



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

GEODEZIJOS IR KADASTRO KATEDRA

Rasa Bunikytė

**AUKŠTAPELKIŲ KAITOS XIX–XXI A. ANALIZĖ DZŪKIJOS
REGIONE, NAUDOJANT GEOGRAFINES INFORMACINES SISTEMAS**

RAISED BOG CHANGE ANALYSIS IN 19TH – 21ST CENTURY IN DZUKIJA
REGION USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Baigiamasis magistro darbas

Geodezijos ir kartografijos studijų programa, valstybinis kodas 6211EX036

Geografinių informacinių sistemų specializacija

Matavimų inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2022

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Geodezijos ir kadastro katedra

ISBN ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Geodezijos ir kartografijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Aukštapelkių kaitos XIX – XXI a. analizė Dzūkijos regione, naudojant geografinės informacinės sistemas**

Autorius **Rasa Bunikytė**

Vadovas doc. dr. **Rūta Puzienė**

Kalba

lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjamos Amalvos, Čepkelių, Dainaviškių, Kernavo, Krakinio ir Žuvinto aukštapelkės, jų struktūriniai ir erdviniai pakitimai. Išnagrinėtos pagrindinės aukštapelkių degradacijos proceso priežastys, temperatūros ir kritulių pokyčiai nuo 1950 m. aukštapelkių teritorijose. Vertinant teritorinius aukštapelkių pokyčius laiko aspektu nustatyti temperatūros ir kritulių pokyčių įtaka aukštapelkėms. Išnagrinėjus visas aukštapelkių užaugimo priežastis nustatyti jų degradacijos mastai pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir siūlymai.

Darbą sudaro 5 dalys: įvadas, darbo metodologija, darbo rezultatai, išvados, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 64 p. teksto be priedų, 32 iliustr., 4 lent..

Prasminiai žodžiai: aukštapelkė, degradacija, Amalva, Žuvintas, Čepkeliai, Krakinis, Kernavas, Dainaviškiai, klimato kaita.

Vilniaus Gedimino technikos University
 Faculty of **Environmental Engineering**
 Department of **Geodesy and Cadastre**

ISBN ISSN
 Copies No.
 Date-....-....

Master Degree Studies **Geodesy and Cartography** study programme Master Graduation
 Thesis III
 Title **Raised bog change analysis in 19th – 21st century in Dzūkija region using geographic information system**
 Author **Rasa Bunikytė**
 Academic supervisor **Rūta Puzienė**

Thesis language:

Lithuanian

Annotation

The present final Master thesis analyzes Amalva, Čepkeliai, Dainaviškiai, Kernavas, Krakinis and Žuvintas raised bogs structural and spatial changes. Main raised bogs' degradation reasons, temperature and precipitation changes since year 1950 in the raised bogs territory are analysed. Main effects on raised bogs are indentified by assessing teritorial raised bogs changes in time and changes of temperatute and precipitation. Raised bogs degradation extents are indentified and other degradation reasons are estimated. The conclusions and recommendation are presented at the end of the thesis.

The thesis consists of 5 parts: Introduction, theoretical background, practical part, conclusions, references.

Thesis consists of: 64 pages of text, 32 pictures, 4 tables.

Keywords: raised bog, degradation, Amalva, Žuvintas, Čepkeliai, Krakinis, Kernavas, Daivaiškiai, climate change.

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
GEODEZIJOS IR KADASTRO KATEDRA

TVIRTINU

Matavimų inžinerijos studijų kryptis

Geodezijos ir kartografijos studijų programa, valstybinis kodas
6211EX036

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO

UŽDUOTIS

2022-05-30 Nr.
Vilnius

Studentui (ei) Rasai Bunikytei.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Aukštapelkių kaitos XIX–XXI a. analizė Dzūkijos regione, naudojant geografinės informacinės sistemas.....

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2022 m. gegužės 30 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

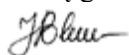
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

Doc. Dr. Rūta Puzienė.....
(Moksl. laipsnis/pedagoginis vardas, vardas, pavardė)

Vadovas.....
(Parašas) (Moksl. laipsnis/pedagoginis vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau



(Parašas)

Rasa Bunikyte

(Vardas, pavardė)

2020 m. lapkričio mėn.

(Data)

**AUKŠTAPELKIŲ KAITOS XIX–XXI A. ANALIZĖ DZŪKIJOS REGIONE, NAUDOJANT
GEOGRAFINES INFORMACINES SISTEMAS**

Turinys

IVADAS	6
1. ANKSTESNIŲ TYRIMŲ APŽVALGA	8
2. DARBO METODOLOGIJA.....	11
2.1 Darbo rengimo metodika	11
2.2 Klaidų šaltinių identifikavimas.....	12
2.3 Tyrimų vietos	15
2.4 Geografinės informacinės sistemos	19
2.4.1. Duomenų nustatymas.....	20
2.4.2. Geoinformacinė sistema.....	21
2.4.3. Realaus pasaulio modeliavimas	22
2.4.4. Duomenų modeliai	23
2.4.5. Rastrinis duomenų modelis.....	25
2.4.6. Vektorinis duomenų modelis	26
2.4.7. Paviršiaus duomenų modelis TIN (Triangular Irregular Network).....	27
2.4.8. Rastrinių ir vektorinių duomenų modelių privalumai ir trūkumai	28
2.4.9. Geoinformacinės sistemos maketo sudarymas.....	28
2.4.10. Atributinės duomenų bazės sudarymas	30
2.4.11. Skaitmeninio žemėlapių formavimas	31
2.4.12. Skaitmeninio žemėlapių redagavimas	32
2.4.13. Skaitmeninio žemėlapių kokybės charakteristika	33
2.4.14. Ataskaitų ir grafikų formavimas, erdvinė duomenų analizė	36
2.4.15. Vektorinių duomenų analizė.....	36
2.4.16. Duomenų konvertavimas	37
2.4.17. Skaitmeninio žemėlapių projektavimas	38
2.4.18. Skaitmeninio žemėlapių vizualizavimas ir spausdinimas	39

3. DARBO REZULTATAI	41
3.1. Aukštapių struktūriniai teritoriniai pokyčiai XIX–XXI a.....	41
3.1.1. Krakinio aukštapių pokyčiai	41
3.1.2. Amalvos aukštapių pokyčiai	43
3.1.3. Dainaviškių aukštapių pokyčiai	45
3.1.4. Žuvinto pilių pokyčiai	47
3.1.5. Čepkelių aukštapių pokyčiai	49
3.1.6. Kernavo aukštapių pokyčiai.....	51
3.2 Aukštapių augalijos kaitos ryšys su temperatūra ir krituliais.....	53
3.2.1 Temperatūros poveikis.....	53
3.2.2 Kritulių poveikis	56
3.3 Aukštapių degradacijos priežastys ir tendencijos.....	59
IŠVADOS	63
LITERATŪROS ŠALTINIAI	65

IVADAS

Žymus prancūzų rašytojas Gi de Mopasanas yra pasakęs, jog pelkė yra ištisas pasaulis Žemėje, kur sava būtis, savi sėslūs ir keliaujantys gyventojai, savi balsai, šlamesiai, o svarbiausia – sava paslaptis. Iš tiesų pelkės – tai unikalios mūsų planetos ekosistemos, pasižyminčios ne tik savita flora ir fauna, bet milžiniškais, žmogui gyvybiškai reikalingais, naudingųjų iškasenų klodais. Šios ekosistemos nepriskiriamos nei sausumai, nei vandeniui. Jomis gali virsti tiek užliejami sausumos plotai, tiek nusekę ežerai. Keičiantis geografinei sferai kartu keitėsi ir pelkių ekosistemos, vystėsi nauji pelkių tipai, keitėsi pelkių floros ir faunos rūšinė sudėtis. Tačiau nepaisant visų pokyčių, pelkės vis tiek išliko neatsiejama ir labai svarbia Žemės biosferos dalimi.

Pelkės, kaip specifinis kraštovaizdžio komponentas, tyrinėtas daugelyje mokslo sričių: geologijoje, botanikoje, hidrologijoje, geografijoje, ekologijoje ir kt. Tačiau pastaraisiais dešimtmečiais pelkės tirtos dažniausiai tik keliomis kryptimis: ekonominė – jos yra potenciali pramonės žaliava, aplinkosauginė – unikalių augalų ir gyvūnų bendrijų buveinių išsaugojimo tikslais, vandensauginė – pelkės kaip natūralus nuotėkio reguliuotojos (Tarvydas, 1998).

Pelkių gyvybingumo svarbiausiu veiksniu yra hidrologinis režimas. Nuo jo taip pat priklauso pelkės potipis, durpių bendrijų struktūra ir organinės masės balansas, biodestruktorių veikla, pelkės natūralumo laipsnis, pagaliau ryšys su aplinkiniu landšaftu, taigi savaime suprantama, jog melioruojant užpelkėjusius dirvožemius, natūralus jų hidrologinis režimas pakinta, senka gruntinių vandenų lygis, o taip pat ir vyksta pelkių klodų nykimas (ne tik dėl eksploatavimo, bet ir savaiminis). Dar šeštajame praeito amžiaus dešimtmetyje pelkės sudarė 6 – 7 proc. bendro Lietuvos ploto, o didesnių kaip 50 ha buvo 1530. Lietuvos durpynų kadastre (1966) nurodoma jau 5,1 proc. pelkingumas ir 330 000 ha durpynų; didesnių už 50 ha buvo 792 (bendras plotas 222 000). (Kunskas, 1985)

Nusausintos pelkės klotas pradeda slūgti. Juo giliau nusausinta ir didesnės aeracijos zona, tuo didesnis ir suslūgimas. Pakinta klotų dirvožemio oro bei vandens režimas. Neretai dėl to sumažėja sukultūrinto ploto augalų produkcija. Santykinis klotų drėgnumas sumažėja kelis ar keliolika kartų, o oro koncentracija padidėja. Dideliuose durpynuose plotas eksploatacijai pradedamas ruošti keli ar keliolika metų prieš eksploatavimą. Sausinant, ruošiant sudaroma labai gili (1,5 – 2,5 m.) aeracijos zona, todėl per daug metų tokios „perpjautos“ pelkės durpės itin suslūgsta ir mineralizuojasi. (Kunskas, 1985).

Statistika rodo, jog apie 7 proc. Europos yra padengta pelkėmis (neįskaičiuojant Rusijos Federacijos ir pajūrinių plotų). Tačiau iki 1970 m., kuomet Europa susirūpino pelkėmis ir pripažino jas vertingomis, apie 8 proc. pelkių jau buvo sunaikinta. Siekiant sustabdyti tolesnį

pelkių nykimą Europos Sąjungoje ir už jos ribų buvo pradėti įgyvendinti pelkių ekosistemų apsaugos šalių susitarimo dokumentai, pavyzdžiui tokie kaip Ramsaro Konvencija, Bonos konvencija, Biologinės įvairovės konvencija, Paukščių direktyva, Buveinių direktyva ir kt.

Pagal minėtą ES Buveinių direktyvos I priedą yra išskiriamos Lietuvoje 8 pelkių buveinės, iš kurių 3 yra skirtos aukštapelkėms:

7110 Aktyvios aukštapelkės;

7120 Degradavusios aukštapelkės;

7150 Plikų durpių saidrynai; (Pievų ir pelkių..., 2010).

Šis darbas yra **aktualus**, todėl, kad pelkės labai svarbios ne tik kaip durpių producentai, jų ekosistemos teikia daugybę funkcijų (pagal De Groot, 1992): vandens balanso reguliavimas upių baseinuose, gruntinio ir požeminių vandens balanso palaikymas, vandens kokybės gerinimas (filtravimas ir kaupimas), biogeninių medžiagų kaupimas ir skaidymas, biologinės įvairovės ir įvairių buveinių palaikymas, valgomųjų ir vaistinių augalų tiekimas, medienos tiekimas, o taip pat suteikia galimybę atlikti paleologinius, istorinius ir archeologinius tyrimus bei saugo kultūrinį ir istorinį paveldą.

Darbo tyrimo objektas – Amalvos, Čepkelių, Dainaviškių, Kernavo, Krakinio ir Žuvinto aukštapelkės, jų struktūriniai ir erdviniai pakitimai.

Darbo tikslas – nustatyti aukštapelkių degradacijos proceso priežastis, įvertinti problemas ir teikti siūlymus joms spręsti. Siekiant užsibrėžto tikslo iškeliami šie **uždaviniai**:

- 1) Apžvelgti literatūrą apie pelkių kaip daugiafunkcinių ekosistemų svarbą.
- 2) Atlikti Amalvos, Čepkelių, Dainaviškių, Kernavo, Krakinio ir Žuvinto aukštapelkėse augalijos teritorinius pokyčių laiko aspektu analizę.
- 3) Išanalizuoti temperatūros ir kritulių pokyčius nuo 1950 m. aukštapelkių teritorijose.
- 4) Nustatyti išanalizuotų temperatūros ir kritulių pokyčių įtaką aukštapelkėms.
- 5) Nustatyti kitas aukštapelkių degradacijos priežastis.
- 6) Įvertinti aukštapelkių užaugimo nebūdinga pelkėms augalija mastus.

Šio darbo tikslui ir uždaviniams įgyvendinti naudojami kartografiniai bei statistiniai duomenys, hidrologijos, geografijos, ekologijos temomis paskelbti moksliniai tyrimai (knygos, straipsniai, bakalauro ir magistro baigiamieji darbai), geografinės informacinės sistemos programos.

1. ANKSTESNIŲ TYRIMŲ APŽVALGA

Pelkės yra vienos iš svarbiausių ekosistemų bei kraštovaizdžio elementų. Jų funkcijos yra glaudžiai susijusios su gyvybės raida Žemėje: tūkstantmečius jose kaupėsi organinės medžiagos – didžiulės energijos atsargos. Pelkės yra reikšmingos šiltnamio efektą skatinančių dujų balansui, veikia vietinį mikroklimatą, kontroliuoja vietovių hidrologinį režimą bei vandens cheminę sudėtį, o taip pat yra buveinės daugybei augalų rūšių (Keddy, 2000).

Lietuvos pelkių tyrimo pradžia siejama su 1791 m. išleistu prof. S. Jundzilo veikalu „Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės provincijos augalų aprašymas“. Autorius aprašė Lydos, Ščiučino, Vilniaus, Gardino apylinkių florą, pateikė ir pelkėse augančių augalų sąrašą. Apie pelkes taip pat rašė prof. J. Žiliberas savo knygoje „Lietuvos flora“. 1861 – 1863 m. A. Afanasjevas, P. Bobrovskis ir A. Koreva spaudoje paskelbė keletą informacinių pranešimų apie Kauno, Vilniaus, Gardino gubernijų didžiąsias pelkes (Lietuvos geografo draugija, 1998).

1928 – 1938 m. rengiant pelkių sausinimo projektus, pelkes ėmė tirti ir Žemės ūkio ministerijos Melioracijos skyrius. Moksliskai tirti pelkes pirmasis 1921 m. pradėjo prof. T. Ivanauskas. Jo tyrimų medžiaga buvo išspausdinta Vytauto Didžiojo universiteto Matematikos ir gamtos fakulteto darbuose (Lietuvos geografo draugija, 1998).

Nuo 1924 m. platesnius pelkių augalijos tyrimus atliko Žemės ūkio akademijos botanikai. Šiek tiek vėliau, nuo 1926 m., Kauno universiteto botanikai A. Minkevičius ir J. Kuprevičius pradėjo tyrinėti Kamanų, Šepetos, Ežerėlio pelkių augaliją. Apie Žuvinto palias duomenų pateikė K. Bieliukas savo knygoje „Dovinės baseino ežerai“, išleistoje 1937 m. 1936 – 1940 m., tirdami pelkes, Dotnuvos žemės ūkio akademijos darbuotojų kolektyvas: jie parengė dvi monografijas apie pelkes. B. Baginskio, K. Brunzos, V. Ruokio ir kt. išspausdinta studija apie Kamanų tyrimus – tai klasikinės pelkės kompleksinių detalių tyrimo pavyzdys. 1938–1940 m. Žemės ūkio akademijos mokslininkai tyrė kitą didelę pelkę – Šepetą. Tyrimams vadovavo K. Brundza. Jis kartu su E. Purvinu atliko geobotaninius tyrimus, sudarė augalijos žemėlapius. Sukauptos medžiagos pagrindu parengtas K. Brundzos darbas išspausdintas 1940 m. Žemės ūkio akademijos metraštyje. Šiuo metu yra išlikę nedaug monografijos egzempliorių (Lietuvos geografo draugija, 1998).

Po Antrojo pasaulinio karo prasidėjo intensyvūs pelkių tyrimai tiek moksliniais interesais, tiek ekonominiais sumetimais – dėl durpių galimos eksploatacijos. Nuo 1940 m. iki devintojo dešimtmečio buvo atlikti svarbiausi pelkėtyros tyrimai. Šio laikotarpiu tyrimai buvo atliekami sistemiškai keliomis kryptimis: durpėtyros, geobotakos, paleotelmologijos, o vėliau ir

aplinkosaugos. Galimos skirtingos tyrimų kryptys, nulėmė, jog pelkės kaip objektas, pritraukė įvairių sričių mokslininkus ir specialistus, todėl atlikti pelkėtyros darbai gausūs įvairiapusiškumo (Tamošaitis, Grigelytė, 1981).

1949 m. išleistas V. Taujenio sudarytas pirmasis durpynų kadastras (840 durpynų, kurių bendras plotas – 82 tūkst. ha) (Lietuvos geografinių draugija, 1998).

Plėtojantis durpių pramonei ir vis daugiau jų sunaudojant žemės ūkio reikalingai, prireikė plėsti durpynų tyrimus. 1956 m. tam tikslui įkurta Durpių fondo valdyba, kuri ėmė vadovauti visiems gamybiniais durpynų tyrimams. 1962 m. baigti tirti didesni kaip 50 ha durpynai, 1966 m. išleidžiamas antrasis Lietuvos durpynų kadastras. Jį parengė Gamtos apsaugos komiteto Durpių fondo valdyba (redakcinė kolegija, kurios vyr. redaktorius J. Vidmantas). Nuo 1970 m. iki 1991 m. vietinės reikšmės durpynus (mažesnius kaip 50 ha) tyrinėjo Inžinerinių tyrimų instituto Kauno filialas (Lietuvos geografinių draugija, 1998).

2011 m. išleista labai vertinga monografija „Lietuvos šlapynės ir jų vandensauginė reikšmė“, autoriai Arvydas Povilaitis, Julius Taminskas, Zenonas Gulbinas, Rita Linkevičienė, Marijos Pileckas. Monografijoje pateikiama Lietuvos šlapynių klasifikacija, aprašyti jų tipai, pasiskirstymas ir išanalizuotos raidos tendencijos, taip pat įvertinta šlapynių vandensaugos reikšmė, jų atkūrimo ir naujų įrengimo galimybės bei apsaugos ir tvarkymo perspektyvos, apibrėžtas ir konkretizuotas termino *šlapynė* vartojimas (Povilaitis, Taminskas, Gulbinas ir kt., 2011).

Svarbūs ir Lietuvos mokslų akademijos Geografijos skyriaus Pelkėtyros ir ežerotyros laboratorijos tyrimai, atlikti J. Tamošaičio, R. Kunsko ir kt. Taip pat Lietuvos pelkes įvairiu metu aktyviai tyrė Algirdas Seibutis, Ilona Jukonienė ir kt.

Suomijoje veikianti „International Peat Society“ yra vienintelė globali organizacija, sujungianti pelkes ar durpynus tyrinėjančius mokslininkus bei entuziastus, universitetus, tyrimų centrus ir durpynų industrijos profesionalus bei durpių vartotojus ne tik sodininkystėje, bet ir energijos gamyboje. Organizacija skatina keitimąsi informacija bei bendradarbiavimą, o taip pat organizuoja konferencijas, seminarus bei pasitarimus, skelbia tyrimų rezultatus ir pan. (About the IPS, 2012).

2013 – 2016 m. vykęs projektas CLIMPEAT - Klimato kaita durpynuose: Holoceno ženklai ir dabartinės tendencijos; įtaka bioįvairovei ir anglies deponavimui durpėse prisidėjo prie pelkių kaitos tyrimų. CLIMPEAT projektas rengtas bendradarbiaujant Berno universiteto Geologijos mokslų institutui ir Vilniaus universitetui. Projektas yra skirtas išsiaiškinti ryšius tarp durpynų ekosistemų ir klimato pokyčių bei tarp antropogeninės veiklos ir užkonservuotos anglies emisijų.

Projekto metu gauti duomenys, geriau atskleidžiantys ryšius tarp atmosferos ir antropogeninių reiškinių, prisidės prie durpynų išteklių išsaugojimo ir racionalaus tvarkymo. Projekto koncepcijos esmė medžių – augimas durpynuose labiausiai priklauso nuo gruntinio vandens svyravimų: esant aukštam vandens lygiui, šaknų sistema įsisavina mažiau deguonies ir maisto medžiagų. Dėl to miško augalijos dinamika durpynuose atspindi visus praeities vandens lygio svyravimus, o fosiliniai įvairiuose durpių sluoksniuose užsikonservavę medžių kelmiai gali būti laikomi holoceno klimato istorijos archyvais (Šimanauskienė, R., 2016).

CLIMPEAT projekte savo tyrimus pristatė Gamtos tyrimų centro Klimato ir vandens tyrimų laboratorijos vadovas J. Taminskas, doc. dr. R. Šimanauskienė, R. Rimkus, J. Pileckas ir kt.

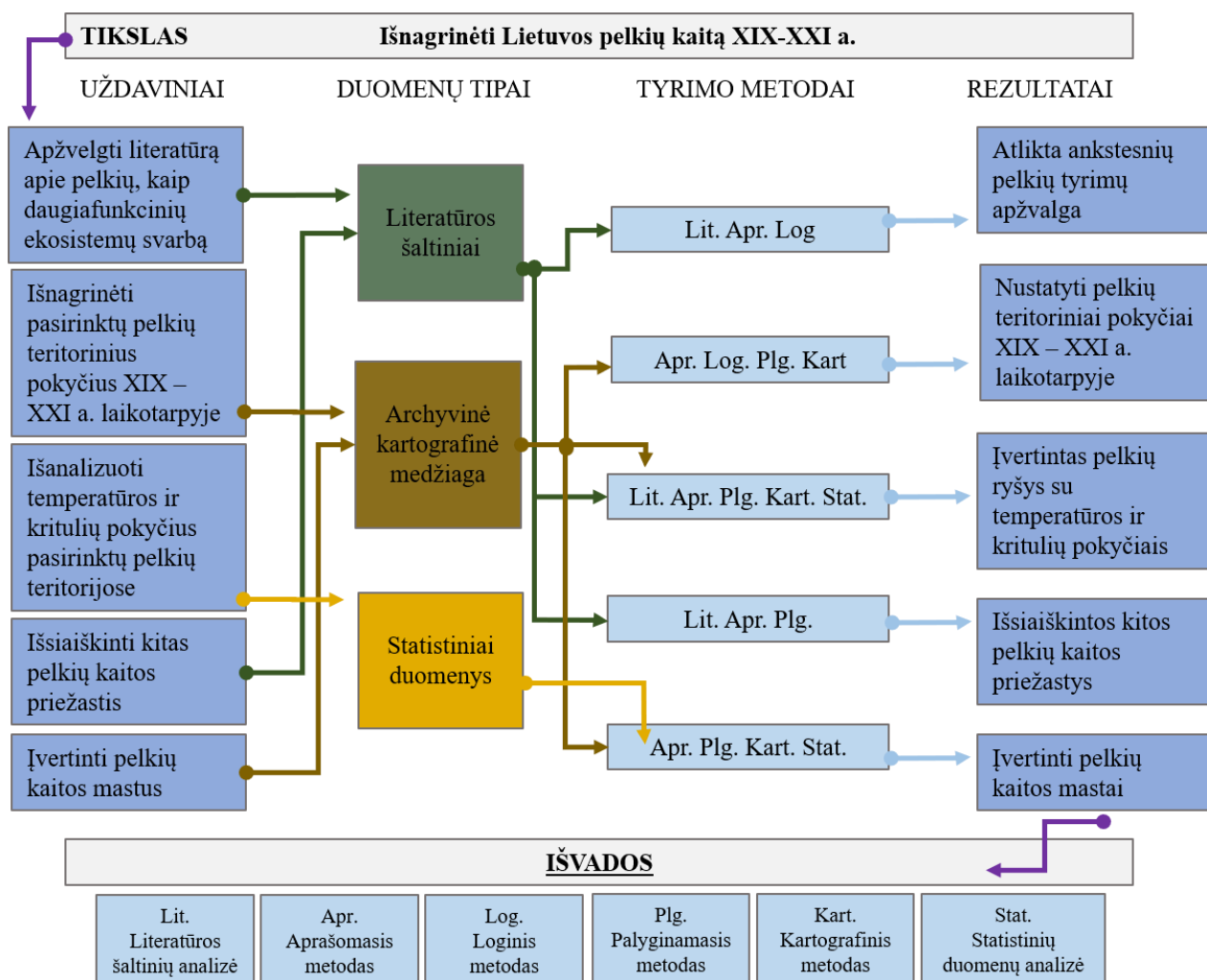
Nuo pelkių tyrimų neatsiejamas ir pelkių kartografavimas. Per pastarąjį šimtmetį nuotoliniai pelkių tyrimai tapo svarbūs gauti informaciją apie pelkių augalijos įvairovę bei pelkių kaitą. Nuotolinių tyrimų taikymų siekis – surinkti duomenis greičiau ir pigiau nei antžeminiais metodais. Nuotoliniai tyrimai grindžiami elektromagnetinės spinduliuotės, kuri patiria įvairias transformacijas sąveikaudama su mus dominančiais objektais, fiksavimu ir analize. Savo ruožtu augalija pasižymi nevienodomis spektrinėmis savybėmis, t.y. skirtingai atspindi, sugeria ir išspinduliuoja elektromagnetinę spinduliuotę (Vaiphasa et. Al., 2005). Šie subtilūs spektrinių savybių skirtumai gali būti fiksuojami naudojant jutiklių sistemas, montuojamas įvairiausios konstrukcijos platformose, tarp jų ir įtaisytose Žemės atmosferoje ar virš jos skriejančiuose aparatuose (aerofotografija, palydovinės nuotraukos, hiperspektrinis skenavimas ir kt.).

Šiek tiek mažiau ištirtas nuotolinio kartografavimo metodas apima hiperspektrių vaizdų naudojimą pelkėms žemėlapyje pažymėti, remiantis vegetacijos spektro atsako detalėmis. Nors hiperspektriais vaizdais galima gauti tikslius pelkių žemėlapius, duomenų rinkimo, saugojimo ir apdorojimo reikalavimai yra didesni nei daugiaspektriams duomenims (Howarth and Jollineau, 2008).

2. DARBO METODOLOGIJA

2.1 Darbo rengimo metodika

Rengiant darbą tikslui pasiekti suformuluojami penki uždaviniai, kurie įgyvendinami remiantis duomenų tipais ir tyrimo metodais.



2.1.1 pav. metodologinė schema

Siekiant įgyvendinti pirmąjį uždavinį – apžvelgti literatūrą apie pelkių kaip daigialfunkcinių ekosistemų svarbą – buvo remtasi literatūros šaltiniais, jie analizuojami, taikomas aprašomasis bei loginis metodas. Gautas rezultatas – pirmoje darbo dalyje bus atlikta ankstesnių pelkių tyrimų apžvalga. Kitas uždavinys – išnagrinėti pasirinktų pelkių teritorinius pokyčius XIX–XXI a.

laikotarpyje. Įgyvendinant šį uždavinį bus naudojami archyviniai kartografiniai duomenys: pelkių teritorijų XX a. per. topografiniai žemėlapiai ir XXI a. pr. pelkių ortofotografinės nuotraukos. Kartografiniai duomenys bus vektorizuojami ir analizuojami pasitelkiant aprašomąjį, loginį, palyginamąjį ir kartografinį metodus. Atlikus analizę bus nustatyti pelkių teritoriniai pokyčiai minėtu laikotarpiu.

Analizuoti temperatūros ir kritulių pokyčius XIX – XXI a. laikotarpiu pelkių teritorijose bus remiamasi statistiniais duomenimis – vidutine mėnesio temperatūra. Naudojant aprašomąjį, palyginamąjį ir loginį metodus bei statistinių duomenų analizę bus įvertinti temperatūros ir kritulių pokyčiai pelkių teritorijose. Įvertinus minėtų rodiklių pokyčius bus nustatoma jų įtaka pelkėms. Tai bus padaryta remiantis tais pačiais statistiniais duomenimis, naudojant statistinių duomenų bei literatūros šaltinių analizę, aprašomąjį, palyginamąjį ir kartografinį metodą.

Paskutinėje darbo dalyje bus siekiama išsiaiškinti kitas pelkių kaitos priežastis bei įvertinti pelkių kaitos mastus. Aiškinantis kitas pelkių kaitos priežastis bus remiamasi literatūros šaltiniais, taikoma literatūros šaltinių analizė, aprašomasis ir palyginamasis metodai. Vertinant pelkių kaitos mastus bus naudojami archyviniai kartografiniai bei statistiniai duomenys, naudojami aprašomasis ir palyginamasis metodai, taip pat kartografinis metodas ir statistinių duomenų analizė. Darbo pabaigoje bus pateikiamos išvados.

2.2 Klaidų šaltinių identifikavimas

Iki šiol beveik visi nuotolinio kartografavimo būdai, įskaitant aeronuotraukas, daugiaspektrius ir hiperspektrius matavimus, skenavimo iš orlaivių lazerinė sistema (LIDAR – angl. Light Detection and Ranging), palydovinius vaizdus (SAR) ir kt. yra dažniausiai naudojami šlapžemėms kartografuoti vietiniu mastu. Tačiau dėl ribotų duomenų įsigijimo, sudėtingo vaizdų apdorojimo ir didelių skaičiavimo bei žmogiškųjų išteklių sąnaudų pelkėms klasifikuoti regioniniu, o ypač pasauliniu mastu, dažniausia naudojami tik daugiaspektriai ir SAR duomenys. (Dahl, 1990)

Dėl pelkių ekosistemų sudėtingumo vizualinė interpretacija, pagrįsta ekspertų žiniomis, yra efektyvesnė ir patikimesnė nei klasifikacija kompiuteriu. Ankstyvasis pelkių aprašas (NWI – angl. National Wetlands Inventory). JAV pirmiausia buvo sukurtas naudojant aeronuotraukas, interpretuojant jas, tikrinant kartografuojamą teritoriją vietoje ir naudojant kai kuriuos papildomus duomenų šaltinius (Dahl, 1990).

Pelkės apibrėžiamos kaip teritorija tarp sausumos ir vandens, kuomet sekus vanduo paprastai dengia tik žemės paviršių arba šalia vandens esančią žemę. Augalų fenologijos ir dirvožemio

drėgmės pokyčiai bei kasmetiniai pelkių ekosistemų potvynių modeliai kelia didelių pelkių kartografavimo išūkių, nes daugumos žemėlapių kūrimas apsiriboja klimatiniu požiūriu vienu ar keliais regionais, kur nėra pelkinio kraštovaizdžio. Aukščiau aptarti tradiciniai vaizdų klasifikavimo būdai, skirti žemėlapiams sudaryti, negali būti naudojami pelkėms kartografuoti plačiu mastu, nes jie daugiausia orientuoti į augmenijos ypatybes, o pelkės nustatomos remiantis dirvožemio drėgme bei durpių sluoksniu. Be to, pelkių kartografavimo srityje minėtina ir sezoniškumo problema, nes momentinėse nuotraukose negali būti tiksliai kartografuojami sezoninių pelkių ribų pakitimai. (Niu1, Gong, 2017)

Dėl šių priežasčių nėra vieno nuotolinio kartografavimo būdo, tinkamo pelkių žemėlapiams sudaryti. Skirtingi kartografavimo metodai tinka skirtingų tipų pelkėms, todėl turi būti naudojami erdviniai, laikiniai ir spektriniai duomenų deriniai. Tuomet atsiranda kartografavimo tikslumo klaidos.

Kartografavimo procesas susideda iš dviejų dalių: (i) dirvožemio vandens kiekio nustatymas pagal vandens balanso modelį ir (ii) šlapžemių plotų nustatymas remiantis vandens gyliu.

CTI - dirvožemio drėgmė, naudojama įvertinti užpelkėjusias teritorijas. AS – baseino plotas, β – šlaito nuolydis radianais. Kuomet CTI reikšmė maža – galima teigti jog dirvožemio drėgmė toje teritorijoje maža, arba yra status šlaitas.

Duomenys imti iš „HydroSHEDS“. (Niu1 Z., Gong P. 2017), (<https://hydrosheds.org/>)

$$CTI = \ln \left(\frac{AS}{\tan(\beta)} \right)$$

Vis dėlto, šios formulės naudojimas įvertinant užpelkėjusių teritorijų ribas, nėra tikslus, nes sunku nustatyti, kur yra užliejama pelkės teritorija, o kur status šlaitas. Taip pat reiktų atsižvelgti į pelkių tipų įvairovę.

Ramsaro konvencijoje šlapžemės yra suskirstytos į tris pagrindines klases, įskaitant jūrų šlapžemes, dirbtines šlapžemes ir vidaus šlapžemes. Šios grupės gali būti toliau klasifikuojamos pagal vandens tipą, pavyzdžiui, šviežią, šarminę, druskos ir druskos vandenį, durpių sluoksnį, vyraujančią augaliją ir kt. (<https://history-hub.com>). Dėl šių priežasčių šlapžemių kartografavimas naudojant CTI gali būti netikslus.

Norint tiksliau įvertinti klimato poveikį pelkėms, galima naudoti CRU (angl. Climatic Research Unit) mėnesinius meteorologinius duomenų rinkinius. Šis duomenų rinkinys apima visą žemės plotą nuo XX a. pradžios (Harris et. al., 2014). CRU klimato laiko eilutės yra iki 0, 5 ° tikslumo, remiantis daugiau nei 4000 atskirų meteorologinių stočių įrašais. Siekiant duomenis pritaikyti TI (topografinės identifikacijos) formulėms, kai kurių klimato kintamųjų laiko eilutės

(t.y. krituliai ir galimas evapotranspiravimas, remiantis Penmano-Monteitho lygtimi) yra imamos šiuolaikiniam laikotarpiui (1980-2016).

Pelkėms identifikuoti dažnai nepakanka topografinių duomenų, nes klimatas ir požeminės savybės taip pat kontroliuoja vandens lygį ir vertikalų dreną. Naudojant originalią TI formulę, aukšto indekso zonos gali sutapti su lygiais sausringais plotais, arba atvirkščiai, žemos indekso vertės gali atsirasti pelkių zonose, kuriose yra nedidelis nepralaidus dirvožemio sluoksnis. (Rodhe and Seibert, 1999; Mérot et al., 2003; Manfreda et al., 2011). Toliau pateikiami du TI variantai.

Pirmasis indeksas yra TCI (topografijos ir klimato indeksas). (Mérot et. al., 2003):

$$TCI = \ln \left(\frac{a \cdot Pe}{Tr \cdot \tan(\beta)} \right) = TI + \ln(P_e)$$

Čia (P_e) – vidutinis metinis efektyvus kritulių kiekis (metrais). Efektyvūs krituliai apibrėžiami mėnesio laikotarpiui, kaip mėnesiniai krituliai (P_{my}) (metrais), kurie nėra išgaravę, naudojant mėnesinį potencialų evapotranspiravimą (EP_{my}) (metrais).

$$P_{e_{my}} = \max(0, P_{my} - EP_{my})$$

(P_e) paskaičiuojama kaip 12 mėnesių efektyvių kritulių vidurkis. Reikalingi 25 klimatiniai kintamieji paimami iš CRU mėnesinių meteorologinių duomenų rinkinių 1980–2016 m., kad skaičiavimai atitiktų pasirinktą laikotarpį.

Antrasis indeksas TCTrI (topografijos ir klimato pralaidumo indeksas) (Rodhe and Seibert, 1999):

$$TCTrI = \ln \left(\frac{a \cdot Pe}{Tr \cdot \tan(\beta)} \right) = TI + \ln(P_e) - \ln(Tr)$$

Čia (Tr) (m^2/s) yra laidumas, apskaičiuotas integruojant vertikaliai pastovią (K_s) (prisotintą hidraulinį laidumą m/s) iš GLHYMPS 100 m Žemės paviršiaus.

GLHYMPS yra pasaulinis pralaidumo ir poringumo žemėlapis, pagrįstas didelės skiriamosios gebos litologija. Bazinio litologijos žemėlapio vidutinė skiriamoji geba yra ~ 2 km, jį sudaro 1 235 400 daugiakampių (Hartmann and Moosdorf, 2012). Pralaidumo duomenų rinkinys ir jo išvestiniai hidraulinio laidumo (K_s) įverčiai taip pat pateikiami vektoriniu formatu, kai vidutinis daugiakampio dydis yra apie 100 km^2 . Kaip pažymėjo GLHYMPS kūrėjai, „litologijos žemėlapiai rodo seklių žemės paviršių (maždaug 100m)“, pirmiesiems 100 m žemės sluoksnio yra nustatyta

20 pralaidumo ir hidraulinio laidumo vertė (Gleeson et al., 2011, 2014). Taigi laidumas buvo įvertintas kaip pastoviosios vertės, esančios per pirmuosius 100 m žemiau Žemės paviršiaus, integralas. Ši reikšmė naudojama siekiant patikrinti ar naudojantis pralaidumo duomenų rinkiniais galima pagerinti pasaulinį pelkių identifikavimą. Reikėtų pažymėti, kad hidraulinio laidumo duomenų rinkinys turi dvi versijas: su amžino įšalo efektu ir be jo. Atsižvelgiant į amžino įšalo efektą, Gleesonas ir kt. (2014) naudojo amžino įšalo zonavimo indekso (PZI) žemėlapius iš Gruberio (2012) ir 25 teritorijas priskyrė kaip labai žemą hidraulinį laidumą ($K_s = 10^{-13} \text{ m/s}$), kuriose $PZI > 0,99$. Ši vertė taikoma visose amžino įšalo teritorijose.

2.3 Tyrimų vietos

Tam, kad būtų išnagrinėti Dzūkijos aukštapelkių struktūriniai ir erdviniai pakitimai buvo pasirinktos 7 aukštapelkės – tai Amalvoss, Čepkelių, Dainaviškių, Kernavo, Karkinio ir Žuvinto aukštapelkės.

Pagrindiniai analizės šaltiniai – minėtų aukštapelkių skirtingų laikmečių topografiniai žemėlapiai ir ortofotografinės nuotraukos, kuriais remiantis su programinės įrangos rinkiniu ArcGIS buvo sudaryti žemėlapiai.

Pagal genetinius ir morfologinius savitumus bei juos sąlygojančių fizinių ir geografinių veiksnių pobūdį Lietuvoje galima išskirti 3 pelkių sritis: vakarinę, vidurinę ir pietrytinę. Šios sritys dar skirstomos į smulkesnius teritorinius vienetus – pelkių rajonus.

Vakarinės srities pelkėms būdinga tai, kad čia aukštapelkės labai išgaubtos. Jų aukštaplynės plokščios ar net kiek įlinkusios, šlaitai statūs. Didžiųjų masyvų aukštaplyneose daug ežerėlių, akių. Aukštapelkės retai apaugusios pušaitėmis, jose vyrauja plyninės bendrijos. Vakarinė sritis dar skirstoma į 4 rajonus: Nemuno deltos, Pajūrio žemumos, Žemaičių aukštumos ir Žemaičių aukštumos rytinės papėdės.

Vidurinė sritis yra mažiausiai supelkėjusi Lietuvoje dalis. Joje pelkės užima 1 proc. bendro ploto. Dauguma (85 proc.) pelkių yra žemapelkės. Jų natūralioji augalija paprastai jau sunaikinta. Kur ji išlikusi, labiausiai paplitę nendriniai plynraisčiai, juodalksnynai. Aukštapelkėse auga mediuminiai plynraisčiai. Šioje srityje skiriami 3 pelkių rajonai: Vidurio žemumos, Ramygalos – Vabalninko ir Kazlų rūdos. Pietrytinėje srityje rečiau negu vakarinėje pasitaiko aukštapelkių, bet užtat čia dažnesnės tarpinio tipo pelkės. Šiose srityse aukštapelkės nelabai išgaubtos, jų šlaitai būna neryškūs, dažniausia nuolaidūs. Aukštapelkių centrinės dalys yra tankiau užaugusios pušaitėmis, o visiškai be medžių plynų pasitaiko tik kai kuriose pačiuose didžiausiuose masyvuose. paprastai didesnę ploto dalį užima kemsai. Iš žolinių augalų labiausiai paplitusi

liūnsargė. Skiriami 4 rajonai: šiaurvakarinės Baltijos aukštumų papėdės, Baltijos ežeruočių aukštumų, Pietryčių smėlingosios lygumos ir Medininkų – Eišiškių aukštumos. (Pelkės, jų vaidmuo..., 1998).

Pirmoji analizuojama iš pasirinktų aukštapelkių yra Krakinio pelkė, didžiausia pelkė Kapčiamiesčio girioje, patenkanti į Krakinio telmologinį draustinį. Krakinio telmologinis draustinis įsteigtas 1974 m. Plotas 181 ha. Jam priklauso plynraistinė 125 ha Krakinio pelkė, būdinga pietryčių zandrinėms lygumoms. Jos centre yra 10 ha Krakinio ežeras. Draustinyje esančiose miškuose aptinkama vertingų vakarų taigos, pelkinių miškų gamtinių buveinių, aktyvių aukštapelkių. (Visuotinė lietuvių enciklopedija, 2006). Pelkė pasirinkta siekiant palyginti jos augalijos teritorinius pakitimus prieš įsteigiant draustinį ir po to. Analizuojant šią šios aukštapelkės augalinę dangą buvo remtasi 1949 m. topografiniais pelkės žemėlapiais, suteiktais Nacionalinės Žemės tarnybos ir www.geoportal.lt svetainėje teikiamų 1995 m., 2010 m. ir 2020 m. ortofotografinėmis nuotraukomis.

Kita pelkė – Amalvoss palios – pelkė Marijampolės apskrityje, 11 km į rytus nuo Marijampolės; Dovinės baseino šiaurės rytuose. Pietryčiuose Amalvoss palias nuo Žuvinto palių skiria moreninis gūbrys. Į pelkę įsiterpęs Panausupio pusiasalis skiria jas į 2 dalis. Pelkės šiaurės rytuose telkšo Amalvos ežeras. Per pelkę teka Dovinė, jos intakas Amalvė ir Šlavanta. Šie upeliai dalija Amalvoss palias į 4 dalis: Ringovėlės palias, Amalviškių palias, Plynių palias ir Panausupio palias. Toje vietoje, kur dabar Amalvos palios, poledynmečiu telkšojo vienas iš trijų Dovinės baseine buvusių ežerų. Vėliau šio ežero vietoje susiformavo didesnis nei 4000 ha vientisas pelkinis masyvas, sudarytas iš žemapelkinio ir aukštapelkinio tipo pelkių. (Visuotinė lietuvių enciklopedija, 2022).

Dar XX a. pradžioje šis masyvas buvo beveik nepažeistas (natūralus hidrografinis tinklas), tačiau beveik visa pelkė jau buvo užaugusi sumedėjusia augalija. Amalvos pelkę sudarė vientisa 2414 ha teritorija su durpiniais dirvožemiais. Ištyrus durpės klodą jis buvo pripažintas neperspektyviu kasybai, vėliau buvo pasiūlyta šias teritorijas naudoti žemės ūkyje. Amalvos kraštovaizdį stipriai pakeitė apypelkio drenažo sistemos, atskirų pelkės dalių drenažo sistemos ir žemėnaudos pakeitimai bei klimato kaita. Pagrindiniai pelkinio masyvo pertvarkymai pradėti tik XX a. viduryje. Pritaikant teritoriją žemės ūkiui buvo nusiausinta apie 60 % pelkės. Dabar Amalvos pelkė vadinama tik dalis buvusio pelkinio masyvo – Amalvos botaninis zoologinis draustinis. Kitos nusiausintos dalys paverstos žemės ūkio naudmenomis (pievos, ganyklos, ariama žemė) arba apaugusios pasausėjusiais miškais. (Žuvinto biosferos rezervato direkcija, 2022). 2020 m. vykusiame projekte „Tvaraus pelkių tvarkymo vystymas taikant pelkių atkūrimo ir pelkininkystės veiklas, skirtas vandens užterštumo mažinimui ir kitų ekosisteminių paslaugų

vystymui Nemuno upės baseine“ buvo aptartas Amalvos polderio naudojimas, derinant žemės ūkio veiklą ir gamtotvarkos plano priemones. Pagrindinis projekto tikslas – siekis pasikeitus Amalvos pelkės hidrologiniam režimui, pritaikyti Amalvos polderį tausojamam ūkininkavimui, saugant polderio teritorijos durpžemius nuo skaidymosi ir sunykimo, taip išsaugant svarbias gamtines buveines. (Marijampolės savivaldybės administracija, 2020). Analizuojant šią šios aukštapelkės augalinę dangą buvo remtasi 1950 m. topografiniais pelkės žemėlapiais, suteiktais Nacionalinės Žemės tarnybos ir www.geoportal.lt svetainėje teikiamų 1995 m., 2010 m. ir 2020 m. ortofotografinėmis nuotraukomis.

Dainaviškių aukštapekė turi tarptautinės svarbos saugomos teritorijos statusą „Natura 2000“. Dainaviškių pelkės vertybės – aktyvios aukštapelkės ir čia sutinkama šarvuotoji skėtė. (Veisiejų regioninio parko direkcija, 2013). Vakarinėje Ančios ežero dalyje esančios Dainaviškių pelkė didžiaja dalimi užima aukštapelkės, kuriose išsivysčiusios gailinio pušyno (*Ledo-Pinetum sylvestris*) bendrijos. Medžių aukštą sudaro pelkinių ekologinių formų paprastoji pušis (*Pinus sylvestris*). Tankiame krūmokšnių aukšte vyrauja pelkinis gailis (*Ledum palustre*), siauralapė balžuva (*Andromeda polifolia*), paprastoji spanguolė (*Oxycoccus palustris*), kai kur pasitaiko vaivoras (*Vaccinium uliginosum*) ir durpyninis bereinis (*Chamaedaphne calyculata*). Plynraistyje ir plynėje išsivystę kimsų ir duburių kompleksai. Ant kimsų išplitusios magelaninio kiminyno (*Sphagnetum magellanicum*) bendrijos. Jų krūmokšnių aukšte vyrauja paprastoji spanguolė, gausiai auga šilinis viržis ir siauralapė balžuva, žolių aukštą sudaro kupstinis švylys ir apskritalapė saulašarė. Samanų dangoje vyrauja magelaninis kiminas, gausiai auga raudonasis kiminas, durpyninis gegužlinis, rainoji dvyndantė (*Dicranum bergeri*). Šlapiausiose pelkių dalyse yra nedideli ploteliai su mezooligotrofinėmis sąlygomis. Jose susiformavusios higrofilinės bendrijos su vyraujančiu vingiuotuoju kiminu (*Sphagnum fallax*) samanų dangoje ir negausiomis žolinių augalų rūšimis: kupstiniu švyliu (*Eriophorum vaginatum*), siauralapiu švyliu (*Eriophorum angustifolium*), snapuotąja viksva (*Carex rostrata*), laibąja viksva (*Carex lasiocarpa*). Dainaviškių pelkės BAST stebimi pavieniai migruojantys baliniai vėžliai (*Emys orbicularis* L.). Šiaurinės teritorijos pusėje esantys šlaitai tinkami vėžlių dėtavietėms. (Lazdijų rajono savivaldybės administracija, 2019). Nagrinėjant šią aukštapelkę buvo remtasi 1950 m. topografiniais pelkės žemėlapiais, suteiktais Nacionalinės Žemės tarnybos ir www.geoportal.lt svetainėje teikiamų 1995 m., 2010 m. ir 2020 m. ortofotografinėmis nuotraukomis.

Žuvinto palios (durpyno plotas 6847 ha) yra užpelkėjusi buvusio didžiulio ežero dalis. Didžiąją pelkės dalį sudaro aukštapelkė, jos pakraščiuose nusidriekusios plačios tarpinės pelkės ir žemapelkės. Žuvinto pelkėje aptiksi ir liūnų, šaltiniuotų žemapelkių.

Žuvinto aukštapelkėje (apie 4860 ha) didžiausias durpės sluoksnio storis siekia iki 8 m. Durpių sluoksnis aukštapelkėje storėja centro link, todėl jos vidurys yra net 6,5 m aukščiau Žuvinto ež. vandens paviršiaus. Aukštapelkė gan gausiai apaugusi mišku - daugiau nei pusę jos dengia skurdūs pelkiniai pušynai. Pelkės iškiliojoje dalyje vyrauja žolinių augalų bendrijos, taip pat čia auga viržiai, švyliai, gailiai, vaivorai ir spanguolės. Tik atskiros pelkės dalys yra beveik visai atviros, čia jos primena tundros kraštovaizdį. Žuvinto palias į dvi dalis dalija iš ežero ištekanči Dovinės upė. Aukštapelkėje yra nedidelis Polymo ežerėlis (0,16 ha), iš jos vidurio išteka Rudės upelis. (Žuvinto biosferos rezervato direkcija, 2022). Analizuojant aukštapelkę buvo remtasi 1950 m. topografiniais pelkės žemėlapiais, suteiktais Nacionalinės Žemės tarnybos ir www.geoportal.lt svetainėje teikiamų 1995 m., 2010 m. ir 2020 m. ortofotografinėmis nuotraukomis.

Čepkelių raistas - valstybinis gamtinis rezervatas Dzūkijoje. Tai unikali vieta, nes beveik visa rezervato teritorija yra pelkė. Visos saugomos teritorijos plotas sudaro 11227 hektarus. Didžioji rezervato dalis - 5858 hektarai - yra aukštapelkė. Aukštapelkė apsupta žemyninių kopų, joje tyvuliuoja daugybė reliktinių ežerokšnių. Visame rezervate yra aptikta virš 80 salelių.

Čepkelių raisto vietovė pasižymi išskirtinai didesniais temperatūros kontrastais ir vienos paros temperatūrų svyravimu. Rezervate didžiąją dalį medžių sudaro spygliuočiai, vyrauja paprastųjų ir kitų genčių pušų miškai ir gryniesi pušynai. Pušynuose įsimaišę ir eglių, beržų bei juodalksnių. Aptinkama daug karklų, kadagių ir gluosnių. Itin retos rūšys, tokios kaip kalninė arnika, plačialapė klumpaitė, svogūninė dantažolė yra įrašytos į Lietuvos raudonąją knygą. Praėjusio amžiaus aštuntajame dešimtmetyje, inicijuojant vienos iš seniausių ir unikaliausių Lietuvos miškų pelkių, žemyninių kopų ir reliktinių ežerų išsaugojimą, vietoje anksčiau įkurti botaninio-zoologinio draustinio, buvo įsteigtas Čepkelių valstybinis gamtinis rezervatas įkurtas 1975 m. 1993 metais Čepkelių raistas buvo pripažintas tarptautinės svarbos šlapžeme. Tapo NATURA200 tinklo dalimis. 2019 metais suteiktas Europinis laukinių teritorijų sertifikatas. (PrieEžero.LT, 2022). Analizuojant aukštapelkę buvo remtasi 1950 m. topografiniais pelkės žemėlapiais, suteiktais Nacionalinės Žemės tarnybos ir www.geoportal.lt svetainėje teikiamų 1995 m., 2010 m. ir 2020 m. ortofotografinėmis nuotraukomis.

Kernavo aukštapelkė ir plyti pietryčių Lietuvoje, Šalčininkų rajone, apie 13 km į šiaurės rytus nuo Pabarės, 6 km į pietus nuo Rūdninkų, Rūdninkų girioje. Aukštapelkėje telkšo du užvardinti ežerai – didesnis Kernavo ir mažesnis Šulnio. Aukštapelkė priklauso Kernavo telmologiniam draustiniui, įsteigtam 1998 m., plotas - 1449 ha. Kernavo ežero plotas - 81 hektaras. Ežeras ovalus, jo ilgis 1,1 km, didžiausias plotis 0,95 kilometro. Paviršiaus altitudė 144,8 metro. Krantai žemi, pelkėti. Iš ežero išteka Kernavė (Visinčios dešinysis intakas). (Į Gamtą, 2022). Draustinyje

yra į Lietuvos raudonąją knygą įrašytų paukščių (kurtinių, tetervinių, meletų, juodųjų gandrų, mažųjų erelių, rėksnių, vištvanagių, peslių) perimvietės ir lizdavietės. (Visuotinė lietuvių enciklopedija, 2022). Analizuojant aukštapelkę buvo remtasi 1950 m. topografiniais pelkės žemėlapiais, suteiktais Nacionalinės Žemės tarnybos ir www.geoportal.lt svetainėje teikiamų 1995 m., 2010 m. ir 2020 m. ortofotografinėmis nuotraukomis.

2.4 Geografinės informacinės sistemos

Geografinė informacinė sistema (GIS) – informacinė sistema skirta darbui su erdvine ir aprašomąja informacija. Sistema skirta skaitmeninių, koordinuotų erdvėje duomenų kaupimui, saugojimui, vaizdavimui, redagavimui, integravimui bei analizei. Plačiąja prasme geoinformacinė sistema – tai visuma rankinių ar kompiuterine technika pagrįstų operacijų, skirtų kaupti ir naudoti geografinius duomenis. ArcGIS tai integruotos geoinformacinės sistemos programinės įrangos rinkinys skirtas pilnam geografinės informacinės sistemos sukūrimui ir vizualizavimui. ArcGIS yra viena iš GIS programinės įrangos paketų, gaminamų Redlands mieste Kalifornijoje įsikūrusio Aplinkos Sistemų Tyrimo Instituto (Environmental Systems Research Institute, sutrumpintai ESRI). ArcGIS sudaro du pagrindiniai ir daug papildomų modulių. Pagrindiniai moduliai yra ArcMap ir ArcCatalog; papildomi moduliai yra ArcGlobe, ArcScene, ArcReader ir ArcPad. ArcCatalog yra naudojamas GIS duomenų failams kurti, peržiūrėti ir administruoti: ArcMap naudojame redaguoti, analizei vykdyti bei kurti išvesties produktus, tokius kaip žemėlapiai.

ArcMap taikomoji programa naudojama duomenims atvaizduoti, kartografuoti, redaguoti, vizualinei analizei atlikti. ArcMap leidžia lengvai pereiti nuo žemėlapių vaizdavimo prie jų sudarančių erdvinių duomenų redagavimo ir atvirkščiai. Naudodamas ArcMap vartotojas gali: atlikti vizualizaciją, kurti žemėlapis, priimti sprendimus, ieškoti sąryšių, pateikti rezultatus, pritaikyti darbo aplinką.

ArcCatalog taikomoji programa naudojama geografiniams ir lentelėse kaupiamiems duomenims peržiūrėti, šio tipo duomenų struktūroms kurti, valdyti ir administruoti, metaduomenims kurti, redaguoti ir peržiūrėti.

ArcToolbox aplikacija yra pilnas, išsamus įrankių rinkinys (daugiau kaip 170 įrankių) skirtas geoduomenų apdorojimui, duomenų konvertavimui, žemėlapių lapų valdymui, persidengimo analizei, žemėlapių projekcijų valdymui ir t.t. ArcToolbox aplikacijose skirtose ArcView ir ArcEditor yra 36 įrankiai pagrindinai naudojami duomenų konvertavimui ir valdymui.

Naudojant visas tris aplikacijas kartu, vartotojas gali atlikti bet kokią GIS užduotį, nuo paprasčiausio duomenų atvaizdavimo iki sudėtingų užduočių, tokių kaip tematinis kartografavimas, geografinė analizė, duomenų kūrimas ir redagavimas, geoduomenų apdorojimas.

Pritaikius visas tris aplikacijas, vartotojas gali atlikti bet kokias su GIS susijusias užduotis: nuo paprasčiausio duomenų atvaizdavimo iki geografinės analizės, duomenų kūrimo, redagavimo, geoduomenų apdorojimo.

2.4.1. Duomenų nustatymas

Informacija – tai duomenys, kurių turinys ir forma tinka tam tikram panaudojimui. Informacija gaunama apdorojus duomenis, tai gali būti jų formatavimas, sumavimas, analizė ar kitos sudėtingesnės operacijos. Vienas iš informacinių sistemų uždavinių – duomenų vertimas į informaciją.

Geografinės informacinės sistemos (GIS) unikalios tuo, kad jos gali susieti duomenis su jų vieta erdvėje ir užklausti šių duomenų bei juos sumuoti pagal konkrečius analizės poreikius. Funkciniu požiūriu GIS yra sudėtingas duomenų bazės ataskaitų sudarymo įrankis. Šios ataskaitos gali būti viso duomenų rinkinio (arba lentelės) arba duomenų rinkinio dalies (pvz., iš užklaustos arba duomenų sumavimo rezultatų). Duomenų ataskaitos gali būti suvestinių lentelių, diagramų arba žemėlapių formos.

Yra dviejų tipų duomenų šaltiniai: pirminiai ir antriniai. Pirminiai duomenys gaunami tiesiai iš šaltinio, jie surenkami vietoje. Iš jų kuriami nauji duomenų rinkiniai. Pirminiai duomenys gaunami iš įvairiausių šaltinių: geodezinių matavimų, GPS žemėlapių, skaitmeninių fotoaparatus. Pirminių duomenų naudojimo pranašumai: visiškas duomenų rinkimo valdymas, analitikai gerai žino duomenis, nėra absoliučiai jokių klausimų dėl duomenų teisingumo. Trūkumai: pirminiai duomenys turi būti kruopščiai renkami, o sprendimai pasirenkant duomenų imtį apgalvoti, atima daug laiko ir yra brangūs. Antriniai duomenys – ne analizę atlikusio asmens surinkti duomenys. Šie duomenys surenkami iš įvairių šaltinių: valstybinių įstaigų, privačių įmonių ar internete esančių failų. Tai GIS duomenys, nuotoliniu būdu užfiksuoti duomenys, duomenys lentelėse. Šių duomenų privalumai: sutaupomas laikas, gaunami pigiau. Trūkumai: tyrėjai būna ne taip gerai susipažinę su duomenimis, tyrėjas neįsivaizduoja duomenų tikslumo (nebent jis tiesiogiai nurodytas), dažniausiai duomenys buvo renkami kitam tikslui, reikia atkreipti dėmesį į duomenų surinkimo mastelį, gali būti pateikiami netinkamu formatu.

Duomenys yra gaunami iš išorinių ir vidinių rinkinių. Išoriniai duomenys paprastai jau yra paruošti naudojimui. Vidinius duomenis dažniausiai tenka išmatuoti ar surinkti.

Atvaizduoti realų pasaulį su visais jame esančiais objektais yra sudėtinga net ir labai didelės vaizdavimo galimybes turinčiu GIS programinės įrangos paketu. Norint, kad gautas vaizdas būtų labai detalus ir tenkintų daugybę poreikių reikia pasirinkti kokius duomenis vaizduosime, o kurių ne. Todėl pirmas žingsnis yra vaizduojamų duomenų atrinkimas: nusprendžiama kas norima pavaizduoti, kokio mastelio objektus. Todėl vaizduojant realų pasaulį yra daromos prielaidos ir realybė supaprastinama. Vienas iš realybės supaprastinimo būdų yra vaizdavimas tikrai tų objektų, reiškinių, įvykių, kurie yra reikalingi ir būtini norintiems rezultatams ar sprendimams gauti.

2.4.2. Geoinformacinė sistema

Geoinformacinė sistema – informacinė sistema skirta darbui su erdvine ir aprašomąja informacija. Santrumpa GIS dažnai interpretuojama kaip geoinformatikos mokslas skirtas erdvinei analizei, žemėlapių projekcijoms, erdvinio tikslumo įvertinimui, moksliniam geografinės informacijos atvaizdavimui, ar geoinformatikos studijos, kur koncentruojamasi į sistemingas geografinės informacijos panaudojimo studijas.

Pagrindinė geoinformacinės sistemos vystymosi kryptis – universalumas, integralumas su kitomis sistemomis, pritaikymas neprofesionaliam vartotojui. Geografinę informacinę sistemą sudaro šeši pagrindiniai komponentai: duomenys (apie Žemės paviršių, jos gelmes ir atmosferą), techninė įranga (įrenginiai, su kuriais vartotojas tiesiogiai susiduria atlikdamas GIS operacijas), programinė įranga, procedūros (visuma metodų, skirtų geografinę informacijai automatizuoti, jai organizuoti duomenų bazėse, apdoroti ir analizuoti bei pateikti priimtus sprendimus vartotojui suprantamu pavidalu), žmonės (GIS būtų bevertė be žmonių, kurie ją projektuoja, programuoja, aprūpina duomenimis, juos administruoja bei vienaip ar kitaip interpretuoja gaunamus rezultatus), tinklas (skirtas operatyviam bendravimui ir apsiikeitimui duomenimis) (2.4.1 pav.)



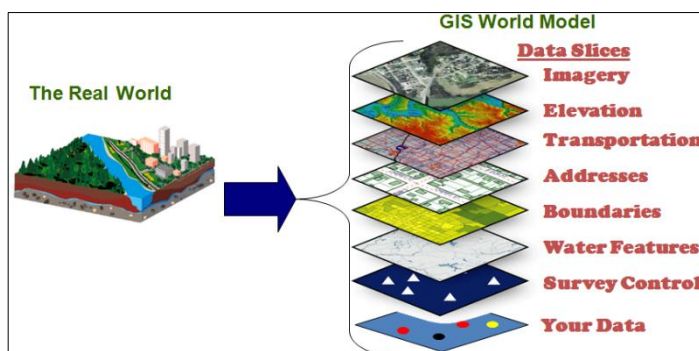
2.4.1 pav. GIS tinklas

Plačiąja prasme geoinformacinė sistema – tai visuma rankinių ar kompiuterine technika pagrįstų operacijų, skirtų kaupti ir naudoti geografinius duomenis. Žodžio dalis „geo-“ žymi sąsają su Žemės paviršiaus fiziniais (klimatas, dirvožemis, augalija), socialiniais ir demografiniais (gyventojai, ekonomika) bei žmogaus sukurtais (pastatai, komunikacijos) aspektais. Žemėje vykstantys procesai yra aprašomi skaitiniais tikrovės modeliais, kurie kaupiami informacinėje sistemoje ir „suprantami“ kompiuterinės technikos, t. y. išreiškiami, tarkim, taškais, linijomis ar tam tikru plotu, turinčiu daugiau ar mažiau fiksuotą padėtį, kuri gali būti nusakyta X, Y ir Z koordinatėmis. „Informacinė sistema“ turėtų būti suprantama kaip operacijų, atliekamų su informacija nuo jos surinkimo, sutvarkymo iki pateikimo vartotojui konkrečių sprendimų pavidalu, visuma. Platus taikymas daro geoinformacines sistemas universalia priemone bet kurios srities specialistui (Mozgeris, G.; Dambrauskas, A. 2008).

2.4.3. Realus pasaulio modeliavimas

Realus pasaulio modeliavimas tai referavimas į konkrečią, geriausiai duomenų bazei tinkančią, struktūrą.

Geoinformacinė sistema beveik visada gali vaizduoti tik supaprastintą realaus pasaulio paveikslą, kadangi realybė yra irreguliari ir nuolat besikaitanti. Toks realybės interpretavimas, kai naudojami realaus pasaulio bei duomenų modeliai, vadinamas duomenų modeliavimu (2.4.2 pav.).



2.4.2 pav. GIS duomenų modeliavimas

GIS informacija saugoma vieno iš dviejų tipų: diskreti arba tolydi. Diskretūs skirti aprašyti savybėms, kurios griežtai apibrėžtos). Tolydūs duomenys nuolat kinta plote.

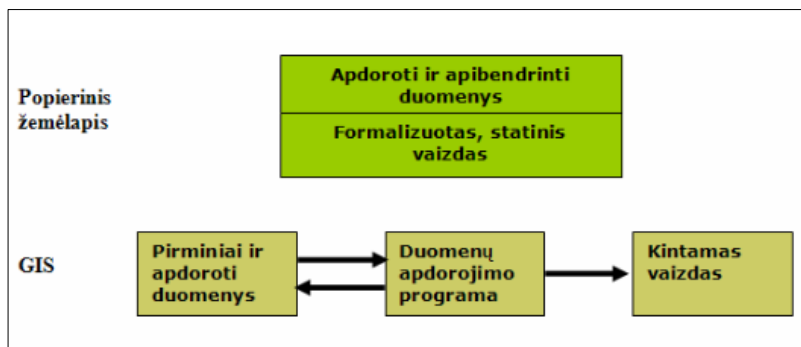
Aplinkos realybę su visais jos objektais, reiškiniiais, įvykiais yra per sunku pavaizduoti kad ir pačiame sudėtingiausiame GIS programų pakete ir gauti vaizdą, kuris tenkintų daugybę poreikių. Vaizduojant mus supantį pasaulį yra daromos prielaidos ir realybė supaprastinama. Vienas iš realybės supaprastinimo būdų yra vaizdavimas tikrai tų objektų, reiškinių, įvykių, kurie yra reikalingi ir būtini norimiems rezultatams ar sprendimams gauti. Supaprastinant realybę padeda ir realybės vaizdavimo detalumo apsisprendimas. Viena iš realybės vaizdavimo dalių yra skaitmeniniai duomenys.

Taigi, geoinformacinės sistemos naudoja supaprastintus realaus pasaulio modelius. Išskirtiniai reiškiniai suklasifikuojami ir aprašomi realaus pasaulio modeliu. Duomenų modelis perduodamas į duomenų bazę, kurioje duomenis galima apdoroti, analizuoti bei pateikti norima forma (Maguire, B.; Miller, A.; Gienko, G. 2008).

2.4.4. Duomenų modeliai

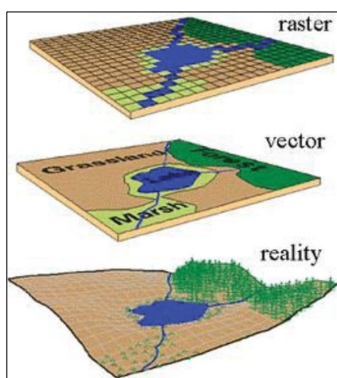
Bet kokios geoinformacinės sistemos pagrindas yra duomenų modelis – tai visuma taisyklių, aprašančių ir atvaizduojančių pasirinktus realaus pasaulio aspektus skaitmeninėje kompiuterio aplinkoje. Geoinformacinės sistemos vartotojai, pasinaudodami darbine geoinformacine sistema, sprendžia savo uždavinius: gamina žemėlapius, vykdo duomenų bazių užklausas, atlieka erdvinę analizę ir pan. Šios sistemos funkcionavimas tiesiogiai priklauso nuo to, kaip realusis pasaulis yra atvaizduotas naudojant skaitmeninius tikrovės modelius (Mozgeris, G.; Dambrauskas, A. 2008).

Kol erdviniai duomenys tampa geoinformacinės sistemos duomenų bazių dalimi, jie atitinkamai apdorojami. Skiriami keli apdorojimo etapai. Tikrovė – tai erdvėje esantys objektai, kuriuos žmogus suvokia įvairiai. Kad erdvinius duomenis būtų patogiau apdoroti kompiuteriu, tikrovę reikia formalizuoti. Todėl buvo sukurti rastrinis ir vektorinis modeliai. Realaus pasaulio objektai paverčiami primityviais – tašku, linija, plotu ar paviršiumi



2.4.3 pav. Erdvinių duomenų formalizavimo etapai

Realų pasaulį sudaro geografinėje erdvėje išsidėstę natūralios (upės, miškai) ir urbanistinės (keliai, vamzdynai, pastatai) kilmės objektai. GIS analizuojami objektai gali būti ir menami (kelio ašinė linija, žemės sklypas, rinkiminė apygarda). Geografinėse informacinėse sistemose naudojami trys duomenų pateikimo modeliai (2.4.4 pav.): rastrinis, vektorinis, paviršiaus.



2.4.4 pav. Duomenų modeliai

Šie modeliai kuriami, laikantis tam tikrų realaus pasaulio struktūrizavimo principų:

- realaus pasaulio vaizdas turi būti logiškai suskirstytas į objektus;
- objektai turi būti išreikšti elementais – plotais, linijomis, vektoriais,
- taškais arba reikšminėmis celėmis;
- kiekvieno objekto padėtis turi būti apibrėžta geografinėje erdvėje;
- kiekvieno elemento charakteristikos – atributai turi būti aprašyti.

Objektų išreiškimo elementai:

Taškas – paprasčiausias grafinis objektų vaizdavimas. Taškai neturi dimensių, bet simboliais galima pažymėti įvairius objektus žemėlapiuose. Priklausomai nuo mastelio tas pats objektas gali būti vaizduojamas kaip taškas arba kaip plotas.

Linija – jungia mažiausiai du taškus, jos naudojamos objektams, turintiems vieną dimensiją (ilgis) vaizduoti.

Plotas – apibrėžiami mažiausiai trimis susikertančiomis linijomis ir yra uždari. Vaizduojami dviejų dimensijų (ilgis, plotis) objektai.

Paviršius – vaizduojami trijų dimensijų (ilgis, plotis, aukštis) objektai. Be koordinatų poros X ir Y, dar naudojama koordinatės Z reikšmė, kuri charakterizuoja objektą vertikalioje plokštumoje. Z reikšmė gali vaizduoti ne tik žemės paviršių, bet ir gyventojų tankumą, kritulius ir kt.

Geografiniai objektai gali būti paplitę diskretiškai (išbarstyti, pvz.: miškas, ežeras) arba erdvėje kisti tolygiai (pvz.: paviršiaus aukštis). Vaizduojant realaus pasaulio objektus geoinformacinėse sistemose yra sukuriamas šio pasaulio modelis, apibendrinant informaciją ir skirstant ją į klases. Šios realaus pasaulio klasės geoinformacinės sistemos duomenų modelyje yra išreiškiamos teminiais žemėlapiais (sluoksniais) (Mozgeris, G.; Dambrauskas, A. 2008).

2.4.5. Rastrinis duomenų modelis

Rastriniame modelyje kiekvienas realaus pasaulio taškas suprantamas kaip celė (pikselis). Celių matrica, sudaryta iš eilučių ir stulpelių, formuoja koordinatų tinklą. Struktūrizuotame rastrinių duomenų modelyje, realaus pasaulio objektas aprašomas tam tikros spalvos celių rinkiniu. Rastriniai duomenys yra geografiškai orientuoti vieningoje sistemoje ir gali būti naudojami kartu su kitų rūšių duomenimis tam tikrai teritorijai. Rastrinių žemėlapių sudarymo šaltiniai yra skenuoti juodai balti ir spalvoti žemėlapiai, palydoviniai arba aerofotometodais gauti Žemės paviršiaus vaizdai.

Realaus pasaulio reiškiniai ir objektai pagal nustatytus geometrijos ir kokybės parametrus yra transformuojami į duomenų modelius ir perduodami į duomenų bazines, kuriose duomenis galima apdoroti, analizuoti bei pateikti norima forma. Dažniausiai rastrinis duomenų modelis sudaromas skenuojant jau esančius žemėlapius, apdorojant skaitmeninius palydovinius vaizdus, automatiškai braižant, kai braižytuvas sukuria rastrinius duomenis.

Rastrinio modelio ląstelės aprašomos stačiakampėmis matricomis, pradedant numeraciją nuo apatinio kairiojo kampo. Viena rastrinio modelio ląstelė gali turėti tik vieną reikšmę, todėl realaus pasaulio modeliui sudaroma daug tematinių rastrinių sluoksnių. Tuo jie skiriasi nuo vektorinio duomenų modelio, kuriame atributinė informacija priskiriama tiesiog objektams.

Pagrindinės rastrinio duomenų modelio charakteristikos:

- Tikslumas, kuriuo nagrinėjamas plotas aprašomas rastriniame duomenų modelyje, yra atvirkščiai proporcingas gardelės dydžiui. Esant stambesnėms gardelėms, kai kurie smulkesni geografiniai objektai bei objektų detalės gali būti visai neatvaizduojami;

- Didindami rastrinio duomenų modelio skiriamąją gebą, gardelės dydį sumažinę, pavyzdžiui, 10 kartų, jų skaičių padidinsime 102 kartų;
- Rastrinio duomenų modelio gardelių ribos negali būti atpažintos natūroje, t. y. rastriniai elementai nereikšmingi semantinė prasme;
- Rastrinis duomenų modelis tiesiogiai nenusako erdvinių ryšių tarp geografinių objektų (Mozgeris, G.; Dambrauskas, A. 2008).

Objektų vaizdavimas rastriniu modeliu nėra tobulas. Rastriniu modeliu parodytoje teritorijoje atsiranda paklaidų. Taigi turint atvaizdą, kurio ląstelė yra gana stambi, siauresnio objekto – kelio vingių bus nematyti. Dėl šios priežasties reikėtų mažinti ląstelę.

2.4.6. Vektorinis duomenų modelis

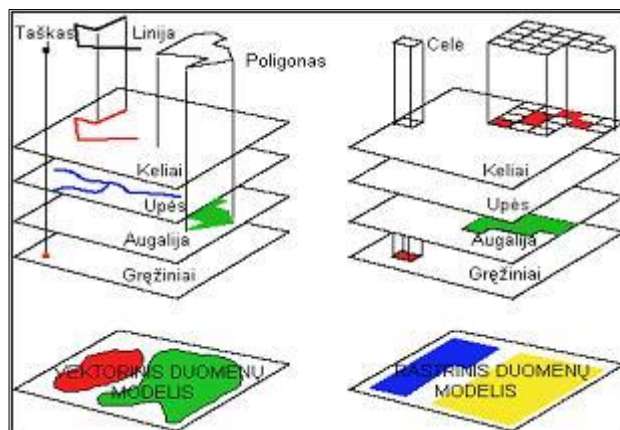
Vektorinis duomenų modelis – realaus pasaulio objektai yra įvedami ir saugomi duomenų bazėse kaip koordinatinių porų (x, y) rinkinys (z koordinatė – kai kaupiami duomenys trimatėje erdvėje), geometrinių elementų (taškas, linija, plotas) pavidalu.

Objektų, kurie yra per maži pavaizduoti juos kaip linijas ar plotus (gręžinių vietos, elektros stulpai, medžiai), vieta nusakoma taškais. Taškais vaizduojami ir tie objektai, kurie neturi ploto (kalvų viršūnės). Taško vietą nusako viena koordinatinių pora.

Linijos vaizduoja tokius objektus, kurie tam tikrame mastelyje yra per siauri, vaizduoti juos kaip plotus (gatvės, elektros linijos, upės), arba objektus, kurie turi ilgį, bet neturi ploto (izolinijos, gatvių ašinės linijos). Linijos padėtį aprašo pradžios ir pabaigos taškų koordinatės.

Tam tikrai objektų, vaizduojamų linijomis, grupei, svarbi charakteristika yra kryptis (upės ašinė linija, inžineriniai tinklai). Nurodžius kryptį, galima atlikti papildomas GIS analizės funkcijas ir taisyklingai pavaizduoti asimetriškus simbolius.

Plotai bei yra uždaros figūros, vaizduojančios vienerūšių objektų formą padėtį vietovėje (ežerai, dirvožemio tipai, miškų masyvai). Plotui aprašyti reikalingos bent jau trys koordinatinių poros. (2.4.5 pav).

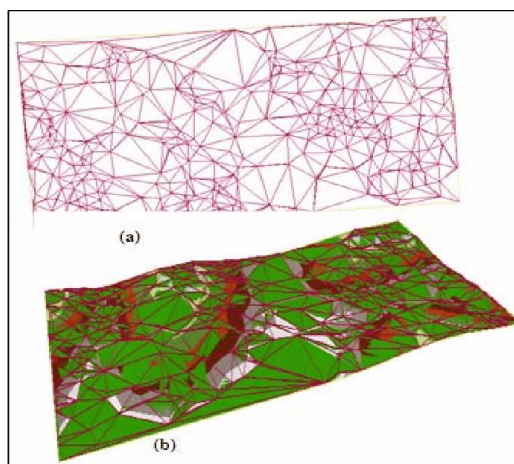


2.4.5 pav. Rastrinis ir vektorinis duomenų modeliai

2.4.7. Paviršiaus duomenų modelis TIN (Triangular Irregular Network)

Toks modelis tam tikrą paviršių apibūdina, kaip sujungtų trikampių viršūnių grupę. Paviršiaus modelis sukuria ne stačiakampių, o trikampių tinklą, saugodamas informaciją apie trikampių tarpusavio ryšius. TIN naudojamas vaizduoti nenuosekliams paviršiams.

Yra skiriami du geografinių duomenų komponentai: geometrinė informacija ir atributiniai aprašomieji duomenys. Vienas iš GIS privalumų yra tai, kad geometrinė ir aprašomoji informacija yra glaudžiai tarpusavyje susijusios (pvz., gatvės padėtis ir jos pavadinimas, tilto lokalizacija ir jo plotis). Taigi iš sukurtų duomenų bazių galima sužinoti ne tik objekto formą ar geografinę padėtį, bet ir nustatytą identifikatorių (kodą), pavadinimą, klasę, tipą... Geografinių objektų atributai saugomi atributinėse lentelėse.



2.4.6 pav. TIN modelio pavyzdys

2.4.8. Rastrinių ir vektorinių duomenų modelių privalumai ir trūkumai

Lentelė 2.4.1 Rastrinio duomenų modelio privalumai ir trūkumai

Privalumai	Trūkumai
Paprasta duomenų struktūra: kiekvienoje ląstelėje viena reikšmė; Paprasta analizė: kompiuteris nesunkiai lygina skaičius; Dėl minėto paprastumo gali būti naudojama paprastesnė ir pigesnė įranga; Naudojant rastrinį metodą paprasčiau ir pigiau dirbti nuotolinio skaitymo metodu, t.y. vietovę fotografuoti iš lėktuvo ar dirbtinio Žemės palydovo; Patogu modeliuoti, nes rastriniai duomenys lengvai transformuojami.	Nepasižymi dideliu grafiniu tikslumu. Siekiant tikslumo reikia naudoti daug ląstelių; Dėl netikslumų apibendrinant gauti rezultatai kartais skiriasi nuo realiųjų; Kiekviena ląstelė turi būti koduota, nors ji ir būtų tuščia: tai padidina įkeliamų į kompiuterio atmintį duomenų kiekį.

Lentelė 2.4.2 Vektorinio duomenų modelio privalumai ir trūkumai

Privalumai	Trūkumai
Tinkamiausias žemėlapiams sudaryti ir labiau priimtinas žmogaus akiai; Būdingas didelis grafinis tikslumas, kurio dažnai neperteikia vaizdavimas kompiuterio ekrane ar spausdinimas popieriuje (skaitmeninė forma tikslesnė nei vaizduojamoji); Didelė skiriamoji geba; Reikalauja mažiau kompiuterio atminties duomenis apdorojant ir saugant, palyginti su rastriniu, nes mazgai ir lūžio taškai nusakomi koordinatėmis, tuo tarpu rastriniam vaizdavimui reikia koduoti kiekvieną ląstelę; duomenų rinkmenos kompiuteryje yra mažesnės ir greičiau apdorojamos.	Vektorinių duomenų pertvarkymas sudėtingesnis, palyginti su rastriniais: jie saugomi ilguose mazgų ir sankirtos taškų koordinatinių sąrašuose, kompiuteris juos nesunkiai atpažįsta, tačiau naudotojui sunku juos taisyti (keisti); Reikalauja tobulesnės kompiuterio įrangos, kartu tobulesnio valdymo, o tai reikalauja aukštesnės kvalifikacijos darbuotojų – šis metodas brangesnis; Vaizduoja ne plotus, o tik jų ribas, todėl mažesnės analizės galimybės.

Abiejų – rastrinio ir vektorinio – modelių privalumus jungia mišrusis modelis. Jo pagrindas – rastro ląstelių eilės sujungimas į ruožą. Technologinė pažanga rodo, kad buvę skirtumai tarp rastrinių ir vektorinių duomenų struktūrų palaipsniui mažėja (Tumas, R. 2006).

2.4.9. Geoinformacinės sistemos maketo sudarymas

Yra trys pagrindiniai modelių parengimo būdai:

Koncepcinio modelio parengimas:

- Vartotojo poreikių nustatymas, duomenų atitinkančių poreikius, nusakymas;

- Objektų apibrėžimas, ryšių tarp objektų nustatymas (objektai apibūdinami daiktavardžiais, ryšiai – veiksmažodžiais);

- Erdvinių objektų atvaizdavimo tipų (taškiniai, linijiniai, plotiniai) (t.y. geografinio atvaizdavimo) nustatymas.

Koncepcinis lygmuo turi du pagrindinius tikslus:

1. Atvaizduoti duomenis išsamiai ir tiksliai.
2. Pateikti vartotojams, programuotojams ir administratoriams lengvai suprantamą duomenų schemą.

Loginio modelio parengimas:

- Nusprendžiama, kaip bus susietos objektų klasės su specifiniais duomenų tipais;
 - Nusakomi topologiniais, ryšiai, taisyklės, koordinacių sistemos, kodavimas, klasifikatoriai ir pan.

Modelis, kurį kuriant yra žinomas duomenų modelio tipas (hierarchinė, tinklinė, reliacinė arba kito tipo).

Fizinio modelio parengimas:

- Sukuriama fizinė duomenų bazės schema (elementų duomenų rinkiniai, elementų klasės, atributų parametrai ir pan.

Modelis, kurį kuriant yra žinomas ne tik duomenų bazės tipas (kaip loginio modeliavimo atveju), bet ir konkreti duomenų bazių valdymo sistema (DBVS).

Struktūrizuojant realaus pasaulio vaizdą, apibrėžiant ir koduojant geoobjektus naudojami šie pagrindiniai geoobjektų klasifikacijos kriterijai:

- objektų fizinės savybės (forma, medžiaga)
- objektų kilmė (gamtiniai, urbanistiniai)
- objektų funkcijos (dujotekis,...)
- objektų padėtis Žemės paviršiaus atžvilgiu
- geoduomenų automatizuotas generalizavimas
- geoduomenų panaudojimas analizei
- galimybė plėsti objektų sąrašą

Pagal šiuos kriterijus geoobjektai yra sugrupuoti pagal temas ir tai reikalinga tik temų paieškos patogumui. Temose geoobjektai nėra klasifikuojami, o sudaro ištisinį sąrašą.

Paruošiamas koncepcinis duomenų modelis:

Geoinformacinės sistemos maketas sudarytas norint pavaizduoti nagrinėjamų aukštapelkių ribas nuo 1950 metų. Buvo pasirinkti ir vektorizuoti rastriniai žemėlapiai (www.geoportal.lt). Vektorizuojant surinkta informacija buvo perkelta į atributinę lentelę, taip išsaugant visą charakteristiką prie objektų. Kaupiama informacija: ežerų ribos ir pelkės ribos.

Lentelė 2.4.3 Geoinformacinės sistemos sluoksniai

Sluoksnio pavadinimas	Duomenų tipas	Pastabos
Ezeras	plotinis	Sluoksnyje renkama ežero plotinė informacija
Pelke	plotinis	Sluoksnyje renkama pelkės plotinė informacija

Lentelė 2.4.4 Sluoksnio „Pelke“ kaupiama atributinė informacija

Laukas	Tipas	Kaupiami duomenys
FID	Object ID	Objekto numeris lentelėje
Shape	Geometry	Objekto tipas (polygon)
Id	Long Integer	Numeris
Plotas	Long Integer	Apskaičiuotas objekto plotas
X	Long Integer	Koordinatė
Y	Long Integer	Koordinatė

Kuriant geoinformacinės sistemos maketą sukuriami nauja geoduomenų bazė. Geoduomenų bazė – efektyvus sprendimas kaupiant, atgaminant ir valdant GIS duomenis. Geoduomenų bazėje kiekvieną elementą nusakanti informacija kaupiama kaip atskira eilutė lentelėje. Elementą nusakantys vektoriai saugomi lentelės shape lauke, atributai – kituose laukuose. Kiekvienoje lentelėje kaupiama elementų klasė.

Geoduomenų bazė kuriama su ArcCatalog paspaudus File > New > Personal Geodatabase. Galima keisti duomenų bazės pavadinimą. Skurtoje duomenų bazėje kuriami nauji sluoksniai: File > New > Feature Dataset. Nurodoma koordinačių sistema, paspaudus Geographic Coordinate Systems išsirenkama *LKS 1994 Lithuania TM* koordinačių sistema iš *Projected Coordinate System*, bei *Baltic* aukščių sistema iš *Vertical Coordinate Systems*.

2.4.10. Atributinės duomenų bazės sudarymas

Atributas – tai objektui būdingas požymis, savybė. Duomenų bazėje esantys geoobjekto atributai, tai geoobjekto ypatybės, kurių reikšmės saugomos lentelės forma, t. y. geoobjekto atributinėje lentelėje.

Sukurta duomenų bazė yra nuolat papildoma. Kuriami nauji laukai *Field*. Kiekvienam sukurtam naujam laukui pagal poreikį priskiriamas tipas *Data Type*. Tai gali būti skaičiai – *Short*

Integer, Long Integer, Float, Double, taip pat tekstas *text* arba data *Date*. Taip pat yra priskiriamas skaičių ar teksto skaitmenų kiekis laukelyje. (2.4.7 pav.)

FID *	Shape *	Id	Plotas	X	Y	ORIG FID
1	Point	0	6793	468586,346	5985181,051	0
2	Point	0	6793	468589,193	5985175,990	0
3	Point	0	6793	468595,520	5985175,990	0
4	Point	0	6793	468598,684	5985169,979	0
5	Point	0	6793	468607,225	5985166,499	0
6	Point	0	6793	468610,072	5985153,845	0
7	Point	0	6793	468617,032	5985153,213	0
8	Point	0	6793	468618,930	5985149,733	0
9	Point	0	6793	468613,869	5985143,090	0
10	Point	0	6793	468615,767	5985133,599	0

2.4.7 pav. Duomenų bazės atributai

Sukurta geoduomenų bazė gali būti redaguojama ar papildoma bet kuriuo metu. Nauji atributai iš karto pavaizduojami ArcGis pasirinkto sluoksnio atributų lentelėje. (2.4.8 pav.)

Field Name	Data Type
FID	Object ID
Shape	Geometry
Id	Long Integer
Plotas	Long Integer
X	Long Integer
Y	Long Integer
	Short Integer
	Long Integer
	Float
	Double
	Text
	Date

2.4.8 pav. Atributų lentelė

2.4.11. Skaitmeninio žemėlapio formavimas

Skaitmeniniai žemėlapiai turi du atvaizdus. Pirmas – duomenų bazė, antras – kartografinis arba regimasis atvaizdas. Duomenų bazė tai skaitmeninis tikrovės modelis. Skaitmeninis kartografinis atvaizdavimas susijęs su grafiniu tikrovės modeliavimu. Tai grafinių objektų atkūrimas iš duomenų bazės. Tai reiškia, kad norint suformuoti skaitmeninį žemėlapi, reikia atlikti du veiksmus. Pirmiausia reikia apibendrinti tikrovę pagal modelį, t. y. supaprastinti tikrovę ir sukurti jos modelį duomenų bazėje; po to, kad žemėlapis aiškiai perteiktų tikrovę, reikia atlikti kartografinio apibendrinimo veiksmus.

2.4.12. Skaitmeninio žemėlapių redagavimas

Žemėlapių redagavimas vykdomas *Editor Toolbar* įrankių juostos pagalba. Norint pradėti redagavimą, reikia redagavimo įrankių juostoje *Editor* paspausti *Start Editing*, o norint baigti redagavimą ir išsaugoti sukurtus objektus – *Stop Editing*, *Save Edits*.

Šioje redagavimo įrankių juostoje yra tokios galimos redagavimo funkcijos:

Editor – redaktorius, plėtinys susideda:

Start Editing – pradėti redagavimą;

Stop Editing – sustabdyti redagavimą;

Save Edits – išsaugoti redagavimą;

Move – perkelti;

Split – suskaidyti;

Construct Points – konstruoti taškus;

Copy Parallel – kopijuoti lygiagrečiai;

Merge – sujungti;

Buffer – sušvelninimas;

Union – sąjunga;

Clip – kirpimas;

Snapping – pritraukimas, plėtinys susideda:

Snapping Toolbar – pritraukimo įrankių juosta;

Options - nustatymai;

More Editing Tools – daugiau redagavimo įrankių, plėtinys susideda:

Advanced Editing – išplėstinis redagavimas;

COGO; Geometric Network Editing – geometrinis tinklo redagavimas;

Parcel Editor – paketo redagavimas;

Representation – pateikimas, atvaizdavimas;

Route Editing – trasos redagavimas;

Spatial Adjustment – erdvinis reguliavimas;

Topology - topologija;

Versioning – variantai.

Editing Windows – redagavimo langai, plėtinys susideda:

Create Features – kurti savybes;

Attributes - atributai;

Sketch Properties – eskizo savybės;

Shared Features – bendros savybės;
Error Inspector – klaidų tikrintojas;
Unplaced Annotation – nepaduota anotacija;
Adjustment Preview – peržiūros reguliavimas;
Control Points – kontroliniai taškai;
Parcel Details – paketo detalės;
Parcel Explorer – paketo tyrėjas;
Representation Properties – nustatymų pateikimas;
Options – nustatymai;
Edit Tool – redagavimo priemonė;
Edit Annotation Tool – anotacijos redagavimo priemonė;
Straight Segment – tiesi atkarpa;
End Point Arc Segment – galutinių taškų lanko tipo atkarpa;
Trace – brėžti;
Point – taškas;
Edit Vertices – redaguoti verteksus;
Reshape Feature Tool – ypatybių pertvarkymo įrankis;
Cut Polygons Tool – poligonų iškirpimo įrankis;
Split Tool – skilimo įrankis. Šio įrankio pagalba galime suskaidyti objektą ir nutrinti nereikiamą dalį;
Rotate Tool – apskukimo įrankis;
Attributes – atributinė lentelė;
Sketch Properties – vaizdo nustatymai;
Create Features – kurti savybės;
Toolbar Options – įrankių juostos nustatymai.

2.4.13. Skaitmeninio žemėlapių kokybės charakteristika

Skaitmeninio žemėlapių kokybę lemia geoduomenų: padėties ir atributų tikslumas, išsamumas, korektiškumas, išorinių ryšių atitikimas, aktualumas.

Padėties tikslumas – tai geoobjektų tarpusavio padėties, jų padėties geodezinių punktų bei informacijos šaltinio atžvilgiais tikslumas. Tikslumas įvertinamas proporciniais dydžiais, pvz., metrais.

Atributų tikslumas – tai požymių įvertinimo tikslumas. Požymių įvertinimo tikslumas priklauso nuo požymio tipo: kokybiniais rodikliais išreiškiami požymiai įvertinami procentais, kiekybiniais – proporciniais dydžiais.

Išsamumas - tai geoduomenų tinkamumas išsamiai ir detalai vaizduoti ir atpažinti objektus ar reiškinius, nustatyti jų ypatybes ir tarpusavio ryšius. Išsamumas įvertinamas procentais.

Korektiškumas – tai matematinio žemėlapių pagrindo, generalizavimo principų, turinio parinkimo, turinio vaizdavimo, geoobjektų tarpusavio ryšių atvaizdavimo, geoduomenų struktūros parinkimo sprendžiamam kartografavimo uždaviniui pagrindimas. Kiekvieno išvardyto proceso korektiškumas įvertinamas pagal rezultatų tinkamumą ir atitinkamai gali būti proporcinės arba procentinės išraiškos.

Išorinių ryšių atitikimas – tai geoduomenų tinkamumas juos naudoti integruotoje geoinformacinėje sistemoje. Išorinių ryšių atitikimas, pvz., geoobjektų, susietų su registru naudojant identifikatorių aprašantį požymį, kiekis, įvertinamas procentais.

Aktualumas – tai geoduomenų ir realybės atitikimas. Aktualumas įvertinamas procentais, jiems pasiekus reglamentuotą reikšmę geoduomenys atnaujinami.

Klaidų gali atsirasti bet kurioje duomenų kaupimo ir apdorojimo stadijoje. Skaitmeninių žemėlapių klaidas galima suskirstyti į:

- pradinių duomenų šaltinių klaidas;
- klaidas, atsirandančias sudarant skaitmeninius duomenis;
- metodų klaidas.

Pradinių duomenų šaltinių klaidos atsiranda tokiais atvejais:

- visų lauko matavimų ir tyrimų procese. Jas lemia objektų padėčiai nustatyti naudojamų prietaisų (teodolitų, GPS imtuvų, aerofotokamerų) ir prietaisų, kuriais nustatomos atributinės reikšmės, netikslumai;
- apdorojant geodezinių matavimų duomenis ir sudarant žemėlapius. Įtraukiamos geodezinio tinklo, skaičiavimų, braižymo, popieriaus deformacijos klaidos. Jų pasitaiko redaguojant ir atnaujinant žemėlapi;
- informacijai senstant (pokyčiai vietovėje). Dėl pradinėje medžiagoje fiksuotų objektų savybių pokyčių ir naujai atsiradusių objektų.

Skaitmeninių duomenų struktūros klaidos:

- duomenų įvedimo klaidos. Skaitmenizavimo proceso netikslumai dėl įrangos (digaizeriai, skeneriai) arba operatoriaus klaidų, nesilaikant duomenų įvedimo taisyklių. Daugelio

klaidų galima išvengti operatoriaus sumanumu. Duomenų įvedimo klaidos skirstytinos į: bendrąsias, geoobjekto geometrijos ir geoobjektų tarpusavio padėties klaidas;

- duomenų saugojimo klaidos. Nepakankamas naudojamos kompiuterinės arba programinės įrangos skaičiavimo procedūrų tikslumas ir saugojimo aplinkos techniniai ar su programomis susiję gedimai;
- manipuliavimo duomenimis klaidos. Nekorektiškai atliekant konvertavimą, analizę, generalizuojant, interpoliuojant.

Bendrųjų duomenų įvedimo klaidų aplinkybės ir priežastys:

- praleidžiamas objektas. Klaida padaroma dėl netinkamai organizuotos duomenų įvedimo procedūros (pvz., objektai įvedami nenuosekliai, įvesti objektai nepažymimi). Taikant digitalizavimo technologiją ši klaida nustatoma sutapdinant ant skaidrios plėvelės atspausdintą SŽ su originaliu žemėlapiu. Taikant vektorizavimo technologiją rastre gali būti panaikinami jau vektorizuoti objektai, tada įmanoma vykdyti automatizuotą kontrolę;
- pakartojamas objektas. Klaida padaroma antrą kartą įvedus tą patį objektą. Klaidos priežastys ir jos nustatymo būdai tokie pat kaip ir praleidus objektą. Taškinius objektus įvedinėti tikslinga kvadratas po kvadrato;
- neteisingai nustatomas objekto tipas. Klaida padaroma dėl blogos pradinės medžiagos kokybės (sudėtinga atpažinti simbolius);
- objektas klaidingai priskiriamas sluoksniui;
- objekto aprašomosios informacijos klaidos. Pvz., trūksta objektui aprašyti būtinų charakteristikų, panaudotos negalimos objekto charakteristikos ar jų kodai. Klaida dažniausiai padaroma dėl kartografo neatidumo.

Metodų klaidų aplinkybės ir priežastys:

- dėl duomenų kaupimo metodų. Atsirandančios naudojant nepakankamai stebėjimų duomenų matuojant vietovėje ar nepakankamai sąsajų taškų orientuojant, pasirenkant netinkamą skaitmenizavimo darbų (digitalizavimas, vektorizavimas, automatizuotas vektorizavimas, srautinis režimas) metodiką;
- netiksliai apibrėžiant geografinius objektus ir neteisingai juos skirstant į klases;
- nepakankamai kontroliuojant manipuliavimo geoobjektais rezultatus (taip pat tarpinius);
- vaizduojant duomenis. Simbolių parinkimo, spausdinimo įrenginių, popieriaus deformacijos klaidos (Stankevičius, Ž. 2010).

2.4.14. Ataskaitų ir grafikų formavimas, erdvinė duomenų analizė

Duomenų analizės sąvoka čia apibūdina visuma metodų, būdų ir paaiškinimų, kaip naudojant šiuolaikinius GIS programų paketus gauti reikšmingą informaciją iš geografinių duomenų rinkinių, pateikiamų skaitmeninėje formoje. Kitaip tariant, GIS analizę leidžia paversti duomenis į informaciją bei sukurti naujus duomenis, naudojant jau sukaupuosius.

Erdvinė analizė apima keletą sudėtingumo lygių: manipuliacijas, užklausas, statistiką ir modeliavimą. Erdvinių duomenų manipuliacijos apima erdvines užklausas (*spatial queries*) ir matavimus (*measurements*), buferių kūrimą (*buffering*) ir žemėlapių sluoksnių perdangą (*overlay*). Erdvinių duomenų analizė patenka į dvi kategorijas: aprašomąją (*descriptive*) ir tiriamąją (*explanatory*) analizę, įgyvendinamą atliekant vizualizaciją, duomenų manipuliaciją ir žemėlapių kūrimą.

Geografinių duomenų analizė remiasi keliomis pagrindinėmis erdvinėmis sąvokomis. Atstumas (*distance*) yra erdvinio išskyrimo dydis; GIS analizėje yra naudojami keli nuotolio tipai: Euklidinis atstumas (tiesia linija) yra naudojamas dažniausiai. Gretimumas (*adjacency*) yra nominalinis (arba binarinis) atstumo ekvivalentas, išreikštas artimumo lygiais. Sąveika rodo ryšio tarp esybių stiprumą ir dažniausiai apskaičiuojama kaip atvirkštinė atstumui funkcija. Artimumas (*neighborhood*) yra nusakomas kaip asociacija tarp vienos esybės ir kitų, esančių aplink ją, ir gali būti pagrįstas gausa, funkciniais ryšiais arba atributų panašumu.

2.4.15. Vektorinių duomenų analizė

Vektorinė analizė remiasi vektorinių duomenų savybėmis: geometrija ir struktūra. Vektorinis duomenų modelis naudoja pagrindinius matematinius elementus (taškus ir jų koordinates) sukurti pagrindinius geometrinius erdvinius elementus: taškus, linijas ir poligonus. Bazinės vektorinės analizės pagrindas yra artumo veiksmai ir priemonės, naudojamos realizuojant šias svarbiausias erdvines sąvokas:

Vektorių perdangų kūrimas – perdangos funkcijos, susijusios su geometrinėmis (fizinėmis) duomenų perdangomis, yra atliekamos tam tikrais, aritmetiniais ir loginiais, matematiniais veiksmais. Dažniausiai naudojami aritmetiniai veiksmai yra sudėtis, atimtis, dalyba ir daugyba. Loginiai veiksmai yra skirti nustatyti, kur atsiranda arba neatsiranda nurodytos sąlygos. Atliekant logines operacijas naudojami loginiai operandai AND, OR, >, < ir kt.

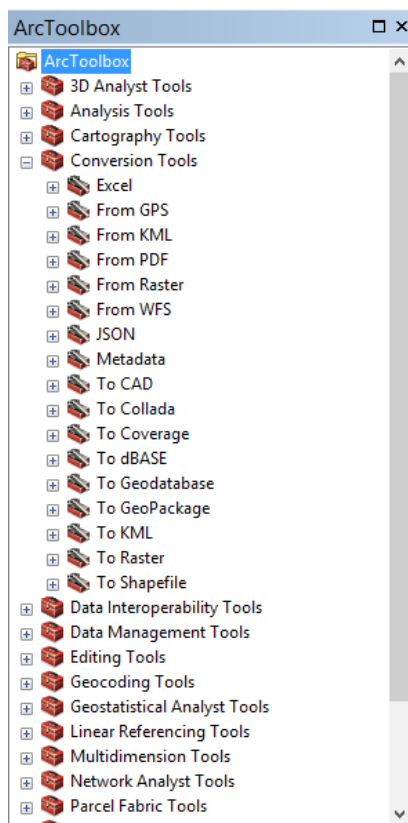
Žemėlapių manipuliacijos – dažniausiai naudojami taikant šiuos keturis perdangų metodus: sąjungą, panaikinimą, sankirtą ir tapatumą.

Buferių kūrimas – tai naujų poligonų kūrimas išplečiant arba sutraukiant esamus poligonus ar sukuriant poligonus iš taškų ir linijų. Buferiai pagrįsti atstumo nuo gretimų elementų sąvoka. Buferiai kuriami erdvinei analizei norint nustatyti elementų artumą, jungimąsi ir gretimumą. Buferis yra erdvinė zona aplink taško, linijos ar poligono elementą. Buferio dydis ir forma gali būti apibrėžtas pagal kintamą atstumą (atstumas paremtas elemento atributu), buferiai gali būti apibrėžti pagal kelias zonas ir gali turėti sulietas arba sujungtas ribas.

2.4.16. Duomenų konvertavimas

Žemėlapių eksportavimas iš ArcMap vykdomas atvėrus *Layout view* langą *View -> Layout View*. Pagrindiniame meniu pasirinkus *File -> Export Map* galime pasirinkti įvairių formatų: Shapefile, EMF, EPS, AI, PDF, SVG, BMP, JPEG, PNG, TIFF, GIF. Saugant vaizdus, galima pasirinkti jų rezoliuciją.

Programa ArcMap turi daug naudingų konvertavimo įrankių. (2.4.9. pav)



TI

2.4.9 pav. Konvertavimo įrankiai

Įrankis *Table To Excel* ArcMap'o sluoksnių atributinę lentelę konvertuoja į Excel.

Įrankis *Raster To Polygon* rastrinį vaizdą paverčia į poligonų vaizdą. Įrankio *Export to CAD* pagalba geometrinius duomenis galima perkelti į AutoCAD aplinką, sukuriant failus .dwg ar .dxf formatu.

Naudojant *Feature To Shapefile (multiple)* galima sukurti pasirinkto sluoksnio .shp formatą. Įrankis *Feature To Line* sukuria pasirinkto sluoksnio linijinį vaizdą. Įrankis *Feature To Point* sukuria pasirinkto sluoksnio taškinį vaizdą. Įrankis *Points To Line* iš taškų sukuria linijinį vaizdą – juos sujungdamas.

Naudojant įrankį *To KML* galima savo sukurtą sluoksnį ar žemėlapi išsaugoti .kmz formatu. Vėliau sukurtą failą galima atverti kitoje programoje, pvz. Google Earth.

2.4.17. Skaitmeninio žemėlapio projektavimas

Žemėlapių, ypač teminių, projektavimas susijęs su geografinės informacijos grafiniu pateikimu kartografinė forma. Tai apima pačią informacijos pateiktą žemėlapyje bei visą žemėlapio pakraščių ir rėmelių informaciją.

Žemėlapių projektavimą lemiantys veiksniai yra:

- Žemėlapių paskirtis ir tema;
- Žemėlapių auditorija ir žemėlapių skaitymo sugebėjimai;
- Projektavimo kultūra;
- Žemėlapių mastelis, dydis ir formatas;
- Laikmena;
- Turimi duomenys;
- Techniniai apribojimai.

Žemėlapiai projektuojami keliais etapais:

- Pirmiausia turi būti priimtas sprendimas apie rengiamo žemėlapi tipą, jo erdvinį formatą (dydį ir formą), bazinį išdėstymą, kokie duomenys bus pateikiami, kartografavimo metodai ir t.t. Materialioje laikmenoje arba mintyse gali būti sukurtas žemėlapių eskizas arba keletas žemėlapių eskizų. Projektavimo procesas visų pirma remiasi vaizduote ir kūrybiškumu, taip pat dizainerio – kartografo meniniais įgūdžiais.

- Antra, lyginant įvairias alternatyvas parengiamas tam tikras grafinis planas. Turi būti priimti sprendimai dėl naudojamų simbolių rūšių, pasitelkiamų vaizdinių kintamųjų, vaizduojamų reiškinių klasių skaičiaus ir klasių ribų, tipografinių sąryšių ir skirtingų žemėlapyje rodomų elementų simbolinio organizavimo hierarchijos.

- Trečiojo etapo metu konkrečioms žemėlapių sudarymo metodams parengiamos išsamios žemėlapių kompiliavimo specifikacijos. Šios specifikacijos gali aprėpti išsamų kiekvienos

žemėlapių rengimo etapo dalies aprašymą, pradedant skaitmeninimu ir baigiant viso žemėlapių gamybą.

- Skaitmeninės technologijos, patobulindamos žemėlapių projektavimą, suteikia lankstumo, leisdamos išmėginti keletą projektų prototipų.

Pagrindiniai žemėlapių maketo komponentai yra:

- Vaizdavimo sritis. Tai svarbiausias žemėlapyje matomas elementas. Ji turi būti centre ir užimti didžiausią plotą;

- Pavadinimas. Pavadinimas turi atspindėti žemėlapių paskirtį ir tematiką. Jis rašomas ten, kur sukuria geriausią balansą bendroje žemėlapių lapo kompozicijoje;

- Legenda;

- Mastelis. Mastelis vaizdinėje hierarchijoje turi turėti didžiausią prioritetą. Linijiniais masteliai yra pranašesni už skaitmenines trupmenas arba tekstinį mastelį. Pasirinktas linijinis mastelis turi derėti su žemėlapių tema;

- Orientacija. Orientacija nurodo tikrosios ir (ar) magnetinės šiaurės kryptį. Šis elementas ypač svarbus, jei naudojama netradicinė orientacija (šiaurė nėra viršuje);

- Apvadas, rėmelis, koordinatų tinklėlis. Rėmeliai suteikia žemėlapių dizainui stabilumo;

- Įterptiniai žemėlapiai. Šie elementai turėtų būti išdėstyti, kad užpildytų tuščias vietas. Dažniausia naudojami pateikti studijų srities dalį tikslesniu masteliu arba parodyti platesnę žemėlapyje vaizduojamos srities apžvalgą;

- Šaltinis. Šis elementas nurodo žemėlapyje parodytų duomenų kilmę;

2.4.18. Skaitmeninio žemėlapių vizualizavimas ir spausdinimas

Žemėlapius sudaro tokie elementai kaip žemėlapių laukas, pavadinimas, legenda, tarpai, mastelis ir krypties rodyklės. Tai standartiniai elementai arba žemėlapių kompozicijos komponentai. Žemėlapių kompozicijos elementai suteikia kontekstą žemėlapyje vaizduojamiems duomenims. Jie nurodo vietą, temą, simboliką, orientaciją ir kt.

Topografinio plano arba žemėlapių formavimas bei redagavimas yra atliekamas dvejose aplinkose:

- *ArcMap* duomenų atvaizdavimo (*Data View*) aplinkoje, kurioje galime stebėti, analizuoti, redaguoti grafinius žemėlapių elementus;

- *ArcMap* grafinių duomenių žemėlapių spausdinamo maketo vaizdo (*Layout View*) aplinkoje, kurioje žemėlapis yra komponuojamas vizualizavimui o paskui ir spausdinamas.

Norint žemėlapi pateikti vartotojui, reikia nustatyti rėmelį, legendą ir padaryti kitus nustatymus. Pagrindiniame horizontaliame meniu spaudžiamas *View → Layout View*. Šios komandos dėka žemėlapis yra perjungiamas į maketavimo vaizdo aplinką. Žemėlapis yra pateikiamas stačiakampiame lape, talpinančiame tuo metu atvaizduotas temas, t. y. matomas tas žemėlapio fragmentas, kuris buvo darbiname lauke.

Kuriamas žemėlapio maketas, kuriame bus talpinami dviejų mastelių žemėlapiai. Pagrindiniame meniu spaudžiamas *Insert* ir *Neatline*. Tokiu būdu sukuriame pagrindinio žemėlapio rėmelį. Atsivėrusioje lentelėje galima pasirinkti spalvas, rėmelio tipą.

Paspaudus *Insert → Scale Text* pasirenkama, kaip bus vaizduojamas žemėlapio mastelis. Norint padaryti, kad tas mastelis nekistų – būtų fiksuotas spaudžiamame dešinį pelės klavišą ant sukurto rėmelio, atsiradusioje lentelėje *Extend* skiltyje pasirenkame *Fixed Scale* ir nustatomas mastelis.

Paspaudus *Insert → Legend*, galima kurti sutartinių ženklų lentelę. *Legend Wizard* lange skiltyje *Map Layers* sužymimi visi sluoksniai, kurie reikalingi, kad būtų atvaizduoti legendoje ir jie perkeliama į skiltį *Legend Items*. Atidarius *Legend Wizard* lentelę dažniausiai jau visi sluoksniai būna sukelti į skiltį *Legend Items* (kurie nereikalingi galima ištrinti arba šalia esančių rodyklių pagalba, juos galima sukeisti vietomis). Šioje lentelėje tai pat galima nustatyti į kiek stulpelių reikia suskirstyti būsimą legendą. Spaudžiamas *Next* mygtukas. Lentelėje galima užrašyti legendos pavadinimą, nurodant pavadinimo šrifto dydį, bei stilių, taip pat užrašo vietą (*Layout View*) aplinkoje. Spaudžiamas *Next* mygtukas. Norint išskaidyti legendą atskirais sluoksniais spaudžiamas kairysis pelės klavišas ant jos ir pasirenkama legendos redagavimui skirta funkcija *Convert To Graphics*. Po to ant legendos spaudžiamas dešinysis pelės klavišas ir pasirenkama funkcija *Ungroup*. Įvykužius šias komandas, legendoje esantis kiekvieno sluoksnio pavadinimas tampa atskiru segmentu, kurį galima stumdyti ekrane pakeisti pavadinimą arba iš viso ištrinti.

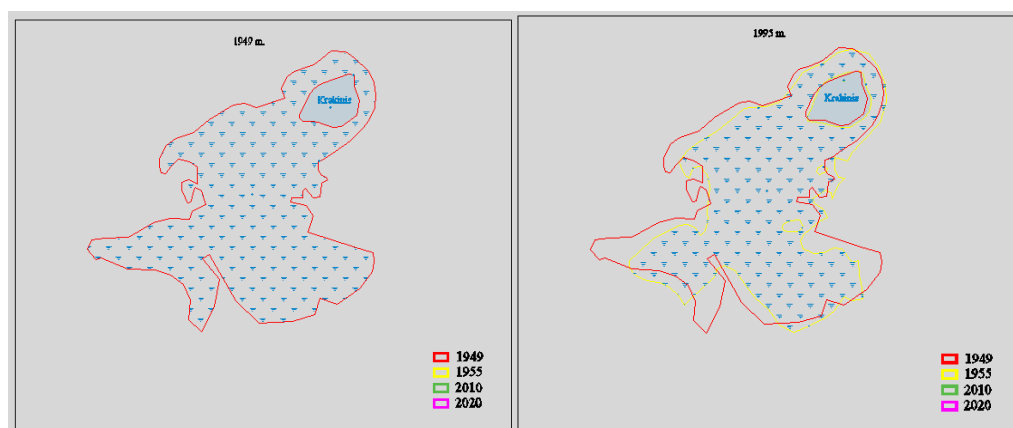
3. DARBO REZULTATAI

3.1. Aukštapelkių struktūriniai teritoriniai pokyčiai XIX–XXI a.

XX a. antrojoje pusėje per kelis dešimtmečius Lietuvoje buvo nusiausinta daugiau nei du trečdaliai pelkių, dengusių apie 10 proc. šalies ploto. Tai lėmė didelius kraštovaizdžio, bioįvairovės, vandens nuotėkio ir kokybės pokyčius, durpės sluoksnio nykimą, kas savo ruožtu sąlygojo antrines neigiamas pasekmes: CO₂ išsiskyrimą (besiskaidant nusiausintų pelkių durpei per metus išsiskiriantis CO₂ kiekis sudaro apie 5 mln. t, t. y. apie 25 proc. deklaruojamų šalies CO₂ išmetimų, į kuriuos neįtraukiami išmetimai iš nusiausintos durpės), vandens telkinių taršą durpės skaidymosi produktais, dirvožemio paviršiaus slūgimą ir, žinoma, pačios pelkės, kaip svarbios ekosistemos, nykimą. (Atgimstančios Amalvos ir..., 2009) Nusiausintose pelkėse nebesikaupia durpės ir prasideda jų klado mineralizacija. Dėl to aukštapelkės užauga sparčiai augančiomis pušaitėmis, žemapelkėse ir tarpinėse pelkėse įsigali beržai ir krūmai. Pakitusias pelkes apleidžia joms būdingi paukščiai ir kiti gyvūnai.

3.1.1. Krakinio aukštapelkės pokyčiai

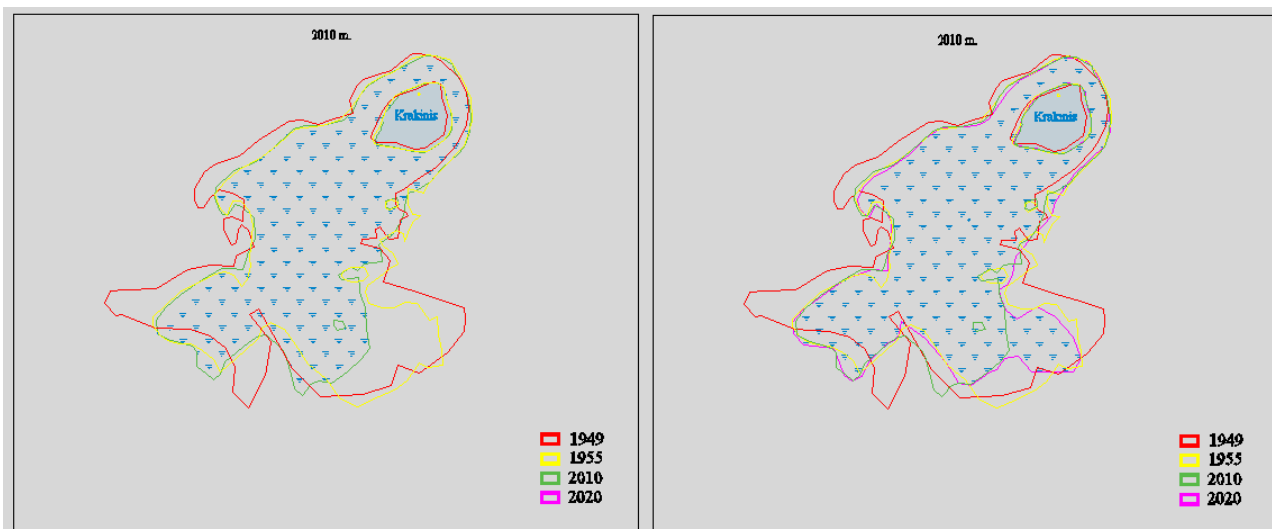
Krakinio aukštapelkė priklauso Krakinio telmologiniam draustiniui, įsteigtam 1974 m. Draustinyje saugomos tokios svarbios buveinės kaip: natūralūs distrofiniai ežerai (3160), aktyvios aukštapelkės (7110), vakarų taiga (9010), pelkiniai miškai (91D0). Po aplinkinių teritorijų melioracijos siekiant atkurti pažeistą hidrologinį režimą ir pristabdyti pelkinių buveinių degradaciją, 2004 m. draustinis įtrauktas į vietovių, atitinkančių gamtinių buveinių apsaugai svarbių teritorijų atrankos kriterijus, sąrašą. Pelkės fauna pasižymi retomis ir saugomomis rūšimis. Teritorijoje aptinkama ir paukščių rūšių, kurios įtrauktos į Lietuvos raudonąją. Žemiau yra pateikiami 1949 m. ir 1995 m. Krakinio aukštapelkės žemėlapiai (žr. 3.1.1 pav.), kuriuose matomi aukštapelkės ribų pakitimai. Analizuojami tik „grynos“ pelkės plotai. Medžiais apaugę plotai nėra vaizduojami.



3.1.1 pav. Krakinio aukštapelkė 1949 m. ir 1995 m.

1949 m. aukštapelkės plotas buvo 168,87 ha. Ežeras užėmė 11,14 ha plotą. 1995 m. pelkės plotas sumažėjo 14,34 proc. (144,66 ha.). Pelkės pakraščiai apaugo jaunais medeliais, išsiplėtė aplink esančios Rūdininkų girios plotas. Ežero plotas išliko panašus – 11,50 ha.

2010 m. Krakinio aukštapekės teritorija sumažėjo 9,67 proc. lyginant su 1949 m. ir užėmė 128,33 ha. plotą. Stiprus pelkės ribos pasikeitimas matomas pietvakarinėje aukštapelkės pusėje. 2020 m. pelkės užimamas plotas padidėjo 4,98 proc. ir pelkės plotas šiuo metu siekia 136,74 ha. Ežero plotas sumažėjo. 2010 m. ežeras užėmė 11,16 ha, o 2020 m. – 11,05 ha. Tai natūralaus pelkėjimo pasekmė.



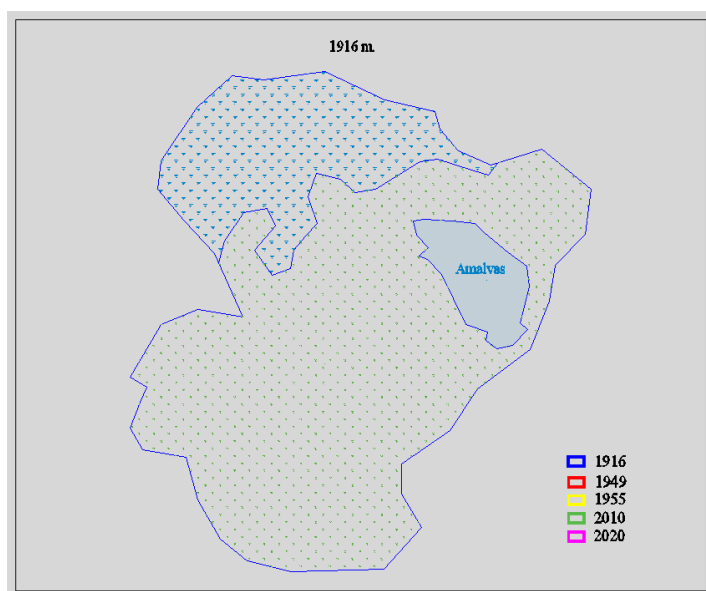
3.1.2 pav. Krakinio aukštapelkė 2010 m ir 2020 m.

Pagrindinės pelkės užimamo ploto kitimo priežastys yra pelkės sausėjimas ir apaugimas medžiais. Aplink pelkę yra iškastas griovių ir kanalų tinklas, ištiesintos natūralių upelių vagos. Didžiausių pelkės ežerų vandens lygis taip pat reguliuojamas iškastais sausinimo grioviais. Melioracijos sistema pagreitina vandens nutekėjimą iš pelkės, o tai skatina pelkės užžėlimą ir išlikusių atvirų plotų sunykimą. Dėl sausinimo padarytos įtakos dabar didelė pelkės dalis yra stipriai apaugusi medžiais ir krūmais, kai kur – nendrėmis, todėl nemažoje teritorijos dalyje formuojasi jauni pelkėti pušynai. Apaugusiose pelkės dalyse spartėja eutrofikacija, o tai dar labiau skatina medžių vešėjimą. Dėl šios priežasties sparčiai mažėja pelkinių bendrijų plotas. Beveik iš visų pusių pelkė ribojasi su Rūdininkų giria. Rūdninkų girios viduriu iš šiaurės rytų į pietvakarius eina žemyninių kopų ruožas, kurio rytiniame pakraštyje didelėse termokarstinėse įlomėse ir yra Kernavo pelkė, o tai pat ir kitos pelkės: Skersbalės pelkė, Gulbinų pelkė, Visinčios–Samanyinės pelkė. Žemyninės kopos vietomis yra 150–160 m absoliutaus aukščio (Kuliamo kalnas, 161,5 m). Gruntinis vanduo yra negiliai; jame gausu geležies junginių. Šiaurinę girios dalį užima buvęs tarybinis Rūdninkų poligonas, kur vyrauja atviri smėlynai ir viržynai. Miško augavietės nederlingos arba derlingos, dažniausiai normaliai drėgnos, bet kartais laikinai

įmirkstančios. Dalis pelkių ir šlapių medynų girioje nusausta. Pušynai užima 62 proc. girios ploto, beržynai: 15 proc., eglynai: 14 proc., kita juodalksnynai ir drebulynai. (Brukas A., Žygėlis D., 2011)

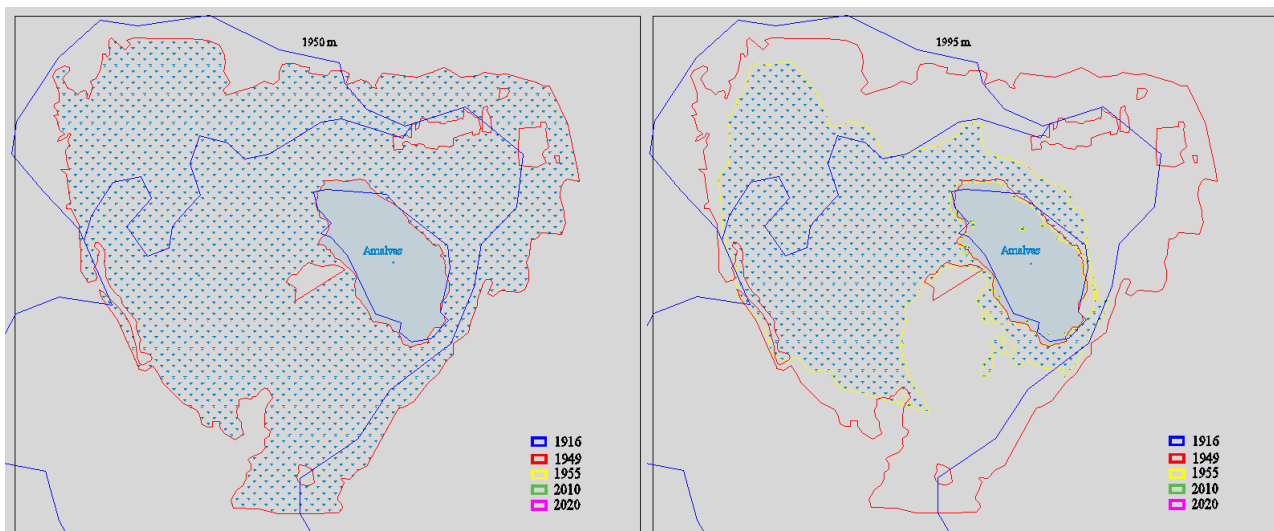
3.1.2. Amalvos aukštapelkės pokyčiai

Didžiausia Sūduvos pelkė – Amalvos palios – dar 20 a. viduryje buvo nepažeista ir unikali. Pelkyno plotas buvo apie 2400 ha, didelius plotus čia užėmė ir žemapelkės, ir aukštapelkės, kurios supo rytinėje dalyje esantį liekaninį Amalvos ežerą. Amalvos palios susiformavo šalia kito didžiulio pelkyno – Žuvinto palių, ir ties Daukšių kaimu jas skyrė tik kelių šimtų metrų pločio moreninis gūbrys. Po ledynmečio šių pelkių vietoje telkšojo didžiuliai, bet seklūs ežerai gana greitai užaugo ir supelkėjo. (Gamtos paveldo fondas, 2022). Žemiau yra pateikiamas 1916 m. Amalvos palių žemėlapis (žr. 3.1.3 pav.), kuriuose matomi aukštapelkės ribų pakitimai.



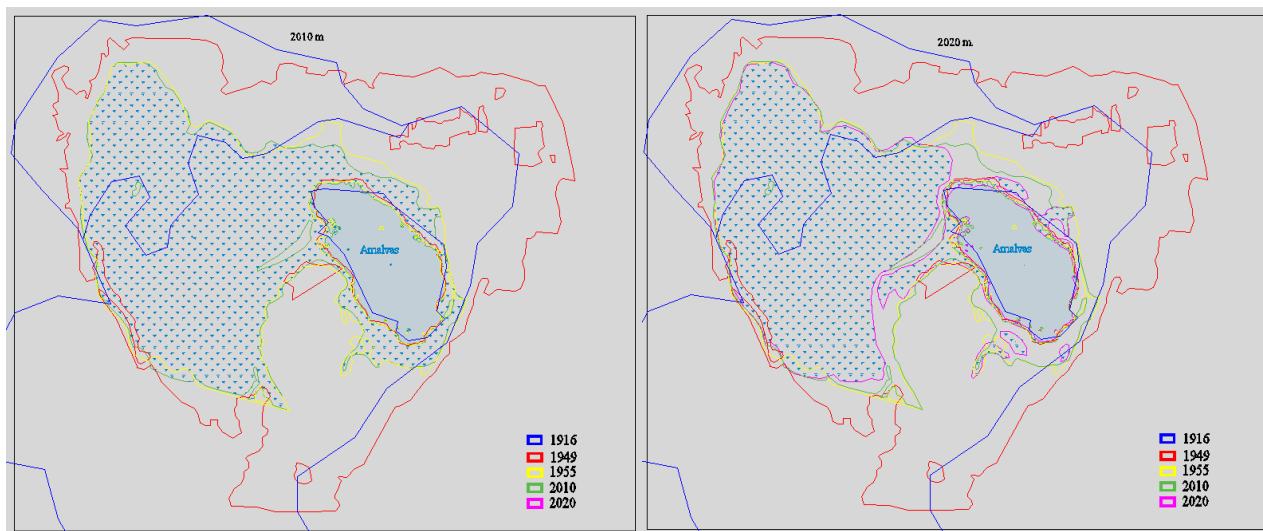
3.1.3 pav. Amalvos palios 1916 m.

1916 m. Amalvos aukštapelkės plotas buvo 2830,95 ha. Didžioji dalis pelkės buvo apaugusi krūmynais – 2160,17 ha, kitą dalį užėmė natūrali pelkė – 670,77 ha. 1950 m. pelkės plotas siekė 2032,87 ha., ežero plotas – 190,71 ha. 1995 m. pelkės plotas sumažėjo 45,79 proc. (930,89 ha.). Stiprūs pokyčiai matomi pietinėje pelkės dalyje, kur didelė dalis pelkės užžėlė jaunomis pušaitėmis. 1995 m. sumažėjo ir ežero plotas – 188,92 ha. Tai rodo, jog nepaisant „prarastos“ pelkės dalies pietinėje pusėje, pelkėjimas toliau vyko ežero pakraščiuose. (žr. pav. 3.1.4)



3.1.5 pav. Amalvos palios 1950 m. ir 1995 m.

2010 m. pelkės plotas sumažėjo nežymiai – 899,42 ha. (1,55 proc.). Sumažėjo pelkingas plotas, besidriekiantis aplink ežerą. Ežero plotas taip pats sumažėjo. 1995 m. jis siekė 188,92 ha, o 2010 m. – 1982,67 ha. Ežere atsirado naujų pelkės „salelių“, o esamos išsiplėtė. 2020 m. Amalvos ežero plotas siekė 1702,63 ha. Aukštapelkės plotas sumažėjo iki 774,12 ha. Medžių „salelė“, plytinti ežero šiaurės vakarinėje dalyje, stipriai išsiplėtė. Beveik visa šiaurinė ežero pusė užaugo medžiais bei krūmais. Pietinėje pelkės dalyje liko vos keletas pelkingų „salelių“.



3.1.5 pav. Amalvos palios 2010 m. ir 2020 m.

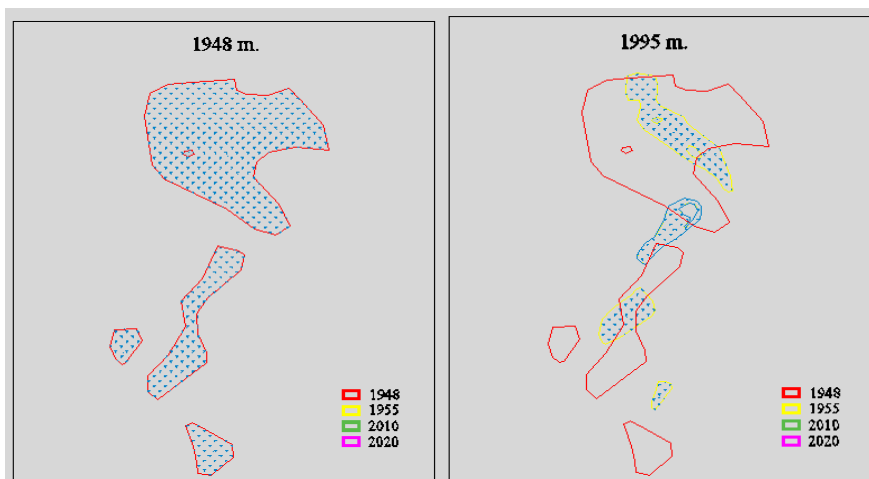
Toks pelkės užaugimas sietinas su sovietmečiu vykusia melioracija, kurios metu buvo nusiausinta didžioji dalis Amalvos palių. Melioracijos nepaliesta liko tik centrinė ~1280 ha dalis, esanti į vakarus nuo Amalvos ežero, tačiau aplinkinėse teritorijose pažemintas gruntinio vandens lygis paveikė ir šią dalį – pelkė smarkiai pasausėjo, suintensyvėjo medžių augimas, pakito žolinė augmenija. Šiaurinėje Amalvos pelkės dalyje, nuėmus paviršinį durpių sluoksnį ir pažeminus vandens lygį daugiau nei 2 metrais, suformuotas 638 ha Amalvos žiemos polderis, kuriame

įrengtos kultūrinės pievos ir ganyklos. Dalis polderio atsidūrė žemiau Amalvos ežero lygio, tad įrengti siurbliai, kuriais vanduo išpumpuojamas iš pylimais apsupto polderio kanalų į Amalvos ežerą. Pietinėje Amalvos pelkės dalyje ~1520 ha plote iškasti sausinimo kanalai. Gruntinio vandens lygis pažemintas vidutiniškai daugiau nei vienu metru. (Gamtos paveldo fondas, 2009). Siekiant atstatyti pažeistą aukštapelkę buvo inicijuotas „Amalvos ir Žuvinto pelkių išsaugojimo projektas“. Projekto įgyvendinimo laikotarpis: 2009-01-01 – 2012-03-31 Projektą įgyvendina: VšĮ Gamtos paveldo fondas kartu su Marijampolės savivaldybės administracija, Marijampolės miškų urėdija ir Žuvinto biosferos rezervato direkcija. Projekto pagrindiniai uždaviniai yra įdiegtas tausojantis Amalvos polderio naudojimas ir vandens pumpavimo režimas užtikrina migruojančių paukščių, ypač tilvikinių, ir perinčių drėgnų pievų paukščių, tokių kaip griezlė, švygža, populiacijų padidėjimą. (Gamtos paveldo fondas, 2009) Taip pat Amalvos pelkėje atkūrus durpei formuotis tinkamas sąlygas ir sumažinus durpės skaidymąsi Amalvos polderyje, bendras anglies dvideginio (CO₂) išsiskyrimas iš besiskaidančios durpės palaipsniui ėmė mažėti palyginus su anksčiau išmetamais 10–15 tūkstančių tonų CO₂ per metus. Įgyvendinus tausojančio durpžemių naudojimo priemones, mažesnis durpės skaidymosi intensyvumas Amalvos polderyje lėmė gerokai mažesnę nitrato ir durpės dalelių kiekį į Amalvos ežerą išpumpuojamame vandenyje. 2010 m. tik apie 60 proc. polderio teritorijos buvo naudojama žemės ūkiui. Apleistuose plotuose plito krūmai. Dalyje teritorijos pievos buvo ariamos ir tai lėmė spartų durpės skaidymąsi, slūgimą, melioracinės sistemos būklės prastėjimą. Po rekonstrukcijos didžioji polderio pievų dalis yra prižiūrima, o ariamuose laukuose įsėtos daugiametės žolės. (Gamtos paveldo fondas, 2009)

3.1.3. Dainaviškių aukštapelkės pokyčiai

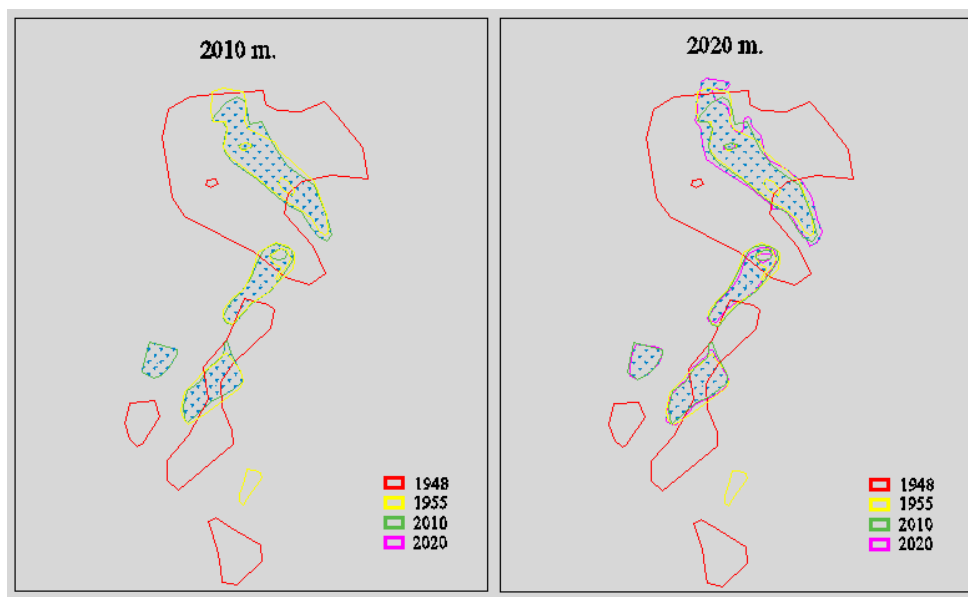
Dainaviškių aukštapelkę plyti centrinėje Lazdijų rajono savivaldybės teritorijos dalyje, 1 km į pietvakarius nuo Veisiejų, prie Ančios ežero, įtraukta į „Natura 2000“ saugomų teritorijų sąrašą dėl aktyvių aukštapelkių ir šarvuotosios skėtės. Remiantis 1948 m. topografiniu žemėlapiu Dainaviškių aukštapelkę sudaro 4 pelkių „lopinėliai“. Toliau yra pateikiami 1948 m. ir 1995 m.

Dainaviškių aukštapelkės žemėlapiai, kuriuose matomi aukštapelkės ribų pakitimai. Analizuojami tik „grynos“ pelkės plotai. Medžiais bei krūmais apaugę plotai nėra vaizduojami.



3.1.6 pav. Dainaviškių aukštapelkė 1948 m. ir 1995 m.

1948 m. Dainaviškių pelkės plotas siekė 25,68 ha. 1995 m. pelkės plotas stipriai sumažėjo iki 7,78 ha (30,28 proc.). Pietinė bei pietvakarinė pelkės dalys visiškai sunyko – apaugo medžiais. Šiaurinė pelkės dalis taip pat stipriai sumažėjo. Tai melioracijos bei intensyvios aplink pelkę vykdomos ūkinės veiklos padarinys.



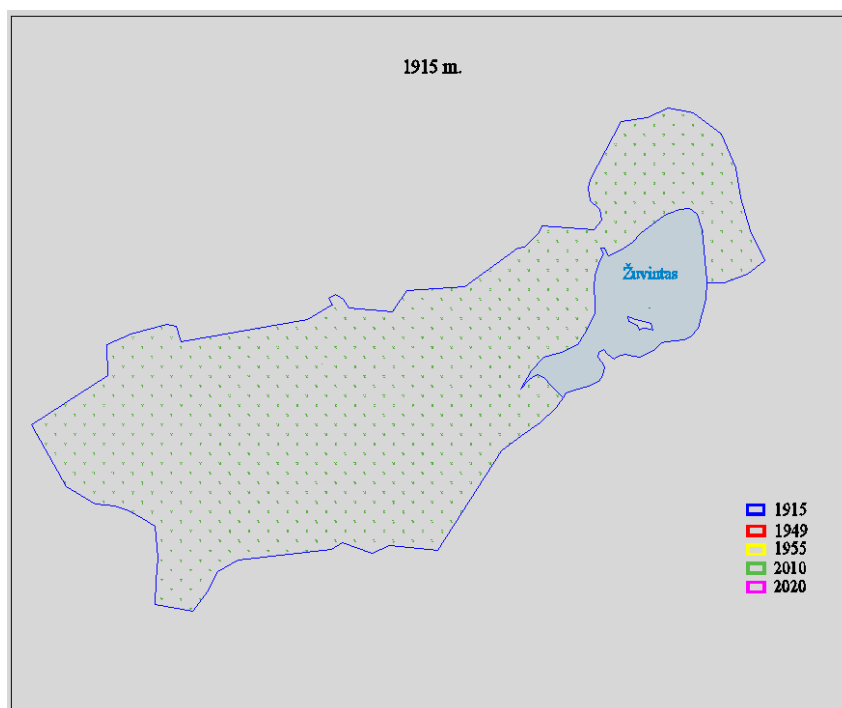
3.1.7 pav. Dainaviškių aukštapelkė 2010 m. ir 2020 m.

2010 m. pelkės plotas nežymiai padidėjo – 0,09 ha. 2020 m. pelkės padidėjimas buvo žymesnis. 2010 m. pelkė užėmė 7,87 ha, o 2020 m. – 8,99 ha. Išsiplėtė šiaurinė aukštapelkės dalis. Tai siejama su pelkės įtraukimu į „Natura 2000“ saugomų teritorijų sąrašą. Ūkinės veiklos intensyvumas aplink pelkę buvo sumažintas ir pelkėje vėl ėmė vykti natūralūs pelkėjimo procesai.

3.1.4. Žuvinto palių pokyčiai

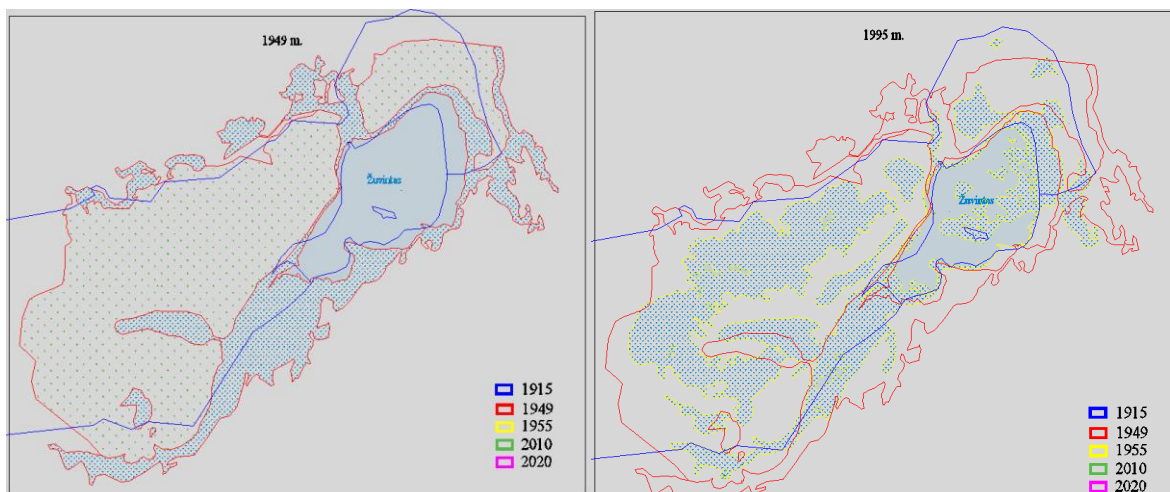
Žuvinto pelkė – didžiausia šalyje. Šios pelkės šiauriniai pakraščiai sovietmečiu buvo nusausinti. Pelkė yra glaudžiai susijusi su ežeru. Šis sekclus ežeras, kurio vidutinis gylis yra mažiau nei 1 metras, išsiskiria dideliu sezoniniu vandens lygio svyravimu, šlapesniais metais galėjusiu siekti beveik metrą. Pavasariniai potvyniai padidindavo ežero plotą beveik du kartus ir prisidėdavo prie ežero apsivalymo, specifinių pelkių ir pievų buveinių mozaikos formavimosi, neigiamai veikdavo nendrynų ir krūmynų plitimą, sudarydavo palankias sąlygas nerši kai kurioms žuvų (ypač lydekų) ir varliagyvių rūšims, užtikrindavo palankias sąlygas maitintis migruojantiems paukščiams. (Gamtos paveldo fondas, 2009).

1970 m. Žuvinto ežero ištakose įrengti vandens lygio reguliatoriai. Žuvintui tai lėmė apie 30 cm pažemintą vidutinį vandens lygį ir sumažintą svyravimo amplitudę, kuri tesiekė 30 cm. Kartu su gerokai padidėjusia vandens tarša tai lėmė greitą vandens kokybės blogėjimą, didelius ežero augalijos ir gyvūnų rūšinės įvairovės pokyčius. Padėtis pradėjo sparčiai keistis 2002 m. įsteigus Žuvinto biosferos rezervatą, 2004 m. jį paskelbus Natura 2000 teritorija ir 2006 m. patvirtinus tvarkymo planą, kuomet pradėti aktyvūs gamtotvarkos darbai. (Gamtos paveldo fondas, 2009). Toliau yra pateikiami 1915, 1949, 1995, 2010 ir 2020 m. Žuvinto aukštapelkės žemėlapiai, kuriuose matomi aukštapelkės ribų pakitimai.



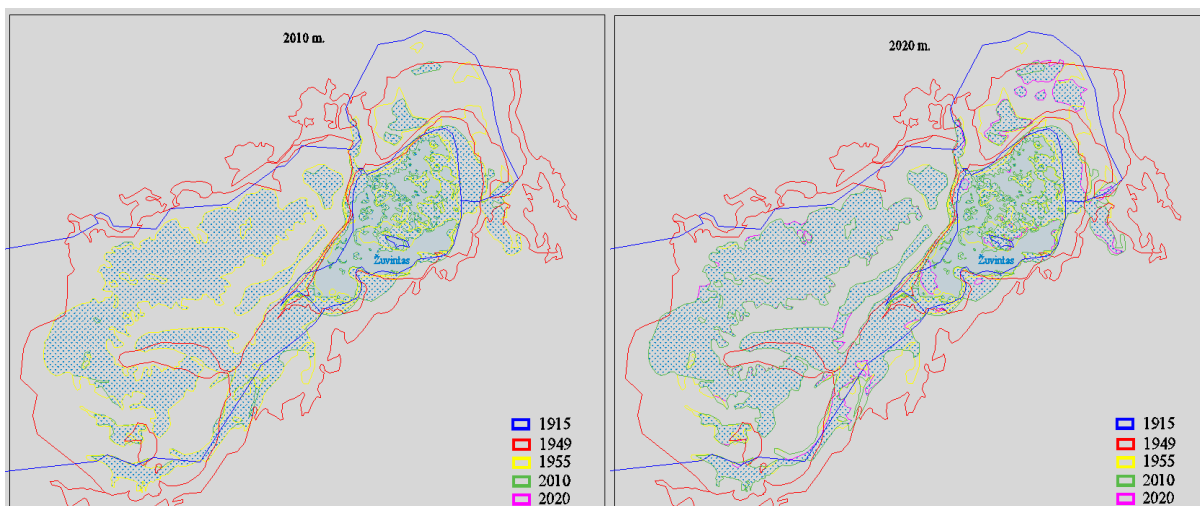
3.1.8 pav. Žuvinto aukštapelkė 1915 m.

1915 m. visa analizuojamos pelkės teritorija buvo apaugusi krūmynais – 8363,21 ha. 1949 m. didelė dalis Žuvinto aukštapelkės vis dar buvo apaugusi krūmynais, tai aiškiai matoma šiaurinėje ir vakarinėje pelkės dalyse (4715,53 ha), neapaugusios krūmais pelkės buvo palyginti nedaug – 2162,02 ha. Tai vykusio nusausinimo padariniai. 1995 m. neapaugusios pelkės dalis sudarė tik 3191,45 ha ploto. Ežero plotas taip pat stipriai pasikeitė. 1949 m. ežeras užėmė 168,87 ha., o 1995 m. – 697,66 ha. Ežere atsirado daugiau pelkingų ir miškingų salelių.



3.1.9 pav. Žuvinto aukštapelkė 1949 m. ir 1995 m.

2002 m. įsteigus Žuvinto biosferos rezervatą pelkės plotas ėmė didėti. 2010 m. pelkė užėmė 3208,21 ha., o 2020 m. – 3382,44 ha. Ežero plotas toliau mažėjo. 2010 m. ežeras užėmė 608,08 ha, o 2020 m. – 592,10 ha. Tai pelkėjimo pasekmė. Ežere plytinčios esamos salelės išsiplėtė, bei atsirado naujų salelių. Pelkės plotas iki dabar padidėjo dėl sumažinto vandens nuotėkio iš pelkės ir pristabdė sausavimo griovių paveiktų aukštapelkės plotų tolimesnį apaugimą medžiais. Atkurtas natūralus vandens lygio svyravimas Žuvinto ežere sudarė galimybes vandens augalijai, ypač sunykusiems maurabragių (*Chara*) sąžalynams atsikurti, išplėsti kai kurių žuvų ir varliagyvių rūšių neršto plotams, prisidėjo prie bioįvairovei itin svarbios vandens ir sausumos riboje susidarančios „mėlynosios“ zonos formavimosi bei stabdė nendrynų ir krūmynų plitimą.

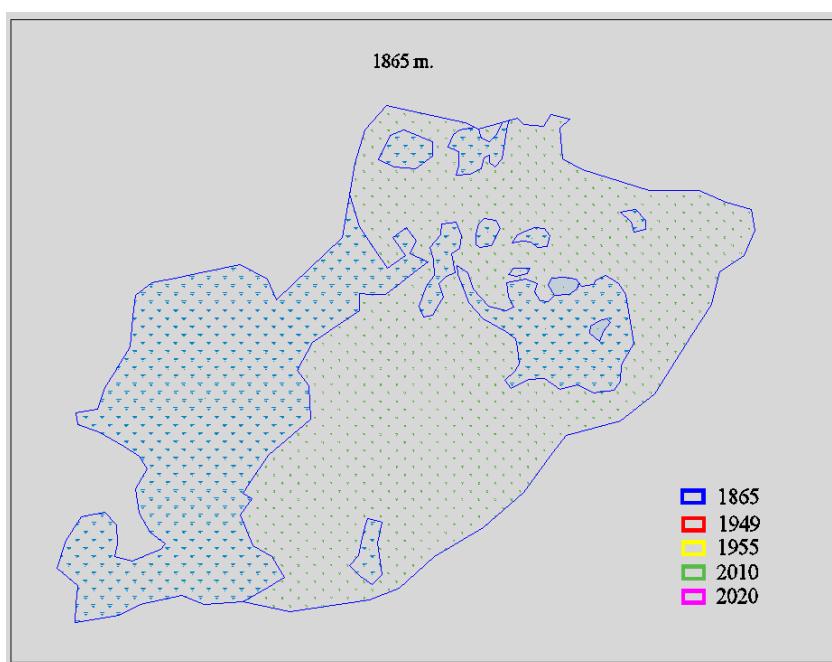


3.1.10 pav. Žuvinto aukštapelkė 2010 m. ir 2020 m.

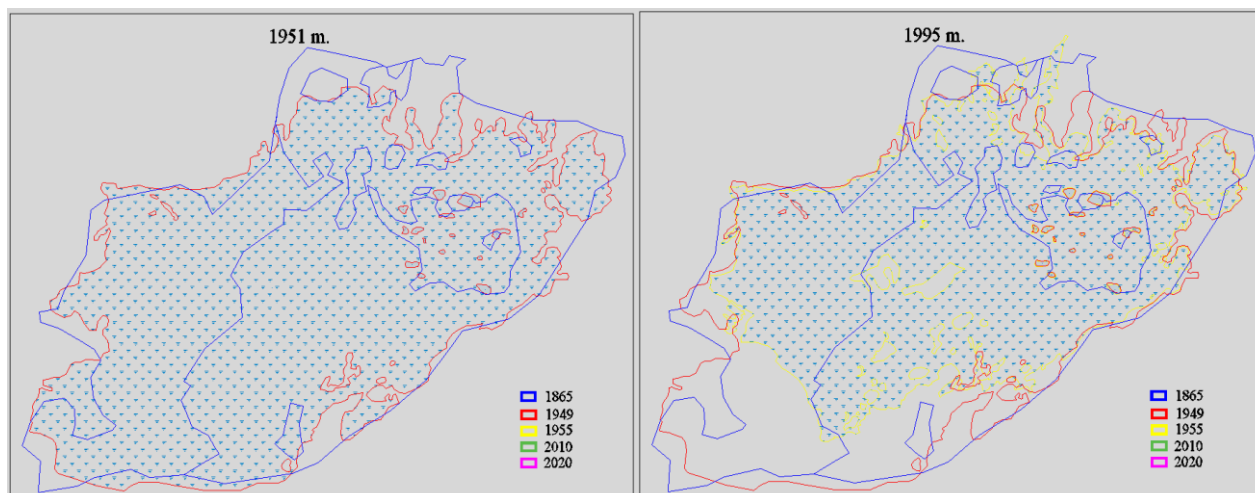
3.1.5. Čepkelių aukštapelkės pokyčiai

Čepkelių gamtinis rezervatas įsteigtas siekiant apsaugoti vieną seniausių ir unikaliausių Lietuvos miško pelkių, mišku apaugusias žemynines kopas, reliktinius ežerus, natūralų hidrologinį pelkės režimą, vertingą ir retą gyvūniją bei augaliją. Didžiausius Čepkelių rezervato plotus apima aukštapelkė, apaugusi retomis keružėmis pušaitėmis. Rytinėje pelkės dalyje telkšo daugiau kaip 20 ežerėlių. Pietinėje dalyje aukštapelkė pamažu pereina į žemapelkes, kuriose auga viksvynai, nendrynai ir karklynai. Rezervatas pasižymi išskirtine buveinių ir rūšių įvairove, saugomų augalų ir gyvūnų rūšių gausa. Čia peri rezervato simboliu tapę kurtiniai, yra didžiausios Lietuvoje gervių peryklos. (Čepkelių gamtinis rezervatas, 2022).

Čepkelių pelkė ėmė formuotis baigiantis apledejimui, maždaug prieš 11 tūkst. metų. Raistas plyti senovinių marių guolyje. Prieš 9 tūkst. metų sauso klimato sąlygomis vėjas supustė prieledyninių marių pakrančių smėlynus į žemynines kopas, kurios atitvėrė žemesnę prieledyninių marių lygumą. Pakilęs gruntinio vandens lygis bei vėlesnis drėgno klimato laikotarpis ypač paskatino pelkėjimo procesus. Durpių klando storis pelkės gūbryje siekia 5 – 6 m. (Čepkelių gamtinis rezervatas, 2022) Šiaurrytiniai ir rytiniai pelkės pakraščiai labai vingiuoti. Pelkės centre ir pietiniame pakraštyje gausu įvairaus didumo senais medynais apaugusių mineralinio grunto salų (grendų). Tai kyšančios žemyninių kopų keteros. Vandens perteklius iš Čepkelių raisto nuteka Peklos upeliu į Ūlą, Musteikos upeliu - į Grūdą, ir kanalu - į Katrą. Raisto rytinėje dalyje susitelkę ežerėliai, iš jų didžiausias ežeras - Ešerinis užima 14,9 ha. (Čepkelių gamtinis rezervatas, 2022)

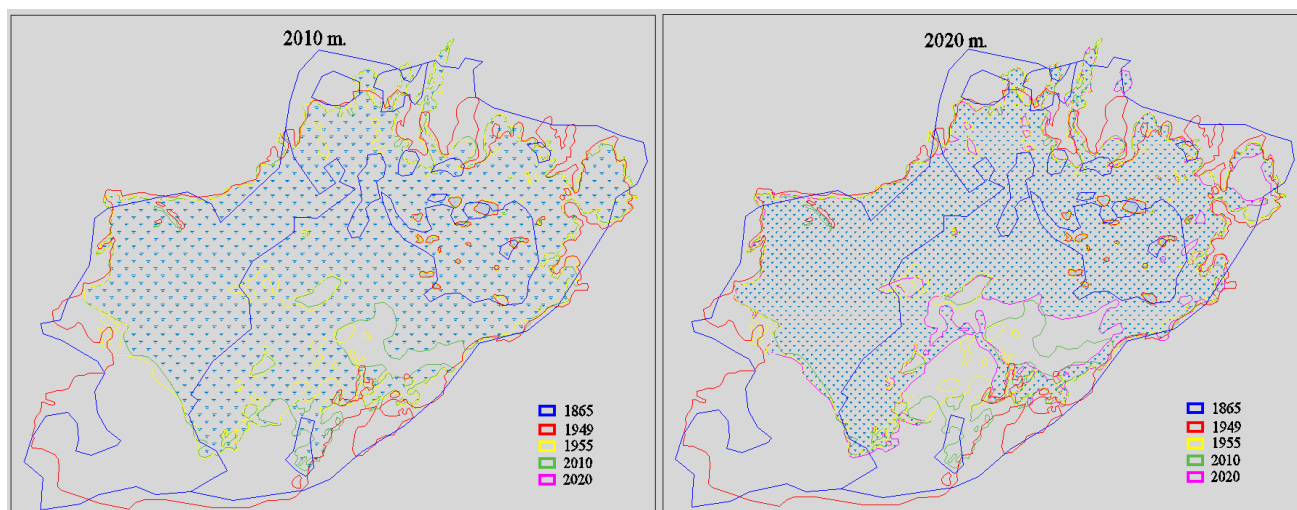


3.1.11 pav. Čepkelių aukštapelkė 1865 m.



3.1.12 pav. Čepkelių aukštapelkė 1951 m. ir 1995 m.

1865 m. didžioji dalis pelkės buvo apaugusi krūmynais - 514,98 ha. Kita dalis buvo natūrali pelkė - 3851,99 ha. 1951 m. Čepkelių pelkė užėmė 8252,76 ha. 1995 m. pelkės plotas sumažėjo iki 6019,45 ha. Itin ryškūs pakitimai matomi pietinėje pelkės dalyje. Taip pat atsirado miškingų salelių. Didžiausi pasikeitimai matomi pietinėje pelkės dalyje. Tai sietina su kanalais, 19 a. pab. iškastais į Katros upę. Tai paskatino dirvožemio mineralizaciją ir sudarė tinkamas sąlygas krūmams bei medžiams įsitvirtinti.



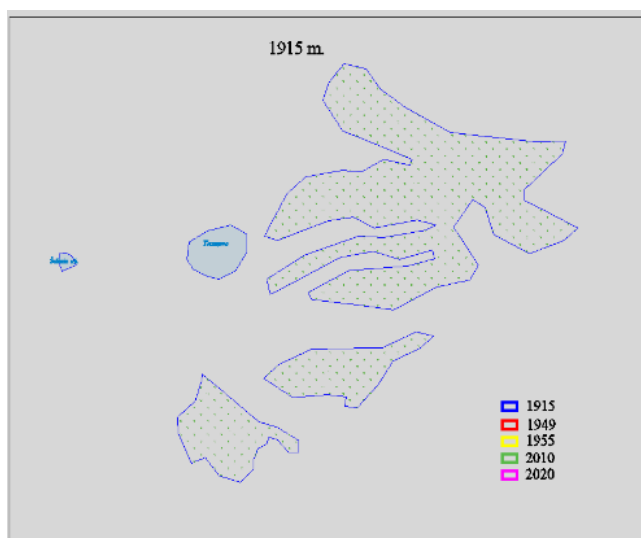
3.1.5 pav. Čepkelių aukštapelkė 2010 m. ir 2020 m.

2010 m. pelkės plotas sumažėjo iki 5962,92 ha (28 proc.). Didesni pakitimai matomi pelkės rytinėje dalyje. 2020 m. pelkė toliau mažėjo ir plotas pasiekė 5291,45 ha (sumažėjo 8 proc. lyginant su 2010 m.). Rytinėje Čepkelių pusėje išsiplėtė krūmynai bei miškas. Taip pat šiaurės rytinėje dalyje užaugo nemažas plotas. Čepkelių pelkyno saugoma teritorija svarbi ne tik Lietuvos mastu, ji įtraukta į RAMSAR tarptautinę reikšmę turinčių Pelkinių vietovių sąrašą. Čepkelių rezervatas taip pat yra NATURA 2000 teritorija – Europos Sąjungos saugomų teritorijų

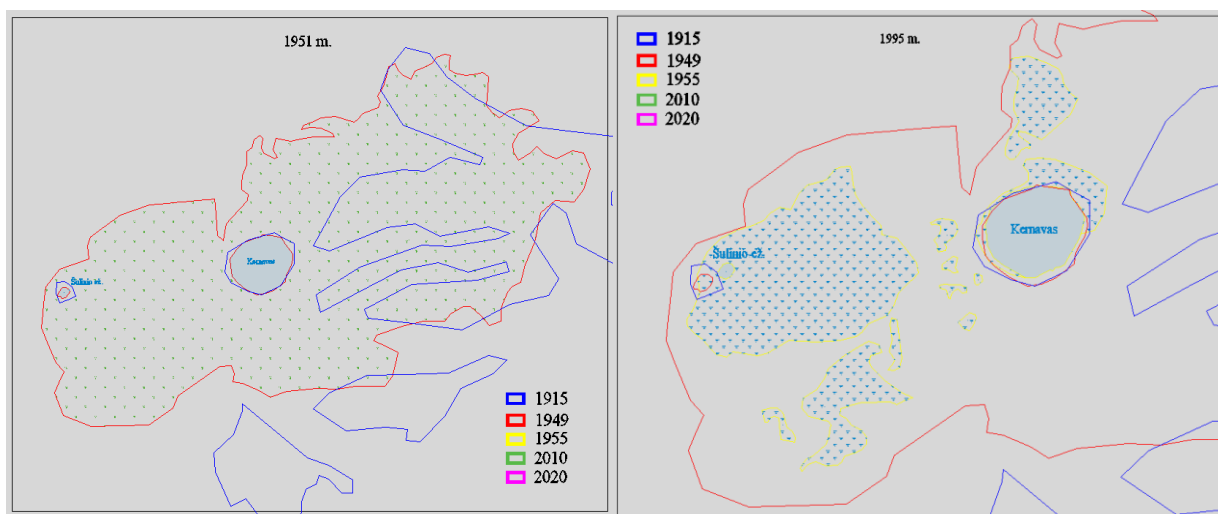
tinklo dalis. Šis tinklas skirtas retų bei nykstančių rūšių ir buveinių apsaugai, kurios ypatingai svarbios visos Europos biologinei įvairovei. Veiklą šioje saugomoje teritorijoje organizuoja Dzūkijos nacionalinio parko ir Čepkelių valstybinio gamtinio rezervato direkcija. (Čepkelių rezervatas, 2015)

3.1.6. Kernavo aukštapelkės pokyčiai

Kernavo telmologinis draustinis įsteigtas 1997 m. siekiant išsaugoti stambų Kernavo pelkinį kompleksą, ypač vertingą bioįvairovės požiūriu Rūdininkų girioje. Draustinio bendras plotas – 1449 ha., miškų teritorija užima 1361 ha. Kernavo pelkė yra Šalčininkų rajono savivaldybėje, Girios girininkijoje. Draustinyje saugomos vertybės: vakarų taiga, pelkėti lapuočių miškai bei pelkiniai miškai.

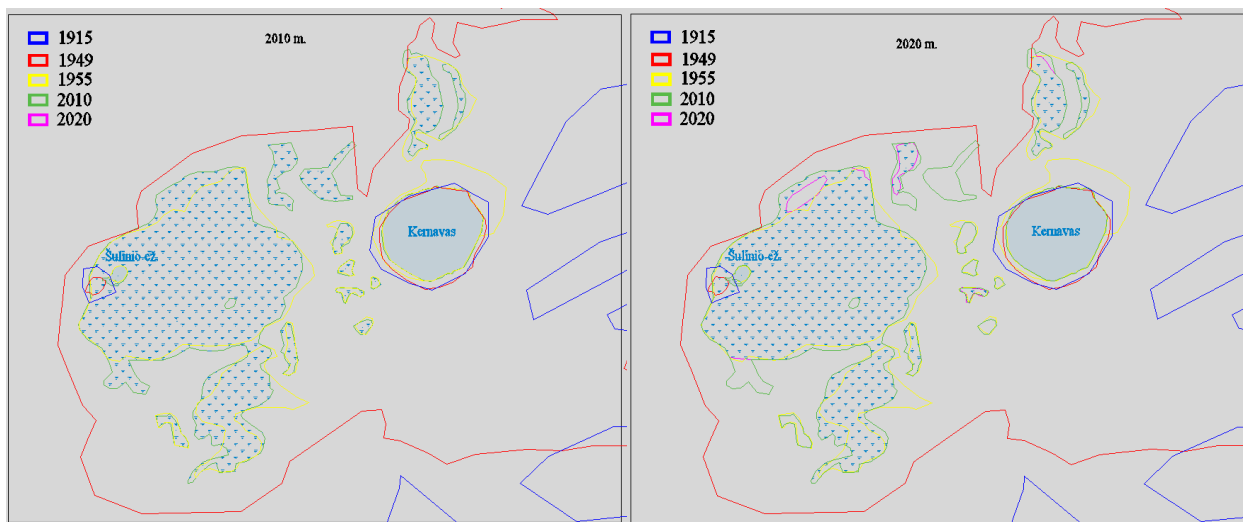


3.1.14 pav. Kernavo aukštapelkė 1915 m.



3.1.25 pav. Kernavo aukštapelkė 1951 m. ir 1995 m.

1915 m. Kernavo aukštapelkė užėmė 1966,09 ha plotą ir buvo visa apaugusi krūmais. 1951 m. vykdant melioraciją buvo nusiausinta didžioji dalis pelkės. Tai lėmė stiprų pelkės užaugimą krūmais ir mišku. Visa pelkės teritorija buvo užžėlusi krūmynais – 3417,84 ha. Kernavo ežero plotas siekė 89,54 ha, o Šulnio ežero – 2,75 ha. 1995 m. pasibaigus melioracijai pelkė ėmė atsiimti savo plotus ir natūralios pelkės plotas sudarė 412,85 ha. Kernavo ežeras užėmė 79,50 ha. Plotą, Šulnio ežeras – 2,21 ha.



3.1.13 pav. Kernavo aukštapelkė 2010 m. ir 2020 m.

2010 m. (praėjus 13 m. po Kernavo telmologinio draustinio įsteigimo) natūralios pelkės plotas pamažu ėmė didėti. 2010 m. jie siekė 463,81 ha. Ežerų plotas taip pat šiek tiek padidėjo. Kernavo ežeras išsiplėtė iki 79,92 ha, o Šulnio ežeras iki 2,98 ha. Vis dėlto 2020 m. matomas nežymus pelkės užimamo ploto sumažėjimas. Vakarinėje aukštapelkės dalyje atsirado miškingų salelių, o rytinėje pusėje telkšančios pelkingos salelės sunyko ir pelkės plotas 2020 m. siekė 410,50 ha. Ežerų plotai per pastaruosius 10 m. liko nepakitę.

Kernavo aukštapelkė tai viena iš išlikusių natūralių miško pelkių. Ši, kaip ir kitos natūralios miško pelkės, turi didelę reikšmę drėgnų vietų biotopuose gyvenantiems gyvūnams ir augantiems augalams, kurie labai praturtina šalia tokių pelkių augančių medynų gamtinę įvairovę. Prasidėjus natūralių pelkių plotų savaiminiam apaugimui mišku, miškų urėdijos ir regioninių parkų specialistai turėtų priimti sprendimą dėl sumedėjusios augalijos aktyvaus išvalymo darbų reikalingumo arba natūralaus pelkės augimo proceso stebėjimo. Tikslinga vykdyti pastovią pelkės stebėseną, ypatingai sausringais metais. Jei nukritus vandens lygiui, savaime prasideda pelkės apaugimas krūmais bei medžiais, būtina įvertinti tokio apaugimo intensyvumą ir parengti priemonių apaugimui šalinti planą bei priemones. (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija, 2010).

3.2 Aukštapelkių augalijos kaitos ryšys su temperatūra ir krituliais

Nuo XX a. 7 dešimtmečio klimatas šyla, kyla vidutinė metinė temperatūra. Aukštapelkės yra ekosistemos, maitinamos tik kritulių vandeniu, gruntiniai vandenys jų nepasiekia, taigi bet koks kritulių sumažėjimas turi didelę įtaką šioms ekosistemoms. Mažėjant krituliams ir šylant aplinkos temperatūrai aukštapelkėse nyksta joms būdinga pelkinė augalija, be kurios vanduo durpėse greičiau nuteka ar išgaruoja ir durpės mineralizuojasi. Išdžiūvus ir pakitus durpėms aukštapelkėse lengviau ir greičiau įsigali ekstremalesnės dirvožemio sąlygos atsparesni medžiai – tai pušys, beržai, vėliau baltalksniai, drebulės, eglės.

Lietuvoje oro temperatūra pradėta matuoti 1770 m. Vilniaus universiteto Astronomijos observatorijoje. Duomenys išlikę nuo 1777 m., krituliai – nuo 1887 m. Pirmieji Lietuvos klimato aprašymai randami XIX a. rusų ir lenkų mokslininkų darbuose. Vėliau apie tai rašė lietuvių mokslininkai: K. Pakštas, S. Olšauskas, J. Kriščiūnas ir kt. Ypač daug lietuvių mokslininkų įsitraukė į klimato tyrimus XX a. II pusėje. Išsamus tyrimas apie oro temperatūros anomalijas ir oro temperatūros trendus atliktas A. Bukančio ir L. Rimkutės. Oro temperatūros bei jos ekstremumų trendai analizuoti ir vėlesniuose tyrimuose. Paskutinės mokslinės publikacijos referuojamuose mokslo žurnaluose šia tema buvo išspausdintos beveik prieš dešimtmetį (Mickievič, Rimkus, 2013).

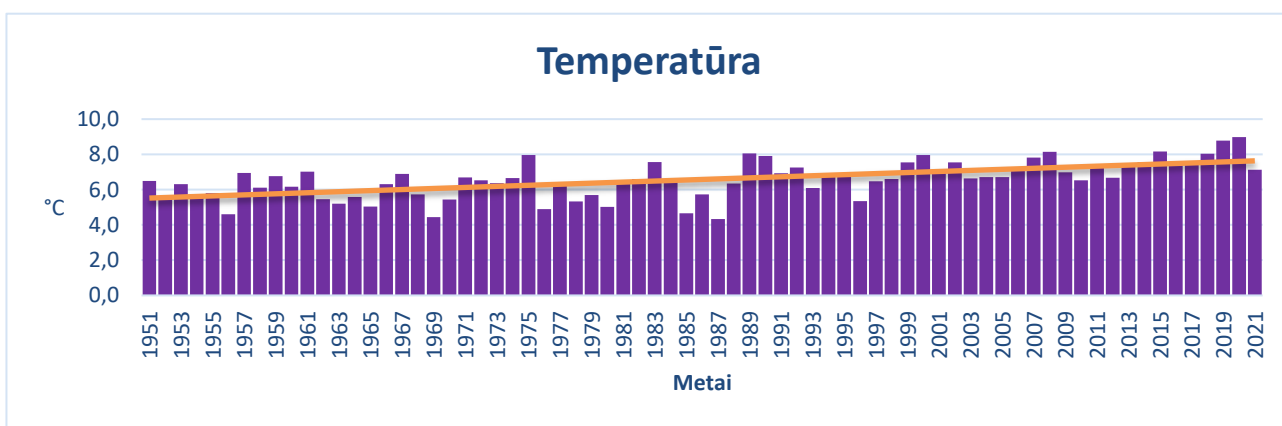
3.2.1 Temperatūros poveikis

Lietuvoje oro temperatūra 1777–2003 m. buvo nevienoda. Vidutinė metinė oro temperatūra nuo XVIII a. pab. pakilo apie 1 °C (per XX a. pakilo 0,4–0,5 °C). Per šį laiko tarpą ypač atšilo žiemos ir pavasario sezonai (1,5–2,0 °C), o vasaros ir rudens sezonų temperatūra pakilo tik 0,1–0,2 °C. Vėsus klimatas Lietuvoje buvo XVIII a. pab. ir XIX a. pirmajame dešimtmetyje, kai užregistruotos dvi šalčiausios per visą stebėjimų laikotarpį žiemos (pagal 1789 ir 1799 m. sausį), šalčiausias pavasaris (1785 m.) ir antras pagal šaltumą ruduo (1786 m.). Tik vasarų temperatūra nuo dabartinių beveik nesiskyrė. (Žvilius A., 2010) Tai buvo „mažojo ledynmečio“, prasidėjusio XV a., pabaiga. 1820–1860 m. Lietuvoje buvo šiltų vasarų laikotarpis, tačiau vėliau šio metų laiko vidutinė temperatūra ėmė kristi, ir XX a. pr. vasaros Lietuvoje buvo apie 0,6 °C vėsesnės negu XIX a. vid. XX a. pab. vasarų oro temperatūra tapo vėl panaši į XIX a. vid. vasarų temperatūrą. Panašiai keitėsi ir rudens sezonų vidutinė oro temperatūra. Pavasario sezono temperatūros svyravimuose galima išskirti tris šiltus (1815–1836 m., 1890–1925 m. ir nuo 1966 m.) ir tris vėsius (1780–1814 m., 1837–1889 m. ir 1940–1965 m.) laikotarpius. Žiemos sezono oro temperatūra svyravo labiausiai – amplitudė siekė net 12,5 °C (pavasario – 8,3 °C, vasaros ir

rudens – 6,4°C). Ypač atšiaurios žiemos buvo XVIII a. pab.–XIX a. pr. ir XX a. vid. (Žvilius A., 2010)

Nuo XX a. 7-ojo dešimtmečio žiemos ir pavasario sezonai vėl atšilo. Neseniai užregistruotas unikalus klimato reiškiny – net septynios iš eilės šiltos žiemos (1988/1989 m. –1994/1995 m.). Tokio ilgo anomaliai šiltų žiemų laikotarpio Baltijos regione per pastaruosius du šimtmečius dar nebuvo. (Žvilius A., 2010)

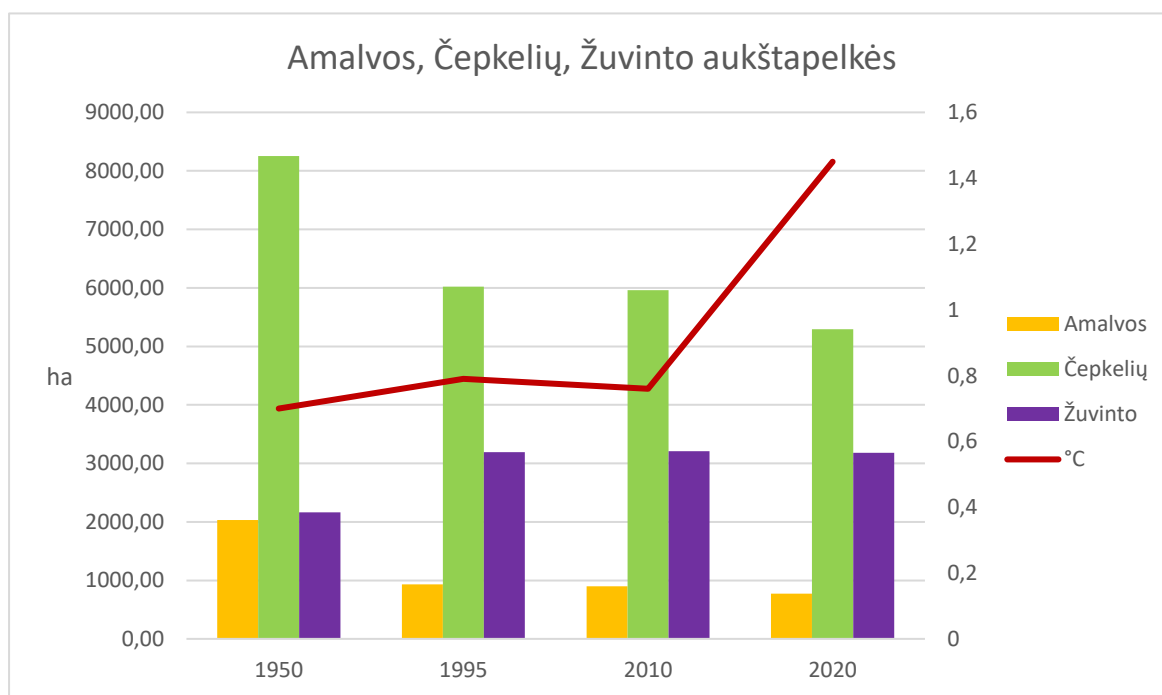
Pagal turimus 1950 – 2021 m. Varėnos meteorologinės stoties metinius temperatūros duomenis buvo sudaryta diagrama (žr. diag. 3.2.1.) ir įvertinti analizuojamų pelkių plotų pokyčiai susiję su temperatūros svyravimais.



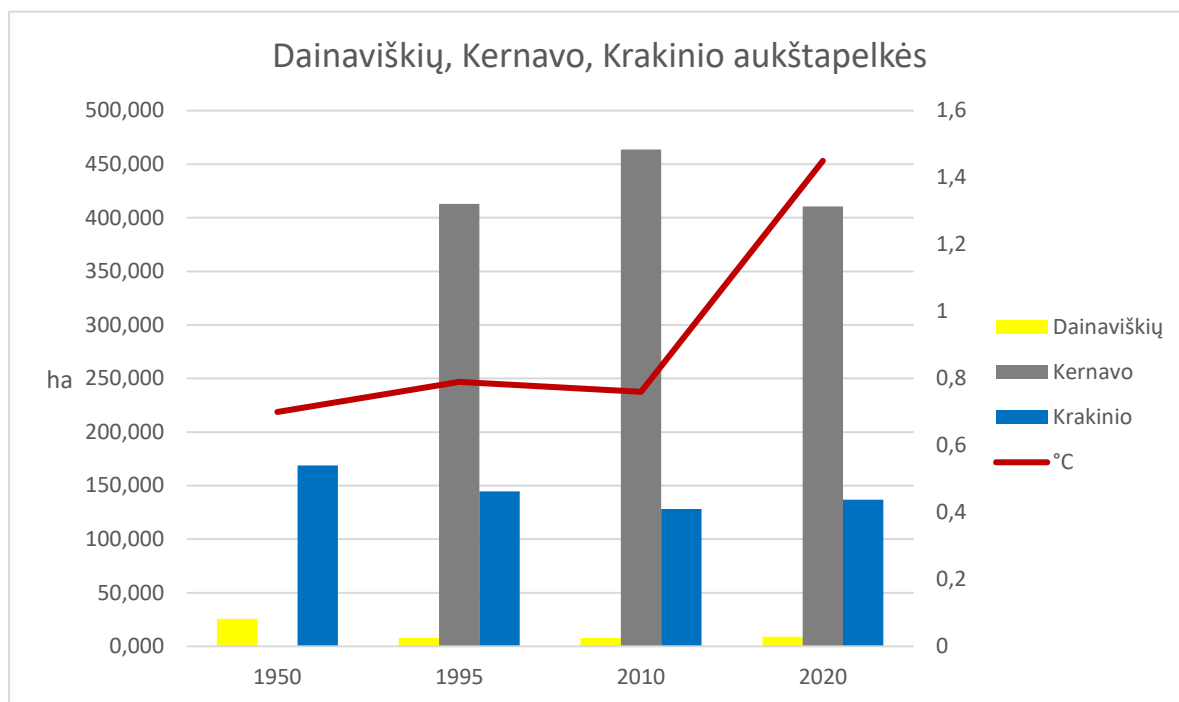
3.3.2.1 pav. Temperatūros svyravimai 1950 – 2021 m.

Remiantis Lietuvos hidrometeorologiniais Varėnos stoties duomenimis 1950 – 1995 m. vidutinė metinė temperatūra siekė 6,2 °C. 1995 – 2010 m. vidutinė metinė temperatūra siekė 7 °C. O 2010 – 2021 m. vidutinė metinė temperatūra siekė 7,6 °C. Taigi matoma tendencija, jog nuo 1950 m. metinė oro temperatūra pakilo 1,4 °C. Tai lėmė karštesnes vasaras bei švelnesnes žiemas. Tokios klimatas sudaro tinkamas sąlygas krūmynams bei medžiams įsitvirtinti drėgnose pelkių teritorijose. Amalvos pelkės plotas sumažėjo 61 proc., Čepkelių – 35 proc., Dainaviškių – 65 proc., Kernavo – 87 proc., Krakinio – 19 proc. Padidėjo tik Žuvinto palių plotas – 47 proc. Analizuojamų pelkių užaugimui įtakos turėjo ne tik kylanti metinė temperatūra, bet ir aplink vykdoma ūkinė veikla (Dainaviškių aukštapelkė – aplink pelkę vis dar yra vykdoma ūkinė veikla), dirvožemio ypatumai, ant kurio plyti pelkė (Čepkelių rezervatas – pelkė plyti ant žemyninių smėlingų kopų, dėl ko greičiau išyla dirvožemis ir yra skatinama eutrofikacija bei lengvesnis krūmynų įsitvirtinimas), aplink pelkę augančios augalų bendrijos (Kernavo, Krakinio aukštapelkės – šios pelkės yra apsuptos girių, todėl pelkės pakraščiuose krūmams lengviau įsitvirtinti). Žuvinto palios yra viena iš pavyzdinių aukštapelkių, kaip subalansuota ūkinė veikla bei atsakinga priežiūra teigiamai veikia aukštapelkes. Nepažeistose pelkėse yra iki kelių dešimčių

centimetrų durpių storio sluoksnis, kuriame vyksta pagrindinis pelkių vandens judėjimas. Šiame sluoksnyje, kuris išsiskiria dideliu hidrauliniu laidumu, vandens lygis sezoniškai svyruoja – tai veiklusis sluoksnis, dar vadinamas akrotelmu. Jį sudaro pelkių augalai, po jais slūgsančios augalų liekanos ir mažaskaidės durpės. Po akrotelmu yra nuolat užlietas inertinis durpių sluoksnis, dar vadinamas katotelmu. Labiau suskaidytos katotelmo durpės turi daug mažesnį hidraulinį laidumą, tad šiame sluoksnyje vanduo juda labai lėtai. Augalų rūšinė sudėtis, jų suirimo laipsnis, besikeičiančios meteorologinės sąlygos ir kiti veiksniai keičia paviršinį durpių sluoksnį, todėl nėra nuolatinės ir aiškos ribos tarp akrotelmo ir katotelmo. Akrotelmo storį galima nustatyti tik turint ilgalaikius vandens lygio stebėjimus (Povilaitis A., Taminskas J., Gulbinas Z ir kt., 2011). Aukštapelkės yra ekosistemos maitinamos tik krituliais. Senos pelkinės pušys jau yra išsitvirtinę aukštapelkėje ir lengvai šakninis pasiekia vandeningą katotelmo sluoksnį, ko negalėtų padaryti jauni medeliai aukštapelkei funkcionuojant normaliai ir akrotelmui išlaikant vandenį. Kylant oro temperatūrai didėja garingumas, todėl vandens kiekis, cirkuliuojantis aukštapelkėje, mažėja, akrotelmas sausėja ir jo storis pamažu didėja. Sausėjant akrotelmui durpėje lengviau gali įsitvirtinti jauni medeliai bei krūmai ir todėl vyksta aukštapelkių užaugimas. Analizuojamų pelkių plotų ir temperatūros pokytis pateikiamas 3.2.2 ir 3.2.3 diagramose.



33.2.2 pav. Amalvos, Čepkelių, Žuvinto aukštapelkių plotai ir temperatūros pokytis 1950 – 2020 m.



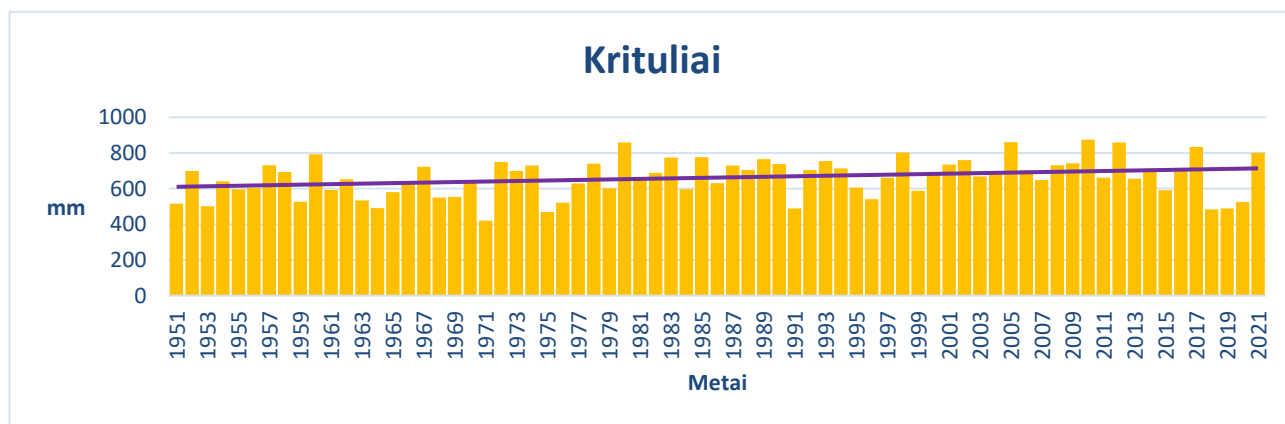
33.2.3 pav. Dainaviškių, Kernavo, Krakinio aukštapelkių plotai ir kritulių pokytis 1950 – 2020 m.

3.2.2 Kritulių poveikis

Nemažiau svarbu, ypač praktiniu požiūriu, įvertinti kritulių kiekio svyravimus. Jie liudija agroklimateinių ir ekologinių sąlygų nepastovumą. Metinė kritulių suma Vilniuje po 1887 svyravo 393 mm diapazone, šiltojo metų periodo (IV–X mėn.) – 466 mm, šaltojo periodo (XI–III mėn.) – 282 mm diapazone. Po 1887 m. buvo trys šlapymėčiai: 1897–1906 m., 1921–1936 m. ir 1945–1962 m.. Tarp jų – du palyginti neilgi sausmėčiai. 1963 m. prasidėjęs sausmetis, atrodo, tebesitęsia. Dabar vidutinis metinis kritulių kiekis prilygsta šio šimtmečio pradžios kritulių kiekiui, bet yra mažesnis už buvusį trečiajame–ketvirtajame ir šeštajame dešimtmetyje. (Lietuvos klimato svyravimai, 2005). Apskritai Lietuvoje 60 – 66 proc. (ši dalis didėja einant iš rytų į vakarus) kritulių iškrinta šiltuoju metų laikotarpiu (balandį – spalį). Pagal fazinį būvį vyrauja lietaus pavidalo (kinta nuo 72 proc. rytuose iki 77 proc. pajūryje), mišrieji (13 - 19 proc.) ir kristaliniai (sniego, ledo) krituliai (jų didėja iš vakarų į rytus nuo 6 proc. iki 9 proc.) (Žvilius A., 2010).

Remiantis hidrometeorologiniais Varėnos stoties duomenimis 1950 – 1995 m. vidutiniai metiniai krituliai siekė 644,8 mm. 1995 – 2010 m. vidutiniai metiniai krituliai siekė 705,8 mm.. O 2010 – 2021 m. vidutiniai metiniai krituliai siekė 682,5 mm. Analizuojant diagramą (žr. pav.

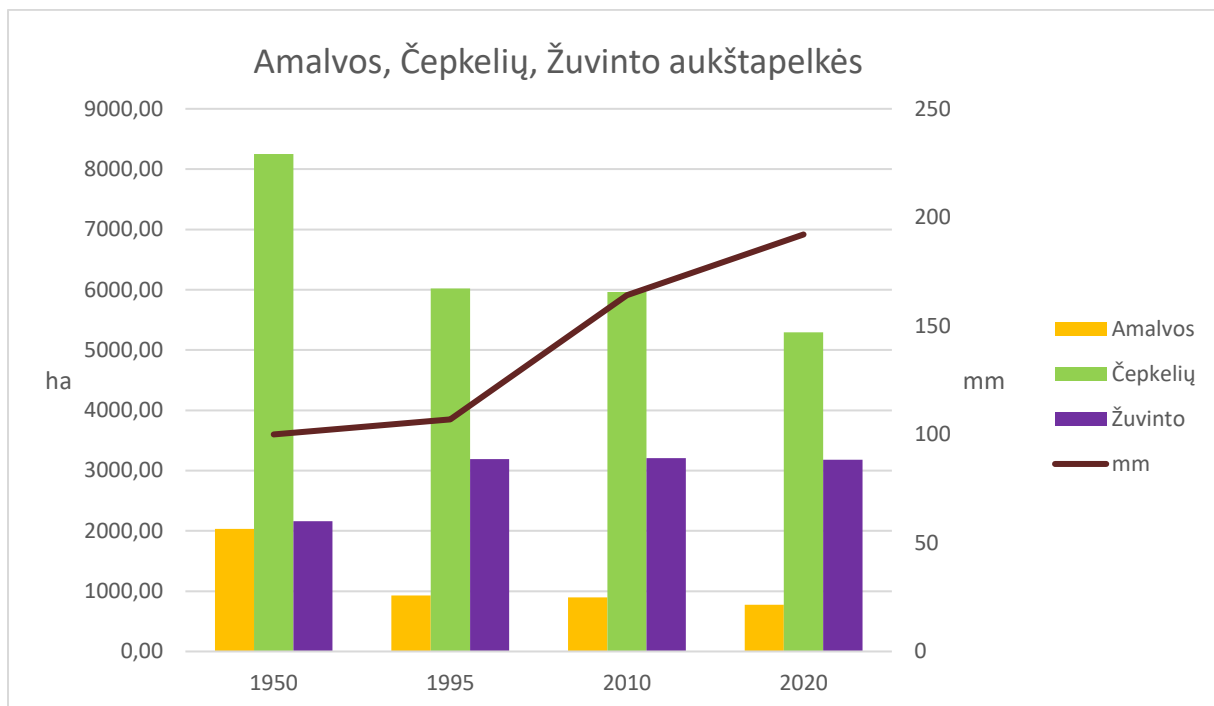
3.2.4) pastebimas vidutinių metinių kritulių gausėjimas su lengvais svyravimais. Nuo 1951 m. iki dabar kritulių kiekis Varėnoje išaugo maždaug 38 mm.



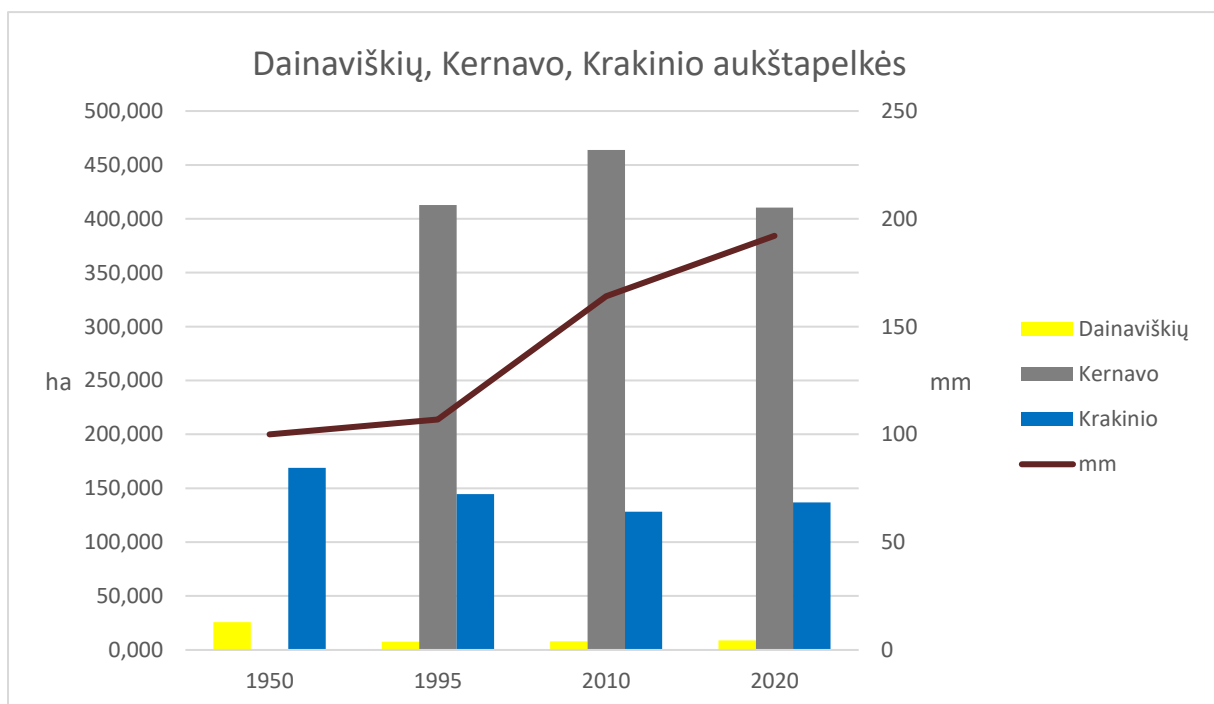
33.2.4 pav. Kritulių svyravimai 1950 – 2021 m.

Pakilusi temperatūra lėmė didesnę vandens išgarinimą pelkėse, dėl ko matomas nežymus kritulių pagausėjimas analizuojamoje teritorijoje. Tačiau toks kritulių pagausėjimas nekompensuoja gana stipraus klimato šiltėjimo. Pelkėse toliau vyksta eutrofikacija ir sausėja akrotelmas, ko pasekoje pelkei nebūdingai augalijai lengviau įsitvirtinti pelkėje.

Ryškėja tendencija, kad nuo XX a. amžiaus vidurio šaltuoju metų laiku kritulių tolygiai gausėja, o šiltuoju – mažėja. Todėl šiltojo ir šaltojo periodų kritulių sumos skirtumas mažėja, t. y. krituliai per metus pasiskirsto vis tolygiau. Tai patvirtina jūrinio klimato požymių ryškėjimą Lietuvoje. Kylant žiemų temperatūrai, atmosfera tampa imlesnė drėgmei, gerėja kritulių susidarymo sąlygos, daugiau iškrinta lietaus pavidalo kritulių, trumpėja sniego dangos slūgsojimo laikas. Šias klimato tendencijas daugiausia lemia visuotinis klimato šiltėjimas ir atmosferos cirkuliacijos pokyčiai. Išanalizavus barinių darinių pasikartojimą paaiškėjo, kad nuo XX a. vid. virš Baltijos jūros regiono šaltuoju metų laiku aktyvėja ciklonų veikla, todėl atplūsta daugiau šiltų ir drėgnų oro masių. (Lietuvos klimato svyravimai, 2005). Analizuojamų pelkių plotų ir kritulių pokytis pateikiamas 3.2.5 ir 3.2.6 diagramose.



33.2.5 pav. Amalvos, Čepkelių, Žuvinto aukštapelkių plotai ir kritulių pokytis 1950 – 2020 m.



33.2.6 pav. Dainaviškių, Kernavo, Krakinio aukštapelkių plotai ir kritulių pokytis 1950 – 2020 m.

3.3 Aukštapelių degradacijos priežastys ir tendencijos

Lietuvos kraštovaizdyje pelkės užima 246 000 ha, t. y. 3,8 % viso krašto ploto. 22 % visų pelkių yra aukštapelkės. Pelkių augalija yra vienas iš faktorių garantuojančių ekosistemos natūralumą. Deja, praeityje, ypač per praėjusio amžiaus beveik 30 metų, atliekant sausinamąją melioraciją ir plėtojant durpių pramonę, pelkių labai sumažėjo, o ir išlikusios yra dažnai nusiausėjusios, jas supa numelioruoti laukai, melioracijos kanalai, pakraščiuose ar ištisuose kvartaluose kasamų ar seniau kastų durpių karjerai. (Pelkių augmenijos monitoringas, 2009). Pelkių augaliją veikia ne tik antropogeniai faktoriai: melioracija, žmogaus veikla, oro teršalai, nuotekos, rekreacija, bet ir natūralūs veiksniai, tokie kaip klimato kaita, gaisrai ir pan.

Pagrindinė pelkių degradacijos priežastis yra **mineralizacija**, kurią labiausiai skatina pelkės hidrologinio režimo pažeidimas. Melioruojamose pelkėse, siekiant jas eksploatuoti ar paversti žemės ūkio naudmenomis, durpių mineralizacija vyksta daug sparčiau nei natūraliai šiltėjant klimatui. Taip pat skirtingai nei natūraliai Lietuvoje besiformuojančiose miškingose aukštapelkėse, kuriose pasikeičia bent keliolika augalų bendrijų, eksploatuojamose aukštapelkėse dėl nuolatinės žmogaus veiklos pasižymi skurdžia rūšių įvairove. Nusausinus oligotrofines pelkes, pirmųjų bendrijų sudėtis kinta daug lėčiau nei žemapelkių. Pavyzdžiui, gailiniame – kiminiame pušyne praėjus 10 metų po melioravimo darbų vyksta tokie augalijos pokyčiai kaip:

- Sumažėja gailių krūmelių, o atsiranda ir suklesti tokios miško rūšys kaip šilinis viržis, formuojasi antriniai viržiniai beržynai, kuriose kimsus formuoja šilinis viržis ir paprastasis gegužlinis.
- Daugėja mėlynių raistų pakraščiais, o kiminių dangoje atsiranda „plikų“ durpių plotų praplaišios.
- Beržų augimas akivaizdžiai rodo pelkėje įsigalėjusius mineralizacijos procesus nuslūgus vandeniui.
- Nyksta kiminai ir atsiranda bei įsigali žaliosios miškų samanos, kaip pavyzdžiui: šilsamanė, atžalinė gūžtvė.

Daugiausia pelkinių samanų rūšių aptinkama durpyną juosiančiuose kanaluose bei vėl užpelkėjusiose vietose – tai įprasti šių rūšių hidrologinės aplinkos ir kt. biotopai. (Sinkevičius, 2001).

Baltarusių pelkytyrinių (Lupinovių ir Goluba, 1958 m.) tvirtinimu, numelioruotose ir durpynais paverstose pelkėse labai padidėja durpynų tūrinis ir lyginamasis svoris, sunyksta poringumas, pakinta filtracinės savybės ir vandens atdavimas bei talpa. Kaip žinoma, nuo durpių

klodo poringumo ir tūrinio svorio tiesiogii priklausofiltracijos koeficientas, kurį galime susieti su hidrogeologiniais kraštovaizdžio rodikliais. (Sinkevičius, 2001).

Numelioruotose pelkėse be mineralizacijos vyksta ir kiti, antriniai pokyčiai. Pelkių augalijos ir gyvūnijos rūšių kaita labai daug priklauso nuo kaimynystėje vykdomos įvairios **žmonių ūkinės veiklos**. Pavyzdžiui, nustatyta, kad Lenkijos pelkėse iš 465 ten aptiktų žiedinių augalų rūšių - žmogaus atneštų (pievinės, ruderlinės ir kt.) yra net 253 rūšys. Lietuvos pelkėse auga 260 rūšių, priklausančių 28 asociacijoms. Net 8 bendrijos yra retos, riboto paplitimo ar yra arealo paribje. Matomas greitas floristinės sudėties nuskurdimas. Per 10 metų iš 30 - 40 transformuoto ekotopo lieka 15 - 20 rūšių (Sinkevičius, 2001).

Deginimas taip pat yra viena iš pelkių nykimo priežasčių. Pastovaus sukcesinių procesų stabdymo praktika didžiuliuose pelkinių tyrlaukių plotuose kai kuriose Britanijos salos grafystėse yra tapusi vos ne tradiciniu užsiėmimu. Norėdami palaikyti žemaūgius viržynų plotus, tinkamus škotiskųjų baltųjų tetervinų – grausų medžioklei, neleisdami ten plisti tankiems gluosnių krūmynams, vietiniai žemvaldžiai nuolatos degina durpingus kalvų šlaitus. Palaikydami gana aukštą vietinių tetervinų populiacijų tankumą, nuolat mažina natūralių pelkinių biotopų plotus. Tai truko iki 1940 metų. Pelkėtų laukų ir šlapžemių augalijos deginimas labai ilgai (daugiau nei šimtmetį) praktikuojamas Jutlandijoje (Danija) ir Hallande (P. Švedija). Sudegindami nudžiuvusius pelkių žolynus fermeriai tikisi patręšti pelenais dirvas ir ataugsiant sodresnę žolę galvijams. Po ilgamečių deginimų kardinaliai pasikeitė šlapžemių augalijų bendrijų struktūra, išnyko anksčiau įprastos pelkėse samanų, kerpių, kai kurių paparčių rūšys, pradėjo dominuoti tik kelios naminių gyvulių ėdamos žolių rūšys. Reguliariai šlapžemių augalija iki 1940 metų buvo deginama ir Norvegijoje (Sinkevičius 2001).

Tiesioginis pelkių teršimas **nutekamaisiais vandenimis**. Prieš dvidešimt metų tai buvo gana paplitusi forma, kada nesant valomųjų įrenginių tiek buitiniai, tiek žemės ūkio (gyvulių fermų) nutekamieji vandenys, siekiant išvengti akivaizdaus stovinčių ar tekančių vandenų teršimo buvo nukreipiami į pelkes. Teigta, kad šie natūralūs biofiltrai sugebės apvalyti ir „naudingai“ pasisavinti esamas organines medžiagas. Deja, po kelerių metų tokiose pelkėse prasidėdavo intensyvūs eutrofikacijos procesai, keisdami jų ne tik hidrocheminį režimą, bet ir susiformavusias tipingas augalų ir gyvūnų bendrijas. Labiausiai pelkines bendrijas veikia papildoma biogenų prietaka (N ir P turinčios trąšos) iš agrocenozių. Kai kuriose valstybėse (Latvijoje, Airijoje) nedidelės, lokaliai izoliuotos nuo kitų ekosistemų pelkės tapo šiukšlių sąvartynais (Sinkevičius, 2001).

Pelkių plotai, esantys netoli urbanizuotų teritorijų, stipriai kenčia nuo nuolatinio žmonių lankymosi. Nors tai ir gana nepatrauklios vietovės, tačiau dėl susidarančių aplinkybių dažnai tampančios vos ne **rekreacinėmis zonomis**. Pelkinei faunai neigiamą įtaką daro per dažnas lankymas ir trikdymas rūšių veisimosi laikotarpiu. (Sinkevičius, 2001)

Kitos degradacijos priežastys:

- Ganymas bei perganymas lemia pelkinės augalijos ištrypimą, augalijos rūšių nykimą bei užteršimą;
- Fragmentacija. Iki XIX a. aukštapelkių plotai buvo didesni ir vientisesni nei dabar. Sausinimas, žmonių veikla ir natūralūs procesai anksčiau didelius pelkių plotus suskaidė į mažesnius dėl to aukštapelkės tapo mažiau atsparios ir labiau pažeidžiamos;
- Miškų kirtimas. Aplink pelkę plytintys miškai atlieka buferinę funkciją apsaugodami pelkę. Pelkės miškų kirtimas sutrikdo pelkės hidrologinį režimą bei palieka pelkę labiau pažeidžiamą;
- Žalojantis (grobioniškas) gyvųjų išteklių (medžiojamoji fauna, valgomieji ir vaistiniai augalai ir kt.) naudojimas ir brakonieriavimas.

Pasirinktose analizuojamose aukštapelkėse degradacija pasireiškė skirtingais būdais ir laipsniais.

Krakinio aukštapelkėje nuo 1950 m. degradacija vyko gana tolygiai. 1974 m. įsteigus Krakinio telmologinį draustinį pelkės užžėlimo spartumas šiek tiek sumažėjo ir 2020 m. duomenimis matomas pelkės plotų pagausėjimas. Pagrindinė XX a. degradacijos priežastis buvo natūralaus vandens lygio sutrikdymas melioracijos darbais. Aplink pelkę iškasus kanalų tinką bei ištiesinus upelių vagas vandens lygis pelkėje stipriai nukrito, o tai sukūrė tinkamas sąlygas krūmynams įsitvirtinti. Krakinio aukštapelkė yra apsupta Rūdininkų girios, kuri šiek tiek apsaugo pelkę nuo šalia vykdomos ūkinės veiklos, tačiau intensyvėjant žemės ūkiui didėja nutekančių ūkyje naudojamų cheminių medžiagų kiekiai. Patekusios trąšos ir kt. cheminės medžiagos į pelkės vandenį teršia juos ir taip spartina mineralizaciją. Prie aukštapelkės užaugimo prisidėjo ir metinių kritulių pagausėjimas bei metinės temperatūros kilimas. Pakilus temperatūra sukūrė sąlygas lengviau pelkėje įsitvirtinti krūmams, jauniems medeliams.

Amalvos aukštapelkė iki 2009 m. nebuvo saugoma. Sovietmečiu beveik visa pelkė buvo nusiausinta, nepaliesta liko tik centrinė pelkės dalis. Taip pat dirbtinai buvo sumažintas gruntinio vandens lygis ir pelės teritorijoje įrengtos kultūrinės pievos bei ganyklos. Tokia intensyvi veikla pelkėje turėjo stiprių pasekmių. Per 1950 – 2020 m. pelkės plotas iš 2032 ha sumažėjo iki 774 ha.

2009 m. buvo parengtas projektas pažeistos aukštapelkės atstatymui. Projekto esmė – atstatyti pelkės hidrologinį režimą, atkurti durpei formuotis tinkamas sąlygas bei stabdyti krūmynų plitimą. Pakilusi metinė temperatūra lėmė nežymų kritulių pagausėjimą, ko pasekoje pakito pelkės natūralus hidrologinis režimas. Tai sudarė palankias sąlygas netipiškai pelkinei augalijai įsitvirtinti.

Dainaviškių aukštapelkė į „Natura 2000“ saugomų teritorijų sąrašą įtraukta palyginti neseniai – 2004 m. Iki pelkės paskelbimo saugoma teritorija aplink pelkę buvo vykdoma intensyvi ūkinė veikla – žemdirbystė, ganymas, šienavimas. Dirvožemis buvo teršiamas trąšomis. Visos šios priežastys, taip pat ir metinės temperatūros kilimas bei kritulių pagausėjimas lėmė spartų pelkės degradavimą.

Žuvinto palios rezervatu paskelbtos tik 2002 m. Prieš šią pelkę įtraukiant į saugomų teritorijų sąrašą aukštapelkės pakraščiai buvo stipriai paveikti melioracijos bei žmogaus ūkinės veikos, o didžioji dalis pelkės buvo užžėlusi krūmynais. Pelkė yra glaudžiai susijusi su Žuvinto ežeru, kuris yra gana sekclus ir išsiskiria dideliu sezoniniu vandens lygio svyravimu. 1970 m. ežero ištakose įrengus vandens lygio reguliatorius buvo padaryta nemaža žala pelkei. Aukštapelkei suteikus rezervato statusą ežere plytinčios pelkingos salelės išsiplėtė, bei atsirado naujų salelių. Pelkės plotas ėmė didėti dėl atkurto natūralaus vandens lygio.

Čepkelių aukštapelkei yra suteiktas rezervato statusas. Ši saugoma teritorija svarbi ne tik Lietuvos mastu, ji įtraukta į RAMSAR tarptautinę reikšmę turinčių Pelkinių vietovių sąrašą. Čepkelių rezervatas taip pat yra NATURA 2000 teritorija – Europos Sąjungos saugomų teritorijų tinklo dalis. Nuo 1951 m. pelkės teritorija sumažėjo 2861 ha. Nors pelkė yra saugoma, tačiau ir ji buvo paliesta melioracijos - 19 a. pab. buvo iškasti kanalai į Katros upę. Tai sumažino pelkės vandens lygį ir paskatino dirvožemio mineralizaciją, kuri sudarė tinkamas sąlygas krūmams bei medžiams įsitvirtinti.

Kernavo aukštapelkė priklauso Kernavo telmologiniam draustiniui, įsteigtam 1997 m. 1951 m. vykdant melioraciją buvo nusiausinta didžioji dalis pelkės. Dėl mineralizacijos pelkėje įsikūrė ir išplito nebūdingos pelkėms pievų ir miškų augalijos rūšys. Krentant gruntinio vandens lygiui, pradėjo augti krūmokšniai (gailiai, viržiai, vaivorai), mažėjo ir spanguolių derlingumas ir bendras gyvybingumas (neliko atvirų kupstų, kiminių paklotės tapo apšviečiamos saulės). Vietoje pelkinių pušynų įsivyravo mineralinio grunto pušys. Vietoje pelkių žolinių augalų įsikūrė plačios amplitudės pievų ir miškų rūšys. Įsteigus draustinį imta prižiūrėti pelkės teritoriją, pjauti krūmus, atstatyti natūralų pelkės vandens lygį.

IŠVADOS

1. Lietuvoje pelkių tyrimų pradžia siejama su 1791 m. Pirmoji Europoje moksliškai ištirta aukštapelkė yra Aukštumala, 1902 m. Apie pelkių degradaciją pradėta kalbėti XVIII a., Amerikoje įvedus „No net loss“ (jokio gryno praradimo) pelkių politiką, Irane pasirašius Ramsaro konvenciją. Lietuvoje ir visoje Europoje siekiant sustabdyti aukštapelkių degradaciją yra vykdoma daug projektų, programų ir pan., dauguma jų finansuojami Europos Komisijos (LIFE+ programa), Natura 2000 ir kt.

2. Amalvos ir Dainaviškių aukštapelkėse XX a. vid. augalijos dangos pokyčiai vyko sparčiau nei XXI a. pr. Šių aukštapelkių degradavimo priežastys yra sausinimas praeityje, vykdoma intensyvi ūkinė veikla šalia pelkių, ganymas, šienavimas bei klimato pokyčiai. Pelkėms suteikus saugomų teritorijų statusą degradacijos mastai sumažėjo, tačiau jau padarytos žalos pelkės ekosistemoms neįmanoma sumažinti.

3. Žuvinto ir Čepkelių aukštapelkės iš analizuojamų aukštapelkių išsiskiria rezervato statusu. Žuvinto aukštapelkėje atkūrus natūralų vandens lygį pelkėje pradėjo vykti natūralūs pelkėjimo procesai ir natūralios pelkės plotas išsiplėtė. Čepkelių aukštapelkė XIX a. pab. buvo paveikta melioracijos, kanalais sumažintas pelkės vandens lygis, todėl prasidėjo pelkės degradacijos procesas.

4. Kernavo ir Krakinio aukštapelkės turi telmologinių draustinių statusus. Abi analizuojamos pelkės XX a. buvo sausinamos. Tai padarė negrįžtamą žalą pelkės hidrologiniam režimui ir augalijai. Vietoje pelkinių pušynų įsivyravo mineralinio grunto pušys, pelkinius žolinius augalus pakeitė plačios amplitudės pievų ir miškų rūšys. Aukštapelkėse vykdomi priežiūros darbai (krūmų pjovimas, vandens lygio atkūrimas) lėtina degradacijos tempą.

5. Nuo XX a. 6 dešimtmečio pasidėjęs klimato šiltėjimas lėmė vidutinės metinės temperatūros kilimą. Nagrinėjamų pelkių teritorijose vidutinė metinė temperatūra nuo 1950 m. pakilo 1,4° C. Toks pokytis paspartino aukštapelkėse durpių mineralizaciją, kurios pasekmė yra naujų, natūralioms pelkių buveinėms nebūdingų augalų rūšių (pušų, beržų, vėliau baltalksnių, drebulių, eglių) įsigalėjimas pelkėse.

6. XX a. antroje pusėje prasidėjęs klimato šiltėjimas turėjo įtakos ir kritulių kiekiui – metinis kritulių kiekio lygis pakilo. Tačiau pakilusi temperatūra nekompensuoja išgaravimo, paviršinis durpių sluoksnis – akrotelmas – išsausėja ir skatina aukštapelkėms būdingų rūšių nykimą bei sudaro geresnes sąlygas naujoms, ne aukštapelkinėms rūšims įsitvirtinti.

7. Aukštapelkių degradaciją lemia du pagrindiniai veiksniai – klimato šiltėjimas ir antropogeninė veikla (ganymas, šienavimas, nuotekos, sausinimas, atmosferinė tarša ir kt.) vykdoma pelkėje ar aplinkinėse pelkės teritorijose. Vertinant aukštapelkių degradacijos dėl jau minėtų veiksnių mastus galima teigti, jog antropogeninė, palyginti su klimato šiltėjimo veiksnium, veikla neigiamai aukštapelkes veikia daug stipriau ir pagreitina degradaciją.

Literatūros šaltiniai

- About the IPS (2012-03-22) <http://www.peatsociety.org/sites/default/files/cardips2012.pdf>
- Balakauskas, L. (2016): Durpynų tyrimai ir jų svarba, Lietuvos geologijos tarnybos požiūris. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius.
- Balevičius, A, Bukantis, A. (2007): Globali aplinkos kaita. Vilniaus universitetas.
- Baužienė, I. (2016): Durpių kłodo fizinės savybės ir kiautuotųjų amebų metodo taikymas vandens lygio kaitos nustatymui. Klimato kaita ir jos indikatoriai durpynuose.
- Baužienė, I. (2016): Lietuvos pelkes ir durpynai: sąvokos, paplitimo dėsninėjumai ir moksliniai tyrimai. LDD kasmetinė konferencija „Dirvožemis ir aplinka“.
- Brukas A., Žygelis D (2011): Rūdninkų giria. Visuotinė lietuvių enciklopedija, T. XX (Rėv-Sal). – Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas.
- Čepkelių gamtinis rezervatas, (2022):
https://smp2014ge.ugdome.lt/mo/9kl_gamtine_geografija/GE_DE_2/teorine_medziaga_2_cepke_liu_raistas_rezervatas.html
- Gamtos paveldo fondas, 2009: Amalvos ir Žuvinto pelkių išsaugojimo projektas
- Gamtos paveldo fondas, 2009: Atgimstančios Amalvos ir Žuvinto šlapynės
- Geografinė informacinė sistema (2005):
<http://www.elektronika.lt/teforija/kompiuterija/928/geografine-informacine-sistema/>
- Govorov, M. (2008): Geodezija ir kartografija geografinės informacijos infrastruktūros poreikiams (GII-06). Mokomoji knyga. Vilnius.
- Gurklys, V. (2008): Aplinkos geografinės informacinės sistemos: mokomoji knyga. Kaunas.
- Howarth P. J., Jolliffeau M. Y. (2008): Mapping an inland wetland complex using hyperspectral imagery. International Journal of Remote Sensing 29(12):3609-3631
- Į Gamtą (2022): Amalvos palios
- Į gamtą (2022): Kernavo telmologinis draustinis.
- Kažys, J. (2016): Meteorologinių sąlygų poveikis pelkių vandens lygiui Lietuvoje: dabartinės tendencijos ir ateities perspektyvos. Vilniaus universitetas.
- Keddy A. (2000): Wetland Ecology: Principles and Conservation. Cambridge University Press
- Lazdijų rajono savivaldybės administracija (2019): Lazdijų rajono savivaldybės teritorijos bendrojo plano keitimas.
- Lietuvos geografų draugija (1998): Pelkės, jų vaidmuo ir apsauga. Lietuvos gamtos fondas. Vilnius
- Lietuvos pelkių ir durpynų duomenų rinkinys (LGF 2018 m. vertinimas)
<https://www.geoportal.lt/map/#>

- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Aplinkos projektų valdymo agentūra, (2015): Čepkelių rezervatui – 40 metų
- Maguire, B.; Miller, A.; Gienko, G. (2008): Geoinformacinių sistemų pagrindai (GII-01). Mokomoji knyga. Vilnius.
- Marijampolės savivaldybės administracija (2020): Aptartas Amalvos polderio pritaikymas tausojamam ūkininkavimui
- Matonienė D., Sudonienė V. (2004): Žemės ūkio paskirties žemės naudojimo tendencijos Rytų Lietuvoje. LŽŪU mokslo darbai. Nr. 63 (16)
- Mažeika, J. (2016): Durpių sluoksnių chronologijos tyrimai. GTC Branduolinės geofizikos ir radioekologijos laboratorija. Vilnius.
- Mikalauskienė, R. (2016): Pb-210 datavimo metodų taikymas durpių kaupimosi dinamikos nustatymui. Vilnius.
- Mitsch W. J., gosselink J. G. (2000): The Value of Wetlands: Importance of Scale and Landscape Setting. School of Natural Resources, The Ohio State University, USA.
- Montvila A. (2020): Lietuvos Respublikos žemės fondo kaitos analizė 1996 – 2019 metais, Žemėtvarkos magistrantūros studijų baigiamasis darbas. Mokslinė vadovė: doc. dr. Rūta Puzienė, Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakultetas, VDU Žemės ūkio akademija. Akademija.
- Mozgeris, G.; Dambrauskas, A. (2008): Geoinformacinių sistemų pagrindai. Mokomoji knyga. Kaunas.
- Nacionalinė žemės tarnyba prie žemės ūkio ministerijos (2008): Erdvinė analizė ir modeliavimas. Mokomoji knyga
- Pipiraitė, K., Preikša, T. (2017): Pūsčios durpyno restauravimo efektyvumo įvertinimas. Žmogaus ir gamtos sauga, ASU.
- Povilaitis A., Taminskas J., Gulbinas Z., Linkevičienė R., Pileckas M. (2011): Lietuvos šlapynės ir jų vandensauginė reikšmė. Vilnius
- Priežero.lt (2022): Čepkelių raistas – valstybinis gamtinis rezervatas.
- Pūkienė, R. (2016): Subfosilinės medžių liekanos Lietuvos durpynuose: tyrimai ir galimybės. Vilnius.
- Ribokas G., Milius J. (2008): Žemėnaudos struktūros kaita šiaurės rytų Lietuvoje atkūrus valstybingumą. *Annales Geographicae* 40(2) t.
- Rimkus, E. (2016): Pušies metinio priaugio dinamika Lietuvoje ir ateities pokyčių projekcijos. Vilnius.
- Stančikaitė, M., Gryguc, G. (2016): Augalų mikro ir makro liekanos pelkių storymėse – durpynų, klimato ir aplinkos istorijos atspindžiai. Gamtos tyrimų centras, Geologijos ir geografijos

institutas.

Stankevičius, Ž. (2010): Skaitmeniniai žemėlapiai. Mokomoji knyga.

Šimanauskienė, R, Rimkus, E, Stoffel, M, Edwardson, J, Corona, C. (2016): Ar išnyks pelkės Lietuvoje?. Spectrum 24. Vilniaus universiteto žurnalas 1(24). pp. 18-22

Šimanauskienė, R. (2016): Aukštapelių užaugimo medine augalija tyrimai. Baigiamasis CLIMPEAT projekto seminaras “Klimato kaita ir jos indikatoriai durpynuose”. Vilnius.

Taminskas J., Linkevičienė R., Šimanauskienė R. (2006): Fosforo šaltiniai ir nuotėkis Žuvinto baseine. // Annales geographicae, XXXIX (1), pp. 25-33

Taminskas, J, Pileckas, M, Šimanauskienė, R. (2011): Lietuvos šlapynės: klasifikacija ir sklaida. BALTICA Volume 24 Special Issue 2011 : 151-162.

Taminskas, J. (2016): Šlapynių kompleksai ir jų vandens lygio kaita pasibaigus mažajam ledynmečiui (~ 1850 m.): Rėkyvos šlapynių komplekso pavyzdžiu. Vilnius.

Tamkevičiūtė, M. (2016): Klimato kaita durpynuose: holoceno ženklai ir dabartinės tendencijos: įtaka bioįvairovei ir anglies deponavimui durpėse Čepkelių pušų metinių rievių priklausomybė nuo meteorologinių rodiklių. Dendrometrų duomenys. Vilnius.

Tamošaitis J., Grigelytė M. (1981): Pelkės, Lietuvos TSR geografo draugija, geografijos metraštis XIX t., Vilnius.

Vaiphasa C, Ongsomwang S, Vaiphasa T, Skidmore A.K. (2005): Tropical mangrove species discrimination using hyperspectral data : a laboratory study. Estuarine, coastal and shelf science, 65(1-2), 371-379.

Valstybinė miškų tarnyba (2016): LULUCF apskaita Lietuvoje: žemės ūkio naudmenos. Vilnius

Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos, (2022): Čepkelių valstybinis gamtinis rezervatas

Veisiejų regioninio parko direkcija (2013): Natura 2000 teritorijos patenkančios į Veisiejų regioninio parko teritoriją

Veteikis, D, Jankauskaitė, M, Jukna, L. (2015): Kraštovaizdžio struktūros pokyčių probleminiuose arealuose vertinimas vietiniu lygmeniu. Lietuvos geografo draugija. Vilniaus universitetas.

Veteikis, D. (2008): Polinė ląstelinė kultūrinio kraštovaizdžio struktūra. Annales Geographicae 40(2) t.

Veteikis, D. (2012): Kraštovaizdžio antropogeninės struktūros. Vilniaus universitetas.

Vidickienė D., Melnikienė R., Gedminaitė - Raudonė Ž. (2010): Galimybės ir grėsmės, kylančios Lietuvos žemės ir miškų ūkiui dėl klimato kaitos, Management theory and studies for rural business and infrastructure development. 2010. Nr. 22 (3). Research papers.

Visuotinė Lietuvių enciklopedija (2006): T. X Khmerai-Krelle. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų

leidybos institutas, 702 psl..

Visuotinė Lietuvių enciklopedija (2022): Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras. Amalva

Visuotinė lietuvių enciklopedija (2022): Rūdninkų giria.

VŠĮ Baltijos aplinkos forumas (2017): Natura 2000 teritorijos pušnies, ružo ir apvardų šlapžemių
komplekso past gamtotvarkos plano pagrindžiamoji informacija.

VŠĮ Gamtos paveldo fondas (2015): Studijos, nustatančios atskirų sektorių jautrumą klimato kaitos
poveikiui, rizikos vertinimą ir galimybes prisitaikyti prie klimato kaitos, veiksmingiausias
prisitaikymo prie klimato kaitos priemonės ir vertinimo kriterijus, parengimas. Galutinė
ataskaita. Vilnius.

Žikulinas J., Česnulevičius A. (2009): Hidrografinio tinklo pokyčiai Lietuvos mažųjų upių
baseinuose. Geografija. T. 45. Nr. 1. P. 62–68.

Žuvinto biosferos rezervato direkcija (2022): Amalvos pelkės atkūrimo – paskutiniai štrichai.

Žuvinto biosferos rezervato direkcija (2022): Žuvinto pelkė.