

# **Pažangių technologijų taikymas užmirkusių žemių vertinimui skatinant ūkininkų kooperaciją Lietuvoje**

## **2. Parodomojo bandymo aktualumas**

Dabar esančioms melioracinėms sistemoms yra 70-80 metų. Lietuvoje sovietmečiu įrengtoms melioracijos sistemoms naudojimo laikas baigiasi ir joms nefunkcionuojant prasideda žemių degradacija joms užmirkstant. Lietuvoje esanti melioracijos įrenginių sistema yra bendra keliems ūkiams ir neapsiriboja vieno ūkio teritorija. Šiomis dienomis didžioji jų dalis nusidėvėjusios, nebeatlieka savo funkcijų. Dėl nefunkcionuojančių sistemų užmirksta žemės ir jos tampa nebetinkamos žemė ūkio veiklai. Tačiau visas sistemas galima remontuoti, rekonstruoti ar jas perkloti. Tam, kad būtų galima atlikti šiuos darbus būtina nustatyti užmirkusių žemių plotus. Melioracijos sistemomis, grioviais dažnai naudojasi keli ūkininkai, todėl tik jiems kooperuojantis galima atlikti šiuos darbus.

Ūkininkams kooperuojantis ir bendradarbiaujant vertinant žemių užmirkimo duomenis vyktų efektyvesnis duomenų surinkimas ir pasidalinimas, dalinantis duomenimis apie savo ūkio dirvožemius, melioracijos sistemas ir drėgmės lygį dirvožemyje būtų surinkti detalesni ir tikslesni duomenys ir sukurtas duomenų rinkinys, kuriame pateiktos tiek individualios, tiek bendros problemos. Keli ūkiai galėtų sujungti savo išteklius ir efektyviau sprendžiant žemių užmirkimo problemas. Bendras duomenų rinkinys padeda nustatyti kritines žemių užmirkimo zonas, priežastis. Kooperuodamiesi ūkininkai gali planuoti veiksmus žemių užmirkimui mažinti. Tokiu būdu bendradarbiavimas padeda kurti labiau pasiteisinančias priemones, kurios geriau apsaugo kiekvieno ūkininko laukus. Kartu ūkininkai gali efektyviau valdyti perteklinį vandenį ir drėgmės pasiskirstymą. Pavyzdžiui, lietaus perteklius gali būti nukreiptas į mažiau jautrias užmirkimui vietas, taip išvengiant perteklinės drėgmės pavojų. Bendradarbiavimas leidžia pasidalyti duomenų rinkinio kūrimo kaštus – dronų, dirvožemio drėgmės sensorių ar specialistų paslaugų kaina tampa mažesnė kiekvienam ūkiui, kai tokios priemonės naudojamos kolektyviai. Be to kelių ūkių patirtis leidžia išmokyti vieniems iš kitų, efektyviau spręsti problemas ir dalytis geriausiomis praktikomis.

## **3. Parodomojo bandymo tikslai**

Bandymų tikslas – skatinti ūkininkų kooperaciją ir pažangių technologijų naudojimą siekiant efektyviai stebėti užmirkusių žemių bei melioracijos sistemų būklę. Pateikti pažangių technologijų pagalba gautų duomenų pritaikymo galimybes žemių užmirkimui mažinti, kooperuojantis ūkininkams ir šią kooperaciją naudojant kaip priemonę kuriant konkurencingą ir darnų ūkį.

## **4. Parodomojo bandymo uždaviniai**

- įvertinti esamas užmirkusias žemes ūkiuose įrengiant parodomuosius bandymų poligonus;

- taikant pažangius įrenginius surinkti duomenis apie ūkiuose esančias užmirkusias teritorijas, bei užmirkimo priežastis (Naudojamos skraidyklės su RGB ir termo kameromis bei antžeminis skenavimo lazeris);
- išskirti probleminius dirbamosios žemės plotus kurie yra užmirkę dėl prastos melioracinės sistemos būklės (ūkiuose kuriuose yra melioracinės sistemos);
- atlikti griovių skenavimą bei įvertinti griovių būklę (ūkiuose kuriuose yra grioviai);
- naudojant duomenis sudaryti užmirkusių žemių duomenų bazę;
- pateikti gautų duomenų pritaikymo galimybes žemių užmirkimui mažinti, kooperuojantis ūkininkams ir šią kooperaciją naudojant kaip priemonę kuriant konkurencingą ir darnų ūkį.

## 5. Inovatyvus sprendinys

Žemės ūkis vaidina svarbų vaidmenį pasaulio ekonomikoje, nes jis yra pagrindinis maisto ir pajamų šaltinis daugumai planetos gyventojų (Agarwal et al., 2024). Įvairūs veiksniai lemia reikšmingus žemės naudojimo pokyčius ir tai rimta aplinkosaugos problema visame pasaulyje (Vlotman, 2023). Racionalaus žemės naudojimo planavimas, vandens išteklių valdymas ir pasaulinis klimato kaitos poveikis aktualus visame pasaulyje (Cammerino et al. 2024, Kalfas et al. 2024). Atmosferos krituliai yra esminis hidrologinio ciklo komponentas ir žemės paviršinio vandens šaltinis (Yang et al. 2024, Zhu et al. 2024). Vandens išteklių pasiskirstymas visame pasaulyje yra netolygus (Suvendran et al. 2024). Susiduriama su situacija kai tose pačiose vietovėse dėl sausrų reikalingas drėkinimas, o esant dideliame kritulių kiekiui reikalingas vandens kiekio reguliavimas (Jiang et al. 2024, Scatolini et al. 2024). Nsureguliuotas vandens kiekis gali neigiamai paveikti pasėlių derlių (Eslamifar et al. 2024, He et al. 2024, Novaes et al. 2024). Žemės ūkiuose, kurie yra didesnio kritulių kiekio zonose (tarp jų ir Lietuva), tinkamai veikianti melioracija duoda didelę naudą: padidina dirbamos žemės plotus, palengvina įvažiavimą didesne bei našesne technika į laukus, pagerina visas sąlygas, kurios reikalingos augalams augti. Visa tai leidžia pasiekti maksimalų išgaunamą derliaus kiekį (Hu et al. 2024, Li et al. 2024). Užmirkimas žemės ūkyje kelia didelę grėsmę dirvožemio savybėms, pasėlių derliui ir ūkio pelningumui. Visi išanalizuoti moksliniai darbai akcentuoja būtinumą racionaliai naudoti žemę subalansuojant vandens kiekius.

Kiekvieną pavasarį galima matyti projekto būtinumą – užmirkę didžiuliai žemės ūkio paskirties žemės plotai, kuriuose žūna rudenį pasodinti pasėliai ar juose neįmanomas savalaikis pavasarinis sėjimas. Tokios sąlygos kenkia augalų augimui ir vystymuisi (Shirzad et al., 2022). Problema didžiulė, nes nefunkcionuoja melioracijos įrenginiai, o jų rekonstrukcija ir remontas – didžiulės išlaidos, kurių ūkininkai negali sau leisti. Kadangi grioviai ir melioracijos sistemos paprastai apima dideles teritorijas, priklausančias skirtingiems ūkininkams, svarbu, kad ūkininkai kooperuotųsi ir kartu inovatyviu būdu atliktų tikslių griovių vertinimo analizę ir pasiruoštų melioracinių sistemų atnaujinimui kuris leis racionaliau naudoti žemę kaip išteklių, padės formuoti kraštovaizdį. Projekto metu skatinami ūkininkai kooperuotis ir kartu tai spręsti, nes melioraciniai įrenginiai nefunkcionuoti gali vienoje vietoje o to pasekmes jausti keli ūkiai. Ir užmirkęs

plotas nebūtinai yra ten kur nefunkcionuoja įrenginys. Užmirksta dėl dirvožemio ir reljefo. Tai nustatyta atlikus tyrimą Lietuvoje 2020 – 2024 metų laikotarpiu. Lietuvoje užmirkusių žemių tyrimas naudojant ortofografinius žemėlapius M 1 : 10 000 ir duomenų palyginimas vietovėje parodė ir esamų erdviųjų duomenų netikslumus (Abalikstiene et al., 2024). Užsienyje atlikti tyrimai patvirtino, kad drenažo sistemų nuotolinis stebėjimas gali valdyti užmirkimą žemės ūkiuose (Bukombe, 2023). Nuotolinio stebėjimo technologijos siūlo įrankius, leidžiančius stebėti užmirkimą dideliuose ir įvairiuose plotuose (Pais et al., 2023). Spektriniai indeksai, gauti iš daugiaspektrinių nuotoliniu būdu aptiktų vaizdų yra tinkamas procesas esamai situacijai stebėti (Luu et al., 2023; Rashid et al., 2023; Cesco et al., 2023). Nuotolinio stebėjimo technologijos suteikia galimybę tyrėjams reguliariais laiko intervalais imti duomenų mėginius ir aprėpti didelius plotus su mažiau pastangų nei taikant tradicinius žemės naudojimo tyrimo metodus.

Lietuvoje naudojantis geoportal.lt (ir kitomis) erdviųjų duomenų portalu galima viešai naudotis įvairiais erdviųjų duomenų rinkiniais, stebėti palydovinių vaizdų RGB ir termo duomenis, bet jų rezoliucija nesuteikia detalių duomenų ir išsamiai analizei netinka. Viešai pateikiami ortofotografiniai žemėlapiai sudaromi kas tris metus todėl naudojant ORT10LT duomenis priimami sprendimai nėra savalaikiai, bet to žemėlapiai sudaromi M 1:10 000 ir jų teikiamos informacijos tikslumas ne visada atitinka tikrąją situaciją vietovėje ir pateikiami duomenys nėra detalūs.

Projektas metu siūloma sudaryti tikslus duomenų rinkinius ir apmokyti ūkininkus ateityje gebėti identifikuoti žemių užmirkimo priežastis naudojant nepilotuojamas bei antžemines skenavimo priemones aprūpintas tikslia GPS įranga. Tai būtų naujas inovatyvus sprendimas nes gauti duomenys būtų labai detalūs ir tikslūs bei savalaikiai ir galėtų būti naudojami žemių užmirkimo priežasčių šalinimui, kada priežastis gedimai melioracinėse sistemose. Rinkinio pagalba būtų galima tiksliai nustatyti melioracijos sistemų rekonstrukcijos vietas papildomai neatliekant geodezinių matavimų. Šiuo metu tokios informacijos stambiu masteliu, sukauptos koordinuojant GPS įranga, nėra.

## **6. Parodomasis bandymas**

Atliekant tyrimą pirmiausia bus atliekama teritorijos analizė. Tokiai analizei atlikti puikiai tinka nuotoliniai kartografavimo metodai. Lietuvoje yra ORT10LT duomenų rinkinys kuris kaupiamas nuo 1999 m. Prieš vykstant į ūkį bus atliekamas duomenų analizė siekiant nustatyti dirvožemio užmirkimo dinamiką, atlikti užmirkusių žemių monitoringą. Tai gali padėti nustatyti užmirkusių žemių plotus ūkyje iki vizito.

Įvertinus duomenis atliekamas detalesnis tyrimas, kuriam bus naudoti nepilotuojamomis priemonėmis sukaupti erdviniai duomenys (termo duomenis ir RGB kameromis sukauptus erdviuosius duomenis). Šie duomenys yra orientuoti erdvėje GPS įrangos pagalba todėl yra patikimi ir tikslūs. Atlikus dirbamosios žemės kartografavimą keletą kartų metuose bus nustatyti drėgmės stygius ar perteklius dirvožemyje ir išskirtos teritorijos kuriose tinkamai neveikia melioracijos sistemos. Taikant nuotolinius metodus bei naudojantis turimais erdviųjų duomenų rinkiniais bus nustatyti užmirkusių žemių plotai bei po jais esančių melioracijos sistemų sausintuvų ir rinktuvų neveikiančios dalys. Tik atlikus šiuos darbus galima

kooperuotis ūkininkams ir ekonomiškai efektyviai atlikti melioracijos sistemų rekonstrukciją. Prieš pradėdant rekonstruoti būtina įsitikinti ar griovys į kurį bus nuvedamas rekonstruojamos sistemos vanduo yra pajėgus nuvesti jį į atitekantį vandenį, kad drenažo sistema veiktų gerai pirmiausiai reikia žiūrėti, kad griovys būtų išvalytas.

Jeigu ūkiuose yra griovių tai prieš atliekant kartografavimą būtina įvertinti. Nuotoliniais kartografavimo metodais bus nustatytas griovio apaugimas sumedėjusia augalija, sudarytas apytikslis griovio erdvinis modelis. Tiksliesniam griovio būklės vertinimui verta naudoti kontaktinį kartografavimą. Stereoskopiniam (3D) modeliui sudaryti tinka antžeminis griovio skenavimas lazeriu. Sudarytas modelis leis nustatyti griovio užslinkimą, gylio sumažėjimą, susiaurėjimą ir kitas problemas kurios trukdys surinkto vandens nutekėjimui. Grioviai nutekina vandenį iš didelių dirbamosios žemės plotų kurie priklauso skirtingiems ūkininkams todėl ūkininkų apsijungimas ir kooperacijos principo taikymas padės atlikti tikslią griovių vertinimo studiją taikant nuotolinį kartografavimą, lazerinį skenavimą, GPS prietaisų naudojimą. Atlikta kartografinių duomenų studija leis tinkamai įvertinti melioracijos sistemų būklę bei pasiruošti rekonstruoti melioracijos sistemas.

Projekto metu bus naudojamos nepilotuojamos skraidymo priemonės. Priemonėms keliamas reikalavimas kad būtų gaunamas iki 1,5 cm ortofotografinės nuotraukos tikslumas. Taip pat bus naudojamos RGB kamera ir termo kamera.

Tyrimo metu bus atliekamas melioracijos įrenginių 3D skenavimas, keliamas reikalavimas greitas ir tikslus skenavimas. Naudojamas lazerinis skeneris, surenkantis duomenis 6 mm tikslumu ir veikiantis LIDAR (light detection and ranging) metodu.

Atliekant bandymą kontaktiniu būdu bus atliekamas dirvožemio drėgmės monitoringas. Drėgmės jutikliais papildomai bus vertinamas dirvožemio drėgnumas. Tyrimas bus skirtas drėgmės lygio analizei dirvožemyje. Naudojant dronus ir termovizines kameras, bus atlikta drėgmės perteklius ir trūkumas stebėseną, leidžianti nustatyti užmirkusias teritorijas.

Kadangi grioviai ir melioracijos sistemos paprastai apima dideles teritorijas, priklausančias skirtingiems ūkininkams, svarbu, kad ūkininkai kooperuotųsi ir kartu atliktų tikslią griovių vertinimo analizę.

Siekiant išanalizuoti gamtinius ir ūkinius veiksnius, darančius įtaką melioruotų žemių užmirkimui, bus įvertinta melioruotų žemių bei griovių būklė. Bandymai ūkiuose gali būti atlikti tik esant pertekliniam drėgmės kiekiui – anksti pavasarį, kitu metu tai įmanoma padaryti tik jei bus ilgalaikiai pertekliniai krituliai. Nuotoliniai ir kontaktiniai drėgmės, užmirkimo, ir griovių tyrimai bus atliekami atsižvelgiant į konkrečias gamtines sąlygas. Kiekviename ūkio poligone bandymas atliekamas du kartus su termo kamera, du kartus su RGB kamera ir vieną kartą antžeminiu LIDAR metodu veikiančiu skeneriu.

## **7. Parodomąjį bandymą numatomas rezultatas**

Sukurtas projekto rezultatas - vietovės erdviniai duomenų modeliai su pažymėtomis užmirkusiomis žemėmis. Parodomasis bandymas siekia tikslo sukurti erdvinius duomenų modelius, kurie tiksliai atspindėtų vietovės užmirkusias žemes ir to priežastis. Šie modeliai bus pagrindiniai įrankiai, padedantys vizualizuoti ir analizuoti esamą teritorijų būklę, identifikuoti kritines zonas ir parengti veiksmų planus, žemių užmirkimui mažinti. Naudojant duomenis, bus sukurti tikslūs erdviniai žemėlapiai, kuriuose žymimos užmirkusios žemės ir probleminės melioracijos sistemos dalys. Bus pažymėtos kritinės teritorijos, kuriose melioracijos grioviai neveikia. Sukurtas duomenų rinkinys apims ne tik užmirkusias teritorijas, bet ir melioracijos sistemas, jų būklę ir veiksmingumą. Tai leis vizualiai suprasti, kaip viena sistema veikia kitą ir kur galima optimizuoti drenažo procesus. Tai leis planuoti tvarų ir konkurencingą ūkininkavimą, kooperuojantis ūkiams ir išvengiant užmirkusių žemių ūkiuose bei užtikrinti melioracijos sistemų veikimą. Šie rezultatai leis ūkininkams ir melioracijos specialistams priimti sprendimus dėl rekonstrukcijos darbų ir padės suplanuoti efektyvius veiksmus siekiant užtikrinti, kad melioracijos sistemos veiktų efektyviai.

## **8. Parodomojo bandymo atitiktis vertinimo kriterijams**

Parodomasis bandymas tiesiogiai susijęs su skaitmeninimu. Projekte numatoma naudoti bepiločių skraidyklių surinktus duomenis ir GPS technologijas, siekiant tiksliai stebėti ir analizuoti užmirkusių žemių ir melioracijos sistemų būklę. Naudojant termo kamerų duomenis, bus galima tiksliai nustatyti drėgmės lygį dirvožemyje, identifikuoti užmirkusias vietas ir nustatyti, kur reikalingas drenažo sistemos atnaujinimas. Be to, GPS technologijos leis tiksliai lokalizuoti melioracijos griovius ir vertinti jų veiksmingumą.

Projekte planuojama tyrimo duomenis gautus iš termo kamerų susieti su dirvožemio drėgmės jutiklių informacija. Šie jutikliai galės stebėti dirvožemio drėgmę, vandens lygį grioviuose ir kitus svarbius parametrus. Duomenys bus analizuojami ir remiantis jais bus priimami sprendimai dėl drenažo sistemos priežiūros ar atnaujinimo.

Projekto metu bus naudojamosi hibridiniu duomenų saugojimu debesyse, kad būtų galima saugoti didelius kiekius duomenų, gautų iš bepiločių skraidyklių, 3D skenerių. Šie duomenys bus perduodami į debesų platformas, kur jie bus saugomi. Naudojant debesų kompiuteriją, ūkininkai galės pasiekti duomenis bet kur ir bet kada, nes jie bus saugomi saugiuose, centralizuotuose serveriuose, prie kurių galima prisijungti internetu.

Projektas pasižymi teigiamu poveikiu aplinkai ir klimatui. Projekto metu parengus duomenų rinkinius bus galima nustatyti dirvožemio degradacijos dėl užmirkimo vietas, saugoti derlingą dirvožemio sluoksnį kaip gamtinį išteklių ir numatyti būdus dirvožemio užmirkimo problemoms šalinti. Drenažo sistemų tinkamas funkcionavimas sumažina perteklinio vandens kaupimąsi, o tai apsaugo dirvožemį nuo erozijos. Sveikesnis dirvožemis gali išlaikyti daugiau anglies, o tai padeda mažinti anglies dvideginio išsiskyrimą. Tinkamai sureguliuota melioracija gali padėti sumažinti paviršinio vandens užterštumą, nes sumažėja užtvankų ir sąstingių vietos, kuriose kaupiasi organinės medžiagos ir teršalai. Be to, kontroliuojant vandens lygius, sumažėja teršalų nutekėjimo rizika į upes ir ežerus. Palaikant tinkamą drėgmės lygį

dirvožemyje ir vandens telkiniuose, pagerėja sąlygos augalams ir gyvūnams, ypač tiems, kurie priklauso nuo drėgnųjų buveinių. Tvariai naudojant melioraciją, galima išsaugoti vertingas ekosistemas ir skatinti biologinės įvairovės išlaikymą. Efektyvi melioracija, kuri neleidžia dirvožemiui tapti pernelyg sausam ar per drėgnam, padeda išlaikyti subalansuotą augalų augimą. Sveikesnės augalų ekosistemos geriau absorbuoja CO<sub>2</sub>, o tai mažina klimato kaitos poveikį.

Mažinamas užmirkusių žemių kiekis įtakos dirvožemio, kaip gamtos išteklių, racionalių naudojimui, taip pat gerins bendrą kaimiškųjų teritorijų kraštovaizdį.

## 9. Vieno parodomojo bandymo rodikliai

<b>Parodomojo bandymo etapas</b>	<b>Išlaidų kategorija</b>	<b>Mato vnt.</b>	<b>Kiekis</b>
1. Vietos bandymui parinkimais	1. Bandymo poligonų ūkyje įvertinimo ir parinkimo paslauga	vnt.	1
	2. GPNS matuoklio nuoma bandymo poligono posūkio taškams nustatyti	vnt.	1
	3. Bandymo poligonų matavimo ir skaitmeninio žymėjimo paslauga	vnt.	1
2. Pasirengimas bandymui	1. Ūkio dirvožemių užmirkimo monitoringas	vnt.	1
3. Bandymo eiga	1. Bepilotės skraidyklės su RGB kamera nuoma su operatoriumi	vnt.	2
	2. Bepilotės skraidyklės su RGB kamera transportavimo paslauga	vnt.	2
	3. Bepilotės skraidyklės su termovizoriumi nuoma	vnt.	2
	4. Bepilotės skraidyklės su termovizoriumi transportavimo paslauga	vnt.	2
	5. Dirvožemio drėgmės kontaktinis tyrimas	vnt.	4
	6. Antžeminio LIDAR metodu veikiančio skenerio nuoma su operatoriumi	vnt.	1
	7. Antžeminio LIDAR metodu veikiančio skenerio transportavimo paslauga	vnt.	1
	8. Nuotolinių ir kontaktinių duomenų apdorojimas	vnt.	5
	9. 3D žemės paviršiaus modelio sudarymas	vnt.	3
	10. Duomenų aprašymas ir rezultatų ataskaitos parengimas	vnt.	5
4. Rezultatų vertinimas	1. Bandymo vykdymo ataskaitos su kooperacijos nauda parengimas	vnt.	1

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Abalikstiene, E.; Salkauskiene V. 2024. Investigation of Waterlogged Land Area – A Case of Lithuania. *Journal of Ecological Engineering*, 25(12), 340–351 <https://doi.org/10.12911/22998993/194567>
2. Agarwal, H., Kaur, S., Kataria, S., Roy, S., Chaudhary, D., Shukla, S., Pandey, R., Tyagi,., Joshi, N. C. 2024. Chapter Eight - Artificial intelligence and its role in soil microbiology and agricultural sustenance, Editor(s): Akanksha Srivastava, Vaibhav Mishra, *Methods in Microbiology*, Academic Press, Volume 55, 2024, Pages 141-177, ISSN 0580-9517, ISBN 9780443296246, <https://doi.org/10.1016/bs.mim.2024.05.006>
3. Bukombe, B., Csenki, S., Szlatenyi, D., Czako, I., & Láng, V. 2023. Integrating Remote Sensing, Proximal Sensing, and Probabilistic Modeling to Support Agricultural Project Planning and Decision-Making for Waterlogged Fields. *Water*, 15(7), 1340. <https://doi.org/10.3390/w15071340>
4. Cammerino A.R.B., Ingaramo M., Monteleone M. 2024. Complementary Approaches to Planning a Restored Coastal Wetland and Assessing the Role of Agriculture and Biodiversity: An Applied Case Study in Southern Italy. *Water*, 16, 153. <https://doi.org/10.3390/w16010153>
5. Cesco, S., Sambo, P., Borin, M., Basso, B., Orzes, G., Mazzetto F. 2023. Smart agriculture and digital twins: Applications and challenges in a vision of sustainability, *European Journal of Agronomy*, Volume 146, 2023, 126809, ISSN 1161-0301, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126809>
6. Eslamifar G., Balali H., Fernald A. 2024. Fallowing Strategy and Its Impact on Surface Water and Groundwater Withdrawal, and Agricultural Economics: A System Dynamics Approach in Southern New Mexico. *Water*, 16, 181. <https://doi.org/10.3390/w16010181>
7. He Y., Zhao Y., Duan Y., Hu X., Fang J. 2024. Projected Increase in Compound Drought and Hot Days over Global Maize Areas under Global Warming. *Water*, 16, 621. <https://doi.org/10.3390/w16040621>
8. Hu H., Liu Y., Du J., Liu R., Wu B., Zeng Q. 2024. Systematic Assessment on Waterlogging Control Facilities in Hefei City of Anhui Province in East China. *Water*, 16, 620. <https://doi.org/10.3390/w16040620>
9. Yang H., Wei J., Shi K. 2024. Hydrochemical and Isotopic Characteristics and the Spatiotemporal Differences of Surface Water and Groundwater in the Qaidam Basin, China. *Water*, 16, 169. <https://doi.org/10.3390/w16010169>
10. Jiang Y., Yao Y., Mustafa G., Ren X., Chen C., Wu W., Liu J., Liu Y. 2024. The Impact of Land Use and Biological Invasions on Ecological Service Values of Coastal Wetland Ecosystems: A Case Study in Jiangsu Province, China. *Water*, 16, 56. <https://doi.org/10.3390/w16010056>
11. Kalfas D., Kalogiannidis S., Papaevangelou O., Chatzitheodoridis F. 2024. Assessing the Connection between Land Use Planning, Water Resources, and Global Climate Change. *Water*, 16, 333. <https://doi.org/10.3390/w16020333>
12. Li P., Wu J. 2024. Water Resources and Sustainable Development. *Water*, 16, 134. <https://doi.org/10.3390/w16010134>
13. Lietuvos Respublikos melioracijos įstatymas. 1993 m. gruodžio 9 d. Nr. I-323. Nauja redakcija nuo 2004-02-21. Valstybės žinios, 1993-12-22, i. k. 0931010ISTA000I-323 [žiūrėta 2024-10-17]. Prieiga per internetą: <https://eseimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.5651/asr>
14. Luu, T. H., Tam, N. T., Ky Phuc, P. N. Nguyen, H. C., Van Le, L., Hieu Ngo, Q. 2023. Evaluation of land roughness and weather effects on paddy field using cameras mounted on drone: A comprehensive analysis from early to mid-growth stages, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, Volume 35, Issue 10, 2023, 101853, ISSN 1319-1578, <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101853>

15. Novaes C.; Marques R.C. 2024. Policy, Institutions and Regulation in Stormwater Management: A Hybrid Literature Review. *Water* 2024, 16, 186. <https://doi.org/10.3390/w16010186>
16. Pais, I.P.; Moreira, R.; Semedo, J.N.; Ramalho, J.C.; Lidon, F.C.; Coutinho, J.; Maças, B.; Scotti-Campos, P. 2023. Wheat Crop under Waterlogging: Potential Soil and Plant Effects. *Plants* 2023, 12, 149. <https://doi.org/10.3390/plants12010149>
17. Rashid, Md. B. 2023. Monitoring of drainage system and waterlogging area in the human-induced Ganges-Brahmaputra tidal delta plain of Bangladesh using MNDWI index, *Heliyon*, Volume 9, Issue 6, 2023, e17412, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17412>
18. Scatolini P., Vaquero-Piñero C., Cavazza F., Zucaro R. 2024. Do Irrigation Water Requirements Affect Crops' Economic Values? *Water*, 16, 77. <https://doi.org/10.3390/w16010077>
19. Shirzad, H., Barati, A. A., Ehteshammajd, S., Goli, I., Siamian, N., Moghaddam, S. M., Pour, M., Tan, R., Janečková, K., Sklenička, P., Azadi, H. 2022. Agricultural land tenure system in Iran: An overview, *Land Use Policy*, Volume 123, 2022, 106375, ISSN 0264-8377, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106375>
20. Suvendran S., Johnson D., Acevedo M., Smithers B., Xu P. 2024. Effect of Irrigation Water Quality and Soil Compost Treatment on Salinity Management to Improve Soil Health and Plant Yield. *Water*, 16, 1391. <https://doi.org/10.3390/w16101391>
21. Vlotman, W. F. 2023. Waterlogging and salinity: Cause and effect in the framework of a social, environmental and financial nexus. *Irrigation and Drainage*, 72(5), 1283-1290. <https://doi.org/10.1002/ird.2829>
22. Zhu H., Zhu L., Luo L., Li J. 2024. Seasonal Variations of Modern Precipitation Stable Isotopes over the North Tibetan Plateau and Their Influencing Factors. *Water*, 16, 150. <https://doi.org/10.3390/w16010150>