

RŪTA UDRAITĖ

**TEMINIO TAKTILINIO
ŽEMĖLAPIO KŪRIMO METODIKA
(BOTANINIO ŽEMĖLAPIO
PAVYZDŽIU)**

Magistro darbas

KARTOGRAFIJOS IR GEOINFORMATIKOS KATEDRA

2020



**VILNIAUS UNIVERSITETAS
CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS
CHEMIJOS / GEOMOKSLŲ INSTITUTAS
KARTOGRAFIJOS IR GEOINFORMATIKOS KATEDRA**

Rūta Udraitė

**TEMINIO TAKTILINIO ŽEMĖLAPIO KŪRIMO METODIKA
(BOTANINIO ŽEMĖLAPIO PAVYZDŽIU)**

**METHODOLOGY FOR CREATING A THEMATIC TACTILE
MAP (AS AN EXAMPLE OF A BOTANICAL MAP)**

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa – Kartografija

Vadovas: doc. dr. Artūras Baurėnas

Vilnius 2020

TURINYS

ĮVADAS	5
1. LITERATŪROS ŠALTINIŲ ANALIZĖ	8
1.1. Taktilinių žemėlapių kūrimo raida ir aklųjų švietimas	8
1.2. Taktilinės (nevizualios) erdvės suvokimas	10
1.3. Trimačio spausdinimo metodikos vystymosi apžvalga	11
1.4. Brailio rašto kūrimo istorija	12
1.5. Dažniausiai naudojamų taktilinių ženklų klasifikacija	15
2. TYRIMO METODIKA	18
2.1. Duomenų atranka teminio taktilinio žemėlapio sudarymui	19
2.2. Sutartinių ženklų parinkimas	22
2.3. 3D spausdintuvo pasirinkimas	25
3. TYRIMO REZULTATAI	28
3.1. Sutartinių ženklų kūrimas	28
3.2. Duomenų konvertavimas į STL failą	33
3.3. 3D spausdinimas ir aprobacija	34
3.4. Taktilinio žemėlapio spausdinimas ir aprobavimas	44
REKOMENDACIJOS	51
IŠVADOS	52
LITERATŪROS SĄRAŠAS	53
Santrauka	56
Summary	57
PRIEDAI	58

Udraitė R. Teminio taktilinio žemėlapių kūrimo metodika (botaninio žemėlapių pavyzdžiu). Magistro darbas. Vilnius: VU. 2020.

Anotacija.

Tobulėjant šiuolaikinėms technologijoms, tobulėja ir žemėlapių kūrimo būdai. Žemėlapius dažniausiai įpratę matyti analoginius (spausdintus popieriuje) arba skaitmeninius (internetinėje erdvėje). Paskutiniu metu didelis dėmesys skiriamas žmonėms su regėjimo negalia, dėl to išaugo taktilinių žemėlapių poreikiai. Tokie daugkartiniai žemėlapiai reikalingi švietimo tikslais, kuriuos būtų galima tiražuoti 3D spausdintuvais.

Darbe aptariami 3D taktilinių žemėlapių kūrimo būdai, atliktas šiuolaikinių 3D spausdinimo technologijų palyginimas. Taip pat buvo atlikta dažniausiai naudojamų teminių taktilinių ženklų klasifikacija ir sukurta taktilinių sutartinių ženklų sistema skirta botaninių reiškinių kartografavimui, kuri pateikti aprobacijai. Pagal gautus tyrimo rezultatus magistriniame darbe sukurtas taktilinio žemėlapių fragmentas, kuris leido pateikti rekomendacijas 3D taktilinių ženklų kūrimui ir spausdinimui.

Tekstas 57 psl., 1 priedas, 34 pav., 13 lentelių. Santrauka lietuvių ir anglų kalbomis.

Reikšminiai žodžiai: taktilinis žemėlapis, aklųjų švietimas, taktiliniai sutartiniai ženklai, 3D spausdinimas.

IVADAS

Šiomis dienomis geografinės informacinės sistemos sparčiai tobulėja, tampa daugelio žmonių kasdienybės dalimi kelionėse, planuojant maršrutą, norint surasti tam tikrą vietą ar objektą žemėlapyje. Žmonės įprato naudotis interaktyviais žemėlapiais, kurie yra lengvai pasiekiami internetu plačiajai visuomenės daliai. Tačiau negalima pamiršti regos negalią turinčių žmonių, kurie objektus atpažįsta tik lytėjimo pojūčiais. Tam yra kuriami taktiliniai žemėlapiai. Taktilinis – lytėjimo pojūčiai, gaunami kontakto metu: temperatūros, drėgmės bei spaudimo jutimais. Menotyrininkė Diana Raudonienė taktiliniais pojūčiais vadina tokius pojūčius, kurie perteikia objektų paviršiaus skirtumus, kitaip vadinamas faktūra (Jančiūtė, 2017; Raudonienė, 2012). Būtent tam ir skirti taktiliniai žemėlapiai, kad apčiuopiamais taškais, linijomis ir sutartiniais ženklais būtų perduodama erdvinė ar kitokia kartografinė informacija akliesiems ar silpnaregiams.

Pasaulio sveikatos organizacijos (angl. *World Health Organization*) duomenimis 2019 metais apie 2,2 milijardo žmonių turi regėjimo sutrikimą ar aklumą, kuriems stengiamasi sudaryti sąlygos adaptuotis į pilnavertį gyvenimą. Matančio žmogaus akys pasaulį mato spalvotą ir ryškų, gali pažinti objektus jų neliečiant. Kadangi regos negalią turintys žmonės sunkiai integruojasi į mūsų visuomenę, todėl svarbu tikslingai pateikti informaciją, kurią aklieji ir silpnaregiai ne tik suprastų, bet ir pritaikytų buičiai palengvinti.

Šiomis dienomis ypatingai didelis dėmesys skiriamas akliesiems ir silpnaregiams. Jiems sudaromos sąlygos palengvinti orientavimąsi aplinkoje, pritaikoma infrastruktūra: taktiliniai ženklai ir žymėjimas, daugiafunkciniai planai ir žemėlapiai. Tokiu būdu neregiai savarankiškai gali susiorientuoti vidaus ar lauko erdvėje, pavyzdžiui: rasti ieškomą pastatą, įėjimą, jo viduje rasti reikalingą kabinetą, suprasti kaip išdėstyta laukimo salė, paskaityti svarbią informaciją, eiti turistiniu maršrutu, rasti lankytinas vietas, paminklus ir kt. Įvairūs taktiliniai įrenginiai patenkina neįgaliųjų poreikį kalbėti, skaityti ir rašyti. Tačiau reiktų nepamiršti, kad taktiliniai žemėlapiai taip pat reikalingi švietimo tikslais, kad plėstų aklojo suvokimą ir žinias. Tokie žemėlapiai, kaip geografiniai, aklajam padeda suvokti šalies administracines ribas, jos geografinę padėtį, demografinius, fizinius rodiklius ir kitą geografijai būdingą informaciją. Istoriniai žemėlapiai gali nupasakoti žmonijos praeitį - nurodyti vykusią karų vietas, kad aklasis galėtų įsivaizduoti, kuriame pasaulio pakraštyje vyko patys garsiausi ir geriausiai žinomi karai. Taip pat ne mažiau svarbūs - biologiniai žemėlapiai, kurie gali nevizualiai nupasakoti apie augalijos ir gyvūnijos populiaciją skirtinguose žemynuose. Todėl tokių taktilinių žemėlapių kūrimu siekiama, kad 3D žemėlapiai būtų prieinami kiekvienam aklajam ar silpnaregiui mokyklose.

Aktualumas. Atliktas tyrimas ir pateiktos rekomendacijos leistų kurti ne tik vienetinius (prieinamus siauram specialistų ratui) teminius taktilinius žemėlapius, bet būtų galima žymiai

greičiau atnaujinti ir plačiau tiražuoti žemėlapius, kurie naudojami silpnaregių ir aklujų edukaciniame švietime (mokyje).

Problema. Sparčiai vystantis kompiuterinėms technologijoms, ypač 3D spausdinimui, atrodytų, kad taktilinių žemėlapių kūrimas labai supaprastėjo ir tapo nesunkiai įgyvendinamas. Iš dalies taip, spausdinimas supaprastėjo, kas anksčiau buvo itin didelė (ir tikrai nepigi) problema, tačiau atsirado daug kitų problemų, susietų su tokių žemėlapių parengimu. Galima išskirti dvi pagrindines: 1) nėra metodikos kaip parengti neregiumi suvokiamą žemėlapi, kad jis tiktų 3D spausdinimui šiuolaikiniais spausdintuvais. 2) kaip kinta teminės informacijos suvokimas, naudojant skirtingus sutartinius ženklus (skirtingo tikslumo) spausdinant žemėlapi 3D spausdintuvu.

Tyrimo naujumas. Šiuo metu taikomi taktilinių žemėlapių kūrimo bei jų tiražavimo metodai neefektyvūs, daugiausia skirti vienetinių žemėlapių kūrimui, todėl sutartinių ženklų informatyvumo analizė ir metodikos skirtos taktilinių žemėlapių tiražavimui 3D spausdintuvais, neabejotinai yra pažangus ir naujas metodas kartografijoje.

Darbo pritaikomumas. Taktilinių ženklų suvokiamumo analizės rezultatai bei sukurta 3D tiražavimo metodika bus pritaikyta Kairėnų botanikos sodo užsakymu kuriamam taktiliniam žemėlapiui „Kaktusų paplitimas Pietų Amerikoje“. Akivaizdu, kad sėkmingai įgyvendinus šį projektą ir, tuo pačiu, atlikus sukurtos metodikos bei naudotų teminių ženklų suvokiamumo aprobaciją, šią metodiką bus galima praktiškai taikyti kuriant ir kitokios tematikos kartografinius kūrinius.

Tyrimo objektas – botaninės tematikos taktilinių žemėlapių ir juose naudojamų sutartinių ženklų suvokiamumo tyrimas bei pritaikomumo analizė.

Darbo tikslas – įvertinti naudojamų teminių ženklų suvokiamumą ir sukurti metodiką, kuri leistų taktilinius žemėlapius tiražuoti 3D spausdintuvais.

Uždaviniai:

1. Atlikti taktilinių žemėlapių kūrimo metodų ir naudojamų taktilinių sutartinių ženklų, pasaulyje ir Lietuvoje, apžvalgą bei sudaryti dažniausiai naudojamų teminių taktilinių ženklų klasifikaciją.
2. Atlikti šiuolaikinių 3D spausdinimo technologijų palyginimą bei parinkti optimaliausią spausdinimo technologiją.
3. Sukurti taktilinių sutartinių ženklų sistemą skirtą botaninių reiškinių kartografavimui.
4. Parengti taktilinių žemėlapių ir sutartinių ženklų kūrimo metodiką pritaikytą 3D spausdinimui.

5. Atlikti pasirinktos spausdinimo metodikos bei sukurtų sutartinių ženklų vertinimą ir aprobavimą.
6. Atlikus gautų vertinimo rezultatų analizę ir apibendrinimą, parengti rekomendacijas taktilinių žemėlapių bei sutartinių ženklų kūrimui.

Padėka. Autorė dėkoja darbo vadovui dr. Artūriui Baurėnui už naudingus patarimus bei išvalgas, kurios ne tik leido pasiekti esamus rezultatus rengiant baigiamąjį magistro darbą, tačiau kartu skatino tobulėti, siekti užsibrėžtų tikslų.

1. LITERATŪROS ŠALTINIŲ ANALIZĖ

Kadangi žemėlapius akliesiems ir silpnaregiams kuria regintieji, kurie negali pilnai įvertinti aklojo suvokimo galimybių, todėl viena iš pagrindinių problemų yra, kaip aklieji suvoks reginčiojo kurtą žemėlapi. Tam, iš pradžių buvo skaityta ir analizuota mokslinė literatūra ir senesni tyrimai, kurie siejasi su darbo tema. Šiame skyriuje buvo išskirtos asmenybės, kurios plačiai pasižymėjo aklųjų švietime tiek Lietuvoje, tiek užsienyje. Minimos pirmosios aklųjų mokyklos, kuriose pradėta mokyti Brailio rašto. Pristatoma Brailio rašto kūrimo istorija ir jos pradininkas. Taip pat apžvelgiama taktilinių žemėlapių istorinės raidos bruožai. Ne mažiau svarbus poskyris – 3D spausdintuvų analizė. Paskaičius ir išanalizavus inžinerinių mokslų srities atstovų baigiamuosius darbus, buvo atlikta 3D spausdintuvų mechaninių savybių analizė. Kitame poskyryje plačiai analizuojami sutartiniai ženklai ir jų suvokimas atliktuose tyrimuose su aklaisiais bei silpnaregiais. Išskiriami ir pateikiami dažniausiai naudojami sutartiniai ženklai taktiliniuose žemėlapiuose.

1.1. Taktilinių žemėlapių kūrimo raida ir aklųjų švietimas

Aklųjų švietimą plačiai aprašė Brailio rašto šalininkas ir propaguotojas – Valentinas Vytautas Toločka. Autorius jau nuo jaunystės pradėjo domėtis aklųjų gyvenimu ir švietimo istorija. 1976 m. išleido populiarią knygėlę „Skaitantys pirštai“, už kurią 1977 metais skirta Lietuvos aklųjų draugijos tiflogijos premija. 1994 m. išleido knygą apie aklųjų švietimą iki 1940 metų. Aklųjų bei reginčiųjų leidiniuose yra paskelbęs kelis šimtus straipsnių apie aklųjų organizuotą judėjimą, iškilus draugijos žmones ir švietimą.

Praeityje neregiai įvairiausiai būdais bandė įprastą raštą pakeisti reljefiniu, tinkamu skaityti naudojantis lytėjimo pojūčiu. Lytėjimo pojūčiai, gaunami kontakto metu liečiant skirtingų aukščių paviršius. Tokias reljefines raides vaškinėse lentelėse skaitė - Romos konsulas Klaudijus Apijus (IV-III a. pr. Kr.). Dauguma istorinių šaltinių nieko nekalbėjo apie jokių aklųjų sąjūdį. Pirmieji rašytiniai veikalai prabilę apie aklųjų pastangas sukurti specialų raštą atsirado tik renesanso epochoje. Toliau vaškines lenteles pakeitė popierius. Jau XVI a. Vakarų Europoje ėmė sklirti žinia apie akluosius, kurie mokėjo skaityti bei rašyti pirštais.

Akliesiems sulaukus pirmųjų pasiekimų meno srityje atsirado idėja apie visų aklųjų mokymą rašto bei amatų. 1749 m. prancūzų švietėjas Deni Didro išleido veikalą „Laiškas apie akluosius regintiesiems pamokyti“, kuriame pagrindė savo paties teoriją, kad galima sukurti lytėjimu suvokiamą raštą. Veikalas sulaukė daug dėmesio organizuojant sistemingą aklųjų švietimą. Prancūzai buvo pirmieji, kurie pradėjo mokyti akluosius. 1784 m. įsteigtas pirmasis aklųjų institutas Paryžiuje. Aklųjų švietimas sukėlė didelį visuomenės susidomėjimą. Pradėjo steigti institutai kituose Europos miestuose. 1832 m. įsteigtos pirmosios aklųjų lavinimo įstaigos

1996 m. Kaune įvyko pirmasis Lietuvos aklųjų suvažiavimas, įkūręs Lietuvos aklųjų sąjungą (LAS). Šios organizacijos tikslas – suburti visus Lietuvos akluosius, jais rūpintis, globoti, auklėti ir mokyti nepilnamečius akluosius. Po dvejų metų, 1928 m. buvo atidaryta Vilniaus aklųjų mokykla, kuri buvo uždaryta Sovietų sąjungos. Ši mokykla turėjo pagamintą Vilniaus miesto planą, pagal kurį aklieji mokėsi orientuotis gatvėje ir surasti norimą objektą (Toločka, 1994).

Kai kurios technologijos arba reljefo gavimo būdai, taikyti tekstams aklųjų raštu spausdinti, buvo bandoma pritaikyti ir gaminant atvaizdus. Išskiriami trys tokie būdai: 1) tirštas kietėjantis rašalas, 2) raižyta medžio plokštė, 3) gipsas ir cinkas. Pačios seniausios iliustruotos knygos akliems buvo sukurtos piešinio linijas vedžiodant tiršta mase ir apibarstant smulkiais derviniais milteliais, kurių sudėtis panaši į antspaudų lako (Kretšmeris, 1999).

1.2. Taktilinės (nevizualios) erdvės suvokimas

Vizualaus vaizdo perteikimas į taktilinį aklažiam gali būti nesuvokiamas. Tai gali įtakoti aklojo amžius, išsilavinimas, gyvenimo sąlygos ir aplinka. Kai kurie aklieji turi lėgą vaizduotę ir greitai įsivaizduoja čiuopiamus objektus, o kai kuriems prireikia laiko, kol supranta pateiktą vaizdą. Taip pat vaizdo suvokimą įtakoja aklojo negalios atsiradimo laikas- gimęs ar dar spėjus pajauti pilnavertį gyvenimą. Tie, kurie dar spėjo pasidžiaugti ryškiomis spalvomis, tai vizualų vaizdą suvokia lengviau ir greičiau. O gimę su regėjimo negalia turi įdėti daugiau pastangų, kad atpažintų ženklus, vaizdus. Pasak psichologų lyta– reikalingiausia jutiminė rūšis, kuri genetiškai išsivysto pirmiausia. Išorinio pasaulio suvokimas visiškai priklauso nuo mūsų jutimo organų (regos, klausos, uoslės, skonio, lytos). Jų paskirtis– perteikti mums informaciją apie išorinių objektų savybes, aplinką, pavojus ir pan. Būtent apie nevizualios erdvės suvokimą lytėjimo pojūčiais menotyrininkė Raudonienė 2012 m. rašė savo moksliniame straipsnyje „Atvaizdo nevizualumo klausimu: taktilinis atvaizdas“. Autorė siekė išsiaiškinti, kaip skirtingi lytėjimo jausmai, yra įtraukiami į atvaizdų kūrimo ir suvokimo nematymo sąlygomis procesus. Remiantis praktikos atsakymais autorė teigia, kad kiekvienas akklasis gali skirtingai jausti ir suprasti liečiamus objektus. Kai akklasis piešia nesiremdamas jokiais vizualiais vaizdiniais, tačiau naudojami lytėjimo pojūčiai ir taktiliniai, yra sukuriami atvaizdai, kurie mažai skiriasi nuo tų, kuriuos sukurtų regintysis. Po atlikto tyrimo autorė pabrėžia, jog nematantys žmonės gali atvaizdus perteikti į taktilinį atvaizdą pasinaudodami lytėjimu (Raudonienė, 2012).

Filosofas Kulvicki teigia, kad negalima vaizdavimo priskirti vizualumui, nes įvairūs, ne tik regimi, bet ir girdimi bei apčiuopiami objektai ir jų bruožai gali būti perteikti naudojant vaizdavimo principus. Tokie perteikiami bruožai skiriasi nuo regimų, tačiau nepaneigia paties vaizdavimo principo.

Indianos universiteto docentas Juricevic Igor straipsnyje „Vizualaus meno kūrinio vertimas į taktilinio meno kūrinį perteikiant lygiareikšmes estetiškes patirtis“ (angl. *Translating visual art into tactile art to produce equivalent aesthetic experiences*) svarstantis, kad „turėtų būti įmanoma išversti vizualų atvaizdą į taktilinį, kuris perteiktų tą patį erdvės suvokimą“, nurodo: "panašūs vertimai tarp rega ir lyta suvokiamų meno kūrinių teoriškai yra įmanomi (Juricevic, 2009; Kulvicki, 2006).

1.3. Trimačio spausdinimo metodikos vystymosi apžvalga

3D spausdinimas ganėtinai senas gamybos būdas, kai iš specialios medžiagos yra sukuriamas trimatis objektas. Visa tai galima atlikti skirtingomis 3D spausdinimo technologijomis ir medžiagomis, tačiau principas išlieka toks pats: modelis, kuris yra parengtas kompiuteryje paverčiamas į kietą, realų kūną, prijungiant medžiagas sluoksnis po sluoksnio (Holloway ir kt., 2019).

Šiuo metu pasaulyje vyksta sparti 3D spausdinimo technologijos plėtra, kuri yra žinoma daugiau nei 30 metų. Jos pradininku laikomas Chuck Hull, kuris 1983 m. sukūrė 3D spausdinimo procesą vadinamą „Stereolitografija“. Tai metodas, kurio metu aparatas kūrė realius fizinius 3D objektus. Specialistai iš anksto numatė, kad 3D spausdinimas turės didžiulį potencialą ir plės įvairių pramonės šakų veiklą. Per pastaruosius metus 3D spausdinimas tapo populiariesnis, nes prieinamas platesnei vartotojų grupei. Tai įtakojo, kai 3D įrenginiai tapo lengvesni, mažesni ir pritaikomi naudojimui namuose (Voženílek ir kt., 2015).

Kadangi šiomis dienomis 3D spausdinimas yra dažnai naudojamas įvairiose pramonės šakose, tai dauguma atliktų tyrimų yra nauji ir atlikti inžinerijos mokslų studentų skirtingais tikslais. 2019 m. magistro darbo projekte „3D spausdintų gaminių savybių gerinimo impregnuojant tyrimas“ Žaliamas tyrimo metu išsiaiškino, kokią įtaką impregnavimas derivoje turi 3D spausdintiems gaminiams. Eksperimento metu buvo pasirinkta naudoti ABS ir PLA plastikus. Dar vienas bandymas, kuris buvo atliekamas šio tyrimo metu, slėgio testas, kuriuo siekta išsiaiškinti ar kaip gerai bandinius užsandarina įmirkytas derivoje ir impregnavimas. Kito tyrimo metu „Pagaminto 3D spausdintuvo skirtumai nuo esamų konstrukcijų ir jo parametrų tyrimas“, kuris buvo atliktas Šiaulių Universitete, buvo iširta pagaminto 3D spausdintuvo konstrukcija ir palyginta atspausdintų objektų kokybė su skirtingais parametrais (Drapanauskas, 2014; Žaliamas, 2019).

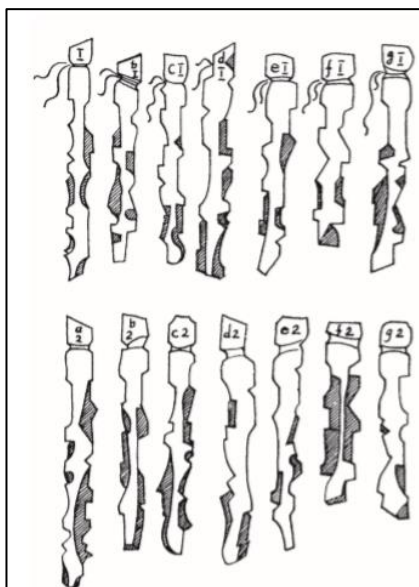
2016 m. straipsnyje, kurį parašė Burneika ir kt. „3D spausdinimo technologijos taikymas įvaizdžio kūrime“ apžvelgiamos 3D spausdinimo technologijų galimybės. Pristatomas eksperimentinis įvaizdžio elemento maketo sukūrimas ir spausdinimas. Kitas straipsnis - „3D

spausdinimo technologijų pritaikymo galimybių analizė“, kuri parašė Klaipėdos valstybinės kolegijos studentai - Mikalauskiene ir kt. Straipsnyje apžvelgiama 3D spausdinimo technologijų vystymosi raida, plačiausiai naudojamos 3D spausdinimo technologijos, atlikta jų palyginamoji analizė, identifikuotos taikymo galimybės ir ribojimai (Burneika ir kt., 2016; Mikalauskiene, 2019).

2015 m. magistro darbe „3D skaitytuvo kūrimas, turint žemus aparatūros reikalavimus ir lengvą pritaikomumą“ (angl. *Development of 3D scanner with low hardware requirements and easy usability*) Kauno Universiteto studentė Dubauskė, atliko platų tyrimą, kurio metu išnagrinėjo 3D spausdintuvų ir 3D skaitytuvų rinką. Atliko trianguliacijos metodo lazeriniu nuskaitymu apžvalgą. Antrajame skyriuje pateikė: skaitytuvo aparato sandarą ir prietaiso darbo principus. Paskutiniame skyriuje pateikti skaitymo kokybės rezultatai, pristatyti siūlomi pakeitimai ir patobulinimai (Dubauskė, 2015).

1.4.Brailio rašto kūrimo istorija

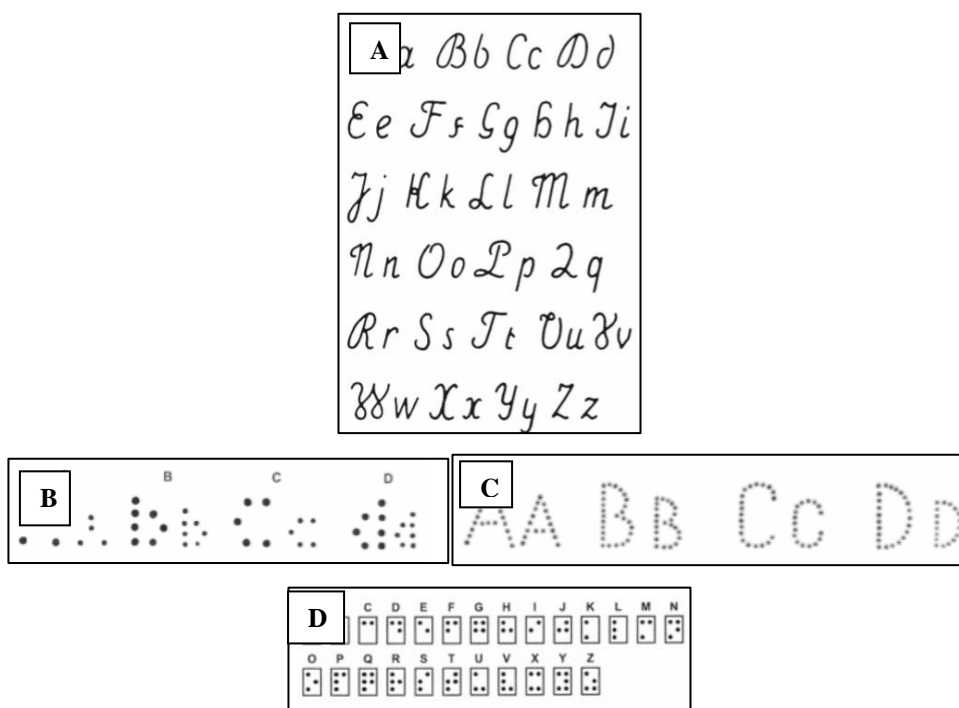
XVIII a. viduryje vokietis Jakobas– savito rašto įkūrėjas. Jis būdamas vos 18 mėnesių susirgo raupais ir apako. Norėdamas neatsilikti nuo bendraamžių, kurie lankė mokyklą, Jakobas nusprendė taip pat išmokti rašyti bei skaityti. Tam jam reikėjo medžio pagaliukų. Bendraamžiai jam skaitė įvairiausias knygas, o jis tuo metu peiliu išrantydavo pagaliukuose sakinius, o vėliau ir pats perskaitydavo (3 pav.). Vietos bajorai pamatę tokį aklojo berniuko ryžtą mokytis, leido eiti į mokyklą. Jakobas buvo labai gabus, gebėjo mokytis geografijos, istorijos ir kitų dėstomų dalykų. Iš šių pagaliukų Jakobas sudarė ištisą biblioteką, tačiau niekas kitas negalėjo suprasti ar perskaityti jo rašto. Jakobas tapo aritmetikos mokytoju, o dar vėliau netgi gydytoju. Šis Jakobo pagaliukų raštas yra pateiktas „Aklujų enciklopediniame žinyne“.



3 pav. Jakobo pagaliukų raštas (Toločka, 1996).

XVIII a. pabaigoje atsirado reljefinis spausdinimo būdas, bet tik vėliau buvo pritaikytas aklųjų mokymui. Tekstą spausdindavo šiuo būdu: raidės būdavo išpjaustomos atskirai ir surikiuojamos reikiama tvarka, kurias išspausdavo drėgname popieriuje. Popieriui išdžiūvus, raidės sukurdavo reljefą, kurios buvo gerai apčiuopiamos aklųjų (Jesenskis, 1980).

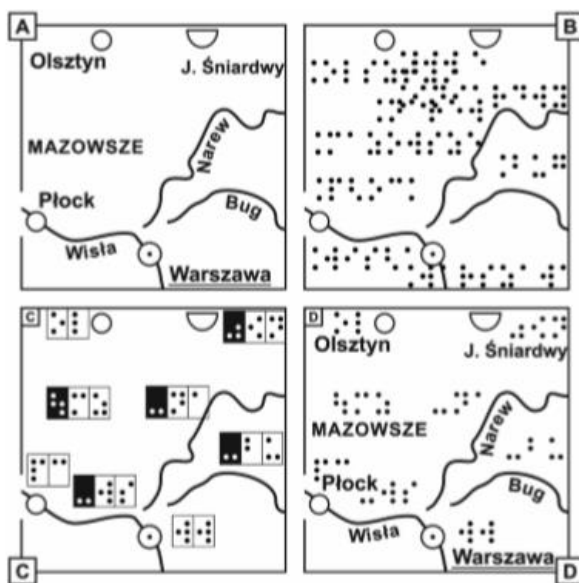
XIX a. pradžioje šį raštą pakeitė linijų raštas, reljefiniai karoliukai ir raidžių formos, išbadytos reljefiniais taškais (4 pav.). Prancūzijoje egzistavo keletas šriftų akliesiems, tačiau labiausiai prigijo - linijinis šriftas. Austrijoje vyravo taškuotų raidžių regintiesiems šriftas, kuris buvo šiek tiek pranašesnis už linijinį tuo, kad, skaitant pirštais, raidės lengviau užčiuopiamos. Tačiau linijinis raštas negalėjo patenkinti visų aklųjų, kadangi buvo nepatogu rašyti: rašant dažnai linija išeidavo netiksli ir neryški. Taip pat buvo labai lėtas skaitymo procesas. Tačiau L. Brailis, besimokydamas Paryžiaus institute, pirmą kartą apčiuopė Barbje raidžių taškus. Vaikinas džiaugėsi, nes raštas buvo kur kas ryškesnis už linijinį. Bet po kurio laiko pastebėjo, kad raštas turi trūkumų. Tuomet Brailis nutarė raštą pertvarkyti, kadangi Barbje pats pripažino, kad raštas nėra tobulai įskaitomas. Tuomet Brailiui atėjo mintis aklųjų raštą sudaryti iš šešių taškų. Taip atsirado naujasis raštas. Tobulindamas raštą, Brailis jį pritaikė natoms užrašyti. Brailio raštas buvo pradėtas naudoti Paryžiaus nacionaliniame institute ir iki šiol yra naudojamas aklųjų (Melis, 1994; Toločka, 1996).



4 pav. XIX a. aklųjų raštas: A- linijinis raštas; B- „Karoliukų“ - raidės žymi reljefiniai karoliukai; C- raidžių formos išbadytos reljefiniais taškais; D- Lotyniškoji Brailio abėcėlė (Toločka, 1996).

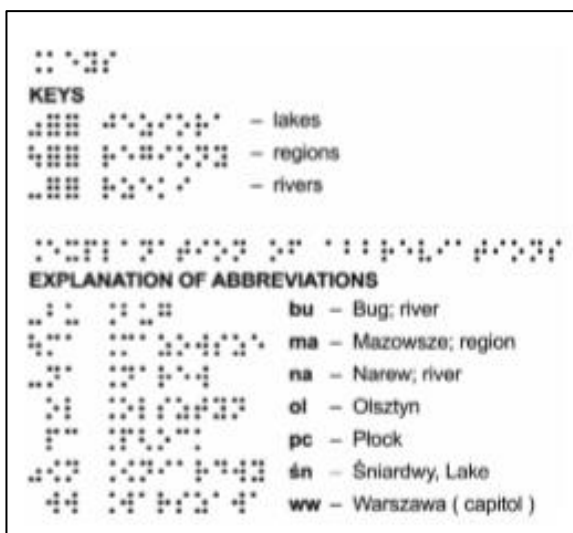
Užrašams aklųjų taktiliniuose žemėlapiuose buvo pradėta naudoti Brailio raštas, tačiau daugumoje žemėlapių informacija yra generalizuojama, kadangi užrašai netelpa arba tarpusavyje

susilieja. Būtent užrašus ant taktilinių žemėlapių aprašė Varšuvos Universiteto profesorius Olczyk savo moksliniame staipsnyje „Spalvotų taktilinių žemėlapių etiketės“ (angl. *Labels on coloured tactile maps*). 2019 m. staipsnyje autorius pateikė būdus, kaip galima generalizuoti žemėlapių užrašus, kad jie būtų suvokiami akliesiems. Kaip pavyzdį pateikė Europos geografinį atlasą (5 pav.), kuriame aprašė generalizacijos procesą: A- regos negalia turinčių asmenų užrašai, B- Brailio raštu užrašyti pilni pavadinimai, C– pilni pavadinimai pakeičiami „santrumpomis“ juoduose stačiakampiuose, D- žemėlapis su užrašais silpnaregiams ir neregiam.



5 pav. Europos geografinis atlasas (Olczyk, 2019).

Baigus žemėlapi yra sukuriama sutartinių ženklų sistema su santrumpų paaiškinimais silpnaregiams bei akliesiems (6 pav.). Toks žemėlapio užrašų generalizavimas yra būtinas, kad informacija būtų aiški ir suprantama (Olczyk, 2019).



6 pav. Brailio rašto santrumpų paaiškinimas (Olczyk, 2019).

1.5. Dažniausiai naudojamų taktilinių ženklų klasifikacija

Norint parengti akliems ir silpnaregiams lytėjimu suprantamą taktilinį žemėlapi, pirmiausia būtina atlikti sutartinių ženklų analizę. Atlikus išsamią literatūros analizę, nagrinėjami ženklai suskirstomi į tris tipus: taškinius, linijinius ir arealų ženklus. Šios analizės metu atliekama mokslinių tyrimų apžvalga apie teminius ženklus, kurie dažniausiai naudojami taktiliniuose žemėlapiuose ir kokie galimi simbolizavimo būdai *1 lentelėje* (Kops, 1996).

1971 metais Luisvilio mokslų daktaras Nolan C. Y. ir Morris J. E. išleido knygą „Taktilinių simbolių tobulinimas akliems vaikams“ (angl. *Improvement of tactual symbols for blind children*), kurioje plačiai aprašė taškinius, linijinius, arealų sutartinius ženklus, naudojamus taktiliniuose žemėlapiuose, bei pateikė jų naudojimo rekomendacijas (Nolan. ir kt., 1971). Panašų tyrimą atliko Ficko, Yao, Lawrence ir Lobben. Autoriai moksliniame straipsnyje norėjo pabrėžti, jog net regintieji daro klaidų atrinkdami sutartinius ženklus. Vykusio projekto metu dalyvavo 140 respondentų, kurių pagalba buvo sukurtas sutartinių ženklų rinkinys akliems (Fickas ir kt., 2011).

2010 metais Aliona Buiko magistro darbe „Taktilinių žemėlapių ypatumų ir jų kūrimo būdų analizė“ atliko sutartinių ženklų suvokimo tyrimą, kurį pateikė aprobuoti akliems. Tačiau po aprobacijos daugybė sutartinių ženklų buvo nepanaudoti galutiniame žemėlapyje, kadangi tarpusavyje buvo painiojami, prastai matomi ar sunkiai apčiuopiami. Todėl pasinaudojus aprobacijos rezultatais, lentelėje pateikti tik trys taškiniai ženklai, trys linijiniai, kuriuos aklieji įvertino aukščiausiu suvokimo vertinimo balu (Buiko, 2010).

Kito tyrimo metu buvo atliktas 3D spausdintuvo, mikrokapsulinio popieriaus ir reljefinio popieriaus palyginimas. Buvo išmatuojamas spausdinimo greitis ir tikslumas, siekiant įvertinti simbolių suvokimą skirtingoje medžiagoje. Prieš tyrimą pirmiausia sudarytas sutartinių ženklų rinkinys, kuris buvo naudojamas aprobacijos metu. Šiuo atveju geriausiu išrinktas 3D spausdintuvas, kuris ne tik atspausdino greičiau, bet ir atspausdinti simboliai buvo suvokti greičiau nei ant mikrokapsulinio ar reljefinio popieriaus (Brittell, 2018).

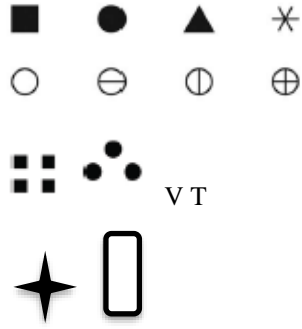
Kadangi aukščiau išvardyti mokslininkai, tyrėjai plačiai pasižymėjo taškinių ir linijinių ženklų kūrime, tai Šiaurės Amerikos Brailio rašto tarnyba atliko išsamią arealinių ženklų analizę. Pasiūlė 38 arealinius ženklus, tačiau norint išvengti informacijos persidengimo ar nesuvokimo, siūlo nenaudoti panašios tekstūros ženklų. Todėl tuos simbolius sugrupavo pagal lytėjimo panašumą ir siūlo kiekvienoje taktilinėje grafikoje naudoti tik vieną tos grupės tekstūrą (*Guidelines and Standards...*, 2010).

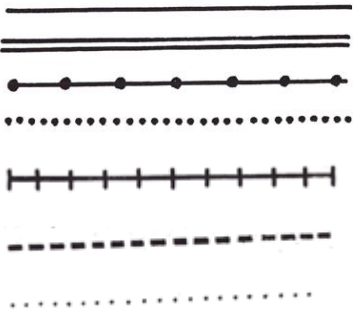
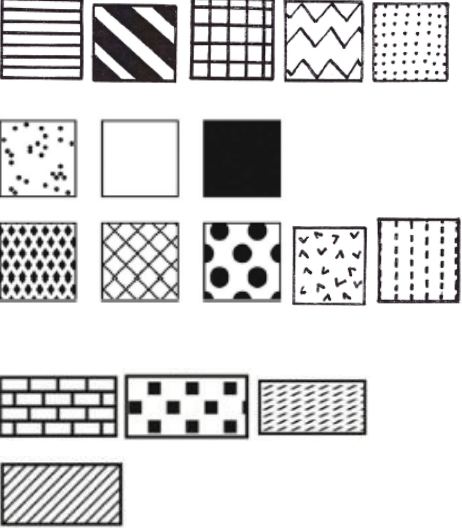
Norint sukurti informatyvų taktilinį žemėlapi, reikia konkretaus simbolio, papildomos informacijos ir žemėlapio reprodukcijos projekto, atitinkančio jo vartotojų poreikius ir galimybes,

todėl Indonezijos mokslininkai - Rahardjo ir kt. išanalizavo kartografinius simbolius. Šiame straipsnyje „Indonezijos taktilinio žemėlapijo kartografinių simbolių specifikacijos“ (angl. *Specifications of Cartographic Symbols for Indonesian Tactile Map*) tyrimo metu taikė metodus, siekdami išsiaiškinti, kokie simbolių parametrai yra tinkamiausi naudoti taktiliniuose žemėlapiuose. Gauti rezultatai pritaikyti taktiliniuose Džokjakartos miesto žemėlapiuose ant išsipūtusio popieriaus. Kiek senesnis ir nebe populiarus žemėlapijo kūrimo būdas – siuvinėjimas. 2016 m. britai sukūrė 14 lytėjimo simbolių, vaizduojančių skirtingas spalvas ir atspalvius akliems ar regėjimo negalią turintiems vaikams ir jaunimui. Tyrime buvo lyginami trys skirtingi simbolių vaizdavimo būdai: siuvinėjimas siūlais, pašildytas išsipūtęs popierius ir atvaizdavimas plastike naudojant 3D spausdinimą. Rezultatai rodo, kad visoms trimis medžiagoms konkrečių simbolių atpažinimas svyravo nuo 2,40 iki 3,95 sekundės. Vidutinis trijų spalvų atpažinimo laikas buvo: 2,26 s AM medžiagai su 3D spausdintuvu, 3,20 s banguotam popieriui ir 4,03 s siuvinėtiems simboliams. Šios išvados gali būti paaiškintos tuo, kad AM medžiaga (polilaktidas) yra stangresnė ir taktiliškai lengviau suvokiama nei kitos dvi medžiagos (Mccallum ir kt., 2006; Rahardjo ir kt., 2019, Ramsamy ir kt., 2016)

Išsamiai išanalizavus ankstesnių tyrimų rezultatus svarbu paminėti, kad šie taškiniai, linijiniai ir arealų ženklai nėra realaus dydžio. Tam, kad jie būtų suvokiami tiek aklažam, tiek silpnaregiui, svarbu pasirinkti tinkamą objekto dydį - nepadidinti, nepamažinti ar nepaploninti. Taigi, norint sukurti visapusišką lytėjimo simbolių, svarbu pasirinkti suprantamą dydį, paprastas formas ir kontrastingus simbolius su aukščio skirtumais, kad būtų lengvai matomas bei apčiuopiamas.

1 lentelė. Dažniausiai naudojami sutartiniai ženklai taktiliniuose žemėlapiuose.

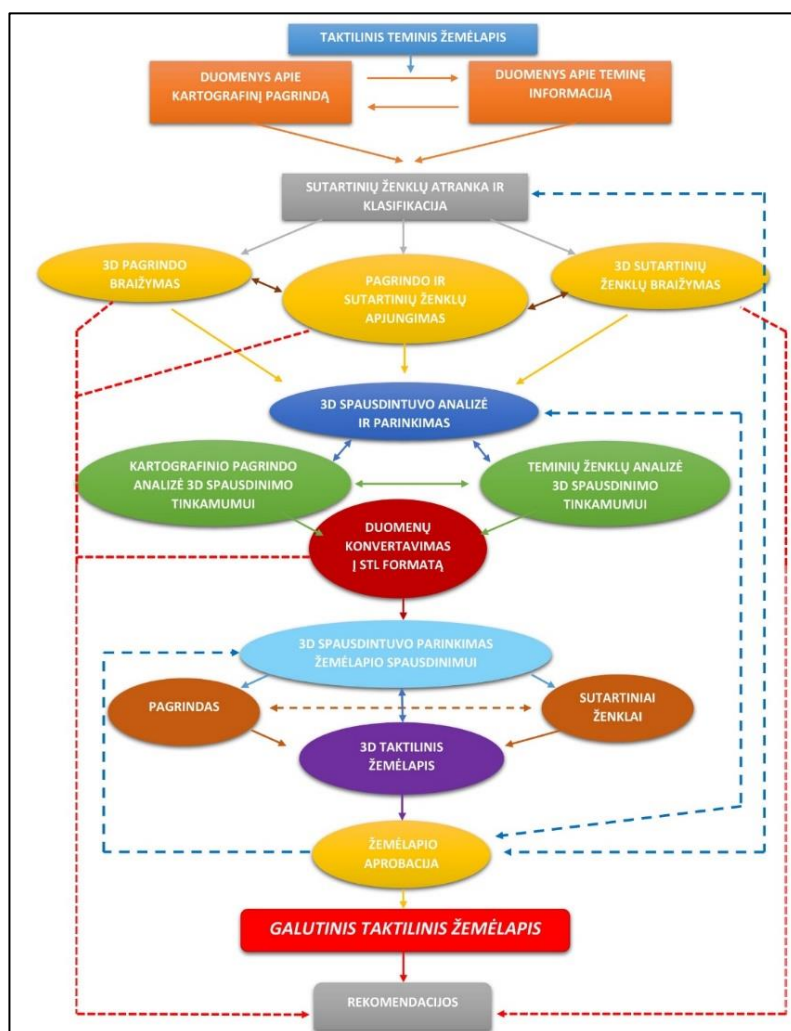
Tipas	Simbolis	Simbolizavimo būdai
Taškiniai ženklai		Vienas taškinis simbolis visiems taškams (miestai, ligoninės ir pan.); kokybiniai taškiniai simboliai (turizmo paslaugos, lankomi objektai ir pan.); kiekybiniai taškiniai simboliai (proporciniai ir graduoti simboliai) (gyvenamosios vietos ir pan.).

<p>Linijiniai ženklai</p>		<p>Vienintelis linijinis ženklas (keliai, upės, gatvės ir pan.); kokybiniai linijiniai ženklai (vienguba linija - apskričių ribos, dviguba linija - valstybių sienos ir pan.); kiekybiniai linijiniai ženklai (eismo intensyvumas ir pan.); srauto linijiniai ženklai, rodyklių simboliai (vaizduoja ryšius tarp taškų).</p>
<p>Arealų ženklai</p>		<p>Vienas simbolis visiems arealams (apskritys, rajonai); kokybiniai arealų simboliai (žemės naudmenos, miškų tipai ir pan.).</p>

2. TYRIMO METODIKA

Šio magistro darbo metodiką galima išreikšti struktūrine schema (7 pav.). Nurodyti visi darbo etapai, kurių buvo laikomasi siekiant atlikti išsikeltus uždavinius. Tyrimo metu sukurtas teminis žemėlapis ir išanalizuota teminė informacija. Pagrindinis dėmesys yra skiriamas teminių ženklų suvokiamumui įvertinti ir sukurti metodiką, kuri leistų taktilinius žemėlapius tiražuoti 3D spausdintuvais. Sukūrus sutartinių ženklų grupę, pagal analizės metu sudarytą ženklų klasifikaciją, jie yra pateikiami aprobacijai. Tik aprobavus galima kurti bendrą taktilinio žemėlapio vaizdą. Įvertinus suvokiamumą grįžtama prie ženklų tobulinimo tol, kol ženklai taps suvokiami. Iš aprobuotų ženklų yra sukurtas botaninių taktilinių ženklų rinkinys „Kaktusų paplitimas Pietų Amerikoje“. Taktilinių žemėlapinių bei sutartinių ženklų kūrimui yra parengtos rekomendacijos atsižvelgiant į spausdinimo metodiką bei gautus vertinimo rezultatus.

Taktiliniam ženklų kūrimui pasirinkta naudoti AutoCAD kompiuterinė programa, nes ji tinka geometrinių ženklų kūrimui ir gali parengti brėžinius trimačiam spausdinimui. Darbo eigoje minimos objektų kūrimui naudotos komandos ir pateiktos šalia kūriamų objektų, tačiau rekomendacijose nebus konkretizuojama kaip kurti sutartinius ženklus.



7 pav. Taktilinio žemėlapio sudarymo metodika (Autorė: R.Udraitė).

2.1. Duomenų atranka teminio taktilinio žemėlapiu sudarymui


Kadangi kuriamas žemėlapis bus orientuotas ne tik į akluosius, bet ir silpnaregius bei reginčiuosius, tam svarbu pasirinkti visiems suvokiamą informaciją, kad žemėlapis nebūtų perkrautas ar tuščias. Teminė bei kartografinė informacija taktiliniame žemėlapyje svarbu pateikti aiškiai ir suprantamai, tam bus generalizuojama visa perteklinė informacija.





Teminė informacija

Norint sukurti taktilinių sutartinių ženklų sistemą, kuri skirta botaninių reiškinių paplitimui kartografuoti, tam buvo pasirinkta vaizduoti kaktusų paplitimas pasaulyje. Ši informacija yra reikalinga VU Kairėnų botanikos sodui. Sodas taktilinį žemėlapi panaudos ekspozicijai šiltnamyje, kuriame yra auginamos skirtingos kaktusų rūšys. Siekiant surinkti tinkamus duomenis apie kaktusus, jų kilmę ir buveines, sodo darbuotojai rekomendavo internetines svetaines, kuriose talpinama informacija apie kaktusus: „Kaktusų enciklopedija“ (angl. *The encyclopedia of cacti*) ir „Sukulentų pasaulis“ (angl. *World of Succulents*). Kadangi visame pasaulyje yra daugiau kaip 17000 skirtingų kaktusų rūšių, o taktiliniame žemėlapyje juos visus pavaizduoti yra neįmanoma, todėl pirminei aprobacijai pasirinktas tik Pietų Amerikos žemynas su jam būdingomis kaktusų rūšimis. Kaktusų duomenys apie buveines pateikiami labai įvairiai – pagal valstybes, miestus, o kai kurių rūšių kilmė ir buveinė nurodoma žemynais, kas yra labai netikslu. Tačiau nors ir apimtis yra sumažinta iki Pietų Amerikos, tačiau kaktusų paplitimo skaičius vis dar yra per didelis, kad būtų pavaizduotas viename taktiliniame žemėlapyje, todėl nuspręsta vaizduoti tik penkios kaktusų rūšys (2 lentelė).

Dauguma paminėtų kaktusų rūšių prisitaikiusios augti tokioje aplinkoje, kurioje krituliai iškrinta nereguliariai – dykumose, pusdykumėse, sausosiose stepėse, išskyrus „*Dygliuotoji pereskija*“, kuri auga drėgnuose miškuose. Kitos keturios rūšys lengviau prisitaiko ir klesti sausringomis sąlygomis augindamos vaisius, kuriais minta ne tik gyvūnai (rudieji staugūnai, kapuciniai), bet ir vietiniams gyventojams laikomi delikatesu. Todėl žemėlapyje pavaizduoti atrinktos tos rūšys, kurių duomenys apie buveines yra pateiktos tikslios ir aiškios.

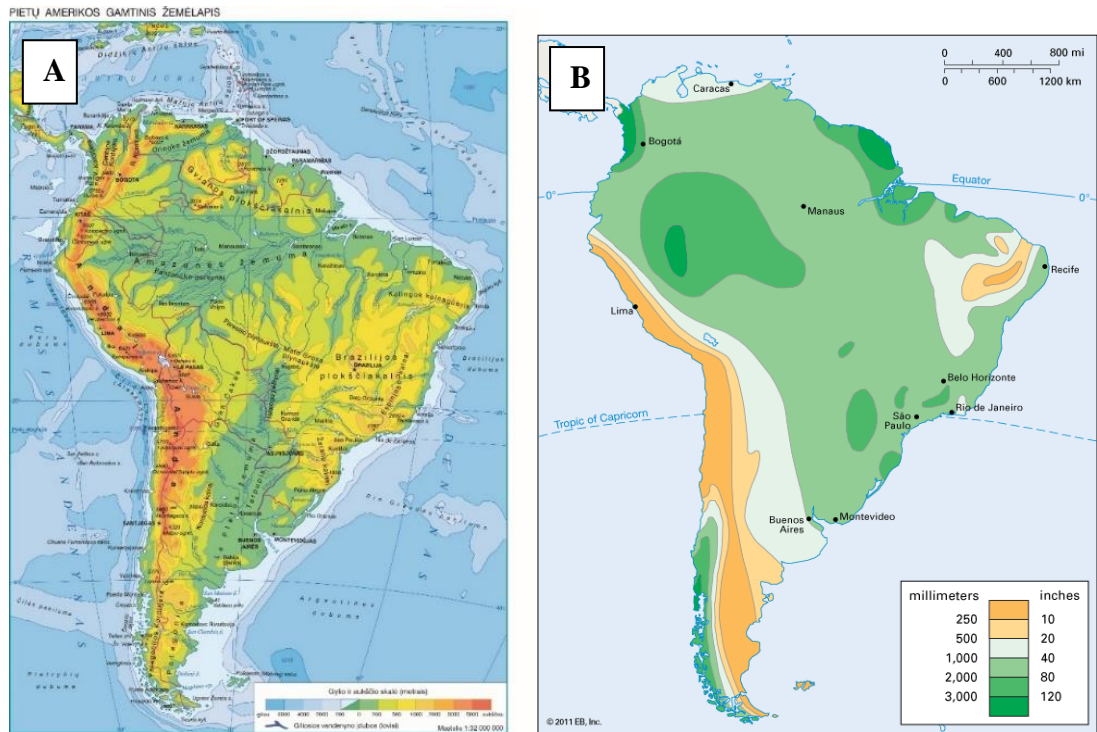
2 lentelė. Kaktusų rūšys Pietų Amerikoje (*The encyclopedia of cacti, World of succulents*).

Pavadinimas	Nuotrauka	Kilmė ir buveinė
Dygliuotoji pereskija (Pereskia aculeata)	 (www.b4fn.org)	Brazilija (Maranjanas, Pernambukas, Alaguasas, Seržipė, Bajja, Minas Žeraisas, Seara ir Espirito Santas); Rytinis Paragvajus; Rytinė Argentina (Boneras, Sint Eustatijus ir Saba); Venesuela (Miranda, Karabobas, Federal Distrito, Falkonas, Sulija, Tačyra ir Bolivaras); Prancūzijos Gviana; Gajana; Surinamas; Panama; Centrinė Amerika; Karibai (Kuba, Kiurasao, Dominikos Respublika, Dominika, Haitis, Mažieji Antilai ir Trinidadas ir Tobagas, Šv. Martyno sala; Sint Martenas (Nyderlandų karlystės dalis). Taip šio kaktuso rūšių aptikta Floridoje, JAV ir Meksikoje.

<p>Figavaisė opuncija (<i>Opuntia ficus - indica</i>)</p>	 <p>(www.greensouq.ae)</p>	<p>Meksika (Hidalgas, Santjago de Keretas, San Luis Potosis ir Gvanachuatas), Madagaskaras, Indija, Afrika, Kitas, La Pasas, Pietų Amerika (Pukalpa, Puerto Asisas, Medeljinas, Corani, Huarasas).</p>
<p>Puošnusis žvaigždinas (<i>Astrophytum ornatum</i>)</p>	 <p>(www.123rf.com)</p>	<p>Meksika, Centrinė Amerika, JAV, Afrika, Azija, Pietų Europa, Pietų Amerika (Kujaba, Tefė).</p>
<p>Stačioji opuncija (<i>Opuntia stricta</i>)</p>	 <p>(www.worldofsucculents.com)</p>	<p>Meksika, Kuba, Brazilija, Peru, Ekvadoras, Urugvajus, Viduržemio jūros regionas, Raudonosios jūros regionas, Pietų Afrika, Australija.</p>
<p>Stambiavaisė opuncija (<i>Opuntia engelmannii</i>)</p>	 <p>(www.wikipedia.org)</p>	<p>Teksasas (Čisoso kalnai), Kanada, Naujoji Meksika (Didžiojo Vingio nacionalinis parkas), Arizona, Peru, Čilė, Argentina.</p>

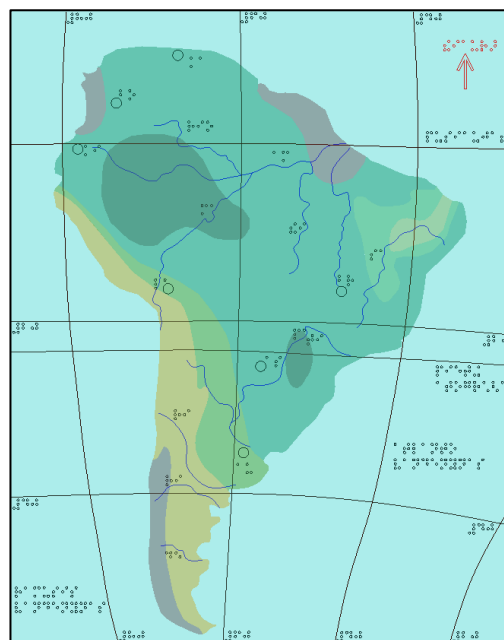
Kartografinis pagrindas

Taktilinio žemėlapiui kartografiniam pagrindui pasirinkti du žemėlapiai: kartografijos ir geoinformatikos katedros Pietų Amerikos gamtinis žemėlapis ir vidutinis kritulių kiekis Pietų Amerikoje (8 pav.). Tačiau šiuose žemėlapiuose yra daug perteklinės informacijos, kuri yra suvokiama tik regintiesiems.



8 pav. Žemėlapiai parinkti taktilinio žemėlapiro kartografiniam pagrindui: A - Pietų Amerikos gamtinis žemėlapis (*kartografijos ir geoinformatikos katedra*); B- vidutinis kritulių kiekis Pietų Amerikoje (*www.kids.britannica.com*).

Todėl kuriant taktilinį žemėlapį šią informaciją būtina generalizuoti. Iš gamtinio žemėlapiro paliekami tik didžiausi miestai, pagrindiniai užrašai, koordinacių tinklelis, pagrindinės upės. Iš antrojo žemėlapiro paliekamos tik klimato juostos ir keturios kritulių zonos, įtakančios kaktusų augimvietes. Pagrindiniai užrašai Brailio raštu bus trumpinami, kadangi kai kurie užrašai yra per ilgi ir žemėlapyje nesutalpinami (9 pav.).



9 pav. Generalizuotas taktilinio žemėlapiro kartografinis pagrindas (*Autorė: R.Udraitė*).

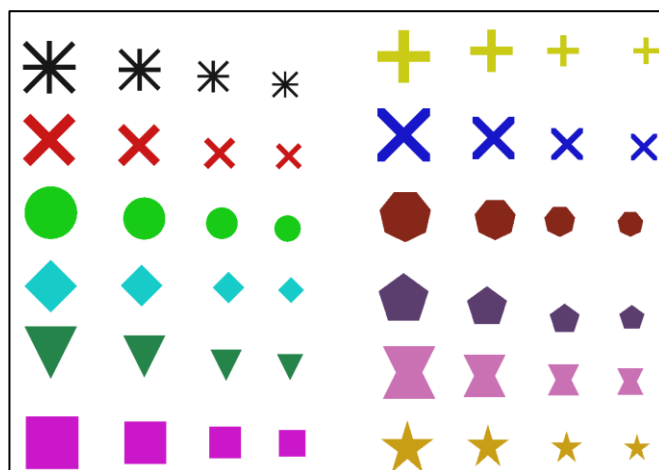
2.2. Sutartinių ženklų parinkimas

Apžvelgus literatūrą bei anksčiau atliktus tyrimus, susijusius su taktiliniuose žemėlapiuose naudojamais sutartiniais ženklais, buvo sukurta taktilinių sutartinių ženklų sistema skirta botaninių reiškinių kartografavimui- 12 geometrinių ir 5 realistiniai ženklai; hidrogafijai, klimato juostoms bei koordinacių tinkleliui- 14 linijinių ir kritulių kiekio zonoms bei reljefui pažymėti- 11 arealų (plotinių) ženklų.

Geometriniai ženklai

Reginčiųjų žemėlapiuose dažniausiai geometriniais ženklais įprasta vaizduoti taškinis objektus (pastatus, bokštus, ligonines, parkus, parduotuves, restoranus ir pan). Tačiau po aprobacijos šie ženklai bus naudojami žymėti septynis didžiausius Pietų Amerikos miestus bei dalis ženklų bus atrinkta vaizduoti botaninius reiškinius. Su naudojama programine įranga dažniausiai yra kuriami inžineriniai brėžiniai, tad su juo labai patogiu kurti pasirinktus geometrinius ženklus. Kadangi reginčiųjų žemėlapiuose dažniausiai miestus linę žymėti proporciniais apskritimais, tai šiuo atveju bus pateikti keturių skirtingų dydžių simboliai. Atsižvelgiant į kaktusų formas bus pritaikyta geometrinės figūros, kurios maždaug atitiks vaizduojamo objekto (kaktuso) išvaizdą. Kuriant taktilinius sutartinius ženklus tikslinga atsižvelgti ne tik į figūros formą ir orientaciją, bet ir spalvą, nes jie bus naudojami ir silpnaregiams. Kokybinių ženklų dydžiai rekomenduojama naudoti vienodi, kadangi skirtingi dydžiai simbolizuoja verčių ar kiekio skirtumus. Todėl šiuos simbolius reikia pasirinkti kruopščiai, atsižvelgiant į auditoriją, kuriai yra kuriamas žemėlapis. Šiame žemėlapyje bus pateikta penki kokybiniai ženklai, vaizduojantys šias kaktusų rūšis: 1) „*Dygliuotoji pereskija*“ (2 lentelė). Ši kaktuso rūšis turi apvalius vaisius su spygliukais, todėl bus naudojamas penkiakampis ir septynkampis, kurių kampais norima perteikti išsikišusius spygliukus. 2) „*Puošnusis žvaigždinas*“ (2 lentelė). Pagal pavadinimą asocijuojasi su žvaigždėmis, tam sukurta žvaigždės figūra. 3) „*Figavaisė opuncija*“ (2 lentelė). Šios opuncijos auselės labai plačios ir augina valgomus vaisius. Norint perteikti kaktuso suvokimą, buvo sukurta smėlio laikrodžio figūra. 4) „*Stačioji opuncija*“ (2 lentelė). Ši opuncija labai panaši į ketvirtą ir penktą, todėl gali būti, kad šio kaktuso simbolis neatitiks realaus vaizdo. 5) „*Stambiavaisė opuncija*“ (2 lentelė). Šiai figūrai yra sukurti keturi simboliai (snaigė, du pasukti kryžiukai ir pliusas).

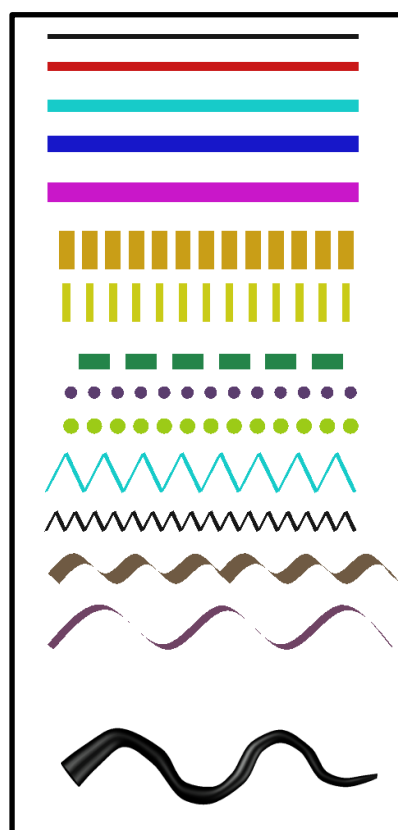
Aprobacijai bus pateikta 12 skirtingų geometrinių ženklų (10 pav.).



10 pav. Geometriniai ženklai (Autorė: R.Udraitė).

Linijiniai ženklai

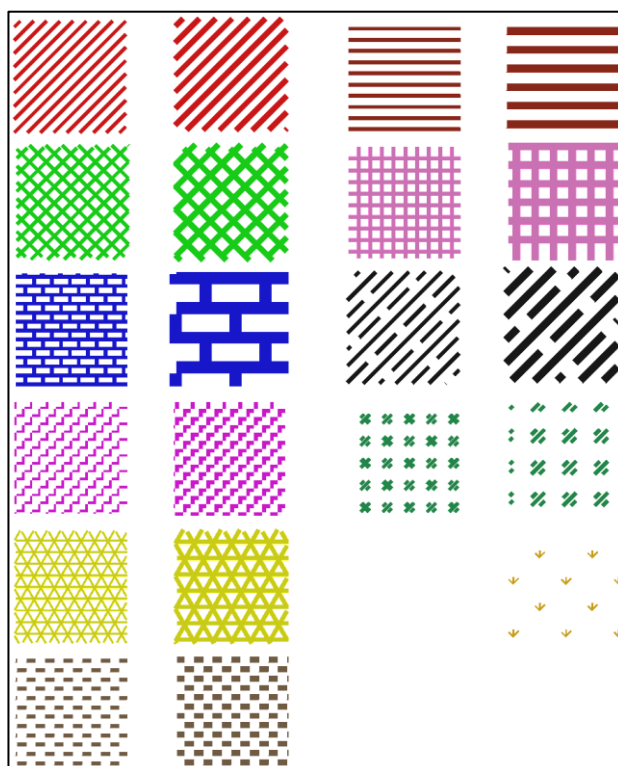
Aprobacijai pateikta 15 skirtingų storių ir aukščių linijos, kurios žemėlapyje vaizduos hidrografiją, administracines ribas, koordinacių tinklą ir klimato juostas (11 pav.). Visos teminio žemėlapijo linijos skirsis savo stiliumi ir storiu. Kadangi reginčiųjų žemėlapiuose upės tradiciškai žymimos platėjančios, todėl aprobacijai bus pateikta storėjanti linija, kad atskirti kur yra žiotys, o kur ištakos. Administracinėms riboms, klimato juostoms ir koordinacių tinklui vaizduoti bus pateikiamos skirtingo stiliaus punktyrinės linijos, kadangi ištisine linija bus žymimos upės.



11 pav. Linijiniai ženklai (Autorė: R.Udraitė).

Arealų ženklai

Arealų metodas taikomas tuomet, kai norime pavaizduoti norimo reiškinio paplitimo sritis. Pagal pasiskirstymo pobūdį reiškinys gali būti ištisinis arba nutrūkstantis. Todėl įvairiais arealų užpildais bus žymimas vidutinis kritulių kiekis Pietų Amerikoje, kad būtų galima pavaizduoti apytikslį kritulių kiekį. Tam reikia keturių skirtingų brūkšniavimo būdų. Taip pat gali reikėti vaizduoti reljefą, kuriam reikės reikės penkių brūkšniavimo stilių. Todėl aprobacijai pateikiami 21 skirtingo storio ir stiliaus plotiniai ženklai (12 pav.).



12 pav. Arealų ženklai (Autorė: R.Udraitė).

3D realistiniai kaktusų ženklai

Kadangi šiame žemėlapyje bus pateiktos tik penkios kaktusų rūšys, todėl aprobacijai bus kuriami 3D realistiniai ženklai. Iki 3D spausdinimo technologijos atsiradimo tokio realistinių ženklų tyrimo dar nebuvo atlikta. Tačiau svarbu paminėti, kad ne visos kaktusų formos atitiks realią kaktusų išvaizdą, kadangi trys (pvz. „*Stambiavaisė opuncija*“, „*Figavaisė opuncija*“ ir „*Stačioji opuncija*“) kaktusų rūšys yra labai panašios tarpusavyje (2 lentelė).

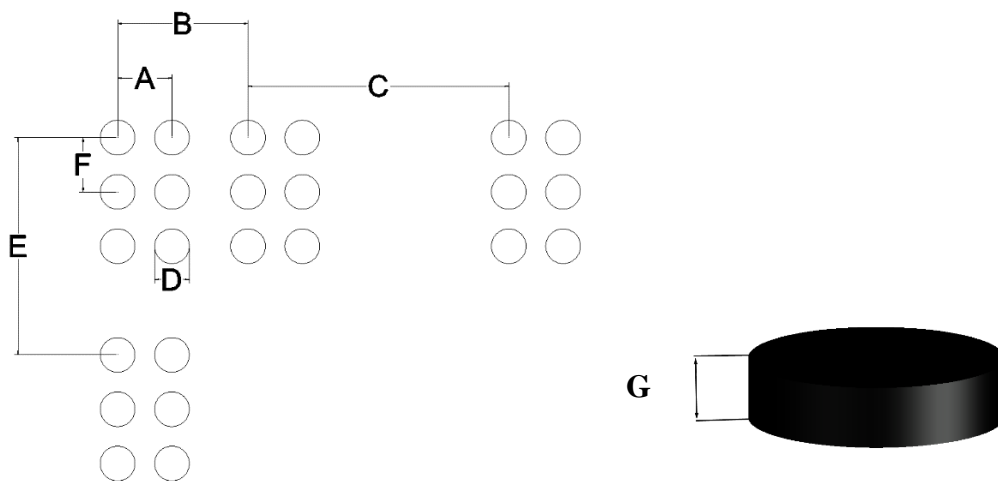
Aprobacijai bus pateikti penki 3D realistiniai kaktusų ženklai.

Žemėlapiu užrašai

Žemėlapiu užrašams bus naudojamas Brailio raštas, kad aklieji gebėtų atskirti taktiliniame žemėlapyje pateiktą informaciją. Tačiau prieš spausdinant Brailio raštą svarbu išlaikyti pagrindinius parametrus (13 pav.). Todėl aprobacijai Brailio raštas bus pateiktas įvairaus dydžio, kad aklieji galėtų įvertinti, koks gali būti minimalus ir maksimalus Brailio rašto taško aukštis,

skersmuo, koks turi būti atstumas tarp dviejų taškų, koku atstumu pradėti rašyti naujoje eilutėje ir pan.

Kadangi silpnaregiams Brailio raštas bus nesuvokiamas, todėl jiems visi užrašai bus pateikti papildomu tekstu, kurie bus priklijuojami juostelėmis prie taktilinio žemėlapiu.



13 pav. Brailio rašto pagindiniai parametrai: **A** – horizontalus atstumas tarp taškų; **B**– horizontalus atstumas tarp elementų; **C** – atstumas tarp žodžių; **D** – taško skersmuo; **E** – atstumas tarp eilučių; **F** – vertikalus atstumas tarp dviejų taškų centrų; **G** – taško aukštis (*Autorė: R.Udraitė*).

2.3. 3D spausdintuvo pasirinkimas

Priklausomai nuo taikomos technologijos, kuriančios objektus, pasižyminčius fizikinėmis – mechaninėmis savybėmis, labai svarbu žinoti egzistuojančias spausdinimo technologijas bei jų taikymo galimybes bei trūkumus. Norint tinkamai pasirinkti 3D spausdintuvą, reikia atkreipti dėmesį į: 1) šiuo metu naudojamas spausdinimo technologijas; 2) spausdintuvų mechanines (technines) savybes; 3) spausdinamų objektų galimybes ir tikslumą spausdinant įvairius 3D objektus; 4) spausdinimo kaštus. Tam atliktas 3D spausdinimo technologijų palyginimas (privalumai, trūkumai, naudojamos medžiagos), kurio rezultatai pateikti 3 lentelėje.

Šiuo metu yra dažniausiai taikomos devynios spausdinimo technologijos. Kiekvienas metodas siūlo skirtingas medžiagas iš kurių yra spausdinami 3D objektai. Vieni naudoja miltelius, polimerą, o kitos kompanijos siūlo popierių, kaip statybinę medžiagą, gaminant patvarų prototipą. Spausdinant su BJ (rišamosios medžiagos išpurškimo) technologija galima pagaminti didelių gabaritų objektus, galima naudoti įvairias spalvas, tačiau lyginant su SLM (selektyvus lydymas lazeriu) ir DMLS (tiesioginis metalo kietinimas lazeriu), šios technologijos mechaninės savybės yra prastesnės, o ir objektai nėra tikslūs. FDM (lydyto nusėdimo modeliavimo) technologija pasižymi greitu atspausdinimu ir lygiu bei tvirtu atspausdintų objektų paviršiumi, tačiau SLA

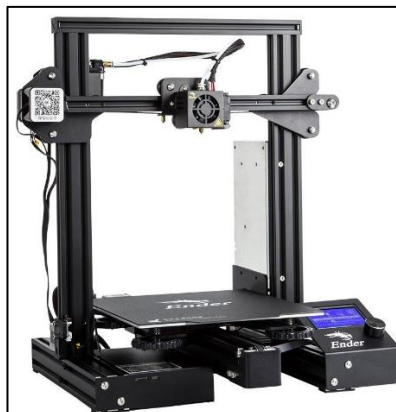
(stereolitografijos) ir DLP (skaitmeninis šviesos apdorojimo) technologijos objektai yra tikslesni ir daugiau atsparūs mechaninei apkrovai. SLS (selektyvaus polimerų sukepinimo lazeriu) technologijos tipas kuria sudėtingus objektus, kuriems nereikia palaikymo struktūrų. SLS objektų savikaina didesnė nei FDM. Šios savybės įtakoja spausdinimo technologijos pasirinkimą, kuris priklauso nuo objekto dizaino, paskirties, jo eksploataavimo sąlygų.

3 lentelė. 3D spausdinimo technologijų palyginimas.

Spausdinimo technologija	Privalumai	Trūkumai	Naudojamos medžiagos
BJ	<ul style="list-style-type: none"> galima gaminti didelio tūrio objektus, geros objektų mechaninės savybės, galima sukurti spalvotus modelius plačiai naudojamus medicinoje, ypač anatomijos konstrukcijas, brangios medžiagos. 	<ul style="list-style-type: none"> pagaminti objektai nėra tikslūs, ribotas medžiagų pasirinkimas, mechaninės savybės, blogesnės už DMSL/SLM. 	Metalo milteliai: nerūdijančio plieno, bronzos
DMLS SLM EBM	<ul style="list-style-type: none"> objektai pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis ir yra patvarūs, galima gaminti sudėtingos geometrijos objektus. 	<ul style="list-style-type: none"> galima gaminti palyginti nedidelius objektus. brangi spausdinimo technologija. 	Metalo milteliai: aliuminis, nerūdijantis plienas, titanas ir kt.
FDM	<ul style="list-style-type: none"> greitai atspausdina, gaunamas lygus ir tvirtas paviršius, galima naudoti spalvotas medžiagas, nebrangios medžiagos. 	<ul style="list-style-type: none"> lyginant su SLA/ DLP, objektai yra mažesnio tikslumo, mažiau atsparūs mechaninėms apkrovoms. 	Termoplastas
MJ	<ul style="list-style-type: none"> lygus paviršius, galima spausdinti kelių spalvų objektus. 	<ul style="list-style-type: none"> pagaminti objektai trapūs, netinkami esant mechaninėms apkrovoms, didesnės išlaidos nei SLA / DLP. 	Fotopolimerų derva
SLA DLP	<ul style="list-style-type: none"> gaunamas lygus paviršius, tikslus, galima spausdinti smulkius objektus su smulkiais elementais. 	<ul style="list-style-type: none"> objektai jautrūs UV šviesai, dervos yra brangios ir toksiškos, pagaminti objektai yra trapūs. 	Fotopolimerų derva
SLS	<ul style="list-style-type: none"> geros objektų mechaninės savybės, spausdinant nereikia palaikymo struktūrų, todėl lengva sukurti sudėtingas objektų geometrijas. 	<ul style="list-style-type: none"> ilgas spausdinimo laikas, didesnės išlaidos nei FDM. 	Metalo milteliai, poliamidas, polipropilenas, nailonas

Iš atlikto spausdinimo technologijų palyginimo tyrimo galima teigti, kad šiuo metu optimaliausia taktilinių žemėlapių spausdinimo technologija yra FDM. Todėl nuspręsta naudoti „Creality Ender 3d Pro“ spausdintuvą (14 pav.). Šis spausdintuvas gali spausdinti naudodamas įvairių spalvų užpildus, kas labai svarbu rengiant spalvotą taktilinį žemėlapių silpnaregiams. Visi atspausdinami daiktai yra tvirti ir tikslūs (0,1 tikslumas). „Creality Ender 3 Pro“ turi šildomą darbatalį, o tai padeda prisitvirtinti pirmiems plastiko sluoksniams ir jie neišsikraipo per greitai

atvėsdami. Esminis šio spausdintuvo trūkumas, kad jo darbinė erdvė nėra didelė. Jos išmatavimai tėra 220 x 220 x 250 mm. Tai reiškia, kad labai didelių detalių taktiliniam žemėlapiui atspausdinti nepavyks.



14 pav. „Creality Ender 3d Pro“ spausdintuvas (www.creality3d.shop).

3. TYRIMO REZULTATAI

Žemėlapiu pasirinktos temos taktilinio žemėlapiu kūrimas vykdytas keliais etapais:

- 1) sukuriamas sutartinių ženklų 2D modelis;
- 2) jo pagrindu kuriamas ženklo 3D modelis;
- 3) paruošiama spausdinimui 3D spausdintuvais;
- 4) aprobuojama sutartiniai ženklai;
- 5) atrenkama optimaliausi ženklai;
- 6) kuriamas taktilinis žemėlapis;
- 7) aprobuojamas taktilinis žemėlapis.

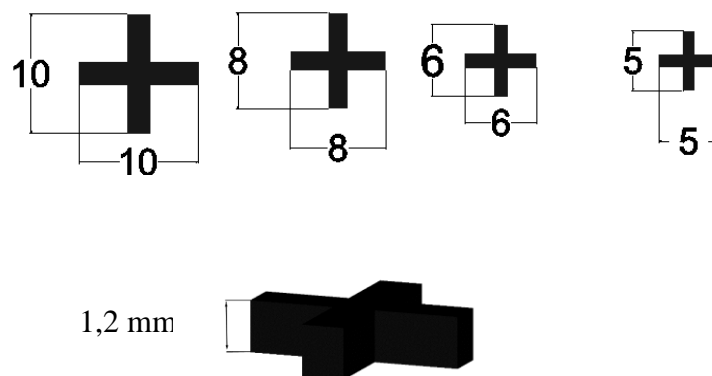
3.1. Sutartinių ženklų kūrimas

Geometriniai ženklai

Pritaikius 4 lentelėje pateiktas komandas buvo sukurtas 12 geometrinių ženklų rinkinys. Visi šie ženklai pateikiami skirtingo pločio ir ilgio– 10 mm, 8 mm, 6 mm ir 5 mm, tačiau vienodo aukščio– 1,2 mm (15 pav.), kadangi pagal ankstesnius šaltinius toks dydis yra tinkamiausias taškinių simbolių pateikimui žemėlapiuose.

4 lentelė. Geometrinių ženklų dydžiai ir naudojamos komandos.

	Sukurtų ženklų dydžiai				Aukštis	Naudojamos AutoCAD komandos
	10,0 mm	8,0 mm	6,0 mm	5,0 mm	1,2 mm	
Simboliai						Ortho on, polyline, trim, pedit, extrude








15 pav. Geometrinių ženklų parametrai milimetrais (Autorė: R.Udraitė).

Linijiniai ženklai

Kuriant linijinius ženklus pagrindinis dėmesys buvo kraupiamas į linijų tipą, storį bei atstumus tarp atkarpų fragmentų. Svarbu paminėti, kad pagal atliktą ankstesnių tyrimų analizę braižant įvairaus storio linijas atstumas nuo linijos turi būti nuo 0,2 iki 2,1 mm. Sukurti linijiniai ženklai ir jų dydžiai pateikiami 5 lentelėje. Linijos pasirinktos įvairių storių, aukščių, kad akieji galėtų pareikšti savo nuomonę, kokį aukštį ir storį geriausia naudoti administracinėms riboms, upėms, koordinacių tinklui ar klimato juostoms vaizduoti.

5 lentelė. Linijinių ženklų dydžiai ir naudojamos komandos.

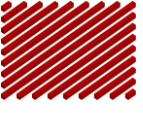
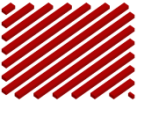
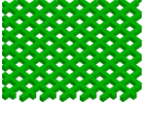


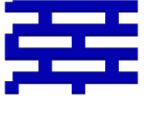
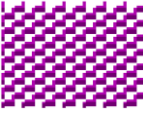
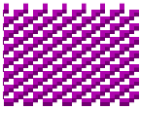
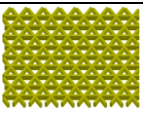
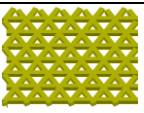
Eil. Nr.	Simbolis	Linijos storis, mm	Linijos aukštis, mm	Tarpai tarp punktyrų, mm	Naudojamos AutoCAD komandos
1		0,6	1,0	-	Polyline, spline, splineedit, explode, extrude
2		1,1	1,0	-	
3		1,6	1,0	-	
4		2,1	1,0	-	
5		2,6	1,0	-	
6		5,0	0,5	1,0	
7		5,0	0,5	2,0	
8		2,0	0,5	2,0	
9		1,6	1,0	1,4	
10		2,0	1,0	1,0	





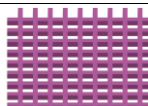
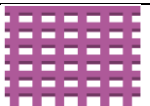
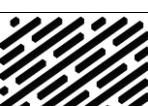
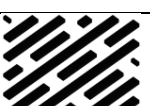



11		0,5	1,0	4,5	
12		0,5	1,0	2,0	
13		2,0	1,0	6,7	
14		1,0	1,5	13,0	
15		1,0-3,0	1,5	-	

Arealų ženklai

Visus arealų ženklus būtina išskaidyti į sudedamąsias dalis ir tik tada kurti trimatį ženklą. Kuriant arealų ženklus yra sudėtinga nustatyti tikslus atstumus tarp linijų, todėl 6 lentelėje pateikti dydžiai bus vienos dešimtosios tikslumu. Tačiau svarbu paminėti, kad tai nėra problema, nes darbai aprobuoti yra tikslinga pasirinkti skirtingus atstumus, siekiant įvertinti, kokie dydžiai yra geriausiai atskiriami. Arealų užpildams aukštis naudojamas vienodas- 0,7 mm, kadangi pagal ankstesnių tyrimų analizę tai yra tinkamiausias ir geriausiai suvokiamas aukštis.

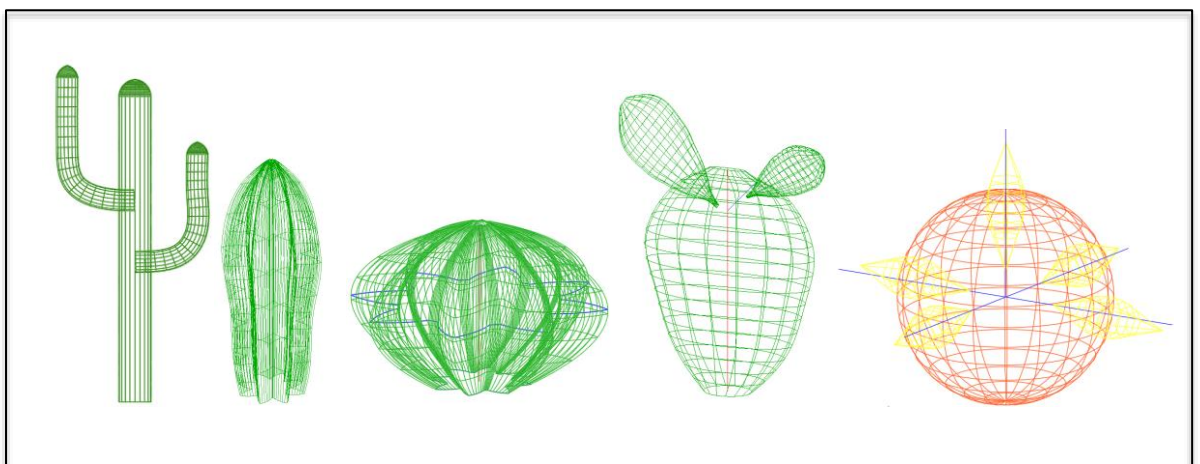
6 lentelė. Plotinių ženklų dydžiai ir naudojamos komandos.

Eil. Nr.	Symbolis	Linijos storis, mm	Atstumai tarp linijų x ir y kryptimi, mm	Eil. Nr.	Symbolis	Linijos storis, mm	Atstumai tarp linijų x ir y kryptimi, mm	Naudojamos AutoCAD komandos
1		1,0	1,5	12		1,5	1,6	Hatch, explode, extrude
2		1,0	2,1	13		1,5	2,8	
3		1,0	1,6-3,8	14		3,2	4,7-12,7	
4		0,6	2,3	15		1,0	1,5	
5		0,5	3,0	16		1,1	3,7	

6		1,0	2,5	17		1,5	2,5	
7		1,0	2,0	18		2,0	3,0	
8		1,0	2,0	19		2,0	3,0	
9		1,0	2,0	20		2,0	2,3	
10		3,0	3,0	21		4,0	4,0	
11		2,0	7,0					






3D realistiniai kaktusų ženklai

Kad aklaJam ir silpnaregiui pavyktų kuo lengviau ir vaizdingiau perteikti kaktusus ir jų formas, 3D erdvinis modelis sudaromas iš 2D elementų, ir tik tada kuriamas 3D realistinis ženklas (16 pav.). Naudojantis 7 lentelėje paminėtomis komandomis buvo sukurti septynių skirtingų dydžių realistiniai ženklai, kurie buvo pateikti aprobacijai. Mažiausias ir žemiausias ženklas buvo 1 mm skersmens ir 10 mm aukščio. Aukščiausias ženklas 30 mm, o masyviausias trečias simbolis, kurio skersmuo siekia iki 17 mm.



16 pav. 3D erdvinis modelis sudarytas iš 2D elementų (Autorė: R.Udraitė).

7 lentelė. 3D realistinių ženklų dydžiai ir naudojamos komandos.

Eil. Nr.	Simbolis	Simbolio skersmuo	Simbolio aukštis	Naudojamos AutoCAD komandos
1		3 mm	30 mm	2D vaizdui: polyline, spline, circle 3D vaizdui: sphere, extrude, loft, sweep
		2 mm	20 mm	
		1 mm	10 mm	
2		5-8 mm	20 mm	
3		8- 17 mm	10 mm	
4		1 - 14 mm	25 mm	
5		2-10 mm	10 mm	

Užrašai žemėlapyje

Kuriant užrašus Brailio raštu labai svarbu išlaikyti vienodą taškų formą, proporcijas bei atstumus tarp jų. Aprobacijai pateikiami penkių skirtingų dydžių užrašai, kad būtų galima įvertinti spausdintuvo galimybes ir aklųjų pirštų jautrumą į pačius smulkiausius ar stambiausius taškelius. Brailio rašto parametrai pateikiami *8 lentelėje*.

8 lentelė. Brailio rašto parametrai skirtingais dydžiais.

Parametras	Žymėjimas	Brailio rašto parametų dydžiai, mm				
		5,3	4,2	3,2	2,5	2,1
Horizontalus atstumas tarp taškų centrų	A					
Horizontalus atstumas tarp elementų (raidžių)	B	12,0	9,6	7,2	6,0	4,8

Atstumas tarp žodžių	C	15,0	10,0	12,0	12,0	9,0
Taško skersmuo	D	3,0	2,4	1,8	1,6	1,2
Atstumas tarp eilučių	E	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Vertikalus tarpas tarp dviejų taškų centrų	F	5,3	4,2	3,2	2,5	2,1
Taško aukštis	G	0,8	0,7	0,6	0,2	0,1

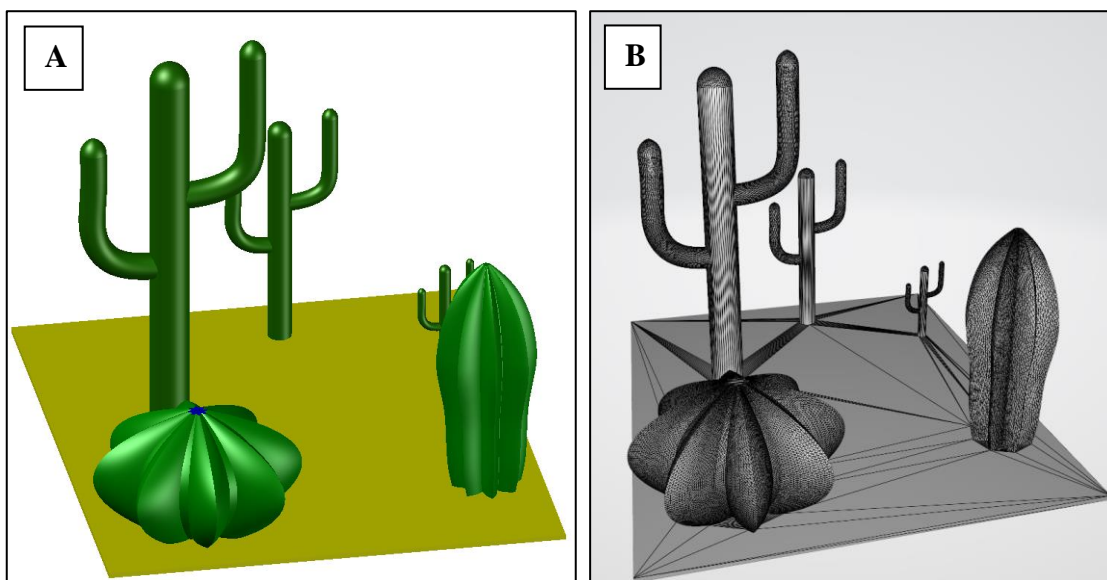
3.2. Duomenų konvertavimas į STL failą

Vienas iš svarbiausių etapų parengiant žemėlapij spausdinimui yra 3D modelio konvertavimas į STL („stereolitografijos“ santrumpa) formatą. STL failas apibūdina neapdorotą nestruktūrizuotą trikampio paviršių pagal normalųjį vienetą ir trikampių viršūnes, naudojant trimatę Dekarto (anlg. *Cartesian*) koordinacių sistemą.

Šis etapas bus aprašomas plačiau tam, kad erdvinius modelius, kurie sukuriami su AutoCAD ir kitomis CAD programomis būtų galima parengti spausdinimui su 3D spausdintuvais. Nes esant bent vienam neteisingam 3D objektui brėžinyje, jo konvertuoti spausdinimui nepavyks. Taigi, šio etapo metu kartografinis pagrindas bei teminė informacija, kuri perbraižyta į 3D objektus yra konvertuojama į STL formatą, paruošiama spausdinimui su „Creality Ender 3D Pro“ spausdintuvu (17 pav.). Žemiau yra išvardinti žingsniai, kaip tai atlikti:

1. Patikrinti ar visi objektai yra 3D ir ar turi XYZ teigiamas vertes.
2. Nustatyti spausdinimo tikslumą (komanda „Facetres“). Nustatoma rezoliucijos vertė nuo 1 iki 10 (1 žemai rezoliucijai, o 10 aukštai rezoliucijai).
3. Nurodyti spausdinamą 3D objektą (komanda „Stlout“).

Jei viskas atlikta teisingai, sukuriama dvejetainė byla STL formatu, kuri yra perduodama į 3D spausdintuvą.



17 pav. 3D modelio konvertavimas į STL formatą: **A-** 3D objektas AutoCAD programinėje įrangoje; **B-** konvertuotas STL formatas (Autorė: R.Udraitė).

3.3. 3D spausdinimas ir aprobacija

Nors ir sparčiai vystosi kompiuterinės technologijos, o ir 3D spausdinimas nebėra naujovė, tačiau trūksta metodikos, kaip parengti taktilinius žemėlapius su 3D spausdintuvu. Todėl kuriant sutartinius ženklus ir žemėlapius reikalinga atlikti aprobacija su aklaisiais ir silpnaregiais. Aprobacijoje dalyvavo skirtingo amžiaus ir išsilavinimo žmonės.

Sudarytus ir atspausdintus sutartinius ženklus pasirinkta aprobuoti su Lietuvos aklųjų ir silpnaregių sąjungos nariai iš Utenos. Šiuo metu Utenos aklųjų ir silpnaregių draugiją vienija 63 žmonės, tačiau aprobacijoje savanoriškai sutiko dalyvauti tik 2 aklieji ir 2 silpnai matantys. Apklausoje dalydavo 19 m. mergina, kuri gimė jau turėdama aklumą. Kitas respondentas – 59 m. vyras, regėjimą praradęs būdamas 40 m. tarnaudamas armijoje. Kitos apklausos metu dalyvavo du silpnaregiai – 32 m. mergina ir 35 m. vaikas, kurie mato tik 20 % nuo tikrojo regėjimo.

Sutartinių ženklų aprobacija buvo atlikta su kiekvienu atskirai. Tyrimo metu buvo siekiama išsiaiškinti, kaip gerai aklaasis suvokia informaciją lyta ir ar geba perskaityti užrašus skirtingais dydžiais. Taip pat didelis dėmesys skiriamas silpnai matantiems, kurie objektus linkę matyti didesnius ir ryškesnius nei įprastai mato regintysis. Aprobacijai buvo pateikta įvertinti:

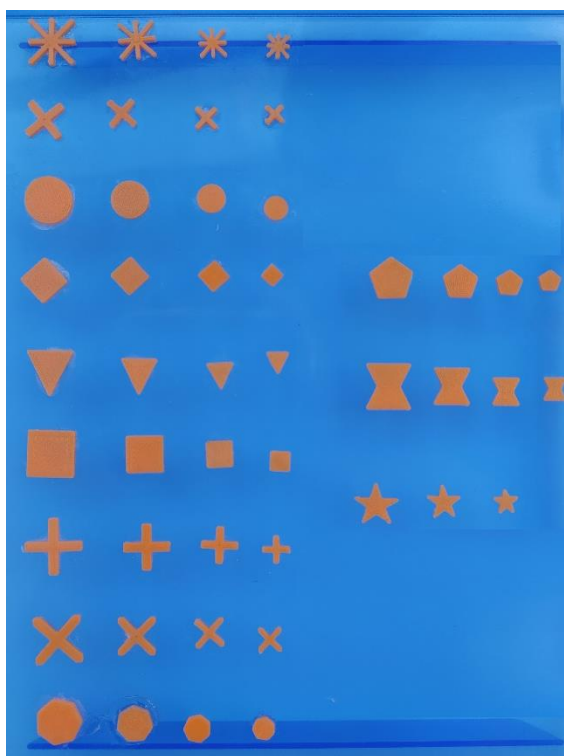
- 12 geometrinių ženklų;
- 15 linijinių ženklų;
- 21 arealų ženklų;
- Žemėlapiu užrašai Brailio raštu;
- penki 3D realistiniai kaktusų ženklai.

Vertinimas buvo atliktas keturių balų sistemoje: 0– visai nesuvokiamas, 1– sunkiai suvokiamas, 2– gerai suvokiamas, 3- labai gerai suvokiamas. Aprobacijos rezultatai pateikti 9- 12 lentelėse. Pagal šios aprobacijos rezultatus bus atrenkami ženklai, kurie bus naudojami teminei informacijai vaizduoti.

Atsižvelgus į skirtingus silpnaregių bei aklųjų poreikius ženkluoms, vertinimai pateikiami atskirai.

Geometriniai ženklai

Geometrinius ženklus, siekiant sutaupyti medžiagas ir laiką, buvo nuspręsta atspausdinti kiekvieną atskirai ir rankiniu būdu užklijuoti ant laisvai pasirinkto atskiro (20 pav.). 3D pausdintuvas geometrinius ženklus atspausdino lygius ir tikslius, todėl problemų spausdinant neiškilo. Šiems 48- iems ženkluoms atspausdinti reikėjo 1 val. Jeigu būtų spausdinama su 1 mm storio pagrindu, tai spausdinimas būtų užtrukęs iki 4val.



20 pav. Geometriniai ženklai pateikti aprobacijai (Autorė: R.Udraitė).

Aprobacijos rezultatai pateikti 9 lentelėje. Aprobacijos metu išskirtos aklųjų bei silpnaregių išvados: 1) nenaudoti panašių taškinių ženklų viename žemėlapyje (1,2,3 ir 7 simbolių); 2) vengti labai smulkių ženklų, kadangi lengviau suprantami vidutinio dydžio simboliai, kurių dydis ne mažesnis 8 mm.





Akliesiems buvo painiojami 4 ir 8 simboliai, kadangi pirštai nejaučia septynkampio visų kampų. Lengviausiai ir greičiausiai atpažįstamos formos- apskritimas, kvadratas, trikampis, pliusas ir žvaigždė.

Reziumuojant įvertinimus, aiškiai išsiskiria aklių ir silpnaregių suvokiamos ženklų grupės (9 lentelė): 1) silpnaregiams geriausiai įžiūrimi yra 10 mm ir 8 mm dydžio simboliai; 2) akliems geriausiai suvokiami 10 mm ir 8 mm ženklai, tačiau yra ženklų, kuriuos suvokia geriau 6 mm ir 5 mm (pvz. 4, 6, 10, 12 ženklai).

Atsižvelgiant į abi apklaustųjų grupes yra ieškomas kompromisas, kuris būtų tiek akliems, tiek silpnaregiams. Todėl bus atsisakoma tik 8 simbolio. Kiti visi simboliai yra tinkami ir suvokiami. Žemėlapyje bus naudojami didesni nei 6 mm dydžio simboliai.

9 lentelė. Geometrinių ženklų suvokimo tyrimo rezultatai.

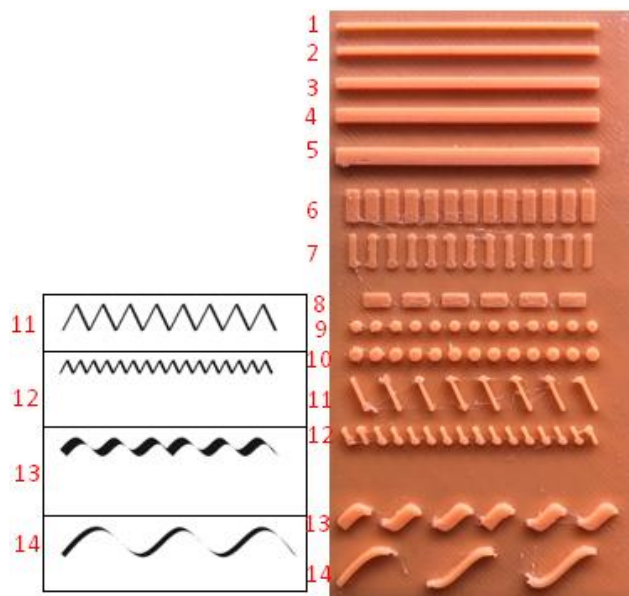
Eil. Nr.	Simbolis	Silpnaregių įvertinimas				Aklių įvertinimas				Komentarai
		10mm	8mm	6mm	5mm	10mm	8mm	6mm	5mm	
1	✳	3,0	3,0	1,0	0	2,5	2	0,5	0,5	Užtrunka, kol ženklą atskiria akieji. Maišomas su 2, 3 ir 7 ženklų.
2	✕	3,0	3,0	1,0	0	2,5	3,0	2,5	1,5	Maišomas su 1, 3 ir 7 ženklų.
3	✕	3,0	3,0	1,0	0	2,5	3,0	2,5	1,5	Maišomas su 1, 2 ir 7 ženklų.
4	●	3,0	3,0	1,0	0	2,5	2,5	3,0	2	Apskritimas sunkiai matomas 6 ir 5mm skersmens, o akliems geriau suvokiamas 6 mm.
5	◆	3,0	3,0	1,0	0	3,0	3,0	3,0	2,5	Akieji atpažįsta, kad tai yra rombas, tačiau nesiūlo naudoti kartu su kvadratu.
6	▼	3,0	3,0	1,0	0	2,5	2,5	3,0	3,0	Akliesiems greičiau atpažįstami 6 ir 5 mm trikampiai, tačiau silpnaregiai neįžiūri ir čiuopdami nesuvokia mažesnių trikampių.
7	+	3,0	3,0	1,0	0	3,0	3,0	2,5	2,5	Maišomas su 1,2 ir 3 ženklų.
8	⬡	3,0	3,0	1,0	0	1,0	0	0	0	Akieji nejaučia septynkampio kampų.

										Maišomas su 4 ženklų (apskritimu).
9		3,0	3,0	1,0	0	3,0	1,5	0,5	0,5	Ženklo kampai apčiuopiami tik 10 mm.
10		3,0	3,0	1,0	0	2	1,5	2,0	2,0	Aklieji nesupranta, kokia tai galėtų būti forma
11		3,0	3,0	1,0	0	2,5	2,0	2,0	1,5	Akliesiems lengviausiai atpažįstama 10 mm.
12		3,0	3,0	1,0	0	2,5	3,0	3,0	3,0	Kvadratas kaip ir apskritimas lengviausiai atpažįstamas įvairių dydžių. Tik silpnaregiai negali įžiūrėti 6 ir 5 mm.

Linijiniai ženklai

Spausdinimo metu, 11- 14 linijos buvo iškraipytos (21 pav), dėl per mažo dydžių pasirinkimo. Kadangi 3D spausdintuvas geba atspausdinti mažiausiai 0,1 mm storio linijas, o spausdinimui buvo pateiktos 0,05 mm storio linijos, kurių spausdintuvas negalėjo atspausdinti. Tačiau tai aprobacijai nesukliudė, nes buvo išgauta originali linijos forma.

Pagrindo dydis yra 91 x 47 mm, kurio iškilumas yra 1 mm. Spausdinimo trukmė- 2 val.



21 pav. Linijiniai ženklai: **A**- parengta su AutoCAD; **B**- atspausdinti su 3D spausdintuvu (Autorė: R.Udraitė).

Aprobacijai buvo pateikta 15 linijinių ženklų.








Silpnaregiai ir aklieji atlikę linijinių ženklų įvertinimą, kurie yra pateikti 10 lentelėje, rekomendavo atsisakyti 6, 7, 9, 10 ir 12, 13 linijos, kadangi jos buvo nesuprantamos, neapčiuopiamos. Tačiau patobulinimui siūloma 7- tą liniją atspausdinti daugiau iškilusią nuo pagrindo. 9 ir 10 linijoms reikėtų padaryti didesnius tarpus tarp punktyrų.









Lengviausiai atskiriamos 1-5, 8, 11 ir 14 linijos, tačiau pirmų penkių linijų naudoti viename žemėlapyje nerekomenduojama, nebent ploniausią (1) ir storiausią (5). Aklujų lytėjimo įgūdžiai geresni, todėl jiems atpažinti linijinius simbolius sekėsi geriau ir greičiau.

Galima daryti išvadas: 1) linijos, kurios plonesnės nei 0,6 mm yra nesuvokiamos; 2) linijų aukštis turėtų būti didesnis nei 0,5 mm; 3) tarpai tarp punktyrinių linijų turi būti nuo 10- 15 mm.

Po aprobacijos žemėlapyje bus galima naudoti 1-5, 8, 11 ir 14 linijos.

10 lentelė. Linijinių ženklų suvokimo tyrimo rezultatai.

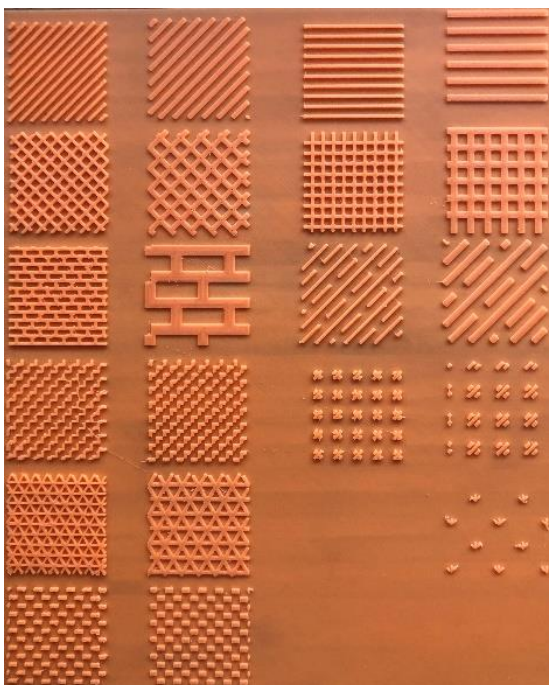
Simb. Nr.	Simbolis	Linijos storis, mm	Linijos aukštis, mm	Tarpai tarp punktyrų, mm	Silpnaregių įvertinimas	Aklųjų įvertinimas	Pastabos
1		0,6	1,0	-	3,0	3,0	Linija puikiai matoma ir apčiuopiama, tačiau maišoma su 2,3,4.
2		1,1	1,0	-	3,0	3,0	Linija puikiai matoma ir apčiuopiama, tačiau maišoma su 1,3,4.
3		1,6	1,0	-	2,0	3,0	Linija matoma ir apčiuopiama, tačiau maišoma su 1, 2,4,5.
4		2,0	1,0	-	2,0	3,0	Linija matoma ir apčiuopiama, tačiau maišoma su 2,3,5.
5		2,6	1,0	-	1,0	3,0	Linija matoma ir apčiuopiama, tačiau maišoma su 3,4.
6		5,0	0,5	1,0	0,5	1,5	Linija sunkiai matoma ir apčiuopiama. Maišoma su 7.
7		5,0	0,5	2,0	0,5	1,5	Linija sunkiai matoma ir apčiuopiama. Maišoma su 6.

8		2,0	0,5	2,0	0,5	2,5	Linija sunkiai matoma, tačiau apčiuopiama.
9		1,6	1,0	1,4	0	1,5	Linija sunkiai matoma ir apčiuopiama. Nejučiami tarpai tarp taškų. Maišoma su 10 linija.
10		2,0	1,0	1,0	0	1,5	Linija sunkiai matoma ir apčiuopiama. Nejučiami tarpai tarp taškų. Maišoma su 9 linija.
11		0,5	1,0	4,5	3,0	2,5	Linija matoma ir apčiuopiama.
12		0,5	1,0	2,0	3,0	1,0	Neapčiuopiama
13		2,0	1,0	6,7	0	1,0	Nematoma ir neapčiuopiama
14		1,0	1,5	13	0	3,0	Linija nematoma, tačiau apčiuopiama.
15		1-3	1,5	-	2,0	1,0	Aklieji nesupranta, kad linijos storis kinta, o silpnaregiai sunkiai įžiūri

Arealų ženklai

Spausdinant brūkšninius (plotinius) ženklus viskas sėkmingai pavyko (22 pav.). Spausdintuvas „puikiai“ suprato linijų storius ir aukštį.

Spausdinant šiuos ženklus, kurių pagrindas yra 200 x 170 mm užtruko 5 val.



22 pav. Arealų ženklai (Autorė: R.Udraitė).

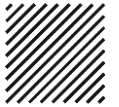

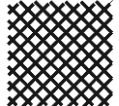
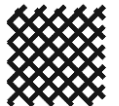
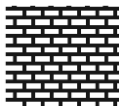

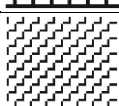

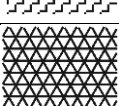

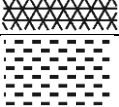

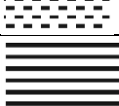

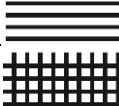

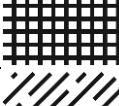
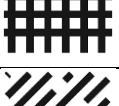
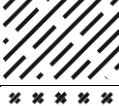


Po aprobacijos paaiškėjo dar keli svarbūs ypatumai, kurių reikia laikytis kuriant plotinius ženklus: 1) daryti didesnius tarpus tarp linijų, kadangi sunkiai jaučiant duobutes, arealinis ženklas suvokiamas kaip vientisas; 2) atsisakyti smulkių detalių, nes jos nematomos ir neapčiuopiamos (pvz. 3, 4, 5 linijos). Šie arealų užpildai pateikti *11 lentelėje*.

Šios aprobacijos metu arealinių ženklų analizavimas užtruko iki 30 min., kurių metu paaiškėjo: 1) tame pačiame žemėlapyje kartu nenaudoti 1 ir 9 ženklo; 2) 3,4,5,8 ženklų; 2) lengvai tarpusavyje atskiriami 1, 6, 7, 10, 11, 14 ir 19 ženklai.

Pagal aprobacijos rezultatus galima teigti, kad linijų storis turi būti nuo 0,6 mm iki 3,2 mm. Kadangi 0,5 mm linija jau per smulki ir nesuvokiama, o daugiau nei 3,2 mm jau per stambi. Pateiktuose pavyzdžiuose mažiausi tarpai tarp linijų yra 1,5 mm, todėl rekomenduojama atstumą tarp linijų išlaikyti mažiausiai 3 mm, tada linijos atskiriamos ir nesusilieja.

Reljefui ir kritulių zonoms išskirti bus galima naudoti 1, 6, 7, 11, 12, 14, 18, 19, 20 ir 21 simbolius.

11 lentelė. Arealinių ženklų suvokimo tyrimo rezultatai.

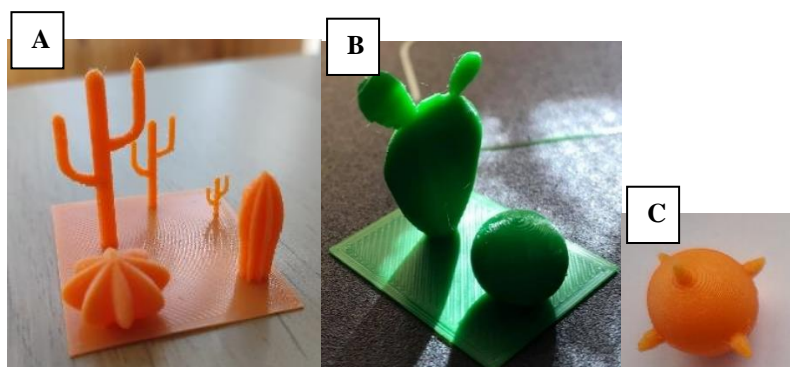
Eil. Nr.	Simbolis	Linijos storis, mm	Atstumas tarp linijų x ir y kryptimi, mm	Silpnaregių įvertinimas	Aklųjų įvertinimas	Eil. Nr.	Simbolis	Linijos storis, mm	Atstumas tarp linijų x ir y kryptimi, mm	Silpnaregių įvertinimas	Aklųjų įvertinimas
1		1,0	1,5	3,0	3,0	12		1,5	1,6	2,0	2,0
2		1,0	2,1	0	0,5	13		1,5	2,8	0	1,0
3		1,0	1,6-3,8	0	0,5	14		3,2	4,7-12,7	3,0	3,0
4		0,6	2,3	0	0,5	15		1,0	1,5	0	0,5
5		0,5	3,0	0	0,5	16		1,1	3,7	0	1,0
6		1,0	2,5	3,0	1,5	17		1,5	2,5	3,0	2,0
7		1,0	2,0	3,0	3,0	18		2,0	3,0	1,0	3,0
8		1,0	2,0	0	0,5	19		2,0	3,0	2,0	2,5
9		1,0	2,0	3,0	1,0	20		2,0	2,3	2,0	2,5
10		3,0	3,0	3,0	1,5	21		4,0	4,0	0,5	3,0
11		2,0	7,0	3,0	3,0						

3D realistiniai ženklai

Atspausdinus 3D objektus (23 pav.), kurių parametrai pateikti 12 lentelėje, svarbu paminėti, kad mažiausias objektas, kurio skersmuo vos 1 mm, o aukštis 10 mm yra labai netvirtas ir šiurkštus ir nuo per didelio aklujų ar silpnaregių čiupinėjimo pirštais jis gali neatlaikyti ir nulūžti.

Po antrojo spausdinimo, spausdinimą teko pakartoti, kadangi spyglių parametrai yra per maži. Todėl mažinant spyglių skaičių ir didinant jų dydį, trečiuoju kartu spygliai tinkamo dydžio, kad būtų matomi ar jaučiami. Kitų simbolių aukštis ir grioveliai yra aiškūs ir atspausdinti be jokių defektų.


Šiems objektams ir pagrindui atspausdinti prireikė 4,5 val.







23 pav. 3D realistiniai ženklai: A- pirmasis spausdinimas; B- antrasis spausdinimas; C- trečiasis spausdinimas (Autorė: R.Udraitė).

Aprobacijai buvo pateikta penkios skirtingos kaktusų formos (12 lentelė). Pirmoji forma buvo pateikta trijų skirtingų dydžių (10, 20 ir 30 mm aukščių). 20 ir 30 mm aukščio kaktusai buvo lengvai įžiūrimi bei apčiuopiami tiek silpnaregių, tiek aklyjų. Tačiau pats mažiausias simbolis (10 mm aukščio) buvo per smulkus ir nesuvokiamas akliesiems, o silpnaregiams buvo įžiūrimas tik su padidinauju stiklu. Todėl šis ženklas netinkamas naudoti taktiliniame žemėlapyje ir jo yra atsisakyta. Antrasis, trečiasis, ketvirtasis ir penktasis simboliai buvo greitai ir lengvai atpažinti ir atskirti tarpusavyje. Todėl šiuos penkis skirtingus ženklus galima naudoti tame pačiame žemėlapyje.

12 lentelė. 3D realistiniai kaktusų ženklų suvokimo tyrimo rezultatai.

Eil. Nr.	Simbolis	Simbolio skersmuo	Simbolio aukštis	Silpnaregių įvertinimas	Aklyjų įvertinimas	Įvertinimo komentarai
1		3 mm	30 mm	3,0	3,0	Ženklas gerai matomas ir apčiuopiamas
		2 mm	20 mm	3,0	3,0	Ženklas gerai matomas ir apčiuopiamas
		1 mm	10 mm	2,5	1,0	Ženklas neapčiuopiamas akliesiems, kadangi yra per smulkus

2		5-8 mm	20 mm	3,0	3,0	Ženklas gerai matomas ir apčiuopiamas
3		8- 17 mm	10 mm	3,0	3,0	Ženklas gerai matomas ir apčiuopiamas
4		1 - 14 mm	25 mm	3,0	3,0	Ženklas gerai matomas ir apčiuopiamas
5		2-10 mm	10 mm	Silpnaregių įvertinimas	Aklųjų įvertinimas	Įvertinimo komentarai

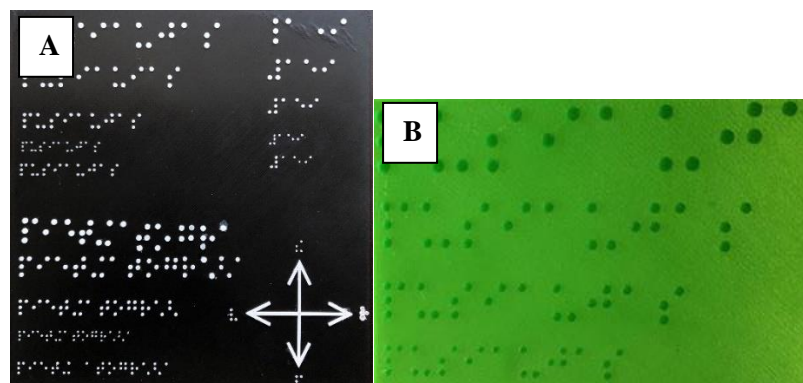
Spausdinimas Brailio raštu

Spausdinti bandyta dvejais būdais: 1) spausdinant atskirai pagrindą ir raides; 2) spausdinant spausdinant kartu pagrindą ir raides (24 pav.).

Spausdinant pirmuoju kartu balti taškeliai neprilipo prie juodo pagrindo ir teko taisyti (klijuoti) rankiniu būdu. Akivaizdu, kad toks metodas netikslus ir nekokybiškas. Todėl spausdinimas antruoju būdu pateisino lūkesčius. Šiuo metodu Brailio rašto simboliai tvirtai susijungė su pagrindu, todėl gavosi tvirta Brailio rašto kopija.

Kartu su Brailiu buvo atspausdinta šiaurės krypties rodyklė (57,1 x 57,1 mm) su pasaulio krypčių užrašais „Š“, „P“, „R“, „V“.

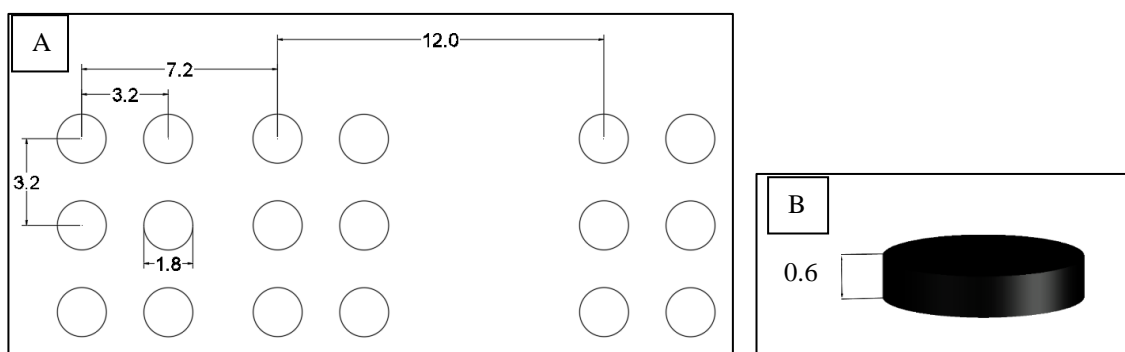
Pirmuoju metodu Brailio raštą spausdino 3 val, kurio pagrindo dydis - 201 x 193 mm, o antruoju metodu 1,5 val, kadangi pagrindo dydis beveik tris kartus mažesnis - 86 x 52 mm.



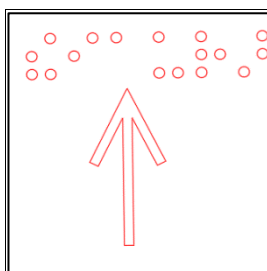
24 pav. Brailio rašto spausdinimo būdai: **A**- spausdinant atskirai pagrindą ir raides (pagrindas- juodai, raidės- baltai); **B**- spausdinant kartu pagrindą ir raides (tos pačios spalvos) (Autorė: R.Udraitė).

Užrašai Brailio raštu buvo sudaryti penkių skirtingų parametru, siekiant įvertinti tinkamiausią rašto dydį, kuris bus naudojamas žemėlapyje ir legendoje. Brailio raštą vertino tik aklieji, kadangi silpnaregiams tai neaktualu. Taigi, po aprobacijos išrinktas geriausiai ir lengviausiai perskaitomas Brailio rašto dydis, kuriuo vadovaujantis bus kuriami užrašai žemėlapyje upėms, miestams, koordinacių tinkleliui, kaktusų rūšims (25 pav.).

Liesdami šiaurės rodyklę su užrašais, aklieji nesuprato, todėl bus naudojama vienos krypties rodyklė užrašius pilną žodį „Šiaurė“. Rodyklės dydis yra 27 x 12 mm, aukštis 0,9 mm. (26 pav.).



25 pav. Užrašams naudojami Brailio rašto parametrai milimetrais: **A**- Brailio rašto pagrindiniai parametrai; **B**-Brailio rašto taško aukštis (*Autorė: R.Udraitė*).

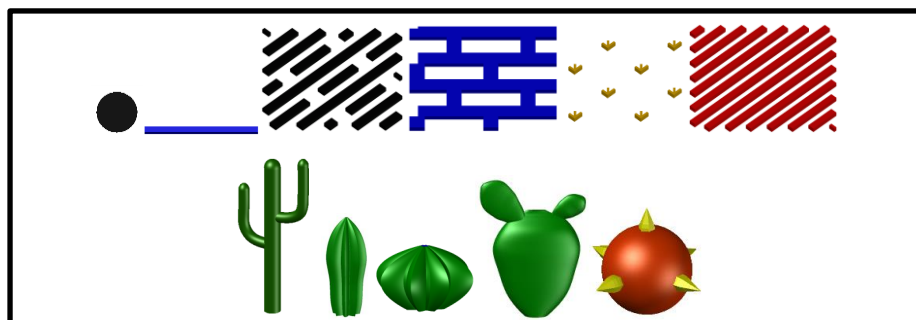


26 pav. Šiaurės rodyklė su užrašu akliesiems „Šiaurė“.

3.4. Taktilinio žemėlapijo spausdinimas ir aprobavimas

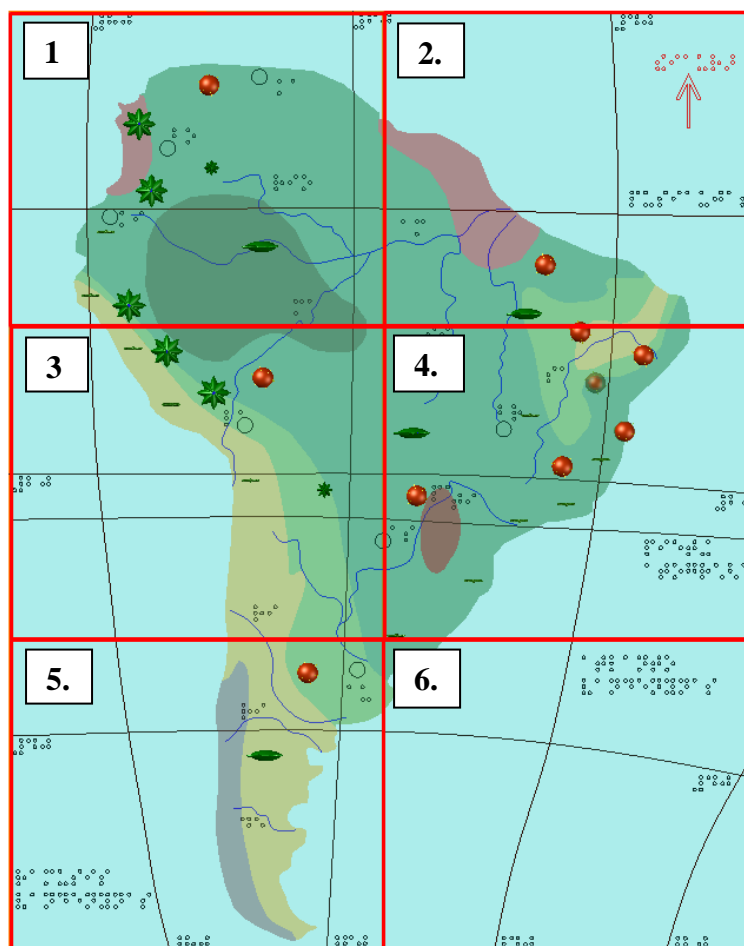
Po sutartinių ženklų aprobavimo buvo atrinkti pagrindiniai ženklai, kurie bus naudojami kuriant taktilinį žemėlapijį „Kaktusų paplitimą Pietų Amerikoje“. Iš geometrinių ženklų pasirinktas tik vienas simbolis ir jo dydis, kuris vaizduos miestus be gyventojų skaičiaus, kadangi aprobacijos metu naudojant tą patį keturių skirtingų parametru ženklą, paaiškėjo, kad jie neatskiriami. Žemėlapiui parinkta vieno storio linija upėms, o koordinacių tinklelį vaizduoti atsisakyta, dėl per didelio informacijos kiekio žemėlapyje. Žemėlapyje bus paliekami koordinacių tinklelio laipsnių užrašai. Reikės keturių skirtingų arealų ženklų pavaizduoti vidutiniam kritulių kiekiui Pietų Amerikos žemyne. Reljefas nebus vaizduojamas, kadangi vaizduoti kartu su kritulių kiekiu nėra

tikslinga. Visiems užrašams bus naudojamas Brailio raštas. Kaktusų rūšis vaizduos penki realistiniai ženklai (27 pav.).



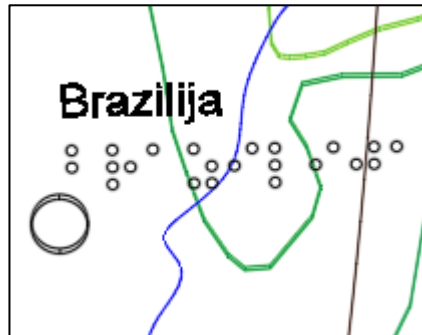
27 pav. Taktiliniam žemėlapiui reikalingi sutartiniai ženklai (Autorė: R.Udraitė).

Galutinio žemėlapiio dydis numatytas 489,4– 388,2 mm, tačiau spausdintuvo atspausdinimo galimybės yra tik 220 x 220 mm, todėl žemėlapis skaidomas į šešias lygias dalis po 163,1 x 194,1 mm, kuris vėliau bus sumontuotos į bendrą žemėlapi (28 pav.).



28 pav. Žemėlapis padalijamas ir spausdinamas iš šešių dalių (Autorė: R.Udraitė).

Kadangi žemėlapyje užrašų yra daug ir jie netelpa (pvz. pvz. žodžio „Brazilija“ ilgis ir plotis yra 59 x 8 mm) (29 pav.), todėl jie yra trumpinami ir paaiškinami legendoje (pvz. bo - Bogota, ki - Kitas ir pan.). Priklausomai nuo užrašų kiekio legendą gali reikėti dalinti į kelias dalis, šiuo atveju padalinta į dvi, kadangi legendos apimtis yra didesnė nei gali atspausdinti spausdintuvas (30 pav.).

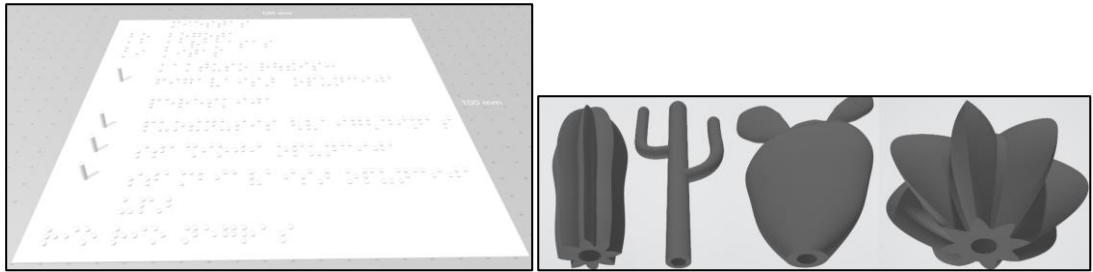


29 pav. Užrašas „Brazilija“ regintiesiems ir akliems Brailio raštu (Autorė: R.Udraitė).

<p>Miestas</p> <p>bo Bogota</p> <p>ka Karakasas</p> <p>ki Kitas</p> <p>Kaktuso rūšis:</p> <p>Figavaisė opuncija</p> <p>Pereskija</p> <p>Puošnusis žvaigždinas</p> <p>Stačioji opuncija</p> <p>Stambiavaisė opuncija</p> <p>Upė</p> <p>rio rio negras</p>	<p>Kritulių kiekis, mm</p> <p>0-500</p> <p>500-1000</p> <p>1000-2000</p> <p>>2000</p>
A	B

30 pav. Sutartinių ženklų legendos padalinamos į dvi dalis: **A**- aprašomi miestai, upės, kaktusų rūšys; **B**- aprašomas kritulių kiekis (Autorė: R.Udraitė).

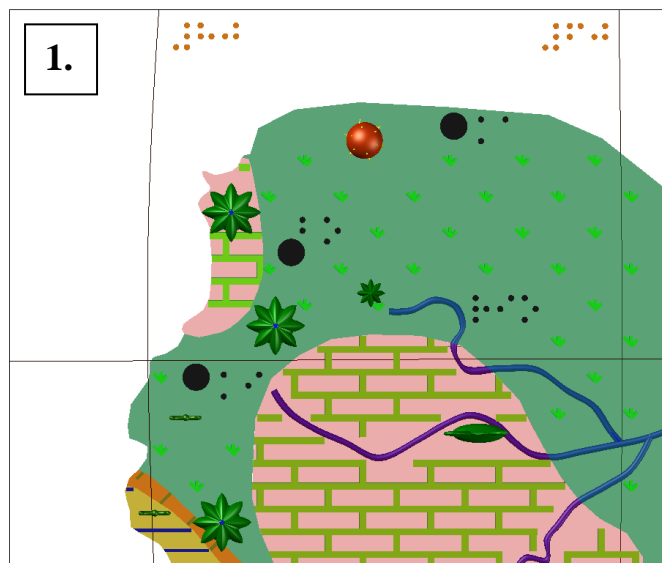
Po pirmųjų spausdinimo kartų buvo siekiama rasti geriausią sprendimą, kaip pritvirtinti 3D realistinių kaktusų ženklus prie pagrindo. Iš pradžių ženklai buvo tvirtinami rankiniu būdu (klijuojami), tačiau atkreipus dėmesį, kad šis būdas yra trumpalaikis, nes nuo per didelio čiupinėjimo klėjai neatlaiko ir objektai atsiklijuoja, tuomet buvo išbandytas kitas būdas– sukurta konstrukcija (31 pav.) ant kurios yra pritvirtinami tuščiaviduriai realistiniai kaktusų ženklai be kitų pagalbinių priemonių (32 pav.).



31 pav. Sukurta konstrukcija realistiniams ženklams: **A**- konstrukcija; **B**- tuščiaviduriai realistiniai kaktusų ženklai (Autorė: R.Udraitė).

Žemėlapių fragmento su legenda spausdinimas ir aprobacija

Spausdinimui pasirinktas žemėlapių fragmentas yra Šiaurės Vakarų dalis, į kurią patenka Ekvadoro, Kolumbijos ir Venesuelos valstybės (32 pav.).



32 pav. Pirmoji spausdinimo dalis (Autorė: R.Udraitė).



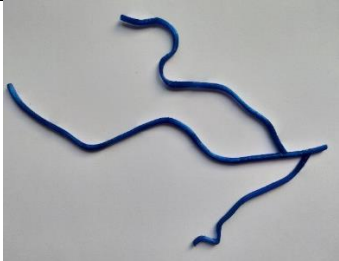


Visi sluoksniai, kurie yra iš skirtingų spalvų, buvo spausdinami atskirai, kadangi spausdintuvas vienu metu geba spausdinti tik vieną spalvą. Spausdinama 19 žemėlapių detalių (13 lentelė). Todėl svarbu atsižvelgti į spausdinimo ypatumus:




- Žemėlapių pagrindas. Dydis yra 163,1 x 194,1 mm, o storis 1 mm. Kartu su pagrindu spausdinta Brailio raštas su užrašais „80“ ir „60“, kurie nurodo koordinatų tinklelio laipsnius. Spausdinimo trukmė– 4, 5 val.
- Geometriniai ženklai. Šių apskritimų skersmuo yra 8 mm, aukštis 1,5 mm. Spausdinimo trukmė– 30 min.
- Linijinis ženklas. Skersmuo 2 mm, aukštis 1 mm. Spausdinimo trukmė– 25 min.

- Arealų ženklai. Šis arealų būdas vaizduoja vidutinį kritulių kiekį. Kartu su arealais atspausdinti trys miestų pavadinimai ir vienas upės Brailio raštu. Pagrindo storis su simboliais 1,7 mm. Spausdinimo trukmė– 6 val.
- 3D realistiniai kaktusų ženklai. Ženklių aukštis yra nuo 10- 30 mm, storis svyruoja nuo 2- 17 mm. Spausdinimo trukmė- 2 val.

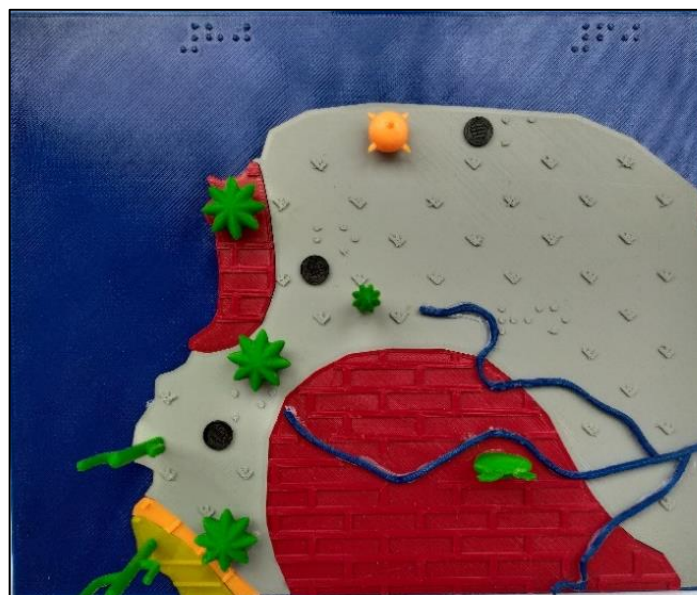
Šių visų žemėlapių dalių ir legendos atspausdinimas užtruko apie 14 val.

13 lentelė. Pirmojo fragmento atspausdintos detalės.

Eil. Nr.	Atspausdintos dalies nuotrauka	Ženklo tipas	Vaizduojamas objektas, teritorija
1		Žemėlapių pagrindas	Ramusis vandenynas; Užrašuose koordinačių tinklelio laipsniai.
2		Geometriniai ženklai	Miestai
3		Linijinis ženklas	Upės
4		Arealų ženklai	Kritulių kiekis, 0-500 mm
5			Kritulių kiekis, 500 – 1000 mm

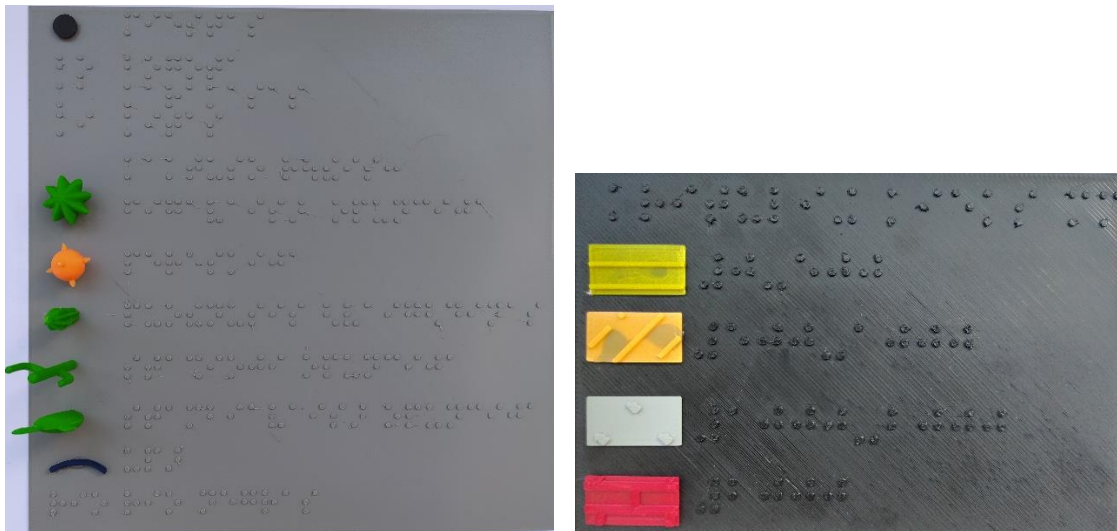
6			Kritulių kiekis, 1000-2000 mm
7			Kritulių kiekis, >2000 mm
8		3D realistiniai kaktusų ženklai	Kaktuso rūšis

Visos dalys buvo sujungtos į bendrą dalį ir gaunamas pirmojo žemėlapio fragmentas (33 pav.), kuris pateikiamas kitai aprobacijai (1 priedas). Kadangi po pirmosios aprobacijos žemėlapiui kurti atrinkti sutartiniai ženklai yra suprantami, todėl aprobuojant šią dalį problemų akliesiems ir silpnaregiams nekylo.



33 pav. Pirmasis žemėlapio fragmentas (Autorė: R.Udraitė).

Žemėlapių legenda atspausdinta iš 13 atskirų dalių (34 pav). Ant sukurtos naujos konstrukcijos ženklai užsidėjo lengvai ir tvirtai. Pirmosios legendos dydis yra 184,0 x 185,0 mm, o mažesnės 12,5 x 8,5 mm. Spausdinimo trukmė- 5 val.



34 pav. Sutartinių ženklų legendos atspausdintos dvejomis dalimis: **A-** aprašyti miestai, upės, kaktusų rūšys; **B-** aprašytas kritulių kiekis (Autorė: R.Udraitė).

REKOMENDACIJOS

Atlikus gautų rezultatų analizę galima pateikti eilę rekomendacijų:

1. Rekomendacijos sutartinių ženklų kūrimui neregiamis

• Atrenkant sutartinius ženklus, svarbu nenaudoti panašių simbolių tame pačiame žemėlapyje (pvz. apskritimo ir elipsės). Taip pat nenaudoti panašaus stiliaus nors ir skirtingo storio plotinių ar linijinių ženklų (pvz. panašaus punktyro dydžių).

• Norint išreikšti miestų kiekybines charakteristikas tikslinga keisti ne apskritimo diametrą, bet pasirinkti kitą figūros formą.

• Sutartiniai ženklai sukurti iš taisyklingų daugiakampių negali turėti daugiau kaip penkių viršūnių, nes turint daugiau viršūnių bus suvokiamas kaip apskritimas.

• Linijų storiai turi skirtis mažiausiai 2 mm.

• Brailio raštui turi būti išlaikyti tikrieji parametrai: horizontalus atstumas tarp taškų centru- 3,2 mm; horizontalus atstumas tarp elementų (raidžių)- 7,2 mm; atstumas tarp žodžių- 12,0 mm; taško skersmuo- 1,8 mm; atstumas tarp eilučių- 10 mm; vertikalus tarpas tarp dviejų taškų centru- 3,2 mm; taško aukštis- 0,6 mm.

• Kuriant plotinius ženklus atsisakyti smulkių detalių, kurios mažesnės nei 1 mm.

• Kuriant realistinius sutartinius ženklus (šiuo atveju kaktusus) būtina juos daryti ne mažesnius kaip 3 mm, stengiantis išvengti juose esančių smulkių detalių, kurių dydis mažesnis nei 1 mm.

2. Rekomendacijos sutartinių ženklų kūrimui silpnaregiams

• Tekstinę informaciją silpnaregiams reikia pateikti trumpai ir aiškiai, naudoti paprastą ir aiškų šriftą be jokių išraitymų ar smulkių detalių.

• Taktiliniame žemėlapyje vengti panašių atspalvių (pvz. mėlyna, melsva), kadangi didelė tikimybė, kad silpnaregiai jų neatskirs.

3. Rekomendacijos 3D spausdinimui

• Spausdinami objektai negali būti mažesni, nei skyriamoji geba.

• Upės turi būti spausdinamos vienodo storio (pločio).

• Spausdinami arealai turi būti kontrastingų spalvų.

• Žemėlapyje visi užrašai turi būti trumpinami, pateikiant jų pilnus paaiškinimus atskiroje legendoje.

• Brailio raštas turi būti spausdinamas kartu su pagrindu.

• Realistiniai ženklai dėl savo dydžio turi būti spausdinami su galimybe įstatyti į pagrindą.

- Spausdinant žemėlapius, tikslinga spausdinti atskirais arealais, o vėliau juos apjungti į bendrą žemėlapi.
- Žemėlapi legendos turi būti spausdinamos atskirai.

IŠVADOS

1. Apie taktilinių ženklų kūrimą informacijos yra ne mažai, bet atlikus literatūros šaltinių analizę galima teigti, kad informacijos apie teminių ženklų spausdinimą su 3D spausdinimo technologijomis praktiškai nėra.

2. Atlikus šiuolaikinių 3D spausdinimo technologijų analizę nustatyta, kad teminių žemėlapių kūrimui labiausiai tinka FDM (angl. *Fused Deposition Modeling*) technologija, nes pasižymi sąlyginai greitu lygių bei tvirtų paviršių atspausdinimu.

3. Vadovaujantis sudaryta teminių ženklų klasifikacija, buvo atrinkti dažniausiai naudojami taktiliniai sutartiniai ženklai aklųjų teminiuose žemėlapiuose ir sudaryta botaninių ženklų sistema iš 53 ženklų, kurių kūrimui panaudota AutoCAD programa leidžianti kurti ne tik geometrinius, bet ir 3D realistinius ženklus, kuriuos nesunkiai taikant STL formatą galima perduoti į 3D spausdinimą.

4. Kuriant teminius sutartinius ženklus ir patį žemėlapi pagal sukurtą metodinę schemą, nustatyta, kad svarbiausia visos kūrimo eigos (metodikos) dalis yra kruopšti (daugkartinė) sukurtų ženklų aprobacija, nes jei bent keli sutartiniai ženklai aklajam bus nesuvokiami visas galutinis žemėlapis bus interpretuojamas neteisingai.

5. Po sutartinių ženklų aprobacijos, kurią savanoriškai atliko keturi regos neįgalieji, palikti tik 12 pagrindinių sutartinių ženklų toliau naudoti teminio žemėlapi sudarymui. Galima teigti, kad būtina platesnė aprobacija, kurioje dalyvautų įvairaus amžiaus ir išsilavinimo neįgalieji, nes buvo pastebėta, kad kai kuri kartografinė informacija (pvz. koordinacių tinklelis) jiems buvo visiškai nesuvokiama.

6. Atlikus gautų rezultatų analizę pateikta 17 rekomendacijų (sutartinių ženklų kūrimui ir jų atspausdinimui), kurios leis išvengti pagrindinių tokio tipo taktilinio žemėlapi kūrimo klaidų.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Almeida M. Martins L. Lima F. 2015. Analysis of Wayfinding Strategies of Blind People Using Tactile Maps. *Procedia Manufacturing*. 3. 6020-6027.
2. Baurėnas A. 2005. Taktilinių žemėlapių kūrimo problemos. *Geodezija Ir Kartografija*. 31(4). 141-144.
3. Baurėnas A. Dumbliauskienė M. 2005. Spalvų suvokimo ir atkūrimo tyrimas kartografijoje. *Geografija*. T. 41. Nr. 2. 25-32.
4. Buiko A. 2010. *Taktilinių žemėlapių ypatumų ir jų kūrimo būdų analizė*. Magistro darbas. Vilnius: Vilniaus universitetas. 61p.
5. Burneika E. Šumskienė M., Leščinskienė D 2016. *3d spausdinimo technologijos taikymas įvaizdžio kūrime*. *Mokslo darbai Nr. 1(5)*. Alytaus kolegija.
6. Braille Authority of North America. 2014. Size and Spacing of Braille Characters. <http://www.brailleauthority.org/sizespacingofbraille/sizespacingofbraille.pdf> (paskutinį kartą žiūrėta 2020.03.01).
7. *Creality Ender 3*. 2019 <http://www.technologijos.lt> (paskutinį kartą žiūrėta 2020.03.29).
8. Dubauskė E. 2015. *Development of 3D scanner with low hardware requirements and easy usability*. Magistro darbas. Kaunas: Kauno technologijos universitetas. 46 p.
9. Drapanauskas T. 2014. *Pagaminto 3D spausdintuvo skirtumai nuo esamų konstrukcijų ir jo parametrų tyrimas*. Magistro darbas. Šiauliai: Šiaulių universitetas. 54 p.
10. Fickas S., Yao X., Lawrence M., Lobben A. 2011. Tactile Mapping and Navigation with travelers who are blind or low vision. http://geog.uoregon.edu/geocog/projects/funded_projects.html (paskutinį kartą žiūrėta 2020.03.20).
11. Gudonis V. 1998. *Tiflogijos pagrindai*. Šiauliai: Šiaulių universitetas. 121 p.
12. *Guidelines and Standards for Tactile Graphics*. <http://www.brailleauthority.org/tg/web-manual/index.html> (paskutinį kartą žiūrėta 2020.03.01).
13. Grace O. 2019. Succulent plant diversity as natural capital. *Plants, People, Planet*. 1: 336– 345.
14. Holloway L. Marriott K. Reinders S. Butler M. 2019. *3D printed maps and icons for inclusion: testing in the wild by people who are blind or have low vision*. 183-195.
15. Jesenskis J. 1980. *Reljefinių žemėlapių sudarymo esminės problemos*. Vilnius: Lietuvos aklujų draugijos leidykla.

16. Jančiūtė A. 2017. *Taktiliškumas ir patirtys mene: nuo tekstilės iki pojūčių teatro*. Magistro darbas. Vilnius: Vilniaus Dailės Akademija. 76 p.
17. Juricevic I. 2009. Translating visual art into tactile art to produce equivalent aesthetic experiences. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. 3(1). 22–27.
18. Kulvicki John V. 2006. *On Images: Their structure and content*. Oxford University Press.
19. Kops C. E., Gardner E. P. 1996. Discrimination of simulated texture patterns on the human hand. *Journal of Neurophysiology*. 76. 1145-1165.
20. Kretšmeris R. 1999. *Aklųjų istorija nuo seniausių laikų iki visuotinio aklųjų švietimo pradžios*. Vilnius: Lietuvos aklųjų biblioteka.
21. Loomis J. M., Lederman S. J. 1986. Tactual Perception. In K. R. Boff, L. Kaufman & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance, Vol. II, Cognitive Processes and Performance, Chapter 31 (1-41)* New York: John Wiley.
22. Nolan C. Y., Morris J. E. 1971. *Improvement of tactual symbols for blind children*. Final Report. Department of Health, Education, and Welfare. US Office of Education: Bureau of Education for the Handicapped. 88 p.
23. Mccallum D. Ungar S. Jehoel S. 2006. *An evaluation of tactile directional symbols*. *British Journal of Visual Impairment*. 24. 83-92.
24. Melis A. 1994. *Aklųjų enciklopedija*. Vilnius: Lietuvos aklųjų biblioteka.
25. Mikalauskienė E. Puidokas A. Savickas T. Savickienė S. 2019. 3D spausdinimo technologijų pritaikymo galimybių analizė. *Klaipėda: Klaipėdos valstybinė kolegija*. Nr. 1(10). 260-269.
26. Olczyk M. 2019. Labels on coloured tactile maps (typhlomap) – the Polish experiences. *Polish Cartographical Review*. 50.
27. Rahardjo N. Muslihah M I. Kartika C. 2019. Specifications of Cartographic Symbols for Indonesian Tactile Map. *Indonezijos geografijos žurnalas*. 51:62
28. Ramsamy Iranah S. Maguire M. Gardner J. Rosunee S. Kistamah N. 2016. A comparison of three materials used for tactile symbols to communicate colour to children and young people with visual impairments. *British Journal of Visual Impairment*. 34. 54-71.
29. Raudonienė D. 2012. *Atvaizdo nevizualumo klausimu: taktilinis atvaizdas*. Vilnius: Vilniaus Dailės Akademija.
30. Raudonienė D. 2012. *Grafinis atvaizdas, skirtas aklam suvokėjui: vizualumo ir taktilikos santykis*. Disertacijos darbas. Vilnius: Vilniaus Dailės Akademija. 142 p.
31. Sauserytė L. 2015. *Lietuvos nacionalinio atlaso akliesiems sukūrimo galimybių tyrimas*. Magistro darbas. Vilnius: Vilniaus universitetas. 63p.

32. *Tactile Library for the Blind and Partially Sighted*. www.tactilelibrary.com (paskutinį kartą žiūrėta 2020.01.11)
33. *Taktiliniai*. www.taktiliniai.lt (paskutinį kartą žiūrėta 2019.12.11)
34. *The encyclopedia of cacti*. <http://www.llifile.com> (paskutinį kartą žiūrėta 2020.04.29).
35. Toločka V.V. 1994. *Lietuvos aklujų švietimo raida iki 1940m*. Klaipėda: Eldija.
36. Toločka V.V. 1996. *Skaitantys pirštai*. Vilnius: Lietuvos aklujų biblioteka. 86p.
37. Venytė I. 2015. Brailio rašto taškų ir reljefinių elementų fizikinių-mechaninių parametrų tyrimas. Daktaro disertacija. Kaunas: Kauno technologijos universitetas. 114 p.
38. Voženílek V., Vondráková A. 2015. Tactile maps based on 3d printing technology. Society, integration, education. *Proceedings of the International Scientific Conference*. 3. 193.
39. Žaliauskas A. 2019. *3D spausdintų gaminių savybių gerinimo impregnuojant tyrimas*. Magistro darbas. Kaunas: Kauno technologijos universitetas. 79 p.
40. *3D spausdinimas*. https://lt.wikipedia.org/wiki/3D_spausdinimas (paskutinį kartą žiūrėta 2019.12.29).
41. *World of Succulents*. <https://worldofsucculents.com/opuntia-stricta-erect-prickly-pear/> (paskutinį kartą žiūrėta 2020.04.05).

Rūta Udraitė

Teminio taktilinio žemėlapio kūrimo metodika (botaninio žemėlapiu pavyzdžiu)

Santrauka

Tobulėjant taktilinių žemėlapių sudarymo technologijoms vis dažniau yra naudojami 3D spausdintuvai. Šiuolaikinės 3D spausdinimo technologijos geba greitai atspausdinti įvairius 3D skaitmeninius modelius, kurie sukuriami su specialiomis kompiuterinėmis programomis. Analizuojamos temos problema ta, kad nėra metodikos kaip parengti žemėlapi, kuris tiktų 3D spausdinimui šiuolaikiniais spausdintuvais. Toks tyrimas leistų taktilinius žemėlapius tiražuoti platesnei auditorijai bei naudoti silpnaregių ir aklujų švietime. Šio darbo pagrindinis tikslas yra atlikti sukurtų teminių ženklų aprobaciją su aklaisiais bei silpnaregiais ir sukurti metodiką, kuri leistų taktilinius žemėlapius tiražuoti 3D spausdintuvais. Tyrimo metu dalyvavo skirtingo amžiaus, išsilavinimo aklieji ir silpnaregiai, todėl kad aprobacijos metu išvengti įtakos aklujų bei silpnaregių rezultatų įvertinimui, jie buvo apklausiami atskirai. Aprobacijos rezultatai bei sukurta 3D tiražavimo metodika bus pritaikyta Vilniaus Universiteto Kairėnų botanikos sodo užsakymu kuriamam taktiliniam žemėlapiui „Kaktusų paplitimas Pietų Amerikoje“. Įgyvendinus projektą ir atlikus sukurtos metodikos bei naudotų teminių ženklų suvokiamumo aprobaciją, šią metodiką bus galima pritaikyti kuriant ir kitokios tematikos kartografinius kūrinius.

Reikšminiai žodžiai: taktilinis žemėlapis, aklujų švietimas, taktiliniai sutartiniai ženklai, 3D spausdinimas.

Rūta Udraitė

Methodology for creating a thematic tactile map (as an example of a botanical map)

Summary

With the development of tactile mapping technologies, 3D printers are increasingly being used. Modern 3D printing technologies are able to quickly print a variety of 3D digital models that are created with special computer programs. The problem with the analyzed topic is that there is no methodology on how to prepare a map that would be suitable for 3D printing on modern printers. Such a study would allow tactile maps to be reproduced to a wider audience and used in the education of the visually impaired and the blind. The main point of this work is to perform the approbation of the created thematic signs with the blind and visually impaired and to create a methodology that would allow tactile maps to be reproduced with 3D printers. The study involved blind and visually impaired people of different ages, education, because in order to avoid influencing the assessment of the results of the blind and visually impaired during the approbation, they were interviewed separately. The results of the approbation and the developed 3D reproduction methodology will be applied to the tactile map “Distribution of Cacti in South America” commissioned by the Kairenai Botanical Garden of Vilnius University. After the implementation of the project and the approbation of the developed methodology and the perceptibility of the used thematic signs, this methodology will be applicable to the creation of cartographic works on other topics.

Keywords: tactile map, blind education, tactile symbols, 3D printing.

PRIEDAI

1 priedas. Pirmasis žemėlapis fragmentas.

