaitoje pabrėžiama, kad didžioji dalis pramonės orientuota į galutinius produktus (audinius ir drabužius), o pirminis paruošimas / verpimas yra maža grandinės dalis. Sintetinių ir cheminių pluoštų ir verpalų gamyba yra vienas mažiausių segmentų dėl aukštų technologinių reikalavimų; viena istoriškai svarbių šios srities įmonių yra AB „Dirbtinis

pluoštas“. Ataskaitoje aprašomas perėjimas nuo masinės gamybos / „pigaus siuvimo“ prie aukštųjų technologijų tekstilės (medicinos, transporto, apsauginės tekstilės) ir pabrėžiamas KTU ir FTMC vaidmuo remiant inovacijas (išmanioji / apsauginė tekstilė).

2.4. Teritorinė koncentracija ir verslo struktūra

Teritoriniai modeliai yra svarbūs mikropluošto išsiskyrimo aktualumui, nes jie rodo, kur tekstilės veikla, ypač šlapias apdorojimas ir apdaila, sutelkia nuotekų valymo problematiką ir stebėsenos poreikius.

Graikija: tekstilės gamyba sutelkta Šiaurės Graikijoje, ypač Centrinėje Makedonijoje (Salonikų regione), Rytų Makedonijoje ir Trakijoje bei Tesalijoje, kur susitelkusios verpimo, audimo / mezgimo, dažymo, apdailos gamyklos ir drabužių gamintojai. Ataskaitoje ši grupuotė siejama su galimu spaudimu nuotekų tinklams ir atkreipiamas dėmesys į pažeidžiamumą ten, kur pramoninės nuotekos išleidžiamos į upes arba savivaldybių nuotekų valymo įrenginius (pavyzdys pateiktas Kifisos upės tyrimuose, Koutsikos ir kt., 2023 m.).

Ispanija: gamyba yra labai koncentruota geografiškai; Katalonija ir Valensijos sritis išsiskiria dėl verpimo, audimo ir apdailos, o drabužių gamyba yra plačiau paplitusi (Andalūzija, Galisija, Madridas, Kastilija-La Manča) (Instituto Nacional de Estadística, 2023 m.).

Lietuva: ataskaitoje Kaunas, Šiauliai ir Utena įvardijami kaip istoriniai mezgimo ir kitos tekstilės centrai. Taip pat pažymima, kad neaustinių medžiagų įmonės koncentruojasi didžiuosiuose pramonės centruose ir regionuose, turinčiuose tekstilės tradicijas.

Lenkija: ataskaitoje pažymima, kad nepaisant sektoriaus susitraukimo, vis dar yra regionų, kuriuose tekstilės pramonė klesti („Producenci tekstiliów“, 2025). Tai patvirtina struktūrizuotos PKD lentelės, kuriose rodomas subjektų skaičius įvairiose tekstilės ir aprangos kategorijose.

Ispanija aiškiai pabrėžia, kad >50 % įmonių turi mažiau nei penkis darbuotojus, o tai pabrėžia labai susiskaidžiusį gamybos modelį su ribotomis investavimo galimybėmis (Moral, 2004). Lenkijoje susiskaldymas atsispindi ir aprangos segmente, kuriame dominuoja labai mažos įmonės. Lietuva nurodo MVĮ dominavimą (tik ~0,2 % didelių įmonių) siuvimo / aprangos srityje ir stiprų sutartinės gamybos modelį („Lohn production“) ES prekių ženklams. Graikija panašiai apibūdina MVĮ paplitimą ir pabrėžia mikropluošto filtravimo diegimo kainų kliūtis.

2.5. Gamyba, prekyba, konkurencingumas ir rinkos dinamika

Ispanija: didėjantis prekybos deficitas dėl konkurencinio spaudimo

Ispanijos tekstilės eksportas siekė 4,72 mlrd. EUR (2024 m.; +1,6 %, palyginti su 2023 m.), o importas – 5,107 mlrd. EUR (+6,3 %), todėl prekybos deficitas siekė 387 mln. EUR (CITYC, 2025). Eksporto šalys yra Marokas, Prancūzija, Italija, Portugalija ir Vokietija; importo lyderės yra Kinija, Turkija, Italija ir Pakistanas (CITYC, 2025). Ataskaitoje konkurencingumas siejamas su diferenciacija, lankstumu ir vertės grandinės kontrole, ypač didesnės pridėtinės vertės segmentuose.

Lenkija: mažėjanti sintetinių medžiagų gamyba, tačiau stiprūs importo signalai ir didelė vartotojų rinka

Lenkijos ataskaitoje pateikiama su mikropluošto išsiskyrimu susijusi įžvalga: nuo 2020 m. sintetinių siūlų ir audinių gamyba sistemingai mažėjo, sintetinių siūlų gamyba sumažėjo tris kartus ir pasiekė lygį, panašų į medvilninių siūlų gamybos lygį (kaip aiškinama ataskaitos skaičiais ir aprašymu). Tačiau ataskaitoje taip pat atkreipiamas dėmesys į importo dinamiką: sintetinių pluoštų importo vertė yra beveik tris kartus didesnė už medvilnės importo vertę, o cheminių pluoštų importas nuo 2022 m. išaugo, tai apibūdinama kaip nepalanki tendencija mažinti mikroplastiko kiekį tekstilės pramonėje. Be to, drabužių importo vertė yra dešimt kartų didesnė nei pluoštų / siūlų / megztų audinių importo ir 2024 m. gerokai išaugo. Ataskaitoje taip pat pateikiami rinkos įverčiai (pvz., PIOT įvertinimas, kad Lenkijos drabužių rinka 2024 m. siekė 66,9 mlrd. PLN, iš kurių 10 mlrd. PLN sudarė vidaus gamyba).

Lietuva: eksportu pagrįstas modelis su laipsnišku vidaus rinkos stiprėjimu

Lietuva praneša, kad apie 75–80 % produkcijos eksportuojama, o pardavimai vidaus rinkoje išaugo (daugiau nei 20 % produkcijos parduota šalies viduje, palyginti su 8 % prieš kelis dešimtmečius). Ataskaitoje prognozuojama, kad sektoriaus rinkos dydis 2026 m. pasieks 579,5 mln. EUR, pažymint atsigavimą 2025 m. pabaigoje (metinis augimas 2,6–3,5 %), tačiau išlieka konkurencija iš pigesnių šalių ir strateginis poreikis pereiti prie didesnės pridėtinės vertės gamybos.

Graikija: į eksportą orientuotas vidutinio dydžio sektorius ir inovacijų apribojimai

Graikijos ataskaitoje pabrėžiamas didelis eksportas (>2 mlrd. EUR per metus, daugiausia į ES rinkas) ir nuolatinė modernizacija siekiant tvarumo ir švaresnės gamybos (SEPEE, 2023; Eurostat, 2023). Joje taip pat pabrėžiama, kad nors kai kurios įmonės apdailos / dažymo metu taiko vandens perdirbimą ir tobulina filtravimą, specializuotas mikropluošto filtravimas išlieka ribotas, ypač tarp MVĮ, dėl sąnaudų barjerų ir nacionalinių gairių trūkumo. Ataskaitoje ES finansuojamos iniciatyvos, tokios kaip CLAIM, pateikiamos kaip įrodymas, kad didelio sulaikymo filtravimo technologijos (iki 95 %) yra techniškai įmanomos nuotekų valymo sistemose (Gkanasos ir kt., 2021).

2.6. Lyginamoji mikropluošto išsiskyrimo svarbos reikšmė

Apibendrinus, keturi nacionaliniai pramonės pramonės profiliai rodo bendrą Europos realybę - suskaidytą gamybos struktūrą ir didelį konkurencinį spaudimą, tačiau su skirtingomis nacionalinėmis „mikropluošto išsiskyrimo atžvilgiu svarbiomis“ konfigūracijomis:

- Gamybos aktualumas (pramoninis atliekų šalinimas / šlapio apdorojimo nuotekos): Stiprus ten, kur yra apdailos / dažymo klasteriai ir kur pramoninės nuotekos sąveikauja su savivaldybių nuotekų sistemomis. Graikija aiškiai pabrėžia šiuos kelius Šiaurės Graikijoje ir sieja pramonės klasterius su nuotekų pažeidžiamumu (Koutsikos ir kt., 2023). Lietuva apibūdina modernizuojamą apdailos sektorių (balinimas, dažymas, marginimas, dengimas), kuris remia į eksportą orientuotus gamintojus, o tai reiškia koncentruotą šlapio apdorojimo veiklą, svarbią mikropluošto surinkimo priemonėms. Ispanija ir Lenkija taip pat dokumentuoja stiprias audimo / apdailos struktūras regioniniuose klasteriuose.
- Naudojimo fazės aktualumas (sintetinių ir mišrių tekstilės gaminių skalbimas buityje): Graikija aiškiai sieja padidėjusį sintetinių pluoštų naudojimą ir pluoštų buvimą Graikijos jūrų aplinkoje (pvz., miestų paveiktose įlankose, tokiose kaip Saronikos; Adamopoulou ir kt., 2021). Labai dideli Lenkijos drabužių importo kiekiai rodo didelį vartojimo skatinamą skalbimo poveikį (net ir mažėjant vidaus sintetinių drabužių gamybai). Ispanijos prekybos deficitas ir dideli importo srautai sustiprina panašų vartojimo ir skalbimo ryšį.
- Gebėjimas diegti mikropluošto išsiskyrimo mažinimo technologijas: visose keturiose šalyse dominuoja MVĮ, o Ispanija ir Lenkija pateikia tvirtų įrodymų apie mikroįmonių struktūras (Moral, 2004; ~97 % mikroįmonių drabužių sektoriuje Lenkijoje). Tai reiškia, kad mikropluošto išsiskyrimo mažinimo priemonėms gali prireikti politinės paramos, standartizuotų gairių ir paskatų, nes įmonės dydis riboja investavimo pajėgumus. Graikija aiškiai mini sąnaudų barjerus ir ribotą specialios mikropluošto filtravimo sistemos diegimą tarp MVĮ.

Apskritai nacionalinėse ataskaitose nurodoma, kad mikropluošto išleidimo mažinimas turi būti kuriamas atsižvelgiant į nacionalinio sektoriaus struktūrą:

- kai gamyba yra sutelkta ir svarbiausia yra apdaila, labai svarbios tampa su nuotekomis susijusios priemonės;
- kai dominuoja importas ir drabužių vartojimas, pagrindinėms tampa naudojimo etapo priemonės (skalbimo praktika, filtravimas skalbimo metu namuose / pramonėje);
- ir visais atvejais MVĮ paplitimas rodo prieinamų technologijų, gairių ir palaikančių politikos sistemų svarbą.



3. Mikroplastikų/mikropluoštų išsiskyrimo aktualumas nacionaliniu kontekstu

Nors visose keturiose nacionalinėse ataskaitose mikroplastikas ir sintetiniai mikropluoštai pripažįstami kaip svarbūs aplinkai, jų nacionalinė svarba apibrėžiama skirtingai, atsižvelgiant į poveikį aplinkai, pramonės struktūrą, reguliavimo brandą ir tyrimų akcentus.

Graikijoje ši problema yra stipriai kontekstualizuota jūrų ir pakrančių pažeidžiamumo perspektyvoje, atspindint plačią šalies pakrantę ir turizmu pagrįstą ekonomiką. Ataskaitoje pabrėžiama, kad pluošto formos dalelės dominuoja mikroplastiko profiliuose Graikijos jūrų ir gėlavandenių aplinkoje, ir šie rezultatai siejami su nuotekų keliais ir infrastruktūros apribojimais. Sezoninis turizmo spaudimas ir nepakankamas tretinio valymo aprėptis tam tikrose vietovėse pateikiami kaip sustiprinantys veiksniai. Pakrančių ir upių sistemų tyrimų duomenys patvirtina su tekstile susijusių pluoštų svarbą nacionaliniame aplinkos monitoringe (Adamopoulou ir kt., 2021; Koutsikos ir kt., 2023). Todėl mikropluošto tarša Graikijoje vertinama ne tik kaip pramonės problema, bet ir kaip jūrų ekosistemos bei socialinė ir ekonominė problema, turinti įtakos žuvininkystei, biologinei įvairovei ir pakrančių turizmui.

Lietuvoje taršos mikropluoštu svarba pirmiausia vertinama per žiedinės ekonomikos ir tvarumo perėjimo prizmę. Nacionalinėje ataskaitoje mikropluošto išsiskyrimas įvardijamas kaip platesnės Lietuvos tekstilės ir aprangos sektoriaus aplinkos transformacijos dalis, atitinkanti ES tvarumo įsipareigojimus ir nacionalines politikos strategijas. Užuoat daugiausia dėmesio skyrusi gamtinių sistemų užterštumo įrodymams, Lietuva pabrėžia struktūrizuotą vertinimą, politikos derinimą ir koordinuotus veiksmus tarp valdžios institucijų, pramonės ir mokslinių tyrimų įstaigų. Todėl šis klausimas yra įtrauktas į pramonės modernizavimo naratyvą, kuriame aplinkosauginis veiksmingumas ir technologinis atnaujinimas yra esminiai eksporto konkurencingumo išlaikymo veiksniai.

Lenkijoje mikroplastiko taršos aktualumas išreiškiamas per nacionalinės tekstilės ir aprangos pramonės mastą, struktūrą ir rinkos dinamiką. Ataskaitoje pabrėžiama, kad norint įvertinti jo indėlį į buitinių vandenų taršą, reikia suprasti sektoriaus dydį ir ekonominę padėtį. Ypatingas dėmesys skiriamas gamybos tendencijoms, sintetinio pluošto importo vaidmeniui ir drabužių vartojimo mastui. Šis požiūris susieja mikropluošto išsiskyrimą tiek su pramonės šakos pradine veikla, tiek su vartotojų vartojimo modeliais. Todėl Lenkijos požiūris derina pramonės analizę su į mašinimą orientuotais aspektais, pabrėžiant sektoriui būdingų strategijų, skirtų poveikiui aplinkai mažinti, svarbą.

Ispanijoje mikroplastiko ir mikropluošto taršos aktualumas yra platesniame pramonės pertvarkymo, reguliavimo pritaikymo ir konkurencingumo tarptautinio prekybos

spaudimo kontekste. Ispanijos ataskaitoje aplinkosaugos iššūkiai siejami su ilgalaikiais sektorių pokyčiais po prekybos liberalizavimo ir pasaulinės konkurencijos (Moral, 2004; Europos Komisija, 2004). Mikropluošto taršos problemos integruojamos į platesnes diskusijas apie tvarumą, inovacijas ir technologinį atnaujinimą kaip strateginės priemonės konkurencingumui išlaikyti didesnės pridėtinės vertės tekstilės segmentuose. Šiame kontekste aplinkosauginis veiksmingumas tampa ir atitikties klausimu, ir rinkos diferenciacijos veiksmu.

Nors mikropluošto taršos aplinkosaugos reiškiny yra bendras visose keturiose šalyse, jo nacionalinė išraiška skiriasi:

- Graikija pabrėžia jūros poveikį, nuotekų apribojimus ir su turizmu susijusį spaudimą.
- Lietuva pabrėžia politikos derinimą ir tvarų pramonės pertvarką.
- Lenkija pabrėžia pramonės mastą, prekybos srautus ir vartojimo lemiamą poveikį.
- Ispanija daugiausia dėmesio skiria restruktūrizavimui, reguliavimo pritaikymui ir tvarumu grindžiamam konkurencingumui.

Šie skirtumai rodo, kad mikropluošto taršos aktualumą lemia ne tik aplinkosaugos įrodymai, bet ir pramonės konfigūracija, prekybos modeliai ir politikos kontekstas. Todėl nuosekliam Europos atsakui reikalingos kontekstualizuotos mažinimo strategijos, kurios atspindėtų nacionalines struktūrines sąlygas, kartu išlaikant bendrą mokslinį pagrindą.



4. Mikropluošto taršos šaltiniai tekstilės sektoriuje

Šiame skyriuje pateikiama lyginamoji pagrindinių sintetinio mikropluošto išsiskyrimo šaltinių ir valdymo būdų, nustatytų Graikijos, Lietuvos, Lenkijos ir Ispanijos nacionalinėse ataskaitose, sintezė. Remiantis gyvavimo ciklo perspektyva, šaltiniai analizuojami trijuose pagrindiniuose etapuose: (1) gamyba ir pramoninis perdirbimas, (2) naudojimo etapas (buitinis ir komercinis plovimas) ir (3) atliekų tvarkymas pasibaigus gyvavimo ciklui. Nors bendri būdai įvairiose šalyse yra struktūriškai panašūs, jų santykinė svarba skiriasi priklausomai nuo pramonės konfigūracijos, nuotekų infrastruktūros, vartojimo modelių ir politikos brandos.

4.1. Gamybos stadija

Visose keturiuose šalyse tekstilės gamybos procesai pripažįstami kaip potencialūs mikropluošto išsiskyrimo šaltiniai, ypač kai vyksta mechaninė trintis ir šlapias apdorojimas.

Graikijos ataskaitoje aiškiai nurodoma, kad verpimas, audimas / mezigimas, valymas šepečiu, kirpimas, dažymas, plovimas ir apdailos operacijos yra pramoninio mikropluošto išsiskyrimo vietos. Šiaurės Graikijoje, ypač Centrinėje Makedonijoje, Rytų Makedonijoje ir Trakijoje bei Tesalijoje, yra sutelktos tekstilės perdirbimo įmonių grupės, įskaitant dažymo ir apdailos įmones. Šios grupės sukuria lokalizuotą spaudimą nuotekų tinklams, ypač ten, kur pramoninės nuotekos išleidžiamos į upes arba savivaldybių nuotekų valymo įrenginius (NVI). CLAIM projekto duomenys rodo, kad nuotekose yra mikroplastiko, įskaitant pluošto formos daleles, ir kad pažangios filtravimo technologijos bandomosiomis sąlygomis gali pasiekti iki 95 % pašalinimo efektyvumą (Gkanasos ir kt., 2021). Graikijos ataskaitoje sintetinio pluošto (poliesterio, poliamido, akrilo mišinių) naudojimas taip pat susiejamas su vandens aplinkoje aptinkamais polimerų tipais, taip sustiprinant gamybos ir aplinkos ryšį (Kermenidou ir kt., 2023).

Lietuva pateikia išsamų EVRK 13 gamybos veiklos struktūrinį suskirstymą, įskaitant verpimą, audimą, mezigimą, apdailą, neaustines medžiagas ir siuvimą. Nors sintetinių ir cheminių pluoštų įmonių gamyba yra ribota, apdailos procesai, balinimas, dažymas, marginimas, dengimas ir impregnavimas, yra plačiai paplitę. Ataskaitoje pažymima, kad daugelis įmonių integruoja apdailos skyrius ir sparčiai modernizuojasi, kad naudotų aplinkai nekenksmingas technologijas, kurios mažina vandens ir cheminių medžiagų naudojimą. Atsižvelgiant į stiprią Lietuvos orientaciją į eksportą (75–80 % produkcijos eksportuojama), taršos mažinimo aktualumas yra glaudžiai susijęs su ES tvarumo reikalavimų laikymusi ir technologiniu modernizavimu.

Lenkijos ataskaitoje pateikiami išsamūs duomenys apie gamybos kategorijas pagal PKD klasifikaciją, įskaitant verpimą, audimą, apdailą, neaustines medžiagas ir techninę tekstilę. Svarbu tai, kad sintetinių siūlų ir audinių gamyba nuo 2020 m.

sistemingai mažėjo - sintetinių siūlų gamyba sumažėjo tris kartus ir artėjo prie medvilninių siūlų lygio. Tačiau sintetinių pluoštų importas išlieka didelis ir tam tikrose kategorijose didėja. Tai rodo, kad nors vietinė sintetinių pluoštų gamyba gali mažėti, mikropluoštą išskiriančios pramonės prekybos keliai išlieka aktualūs. Ispanijos ataskaitoje pabrėžiama produktyvi specializacija audinių, techninės tekstilės ir namų tekstilės srityse, o verpimas, audimas ir apdaila geografiškai sutelkti tokiuose regionuose kaip Katalonija ir Valensijos sritis. Nors tai nėra išimtinai susiję su mikropluošto sąvoka, intensyvios apdailos grupių buvimas rodo panašius šlapio apdorojimo pluoštų išsiskyrimo kelius, kokie nustatyti kitose šalyse. Ispanijos sektorių restruktūrizavimas, veikiant pasaulinei prekybos spaudimui (Moral, 2004; Europos Komisija, 2004), sustiprino konkurencingumą didesnės pridėtinės vertės segmentuose, kur sintetinė tekstilė yra įprasta ir gali būti susijusi su pluošto išsiskyrimu gamybos ir apdailos metu.

Visose keturiose šalyse pramoninis apdorojimas, ypač mechaninis maišymas ir šlapia apdaila, nurodomi kaip galimi mikropluošto išleidimo taškai. Graikija pateikia aiškiausią ryšį tarp gamybos grupių ir nuotekų išleidimo kelių, o Lietuva ir Lenkija pateikia išsamius subsektorių struktūrinius žemėlapius. Ispanija pramonės procesus priskiria platesniam restruktūrizavimo naratyvui, tačiau turi panašius technologinius profilius.

4.2. Vartojimo fazė

Visose keturiose nacionalinėse ataskaitose vartojimo etapas, ypač sintetinių drabužių skalbimas, įvardijamas kaip pagrindinis mikropluošto išsiskyrimo šaltinis.

Graikijos ataskaitoje pabrėžiama, kad didžioji dalis mikropluošto išsiskyrimo susidaro skalbiant buitinėmis sąlygomis, nes sintetiniai drabužiai dominuoja nacionalinėje tekstilės rinkoje. Beveik visi namų ūkiai naudoja įprastas skalbimo mašinas be pluošto filtrų, todėl išsiskyre pluoštai tiesiogiai patenka į nuotekų sistemas. Pluošto dominavimas jūriniuose mėginiuose (pvz., Egėjo, Jonijos, Saronikos) patvirtina ryšį tarp skalbimo ir aplinkos taršos (Adamopoulou ir kt., 2021). Sezoninis turizmas padidina skalbimo dažnumą pakrančių zonose, didindamas nuotekų spaudimą.

Lenkijos ataskaitoje vartojimo etapo aktualumas siejamas su dideliu drabužių importo ir vidaus vartojimo lygiu. Drabužių importo vertė gerokai viršija pluošto / verpalų importą, o tai rodo, kad importuotų sintetinių drabužių skalbimas gali būti reikšmingas vidaus mikropluošto išsiskyrimo šaltinis.

Nors mažiau dėmesio skiriama aplinkos stebėsenos duomenims, stipri Lietuvos eksporto orientacija ir sintetinių bei mišrių tekstilės gaminių gamyba rodo, kad vartojimo etapo aktualumas mažėja tiek šalies viduje, tiek paskirties rinkose. Sektoriaus perėjimas prie aukštos kokybės ir techninės tekstilės gali turėti įtakos pluošto patvarumui ir išsiskyrimo savybėms. Didelė Ispanijos drabužių rinka ir prekybos deficitas rodo stiprius vartojimo skatinamus srautus. Nors Ispanijos

ataskaitoje pabrėžiamas konkurencingumas ir restruktūrizavimas, plačiai paplitęs sintetinių tekstilės gaminių naudojimas didesnės pridėtinės vertės ir mados segmentuose sustiprina skalbimo, kaip išleidimo į rinką, svarbą.

Visose šalyse vartojimo etapas yra struktūriškai svarbus. Graikija pateikia stipriausius aplinkosauginius įrodymus, siejančius skalbimą su jūrinių pluoštų paplitimu. Lenkija pabrėžia vartojimo ir importo svarbą. Lietuva ir Ispanija pabrėžia sektorių struktūras, kurios netiesiogiai sustiprina su skalbimu susijusią taršą per sintetinių pluoštų paplitimą.

4.3. Atliekų tvarkymas

Naudojimo pabaigoje atliekų tvarkymas yra netiesioginis, bet reikšmingas mikropluošto išsiskyrimo šaltinis. Graikijos ataskaitoje pažymima, kad tekstilė dažnai išmetama su mišriomis komunalinėmis atliekomis, eksportuojama kaip naudoti drabužiai arba neoficialiai surenkama. Sąvartynuose vis dar vyrauja šalinimas, dėl kurio mikropluoštas palaipsniui suskaidomas ir nuteka per filtratą ir difuziją į dirvožemį. Nors diegiamos didesnio gamintojo atsakomybės (EPR) schemos tekstilei, šiuo metu nėra specialios mikropluošto strategijos. Lenkija praneša apie didėjančią naudotų drabužių ir naudotų tekstilės gaminių importą. Nors ilgesnė gaminio naudojimo trukmė gali sumažinti su gamyba susijusį išmetamų teršalų kiekį, netinkamas šalinimas ir suskaidymas vis dar kelia potencialią išleidimo riziką. Lietuva derina tekstilės atliekų tvarkymą su ES žiedinės ekonomikos politika. Ataskaitoje pabrėžiamos struktūrizuotos tvarumo ir aplinkai atsakingos gamybos strategijos, atliekų surinkimas, rūšiavimas ir tvarkymas, nors išsamios su mikropluoštu susijusios naudojimo pabaigoje priemonės išlieka ribotos. Ispanijoje tekstilės atliekas įtraukia į platesnes tvarumo ir pramonės politikos diskusijas. Kaip ir kitose šalyse, suskaidymas šalinimo metu ir nepakankamos atskiros surinkimo sistemos gali prisidėti prie pluošto nutekėjimo į aplinką.



5. Moksliniai ir techniniai mikropluošto išsiskyrimo tyrimai

Šiame skyriuje apibendrinami mokslinių ir techninių tyrimų pajėgumai, aprašyti Graikijos, Lietuvos, Lenkijos ir Ispanijos nacionalinėse ataskaitose. Jame daugiausia dėmesio skiriama institucinėms tyrimų struktūroms, su mikropluoštu susijusiems tyrimams, technologinėms inovacijoms ir dalyvavimui ES finansuojamose iniciatyvose.

5.1. Mokslinių tyrimų aplinka ir instituciniai pajėgumai

Graikijos nacionalinėje ataskaitoje pabrėžiamas stiprus akademinis įsitraukimas į mikroplastiko ir mikropluošto tyrimus, ypač jūrų ir gėlavandenėje aplinkoje. Egėjo jūroje, Saronikos įlankoje ir upių sistemose (pvz., Kifissos upėje) atlikti tyrimai rodo, kad tarp nustatytų mikroplastiko dalelių dominuoja pluoštas (Adamopoulou ir kt., 2021; Koutsikos ir kt., 2023). Be to, Graikijos institucijos dalyvavo ES finansuojamame CLAIM projekte, kuriame buvo bandomos mikroplastiko filtravimo technologijos nuotekų valymo sistemose ir pranešta apie iki 95 % šalinimo efektyvumą (Gkanasos ir kt., 2021). Tačiau ataskaitoje taip pat pažymima, kad nors mokslinių tyrimų pajėgumai yra dideli, mokslinių rezultatų pritaikymas pramoninio masto mikropluošto mažinimo srityje išlieka ribotas, ypač tarp MVĮ.

Lietuvių ataskaitoje aprašoma struktūrizuota mokslinių tyrimų ir pramonės sąsaja, kurią remia Kauno technologijos universitetas (KTU) ir Fizinių ir technologijos mokslų centro (FTMC) Tekstilės institutas. Šios institucijos atlieka išmaniosios tekstilės, apsauginių medžiagų ir tvarių apdailos technologijų tyrimus. Ataskaitoje pabrėžiamos inovacijos aplinkai nekenksmingų apdailos procesų, skaitmeninės tekstilės spausdinimo ir pažangios medžiagų inžinerijos srityse, derinamos su į eksportą orientuoto sektoriaus modernizavimu. Nors Lietuvos ataskaitoje pateikiama mažiau aplinkos stebėsenos duomenų nei Graikijos ataskaitoje, tyrimai joje pateikiami platesnio tekstilės sektoriaus tvarumo ir perėjimo prie žiedinės ekonomikos kontekste.

Lenkijos ataskaitoje pateikiami išsamūs struktūriniai ir statistiniai duomenys apie tekstilės gamybą ir prekybą, pagrįsti sektorių ataskaitomis, nacionaline statistika ir pramonės analizėmis. Nors mikroplastiko aplinkos stebėseną yra mažiau pabrėžiama, palyginti su Graikija, Lenkijos ataskaitoje pabrėžiamos gamybos tendencijos, importo dinamika ir sektoriaus restruktūrizavimas kaip svarbiausi elementai vertinant mikropluošto aktualumą. Todėl tyrimų dėmesys labiau orientuotas į pramonės veiklos rezultatus, rinkos struktūrą ir ekonominę analizę, o ne į aplinkos mikropluošto kiekybinį įvertinimą.

Ispanijos ataskaitoje moksliniai tyrimai ir technologijų plėtra siejami su ilgalaikiu tekstilės sektoriaus restruktūrizavimu, esant pasauliniam prekybos spaudimui (Moral, 2004; Europos Komisija, 2004). Ataskaitoje pabrėžiamos inovacijos, skaitmeninimas

ir tvarumas kaip strateginės priemonės konkurencingumui išlaikyti, ypač didesnės pridėtinės vertės tekstilės segmentuose, tokiuose kaip techninė tekstilė ir specializuoti audiniai. Nors išsamūs mikroplastiko stebėsenos duomenys nėra pagrindiniai Ispanijos ataskaitos elementai, aplinkosaugos reikalavimų laikymasis ir technologinis atnaujinimas pateikiami kaip būtini atsakai į besikeičiančias ES reguliavimo sistemas.

5.2. Pramonės tyrimai ir technologinės inovacijos

Visose keturiose šalyse pramoninių tyrimų veikla daugiausia dėmesio skiria:

- Vandens ir cheminių medžiagų kiekio mažinimui apdailos procesuose,
- Tvariems gamybos metodams,
- Aukštos kokybės ir techniniams tekstilės gaminiams,
- Atitikčiai ES tvarumo standartams.

Graikijoje minima švaresnės gamybos praktika, pavyzdžiui, vandens perdirbimas ir pažangus filtravimas, nors mikropluošto filtravimo technologijos pramonės sektoriuje dar nėra plačiai taikomos. Lietuva pabrėžia spartų apdailos technologijų modernizavimą ir mokslinių tyrimų institucijų vaidmenį remiant pramonės inovacijas. Lenkija dokumentuoja struktūrinę transformaciją nišinės ir didesnės pridėtinės vertės gamybos link. Ispanija į savo konkurencingumo strategiją integruoja tvarumu pagrįstas inovacijas.

5.3. Dalyvavimas ES projektuose ir tarpvalstybinis bendradarbiavimas

Dalyvavimas ES finansuojamuose mokslinių tyrimų projektuose atrodo esąs pagrindinis žinių mainų ir technologinės plėtros variklis:

- Graikija aktyviai dalyvauja projektuose, tiesiogiai susijusiuose su mikroplastiko filtravimu ir nuotekų stebėseną (CLAIM).
- Lietuva integruoja ES tvarumo programas į sektorių modernizavimo strategijas.
- Lenkija ir Ispanija ES integraciją sieja su platesniais pramonės ir prekybos restruktūrizavimo procesais.

5.4. Lyginamoji interpretacija

Išryškėja trys skirtingos tyrimų kryptys:

- Aplinkos stebėseną ir bandomosios mažinimo technologijos (Graikija).

- Technologijų modernizavimas ir išmaniosios tekstilės inovacijos (Lietuva).
- Pramonės ir rinkos skatinama restruktūrizavimo analizė (Lenkija ir Ispanija).

Nors visose keturiose šalyse vykdomi tyrimai, mikropluošto mažinimo srities priemonės pramonėje įgyvendinamos nevienodai. Bendras iššūkis tarp šalių yra aplinkos stebėsenos, technologinių inovacijų ir MVĮ diegimo sąsajų stiprinimas.



6. Atvejų analizė: geroji praktika ir veiklų pavyzdžiai

Šiame skyriuje pateikiami atrinkti atvejų tyrimai iš Graikijos, Lietuvos, Lenkijos ir Ispanijos, iliustruojantys technologines, institucines ir politines intervencijas, skirtas spręsti mikroplastiko ir sintetinio mikropluošto išsiskyrimo tekstilės gyvavimo ciklo metu problemą.

6.1. Graikija

6.1.1. 1 atvejo analizė: CLAIM projektas – pažangi nuotekų mikroplastiko filtracija

Kontekstas: ES finansuojamas CLAIM projektas, kuriame dalyvauja Graikijos mokslinių tyrimų institucijos.

Nustatyta problema: Nuotekų valymo įrenginiai (NVĮ) yra pagrindiniai mikropluošto pernašos į jūrų ekosistemas keliai.

Įgyvendinta intervencija: Bandomojo masto pažangios filtravimo technologijos buvo įdiegtos ir išbandytos nuotekų valymo aplinkoje.

Kiekybiniai rezultatai: Bandomosiose sąlygose pasiektas iki 95 % pašalinimo efektyvumas (Gkanasos ir kt., 2021 m.)

Išmoktos pamokos: Technologiniai sprendimai yra įmanomi, tačiau jiems reikalinga politinė parama ir mastelio keitimo mechanizmai.

6.1.2. 2 atvejo analizė: Mikroplastiko stebėseną Saronikos įlankoje – skaidulų dominavimo vertinimas

Kontekstas: Jūrų stebėsenos tyrimai, atlikti Graikijos pakrančių aplinkoje.

Nustatyta problema: Didėjantis mikroplastiko, ypač pluošto formos dalelių, aptikimas jūrų ekosistemose.

Išvados: Pluoštai sudaro didelę dalį nustatytų mikroplastikų jūrų mėginiuose, ypač miestų paveiktose vietovėse, tokiose kaip Saronikos įlanka (Adamopoulou ir kt., 2021).

Išmoktos pamokos: Aplinkos stebėseną patvirtina, kad plovimo ir nuotekų išleidimo keliai prisideda prie jūrų mikropluošto apkrovų.

6.2. Lietuva

6.2.1. 3 atvejo analizė: Tvari tekstilės apdailos modernizacija – vandens ir cheminių medžiagų naudojimo mažinimas

Kontekstas: Lietuvos tekstilės apdailos įmonės atnaujiną gamybos technologijas.

Nustatyta problema: Dažymo, balinimo ir apdailos procesų metu susidaro nuotekos, kuriose gali būti mikropluoštų ir cheminių medžiagų likučių.

Įgyvendinta intervencija: Ekologiškų apdailos technologijų, skaitmeninės spaudos ir vandens taupymo sistemų diegimas.

Rezultatai: Dokumentuotas vandens ir cheminių medžiagų naudojimo sumažėjimas; geresnis atitikimas ES aplinkosaugos standartams.

6.2.2. 4 atvejo analizė: Techninė tekstilės inovacija – išmanioji ir apsauginė tekstilė

Kontekstas: Mokslinių tyrimų ir pramonės bendradarbiavimas.

Nustatyta problema: Poreikis pereiti nuo pigios masinės gamybos prie didelės vertės tvarių tekstilės gaminių.

Įgyvendinta intervencija: išmaniųjų tekstilės gaminių, medicininių ir apsauginių medžiagų kūrimas bei pažangių medžiagų inovacijos.

Išmoktos pamokos: Technologijų atnaujinimas skatina tvarumą, tačiau jam reikia nuolatinių investicijų į mokslinius tyrimus ir plėtrą.

6.3. Lenkija

6.3.1. 5 atvejo analizė: Vietinės sintetinių siūlų gamybos mažinimas (2020–2024 m.)

Kontekstas: Nacionalinės gamybos statistikos analizė.

Nustatyta problema: Sintetinio pluošto gamyba prisideda prie galimo mikropluošto susidarymo.

Išvados: Sintetinių siūlų gamyba nuo 2020 iki 2024 m. sumažėjo tris kartus ir pasiekė medvilninių siūlų gamybos lygį.

Išvada: Galimas sumažėjęs su vidaus gamyba susijęs mikropluošto kiekis, nors importo dinamika išlieka aktuali.

6.3.2. 6 atvejo analizė: Drabužių importo dinamika ir vartojimo skatinama mikropluošto rizika

Kontekstas: Prekybos statistikos ir tekstilės importo analizė.

Nustatyta problema: Dideli drabužių ir sintetinių pluoštų importo kiekiai.

Išvados: Drabužių importo vertė gerokai viršija pluošto ir verpalų importą; sintetinio pluošto importo vertė yra beveik tris kartus didesnė nei medvilnės.

Išmoktos pamokos: Importuotų drabužių skalbimas naudojimo fazėje gali būti pagrindinis mikropluošto išsiskyrimo būdas.

6.4. Ispanija

6.4.1. 7 atvejo analizė: Sektorių restruktūrizavimas ir tvarus konkurencingumas

Kontekstas: Ispanijos tekstilės restruktūrizavimas po prekybos liberalizavimo.

Nustatyta problema: Padidėjusi konkurencija iš pigių šalių dėl PPO integracijos (Moral, 2004; Europos Komisija, 2004).

Įgyvendinta intervencija: strateginis poslinkis link didesnės pridėtinės vertės segmentų, skaitmeninimas ir tvarumas.

Rezultatai: 2024 m. apyvarta siekė 5,996 mlrd. EUR, nepaisant struktūrinio koregavimo (CITYC, 2025).

6.4.2. 8 atvejo analizė: Regioniniai tekstilės klasteriai – inovacijos ir procesų specializacija

Kontekstas: Verpimo, audimo ir apdailos koncentracijos Katalonijoje ir Valensijos regione.

Nustatyta problema: Poreikis didinti konkurencingumą atnaujinant technologijas ir procesus.

Įgyvendinta intervencija: procesų inovacijos, specializacija techninės tekstilės ir namų tekstilės srityse.

Išmoktos pamokos: pramonės klasteriai remia inovacijas, tačiau reikalauja atitikties aplinkosaugos reikalavimams.

6.5. Lyginamosios atvejų tyrimų įžvalgos

Aštuoniuose atvejų tyrimuose išryškėja trys dominuojantys intervencijos modeliai:

1. Nuotekų filtravimas ir aplinkos monitoringas (Graikija)
2. Procesų modernizavimas ir moksliniais tyrimais bei plėtra paremtas atnaujinimas (Lietuva)
3. Struktūrinė ir prekybos skatinama transformacija (Lenkija ir Ispanija)

Graikija pateikia stipriausius mikropluošto aplinkos kiekybinio įvertinimo įrodymus. Lietuva pabrėžia inovacijomis pagrįstą tvarumo perėjimą. Lenkija ir Ispanija pabrėžia pramonės restruktūrizavimą ir rinkos skatinamą transformaciją. Šie atvejų tyrimai rodo, kad švelninimo strategijos skirtingose šalyse skiriasi, tačiau sutampa ties technologiniu atnaujinimu, reguliavimo derinimu ir gyvavimo ciklo suvokimu.

7. Pagrindiniai iššūkiai ir kliūtys mažinant mikropluošto išsiskyrimą

Šiame skyriuje apibendrinami pagrindiniai struktūriniai, technologiniai, ekonominiai ir reguliavimo iššūkiai, nustatyti Graikijos, Lietuvos, Lenkijos ir Ispanijos nacionalinėse ataskaitose, susiję su sintetinių mikropluoštų išsiskyrimo į aplinką mažinimu tekstilės sektoriuje. Nors mikropluoštų išsiskyrimo gyvavimo ciklo keliai įvairiose šalyse yra panašūs, kliūtys, trukdančios mažinti šiuos iššūkius, skiriasi priklausomai nuo pramonės struktūros, nuotekų infrastruktūros, politikos plėtros ir rinkos dinamikos.

7.1. Technologiniai ir infrastruktūros apribojimai

Visose keturiose šalyse bendras iššūkis yra ribotas specializuotų mikropluošto filtravimo technologijų diegimas, ypač pramonės ir namų ūkių lygmenimis. Graikijoje, nors bandomieji filtravimo sprendimai pagal ES finansuojamus projektus, tokius kaip CLAIM, parodė didelį šalinimo efektyvumą, jų plataus masto diegimas išlieka ribotas, ypač tarp MVĮ, dėl finansinių ir reguliavimo apribojimų. Be to, nuotekų valymo infrastruktūros kintamumas, įskaitant nevienodą tretinio valymo aprėptį, padidina mikropluošto išleidimo į vandens sistemas riziką. Lietuva pabrėžia nuolatinį apdailos technologijų modernizavimą, tačiau pripažįsta, kad mikropluoštui skirtos surinkimo sistemos dar nėra sistemingai diegiamos. Stipri sektoriaus orientacija į eksportą daro spaudimą aplinkosaugos reikalavimų laikymuisi, tačiau investicijų pajėgumai įvairiose įmonėse skiriasi. Lenkijoje, nepaisant mažėjančios sintetinių siūlų gamybos šalies viduje, dideli importo kiekiai ir didelis drabužių vartojimas išlaiko mikropluošto aktualumą naudojimo fazėje. Tačiau sektoriaus susiskaldymas ir MVĮ dominavimas sukuria kliūtis technologinėms investicijoms. Ispanija susiduria su panašiais apribojimais, kur didelis verslo susiskaldymas ir restruktūrizavimo spaudimas riboja investicijų pajėgumus į pažangias aplinkosaugos technologijas (Moral, 2004).

7.2. Ekonominiai ir struktūriniai apribojimai

Visos keturios šalys nurodo MVĮ dominavimą ir sektoriaus susiskaldymą, o tai riboja masto ekonomiją ir finansines galimybes atnaujinti aplinką. Lenkijoje maždaug 97 % drabužių įmonių yra labai mažos įmonės. Ispanija praneša, kad daugiau nei pusė įmonių turi mažiau nei penkis darbuotojus. Lietuva nustato MVĮ dominavimą siuvimo ir drabužių gamyboje, o tik apie 0,2 % jų priskiriamos didelėms įmonėms. Graikija panašiai pabrėžia MVĮ paplitimą ir su sąnaudomis susijusias kliūtis diegiant pažangias mikropluošto filtravimo technologijas. Be to, tarptautinė konkurencija ir prekybos spaudimas mažina pelno maržas ir teikia pirmenybę trumpalaikiam konkurencingumui, o ne investicijoms į aplinkosaugą, ypač Ispanijoje ir Lenkijoje.

7.3. Reguliavimo ir politikos spragos

Nors ES lygmeniu aplinkosaugos ir žiedinės ekonomikos politika suteikia bendrą sistemą, nacionalinio lygmens įgyvendinimas išlieka nevienodas. Graikija atkreipia dėmesį į tai, kad, nepaisant aktyvaus mokslinių tyrimų įgyvendinimo, nėra konkrečių nacionalinių gairių, skirtų mikropluošto išsiskyrimui iš tekstilės gaminių. Lietuva pabrėžia suderinamumą su ES tvarumo politika, tačiau pripažįsta, kad struktūrizuotas mikropluošto reglamentavimas vis dar kuriamas. Lenkija ir Ispanija aplinkosauginį veiksmingumą sieja su platesniu pramonės ir prekybos politikos kontekstu, o ne su tiksliniu mikropluošto reglamentavimu. Todėl tarpvalstybinė kliūtis yra suderintų mikropluošto standartų, skirtų tekstilės gamybai, skalbimo įrangai ar nuotekų išleidimui, trūkumas, nepaisant vis daugiau mokslinių įrodymų.

7.4. Duomenų ir stebėsenos apribojimai

Kitas bendras iššūkis yra ribotas stebėsenos metodų standartizavimas ir nepakankamas sistemingas duomenų apie mikropluoštų išsiskyrimą rinkimas. Graikija pateikia tvirtų jūrų stebėsenos įrodymų, tačiau nuolatinis tekstilės šaltinių priskyrimas visoje šalyje išlieka ribotas. Lietuva ir Lenkija labiau remiasi pramonės statistika ir gamybos duomenimis nei aplinkos mikropluoštų kiekybiniu įvertinimu. Ispanija integruoja mikroplastiko problemas į platesnes tvarumo ataskaitas, tačiau nepateikia išsamių su mikropluoštu susijusių duomenų rinkinių. Šis suderintų ir palyginamų mikropluoštų stebėsenos sistemų trūkumas apsunkina įrodymais pagrįstos politikos kūrimą įvairiose šalyse.

7.5. Informuotumo ir elgesio kliūtys

Vartojimo etape išmetamieji teršalai labai priklauso nuo vartotojų skalbimo įpročių. Tačiau nė vienoje nacionalinėje ataskaitoje nenurodoma, kad buitiniai mikropluošto filtravimo įrenginiai būtų plačiai naudojami. Graikija pabrėžia įprastų skalbimo mašinų be pluošto filtrų dominavimą. Didelė Lenkijos drabužių vartojimo rinka rodo panašius poveikio būdus. Visuomenės informuotumas, ekologinio projektavimo principai ir gaminių ženklavimo mechanizmai vis dar neišplėtoti visose keturiose srityse.

7.6. Lyginamoji interpretacija

Graikijoje, Lietuvoje, Lenkijoje ir Ispanijoje išryškėja šešios bendros kliūtys:

- Ribotas pramoninio masto mikropluošto filtravimo diegimas
- MVĮ dominuojama sektoriaus struktūra
- Investicijų apribojimai dėl tarptautinės konkurencijos
- Mikropluoštui skirtų reguliavimo sistemų trūkumas
- Nepakankamai suderintų stebėsenos sistemų
- Ribotos vartotojų lygmens mažinimo priemonės

Nors Graikija pateikia tvirtų aplinkosaugos tyrimų įrodymų, Lietuva rodo struktūrizuotą pramonės modernizavimą, o Lenkija ir Ispanija pabrėžia pramonės restruktūrizavimą ir prekybos spaudimą, visos keturios šalys susiduria su panašiais struktūriniais apribojimais, pritaikydamos tyrimus sisteminiam mikropluošto mažinimui.



8. Nacionalinės sėkmės istorijos ir geriausia praktika mažinant mikropluošto išsiskyrimą

Šiame skyriuje apibendrinamos sėkmingos iniciatyvos, novatoriška praktika ir besiformuojanti geroji praktika, nustatyta Graikijos, Lietuvos, Lenkijos ir Ispanijos nacionalinėse ataskaitose. Nors tiesioginio mikropluošto išsiskyrimo valdymo laipsnis skiriasi, visos keturios šalys pateikia technologinio atnaujinimo, į tvarumą orientuotos gamybos, mokslinių tyrimų integravimo ir sektorių modernizavimo pavyzdžių, kurie tiesiogiai ar netiesiogiai prisideda prie sintetinio mikropluošto taršos mažinimo.

Nustatytos geriausios praktikos skirstomos į keturias pagrindines kategorijas:

1. Technologinės inovacijos nuotekų valymo ir apdailos srityse.
2. Tvari gamyba ir ekologinio projektavimo integravimas.
3. Mokslinių tyrimų ir pramonės bendradarbiavimo modeliai.
4. Politikos derinimas ir konkurencingumas per tvarumą.

8.1. Technologinės inovacijos ir nuotekų valymo sprendimai

Graikija: pažangaus mikroplastiko filtravimo demonstracija

Vienas ryškiausių su mikropluoštu susijusių sėkmės pavyzdžių yra Graikija, dalyvaujanti ES finansuojamame CLAIM projekte. Bandomosios nuotekų filtravimo sistemos pasiekė iki 95 % mikroplastiko šalinimo efektyvumą, parodydamos technines galimybes surinkti mikropluošto formos daleles prieš išleidžiant jas į jūros aplinką (Gkanasos ir kt., 2021). Nors didelio masto pramoninis įgyvendinimas išlieka ribotas, projektas yra koncepcijos įrodymo sėkmės istorija, rodanti, kad eksploataavimo sąlygomis techniškai pasiekiamas didelis sulaikymo lygis.

Lietuva: modernios tvarios apdailos technologijos

Lietuvos tekstilės įmonės modernizavo apdailos procesus, siekdamos sumažinti vandens ir cheminių medžiagų naudojimą, integruodamos aplinkai nekenksmingas technologijas ir skaitmenines tekstilės spausdinimo sistemas. Šis atnaujinimas sumažina bendrą poveikį aplinkai ir netiesiogiai riboja mikropluošto išleidimą, gerindamas procesų kontrolę ir nuotekų tvarkymą. Sparčiai diegiamos tvarios apdailos technologijos, ypač tarp eksportuojančių įmonių, atspindi atitiktį ES aplinkosaugos standartams.

8.2. Pramonės transformacija didesnės pridėtinės vertės ir techninės tekstilės link

Lenkija: struktūrinis pokytis ir sintetinės gamybos mažinimas

Lenkija praneša apie reikšmingą sintetinių siūlų gamybos šalyje sumažėjimą 2020 - 2024 m., pasiekdama lygį, panašų į medvilninių siūlų gamybos lygį. Nors importo dinamika apsunkena bendrą vaizdą, šis vidaus sintetinės produkcijos sumažėjimas yra potencialus struktūrinis indėlis į pramoninių mikropluoštų išsiskyrimo mažinimą. Be to, sektoriaus persiorientavimas į techninius ir didesnės pridėtinės vertės tekstilės gaminius rodo strateginį poslinkį nuo masinės pigios gamybos.

Ispanija: konkurencingumo didinimas tvarumo ir specializacijos dėka

Ispanijos tekstilės sektorius reagavo į pasaulinį prekybos spaudimą specializuodamasis didesnės pridėtinės vertės segmentuose, tokiuose kaip techniniai tekstilės gaminiai, pažangūs audiniai ir namų tekstilė. Ispanijos ataskaitoje inovacijos, skaitmeninimas ir tvarumas įvardijami kaip konkurencingumo varikliai, atspindintys ilgalaikį restruktūrizavimo procesą (Moral, 2004; Europos Komisija, 2004). Pereidamos prie specializuotos ir į kokybę orientuotos gamybos, Ispanijos įmonės stiprina aplinkosaugos reikalavimų laikymosi pajėgumus ir mažina priklausomybę nuo pigių, didelio masto sintetinių masinės gamybos modelių.

8.3. Mokslinių tyrimų ir pramonės bendradarbiavimas kaip geroji praktika

Lietuva pristato struktūrizuotą pramonės ir mokslinių tyrimų institucijų, ypač Kauno technologijos universiteto (KTU), Klaipėdos universiteto (KU) ir Tekstilės instituto (FTMC), bendradarbiavimo modelį, remdama inovacijas išmaniosios tekstilės, apsauginių medžiagų ir tvarių procesų srityse. Panašiai ir Graikija demonstruoja aktyvų akademinė institucijų dalyvavimą aplinkos stebėsenos ir ES mokslinių tyrimų projektuose, skirtuose mikroplastiko problemai spręsti. Šios bendradarbiaujančios ekosistemos atspindi geriausią praktiką, nes jos palengvina žinių perdavimą iš aplinkos tyrimų į pramoninį pritaikymą.

8.4. Suderinamumas su ES tvarumo ir žiedinės ekonomikos tikslais

Visose keturiuose nacionalinėse situacijose pastebimas didėjantis suderinamumas su ES lygmens tvarumo sistemomis. Graikija pabrėžia švaresnės gamybos ir nuotekų tvarkymo inovacijų svarbą. Lietuva integruoja žiedinės ekonomikos principus ir į eksportą orientuotą aplinkosaugos reikalavimų laikymąsi. Lenkija sektorių transformaciją sieja su platesne pramonės restruktūrizavimo dinamika. Ispanija tvarumą apibrėžia kaip konkurencingumo strategiją, įgyvendinant pasaulinę prekybos integraciją. Nors mikropluošto reglamentavimas išlieka ribotas, tvarumu grindžiama modernizacija įvairiose šalyse sukuria palankią sistemą būsimam mikropluošto išmetamųjų teršalų mažinimui.

8.5. Lyginamoji interpretacija

Visose keturiose šalyse sėkmės istorijos turi bendrų bruožų:

- Technologinio įgyvendinamumo demonstravimas (Graikija).
- Apdailos procesų modernizavimas ir mokslinių tyrimų bei plėtros integravimas (Lietuva).
- Struktūriniai gamybos pokyčiai ir pramonės perkvalifikavimas (Lenkija).
- Tvarumu pagrįstos konkurencingumo strategijos (Ispanija).

Tačiau iškyla esminis pastebėjimas: dauguma geriausios praktikos pavyzdžių netiesiogiai sumažina mikropluošto išsiskyrimą taikydami tvarumo gerinimo priemones, o ne tiesiogiai taikydami pluošto išsiskyrimo reguliavimą kaip atskirą aplinkosaugos parametą.

Ateityje geriausia praktika būtų naudinga integruojant:

- Standartizuotus mikropluošto matavimo protokolus.
- Specialias filtravimo sistemas pramonės ir namų ūkių lygmenimis.
- Ekologinio projektavimo kriterijus, susijusius su pluošto išsiskyrimo patvarumu.



9. Nacionalinė politika ir reguliavimo sistema

Šiame skyriuje apibendrinamos Graikijos, Lietuvos, Lenkijos ir Ispanijos mikroplastikų ir sintetinių mikropluoštų išskyrimo reguliavimo ir politikos sistemos. Nors visos keturios šalys veikia pagal bendrą ES teisinę aplinką, nacionalinis įgyvendinimas, vykdymo užtikrinimo intensyvumas ir sektorių integracija skiriasi. Analizėje daugiausia dėmesio skiriama:

1. Nacionaliniams teisės aktams, susijusiems su mikroplastikais ir tekstilės tvarumu.
2. Suderinamumui su ES direktyvomis ir žiedinės ekonomikos politika.
3. Strateginiams planams ir skatinimo schemoms.
4. Standartizacijos ir stebėsenos veiklai.

9.1. Nacionalinis teisėkūros kontekstas

Visose keturiuose šalyse nėra atskirų nacionalinių teisės aktų, konkrečiai skirtų mikropluošto išsiskyrimui iš tekstilės. Vietoj to, reguliavimas yra įtvirtintas platesnėse aplinkosaugos, atliekų ir vandens valdymo sistemose.

Graikijos ataskaitoje nurodoma, kad aplinkos apsauga daugiausia reguliuojama perkeliant ES direktyvas dėl vandens kokybės, jūrų apsaugos ir atliekų tvarkymo į nacionalinę teisę. Nors mikroplastikas vis labiau pripažįstamas kaip jūrų taršos problema, šiuo metu nėra tekstilės specialių mikropluošto išmetimo standartų. Nuotekų išleidimas reguliuojamas nacionaliniais vandens teisės aktais, suderintais su ES sistemomis, tačiau mikropluošto kiekybinis įvertinimas dar nėra oficialus atitikties parametras.

Lietuva savo aplinkosaugos valdymą tvirtai derina su ES tvarumo ir žiedinės ekonomikos strategijomis. Ataskaitoje pabrėžiamas struktūrinis suderinimas su ES aplinkosaugos veiksmingumo standartais tekstilės gamyboje ir apdailoje, ypač eksportui orientuotoms įmonėms. Tačiau, kaip ir Graikijoje, nacionaliniuose įstatymuose nėra apibrėžtos konkrečios mikropluošto išmetimo ribos.

Lenkija tekstilės gamybą ir nuotekų tvarkymą reguliuoja pagal bendruosius aplinkosaugos, vandens teisės aktus ir atliekų teisės aktus. Ataskaitoje su tekstile susiję mikroplastiko klausimai pateikiami platesnėse pramonės ir prekybos politikos sistemose, o ne specialiuose aplinkosaugos reglamentuose. Ispanijos tekstilės reguliavimo aplinka atspindi ES integraciją ir su PPO susijusį prekybos restruktūrizavimą (Moral, 2004; Europos Komisija, 2004). Aplinkosaugos reikalavimų laikymosi įsipareigojimai taikomi įgyvendinant ES vandens ir atliekų tvarkymo direktyvas nacionaliniu lygmeniu. Tvarumas vis labiau tampa konkurencingumo reikalavimu, tačiau mikropluošto reglamentavimas išlieka netiesioginis.

9.2. Suderinimas su ES teisės aktais

Visos keturios šalys veikia pagal ES lygmens sistemas, įskaitant:

- Vandens sistemos direktyvą.
- Jūrų strategijos pagrindų direktyvą.
- Miesto nuotekų valymo direktyvą.
- Žiedinės ekonomikos veiksmų planą.

Nacionalinės ataskaitos nuolat rodo tvirtą ES atitiktį reikalavimams.

- Graikija pabrėžia jūrų stebėsenos ir nuotekų valymo įsipareigojimus.
- Lietuva integruoja žiedinės ekonomikos principus į tekstilės sektoriaus plėtrą.
- Lenkija tekstilės transformaciją pozicionuoja ES pramonės ir prekybos integracijos kontekste.
- Ispanija tvarumo reikalavimų laikymąsi sieja su ES konkurencingumo ir restruktūrizavimo strategijomis.

Tačiau ES lygmens mikroplastikų reglamentavimas vis dar keičiasi, o aiškūs mikropluošto išsiskyrimo valdymo standartai tekstilės gaminiams ar skalbimo mašinoms dar nėra iki galo suderinti nacionaliniu lygmeniu.

9.3. Strateginiai planai, paskatos ir programos

Graikija pabrėžia dalyvavimą ES finansuojamose mokslinių tyrimų iniciatyvose (pvz., CLAIM), skirtose mikroplastiko filtravimo technologijoms. Tačiau struktūrizuotų nacionalinių skatinimo schemų, specialiai skirtų mikropluošto mažinimui tekstilės gamyboje, yra nedaug.

Lietuva integruoja tvarumo didinimą į sektorių plėtros strategijas, ypač per inovacijų rėmimą, bendradarbiavimą mokslinių tyrimų ir plėtros srityje bei aplinkai nekenksmingus gamybos procesus. Eksporto skatinamas atitikimas reikalavimams veikia kaip netiesioginis reguliavimo variklis.

Lenkijos ataskaitoje pabrėžiama struktūrinė transformacija ir prisitaikymas prie didesnės pridėtinės vertės segmentų, kuriems įtakos turi rinkos spaudimas ir ES integracija. Tačiau tikslinės mikropluošto mažinimo paskatos dar nėra aiškiai dokumentuotos.

Ispanija tvarumą ir inovacijas įtraukia į pramonės konkurencingumo politiką. Sektoriaus prisitaikymas prie pasaulinės konkurencijos sustiprina aplinkosaugos modernizavimą kaip strateginę būtinybę, nors su mikropluoštu susijusios priemonės išlieka netiesioginės.

9.4. Standartizacijos ir stebėsenos veikla

Mikroplastikų stebėseną įvairiose šalyse skiriasi.

- Graikija teikia dokumentuotus aplinkos stebėsenos duomenis jūrų ir gėlavandenių sistemose.
- Lietuva daugiau dėmesio skiria pramonės veiklos rezultatams ir technologiniam modernizavimui, o ne išsiskyrusio pluošto kiekybiniam įvertinimui.
- Lenkija labai remiasi pramonės ir prekybos statistika.
- Ispanija integruoja tvarumo ataskaitas, tačiau nepateikia išsamių mikropluošto stebėsenos sistemų.

Pagrindinis tarpvalstybinis trūkumas yra suderintų nacionalinių standartų, skirtų mikropluošto išsiskyrimui gamybos ar skalbimo metu matuoti, nebuvimas.



10. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

Šiame skyriuje apibendrinami mokymo poreikiai ir švietimo rekomendacijos, nustatytos Graikijos, Lietuvos, Lenkijos ir Ispanijos nacionalinėse ataskaitose. Analizės tikslas – nustatyti bendrus trūkumus ir tarpsektorinius prioritetus, kurie padėtų plėtoti antrojo Darbo Paketo (WP2) rezultatus „MicroWeave-TEX“ projekte (projekto Nr. 2025-1-ES01-KA220-HED-000356411).

Nors keturios šalys skiriasi pramonės struktūra ir tyrimų sritimis, jos sutaria dėl struktūrizuotų, tarpdisciplininių ir į tvarumą orientuotų švietimo sprendimų, skirtų sintetinio mikropluošto išsiskyrimui per visą tekstilės gyvavimo ciklą, poreikio.

10.1. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

Ribota sisteminė integracija į aukštąjį mokslą

Visose keturiuose nacionalinėse ataskaitose nurodoma, kad nors mokslinių tyrimų ir politikos sąmoningumas didėja, su mikropluoštu susijęs turinys dar nėra sistemingai integruotas į aukštojo mokslo programas.

- Graikija demonstruoja aktyvią mokslinių tyrimų veiklą jūrų ir nuotekų monitoringo srityje, tačiau struktūrizuota integracija į mokymo programas išlieka ribota.
- Lietuva pabrėžia augantį inžinerinių kompetencijų poreikį, nes sektorius pereina prie didelės vertės techninės tekstilės.
- Lenkija pabrėžia sektoriaus struktūrą ir gamybos tendencijas, tačiau mikropluošto poveikio mažinimo mokymai nėra nuosekliai formalizuoti švietimo kryptyse.
- Ispanija tvarumą integruoja į konkurencingumo strategijas, tačiau specialūs mikropluošto moduliai nėra aiškiai institucionalizuoti.

Tai rodo bendrą mokslinių žinių ir švietimo teikimo atotrūkį.

Tarpdisciplininių kompetencijų poreikis

Mikropluošto išsiskyrimas susijęs su keliomis sritimis:

- Tekstilės inžinerija
- Polimerų mokslu
- Nuotekų inžinerija
- Aplinkos monitoringu
- Žiedine ekonomika
- Pramonės tvarumo valdymu.

Lietuva aiškiai atkreipia dėmesį į didėjančių techninių ir inžinerijos specialistų poreikį, o Graikija akcentuoja stiprią aplinkos monitoringo patirtį, kurią būtų galima giliau integruoti į inžinerijos mokymo programas. Todėl švietimo programos turi sujungti aplinkos apsaugos mokslą ir tekstilės gamybos sistemas.

Praktiniai stebėsenos ir matavimo įgūdžiai

Nors Graikija teikia dokumentuotus jūrų ir gėlavandenių stebėsenos duomenis, sistemingi laboratoriniai mokymai mikropluoštų aptikimo ir kiekybinio nustatymo srityje nėra nuosekliai institucionalizuoti visose keturiose šalyse. Lietuva ir Lenkija daugiau dėmesio skiria pramonės statistikai ir gamybos struktūroms, o ne su pluoštu susijusiems analitiniams metodologijoms.

Yra bendras poreikis mokymams šiose srityse:

- Pluoštų mėginių ėmimo metodikos
- Laboratoriniai identifikavimo metodai
- Gyvavimo ciklo išmetamųjų teršalų vertinimas
- Filtravimo technologijų vertinimas

MVĮ orientuotas tvarumo švietimas

Visų keturių šalių tekstilės sektoriuose dominuoja MVĮ:

- Lenkija: maždaug 97 % drabužių sektoriaus įmonių yra MVĮ.
- Ispanija: dauguma įmonių, kuriose dirba mažiau nei penki darbuotojai.
- Lietuva: tik apie 0,2 % yra didelės įmonės.
- Graikija: didelis MVĮ paplitimas, tačiau įgyvendinimo kliūtys susijusios su sąnaudomis.

Šiai struktūrai reikalingos į praktiką orientuotos, prieinamos ir pritaikomos mokymo priemonės, kurios galėtų padėti mažoms ir vidutinėms įmonėms įgyvendinti mikropluoštų mažinimo strategijas.

10.2. Rekomendacijos dėl mokymo programų integravimo ir profesinio mokymo

Remiantis lyginamąja analize, siūlomi šie prioritetai:

1. Gyvavimo ciklu grįsti moduliai: modulių, apimančių pluošto gamybą, pramoninį skaidymą, nuotekų kelius, skalbimo išmetamuosius teršalus ir gyvavimo ciklo pabaigos fragmentaciją, integravimas.
2. Taikomieji laboratoriniai komponentai: praktiniai mokymai pluošto aptikimo, nuotekų analizės ir mikropluoštų išsiskyrimo mažinimo technologijų vertinimo srityse.
3. Ekologinio dizaino ir tvarių medžiagų išmanymas: patvarumo, medžiagų parinkimo ir žiedinės ekonomikos principų įtraukimas, atspindintis Lietuvos tobulėjimo trajektoriją ir Ispanijos tvarumu pagrįstą konkurencingumo požiūrį.
4. Politikos ir reguliavimo raštingumas: mokymai apie ES aplinkosaugos direktyvas ir tvarumo sistemas, taikomas visose keturiose šalyse.

5. Inovatyvios edukacinės priemonės (WP2 kontekstas):

- a. Daugiakalbė mokymosi medžiaga.
- b. Aiškinamasis žodynas.
- c. Tinklaidės, sujungiančios mokslinius tyrimus ir pramonę.
- d. Modeliavimu grįstas mokymasis.
- e. Į tvarumą orientuotų „pabėgimo kambarių“ metodikos.

Šios priemonės tiesiogiai remia WP2 tikslus „MicroWeave-TEX“ programoje. Graikijoje, Lietuvoje, Lenkijoje ir Ispanijoje pagrindinis švietimo atotrūkis yra ne mokslinių tyrimų trūkumas, o nepakankamas mikropluošto žinių integravimas į struktūrizuotas, tarpdisciplinines ir į praktiką orientuotas aukštojo mokslo programas. Šių mokymo poreikių tenkinimas yra būtinas siekiant ilgalaikio pajėgumo sumažinti sintetinio mikropluošto išsiskyrimą per visą tekstilės gyvavimo ciklą.



11. Išvados

Ši ataskaita, parengta pagal „MicroWeave-TEX“ (projekto Nr. 2025-1-ES01-KA220-HED-000356411) 2.1 WP2 užduotį, pateikia konsoliduotą ir lyginamąją mikroplastiko ir sintetinio mikropluošto išsiskyrimo iš tekstilės Graikijoje, Lietuvoje, Lenkijoje ir Ispanijoje šiuolaikinę analizę. Užduotį kartojus nacionalines ataskaitas, dokumente apibendrinami struktūriniai, aplinkosauginiai, technologiniai ir švietimo duomenys skirtingose šalyse, siekiant nustatyti bendrus modelius ir kontekstui būdingus skirtumus.

11.1. Mikropluošto išsiskyrimas kaip gyvavimo ciklo ir sisteminė problema

Visose keturiuose nacionalinėse situacijose mikropluošto išsiskyrimas patvirtinamas kaip gyvavimo ciklu pagrįstas reiškinys, pasireiškiantis keliais etapais:

- Pramoninė gamyba ir apdaila.
- Buitinis ir komercinis plovimas.
- Gyvavimo ciklo pabaiga - šalinimas ir fragmentacija.

Nors kiekvieno etapo santykinis svoris skirtingose šalyse skiriasi, problemos struktūra yra bendra. Graikija pateikia aiškiausius aplinkos stebėsenos duomenis, parodydama pluošto dominavimą jūrų ir gėlavandenių sistemose ir susiedama nuotekų kelius su poveikiu jūrai. Lenkija pabrėžia gamybos ir importo dinamikos įtaką, rodydama mažėjančią vietinių sintetinių siūlų gamybą, tačiau didelį drabužių importą. Lietuva pluošto išsiskyrimą sieja su pramonės modernizavimu ir tvaria apdailos modernizacija, o Ispanija šią problemą integruoja į platesnes sektorių restruktūrizavimo ir konkurencingumo strategijas. Šie skirtumai rodo, kad nors mikropluošto tarša yra mokliškai pripažinta įvairiuose kontekstuose, jos nacionalinis apibūdinimas priklauso nuo pramonės struktūros, prekybos srautų ir poveikio aplinkai.

11.2. Struktūriniai apribojimai ir bendri barjerai

Nepaisant sektorių dydžio ir specializacijos skirtumų, keturias šalis vienija keli struktūriniai apribojimai:

- Stiprus MVĮ dominavimas, ribojantis investavimo pajėgumus.
- Mikropluoštui skirtų taršos standartų nebuvimas.
- Ribotos suderintos stebėsenos metodikos.
- Priklausomybė nuo bendrųjų vandens ir atliekų teisės aktų, o ne nuo tikslinio tekstilės išmetamųjų teršalų reguliavimo.

Lenkija ir Ispanija praneša apie didelį verslo susiskaldymą. Lietuva ir Graikija taip pat pabrėžia MVĮ paplitimą ir investicijų kliūtis diegiant aplinkosaugos technologijas. Nors

ES aplinkosaugos sistemos suteikia bendrą reguliavimo pagrindą, nacionalinis mikropluošto išsiskyrimui skirtų priemonių įgyvendinimas išlieka ribotas.

11.3. Technologiniai ir mokslinių tyrimų pajėgumai

Visose keturiose šalyse egzistuoja mokslinių tyrimų ir inovacijų pajėgumai, tačiau jie nevienodai perteikiami pramoninio masto mažinimo srityje.

- Graikija demonstruoja stiprius aplinkosaugos tyrimus ir bandomąsias filtravimo technologijas (pvz., CLAIM projektas).
- Lietuva demonstruoja struktūrizuotą mokslinių tyrimų ir pramonės bendradarbiavimą, remiantį tvarią apdailą ir išmaniuosius tekstilės gaminius.
- Lenkija pateikia išsamią pramonės ir prekybos analizę, svarbią vertinant išmetamųjų teršalų veiksnius.
- Ispanija susieja technologijų modernizavimą su ilgalaikėmis konkurencingumo ir tvarumo strategijomis.

Tačiau plačiai taikomas mikropluošto filtravimo technologijų ar ekologinio projektavimo standartų diegimas išlieka ribotas.

11.4. Švietimo ir pajėgumų stiprinimo imperatyvai

Pagrindinė šios ataskaitos išvada yra ta, kad sintetinių mikropluoštų išsiskyrimui sumažinti reikalingos ne tik technologinės ir reguliavimo priemonės, bet ir sisteminė švietimo intervencija.

Visose keturiose nacionalinėse ataskaitose nustatyti trūkumai šiose srityse:

- Mikropluošto temų integravimas į tekstilės ir inžinerijos mokymo programas.
- Tarpdisciplininis mokymas, siejantis aplinkos mokslą ir tekstilės gamybą.
- Praktinė laboratorinė kompetencija pluošto aptikimo ir stebėsenos srityje.
- Į MVĮ orientuotas tvarumo ugdymas.

Šie rezultatai tiesiogiai pagrindžia struktūrizuotų, daugiakalbių ir tarpdisciplininių švietimo produktų kūrimą „MicroWeave-TEX“ 2 darbo pakete.

11.5. Koordinuoto Europos atsako link

Lyginamoji analizė rodo, kad mikropluošto taršos problemos negalima spręsti pavienėmis intervencijomis. Veiksmingam mažinimui reikalingi:

1. Gyvavimo ciklu pagrįsti metodai, apimantys gamybos, naudojimo ir gyvavimo ciklo pabaigos etapus.
2. Suderintos stebėsenos ir matavimo metodikos.
3. MVĮ prieinami technologiniai sprendimai.
4. Tvarumo integravimas į pramonės konkurencingumo strategijas.
5. Struktūrizuotos aukštojo mokslo ir profesinio mokymo programos.

Nors Graikijos jūrų stebėsenos duomenys, Lietuvos pramonės modernizavimas, Lenkijos gamybos ir prekybos įžvalgos bei Ispanijos restruktūrizavimo trajektorija išryškina skirtingus problemos aspektus, jie visi kartu iliustruoja koordinuotų veiksmų poreikį Europos lygmeniu.

11.6. Baigiamosios pastabos

Mikropluošto išsiskyrimas iš tekstilės sektoriaus yra sudėtingas aplinkosaugos iššūkis, susijęs su pramonės sistemomis, vartotojų elgsena, pasauline prekyba ir reguliavimo raida. Šioje ataskaitoje surinkti lyginamieji duomenys patvirtina, kad:

- Mokslinis susirūpinimo pagrindas yra tvirtas.
- Struktūrinės pramonės savybės daro didelę įtaką emisijų modeliams.
- Reguliavimo sistemos, susijusios su tekstilės mikropluošto kontrole, vystosi, tačiau vis dar yra nepilnos.
- Švietimas ir gebėjimų stiprinimas yra esminiai ilgalaikio mažinimo mechanizmai.

Per savo Švietimo centrą ir struktūrizuotą žinių perkėlimą „MicroWeave-TEX“ prisideda prie atotrūkio tarp mokslinių tyrimų, pramonės ir aukštojo mokslo mažinimo, stiprindama tvaresnių tekstilės sistemų Europoje pagrindus.



12. Šaltiniai

Adamopoulou, A., Zeri, C., Garaventa, F., Gambardella, C., Ioakeimidis, C., & Pitta, E. (2021). Distribution patterns of floating microplastics in open and coastal waters of the Eastern Mediterranean Sea (Ionian, Aegean, and Levantine Seas). *Frontiers in Marine Science*, 8, 699000. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.699000>

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>

Andrady, A. L. (2017a). The plastic in microplastics: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 119, 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>

Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (Eds.). (2009). Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects, and fate of microplastic marine debris. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.

Bergmann, M., Mützel, S., Primpke, S., et al. (2019). White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. *Science Advances*, 5. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax1157>

Burns, E. E., & Boxall, A. B. A. (2018a). Microplastics in the aquatic environment: Evidence for or against adverse impacts and major knowledge gaps. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 37, 2776-2796. <https://doi.org/10.1002/etc.4268>

Caruso, G. (2019). Microplastics as vectors of contaminants. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 921-924. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.052>

Centro de Información Textil y de la Confección-CITYC. (2025). Datos Generales Industria Textil Española.

Cesa, F. S., Turra, A., Checon, H. H., et al. (2020). Laundering and textile parameters influence fibers release in household washings. *Environmental Pollution*, 257, 113553. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113553>

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>

De Falco, F., Di Pace, E., Cocca, M., & Avella, M. (2019). The contribution of washing processes of synthetic clothes to microplastic pollution. *Scientific Reports*, 9, 6633. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43023-x>

de Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., et al. (2018). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*, 24, 1405-1416. <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>

Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., et al. (2017a). A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental Pollution*, 221, 453-458. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>

Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., et al. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*, 77, 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.007>

European Commission. (2004). Study on the implications of the 2005 trade liberalization in the textile and clothing sector.

Eurostat. (2023). Manufacturing industry statistics - Textiles and wearing apparel (NACE C13-C14). <https://ec.europa.eu/eurostat/>

Frias, J. P. G. L., & Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 145-147. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>

Gasperi, J., Wright, S. L., Dris, R., et al. (2018a). Microplastics in air: Are we breathing it in? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.002>

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Gkanasos, A., Tsiaras, K., Triantaphyllidis, G., Panagopoulos, A., Pantazakos, G., Owens, T., Karametsis, C., Pollani, A., Nikoli, E., Katsafados, N., & Triantafyllou, G. (2021). Stopping macroplastic and microplastic pollution at source by installing novel technologies in river estuaries and wastewater treatment plants: The CLAIM project. *Frontiers in Marine Science*, 8, 738876. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.738876>

Halden, R. U. (2010). Plastics and health risks. *Annual Review of Public Health*, 31, 179-194. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.012809.103714>

Hermesen, E., Mintenig, S. M., Besseling, E., & Koelmans, A. A. (2018). Quality criteria for the analysis of microplastic in biota samples: A critical review. *Environmental Science & Technology*, 52, 10230-10240. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01611>

Instituto Nacional de Estadística. (2023). Estadística estructural de empresas: Sector industrial. <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/EEESI2023.htm>

Jenner, L. C., Rotchell, J. M., Bennett, R. T., et al. (2022). Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy. *Science of the Total Environment*, 831, 154907. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907>

Kermenidou, M., Frydas, I. S., Moschoula, E., Kousis, D., Christofilos, D., Karakitsios, S., & Sarigiannis, D. (2023). Quantification and characterization of microplastics in the Thermaic Gulf, in the North Aegean Sea. *Science of the Total Environment*, 892, 164299. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164299>

Koutsikos, N., Koi, A. M., Zeri, C., Tsangaris, C., Dimitriou, E., & Kalantzi, O.-I. (2023). Exploring microplastic pollution in a Mediterranean river: The role of introduced species as bioindicators. *Heliyon*, 9(4), e15069. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15069>

Leslie, H. A., et al. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, 163, 107199.

Moral, M. J. , & P. C. (2004). El sector textil y confección en España ante un futuro incierto.

Murphy, F., Russell, M., Ewins, C., & Quinn, B. (2017). The uptake of macroplastic & microplastic by demersal & pelagic fish in the Northeast Atlantic around Scotland. *Marine Pollution Bulletin*, 122, 353-359. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.073>

Napper, I. E., & Thompson, R. C. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 112, 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.025>

Od potęgi do niszy dla wytrwałych. Co czeka branżę włókienniczą? 2024; <https://media.big.pl/informacje-prasowe/832884/od-potegi-do-niszy-dla-wytrwalych-co-czeka-branze-wlokiennicza>

Polska branża odzieżowa na tle światowych rynków, <https://www.trade.gov.pl/wiedza/polska-branza-odziezowa-na-tle-swiatow>, 25.11.2025; KO BP, Departament Analiz Ekonomicznych, „Rynki międzynarodowe: odzież. Sytuacja bieżąca i prognozy do 2029”, sierpień 2025

Producenci tekstyliów 24-11-2025; https://www.coig.com.pl/wykaz_lista_producentow-tekstyliow.php

Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., et al. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International*, 146, 106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>

Rosalio. Blog. 2025. Polska jest 6. w Europie w wydatkach na modę, ale 78% nadal kupuje stacjonarnie. Co się zmieni? https://rosalio.pl/blog/polska-rynek-mody-digitalizacja-2025-prognozy/?srsltid=AfmBOoob_Z-Ee1RcJgoWtDdwVfWktDVhfug5EtEjB8HtazUs8wZsNues#badanie-cyfrowa-przepasc

Sajjad, M., Huang, Q., Khan, S., et al. (2022). Microplastics in the soil environment: A critical review. *Environmental Technology & Innovation*, 27, 102408. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102408>

Schwabl, P., Koppel, S., Königshofer, P., et al. (2019a). Detection of various microplastics in human stool: A prospective case series. *Annals of Internal Medicine*, 171, 453-457. <https://doi.org/10.7326/M19-0618>

SEPEE - Hellenic Fashion Industry Association. (2023). Annual report of the Greek textile and clothing sector 2023.

Suaria, G., Achtypi, A., Perold, V., et al. (2020). Microfibers in oceanic surface waters: A global characterization. *Science Advances*, 6, eaay8493. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay8493>

Walkowska-Macias K. *Produkcja wyrobów przemysłowych w latach 2020-2024*, GUS, Warszawa 2025.

Woodall, L. C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., et al. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1, 140317. <https://doi.org/10.1098/rsos.140317>

Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017a). Plastic and human health: A micro issue? *Environmental Science & Technology*, 51, 6634-6647. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>

Yearbook of Foreign Trade Statistics of Poland 2022, 2023, 2024.



13. Priedai

I Priedas: Nacionalinė ataskaita – Graikija

13.1. Įvadas

Mikroplastikas ir mikropluoštai tapo svarbiais aplinkos teršalais pasaulio jūrų ir gelavandenių sistemose, o vis daugiau mokslininkų atkreipia dėmesį į jų paplitimą, likimą ir poveikį. Europoje, o ypač Viduržemio jūros regione, ši problema dar labiau išryškėja dėl didelio gyventojų tankumo, intensyvios pakrančių veiklos, sezoninio turizmo ir pusiau uždarytų baseinų, kurie skatina plastiko dalelių kaupimąsi. Graikijoje, esančioje rytinės Viduržemio jūros regiono širdyje, stebimi panašūs modeliai – daugybė tyrimų dokumentuoja mikroplastiko buvimą paviršiniuose vandenyse, nuosėdose, jūrų organizmuose, upėse ir pakrančių aplinkoje. Šie rezultatai pabrėžia sisteminės nacionalinių duomenų ir sektorių dinamikos analizės poreikį, ypač kalbant apie iš tekstilės pagamintus mikropluoštus, kurie yra pagrindinis, bet nepakankamai ištirtas mikroplastiko taršos šaltinis (Adamopoulou ir kt., 2021).

Mikroplastikas Graikijos jūrų aplinkoje buvo aptiktas įvairiuose jūrų skyriuose, įskaitant atviras Egėjo ir Jonijos jūras, įlankas netoli didmiesčių ir atokias salas. Naujausi tyrimai pabrėžia didelį erdvinį kintamumą, kurį lemia okeanografiniai ypatumai, tokie kaip paviršiaus dėmės, vietinės srovės ir artumas prie miestų centrų. Pavyzdžiui, Egėjo ir Jonijos jūrose plūduriuojančių mikroplastikų koncentracijos yra panašios į pasaulines karštąsias vietas, o polimerų sudėtyje dominuoja polietilenas (PE), polipropilenas (PP) ir polistirenas (PS) – šie modeliai yra glaudžiai susiję su pakuočių ir tekstilės fragmentacija (Kalogerakis ir kt., 2017; Adamopoulou ir kt., 2021). Šiame kontekste mikropluoštai yra pagrindinė tema Graikijoje, atsižvelgiant į didelį sintetinių tekstilės gaminių vartojimą, plačiai paplitusį skalbimo mašinų naudojimą ir senstančią nuotekų valymo infrastruktūrą.

Be to, biomonitoringo tyrimai Graikijos jūrose atskleidžia aiškius įrodymus, kad mikroplastikas yra praryjamas daugelio rūšių. Tyrimai Zakinte parodė, kad *Paracentrotus lividus* jūros ežiai praryja nuosėdose esantį mikroplastiką, o oksidacinio streso biožymenys rodo fiziologines reakcijas į poveikį (Gigka ir kt., 2023). Panašiai nustatyta, kad Viduržemio jūros vienuolis ruonis (*Monachus monachus*), itin nykstanti rūšis, kurios mėginiai neinvaziškai buvo paimti su išmatomis, praryja mikroplastiko ir susijusių cheminių priedų, tokių kaip ftalatai, o tai rodo šių dalelių biologinį prieinamumą ir trofinį perdavimą Graikijos vandenyse (Hernandez-Milian ir kt., 2023). Šie duomenys sustiprina mikroplastiko taršos ekologinę reikšmę nacionaliniame kontekste.

Graikijos gėlo vandens sistemos taip pat yra pagrindiniai mikroplastiko pernašos keliai iš sausumos veiklos į pakrančių zonas. Neseniai atliktame tyrime apie Kifisos upę, tekančią per Atėnų didmiesčio zoną, mikroplastikas nustatytas tiek vandenyje, tiek gelavandenių žuvų virškinamajame trakte, o tai rodo vidutinį, bet nuolatinį iš miesto gaunamo mikroplastiko srautą į pakrančių ekosistemas. Dominuoja polietileno, polipropileno ir polivinilo alkoholio polimerų tipai, atspindintys tipinius šaltinius, tokius kaip pakavimo medžiagos ir tekstilės pluoštai (Koutsikos ir kt., 2023). Šie įrodymai ypač aktualūs mikropluošto taršai, nes sintetiniai pluoštai iš drabužių skalbimo yra vienas iš pagrindinių kelių per nuotekų sistemas į upes ir pakrančių vandenį.

Nacionaliniu lygmeniu Graikijos mokslinių tyrimų institucijos, įskaitant Graikijos jūrų tyrimų centrą (HCMR), pagrindinius universitetus ir aplinkosaugos organizacijas, parengė vis didėjantį darbų rinkinį, kuriame dokumentuojamas mikroplastiko paplitimas, pasiskirstymas ir ekologinės pasekmės. HCMR ataskaitos ir piliečių mokslo apklausos (pvz., „Aegean Rebreath“ bendradarbiavimas) rodo didelį mikroplastiko kiekį Graikijos paplūdimiuose, o pluošto pavidalo dalelės yra viena iš dažniausių kategorijų, atitinkančių tekstilės šaltinius (HCMR, 2022). Šie duomenys pabrėžia mikropluoštų svarbą nacionaliniame scenarijuje ir poreikį gerinti stebėseną, švelninimą ir reguliavimą.

Europos jūrų strategijos pagrindų direktyva (JSPD) suteikia politikos pagrindą jūros šiukšlėms, įskaitant mikroplastiką ir mikropluoštus, vertinti ir spręsti šią problemą Graikijoje (EK, 2017). Tačiau, nepaisant pažangos stebint makroplastiką, sistemingi nacionaliniai duomenys apie mikropluoštus, ypač tuos, kurie išsiskiria tekstilės gamybos, skalbimo ir utilizavimo metu, vis dar yra riboti. Šios nacionalinės ataskaitos tikslas – užpildyti šią spragą pateikiant integruotą Graikijos tekstilės sektoriaus apžvalgą, įvertinant mikropluošto paplitimą ir šaltinius, nacionalinį mokslinį indėlį ir nustatant kliūtis bei galimybes švelninti problemas ir rengti mokymus.

13.1.1. Nacionalinės ataskaitos tikslas

Šios nacionalinės ataskaitos tikslas – pateikti išsamią mikroplastikų ir mikropluoštų taršos būklės Graikijoje apžvalgą, akcentuojant jų svarbą tekstilės gyvavimo ciklui ir susijusį poveikį aplinkai. Tai apima mokslinių išvadų sintezę, nacionalinių sektorių ypatybių vertinimą ir konkrečioms šalims būdingų iššūkių bei galimybių nustatymą. Ataskaita atitinka bendrą struktūrą, apibrėžtą užduotyje T2.1: Pažangiausia mikroplastikų ir sintetinių mikropluoštų išsiskyrimo iš mados gaminių į vandenį sritis, „Erasmus+“ projekto numeris: 2025-1-ES01-KA220-HED-000356411, Tvarūs sprendimai tekstilės pramonėje siekiant sumažinti mikroplastikų / sintetinių pluoštų išsiskyrimą, „MicroWeave-TEX“, siekiant užtikrinti palyginamumą tarp dalyvaujančių šalių ir prisidėti prie Europos lygmens pažangiausios ataskaitos (D2.1).

Apimtis ir struktūra

Ši ataskaita apima:

- įvadas į mikroplastikų problemą Graikijos kontekste;
- nacionalinės tekstilės pramonės apžvalga;
- mikroplastikų / mikropluoštų aktualumo Graikijoje vertinimas;
- nacionalinių mikropluoštų išsiskyrimo šaltinių nustatymas per visą tekstilės gyvavimo ciklą;
- Graikijos organizacijų atliktų mokslinių ir techninių tyrimų dokumentavimas.

Tolesniuose skyriuose pateikiamos išsamios analizės, pagrįstos recenzuojamais leidiniais, nacionalinėmis ataskaitomis, įkeltais moksliniais dokumentais ir papildomais interneto šaltiniais, skirtais politikos ir pramonės kontekstui.

13.2. Nacionalinės tekstilės pramonės apžvalga

Graikijos tekstilės ir drabužių pramonė yra vienas seniausių gamybos sektorių šalyje ir istoriškai atliko svarbų vaidmenį nacionaliniam užimtumui ir eksportui. Nors po 2000-ųjų pradžios sektorius patyrė nuosmukį dėl padidėjusios konkurencijos iš pigių gamybos šalių, jis išlieka reikšminga Graikijos

gamybos kraštovaizdžio dalimi. Šiandien šiai pramonei būdingas mažų ir vidutinių įmonių (MVĮ), vertikalčiai integruotų įmonių ir specializuotų gamintojų, kurie daugiausia dėmesio skiria aukštos kokybės audiniams, medvilnės perdirbimui, verpalų gamybai, techninei tekstilei ir nišiniams mados gaminiams, derinys. Remiantis naujausiais Graikijos mados pramonės asociacijos (SEPEE) duomenimis, Graikijoje yra daugiau nei 1 200 tekstilės ir drabužių įmonių, kuriose dirba daugiau nei 25 000 darbuotojų, o metinis eksportas viršija 2 mlrd. eurų, daugiausia į ES valstybes nares (SEPEE, 2023 m.). Dėl šių struktūrinių ypatybių Graikija yra vidutinio dydžio, bet stipri Europos žaidėja, kurios modernizavimo pastangos vis labiau nukreipiamos į tvarumą ir švaresnę gamybą (Eurostatas, 2023 m.).

Kalbant apie pluošto gamybą ir naudojimą, Graikijos tekstilės pramonė istoriškai labai rėmėsi medvilne, nes Graikija yra didžiausia medvilnės gamintoja Europos Sąjungoje. Medvilnės tekstilė ir siūlai išlieka pagrindine sektoriaus produkcijos dalimi, tačiau sintetiniai pluoštai, ypač poliesteris, poliamidas, akrilas ir mišrūs audiniai, tampa vis labiau dominuojantys dėl prieinamumo, patvarumo ir prisitaikymo prie mados rinkų. Sintetinių pluoštų naudojimo augimas yra tiesiogiai susijęs su mikropluošto tarša, nes poliesterio ir poliamido drabužiai skalbimo, dėvėjimo ir gamybos procesų metu praranda pluoštą. Ši tendencija atitinka polimerų tipus, nustatytus Graikijos vandens aplinkoje, kur polietilenas (PE) ir polipropilenas (PP), dažnai siejami su pakuotėmis ir sintetiniais... Tekstilė dominuoja mikroplastiko apkrovose. Pavyzdžiui, tyrimai Termos įlankoje atskleidė, kad PE ir PP buvo dažniausiai pasitaikantys mikroplastiko polimerai paviršiniuose vandenyse, nuosėdose ir komercinėse žuvyse – tai atspindi tiek vartotojų tekstilės naudojimą, tiek pramoninius šaltinius (Kermenidou ir kt., 2023).

Geografiškai tekstilės gamyba Graikijoje sutelkta Šiaurės Graikijoje, ypač Centrinėje Makedonijoje (Salonikų regione), Rytų Makedonijoje ir Trakijoje bei Tesalijoje. Šiuose regionuose yra verpimo staklės, audimo ir mezgimo įmonės, dažymo cechai, apdailos gamyklos ir drabužių gamintojai. Tekstilės operacijų grupavimas sukuria lokalizuotą spaudimą nuotekų tinklams, ypač tose vietose, kur pramoninės nuotekos išleidžiamos į upes arba savivaldybių nuotekų valymo įrenginius (NVĮ). Tokie keliai buvo siejami su mikroplastiko išleidimu į Graikijos vandenį. Pavyzdžiui, naujausi tyrimai Kifisos upėje (Atėnuose), nors ir nesusiję vien su tekstilės gamyklomis, rodo, kad miesto ir pramonės nuotekos reikšmingai prisideda prie mikroplastiko taršos gėlavandenių ekosistemose, pabrėžiant pažeidžiamumą, kur panašūs tekstilės gamybos intensyvumo regionai taip pat gali kelti pavojų (Koutsikos ir kt., (2023 m.).

Pramonės inovacijos Graikijoje vis labiau orientuotos į aplinkosauginį veiksmingumą, kurį lemia tiek ES reglamentai, tiek rinkos paklausa. Kelios Graikijos įmonės pritaikė švaresnius gamybos metodus, tokius kaip vandens perdirbimas, pažangios filtravimo sistemos ir sumažintas cheminių medžiagų sunaudojimas dažymo ir apdailos metu. Tačiau specializuotų mikropluošto filtravimo technologijų diegimas išlieka ribotas, ypač tarp MVĮ, dėl sąnaudų barjerų ir nacionalinių gairių trūkumo. ES finansuojamos iniciatyvos, tokios kaip CLAIM projektas, kuriame aktyviai dalyvavo Graikijos institucijos, pademonstravo technologinius sprendimus, kuriuos tekstilės sektorius galėtų pritaikyti. Projekte buvo bandomos mikroplastiko filtravimo technologijos nuotekų valymo įrenginiuose ir buvo pasiekti aukšti sulaukymo rodikliai (iki 95 %), iliustruojantys tokių sistemų potencialą pramoninių tekstilės nuotekoms (Gkanasos ir kt., 2021 m.).

Rinkos požiūriu, Graikijos sektorius vis labiau orientuojasi į didelės pridėtinės vertės segmentus, tokius kaip techninė tekstilė, sportinė apranga, ekologiški audiniai ir mažų partijų mados gamyba. Šie pokyčiai

gali turėti įtakos mikropluošto profiliams, atsižvelgiant į didėjantį pasaulyje naudojamų aukštos kokybės sintetinių tekstilės gaminių, kurie gamybos ir skalbimo metu praranda pluoštus, naudojimą. Sintetinių mišinių paplitimas taip pat atitinka su Graikijos jūrų mėginiuose randamų mikroplastikų morfologinėmis savybėmis, kur pluoštai sudaro didelę nustatytą dalelių dalį, ypač miestų įtakos paveiktose įlankose, tokiose kaip Saronikos (Adamopoulou ir kt., 2021).

Apskritai Graikijos tekstilės pramonė, nors ir ne tokia didelė kaip ankstesniais dešimtmečiais, išlieka svarbiu nacionaliniu sektoriumi, turinčiu didelę įtaką aplinkai. Dėl priklausomybės nuo sintetinių pluoštų, senstančios nuotekų infrastruktūros ir didelės vartotojų rinkos ji yra reikšmingas mikropluošto išmetimo veiksnys. Šių pramonės ypatybių supratimas yra būtinas norint nustatyti strateginius intervencijos taškus visame tekstilės gyvavimo cikle – nuo žaliavų parinkimo iki gamybos, naudojimo ir tvarkymo pasibaigus gyvavimo ciklui.

13.3. Mikroplastikų / mikropluoštų taršos aktualumas nacionaliniame kontekste

Mikroplastikas ir mikropluoštas tampa vis svarbesne aplinkosaugos problema Graikijoje dėl didelio pakrančių gyventojų tankumo, intensyvaus turizmo ir priklausomybės nuo sintetinių tekstilės gaminių. Viduržemio jūra pripažinta vienu didžiausių pasaulyje mikroplastiko kaupimosi baseinų, o tyrimai rodo, kad rytinėje Viduržemio jūros dalyje ir Graikijos jūrose jų koncentracijos yra panašios į pasaulines karštąsias zonas. Graikijos tyrimai parodė, kad sintetinis mikropluoštas, ypač pluoštas, randamas paviršiniuose vandenyse, nuosėdose, paplūdimiuose ir jūros organizmuose, o tai rodo jų paplitimą ir nuolatinį patekimą į aplinką tiek iš sausumos, tiek iš jūros šaltinių (Adamopoulou ir kt., 2021).

Graikijoje mikropluoštai yra ypač svarbūs, nes jie yra glaudžiai susiję su tekstilės naudojimu ir skalbimo įpročiais. Nacionalinė rinka vis labiau perėjo prie sintetinio pluošto (poliesterio, nailono, akrilo) pagrindu pagamintų drabužių, atspindėdama pasaulines greitosios mados tendencijas. Tai atsispindi Graikijos jūrų aplinkoje randamų polimerų tipuose, kur PE ir PP, įprasti tekstilės mišiniuose, dominuoja mikroplastiko profiliuose. Tyrimai Termos įlankoje, vienoje iš labiausiai industrializuotų Graikijos pakrančių zonų, atskleidė itin didelį mikroplastiko kiekį jūros vandenyje ir nuosėdose, o pagrindiniai polimerai yra PE ir PP, daugelis jų pluošto formos, o tai rodo ryšį su tekstilės naudojimu ir fragmentacija (Kermenidou ir kt., 2023).

Turizmas žymiai padidina mikroplastiko svarbą Graikijos kontekste. Graikija kasmet sulaukia daugiau nei 30 milijonų lankytojų, o vasaros sezono metu didžiausia veikla sutelkta pakrantėse. Sezoninis mikroplastiko ir makroplastiko kiekio padidėjimas buvo užfiksuotas daugelyje nacionalinių stebėsenos pastangų, įskaitant HCMR 2022 m. nacionalinę ataskaitą apie Graikijos paplūdimius, kurioje sintetiniai pluoštai buvo viena iš labiausiai paplitusių mikroplastiko kategorijų. Ataskaitoje pabrėžiama, kad turizmo sukeltas atliekų susidarymas, turistų apgyvendinimo patalpų patalynės skalbimas ir padidėjęs rekreacinių tekstilės gaminių naudojimas prisideda prie mikroplastiko taršos spaudimo (HCMR, 2022).

Ekologiniu lygmeniu Graikijos tyrimai nuolat rodo, kad mikroplastiką, įskaitant pluoštus, praryja jūrų organizmai įvairiais trofiniais lygmenimis, įskaitant pagrindines rūšis nacionalinėse ekosistemose. Nustatyta, kad Jonijos jūroje surinkti jūros ežiai (Paracentrotus lividus) prarijo nuosėdose esančias

mikroplastiko daleles, o kai kuriose iš jų buvo aptikta su poveikiu susijusių oksidacinio streso biožymenų (Digka ir kt., 2023).

Be to, pluošto formos dalelės reguliariai aptinkamos komerciškai svarbių žuvų rūšių virškinamajame trakte Termos įlankoje ir kituose regionuose, o tai rodo galimus trofinio perdavimo žmonėms kelius, atsižvelgiant į didelį jūros gėrybių vartojimą Graikijoje (Kermenidou ir kt., 2023).

Mikroplastiko svarba taip pat siejama su nykstančia Graikijos žuvų rūšimi. Tyrime, kurio metu Zakinte buvo imami neinvaziniai Viduržemio jūros vienuolių ruonių (*Monachus monachus*) išmatų mėginiai, nustatytas didelis mikroplastiko, daugiausia mažų (<3 mm) dalelių, kartu su ftalatų priedais, suvartojimas. Pluoštai sudarė didžiąją dalį suvartotų produktų, o tai iliustruoja, kaip iš tekstilės pagamintos mikropluoštai prasiskverbia net į atokias ar saugomas jūrų buveines (Hernandez-Milian ir kt., 2023).

Gėlo vandens sistemos dar labiau pabrėžia mikropluoštų nacionalinę svarbą, nes upės yra pagrindiniai transporto keliai iš miesto teritorijų į pakrančių jūras. Tyrimai, atlikti su Kifissos upe, labai urbanizuota upe, tekančia per Atėnus, parodė, kad mikroplastiko, įskaitant pluoštus, gausu tiek vandenyje, tiek žuvų virškinamajame trakte. Nustatyti polimerų tipai (PE, PP, PVA) atitinka įprastas tekstilės ir pakavimo medžiagas, o tai rodo, kad prie to prisideda buitinis skalbimas, kelių nuotekos ir pramoninės nuotekos (Koutsikos ir kt., 2023). Tai ypač aktualu, atsižvelgiant į tai, kad daugelyje Graikijos nuotekų valymo įrenginių nėra įrengtos pažangios filtravimo sistemos, galinčios surinkti mikropluoštus.

Apskritai mikroplastikas ir mikropluoštai yra labai svarbūs Graikijai aplinkos, visuomenės ir ekonomikos požiūriu dėl šalies tekstilės vartojimo modelių, pakrančių geografinių ypatybių ir ekologinio jautrumo. Nuolatinis iš tekstilės gautų pluoštų buvimas įvairiuose aplinkos komponentuose rodo, kad reikia tikslių švelninimo strategijų, pritaikytų prie nacionalinių įpročių ir infrastruktūros.

13.3.1. Nacionalinis informuotumas ir politikos dėmesys

Graikijoje per pastarąjį dešimtmetį gerokai išaugo informuotumas apie taršą mikroplastikais, o tam įtakos turėjo moksliniai leidiniai, NVO kampanijos ir ES inicijuoti politiniai įsipareigojimai. Nacionalinė žiniasklaida reguliariai atkreipia dėmesį į mikroplastiko radinius Graikijos jūrose, ypač aplink populiarias turistines vietas, tokias kaip Zakintas, Kreta ir Egėjo jūros salos. Aplinkosaugos organizacijų, įskaitant „Aegean Rebreath“, WWF Graikijoje ir HCMR, vykdomos visuomenės informavimo iniciatyvos prisidėjo prie piliečių mobilizavimo per paplūdimių valymo akcijas, piliečių mokslo mėginių ėmimo kampanijas ir edukacinius seminarus. Nacionalinės HCMR–Aegean Rebreath 2022 m. apklausos duomenys rodo, kad visuomenė plačiai pripažįsta mikroplastiko problemas, ypač susijusias su paplūdimių šiukšlėmis ir pluošto fragmentais (HCMR, 2022).

Politikos lygmeniu Graikija įgyvendina Jūrų strategijos pagrindų direktyvą (MSFD) per nacionalines stebėsenos programas, kurios apima mikroplastiko rodiklius. Tačiau konkrečiai mikropluoštai dar nėra nepriklausomai kiekybiškai įvertinti pagal nacionalinius teisės aktus, nepaisant pripažinto jų svarbos aplinkai. CLAIM projektas, kuriame aktyviai dalyvavo Graikija, parodė, kad nuotekų sistemas galima suprojektuoti taip, kad jos pašalintų mikroplastiką, tačiau nacionalinė politika dar neįpareigojo naudoti pluošto surinkimo technologijų buitiniuose prietaisuose ar pramonės įrenginiuose (Gkanasos ir kt., 2021).

Be to, Graikija perkėlė ES direktyvas, draudžiančias tam tikrus vienkartinio naudojimo plastikus, tačiau šie veiksmai pirmiausia skirti makroplastikui, o ne mikropluoštui, o tai pabrėžia politikos spragą. Didėjantis mikroplastiko kiekis komerciškai svarbiose jūros gėrybių rūšyse, kaip užfiksuota Termos įlankoje ir kituose regionuose, sukėlė susirūpinimą visuomenės sveikatos institucijoms ir vartotojams, todėl buvo skatinami tolesni tyrimai ir ilgalaikė stebėseną (Kermenidou ir kt., 2023).

Aktualumas pramonei ir visuomenei

Mikropluoštų išsiskyrimas yra ypač aktualus Graikijos tekstilės ir mados sektoriui, namų ūkių vartojimo modeliams ir nuotekų infrastruktūrai. Dėl įperkamo ir greitosios mados tendencijų didėjanti priklausomybė nuo sintetinių tekstilės gaminių Graikijoje lemia didesnį mikropluošto išsiskyrimą skalbimo metu. Kadangi beveik visi namų ūkiai naudoja įprastas skalbimo mašinas be mikropluošto filtrų, dideli pluošto kiekiai kasdien patenka į nuotekų sistemas. Pažangaus tretinio filtravimo trūkumas daugelyje Graikijos nuotekų valymo įrenginių padidina tikimybę, kad mikropluoštas pateks į upes ir galiausiai į jūrą.

Ne mažiau svarbi ir pramonės svarba: Šiaurės Graikijos tekstilės gamybos klasteriuose vyksta daugybė dažymo, marginimo ir apdailos operacijų, kurios, kaip žinoma visame pasaulyje, sukuria mikropluošto gausų nuotekų kiekį. Nors Graikijos pramonė vis dažniau taiko aplinkai nekenksmingą praktiką, pluošto surinkimo sprendimų vis dar trūksta. CLAIM projekto išvados pabrėžia, kaip pramoninės ir komunalinės nuotekų sistemos gali netyčia išskirti pluoštus, ir tai sustiprina mikropluošto svarbą gamybos etape (Gkanasos ir kt., 2021).

Visuomenės požiūriu mikropluošto tarša yra susijusi su Graikijos, kaip turizmu paremtos pakrantės valstybės, tapatybe. Švarūs paplūdimiai yra neatsiejama šalies turizmo ekonomikos dalis, o didėjantis visuomenės informuotumas apie mikropluoštus, dažnai matomus kaip pūkelius primenančius daleles smėlyje, verčia vietos valdžios institucijas ir įmones imtis veiksmų. Plačiai paplitęs pluoštų aptikimas Graikijos jūrų rūšyse, įskaitant nykstančius vienuolius ruonius ir dažnai vartojamas žuvis, dar labiau sustiprina piliečių ir suinteresuotųjų šalių suvokiamą skubumą (Hernandez-Milian ir kt., 2023).

13.4. Nacionaliniai mikropluošto išsiskyrimo šaltiniai

Mikropluošto emisijos Graikijoje vyksta per visą tekstilės gyvavimo ciklą – nuo pramoninės gamybos iki vartotojų naudojimo ir galutinio šalinimo, o tai atspindi tiek Graikijos tekstilės sektoriaus struktūrines ypatybes, tiek nacionalinius vartojimo modelius. Jūrų ir gėlavandenių tyrimų Graikijoje duomenys nuolat rodo didelę pluošto formos mikroplastiko dalį aplinkos mėginiuose, o tai pabrėžia jų kilmės ir patekimo kelių supratimo svarbą.

13.4.1. Gamybos etapas

Pramonės išmetamų teršalų šaltiniai

Graikijoje tekstilės gamybos metu išsiskiriantys mikropluošto teršalai daugiausia susidaro verpimo, audimo/mezgimo, vėlimo, kirpimo, dažymo, skalbimo ir apdailos operacijų metu. Šiaurės Graikijoje yra daugiausia tekstilės apdailos, dažymo dirbtuvių ir perdirbimo įmonių, iš kurių daugelyje naudojami sintetiniai pluoštai, tokie kaip poliesteris, poliamidas ir akrilo mišiniai – medžiagos, kurios, kaip žinoma, mechaniškai trinant ir apdorojant šlapiuoju būdu, išskiria pluoštus. Nors nėra specialių Graikijos

pramoninių mikropluošto kiekybinių tyrimų, tarptautiniai tyrimai rodo, kad tekstilės apdailos metu, gaminant iš anksto, gali iškristi milijonai pluoštų iš kilogramo audinio, ypač šepetio valymo ir mechaninio apdorojimo metu. Tai atitinka Graikijos jūriniuose mėginiuose randamus polimerų tipus, daugiausia PE ir PP, o tai rodo, kad pramoniniai fragmentai prisideda prie aplinkos taršos (Kermenidou ir kt., 2023).

Didžiausių įtaką darantys proceso etapai

Procesai, apimantys mechaninį maišymą (vėlimą, kirpimą, šiaušimą) ir šlapiąjį apdorojimą (dažymą, plovimą, apdorojimą fermentais), visame pasaulyje pripažįstami kaip pagrindiniai mikropluošto išmetimo taškai. Graikijos kontekste pramonės klasteriai, išleidžiantys nuotekas į upes ar savivaldybių tinklus, padidina riziką, kad mikropluoštas apeis nepakankamas filtravimo sistemas. CLAIM projekto Graikijos nuotekų valymo įrenginiuose duomenys patvirtina, kad nuotekose yra mikroplastiko, įskaitant pluošto formos daleles, ir kad pažangus filtravimas gali pašalinti iki 95 % jo. Tai rodo tiek mikroplastiko buvimą pramoninėse / miesto nuotekose, tiek ir mažinimo technologijų potencialą (Gkanasos ir kt., 2021).

13.4.2. Vartojimo etapas

Vartotojų vartojimo etapas

Didžioji dalis mikropluošto emisijų Graikijoje susidaro skalbiant namuose, nes sintetiniai drabužiai dominuoja nacionalinėje tekstilės rinkoje. Kiekvieno skalbimo ciklo metu išsiskiria tūkstančiai ar milijonai mikropluoštų, priklausomai nuo audinio tipo, ploviklio ir vandens sąlygų. Atsižvelgiant į tai, kad beveik visi Graikijos namų ūkiai naudoja įprastas skalbimo mašinas be pluošto filtrų, išsiskiriantys pluoštai netrukdomai patenka į nuotekų sistemas.

Pluoštai yra dažniausia mikroplastiko morfologija, užfiksuota Graikijos jūrų aplinkoje, pavyzdžiui, Egėjo, Jonijos, Termos ir Saronikos įlankose, o tai patvirtina, kad skalbimas namuose reikšmingai prisideda prie aplinkos pluošto apkrovos (Adamopoulou ir kt., 2021).

Graikijai būdingi skalbimo įpročiai

Graikijos namų ūkiai paprastai skalbia drabužius 30–40 °C temperatūroje, dažnai naudodami greito skalbimo programas ir didelį gręžimo greitį – sąlygas, kurios, kaip žinoma, padidina pluošto išsiskyrimą. Be to:

- Daugelis namų ūkių džioviną drabužius lauke, kur saulės šviesa ir trinčiai padidina ilgalaikį pluošto suirimą.
- Vasarą turistiniuose regionuose skalbimo dažnumas yra šiek tiek didesnis dėl trumpalaikės apgyvendinimo įstaigų kaitos.
- Pakrančių turizmo centruose (Kikladų salose, Kretoje, Jonijos salose) dėl sezoninių skalbimo apkrovų iš viešbučių ir nuomojamų objektų padidėja skalbinių kiekis, o tai padidina vietinių nuotekų sistemų apkrovą.

Zakinto saloje, kurioje aktyvus sezoninis turizmas, atlikti tyrimai rodo padidėjusį mikroplastiko kiekį nuosėdose ir jūros organizmuose, o tai patvirtina koreliaciją tarp turizmo veiklos ir mikroplastiko patekimo į aplinką (Digka ir kt., 2023).

Vietinė skalbiklių rinka

Graikijos vartotojai labai priklauso nuo miltelių pavidalo skalbimo priemonių ir kvapiųjų audinių minkštiklių. Milteliai, kurie yra abrazyviniai, mechaninio poveikio metu gali padidinti pluošto iš audinių išsiskyrimą. Plačiai paplitę audinių minkštikliai gali sumažinti statinę elektrą, tačiau reikšmingai nesumažina mikropluošto išsiskyrimo.

Vandens kietumo įtaka

Didžiojoje Graikijos dalyje, ypač Atėnuose, Tesalijoje, Kretoje ir Dodekanese, vanduo yra kietas arba labai kietas. Kietas vanduo padidina audinių mechaninį įtempimą, dėl to:

- padidėja pluošto nuostoliai skalbimo metu,
- padidėja skalbimo priemonių naudojimas,
- aukštesnė skalbimo temperatūra ir
- greičiau suyra sintetiniai drabužiai.

Šiuos veiksnius netiesiogiai atspindi tyrimai, rodantys didelį pluošto kiekį miesto paveiktose vandens sistemose, tokiose kaip Kifissos upė ir Saronikos įlanka (Koutsikos ir kt., 2023).

13.4.3. Veiksmai gyvavimo ciklo pabaigoje

Atliekų šalinimo praktika

Tekstilės gaminių, nebenaudojamų Graikijoje, tvarkymas išlieka ribotas - dauguma naudotų drabužių:

- išmetami su mišriomis komunalinėmis atliekomis,
- eksportuojami kaip dėvėti drabužiai arba
- neoficialiai surenkami labdaros organizacijų.

Sąvartynai išlieka vyraujančiu atliekų šalinimo būdu, o tekstilė sąvartynuose lėtai skaidosi, palaipsniui susidarant mikropluoštams, kurie gali išsiplauti į filtratą arba difunduoti į aplinkinius dirvožemius.

Graikijos pakrančių ir paplūdimių mėginiuose rastos pluošto pavidalo dalelės patvirtina hipotezę, kad difuzinis nuotėkis iš sausumos prisideda prie mikroplastiko apkrovų (HCMR, 2022).

Nacionalinė tekstilės atliekų strategija

Graikija pradėjo derinti savo teisės aktus su ES žiedinės ekonomikos reikalavimais, įdiegdama išplėstinės gamintojo atsakomybės (EPR) sistemas tekstilės gaminiams, kurios, kaip tikimasi, visiškai pradės veikti iki 2025–2026 m. Tačiau:

- Šiuo metu nėra specialios nacionalinės mikropluošto išsiskyrimo valdymo strategijos.
- Tekstilės gaminių surinkimo rodikliai išlieka žemi.
- Savivaldybės retai rūšiuoja tekstilę atskirai.

- Dėl to mikropluoštas ir toliau patenka į aplinką dėl netinkamo šalinimo ir suskaidymo netvarkomų tekstilės atliekų.

Nacionalinės vandens nuotekų valymo sistemos

Graikijoje veikia daugiau nei 400 nuotekų valymo įrenginių, tačiau daugelyje mažesnių salų ir kaimo vietovių trūksta tretinio valymo. Esami nuotekų valymo įrenginiai pašalina dalį mikroplastiko nusėdimo būdu, tačiau mikropluoštai yra per maži ir plūdrūs, todėl jie gali prasiskverbti.

Graikijos tyrimų duomenys rodo:

- Pakrančių vandenyse netoli Atėnų ir Salonikų mikroplastiko profiliuose dominuoja pluoštai, rodantys nuotekų valymo įrenginių evakuacijos kelius (Adamopoulou ir kt., 2021).
- Upių sistemose, tokiose kaip Kifissos, yra pluoštų, patvirtinančių, kad prieš srovę mikroplastikas nėra surinktas iki galo (Koutsikos ir kt., 2023).
- CLAIM projekto bandymai Graikijoje parodė, kad mikroplastikas išlieka net ir po įprastinio valymo, o tai pabrėžia pažangių filtravimo technologijų (membraninių bioreaktorių, dinaminių smėlio filtrų, elektrokoaguliacijos) poreikį (Gkanasos ir kt., 2021).

Nepakankama nuotekų infrastruktūra mažose salose ir intensyvus turizmas lemia, kad mikropluošto nuotėkis piko mėnesiais yra ypač didelis.

13.5. Nacionaliniai moksliniai ir techniniai tyrimai

Graikija sukūrė stiprią ir sparčiai besiplečiančią mikroplastiko, vis labiau akcentuojant mikropluoštus, tyrimų bazę, apimančią jūrų, gėlavandenius ir biotos sektorius. Nacionaliniuose tyrimuose dokumentuojamas mikroplastikas atviruose jūros vandenyse, pakrančių zonose, upėse, nuosėdose, komercinėse žuvyse, bestuburiuose ir saugomuose jūros žinduoliuose, dažnai daugiausia dėmesio skiriant rytinei Viduržemio jūros daliai. Kartu jie suteikia tvirtą mokslinį pagrindą mikroplastiko šaltinių, kelių ir poveikio supratimui, kurį galima tiesiogiai panaudoti su tekstile susijusiems mikropluošto tyrimams.

13.5.1. Aktyvios mokslinių tyrimų institucijos

Graikijos jūrų tyrimų centras (HCMR) yra pirmaujanti nacionalinė mikroplastiko tyrimų institucija, turinti daug institutų ir laboratorijų, užsiimančių stebėseną, eksperimentiniais darbais ir metodų kūrimu. Okeanografijos institutas atliko pagrindinius Jonijos, Egėjo ir Levanto jūrose plūduriuojančių mikroplastikų tyrimus, apibūdinamas jų koncentracijas, formas ir polimerų tipus, atsižvelgiant į cirkuliacijos modelius ir artumą prie miesto šaltinių (Adamopoulou ir kt., 2021).

Jūrų biologinių išteklių ir vidaus vandenų institutas (IMBRIW) prisideda prie vidaus ir pakrančių tyrimų ir prižiūri pažangią mikroplastiko surinkimo ir analizės įrangą, kaip nurodyta jo instituciniame vertinime, kuriame pabrėžiama vandens taršos ir biologinių rodiklių stebėseną (IMBRIW, 2022).

Keli Graikijos universitetai aktyviai vykdo mikroplastiko tyrimų grupes. Egėjo universitetas (Jūrų mokslų katedra ir Aplinkos katedra) glaudžiai bendradarbiauja su HCMR atliekant lauko ir biomonitoringo tyrimus jūrų ir gėlavandenių aplinkoje, įskaitant mikroplastiko patekimą į jūros ežius ir upių žuvis. Salonikų Aristotelio universitetas (AUTH), ypač per Aplinkos inžinerijos laboratoriją ir susijusius tyrimų

centrus (pvz., HERACLES tyrimų centrą), vadovauja mikroplastiko tyrimams Termos įlankoje, integruodamas aplinkos stebėseną su poveikio ir žmonių sveikatos vertinimais.

Nevyriausybės tyrimų organizacijos taip pat atlieka svarbų vaidmenį. Archipelagos – Jūrų apsaugos institutas bendradarbiauja su HCMR ir Italijos partneriais vienuolių ruonių tyrimuose, diegdamas neinvazinius metodus mikroplastikui ir plastiko priedams išmatose aptikti (Hernandez – Milian ir kt., 2023). Šios institucijos naudojasi įvairia laboratorine infrastruktūra, įskaitant FT-IR ir μ FT-IR spektroskopiją, Ramano spektroskopiją, stereomikroskopiją ir biocheminių / biožymenų laboratorijas, kad apibūdintų daleles ir įvertintų biologinį poveikį, kaip išsamiai aprašyta nacionaliniuose atvejų tyrimuose.

13.5.2. Universitetų mokslinių tyrimų projektai

Graikijos universitetai vadovavo arba bendradarbiavo daugeliui su mikroplastiku ir mikropluoštu susijusių mokslinių tyrimų projektų, dažnai bendradarbiaudami su HCMR. Rytų Viduržemio jūros atviroje jūroje ir pakrančių vandenyse Adamopoulou ir kt. (2021 m.) kiekybiškai įvertino plūduriuojantį mikroplastiką ir tyrinėjo pasiskirstymo modelius, susijusius su šaltiniais ir paviršiaus dėmėmis, atskleidami didelį PE, PP ir PS kintamumą ir dominavimą Graikijos vandenyse – polimerus, glaudžiai susijusius su pakuotėmis ir tekstile. Termos įlankoje Kermenidou ir kt. (2023 m.) atliko vieną pirmųjų integruotų mikroplastiko tyrimų paviršiniame vandenyje, paplūdimių nuosėdose ir komercinėse žuvyse, dokumentuodami itin didelį jų kiekį (iki milijonų vienetų km^2) ir pabrėždami, kad PE ir PP yra vyraujantys polimerai.

Universitetų ir HCMR bendradarbiavimas taip pat buvo sutelktas į biologinį poveikį ir bioindikatorius. Digka ir kt. Zakinto saloje tyrė laukinių *Paracentrotus lividus* jūros ežių mikroplastiko patekimą į organizmą ir susiejo jį su oksidacinio streso, neurotoksiškumo ir genotoksiškumo biožymenimis, parodydami subtilius fiziologinius atsakus net esant santykinai mažoms aplinkos koncentracijoms (Digka ir kt., 2023). Hernandez-Milian ir kt. (2023) sukūrė neinvazinį metodą, naudodami Viduržemio jūros vienuolių ruonių išmatas, kad įvertintų mikroplastiko patekimą į organizmą ir plastiko priedus, parodydami 166 mikroplastiko dalelių ir kelių ftalatų buvimą mėginiuose iš Zakinto jūros urvų.

Gėlo vandens projektai plečia šį darbą į sausumą. Koutsikos ir kt. (2023) tyrė mikroplastiką Kifissos upėje, miesto upėje, tekančioje per Atėnų metropolinę zoną, naudodami introdukuotą žuvų rūšį kaip bioindikatorių. Tyrimas parodė vidutinį mikroplastiko užterštumą žuvų virškinamajame trakte ir upės vandenyje, o PE, PVA ir PP yra dominuojantys polimerai, susiejant išvadas su miesto nuotekomis ir nuotekų išleidimu. Graikijos komandos atliko papildomus tyrimus, susijusius su upių ir nuotekų nuotekomis, patenkančiomis į Egėjo jūrą, ir pateikė pirmuosius duomenis apie mikroplastiko kiekį ir rūšis upių ir nuotekų valymo įrenginių nuotekose bei patvirtino jų vaidmenį kaip patekimo į jūrą kelių (Zeri ir kt., 2021).

Graikijoje sukaupta istorinė taršos ir biožymenų patirtis taip pat yra dabartinių mikroplastiko tyrimų pajėgumų pagrindas. Ankstyvieji Saronikos įlankos midijų (*Mytilus galloprovincialis*) biocheminių taršos žymenų tyrimai nustatė biomonitoringo ir teršalų reakcijos vertinimo protokolus, kurie vėliau buvo pritaikyti prie mikroplastiko ir priedų poveikio (Tsangaris ir kt., 2004).

13.5.3. Pramonės tyrimai ir nacionalinė MTEP veikla

Pramonės tyrimai, susiję su mikroplastikais Graikijoje, ypač matomi „Horizontas 2020“ CLAIM projekte, kuriame Graikijos MVĮ ir inžinerijos įmonės bendradarbiavo su HCMR, kurdamos ir išbandydamos technologinius sprendimus, tiesiogiai skirtus plastiko ir mikroplastiko išleidimui. Gkanasos ir kt. (2021 m.) aprašo CLEAN TRASH sistemos projektavimą ir diegimą Kifissos upės žiotyse ir mikroplastiko filtravimo sistemą, įrengtą Megaros nuotekų valymo įrenginyje, parodydamos, kad laboratoriniu mastu makroplastikas sulaiko ~90 %, o mikroplastikas – ~95 %.

Graikijos MVĮ „New Naval“ vadovavo upių šiukšlių surinkimo sistemos kūrimui ir lauko bandymams CLAIM projekte, daugiausia dėmesio skiriant makroplastiko ir mezoplastiko sulaikymui upių žiotyse, įtekančiose į Saronikos įlanką (New Naval, 2024 m.). Šie bandomieji projektai, nors ir nėra skirti būtent tekstilei, yra tiesiogiai svarbūs būsimam mikropluošto mažinimui, nes panašios technologijos galėtų būti pritaikytos tekstilės pramonės nuotekoms arba miesto baseinams, kuriuose yra didelis pluošto kiekis. Be to, Graikijos įmonės, veikiančios nuotekų valymo ir aplinkosaugos technologijų srityje (pvz., „Waste & Water SARL“, taip pat dalyvaujanti CLAIM projekte), sukūrė filtravimo, išankstinio apdorojimo ir pažangių oksidacijos sistemų, kurias galima taikyti mikroplastikui ir mikropluoštui šalinti, bandymų infrastruktūrą.

Plačiau nacionalinė ir regioninė veikla, susijusi su jūrų šiukšlėmis, dažnai dalyvaujant prekybos rūmams, uostų administracijoms ir vietos pramonės šakoms, suteikė duomenų, bandomųjų projektų ir informuotumo, susijusio su mikroplastiku. Pavyzdžiui, bendradarbiaujant Sueco jūrų reikalų ministerijai ir vietos suinteresuotosioms šalims Saronikos ir Termos įlankose, mikroplastiko biotoje ir nuosėdose stebėseną buvo derinama su diskusijomis apie uostų atliekų tvarkymą, laivybos praktiką ir miesto nuotekas, taip padėjus pamatus būsimiems su tekstile susijusiems moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai.

13.5.4. Dalyvavimas ES projektuose

Graikijos institucijos labai aktyviai dalyvavo ES finansuojamuose projektuose, susijusiuose su jūrų tarša mikroplastiku, kurie suteikia esminių žinių ir infrastruktūros darbui, susijusiam ir su išsiskiriančiu mikropluoštu.

- „Horizontas 2020“ – CLAIM (Šiukšlių valymas kuriant ir taikant novatoriškus metodus Europos jūrose): CLAIM, koordinuojamas Aukščiausiojo Teismo, subūrė 19 institucijų (įskaitant šešias MVĮ), kad sukurtų naujas jūrų plastiko šiukšlių prevencijos strategijas, daugiausia dėmesio skiriant upių barjerams, nuotekų valymo įrenginių mikroplastiko filtravimui ir modeliavimui. Graikijos partneriai vadovavo technologijų plėtrai, lauko bandymams ir modeliavimui rytinėje Viduržemio jūros dalyje.
- „Interreg MED“ – „Plastic Busters“ saugomos jūrų teritorijos: Šis projektas, kuriame dalyvavo Graikija, apėmė visą jūrų šiukšlių tvarkymo ciklą Viduržemio jūros saugomose jūrų teritorijose – nuo stebėsenos ir vertinimo iki prevencijos ir mažinimo. Projekte buvo suderinti mikroplastiko stebėsenos metodai ir parengtos politikos rekomendacijos saugomoms jūrų teritorijoms keliose šalyse, įskaitant Graikijos teritorijas.

- „Interreg“ ir susijusios iniciatyvos – „ACT4LITTER“ ir „Plastic Busters“ projektų šeima: Graikijos institucijos ir ekspertai dalyvavo nuosekliuose „Interreg“ projektuose, kuriuose daugiausia dėmesio skirta jūrų plastiko šiukšlių tvarkymui ir politikos veiksmų planams Viduržemio jūros regione, integruojant mikroplastiko problemas į platesnes žiedinės ekonomikos ir jūrų apsaugos sistemas.
- „Erasmus+“ – „Sea4All“ ir susiję švietimo projektai: Graikijos partneriai (pvz., Kretos regioninis pradinio ir vidurinio ugdymo direktoratas, salynai, universitetai) dalyvavo „Erasmus+“ projektuose, tokiuose kaip „Sea4All“, kuriuose kuriama edukacinė medžiaga ir skaitmeninės priemonės, skirtos didinti mokytojų ir mokinių informuotumą apie jūrų taršą, įskaitant plastiką ir mikroplastiką.

Šie ES projektai gerokai sustiprino Graikijos gebėjimus imti mėginius, analizuoti, modeliuoti, mažinti taršą ir šviesti apie mikroplastiką. Jie taip pat suteikia tiesioginį ryšį tarp nacionalinių mokslinių išvadų ir Europos lygmens politikos procesų, todėl jie yra labai svarbūs integruojant tekstilės mikropluošto klausimus į būsimas mokymo programas, mokymo medžiagą ir suinteresuotųjų šalių įtraukimą pagal 2 darbo paketą.

13.6. Atvejų analizė

Graikijoje dauguma priemonių, skirtų kovoti su mikroplastiko tarša, buvo sutelktos į tris pagrindines sritis: jūrų ekosistemas, nuotekų tvarkymą ir su šia sritimi susijusią veiklą bei pakrančių zoną. Tai atspindi ilgą Graikijos pakrantę ir su vandeniu susijusios infrastruktūros bei jūrinės veiklos svarbą. Nepaisant ribotos taikomų veiksmų, kurie aiškiai skirti iš tekstilės pagamintos mikroplastiko taršai, apimties, keli empiriniai tyrimai ir bandomosios iniciatyvos pateikė atitinkamų įrodymų apie taršos mažinimo būdus, ypač nuotekų valymo sistemų ir su žvejyba susijusios techninės tekstilės gaminių srityje. Vėlesni atvejų tyrimai iliustruoja reprezentatyvius Graikijos atvejus, kurie yra aktualūs su tekstilės mikroplastiko tarša (Adamopoulou ir kt., 2021; HCMR, 2022; WWF, 2025).

13.6.1. CLAIM - Mikroplastiko mažinimas nuotekų valymo įrenginių lygmeniu

Kontekstas

CLAIM projektas (angl. Clean Litter by Developing and Applied Innovative Methods in European sea) yra programos „Horizontas 2020“ mokslinių tyrimų iniciatyva, kurioje dalyvauja Graikijos mokslinių tyrimų organizacijos, įskaitant Graikijos jūrų tyrimų centrą (HCMR). Iniciatyva orientuota į naujų metodų, skirtų jūrinei šiukšlinimui mažinti, kūrimą ir bandymą. Graikijos kontekste CLAIM tyrė upių įtekas ir nuotekų valymo įrenginius (NVĮ) kaip svarbius mikroplastiko patekimo į jūros aplinką kelius. Tai ypač aktualu miestų baseinuose, išleidžiančiuose nuotekas į Saronikos įlanką (Gkanasos ir kt., 2021, Tsangaris ir kt., 2004; HCMR, 2022).

Nustatyta problema

Įprasti nuotekų valymo įrenginiai nėra specialiai sukurti mikroplastikui ir mikropluoštui surinkti. Nors didelė dalelių dalis valymo metu sulaikoma, likęs mikroplastikas gali būti išleidžiamas kartu su išvalytomis nuotekomis, o nemaža dalis pernešama į dumblo liniją. Tai nuolat kenkia aplinkai tiek dėl išleidimo į vandenį, tiek dėl dumblo tvarkymo praktikos. Iš tekstilės pagamintos mikropluoštai, daugiausia susidarantys skalbiant namuose, yra pripažįstami kaip šio srauto dalis.

Igyvendintas poveikis

Pagal CLAIM sistemą buvo sukurti ir išbandyti integruoti technologiniai sprendimai, skirti mikroplastikui sulaikyti dar prieš jam pasiekiant jūros aplinką. Šis metodas apjungė upėje esančias surinkimo sistemas su sulaikymo technologijomis, taikomomis nuotekų valymo įrenginių įleidimo ir išleidimo angose. Šie sprendimai buvo sukurti taip, kad veiktų kaip papildomi moduliai esamoje valymo infrastruktūroje, netrukdydami standartiniams procesams. Bandomieji bandymai buvo atlikti su įvairiais dalelių dydžiais ir morfologijomis, įskaitant pluoštinį mikroplastiką, atitinkantį tekstilės dilimą (Gkanasos ir kt., 2021).

Kiekybiniai rezultatai (kg/sumažėjimas per metus, %, ir t.t.)

Bandomieji ir laboratoriniai bandymai parodė, kad mikroplastiko pašalinimo efektyvumas siekia iki 95 %, priklausomai nuo dalelių savybių ir eksploataavimo sąlygų. Modeliavimo scenarijai, pritaikyti Graikijos miesto aplinkai, leido manyti, kad tokių sistemų taikymas per dvejus metus galėtų sumažinti maždaug 87 % mikroplastiko kiekį, patenkančią į jūros aplinką. Sulaikytų dalelių spektras apėmė pluoštinį mikroplastiką, nors rezultatai nebuvo išskirtinai priskirti tekstilės šaltiniams (Gkanasos ir kt., 2021).

Suinteresuotųjų šalių įtraukimas

Igyvendinant CLAIM projektą bendradarbiavo mokslinių tyrimų institucijos, savivaldybių vandens tiekimo institucijos ir Europos projekto partneriai. Graikijos suinteresuotosios šalys atliko svarbų vaidmenį teikdamos veiklos duomenis ir konkrečios vietos informaciją, taip palengvindamos siūlomų sprendimų pritaikymą realioms infrastruktūros sąlygoms. Projekto rezultatai buvo skleidžiami mokslinėse publikacijose ir vykdant suinteresuotosioms šalims skirtą komunikacijos veiklą, siekiant dvejopo tikslo – palengvinti žinių perdavimą ir paskatinti tolesnį projekto atkartojimą.

Išmoktos pamokos

CLAIM atvejo analizė patvirtina teiginį, kad nuotekų valymo įrenginiai yra pagrindinis intervencijos taškas mažinant mikroplastiko, įskaitant su tekstile susijusius mikropluoštus, išmetimą. Atvejo analizė rodo, kad technologinių priedų integravimas prieš jūros išleidimo taškus gali gerokai padidinti sulaikymo efektyvumą. Tačiau ilgalaikis šių priemonių veiksmingumas labai priklauso nuo sistemingų stebėsenos programų įgyvendinimo, kruopščių priežiūros grafikų ir sklandaus integravimo į išsamias šaltinių mažinimo strategijas.

13.6.2. Žvejybos įranga ir techniniai tekstilės gaminiai kaip jūriniai mikroplastiko šaltiniai

Kontekstas

Atvejo tyrime nagrinėjama smulkioji pakrantės žvejyba Graikijos pakrantėje ir tai, kiek sintetiniai žvejybos įrankiai, pavyzdžiui, tinklai ir valai, pagaminti iš poliamido (nailono) ir polietileno pluoštų, naudojami šioje žvejyboje. Šios medžiagos yra „techniniai tekstilės gaminiai“, sukurti taip, kad būtų atsparūs sudėtingoms jūrų aplinkoms. Akivaizdu, kad komercinės žvejybos sektorius yra ypač aktuali tema nacionalinių reikalų kontekste, atsižvelgiant į žvejybos veiklos intensyvumą ir ilgalaikį žvejybos įrankių poveikį jūros aplinkai (Adamopoulou ir kt., 2021; Kermenidou ir kt., 2023).

Nustatyta problema

Žvejybos tinklai ir valai yra kasdienio naudojimo įrankiai, kurie jūroje išbūna gana ilgą laiką. Laikui bėgant, įprastas naudojimas lemia medžiagos gedimą, dėl kurio į vandenį patenka smulkių dalelių. Pаметus ar apleidus žvejybos įrangą, šis procesas tęsiasi nekontroliuojamai, taip padidindamas bendrą plastiko kiekį jūrų aplinkoje. Reikia atlikti tolesnius tyrimus, siekiant išsiaiškinti, kiek su žvejyba susiję polimerai prisideda prie mikroplastiko taršos (Adamopoulou ir kt., 2021; Kermenidou ir kt., 2023).

Taikytas poveikis

Nacionaliniu lygmeniu nėra specialios programos, skirtos spręsti mikroplastiko užterštumo iš žvejybos įrangos problemą. Nepaisant to, nemažai mokslinė analizė pagrįstą stebėsenos ir valymo programų netiesiogiai sprendė šią problemą. Sisteminga ir išsami plastiko šiukšlių klasifikacija pagal morfologiją ir polimero tipą buvo pasiekta vykdant nacionalinio masto paplūdimių ir jūrų stebėsenos veiklą, kurią koordinavo mokslinių tyrimų įstaigos. Šios pastangos atvėrė kelią pluoštinių medžiagų, kurios yra labai panašios į su žvejyba susijusius tekstilės gaminius, identifikavimui, taip sudarant sąlygas veiksmingam jūrų taršos valdymui ir valymo strategijoms. Ši veikla suteikia mokslinį pagrindą tikslinių prevencinių priemonių, tokių kaip patobulintos įrangos valdymo ir išgavimo schemos, kūrimui (HCMR, 2022; Koutsikos ir kt., 2023).

Kiekybiniai rezultatai (kg/sumažėjimas per metus, %, ir t.t.)

Stebėsenos duomenys rodo, kad pakrančių ir jūrų aplinkoje pluoštinių plastiko dalelių, daugiausia didesnių frakcijų pavidalu, yra nedaug, bet jos nuolat aptinkamos. Polimerų analizės parodė, kad medžiagos atitinka žvejybos įrankių sudėtį. Nors konkrečių metinių sumažėjimo duomenų nėra, įrodymai rodo nuolatinį jūrinės kilmės techninės tekstilės indėlį, o ne trumpalaikį ar epizodinį poveikį (Adamopoulou ir kt., 2021; Digka ir kt., 2023).

Suinteresuotųjų šalių įtraukimas

Suinteresuotųjų šalių dalyvavimas apėmė mokslinių tyrimų organizacijas, aplinkosaugos nevyriausybinės organizacijas (NVO), vietos žvejus ir savanorių tinklus, dalyvaujančius jūrų šiukšlių stebėsenos ir šalinimo veikloje. Nors struktūrizuotų, pramonės vadovaujamų mažinimo schemų taikymo sritis yra ribota, ši sąveika padidino informuotumą apie žvejybos įrangą kaip plastiko šiukšlių ir mikroplastiko taršos šaltinį ir palengvino profesinių žinių mainus tarp mokslo ir vietos veikėjų (WWF, 2025).

Išmoktos pamokos

Šiame atvejo tyrime pabrėžiama, kad su žvejyba susijusi techninė tekstilė yra atskiras ir nepakankamai įvertintas mikroplastiko susidarymo kelias Graikijoje. Kitaip nei sausumoje esantys tekstilės šaltiniai, šios medžiagos daleles išskiria tiesiai į jūros aplinką, apeidamos nuotekų valymo sistemas. Norint išspręsti šią problemą, reikia taikyti konkrečiam sektoriui pritaikytus metodus, apimančius prevenciją, stebėseną ir tikslinį žuvininkystės suinteresuotųjų šalių mokymą.

13.7. Pagrindiniai iššūkiai ir kliūtys

13.7.1. Ribotas mikroplastiko priskyrimas su tekstilės produktais susijusiems šaltiniams

Iššūkiai susiejant aptiktą mikroplastiką su tekstilės produktais

Konkrečiai Graikijos kontekste iškyla nemenkas iššūkis, susijęs su sudėtingumu susieti aptiktą mikroplastiką su konkrečiais šaltiniais, ypač tais, kurie susiję su tekstilės veikla. Dauguma nacionalinių tyrimų daugiausia dėmesio skyrė mikroplastiko buvimui, erdvinio pasiskirstymo ir ekologinio poveikio jūrų ir gėlavandenėje aplinkoje dokumentavimui. Mikroplastiko kilmės klausimas buvo tiriamas rečiau. Todėl tekstilės indėlis paprastai nustatomas netiesiogiai, remiantis tokiais parametrais kaip dalelių forma ar polimero tipas. Priešingai, aiškus šaltinio priskyrimas paprastai netaikomas.

Atviruose ir pakrančių vandenyse atlikti tyrimai ne kartą pranešė apie pluoštinių dalelių buvimą; nepaisant to, šios dalelės paprastai sudaro mažesnę mėginio dalį, palyginti su fragmentais ar putomis, o tai riboja jų naudingumą kiekybiniam šaltinio priskyrimui (Adamopoulou ir kt., 2021). Panašiai, didelio masto paplūdimių stebėjimo programos, kurias koordinuoja Graikijos jūrų tyrimų centras (HCMR), parodė, kad pluoštai nėra dominuojantis dalelių tipas paplūdimių nuosėdose. Šis atradimas rodo, kad ši aplinkos sritis nėra tinkama tekstilės kilmės mikroplastiko identifikavimui (HCMR, 2022).

13.7.2. Dėmesys jūros aplinkai, o ne aukštupio šaltiniams

Nuotekų ir upių takų stebėsenos spragos

Svarbu pažymėti, kad dar viena reikšminga kliūtis yra didelis dėmesys jūrų ir pakrančių aplinkai nacionalinių stebėsenos iniciatyvų kontekste. Nors šie tyrimai suteikia esminės informacijos apie poveikį aplinkai ir ekologinį poveikį, jie yra mažiau veiksmingi kiekybiškai įvertinant su tekstilės naudojimu susijusius išmetamuosius teršalus, kurie dažniau atsiranda aukščiau srovių.

Upių ir nuotekų tyrimų kontekste atlikti tyrimai parodė, kad dar prieš patekdami į jūros aplinką jose yra mikroplastiko dalelių, t. y. dalelių, mažesnių nei 5 mm, įskaitant pluoštinius komponentus (Gkanasos ir kt., 2021; Koutsikos ir kt., 2023). Šis stebėjimas pabrėžia miesto ekosistemų, tokių kaip upės ir nuotekų valymo įrenginiai, potencialą kaip kanalų, per kuriuos šios dalelės paskirstomos į jūros ekosistemą. Graikijoje trūksta sistemingų stebimų duomenų apie šiuos skyrius. Tai kelia susirūpinimą dėl galimybės sukurti veiksmingas mažinimo strategijas, kurios spręstų su tekstilės naudojimu susijusių išmetamųjų teršalų problemą jų kilmės vietoje arba arti jos.

13.7.3. Nepakanka kiekybinių įrodymų apie mažinimo veiksmingumą

Ilgalaikių ir konkrečiai vietai būdingų mažinimo duomenų trūkumas

Nepaisant bandomųjų intervencijų ir technologinių sprendimų bandymų kontroliuojamomis arba pusiau eksploatacinėmis sąlygomis, vis dar trūksta ilgalaikių kiekybinių duomenų, apibūdinančių jų veiksmingumą realiomis sąlygomis. CLAIM projektas parodė, kad esant tam tikroms sąlygoms galima pasiekti didelį šalinimo efektyvumą, o modeliavimas rodo, kad mikroplastiko kiekis, patenkantis į jūros aplinką, gerokai sumažėjo (Gkanasos ir kt., 2021). Tačiau šių rezultatų dar nepatvirtina nuoseklūs, įrenginių lygmens duomenys, išreikšti metiniais mažinimo rodikliais.

Šis apribojimas ypač akivaizdus kalbant apie jūrinius tekstilės šaltinius, tokius kaip žvejybos įranga. Nors atlikta keletas stebėsenos tyrimų, kurie patvirtino pluoštinių dalelių, kurios yra suderinamos su žvejyba susijusiais polimerais, buvimą, šie tyrimai nepateikė jokių kiekybinių sumažėjimo įvertinimų, susijusių su konkrečiomis valdymo ar atkūrimo priemonėmis (Adamopoulou ir kt., 2021; Kermenidou ir kt., 2023).

13.7.4. Politikos ir reguliavimo apribojimai

Tekstilės gaminiams skirtų metodų nebuvimas

Politikos požiūriu, iš teksto išvestos mikroplastiko medžiagos nėra aiškiai aptarimos dabartinėse nuostatose. Graikijos nacionalinės reguliavimo ir sektorių strateginės sistemos pirmiausia sprendžia jūrų aplinkoje esančių šiukšlių problemą plačiai, be detalaus požiūrio, kuris atskirtų skirtingas medžiagų rūšis ar produktų kategorijas. Todėl tekstilė retai traktuojama kaip nepriklausomas šaltinis, kuriam reikalingos individualios stebėsenos ar mažinimo priemonės.

Atliktos į politiką orientuotos analizės parodė, kad toks apibendrintas požiūris mažina prevencijos strategijų veiksmingumą ir mažina atskiriems sektoriams skirtų sprendimų taikymą. Tai ypač pasakytina apie techninius tekstilės gaminius, kurie naudojami jūrų veikloje (WWF, 2025).

13.7.5. Metodologiniai ir su pajėgumais susiję trūkumai

Poreikis derinti ir taikyti tikslines ekspertines žinias

Apžvelgtų tyrimų sintezė galiausiai atskleidžia metodologinius skirtumus, susijusius su mėginių ėmimu, analize ir ataskaitų teikimu. Dėl šių neatitikimų duomenų rinkinių palyginimas ir sintezė tampa sudėtingu uždaviniu. Daugeliu atvejų pastebėta, kad su pluoštų specifiniu identifikavimu ir apibūdinimu susiję apribojimai trukdo interpretuoti rezultatus. Šis reiškinys ypač ryškus vertinant galimą tekstilės medžiagų indėlį (Digka ir kt., 2023; Hernandez-Milian ir kt., 2023).

Šie trūkumai pabrėžia būtinybę suderinti metodikas ir gebėjimų stiprinimo iniciatyvas. Manoma, kad būtina gerinti tyrėjų, nuotekų specialistų ir suinteresuotųjų šalių, dalyvaujančių jūrų operacijose, techninius įgūdžius, siekiant optimizuoti stebėsenos kokybę ir rezultatų tinkamumą politikos formavimui (WWF, 2025).

13.8. Nacionalinės sėkmės istorijos ir geriausia praktika

Graikijoje sėkminga mikroplastiko mažinimo praktika pirmiausia siejama su moksliniais tyrimais pagrįstais technologiniais sprendimais, tikslinėmis bandomosiomis programomis ir bendradarbiavimo iniciatyvomis, jungiančiomis mokslo įstaigas su valdžios institucijomis ir pilietine visuomene. Nors didelio masto pramoninis diegimas išlieka ribotas, keli pavyzdžiai rodo praktinę pažangą ir suteikia perkeliamų įžvalgų, ypač susijusių su nuotekų tvarkymu, stebėsenos metodikomis ir tarpsektoriniu bendradarbiavimu.

13.8.1. Inovatyvios technologijos

Pažangios mikroplastiko sulaikymo technologijos nuotekų keliuose

Vienas ryškiausių technologinės sėkmės pavyzdžių Graikijos kontekste yra susijęs su pažangių mikroplastiko sulaikymo sistemų, skirtų upių ir nuotekų aplinkoje, kūrimu ir bandymu. CLAIM projekto metu buvo sukurtos novatoriškos technologijos, skirtos mikroplastikui surinkti, ypač svarbiuose

patekimo taškuose, tokiuose kaip upių žiotys ir įtekėjimai į nuotekų valymo įrenginius. Šio surinkimo proceso tikslas – užkirsti kelią mikroplastiko išleidimui į jūrų ekosistemas.

Kaip parodė Gkanasos ir kt. (2021), šios sistemos parodė didelį pašalinimo efektyvumą bandomosiomis sąlygomis. Tai patvirtina, kad tiksliniai technologiniai papildymai gali gerokai pagerinti esamos nuotekų infrastruktūros našumą mikroplastiko sulaikymo atžvilgiu. Technologijos, skirtos mikroplastikui surinkti, tai daro efektyviai, net jei jos iš pradžių nebuvo sukurtos šiam tikslui.

Šis pavyzdys iliustruoja, kaip moksliniais tyrimais pagrįstos inovacijos gali būti pritaikytos praktiniams sprendimams, kurie yra suderinami su esama infrastruktūra ir pritaikomi skirtingoms veiklos aplinkybėms.

13.8.2. Pramonės arba savivaldybių iniciatyvos

Savivaldybių įsitraukimas į mikroplastiko kelių stebėseną ir mažinimą

Savivaldybių lygmeniu geriausia praktika daugiausia atsispindi didėjančiame vietos valdžios institucijų įsitraukime į mikroplastiko taršos stebėsenos ir vertinimo veiklą. Savivaldybių, nuotekų tvarkymo operatorių ir mokslinių tyrimų įstaigų bendradarbiavimas palengvino konkrečioms vietovėms skirtų duomenų rinkimą ir mažinimo koncepcijų testavimą realiomis veiklos sąlygomis.

Tokios iniciatyvos, dažnai kartu su mokslininkais, padėjo geriau suprasti mikroplastiko srautus miestų baseinuose ir nuotekų sistemose, ypač tankiai apgyvendintose vietovėse, iš kurių nuotekos išleidžiamos į jautrią jūrų aplinką, pavyzdžiui, Saronikos įlanką (HCMR, 2022; Tsangaris ir kt., 2004). Nepaisant to, kad šiuo metu šių priemonių nėra oficialiose savivaldybių mažinimo programose, jos žymi didelę pažangą integruojant su mikroplastiku susijusius aspektus į vietos vandens valdymo praktiką.

13.8.3. Sertifikuojamas arba savanoriškos schemos

Savanoriškas įsitraukimas ir sąmoningumo didinimo praktika

Priešingai nei kitose Europos šalyse, Graikijoje šiuo metu trūksta sertifikuotų schemų ar savanoriškų standartų, kurie būtų specialiai skirti tekstilės mikroplastiko emisijų problemai spręsti. Nepaisant to, atsirado savanoriškas įsitraukimas iniciatyvų, skatinamų sąmoningumo, forma, taip pat dalyvavimas mokslinių tyrimų įstaigų ir aplinkosaugos organizacijų vadovaujamosiose stebėsenos programose.

Nepaisant neformalaus pobūdžio, šios pastangos leido rinkti duomenis, didinti visuomenės informuotumą ir skatinti suinteresuotųjų šalių dalyvavimą, ypač pakrančių ir jūrų regionuose. Kaip rodo į politiką orientuoti vertinimai, savanoriški veiksmai atlieka veiksmingą vaidmenį kaip labiau struktūrizuotų sistemų pirmtakas, ypač akivaizdžiai trūkstant privalomų norminių reikalavimų, skirtų iš tekstilės gautam mikroplastikui (WWF, 2025).

13.8.4. Sėkminga partnerystė ir projektai

Moksliniais tyrimais pagrįstos partnerystės, jungiančios mokslą ir politiką

Graikijoje mokslinių tyrimų institucijų ir valdžios institucijų bendradarbiavimo plėtrą daugiausia skatino taikomųjų tyrimų iniciatyvos. Bendradarbiavimas, apimantis tyrimų centrus, universitetus, viešąsias įstaigas ir nevyriausybinės organizacijas, palengvino sistemingą duomenų, susijusių su mikroplastiko tarša, rinkimą. Akivaizdu, kad laikui bėgant šios pastangos lėmė analitinių metodų tobulinimą ir turimų

duomenų rinkinių patikimumo didinimą. Tyrimų rezultatai taip pat buvo skleidžiami ne tik akademinėse publikacijose, o tai prisidėjo prie jų naudojimo aplinkosaugos valdyme.

Graikijos jūrų tyrimų centro tyrimai buvo labai svarbūs šiame procese. Vis daugiau tyrimų pateikia nuoseklių įrodymų apie mikroplastiko paplitimą, pasiskirstymą ir poveikį skirtingose aplinkos srityse (Adamopoulou ir kt., 2021; Digka ir kt., 2023; Hernandez-Milian ir kt., 2023). Akivaizdu, kad, nepaisant dabartinių didelio masto pramoninio pritaikymo apribojimų, ši patirtis pabrėžia nuolatinio mokslo ir viešųjų institucijų bendradarbiavimo veiksmingumą formuojant politiką.

13.9. Nacionalinė politika ir reguliavimo sistema

Graikijos plastikų ir mikroplastikų reguliavimo sistema daugiausia grindžiama ES teisės akty, ypač Jūrų strategijos pagrindų direktyvos (JSPD), atliekų ir žiedinės ekonomikos direktyvų bei Vienkartinio naudojimo plastikų (SUP) direktyvos, perkėlimu į nacionalinę teisę. Nors dar nėra specialaus įstatymo dėl mikropluoštų, mikroplastikai vis labiau pripažįstami nacionalinėje politikoje vykdant jūrų šiukšlių stebėseną, atliekų tvarkymo reformas ir žiedinės ekonomikos strategijas. JSPD 10 deskriptorius („jūrų šiukšlių savybės ir kiekiai nekenkia pakrančių ir jūrų aplinkai“) suteikia bendrą sistemą šiukšlėms, įskaitant mikroplastiką, Graikijos jūrų vandenyse vertinti (Galgani ir kt., 2013; EK, 2017; iSea, 2026).

13.9.1. Su mikroplastikais susiję nacionaliniai įstatymai

Pagrindinis nacionalinis įstatymas, reglamentuojantis plastiką ir atliekas Graikijoje, yra Įstatymas Nr. 4819/2021 dėl atliekų tvarkymo ir žiedinės ekonomikos, kuriuo į nacionalinę teisę perkeliama pagrindinės ES atliekų direktyvos ir nustatoma didesnė gamintojo atsakomybė (EPR), atskiro surinkimo tikslai ir sąvartynų mažinimo tikslai. Be kitų priemonių, įstatymas sustiprina EPR įpareigojimus pakuotėms, sudaro sąlygas EPR tekstilės gaminiams ir skatina atskirą tekstilės atliekų surinkimą iki 2025–2026 m., laikantis ES reikalavimų (Graikijos Respublika, 2020; 2021).

Antras kertinis akmuo yra Įstatymas Nr. 4736/2020, kuriuo į nacionalinę teisę perkeliama ES Vienkartinio naudojimo plastikų direktyva (ES 2019/904) ir nustatomi draudimai arba apribojimai įvairiems vienkartinio naudojimo plastikiniams gaminiams, įskaitant stalo įrankius, lėkštes, šiaudelius, maišiklius ir putų polistireninio maisto indus. Įstatymas įsigaliojo 2021 m. liepos mėn. ir jame produktų draudimai derinami su ekonominėmis priemonėmis, informavimo kampanijomis ir žaliųjų viešųjų pirkimų priemonėmis (EK, 2020; Graikijos Respublika, 2020; NKUA, 2026). Nors pagrindinis jo dėmesys skiriamas makroplastikui, numatomas šiukšlių ir pakuočių kiekio sumažėjimas taip pat gali netiesiogiai sumažinti mikroplastiko susidarymą dėl fragmentacijos.

Tuo pačiu metu sektorių teisės aktuose ir strategijose (pvz., nacionaliniuose atliekų prevencijos planuose ir jūrų aplinkos politikoje) jūrų šiukšlės ir plastiko tarša įvardijamos kaip prioritetinės problemos. Tačiau iš tekstilės pagamintos mikropluošto medžiagos vis dar nėra aiškiai aptariamoms kaip atskira kategorija, o nacionaliniu lygmeniu nėra privalomų reikalavimų skalbimo mašinų ar pramonės įrenginių mikropluošto filtrams (Graikijos Respublika, 2021).

13.9.2. Suderinimas su ES teisės aktais

Graikija įgyvendina Jūrų strategijos pagrindų direktyvą (2008/56/EB) vykdydama nacionalines jūrų strategijas ir stebėsenos programas, kurias koordinuoja Aplinkos ir energetikos ministerija bei tokie

tyrimų institutai kaip HCMR. 10 deskriptorius apie jūros šiukšles paskatino sukurti paplūdimių šiukšlių, jūros dugno šiukšlių ir mikroplastiko vandenyje bei biotoje stebėsenos programas, naudojant rodiklius ir metodikas, suderintas su ES gairėmis ir regioninėmis konvencijomis (Galgani ir kt., 2013; EK, 2017). Naujausios Graikijos tyrėjų atliktos jūros šiukšlių ir mikroplastiko sintezės Egėjo jūros salyne suteikia integruotą įrodymų bazę, kuria grindžiami šie Jūrų strategijos pagrindų direktyvos įsipareigojimai, ir pabrėžia su politika susijusias žinių spragas, įskaitant poreikį sistemingiau stebėti mikropluoštus ir upių įtekėjimą (Zeri ir kt., 2022; Anagnostou ir kt., 2024).

Pagal ES atliekų ir žiedinės ekonomikos teisės aktus Graikija taip pat parengė nacionalines strategijas, kurios atitinka atskiro surinkimo, sąvartynų mažinimo ir gamintojo atsakomybės už didesnę gamybą tikslus, įskaitant nuostatas, kurios bus tiesiogiai taikomos tekstilės atliekų srautams. Įstatymas Nr. 4819/2021 numato atskiras tekstilės gaminių surinkimo sistemas ir ekologiniu požiūriu moduluotus mokesčius gamintojams, kurie ateityje galėtų apimti su mikroplastiku susijusius našumo kriterijus (pvz., ekologinį mažai skaidančių tekstilės gaminių projektavimą) (Graikijos Respublika, 2021 m.).

13.9.3. Strateginiai planai, paskatos ir programos

Graikija priėmė Nacionalinę atliekų prevencijos programą ir platesnę žiedinės ekonomikos darbotvarkę, kuriose pabrėžiama medžiagų, įskaitant plastiką, prevencija, pakartotinis naudojimas ir perdirbimas. Šios strategijos skatina atskirą atliekų surinkimą, žaliuosius viešuosius pirkimus ir ekologines inovacijas, taip pat gali būti integruoti reikalavimai ir paskatos mažai teršalų išskiriantiems tekstilės gaminiams, mikropluošto filtrams ir geresniam sintetinių gaminių dizainui (Graikijos Respublika, 2012; 2021).

Keletas nacionalinių ir ES finansuojamų projektų de facto veikia kaip bandomieji politikos projektai. Tokie projektai kaip CLAIM ir nacionalinės iniciatyvos, tokios kaip EVMAR (Jūrų šiukšlių vertinimas Graikijoje), surinko duomenis ir rekomendacijas apie jūrų šiukšlių kelius, mikroplastiko stebėseną ir mažinimo technologijas, remdamos Jūrų strategijos pagrindų direktyvos 10 deskriptoriaus įgyvendinimą ir informuodamos apie nacionalinius prioritetus (Rigatou ir kt., 2025; iSea, 2026). Švietimo ir piliečių mokslo projektus (pvz., „Mokyklos prieš plastiką“) politikos formuotojai ir NVO naudojo kaip gerosios praktikos pavyzdžius, kaip integruoti mikroplastiką į aplinkosauginį švietimą ir vietos veiksmų planus (HCMR, 2023; „Beyond Plastics Med“, 2026; Patsiou ir kt., 2026).

13.9.4. Nacionalinės standartizavimo veiklos

Oficiali standartizacijos veikla, susijusi konkrečiai su mikroplastikais ir mikropluoštais, Graikijoje tebėra ribota. Nacionalinės laboratorijos paprastai vadovaujasi tarptautiniais arba Europos protokolais (pvz., Jūrų strategijos pagrindų direktyvos (MSFD) stebėsenos gairėmis, „Plastic Busters“ jūrų jūrų protokolais, suderintais kalibravimo metodais), o ne konkrečiai Graikijai skirtais standartais. Tačiau Graikijos mokslininkų vadovaujamas derinimo darbas atliekant tarplaboratorinius palyginimus ir vertinant metodus, pavyzdžiui, atliekant ekstrahavimo protokolų ir bioindikatorių tyrimus, tiesiogiai prisidėjo prie geriausios praktikos, priimtoms MSFD ir regioninėse jūrų konvencijose, kūrimo (Tsangaris ir kt., 2004; Scacco ir kt., 2022; Zeri ir kt., 2022).

Ateityje Graikijos standartizacijos organizacija (ELOT), mokslinių tyrimų institutai ir pramonė gali parengti arba priimti nacionalines technines specifikacijas dėl mikroplastiko mėginių ėmimo, analitinių metodų ir mažai skaidančių tekstilės gaminių ar filtravimo technologijų našumo kriterijų. Tai padėtų

nuosekliai stebėti, palengvintų atitikties patikras ir suteiktų aiškesnių signalų rinkos dalyviams tekstilės ir nuotekų sektoriuose.

13.10. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

13.10.1. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

Sparčiai plintantys Graikijos mikroplastiko ir mikropluošto tyrimai dar nėra iki galo įgyvendinti sistemingais pagrindinių profesinių grupių mokymais. Aukštojo mokslo, profesinio mokymo ir nuolatinio profesinio tobulėjimo srityse akivaizdžios kelios spragos:

- Tekstilės ir mados inžinieriams reikia gilesnio supratimo apie mikropluošto skilimo mechanizmus, ekologišką mažai skilusių audinių projektavimą, gyvavimo ciklo vertinimą (LCA) ir perdirbamų pluoštų sistemas.
- Nuotekų ir vandens tiekimo specialistams reikia mokymų apie mikroplastiko stebėseną, filtravimo technologijas, dumblo tvarkymą ir mikropluošto aspektų integravimą į įrenginių eksploatavimą ir projektavimą.
- Mokytojams ir pedagogams reikia priemonių, pagal amžių tinkamų išteklių, kad jie galėtų integruoti mikroplastiką ir mikropluoštą į gamtos mokslų, geografijos ir aplinkosaugos švietimo programas.
- Politikos formuotojams ir savivaldybių darbuotojams reikia mokymų, kaip interpretuoti mikroplastiko duomenis, vertinti mažinimo galimybes ir kurti vietos veiksmų planus, apimančius su tekstile susijusias priemones.

Naujausi švietimo ir piliečių mokslo projektai rodo ir tokių mokymų poreikį, ir potencialą. Inicatyva „Mokyklos prieš plastiką“ įtraukė Graikijos pradinių mokyklų mokinius į paplūdimių makro- ir mikroplastiko stebėseną, derindama paprastus mėginių ėmimo protokolus su duomenų rinkimu ir interpretavimu; Rezultatai rodo, kad mokinių aplinkosauginis sąmoningumas ir supratimas apie plastiko taršą pagerėjo (HCMR, 2023; Patsiou ir kt., 2026). Panašūs Graikijos darbai skaitmeninio pasakojimo ir aplinkosauginio raštingumo srityje taip pat parodė, kad novatoriški pedagoginiai metodai gali veiksmingai ugdyti mokinių supratimą ir požiūrį į plastiko atliekas (Andriopoulou ir kt., 2022).

Tuo pačiu metu pažangiausi tyrimai apie mikroplastiką pagrindinėse Graikijos ekosistemose, tokiose kaip jūros žolių pievos, veikiančios kaip kriauklės ir vektoriai (Rigatou ir kt., 2025), arba integruotos jūrų šiukšlių ir mikroplastiko apžvalgos Egėjo jūros salyne (Zeri ir kt., 2022), pabrėžia poreikį mokyti mokslininkus, inžinierius ir aplinkosaugos vadybininkus pažangių metodų (pvz., modeliavimo, ekotoksikologijos, bioindikatorių naudojimo) ir mokslinių tyrimų pavertimo valdymo priemonėmis.

13.10.2. Rekomendacijos dėl mokymo programų integravimo ir profesinio mokymo

Remiantis nustatytomis spragomis ir esama geriausia praktika, Graikijai galima pateikti keletą konkrečių mokymo pasiūlymų:

1. Aukštasis mokslas (universitetai):

- Integruoti specialius mikroplastiko ir mikropluošto modulius į aplinkos mokslų, jūrų mokslų, chemijos inžinerijos ir tekstilės inžinerijos mokymo programas.
- Naudoti Graikijos atvejų tyrimus, pvz., mikroplastiko patekimą į midijas ir žuvis, jūros žolių pievas kaip kriaukles, ruonių vienuolių stebėseną, kaip mokymo medžiagą, siekiant kontekstualizuoti pasaulines sąvokas nacionalinėje realybėje (Scacco ir kt., 2022, Zeri ir kt., 2022; Rigatou ir kt., 2025).
- Skatinti tarpdisciplininius baigiamųjų darbų projektus, apjungiančius tekstilės dizainą, nuotekų valymą ir aplinkos stebėseną.

2. Profesinis ir profesinis mokymas (VET, CPD):

- Parengti trumpus kursus nuotekų valymo įrenginių operatoriams, savivaldybių darbuotojams ir pramonės technikams apie mikroplastiko mėginių ėmimą, pagrindinę analizę, rezultatų interpretavimą ir mažinimo technologijas (pvz., filtravimą, modernizavimą). CLAIM rezultatai ir Graikijos nuotekų valymo įrenginių bandomieji projektai siūlo paruoštus mokymo medžiagos pavyzdžius (Rigatou ir kt., 2025; iSea, 2026).
- Įvesti modulius apie mažai išmetamų teršalų tekstilės dizainą, žiedinius verslo modelius ir EPR įsipareigojimus tekstilės / mados sektoriaus specialistams, susiejant būsimus ES tekstilės reglamentus su nacionaline žiedinės ekonomikos politika (Graikijos Respublika, 2021).

3. Mokyklinis ugdymas ir mokytojų rengimas:

- Išplėsti tokias programas kaip „Mokyklos prieš plastiką“ į nacionalinę mikroplastiko švietimo iniciatyvą, suteikiant standartizuotą priemonių rinkinį mėginių ėmimui, paprastai analizei ir duomenų dalijimuisi, remiamą Aukštojo mokslo ministerijos ir Švietimo ministerijos (Aukštojo mokslo ministerijos, 2023; Patsiou ir kt., 2026).
- Integruoti mikroplastiką ir mikropluoštą į esamas aplinkosauginio švietimo sistemas, įskaitant tokias temas kaip tvarus vartojimas, jūrų biologinė įvairovė ir žiedinė ekonomika.

4. Žuvininkystės ir pakrančių suinteresuotosios šalys:

- Rengti tikslinius mokymus žvejams ir akvakultūros operatoriams apie jūrines šiukšles ir mikroplastiką iš žvejybos įrankių, įskaitant geriausią įrangos priežiūros praktiką, išgavimo schemas ir dalyvavimą piliečių mokslo stebėsenoje. Naujausi kelių dešimtmečių duomenų rinkiniai apie jūrinių šiukšlių prarimą jūros vėžlių ir žuvų organizme, kuriuose dalyvauja bendraautoriai iš Graikijos, suteikia vertingos medžiagos informuotumo didinimui ir profesiniam mokymui (Zeri ir kt., 2022; Kouvara ir kt., 2024).

Šie pasiūlymai gali tiesiogiai prisidėti prie WP2 mokymo programų, tinklalaidžių ir mokymo medžiagos pagal „MicroWeave-TEX“ projektą, užtikrinant, kad švietimo rezultatai būtų pagrįsti naujausiais Graikijos įrodymais ir atitiktų konkrečius nacionalinių suinteresuotųjų šalių mokymo poreikius.

13.11. Išvados

Graikija sukūrė įspūdingą ir sparčiai augantį mikroplastiko ir mikropluošto tyrimų rinkinį, o Graikijos mokslininkai prisideda tiek prie nacionalinių atvejų tyrimų, tiek prie pasaulinių sintezių. Tyrimai dabar apima atvirus jūros vandenį, pakrančių zonas, jūros žolių pievas, paplūdimius, upes, nuotekų sistemas ir daugybę organizmų, įskaitant komercines žuvis, midijas, jūros ežius, jūros vėžlius ir nykstančius vienuolius ruonius. Naujausi darbai apie jūros žolių pievas kaip mikroplastiko kriauklės, integruoti Egėjo jūros salyno vertinimai ir pilietinio mokslo iniciatyvos, tokios kaip „Mokyklos prieš plastiką“, iliustruoja nacionalinės mokslinių tyrimų aplinkos brandą ir įvairovę.

Nepaisant šios pažangos, vis dar yra didelių spragų, tiesiogiai susiejant stebimą mikroplastiką su tekstilės šaltiniais, ypač mikropluošto atveju. Daugumoje Graikijos tyrimų pluoštai įvardijami kaip svarbi morfologinė kategorija ir tekstilės indėlis daromas pagal polimerų tipus, tačiau patikimas šaltinių paskirstymas (pvz., atskiriant buitinį skalbimą, pramoninius procesus ir žvejybos įrangą) vis dar yra ribotas. Ankstesnės srovės skyrė, tokie kaip nuotekų valymo įrenginiai, pramoniniai išleidimai ir buitinis skalbimas, vis dar yra gana mažai stebimi, palyginti su jūros aplinka, o tai riboja į šaltinius orientuotų mažinimo strategijų kūrimą. Kalbant apie politiką, Graikija suderino savo teisės aktus su ES direktyvomis dėl į jūrą išmestų šiukšlių, atliekų tvarkymo ir vienkartinio naudojimo plastiko ir palaipsniui integruoja žiedinės ekonomikos principus, atskirą tekstilės gaminių surinkimą ir didesnę gamintojo atsakomybę į nacionalinę teisę. Tačiau mikropluoštai dar nėra aiškiai reglamentuoti, o mikropluošto filtrams ar mažai skaidantiems tekstilės gaminiams nėra privalomų reikalavimų. Esamos iniciatyvos, tokios kaip CLAIM bandomieji projektai, „Interreg“ projektai ir švietimo programos, rodo techninį ir socialinį įgyvendinamumą, tačiau dar nėra įtrauktos į pagrindinę politiką ar praktiką.

Veiklos požiūriu išryškėja trys pagrindinės veiksmų kryptys:

1. Sustiprinti į šaltinį orientuotą stebėseną ir švelninimo priemones:

- Išplėsti sistemingą mikropluoštų stebėseną nuotekose, pramonės nuotekose ir upėse, integruojant suderintus metodus ir tarplaboratorinius protokolus.
- Išbandyti ir išplėsti mikroplastiko sulaikymo technologijas nuotekų valymo įrenginiuose ir upių žiotyse, remiantis CLAIM patirtimi ir orientuojantis į tekstilės tankumo baseinus.

2. Integruoti mikropluoštus į politiką ir standartizavimą:

- Įtraukti mikropluošto aspektus į nacionalinį ES tekstilės, atliekų ir žiedinės ekonomikos politikos įgyvendinimą, įskaitant EPR schemas ir ekologinio projektavimo kriterijus.
- Bendradarbiaujant su ELOT, pramonės ir tyrimų laboratorijomis, parengti technines gaires arba standartus mažai skaidantiems tekstilės gaminiams, skalbimo mašinų filtravimui ir mikroplastiko mėginių ėmimui bei analizei.

3. Investuoti į švietimą, mokymą ir suinteresuotųjų šalių įtraukimą:

- Remtis nacionaliniais tyrimais ir atvejų studijomis, siekiant parengti struktūrizuotus mokymus tekstilės inžinieriams, nuotekų specialistams, mokytojams ir pakrančių suinteresuotosioms šalims.
- Plėsti piliečių mokslo ir mokyklų iniciatyvas, kurios pasirodė esančios veiksmingos didinant aplinkosauginį sąmoningumą ir kuriant naudingus duomenis tyrėjams ir politikos formuotojams.

Svarbiausia aukštojo mokslo, pramonės ir viešojo sektoriaus vadovams žinia yra ta, kad Graikija jau turi daug mokslinių ir techninių pajėgumų, reikalingų spręsti su tekstile susijusio mikroplastiko problemą. Dabar iššūkis – sujungti šias žinias į nuoseklią politiką, veiklos standartus ir mokymo programas, kurios sumažintų mikropluošto išmetimą per visą tekstilės gyvavimo ciklą – nuo projektavimo ir gamybos iki naudojimo ir gyvavimo ciklo pabaigos, – kartu remiant teisingą ir novatorišką perėjimą nacionaliniame tekstilės sektoriuje.

13.12. Šaltiniai

Adamopoulou, A., Zeri, C., Garaventa, F., Gambardella, C., Ioakeimidis, C., & Pitta, E. (2021). Distribution patterns of floating microplastics in open and coastal waters of the Eastern Mediterranean Sea (Ionian, Aegean, and Levantine Seas). *Frontiers in Marine Science*, 8, 699000. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.699000>

Anagnostou, C., Kostianoy, A., Mariolakos, I., Panayotidis, P., Soilemezidou, M., & Tsaltas, G. (2024). Aegean Archipelagos: A significant place of human presence and civilization in the broader area – Human–nature interaction. In *The Aegean Sea Environment* (pp. 3–14). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/698_2024_1164

Archipelagos Institute of Marine Conservation. (2023). Marine mammal microplastic monitoring programme (Mediterranean monk seal), in collaboration with HCMR and international partners. (Documented via Hernandez-Milian et al., 2023.)

Aristotle University of Thessaloniki (AUTH) – Environmental Engineering Laboratory. (2023). Research infrastructure and expertise in microplastic environmental monitoring, as documented through projects in the Thermaic Gulf. (Referenced through peer-reviewed outputs.)

Beyond Plastic Med. (n.d.). *Schools Against Plastics*. Retrieved January 8, 2026, from <https://www.beyondplasticmed.org/en/projects/assemble-allies-mobilize/schools-against-plastics/>

Bray, L., Digka, N., Tsangaris, C., Camedda, A., Gambaiani, D., de Lucia, G. A., ... Kaberi, H. (2019). Determining suitable fish to monitor plastic ingestion trends in the Mediterranean Sea. *Environmental Pollution*, 247, 1071–1077. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.100>

Cadiou, J.-F., Gerigny, O., Koren, Š., Zeri, C., Kaberi, H., Alomar, C., Panti, C., Fossi, M. C., Adamopoulou, A., Digka, N., Deudero, S., Concato, M., Carbonnel, A., Bains, M., Galli, M., & Galgani, F. (2020). Lessons learned from an intercalibration exercise on the quantification and characterisation of microplastic particles in sediment and water samples. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111097. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111097>

Digka, N., Patsiou, D., Kaberi, H., Krasakopoulou, E., & Tsangaris, C. (2023). Microplastic ingestion and its effects on sea urchin *Paracentrotus lividus*: A field study in a coastal East Mediterranean environment. *Marine Pollution Bulletin*, 196, 115613. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115613>

ELSTAT – Hellenic Statistical Authority. (2023). *Industrial production statistics of Greece*. <https://www.statistics.gr>

Erasmus+ Programme. (2020-2023). Sea4All: Educational tools and training for marine pollution awareness. European Union.

European Commission. (n.d.) (2017). *EU Marine Strategy Framework Directive*. European Union. Retrieved January 2, 2026, from https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/oceans-and-seas/eu-marine-strategy-framework-directive_en research-and-innovation.ec.europa.eu

European Commission. (2020). Directive (EU) 2019/904 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment (Single-Use Plastics Directive). Official Journal of the European Union.

European Commission. (2017-2022). CLAIM – Cleaning Litter by developing and Applying Innovative Methods in European Seas. Horizon 2020 Project. Grant No. 774586.

Eurostat. (2023). *Manufacturing industry statistics – Textiles and wearing apparel (NACE C13-C14)*. <https://ec.europa.eu/eurostat/>

Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., & De Vrees, L. (2013). Marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive. *ICES Journal of Marine Science*, 70(6), 1055–1064. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst122>

Galgani, F., Tsapakis, M., Pitta, P., Tsiola, A., Tzempelikou, E., Kalantzi, I., ... Loiselle, S. A. (2019). Microplastics increase the marine production of particulate forms of organic matter. *Environmental Research Letters*, 14, 124085. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab59ca>

Gkanasos, A., Tsiaras, K., Triantaphyllidis, G., Panagopoulos, A., Pantazakos, G., Owens, T., Karametsis, C., Pollani, A., Nikoli, E., Katsafados, N., & Triantafyllou, G. (2021). *Stopping macroplastic and microplastic pollution at source by installing novel technologies in river estuaries and wastewater treatment plants: The CLAIM project*. *Frontiers in Marine Science*, 8, 738876. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.738876>

Hellenic Centre for Marine Research (HCMR). (2022). Microplastics on the beaches of Greece: Results report. Aegean Rebreath.

Hellenic Centre for Marine Research (HCMR), Institute of Marine Biological Resources and Inland Waters (IMBRIW). (2022). Institute report 2018-2021. https://imbriw.hcmr.gr/wp-content/uploads/2024/10/imbriw_evaluation_report_final_17-21.pdf

Hellenic Centre for Marine Research (HCMR) & BeMed. (2023). *Schools against plastics* [Poster]. EuroOCEAN 2023.

Hellenic Republic. (2012). Law 4042/2012: Protection of the environment through criminal law-Framework for waste management and harmonization with Directive 2008/98/EC. Government Gazette A' 24/13-02-2012.

Hellenic Republic. (2020). Law 4736/2020. (2020). *Reduction of the impact of certain plastic products on the environment – Transposition of Directive (EU) 2019/904*. Government Gazette of Greece.

Hellenic Republic. (2021). Law 4819/2021. (2021). *Integrated waste management – Transposition of Circular Economy Package*. Government Gazette of Greece.

Hernandez-Milian, G., Tsangaris, C., Anestis, A., Fossi, M. C., Bains, M., Caliani, I., Panti, C., Bundone, L., & Panou, A. (2023). Monk seal faeces as a non-invasive technique to monitor the incidence of ingested microplastics and potential presence of plastic additives. *Marine Pollution Bulletin*, 193, 115227. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115227>

iSea – Institute for Sustainability (n.d.). *Evaluating Marine Litter in Greece (EVMAR Project)*. Retrieved January 7, 2026, from <https://isea.com.gr/evaluating-marine-litter-in-greece-evmar-project-eng/?lang=en>

Interreg MED Programme. (2018-2022). Plastic Busters MPAs: Monitoring, preventing and mitigating marine litter in Mediterranean Marine Protected Areas. Interreg MED reference documentation.

Kalogerakis, N., Karkanorachaki, K., Kalogerakis, G. C., Triantafyllidi, E. I., Gotsis, A. D., Partsinevelos, P., & Fava, F. (2017). Microplastics generation: Onset of fragmentation of polyethylene films in marine environment mesocosms. *Frontiers in Marine Science*, 4, 84. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00084>

Kermenidou, M., Frydas, I. S., Moschoula, E., Kousis, D., Christofilos, D., Karakitsios, S., & Sarigiannis, D. (2023). *Quantification and characterization of microplastics in the Thermaic Gulf, in the North Aegean Sea*. *Science of the Total Environment*, 892, 164299. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164299>

Koutsikos, N., Koi, A. M., Zeri, C., Tsangaris, C., Dimitriou, E., & Kalantzi, O.-I. (2023). Exploring microplastic pollution in a Mediterranean river: The role of introduced species as bioindicators. *Heliyon*, 9(4), e15069. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15069>

Kouvara, K., Kosmopoulou, A., Fakiris, E., Christodoulou, D., Filippides, A., Katsanevakis, S., Ioakeimidis, C., Geraga, M., Xirotagarou, P., Galgani, F., & Papatheodorou, G. (2024). Assessing marine litter in a highly polluted area in the Mediterranean: A multi-perspective approach in the Saronikos Gulf, Greece. *Marine Pollution Bulletin*, 203, 116497. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116497>

New Naval Ltd. (2024). *EU Horizon 2020 CLAIM program: River trash & marine litter collection system*. Retrieved January 7, 2026, from <https://www.oilspillresponse.gr/project/eu-horizon-2020-claim-program-river-trash-marine-litter-collection-system/>

National and Kapodistrian University of Athens (NKUA), Faculty of Law. (n.d.). *Athens Public International Law Group*. Retrieved January 8, 2026, from <https://www.athenspil.law.uoa.gr/>

Patsiou, D., Digka, N., Galli, M., Bains, M., & Tsangaris, C. (2024). *Assessment of the impact of microplastic ingestion in striped red mullets from an Eastern Mediterranean coastal area (Zakynthos Island)*. *Marine Environmental Research*, 106438. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106438>

Patsiou, D., Adamopoulou, A., Digka, N., Kaberi, H., Zeri, C., & Tsangaris, C. (2026). Schools against plastics: Schooling environmentally conscious students and supporting research on marine litter and

microplastics. *Marine Pollution Bulletin*, 225, 119224.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2026.119224>

Rigatou, D., Gerakaris, V., Digka, N., Adamopoulou, A., Patsiou, D., Hatzonikolakis, Y., Tsiaras, K., Tsangaris, C., Zeri, C., Kaberi, H., & Raitsos, D. E. (2025). *The role of seagrass meadows (Posidonia oceanica) as microplastics sink and vector to benthic food webs. Marine Pollution Bulletin*, 211, 117420. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117420>

Scacco, U., Mancini, E., Tiralongo, F., & Marcucci, F. (2022). Microplastics in the deep: Comparing dietary and plastic ingestion data between two Mediterranean bathyal opportunistic feeder species, *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810) and *Coelorinchus caelorhincus* (Risso, 1810), through stomach content analysis. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(5), 624. <https://doi.org/10.3390/jmse10050624>

SEPEE – Hellenic Fashion Industry Association. (2023). *Annual report of the Greek textile and clothing sector 2023*.

Tsangaris, C., Stroglyoudi, E., & Papatthanassiou, E. (2004). *Measurements of biochemical markers of pollution in mussels Mytilus galloprovincialis from coastal areas of the Saronikos Gulf (Greece). Mediterranean Marine Science*, 5(1), 175–186. <https://doi.org/10.12681/mms.223>

Tsiaras, K., Costa, E., Morgana, S., Gambardella, C., Piazza, V., Faimali, M., Minetti, R., Zeri, C., Thyssen, M., Ben Ismail, S., Hatzonikolakis, Y., Kalaroni, S., & Garaventa, F. (2022). *Microplastics in the Mediterranean: Variability from observations and model analysis. Frontiers in Marine Science*, 9, 784937. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.784937>

University of the Aegean - Department of Environment & Department of Marine Sciences. (Various years). Internal research reports and laboratory protocols for microplastic extraction, microscopy and FT-IR analysis. (Unpublished institutional materials referenced through affiliated publications.)

WWF. (2025). *Plastics, health, and one planet: An evidence-based call for global rules*. WWF Germany.

Zeri, C., Adamopoulou, A., Koi, A., Koutsikos, N., Lytras, E., & Dimitriou, E. (2021). Rivers and wastewater-treatment plants as microplastic pathways to Eastern Mediterranean waters: First records for the Aegean Sea, Greece. *Sustainability*, 13(10), 5328. <https://doi.org/10.3390/su13105328>

Zeri, C., Tsangaris, C., & Kaberi, H. (2022). *Marine litter, plastics and microplastics in the Aegean Archipelago: Current knowledge and priorities for the future*. In *The Aegean Sea Environment: Anthropogenic Presence and Impact* (pp. 1-34). Springer. https://doi.org/10.1007/978_2022_906

II Priedas: Nacionalinė ataskaita – Lietuva

13.13. Įvadas

Mikroplastiko ir sintetinio mikropluošto tarša tapo didele grėsme aplinkai ir žmonių sveikatai. Ji dažnai sukelia žmonių ir vandens gyvūnų ligas bei mirtį. Norint kovoti su mikroplastiko tarša, turime nustatyti ir nustatyti pagrindinius mikroplastiko šaltinius ir kelius, kuriais jis patenka į gamtą. Urbanizacija ir

industrializacija lėmė upių, ežerų ir vandenynų vandens kokybės blogėjimą. Didžiausia problema yra ta, kad šių teršalų negali surinkti įprasti nuotekų valymo įrenginiai. Tekstilės pramonė, tekstilės gaminių skalbimas namuose ir į aplinką patenkančios tekstilės atliekos labai prisideda prie vandens taršos mikroplastiku. Sintetiniai pluoštai nėra biologiškai skaidūs, todėl gamtoje jie ilgai nesuyra ir mikropluošto pavidalu patenka į vandens telkinių ir jūrų ekosistemas.

Sintetiniai mikropluoštai yra trumpi sintetinio pluošto elementai, kurių skersmuo yra apie 10 mikrometrų ar mažesnis, o ilgis – apie 0,5–2 cm. Drabužiuose dažniausiai naudojami sintetiniai pluoštai yra poliesteris, poliamidas, akrilas ir polipropilenas (Gago ir kt., 2018). Didesnės į aplinką išleidžiamos sintetinių pluoštų dalelės tampa pagrindiniais mikropluoštų šaltiniais. Pastaruoju metu padidėjęs plastikų ir sintetinių pluoštų naudojimas yra pagrindinis veiksnys, lemiantis didelę mikroplastiko ir sintetinių mikropluoštų taršą. Tyrimų duomenimis (Tanaka, 2022), iki 2015 m. plastiko pramonė pagamino iki 6300 milijonų tonų plastiko atliekų, iš kurių apie 80 % vis dar nesuyra sąvartynuose visame pasaulyje. Prognozuojama, kad iki 2050 m. šis plastiko atliekų kiekis padvigubės ir pasieks 12 milijardų tonų (Greyer ir kt., 2017).

Tekstilės ir drabužių pramonėje poliesterio pluoštas yra dominuojantis sintetinis pluoštas, o kitos sintetinės žaliavos taip pat sudaro nemažą dalį. Pastaruoju metu sintetinių pluoštų naudojimas tekstilės pramonėje tapo ryškia tendencija. Sintetinių drabužių ir kitų tekstilės gaminių pramonė pralenkė natūralaus pluošto gaminius dėl jų patvarumo ir santykinio pigumo, t. y. ekonominio pagrįstumo. Tekstilės pluoštų gamybą visame pasaulyje galima suskirstyti į tris kategorijas: sintetinius pluoštus, natūralios kilmės pluoštus ir įvairius šių pluoštų mišinius. Sintetiniai pluoštai sudaro apie 60 % visos produkcijos, o natūralūs (daugiausia medvilniniai) ir mišrūs pluoštai – likusius 40 % (Geyer ir kt., 2017). Kai sintetinio arba mišraus pluošto drabužiai yra skalbiami po naudojimo, sintetiniai pluoštai ir jų dalys išsiskiria iš drabužių ir patenka į nuotekų sistemą, o iš ten – į vandens telkinius ir vandenynus, o tai daro įtaką laukinės gamtos sveikatai.

Skalbimo procesas yra atsakingas už maždaug 90 % drabužių pažeidimų vartojimo fazėje (Rathinamoorthy ir Balasaraswathi, 2020). Fizinis drabužių senėjimas taip pat turi didelę įtaką mikropluoštų išsiskyrimui skalbimo metu. Poliesterio ir kitų sintetinių tekstilės gaminių virsmo temperatūra paprastai yra aukštesnė nei aplinkos kambario temperatūra. Ilgalais laikymas kambario temperatūroje gali sukelti fizinį senėjimą, dėl kurio polimero vienetas keičiasi molekulinio lygmeniu, įskaitant laisvojo tūrio, entalpijos ir molekulinio judrumo pakitimus (Rathinamoorthy ir Balasaraswathi, 2020). Todėl šių sintetinių gaminių mikropluoštai laikui bėgant silpnėja, tampa trapūs ir skalbimo metu pašalinami.

Lietuvoje tekstilės ir aprangos pramonė sudaro reikšmingą pramonės sektoriaus dalį, kuriame tekstilės gaminiai gaminami ir parduodami ne tik Lietuvoje, bet ir kitose ES bei ne ES šalyse. Lietuva siekia spartaus pramonės perėjimo prie žiedinės ekonomikos principų įgyvendinimo ir kelia labai aukštus aplinkosaugos reikalavimus tiek gamybai, tiek gaminiams ir jų surinkimui pasibaigus jų gyvavimo ciklui. Ši nacionalinė ataskaita apie sintetinius mikropluoštus Lietuvos tekstilės ir aprangos sektoriuje parengta siekiant pateikti struktūrizuotą ir naujausią tekstilės mikropluoštų išleidimo į aplinką problemos apžvalgą nacionaliniame kontekste. Nacionalinės ataskaitos tikslas – pateikti naujausias mokslines ir technologines žinias, nustatyti pagrindinius sintetinių mikropluoštų šaltinius, jų išleidimo būdus per visą tekstilės gaminių gyvavimo ciklą, apžvelgti taikomą nacionalinę reguliavimo sistemą ir

esamas mokslinių tyrimų, technologinių inovacijų ir bendradarbiavimo iniciatyvas, taip pat pabrėžti gerąją praktiką ir taikomus technologinius sprendimus, kuriuos įdiegė Lietuvos pramonė bendradarbiaudama su kitais suinteresuotaisiais subjektais. Ši nacionalinė ataskaita taip pat siekia būti sprendimų priėmimo palaikymo priemone viešojo administravimo įstaigoms, įmonėms, technologijų centrams ir kitoms suinteresuotosioms šalims, siekiant palengvinti strategijų ir priemonių, skirtų mikroplastiko ir sintetinių mikropluoštų išleidimui mažinti, įgyvendinimą, laikantis Europos politikos ir nacionalinių įsipareigojimų tvarumo, žiedinės ekonomikos ir aplinkos apsaugos srityse. Šio dokumento tikslas – prisidėti prie koordinuotų ir įrodymais pagrįstų veiksmų, kurie skatintų tekstilės ir aprangos sektoriaus perėjimą Lietuvoje ir kitose ES šalyse prie tvaresnių ir aplinkai atsakingesnių gamybos modelių kūrimo.

13.14. Nacionalinės tekstilės pramonės apžvalga

13.14.1. Įvadas ir sektoriaus apibrėžimas

Tekstilės ir aprangos sektorius yra svarbi Lietuvos ekonomikos dalis, daranti didelę įtaką užimtumui, eksportui ir šalies BVP. Lietuvoje veikia apie 800 įmonių, kurias galima priskirti tekstilės ir aprangos sektoriui priklausančioms įmonėms; dauguma jų yra mažos ir vidutinės įmonės.

2025 m. pabaigoje Lietuvos tekstilės ir aprangos sektoriuje dirbo apie 26 tūkst. žmonių. Nors istoriškai šiame sektoriuje dirbo daugiau nei 30 tūkst. žmonių, pastaruoju metu stebimas nuolatinis darbuotojų skaičiaus mažėjimas.

Pagal Nacionalinį ekonominės veiklos rūšių klasifikatorių (EVRK 13), tekstilės ir aprangos sektoriui priskiriama pluoštų paruošimas ir verpimas, audinių, trikotažo, kilimų, virvių, neaustinių medžiagų ir kt. gamyba ir apdaila, tekstilės gaminių gamyba, drabužių gamyba ir kt. (žr. 1 lentelę).

1 lentelė: Lietuvos tekstilės sektoriaus struktūra

Gamybos tipas	Ši gamyba apima	Įmonių skaičius
Pluošto paruošimas verpimui	<ul style="list-style-type: none"> • kokonavimas ir plovimas, • vilnos riebalų šalinimas, karbonizavimas ir dažymas, • įvairių gyvūninių, augalinių ir cheminių pluoštų karšimas ir šukavimas, • verpimas ir siūlų, skirtų audimui, mezgimui ar siuvimui, gamyba, • linų karšimas, • sintetinių ir cheminių gijinių siūlų, įskaitant armuotus siūlus, gamyba, • cheminių gijinių siūlų tekstūravimas, sukimas ir impregnavimas. 	12
Audimas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ plačių audinių iš medvilnės, lino, kanapių, džiuoto, vilnos, šukuotinių vilnos ir šilko verpalų, įskaitant mišrius, dirbtinius ir sintetinius verpalus, gamyba, ▪ pūkinių ir šenilinių audinių, kilpinių audinių ir kt. gamyba, ▪ audinių iš stiklo, anglies pluošto ir aramidinių pluoštų bei verpalų gamyba, 	21

	▪ dirbtinio kailio gamyba audžiant.	
Mezgimas	<ul style="list-style-type: none"> • skersinių ir metmenų, vienspalvių, pūkinių ir kilpinių medžiagų gamyba, • kojinių, pirštinių ir kt. gamyba. • įprastų ir besiūlių megztų drabužių gamyba, • dirbtinio kailio gamyba mezgimo būdu, • užuolaidų ir kitų namų tekstilės gaminių gamyba. 	55
Gatavų tekstilės gaminių, išskyrus drabužius, gamyba	<ul style="list-style-type: none"> • antklodžių, įskaitant kelioninius kilimėlius, lovos, stalo ar virtuvės tekstilės gaminius, gamyba, • dygsniuotų ir pūkinių antklodžių, lovatiesių, baldų apmušalų, pagalvėlių, pagalvių, miegmaišių ir kt. gamyba, • brezentų, palapinių, turistinės (stovyklavimo) įrangos, burių, markizių nuo saulės, gelbėjimosi liemenių, parašiutų ir kt. gamyba, • tekstilinių dalių elektrinėms antklodėms gamyba, • kitų techninių tekstilės gaminių gamyba. 	49
Kilimų gamyba	<ul style="list-style-type: none"> • austinių grindų dangų gamyba: kilimai, kilimėliai ir t.t. • veltinių grindų dangų gamyba. 	4
Virvių, trosų ir tinklų gamyba	<ul style="list-style-type: none"> • virvių, trosų iš tekstilės pluoštų ar juostelių ir kt., įmirkytų arba neįmirkytų guma ar plastikais, padengtų arba nepadengtų, gamyba; • tinklų iš špagato, virvės ar lyno gamyba; • žvejybos tinklų ir kt. gamyba. 	12
Tekstilės apdaila	<ul style="list-style-type: none"> • tekstilės pluoštų, verpalų, tekstilės dirbinių, įskaitant drabužius, balinimas, dažymas ir marginimas, • tekstilės gaminių ir tekstilės dirbinių, įskaitant drabužius, apdirbimas, džiovinimas, garinimas, mercerizavimas ir kt. • tekstilės gaminių klostymas, šukavimas ir kt. • gatavų drabužių impregnavimas, dengimas, klijavimas arba impregnavimas, • šilkografija ant tekstilės gaminių ir drabužių. 	13
Neaustinės medžiagos	Į šią klasę įeina visa veikla, susijusi su daugybe technologinių procesų ir dideliu kiekiu pagamintų gaminių.	11
Siuvimas	Drabužių ir darbo drabužių siuvimas.	420
Tekstilės gaminių paruošimas prekybai ir pardavimui		iki 200

Tekstilės sektorius Lietuvoje išlieka stabilus, tačiau gamybos apimtys ir įmonių lūkesčiai 2025 m. pabaigoje šiek tiek sumažėjo dėl mažėjančių eksporto užsakymų.

13.14.2. Naujausi pasiekimai ir dabartiniai gamybos duomenys

Didžioji dalis Lietuvos tekstilės pramonės orientuota į galutinių produktų – audinių ir drabužių (EVRK 13) gamybą, o pirminis paruošimas ir verpimas sudaro tik nedidelę šios grandinės dalį. Sintetinių ir cheminių pluoštų bei verpalų gamyba Lietuvoje yra viena mažiausių pramonės šakų pagal įmonių skaičių, nes šiai veiklai reikalingi itin aukšti technologiniai pajėgumai. Istoriskai ir ekonomiškai

svarbiausia šio sektoriaus įmonė Lietuvoje yra AB „Dirbtinis pluoštas“, veikianti Kaune. Dauguma kitų verpimo įmonių užsiima ne paties pluošto gamyba, o jo perdirbimu.

EVRK ir Statistikos departamento duomenimis, Lietuvoje tekstilės audimu užsiėmė 51 verslo subjektas. Audimo pramonės rinkos dydis Lietuvoje 2025 m. siekė 42,2 mln. EUR. Nors per pastaruosius penkerius metus (iki 2025 m.) įmonių skaičius kasmet augo vidutiniškai 4,0 %, bendras rinkos dydis per tą patį laikotarpį sumažėjo vidutiniškai 4,5 %, o tai rodo didėjančią konkurenciją arba veiklos optimizavimą. Daugelis Lietuvos audimo įmonių specializuojasi nišinių produktų, tokių kaip linas, šilkas ar kiti specifiniai austi audiniai, gamyboje. Daugelis audimo įmonių taip pat turi savo apdailos ir siuvimo skyrius. Pavyzdžiui, UAB „A Grupė“ yra įmonė, turinti audimo, apdailos ir siuvimo skyrius, audžianti lininius, puslininius ir kilpinius audinius.

Lietuvoje mezgimo ir kojinių gamybos sektorius yra viena iš gausiausių tekstilės pramonės dalių. Dauguma mezgimo įmonių yra sutelktos Kauno, Šiaulių ir Utenos regionuose, kurie istoriškai laikomi Lietuvos tekstilės centrais. Nors bendras pramonės įmonių skaičius išlieka stabilus, pastebimas poslinkis nuo masinės gamybos prie didesnės pridėtinės vertės – pagal užsakymą pagamintų prekių ženklų ir tvarios mados Vakarų rinkoms.

Lietuvoje veikiančių kilimų ir kilimėlių gamybos įmonių skaičius yra labai mažas. Kilimų gamybos rinkos dydis Lietuvoje 2025 m. buvo apie 1,6 mln. EUR, o tai rodo, kad tai mažas, bet stabilus pramonės segmentas. Viena pagrindinių šio sektoriaus įmonių yra UAB „Pluošto linija“, kurios prekės ženklas „Ecolinum“ specializuojasi lininių kilimų gamyboje. „Ecolinum“ yra vienintelė bendrovė Lietuvoje, gaminanti lininius kilimus ir didžiąją dalį savo produkcijos eksportuojanti. Kita susijusi įmonė – UAB „Litspin“, gaminanti vilnonius siūlus kilimų gamybai, bet ne pačius kilimus.

Techninės ir specializuotos tekstilės sričiai reikalingos specifinės inovacijos ir didelės pridėtinės vertės technologijos. Šį sektorių labai remia Kauno technologijos universitetas (KTU) ir Fizinių ir technologijos mokslų centro (FTMC) Tekstilės institutas, atliekantis mokslinius tyrimus, skirtus išmaniosios ir apsauginės tekstilės kūrimui. Šioje srityje veikiančios įmonės gamina ne tik specializuotus drabužius, bet ir audinius medicinai, automobilių pramonei, statybai (geotekstilė), asmeninėms apsaugos priemonėms. Šis tekstilės segmentas laikomas vienu perspektyviausių dėl mažesnės priklausomybės nuo masinės gamybos konkurencijos ir orientacijos į eksportą bei inovacijas.

Virvių, trosų ir tinklų gamyba yra maža, bet technologiškai specializuota tekstilės pramonės šaka. Įmonės gamina produkciją žvejybai, statyboms, žemės ūkiui ir pramonei. Lietuva gamina tinklus žvejybai, sportui, apsauginius tinklus statyboms ir įvairių tipų sintetinio ir natūralaus pluošto virves. Šis sektorius yra stipriai orientuotas į eksportą (ypač į Skandinavijos šalis žuvininkystės pramonei) ir 2025 m. išliko stabilus dėl augančios techninės tekstilės paklausos pasaulinėse rinkose.

Po kelerių metų nuosmukio, 2024–2025 m. Lietuvos neaustinių medžiagų rinka vėl pradėjo augti ir pasiekė apie 55 mln. eurų vertę. Dauguma šių įmonių yra sutelktos didžiuosiuose pramonės centruose arba regionuose, turinčiuose stiprias tekstilės tradicijas.

Tekstilės apdailos įmonės atlieka esminius procesus – audinių ir trikotažo balinimą, dažymą, apdailą, marginimą ir specializuotą padengimą, kad audiniai gautų tam tikras savybes (pvz., atsparumą ugniai, atsparumą vandeniui). Lietuvoje yra tiek didelių tekstilės įmonių, turinčių savo apdailos skyrius, tiek

specializuotų apdailos paslaugų teikėjų, tokių kaip UAB „Tributum“. Svarbiausios tekstilės įmonės, turinčios savo apdailos skyrius, yra: UAB „Utenos trikotažas“, UAB „Garlita“, UAB „Liningas“, TŪB „Klasikinė tekstilė“ ir kitos. Be tradicinio dažymo ir balinimo, įmonės siūlo ir sudėtingesnes paslaugas, tokias kaip skaitmeninė spauda ant audinių, kuri leidžia lanksčiau reaguoti į mados rinkos pokyčius. Dauguma apdailos įmonių aptarnauja kitus į eksporto rinkas orientuotus Lietuvos tekstilės gamintojus. Sektorius sparčiai modernizuojasi, diegia tvarias ir aplinkai nekenksmingas apdailos technologijas, kurios mažina vandens ir cheminių medžiagų naudojimą, o tai svarbu ES klientams.

Didžiausias Lietuvos tekstilės pramonės segmentas pagal ūkio subjektų skaičių yra siuvimas ir drabužių gamyba. Šiame sektoriuje dominuoja mažos ir vidutinės įmonės (MVĮ). Tik apie 0,2 % visų sektoriaus įmonių laikomos didelėmis (turinčiomis daugiau nei 250 darbuotojų). Daugiau nei 80 % Lietuvoje pagaminamos produkcijos eksportuojama į ES šalis, o didelė dalis įmonių dirba pagal sutartį („Lohn-production“) su stipriais Europos mados prekių ženklais.

Remiantis 2025 m. pabaigos duomenimis, tekstilės, drabužių ir apdailos pramonės gamybos apimtys Lietuvoje buvo spaudžiamos dėl energijos sąnaudų ir svyruojančios paklausos ES rinkose, todėl šiame specifiniame gamybos nišos segmente neatsirado naujų žaidėjų. Palyginti su 2021–2023 m. laikotarpiu, veikiančių siuvimo įmonių skaičius šiek tiek sumažėjo. Tai lėmė padidėjusios gamybos sąnaudos ir mažėjantis vartojimas.

2025 m. pabaigoje Lietuvos tekstilės ir drabužių sektoriuje dirbo apie 26 tūkst. žmonių. Nors istoriškai šiame sektoriuje dirbo daugiau nei 30 tūkst. žmonių, pastaruoju metu stebimas nuolatinis darbuotojų skaičiaus mažėjimas. Didžioji dalis dirbančiųjų dirba drabužių pramonėje, o likusieji – tekstilės gamybos ir apdailos įmonėse. Nepaisant mažėjimo, ši pramonės šaka išlieka viena didžiausių darbdavių Lietuvos apdirbamojoje gamyboje. Didžioji dalis darbuotojų yra moterys. Inžinerinio ir techninio personalo (gamybos inžinierių, technologų, įrangos priežiūros specialistų, kokybės inžinierių) dalis sudaro apie 5–8 % visų sektoriaus darbuotojų. Kadangi sektorius pereina nuo „pigaus siuvimo“ ir pereina prie aukštųjų technologijų tekstilės (medicinos, transporto, apsauginės tekstilės), proporcingai auga inžinerijos specialistų poreikis.

13.14.3. Gamyba, tarptautinė prekyba ir konkurencingumas

Europos drabužių ir tekstilės gamybos pramonę daugiausia skatina prabangos prekių ženklų ir didelės pridėtinės vertės produktų gamyba. Drabužių gamintojai visame pasaulyje susidūrė su iššūkiais, kuriuos sukėlė COVID-19 pandemija, didelė infliacija, sutrikusios tiekimo grandinės ir užsienio konkurencija. Nepaisant šių iššūkių, technologinės inovacijos ir skaitmeninė revoliucija suteikė naujų augimo galimybių šiam sektoriui.

Lietuvos tekstilės pramonė yra labai išsivysčiusi rinka, kurioje veikia daug vietos rinkos dalyvių ir kai kurie užsienio investuotojai, daugiausia skandinavai. Turėdama vieną sparčiausiai augančių ES, Lietuvos tekstilės pramonė dabar tampa pripažinta Šiaurės Europos ir NVS rinkose. Tekstilės ir drabužių gamybos pramonės rinkos dydis Lietuvoje per pastaruosius penkerius metus augo 2,6 % metiniu augimo tempu (IBISWorld duomenimis). Per ateinančius penkerius metus tikimasi, kad pramonė Lietuvoje taip pat augs. Lietuvos tekstilės ir drabužių sektorius yra viena svarbiausių gamybos pramonės šakų, kurioje dirba apie ketvirtadalis visos pramonės darbo jėgos. Prognozuojama, kad 2026 m. sektoriaus rinkos dydis pasieks 579,5 mln. EUR. Po nedidelio sumažėjimo ankstesniais metais, 2025 m. pabaigoje

užfiksuotas gamybos atsigavimas (metinis augimas – 2,6–3,5 %). Sektorius vis dar jaučia praeities krizių pasekmes ir didėjančią konkurenciją iš pigesnių šalių, todėl siekiama pereiti nuo pigios darbo jėgos modelio prie didesnės pridėtinės vertės gamybos. Konkurencijos lygis tekstilės ir drabužių gamybos pramonėje Lietuvoje yra vidutinis ir stabilus.

Pastebimas Lietuvos produktų populiarumo padidėjimas šalies viduje – daugiau nei 20 % produkcijos dabar parduodama vidaus rinkoje (palyginti su 8 % prieš kelis dešimtmečius). Tačiau sektorius yra labai orientuotas į užsienio rinkas – apie 75–80 % visos produkcijos eksportuojama.

Lietuvoje įmonės vertinamos dėl lankstumo, kūrybiškumo ir gebėjimo greitai prisitaikyti prie šiuolaikinių gyvenimo būdo tendencijų. Lietuva aktyviai pristato savo pajėgumus specializuotose srityse, pavyzdžiui, gamindama tekstilę NATO pajėgoms. Sektoriaus išlikimas pasaulinėje rinkoje priklauso nuo modernizavimo ir investicijų į produktyvumą. Svarbų vaidmenį atlieka skaitmeninimas ir tvarios inovacijos.

13.15. Mikroplastikų / mikropluoštų taršos aktualumas nacionaliniame kontekste

Tekstilės gaminiai užėmė aukščiausius balus pagal poveikį vandeniui, atliekų susidarymą, klimato kaitą, energijos suvartojimą, medžiagų efektyvumą ir gyvavimo ciklo pratęsimą dėl didelio medžiagų tiekimo, gamybos, naudojimo ir šalinimo poveikio, taip pat dėl didelio visų šių aspektų tobulinimo potencialo, kuris vis dar nėra iki galo išnaudotas.

Įvairūs reglamentai daro įtaką Europos drabužių gamybos pramonei. Visoje Europoje vykdoma politika daugiausia dėmesio skiria tvarumui, sąžiningai prekybai ir ženklinimui, formuodama gamybos procesus ir vartotojų pasirinkimus.

Iki 2025 m. mikroplastiko ir sintetinio mikropluošto taršos valdymas Lietuvoje tapo ne tik ekologiniu prioritetu, bet ir griežtai reglamentuojama verslo būtinybe. Tai tiesiogiai veikia tekstilės pramonę, vandens išteklių valdymą ir vartotojų elgseną. Viešajame sektoriuje tekstilės gaminiams taikomi griežti aplinkos apsaugos kriterijai, ribojantys cheminių medžiagų ir teršiančių pluoštų naudojimą. Lietuva save pozicionuoja kaip aukštos kokybės, natūralaus pluošto gaminių gamintoją, o tai suteikia konkurencinį pranašumą rinkoje, kurioje sintetinis mikropluoštas (poliesteris, nailonas) laikomas taršos šaltiniu.

2025 m. mokslinėse diskusijose Lietuvoje (pvz., KTU) pabrėžiama, kad mikro- ir nanoplastikas patenka į žmogaus organizmą per maisto grandinę (ypač per žuvis), keldamas ilgalaikę grėsmę sveikatai. Tyrimai rodo, kad mikroplastiko dalelės nuolat aptinkamos Lietuvos upių ir Kuršių marių mėginiuose. Pagrindinis šaltinis yra skalbimo mašinų nuotekos, per kurias sintetinio pluošto dalelės patenka į valymo įrenginius, o vėliau – į atvirus vandenį. Lietuvoje veikiančiuose nuotekų valymo įrenginiuose sulaikoma didelė šių pluoštų dalis, tačiau mažiausios pluošto dalelės (mažesnės nei 500 μm) vis tiek patenka į atvirus vandenį.

Pagal ES reglamentą (ES) 2023/2055, 2025 m. pabaigoje įsigaliojo nauji apribojimai dėl tyčinio mikroplastiko įdėjimo į gaminius. Įmonės turi svarbų terminą – 2026 m. gegužės 31 d. – prisitaikyti prie

tam tikrų sintetinių polimerų dalelių draudimų. Nuo 2026 m. mikroplastiko gamintojams ir tiekėjams bus taikomi griežtesni reikalavimai dėl metinių ataskaitų apie į aplinką išleistus kiekius.

13.16. Nacionaliniai mikropluošto išsiskyrimo šaltiniai

13.16.1. Gamybos etapas

Mikropluošto išsiskyrimas tekstilės ir drabužių gamybos etape Lietuvoje vyksta per kelis pagrindinius technologinius procesus. Nors didžioji dalis mikroplastiko taršos yra susijusi su vartojimo etapu (skalbimu), gamybos etape susidaro didelis kiekis pirminio mikropluošto:

- Drėgni gamybos procesai (nuotekų tarša). Tai pagrindinis kelias, kuriuo mikropluoštai patenka į aplinką iš gamyklų. Didžiausia rizika yra:
 - o Audinių apdaila ir skalbimas: Galutinis gaminių skalbimas prieš išsiunčiant klientams pašalina gamybos atliekas, bet taip pat ir išplauna palaidus pluoštus.
 - o Dažymas ir marginimas: Mechaninis ir cheminis poveikis dažymo voniose silpnina pluošto struktūrą, todėl pluošto dalelės labiau linkusios lūžti ir patekti į gamybos nuotekas.
- Mechaninis apdorojimas (oro ir kietųjų dalelių tarša). Mechaninio poveikio metu mikropluoštai išsiskiria ne tik į vandenį, bet ir į orą:
 - o Verpimas ir sukimas: Pluošto sukimas ir mechaninis tempimas sukelia trintį, dėl kurios smulkios dalelės atsiskiria ir tampa ore esančiomis dulkėmis.
 - o Kirpimas ir siuvimas: Audinių kirpimas atveria pluošto galus, todėl mikropluoštai suyra tiesiai pjovimo vietose. Lietuvoje, kur siuvimo sektorius yra labai stiprus, šiame etape susidaro daug smulkių atliekų.
 - o Audimas ir mezgimas: Nuolatinis siūlų judėjimas staklėse sukelia mechaninį dilimą.
- Specializuoti gamybos procesai:
 - o Pūkinių audinių (pvz., fliso) gamyba: Mechaninis audinio paviršiaus trynimasis siekiant suminkštėjimo yra vienas intensyviausių mikropluošto susidarymo šaltinių.
 - o Sintetinių pluoštų gamyba: Gaminant poliamidą (nailoną) arba poliesterį (lydant, tempiant), gali susidaryti polimero dalelės, kurios klasifikuojamos kaip tyčia pridėtas arba atsitiktinis mikroplastikas.
- Atliekų tvarkymas ir perdirbimas:
 - o Gamybos likučių tvarkymas: Netinkamai laikomos arba tvarkomos tekstilės atliekos (atliekos, skiautės) dėl aplinkos veiksnių gali suskaidyti į mikropluoštą.
 - o Perdirbimo procesai: Lietuvai 2025–2026 m. investuojant daugiau nei 10 mln. eurų į tekstilės perdirbimą, mechaninis senų audinių smulkinimas tampa nauju mikropluošto šaltiniu, kuriam reikalingi specialūs filtravimo sprendimai.

13.16.2. Vartojimo etapas

Be pesticidų naudojimo medvilnės auginime, toksinis poveikis žmonėms taip pat yra susijęs ir su mikropluoštų išsiskyrimu skalbimo metu, kuris gali patekti į maisto grandinę ir paveikti žmonių sveikatą, be to, gamyklose ore sklindančiais pluošto fragmentais taip pat daromas poveikis žmogaus sveikatai. Mikropluoštai taip pat gali turėti toksiškų medžiagų ant savo paviršiaus arba savo sudėtyje.

Mikropluoštų išsiskyrimas tekstilės gaminių vartojimo ir priežiūros etape Lietuvoje yra pagrindinis aplinkosaugos iššūkis, nes buitinės nuotekos išlieka vienu didžiausių pirminio mikroplastiko šaltinių. Pagrindiniai išsiskyrimo šaltiniai ir veiksniai:

- Buitinis skalbimas (pagrindinis šaltinis). Vieno skalbimo ciklo metu drabužiai gali išskirti nuo kelių šimtų tūkstančių iki kelių milijonų mikropluošto dalelių. Tai priklauso nuo:
 - o Produkto naujumo: Intensyviausias išsiskyrimas vyksta per pirmuosius 8 skalbimo ciklus, po kurių emisija stabilizuojasi.
 - o Audinio tipo: Sintetiniai audiniai (poliesteris, nailonas, akrilas) yra pagrindiniai plastiko taršos šaltiniai, tačiau tyrimai rodo, kad natūralaus pluošto gaminiai skalbimo metu gali išskirti dar didesnę bendrą pluošto kiekį.
 - o Drabužių tipo: Megzti ir pūkuoti audiniai (pvz., vilnoniai megztiniai) išskiria žymiai daugiau mikropluošto nei tankiai austi audiniai.
- Skalavimo sąlygos, turinčios įtakos mikropluošto išsiskyrimui:
 - o Temperatūra ir trukmė: Aukšta temperatūra (virš 40 °C) ir ilgi skalavimo ciklai skatina pluošto irimą.
 - o Vandens ir audinio santykis: Skalbant mažesnę skalbinių kiekį dideliu kiekiu vandens, padidėja trintis ir pluošto išsiskyrimas. Pilnai prikrautas būgnas sumažina emisiją.
 - o Mechaninis poveikis: Didelis gręžimo greitis ir stiprus mechaninis smūgis skalavimo mašinoje fiziškai pažeidžia pluoštą.
- Džiovinimas: Drabužių džiovyklės, kurios išleidžia orą į lauką, yra vienas didžiausių mikropluošto oro taršos šaltinių miestuose.
- Tiesioginis išsiskyrimas dėvėjimo metu (išmetimas į orą): Nors dažnai pabrėžiamas skalbimas, moksliniai tyrimai rodo, kad dėvint į orą išsiskiria panašus ar net didesnis mikropluošto kiekis nei į vandenį. Judėjimas, trintis į kitus paviršius ir vėjas nuolat skleidžia daleles tiesiai į aplinką.

13.16.3. Veiksmai gyvavimo ciklo pabaigoje

2015 m. pasaulinė tekstilės ir drabužių pramonė buvo atsakinga už 92 milijonus tonų atliekų. Apskaičiuota, kad 30 % drabužių yra per daug pagaminami ir išmetami net nedėvėti, siekiant išsaugoti prekės ženklą išskirtinumą. Visi šie drabužiai paprastai tiesiog (o kartais ir neteisėtai) išvežami į sąvartynus. Kalbant apie vartotojų atliekas, išmesta tekstilė ES šalyse sudaro 5 milijonus tonų tekstilės atliekų per metus, o bendras atskirai surinktų atliekų kiekis 13 ES šalių siekia apie 2 milijonus tonų per metus (EEA). 87 % tekstilės atliekų po galutinio panaudojimo yra išvežamos į sąvartynus arba sudeginamos. Audinių atsparumo slinkimui didinimas arba alternatyvių medžiagų, kurios galėtų saugiai biologiškai suirti, jei patektų į aplinką, paieška gali būti viena iš priemonių, padedančių išvengti mikropluošto susidarymo.

Nuo 2025 m. sausio 1 d. privalomas atskiras tekstilės gaminių surinkimas Lietuvoje pakeitė šį etapą:

- Mechaninis perdirbimas: Kai seni tekstilės gaminiai susmulkinami, kad būtų gauti nauji pluoštai, proceso metu susidaro didelė mikropluoštų koncentracija, kurią pramonės standartai reikalauja griežto filtravimo nuo 2026 m.
- Sąvartynų dulkės: Netinkamai utilizuoti tekstilės gaminiai, veikiami UV spindulių ir vėjo, suskyla į mikro- ir nanodaleles, kurios patenka į gruntinius vandenius.

Nors šiuolaikiniai įrenginiai (Vilniuje, Kaune) sulaiko iki 90–99 % mikroplastiko, jis niekur nedingsta – lieka dumble. 2026 m. diskutuojama apie tokio dumblo naudojimo žemės ūkyje ribojimą, kad mikropluoštai nepatektų į dirvožemį ir maisto grandinę.

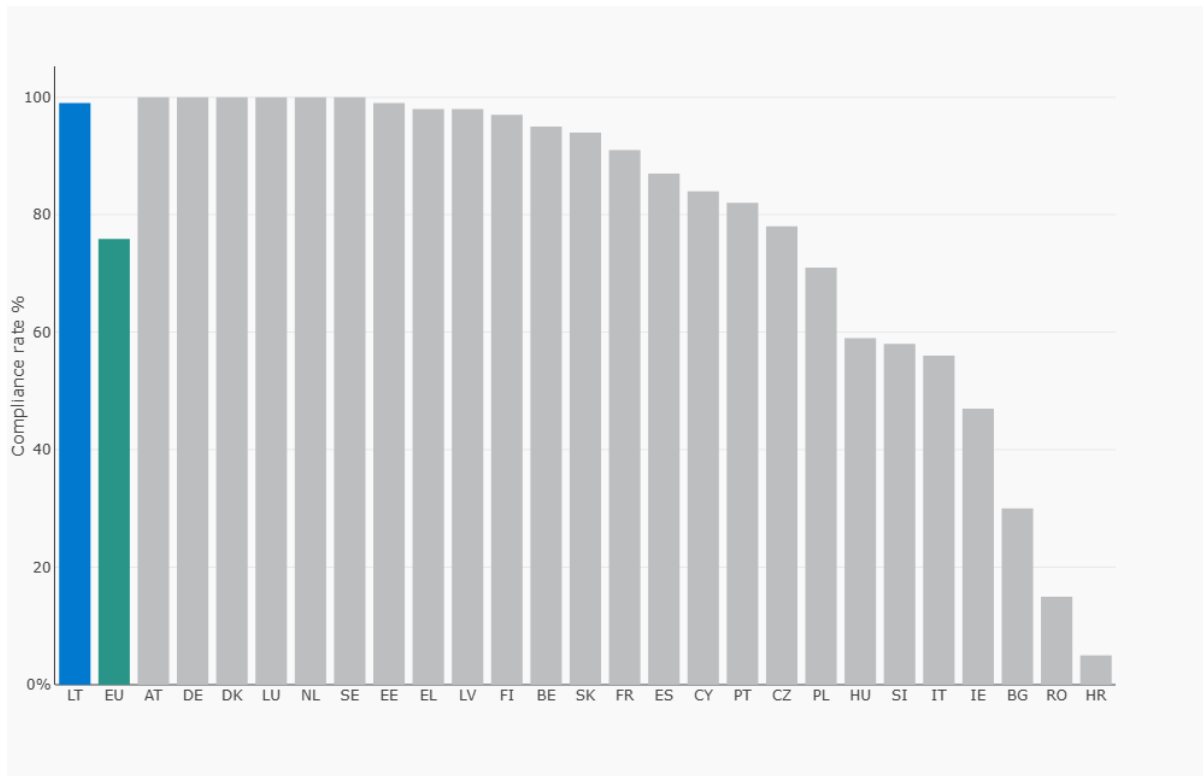
13.17. Nacionaliniai moksliniai ir techniniai tyrimai

Pastaraisiais metais Lietuva skyrė ypatingą dėmesį tvarumo iššūkių sprendimui ir atlieka vis daugiau mokslinių ir techninių tyrimų, susijusių su mikroplastiko / mikropluošto taršos mažinimu. Šie tyrimai atliekami bendradarbiaujant su mokslo ir pramonės įstaigomis, prisidedant prie žinių apie mikroplastiko / mikropluošto kiekio mažinimą per visą tekstilės gyvavimo ciklą gilinimo vykdant vykdomus projektus.

13.17.1. Aktyvios mokslinių tyrimų institucijos

Kelios Lietuvos mokslinių tyrimų institucijos aktyviai atlieka mikroplastiko ir sintetinio mikropluošto tyrimus, daugiausia dėmesio skirdamos aplinkos stebėsenai, toksikologiniam poveikiui ir jo mažinimui pasitelkiant tekstilės tvarumą ir bioplastikus. Lietuvos nacionalinės mokslinių tyrimų institucijos ir universitetai atlieka svarbų vaidmenį įgyvendinant tvarumo principus nacionaliniu ir tarptautiniu lygmenimis, įskaitant tyrimus, skirtus mikroplastiko / mikropluošto išsiskyrimo mažinimui taikant technologinius sprendimus tekstilės sektoriuje. Tokius tyrimus koordinuojančios institucijos yra Lietuvos mokslo taryba (LMT), Centrinė projektų valdymo agentūra (CPVA) ir kitos, kurios yra sukūrusios keletą tyrimų krypčių, skirtų mikroplastiko aptikimui ir surinkimui jūrų ir žemynų ekosistemose bei nuotekų valymo sistemose. Šių tyrimų metu dideli mikroplastiko / mikropluošto kiekiai buvo aptikti Lietuvos pakrančių vandenyse ir valymo įrenginių nuosėdose (Kiekvienas mėginys yra užterštas: nauji tyrimai rodo mikroplastiko taršos mastą Lietuvoje (lietuvių k.), paskelbta 204-11-09). Centrinė projektų valdymo agentūra (CPVA) inicijavo 2014–2021 m. Norvegijos finansinio mechanizmo programos „Aplinka, energetika, klimato kaita“ užbaigimo komunikacijos kampaniją. Kampanijos tikslas buvo atskleisti įgyvendinamos programos, kuria siekiama pagerinti Lietuvos ekosistemų aplinkos būklę ir sumažinti neigiamą taršos bei kitos žmogaus veiklos poveikį, rezultatus. Tyrimo rezultatai parodė, kad net 97 proc. aptiktų mikrošiukšlių sudarė pluoštas, kilęs iš sintetinių drabužių, tinklų ar kitų tekstilės gaminių. Šie duomenys rodo, kaip kasdieniai įpročiai veikia aplinkos būklę.

Lietuvoje ypatingas dėmesys skiriamas panaudoto vandens valymui, nes šalyje yra išskirtinis švaraus gėlo vandens kiekis Europoje ir tai laikoma nacionaline vertybe (1 pav.). Remiantis 1 pav. pateiktais duomenimis, matyti, kad miesto nuotekos šalyje beveik 100 proc. atitinka griežtus Miesto nuotekų valymo direktyvos (MNVD) reikalavimus.



1 pav: Miesto nuotekų, atitinkančių visus MNVD reikalavimus (surinkimas, biologinis valymas, biologinis valymas azoto ir (arba) fosforo šalinimu), dalis reikalavimus atitinkančiose miesto teritorijose (pagal MNVD)

Gamtos tyrimų centras (GTC) daugiausia dėmesio skiria mikroplastiko taršos sausumos ir vandens aplinkoje ekologiniams ir toksikologiniams aspektams. 2025 m. GTC tyrėjai surengė seminarus, kuriuose analizuojama mikroplastiko padaryta žala žuvų eritrocituose ir platesnis mikroplastiko poveikis vandens biotai.

Fizinių ir technologijos mokslų centras (FTMC) dalyvavo kuriant eksperimentines technologijas, skirtas stebėti ir mažinti submikronines aerozolio daleles ir vandens teršalus, įskaitant seminarų apie mikroplastiko toksiškumą ir oro taršą organizavimą.

Lietuvos energetikos institutas (LEI) šiuo metu tiria mikroplastiko pernašą augaluose, naudodamas mikrofluidines sistemas, siekdamas suprasti, kaip šie teršalai patenka į maisto grandinę.

13.17.2. Universitetų mokslinių tyrimų projektai

Kauno technologijos universitetas (KTU) yra lyderis švelninimo ir žiedinės ekonomikos sprendimų, ypač susijusių su sintetine tekstile ir plastiko alternatyvomis, srityje. Jis kuria tvarius sprendimus ir mokymo programas, skirtas sumažinti mikroplastiko ir sintetinių mikropluoštų išsiskyrimą tekstilės ir mados sektoriuose; atlieka makroaplinkos analizę apie plastiko perdirbimą ir sisteminį atliekų tvarkymą, siekiant užkirsti kelią mikroplastiko susidarymui.

Kupėjos universitetas (KU) ir Jūrų tyrimų institutas yra pagrindiniai jūrų stebėsenos ir jūrų technologijų tyrimų subjektai. Jie vykdo Baltijos jūros stebėseną, tiria mikroplastiko paplitimą ir pasiskirstymą paviršiniuose vandenyse ir nuotekose visoje Lietuvoje ir Latvijoje, naudoja Jūrų slėnio atviros prieigos

infrastruktūrą fundamentiniams tyrimams apie pakrančių aplinką ir jūrų technologijas (dalis Jūrų tyrimų instituto infrastruktūros buvo įkurta po to, kai Lietuvos Vyriausybė (2008 m. liepos 23 d. nutarimu Nr. 786) patvirtino Integruoto mokslo, studijų ir verslo centro (slėnio) programą Lietuvos jūrinio sektoriaus plėtrai, kurios tikslas – įkurti ir plėtoti Jūrų slėnį Kalifornijoje).

VU Gyvybės mokslų centras tiria biologinį plastikų skaidymą, ieško mikroorganizmų, kurie realiose sistemose galėtų skaidyti plastiko polimerus, bendradarbiauja su Nacionaliniu gamtos mokslų centru (NRC) mikroplastiko identifikavimo ir pakrančių teršalų geocheminių tyrimų srityse.

13.17.3. Pramonės tyrimai

Lietuvos pramoniniai mikroplastiko ir mikropluošto tyrimai daugiausia sutelkti tekstilės, atliekų tvarkymo ir vandens technologijų sektoriuose, dažnai per viešojo ir privačiojo sektorių partnerystes:

1. Tekstilės ir mados pramonė. Šio sektoriaus tyrimai daugiausia skirti nykstančių taškų nustatymui ir „žaliųjų įgūdžių“ ugdymui tvariai gamybai:

- LTP grupė (<https://www.ltpgroup.com/>): ši didelė Lietuvos tekstilės gamintoja bendradarbiauja su pasauliniais prekių ženklais (pvz., „Vaude“) ir mokslo bendruomenėmis tokiose iniciatyvose kaip „TextileMission“, siekdama sumažinti mikropluošto išsiskyrimą iš sintetinių drabužių.

2. Atliekų tvarkymas ir perdirbimas. Pramonės lyderiai tiria sisteminius patobulinimus, kad „makro“ plastiko atliekos nesiskaidytų į mikroplastiką:

- BALTIPLAST projektas (2024–2026 m.): Tokios įmonės kaip UAB „Nivela“, Kauno regiono plėtros agentūra ir Kauno regiono atliekų tvarkymo centras aktyviai atlieka plastiko inventorizaciją, siekdamos palaipsniui atsisakyti vienkartinio naudojimo plastiko ir optimizuoti pramoninių atliekų ciklus. BALTIPLAST projektas buvo pradėtas 2023 m., suburiantis savivaldybes, tyrėjus, NVO ir aplinkosaugos specialistus iš viso Baltijos jūros regiono (<https://interreg-baltic.eu/project/baltiplast/>). „Interreg“ Baltijos jūros regiono projektas suteikė savivaldybėms praktinių priemonių vienkartinio naudojimo plastiko kiekiui mažinti ir atliekų tvarkymui gerinti.

3. Vandens valymo ir stebėsenos technologijos – pramoninių skalbinių poveikis: Naujausi pramoninio masto tyrimai Lietuvoje (2025 m.) analizavo pramoninių tekstilės skalbyklų (ITLF) indėlį į mikroplastiko kiekį komunalinėse nuotekose ir nustatė, kad vienas įrenginys gali sudaryti iki 13 % viso antplūdžio.

- Aptikimo jautrumas (NanoTRAP): Šiuo metu Lietuvos mokslo taryba finansuoja KTU koordinuojamą NanoTRAP projektą (2025–2026 m.), skirtą sukurti nanostruktūrinius paviršius, skirtus greitam pramoniniam mikro- ir nanoplastiko pėdsakų aptikimui gamybos linijose.
- „InobioStar“ (Kalifornija): Ši technologijų įmonė toliau tiria pažangių aerogelių (iš pradžių skirtų naftos išsiliejimams) taikymą mikroteršalų filtravimui pramoniniame nuotekų išleidime.
- „FanLESStic-sea“ buvo ES „Interreg“ projektas, kurio tikslas – sumažinti mikroplastiko taršą Baltijos jūroje, kartografuojant kelius, išbandant naujas filtravimo ir tvaraus drenažo technologijas ir kuriant politikos rekomendacijas su partneriais iš 8 šalių. Jo ilgalaikis poveikis apima naujus mikroplastiko srauto modelius, novatoriškus šalinimo sprendimus, sustiprintą regioninį bendradarbiavimą ir tvaraus vandens valdymo politikos sistemas, skatinant sprendimus prieš srovę ir visuomenės informuotumą. Projektą įgyvendino Šiaulių prekybos, pramonės ir amatų rūmai (SCCIC) Lietuvoje, bendradarbiaudami su partneriais iš Švedijos,

Suomijos, Latvijos ir Lenkijos. Šio projekto rezultatai buvo integruoti į Lietuvos nacionalines Baltijos jūros ir Kuršių marių stebėsenos programas.

4. Žemės ūkio pramonė:

- PLASTRO projektas (2025–2026 m.): bendradarbiaujant su Lietuvos agrarinių ir miškų ūkio tyrimų centru (LAMMC), atliekami tyrimai apie mikroplastiko pernašą augalų sistemose, naudojant mikrofluidikus, siekiant padėti žemės ūkio sektoriui atrinkti taršai atsparesnius pasėlius.

13.17.4. Dalyvavimas ES projektuose

Lietuvos universitetai ir mokslinių tyrimų įstaigos aktyviai dalyvauja Europos Sąjungos ir atskirų ES šalių (ypač Šiaurės ir Baltijos šalių) finansuojamuose projektuose, kuriais siekiama spręsti tekstilės sektoriaus tvarumo klausimus apskritai ir ypač mikroplastiko išleidimo į aplinką problemą. Inicijavimas finansuoja tokios programos kaip LIFE, „Horizontas 2020“, „Horizontas Europa“ ir „Interreg“, Šiaurės šalių (pvz., Švedijos instituto programa), Baltijos jūros regiono bendradarbiavimo programa ir kt.

„MicroPlastGuard“ projektas „Mikroplastiko taršos mažinimas pasitelkiant pažangų Baltijos šalių bendradarbiavimą“ (KTU įgyvendinamas 2024–2026 m. bendradarbiaujant su Borås universitetu (Švedija) ir Lodzės technologijos universitetu (Lenkija)) skirtas sintetinės tekstilės mikroplastiko taršos mažinimui Baltijos jūros regione, nustatant standartizuotus bandymų metodus pluošto išsiskyrimui skalbimo ir gamybos metu kiekybiškai įvertinti.

KTU (2024–2026 m.) vykdomas projektas „Bioplastikų plėtra“ siekia sukurti bioaktyvius ir biologiškai skaidžius bioplastikus iš tvarių polisacharidų, kurie pakeistų tradicinius sintetinius plastikus. Atlikta plastiko perdirbimo ir sisteminio atliekų tvarkymo makroaplinkos analizė, siekiant užkirsti kelią mikroplastiko susidarymui.

Lietuvos energetikos instituto (LEI) įgyvendinamas projektas „Mikroplastiko pernašos augaluose modeliavimas naudojant mikrofluidines sistemas“ daugiausia dėmesio skiria mikroplastiko ir sintetinių mikropluoštų kaupimuisi ir sąveikai su augalų audiniais, kaip tai veikia augalų fotosintezės efektyvumą ir atsparumą aplinkos stresui. Pabrėžiama, kad mikroplastiko tarša yra pasaulinė aplinkos problema. Vien Europos Sąjungos šalyse sintetiniai tekstilės pluoštai sudaro apie 35 % aplinkoje randamų mikroplastikų. Europos cheminių medžiagų agentūros (ECHA) duomenimis, kasmet skalbimo metu į aplinką patenka apie 13 000 tonų mikroplastiko. Šios dalelės randamos visur – vandenyje, dirvožemyje, atmosferoje, o iš ten jos patenka į žmogaus organizmą. Mikroplastiko tarša keičia dirvožemio savybes, paveikdama jame augančių augalų fiziologiją.

Lietuvos gamtos tyrimų centras įgyvendino INSIGNIA-bee projektą „Aplinkos taršos stebėsenos naudojant bites parengiamasis veiksmas“ (<https://www.insignia-bee.eu/>), su „Horizon Europe“ susijusią iniciatyvą, kurioje bičių šeimos naudojamos kaip bioindikatoriai aplinkos teršalams, įskaitant mikroplastiką, stebėti visoje ES, įskaitant Lietuvą.

„MicroDrink“ projektas (2024–2026 m.) yra ES finansuojama iniciatyva, kuria siekiama suderinti mikroplastiko stebėseną Dunojaus regione, kuriant atviros prieigos įrankius, geriausią praktiką ir mokymus suinteresuotosioms šalims, tiesiogiai remiant naujosios ES geriamojo vandens direktyvos

reikalavimus stebėti naujus teršalus, tokius kaip mikroplastikas vandentiekio vandenyje, visoje ES, įskaitant Lietuvą, teikiant standartizuotus metodus ir žinias (https://environment.ec.europa.eu/news/microdrink-removing-microplastics-drinking-water-2025-03-10_en).

13.18. Atvejų analizė

Pastaraisiais metais Lietuvoje buvo sukurtos ir įgyvendinamos taikomosios iniciatyvos ir projektai, skirti sumažinti ir sušvelninti mikroplastiko taršą vandenyje ir aplinkoje. Šie atvejų tyrimai atspindi praktinį technologinių, pramoninių ir savivaldybių sprendimų įgyvendinimą. Šių atvejų analizė leidžia nustatyti konkrečias priemones, kiekybiškai įvertinamus rezultatus ir išmoktas pamokas, prisidedant prie gerosios praktikos perdavimo ir sprendimų atkartojimo kituose nacionaliniuose ir Europos kontekstuose.

13.18.1. Vaistinių augalų ekstraktų taikymo suteikiant antibakterines savybes sublimacinei spaudai skirtoms tekstilės medžiagoms tyrimas (13.1.1-LVPA-K-856-01-005)

Kontekstas

Mokslinių tyrimų ir plėtros projektą įgyvendino Lietuvos tekstilės įmonė UAB „Textilis“, bendradarbiaudama su Kauno technologijos universitetu (KTU). Kaune įsikūrusi UAB „Textilis“ specializuojasi tekstilės gamyboje, dizaino kūrime, sublimacijoje ir skaitmeninėje spaudoje. Jų gaminami tekstilės audiniai yra draugiški aplinkai, pasižymi išskirtinėmis funkcinėmis savybėmis ir savitu dizainu. Įmonės gebėjimą išlikti konkurencingai tarptautinėse rinkose padeda nuolatinis kolekcijų tobulinimas ir atnaujinimas, audinių kokybės kontrolė, naujų audinių apdailos technologijų diegimas ir konsultacijos su tekstilės specialistais.

Nustatyta problema

Viena iš UAB „Textilis“ gaminamų produktų grupių yra sintetiniai audiniai, spausdinami sublimacijos būdu. Kadangi įmonė orientuojasi į tvarią gamybą, audinių marginimui vietoj įprasto dažymo pasirinko sublimacinę spaudą. Atsižvelgdama į tai, kad sintetinės tekstilės gaminiai skalbimo metu į vandenį išskiria sintetinių pluoštų mikrodaleles, kurios tampa pavojinga aplinkos tarša, įmonė įgyvendino projektą, kuris leido sumažinti skalbimų skaičių vartojimo metu.

Įgyvendintas poveikis

Pasitelkusi natūralius antibakterinius augalų ekstraktus, įmonė sukūrė metodiką, leidžiančią viename apdailos procese sujungti audinių apdorojimą antibakterinėmis medžiagomis ir dažų sublimacinę spaudą (kuriant individualius dizainus ir spausdinant tik gaminio siuvimui skirtas dalis, o ne visą audinio plotį – tai taip pat sumažina dažų sunaudojimą ir sumažina papildomą galimą taršą). Svarbu tai, kad suteikiant audiniams antibakterinį aktyvumą, galima gerokai sumažinti skalbimų skaičių.

Kiekybiniai rezultatai

Tyrimo metu nustatyta, kad skalbimų skaičių galima sumažinti iki 3–4 kartų, nes antibakteriškai aktyvus audinys apsaugo gaminį nuo patogeninių bakterijų dauginimosi dėl prakaito. Atsižvelgiant į tai, kad dauguma sintetinių mikropluoštų į vandenį patenka būtent skalbimo metu, tai didelis pasiekimas mažinant mikroplastiko taršą.

Suinteresuotųjų šalių įtraukimas

UAB „Textilis“ sukurti antibakteriškai aktyvūs audiniai sulaukė labai teigiamo vartotojų įvertinimo, atkreipdami jų dėmesį į tekstilės sektoriaus daromą žalą aplinkai. Šie tyrimų rezultatai bus toliau plėtojami KTU, taip pat ir VU Gyvybės mokslų centre.

Išmoktos pamokos

Įgyvendinto projekto rezultatai įrodė, kad tekstilės gaminių skalbimų skaičių per jų gyvavimo ciklą galima gerokai sumažinti, o tai ne tik prisideda prie išteklių (vandens, elektros) taupymo, bet ir sumažina taršą nuo mikropluoštų, ploviklių ir audinių minkštiklių, naudojamų skalbimo metu namuose.

13.18.2. **Prakaitą sugeriančių įklotų gamybos technologinių sprendimų kūrimas (01.2.1-MITA-T-851-01-0196)**

Kontekstas

MTEP projektą įgyvendino Lietuvos MB „Rūpestingi namai“, bendradarbiaudama su KTU ir Lietuvos sveikatos mokslų universitetu. MB „Rūpestingi namai“ yra jauna, inovatyvi maža įmonė, įgyvendinanti įvairias į tvarumą orientuotas iniciatyvas. Pagrindinis įgyvendinto projekto tikslas buvo sukurti naują, rinkoje neturintį analogų pažastų prakaitą sugeriančio įklotų modelį. Šis produktas skirtas vartotojams, turintiems net jautrią odą, taip pat apsaugo drabužius nuo prakaito, jį sugerdamas nepalikdamas žymių, ir nuo nemalonių kvapų, kuriuos sukelia patogeninių bakterijų dauginimasis prakaito terpėje. Pažastų įklotai yra novatoriškas produktas dėl minimalistinio dizaino, tvarios pluošto sudėties ir veikliųjų medžiagų naudojimo, be to, pažastų įklotai gaminami iš pjaustymo atliekų.

Nustatyta problema

Kadangi žinoma, kad daugiausia mikropluoštų iš tekstilės išsiskiria drėgnų procedūrų metu, o pagrindinis išsiskiriančių mikropluoštų šaltinis yra skalbimo mašinų nuotekos, per kurias sintetinio pluošto dalelės patenka į valymo įrenginius, o vėliau į atvirus vandenį, labai svarbu įdiegti priemones, kurios sumažintų tekstilės gaminių skalbimų skaičių.

Įgyvendintas poveikis

Kadangi tvarumo klausimai šiuo metu yra ypač svarbūs, įgyvendinto projekto tikslas buvo pažastų įklotų gamybai pasirinkti tvarius, natūralius, lengvai skaidžius pluoštus, kurie savo ruožtu turi užtikrinti reikiamą kapiliarumą, statinę ir dinaminę drėgmės absorbciją. Įklotų struktūra turi būti tokia, kad užtikrintų įklotų plonumą (nematomumą), o tuo pačiu ir didelį sorbcijos pajėgumą, greitą prakaito sugėrimą nuo kūno ir „užrakinimą“ vidiniame sluoksnyje, neleidžiant drėgmei prasiskverbti į išorę. Kadangi dvisluoksniai pažastų įklotai pasižymi dideliu sorbcijos pajėgumu ir apsaugo drabužius nuo prakaito bei nemalonaus kvapo, kurį sukelia patogeninių bakterijų dauginimasis prakaito terpėje, jie padeda ne tik išspręsti gausiau prakaituojančių žmonių problemas, bet ir ženkliai sumažinti skalbimų skaičių. Be to, pažastų įklotai buvo apdoroti antimikrobiniais būdais – natūraliomis ir ekologiškomis antimikrobinėmis medžiagomis, o tai papildomai įtakoja sumažėjusį reikalingų skalbimų skaičių.

Kiekybiniai rezultatai

Tyrimo metu nustatyta, kad skalbimų skaičių galima sumažinti iki 5 kartų, nes pažastų įklotai sugeria ir „užrakina“ prakaitą vidinėje struktūroje, o antibakterinis įklotų apdorojimas apsaugo gaminį nuo

patogeninių bakterijų dauginimosi dėl prakaito. Atsižvelgiant į tai, kad dauguma sintetinių mikropluoštų į vandenį patenka būtent skalbimo metu, tai didelis pasiekimas mažinant mikroplastiko taršą.

Suinteresuotųjų šalių įtraukimas

Naujai sukurti produktai patraukė vartotojų dėmesį ir sukėlė didelį susidomėjimą. Tai taip pat patraukė mažmenininkų dėmesį ir suteikė abiem grupėms papildomo supratimo apie tvarumo iššūkius, susijusius su tekstilės gaminių vartojimu. Į šį darbą buvo įtraukti ir universiteto studentai, kurie prisidėjo prie jų informuotumo didinimo, o tai labai svarbu jauniems inžinieriams ir būsimiems specialistams, kurie dirbs tekstilės pramonės įmonėse.

Išmoktos pamokos

Įgyvendinto projekto rezultatai įrodė, kad tekstilės gaminių skalbimų skaičių per jų gyvavimo ciklą galima gerokai sumažinti, o tai ne tik prisideda prie išteklių (vandens, elektros) taupymo, bet ir sumažina taršą nuo mikropluoštų, ploviklių ir audinių minkštiklių, naudojamų skalbimo metu namuose.

13.19. Pagrindiniai iššūkiai ir kliūtys

Lithuania faces several critical challenges and barriers in the mitigation of microfibres and microplastics, ranging from technological limitations in wastewater treatment to economic and regulatory hurdles.

13.19.1. Technologinės ir infrastruktūrinės kliūtys

- Nepakankamas šalinimo efektyvumas: Nors Lietuvos nuotekų valymo įrenginiai (NVĮ) šiuo metu pirminio ir antrinio etapų metu pašalina apie 57 % mikroplastiko, nemaža jo dalis vis dar patenka į aplinką. Dabartinėms technologijoms dažnai sunku filtruoti mažesnes daleles arba sudėtingų formų daleles, pavyzdžiui, mikropluoštus.
- Perdirbimo apribojimai: Aukštos kokybės perdirbimas išlieka pagrindine kliūtimi. Kompozicinių pakuočių (dažnai naudojamų dėl estetikos ar galiojimo laiko) perdirbimo technologijos dažnai yra neefektyvios tiek ekonomiškai, tiek aplinkosaugos požiūriu.
- Infrastruktūros trūkumai: Švelninimo priemonės prie šaltinio, pavyzdžiui, privalomi mikropluošto filtrai skalbimo mašinoms, vis dar yra tyrimo arba ankstyvo diegimo etape ir reikalauja integracijos su esamomis pramonės tiekimo grandinėmis.

13.19.2. Ekonominiai ir rinkos iššūkiai

- Mažas rinkos konkurencingumas: perdirbtas plastikas Lietuvoje dažnai parduodamas 2–3 kartus pigiau nei grynas plastikas. Šis kainų skirtumas, kurį dar labiau padidina pigaus gryno plastiko perteklius iš pasaulinių rinkų (pvz., Kinijos ir Šiaurės Amerikos), atgraso gamintojus nuo tvarių alternatyvų pasirinkimo.
- Didelės eksploataavimo išlaidos: pažangios mikroplastiko šalinimo technologijos (pvz., pažangi oksidacija arba membraninis filtravimas) yra brangios, todėl daugeliui savivaldybių jas plačiai įdiegti finansiškai sunku.

13.19.3. Reguliavimo ir strateginės kliūtys

- Pasenę ir skirtingi reglamentai: Senesnės ES direktyvos leido valstybėms narėms įgyvendinti plastiko tvarkymą skirtingais būdais, todėl rezultatai buvo nevienodi. Nors naujas 2024 m. ES reglamentas siekia vienodumo, jo visiškas integravimas į Lietuvos nacionalinę teisę ir praktiką yra nuolatinis 2026 m. iššūkis.
- Neįvykdyti tikslai: Lietuva ir ES nepasiekė 50 % plastiko perdirbimo tikslo iki 2025 m.; naujasis dėmesys skiriamas 55 % tikslui iki 2030 m.
- Stebėsenos spragos: Trūksta standartizuotos terminologijos ir pasauliniu mastu nuoseklių stebėsenos metodikų, skirtų tiksliai stebėti mikroplastiko gausą tokiose ekosistemose kaip Kuršių marios..

13.19.4. Aplinkosauginės ir socialinės kliūtys

- Visuomenės požiūris ir mitai: Visuomenės motyvaciją rūšiuoti atliekas mažina nuolat gajus mitas, kad rūšiuotos atliekos galiausiai sudeginamos arba išvežamos į sąvartynus. Atliekų švara taip pat labai skiriasi priklausomai nuo vietos (pvz., Kauno daugiabučiai ir privatūs namai), o tai rodo, kad socialinės normos daro didelę įtaką rūšiavimo kokybei.
- Pirminis nuotėkio šaltinis: Mikroplastikas iš ne išmetamųjų teršalų eismo (padangų ir stabdžių susidėvėjimas) ir plastiko granulių (kurias nuo 2025 m. pabaigos reglamentuoja ES 2025/2365) ir toliau patenka į aplinką, kol jų galima veiksmingai sutvarkyti.
- Žinių spragos: Yra nedaug tyrimų apie ore esančių mikroplastikų likimą aplinkoje ir jų sąveiką su miesto žaliaja infrastruktūra Lietuvoje.

13.20. Nacionalinės sėkmės istorijos ir geriausia praktika

Lithuania's success in mitigating microplastics and microfibres is driven by a combination of cross-border academic research, private sector innovation, and a growing cleantech ecosystem. Lithuania's mitigation of microfibres and microplastics is characterized by advanced academic-industrial partnerships, a maturing "Cleantech" sector, and proactive municipal waste initiatives.

13.20.1. Inovatyvios technologijos

MicroPlastGuard

Bendras KTU, Švedijos ir Lenkijos partnerių projektas „MicroPlastGuard: mikroplastiko taršos mažinimas pasitelkiant pažangų Baltijos šalių bendradarbiavimą“ skirtas standartizuotų bandymų metodų, skirtų mikropluošto išsiskyrimui skalbimo metu kiekybiniam įvertinimui, sukūrimui ir mados prekių ženklų informuotumo didinimui. Projektas sprendžia mikroplastiko taršos problemą Baltijos jūros regione, ypač daug dėmesio skiriant sintetinių tekstilės gaminių mikroplastiko keliamai grėsmei. Projektas tiesiogiai reaguoja į paplitusią ir didėjančią mikroplastiko taršos Baltijos jūroje problemą. Projekto metu buvo sukurtos bandymų metodikos mikroplastiko išsiskyrimui kiekybiškai įvertinti ir siekiama sukurti novatoriškas dangas bei apdailos medžiagas, skirtas sumažinti mikroplastiko išsiskyrimą iš sintetinių audinių. Šiame projekte taip pat kuriamos novatoriškos sintetinių audinių dangos ir apdailos medžiagos, skirtos žymiai sumažinti mikroplastiko išsiskyrimą per jų gyvavimo ciklą.

<https://midf.ktu.edu/projects/mikroplastiko-tarsos-mazinimas-per-pazangu-baltijos-saliu-bendradarbiavima-microplastguard/>

<https://si.se/en/projects-granted-funding/microplastguard-mitigating-microplastics-pollution-through-advanced-baltic-cooperation/>

Pažangus energijos gavimas iš atliekų

Lietuvos mokslininkai pirmieji sukūrė metodą, kaip iš pramoninių ir buitinių šaltinių surinktas mikropluoštą laikyti ištekliumi, o ne atliekomis. Kauno technologijos universiteto (KTU) ir Lietuvos energetikos instituto (LEI) mokslininkai sukūrė bandomąją pirolizės technologiją, kuri sintetinius pūkelių-mikropluoštus (surinktus iš drabužių džioviklių) paverčia energijos produktais. Šis terminio skaidymo procesas pasiekia 70 % konversijos rodiklį, gamindamas naftą, dujas ir anglį. Apskaičiuota, kad iš 1 milijono pūkelių žmonės kasmet galėtų pagaminti 14 tonų naftos ir 21,5 tonos dujų. Šis terminis skaidymas neleidžia dumblių įstrigusiems mikropluoštams grįžti į aplinką per žemės ūkio paskirties žemę.

13.20.2. Pramonės ar savivaldybių iniciatyvos

TextileMission

Didžiausia tekstilės gamintoja Lietuvoje „LTP Group“ bendradarbiauja su tarptautiniais prekių ženklais, tokiais kaip „Vaude“, įgyvendindama tarptautinį projektą „TextileMission“, kurį remia Vokietijos federalinė švietimo ir mokslinių tyrimų ministerija (BMBF). Ši iniciatyva orientuota į naujų audinių ir skalbimo metodų, kurie žymiai sumažina mikropluošto išsiskyrimą, kūrimą. „TextileMission“ taiko daugiaplanį požiūrį su nustatytais išmatuojamais tikslais. Viena iš projekto sričių buvo skirta gamybos procesų optimizavimui ir pažangiausiems surinkimo metodams, siekiant žymiai sumažinti šiame etape išsiskiriančių mikrodalelių kiekį. Būtent čia projekto metu buvo reikalinga LTP patirtis.

<https://www.ltpgroup.com/news-trends/searching-for-innovative-solution-approaches-against-microplastics-with-vaude>

<https://tu-dresden.de/bu/umwelt/hydro/ifw/forschung/aktuelle-forschungsprojekte/TextileMission-Microplastics-of-Textile-Origin-Retention-of-Polyester-Particles-in-the-Sewage-Treatment-Plant-and-Environmental-Stability-of-new-Materials>

Alytaus atliekų tvarkymo modelis

Alytaus miestas tapo nacionaliniu sėkmingos atliekų prevencijos ir rūšiavimo pavyzdžiu, parodydamas, kaip vietos švietimo iniciatyvos gali paneigti mitą, kad rūšiuotos atliekos nėra perdirbamos. Tai novatoriška, duomenimis pagrįsta sistema, orientuota į atliekų mažinimą, rūšiavimą ir pakartotinį naudojimą, naudojant išmaniuosius kontenerius su elektroninėmis spynomis (mokėk už tai, kiek išmeti), siekiant paskatinti gyventojus rūšiuoti atliekas, stebint jų naudojimą, ir diegiant pakartotinio naudojimo sistemas, tokias kaip „TikoTiks“ daiktams, todėl miestas yra išmanaus atliekų tvarkymo lyderis Lietuvoje. Novatoriškas ir atsakingas atliekų surinkimas ir perdirbimas padeda sumažinti į aplinką patenkančių pavojingų atliekų kiekį, įskaitant tekstilės gaminius ar plastikinius gaminius, iš kurių mikroplastikas per dirvožemį patenka į gruntinius vandenius.

<https://novian.io/news/alytus-regional-waste-management-system-integrates-data-from-over-100000-users/>

13.20.3. Sertifikavimas arba savanoriškos schemas

Lietuva mažina mikroplastiko ir mikropluošto kiekį, derindama privalomą ES ataskaitų teikimą, griežtus tarptautinius tekstilės standartus ir savanoriškas įmonių socialinės atsakomybės schemas. Lietuvos tekstilės lyderiai, tokie kaip „Omnitexas“ ir „Neaustima“, naudojami tarptautiniais sertifikatais, kad patvirtintų savo mikropluošto ir saugos standartus:

- OEKO-TEX® STANDARTAS 100: plačiai taikomas Lietuvoje, siekiant patvirtinti, kad tekstilė yra išbandyta dėl kenksmingų medžiagų. Naujaisi atnaujinimai apima griežtesnius sintetinio pluošto išsiskyrimo apribojimus ir perdirbto PET naudojimą iš panaudotų butelių.
- Pasaulinis ekologiškos tekstilės standartas (GOTS): naudojamas Lietuvos gamintojų, siekiant užtikrinti bent 70 % ekologiško natūralaus pluošto kiekį, kuris natūraliai sumažina sintetinio mikropluošto išsiskyrimą, palyginti su gryna sintetika.
- Higg MSI (medžiagų tvarumo indeksas): Lietuvos įmonės naudoja jį, kad kiekybiškai įvertintų ir skaidriai pateiktų ataskaitas apie savo tekstilės poveikį aplinkai, įskaitant pluošto fragmentacijos duomenis.
- FLAX FIBRE™ meistrai: nuo 2026 m. šis naujas audituotas standartas pakeičia „Europos linų“ chartiją, garantuodamas tvarią žemės ūkio praktiką linui, kuris yra pagrindinė natūralaus pluošto pramonės šaka Lietuvoje.

Pasaulinės testavimo įstaigos, tokios kaip SGS, veikiančios Lietuvoje, skatina šią savanorišką iniciatyvą, siekdamos padėti prekių ženklams taikyti standartizuotus pluošto skaidymosi skalbimo metu bandymo metodus. Lietuva aktyviai propaguoja savanorišką, o vėliau privalomą išplėstinės gamintojo atsakomybės (EPR) principą, ypač tekstilės gaminių srityje, kur tokie prekių ženklai kaip „H&M“ Lietuvos filialas surinko daugiau nei 260 tonų dėvėtų drabužių, kad būtų išvengta netinkamo jų šalinimo ir vėlesnio mikroplastiko nutekėjimo.

13.20.4. Sėkmingas bendradarbiavimas ir projektai

FanLESStic-sea

„FanLESStic-sea“ – tai projektas, kurio tikslas – užkirsti kelią ir sumažinti mikroplastiko taršą vandenyje ir Baltijos jūroje. Projektas padidino žinias ir supratimą apie plitimo kelius ir šaltinius, atliekant matavimus skirtinguose visuomenės srautuose, taip pat ieškant ekonomiškai efektyvių mikroplastiko mažinimo metodų. „FanLESStic-sea“ rėmė ES „Interreg“ programa, o projekto partneriai buvo Lietuvoje, Švedijoje, Danijoje, Norvegijoje, Suomijoje, Latvijoje, Lenkijoje ir Rusijoje. Pagrindinis Lietuvos partneris šiame projekte buvo Šiaulių prekybos, pramonės ir amatų rūmai. Lietuva dalyvavo šioje tarptautinėje iniciatyvoje, skirtoje nustatyti mikroplastiko patekimo į Baltijos jūrą kelius, ir tai leido sukurti naujas priemones vandens tiekimo įmonėms, skirtas sustabdyti mikroplastiką, kol jis nepasiekė jūrų ekosistemų.

BALTIPLAST Projektas

Kauno regiono plėtros agentūros, UAB „Nivela“ ir Kauno regiono atliekų tvarkymo centro bendradarbiavimas siekiant atlikti išsamias plastiko inventorizacijas ir sumažinti vienkartinio naudojimo plastiko vartojimą. Pagrindinė jo idėja buvo paprasta: prasmingai plastiko prevencijai reikalingi koordinuoti veiksmai, apimantys strategiją, kasdienę organizacinę elgseną ir atliekų tvarkymo sistemas. BALTIPLAST kartu sukūrė ir išbandė strategines sistemas, skirtas prevencijai,

pakartotiniam naudojimui ir perdirbimui. Jas papildė minkštieji sprendimai, skirti plastiko vartojimui jo susidarymo vietoje, ypač Plastiko inventorizacijos įrankis, kuris leido organizacijoms, mokykloms, įmonėms ir namų ūkiams padaryti plastiko naudojimą matomą ir veikti remiantis išmatuojamais faktais, o ne prielaidomis.

<https://interreg-baltic.eu/project/baltiplast/>

13.21. Nacionalinė politika ir reguliavimo sistema

13.21.1. Su mikroplastiku susiję nacionaliniai įstatymai

Lietuvoje mikroplastikų teisinę sistemą pirmiausia reglamentuoja tiesiogiai taikomi ES reglamentai, kuriuos papildo nacionaliniai aplinkosaugos ir atliekų tvarkymo įstatymai.

1. Apribojimas specialiai pridėtiems mikroplastikams. Lietuva vykdo Komisijos reglamentą (ES) 2023/2055, kuriuo ribojamos sintetinių polimerų mikrodalelės (SPM) – atskiros arba tyčia pridėtos į mišinius:

- Aktyvūs draudimai (nuo 2026 m.): Draudžiama parduoti birius plastikinius blizgučius ir produktus, kurių sudėtyje yra mikrogranulių (naudojamų šveitimui ar valymui).
- Ataskaitų teikimo įsipareigojimai (2026 m. gegužės 31 d.): Iki 2026 m. gegužės 31 d. Lietuvos plastikinių granulių, dribsnių ir miltelių gamintojai ir pramoniniai tolesni naudotojai privalo pateikti Europos cheminių medžiagų agentūrai (ECHA) pirmąją metinę ataskaitą, kurioje būtų išsamiai aprašyti 2025 m. duomenys apie numatomą mikroplastiko išsiskyrimą.
- Ženklimas ir informacija: Nuo 2025 m. spalio mėn. pramoniniam naudojimui skirtų mikroplastikų tiekėjai privalo etiketėse arba saugos duomenų lapuose pateikti tiksliai naudojimo ir šalinimo instrukcijas, kad būtų išvengta nuotėkio į aplinką.

2. Plastiko granulių nuostolių prevencija. Lietuva šiuo metu įgyvendina 2025 m. pabaigoje priimtą reglamentą dėl plastiko granulių nuostolių prevencijos (ES 2025/2365).

- Taikymo sritis: Taikoma visiems Lietuvos ūkio subjektams, kasmet tvarkantiems penkis tonas ar daugiau plastiko granulių.
- Atitiktis: Didelės ir vidutinės įmonės privalo gauti atitikties sertifikatą, o mažesnės įmonės gali naudoti savarankišką atitikties deklaraciją.
- Mokymo medžiaga: Iki 2026 m. gruodžio 17 d. Europos Komisija, bendradarbiaudama su valstybėmis narėmis, išleis informuotumo didinimo medžiagą, skirtą visapusiškam šio reglamento įgyvendinimui.

3. Nacionaliniai atliekų ir pakuočių įstatymai. Lietuva naudojasi nacionaliniais teisės aktais, kad sumažintų „makro“ plastiko atliekas, kurios galiausiai suskyla į antrinį mikroplastiką:

- Pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymas: Lietuva uždraudė nemokamai platinti tiek lengvus, tiek labai lengvus plastikinius maišelius prekybos vietose.
- Išplėstinė gamintojo atsakomybė (DGA): Lietuva pabrėžia DGA ir sėkmingą PET butelių užstato grąžinimo sistemą kaip pagrindinius nacionalinius teisinius mechanizmus plastiko taršai mažinti.

4. Būsiami teisėkūros terminai. Lietuvos pramonė ruošiasi artėjančiam laipsniškam atsisakymui pagal nuolatinį ES teisės aktų įgyvendinimą:

- 2027 m. spalio: Uždrausta nuplaunama kosmetika (šampūnai, dušo želė), kurios sudėtyje yra mikroplastiko.

- 2028 m. spalio mėn.: Uždrausta ploviklių, audinių minkštiklių, vaško ir blizgiklių, kurių sudėtyje yra mikroplastiko, naudojimas.
- 2031–2035 m.: Nuo 2031 m. įsigalios privalomas makiažo ir lūpų dažų ženklavimas „sudėtyje yra mikroplastiko“, o nuo 2035 m. – visiškas draudimas..

13.21.2. Suderinimas su ES teisės aktais

Lietuvoje nacionaliniai įstatymai yra griežtai suderinti su ES teisės aktais, teikiant pirmenybę mikroplastiko išmetimo mažinimui jo šaltinyje. Šiam suderinamumui būdingas tiesioginis ES reglamentų taikymas ir direktyvų perkėlimas į nacionalinius aplinkosaugos kodeksus.

1. Tiesioginis ES REACH apribojimų taikymas. Lietuva vykdo Komisijos reglamentą (ES) 2023/2055, skirtą specialiai pridėtam mikroplastikui:

- Aktyvūs draudimai: Tokie produktai kaip birūs plastikiniai blizgučiai ir kosmetikos gaminiai, kurių sudėtyje yra abrazyvinių mikrogranulių, yra draudžiami nuo 2023 m. pabaigos.
- Pramonės ataskaitų teikimas (nauja nuo 2026 m.): Iki 2026 m. gegužės 31 d. Lietuvos plastikinių granulių, dribsnių ir miltelių gamintojai ir pramoniniai naudotojai privalo pateikti Europos cheminių medžiagų agentūrai (ECHA) pirmąją metinę ataskaitą, kurioje būtų išsamiai nurodytas numatomas mikroplastiko išsiskyrimas nuo 2025 kalendorinių metų.
- Laipsniško panaikinimo grafikas: Nacionalinės valdžios institucijos stebi, kaip laikomasi nuolatinio ES tvarkaraščio, įskaitant būsimus draudimus nuplaunamai kosmetikai (2027 m. spalio mėn.) ir plovikliams (2028 m. spalio mėn.).

2. Plastiko granulių nuostolių prevencija. 2025 m. gruodžio mėn. įsigaliojus Reglamentui (ES) 2025/2365, Lietuva įdiegė naują pramoninių žaliavų priežiūrą:

- Privalomas rizikos valdymas: Lietuvos operatoriai, kasmet tvarkantys 5 tonas ar daugiau plastiko granulių, privalo teisiškai įgyvendinti rizikos valdymo planus, kad būtų išvengta išsiliejimo.
- Sertifikavimo reikalavimai: Didelės ir vidutinės Lietuvos įmonės (tvarkančios >1 500 tonų per metus) privalo gauti nepriklausomą trečiosios šalies atitikties sertifikatą.
- Ženklavimas ir pakavimas: Nauji reikalavimai užtikrina, kad granulės būtų pateikiamos su specialiomis piktogramomis ir įspėjamaisiais teiginiais, o iki 2026 m. gruodžio mėn. tikimasi, kad ES pateiks papildomos mokymo medžiagos, skirtos paremti įgyvendinimą vietos lygmeniu.

3. ES direktyvų perkėlimas į nacionalinę teisę. Lietuva suderina savo nacionalinius aplinkosaugos įstatymus su platesnėmis ES strategijomis, skirtomis antrinių mikroplastikų mažinimui:

- Geriamojo vandens kokybė: Lietuva perkėlė ES geriamojo vandens direktyvą, kurioje numatyti reikalavimai stebėti mikroplastikus vandens tiekimo grandinėje, kai bus prienamos standartizuotos metodikos.
- Atliekų tvarkymo įstatymas: Aplinkos apsaugos įstatymas ir Pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymas atitinka ES tikslus sumažinti vienkartinio naudojimo plastiko naudojimą, naudojant išplėstinės gamintojo atsakomybės (EPR) sistemą ir sėkmingą užstato grąžinimo sistemą, siekiant užkirsti kelią makroplastiko skaidymui.
- Skalavimo mašinų filtrai: Nuo 2026 m. bus aktyviau taikomi reikalavimai naujoms skalavimo mašinoms turėti integruotus mikropluošto filtrus.

- Jūrų sauga: Vadovaudamasi ES jūrų transporto įtraukimu į granuliu reglamentą, Lietuva prižiūri konkrečius jūrų laivų įpareigojimus užkirsti kelią išsiliejimui Baltijos jūroje, atsižvelgdama į Tarptautinės jūrų organizacijos (TJO) rekomendacijas.

13.21.3. Strateginiai planai, paskatos ir programos

Lietuvos strateginė mikroplastikų ir mikropluoštų sritis daugiausia dėmesio skiria žiedinės ekonomikos integracijai, tiksliniam mokslinių tyrimų ir plėtros finansavimui ir tekstilės pramonės parengimui naujiems ES masto įgaliojimams.

1. Strateginiai nacionaliniai planai:

- Nacionalinė aplinkos apsaugos strategija 2030: Šiame aukšto lygio dokumente tvarus gamtos išteklių naudojimas ir atliekų tvarkymas įvardijami kaip ilgalaikiai prioritetai. 2026 m. jis yra pagrindas, skirtas sumažinti jūrinių šiukšlių, įskaitant mikroplastiką, patekimą į Baltijos jūros ekosistemą.
- Nacionalinis energetikos ir klimato kaitos planas (NEKP) 2021–2030 m.: Nors atnaujintame plane daugiausia dėmesio skiriama ŠESD kiekio mažinimui, jame (2024–2026 m.) integruojamos „gamtai neutralios“ technologijos ir klimatui neutralios inovacijos, įskaitant finansavimo būdus pažangiems energijos gavimo iš atliekų projektams, kurie užkerta kelią plastiko nutekėjimui.
- Lietuvos 2050 vizija: Šioje ilgalaikėje strategijoje numatyti įsipareigojimai „atkurti, apsaugoti ir puoselėti natūralias ekosistemas“ taikant atsakingą vartojimą ir žaliosios energijos paskatas.

2. Tikslinės mokslinių tyrimų ir plėtros programos ir finansavimas:

- Jungtinė RTO Lietuva iniciatyva (2025–2026 m.): 2025 m. finansavimui buvo atrinkti trys pagrindiniai novatoriški aplinkosaugos projektai. Svarbus projektas – sukurti modelį, skirtą analizuoti, kaip antrinis mikroplastikas iš tekstilės pluoštų migruoja per augalų kraujagyslių sistemas. Projektui vadovauja LAMMC, LEI ir FTMC tyrėjai.
- Klimato kaitos programa (2022–2025/2026): Ši programa, finansuojama iš ES apyvartinių taršos leidimų prekybos sistemos (ATS) pajamų, remia investicijas į biologinį skaidymą ir žaliosios energijos plėtrą, suteikdama finansinį pagrindą pramoninio masto plastiko atliekų mažinimo projektams.
- „Sunrise Tech Park“ ir „Cleantech Lithuania“: Viešosios investicijos į švariųjų technologijų sektorių iki 2025 m. pasiekė 107,4 mln. EUR, konkrečiai skirtos atliekų tvarkymui ir žiedinei ekonomikai, siekiant padidinti pramonės atsparumą mikroplastiko taršai.

13.21.4. Nacionalinės standartizavimo veiklos

Lietuvos veikla mikroplastiko ir mikropluošto standartizacijos srityje daugiausia dėmesio skiria vienodų bandymų metodikų kūrimui ir nacionalinės pramonės praktikos derinimui su naujais ES įgaliojimais.

Lietuva aktyviai dalyvauja moksliniais tyrimais pagrįstų metodikų kūrime:

- „MicroPlastGuard“ projektas (2024–2026 m.): Kauno technologijos universitetas (KTU), bendradarbiaudamas su Lenkijos ir Švedijos institucijomis, vadovauja pastangoms užpildyti mokslines spragas standartizuotuose bandymų metoduose, skirtuose mikropluošto išsiskyrimui sintetinių tekstilės gaminių skalbimo metu kiekybiškai įvertinti.

- Harmonizacijos iniciatyvos: 2025 ir 2026 m. Lietuvos mokslininkai paragino sukurti tarptautiniu mastu suderintas rizikos vertinimo sistemas ir standartizuotas analitines metodikas, siekiant užtikrinti nuoseklią politiką visoje ES.

Be to, Lietuva per Lietuvos standartų tarybą (LST) priima tarptautinius standartus, įskaitant:

- ISO 24187:2023: Bendrieji mikroplastikų aplinkoje analizės principai.
- ISO 4484 serija: Specialūs mikroplastikų iš tekstilės šaltinių standartai, įskaitant:
 - o 1 dalis: Audinių medžiagų nuostolių skalbiant nustatymas.
 - o 3 dalis: Iš gaminių skalbiant buitiniu būdu išsiskyrusios masės matavimas.
- Metodologiniai seminarai: tokios organizacijos kaip Fizinių mokslų ir technologijos centras (FTMC) rengia mokymus (pvz., „EcoBalt 2025“) apie standartizuotų μ -FTIR metodų naudojimą mikroplastiko dalelėms aptikti ir apibūdinti.

13.22. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

13.22.1. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

Lietuvos mokymai ir švietimas mikroplastikų ir mikropluoštų srityje yra orientuoti į „žaliųjų įgūdžių“ ugdymą akademinėje bendruomenėje, pramonėje ir viešajame sektoriuje, siekiant panaikinti atotrūkį tarp mokslinių žinių ir praktinio išmetamųjų teršalų mažinimo. Dedama daug pastangų parengti nacionalines rekomendacijas dėl „žaliųjų įgūdžių“ mokymo, siekiant užtikrinti, kad Lietuvos darbo rinka galėtų pereiti prie klimatui neutralios ekonomikos, ypač dėmesio skiriant žiedinio plastiko tvarkymo kompetencijoms. Specialūs mokymai skirti suinteresuotosioms šalims pakrančių savivaldybėse, svetingumo sektoriuose (kempinguose, viešbučiuose) ir atliekų tvarkymo įmonėse, siekiant nustatyti ir sumažinti plastiko patekimo į Baltijos jūrą kelius.

2025 m. pradžioje atlikti tyrimai parodė, kad, nors informuotumas didėja, tik apie pusė visuomenės aktyviai rūšiuoja plastiko atliekas arba dėvi natūralaus pluošto drabužius, kad išvengtų mikropluošto išsiliejimo, o tai pabrėžia veiksmingesnio elgesio keitimo švietimo poreikį. Lietuva sprendžia keletą nustatytų švietimo spragų mikroplastikų ir mikropluoštų srityje, vykdydama tikslines aukštojo mokslo (AMI) reformas ir specializuotą profesinį mokymą:

- Teorijos ir praktikos atotrūkis: Yra pastebimas atotrūkis tarp studentų supratimo apie žiedinės ekonomikos svarbą ir jos praktinio įgyvendinimo mokymo programose.
- Sisteminių žinių trūkumas: Nacionaliniai tyrimai rodo, kad trūksta sisteminių žinių apie žiedinės ekonomikos grynąją aplinkosauginę ir ekonominę naudą Lietuvos įmonėms, ypač tekstilės ir aprangos sektoriuose.
- Suskaidytos mokymo programos: Žiedinio ekonomikos ir tvarumo sąvokos dažnai trūksta žemesnio lygio pradiniam ugdyme, todėl aukštojo mokslo įstaigoms tenka vėlyvojo ugdymo etapo našta teikti pagrindinį aplinkosauginį raštingumą.
- Stebėsenos neatitikimai: Nacionaliniu lygmeniu skubiai reikia standartizuotos žiedinės ekonomikos rodiklių stebėsenos ir analizės, kad būtų galima orientuoti mokymo programas.

13.22.2. Rekomendacijos dėl mokymo programų integravimo ir profesinio mokymo

Lietuvos aukštojo mokslo įstaigos (AMI) ir profesinio mokymo centrai raginami suderinti savo mokymo programas su ES tvarios ir žiedinės tekstilės strategija ir tvarių produktų ekologinio projektavimo reglamentu (ESPR).

Šiose rekomendacijose daugiausia dėmesio skiriama tekstilės inžinerijos, aplinkos mokslų ir skaitmeninės atitikties atotrūkio mažinimui:

- Ilgaamžiškumo ir mažo išsiskyrimo užtikrinimas projektuojant: inžinerijos ir projektavimo programose (pvz., KTU) turėtų būti įvesti privalomi moduliai „Pluošto fragmentacijos mechanika“. Tai apima studentų mokymą, kaip siūlų sukimas, mezgimo tankis ir mechaninis šukavimas ir šiaušimas apdailos metu veikia mikropluošto išsiskyrimą.
- Cheminė ir nanomedžiagų sauga: integruoti specializuotus kursus apie tvarią tekstilės apdailą. Juose turėtų būti aptartas biologiškai skaidžių dangų ir novatoriškų biologinės kilmės dervų, skirtų „užfiksuoti“ pluoštus vietoje nepakenkiant kvėpavimui, kūrimas ir taikymas.
- Skaitmeninio produkto paso (DPP) mokymai: kadangi ES iki 2026/2027 m. įves DPP, mados ir vadybos studentai turi būti apmokyti atsekamumo technologijų (pvz., RFID, blokų grandinės), kad būtų galima sekti medžiagų sudėtį ir perdirtbę turinį, kurie yra labai svarbūs mikropluošto ataskaitoms.
- Analitinės chemijos laboratorijos: sukurti praktinius laboratorinius modulius, orientuotus į FTIR ir Raman'o spektroskopiją, skirtą mikropluoštams nuotekose identifikuoti, užtikrinant, kad studentai galėtų atlikti standartizuotus bandymus, kurių dabar reikalauja tarptautiniai prekių ženklai.
- Pažangi priežiūra ir skalbimas: Skalbyklų vadovų ir pramonės technikų profesinis mokymas turėtų apimti pramoninių mikropluošto filtravimo sistemų, kurios 2026 m. vis labiau taps pramonės standartu, įrengimą ir priežiūrą.
- ES reglamentų išmanymas: Įtraukti mokymus apie teisinę aplinką, ypač mokydami studentus, kaip interpretuoti ir laikytis *Green Deal* direktyvos, siekiant užtikrinti, kad „mikroplastiko neišskirianti“ rinkodara būtų pagrįsta patikrintais moksliniais duomenimis.
- Suinteresuotųjų šalių komunikacija: Apmokykite būsimus vadovus „skaidrumo ataskaitų teikimo“ srityje, kad jie galėtų veiksmingai perduoti sudėtingus aplinkosaugos duomenis (pvz., mikropluošto emisijas) investuotojams ir vartotojams.

13.23. Išvados

Tekstilės pramonės sektorius Lietuvoje yra svarbus pramonės žaidėjas, atliekantis reikšmingą vaidmenį užimtumo, eksporto ir BVP srityse. Lietuvos tekstilės įmonės veikia visose gamybos srityse – verpalų gamyboje, trikotaže, austinių ir neaustinių medžiagų gamyboje, techninių ir didelės pridėtinės vertės gaminių gamyboje, siuvime ir kt.

Atlikus dabartinę situaciją Lietuvoje, paaiškėjo, kad mikroplastiko ir tekstilės mikropluošto tarša yra nauja, bet gerai žinoma aplinkosaugos problema, turinti didelę reikšmę tekstilės sektoriui ir vandens

aplinkos tvarkymui. Moksliniai tyrimai patvirtina, kad didžioji dalis sintetinių mikropluoštų išsiskiria skalbimo metu ir nusėda nuotekų dumble, o vėliau patenka į dirvožemį ir vandens ekosistemas. Nustatyta, kad tekstilės gaminių naudojimo etapas, o ypač skalbimas namuose, yra vienas svarbiausių mikropluošto išsiskyrimo šaltinių. Tačiau papildomas dėmesys turėtų būti skiriamas ir tekstilės atliekų tvarkymui.

Lietuvoje yra gerai išvystyta mokslinė ir techninė universitetų, technologijų centrų ir valstybinių mokslinių tyrimų įstaigų bazė tekstilės tvarumo ir mikroplastiko / mikropluošto tyrimų srityje, kurią remia nacionalinės ir Europos mokslinių tyrimų, plėtros ir inovacijų iniciatyvos. Šios iniciatyvos lėmė pažangą nustatant išmetamųjų teršalų šaltinius, apibūdinant mikropluoštus ir kuriant technologinius sprendimus, skirtus tiek mikroplastiko / mikropluošto išleidimo prevencijai, tiek jo surinkimui ir pašalinimui vandens valymo sistemose.

Lietuva griežtai laikosi tarptautinių aplinkosaugos reikalavimų ir šalyje taiko griežtus reglamentus, suderintus su ES dokumentais. Lietuvoje švaraus gėlo vandens išteklių laikomi nacionaliniu turtu, todėl ypatingas dėmesys skiriamas jų švarai ir vandens valymo valdymui.

Lietuvoje buvo ir yra įgyvendinami nacionaliniai ir tarptautiniai projektai, skirti tirti ir kontroliuoti mikroplastiko / mikropluošto šaltinius, kurti naujas tyrimų metodikas ir inovatyvias technologijas, šviesti visuomenę ir rengti atitinkamus specialistus.

Lietuvos tekstilės pramonė tiesiogiai prisideda prie išsiskiriančių mikropluoštų susidarymo įvairiuose gamybos etapuose, ypač šlapio apdailos, kirpimo ir kt. etapuose. Ekologinio projektavimo ir tvarumo kriterijų įtraukimas kartu su gamybos ir apdailos procesų optimizavimu sumažina pluošto išsiskyrimą ir mikropluoštų kiekį pramoninėse nuotekose. Be to, technologinių mikropluošto surinkimo sprendimų naudojimas tiek pramonės srityje, tiek bendradarbiaujant su kitais sektoriais, dalyvavimas bendradarbiavimo iniciatyvose ir bandomuosiuose projektuose prisideda prie susijusio poveikio aplinkai mažinimo. Šie veiksmai gali būti integruoti į įmonių tvarumo strategijas ir išplėstinės gamintojo atsakomybės schemas.

Viešojo administravimo institucijos taip pat prisideda prie mikroplastiko ir tekstilės mikropluošto taršos prevencijos ir valdymo, taikydamos reguliavimo sistemą ir esamus paramos mechanizmus. Europos kontekstui tinkamų reglamentų rengimas, suderintų matavimo ir stebėsenos metodikų skatinimas ir programų, skirtų technologinių sprendimų diegimui remti, kūrimas sudaro sąlygas vienesniam priemonių, skirtų mikroplastiko taršai mažinti, taikymui. Be to, šio klausimo integravimas į žiedinės ekonomikos, atliekų tvarkymo ir jūros aplinkos apsaugos politiką kartu su piliečiams ir suinteresuotosioms šalims skirtais informavimo ir sąmoningumo didinimo veiksmais prisideda prie koordinuoto atsako nacionaliniu lygmeniu.

LR aukštosios mokyklos atlieka itin svarbų vaidmenį rengiant specialistus spręsti mikroplastiko problemą taikant daugiadiscipliną požiūrį. Šiuo tikslu pirmenybė teikiama konkrečiau turinio apie mikroplastiką ir tekstilės mikropluoštus integravimui į atitinkamas studijų programas, stiprinant ekologinio projektavimo mokymus, kuriais siekiama sumažinti išmetamųjų mikropluoštų kiekį. Aukštojo mokslo įstaigos taip pat kuria specializuotas ir tęstinio mokymo programas, bendradarbiaujant su pirmaujančiomis įmonėmis atlieka taikomuosius tyrimus. Taip pat labai svarbu skatinti žinių perdavimą ir mokslinių rezultatų sklaidą pramonės ir viešojo administravimo institucijoms.

13.24. Šaltiniai

CPVA. <https://cpva.lt>

EEA. Microplastics from textiles: towards a circular economy for textiles in Europe. (Retrieved 4 January 2025, from <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/microplastics-from-textiles-towards-a-circular-economy-for-textiles-in-europe>).

EVRK. https://osp.stat.gov.lt/static/EVRK2/EVRK2red_lt_RIGHT.htm#13.

Every sample is contaminated: new research shows the extent of microplastic pollution in Lithuania (in Lithuanian), 2024. (Retrieved 4 January 2026 from: <https://cpva.lt/naujienos/kiemvianas-meginy-suzterstas-nauji-tyrimai-rodo-mikroplastiko-tarsos-masta-lietuvoje#:~:text=%C5%A0iandien%20viso%20pasaulio%20j%C5%ABros%20ir%20vandenynai%20susiduria,keli%C4%85%20efektyvesniam%20j%C5%ABr%C5%B3%20%C5%A1iuk%C5%A1li%C5%B3%20steb%C4%97jimui%20ir%20valdymui>).

Gago, J.; Carretero, O., Filgueiras, A.V., Viñas, L. (2018). Synthetic microfibers in the marine environment: A review on their occurrence in seawater and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 365–376.

Geyer, R., Jambeck, J. R., Law, K. L. (2017). Production, use and fate of all plastics ever made. *Science Advances*. 3: e1700782.

IBISWorld. (Retrieved 2 January 2026, from <https://www.ibisworld.com/lithuania/industry/clothing-manufacturing/200145/#IndustryStatisticsAndTrends>).

LMT. <https://lmt.lrv.lt/lt/>

Marine Valley. <https://jti.ku.lt/en/>

MicroPlastGuard. <https://en.ktu.edu/projects/mitigating-microplastics-pollution-through-advanced-baltic-cooperation-microplastguard/>

Rathinamoorthy, R., Balasaraswathi, S. R. (2020). A review of the current status of micro-fiber pollution research in textiles. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 33, 364–387.

Statistika. (Retrieved 30 December 2025 from: <https://osp.stat.gov.lt/>).

Tanaka, S. (2022). Environmental Pollution and Remediation. *In Book: Design of Materials and Technologies for Environmental Remediation*. Springer. DOI: 10.1007/978-2021-819.

UWWTD. Urban Waste Water Treatment Directive. (Retrieved 4 January 2026 from: <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/6244937d-1c2c-47f5-bdf1-33ca01ff1715>).

III Priedas: Nacionalinė ataskaita – Lenkija

13.25. Įvadas

13.25.1. Nacionalinės ataskaitos tikslas

Mikroplastikas kelia vis didesnę grėsmę aplinkai ir žmonių sveikatai. Mikroplastiko yra beveik visur: ore, vandenyje, dirvožemyje ir net žmonių bei gyvūnų kūnuose. Mokslininkai aptiko šių dalelių kiekvienoje tirtoje vandens aplinkoje, todėl jų poveikis ekosistemoms ir žmonių sveikatai kelia vis didesnį susirūpinimą. Vienas rimčiausių mikroplastiko šaltinių yra tekstilės pramonės produktai: tekstilė ir drabužiai, įvairiuose jų gyvavimo ciklo etapuose. Atsižvelgiant į tai, būtina pripažinti tekstilės pramonės mastą, būklę ir dabartinę situaciją, kad būtų galima imtis veiksmų aplinkos taršai, tiesiogiai ar netiesiogiai kylančiai iš šios pramonės, sumažinti.

Ataskaitos tikslas – pristatyti dabartinę tekstilės pramonės situaciją Lenkijoje, atsižvelgiant į vietinės tekstilės pramonės poveikį mikroplastiko susidarymui ir buitinių vandenių taršai mikroplastiku, taip pat nustatyti priemones, kurių imtasi siekiant sumažinti vandenių taršą mikroplastiku.

13.25.2. Kontekstas: Trumpa sektoriaus istorija – ekonominė reikšmė

Per pastarąjį dešimtmetį Lenkijos tekstilės pramonė transformavosi nuo masinės gamybos, pagrįstos mažomis darbo sąnaudomis, prie nišinių, specializuotų sprendimų, turinčių didelę pridėtinę vertę. Lenkijos tekstilės ir drabužių pramonės struktūros ir dydžio pokyčius lėmė tiek politiniai veiksniai (sistemine transformacija devintojo ir dešimtojo dešimtmečių sandūroje), tiek pasauliniai ekonominiai pokyčiai – rinkos globalizacija. Nors Lenkijos pramonė susiduria su dideliu sąnaudų spaudimu ir konkurencija iš Azijos, ji išlaiko stabilią poziciją kaip viena iš pirmaujančių gamintojų Europos Sąjungoje.

Pagrindiniai veiksniai, lemiantys dabartinę Lenkijos tekstilės pramonės padėtį, yra šie:

- Aukšta Lenkijos tekstilės pramonės padėtis Europos Sąjungoje – Lenkija užima trečią vietą ES pagal tekstilės įmonių skaičių (po Italijos ir Prancūzijos) ir užimtumą (po Italijos ir Vokietijos).
- Eksporto plėtra – Lenkijos tekstilės pramonė yra stipriai orientuota į eksportą, kuris sudaro daugiau nei 60 % pardavimo pajamų. Pagrindinės eksporto šalys yra Vokietija, Prancūzija ir Ukraina.
- Lenkijos tekstilės pramonės struktūra – pramonė yra labai susiskaldžiusi; apie 97 % drabužių sektoriaus įmonių yra labai mažos įmonės [Polska branża odzieżowa na tle światowych rynków, 2025].
- Produkcijos vertė – 2025 m. parduotos tekstilės produkcijos vertė vertinama maždaug 4,8 mlrd. eurų.

Tekstilės ir drabužių pramonė laikoma viena iš didžiausių augimo potencialą turinčių Lenkijos pramonės šakų. Didžiausią produktyvumo didinimo potencialą dėl didelio masto ir sukuriamos pridėtinės vertės turi šie subsektoriai: automobilių (8 mlrd. eurų), baldų (6,8 mlrd. eurų) ir tekstilės bei drabužių (5,7 mlrd. eurų).

Tekstilės ir drabužių sektoriai priklauso nacionaliniams sektoriams, turintiems didžiausias galimybes panaikinti produktyvumo atotrūkį nuo ES-15 šalių.

13.26. Nacionalinės tekstilės pramonės apžvalga

13.26.1. Tekstilės pramonės struktūra Lenkijoje

Šiuo metu būdingas plačiai apibrėžtos tekstilės gamybos pramonės bruožas yra santykinai nedidelis veikiančių subjektų skaičius Lenkijoje. „Dun & Bradstreet“ skaičiavimais, 2024 m. vasario pabaigoje šiame sektoriuje veikė kiek daugiau nei 9 500 įmonių [Od potęgi do niszy dla wytrwałych. Co czeka branżę włókienniczą? 2024].

Be to, tekstilės įmonių skaičius per pastaruosius trejus metus mažėjo. Vien 2023 m., palyginti su 2022 m., jis sumažėjo beveik 1,6 %. Taip pat daugėja veiklą sustabdžiusių įmonių skaičius. Vien 2023 m. jų buvo beveik 500. Tačiau tai nereiškia, kad tekstilės pramonė visiškai išnyko iš Lenkijos ekonomikos kraštovaizdžio. Vis dar yra regionų, kuriuose tekstilės pramonė klesti [Producenci tekstyliów, 2025]. Lenkijos tekstilės pramonės struktūra pagal Lenkijos veiklos rūšių klasifikatorių (PKD) pateikta 2 lentelėje.

2 lentelė: Lenkijos tekstilės pramonės struktūra pagal Lenkijos veiklos rūšių klasifikatorių PKD [Producenci tekstyliów, 2025]

Kategorija	Kiekis
13.10.A Medvilninių verpalų gamyba	19
13.10.B Vilninių verpalų gamyba	9
31.10.C Dirbtinių pluoštų verpalų gamyba	10
13.10.D Verpalų gamyba iš kitų tekstilės pluoštų, įskaitant siuvimo siūlų gamybą	20
13.10.Z Tekstilinių pluoštų paruošimas ir verpimas	3
13.20.A Medvilninių audinių gamyba	32
13.20.B Vilninių audinių gamyba	4
13.20.C Dirbtinių pluoštų audinių gamyba	15
13.20.D Kitų audinių gamyba	18
13.20,Z Audinių gamyba	7
13.30 Tekstilės apdaila	12
13.30.Z tekstilės apdaila	141
13.91.Z Megztų ir nertų gaminių gamyba	50
13.92.Z Baigtų tekstilės gaminių gamyba	651
13.93.Z Kilimų ir kilimėlių gamyba	26
13.94.Z Lynų, virvių, špagatų ir tinklų gamyba	30
13.95.Z Neaustinių medžiagų ir gaminių gamyba, išskyrus aprangą	56
13.96.Z Kitos techninės ir pramoninės tekstilės gamyba	73
13.99.Z Kitur neklasifikuotų tekstilės gaminių gamyba	149
Bendras skaičius	1325

Lenkijos aprangos pramonės struktūra pagal produktus pagal Lenkijos veiklos rūšių klasifikatorių (PKD) pateikta 3 lentelėje.

3 lentelė: Lenkijos aprangos pramonės struktūra pagal Lenkijos veiklos rūšių klasifikatorių (PKD) [4. Produccini odzieży, 2025]

Kategorija	Kiekis
14.10.Z Megztų drabužių gamyba	40
14.11.Z Odinių drabužių gamyba	39
14.12.Z Dartbo drabužių gamyba	188
14.13.Z Kitų viršutinių drabužių gamyba	690
14.14.Z Apatinių drabužių gamyba	98
14.19.Z Manufacture of other wearing apparel and accessories	344
14.20.Z Kailinių gaminių gamyba	6
14.21.Z Viršutinių darbužių gamyba	53
14.22.Z Apatinių drabužių gamyba	7
14.23.Z Darbo darbužių gamyba	14
14.29.Z Odinių ir kailinių drabužių gamyba	1
14.29.Z Kitur neklasifikuotų drabužių ir jų priedų gamyba	25
14.31.Z Megztų ir nertų kojinių gaminių gamyba	41
14.39.Z Kitų Megztų ir nertų kojinių gaminių gamyba	72
Iš viso	1618

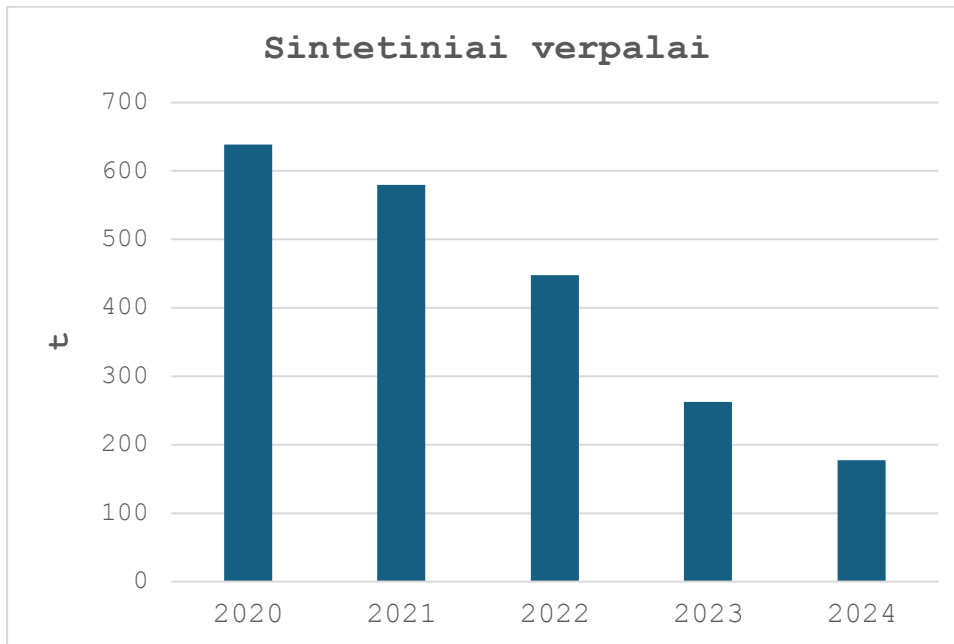
Tekstilės gaminių gamyba ir pardavimas

Gamyba

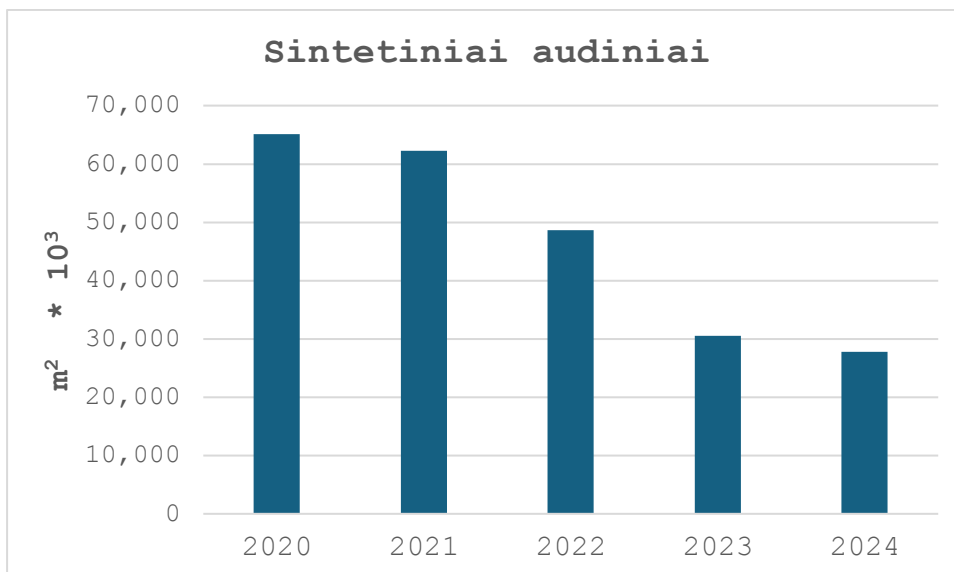
Lenkijos tekstilės pramonė apdoroja visų rūšių tekstilės žaliavas ir gamina įvairių rūšių linijinius ir plokščius tekstilės gaminius. Tačiau tekstilės mikroplastiko aspektu aktuali sintetinių pluoštų, verpalų ir audinių gamyba ir pardavimas.

Žemiau pateiktuose paveiksluose (2, 3 pav.) pateikiamas pasirinktų sintetinių tekstilės gaminių gamybos kiekis 2020–2024 m.



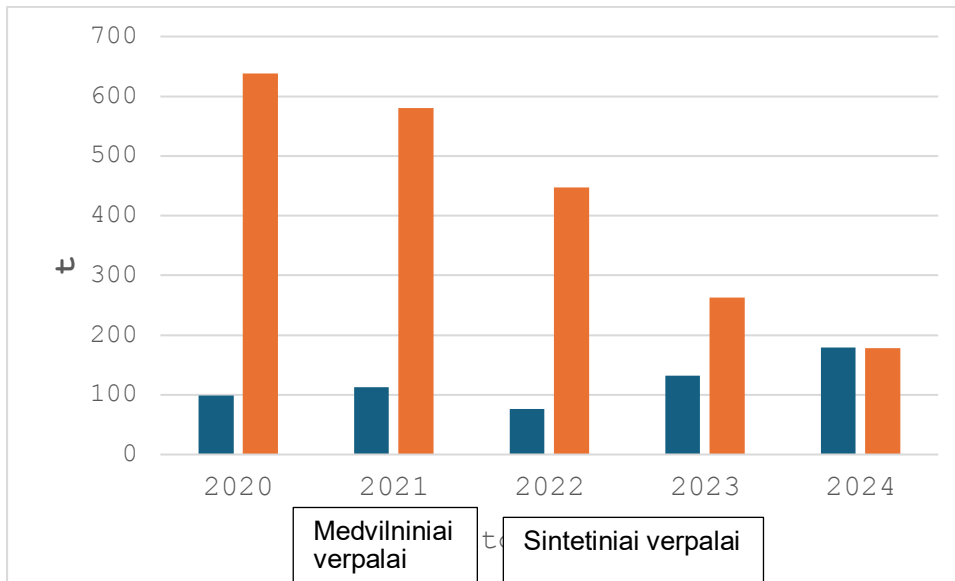


2 pav: Sintetinių siūlų gamyba Lenkijoje 2020-2024 m.

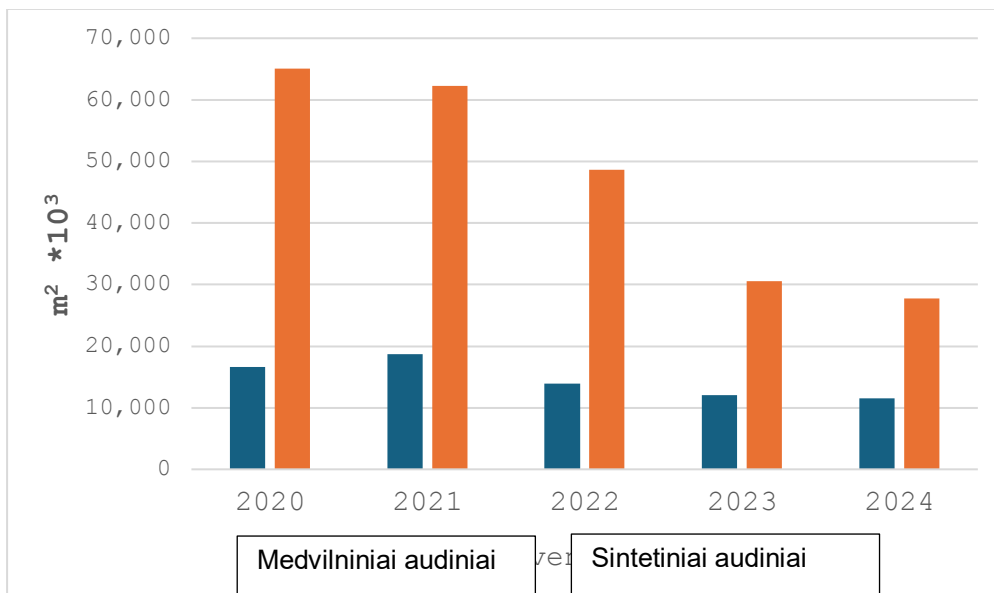


3 pav: Sintetinių audinių gamyba Lenkijoje 2020-2024 m.

Remiantis pateiktais duomenimis, galima teigti, kad sintetinių verpalų ir audinių gamyba Lenkijoje nuo 2020 m. sistemingai mažėja. Kalbant apie verpalus, sintetinių verpalų gamyba nuo 2020 m. sumažėjo tris kartus ir pasiekė medvilninių verpalų gamybos lygį (4 pav.). Tai reikėtų laikyti teigiama tendencija mažinant mikroplastiko kiekį verpalų gamyboje Lenkijoje.



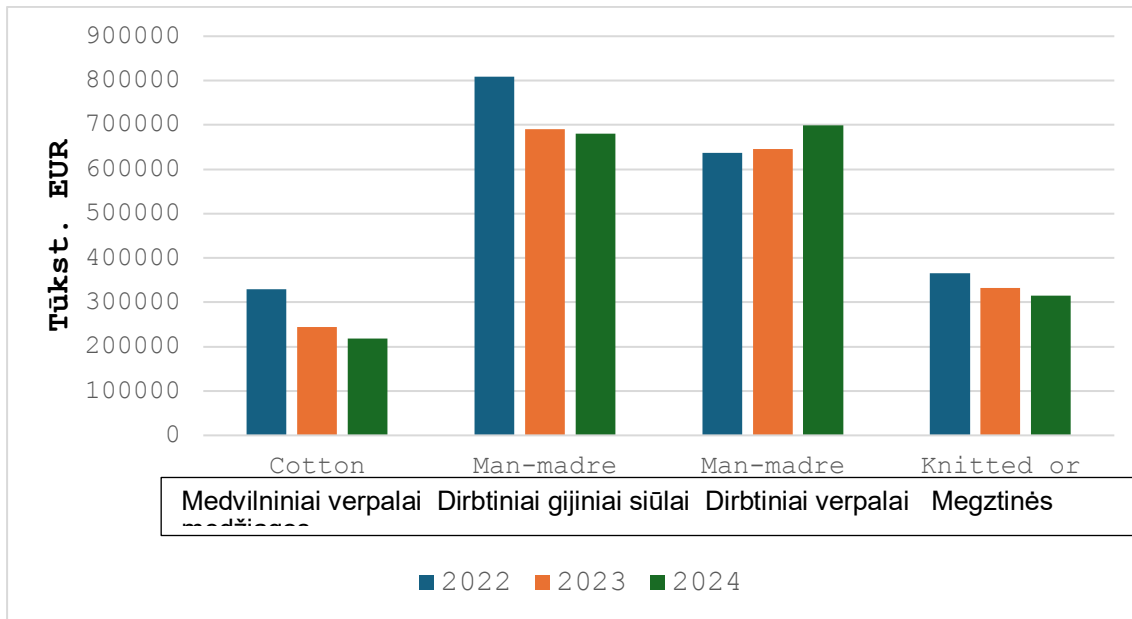
4 pav: Sintetinių ir medvilinių verpalų gamybos Lenkijoje 2020-2024 m. palyginimas.



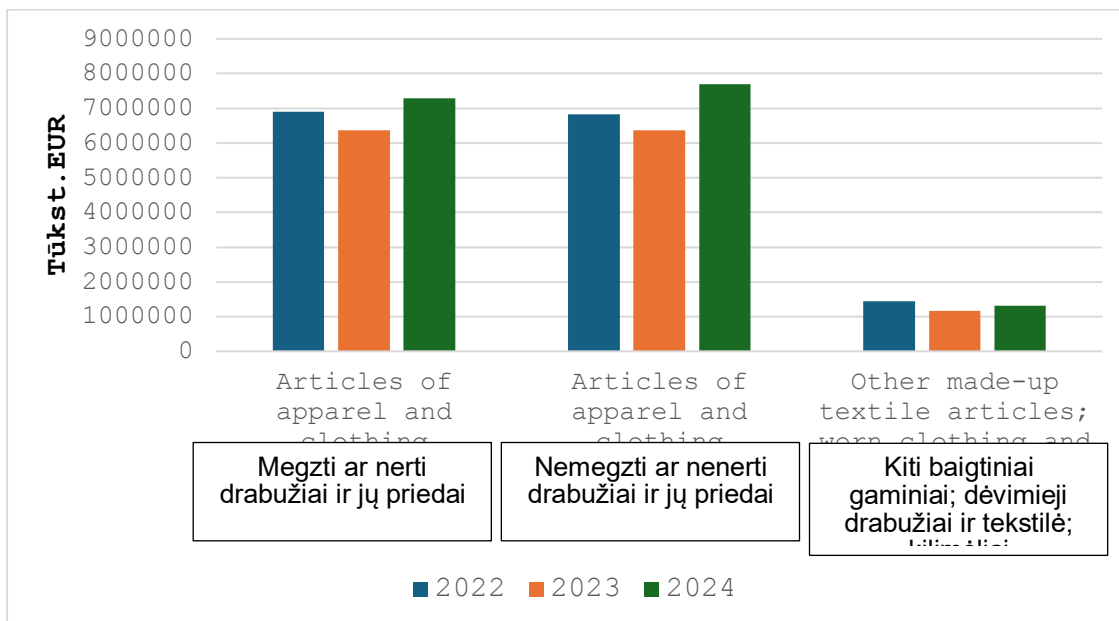
5 pav: Sintetinių ir medvilinių audinių gamybos Lenkijoje 2020-2024 m. palyginimas.

Sintetinių audinių gamyba taip pat mažėja. Tačiau 2024 m. gamyba yra dvigubai didesnė nei medvilinių audinių gamyba (5 pav.). Palyginus 5 ir 6 paveikslus, galima daryti išvadą, kad 2024 m. sintetinių audinių gamyba Lenkijoje perpus paremta sintetinių siūlų importu.

6 pav. pateikta Lenkijos pluoštų ir megztų audinių importo vertė 2022–2024 m. [Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2022, Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2023, Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2024].



6 pav: Lenkijos pluoštų ir mezginių importo vertė 2022–2024 m. [Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2022, Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2023, Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2024].



7 pav: Lenkijos drabužių ir kitų gatavų tekstilės gaminių importo vertė 2022–2024 m. [Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2022, Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2023, Lenkijos užsienio prekybos statistikos metraštis 2024].

Akivaizdu, kad sintetinių pluoštų importo vertė beveik tris kartus viršija medvilnės importo vertę. Be to, nuo 2022 m. didėja ir dirbtinių pluoštų importas. Tai nėra palanki tendencija siekiant sumažinti mikroplastiko kiekį Lenkijos tekstilės pramonėje.

Savo ruožtu drabužių importo vertė (7 pav.) gerokai – dešimt kartų – viršija pluoštų, verpalų ir megztų audinių importo vertę, pateiktą 6 pav.

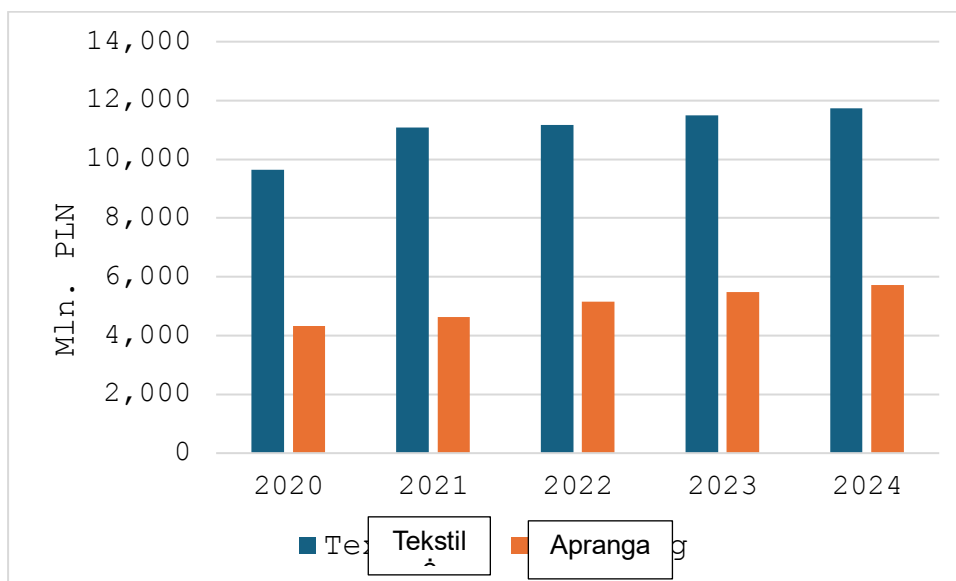
Be to, drabužių importo vertė 2024 m., palyginti su 2023 m., gerokai išaugo. Tai gali būti dėl kainų padidėjimo. Tačiau nėra duomenų, kurie tai patvirtintų.

Remiantis Lenkijos drabužių ir tekstilės rūmų (PIOT) skaičiais, Lenkijos drabužių rinkos vertė 2024 m. buvo 66,9 mlrd. PLN, iš kurių 10 mlrd. PLN sudarė vidaus gamyba. Tačiau PMR rinkos ekspertų ataskaitoje pateikti duomenys siekia 60 mlrd. PLN, iš kurių vien drabužių pardavimai (išskyrus apatinius drabužius, avalynę ir aksesuarus) sudaro apie 70 % šios sumos.

Remiantis ataskaita „Skaitmeninė mados spraga 2025“ ir „Puls Biznesu“, Lenkijos drabužių rinką daugiausia skatina moteriški drabužiai, kurie sudaro apie 53 % pramonės pajamų, o vyriški ir vaikiški drabužiai sudaro atitinkamai 32 % ir 15 %. 2023 m. moteriškų drabužių segmento vertė siekė 36 mlrd. PLN, tai sudarė daugiau nei pusę rinkos [Rosolio. Blog 2025].

Paskutinės kategorijos: „Kiti gatavi tekstilės gaminiai; dėvėti drabužiai ir dėvėti tekstilės gaminiai (skudurai)“ importo vertė kelia nerimą. 2024 m. vertė yra didesnė nei 2023 m., bet mažesnė nei 2022 m. Tačiau tai taip pat galima vertinti kaip teigiamą tendenciją, turinčią tarpvalstybinį poveikį. Dėvėtų drabužių importo vertės padidėjimas reiškia, kad drabužiai tarnaus ilgiau.

Tekstilės ir drabužių gaminių pardavimo vertė Lenkijoje 2020–2024 m. pateikta toliau pateiktoje diagramoje (8 pav.).



8 pav. Tekstilės ir drabužių gaminių pardavimo vertė Lenkijoje 2020–2024 m. [Walkowska – Macias; 2025]

13.27. Mikroplastikų / mikropluoštų taršos aktualumas nacionaliniame kontekste

Tyrimai parodė, kad pagrindiniai mikroplastiko šaltiniai yra sintetiniai audiniai ir padangos, kurios sudaro beveik du trečdalius tokio tipo vandenynų taršos [10]. Lenkija yra reikšminga abiejų kategorijų – sintetinių audinių (3 pav.) ir padangų – gamintoja ir importuotoja. Dėl šios priežasties mikroplastiko vandenynų problema Lenkijoje yra aktuali ir reikšminga.

Lenkijos drabužių rinkos vertė siekė 66,9 mlrd. PLN, iš kurių 10 mlrd. PLN sudaro vidaus gamyba, o likusi dalis – importas. Apskritai Lenkijos namų ūkių išlaidos drabužiams ir avalynei 2023 m. siekė 5,3 mlrd. EUR, o tai Lenkijai leido užimti šeštąją vietą Europoje [Eurostat. Statistika]. Tikimasi, kad drabužių ir avalynės rinka augs maždaug 4 % per metus.

Atsižvelgiant į tai, nacionaliniai mikroplastiko šaltiniai yra:

- tekstilės gamyba,
- tekstilės naudojimas, vyraujant tekstilės naudojimui, kurio didžioji dalis yra importuojama.

Tekstilės gamyba Lenkijoje apima visas mechanines technologijas, t. y. verpimą, audimą, mezgimą ir neaustinių medžiagų gamybą, taip pat cheminius tekstilės procesus, tokius kaip audinių apdaila ir funkcionalizavimas.

Tekstilės naudojimas Lenkijoje yra labai didelis. „Greitosios mados“ tendencija ir toliau dominuoja drabužių rinkoje.

13.28. Nacionaliniai mikropluošto išsiskyrimo šaltiniai

13.28.1. Gamybos etapas

Visų rūšių tekstilės gamyba Lenkijoje yra mikroplastiko šaltiniai. Lenkijos tekstilės pramonė gamina sintetinius siūlus ir audinius, kurių kiekis nurodytas aukščiau. Be siūlų, pagamintų iš natūralių pluoštų – medvilnės ir lino – didelę siūlų gamybos dalį sudaro sintetiniai siūlai. Šis segmentas apima sintetinių gijų tekstūravimą, pynimą, sukimą ir skiepijimą. Kiekviename iš minėtų gamybos segmentų atsiranda mechaninių smūgių. Jie gali pažeisti pluošto paviršių ir sukelti mikroplastiko susidarymą.

13.28.2. Vartojimo etapas

Kaip ir visose šalyse, drabužių ir tekstilės gaminių naudojimas yra mikroplastiko šaltinis. Tai susiję su tekstilės gaminių priežiūra, ypač skalbimu. Lenkijoje dažniausiai naudojama namų skalbykla. Pramoninės skalbyklos yra daug rečiau paplitusios.

13.28.3. Veiksmai gyvavimo ciklo pabaigoje

Nuo 2025 m. sausio 1 d. tekstilės atliekų negalima išmesti kaip mišrių atliekų. Taikomas atskiras panaudotų tekstilės gaminių ir drabužių surinkimas. Naudoti, nepažeisti drabužiai, kuriuos gali naudoti vėlesni naudotojai, išmetami į atitinkamus konteinerius. Drabužiai ir tekstilė, kurie nebetinkami naudoti, turi būti pristatomi į rūšiuojamų atliekų surinkimo punktus. Tai atitinka vyriausybės reglamentus.

13.29. Nacionaliniai moksliniai ir techniniai tyrimai

13.29.1. Aktyvios mokslinių tyrimų institucijos

Lenkijos mokslų akademijos institutai (pvz., ERCE PAN Lodzė, IOP PAN Krokva), žinybiniai institutai (pvz., IRS Olštynas, IMWM PIB) ir universitetų fakultetai, technologijos universitetai, Varšuvos gyvybės mokslų universitetas (SGGW), Krokuvos AGH universitetas, taip pat asociacijos (pvz., WWF Lenkija, OTOP, Gamtininkų klubas) aktyviai užsiima mikroplastiko analize ir prevencija.

13.29.2. Universitetų mokslinių tyrimų projektai

- **Fizikinių ir cheminių vandens ir nuotekų valymo procesų poveikis mikroplastikų kiekiui**

Finansuoja Nacionalinis mokslo centras (NCN); tyrimo projekto numeris: 2021/05/X/ST8/00567. Įgyvendinimo laikotarpis: 2021 m. lapkričio 3 d. – 2022 m. lapkričio 2 d., projekto vadovė: inž. dr. Sabina Ziembowicz.

Šio tyrimo tikslas – nustatyti fizikinių ir cheminių vandens ir nuotekų valymo procesų poveikį vandenyje ir nuotekose esantiems mikroplastikams. Buvo nustatyta pasirinktų atskirų procesų sąveika su mikroplastiko dalelių kiekiu, dydžiu, mase, forma ir paviršiaus struktūra. Projekte buvo tiriami keturi mikroplastikai (PE, PP, PVC, PS), kurie dažniausiai aptinkami vandens aplinkoje ir nuotekose. Analizė apėmė koaguliacijos procesą, dezinfekavimą ozonu ir UV spinduliuote bei Fentono procesą, kuris yra perspektyvus ir efektyvus metodas sunkiai skaidomiems organiniams teršalams pašalinti, todėl jis vis dažniau laikomas vienu iš nuotekų valymo etapų.

- **Mikroplastikų buvimo vandenyje ir įvairių teršalų adsorbcijos ant jų paviršių analizė**

Įgyvendinantis padalinys: Varšuvos technologijos universiteto Pastatų instaliacijos, hidrotechnikos ir aplinkos inžinerijos fakultetas, projekto vadovė: Aleksandra Bogdanowicz, inžinerijos magistrantė, finansavimo šaltiniai: YOUNG PW, IDUB („Tobulumo iniciatyva – tyrimų universitetas“).

Projekto tikslai: (1) nustatyti mikroplastikus vandens įleidimo angose ir pasirinktose vandens tiekimo sistemos vietose ir (2) įvertinti mikroplastikų potencialą adsorbuoti pasirinktus teršalus (pvz., sunkiuosius metalus ir organinius dažiklius) tiek laboratorinėmis, tiek lauko sąlygomis.

- **Grybų ir grybienos bei augalų sąveikos biodegradacijos aktyvumas esant mikroplastikams**

Įgyvendinantis padalinys: Lodzės universitetas, projekto vadovas: habil. dr. Przemysław Bernat; finansuoja Nacionalinis mokslo centras (NCN).

Biologijos, aplinkos apsaugos ir aplinkosaugos fakulteto Pramoninės mikrobiologijos ir biotechnologijų katedros mokslininkai tiria dviejų tipų mikroskopinius grybus, randamus dirvožemyje. Trichoderma grybai skatina augalų augimą, o Fusarium grybai sukelia augalų ligas. Tyrėjai daugiausia dėmesio skiria šių grybų poveikio kviečiams tyrimams ir tam, kaip dirvožemyje esantis mikroplastikas gali pakeisti šį poveikį.

13.29.3. Pramoniniai tyrimai

- **Sistema, skirta rinkti ir apdoroti realaus laiko duomenis apie vandenyje esančius mikroplastikus ir iš naftos gautas medžiagas**

Projektą įgyvendina konsorciumas su pramonės partneriu. Projektas finansuojamas pagal Vyriausybės strateginę programą „Hydrostrateg“ – pagal 3-įjį programos konkursą: „Vandens valdymo ir vidaus vandenų laivybos inovacijos“. Finansavimo sutarties pasirašymo data: 2025 m. rugpjūčio 14 d.

Projekto tikslas – sukurti ir pateikti rinkai pirmąją išsamią sistemą (prietaisų rinkinį), skirtą nuolat ir automatiškai stebėti mikroplastiko (MP) buvimą vandenyje, nereikalaujant darbuotojo rankinio valdymo ar mėginių pristatymo į specializuotą laboratoriją [Mateja-Furmaniak; 2025].

13.29.4. Dalyvavimas ES projektuose

- **„Lakes Connect“ (Interreg Baltijos jūros regionas)**

Projektas skirtas ežerų apsaugai nuo plastiko mikrodalelių, o edukacinė veikla vykdoma Varšuvoje. Lenkijos pagrindinis partneris: CNBCh UW (Analitinis ekspertų centras, Chemijos fakultetas, Varšuvos universitetas).

- **Daugiapakopis mikroplastiko ir susijusių teršalų Baltijos jūroje vertinimas (MICROPOLL)**

Koordinatorius: IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET AB - IVL Svenska Miljöinstitutet Stockholm. Projekto trukmė: 2017 m. liepa – 2020 m. rugsėjis. Projekto tikslas buvo įvertinti dabartinę mikroplastiko patekimo ir pasiskirstymo Baltijos jūroje būklę, keliamą mikroplastiko keliamą riziką ir pasiūlyti ekonomiškai efektyvias bei patogias naudoti mikroplastiko ir susijusių teršalų stebėsenos strategijas. Lenkijos partneris: Nacionalinis jūrų žuvininkystės tyrimų institutas, Gdynė.

- **Mikroplastiko taršos mažinimas pasitelkiant pažangų Baltijos šalių bendradarbiavimą – MicroPlastGuard**

Įgyvendinimo laikotarpis: 2024.10.01–2026.09.30. Lenkijos partneris: Lodzės technologijos universitetas, Kauno technologijos universitetas. Finansuojama pagal programą: SI Baltijos jūros kaimynystės programa – bendradarbiavimo projektai. Finansavimo agentūra: Švedijos institutas.

Projekto tikslas – spręsti neatidėliotiną mikroplastiko taršos problemą Baltijos jūros regione, ypatingą dėmesį skiriant grėsmei, kurią kelia iš sintetinių tekstilės gaminių išsiskyres mikroplastikas. Projekto tikslas – bendradarbiauti su tekstilės gamybos sektoriaus suinteresuotosiomis šalimis, siekiant nustatyti standartizuotus bandymų metodus, skirtus kiekybiškai įvertinti mikroplastiko pluošto išsiskyrimą skalbimo metu, ir spręsti žinių trūkumą tarp mados prekių ženklų ir gamyklų apie sausos būsenos mikroplastiko išsiskyrimą sintetinių tekstilės gaminių gamybos, apdorojimo ir perdirbimo metu. Be to, projekte pabrėžiamas esminis mokslinio ir socialinio sąmoningumo, tarptautinių ekspertų tinklų kūrimo ir diskusijų tarp įmonių bei politikos formuotojų vaidmuo sprendžiant šiuos klausimus. Be to, projekto tikslas – sukurti novatoriškas dangas ir apdailą, mažinančias mikroplastiko išsiskyrimą iš sintetinių audinių. Partnerystės apima Kauno technologijos universitetą ir Lodzės technologijos universitetą.

Publikacijos

- Połec M., Aleksander-Kwaterczak , Wątor K., Kmiec E., The occurrence of microplastics in freshwater systems – preliminary results from Krakow (Poland) Geology, Geophysics and Environment, 2018, 44 (4): 391–412
- Piotr Zieliński*1) , Karolina Mierzyńska. Microplastics in Polish freshwater ecosystems: Current state of knowledge and research gaps . JOURNAL OF WATER AND LAND DEVELOPMENT
- Dacewicz, E., Łobos-Moysa, E. and Chmielowski, K. (2024) "Identification tools of microplastics from surface water integrating digital image processing and statistical techniques," Materials, 17(15), 3701. Available at: <https://doi.org/10.3390/ma17153701>
- Kaliszewicz, A. et al. (2020) "The contamination of inland waters by microplastic fibres under different anthropogenic pressure: Preliminary study in Central Europe (Poland)," Waste

Management & Research, 38(11), pp. 1231–1238. Available at: <https://doi.org/10.1177/0734242X20938448>.

- Citation: Świątek, O.; Dąbrowska, A. A Feasible and Efficient Monitoring Method of Synthetic Fibers Released during Textile Washing. *Microplastics* 2024, 3, 67–81. <https://doi.org/10.3390/microplastics3010005>
- Ormaniec P. Occurrence and analysis of microplastics in municipal wastewater, Poland. *Environmental Science and Pollution Research* (2024) 31:49646–49655; <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34488-z>

13.30. Atvejų analizė

13.30.1. 1: Hydrostrateg

Sistema, skirta rinkti ir apdoroti realaus laiko duomenis apie mikroplastiko ir iš naftos gautų medžiagų buvimą vandenyje

Projektas, finansuojamas pagal Vyriausybės strateginę programą „Hydrostrateg“ – Nacionalinio mokslinių tyrimų ir plėtros centro iniciatyvos „Vandens valdymo ir vidaus vandenų laivybos inovacijos“ 3-iojo konkurso rėmuose – apima inovatyvaus mikroplastiko ir iš naftos gautų medžiagų vandenyje automatinio stebėjimo sistemos kūrimą. Projektą įgyvendinančio konsorciumo nariai yra:

- Vroclavo savivaldybės vandens ir nuotekų tiekimo įmonė,
- įmonė „Techsy“,
- Vroclavo mokslo ir technologijų universitetas,
- valstybinė vandens valdymo įmonė „Wody Polskie“.

Projekto tikslas – sukurti ir pateikti rinkai pirmąją išsamią sistemą (įrankių rinkinį), skirtą nuolat ir automatiškai stebėti mikroplastiko (MP) buvimą vandenyje, nereikalaujant darbuotojo rankinio valdymo ar mėginių pristatymo į specializuotą laboratoriją. Sistema sukurta veikti realiomis (lauko) sąlygomis, leidžiant stebėti mikroplastiko kiekį upėse, paviršiniuose upeliuose, vandens tiekimo tinkluose ir nuotekų valymo įrenginių išleidimo angose tekančiame vandenyje, taip užtikrinant nuolatinį užterštumo lygio vertinimą tiesiai surinkimo vietoje.

Finansavimo sutarties pasirašymo data: 2025 m. rugpjūčio 14 d.

Projekto metu sukurti prietaisai analizuos vandens mėginius vietoje ir nedelsdami perduos rezultatus visą parą, įskaitant naktį ir savaitgalius. Naudojant tokią stebėjimo sistemą didesniu mastu ateityje, bus galima nuolat stebėti vandens kokybę dėl mikroplastiko, panašiai kaip nuolat stebima oro kokybė dėl tokių teršalų kaip kietosios dalelės, anglies monoksidas ir benzenas per visą matavimo stočių sistemą.

Projektas apims mėginių ėmimo metodo sukūrimą, žymeklių naudojimo tyrimus ir analizės metodus, kurie leis tiksliai identifikuoti mikroplastikus, nereikalaujant sudėtingų laboratorinių metodų, sukūrimą.

Projekto tikslinės grupės yra vandens ir nuotekų tiekimo įmonės, pramonės įmonės ir už aplinkos apsaugą atsakingos institucijos. Įgyvendindami projektą, vartotojai gaus prieigą prie novatoriškos priemonės, kuri leis lengviau ir greičiau analizuoti mikroplastikus vandenyje.

Projekto rezultatas – paruošta diegti sistema, kuri leis nuolat stebėti vandens kokybę, remti aplinkos apsaugą ir užtikrinti saugią vandens kokybę visuomenei.

<https://techsy.com.pl/projekty/>

13.30.2. 2: FanPLESStic-sea

Kontekstas

„FanPLESStic-sea“ – tai projektas, skirtas mikroplastiko taršos vandenyje ir Baltijos jūroje prevencijai ir mažinimui.

Tarptautinis projektas – „FanPLESStic-sea“ projekte dalyvavo partnerių organizacijos iš aštuonių Baltijos šalių: Švedijos, Suomijos, Norvegijos, Danijos, Lenkijos, Latvijos, Lietuvos ir Rusijos. Lenkijai atstovavo dvi Gdanskio įmonės: „Gdańska Infrastruktura Wodociągowo-Kanalizacyjna Sp. z o.o.“ ir „Gdańskie Wody Sp. z o.o.“.

Nustatyta problema

Mikroplastiko buvo rasta atokiausiose Baltijos jūros vietose, taip pat geriamajame vandenyje, tačiau tikrasis problemos mastas ir pasekmės nežinomos. Mikroplastiko išgavimas iš jūros yra itin sudėtingas ir brangus, o gal net neįmanomas naudojant esamas technologijas. Todėl priemonės turėtų būti sutelktos į šaltinių mažinimą ir mikroplastiko pašalinimą prieš jam patenkant į jūrą. Šiuo metu trūksta žinių apie faktines šalinimo technologijas ir politiką, skirtą prevencinėms priemonėms ar šalinimo technologijoms įgyvendinti.

Įgyvendintos priemonės

Tarptautinis mokslinių tyrimų projektas „FanPLESStic-sea“ buvo skirtas veiklai, kuria siekiama sumažinti į Baltijos jūrą išleidžiamo mikroplastiko kiekį ir pašalinti galimus jo šaltinius. Projektu taip pat buvo siekiama didinti informuotumą ir žinias apie mikroplastiko plitimo kelius ir šaltinius. Siekiant įgyti reikiamų žinių savo tikslams pasiekti, projekto metu buvo atlikti mikroplastiko kiekio įvairiose aplinkos terpėse, su žmogaus veikla susijusiose srityse, tyrimai. Be to, buvo patikrintas ekonomiškai efektyvių metodų / technologijų, skirtų mikroplastikui pašalinti tose srityse, kuriose jis gali atsirasti, panaudojimo galimybės.

Kiekybiniai rezultatai

Įgyvendindama projektą, „GIWK Sp. z o.o.“ atliko geriamojo vandens ir nuotekų mikroplastiko kiekio tyrimą, patikrino jo pašalinimo greitį vandens ir nuotekų valymo procesuose, taip pat ir dirbtinių šlapžemių naudojimo procese, kuris buvo išbandytas valymo įrenginių teritorijoje pastatytoje bandomojoje stotyje, kaip kito tarptautinio projekto dalis. Bendrovė taip pat įgyvendino edukacinę kampaniją apie mikroplastiką ir jo žalingą poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai bei prižiūrėjo kitų projekto partnerių panašių kampanijų įgyvendinimą. Kampanijos įgyvendinimo atspirties taškas buvo veikla, vykdoma pagal gerai įvertintą ir plačiai reklamuotą edukacinę kampaniją „Miestas detoksikuoja“, kuri buvo plačiai pripažinta Gdanske ir už jo ribų.

Suinteresuotųjų šalių įtraukimas

Projekto įgyvendinime dalyvavo dvi vietos valdžios institucijos:

- Gdańska Infrastruktura Wodociągowo-Kanalizacyjna Sp. z o.o.,

- Gdańskie Wody Sp. z o.o.

Išmoktos pamokos

- įgyta žinių apie mikroplastiko kilmę ir jo plitimo kelius,
- įvertintas technologijų, mažinančių mikroplastiko kiekį arba jo patekimo į vandens kelius riziką, veiksmingumas,
- ir sprendimų priėmėjų žinios bei įsitraukimas buvo didinami teikiant pasiūlymus, kaip įgyvendinti ekonomiškai efektyvius mikroplastiko mažinimo metodus.

kontaktinė informacija

<https://www.giwk.pl/dla-srodowiska/zrealizowane-projekty/projekt-fanplesstic-sea/>

13.31. Pagrindiniai iššūkiai ir kliūtys

Lenkijoje yra įvairių kliūčių, trukdančių mažinti mikroplastiko taršą. Visų pirma, reikėtų paminėti ekonominius apribojimus. Jie daro įtaką tiek techninėms mikroplastiko taršos mažinimo galimybėms, tiek tekstilės ir drabužių vartotojų elgesiui ir sprendimų priėmimui. Dėl karo Ukrainoje gynybai skiriamos lėšos gerokai išaugo – gerokai daugiau nei ankstesniais metais. Dėl to moksliniams tyrimams ir investicijoms skiriama daugiau lėšų nei ankstesniais metais arba net mažiau.

Lenkijos tekstilės ir drabužių pramonės finansinė ir rinkos padėtis yra sudėtinga. Pramonė susiduria su problemomis, kylančiomis dėl per didelio tekstilės gaminių importo iš Rytų, pirmiausia Kinijos. Šie gaminiai yra gerokai pigesni nei vietinės gamybos prekės. Tuo pačiu metu didelis minimalus darbo užmokestis, socialinės išmokos ir verslininkams taikomi mokesčiai neleidžia jiems konkuruoti su importuojamais gaminiais, o tuo pačiu metu jie turi labai ribotas lėšas investicijoms.

Finansinė padėtis verčia daugelį žmonių pirkti žemesnės kokybės drabužius, dažnai importuojamus (pvz., iš Kinijos), kurių kokybės parametrai ir žaliavų sudėtis nežinomi. Žemesnės kokybės tekstilės gaminiai yra didesnis mikroplastiko šaltinis, palyginti su aukštos kokybės tekstile ir drabužiais, įskaitant prabangos prekes, kurios sudaro nedidelę Lenkijos tekstilės ir drabužių rinkos dalį.

Kitas iššūkis – keisti tekstilės ir drabužių vartotojų sąmoningumą. Greitoji moda Lenkijoje vis dar dominuoja. Lenkijos visuomenės amžiaus struktūra, kurioje vyrauja vyresnio amžiaus žmonės, gali būti kliūtis. Šie asmenys retai gauna informacijos iš internetinių šaltinių apie grėsmes aplinkai, mikroplastiką vandenyje ir galimus mikroplastiko mažinimo metodus. Vyresnio amžiaus lenkai vis dar prisimena rinkos situaciją devintajame ir dešimtajame dešimtmečiuose, kai pramoninių prekių buvo labai sunku gauti. Anuomet žmonės pirkdavo viską, ką buvo galima rasti parduotuvėje, nepaisydami poreikio, bijodami, kad ateityje, kai prireiks, šių produktų gali nebūti. Šie įpročiai ir papročiai vis dar gyvuoja kai kuriose visuomenės dalyse.

13.32. Nacionalinės sėkmės istorijos ir geriausia praktika

13.32.1. Inovatyvios technologijos

Lenkų mokslininkai Silezijos technologijos universitete Gliwicuose kuria medžiagas, kurios daro mažesnę poveikį aplinkai, naudodami chitozaną, natrio alginatą ir krakmolą, kurie gali pakeisti tradicinį plastiką. Šiame tyrime pristatomas novatoriškas daugiasluoksnės plėvelės gamybos metodas, kuriame elektro

verpimo būdu gauti polikaprolaktono (PCL) pluoštai derinami su chitozano matrica. Naujai sukurtos medžiagos užtikrina apčiuopiamą mikroplastiko kiekio sumažėjimą ir prisideda prie švaresnio, ekologiškesnio pakavimo sprendimo kūrimo [Jakubská, el. 2025].

13.32.2. Pramonės arba savivaldybių iniciatyvos

Lenkijos plastikų paktas – 17 Tikslų Kampanijos fondo iniciatyva. Jis suburia įmones ir organizacijas, dalyvaujančias plastikų vertės grandinėje, kad jos bendradarbiautų siekdamos uždaryti plastikinių pakuočių ciklą Lenkijoje. Tai daugiašalė, tarpsektorinė ir pramonės vadovaujama bendradarbiavimo platforma, kuria siekiama sumažinti plastikinių pakuočių atliekų ir taršos kiekį, integruojant įvairius vertės grandinės partnerius, įskaitant įmones, NVO ir kitus pagrindinius nacionalinės plastikų vertės grandinės dalyvius.

https://paktplastikowy.pl/english-version/?utm_source=chatgpt.com

13.32.3.ertifikavimas arba savanoriškos schemas

Sertifikavimas „Be plastiko“ – tarptautinis ir savanoriškas produktų sertifikavimo standartas. Jis patvirtina, kad galutiniuose produktuose, pakuotėse ir medžiagose nėra įprasto plastiko. Ši pasaulinė sistema, priklausanti inovatyviam startuoliui Sertifikavimas „Be plastiko“, orientuota į iškastinio kuro pagrindu pagaminto plastiko atsakymą ir tvaresnių medžiagų naudojimo skatinimą. Programa prieinama įvairiems sektoriams.

13.32.4. Sėkminga partnerystė ir projektai

- Projektas „Makroplastiko atliekų pernašos upelyje su augmenija mechanizmo tyrimas“.

Projektas orientuotas į upes su augalija apaugusiais krantais. Pagrindinis jo tikslas – ne tik rekonstruoti plastiko atliekų kelią, bet ir, svarbiausia, sukurti sprendimus, kurie apribotų jų plitimą vidaus vandenyse ir nuotėkį į jūras bei vandenynus. Projekto metu bus sukurtas matematinis modelis, kuris leis atlikti skaitmeninius plastiko pernašos modeliavimus įvairiomis vandens tėkmės sąlygomis. Šios žinios padės greičiau ir ekonomiškiau stebėti vandenį, ar nėra šios rūšies taršos, ir užkirsti kelią jos plitimui.

<https://zielonyrozwoj.pl/polscy-naukowcy-opracuja-model-sledzenia-mikroplastiku-w-rzekach/>

- „Aquacollector“

„Aquacollector“ yra nešiojamas prietaisas, skirtas mikroplastikui iš vandens telkinių surinkti ir utilizuoti. Įrenginys skirtas tiek viešųjų, tiek privačių vandens rezervuarų savininkams. Prototipas maitinamas fotovoltinėmis plokštėmis. Taip gauta energija varo panardinamąjį siurblių, kuris padidina vandens srautą per filtrų sistemą, sulaikančią teršalus. „Aquacollector“ turi įmontuotą lokatorių ir filtro užsikimšimo jutiklį. Taip pat sukurta mobilioji programėlė, leidžianti nuotoliniu būdu nustatyti įrenginio vietą ir stebėti filtro tinklėlio užpildymo lygį.

<https://slaskifestiwalnauki.pl/aquacollector-przenosne-urzadzenie-do-zbierania-i-utylizacji-zanieczyszczen-syntetycznych-z-akwenow>

- C-TRUE

Startuolis „C-TRUE“, bendradarbiaudamas su Varšuvos technologijos universitetu ir biotechnologijų bendrove „Selvita“, kuria biosensorių, galintį aptikti polistireno mikroplastiką. Pagrindinis elementas yra mikrofluidinė kasetė – mažas prietaisas, į kurį vartotojas įlašina vandens arba maisto mėginį. Rezultatą galima nuskaityti naudojant mobiliąją programėlę ir telefono kamerą. Technologija yra MVP stadijoje. „C-TRUE“ jau išbandė biosensorius, kaip pavyzdį naudodama žemės riešutų alergenų. Dabar tyrėjai kuria polistireno sprendimą, atsižvelgdami į papildomus mikroplastiko tipus.

<https://www.gazetaprawna.pl/wideo/z-pierwszej-strony/wideo/9884144,mikroplastik-na-talerzu-polski-start-up-chce-pomoc-nam-go-wykrywac.html>

13.33. Nacionalinė politika ir reguliavimo sistema

13.33.1. Su mikroplastiku susiję nacionaliniai įstatymai

2019 m. liepos 19 d. įstatymas, kuriuo iš dalies keičiamas Švaros ir tvarkos palaikymo savivaldybėse įstatymas ir tam tikri kiti įstatymai. Įstatymas įvedė pareigą atskirti tekstilės atliekas nuo 2025 m. sausio 1 d.

(2019 m. liepos 19 d. įstatymas, kuriuo iš dalies keičiamas Savivaldybių švaros ir tvarkos palaikymo įstatymas ir tam tikri kiti įstatymai – lenkų kalba, 2018 m. Įstatymų leidinys, 14520 punktas, 1az. 14520 arba 9, 730 ir 1403 punktai).

13.33.2. Suderinimas su ES teisės aktais

- 2018 m. gegužės 30 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (ES) 2018/851, kuria iš dalies keičiama Direktyva 2008/98/EB dėl atliekų (Tekstas svarbus EEE)

13.33.3. Strateginiai planai, paskatos ir programos

- **Hydrostrateg**

Vyriausybės strateginė programa „Hydrostrateg“ „Vandens valdymo ir vidaus vandenų laivybos inovacijos“

Pagrindinis programos tikslas – įdiegti naujus sprendimus, skirtus pagerinti vandens naudojimo ir valdymo efektyvumą Lenkijoje.

Programa apima tris tyrimų sritis:

- vanduo aplinkoje – biologinė įvairovė / bioproduktyvumas,
- vanduo mieste,
- vidaus vandenų laivyba.

Konkretūs tikslai:

1. Vandens sulaikymo didinimas ir kokybės gerinimas (taikant tvaraus vystymosi ir tvaraus vandens bei nuotekų valdymo principus).
2. Naujų tyrimų metodų, stebėjimų ir priemonių, skirtų vandens ekosistemų ir nuo vandens priklausomų ekosistemų būklės stebėsenai ir vertinimui, diegimas.
3. Vandens kelių naudojimo vidaus vandenų laivybai didinimas naudojant esamus išteklius.

13.33.4. Nacionalinės standartizavimo veiklos

Standartizacijos veikla Lenkijoje grindžiama Europos ir tarptautinių standartų priėmimo kaip Lenkijos standartų principu.

PN-EN ISO 24187:2024-02 Aplinkoje esančių mikroplastikų analizės principai

13.34. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

13.34.1. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

Reikia didinti visuomenės informuotumą apie žalingą mikroplastiko poveikį ir būdus, kaip jo išvengti. Lenkų informuotumas yra gana aukštas. Internete galima rasti daug informacijos, ataskaitų, mokslinių publikacijų ir interviu šia tema. Tačiau šią veiklą reikia tęsti ir stiprinti.

Studijų programos, įskaitant ir Lodzės technologijos universiteto Tekstilės studijų programą, į savo dalykų turinį įtraukia plačiai suprantamą aplinkos apsaugą ir tvarų vystymąsi, įskaitant mikroplastiko susidarymo prevenciją.

13.34.2. Rekomendacijos dėl mokymo programų integravimo ir profesinio mokymo

The Žinių ir gerosios praktikos perdavimas mikroplastiko, jo šaltinių ir mažinimo srityje turėtų vykti visais švietimo lygmenimis, įskaitant trečiojo amžiaus universitetus.

Tokio švietimo turinys turėtų būti pritaikytas prie dalyvių amžiaus ir kompetencijų. Pavyzdžiui, vaikams ir paaugliams patartina į kompiuterinius žaidimus įtraukti su mikroplastiku susijusį turinį.

13.35. Išvados

Lenkijoje mikroplastikas susidaro visuose tekstilės gyvavimo ciklo etapuose: gamybos, naudojimo ir šalinimo.

Suvokimas apie mikroplastiko keliamą grėsmę sveikatai ir aplinkai yra labai didelis, ką rodo projektų, mokslinių publikacijų ir socialinės žiniasklaidos turinio skaičius.

Vykdoma daug mokslinių ir edukacinių projektų, susijusių su tvariu vystymusi, įskaitant mikroplastiką.

Visos pastangos turėtų būti tęsiamos ir intensyvinamos.

Finansiniai veiksniai yra didžiausia kliūtis kovojant su mikroplastiko susidarymu, nes jie daro įtaką tiek jmonių, tiek individualių tekstilės vartotojų sprendimams.

13.36. Šaltiniai

Eurostat. Statistics. Household consumption by purpose, explained
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Household_consumption_by_purpose

Jakubská, J.; Hudecki, A.; Kluska, D.; Grzybek, P.; Gołombek, K.; Pakieła, W.; Spatek, H.; Włodarczyk, P.; Kolano-Burian, A.; Dudek, G. Innovative Multilayer Biodegradable Films of Chitosan and PCL Fibers for Food Packaging. *Foods* 2025, 14, 2470. <https://doi.org/10.3390/foods14142470>

Mateja-Furmanik M. Nowatorski system do walki z mikroplastikiem. Wrocławskie wodociągi testują przełomowe rozwiązanie, 2025. <https://zielony.onet.pl/przyroda/mikroplastik-w-wodzie-innowacyjny-projekt-wroclawskich-wodociagow/cw7v52v>

Od potęgi do niszy dla wytrwałych. Co czeka branżę włókienniczą? 2024; <https://media.big.pl/informacje-prasowe/832884/od-potegi-do-niszy-dla-wytrwalych-co-czeka-branze-wlokiennicza>

Polska branża odzieżowa na tle światowych rynków, <https://www.trade.gov.pl/wiedza/polska-branza-odziezowa-na-tle-swiatow>, 25.11.2025; KO BP, Departament Analiz Ekonomicznych, „Rynki międzynarodowe: odzież. Sytuacja bieżąca i prognozy do 2029”, sierpień 2025

Producenci odzieży 24-11-2025; https://www.coig.com.pl/wykaz_lista_producentow-tekstyliow.php

Producenci tekstyliów 24-11-2025; https://www.coig.com.pl/wykaz_lista_producentow-tekstyliow.php

Rosalio. Blog. 2025. Polska jest 6. w Europie w wydatkach na modę, ale 78% nadal kupuje stacjonarnie. Co się zmieni? https://rosalio.pl/blog/polska-rynek-mody-digitalizacja-2025-prognozy/?srsId=AfmBOoob_Z-Ee1RcJgoWtDdwVfWktDVhfug5EtEjB8HtazUs8wZsNues#badanie-cyfrowa-przepasc

Walkowska-Macias K. Produkcja wyrobów przemysłowych w latach 2020–2024, GUS, Warszawa 2025
Yearbook of Foreign Trade Statistics of Poland 2022,
Yearbook of Foreign Trade Statistics of Poland 2023,
Yearbook of Foreign Trade Statistics of Poland 2024,

<https://www.oliviacentre.com/news/dzien-bez-opakowan-foliowych/>; <https://www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/waste/plastic-bags-used-per-year>

<https://www.medexpress.pl/nauka-medycyna/rewolucja-w-walce-z-plastikiem-badania-polki-daja-nadzieje-na-czystsza-planete/>

IV Priedas: Nacionalinė ataskaita – Ispanija

13.37. Įvadas

Pastaraisiais metais mikroplastiko tarša tapo viena iš pagrindinių aplinkosaugos problemų, susijusių su šiuolaikinėmis gamybos sistemomis, turinčių didelę įtaką vandens ekosistemoms, žmonių sveikatai ir ekonominiam tvarumui. Iš įvairių nustatytų šaltinių tekstilės sektorius išsiskiria kaip vienas iš pagrindinių sintetinių mikropluoštų, susidarantių tiek gamybos ir apdailos procesų metu, tiek drabužių naudojimo ir skalbimo etape, išleidimo į aplinką veiksmų.

Europos kontekste tekstilės pramonei skiriama vis daugiau dėmesio žiedinės ekonomikos, taršos prevencijos ir pramonės tvarumo politikos kontekste, o tai atsispindi tokiose iniciatyvose kaip Europos

žalioji kursas, ES tvarios ir žiedinės tekstilės strategija ir vėlesni žiedinės ekonomikos veiksmų planai. Šiose strategijose aiškiai pripažįstama, kad reikia imtis veiksmų prieš mikroplastiko susidarymą jo susidarymo vietoje, gerinti jo kontrolę vandens valymo sistemose ir skatinti technologinius bei projektavimo sprendimus, kurie kuo labiau sumažintų jo išleidimą į aplinką.

Ispanija, kaip viena iš šalių, turinčių ilgiausias tradicijas ir didžiausią pramonės įtaką Europos tekstilės sektoriuje, aktyviai dalyvauja kolektyvinėse pastangose, kuriomis siekiama užkirsti kelią mikroplastiko taršai ir ją sumažinti. Universitetai, technologijų centrai, tekstilės įmonės, integruoti vandens ciklo valdytojai ir Ispanijos viešojo administravimo institucijos dalyvauja Europos Sąjungos finansuojamuose projektuose pagal tokias programas kaip LIFE, „Horizontas 2020“, „Horizontas Europa“ ir „Interreg“. Šios iniciatyvos viena kitą papildo sprendžiant mikroplastiko mažinimo jų susidarymo šaltinyje, taip pat jo aptikimo, stebėsenos ir šalinimo vandens sistemose klausimus.

Jų svarba tekstilės sektoriui yra ypač didelė, atsižvelgiant į tai, kad didelė dalis mikropluošto, išsiskiriančio drabužių naudojimo ir skalbimo metu, yra transportuojama į nuotekų valymo įrenginius, iš kur jis gali pasiekti priimančią aplinką. Tuo pačiu metu kiti projektai, kuriuose dalyvauja Ispanija, yra skirti novatoriškų technologinių sprendimų kūrimui ir mikropluošto susidarymo mažinimui tekstilės gaminių projektavimo, medžiagų pasirinkimo ir gamybos etapuose, prevenciškai veikiant problemos šaltinyje.

Visi šie veiksmai atspindi požiūrį, kuris apjungia prevenciją prie šaltinio, pramoninių procesų tobulinimą, medžiagų inovacijas ir pažangų vandens valymą, laikantis Europos prioritetų ir nacionalinių tikslų pramonės tvarumo ir aplinkos apsaugos srityse. Tačiau platus šių sprendimų įgyvendinimas ir toliau susiduria su techniniais, ekonominiais ir reguliavimo iššūkiais, todėl reikia nacionalinės analizės ir informacinės sistemos, kuri standartizuotų esamas žinias, nustatytų gerąją praktiką ir palengvintų įvairių suinteresuotųjų šalių sprendimų priėmimą.

Ši nacionalinė ataskaita apie mikroplastikus Ispanijos tekstilės sektoriuje buvo parengta siekiant pateikti struktūrizuotą ir naujausią mikroplastikų, ypač tekstilės mikropluoštų, problemos apžvalgą nacionaliniame kontekste. Ataskaitos tikslas – pristatyti turimas mokslines ir technines žinias, nustatyti pagrindinius išmetamųjų teršalų šaltinius per visą tekstilės gaminių gyvavimo ciklą, išanalizuoti reguliavimo sistemą ir esamas mokslinių tyrimų, inovacijų ir bendradarbiavimo iniciatyvas, taip pat pabrėžti gerąją praktiką ir technologinius sprendimus, kuriuos sukūrė pramonės sektorius ir mokslinių tyrimų, technologinės plėtros ir inovacijų suinteresuotosios šalys.

Ši ataskaita taip pat siekia būti sprendimų priėmimo paramos priemone viešojo administravimo institucijoms, įmonėms, technologijų centrams ir kitiems susijusiems subjektams, palengvinant strategijų ir priemonių, skirtų mikroplastiko išleidimui užkirsti kelią ir jį sumažinti, apibrėžimą, laikantis Europos politikos ir nacionalinių įsipareigojimų tvarumo, žiedinės ekonomikos ir aplinkos apsaugos srityse. Šiuo atžvilgiu dokumentu siekiama prisidėti prie koordinuotų ir įrodymais pagrįstų veiksmų, kurie skatintų Ispanijos tekstilės sektoriaus perėjimą prie tvaresnių ir aplinkai atsakingesnių gamybos modelių, kūrimo.

13.38. Nacionalinės tekstilės pramonės apžvalga

13.38.1. Įvadas ir sektoriaus apibrėžimas

Tekstilės ir aprangos sektorius yra tradicinė Ispanijos ekonomikos pramonės veikla, daranti didelę įtaką tiek užimtumui, tiek verslo struktūrai. Remiantis Nacionaliniu ekonominės veiklos klasifikatoriumi (CNAE-2009), šis sektorius apima pluoštų paruošimą ir verpimą, audinių gamybą ir apdailą, kitų tekstilės gaminių gamybą ir drabužių gamybą (Instituto Nacional de Estadística, 2023). Istoriskai šiai pramonei buvo būdingas didelis verslo susiskaldymas ir stipri teritorinė koncentracija.

Nuo XX a. dešimtojo dešimtmečio vidurio Ispanijos tekstilės gamybai didelę įtaką padarė tarptautinės prekybos liberalizavimo procesas, kilęs iš Tekstilės ir aprangos susitarimo, kuris 2005 m. buvo visiškai integruotas į Pasaulio prekybos organizacijos taisykles (Moral, 2004). Ši nauja sistema sustiprino tarptautinę konkurenciją, ypač iš Azijos šalių, ir privertė sektorių prisitaikyti taikant produktyvus restruktūrizavimo, dalinio perkėlimo ir diferenciacijos, grindžiamos kokybe, dizainu ir greitu reagavimu į rinką, procesus (Europos Komisija, 2004).

13.38.2. Naujausi pasiekimai ir dabartiniai gamybos duomenys

Ispanijos tekstilės gamybos santykinė svarba visoje apdirbamosios pramonės pramonėje palaipsniui mažėjo, o tai atitiko kitų tradicinių pramonės sektorių raidą. Nuo 2000-ųjų augimas sulėtėjo, o tai turėjo didelės įtakos gamybai ir užimtumui (Moral, 2004). Tačiau sektorius ir toliau atlieka svarbų vaidmenį tam tikruose regionuose ir specializuotuose segmentuose.

Remiantis naujausia Tekstilės ir aprangos informacijos centro (CENTRO de Información Textil y de la Confección-CITYC, 2025) ataskaita, 2024 m. Ispanijos tekstilės pramonės apyvarta siekė 5,996 mlrd. EUR, tai yra 2,7 % mažiau nei ankstesniais metais (CENTRO de Información Textil y de la Confección [CITYC], 2025). Aktyviųjų įmonių skaičius siekė 3 426 – 2,3 % mažiau nei praėjusiais metais, o tiesioginių darbuotojų skaičius siekė 45 429, tai yra 1,1 % mažiau nei 2023 m. („Centro de Información Textil y de la Confección-CITYC“, 2025 m.). Šie duomenys atspindi koregavimo laikotarpį po augimo, užfiksuoto po pandemijos.

Kalbant apie gamybos struktūrą, apyvarta daugiausia sutelkta audinių, techninės tekstilės ir namų tekstilės sub-sektoriuose, kurie kartu sudaro didelę visos produkcijos dalį. Ši gamybos specializacija leido išlaikyti tam tikrą stabilumą didesnės pridėtinės vertės segmentuose, nors tai nesutrukdė įmonių ir darbo vietų skaičiaus mažėjimui.

13.38.3. Teritorinis aspektas ir verslo struktūra

Tekstilės gamyba Ispanijoje yra geografiškai labai koncentruota. Katalonija ir Valensijos sritis sudaro didelę tekstilės veiklos dalį, ypač verpimo, audimo ir apdailos etapuose, o drabužių gamyba yra labiau paplitusi visoje šalyje, ypač Andalūzijoje, Galisijoje, Madride ir Kastilijoje-La Manchoje (Instituto Nacional de Estadística, 2023).

Šiame sektoriuje dominuoja mažos ir vidutinės įmonės. Daugiau nei 50 % įmonių turi mažiau nei penkis darbuotojus, o didelė dalis jų iš viso neturi darbuotojų, o tai rodo labai susiskaidžiusį gamybos modelį (Moral, 2004). Ši struktūra riboja investicijų į inovacijas, skaitmeninimą ir tarptautinę plėtrą galimybes,

nors pastaraisiais metais atsirado požymių, kad prasideda verslo bendradarbiavimo ir gamybos specializacijos procesai.

13.38.4. Gamyba, tarptautinė prekyba ir konkurencingumas

Ispanijos tekstilės gamybos raida yra glaudžiai susijusi su tarptautine prekyba. 2024 m. tekstilės eksportas pasiekė 4,72 mlrd. EUR, tai yra 1,6 % daugiau nei 2023 m., o importas siekė 5,107 mlrd. EUR, tai yra 6,3 % daugiau nei praėjusiais metais („Centro de Información Textil y de la Confección-CITYC“, 2025 m.). Dėl to sektoriaus prekybos balansas parodė 387 mln. EUR deficitą, kuris, palyginti su ankstesniais metais, padidėjo.

Pagrindinės Ispanijos tekstilės eksporto kryptys yra Marokas, Prancūzija, Italija, Portugalija ir Vokietija, o tai rodo didelį dėmesį Europos ir Viduržemio jūros regiono rinkoms. Kalbant apie importą, išsiskiria tokios šalys kaip Kinija, Turkija, Italija ir Pakistanas, kurioms tenka didelė užsienio pasiūlos dalis („Centro de Información Textil y de la Confección-CITYC“, 2025 m.). Susidūrusios su šiuo konkurenciniu spaudimu, Ispanijos įmonės pasirenko diferenciacijos, gamybos lankstumo ir vertės grandinės kontrolės strategijas, ypač didesnės pridėtinės vertės segmentuose.

13.38.5. Išvados

Tekstilės gamyba Ispanijoje susiduria su labai konkurencinga ir nuolat kintančia aplinka. Nors sektorius prarado santykinę svarbą gamybos pramonėje, jis išlieka ekonomiškai ir socialiai reikšmingas, ypač tam tikruose regionuose. Naujaisi CITYC duomenys rodo prisitaikymo laikotarpį, kuriam būdingas įmonių ir darbo vietų skaičiaus sumažėjimas, taip pat prekybos balanso pablogėjimas.

Sektoriaus ateitis priklausys nuo jo gebėjimo tobulėti technologinių inovacijų, skaitmeninimo, tvarumo ir specializacijos didesnės pridėtinės vertės produktų srityje, taip pat nuo produktyvumo ir vidutinio įmonės dydžio didinimo. Šiame kontekste verslo bendradarbiavimo stiprinimas ir pramonės politikos rėmimas yra pagrindiniai elementai, užtikrinantys tekstilės gamybos Ispanijoje gyvybingumą ir konkurencingumą.

13.39. Mikroplastikų / mikropluoštų taršos aktualumas nacionaliniame kontekste

Mikroplastiko buvimas aplinkoje tapo pagrindine aplinkosaugos problema Ispanijoje, ypač kalbant apie jūrų ir gėlavandenes ekosistemas. Tarp įvairių mikroplastiko tipų sintetiniai tekstilės mikropluoštai buvo pripažinti viena iš labiausiai paplitusių formų dėl plačiai paplitusio sintetinių polimerų, tokių kaip poliesteris, poliamidas ir akrilas, naudojimo tekstilės ir mados pramonėje (Duch, 2024).

Ispanija, turinti daugiau nei 7900 km ilgio pakrantę ir didelę priklausomybę nuo jūrų ekosistemų turizmo, žvejybos ir biologinės įvairovės srityse, yra ypač pažeidžiama mikroplastiko taršos (Filgiras ir kt., 2019). Keletas nacionalinių tyrimų patvirtino mikroplastiko, įskaitant mikropluoštus, buvimą pakrančių vandenyse, nuosėdose, gėlavandeniuose telkiniuose ir nuotekų valymo įrenginiuose (PTAR) (Los Microplásticos, Más Allá de Los Pellets - Campus de Gandia Ciencia - UPV Universitat Politècnica de València, n.d.). Viduržemio jūra, besiribojanti su didele Ispanijos pakrantės dalimi, buvo įvardyta

kaip vienas iš jūrų regionų, kuriame yra didžiausia mikroplastiko koncentracija pasaulyje (Simon-Sánchez ir kt., 2022).

Tekstilės mikropluoštai išsiskiria per visą tekstilės gaminių gyvavimo ciklą, tačiau naudojimo etapas, ypač skalbimas namuose, buvo įvardytas kaip pagrindinis išmetamųjų teršalų šaltinis. Skalbant sintetinius drabužius, išsiskiria didelis kiekis mikroskopinių pluoštų, kurie patenka į nuotekų sistemas (Reciclar Está de Moda - Recuperación Textil En Madrid - Ayuntamiento de Madrid, n.d.). Nors nuotekų valymo įrenginiai gali sulaikyti didelį šių dalelių procentą (López-Castellanos ir kt., 2020), nemaža dalis ir toliau pasiekia vandens aplinką, o sulaikyti mikropluoštai kaupiasi nuotekose.

Šis susirūpinimas auga dėl:

- Didelio tekstilės gaminių vartojimo, kuriam įtakos turi greitosios mados modeliai („Briefing-Textiles-in-Europe-s-Circular-Economy“, 2019 m.).
- Tekstilės ir drabužių pramonės svarbos nacionaliniu lygmeniu, ypač tokiuose regionuose kaip Katalonija, Galisija ir Valensijos sritis. („251007_informe-Economico-de-La-Moda-En-Espana-2025“, 2025 m.).
- Plataus išvalytų nuotekų ir nuotekų dumblo naudojimo žemės ūkyje, dėl kurio padidėja sausumos užterštumo mikropluoštais rizika (Nizzetto ir kt., 2016 m.).

Be to, naujausi moksliniai duomenys rodo, kad mikropluoštai gali veikti kaip cheminių teršalų ir mikroorganizmų pernešėjai, todėl kyla susirūpinimas dėl jų galimo poveikio ekosistemoms ir žmonių sveikatai („Delgado Fimia“, 2019 m.). Nors žinių spragų vis dar yra, augantis nacionalinių mokslinių tyrimų skaičius pabrėžia poreikį spręsti su tekstile susijusią mikroplastiko taršą taikant prevencines priemones, technologinius sprendimus ir reguliavimo sistemas.

Dėl to mikroplastikas, o ypač tekstilės mikropluoštas, Ispanijoje yra prioritetas aplinkosaugos iššūkis, glaudžiai susijęs su tvaria tekstilės gamyba, vartojimo tendencijomis ir nuotekų tvarkymu. Šios problemos sprendimas atitinka nacionalines aplinkosaugos strategijas, taip pat Ispanijos įsipareigojimus pagal Europos Sąjungos politiką, susijusią su žiedine ekonomika, taršos prevencija ir tvaria tekstile.

13.40. Nacionaliniai mikropluošto išsiskyrimo šaltiniai

13.40.1. Gamybos etapas

Tekstilės gamybos etapas yra pradinis mikropluošto išsiskyrimo šaltinis, ypač procesuose, kuriuose vyksta mechaninis pluošto įtempimas ir paviršiaus modifikavimas, pavyzdžiui, verpimo, audimo, mezgimo ir apdailos procesuose. Verpimo ir audinio formavimo metu dėl trinties, mechaninio įtempimo ir kirpimo susidaro trumpi pluoštai ir fragmentai, kurie gali būti išleidžiami į darbo aplinką arba vėliau įtraukiami į nuotekų srautus šlapių procesų metu (Luzi ir kt., 2025).

Apdailos procesai, pramoninis skalbimas, dažymas ir cheminio apdorojimo taikymas yra kritinis mikropluošto išsiskyrimo taškas, nes juose derinamas intensyvus vandens, mechaninio maišymo ir cheminių medžiagų naudojimas, o tai skatina silpnai prie tekstilės struktūros prisijungusių pluoštų atsiskyrimą. Eksperimentiniai tyrimai parodė, kad audiniai gali išskirti mikropluoštus dar prieš

pasiekdami galutinį vartotoją, o tai prisideda prie ankstyvo išmetimo per visą produkto gyvavimo ciklą (Cesa ir kt., 2020; De Falco ir kt., 2020).

Ispanijoje pramoninės tekstilės nuotekos buvo identifikuotos kaip reikšmingas į aplinką patenkančių mikropluoštų šaltinis. Tyrimai, atlikti valymo įrenginiuose, kurie valo nuotekas iš tekstilės pramonės vietovių, rodo, kad tiek įtekančiame vandenyje, tiek išvalytose nuotekose yra mikroplastiko, įskaitant mikropluoštą, o jo pašalinimo efektyvumas priklauso nuo naudojamos technologijos (Carr ir kt., 2016).

Nors įprastinės sistemos gali sulaikyti didelę mikroplastiko dalį, pluošto sulaikymo efektyvumas yra mažesnis ir jis gali praeiti antrinį ir tretinį valymą.

Kalbant apie pluošto tipą, sintetiniai pluoštai (daugiausia poliesteris ir poliamidas) yra patvaresni aplinkoje dėl savo atsparumo biologiniam skaidymui. Tačiau natūralūs pluoštai taip pat gali prisidėti prie taršos, kai jie yra chemiškai apdoroti arba sumaišyti su sintetiniais pluoštais, o tai apsunkina jų skaidymąsi ir poveikį aplinkai (Cesa ir kt., 2020; De Falco ir kt., 2020). Šis skirtumas ypač aktualus Ispanijos tekstilės pramonei, kuriai būdingas platus mišrių audinių naudojimas.

13.40.2. Vartojimo etapas

Naudojimo fazė, ypač skalbimas namuose, nuolat įvardijama kaip pagrindinis mikropluošto išsiskyrimo į aplinką šaltinis. Skalbiant drabužius veikia vandens srautas, mechaninė trintis, temperatūros pokyčiai ir ploviklių poveikis, o tai skatina mikroskopinių pluoštų atsiskyrimą. Keletas tyrimų parodė, kad vieno skalbimo ciklo metu gali išsiskirti tūkstančiai ar milijonai mikropluoštų, ypač drabužių, pagamintų iš sintetinių pluoštų, atveju (De Falco ir kt., 2018; Cesa ir kt., 2017).

Išsiskiriančių mikropluoštų kiekis priklauso nuo daugelio veiksnių. Audinio tipas ir siūlų struktūra yra pagrindiniai lemiantys veiksniai, o didesnis išsiskyrimas stebimas megztuose audiniuose, vilnioniuose audiniuose ir struktūrose su mažu siūlų susukimu, palyginti su audžiamais ar kompaktiškesniais audiniais (De Falco ir kt., 2020). Taip pat didelę įtaką turi drabužio amžius ir ankstesnių skalbimų skaičius, nes laipsniškas tekstilės paviršiaus nusidėvėjimas laikui bėgant didina pluošto išsiskyrimą (Cesa ir kt., 2017).

Svarbų vaidmenį atlieka ir skalbimo parametrai. Ilgos skalbimo programos su didesniu vandens kiekiu ir didesniu mechaniniu maišymu paprastai padidina mikropluoštų išsiskyrimą, o trumpesni, švelnesni ciklai gali jį iš dalies sumažinti (De Falco ir kt., 2018). Ši problema ypač aktuali Ispanijoje, kur dėl plačiai paplitusių buitinių skalbimo mašinų skalbiniai yra išsklaidytas, bet reikšmingas mikropluoštų taršos šaltinis.

Išsiskyre mikropluoštai pasiekia nuotekų valymo įrenginius (NVĮ). Ispanijos NVĮ atlikti tyrimai rodo, kad įprastinės technologijos gali pašalinti nuo 80 iki 90 % viso mikroplastiko kiekio; tačiau pluoštai pasižymi mažesniu sulaikymo rodikliu ir dažnai aptinkami išvalytose nuotekose (Olmos Espinar ir kt., 2020).

13.40.3. Veiksmai gyvavimo ciklo pabaigoje

Pasibaigus tekstilės gaminių gyvavimo ciklui, jie gali netiesiogiai prisidėti prie mikropluoštų išsiskyrimo dėl netinkamo atliekų tvarkymo ir antrinio suskaidymo procesų (Weis ir De Falco, 2022). Ispanijoje, nepaisant pastaruoju metu pasiektų reguliavimo pokyčių, didelė dalis tekstilės atliekų ir toliau vežama

į sąvartynus arba deginama, o atrankinio surinkimo ir perdirbimo rodikliai, palyginti su kitais atliekų srautais, išlieka riboti (Gobierno de España, 2020).

Sąvartynuose tekstilės medžiagos yra veikiamos įvairių aplinkos sąlygų, tokių kaip ultravioletinė spinduliuotė, drėgmė, temperatūros pokyčiai ir mechaninis įtempis, kurie skatina laipsnišką pluoštų irimą. Dėl šių procesų sintetiniai pluoštai gali suskaidyti į mikro- ir nanoplastikus, o tai prisideda prie dirvožemio užteršimo ir, galbūt, jų išsisklaidymo paviršiniuose ir gruntiniuose vandenyse (Shahul Hamid ir kt., 2018).

Deginimas sumažina tekstilės atliekų kiekį, tačiau nepašalina poveikio, susijusio su mikropluoštų išsiskyrimu ankstesniuose produkto gyvavimo ciklo etapuose. Taip pat susidaro pelenai ir antrinės atliekos, kurias reikia tvarkyti kontroliuojamai, o tai riboja jo indėlį į tikrą žiedinę ekonomiką (Gobierno de España, 2020).

Mechaninis perdirbimas, kuris šiuo metu yra pagrindinis tekstilės perdirbimo būdas Ispanijoje, turi didelių apribojimų, susijusių su mikropluoštų gamyba. Pjaustymo, smulkinimo ir defibravimo procesai tekstilės medžiagas veikia dideliu mechaniniu įtempimu, skatindami trumpų pluoštų ir fragmentų susidarymą. Keletas tyrimų parodė, kad šie procesai gali padidinti mikropluoštų išsiskyrimą, ypač mišrių arba žemos kokybės tekstilės gaminių atveju, o tai taip pat lemia perdirbtos medžiagos mechaninių savybių blogėjimą (Godoy Calero, 2021; Lanz ir kt., 2024).

Šie apribojimai ypač aktualūs Ispanijos kontekste, kur didelę dalį tekstilės atliekų sudaro natūralių ir sintetinių pluoštų mišiniai, todėl sunku juos atskirti ir kokybiškai perdirbti. Šiuo atžvilgiu pastaruoju metu nacionalinės iniciatyvos, tokios kaip išplėstinės gamintojo atsakomybės (EPR) sistemų, skirtų tekstilės gaminiams, įdiegimas (MITERD, 2022 m.), kurias skatina Ekologinio perėjimo ir demografinių iššūkių ministerija, ir kolektyvinės išplėstinės gamintojo atsakomybės sistemos (SCRAP), tokios kaip RE_VISTE (Sobre La Asociación - Gestión de Residuo Textil, n.d.), siekia pagerinti tekstilės atliekų surinkimą, rūšiavimą ir panaudojimą. Tačiau konkreti mikropluošto susidarymo kontrolė šiame etape tebėra iššūkis, kuriam reikalingas integruotas požiūris, pagrįstas ekologiniu dizainu, medžiagų parinkimu ir pažangiomis perdirbimo technologijomis (Gobierno de España, 2020 m.).

13.41. Nacionaliniai moksliniai ir techniniai tyrimai

Pastaraisiais metais Ispanijoje vis labiau plėtojama mokslinių ir techninių tyrimų, susijusių su mikroplastikais, o ypač su tekstilės mikropluoštais, veikla. Ši veikla vykdoma per viešuosius tyrimų centrus, universitetus, technologijų institutus ir bendradarbiaujant su pramone vykdomus projektus, prisidedant prie žinių apie išmetamųjų teršalų šaltinius, poveikį aplinkai ir galimus technologinius sprendimus, skirtus mikropluoštų kiekiui mažinti per visą tekstilės gyvavimo ciklą, gilinimo.

13.41.1. Aktyvios mokslinių tyrimų institucijos

Įvairios nacionalinės tyrimų institucijos atlieka svarbų vaidmenį tiriant mikroplastikus ir jų ryšį su tekstilės sektoriumi. Tarp jų yra Ispanijos nacionalinė tyrimų taryba (CSIC), kuri sukūrė kelias tyrimų kryptis, skirtas mikroplastikų aptikimui, apibūdinimui ir likimui aplinkoje jūrų ir žemynų ekosistemose bei nuotekų valymo sistemose. Kai kuriuose iš šių tyrimų nustatytas didelis mikropluoštų kiekis pakrančių vandenyse ir nuosėdose, taip pat jų perdavimas per nuotekų valymo įrenginius („*Detectan*

Concentraciones „Excepcionalmente Altas“ de Microplásticos En Las Islas Columbretes | Consejo Superior de Investigaciones Científicas”, n.d.).

Taip pat svarbų vaidmenį taikomuosiuose tyrimuose atlieka technologijų institutai, besispecializuojantys tekstilės sektoriuje, pavyzdžiui, AITEX (Tekstilės pramonės tyrimų asociacija). AITEX parengė tyrimus ir projektus, kuriais siekiama įvertinti mikropluoštų išsiskyrimą tekstilės gaminių gamybos, skalbimo ir naudojimo metu, taip pat kurti sprendimus, pagrįstus ekologiniu dizainu, naujomis medžiagomis ir tekstilės apdorojimu, kurie mažina pluošto išsiskyrimą („E-MICROPLAST 2025 - SOLUCIONES AMBIENTALES III - Aitex, n.d.“; „Microplásticos, El Nuevo Reto Ambiental Del Sector Textil“, n.d.).

Kiti technologijų centrai, pavyzdžiui, ITENE, taip pat prisideda iš platesnės tvarumo, medžiagų ir žiedinės ekonomikos perspektyvos, spręsdami mikroplastiko problemą, susijusią su pakuočių, atliekų ir apdorojimo technologijomis, ir gali tai pritaikyti tekstilės sektoriuje (*UPRISE: Analysis Repercusiones Partículas y Microplásticos En Salud Fetal*, n.d.).

13.41.2. Universitetų mokslinių tyrimų projektai

Ispanijos universitetai rengia daugybę mokslinių tyrimų projektų, skirtų mikroplastikų tyrimams, integruodami eksperimentinius, analitinius ir aplinkos vertinimo metodus per visą medžiagų gyvavimo ciklą. Tarp jų Universitat Politècnica de València (UPV) įsitvirtino kaip viena iš pirmaujančių nacionalinių tekstilės mikropluošto tyrimų šaltinių, kurių specifinės veiklos kryptys yra skirtos pluošto išsiskyrimo buitinio ir pramoninio plovimo metu analizei, mikropluošto nuotekose ir nuotekų dumble apibūdinimui bei įvairių nuotekų sulaikymo įrenginių (*Gbaarcía ir kt. 2024; Pérez ir kt., Un Estudio de La Cátedra de Valencia Demuestra La Alta Artificiales Para Retener y Degradar Microplásticos, n.d. Cuantifica Microfibras Plásticas En Aguas y Lodos Residuales Con Inteligencia Artificial Universitat Politècnica de València, n.d.; UPV: Una Investigación de La UPV ir La UA Revela La Eficacia de Los Pavimentos Permeables En La Captura de Microplásticos Urbanos | Universitat Politècnica de València, n.d.*).

Žironos universitetas atliko mikroplastiko buvimo vandens sistemose ir nuotekų valymo įrenginiuose tyrimus, kurie padėjo suprasti mikropluošto sulaikymo ir perkėlimo į nuotekų dumblą mechanizmus. Šis darbas suteikė svarbių duomenų nacionaliniam kontekstui ir buvo tolesnių tyrimų pagrindas (*PlastikHUM, n.d.; Sorigué Instala Una Planta Piloto En La EDAR de Quart Para Probar Una Nueva Tecnología de Tratamiento de Aguas de Bajo Impacto Ambiental | Sorigué, n.d.*).

Kiti universitetai, tokie kaip Granados universitetas (Olea, n.d.) arba Barselonos autonominis universitetas (*Un Proyecto Pionero Liderado Por La UAB Revela Los Riesgos de Los Micro-y Nanoplásticos Para La Salud Humana - Universitat Autònoma de Barcelona - UAB*), įskaitant Barselonos mikroplastikos perspektyvą, papildė n. ekotoksikologija, aplinkos inžinerija ir rizikos aplinkai vertinimas, stiprinant šios srities nacionalinę mokslinę bazę.

13.41.3. Pramoniniai tyrimai

Ispanijos pramonės sektorius, bendradarbiaudamas su technologijų centrais ir universitetais, aktyviai dalyvauja taikomųjų tyrimų projektuose, kuriais siekiama sumažinti mikropluoštų išsiskyrimą. Kai kurios tekstilės įmonės sukūrė iniciatyvas, skirtas:

- Gamybos procesų optimizavimui, siekiant sumažinti laisvų pluoštų susidarymą (Ramírez, 2019).
- Audinių, pasižyminčių didesniu struktūriniu stabilumu ir mažesniu pluošto išsiskyrimu, kūrimui, kaip tai daroma „Ecoalf“ atveju (OCEAN YARN & ZERO MICROPLASTICS | ECOALF, n.d.).
- Apdailos ir apdorojimo būdų, kurie sumažina trinties riziką naudojimo ir skalbimo metu, taikymui, kaip tai daroma „Inditex“ ir „Jeanologia“ atveju, kurios dirba kurdamos technologijas, kurios sumažina mikroplastiko išsiskyrimą gamybos metu (Inditex y Jeanologia Se Alían Para Recuperar Microfibras En La Producción de Prendas Textiles, n.d.).

Taip pat vandens valymo sektoriaus įmonės ir įrangos gamintojai dalyvavo kuriant ir patvirtinant mikroplastiko filtravimo ir sulaikymo technologijas (*CAPTOPLASTIC – CAPTOPLASTIC, S.L Technology Can Remove Microplastics from the Aqueous Media., n.d.-a*; *EFFITEX, Una Solución Eficiente Para La Eliminación de Microplásticos En La Industria Textil - Agua, n.d.*) tiek pramoniniu, tiek buitiniu mastu (pvz., skalbimo mašinų filtrai), kurios gali būti pritaikytos Ispanijos rinkoje.

Šios pramonės iniciatyvos prisideda prie žinių perdavimo iš tyrimų į praktinius sprendimus, nors jų įgyvendinimas plačiu mastu vis dar susiduria su techninėmis, ekonominėmis ir reguliavimo kliūtimis.

13.41.4. Dalyvavimas ES projektuose

Ispanija aktyviai dalyvauja Europos Sąjungos finansuojamuose projektuose, skirtuose spręsti mikroplastiko problemą, tekstilės sektoriaus tvarumą ir integruotą vandens ciklą. Tokios programos kaip LIFE, „Horizontas 2020“, „Horizontas Europa“ ir „Interreg“ finansavo iniciatyvas, kuriose dalyvauja Ispanijos universitetai, technologijų centrai, viešojo administravimo institucijos ir įmonės, stiprinant nacionalinį vaidmenį taikomuosiuose tyrimuose ir aplinkosaugos inovacijose.

Tarp aktualiausių projektų yra iniciatyvos, skirtos mikroplastiko aptikimui, mažinimui ir pašalinimui tiek vandens valymo srityje, tiek tekstilės kilmės mikropluoštuose, sprendžiant tokius aspektus kaip:

- Tekstilės mikropluoštų ir mikroplastiko šaltinių nustatymas miesto ir upių aplinkoje.
- Nuotekų ir gamtinių vandenų matavimo, aptikimo ir stebėsenos metodikų kūrimas.
- Technologinių sprendimų, skirtų mažinimui šaltinyje ir pašalinimui valymo procesų metu, diegimas.
- Visapusiškas novatoriškų technologijų demonstravimas ir žinių perdavimas pramonės atstovams ir vandens valdytojams.

Vandens valymo srityje projektas LIFE-PHOENIX daugiausia dėmesio skiria mikroplastiko ir kitų naujų teršalų šalinimui iš nuotekų, siekiant sudaryti sąlygas jų regeneracijai ir saugiam pakartotiniam naudojimui, ypač žemės ūkio tikslais („*Inicio – Life-Phoenix*“, n.d.). Tai papildydamas programos „Horizon Europe“ finansuojamas projektas „Upstream“ demonstruoja pažangius sprendimus, skirtus mikroplastikui ir atliekoms aptikti ir pašalinti iš Europos upių dar prieš joms pasiekiant jūros aplinką, o Saragosos miestas dalyvauja kaip bandomoji vieta („Upstream“ projektas – Europos upės be atliekų, n.d.). Panašiai, tarpvalstybinis projektas „BlueWWater“, vykdomas pagal Ispanijos ir Portugalijos „Interreg“ programą (POCTEP), skirtas mikroplastiko ir naujų teršalų kontrolei, valymui ir mažinimui miesto nuotekose, upių ir pakrančių vandens telkiniuose, vertinant skirtingų valymo technologijų

efektyvumą ir kuriant aplinkos stebėsenos metodus („BlueWWater“ | „Control“, „Tratamiento y Reducción de Microplásticos y Contaminantes Emergentes En Aguas Residuales Urbanas y En El Medio Costero Transfronterizo“, n. d.).

Kalbant apie mikroplastiko kilmę tekstilėje, GLAUKOS projektas, finansuojamas programos „Horizontas 2020“ per Biologinės pramonės bendrą įmonę, sprendžia mikroplastiko išsiskyrimo mažinimo problemą kuriant biologiškai skaidžius ir perdirbamus biologinės kilmės tekstilės pluoštus ir dangas. Šiame projekte dalyvauja Ispanija per Vigo universitetą ir siekiama sumažinti tekstilės drabužių ir kitų pluoštinių gaminių poveikį aplinkai („Circular Solution for the Textile Industry“, n. d.).

Savo ruožtu LIFE programos finansuojamas projektas LIFE ANHIDRA daugiausia dėmesio skiria tvariam vandens valdymui tekstilės procesuose. Projekte dalyvauja Ispanijos partneriai, tokie kaip AITEX ir „Jeanologia“ (koordinatorius), kartu su Portugalijos įmone „Pizarro SA“. Projekto metu kuriama uždaro ciklo tekstilės gamybos sistema, leidžianti pakartotinai panaudoti skalbimo ir apdailos vandenį, taip žymiai sumažinant atliekas ir kartu mikropluoštų bei kitų teršalų išleidimą į aplinką (LIFE 3.0 - LIFE21-ENV-ES-LIFE-ANHIDRA/101074372, n.d.).

Šie projektai atspindi Ispanijos mokslinių tyrimų ir inovacijų suderinamumą su Europos prioritetais žiedinės ekonomikos, vandens aplinkos apsaugos ir tvarumo tekstilės sektoriuje srityse ir prisideda prie praktinių sprendimų bei gerosios praktikos perkėlimo į Ispanijos pramonės ir teritorinį kontekstą.

13.42. Atvejų analizė

Ispanijoje pastaraisiais metais buvo sukurtos taikomosios iniciatyvos ir bandomieji projektai, skirti sumažinti ir sušvelninti mikroplastiko kiekį vandenyje ir tekstilės sektoriuje. Šie atvejų tyrimai atspindi praktinį technologinių, pramoninių ir savivaldybių sprendimų įgyvendinimą, taip pat įmonių, infrastruktūros operatorių ir viešojo administravimo institucijų bendradarbiavimą. Šių atvejų analizė leidžia nustatyti konkrečias priemones, kiekybiškai įvertinamus rezultatus ir išmoktas pamokas, prisidedant prie gerosios praktikos perdavimo ir sprendimų atkartojimo kituose nacionaliniuose ir Europos kontekstuose.

13.42.1. CAPTOPLASTIC - Filtravimo technologijos mikroplastiko mažinimui

Kontekstas

„CAPTOPLASTIC“ – Madride įsikūrusi Ispanijos įmonė, įkurta 2020 m. ir specializuojasi kuriant sprendimus, skirtus mikroplastikui identifikuoti, surinkti ir pašalinti iš vandeninės terpės. Jos technologijos skirtos naudoti įvairiuose objektuose, tokiuose kaip nuotekų valymo įrenginiai (NV)), geriamojo vandens valymo įrenginiai, vandens išpilstymo įrenginiai, plastikų ir tekstilės dažymo pramonės nuotekų valymo įrenginiai, perdirbimo įmonės, tekstilės pluošto šalinimas iš vandens, asmeninės priežiūros pramonė ir kt.

Įmonė veikia mikroplastiko taršos prevencijos ir mažinimo srityje, siūlydama techninius sprendimus, skirtus papildyti esamą infrastruktūrą ir pagerinti bendrą mikroplastiko sulaikymo efektyvumą prieš išleidžiant jį į aplinką (CAPTOPLASTIC – CAPTOPLASTIC, S.L. Technology Can Remove Microplastics from the Aqueous Media., n.d.-b).

Nustatyta problema

Didėjantis mikroplastiko kiekis nuotekose ir išvalytose nuotekose kelia didelį aplinkosaugos iššūkį. Įprastos vandens valymo sistemos nėra specialiai sukurtos mikroplastikui surinkti, todėl jų veiksmingumas prieš mažas, sudėtingo elgesio daleles, tokias kaip mikropluoštai, yra ribotas.

Specifinių technologinių sprendimų, kuriuos būtų galima lengvai integruoti į esamą infrastruktūrą ir pritaikyti skirtingoms veiklos aplinkybėms, trūkumas prisidėjo prie mikroplastiko išlikimo vandens aplinkoje. Šis scenarijus kartu su didėjančiu moksliniu, socialiniu ir reguliavimo susirūpinimu išryškino poreikį kurti filtravimo technologijas, skirtas mikroplastiko mažinimui.

Įgyvendintas poveikis

„CAPTOPLASTIC“ sukūrė nuolatinę mikroplastiko surinkimo technologiją, skirtą integruoti į kontroliuojamus vandens srautus, tokius kaip nuotekų valymo įrenginiai (NVĮ), nekeičiant natūralios vandens būklės ir netrukdam esamiems procesams. Šis sprendimas veikia kaip papildoma priemonė prie įprastinių valymo būdų, siekiant pagerinti mikroplastiko sulaikymą.

Technologija pagrįsta aglomeracijos metodu, kai įvedamas funkcinis surinkėjas, kuris fiziškai jungiasi su vandenyje esančiu mikroplastiku, sudarydamas agregatus, kuriuos galima selektyviai atskirti naudojant magnetizmą. Šis atskyrimas vyksta prieš dalelėms pasiekiant dumblo liniją, neleidžiant joms patekti į šį proceso etapą, kur jos paprastai susikaupia. Sistema veikia nuolat, todėl galima efektyviai išvalyti didelius vandens kiekius.

Surinkti agregatai leidžia identifikuoti ir kiekybiškai įvertinti surinktą mikroplastiką. Surinktuvą galima regeneruoti ir pakartotinai naudoti keliuose cikluose, taip suderinant sprendimą su nulinės atliekos principu.

Kiekybiniai rezultatai

Remiantis technine informacija ir „CAPTOPLASTIC“ atliktais bandomaisiais bandymais, sukurtos sistemos gali pasiekti daugiau nei 80–90 % mikroplastiko sulaikymo efektyvumą, priklausomai nuo apdorojamo srauto greičio, įrengimo vietos ir sistemos konfigūracijos.

Technologija buvo patvirtinta gamykliniuose įrenginiuose, kurių našumas siekia iki 100 000 l/h, ir šiuo metu didinama iki maždaug 1 250 000 l/h našumo 2025 m. (CAPTURE TECHNOLOGY – CAPTOPLASTIC, n.d.). Nuotekų valymo įrenginiuose šios sistemos pagerina bendrą mikroplastiko sulaikymo efektyvumą, palyginti su įprastiniais valymo būdais, ir prisideda prie plastiko dalelių kiekio valymo įrenginiuose sumažinimo. Tikslus metinio poveikio kiekybinis įvertinimas priklauso nuo konkrečių kiekvieno įrenginio sąlygų ir toliau patvirtinamas demonstracinėje aplinkoje.

Suinteresuotųjų šalių įtraukimas

„CAPTOPLASTIC“ sukurta technologija buvo reklamuojama ir patvirtinta bendradarbiaujant su pagrindiniais vandens ir inovacijų sektoriaus dalyviais, daugiausia dėmesio skiriant sprendimui realiame pritaikyme valymo infrastruktūroje. Bendrovė sudarė susitarimus su viešaisiais operatoriais integruoto vandens ciklo srityje, ypač susitarimą su „Canal de Isabel II“ dėl eksperimentinės gamyklos statybos Arroyo del Soto nuotekų valykloje (Móstoles), kurios našumas siektų 100 000 l/h. Ji taip pat atliko bandymus eksploatacinėje aplinkoje su „Agua de Burgos“, taip sudarydama sąlygas technologijos integravimui į Villalonquéjar nuotekų valyklą.

Sprendimų priėmimą ir technologinį plėtrą rėmė institucinė ir finansinė parama, ypač bendros CDTI Innovación (per SICC Invierte) ir „BeAble Invierte Kets Fund“ investicijos, kurių bendras įnašas siekė 994 000 eurų, skirtos pažangioms technologijoms, skirtoms mikroplastikui nuotekose aptikti ir pašalinti, kurti. Ši parama padėjo įtvirtinti sprendimą kaip nulinės atliekos technologiją, taikomą nuotekų valymo įrenginiuose ir nuotekų valymo įrenginiuose, paremtą 10 patentų portfeliu ir daugiadiscipliną komanda.

Pažanga ir rezultatai buvo skleisti specializuotoje žiniasklaidoje ir pramonės renginiuose. Išorinis pripažinimas apima geriausio startuolio apdovanojimą „Sustainability Actions 2025“, atranką į „SantanderX Spain Awards 2025“ finalininkus ir pirmąją vietą NTT DATA fondo „Global eAwards 2021“, įtvirtinant CAPTOPLASTIC kaip Ispanijos technologinį etaloną kovoje su mikroplastiko tarša (CAPTOPLASTIC, n.d.).

Išmoktos pamokos

„CAPTOPLASTIC“ patirtis patvirtina, kad specifinis mikroplastiko filtravimas, integruotas į modulines sistemas, yra veiksmingas sprendimas, papildantis įprastus nuotekų valymo įrenginius. Magnetinio atskyrimo pagalba mikroplastikas pašalinamas prieš jam patenkant į dumblo liniją, taip užkertant kelią jo kaupimuisi, o technologijos plėtrai ir diegimui būtinas patvirtinimas realiomis sąlygomis ir kiekybinių duomenų prieinamumas.

Kontaktinė informacija

- Tinklapis: <https://captoplastic.com/es/>
- El.paštas: info@captoplastic.com

13.42.2. E-μplast - Aplinkosaugos sprendimai mikroplastiko mažinimui tekstilės pramonėje

Kontekstas

Projektą „E-μplast. Environmental Solutions“ sukūrė AITEX – Ispanijos tekstilės sektoriaus etaloninis technologijų centras ir vienas iš pirmaujančių Europos institutų, besispecializuojančių taikomuosiuose tyrimuose, technologijų perdavime ir pramonės inovacijose. AITEX turi ilgą bendradarbiavimo su tekstilės įmonėmis, viešojo administravimo įstaigomis ir finansavimo įstaigomis istoriją, veikdama kaip tiltas tarp mokslinių tyrimų ir realaus pramoninio pritaikymo.

AITEX turi bandomąją infrastruktūrą, akredituotas laboratorijas ir techninius pajėgumus tekstilės medžiagoms, gamybos procesams, nuotekų valdymui ir aplinkos vertinimui analizuoti, todėl gali spręsti sudėtingas sektoriaus problemas taikant visapusišką požiūrį. Šiame kontekste projektas „E-μplast“ yra sumanytas kaip taikomoji mokslinių tyrimų ir plėtros iniciatyva, kuria siekiama pasiūlyti praktinius ir atkartojamus sprendimus mikroplastiko, susidarancio per visą tekstilės gyvavimo ciklą, problemai spręsti.

Projektas gavo viešąjį finansavimą iš IVACE pagal 2023 m. neekonominės veiklos planą ir buvo plėtojamas glaudžiai bendradarbiaujant su tekstilės, vandens valymo ir kitų pramonės sektorių įmonėmis. Jo metodas apjungia eksperimentinius tyrimus, kiekybinį patvirtinimą ir pramoninio įgyvendinamumo analizę, vienu metu sprendžiant dumblo tvarkymo, drabužių skalbimo ir vandens

pakartotinio panaudojimo gamybos procesuose klausimus (*E-Mplast - SOLUCIONES MEDIOAMBIENTALES - Aitex, n.d.*).

Nustatyta problema

Tekstilės gamybos ir naudojimo metu susidarantis mikroplastikas dažniausiai sulaikomas nuotekų valymo įrenginiuose, tačiau daugiausia pernešamas į dumblo liniją, todėl, kai šis dumblas naudojamas žemės ūkio tikslais, kyla pavojus aplinkai. Be to, skalbiant namuose nuolat išsiskiria mikroplastikas, kurio kiekis priklauso nuo audinio rūšies, skalbimų skaičiaus ir naudojamų surinkimo sistemų.

Įgyvendintas poveikis

E-μplast projektas įgyvendino tris viena kitą papildančias intervencijas kryptis.

- Pirmojoje buvo įvertintas mikroplastiko, esančio nuotekų valymo dumble, pašalinimas iš tekstilės pramonės nuotekų, naudojant anaerobinį skaidymą ir vermikompostavimą.
- Antrojoje buvo eksperimentiškai patvirtintos komercinės mikroplastiko surinkimo sistemos skalbimo metu, išbandant skirtingus prietaisus (rutulius, maišelius ir filtrus) ir ploviklius ant poliesterio ir medvilnės drabužių.
- Trečiojoje buvo nagrinėjamas visapusiškas vandens valdymas pramonėje, įskaitant išvalyto vandens pakartotinį naudojimą, dažymo procesus natūraliais dažais ir teršalų šalinimą adsorbcijos būdu.

Kiekybiniai rezultatai

Gauti rezultatai pateikia svarbius kiekybinius duomenis. Dumblo linijoje 56 dienas trukęs vermikompostavimas sumažino bendrą dumblo masę ir leido suskaidyti maždaug 80 % natūralių pluoštų, nors reikšmingo sintetinių pluoštų suirimo nepastebėta; bendra mikroplastiko koncentracija padidėjo nuo 4882 dalelių/kg neapdorotame dumble iki 40624 dalelių/kg po vermikompostavimo dėl suskaidymo ir koncentracijos poveikio.

Buitinių skalbimo mašinų linijoje mikroplastiko išmetimas buvo kiekybiškai įvertintas pagal audinio tipą, skalbimų skaičių, surinkimo sistemą ir skalbimo priemonę. Palyginus skirtingus muilus, paaiškėjo, kad pirmaisiais skalbimais padidėjo mikroplastiko išsiskyrimas – mikropluošto litre kilogramui audinio išsiskyrė 0,032 g, palyginti su 0,009 g po trečiojo skalbimo. Juodų ir baltų medvilninių marškinėlių analizė parodė didesnę išmetimą baltuose drabužiuose, audinio masės nuostoliai siekė 0,18 %, o juodų marškinėlių – 0,11 %. Specialūs filtrai pasirodė esąs veiksmingiausias būdas sumažinti tiek poliesterio, tiek medvilnės išmetimą.

Pramoninio vandens tvarkymo srityje adsorbcijos procesai sumažino polifenolių kiekį sūryme iki 80 % ir parodė, kad išvalytą vandenį galima pakartotinai panaudoti dažymo procesuose, o rezultatai priklauso nuo naudojamų dažų (AITEK, 2023).

Suinteresuotųjų šalių įtraukimas

Projektas buvo parengtas dalyvaujant viešojo sektoriaus subjektams ir aiškiai orientuotas į rezultatų perdavimą pramonės sektoriui. Techninį koordinavimą atliko AITEK, o finansavimą ir stebėseną teikė IVACE. Gauti rezultatai sukėlė tekstilės ir pramonės sektoriaus įmonių, tokių kaip INTERFABRICS, J. Moltó, Pascual y Bernabeu, Estampados Prato ir Ondytec, taip pat maisto sektoriaus įmonių, tokių kaip Cándido Miró, susidomėjimą, ypač dėl dumblo ir nuotekų pakartotinio naudojimo ir žiedinės

ekonomikos principų taikymo. Eksperimentinį įgyvendinimą ir rezultatų stebėseną atliko projekto techninė komanda, naudodama atkartojamus ir lyginamuosius analitinius protokolus.

Išmoktos pamokos

„E-μplast“ pabrėžia, kad mikroplastiko tvarkymas reikalauja visapusiško požiūrio, nes įprasti valymo būdai pašalina šias daleles iš vandens linijos, tačiau linkę jas koncentruoti kitose sistemos dalyse, pavyzdžiui, dumble. Gauti rezultatai rodo, kad skalbimo metu taikomų mažinimo priemonių veiksmingumas priklauso nuo daugelio veiksnių, tokių kaip audinio tipas, skalbimų skaičius, ploviklis ir naudojama surinkimo sistema, o jų veikimas labai skiriasi priklausomai nuo atvejo. Projekte taip pat pabrėžiama, kaip svarbu turėti kiekybinius ir palyginamus duomenis, kad būtų galima objektyviai įvertinti tikrąjį sprendimų veiksmingumą, taip pat pritaikyti vandens pakartotinio naudojimo ir atliekų tvarkymo strategijas prie kiekvieno pramoninio proceso specifinių ypatybių.

Kontaktinė informacija

Daugiau apie projektą *E-μplast*: <https://www.aitex.es/portfolio/e-%c2%b5plast-biorreactores-anaerobios-biogas-solucion-eliminacion-microplasticos-industriales/>

13.43. Pagrindiniai iššūkiai ir kliūtys

Ispanijoje mikroplastiko problemą vis labiau pripažįsta valstybinės įstaigos, tyrimų centrai ir reguliavimo institucijos. Tačiau sisteminių priemonių, skirtų jų prevencijai ir mažinimui, priėmimas vis dar susiduria su daugybe kliūčių. Šie iššūkiai daugiausia susiję su techniniais ir reguliavimo apribojimais, ekonominėmis ir įgyvendinimo kliūtimis, taip pat socialiniais, švietimo ir informuotumo veiksniais, kurie lemia turimų sprendimų veiksmingumą.

13.43.1. Techninės ir infrastruktūrinės kliūtys

Vienas pagrindinių iššūkių Ispanijoje yra techninis sudėtingumas, susijęs su mikroplastiko identifikavimu, kiekybiniu įvertinimu ir stebėseną skirtingose aplinkos matricose. Specializuotos infrastruktūros, tokios kaip CEDEX jūrų aplinkos kokybės laboratorija, rodo, kad mikroplastiko aptikimui reikalinga pažangi įranga, aukštos kvalifikacijos personalas ir sudėtingi analitiniai protokolai, todėl sunku sistemingai taikyti aplinkos stebėsenos tinkluose („Laboratorio de Calidad Del Medio Marino Del CEDEX: Evaluación Ambiental“ | CEPYC - CEDEX, n.d.). Be to, įprasti nuotekų valymo įrenginiai nebuvo specialiai sukurti mikroplastikui pašalinti, o tai riboja jų efektyvumą ir kelia netikrumą dėl galutinės šių dalelių paskirties sistemoje.

Reguliavimo požiūriu, nors mikroplastiko klausimas yra įtrauktas į bendrąsias strategines programas, tokias kaip Ispanijos žiedinės ekonomikos strategija, kurią propaguoja Ekologinio perėjimo ir demografinių iššūkių ministerija, vis dar nėra konkrečių reikalavimų, ribinių verčių ar suderintų oficialių jų kontrolės metodikų („Estrategia Española de Economía Circular y Planes de Acción“, n.d.). Šis konkretaus reglamentavimo trūkumas trukdo administracijoms ir operatoriams vienodai priimti priemones ir vilkina didelio masto technologinių sprendimų įgyvendinimą.

13.43.2. Ekonominės ir įdiegimo kliūtys

Ekonominės kliūtys yra dar vienas didelis iššūkis, ypač mažoms ir vidutinėms tekstilės sektoriaus įmonėms ir viešosios infrastruktūros valdytojams. Pažangių technologijų, skirtų mikroplastikui aptikti,

surinkti ar apdoroti, diegimas dažnai reikalauja papildomų investicijų ir eksploataavimo išlaidų, o dar nėra aiškios paskatų ar ekonominės grąžos sistemos. Dėl šios padėties ribojamas bandomųjų projektų kartojamumas ir trukdoma pereiti nuo eksperimentinės patirties prie visapusiškai veikiančių ir plačiai paplitusių sprendimų.

Be to, konkrečių reguliavimo įsipareigojimų nebuvimas mažina spaudimą investuoti į šio tipo technologijas, o mikroplastiko mažinimas tampa antraeiliu, palyginti su kitais jau nustatytais aplinkosaugos reikalavimais.

13.43.3. Socialinės, išsilavinimo ir sąmoningumo kliūtys

Vienas pagrindinių iššūkių Ispanijoje yra ribotas visuomenės informuotumas apie kasdienius mikroplastiko susidarymo šaltinius. Ispanijos maisto saugos ir mitybos agentūros ataskaitos rodo, kad nors mikroplastiko buvimas maiste ir geriamajame vandenyje yra nauja problema, žinios apie jo kilmę išlieka dalinės (AESAN, 2019). Visų pirma, mažai suvokiama, kad tekstilės gaminių skalbimas namuose yra reikšmingas mikroplastiko išsiskyrimo šaltinis.

Šis žinių trūkumas ir mokslinis netikrumas dėl poveikio sveikatai apsunkina visuomenės gebėjimą laikytis prevencinių elgesio taisyklių. Taip pat trūksta mokymo ir specialių švietimo išteklių tiek vartotojams, tiek tekstilės ir vandens valdymo sektorių specialistams, o tai riboja prevencijos strategijų, pagrįstų elgesio pokyčiais, veiksmingumą.

13.44. Nacionalinės sėkmės istorijos ir geriausia praktika

13.44.1. Inovatyvios technologijos

Microplastic detection and analysis technologies

AIMPLAS vadovaujamas BIOMICRO projektas yra viena pagrindinių technologinių inovacijų šioje srityje. Jo tikslas – sukurti nano- ir mikro-plastikų etaloninius standartus, kurie leistų standartizuoti analizės metodus, pagerinti kiekybinį įvertinimą ir palengvinti šių dalelių toksikologinį vertinimą skirtingose aplinkos matricose (*Aimplas lidera el proyecto Biomicro para elavar patrones de nano y microplásticos - Reciclaje y gestión de residuos*, n. d.). Ši pažanga yra labai svarbi, kad įmonės ir administracijos galėtų nustatyti mikroplastikų šaltinius ir sumažinti jų susidarymą.

Textile innovation for microfibre reduction

Tekstilės sektoriuje išsiskiria keli mokslinių tyrimų, plėtros ir inovacijų projektai, kuriais siekiama sumažinti sintetinių mikropluoštų išsiskyrimą:

- „Textil Santanderina“ remiamas projektas „FIBERCLEAN™“ kuria sprendimus, pagrįstus tekstilės ekologinio projektavimo ir filtravimo technologijomis, įtraukdamas mokslinius bandymus, skirtus matuoti mikropluošto emisijas drabužių gamybos, naudojimo ir skalbimo metu („*Proyectos I+D*“ – „*Santanderina Group*“, n. d.).
- „Techs“ sukurtas projektas „FIBERPROOF“ skirtas kurti fibriliacijai atsparius audinius, taip sumažinant vieną iš pagrindinių mikropluošto išsiskyrimo priežasčių ir suteikiant papildomos naudos vandens ir energijos suvartojimo požiūriu („*Proyectos I+D*“ – „*Techs*“, n. d.).
- „Santanderina Group“ remiamas projektas „INTESBIOCOM“ tiria biologinės kilmės ir kompostuojamus pluoštus kaip alternatyvą įprastoms sintetinėms medžiagoms, netiesiogiai

prisidedant prie tekstilės mikroplastiko kiekio mažinimo („*Proyectos I+D*“ – „*Santanderina Group*“, n. d.).

Innovation in circular materials

Žiedinės ekonomikos startuolis REACT, remiamas programos „*Mares Circulares*“, sukūrė plastikinius lakštus, pagamintus iš iki 50 % jūros atliekų, kurie pakartotinai naudojami balduose ir miesto produktuose. Tai yra inovacijų, taikomų jūros atliekų panaudojimui, pavyzdys. (*Mares Circulares*, s. f.).

13.44.2. Nacionalinės ir įmonių iniciatyvos

Šiame skyriuje aptariamos tiek įmonių iniciatyvos, tiek nacionalinė viešoji politika, kuria skatinama žiedinė ekonomika ir jūrinio plastiko kiekio mažinimas.

Business initiatives

In Verslo srityje kelios įmonės išsiskiria tuo, kad į savo vertės grandines integruoja jūrų atliekas:

- „*Coalf*“ naudoja jūrų atliekas ir kitas perdirbtas medžiagas tekstilės gaminiams gaminti, todėl yra tarptautinis tvaraus mados ir žiedinės ekonomikos etalonas („*Materiales*“ | *ECOALF*, n. d.).
- „*Gravity Wave*“ bendradarbiauja su žvejais ir uostais, kad pašalintų plastiką iš Viduržemio jūros regiono ir paverstų jį naujomis pramoninėmis medžiagomis, bendradarbiaudama su daugiau nei 200 įmonių („*Gravity Wave*“, n. d.).
- „*Running Republic*“ gamina sportinę aprangą, kurios sudėtyje yra daug perdirbtų audinių iš plastikinių butelių ir jūros atliekų („*Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*“ („*Proyectos Emprendedores Que Intentan Devolver La Vida al Mar*“, n. d.).
- „*Now-Then*“ gamina ekologiškus maudymosi kostiumėlius, naudodama ECONYL® – nailoną, regeneruotą iš apleistų žvejybos tinklų ir kitų jūros atliekų („*Proyectos Emprendedores Que Intentan Devolver La Vida al Mar*“, n. d.).
- „*Sea2see*“ gamina akinius iš plastiko, surinkto Ispanijos paplūdimiuose ir uostuose, bendradarbiaudama su žvejų asociacijomis („*Proyectos Emprendedores Que Intentan Devolver La Vida al Mar*“, n. d.).

Nacionalinės viešojo finansavimo iniciatyvos

Viešoji politika atlieka svarbų vaidmenį skatinant šias iniciatyvas:

- Žiedinė ekonomika – tekstilė. PERTE skyrė 37 projektams 30,5 mln. eurų finansavimą, remdama ekologinį dizainą, perdirbimą ir sintetinių pluoštų pakeitimą („*EI MITECO Impulsa La Circularidad En El Sector Textil Con Ayudas Por Valor de 30,5 Millones* (n. d.).
- Žiedinė ekonomika – plastikai. PERTE skyrė 154,5 mln. eurų 125 projektams, skirtiems plastiko atliekų tvarkymui, kurie netiesiogiai veikia tekstilės mikroplastiko mažinimą. (*EI MITECO Impulsa La Circularidad En El Sector Del Plástico Con Ayudas Por Valor de 151 Millones*, n. d.).

13.44.3. Sertifikavimas arba savanoriškos schemas

Nors nėra aptariami jokie konkretūs oficialūs sertifikavimai, nustatomos atitinkamos savanoriškos programos ir etaloninės sistemos:

- ECONYL® yra savanoriška nailono regeneravimo iš jūrų ir tekstilės atliekų sistema, kurią naudoja tokie prekių ženklai kaip „Now-Then“, siekdami sumažinti pirminių žaliavų naudojimą („*Proyectos Emprendedores Que Intentan Devolver La Vida al Mar*“, n.d.).
- „Mares Circulares“, kurią remia „Coca-Cola Europacific Partners“, skatina vandens aplinkos valymą, perdirbimą ir remia žiedinės ekonomikos projektus, tokius kaip „Economía Circular REACT“ („*Mares Circulares*“, n.d.).
- SEO/BirdLife ir „Ecoembes“ sukurtas LIBERA projektas veikia kaip savanoriška šiukšlinimo prevencijos ir mokslinių žinių generavimo sistema (*Web Microplásticos LIBERA 2023 - Proyecto LIBERA*, n.d.).

13.44.4. Sėkminga partnerystė ir projektai

Daugiasektorinės partnerystės pasirodė esančios ypač veiksmingos kovojant su jūriniu plastikumu ir mikroplastiku.

- „MICRO“ platforma, kurią sukūrė „HyT“ asociacija kartu su „LIBERA“ projektu, yra didžiausia nacionalinė mikroplastikų tyrimų saugykla, vienijanti universitetus, technologijų centrus, NVO ir viešojo administravimo institucijas („*Web Microplásticos LIBERA 2023 - Proyecto LIBERA*“, n. d.).
- „BIOMICRO“ projektas išsiskiria kaip viešojo ir privačiojo sektorių bendradarbiavimo tarp technologijų centrų ir įmonių pavyzdys, siekiant perduoti mokslines žinias gamybos sektoriui („*Aimplas Lidera El Proyecto Biomicro Para Elaborar Patronos de Nano y Microplásticos - Reciclaje y Gestión de Residuos*“, n. d.).
- „FIBERCLEAN™“ yra sėkmingas tekstilės gamintojų, technologijų centrų, universitetų ir skalbimo bei valymo sektoriaus atstovų bendradarbiavimo atvejis („*Proyectos I+D – Santanderina Group*“, n. d.).
- Partnerystės tarp „Gravity Wave“, „Sea2see“ ir žvejų asociacijų leido pašalinti atliekas tiesiai iš jūros aplinkos ir vėl jas įtraukti į pramonės vertės grandines, derinant poveikį aplinkai ir vietos plėtrą (*Gravity Wave*, n.d.).

13.45. Nacionalinė politika ir reguliavimo sistema

13.45.1. Su mikroplastiku susiję nacionaliniai įstatymai

Ispanijoje šiuo metu nėra specialių reglamentų, skirtų tik mikroplastikui ar tekstilės mikropluoštui reglamentuoti. Tačiau yra teisės aktų, kurie netiesiogiai sprendžia mikroplastiko taršos problemą per nacionalinių įstatymų ir strategijų dėl atliekų, žiedinės ekonomikos, jūrų aplinkos apsaugos ir nuotekų rinkinį, kuriame nustatoma atitinkama mikroplastiko išleidimo prevencijos ir mažinimo reguliavimo sistema.

2022 m. balandžio 8 d. įstatymas Nr. 7/2022 dėl atliekų ir užteršto dirvožemio žiedinėje ekonomikoje perkelia įvairias Europos direktyvas ir nustato priemones, skirtas atliekų prevencijai, pakartotinio naudojimo ir perdirbimo skatinimui bei gaminių poveikio aplinkai mažinimui per visą jų gyvavimo ciklą. Nors jame aiškiai neminimi tekstilės mikropluoštai, jame nustatomi tokie principai kaip atliekų hierarchija, ekologinis projektavimas ir išplėstinė gamintojo atsakomybė (EPR), kurie yra pagrindas sprendžiant mikroplastiko problemą prevenciniu požiūriu (Ispanija, 2022 m.).

Panašiai ir įstatymas Nr. 41/2010 dėl jūrų aplinkos apsaugos nustato jūrų taršos, įskaitant taršą iš jūros šiukšlių, prevencijos ir mažinimo sistemą, kurioje mikroplastikas ir tekstilės mikropluoštas buvo įvardyti kaip ypač susirūpinimą keliantys nauji teršalai. Šis įstatymas įgyvendinamas jūrų strategijomis, kurios apima Ispanijos jūrų aplinkos būklės stebėseną ir vertinimą (Ispanija, 2010).

Kalbant apie nuotekas, randame reglamentus, reglamentuojančius miesto ir pramoninių nuotekų valymą, atsižvelgiant į tai, kad nuotekų valymo įrenginiai (NVĮ) veikia kaip kontrolės punktas, bet taip pat yra galimas mikropluoštų perdavimo į vandens aplinką ir į nuotekų dumblą kelias (*de Publicaciones de la Unión Europea & Luxemburgo, n.d.; Página, n.d.*). Nors dabartiniai teisės aktai nenustato konkrečių mikroplastiko ribų, jie skatina laipsnišką valymo sistemų tobulinimą ir priimančiųjų vandens telkinių apsaugą.

13.45.2. Suderinimas su ES teisės aktais

Ispanijos teisės aktai ir politika dėl mikroplastikų ir tekstilės yra glaudžiai suderinti su Europos Sąjungos reguliavimo sistema, kuri pastaraisiais metais sustiprino pastangas spręsti mikroplastiko taršos problemą taikant visapusišką ir prevencinę perspektyvą.

Viena iš pagrindinių priemonių yra REACH reglamentas, kuriuo nustatyti apribojimai dėl į gaminius tyčia dedamo mikroplastiko pardavimo ir naudojimo (Europos Komisija, 2023). Nors šis apribojimas tiesiogiai netaikomas iš tekstilės gaminių išskiriamiems mikropluoštams, jis sukuria svarbų reguliavimo precedentą ir sustiprina Europos požiūrį į mikroplastiko išmetimo mažinimą jų susidarymo šaltinyje (Europos cheminių medžiagų agentūra, 2019).

Be to, ES tvarios ir žiedinės tekstilės strategijoje tekstilės mikropluošto problema įvardijama kaip aplinkosaugos prioritetas, skatinant tokias priemones kaip ekologinis projektavimas, tekstilės gaminių patvarumo didinimas, mikropluošto išmetimo naudojimo metu mažinimas ir technologinių sprendimų, tokių kaip skalbimo mašinų filtrai, kūrimas. Ispanija, kaip valstybė narė, suderino savo nacionalinę politiką su šiais strateginiais tikslais (Europos Komisija, 2022).

Taip pat Miesto nuotekų valymo direktyvos peržiūra sustiprina nuotekų valymo įrenginių vaidmenį šalinant naujus teršalus, įskaitant mikroplastiką, o tai turės tiesioginės įtakos tekstilės mikropluoštų, išsiskiriančių skalbimo metu buityje ir pramonėje, tvarkymui. Būsimas šios direktyvos perkėlimas į Ispanijos teisę sustiprins techninius ir kontrolės reikalavimus šioje srityje (Europos Komisija, 2022 m.).

Dabartinėse situacijose Ispanijos reguliavimo sistema atspindi laipsnišką suderinamumą su Europos politika, taikant požiūrį, pagrįstą prevencija, žiedine ekonomika ir bendra gamintojų, viešojo administravimo institucijų ir vartotojų atsakomybe.

13.45.3. Strateginiai planai, paskatos ir programos

Ispanija parengė įvairių strateginių planų ir paramos programų, kurios, nors ir nėra skirtos vien tik mikroplastikui, netiesiogiai prisideda prie jo mažinimo, ypač tekstilės sektoriuje.

Ispanijos žiedinės ekonomikos strategijoje „España Circular 2030“ nustatyti tikslai, kuriais siekiama sumažinti atliekų susidarymą, pagerinti išteklių naudojimo efektyvumą ir skatinti tvaresnius gamybos bei vartojimo modelius. Tekstilės sektoriuje ši strategija skatina ekologinį dizainą, ilginti gaminių

naudojimo laiką ir kurti veiksmingesnę surinkimo bei perdirbimo sistemą („*Gobierno de España*“, 2020 m.).

Panašiai ir su žiedine ekonomika bei pramonės dekarbonizacija susijusios PERTE programos apima finansavimo linijas, skirtas technologinėms inovacijoms, pramoninių procesų tobulinimui ir naujų medžiagų kūrimui, kurios gali prisidėti prie mikropluoštų išsiskyrimo mažinimo gamybos ir naudojimo etapuose („*Gobierno de España*“, 2020 m.; „*Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*“, n.d.).

Šias priemones papildo finansavimo programos, kurias valdo tokios įstaigos kaip CDTI, daugiausia dėmesio skirdamos moksliniams tyrimams, technologinei plėtrai ir inovacijoms tvarumo, pažangių medžiagų ir vandens valymo technologijų srityje (EECTI, 2021 m.).

13.45.4. Nacionalinės standartizavimo veiklos

Standartizacijos srityje Ispanija per Ispanijos standartizacijos asociaciją (UNE) aktyviai dalyvauja Europos ir tarptautinėje standartizacijos veikloje, susijusioje su tekstile, tvarumu ir aplinka (*Asociación española de Normalización*, 2024).

UNE techniniai komitetai dalyvauja kuriant CEN ir ISO standartus, susijusius su:

- Mikroplastiko apibūdinimo bandymų metodais.
- Tekstilės gaminių poveikio aplinkai vertinimu.
- Ekologinio projektavimo ir patvarumo kriterijais.
- Tvarumo ir žiediškumo reikalavimais tekstilės sektoriuje.

Nors vis dar nėra plačiai taikomų konkrečių standartų, skirtų standartizuotam tekstilės mikropluošto išsiskyrimo matavimui, Ispanijos dalyvavimas šiuose standartizacijos procesuose yra labai svarbus siekiant užtikrinti vienodą mikroplastiko matavimo, kontrolės ir mažinimo metodikų taikymą ateityje, laikantis Europos reguliavimo sistemos.

13.46. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

13.46.1. Mokymo poreikiai ir švietimo pasiūlymai

Ispanijos kontekste nustatytos įvairios žinių ir įgūdžių spragos, susijusios su mikroplastikų prevencija ir valdymu tekstilės sektoriuje, turinčios įtakos tiek pramonės, tiek akademinėms ir profesinėms sritims:

- Ribotos žinios apie mikropluošto susidarymą per visą tekstilės gyvavimo ciklą, ypač projektavimo, gamybos, skalbimo ir gyvavimo ciklo pabaigos etapuose.
- Trūksta specialių mokymų tekstilės ekologinio projektavimo srityje, skirtų mikropluoštų kiekiui mažinti, įskaitant medžiagų, audinių struktūrų ir mažai išsiskiriančių apdailos medžiagų parinkimą.
- Poreikis stiprinti techninius mokymus, susijusius su mikroplastikų matavimo ir stebėsenos metodais tiek pramoninėje aplinkoje, tiek nuotekų valymo sistemose.
- Ribotas specialistų, turinčių integruotą mokymą, apimančį tekstilės inžinerijos, vandens valymo, aplinkos chemijos ir žiedinės ekonomikos žinias, pasiūla.
- Ribotas žinių perdavimas tarp mokslinių tyrimų sektoriaus ir pramonės, ypač tekstilės MVJ, kurios dominuoja Ispanijos verslo struktūroje.

13.46.2. Rekomendacijos dėl mokymo programų integravimo ir profesinio mokymo

Aukštojo mokslo įstaigų (AMI) ir profesinio mokymo poreikiai

Siekiant išspręsti nustatytus iššūkius, būtina stiprinti Ispanijos universitetų ir profesinio mokymo centrų siūlomą švietimo pasiūlą:

- Įtraukti konkretų turinį apie mikroplastikus ir tekstilės mikropluoštus į tokias studijų programas kaip tekstilės inžinerija, chemijos inžinerija, aplinkos mokslai, aplinkos inžinerija, mados dizainas ir medžiagų technologijos.
- Kurti profesinio mokymo ciklą mokymo modulius, susijusius su tekstilės gamyba, pramonine priežiūra, vandens valymu ir atliekų tvarkymu, su praktiniu akcentu.
- Atnaujinti mokymo programas, siekiant integruoti Europos reguliavimo reikalavimus (REACH, Tvarios tekstilės strategija, Miesto nuotekų direktyva) ir jų taikymą Ispanijos kontekste.
- Stiprinti tarpdisciplininį mokymą, derinant technines, aplinkosaugos ir reguliavimo žinias.

Būtinasis aukštojo mokslo įstaigos kurso turinys

Rekomenduojama, kad mokymo programos, be kita ko, apimtų šį turinį:

- Pagrindiniai mikroplastikų principai: rūšys, šaltiniai ir elgsena aplinkoje.
- Iš tekstilės išsiskiriantys mikropluoštai: išsiskyrimo mechanizmai, įtakos veiksniai ir kiekybinis įvertinimas.
- Ekologinis projektavimas ir gaminių dizainas, skirtas mikropluoštų kiekiui mažinti.
- Tvarūs tekstilės procesai ir mažo poveikio apdailos technologijos.
- Vandens valymo technologijos, taikomos mikroplastiko sulaukymui.
- Mikroplastiko analitiniai ir stebėsenos metodai.
- Žiedinė ekonomika, taikoma tekstilės sektoriuje ir tekstilės atliekų tvarkyme.
- Atitinkama Europos ir nacionalinė mikroplastiko ir tekstilės gaminių reguliavimo sistema.

Pasiūlymai mokymo programos rengimui

Siekiant veiksmingai integruoti šį turinį į Ispanijos švietimo sistemą, siūlomi šie veiksmai:

- Parengti pasirenkamuosius dalykus arba specialius modulius apie mikroplastikus esamose bakalauro ir magistro studijų programose.
- Kurti tęstinio mokymo programas ir specializacijos kursus, skirtus tekstilės ir vandens ciklo sektorių specialistams.
- Skatinti bakalauro ir magistro baigiamuosius darbus, skirtus tekstilės mikropluoštams ir jų mažinimo sprendimams.
- Skatinti projektus pagrįstą mokymąsi bendradarbiaujant su įmonėmis ir technologijų centrais.

Mokytojų / dėstytojų rengimo galimybės ir rekomendacijos

Siekiant užtikrinti aukštos kokybės mokymus, būtina stiprinti dėstytojų įgūdžius:

- Specialiomis mokymo programomis mokytojams apie mikroplastikus, tekstilės tvarumą ir žiedinę ekonomiką.
- Prieiga prie naujausios mokymo medžiagos, atvejų analizės ir Europos projektų rezultatų.

- Trumpalaikės stažuotės mokytojams technologijų centruose ir tekstilės ar vandens valymo sektoriaus įmonėse.
- Mainų tinklų tarp Ispanijos universitetų, profesinio mokymo centrų ir technologijų centrų kūrimas.

Integracijos su „MicroWeave-TEX“ projekto WP2 galimybės

Šios nacionalinės ataskaitos turinys ir išvados gali būti kontekstinė nuoroda WP2 veiklai, pateikiant konkrečią Ispanijos mikroplastiko ir tekstilės sektoriaus situacijos apžvalgą. Surinkta informacija apie emisijų šaltinius, techninius sprendimus, reguliavimo sistemą ir esamą patirtį gali padėti nustatyti mokymo poreikius ir žinių spragas, kurias sprendžia šis darbo paketas.

Be to, ataskaita gali palengvinti WP2 rezultatų pritaikymą nacionaliniame kontekste, padedant užtikrinti, kad mokymo turinys ir švietimo pasiūlymai geriau atspindėtų pramonės struktūros, švietimo sistemos ir aplinkosaugos iššūkių realybę Ispanijoje. Šis ryšys skatina didesnę poreikių analizės, mokymo medžiagos rengimo ir praktinio taikymo nuoseklumą.

13.47. Išvados

13.47.1. Pagrindinės išvados ir dabartinė padėtis šalyje

Atlikus Ispanijos dabartinių rezultatų analizę, paaiškėjo, kad mikroplastiko tarša, ypač iš tekstilės mikropluoštų, yra nauja aplinkosaugos problema, turinti didelę reikšmę tekstilės sektoriui ir vandens aplinkos tvarkymui. Turimi moksliniai įrodymai patvirtina, kad sintetiniai mikropluoštai sudaro didžiąją dalį nuotekose, vandens ekosistemose ir nuotekų dumble aptinkamo mikroplastiko, o tekstilės gaminių naudojimo etapas, ypač skalbimas namuose, yra vienas iš svarbiausių išleidimo šaltinių.

Ispanija turi tvirtą mokslinę ir techninę bazę šioje srityje, kurią remia universitetų, technologijų centrų ir viešųjų mokslinių tyrimų įstaigų veikla, taip pat aktyvus dalyvavimas Europos mokslinių tyrimų, technologinės plėtros ir inovacijų projektuose. Šios iniciatyvos leido pasiekti pažangos nustatant išmetamųjų teršalų šaltinius, apibūdinant mikropluoštus ir kuriant technologinius sprendimus, skirtus tiek prevencijai šaltinyje, tiek surinkimui ir pašalinimui vandens valymo sistemose.

Tačiau ataskaitoje teigiama, kad didelio masto sprendimų įgyvendinimas išlieka ribotas. Techninės, ekonominės ir reguliavimo kliūtys išlieka, ypač tekstilės sektoriuje, kuriame dominuoja mažos ir vidutinės įmonės, turinčios ribotas galimybes investuoti į inovacijas. Be to, konkrečių tekstilės mikropluoštų reglamentų nebuvimas ir suderintų matavimo metodikų trūkumas trukdo sistemingai taikyti prevencines ir kontrolės priemones.

Šiomis aplinkybėmis norint veiksmingai sumažinti tekstilės mikroplastiko išsiskyrimą Ispanijoje, reikia taikyti visapusišką požiūrį, pagrįstą prevencija prie šaltinio, ekologiniu dizainu, technologinėmis inovacijomis, patobulintomis apdorojimo sistemomis ir mokymais įvairiems vertės grandinės dalyviams.

13.47.2. Rekomendacijos ir prioritetiniai veiksmai

Aukštojo mokslo įstaigos (AMI)

Aukštojo mokslo įstaigos atlieka esminį vaidmenį rengiant specialistus spręsti mikroplastiko problemą taikant daugiadiscipliną požiūrį. Šiuo tikslu prioritetas teikiamas integruoti konkretų turinį apie

mikroplastiką ir tekstilės mikropluoštą į susijusias studijų programas, stiprinti ekologinio projektavimo mokymus, kuriais siekiama sumažinti išmetamųjų teršalų kiekį, skatinti specializacijos ir tęstinio mokymo programas, taikyti taikomuosius mokslinius tyrimus ir universitetų bei įmonių bendradarbiavimą. Taip pat labai svarbu skatinti žinių perdavimą ir mokslinių rezultatų sklaidą pramonei ir viešojo administravimo institucijoms.

Tekstilės pramonė ir susiję sektoriai

Ispanijos tekstilės pramonė tiesiogiai dalyvauja mikropluoštų gamyboje, ypač gaminių projektavimo ir gamybos etapuose. Ekologinio projektavimo ir patvarumo kriterijų įtraukimas kartu su gamybos ir apdailos procesų optimizavimu sumažina pluošto išsiskyrimą ir mikropluošto kiekį pramonės nuotekose. Taip pat technologinių mikropluošto surinkimo sprendimų naudojimas tiek pramonės srityje, tiek bendradarbiaujant su kitais sektoriais, ir dalyvavimas bendradarbiavimo iniciatyvose bei bandomuosiuose projektuose prisideda prie susijusio poveikio aplinkai mažinimo. Šie veiksmai gali būti integruoti į įmonių tvarumo strategijas ir išplėstinės gamintojų atsakomybės sistemas.

Valstybės pareigūnai ir politikos formuotojai

Viešojo administravimo institucijos daro įtaką tekstilės mikroplastiko prevencijai ir valdymui per reguliavimo sistemą, planavimo priemones ir esamus paramos mechanizmus. Europos kontekstą atitinkančių reglamentų rengimas, suderintų mikroplastiko matavimo ir stebėsenos metodikų skatinimas ir programų, skirtų technologinių sprendimų diegimui remti, kūrimas palengvina vienodesnį mažinimo priemonių taikymą. Be to, šio klausimo įtraukimas į žiedinės ekonomikos, atliekų tvarkymo ir jūrų aplinkos apsaugos politiką kartu su piliečiams ir suinteresuotosioms šalims skirtais informavimo ir sąmoningumo didinimo veiksmais prisideda prie koordinuoto atsako nacionaliniu lygmeniu.

13.47.3. Baigiamosios pastabos

Apibendrinant galima teigti, kad Ispanija turi pakankamai žinių ir techninių pajėgumų, kad galėtų spręsti tekstilės mikroplastiko problemą. Tačiau veiksmingas esamų sprendimų įgyvendinimas labai priklauso nuo universitetų, pramonės ir viešojo administravimo institucijų koordinavimo, taip pat nuo metodų, orientuotų į prevenciją šaltinio vietoje, procesų tobulinimą ir mokymą, taikymo. Šioje ataskaitoje pateikiama apžvalga, kuri gali būti pagrindas būsimiems veiksams nukreipti ir remti Ispanijos tekstilės sektoriaus raidą siekiant tvaresnių gamybos modelių, suderintų su Europos aplinkos politika.

13.48. Šaltiniai

251007_informe-economico-de-la-moda-en-espana-2025. (2025). chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://consejointertextil.com/wp-content/uploads/2025/10/251007_informe-economico-de-la-moda-en-espana-2025.pdf

AESAN. (2019). Informe sobre la presencia y la seguridad de los plásticos como contaminantes en los alimentos. *Revista Del Comité Científico No 30*.

Aimplas lidera el proyecto Biomicro para elaborar patrones de nano y microplásticos - Reciclaje y gestión de residuos. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://www.interempresas.net/Reciclaje/560397-Aimplas-Instituto-Tecnologico-Plastico-lidera-proyecto-Biomicro-elaborar-patrones-nano.html>

- AITEX. (2023). *E- μ plast SOLUCIONES AMBIENTALES*. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://www.aitex.es/wp-content/uploads/2023/05/Informe_resultados_E-%C2%B5plast.pdf
- Asociación española de Normalización. (2024). *Normas de apoyo a la economía circular*. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://www.une.org/normalizacion_documentos/Apoyo_normas_eco_circul-2024.pdf
- BlueWater | *Control, tratamiento y reducción de microplásticos y contaminantes emergentes en aguas residuales urbanas y en el medio costero transfronterizo*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://bluewater.eu/>
- Briefing-textiles-in-europe-s-circular-economy*. (2019). chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclclefindmkaj/file:///C:/Users/raque/Downloads/Briefing-textiles-in-europe-s-circular-economy.pdf
- CAPTOPLASTIC. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://captoplastic.com/es/noticias/>
- CAPTOPLASTIC – CAPTOPLASTIC, S.L technology can remove microplastics from the aqueous media. (n.d.-a). Retrieved 21 December 2025, from <https://captoplastic.com/es/>
- CAPTOPLASTIC – CAPTOPLASTIC, S.L technology can remove microplastics from the aqueous media. (n.d.-b). Retrieved 26 December 2025, from <https://captoplastic.com/es/>
- Carr, S. A., Liu, J., & Tesoro, A. G. (2016). Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Research*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.01.002>
- Centro de Información Textil y de la Confección-CITYC. (2025). *Datos Generales Industria Textil Española*.
- Cesa, F. S., Turra, A., Checon, H. H., Leonardi, B., & Baroque-Ramos, J. (2020). Laundering and textile parameters influence fibers release in household washings. *Environmental Pollution*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113553>
- Circular solution for the textile industry*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://glaukos-project.eu/>
- Commission, E. (2022). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council concerning urban wastewater treatment (recast). *Official Journal of the European Union*, 345.
- De Falco, F., Cocca, M., Avella, M., & Thompson, R. C. (2020). Microfiber Release to Water, Via Laundering, and to Air, via Everyday Use: A Comparison between Polyester Clothing with Differing Textile Parameters. *Environmental Science and Technology*, 54(6). <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b06892>
- de Publicaciones de la Unión Europea, O., & Luxemburgo, L. (n.d.). *Directiva (UE) 2024/3019 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de noviembre de 2024, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, (versión refundida) (Texto pertinente a efectos del EEE)*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2024/3019/ojhttp://data.europa.eu/eli/C/2023/250/oj>

- Delgado Fimia, O. (2019). *Implicaciones de la exposición a microplásticos en salud humana*.
- Detectan concentraciones “excepcionalmente altas” de microplásticos en las Islas Columbretes | Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/detectan-concentraciones-excepcionalmente-altas-de-microplasticos-en-las-islas-columbretes?utm_source=chatgpt.com
- Duch, J. (2024). El impacto de la producción textil y de los residuos en el medio ambiente | Noticias | Parlamento Europeo. *Parlamento Europeo*.
- EECTI. (2021). Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027. *Ministerio de Ciencia e Innovación*.
- EFFITEX, una solución eficiente para la eliminación de microplásticos en la industria textil - Agua*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.interempresas.net/Agua/383837-EFFITEX-solucion-eficiente-para-eliminacion-de-microplasticos-en-industria-textil.html>
- El MITECO impulsa la circularidad en el sector del plástico con ayudas por valor de 151 millones*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/2025/octubre/el-miteco-impulsa-la-circularidad-en-el-sector-del-plastico-con-.html>
- El MITECO impulsa la circularidad en el sector textil con ayudas por valor de 30,5 millones*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/2025/septiembre/el-miteco-impulsa-la-circularidad-en-el-sector-textil-con-ayudas.html>
- E-MICROPLAST 2025 - SOLUCIONES AMBIENTALES III - Aitex*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from https://www.aitex.es/portfolio/e-microplast-2025-soluciones-ambientales/?utm_source=chatgpt.com
- Estrategia Española de Economía Circular y Planes de Acción*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia.html>
- European Chemicals Agency. (2019). Annex XV restriction report proposal for a restriction - microplastics. *Version 1.2, 22 August 2019, August*.
- European Commission. (2004). *Study on the implications of the 2005 trade liberalization in the textile and clothing sector*.
- European Commission. (2022). EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles. *Document 52021DC0573*.
- European Commission. (2023). COMMISSION REGULATION (EU) 2023/2055 of 25 September 2023. In *Official Journal of the European Union: Vol. L (Issue 238)*.
- E- μ plast - SOLUCIONES MEDIOAMBIENTALES - Aitex*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://www.aitex.es/portfolio/e-%C2%B5plast-biorreactores-anaerobios-biogas-solucion-eliminacion-microplasticos-industriales/>

- Filgueiras, A. V., Gago, J., Campillo, J. A., & León, V. M. (2019). Microplastic distribution in surface sediments along the Spanish Mediterranean continental shelf. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(21). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05341-5>
- García-Haba, E., Benito-Kaesbach, A., Hernández-Crespo, C., Sanz-Lazaro, C., Martín, M., & Andrés-Doménech, I. (2024). Removal and fate of microplastics in permeable pavements: An experimental layer-by-layer analysis. *Science of the Total Environment*, 929. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172627>
- Gobierno de España. (2020). *Estrategia Española de Economía Circular ESPAÑA CIRCULAR 2030 Por un #FuturoSostenible*. www.miteco.es
- Godoy Calero, V. (2021). *Origen, caracterización e impacto de los microplásticos presentes en el medioambiente. Aplicación a la provincia de Granada (España)*. <http://hdl.handle.net/10481/69067>
- Gravity Wave. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://www.thegravitywave.com/>
- Inditex y Jeanologia se alían para recuperar microfibras en la producción de prendas textiles. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.economista.es/retail-consumo/noticias/12315576/06/23/inditex-y-jeanologia-se-alian-para-recuperar-microfibras-en-la-produccion-de-prendas-textiles.html>
- Instituto Nacional de Estadística. (2023). *Estadística estructural de empresas: Sector industrial*. <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/EEESI2023.htm>
- Laboratorio de Calidad del Medio Marino del CEDEX: evaluación ambiental | CEPYC - CEDEX. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://www.cedex.es/centros-laboratorios/centro-de-estudios-de-puertos-y-costas-cepyc/equipamientos/laboratorio-de-0>
- Lanz, I. E., Laborda, E., Chaine, C., & Bleuca, M. (2024). A Mapping of Textile Waste Recycling Technologies in Europe and Spain. In *Textiles* (Vol. 4, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/textiles4030022>
- LIFE 3.0 - LIFE21-ENV-ES-LIFE-ANHIDRA/101074372. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE21-ENV-ES-LIFE-ANHIDRA-101074372/unique-and-sustainable-system-for-producing-garments-without-water-discharges>
- Life-Phoenix. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.life-phoenix.eu/>
- López-Castellanos, J., Olmos Espinar, S., & Bernal, J. B. (2020). *Artículo Técnico*. www.tecnoaqua.es
- Los microplásticos, más allá de los pellets - Campus de Gandia Ciencia - UPV Universitat Politècnica de València. (n.d.). Retrieved 18 December 2025, from https://cienciagandia.webs.upv.es/2024/01/microplasticos-mas-alla-pellets/?utm_source=chatgpt.com
- Luzi, B., Carnevale Miino, M., Rada, E. C., Zullo, R., Baltrocchi, A. P. D., Torretta, V., & Galafassi, S. (2025). Critical review of microfiber release from textiles: Results, comparative

- challenges, mitigation strategies, and legislative perspectives. *Chemosphere*, 378.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144394>
- Mares Circulares*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from
<https://www.cocacolaep.com/es/mares-circulares/>
- Materiales | ECOALF*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from
<https://ecoalf.com/pages/materiales>
- Microplásticos, El Nuevo Reto Ambiental Del Sector Textil*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025,
from https://www.aitex.es/microplasticos/?utm_source=chatgpt.com
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (n.d.). *Proyecto Estratégico para
la Recuperación y Transformación Económica en Economía Circular*.
- MITERD. (2022). Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de
envases. *Boletín Oficial Del Estado*.
- Moral, M. J. , & P. C. (2004). *El sector textil y confección en España ante un futuro incierto*.
- Nizzetto, L., Futter, M., & Langaas, S. (2016). Are Agricultural Soils Dumps for Microplastics of
Urban Origin? In *Environmental Science and Technology* (Vol. 50, Issue 20).
<https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04140>
- OCEAN YARN & ZERO MICROPLASTICS | ECOALF*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from
<https://ecoalf.com/pages/ocean-yarn-zero-microplastics?srsId=AfmBOoqtKCMIH-rZfHI-18Q5pIXd7zh1gRgk-IWxL7Spl2Jr03EDunS>
- Olea, N. (n.d.). Impacto de los microplásticos en la salud humana. *Revista de Salud Ambiental*,
24(Especial Congreso), 24, 74–77.
- Página. (n.d.). *BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO LEGISLACIÓN CONSOLIDADA*.
- Pérez, E. M., Luísa, M., García, M., Ángeles, M., Aracil, B., & Candela, R. V. (2022). *Proceso foto-
Fenton como una alternativa en la degradación de microplásticos de poliamida presentes en
aguas residuales textiles*.
- PlastikHUM*. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from
<https://www.udg.edu/ca/projectes/plastikhum>
- Proyectos emprendedores que intentan devolver la vida al mar*. (n.d.). Retrieved 26 December
2025, from <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/carpeta-informativa-del-ceneam/novedades/proyectos-basura-mar.html>
- Proyectos I+D – Santanderina Group*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from
<https://santanderinagroup.com/es/proyectos-id/>
- Proyectos I+D – Techs*. (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from
<https://www.techs.es/es/proyectos-id/>
- Ramírez, J. , A. L. , H. S. , L. E. , & F. S. (2019). Minimización de microfibras en ciclo de vida de
los productos textiles y en el tratamiento de aguas residuales: Proyecto FiberClean.
Tecnoaqua, 36, 53–57.

- Reciclar está de moda - Recuperación textil en Madrid - Ayuntamiento de Madrid.* (n.d.). Retrieved 18 December 2025, from <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Latina/Reciclar-esta-de-moda/?vgnnextfmt=default&vgnnextoid=53d2eee2b72b5910VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=a83aca5d5fb96010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&idCapitulo=12726795>
- Shahul Hamid, F., Bhatti, M. S., Anuar, N., Anuar, N., Mohan, P., & Periathamby, A. (2018). Worldwide distribution and abundance of microplastic: How dire is the situation? In *Waste Management and Research* (Vol. 36, Issue 10). <https://doi.org/10.1177/0734242x18785730>
- Simon-Sánchez, L., Grelaud, M., Franci, M., & Ziveri, P. (2022). Are research methods shaping our understanding of microplastic pollution? A literature review on the seawater and sediment bodies of the Mediterranean Sea. In *Environmental Pollution* (Vol. 292). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118275>
- Sobre la Asociación - Gestión de Residuo Textil.* (n.d.). Retrieved 18 December 2025, from <https://re-viste.org/sobre-la-asociacion/>
- Sorigué instala una planta piloto en la EDAR de Quart para probar una nueva tecnología de tratamiento de aguas de bajo impacto ambiental | Sorigué.* (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.sorigue.com/es/sala-de-prensa/actualidad/sorigue-instala-una-planta-piloto-en-la-edar-de-quart-para-probar-una>
- Spain. (2010). Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino. *Boletín Oficial Del Estado*.
- Spain. (2022). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. *Boletín Oficial Del Estado*, 85.
- TECNOLOGÍA DE CAPTURA – CAPTOPLASTIC.* (n.d.). Retrieved 26 December 2025, from <https://captoplastic.com/es/tecnologia-captura/>
- Un estudio de la Cátedra Aguas de Valencia demuestra la alta capacidad de los humedales artificiales para retener y degradar microplásticos | SIECATEDRAS | UPV.* (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.upv.es/contenidos/siecatedras/2025/12/01/un-estudio-de-la-catedra-aguas-de-valencia-demuestra-la-alta-capacidad-de-los-humedales-artificiales-para-retener-y-degradar-microplasticos/>
- Un proyecto pionero liderado por la UAB revela los riesgos de los micro- y nanoplásticos para la salud humana - Universitat Autònoma de Barcelona - UAB Barcelona.* (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/un-proyecto-pionero-liderado-por-la-uab-revela-los-riesgos-de-los-micro-y-nanoplasticos-para-la-salud-humana-1345830290069.html?detid=1345948461434>
- UPRISE: Análisis repercusiones partículas y microplásticos en salud fetal.* (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://itene.com/casos-de-exito/uprise-analisis-de-las-repercusiones-de-las-particulas-ultrafinas-y-los-microplasticos-nanometricos-en-la-salud-fetal/>
- Upstream project - for waste free european rivers.* (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://upstream-project.eu/>

UPV: Un equipo de la UPV desarrolla una aplicación que identifica y cuantifica microfibras plásticas en aguas y lodos residuales con inteligencia artificial | Universitat Politècnica de València. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.upv.es/noticias-upv/noticia-14859-ia-contra-los-es.html>

UPV: Una investigación de la UPV y la UA revela la eficacia de los pavimentos permeables en la captura de microplásticos urbanos | Universitat Politècnica de València. (n.d.). Retrieved 21 December 2025, from <https://www.upv.es/noticias-upv/noticia-14784-pavimentos-ant-es.html>

Web microplásticos LIBERA 2023 - Proyecto LIBERA. (n.d.). Retrieved 27 December 2025, from <https://proyectolibera.org/actualidad/nace-micro-la-primera-web-que-mapea-los-estudios-de-microplasticos-espanoles>

Weis, J. S., & De Falco, F. (2022). Microfibers: Environmental Problems and Textile Solutions. *Microplastics*, 1(4). <https://doi.org/10.3390/microplastics1040043>

