

DRENAŽO SISTEMŲ BŪKLĖS VERTINIMAS TAIKANT NUOTOLINIUS TYRIMŲ METODUS

Dovydas BUTKUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas:
dovydas.butkus@stud.vdu.lt

Santrauka

Straipsnyje analizuojama Telšių rajono Upynos kadastro vietovės drenažo sistemų būklė taikant tris metodus: vizualinę analizę, ortofotografinių nuotraukų vertinimą ir tikslios padėties nustatymo technologiją – naudojant RTK (angl. Real-time kinematic positioning) droną su multispektrine kamera. Tyrimo metodai palyginti tikslumo, laiko ir kainos atžvilgiu, siekiant nustatyti jų efektyvumą planuojant drenažo sistemų rekonstravimą. Rezultatai parodė, kad vizualinė analizė leido tiksliai nustatyti užmirkusius plotus, rinktuvo žiotis, o ortofotografinių nuotraukų analizė padėjo įvertinti užmirkusių plotų pokyčius laike. Dronu gauti vaizdai neparodė tikslios drenažo sistemų vietos ar užmirkusių plotų, tačiau suteikė papildomos informacijos apie pasėlių būklę ir sausros paveiktus plotus. Optimalius rezultatus galima pasiekti kartu taikant visus tris tyrimo metodus. Nors atliekant nuotolinius tyrimus reikia mažiau laiko sąnaudų ir išplečiamas tyrimų mastas, jie reikalauja didelių finansinių, techninių galimybių ir specifinių žinių.

Reikšminiai žodžiai: drenažas, nuotoliniai tyrimai, ortofotografinės nuotraukos, dronai.

Išvadas

Tinkamai veikiantis drenažas yra būtinas tiek urbanizuotose, tiek žemės ūkio veiklai naudojamose teritorijose, siekiant užtikrinti efektyvų vandens surinkimą ir nuvedimą. Gera veikianti drenažo sistema užtikrina optimalų dirvožemio vandens lygį, kuris yra būtinas augalų augimui ir vystymuisi. Netinkamai veikianti drenažo sistema gali sukelti dirvožemio eroziją, mažinti dirvožemio aeraciją ir neigiamai paveikti augalų šaknų sistemą, lemiančią prastą augalų būklę ir mažesnę derlių. (Manik et al., 2019).

Lietuvoje melioracijos statinių nusidėvėjimas siekia daugiau nei 74 proc. ir kasmet vis didėja (Melioruota..., 2025). Šiai dienai didžioji dalis valstybės ir privačių asmenų lėšų skiriamos esamų drenažo sistemų remontui ir rekonstravimui, tik nedidelė dalis skiriama naujų statinių statybai. Melioracijos statinių vidutinis eksploatavimo laikotarpis yra 50 metų, jų veikimas gali būti prailginamas tik tinkamai prižiūrint ir eksploatuojant statinius. Šiems darbams atlikti reikalingas finansavimas ir nuolatinis statinių būklės stebėjimas. Norint įvertinti itin didelės aprėpties plotus, tam reikia skirti daug fizinių ir materialinių resursų.

Šiuolaikinės technologijos suteikia naujas galimybes efektyviai stebėti ir analizuoti drenažo sistemų būklę. Tiek palydovinės, tiek ortofotografinės nuotraukos, dronai, fotogrametrijos ir LiDAR (šviesos aptikimo ir nuotolio matavimo, angl. light detection and ranging) technologijos leidžia nustatyti drenažo sistemų problemas bei padeda planuoti jų priežiūros darbus. Naudojant šias technologijas galima greitai ir tiksliai įvertinti didelius žemės plotus, nustatyti drenažo sistemų pažaidas ir optimizuoti priežiūros ir remonto darbų kaštus.

Tyrimo tikslas – nustatyti dalies drenažo sistemų būklę Telšių r. Upynos kadastro vietovėje taikant tradicinius ir nuotolinius tyrimo metodus.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti drenažo sistemų būklę vizualinės analizės (tradiciniu) būdu;
2. Įvertinti drenažo sistemų būklę analizuojant viešai prieinamą ortofotografinę medžiagą;
3. Įvertinti drenažo sistemų būklę nuotoliniu būdu, naudojant RTK droną ir multispektrinę kamerą.

Tyrimų objektas ir metodai

Nagrinėjamos drenažo sistemos yra Telšių rajone, Upynos seniūnijoje, Besčių kaime. Ši vietovė pasirinkta siekiant išsiaiškinti, ar taikomi nuotoliniai tyrimo metodai palengvina ir pagreitina projektavimo bei drenažo sistemų vertinimo darbus. Upynos kadastro vietovėje rengiamas melioracijos statinių rekonstravimo projektas „Upynos kadastro vietovės melioracijos statinių rekonstravimas“. Bendras sausinamas plotas – 565,05 ha, drenažu sausinamas plotas – 83,06 ha, tyrimui atlikti analizuojamas drenažų sistemų plotas – 10,3 ha. Tyrimui pasirinktos Upynos kadastro vietovės buvusio „Upynos“ kolūkio melioracijos projekto Nr. 9, (1977 m.) drenažo sistemos Nr. 11 ir Nr. 12. Jų plotas atitinkamai – 8,8 ha ir 1,5 ha.

Prieš pradedant tyrinėjimo darbus buvo atlikti paruošiamieji darbai – išnagrinėti moksliniai literatūros šaltiniai darbo tematika, išanalizuota archyvinė – projektinė medžiaga ir melioracijos erdvinį duomenų rinkinys Mel_Dr2LT.

Atliekant drenažo sistemų pažaidų vertinimą naudotasi vizualinės analizės ir instrumentiniais metodais. Taikyti nuotoliniai tyrimų metodai: ortofotografinių nuotraukų analizė, duomenų gavimas naudojant RTK droną su multispektrine kamera. Apžiūrint objektą vizualiai, drenažo sistema buvo tyrinėta drenuotą plotą apeinant ir GPS imtuvu parengiant topografinį planą, fiksuojant galimas drenažo sistemos pažaidas, įvertinant augalijos pokyčius ir užmirkimo požymius. Naudojant droną DJI Matrice 350 RTK su multispektrine kamera padaryta ortofotografinė vietovės nuotrauka. Atlikus reikiamus veiksmus ir apdorojus papildomus duomenis, ortofotografinę nuotrauką galima konvertuoti į

multispektrinę nuotrauką, tam reikia turėti duomenis, surinktus su multispektrine kamera, šiuo atveju naudota MicaSence RedEdge-P. Gauti duomenys leidžia generuoti spektrines ortofotografijas, kurios parodo tam tikras savybes, pavyzdžiui., augmenijos būklę, drėgmės pokyčius, dirvožemio savybes (Kriščiukaitienė ir kt., 2020).

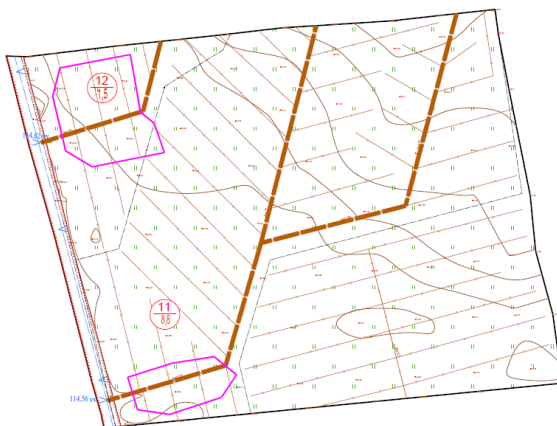
Tikintis gauti aiškesnį vaizdą, kuriame vaizduojami drėgnesni plotai, naudojami papildomi analizės sluoksniai – indeksai. Normalizuoto skirtumo augalijos indeksas (NDVI, angl. normalized difference vegetation index) rodo augmenijos tankumą ir jų būklę. Augalijos žalumos norminto skirtumo rodiklis (Green NDVI, angl. green normalized difference vegetation index) geriau analizuoja ankstyvąją augimo stadiją (Kriščiukaitienė, 2020). Dirvožemio pakoreguotas augalijos indeksas (SAVI, angl. soil adjusted vegetation index) yra pritaikytas retesnei augalijai ar plotams su labiau matomu dirvožemiu analizuoti. Modifikuotas dirvožemio pakoreguotas augalijos indeksas (MSAVI, angl. modified soil adjusted vegetation index) yra patobulinta SAVI versija, automatiškai koreguojanti dirvožemio poveikį, naudojama plotuose su mažai augmenijos (Novando, Arif, 2021). Transformuotas dirvožemio pakoreguotas augalijos indeksas (TSAVI, angl. transformed soil adjunsted vegetation index) yra tikslesnė SAVI versija, kuri labiau atsižvelgia į dirvožemio optines savybes, naudojama plotuose, kur dirvožemio atspindžio poveikis reikšmingas (Baret, Guyot, 1991). Modifikuotas normalizuotas skirtuminis vegetacijos indeksas (angl. Red-Edge, NDVI) naudojamas augalijos būklei vertinti, ypač vėlesnėse augimo stadijose, kai chlorofilo koncentracija yra didesnė. Šis indeksas naudoja artimosios infraraudonosios (NIR angl. near infrared) ir raudonojo krašto (*RedEdge*) spektrines juostas (Osborn, 2022).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tiek tradiciniai, tiek nuotoliniai drenažo sistemų tyrimai buvo atliekami 2024 m. rugpjūčio–spalio mėn. dar prieš parengiant techninį darbo projektą melioracijos statinių rekonstravimui įgyvendinti. Parengtas topografinis planas (žr. 1 pav.) aprėpė didžiąją dalį planuojamų rekonstruoti drenažo sistemų Nr. 11 ir Nr. 12, taip pat buvo numatoma galimybė rekonstruoti ir kitas, tame pačiame sklype esančias melioracijos sistemas.

Naudojant GPS imtuvą, buvo apeitas visas analizuojamas plotas, matomi drenažo sistemos nepilno veikimo požymiai, tokie kaip pelkėtos ar drėgnos vietos, buvo pažymimos. Gauti duomenys apdoroti programine įranga Geomap 2024, topografiniame plane pažymint problemines vietas.

Duomenys buvo palyginti su archyvine medžiaga, pirminiais melioracijos statinių projektais, siekiant nustatyti, ar dabartinės problemos gali būti susijusios su tuomet numatytais sprendiniais ir ar jos iš viso, ar bent iš dalies atitinka sprendinius, numatytus projekte. Pažymėtos vietos yra prioritetinės zonos numatant tolimesnius drenažo sistemų remonto ar rekonstravimo darbus.



1 pav. Parengtas topografinis planas su pažymėtomis pažaidomis (rožine spalva)

Fig. 1 Prepared topographical plan with marked damages (pink colour)

Pažymėtos vietos rodo, kad potencialios galimo drenažo sistemos gedimo vietos yra rinktuvo pradžioje, netoli žiočių. Tikslingiausia ir patikimiausia drenažo pažaidas fiksuoti anksti pavasarį, pašalui išėjus. Nepakankamai sausinami žemės plotai, kuriuose nustatyti drenažo sistemų gedimai, pasižymi tamsesne spalva, kritulių vanduo kaupiasi žemės paviršiuje (Melioracijos..., 2008)

Nustatant drenažo sistemų pažaidas analizuota viešai erdvinių duomenų portale www.geoportal.lt prieinama ortofotografinė medžiaga. 2 paveiksle pateikti 2005–2023 m. ortofotografiniai duomenys iš www.geoportal.lt ir 2024 m. 10 mėn. daryta ortofotografinė nuotrauka dronu. Atlikus pirminę apžiūrą, galima teigti, kad drenažo sistemų netinkamo funkcionavimo problema yra įsisenėjusi. Bendras sklypo plotas siekia 15,2 ha, o akivaizdžiai matomos nedirbamos ar netinkamai įdirbamos žemės plotas vidutiniškai siekia 5,83 ha, t. y. apie 38,36 proc. viso žemės sklypo ploto yra nepanaudojama jos įdirbimui.



2 pav. Ortofotografinių nuotraukų (2005–2024 m.) rinkinys su pažymėta (raudonai) netinkamai veikiančia drenažo sistema
Fig. 2 Orthophotographic photos (2005–2024 year) set with marked (red) malfunctioning drainage system.

Apžvelgiant ortofotografines nuotraukas matoma, kad žemės būklė, atsižvelgiant į analizuojamus metus, kinta. Tai gali lemti įvairūs veiksniai: metų laikas, kada daryta nuotrauka, tuo metu iškritęs didesnis kritulių kiekis, kurio nepilnai funkcionuojanti drenažo sistema nepajėgė pašalinti. Atidžiau nagrinėjant nuotraukas, ypač 2005–2009 m. ir 2015–2017 m. laikotarpiais galima matyti drenažo sistemas, tai gali padėti tiksliau nustatyti esamą drenažo sistemų padėtį rengiant rekonstravimo projektą.

Drenažo sistemų būklės suvestiniai duomenys iš ortofotografinių nuotraukų pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Ortofotografinių nuotraukų suvestiniai duomenys

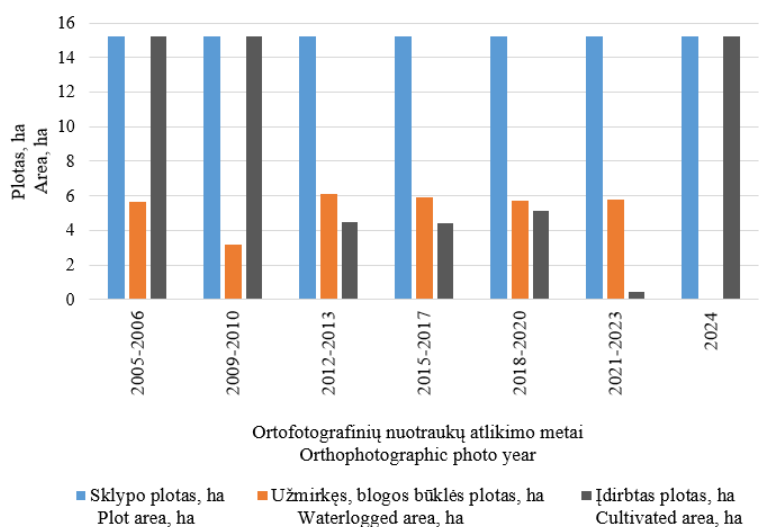
1 table. Summary data of orthophotographic photos

Nuotraukos darymo metai <i>Photo year</i>	Ar matosi pažaidos <i>Visible Damage</i>	Užmirkęs plotas sklype, ha <i>Waterlogged area on plot, ha</i>	Būklė <i>Condition</i>	Ar užmirkęs plotas įdirbtas? <i>Is the waterlogged area cultivated?</i>	Pokyčiai pamečiui <i>Yearly changes</i>	Ar galima įžiūrėti drenažo sistemas? <i>Are Drainage systems visible?</i>
2005–2006	Taip <i>Yes</i>	5,68	Bloga <i>Poor</i>	Taip <i>Yes</i>	Didėja <i>Increasing</i>	Iš dalies <i>Partially</i>
2009–2010	Iš dalies <i>Partially</i>	3,15	Iš dalies bloga <i>Partially poor</i>	Taip <i>Yes</i>	Mažėja <i>Decreasing</i>	Iš dalies <i>Partially</i>
2012–2013	Taip <i>Yes</i>	6,09	Bloga <i>Poor</i>	Ne <i>No</i>	Didėja <i>Increasing</i>	Ne <i>No</i>
2015–2017	Taip <i>Yes</i>	5,91	Bloga <i>Poor</i>	Ne <i>No</i>	Didėja <i>Increasing</i>	Taip <i>Yes</i>
2018–2020	Taip <i>Yes</i>	5,71	Bloga <i>Poor</i>	Ne <i>No</i>	Mažėja <i>Decreasing</i>	Taip <i>Yes</i>
2021–2023	Taip <i>Yes</i>	5,78	Bloga <i>Poor</i>	Taip <i>Yes</i>	Didėja <i>Increasing</i>	Ne <i>No</i>
2024–10 mėn. <i>202410 month</i>	Ne <i>No</i>	Nevertinama <i>Not evaluated</i>	Nevertinama <i>Not evaluated</i>	Taip <i>Yes</i>	Nevertinama <i>Not evaluated</i>	Ne <i>No</i>

2024 m. 10 mėnesį ortofotografinė nuotrauka daryta tikslingai tyrimui atlikti, siekiant nustatyti ir įvertinti drenažo sistemų būklę. Atlikus nuotraukos analizę nustatyta, kad drenažo sistemų pažaidų išvengti nėra galimybės, kaip ir nustatyti esamų drenažo sistemų vietą. Atsižvelgiant į mokslininkų (Roy, 2014, Lin, 2021, Li, 2022) atliktus tyrimus galima teigti, kad šiems rezultatams įtakos turėjo dirvožemio drėgmė, ortofotografinės nuotraukos raiška, fotografavimo sąlygos, auginamos pasėlių kultūros, debesuotumas.

3 paveiksle pavaizduotame grafike pateiktas dirbamo, blogos būklės ir visiškai neįdirbto ploto palyginimas. Lyginant 2005–2024 m. darytas ortofotografines nuotraukas, nenustatytos aiškios įdirbto žemės ploto kitimo tendencijos. Tikėtina, kad atitinkamais metais iškritus mažesniame kritulių kiekiui, neefektyviai veikiančios drenažo sistemos pajėgė

nuvesti vandenį į imtuvą, taip pat įvairių kultūrų auginimui naudojamos skirtingos žemės įdirbimo technologijos bei reikalingas skirtingas dirvožemio drėgmės lygis (Ratke, 2023).

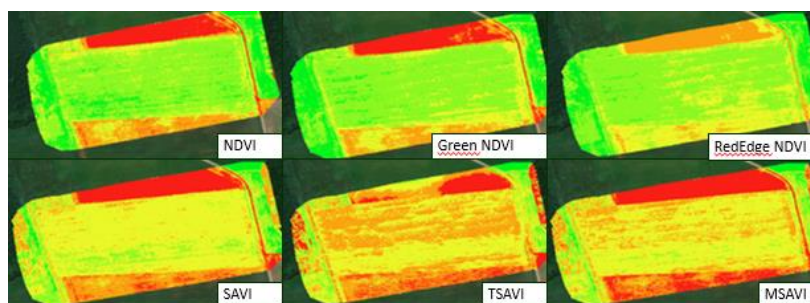


3 pav. Dirbamo ploto, užmirkusio, blogos būklės ploto palyginimas

Fig. 3 Cultivated, waterlogged area comparison

Dronu DJI Matrice 350 RTK su multispektrine kamera Micasense RedEdge-PP parengtos ortofotografinės nuotraukos plotas siekė 27,77 ha. Padarytų nuotraukų skaičius – 4620. Drono skrydžio laikas – 25 min. Nuotraukos apdorotos programa ArcGIS Drone2map.

4 paveiksle pateikti gauti rezultatai panaudojus metodikoje aprašytus indeksus.



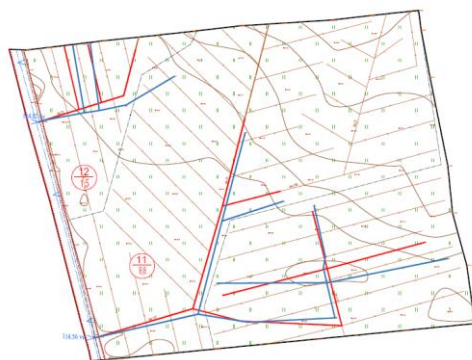
4 pav. Indeksų palyginimas

Fig. 4 Indices comparison

Analizuojant NDVI indeksą tarp daugiau augmenijos (žalia) ir mažiau augmenijos turinčių vietų (raudona) matomas labai didelis kontrastas. Green NDVI labiau išryškina augalijos įvairovę, kur NDVI rodo bendresnį vaizdą, nes yra jautresnis mažesnės augmenijos ir ankstyvų vegetacijos stadijų skirtumams. Lyginant su NDVI, RedEdge NDVI išryškina daugiau detalių vidutinės vegetacijos zonose. SAVI išryškina sritys su žemesne augalija. Lyginant su SAVI, TSAVI dar labiau kompensuoja dirvožemio ryškumo poveikį, raudonų zonų daugiau nei kituose indeksuose, rodo didesnę jautrumą dirvožemio savybėms. TSAVI gali būti naudingas vertinant sausros paveiktas vietas ar prastai augančią augmeniją (Baret, Guyot, 1991). MSAVI leidžia geriau matyti augalijos skirtumus vietose, kur dirvožemis stipriai veikia atspindžio spektrą. Apibendrinant galima teigti, kad augalijos būklei įvertinti labiausiai tinka naudoti NDVI, Green NDVI, RedEdge NDVI indeksus, drėgnumą ir poveikį augalijai geriausiai atspindi SAVI, TSAVI ir MSAVI. Norint tirti sausringas vietas ar ankstyvos vegetacijos laukus, galima gauti daugiau informacijos naudojant MSAVI ir TSAVI indeksus.

Atlikus jau minėtus vizualinius ir instrumentinius tyrimus, buvo parengtas melioracijos statinių rekonstravimo projektas ir įgyvendinti rekonstravimo darbai. Siekiant įvertinti galimybę naudoti vien vizualinius ir nuotolinius tyrimus projekto parengimui, tikslingai nebuvo naudotasi žemės kasimo technika drenažo sistemų tyrinėjimui.

5 paveiksle pateiktas projektuojamų ir realiai paklotų drenažo sistemų palyginimas. Didesnis netikslumas gautas vykdant drenažo sistemos Nr. 11 rekonstravimo darbus, paklaidos siekė nuo 0 iki 40 m. Drenažo sistemos Nr. 12 paklaidos siekė nuo 0 iki 19 m. Kadangi projektuojant drenažo sistemas buvo naudotasi archyvine medžiaga, akivaizdu, kad archyvinėje medžiagoje pateikti duomenys ir faktiškai įgyvendinti statybos projektai gali labai skirtis.



5 pav. Projektuojamų drenažo sistemų (raudona) ir įrengtų (mėlyna) palyginimas
Fig. 5. Comparison of designed drainage systems (red) and installed ones (blue)

Apibendrinant galima teigti, kad nenaudojant kasimo technikos ir tiksliai nenustačius drenažo sistemų vietos, tik iš vizualinės analizės ir nuotoliniais tyrimais gautų duomenų negalima gauti reikiamo tikslumo, siekiant parengti tikslų drenažo sistemų rekonstravimo projektą. Vizualinės analizės metodai reikalauja mažiausiai finansinių išlaidų instrumentams, kompiuterinei įrangai ir kitoms reikmėms. Išnagrinėjus viešai prieinamas ortofotografines nuotraukas, dalyje jų galima pakankamai tiksliai nustatyti drenažo sistemų vietą ir išmatuoti užmirkusius plotus. Drono su multispektrine kamera naudojimas reikalauja itin daug finansinių išlaidų prietaisams ir reikalingai kompiuterinei įrangai įsigyti bei daug specifinių žinių, norint tinkamai apdoroti gautus duomenis.

Išvados

1. Atlikus drenažo sistemų Nr. 11 ir Nr. 12, įrengtų Telšių rajone, Upynos seniūnijoje, Besčių kaime, tyrimus vizualiai nustatyti užmirkę plotai, rastos drenažo rinktuvų žiotys, apytikslė drenažo rinktuvo buvimo vieta.
2. Atlikus ortofotografinių nuotraukų analizę pakankamai tiksliai nustatyta drenažo sistemų vieta, išmatuoti užmirkę plotai, įvertinta drenažo sistemų būklė kiekvienais metais 19 metų laikotarpiu. Tačiau toks tyrimas kelia grėsmę gauti netikslūs duomenis neatlikus apžiūros vietoje.
3. Išanalizavus dronu su multispektrine kamera gautus vaizdus, drenažo sistemų buvimo vietos ir įvertinti užmirkusį plotą nepavyko. Gauti duomenys suteikė daugiau informacijos apie pasėlių būklę, sausros paveiktus plotus. Drono su multispektrine kamera naudojimas reikalauja daug išlaidų prietaisams ir kompiuterinei įrangai įsigyti bei specifinių žinių, gautų duomenų apdorojimui.

Literatūra

1. Baret F., Guyot G., 1991. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*. Vol 35. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90009-U](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90009-U)
2. Kriščiukaitienė I., Galnaitytė A., Namiotko V., Skulskis V., Lakis A., Jukna L., Didžiulevičius L., Šleinius D., Usvaltienė L., Tvaraus ūkininkavimo metodika. Vilnius, 2020. [Žiūrėta 2025-02-19]. Prieiga per internetą: https://app.ekvi.lt/uploads/Tvaraus_ukininkavimo_metodika_750e4c773f.pdf?utm_source
3. Li Z., Shen H., Weng Q., Zhang Y., Dou P., Zhang L., 2022. Cloud and cloud shadow detection for optical satellite imagery: Features, algorithms, validation, and prospects. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 188, 89-108. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2022.03.020>
4. Lin, Y. C., Zhou, T., Wang, T., Crawford, M., & Habib, A. (2021). New orthophoto generation strategies from UAV and ground remote sensing platforms for high-throughput phenotyping. *Remote Sensing*, 13(5), 860. <https://doi.org/10.3390/rs13050860>
5. Manik SMN., Pengilley G., Dean G., Field B., Shabala S., 2019. Soil and Crop Management Practices to Minimize the Impact of Waterlogging on Crop Productivity. *Frontiers in plant science*, 10, 140. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00140>
6. Melioracijos techninis reglamentas MTR 1.12.01:2008. 2008. *Melioracijos statinių techninės priežiūros taisyklės*. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija. Vilnius.
7. Melioruota žemės ir melioracijos statiniai (2025-01-01) Informacinis leidinys. (2025). Vilnius: Valstybės įmonė Žemės ūkio duomenų centras.
8. Novando G., Arif D. A., 2021. Comparison of soil adjusted vegetation index (SAVI) and modified soil adjusted vegetation index (MSAVI) methods to view vegetation density in padang city using landsat 8 image. *International Remote Sensing Applied Journal*, 2(1), 31-36.
9. Osborn L., 2022. NDVI vs. NDRE: What's the Difference? [Žiūrėta 2025-02-19]. Prieiga per internetą: <https://sentera.com/resources/articles/ndvi-vs-ndre-whats-the-difference/>
10. Ratke, R. F., Zuffo, A. M., Steiner, F., Aguilera, J. G., de Godoy, M. L., Gava, R., de Oliveira, J. T., Filho, T. A. d. S., Viana, P. R. N., Ratke, L. P. T., Ancca, S. M., Campano, M. R. R., & Gonzales, H. H. S., 2023. Can Soil Moisture

and Crop Production Be Influenced by Different Cropping Systems? *AgriEngineering*, 5(1), 112-126 <https://doi.org/10.3390/agriengineering5010007>

11. Roy S., 2013. Remote sensing and GIS applications for drainage detection and modeling in agricultural watersheds. [Žiūrēta 2025-02-19]. Prieiga per internetą: <https://scholarworks.indianapolis.iu.edu/server/api/core/bitstreams/ffa3123c-c8b5-446a-ab4f-6f6f06138c47/content>

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF DRAINAGE SYSTEMS USING REMOTE SENSING METHODS

Abstract

The article analyzes the condition of drainage systems in the Upyna cadastral area of the Telšiai district using three methods: visual analysis, evaluation of orthophotographic images, and precise positioning technology—utilizing an RTK (Real-Time Kinematic Positioning) drone with a multispectral camera. The research methods were compared in terms of accuracy, time, and cost to determine their effectiveness in planning drainage system reconstruction. The results showed that visual analysis accurately identified waterlogged areas and collector outlets, while the analysis of orthophotographic images helped assess changes in waterlogged areas over time. The images obtained by the drone did not precisely reveal the locations of drainage systems or waterlogged areas but provided additional information on crop conditions and drought-affected areas. Optimal results can be achieved by combining all three research methods. Although remote studies require less time and expand the scope of research, they demand significant financial and technical resources as well as specialized knowledge.

Keywords: drainage, remote sensing, orthophotographic images, drones.