

TVARŲ VANDENS NAUDOJIMĄ GERINANČIŲ, APLINKOS TARŠĄ
MAŽINANČIŲ PRIEMONIŲ IR TECHNOLOGINIŲ INOVACIJŲ,
TINKAMŲ ĮDIEGTI UŽDAROSE APYTAKINĖSE ŽUVŲ AUGINIMO
SYSTEMOSE LIETUVOS KLIMATO SĄLYGOMIS, TYRIMAS

Projekto vykdymo laikotarpis – 2025 m. gegužės – lapkričio mėn.
Projekto vadovė Gražina Žibienė

Alvydas Žibas
VDU ŽŪA Akvakultūros centras



VYTAUTO DIDŽIOJO
UNIVERSITETO
ŽEMĖS ŪKIO
AKADEMIJA

Projekto tikslas - Lietuvos klimato sąlygomis tinkamų tvarų vandens naudojimą gerinančių, aplinkos taršą mažinančių priemonių ir technologinių inovacijų, galimų įdiegti uždaroje apytakinėse žuvų auginimo sistemose, rekomendavimas ir tikėtino efektyvumo įvertinimas .

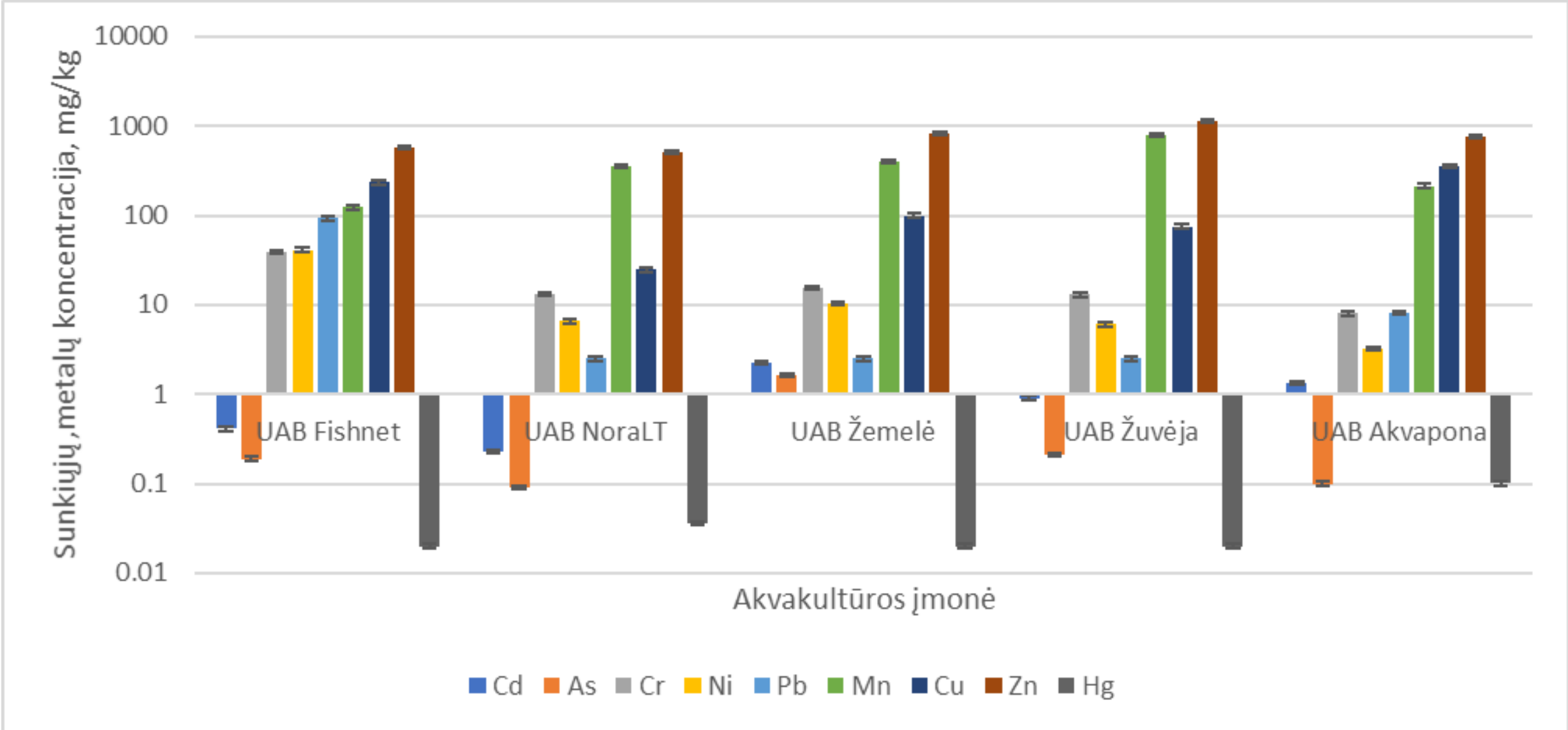
- **Pasiekti rezultatai** ⁽¹⁾ :

1. Išanalizuota užsienio šalių ir Lietuvos patirtis:

- 1.1. surinkti duomenys, kaip nuo sunaudotos pašarų sudėties (skirtingo baltymų ir riebalų kiekio) UAS dumble kinta užterštumo rodikliai (BDS₇, bendrojo azoto, bendrojo fosforo, sunkiųjų metalų (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg) koncentracijos);

Pašaro sudėties elementas	Galima įtaka BDS kiekiui dumble	Galima įtaka N_b kiekiui dumble	Galima įtaka P_b kiekiui dumble	Galima įtaka sunkiųjų metalų kiekiui dumble
Fosforo kiekis pašare (bendras / esamas)	Mažas P kiekis turi nedidelį tiesioginį poveikį BDS ₇ kiekiui; netiesioginis sumažinimas dėl geresnio PKK → mažiau išmatų OM vienam prieaugio vienetui	Mažas P kiekis tiesiogiai nekeičia N; tačiau geresnis augimo efektyvumas gali sumažinti N_B vienam prieaugio vienetui	Stiprus: mažas esamas P sumažina P_B kiekį; daugiau P išlieka žuvyse; P_b dumble mažėja	Tiesioginio poveikio nėra; metalų kiekis priklauso nuo pašaro sąnaudų ir vandens kokybės; Sumažinus žuvų miltų kiekį, gali sumažėti kai kurių metalų koncentracijos dumble.
Riebalų (lipidų) kiekis pašare	Didesnis lipidų kiekis (neviršijant poreikio) dažnai sumažina pašarų poreikį vienam prieaugio vienetui → mažesnę BDS₇ apkrovą dumble	Didesnis lipidų kiekis sumažina baltymų katabolizmą vienam prieaugio vienetui → mažina N_B atliekų kiekį vienam prieaugio vienetui	Netiesioginis: geresnis PKK → mažesnis P_B už pelną;	Tiesioginio poveikio nėra;
Baltymų šaltinis (gyvulinės ir augalinės kilmės)	Didelis augalų įtraukimas linkęs sumažinti išmatų stabilumą → daugiau smulkių dalelių ir sustabdyto OM, didinant kietųjų dalelių BDS ₇ surinktas pasroviui	Augaliniai baltymai gali pakeisti virškinamumą; jei PK pablogėja, N_B apkrova padidėja; daugiau smulkių dalelių padidina kietųjų dalelių N_B	Augalų turtinga dieta gali sumažinti išmatų stabilumą; daugiau surinktų kietųjų dalelių gali padidinti P_B dumblo masėje; P_B % priklauso nuo P suvartojimo	Augalinių ir jūrinių ingredientų buvimas pašare padidina Cu/Zn kiekius; žuvų miltai / žuvų taukai gali prisidėti prie metalų kaupimosi; augaliniai priedai gali kitų metalų (pvz., Cd) atsiradimo priežastimi, priklausomai nuo šaltinio
Mineralinių premiksų (Cu, Zn) ir žuvų miltų/žuvų taukų kiekis	Mikroelementai nedidina BDS ₇ bet gali turėti įtakos mikrobu aktyvumui; didelio tiesioginio BDS ₇ poveikio nestebima	Netaikoma tiesiogiai; mikroelementai nėra N šaltiniai	Cu/Zn priedai neturi įtakos P; žuvų miltai / žuvų taukai padidina maistinį P → daugiau P_B dumble, nebent naudojamas subalansuotas pašaras	Tiesioginis: didesnis Cu/Zn premikse padidina Cu/Zn kaupimąsi UAS ir dumble

Pašarų sudėtis ir dumblo kokybės parametrai (BDS, N_b , P_b , Cu, Zn, Cd)



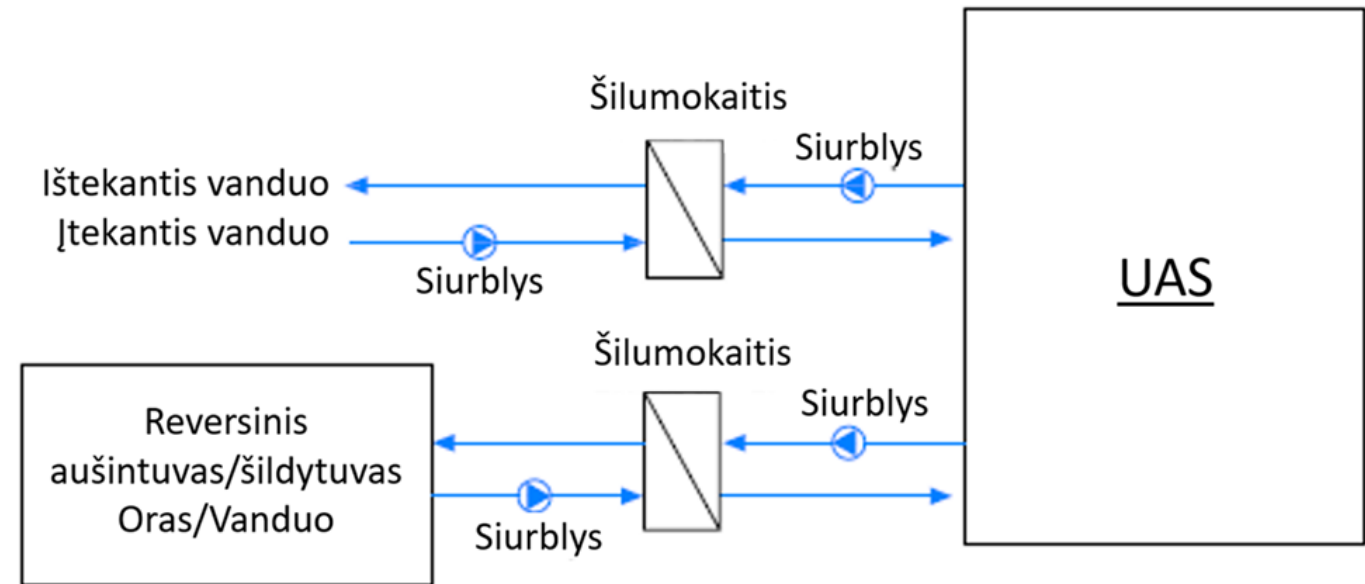
Sunkiųjų metalų koncentracijos tirtame UAS ūkių

Lietuvos UAS ūkių dumblas pagal nustatytas sunkiųjų metalų koncentracijas priskiriamas I ir II kategorijos dumblui

Pasiekti rezultatai ⁽²⁾ :

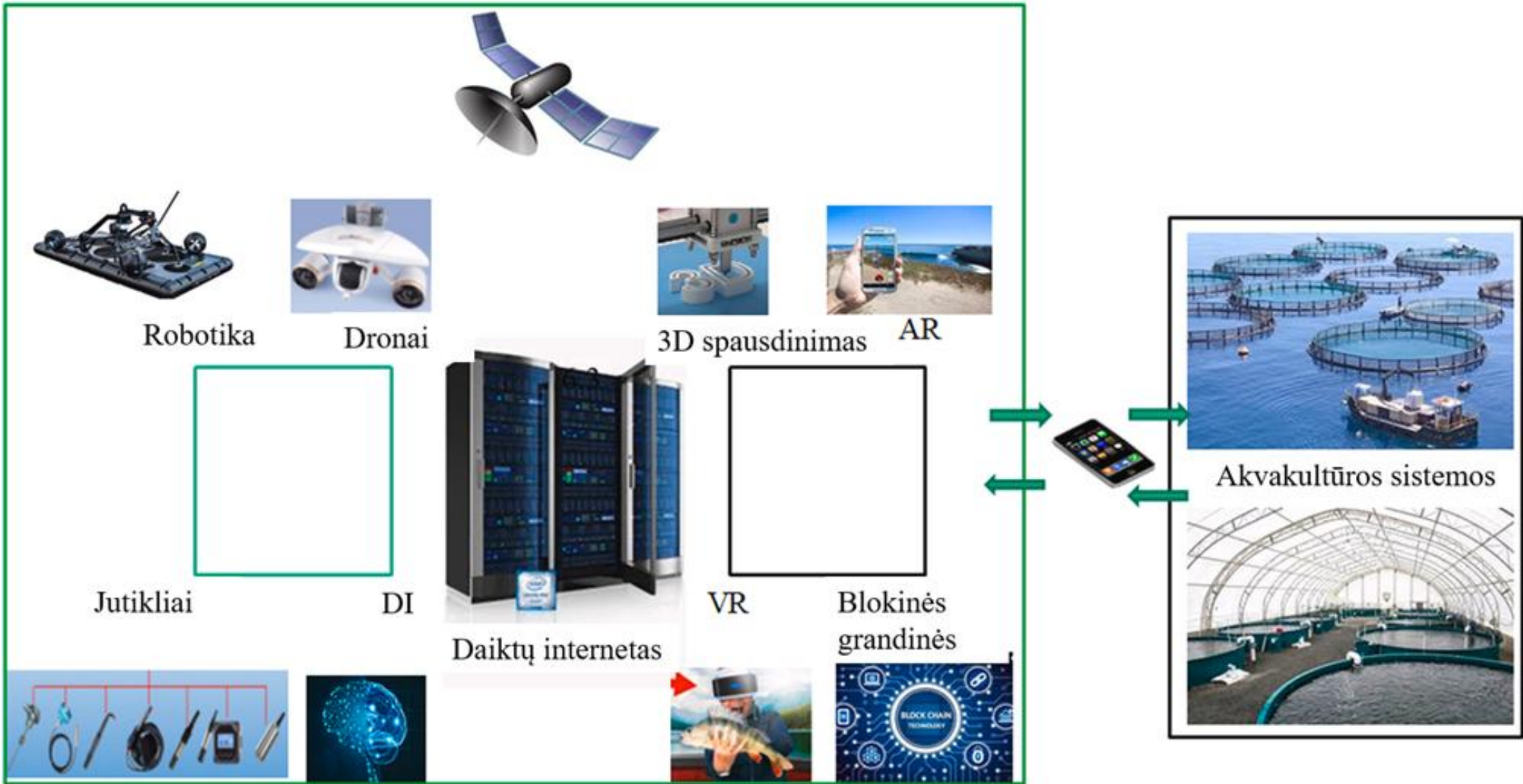
2. Išnagrinėti galimi tvarūs technologiniai sprendimai į UAS grąžinamo išvalyto vandens dezinfekcijai ar gerinimui

- apdorojimas UV spinduliais
- apdorojimas ozonu
- apdorojimas chloruojant
- apdorojimas kombinuotais būdais
- apdorojimas naudojant oksidacijos procesus
- apdorojimas naudojant membraninę filtraciją
- grąžinamo vandens temperatūros reguliavimas



Ataskaitoje aptartos technologinės inovacijos UAS

- Robotai, skirti atlikti sunkius ir laikui imlius fizinius darbus bei žuvų stebėjimui
- Dronai ir povandeniniai dronai duomenų rinkimui
- **Jutikliai** vandens kokybės rodikliams matuoti, šėrimo bei sveikatos būklės stebėjimui
- **Dirbtinis intelektas**, suteikiantis galimybę priimti greitus ir tikslius sprendimus
- Papildytoji realybė (AR) gamybos efektyvumo gerinimui ir akvakultūros švietimo stiprinimui, virtuali realybė (VR) mokymams ir konsultavimui
- 3D spausdinimo technologijos akvakultūros sistemų elementams gaminti
- Blokinės grandinės kaip patikimos atsekamumo priemonės
- **Daiktų internetas** skirtingų akvakultūros elementų sujungimui ir tarpusavio bendravimui
- Modernių UAS bei atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas
- Daugiatrofinių akvakultūros (**IMTA**) sistemų diegimas
- Biodribsnių technologijos (**BFT**) naudojimas



Naujos ir novatoriškos informacinės / skaitmeninės technologijos, taikomos siekiant dar labiau padidinti akvakultūros produkciją

Pasiękti rezultatai ⁽⁴⁾ :

4. Pateiktos mokslinių tyrimų rezultatais grįstos rekomendacijos:

4.1. praktiniam tvarų vandens naudojimą gerinančių, aplinkos taršą mažinančių priemonių ir technologinių inovacijų taikymui UAS;

4.2. kokios cheminės sudėties (leistinos normos) ir kokia tvarka UAS susidaręs dumblas gali būti panaudojamas tręšimui.

Siūlymai panaudoti / pritaikyti projekto rezultatus

- Siekiant kuo efektyviau panaudoti UAS susidarantį dumblą, reikėtų konkretizuoti reikalavimus naudotino dumblo kokybiniais rodikliais, numatyti naudojimo tvarką. Tai galima būtų padaryti 2 keliais:

1 – papildant UAS susidarantiam dumblui aktualiais reikalavimais (reikiamaiais punktais) „Nuotekų dumblo tvarkymo ir panaudojimo reikalavimus“, patvirtintus Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. birželio 29 d. įsakymu Nr. 349 (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2020 m. liepos 3 d. įsakymo Nr. D1-410 redakcija).

2 – parengiant ir ministro įsakymu patvirtinant reikalavimus UAS susidarantiam dumblui, o „Nuotekų dumblo tvarkymo ir panaudojimo reikalavimus“ papildant punktu, kur nurodoma, kad pastarieji Reikalavimai netaikomi UAS dumblui.

Siūlymai panaudoti / pritaikyti projekto rezultatus

- Projektuojant ir statant naujas UAS turėtų būti keliamas reikalavimas arba rekomendacija **numatyti tvarų vandens naudojimą gerinančias, aplinkos taršą mažinančias priemones.**
- Kadangi pagal ligšiolinius UAS dumblo sudėties tyrimų rezultatus matosi, jog UAS dumblas ne visada atitinka I kategorijos dumblui nustatytas sunkiųjų metalų koncentracijas, tačiau **pilnai atitinka II kategorijos dumblui nustatytas sunkiųjų metalų koncentracijas**, pastarąsias koncentracijas reikėtų nustatyti kaip normines UAS dumblui, jei šį UAS dumblą numatoma panaudoti tręšimui

	Sunkiųjų metalų koncentracija, mg/kg						
	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Hg
Maksimali leistina reikšmė UAS dumblui	140–150	1,5–5	140–170	300–1000	50–70	800–2500	1–1,5

Siūlymai panaudoti / pritaikyti projekto rezultatus

- Diskutuotinas mikrobiologinių-parazitologinių parametrų tyrimo poreikis, kadangi uždarose apytakinėse sistemose, kuriose auginamos žuvys, tikimybė, kad dumblas bus reikšmingai užterštas fekalinėmis žarnyno lazdelėmis (*Escherichia coli*), anaerobinėmis klostridijomis (*Clostridium perfringens*), helmintų kiaušinėliais ir lervomis, patogeninėmis enterobakterijomis yra maža (su sąlyga, kad į UAS dumblą nepatenka buitinės nuotekos iš UAS įmonės sanitarinių-buitinių patalpų ir pastarosios tvarkomos atskirai)
- UAS dumblo laikymo įrenginių bendras tūris turėtų būti pakankamas dumblo laikymui ne trumpiau kaip 1 metus.
- Draudžiama UAS dumblą naudoti tręšimui ar rekultivavimui nuo lapkričio 15 d. iki balandžio 1 d., taip pat ant įšalusios, įmirkusios ar apsnigtos žemės, taip pat jei vidutinė paros oro temperatūra aukštesnė kaip 20°C.
- UAS dumblui turėtų būti taikomi specialieji reikalavimai naudojimui tręšimui žemės ūkyje, tačiau jie turi būti taikomi ne UAS dumblo turėtojui, o dumblo naudotojui.

Siūlymai panaudoti / pritaikyti projekto rezultatus

- Viena iš rekomendacijų UAS turėtojams yra tokia, kad reikėtų išnaudoti esamas ES paramos galimybes - NMA pagal priemonę „Mokslo atstovų ir akvakultūros įmonių bendradarbiavimo veiklos“ (kvietimas numatomas ir 2026 m.).
- Kitos galimybės UAS turėtojams pasinaudoti ES parama yra Inovacijų agentūros finansinės priemonės „Inostartas“, „Inopažanga“, „Inobranda“ ir kt., skirtos MTEP veiklų vykdymui, inovacijų kūrimui ir diegimui, taip pat Lietuvos mokslo tarybos (LMT) finansinės priemonės, skirtos inovatyvių idėjų komercinimui - „Atžalinių įmonių MTEP projektai“.
- Pastarosiose finansinėse priemonėse UAS turinčios įmonės turi galimybę bendradarbiauti su mokslo ir studijų institucijomis (MSI), kurti ir diegti įvairias technologines priemones ir inovacijas UAS, šiuos sprendimus komercializuoti. Dažniausiai UAS turinčios įmonės nežino, kokius MTEP tyrimus galėtų vykdyti su mokslo ir studijų institucijomis, trūksta abipusio bendravimo.

Projekto išvados

1. UAS plėtra kasmet reikalauja daugiau vandens jų eksploatacijai, tuo pačiu daugiau išleidžiama į aplinką UAS panaudoto vandens (išvalyto iki maksimalių leistinų taršos rodiklių reikšmių) bei susidaro dumblas, kurio panaudojimas taip pat kelia problemų. Lietuvoje UAS tūris 2021 metais ženkliai padidėjo (nuo 6321 m³ 2020 m. iki 14306 m³), tačiau 2021 – 2024 m. laikotarpiu šis tūris padidėjo tik nežymiai (2024 m. siekė 14637 m³). Akvakultūros veiklą deklaravusių ūkio subjektų, naudojančių UAS sistemas, skaičius Lietuvoje sumažėjo nuo 34 vnt. 2020 m. iki 22 vnt. 2024 m.
2. Dumblas, sutankintas iki maksimaliai ekonomiškai apsimokamo, gali būti tinkamas tręšimui, kompostavimui, biodujų gamybai, ir panaudojamas kitaip. Akvakultūros nuotekos, retais atvejais – dumblas, gali būti panaudojamos akvaponikos, hidroponikos sistemose.
3. UAS dumblas pasižymi didelėmis skendinčiųjų medžiagų, organinių medžiagų, riebiųjų rūgščių ir mažomis azoto bei fosforo koncentracijomis. Dėl didelės organinių medžiagų koncentracijos šį dumblą galima naudoti anaerobiniam pūdymui.
4. Uždarose akvakultūros sistemose žuvų pašarų sudėtis iš esmės veikia BDS₇, bendrojo azoto, bendrojo fosforo ir sunkiųjų metalų koncentracijas susidarančiame dumble. Maistinių medžiagų kiekio, šėrimo efektyvumo ir dumblo tvarkymo praktikos tarpusavio ryšys vaidina svarbų vaidmenį mažinant su akvakultūros veikla susijusią aplinkos taršą.
5. Pašarų sudėtis turi didelę įtaką UAS aplinkosauginiam pėdsakui. Baltymų ir riebalų kiekio optimizavimas, siekiant pagerinti pašarų efektyvumą ir maistinių medžiagų virškinamumą, gali sumažinti organinę ir maistinių medžiagų taršą.

Projekto išvados ⁽²⁾

6. Išanalizavus Lietuvos UAS susidariusio nuotekų dumblo kokybę pagal jame esančias sunkiųjų metalų koncentracijas matyti kad, UAS ūkiuose cinko koncentracija svyruoja tarp 516 – 1146 mg/kg, vidutinė vario koncentracija svyruoja tarp 24,7 – 357 mg/kg, vidutinė kadmio koncentracija svyruoja tarp 0,23 – 1,35 mg/kg, vidutinė gyvsidabrio koncentracija UAS ūkiuose susidariusiame nuotekų dumble svyruoja nuo <0,008 iki 0,10 mg/kg, švino, chromo ir nikelio koncentracijos yra žemos. Lietuvos UAS ūkių dumblas pagal nustatytas sunkiųjų metalų koncentracijas priskiriamas I ir II kategorijos dumblui.
7. Lietuvos įmonės, turinčios uždaras apytakines žuvų auginimo sistemas, dumblą nusašina ir kaupia rezervuaruose ar aikštelėse tol, kol jį pasiima ūkininkai, kad panaudotų kaip trąša. Vėlgi, norint dumblą atiduoti kaip trąšą ūkininkams akvakultūros įmonės turi pateikti ištirti dumblo mėginius į laboratorijas, kad nustatyti, ar dumblo užterštumas neviršija normatyvų.
8. Technologinių inovacijų ir tvarios praktikos integravimas į UAS pabrėžia jų potencialą spręsti neatidėliotinas vandens išteklių trūkumo ir aplinkos blogėjimo problemas, kartu patenkinant didėjančią pasaulinę jūros gėrybių paklausą. Nuolatiniai moksliniai tyrimai ir plėtra yra būtini siekiant patobulinti šias technologijas ir strategijas, užtikrinant, kad jos išliktų perspektyviais sprendimais būsimoms akvakultūros operacijoms.
9. UAS susidarančio vandens ir dumblo pertekliaus panaudojimas atveria galimybes žiedinės ekonomikos srityje. Integruodama pažangius valymo procesus, skatindama maistinių medžiagų perdirbimą, IMTA bei biodribsnių sistemas, akvakultūros pramonė gali efektyviau tvarkyti atliekas, didinti išteklių naudojimo efektyvumą ir darniai prisidėti prie aplinkos tvarumo.

Ačiū už dēmesj! Visiems žuvies!

