

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja maateaduste instituut

Geograafia osakond

Bakalaureusetöö keskkonnatehnoloogias (12 EAP)

**Kanada kuldvitsa (*Solidago canadensis*) elupaiga eelistuse ning ruumilise leviku
hindamine Eestis avalike vaatlus- ja keskkonnaandmete põhjal**

Eliza Morozova

Juhendajad: Minna Ots, Kadri Koorem

Tartu 2026

Kanada kuldvitsa (*Solidago canadensis*) elupaiga eelistuse ning ruumilise leviku hindamine Eestis avalike vaatlus- ja keskkonnaandmete põhjal

Töö eesmärk oli hinnata Kanada kuldvitsa (*Solidago canadensis*) levikut Eestis ja selle seoseid keskkonnateguritega. Analüüs põhines 547 vaatluspunktil ning ruumiandmetel (topograafia, muld, maakasutus, kaugused). Andmeid analüüsiti QGIS-is ja RStudio's. Tulemused näitavad, et liik esineb sagedamini asulate, teede ja avatud alade läheduses ning harvem metsastunud piirkondades. Enamik leiukohti paiknes madalatel ja tasastel aladel ning sagedamini liivakamates muldades. Saadud tulemused viitavad sellele, et levikut võivad enim mõjutada inimtekkelised tegurid, samas kui looduslikud tingimused võivad määrata lokaalset varieeruvust. Tulemuste tõlgendamisel tuleb arvestada vaatluste ebaühtlase ruumilise jaotusega.

Märksõnad: invasiivsed liigid, Kanada kuldvits, GIS-analüüs, ruumiline levik
CERCS: B270 Taimeökoloogia

Assessment of Habitat Preferences and Spatial Distribution of Canadian goldenrod in Estonia Based on Public Observation and Environmental Data

The aim of this study was to assess the distribution of Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*) in Estonia and its associations with environmental factors. The analysis was based on 547 observation points and spatial data (topography, soil, land use, distances). The data were analyzed using QGIS and RStudio. The results indicate that the species occurs more frequently near settlements, roads, and open areas, and less frequently in forested regions. Most occurrences were located in lowland and flat areas, more often in sandy soils. The results suggest that the distribution of the species may be primarily influenced by anthropogenic factors, while natural conditions may determine local variation. The interpretation of the results should take into account the uneven spatial distribution of observations.

Keywords: invasive species, Canadian goldenrod, GIS analysis, spatial distribution

CERCS: B270 Plant ecology

Sisukord

Sisukord	3
Sissejuhatus.....	5
2. Teoreetiline taust	8
2.1. Maastikuelementide roll invasiivsete taimede levikus.....	8
2.2. Kanada kuldvits Eestis ja Euroopas	9
2.2.1. Kanada kuldvitsa bioloogia ja ökoloogia	9
2.2.2. Kanada kuldvitsa leviku ajalugu Euroopas ja Eestis	10
2.2.3. Mõju ökosüsteemidele ja bioloogilisele mitmekesisusele.....	11
2.3. Invasiivsete liikide seire- ja kontrollimeetodid	11
2.3.1. Ulatus.....	12
2.3.2. Peamised seiremeetodid	12
2.3.3. Kodanikuteaduse roll invasiivsete liikide seires.....	14
2.3.4. Invasiivsete võõrliikide seire Eestis	15
3. Materjalid ja meetodid	17
3.1. Andmed	17
3.1.1. Kanada kuldvitsa punktandmed.....	17
3.1.2. Elupaiga kirjeldamise andmekihid	17
3.2. Andmepunktide kvaliteedi kontroll.....	18
3.3. Punktidele keskkonnaparametrite väärtuse võtmine	21
3.4. Andmeanalüüs	22
3.5. Tehisintellekti kasutamine	23
4. Tulemused	24

4.1. Üldine levik.....	24
4.2. Topograafilised muutujad.....	24
4.3. Mulla omadused.....	25
4.4. Kaugus inimtekkelistest objektidest.....	27
4.5. Kaugus looduslikest maastikuelementidest.....	28
Arutelu	29
Kokkuvõte.....	33
Summary.....	34
Tänuavaldused	36
Kirjandus.....	37
Lisad 1-2	48

Sissejuhatus

Invasiivsed liigid pälvivad üha suuremat tähelepanu, kuna need avaldavad olulist negatiivset mõju ökosüsteemidele. Teaduslikus kirjanduses kasutatakse sagedasti mõisteid võõrliik (ingl k *alien species*) ja invasiivne võõrliik (ingl k *alien invasive species*). Võõrliigiks peetakse liiki, alamliiki või taksonit, mis on inimese tahtliku või tahtmatu tegevuse tulemusena sattunud uude elukeskkonda ning on seal kohanenud (CBD 2000). Invasiivseks võõrliigiks nimetatakse neid võõrliike, mis kahjustavad elurikkust ja muudavad uue keskkonna ökoloogilisi protsesse (CBD 2000). Samas ei ole kõik võõrliigid invasiivsed (Bacher *et al.* 2025), kuna nende mõju võib olla nii positiivne kui ka negatiivne, sõltudes liigist ja keskkonnatingimustest (Bacher *et al.* 2025). Invasiivsete liikide arv kasvab pidevalt, muuhulgas inimtegevuse tagajärjel, ning see võib kaasa tuua märkimisväärsed ökoloogilisi ja majanduslikke kahjusid (Hagenblad *et al.* 2015).

Uutesse ökosüsteemidesse sattudes võivad invasiivsed liigid kohalikud taimeliigid välja tõrjuda, häirides looduslike kogukondade toimimist ja vähendades bioloogilist mitmekesisust (Chauhan *et al.* 2026). Paljud invasiivsed taimed ei ole toiduks metsloomadele, mis suurendab survet järelejäänud kohalikele liikidele (Sotheara *et al.* 2025). Lisaks kahjustavad invasiivsed taimed põllumajandust ja metsandust, hõivates kiiresti uusi territooriume (Lenda *et al.* 2025).

Invasiivsed liigid tekitavad mitte ainult bioloogilist vaid ka majanduslikku kahju, näiteks on invasiivsed taimeliigid USAs põhjustanud 42% kohalike liikide arvukuse vähenemisest (Sundbergi ja Marshalli 2024). Lisaks tekitavad invasiivsed liigid ka otsest majanduslikku kahju. Henry jt (2023) andmetel ulatus invasiivsete liikide põhjustatud majanduslik kahju Euroopa Liidus 60 aasta jooksul 138,6 miljardi euron (2022. aasta väärtus) ning invasiivsete liikide tõrje kulutused eeldatavasti järgnevatel aastatel suurenevad. See viitab sellele, et invasiivsed liigid võivad ohustada mitte ainult bioloogilist mitmekesisust, vaid ka majandust.

Praegu puudub üks kindel seletus, miks võõrliigid uuele territooriumile sattudes nii edukalt kohanevad ja hakkavad teisi liike välja tõrjuma. Teada on, et liigid, mis satuvad keskkonda, mille tingimused sarnanevad nende loodusliku levilaga, omavad suuremat tõenäosust invasiivseks muutuda (CBD 2000). Ka inimese pikaajaline kultiveerimistegevus võib suurendada liigi võimet levida ja kohaneda uutes elupaikades (CBD 2000). Samuti on pakutud

hüpoteesi, et invasiivsed liigid levivad sageli kiiresti, kuna uues keskkonnas puuduvad neid piiravad tegurid, nagu looduslikud vaenlased ja konkurendid (Callaway, Aschehoug 2000).

Invasiivsed liigid levivad globaalse kaubanduse, inimeste liikumise ja aianduse tõttu (Gentili *et al.* 2021). Taimede puhul on leitud, et nende edukat levikut võivad soodustada mitmed tunnused, näiteks suure hulga pikaealiste seemnete tootmine, kiirem kasv võrreldes kohalike liikidega ning suurem taluvus niiskuse ja toitainete kõikumise suhtes (Sundberg, Marshall 2024). Lisaks eritavad mõned invasiivsed taimeliigid, sealhulgas Kanada kuldvits, keemilisi ühendeid, mis muudavad mullastiku koostist ja mõjutavad negatiivselt teisi liike (Poljuha *et al.* 2024).

2026. aasta 1. jaanuari seisuga loetakse Eestis 65 liiki invasiivseks ja 71 liiki potentsiaalselt invasiivseks, aga nende hulgas ei ole ainult taimed, vaid ka muud liigirühmad (Keskkonnaprtaal 2026). Üks looduslikku tasakaalu ohustav võõrliik Eestis on Kanada kuldvits (*Solidago canadensis*) (Eesti Vabariigi Valitsus 2019). See liik levib kiiresti uutele aladele, hõivates eriti aktiivselt häiritud alad – teeservad, tühermaad ja mahajäetud maad. Selle taimeliigi kodumaa on Põhja-Ameerika, kuid 17. sajandi lõpus ja 18. sajandi alguses toodi see Euroopasse dekoratiivtaimena (Luneva, Mysnik 2025). Tänapäeval esineb Kanada kuldvits kogu Euraasias. Euroopa Komisjoni invasiivsete liikide ametlikul veebilehel on esitatud nimekiri 114 liigist, millest 65 on loomad ja 49 taimed, kuid Kanada kuldvits ei kuulu sellesse nimekirja (European Commission *s.a.-a*). Kuldvits on tunnustatud invasiivseks liikideks mõnes riigis, sealhulgas Eestis, kuid seda ei ole lisatud üleeuroopalisesse loetellu liigiks, mida reguleerib määrus (EL) nr 1143/2014 (European Commission *s.a.-b*). Hiinas peetakse seda kõige problemaatilisemaks invasiivseks liigiks, kuna see tungib põllukultuuride põldudele ja vähendab saaki (Guo *et al.* 2016).

Hoolimata sellest, et Eestis on Kanada kuldvitsa kasvatamine keelatud, võib seda taime siiani leida koduaedades, mis soodustab selle edasist levikut (Looduskalender 2015). Samal ajal, kuigi Kanada kuldvits on ökosüsteemidele kahjulik, puudub praegu terviklik ülevaade selle liigi levikust Eestis. Bakalaureusetöö eesmärk on välja selgitada piirkonnad Eestis, kus võib esineda Kanada kuldvits.

Uuringu ülesanded on järgmised:

1. koguda välitööde andmeid avalikest allikatest ja teaduslikest publikatsioonidest;
2. analüüsida Kanada kuldvitsa leviku eripära Eestis;
3. koostada Kanada kuldvitsa leviku kaart, kasutades geoinformatsioonisüsteeme (GIS) ja kirjeldada potentsiaalset elupaiga eelistust Eestis;
4. töötada välja soovitused selle liigi leviku seireks.

2. Teoreetiline taust

2.1. Maastikuelementide roll invasiivsete taimede levikus

Invasiivsete taimede levikut käsitletakse tänapäevases ökoloogias mitte ainult liikide endi bioloogiliste omaduste tulemusena, vaid ka maastiku struktuurist ja omadustest tuleneva protsessina (Szymura *et al.* 2016). Teatud maastikuelemendid võivad toimida levikukoridoride ja invasiivsete liikide esmaste kollete kujunemisaladena või soodustada nende levimist kõrge antropogeense häiringu taseme tõttu (Szilassi *et al.* 2021). Eriti olulist rolli selles protsessis mängivad lineaarsed maastikuelemendid, nagu teed ja jõed (Follak *et al.* 2018; Aronson *et al.* 2017).

Follak jt (2018) poolt läbi viidud analüüs Euroopa teedeäärsetest invasiivsetest võõrtaimedest näitas, et teeääred toimivad invasiivsete liikide esmase asustusalana ning efektiivsete koridoridena nende edasiseks levikuks. Sarnaseid tulemusi saadi Mortenseni jt (2009) uuringus. Teed loovad regulaarselt häiritud elupaiku, mida iseloomustab kõrge valgusrežiim ja vähenenud konkurents kohalike liikide poolt, samal ajal kui transport ja teehooldustööd soodustavad diaspooride levikut pikkade vahemaade taha (Mortensen *et al.* 2009; Follak *et al.* 2018). Selle tulemusena asustavad paljud invasiivsed taimede teede ääri, ning levivad sealt edasi ümbritsevatele aladele (Christen, Matlack 2006; Mortensen *et al.* 2009).

Lisaks transpordivõrgustikule mängivad invasiivsete taimede levikus olulist rolli ka jõe- ja kaldavööndi süsteemid. Jõed ja ojad toimivad looduslike lineaarsete koridoridena, mis hõlbustavad seemnete ja vegetatiivsete fragmentide levikut veevoolu abil (Pyšek, Prach 1993). Aronson jt (2017) näitasid, et urbaniseeritud maastikes ei toeta jõeäärsed alad mitte ainult kohalike taimkoosluste ruumilist sidusust, vaid soodustavad ka invasiivsete liikide aktiivset levikut. Invasiivsed taimed domineerivad sageli mööda jõesänge levivate seemnete ja vegetatiivsete fragmentide hulgas, mis võimaldab neil kiiresti hõivata uusi alasid allavoolu ning kujundada ulatuslikke levikualasid (Aronson *et al.* 2017; Pyšek, Prach 1993).

Invasiivsete taimede levikut mõjutavad märkimisväärselt nii maakasutuse muutused kui ka inimtegevusega seotud taimede sissetoomine. Uuring Remm jt (2025) näitas, et peamisteks sissetungi soodustavateks teguriteks on leviste rohkus, suur raielankide ja noorte istanduste osakaal ning tihe teedevõrk, samas kui teede infrastruktuurist väljaspool paiknevad

kuivenduskraavid ei avaldanud märkimisväärset mõju. Autorite hinnangul võivad lageraiealad olla invasiivsete taimede leviku koridorideks; aga Eestis ei ole invasiivsed taimed praegu laialt levinud ning looduslikud ökosüsteemid, eriti turbaalad, on endiselt vastupidavad (Remm *et al.* 2025). Lisaks on kirjanduses rõhutatud, et paljud invasiivsed taimeliigid on algselt teadlikult introductseeritud dekoratiivtaimedena ning levinud sealt edasi looduslikesse kooslustesse (Mack, Erneberg 2002). Seetõttu võib Kanada kuldvitsa leviku mustreid Eestis käsitleda nii aianduse ja haljastusega seotud leviku kui ka laiemate maakasutuslike muutuste koosmõjuna.

Seega näitavad kaasaegsed uuringud, et invasiivsete taimede levik on tihedalt seotud maastiku struktuuriliste omadustega. Teed ja jõesüsteemid toimivad invasiivse protsessi lahutamatu elementidena, kiirendades invasiivsete liikide levikut ja suurendades nende võimet kinnistuda uutes piirkondades. Maastikuelementide rolli arvestamine on vältimatu eeldus invasiivsete taimede ruumilise jaotuse analüüsimisel ning tõhusate seire- ja ohjestrategiate väljatöötamisel.

2.2. Kanada kuldvits Eestis ja Euroopas

2.2.1. Kanada kuldvitsa bioloogia ja ökoloogia

Kanada kuldvits (*Solidago canadensis* L.) on mitmeaastane rohttaim sugukonnast *Asteraceae*, mis on iseloomulikult klonalse kasvustrategiaga liik ning moodustab ulatuslikke ja tihedaid kogumikke. Taimel on hästi arenenud risoomne juurestik, mis võimaldab efektiivset vegetatiivset levikut ja soodustab monodominantsete koosluste kujunemist (Weber 1997; Zhu *et al.* 2022).

Kanada kuldvitsa varred on püstised, tavaliselt hargnemata või nõrgalt hargnevad, ulatudes enamasti 60–120 cm kõrguseni, soodsates tingimustes kuni 180–200 cm. Taime varred on ülaosas sageli karvased, mis on üks eristavaid morfoloogilisi tunnuseid Euroopa populatsioonides (Weber 1997). Lehed on vahelduvad, pikkad ja kitsad, sakilise servaga ning lühikese rootsuga või rootsuta. Lehe pikkus varieerub tavaliselt 10–15 cm, sõltudes kasvutingimustest ja populatsioonisisestest erinevustest. Lehtede alumine pool on sageli peenelt karvane, mis aitab vähendada veekadu ja suurendab keskkonnataluvust (Weber 1997; Zhu *et al.* 2022).

Kanada kuldvitsa õisik on suur, hargnev pöörisjas harjas, mis koosneb arvukatest väikestest kollastest korvõisikutest. Õitsemine toimub juulist oktoobrini, mis tagab pika tolmeldamisperioodi ning suurendab seemnelist sigimisedukust. Kanada kuldvits on putuktolmeja (Weber 1997; Zhu *et al.* 2022).

Seemned on varustatud karvase pappusega, mis soodustab nende levikut tuule abil pikkadele vahemaadele. Seemned on väga idanemisvõimelised ja seemnete ellujäämismäär võib ulatuda 30%ni (Zhu *et al.* 2022). Üksik isend võib toota tuhandeid seemneid, mis suurendab liigi invasiivset potentsiaali.

Kanada kuldvits õitseb mitmesugustes elupaikades: alates metsa servadest ja põldudest kuni linnatänavate ja prügimägedeni (Bielecka, Królak 2019). See liik eelistab kasvada niiskes ja soojas keskkonnas, kus on piisavalt valgust, kuid talub hästi ka ebasoodsaid tingimusi, nagu näiteks varju, põuda ja vaest mulda (Zhu *et al.* 2022). Samuti suudab ta kasvada prügimägedel ja raskmetallidega saastunud mullal (Bielecka, Królak 2019). Kõik need omadused teevad Kanada kuldvitsast väga eduka liigi, mis suudab levida uutele aladele ja kohaneda uute tingimustega.

2.2.2. Kanada kuldvitsa leviku ajalugu Euroopas ja Eestis

Kanada kuldvitsa kodumaa on Põhja-Ameerika. Esmane levila hõlmab Ameerika Ühendriike ja Kanadat, aga ka Mehhikot. Kuldvits toodi Euroopasse dekoratiivtaimena 17. sajandi lõpus (Abramova *et al.* 2020). Esimesed mainimised Eestis Kanada kuldvitsa kohta pärinevad 1807. aastast. Algul kasvatati seda Tartu Ülikooli botaanikaaias, kust see levis ümbritsevasse keskkonda (Kull *et al.* 2022).

2007. aastal kanti see loetellu võõrliikidest, mis ohustavad Eesti looduse bioloogilist mitmekesisust (Keskkonnaminister 2004). Praegu on Kanada kuldvitsa taim Eestis keelatud liik. Keeld hõlmab selle pidamist ja kasvatamist, sealhulgas kodustes tingimustes, samuti müüki ja importi Eestisse (Keskkonnaamet 2025).

2.2.3. Mõju ökosüsteemidele ja bioloogilisele mitmekesisusele

Kanada kuldvits mõjutab mitmel moel looduslikke ökosüsteeme, mis väljendub otseses konkurentsivõimuses põlisliikidega, tiheda monokultuuri tekkimises ning mulla- ja toiduahela protsesside muutumises (Poljuha *et al.* 2024; Zhu *et al.* 2022). Selle liigi lisandumisel tekkinud struktuursed ja funktsionaalsed muutused, mis vähendavad liikide mitmekesisust ja võivad häirida normaalseid arenguetappe niitude ja koduaedade biotsenootikumides (Poljuha *et al.* 2024). Tänu oma tugevale vegetatiivsele kasvule ja kõrgele produktiivsusele moodustab ta kiiresti puhmastikke, mis füüsiliselt pärsvad teiste taimeliikide kasvu. See viib bioloogilise mitmekesisuse vähenemiseni ja taimekoosluste struktuuri muutumiseni (Luneva, Mysnik 2025). Samuti eritab Kanada kuldvits allelopaatilisi aineid, mis mõjutavad mulla struktuuri ja selle biokeemilist koostist, mis omakorda võib avaldada negatiivset mõju kohalike liikide kasvule ja ellujäämisele (Callaway, Aschehoug 2000; Zhu *et al.* 2022).

Kuldvitsa sissetung muudab õitsvate taimede mitmekesisust, mis mõjutab tolmeldajaid. Selle tulemusena väheneb mitte ainult taimede bioloogiline mitmekesisus, vaid ka looduslike tolmeldajate arvukus (Zhu *et al.* 2022). Inimestele ei kujuta ta otsest ohtu, kuid aktiivse õitsemise perioodil võib see põhjustada allergilisi reaktsioone õietolmu suhtes (Shmelev, Pankrushina 2014).

2.3. Invasiivsete liikide seire- ja kontrollimeetodid

Võõr- ja invasiivsete liikide seire on üks peamisi meetodeid invasioonide ohjamiseks ja kontrollimiseks, kuna just õigeaegne tuvastamine ning leviku dünaamika jälgimine võimaldavad vähendada bioloogiliste invasioonide ökoloogilisi ja majanduslikke mõjusid (McGeoch *et al.* 2016). Teaduskirjanduses käsitletakse seiret tavaliselt kui süstemaatilist ja korduvat andmekogumisprotsessi, mis hõlmab võõrliikide esinemise, arvukuse, leviku ja mõju uurimist nii looduslikes kui ka inimtegevuse poolt muudetud ökosüsteemides (Vilà, García-Berthou 2010).

Akadeemilises kirjanduses tuuakse esile mitmed invasiivsete liikide seire peamised eesmärgid, mis hõlmavad nii uute sissekannete varajast avastamist (Vilà, García-Berthou 2010) kui ka leviku ruumilist hindamist, mis seisneb andmete kogumises liigi praeguse leviala ning selle ajas laienemise kohta (Chen *et al.* 2026). Lisaks on oluline jälgida populatsioonide arvukuse

dünaamikat ja analüüsida muutuste trende (Lai *et al.* 2026), mis võimaldab paremini mõista invasiivsete liikide leviku kiirust ja ökoloogilist mõju. Seire üheks keskseks eesmärgiks on ka ohjamismeetmete tõhususe hindamine, mis annab aluse looduskaitseliste otsuste tegemiseks ja haldusstrateegiatega parandamiseks (Rysiak *et al.* 2021).

2.3.1. Ulatus

Invasiivsete liikide seiret viiakse läbi paljudes riikides ja erinevatel ruumilistel tasanditel, hõlmates nii kohalikke projekte kui ka rahvusvahelisi kokkuleppeid ja õigusakte (Pyšek *et al.* 2020). Euroopa Liidus on invasiivsete liikide seire integreeritud EL määruse nr 1143/2014 raamistikku (European Commission *s.a.-b*) ning seotud varajase avastamise (ingl k *early detection*) ja kiire reageerimise (ingl k *rapid response*) kohustustega (Pyšek *et al.* 2020). Sarnaseid lähenemisviise rakendatakse ka Põhja-Ameerikas, Austraalias ja Uus-Meremaal, kus bioloogilised invasioonid on väga problemaatilised, kuna need võivad kaasa aidata kohalike liikide väljasuremisele (Pyšek *et al.* 2020). Seire- ja inventeerimisprogrammid aitavad kujundada ülevaadet invasiivsete liikide levikust, hinnata nende mõju ning suunata jõupingutusi edasise leviku ennetamiseks (Oswalt *et al.* 2021).

2.3.2. Peamised seiremeetodid

Klassikaline meetod on välitöödel põhinev seire, mis hõlmab transekte, proovialasid ja punktvaatlusi (U.S. Forest Service *s.a.*). Neid meetodeid kasutatakse nii taimede kui ka loomade uurimiseks ning need annavad täpseid andmeid liikide esinemise ja arvukuse kohta, kuid on samas töö- ja ajamahukad (Zhao *et al.* 2025). Sel viisil töötatakse välja uuenduslikud kontrollimeetodid, mis koos välitöödega suurendavad oluliselt seire ja kontrolli tõhusust.

Seireandmeid kombineeritakse sageli liikide levikumudelitega (ingl k *Species Distribution Models*, SDM-id). Neid kasutatakse invasiivsete liikide edasise leviku prognoosimiseks, nende ilmnemise riski hindamiseks uutes piirkondades ning prioriteetsete tõrjealade määramiseks (Srivastava *et al.* 2019). Sellised mudelid aitavad hinnata, kuidas liikide leviala võib muutuda nii praegustes kui ka tulevastes kliimatingimustes, mistõttu on need kasulikud looduskaitse planeerimisel (Lake *et al.* 2020). Samas on SDM-idel ka piiranguid. Näiteks ei hõiva invasiivsed liigid alati kogu sobivat leviala (Jones 2012) ning võivad uutes tingimustes muuta oma ökoloogilist nišši (Battini *et al.* 2019), mis teeb prognoosimise keerulisemaks. Seetõttu

kasutatakse üha enam kombineeritud lähenemisviise, kus SDM-e ühendatakse teiste andmeallikatega, et parandada tulemuste usaldusväärsust (Srivastava *et al.* 2019; Jones, 2012).

Lisaks modelleerimisele on invasiivsete liikide seires muutunud oluliseks ka kaugseire ja geoinfosüsteemide kasutamine. Satelliitandmeid, aerofotosid ja GIS-analüüsi kasutatakse liikide leviku kaardistamiseks, muutuste jälgimiseks ja uute invasioonikollete leidmiseks (Zhao *et al.* 2025; Halmy 2024). Satelliitide, nagu Sentinel-2 ja Landsat, ning droonide abil saab jälgida taimkatte muutusi suurtel aladel ja üsna tiheda ajasagedusega (Bradley 2014; Zagajewski *et al.* 2024). Koos GIS-analüüsiga aitavad need andmed koostada kaarte, hinnata invasiooni ulatust ning leida alad, kus on vaja täpsemaid välitöid või sekkumist (Müllerová *et al.* 2023). Kaugseire on eriti tõhus selliste invasiivsete taimede tuvastamisel, mis moodustavad tihedaid kasvukooslusi või erinevad selgelt kohalike liikide spektraalsete ja fenoloogiliste tunnuste poolest (Bradley 2014; Müllerová *et al.* 2023).

Satelliit- ja aerofotoandmete hulga kasv on toonud kaasa masinõppe ja tehisintellekti laialdasema kasutuse invasiivsete liikide seires (Zaka, Samat 2024). Näiteks kasutatakse algoritme nagu "Random Forest", "Support Vector Machine" ja närvivõrgud piltide automaatseks klassifitseerimiseks, invasiivsete liikide tuvastamiseks ja nende leviku modelleerimiseks (Zaka, Samat 2024; Zagajewski *et al.* 2024). Uuringud näitavad, et kaugseire ja masinõppe ühendamise annab täpsemaid tulemusi kui ainult visuaalne analüüs (Cohen, Lewis 2020; Malinowski *et al.* 2025). Näiteks leiti Malinowski jt (2025) ülevaates, et mitme ajaperioodi satelliitandmete ja "Random Forest" algoritmi kasutamine võimaldab täpselt tuvastada invasiivseid kuldvitsaliike Kesk-Euroopas, eriti kui arvestada erinevusi invasiivsete ja kohalike liikide arengus.

Kaugseiret täiendavad molekulaar-geneetilised meetodid, mis on olulised invasiivsete liikide varajaseks avastamiseks, eriti leviku algfaasis (Morissette *et al.* 2021). Üks paljulubav meetod on keskkonna DNA (ingl k *environmental DNA*, eDNA) analüüs, mille abil tuvastatakse organismide geneetilist materjali veest, mullast või õhust (Carroll *et al.* 2018). See võimaldab tuvastada liike ka siis, kui neid otseselt ei nähta. Uuringud näitavad, et eDNA on väga tundlik meetod ning sobib hästi haruldaste või varjuliste liikide seireks, samuti tõrjemeetmete tõhususe hindamiseks (Çevik, Çevik 2025). Lisaks kasutatakse geneetilisi markereid invasioonide

päritolu, levikuteede ja populatsioonide struktuuri uurimiseks, mis aitab paremini planeerida ohjamismeetmeid (Carroll *et al.* 2018). Hea näide selle tehnoloogia kasutamisest on Li jt (2025) ülevaade, kus uuriti Hiina linna Qingdaosse saabunud laevade ballastvett DNA-analüüsi abil. Uuring keskendus ballastvees leiduvatele organismidele, pöörates erilist tähelepanu invasiivsete liikide tuvastamisele. Tulemused näitavad, et DNA-analüüs on väga kasulik invasiivsete liikide seires ning seda saab kasutada ka nende leviku ennetamise poliitikate kujundamisel (Li *et al.* 2025).

2.3.3. Kodanikuteaduse roll invasiivsete liikide seires

Viimastel aastakümnetel on üha olulisemaks muutunud ka kodanikuteaduse (ingl k *citizen science*) andmed, mida kogutakse veebiplatvormide kaudu (näiteks iNaturalist, GBIF ning riiklikud andmebaasid nagu PlutoF ja Eesti Loodusvaatluste Andmebaas) (Halmy 2024). Kodanikuteadus võimaldab kaasata andmekogumisse suurt hulka vabatahtlikke, mis oluliselt suurendab ruumilist ja ajalist katvust võrreldes traditsiooniliste teaduslike seiremeetoditega (Bonney *et al.* 2014). Need andmed on eriti väärtuslikud suurte alade seireks ja uute invasioonikollete varajaseks tuvastamiseks, kuna vabatahtlikud suudavad kiiresti registreerida uute liikide esinemist ka raskesti ligipääsetavates piirkondades (Pyšek *et al.* 2020; Groom *et al.* 2019).

Käesoleva töö kontekstis on kodanikuteaduse andmetel keskne roll, kuna enamik Kanada kuldvitsa esinemisandmetest, mida kasutatakse liigi elupaigaeelistuste ja ruumilise leviku modelleerimisel, on kogutud just vabatahtlike vaatlejate poolt. Sellised andmed võimaldavad katta suuri geograafilisi alasid ning tuvastada mustreid, mida oleks traditsiooniliste välitööde abil ajaliselt ja ressursiliselt keeruline saavutada. Samas nõuab nende andmete kasutamine hoolikat eeltötlust, sealhulgas vigaste või ebatäpsete vaatluspunktide filtreerimist ja võimalike vaatlusnihkete korrigeerimist (Isaac *et al.* 2014; Kosmala *et al.* 2016).

Teadusuuringud on näidanud, et nõuetekohaselt töödeldud kodanikuteaduse andmed võivad anda usaldusväärseid tulemusi ka liikide levikumudelite koostamisel ning toetada invasiivsete liikide varajast avastamist ja tõrjemeetmete planeerimist (Newman *et al.* 2010). Seetõttu on kodanikuteadus eriti oluline invasiivsete liikide, sealhulgas Kanada kuldvitsa leviku analüüsimisel ja haldamisel.

2.3.4. Invasiivsete võõrliikide seire Eestis

Invasiivsete võõrliikide seire ja kontroll Eestis põhinevad riikliku keskkonnaseire, spetsialiseeritud andmebaaside, õigusliku regulatsiooni ning kodanike osaluse kombinatsioonil. Selles süsteemis mängivad keskset rolli Keskkonnaagentuur ja Keskkonnaamet, kes tegutsevad riiklike õigusaktide ning Euroopa Liidu nõuete alusel (Keskkonnaagentuur 2023; Keskkonnaportaal 2025).

Invasiivsete liikide seire Eestis on osa riiklikust keskkonnaseire programmist, mida reguleerib keskkonnaseire seadus (Keskkonnaportaal 2025; Riigi Teataja 2023). Andmete kogumine ja säilitamine toimub mitme omavahel seotud infosüsteemi kaudu. Üks peamisi neist on Eesti Looduse Infosüsteem (EELIS) – riiklik andmebaas, mis sisaldab teavet elurikkuse kohta, sealhulgas võõr- ja invasiivsete liikide leviku kohta (EELIS *s.a.*). Lisaks EELISele kasutatakse ka keskkonnaseire infosüsteemi KESE, kuhu kogutakse seireandmeid ning mis on avalikult kättesaadav (Keskkonnaagentuur 2023; Keskkonnaagentuur *s.a.*).

Olulist rolli mängib ka Loodusvaatluste andmebaas (LVA), mis põhineb kodanikuteaduse põhimõtetel. Sellesse kogutakse geograafiliselt määratud andmeid liikide leidude kohta, mida esitavad nii spetsialistid kui ka vabatahtlikud (Loodusveeb 2024). Tavaliselt on vaatlused varustatud fotodega ning läbivad eksperdikontrolli, mistõttu on tegemist olulise andmeallikaga liikide leviku analüüsimisel ja varajasel avastamisel (Loodusveeb *s.a.*).

Üldistatud andmed taimede leviku kohta on esitatud Eesti taimede levikuatlases, mis põhineb enam kui kahel miljonil vaatlusel, herbariummaterjalidel ja kirjandusallikatel (Taimeatlas 2022a). Atlas hõlmab nii kohalikke, naturaliseerunud kui ka invasiivseid liike ning võimaldab jälgida nende leviku muutusi ajas (Taimeatlas 2022a).

Keskne ligipääsuvahend andmetele on portaal eElurikkus, mis ühendab erinevatest allikatest pärit teavet, sealhulgas seireandmeid, teaduskollektsioone ja kodanikuvaatlusi (eElurikkus *s.a.-a*). Portaal pakub interaktiivseid levikukaarte ning võimalusi ruumiliseks analüüsiks. Andmeid hoitakse ja töödeldakse platvormil PlutoF, mis tagab nende standardiseerimise ja integreerimise rahvusvahelistesse andmebaasidesse, näiteks GBIF (eElurikkus *s.a.-a*).

Kanada kuldvitsa seire Eestis põhineb peamiselt neil andmesüsteemidel. Esmased andmed pärinevad LVA vaatlustest, mida seejärel koondatakse ja visualiseeritakse eElurikkuse portaalis (eElurikkus *s.a.-b*). See võimaldab analüüsida liigi leviku ruumilisi ja ajalisi mustreid. Täiendavat üldistatud teavet pakub Eesti taimede levikuatlas 2020, kus seda liiki käsitletakse naturaliseerunud ja invasiivseks (Taimeatlas 2022b). Atlases kasutatav standardiseeritud ruudustik võimaldab võrrelda tänapäevaseid ja ajaloolisi andmeid ning tuvastada leviala laienemise suundumusi.

Seega on Eestis välja kujunenud mitmetasandiline invasiivsete liikide seiresüsteem, mis põhineb teadusandmete, riiklike infosüsteemide ja kodanikuteaduse ühendamisel. Käesolevas töös olid just need andmebaasid peamiseks infoallikaks praktilise analüüsi läbiviimisel.

3. Materjalid ja meetodid

3.1. Andmed

3.1.1. Kanada kuldvitsa punktandmed

Uuringu algandmed saadi Eesti avatud andmebaasidest ning välitööde materjalidest (Tabel 1). Osa andmeid andis töö teaduslik juhendaja Kadri Koorem (PRG 1836), kes osales välivaatluste läbiviimisel.

Tabel 1. Kanada kuldvitsa asukoha andmete allikad.

Allikas	Objektide arv	Aasta	Formaat	Kood
eElurikkus	639 punkti	1896– 2025	CSV	EE45
EELIS (Keskkonnaportaali)	251 punkti	2022– 2024	CSV	EE50
PRG 1836 raames kogutud punktid	18 punkti	2023– 2024	CSV	KK18
PRG 1836 raames kogutud polügonid	52 polügonobjekti	2023– 2024	SHP	KK52

Enamik algandmeid olid geograafiliste koordinaatidega punktobjektid, mis kajastasid Kanada kuldvitsa esinemiskohti. Andmed sisaldasid teavet liiginimetuse, kirje identifitseerimisnumbri, koordinaatide, vaatluse registreerimise kuupäeva ja muude kaasnevate parameetrite kohta, kuid käesolevas töös kasutati ainult koordinaate ja vaatluskuupäeva.

PRG 1836 projekti raames kogutud ja Kadri Kooremi poolt edastatud andmed hõlmasid lisaks punktobjektidele ka polügonobjekte. Kõigi ruumiandmete võrreldavuse tagamiseks teisendati polügonobjektid punktideks QGIS-e tööriista “Vector geometry centroid” abil. Selle tulemusena loodi iga polügoni kohta üks punkt, mis paiknes selle geomeetrilises keskpunktis.

3.1.2. Elupaiga kirjeldamise andmekihid

Analüüsiks kasutati erinevaid andmekihte, mis hõlmasid andmeid teede, hoonete, veekogude ja muude geograafiliste objektide kohta, andmeid pinnase omaduste kohta ja muid andmekihte, mis on loetletud tabelis 2.

Tabel 2. Analüüsiks kasutatud ruumiandmete (GIS-kihtide) loetelu ja omadused.

Allikas	Nimi	Aasta	Formaat	Kasutatud andmed
Maa-amet. (s.a.-a). Haldus- ja asustusosakond	Eesti maakonnad	2025	SHP	Eesti maakonnad
Maa-amet. (s.a.-b). Fotokaart (WMS)	Eesti ortofoto	2025	WMS	Eesti ortofoto
Luuk, O. (s.a.). Atlas archive	Taimeatlase ruutvõrk	2020	GPKG	Taimeatlase ruutvõrk jaotatud võrdseteks 10 × 10 km ruutudeks
ETAK ehk Eesti topograafiline andmekogu,	Temaatilised andmekogumid kogu Eesti kohta	2026	SHP	Geograafilised kihid teede, hoonete, õuede, veehoidlate, sihtide ja elektriliinide kohta
Kmoch jt (2020)	EstSoil	2020– 2022	GPKG	Andmed savi-, tolmu- ja liivaosakeste protsentuaalse jaotuse kohta, andmed kivimiosakeste protsentuaalse sisalduse kohta pinnases, pinnase lasuvustiheduse ja pinnase orgaanilise süsiniku sisalduse kohta.
Geokuup (s.a.-a)	Eesti keskkonna andmekuubi topograafiline andmekogu	2025	GeoTIFF	Andmed kõrguse, pinnakalde ja topograafilise niiskusesindeksi kohta

3.2. Andmepunktide kvaliteedi kontroll

Ruumiliste andmete töötlemine viidi läbi tarkvaras QGIS versioon 3.34.4 (QGIS Development Team 2024) ja analüüs tarkvaraga RStudio versioon 2026.04.0+526 (R Core Team 2021). Kõik geograafilised andmed viidi koordinaatsüsteemi EPSG:3301 (Eesti riiklik koordinaatsüsteem 1997), mis tagas andmete võrreldavuse ja ruumianalüüsi korrektsuse.

Andmete töötlemise esimeseks etapiks oli nende kvaliteedi kontrollimine. Manuaalse kontrolli käigus selgus, et osa punkte paiknes väljaspool Eesti territooriumi või veekogudel. Sellised kirjed eemaldati edasisest analüüsist. Järgmises etapis võrreldi punktide asukohti Eesti taimele levikuatlase ruutude keskpunktidega. Mõned punktid paiknesid täpselt ruutude keskmes ning

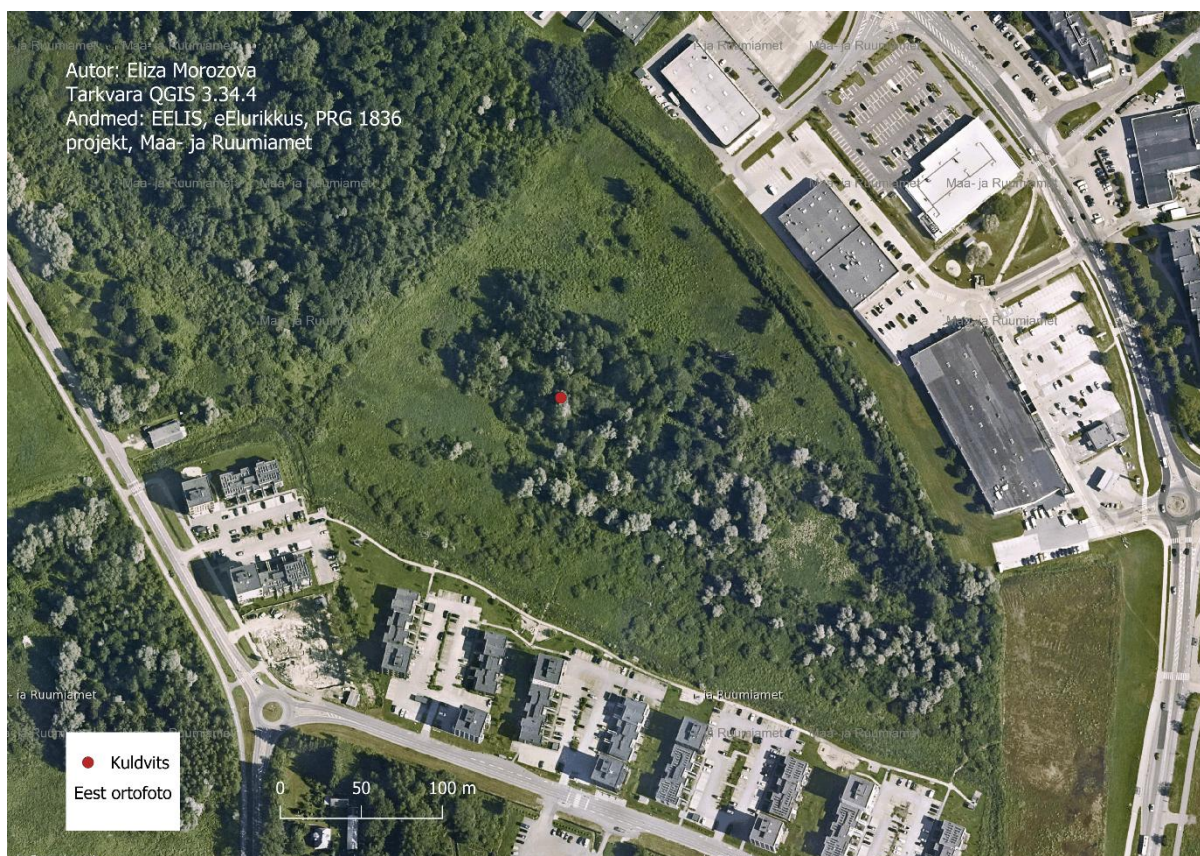
kajastasid üksnes liigi esinemist ruudu piires ilma täpse asukohata. Ka need punktid eemaldati andmestikust, kuna analüüsi eesmärk oli kasutada liigi esinemise täpset asukohta.

Andmeallikate vanus varieerus palju. Rohkem kui 25 aastat tagasi tehtud vaatlusi ei saanud pidada aktuaalseks seetõttu eemaldati kõik andmed, mis olid kogutud enne 2000. aastat. Lisaks oli võimalus, et aladel, kus viimastel aastatel oli tehtud Kanada kuldvitsa vaatlusi, võisid olla ehitatud uued hooned. Eriti puudutab see äärelinnapiirkondi, kus toimub uus ehitustegevus. Andmete ajakohasuse tagamiseks kasutati vaatluste visuaalseks kontrollimiseks Maa- ja Ruumiameti andmebaasist pärit Eesti ortofotokaarti aastast 2025. Selle tulemusena eemaldati valimist punktid, mille asukohale oli viimastel aastatel ehitatud uusi hooneid.

Mõnes piirkonnas, eelkõige Tartu ümbruses, esines väga suur punktide kontsentratsioon väikese ala piires (Joonised 1. ja 2.). Kõige enam ilmnes see EELIS-e andmete puhul. Liigne vaatluste tihedus võib moonutada ruumilise analüüsi tulemusi, mistõttu vähendati lähestikku paiknevate punktide arvu.

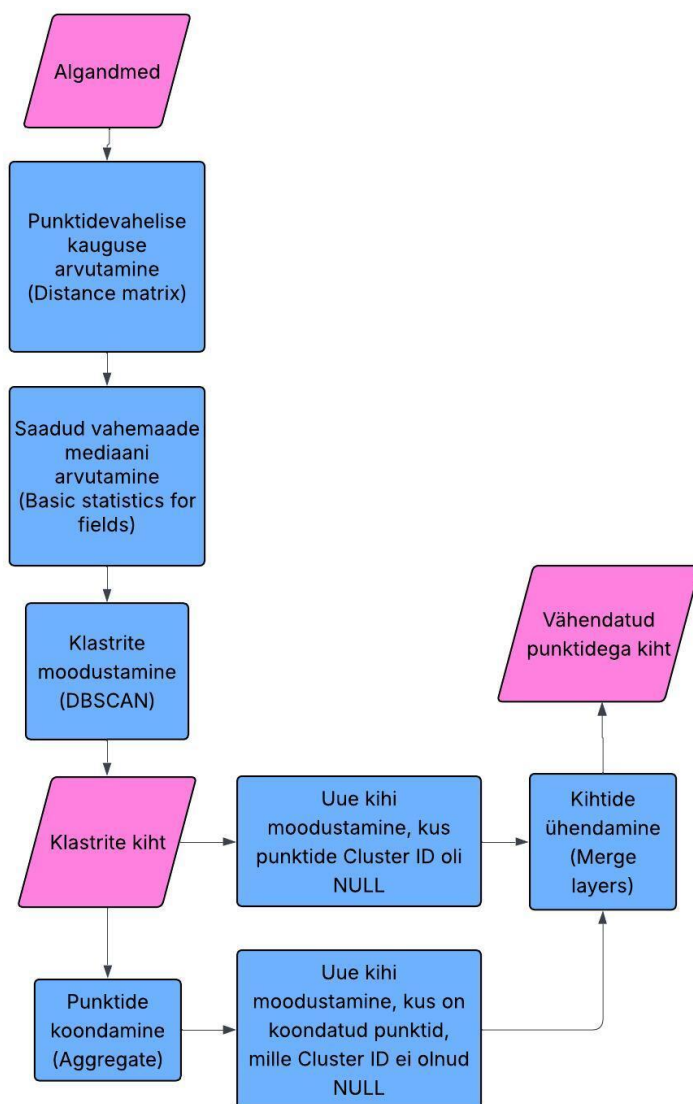


Joonis 1. Kanada kuldvitsa vaatluspunktidega leiukoht Tartu linnas enne andmete puhastamist.



Joonis 2. Kanada kuldvitsa vaatluspunktidega leiukoht Tartu linnas pärast andmete puhastamist.

Punktide hõrendamiseks rakendati erinevaid QGIS tööriistu (Joonis 3). Esiteks kasutati QGIS tööriista “Distance matrix”, mille abil arvutati kõikide punktide vahelised kaugused. Seejärel tehti tööriista “Basic statistics for fields” abil objektidevaheliste kauguste statistiline analüüs, et saada punktidevaheline mediaankaugus. Pärast seda rakendati DBSCAN algoritmi (ingl k *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*), mis võimaldab ruumiliselt lähedased objektid koondada klastritesse/gruppidesse. Tööriista parameetrites määrati, et klaster moodustub siis, kui vähemalt 2 punkti on üksteisest maksimaalselt 139 m kaugusel, mis oli eelnevalt arvutatud mediaankauguse väärtus. Viimasena kasutati tööriista “Aggregate”, mis võimaldas punkte koondada välja Cluster ID väärtuse alusel. ID ja muude tekstiväärtuste jaoks valiti esimene väärtus, koordinaatide jaoks valiti mediaan väärtus ja teiste arvuliste väärtuste valiti esimene väärtus. Kui Cluster ID oli NULL, siis koondamist ei toimunud. Kvaliteedi kontrolli lõpuks oli alles 547 punkti, mis on 407 punkti vähem kui algne punktide arv.



Joonis 3. Punktobjektide arvu vähendamine klastrite loomise abil. Roosa värvi kastid tähistavad andmeid, sinised kastid tähistavad andmetega tehtavaid toiminguid. Skeem loodi Lucidcharti tarkvara abil (Lucid Software Inc 2024).

3.3. Punktidele keskkonnaparameetrite väärtuse võtmine

Punktidele saadi väärtused kahel viisil: kaugused QGIS tööriista “Join attributes by nearest” abil ning muud väärtused tööriistaga “Join attributes by location” (Joonis 4). Kuna EstSoili andmed ei katnud kogu Eestis, näiteks linnaalasid, siis kõigi punktide kohta ei olnud võimalik infot hankida. Eesti keskkonna andmekuubi ehk geokuubi topograafilise andmekogu väärtused

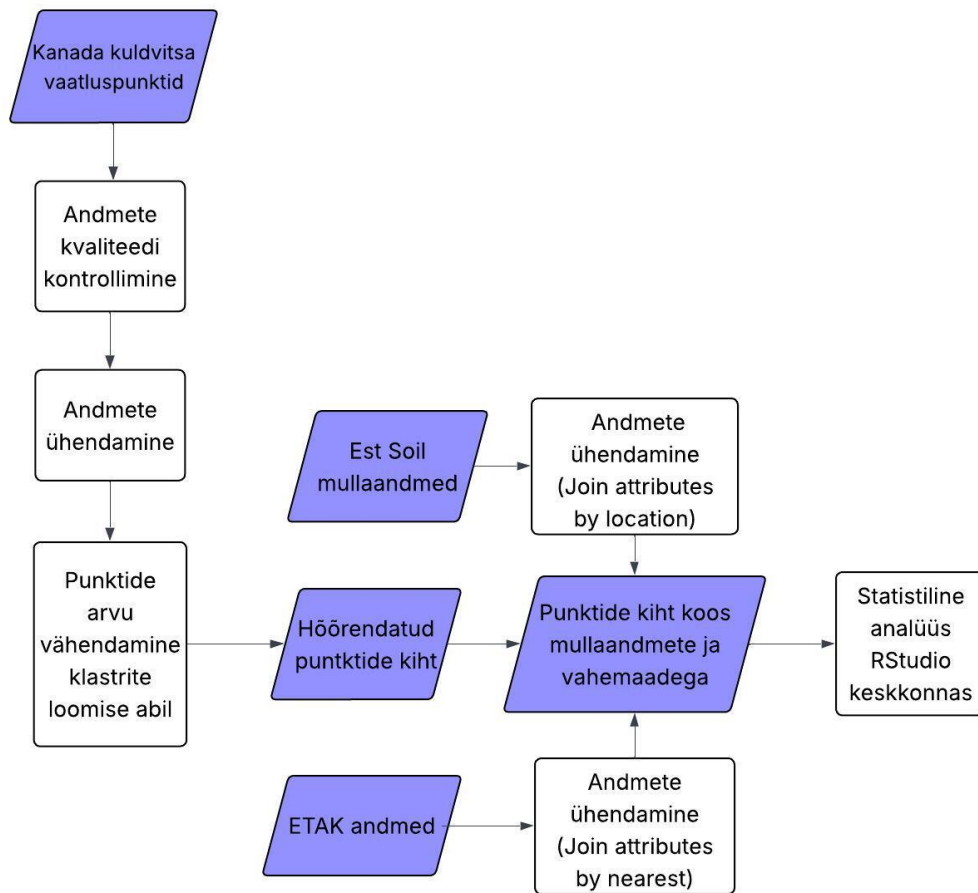
edastas juhendaja Minna Ots, kuna need andmestikud ei ole veel avalikuks kasutamiseks ligipääsetavad.

Kaugused arvutati kõikidele ETAK andmekogu kihtidele. Kuna teedevõrgu kiht oli väga detailne ja sisaldas suurt hulka objekte, jaotati see kolme kategooriasse. Esimesse kategooriasse kuulusid põhimaanteed (põhimaantee, tugimaantee, kõrvalmaantee, ramp või ühendustee), teise kategooriasse tänavad ja väiksemad teed (rada, tänav, kergliiklustee) ning kolmandasse kategooriasse muud teetüübid.

3.4. Andmeanalüüs

Kuldvitsa vaatluspunktid koos täiendatud andmetega eksporditi CSV-formaati ja analüüsiti RStudios (R Core Team 2021). Kvantitatiivsete tunnuste puhul arvutati keskmised väärtused, standardviga (SE) ning valimi suurus, arvestades, et osa andmestikust oli puudulik. Lisaks määrati mediaanid, kuna keskmine väärtus ei pruugi alati kajastada andmete tegelikku jaotust. Kategooriliste tunnuste, nagu mullatüüp, puhul koostati sagedustabelid, mis näitasid vaatluste jaotust erinevate mullatüüpide lõikes.

Ruumiandmete analüüsi tulemused visualiseeriti QGIS-programmis loodud temaatiliste kaartide abil, samuti RStudio, Excelis (Microsoft Corporation 2023) ja Google'is (Google LLC 2024) koostatud graafikute ja tabelite kaudu.



Joonis 4. QGIS-is läbiviidud Kanada kuldvitsa leviku ruumilise analüüsi töövoog. Lilla värvi kastid tähistavad andmeid, valged kastid tähistavad andmetega tehtavaid toiminguid.

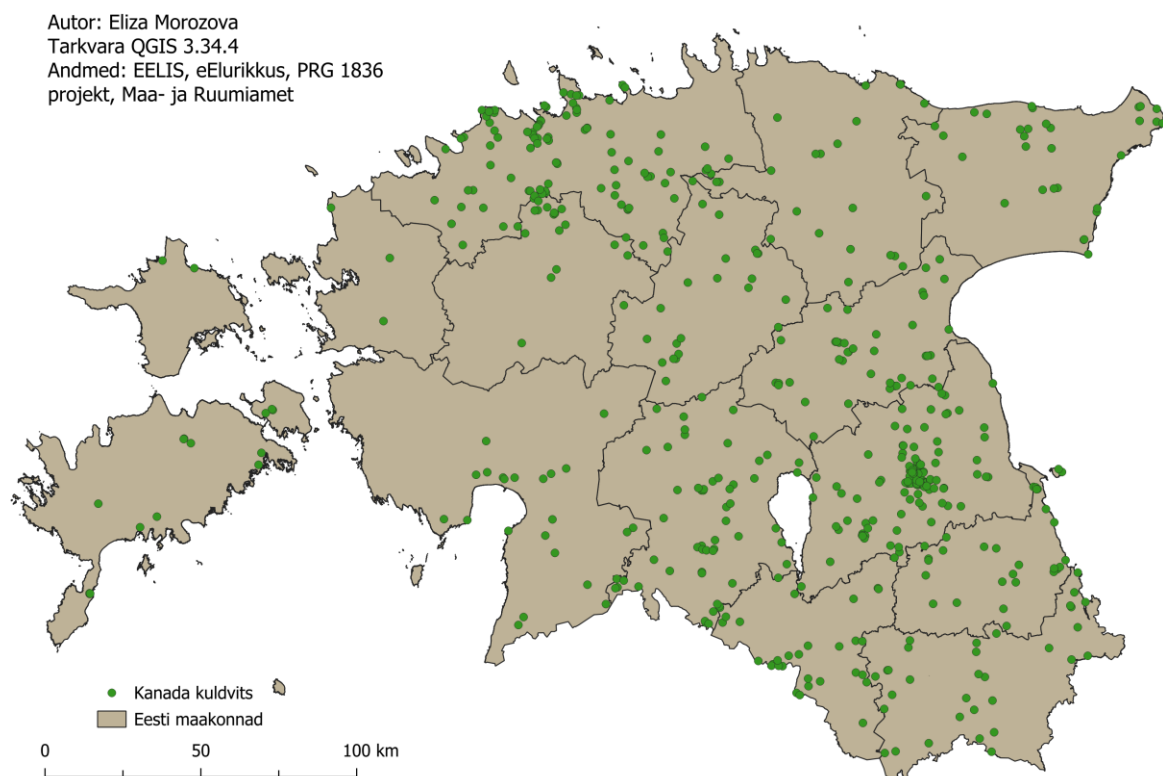
3.5. Tehisintellekti kasutamine

Käesoleva bakalaureusetöö koostamisel kasutati tehisintellektil põhinevaid tööriistu. M365 Copilotit rakendati abivahendina töö käigus tekkinud küsimuste ja probleemide lahendamisel, eelkõige seoses QGIS-i ja RStudio kasutamisega. Samuti toetas M365 Copilot teadusartiklite leidmist ning aitas teksti tõlkimisel. Lisaks kasutati Scopus AI tööriista, mis hõlbustas asjakohase teaduskirjanduse otsimist töö teoreetilise osa koostamiseks. Samuti kasutati RStudio-keskkonnas analüütilise töö tegemisel koodi kirjutamise abivahendina versioonis GPT-5.5 olevat OpenAi ChatGPT. Kõik analüüsid, tulemuste tõlgendused ja lõplikud järeldused koostas autor iseseisvalt.

4. Tulemused

4.1. Üldine levik

Kanada kuldvitsa registreeritud esinemised saadud andmestikus olid jaotunud üle Eesti (Joonis 3). Enim tähelepanekuid oli tehtud Tartu ja Harju maakonnas (vastavalt 134 ja 97 punkti), neist Tartu linnas asus 59 punkti. Kõige vähem oli Kanada kuldvitsa registreeritud Lääne-Eestis, eriti Lääne maakonnas (3 punkti), Hiiumaal (2 punkti) ja Saaremaal (14 punkti).



Joonis 5. Kanada kuldvitsa (*Solidago canadensis*) avalikult kättesaadavate andmete põhjal levikukaart Eestis.

4.2. Topograafilised muutujad

Topograafiliseks analüüsiks kasutati valimit, mis koosnes 547 punktist, kuna osa asukohtade kohta puudusid mullastikuandmed. Analüüsi tulemused näitasid (Tabel 3.), et Kanada kuldvitsa levikupunktide mediaankõrgus merepinnast oli 51.7 m ning mediaankalle 1.8°, mis viitab

nõrgalt kallakuga alade ülekaalule. Topograafilise niiskuseindeksi (TWI) keskmine väärtus uurimispiirkondades oli 8.59 ning mediaan 8.75.

Tabel 3. Kanada kuldvitsa leiukohtade topograafiliste näitajate kirjeldav statistika. Andmete täielik loetelu on esitatud 1. lisas. Andmed Eesti väärtuste vahemiku kohta võeti Geokuupi andmebaasist (Geokuup *s.a.-c*).

Parameeter	Valim	Keskmine väärtus	Mediaan	Väärtuse vahemik Eestis	Standardviga (SE)
Kõrgus merepinnast (m)	547	55.35	51.71	0–318	1.35
Pinna kalle (kraadi)	547	2.73	1.79	0–19	0.13
Topograafiline niiskuseindeks (TWI)	547	8.59	8.75	4.8–15.8	0.07

4.3. Mulla omadused

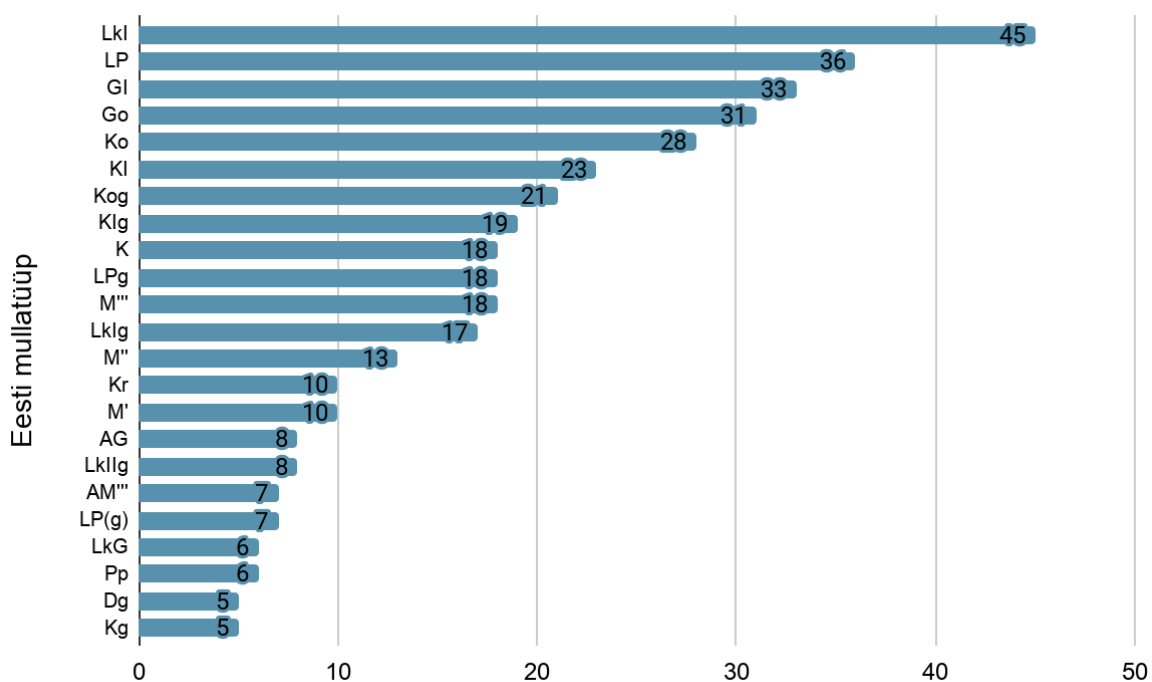
Mullaanalüüs viidi läbi 453 punkti põhjal (Tabel 4). Liiva sisalduse keskmine sisaldus oli 70.33% ja mediaan oli 82%, samas kui savi ja tolmu mediaanväärtused olid oluliselt madalamad – vastavalt 9%. Kivisisalduse keskmine väärtus oli 6.09%, mediaaniga 0%.

Orgaanilise süsiniku keskmine väärtus on 6.23% ja mediaansisaldus oli 3.31% ning mulla lasuvustiheduse keskmine väärtus 1.14 g/cm³ ja mediaan 1.24 g/cm³.

Kanada kuldvitsa leiukohtade jaotus erines sõltuvalt mullatüüpidest, mis olid klassifitseeritud nii Eesti mullaklassifikatsiooni alusel. Andmestikus koondusid leiupunktid suhteliselt vähestesse domineerivatesse mullaklassidesse, samas kui paljud mullatüübid olid esindatud üksikute leidudega. Enamik leiukohti oli seotud mullatüüpidega LkI, LP, GI, Go ja Ko (Joonis 4.).

Tabel 4. Kanada kuldvitsa leiukohtade mullaparameetrite kirjeldav statistika. Andmete täielik loetelu on esitatud 1. lisas. Andmed mullaparameetrite väärtuste vahemiku kohta Eestis võeti Geokuupi andmebaasist (Geokuup *s.a.-b*).

Parameeter	Valim	Keskmine väärtus	Mediaan	Väärtuse vahemik Eestis	Standardviga (SE)
Savisisaldus (%)	453	16.61	9	0–75	0.91
Liivisisaldus (%)	453	70.33	82	0–100	1.13
Tolmusisaldus (%)	453	13.06	9	0–50	0.45
Mulla orgaaniline süsinik (%)	453	6.23	3.31	0–35	0.35
Mulla lasuvustihedus (g/cm ³)	453	1.14	1.24	Andmed puuduvad	0.013
Kivimiosakeste sisaldus (%)	453	6.09	0	Andmed puuduvad	0.65



Joonis 6. Kanada kuldvitsa esinemiskohtade jaotus Eesti mullatüüpide lõikes. Joonistel on esitatud ainult need mullatüübid, mille puhul Kanada kuldvitsa leiukohtade arv oli suurim. Kõikide mullatüüpide täielik tabel on toodud lisas 2.

4.4. Kaugus inimtekkelistest objektidest

Kauguste analüüs näitas, et Kanada kuldvitsa leiukohad paiknesid väga erinevatel kaugustel erinevatest antropogeensetest objektidest ning väärtuste jaotus varieerus oluliselt sõltuvalt objekti tüübist (Tabel 5.).

Erinevate teetüüpide võrdlus näitas selget varieeruvust. Esimest tüüpi teede (põhimaanteed, tugimaanteed, kõrvalteed, mahasõidud ja ühendusteed) mediaankaugus oli 284.53 m, mis oli analüüsitud teekategooriate hulgas suurim. Teist tüüpi teede (rajad, tänavad, kergliiklusteed) keskmine väärtus oli 263.69 m ja mediaan 137.99 m. Kolmandat tüüpi teede (muud teetüübid) puhul keskmine kaugus oli 125.16 m ja mediaankaugus märkimisväärselt väiksem – 57.62 m.

Mediaanne kaugus hoonetest oli 100.31 m ja keskmine kaugus 212.98 m. Elektriliinide puhul oli keskmine kaugus 607.29 m ja mediaan 334.24 m. Kategooria õu puhul olid keskmine (287.01 m) ja mediaanne (104.97 m), kusjuures 30 punkti asusid otse õuede territooriumil. Muude kõlvikute (maa-alasid, mis ei kuulu põhikategooriatesse nt mets, põllumajandusmaa või hoonestatud ala) puhul oli keskmine väärtus oli 1642.74 m ja median 985.31 m. Näitajale distantis siht vastas keskmine väärtus 1062.71 m ning mediaan 683.42 m.

Suurimad kaugused registreeriti rööbasteede puhul: keskmine väärtus oli 10 189.96 m ning mediaan 5943.95 m.

Tabel 5. Kanada kuldvitsa leiukohtade kaugused antropogeensetest objektidest: kirjeldav statistika. Andmete täielik loetelu on esitatud 1. lisan.

Parameeter	Valim	Keskmine väärtus	Mediaan	Standardviga (SE)
Distants tee (1) (m)	547	659.00	284.53	42.24
Distants tee (2) (m)	547	263.69	137.99	14.45
Distants tee (3) (m)	547	125.16	57.62	8.27
Distants rööbastee (m)	547	10189.96	5943.95	633.96
Distants elektriliin (m)	547	607.29	334.24	31.77
Distants hoone (m)	547	212.98	100.31	14.02
Distants õu	547	287.01	104.97	22.66
Distants muu kõlvik	547	1642.74	985.31	75.01
Distants siht (m)	547	1062.71	683.42	45.01

4.5. Kaugus looduslikest maastikuelementidest

Keskmine kaugus jõgedest oli 125.82 m (Tabel 6.). Mediaanväärtus 63.22 m. Järvede puhul oli keskmine kaugus 340.10 m, ning mediaan oli 245.22 m.

Kategooria lage puhul paiknes 210 punkti otseselt selle kategooria aladel või nende vahetus läheduses (piiridel). Kõiki punkte arvesse võttes, sealhulgas neid, mis paiknesid ala sees või selle serval, oli keskmine kaugus 76.39 m ja mediaanväärtus 8.99 m.

Tabel 6. Kanada kuldvitsa leiukohtade kaugused looduslikest maastikuelementidest: kirjeldav statistika. Andmete täielik loetelu on esitatud 1. lisas.

Parameeter	Valim	Keskmine väärtus	Mediaan	Standardviga (SE)
Distants vooluveekogu (m)	547	125.82	63.22	7.51
Distants seisuveekogu (m)	547	340.10	245.22	14.38
Distants lage (m)	547	76.39	8.99	7.28

Arutelu

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli kaardistada invasiivse Kanada kuldvitsa (*Solidago canadensis*) levik Eestis, kasutades avalikke andmeid, ning analüüsida leviku seoseid erinevate keskkonnateguritega. Töö tulemused näitasid, et praegused avalikult kättesaadavad liigileviku andmed ei ole ühtlaselt jaotunud Eesti piires. Siiski võimaldavad uuringu andmed tuvastada võimalikke tegureid, mis võivad mõjutada Kanada kuldvitsa levikut.

Kõige suurem arv vaatlusi registreeriti Tartus, mis kattub liigi ajalooliselt esimese registreeritud leiukohaga Eestis (Kull *et al.* 2022). See viitab võimalikule leviku keskmeele, kust liik on edasi levinud. Teine põhjus võib olla, et Tartus tehti rohkem vaatlusi kui teistes linnades või kaugemates looduslikes piirkondades. Kirjanduses on korduvalt rõhutatud, et invasiivsed liigid, sealhulgas Kanada kuldvits, on tihedalt seotud inimtegevusega ning levivad sageli aiakultuuridena või haljastuses kasutatud taimedena (Mortensen *et al.* 2009; Follak *et al.* 2018). Seetõttu on loogiline, et rohkem registreeringuid esineb just tihedamalt asustatud piirkondades.

Samas oli Kanada kuldvitsa registreeritud märkimisväärselt vähem Lääne-Eestis, sealhulgas Lääne maakonnas, Hiiumaal ja Saaremaal. Sellele võib olla kaks peamist selgitust. Esiteks võib liik olla nendes piirkondades tõepoolest vähem levinud, mis võib olla seotud kas looduslike tingimuste või väiksema antropogeense survega. Teiseks tuleb arvestada vaatluste ebaühtlase jaotusega, mis on tüüpiline avalikel vaatlusandmetel põhinevatele andmestikele (Bonney *et al.* 2014). Seetõttu ei pruugi kasutatud andmed täielikult peegeldada liigi tegelikku levikut Eestis, kuid võimaldavad kirjeldada üldisi mustreid ja levikut potentsiaalselt mõjutavaid tegureid.

Antropogeensete objektide analüüs näitas seost Kanada kuldvitsa leiukohtade ja inimtekkeliste maastikuelementide vahel. Eriti ilmnes seos teedevõrguga, kus väiksemad (3. tüüpi) teed paiknesid sageli leiukohtade vahetus läheduses. Samas oli suuremate teede (1. ja 2. tüüpi) kaugus keskmiselt suurem. Seda saab tõlgendada mitmeti: ühelt poolt võivad väiksemad teed olla arvuliselt sagedasemad, teisalt võivad just teede servaalad toimida oluliste levikukoridoridena. Varasemad uuringud on näidanud, et teedevõrgustik soodustab invasiivsete liikide levikut nii häiringute kui ka seemnete transportimise kaudu (Christen, Matlack 2006; Mortensen *et al.* 2009). Samuti olid leiukohad suhteliselt lähedal hoonetele ja õuealadele, mis kinnitab inimtegevuse rolli liigi levikus. Selline muster on kooskõlas kirjandusega, kus

rõhutatakse aianduse ja haljastuse tähtsust invasiivsete taimede esmase leviku allikana (Mack, Erneberg, 2002).

Mulla orgaanilise süsiniku ja mulla tihenemise väärtused näitavad, et Kanada kuldvits võib edeneda mitmesugustes mullatingimustes, kuid andmed näitavad märkimisväärset varieeruvust. Keskmine orgaanilise süsiniku sisaldus oli oluliselt kõrgem kui mediaan, mis võib viidata isoleeritud kõrge süsinikusisaldusega muldade olemasolule. Sarnast jaotust täheldati ka mulla tihenemise puhul, kus keskmine oli mediaanist veidi madalam, mis viitab mõningatele madalama tihenemisega eranditele. Eesti mullaklassifikatsiooni põhjal mullatüüpe uurides oli enamik Kanada kuldvitsa leiukohti koondunud vähestesse domineerivatesse mullatüüpidesse, peamiselt LkI (Nõrgalt leetunud muld), LP (Kahkjalt leetunud muld), GI (Leetjas gleimuld), Go (Leostunud gleimuld) ja Ko (Leostunud muld). See võib viidata sellele, et kuigi liik on võimeline kasvama mitmesugustes mullatingimustes, võib see eelistada teatud mullatüüpe. Sarnaseid tulemusi on täheldatud ka teistes uuringutes, kus on leitud, et Kanada kuldvits eelistab hästi vett läbilaskvaid ja suhteliselt kergeid muldi, kuigi suudab kasvada väga erinevates tingimustes (Weber 1997).

Topograafiliste näitajate analüüs näitas, et enamik leiukohti paiknes madala reljeefi ja väikese kaldega aladel. Topograafilise niiskuseindeksi väärtused viitasid mõõdukatele niiskustingimustele, kuid nende mõju liigi levikule ei olnud nii selgelt väljendunud kui antropogeensete tegurite puhul. See lubab oletada, et kuigi kohalikud niiskustingimused võivad mõjutada liigi esinemist, ei ole need primaarseks levikut määravaks teguriks antud andmestikus.

Looduslike maastikuelementide analüüs näitas, et seosed jõgede ja järvedega olid olemas, kuid varieerusid märgatavalt. Mõningane eelistus jõgede läheduses paiknemisele võib viidata veekogude rollile levikukoridoridena, nagu on kirjeldatud ka varasemates uuringutes (Pyšek, Prach 1993; Aronson *et al.* 2017). Samas ei olnud see muster nii selgelt väljendunud kui seosed antropogeensete objektidega.

Kokkuvõttes viitavad tulemused sellele, et Kanada kuldvitsa levikut mõjutavad Eestis eelkõige inimtekkelised tegurid, samas kui looduslikud keskkonnatingimused määravad tõenäoliselt pigem liigi lokaalse esinemise varieeruvuse. Looduslikud maastikuelemendid võivad siiski

toimida sekundaarsete koridoridena, mis mõjutavad liigi leviku dünaamikat väiksemas ruumiskaalas. Saadud tulemusi saab kasutada edasistes uuringutes, eriti liigi leviku modelleerimisel ning tõrjemeetmete planeerimisel. Samuti aitavad need paremini suunata seiretegevust piirkondadesse, kus andmed on praegu puudulikud.

Käesoleva töö tulemuste tõlgendamisel tuleb arvestada ka kasutatud metoodika piirangutega. Ühelt poolt näitab uuring, et geoinfosüsteemide (GIS) kasutamine koos avalike vaatlusandmetega on väärtuslik lähenemine invasiivsete liikide leviku uurimisel. Selline kombinatsioon võimaldab analüüsida liikide ruumilist jaotust suures skaalas ning tuvastada seoseid erinevate keskkonnateguritega. Eriti oluline on siin kodanikuteaduse roll, mis võimaldab koguda andmeid laialdaselt ja suhteliselt väikeste kuludega.

Teiselt poolt seab selline andmeallikas siiski olulisi piiranguid. Käesolevas töös kasutatud andmestik hõlmas 547 vaatluspunkti kogu Eesti kohta, mis on suhteliselt väike valim riigi tasemel analüüsi jaoks. Lisaks võib eeldada, et vaatlusandmed ei ole ruumiliselt ühtlaselt jaotunud, vaid on seotud pigem paremini ligipääsetavate või suurema inimasutusega piirkondadega. Seetõttu võivad tulemused peegeldada osaliselt ka vaatlusaktiivsust, mitte ainult tegelikku levikumustrit.

Samuti on oluline märkida, et andmete kvaliteet ja täpsus võivad varieeruda. Kodanikuteaduse andmete puhul võib esineda nii määramisvigu kui ka asukohainfo ebatäpsust, mis võib mõjutada ruumiliste analüüside tulemusi. Edaspidi oleks oluline panustada nii andmete hulga suurendamisse kui ka nende kvaliteedi parandamisse, näiteks valideeritud vaatlusandmete osakaalu suurendamise kaudu.

GIS-analüüsi kasutamisel invasiivsete taimede uurimisel esineb ka teisi piiranguid. Näiteks sõltuvad tulemused suurel määral kasutatavate ruumiandmete resolutsioonist ja ajakohasusest. Mitmed olulised tegurid, nagu häiringud väiksemas ruumiskaalas või lühiajalised muutused keskkonnatingimustes, ei pruugi olla olemasolevates andmekogudes piisavalt hästi kajastatud. Lisaks ei võimalda käesolevas uuringus kasutatud lähenemisviis teha põhjuslikke järeldusi, vaid kirjeldab peamiselt erinevate tegurite ja liigi leviku vahelisi seoseid. Seetõttu võiks tulevastel uuringutel GIS-põhist analüüsi täiendada teiste meetoditega, näiteks pikaajalise seire, väliuuringute ja kaugseirega. Samuti oleks kasulik koguda andmeid piirkondadest, kus

Kanada kuldvits kindlasti puudub, et luua täpsem levikumudel, samuti kasutada ajas muutuvat andmestikku liigi levikudünaamika analüüsimiseks ja selle muutuste hindamiseks eri piirkondades.

Eestis on invasiivsete taimeliikide uurimine ja seire praegu veel suhteliselt piiratud, mistõttu on vajalik täiendavate uuringute läbiviimine. Edasise seire arendamisel oleks soovitatav suurendada vaatluste arvu, parandada nende ruumilist katvust ning integreerida erinevaid andmeallikaid, sealhulgas ametlikke seireprogramme ja kodanikuteaduse platvorme. Samuti võiks arendada standardiseeritud andmekogumise metoodikaid, mis võimaldaksid paremini võrrelda tulemusi erinevate uuringute vahel.

Lisaks võiks invasiivsete liikide seires pöörata suuremat tähelepanu riskipiirkondadele, näiteks tiheda teedevõrguga aladele, asulate lähiümbrusele ning häiritud elupaikadele, mis käesoleva töö tulemuste põhjal võivad olla olulised levikuga seotud piirkonnad. Selline lähenemine võimaldaks suunata seire- ja tõrjemeetmeid tõhusamalt ning toetaks invasiivsete liikide leviku varajast tuvastamist.

Kokkuvõttes kinnitab käesolev uuring, et GIS-põhine analüüs koos vaatlusandmetega on tõhus vahend invasiivsete liikide leviku uurimiseks, kuid selle tulemused sõltuvad tugevalt kasutatava andmestiku kvaliteedist ja ulatusest. Seetõttu on vajalik jätkata andmete kogumist, parandada nende kvaliteeti ning laiendada uurimismeetodeid, et saavutada usaldusväärsem ja terviklikum ülevaade invasiivsete liikide levikust Eestis.

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli kaardistada invasiivse Kanada kuldvitsa levik Eestis ning hinnata selle seoseid erinevate keskkonnateguritega, kasutades ruumiandmeid ja GIS-analüüsi. Lisaks oli eesmärgiks tuvastada peamised tegurid, mis võivad mõjutada liigi levikumustreid.

Töö tulemused näitasid, et Kanada kuldvitsa leviku andmed Eestis pole ühtlased, aga need lubavad eeldada, et enamik leiukohti paikneb asulate, teede ja teiste inimtekkeliste maastikuelementide läheduses. Samuti ilmnes, et liik võib esineda sagedamini avatud ja madala reljeefi ja väikese kaldega piirkondades. Mullaanalüüs näitas, et Kanada kuldvits on võimeline kasvama erinevates mullatingimustes, kuid leiukohad olid sagedamini seotud kergemate ja liivakamate muldadega.

Analüüs kinnitas, et antropogeensed tegurid võivad mängida olulist rolli liigi levikus, samas kui looduslike tegurite mõju on pigem varieeruv ja vähem väljendunud. Leiti ka, et looduslikud maastikuelemendid, nagu vooluveekogud ja avatud alad, võivad mõjutada liigi lokaalset levikut, kuid ei ole määrava tähtsusega tegurid riiklikus mõõtkavas.

Töö eesmärgid saavutati, kuna koostatud levikukaart ja läbiviidud analüüs võimaldasid tuvastada peamised levikumustrid ning hinnata nende seoseid erinevate keskkonnateguritega. Samas selgus ka, et kasutatud andmestiku piiratus ja ebaühtlane ruumiline jaotus mõjutavad tulemuste üldist tõlgendamist ning rõhutavad vajadust täiendavate uuringute järele.

Kokkuvõttes näitab käesolev uurimistöö, et GIS-põhised analüüsid koos vaatlusandmetega pakuvad väärtuslikku lähenemist invasiivsete liikide leviku uurimiseks Eestis, kuid usaldusväärsemate järelduste tegemiseks on vajalik nii andmete, kui ka uurimismeetodite edasine arendamine.

Assessment of habitat preference and spatial distribution of the Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*) in Estonia based on public observation and environmental data

Eliza Morozova

Summary

The aim of this bachelor's thesis was to assess the spatial distribution and habitat preferences of the invasive species Canadian goldenrod in Estonia, and to identify the main environmental and anthropogenic factors influencing its occurrence. The study was based on geographic information system (GIS) analysis combined with publicly available observation data.

The dataset included 547 georeferenced occurrence records across Estonia, complemented with spatial environmental data describing topography, soil characteristics, land cover, and distances to both anthropogenic and natural landscape elements. Data processing and analysis were conducted using QGIS and RStudio, while descriptive statistics and visualizations were created in Excel and other tools.

The methodological approach involved linking occurrence points with environmental variables and calculating key descriptive statistics such as mean and median values. Distance-based analysis was used to evaluate the spatial relationships between occurrences and landscape features, including roads, buildings, water bodies, and open areas. Topographical indicators (elevation, slope, and topographic wetness index) as well as soil properties were also included in the analysis.

The results showed that the distribution of Canadian goldenrod in Estonia is uneven and strongly associated with anthropogenic environments. The highest number of observations was recorded in Tartu and Harju counties, while considerably fewer records were found in western Estonia. This pattern may reflect both ecological differences and uneven observation effort.

The species was most frequently found near roads, settlements, and open areas, indicating a clear link with disturbed and human-influenced habitats. In contrast, densely forested and remote areas showed significantly fewer occurrences. Topographical analysis indicated that most occurrences were located in lowland areas with gentle slopes and moderate moisture conditions.

Soil analysis demonstrated that Canadian goldenrod is capable of growing in a wide range of soil conditions, reflecting its ecological plasticity, although it was more commonly associated with sandy and well-drained soils. The relationship with natural landscape elements was less consistent compared to anthropogenic factors, although some association with rivers and open habitats was observed.

The study also revealed several methodological limitations. The relatively small number of observations and their uneven spatial distribution limit the generalization of the results. Additionally, citizen science data may contain inaccuracies in species identification and location.

Despite these limitations, the study demonstrated that GIS-based analysis combined with observation data is a useful approach for studying invasive plant species. The results contribute to understanding the distribution patterns of Canadian goldenrod in Estonia and highlight the importance of further data collection and improved monitoring efforts to support future research and management of invasive species.

Tänuavaldused

Soovin avaldada siirast tänu oma juhendajatele Minna Otsale ja Kadri Kooremale nende juhendamise, väärtuslike nõuannete ja toetuse eest käesoleva bakalaureusetöö koostamisel. Nende abi ja tagasiside olid suureks toeks kogu uurimisprotsessi vältel.

Kirjandus

- Abramova, L.M., Gergia, L.G., Mustafina, A.N., Ajba E.A., and Golovanov, J.M. (2020). Zolotarnik kanadski *Solidago canadensis* L. v Abhazii, "Nauka Juga Rossii". *Science in the south of Russia*, **16**(4), 51–62. <https://doi.org/10.7868/S25000640200406> (venekelles)
- Aronson M., Patel V. M., O'Neill K. M., and Ehrenfeld J. G. (2017). Urban riparian systems function as corridors for both native and invasive plant species. *Biological Invasions*, **19**(12), 3645–3657. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1583-1>
- Bacher, S., Ryan-Colton, E., Coiro, M., Cassey, P., Galil, B. S., Nuñez, M. A., Ansong, M., Dehnen-Schmutz, K., Fayvush, G., Fernandez, R. D., Hiremath, A. J., Ikegami, M., Martinou, A. F., McDermott, S. M., Preda, C., Vilà, M., Weyl, O. L. F., Aravind, N. A., Angelidou, I., Athanasiou, K., ..., and Zengeya, T. A. (2025). Global Impacts Dataset of Invasive Alien Species (GIDIAS). *Scientific Data*, **12**(1), 832. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05184-5>
- Battini, N., Farías, N., Giachetti, C. B., Schwindt, E., and Bortolus, A. (2019). Staying ahead of invaders: Using species distribution modeling to predict alien species' potential niche shifts. *Marine Ecology Progress Series*, **612**, 127–140. <https://doi.org/10.3354/meps12878>
- Bielecka, A., and Królak, E. (2019). Selected features of Canadian goldenrod that predispose the plant to phytoremediation. *Journal of Ecological Engineering*, **20**(10), 88–93. <https://doi.org/10.12911/22998993/112906>
- Bonney, R., Shirk, J., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing A., and Parrish, J. K. (2014). Next steps for citizen science. *Science*, **343**(6178), 1436–1437. <https://doi.org/10.1126/science.1251554>
- Bradley, B. A. (2014). Remote detection of invasive plants: a review of spectral, textural and phenological approaches. *Biological Invasions*, **16**(7), 1411–1425. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0578-9>

- Callaway R.M., and Aschehoug E.T. (2000). Invasive Plants Versus Their New and Old Neighbors: A Mechanism for Exotic Invasion. *Science*, **290**(5491), 521–523. <https://doi.org/10.1126/science.290.5491.521>
- Carroll, E.L. Bruford, M.W., DeWoody, J. A., Leroy, G., Strand, A., Waits, L., and Wang, J. (2018). Genetic and genomic monitoring with minimally invasive sampling methods. *Evolutionary Applications*, **11**(7), 1094–1119. <https://doi.org/10.1111/eva.12600>
- Chauhan A., Dolma T., Vardhan S., and Bhupendra. (2026). Invasive Species and Biodiversity Destruction. *Springer Nature Singapore*, 891–907. https://doi.org/10.1007/978-981-97-9859-9_41
- Chen, J., Li, L., Xin, X., Wu, S., Zhang, R., Fan, D., Li, Z., Wang, L., and Li, K. (2026). Assessing the interaction of invasive species invasion risks and ecosystem services: Spatial heterogeneity and landscape mediation in Hubei, China. *Environmental Impact Assessment Review*, **120**, 108467. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2026.108467>
- Christen D., and Matlack G. (2006). The Role of Roadsides in Plant Invasions: a Demographic Approach. *Conservation Biology*, **20**(2), 385–391. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00315.x>
- Cohen, J.G., and Lewis, M. J. (2020). Development of an Automated Monitoring Platform for Invasive Plants in a Rare Great Lakes Ecosystem Using Uncrewed Aerial Systems and Convolutional Neural Networks. *2020 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, 1553–1564. <https://doi.org/10.1109/ICUAS48674.2020.9214035>
- Convention on Biological Diversity (CBD) Secretariat. (2000). Alien invasive species (AIS) definition. Biodiversity A-Z. (viimati vaadatud 13.12.2025). <https://www.biodiversitya-z.org/content/alien-invasive-species-ais>
- EELIS. (s.a.). Eesti looduse infosüsteem (EELIS). (viimati vaadatud 5.05.2026). <https://infoleht.keskkonnainfo.ee/artikkel/-598760291>

eElurikkus. (s.a.-a). eBiodiversity portal. (viimati vaadatud 5.05.2026).
<https://elurikkus.ee/ebiodiversity>

eElurikkus. (s.a.-b). *Solidago canadensis*. (viimati vaadatud 5.05.2026).
<https://elurikkus.ee/app/taxonomy/taxon/7304>

Eesti Vabariigi Valitsus. (2019). Invasiivsete võõrliikide nimekiri ja nende suhtes rakendatavad meetmed. Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12828512>

European Commission. (s.a.-a). Invasive alien species. (viimati vaadatud 27.03.2026).
https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en#more-information

European Commission, Joint Research Centre. (s.a.-b). *Solidago canadensis*: Species factsheet. (viimati vaadatud 27.03.2026).
<https://easin.jrc.ec.europa.eu/spexplorer/species/factsheetprintpreview?speciesId=R14288>

Follak, S., Eberius, M., Essl, F., Fördös, A., Sedlacek, N., and Trognitz, F. (2018). Invasive alien plants along roadsides in Europe. *EPPO Bulletin*, **48**(2), 256–265.
<https://doi.org/10.1111/epp.12465>

Gentili R., Schaffner U., Martinoli A., and Citterio S. (2021). Invasive alien species and biodiversity: impacts and management. *Biodiversity*, **22**(1-2), 1–3.
<https://doi.org/10.1080/14888386.2021.1929484>

Geokuup. (s.a.-a). Geokuupi metaandmete kataloog. (viimati vaadatud 22.05.2026).
<https://metadata.geokuup.ee/geonetwork/srv/est/catalog.search#/home>

Geokuup. (s.a.-b). Geokuup mullastik. (viimati vaadatud 22.05.2026).
<https://geokuup.ee/estonia/soil?intro>

Geokuup. (s.a.-c). Geokuup topograafia. (viimati vaadatud 22.05.2026).
<https://geokuup.ee/estonia/topography>

- Google LLC. (2024). Google Sheets [Arvutitarkvara]. <https://docs.google.com/spreadsheets>
- Groom, Q., Strubbe, D., Adriaens, T., Davis, A. J. S., Desmet, P., Oldoni, D., Reyserhove, L., Roy, H. E., and Vanderhoeven S. (2019). Empowering Citizens to Inform Decision-Making as a Way Forward to Support Invasive Alien Species Policy. *Citizen Science: Theory and Practice*, **4**(1), 33. <https://doi.org/10.5334/cstp.238>
- Guo X., Ren M., and Ding J. (2016). Do the introductions by botanical gardens facilitate the invasion of *Solidago canadensis* (Asteraceae) in China? *Weed Research*, **56**(6), 442–451. <https://doi.org/10.1111/wre.12227>
- Hagenblad, J., Hülskötter, J., Acharya, K. P., Brunet, J., Chabrierie, O., Cousins, S. A. O., Dar, P. A., Diekmann, M., De Frenne, P., Hermy, M., Jamoneau, A., Kolb, A., Lemke, I., Plue, J., Reshi, Z. A., and Graae, B. J. (2015). Low genetic diversity despite multiple introductions of the invasive plant species *Impatiens glandulifera* in Europe. *BMC Genetics*, **16**(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0242-8>
- Halmy, M. W. A. (2024). Importance of Geospatial Data for Monitoring and Managing Invasive Species for Sustainable Development: A Semantic Review. *Annals of Library and Information Studies*, **71**(4). <https://doi.org/10.56042/alis.v71i4.13405>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., and Townshend, J. R. G. (s.a.). Global forest change dataset (GLAD visualization tool). *University of Maryland*. (viimati vaadatud 20.05.2026). <https://glad.earthengine.app/view/global-forest-change>
- Henry, M., Leung, B., Cuthbert, R. N., Bodey, T. W., Ahmed, D. A., Angulo, E., Balzani, P., Briski, E., Courchamp, F., Hulme, P. E., Kouba, A., Kourantidou, M., Liu, C., Macêdo, R. L., Oficialdegui, F. J., Renault, D., Soto, I., Tarkan, A. S., Turbelin, A. J., Bradshaw, C. J. A., and Haubrock, P. J. (2023). Unveiling the hidden economic toll of biological invasions in the European Union. *Environmental Sciences Europe*, **35**(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00750-3>

- Isaac, N. J. B., Van Strien, A. J., August, T. A., De Zeeuw, M. P., and Roy, D. B. (2014). Statistics for citizen science: extracting signals of change from noisy ecological data. *Methods in Ecology and Evolution*, **5**(10), 1052-1060. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12254>
- Jones, C. C. (2012). Challenges in predicting the future distributions of invasive plant species. *Forest Ecology and Management*, **284**, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.024>
- Keskkonnaagentuur. (2023). Nature protection. (viimati vaadatud 5.05.2026). <https://keskkonnaagentuur.ee/en/goals-activities/goals-activities/nature-protection>
- Keskkonnaamet kodulehekül. (2025). (viimati vaadatud 18.12.2025). <https://www.keskkonnaamet.ee/elusloodus-looduskaitse/voorliigid/keelatud-voorliigid-load>
- Keskkonnaminister. (2004). Looduslikku tasakaalu ohustavate võõrliikide nimekiri (määrus nr 126; kehtiv redaktsioon). Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12828512>
- Keskkonnaportaal. (2025). Environmental monitoring. (viimati vaadatud 5.05.2026). <https://keskkonnaportaal.ee/en/topics/environmental-monitoring>
- Keskkonnaportaal kodulehekül. (2026). (viimati vaadatud 11.02.2026). <https://keskkonnaportaal.ee/et/voorliigid>
- Kosmala, M., Wiggins, A., Swanson, A., and Simmons, B. (2016). Assessing data quality in citizen science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **14**(10), 551–560. <https://doi.org/10.1002/fee.1436>
- Kmoch, A., Kana, A., Astover, A., Kull, A., Virro, H., Helm, A., Pärtel, M., Ostonen, I., and Uuemaa, E. (2021). EstSoil-EH: a high-resolution eco-hydrological modelling parameters dataset for Estonia. *Maasüsteemi teaduse andmed*, **13**(1), 83–97, <https://doi.org/10.5194/essd-13-83-2021>

- Kull K., Kukk T., and Kull T. (2025). Eesti taimede must raamat räägib bioinvasioonist. (viimati vaadatud 18.12.2025). http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/0105/kalevi.html
- Lai, Y., Li, C., Cheng, W., and Yang, Y. (2026). Long-term impacts of the invasive frog *Polypedates megacephalus* on Taiwan's native frogs: A 16-year community science study. *Conservation Science and Practice*, **8**(2). <https://doi.org/10.1111/csp2.70244>
- Lake, T.A., Briscoe Runquist, R. D., and Moeller, D. A. (2020). Predicting range expansion of invasive species: Pitfalls and best practices for obtaining biologically realistic projections. *Diversity and Distributions*, **26**(12), 1767–1779. <https://doi.org/10.1111/ddi.13161>
- Looduskalender kodulehekülg. (2015) (viimati vaadatud 20.02.2026). <https://www.looduskalender.ee/vana/node/24621.html>
- Loodusveeb. (2024). Loodusvaatluste nutirakendus. (viimati vaadatud 5.05.2026). <https://loodusveeb.ee/et/themes/nouanded-ja-vabatahtlik-kaasaloomine/loodusvaatluste-nutirakendus>
- Loodusveeb. (s.a.). Nature observations database. (viimati vaadatud 5.05.2026). <https://loodusveeb.ee/en/themes/guidance-and-voluntary-participation/nature-observations-database>
- Lenda, M., Skórka, P., Kotowska, D., Chuda, K., Guo, X., Morón, D., Possingham, H., and Knops, J. (2025). Biological invasions limit the effectiveness of land abandonment as a conservation strategy. *Landscape Ecology*, **40**(12), 235. <https://doi.org/10.1007/s10980-025-02241-7>
- Li, H., Jia, H., Peng, J., Peng, X., Ren, Z., and Zhang, H. (2025). Monitoring Alien Species Diversity in Ballast Water Based on Environmental DNA Metabarcoding. *Ecology and Evolution*, **15**(10). <https://doi.org/10.1002/ece3.72320>

- Luneva, N. N., and Mysnik, E. N. (2025). Distribution of *Solidago canadensis* L. (*Asteraceae*) in the Russian Federation. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, **186**(2), 180-192. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2025-2-180-192>
- Luuk, O. (s.a.). Atlas archive. (viimati vaadatud 20.05.2026). <https://otluuk.github.io/atlas/archive.html>
- Maa-amet. (s.a.-a). Administrative and settlement division. (viimati vaadatud 20.05.2026). <https://geoportaal.maaamet.ee/eng/Spatial-Data/Administrative-and-Settlement-Division-p312.html>
- Maa-amet. (s.a.-b). Fotokaart (WMS service). (viimati vaadatud 20.05.2026). <https://kaart.maaamet.ee/wms/fotokaart>
- Maa-amet. (s.a.-c). Spatial data. (viimati vaadatud 20.05.2026). <https://geoportaal.maaamet.ee/eng/spatial-data-p58.html>
- Mack, R. N., and Erneberg, M. (2002). The United States naturalized flora: largely the product of deliberate introductions. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **89**(2), 176–189. <https://doi.org/10.2307/3298562>
- Malinowski, R., Krupiński, M., Skórka, P., Mikołajczyk, Ł., Chuda, K., and Lenda, M. (2025). Harnessing remote sensing and machine learning techniques for detecting and monitoring the invasion of goldenrod invasive species. *Scientific Reports*, **15**(1), 32222. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-17440-0>
- Microsoft Corporation. (2023). Microsoft Excel (Version Microsoft 365) [Arvutitarkvara]. <https://www.microsoft.com>
- Morisette, J. Burgiel, S., Brantley, K., Daniel, W. M., Darling, J., Davis, J., Franklin, T., Gaddis, K., Hunter, M., Lance, R., Leskey, T., Passamaneck, Y., Piaggio, A., Rector, B., Sepulveda, A., Smith, M., Stepien, C. A., and Wilcox, T. (2021). Strategic considerations for invasive species managers in the utilization of environmental DNA

- (eDNA). *Management of Biological Invasions*, **12**(3), 747–775. <https://doi.org/10.3391/MBI.2021.12.3.15>
- Mortensen, D.A., Rauschert, E. S.J., Nord, A. N., and Jones, B. P. (2009). Forest roads facilitate the spread of invasive plants. *Invasive Plant Science and Management*, **2**(3), 191–199. 10.1614/IPSM-08-125.1
- Müllerová, J., Brundu, G., Große-Stoltenberg, A., Kattenborn, T., and Richardson, D. M. (2023). Pattern to process, research to practice: remote sensing of plant invasions. *Biological Invasions*, **25**(12), 3651–3676. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03150-z>
- Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S., and Crowston, K. (2010). The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **10**(6), 298–304. <https://doi.org/10.1890/110294>
- Oswalt, S., Oswalt, C., Crall, A., Rabaglia, R., Schwartz, M. K., and Kerns, B. K. (2021). Inventory and Monitoring of Invasive Species. *Springer International Publishing*, 231–242. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45367-1_10
- Poljuha, D., Sladonja, B., Uzelac Božac, M., Šola I., Damijanić, D., and Weber, T. (2024). The Invasive Alien Plant *Solidago canadensis*: Phytochemical Composition, Ecosystem Service Potential, and Application in Bioeconomy. *Plants*, **13**(13), 1745. <https://doi.org/10.3390/plants13131745>
- Posit Team. (2023). *RStudio: Integrated Development Environment for R* (Version 2023.12) [Arvutitarkvara]. <https://posit.co>
- Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L. C., Genovesi, P., Jeschke, J. M., Kühn, I., Liebhold, A. M., Mandrak, N. E., Meyerson, L. A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H. E., Seebens, H., Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M. J., and Richardson, D. M. (2020). Scientists’ warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, **95**, 1511–1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>

- Pyšek, P., and Prach, K. (1993). Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to Central Europe. *Journal of Biogeography*, **20**(4), 413–420. <https://doi.org/10.2307/2845589>
- QGIS Development Team. (2024). *QGIS Geographic Information System* (Version 3.34.4) [Arvutitarkvara]. <https://qgis.org>
- R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R foundation for Statistical computing, Vienna, Austria. [Arvutitarkvara]. <https://www.R-project.org/>
- Remm, L., Tekko, T., and Lõhmus, A. (2025). Clear-cutting-based forest management facilitates plant invasions in Estonian hemiboreal forest landscapes. *Regional Environmental Change*, **25**(4), 133. 10.1007/s10113-025-02466-x
- Riigi Teataja. (2023). Environmental Monitoring Act (consolidated text). <https://www.riigiteataja.ee/en/eli/502102023004/consolide>
- Rysiak, A., Chabuz, W., Sawicka-Zugaj, W., Zdulski, J., Grzywaczewski, G., and Kulik, M. (2021). Comparative impacts of grazing and mowing on the floristics of grasslands in the buffer zone of Polesie National Park, eastern Poland. *Global Ecology and Conservation*, **27**. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01612>
- Severson, J. P., Bishop, T. B. B., Knight, A. C., Nauman, T. W., McNellis, B. E., Villarreal, M. L., Reed, S. C., Young, K. E., Brunson, M., and Duniway, M. C. (2025). Mapping ecological states in the upper Colorado River basin: implications for fire management. *Environmental Research: Ecology*, **4**(3). <https://doi.org/10.1088/2752-664X/adf55f>
- Shmelev, V. M., and Pankrushina, A. N. (2019). Spreading of Invasive *Solidago* (asteraceae) and Their Impact on Native Species. *Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology*, **55**(3), 130–135. <https://doi.org/10.26456/vtbio105>
- Sotheara, L., Cambodia, S. N., and Sarun, H. (2025). Invasive Species and Forest Health: Invasive Plants, Pests, Diseases and Early Detection. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17922073>

- Srivastava, V., Lafond, V., and Griess, V. C. (2019). Species distribution models (SDM): Applications, benefits and challenges in invasive species management. *CABI Reviews*, 1–13. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201914020>
- Sundberg, and Marshall D. (2024). Invasive plants. EBSCO Knowledge Advantage. (viimati vaadatud 18.12.2025). <https://www.ebsco.com/research-starters/environmental-sciences/invasive-plants>
- Szilassi, P., Soóky, A., Bátori, Z., Hábczyus, A. A., Frei, K., Tölgyesi, C., van Leeuwen, B., Tobak, Z., and Csikós, N. (2021). Natura 2000 areas, road, railway, water, and ecological networks may provide pathways for biological invasion: A country scale analysis. *Plants*, **10**(12), 2670. 10.3390/plants10122670
- Szymura, M., Szymura, T., and Świerszcz, S. (2016). Do Landscape Structure and Socio-Economic Variables Explain the *Solidago* Invasion? *Folia Geobotanica*, **51**(1), 13–25. <https://doi.org/10.1007/s12224-016-9241-4>
- Taimeatlas. (2022a). Eesti taimede levikuatlas. (viimati vaadatud 5.05.2026). <https://taimeatlas.ee>
- Taimeatlas. (2022b). *Solidago canadensis*. (viimati vaadatud 5.05.2026). https://taimeatlas.ee/2020/Asteraceae/Solidago/Solidago_canadensis.html
- Tšornaja kniga flori Srednei Rossii. (2025). (viimati vaadatud 18.12.2025) <https://www.bookblack.ru/plant/17.htm> (vene keeles)
- U.S. Forest Service. (n.d.). Invasive plant inventory, monitoring and mapping protocol: Field guide. U.S. Department of Agriculture. https://wilderness.net/toolboxes/documents/invasive/FS_Inventory%26Map_Guide.pdf
- Vilà, M., and García-Berthou, E. (2010). Monitoring biological invasions in freshwater habitats. *Springer Netherlands*, 91–100. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9278-7_10

- Weber, E. (1997). Morphological variation of the introduced perennial *Solidago canadensis* L. sensu lato (*Asteraceae*) in Europe. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **123**(3), 197–210. <https://doi.org/10.1111/j.1095>
- Zagajewski, B., Kluczek, M., Zdunek, K.B., and Holland, D. (2024). Sentinel-2 versus PlanetScope Images for Goldenrod Invasive Plant Species Mapping. *Remote Sensing*, **16**(4), 636. <https://doi.org/10.3390/rs16040636>
- Zaka, M. M., and Samat, A. (2024). Advances in remote sensing and machine learning methods for invasive plants study: A comprehensive review. *Remote Sensing*, **16**(20), 3781. <https://doi.org/10.3390/rs16203781>
- Zhao, Y., Diao, C., and Zhou, Z. (2025). *Invasive species*. In Data-driven earth observation for disaster management, *Elsevier*, 369–383. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-33803-8.00013-5>
- Zhu, X., Li, W., Shao, H., and Tang, S. (2022). Selected Aspects of Invasive *Solidago canadensis* with an Emphasis on Its Allelopathic Abilities: A Review. *Chemistry & Biodiversity*, **19**(10). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200728>
- Çevik, T., and Çevik, N. (2025). Environmental DNA (eDNA): A review of ecosystem biodiversity detection and applications. *Biodiversity and Conservation*, **34**(9), 2999–3035. <https://doi.org/10.1007/s10531-025-03112-y>

Lisad 1-2

Lisa 1. Kõigi analüüsitud keskkonnamuutujate täielik kokkuvõtlik statistikatabel.

Parameetri kategooria	Parameeter	Valim	Keskmine väärtus	Mediaan	Standardviga (se)	Minimaalne väärtus	Maksimaalne väärtus
Topograafilised muutujad	Kõrgus merepinnast (m)	547	55.35	51.71	1.35	0.79	240.40
Topograafilised muutujad	Pinna kalle (kraadi)	547	2.73	1.79	0.13	0.02	24.23
Mulla omadused	Savisisaldus (%)	453	16.61	9	0.91	0	70
Mulla omadused	Liivasisaldus (%)	453	70.33	82	1.13	15	100
Mulla omadused	Tolmusisaldus (%)	453	13.06	9	0.45	0	50
Topograafilised muutujad	Topograafiline niiskusedeks (TWI)	547	8.59	8.75	0.07	3.57	12.47
Mulla omadused	Mulla orgaaniline süsinik (%)	453	6.23	3.31	0.35	1.01	31.77
Mulla omadused	Mulla lasuvustihedus (g/cm ³)	453	1.14	1.24	0.013	0.40	1.49
Mulla omadused	Kivimiosakeste sisaldus (%)	453	6.09	0	0.65	0	85
Distants	Distants tee (1) (m)	547	659.00	284.53	42.24	0.05	7688.96
Distants	Distants tee (2) (m)	547	263.69	137.99	14.45	0.14	2190.62
Distants	Distants tee (3) (m)	547	125.16	57.62	8.27	0.10	2317.05
Distants	Distants rööbastee (m)	547	10189.96	5943.95	633.96	4.40	124351.7
Distants	Distants vooluveekogu (m)	547	125.82	63.22	7.51	0.02	1135.78
Distants	Distants seisuveekogu (m)	547	340.10	245.22	14.38	1.34	3037.38
Distants	Distants elektriliin (m)	547	607.29	334.24	31.77	0.22	5373.50
Distants	Distants siht (m)	547	1062.71	683.42	45.01	0.71	6308.30
Distants	Distants hoone (m)	547	212.98	100.31	14.02	1.93	2442.09

Distants	Distants lage (m)	547	76.39	8.99	7.28	0	1479.52
Distants	Distants õu	547	287.01	104.97	22.66	0	5182.75
Distants	Distants muu kõlvik	547	1642.74	985.31	75.01	1.37	9899.03

Lisa 2. Täielik tabel Kanada kuldvitsa taime esinemissageduse jaotumise kohta Eesti mullatüüpide kaupa.

Mullatüübi kood	Punktide arv	Mullatüübi kood	Punktide arv	Mullatüübi kood	Punktide arv
LkI - Nõrgalt leetunud muld	45	Pp - Paljandpinna	6	Kh" - Õhuke paepealne muld	1
LP - Kahkjast leetunud muld	36	Dg - Gleistunud deluviaalmuld	5	Kh" g - Gleistunud õhuke paepealne muld	1
GI - Leetjas gleimuld	33	Kg - Gleistunud rähkmuld	5	Koe - nõrgalt erodeeritud leostunud muld	1
Og - Leostunud gleimuld	31	L(k)I - Nõrgalt leetunud huumuslik leedemuld	4	Kor - Koreserikas leostunud muld	1
Ko - Leostunud muld	28	D - Deluviaalmuld	4	Korg - Gleistunud koreserikas leostunud muld	1
KI - Leetjas muld	23	E2I - Keskmiselt erodeeritud kahkjast leetunud ja leetunud muld	4	L(k)Ig - Gleistunud nõrgalt leetunud huumuslik leedemuld	1
Kog - Gleistunud leostunud muld	21	Gh" - Õhuke paepealne gleimuld	4	L(k)II - Keskmiselt leetunud huumuslik leedemuld	1
KIg - Gleistunud leetjas muld	19	GoI - Küllastunud turvastunud muld	4	LG1 - Leede-turvastunud muld	1
K - Rähkmuld	18	LkII - Keskmiselt leetunud muld	3	LII - Keskmiselt leetunud leedemuld	1
LPg - Gleistunud kahkjast leetunud muld	18	Gk - Rähkne gleimuld	3	Lkg - gleistunud leetunud muld	1
M" - Sügav madalsoomuld	18	LI - Nõrgalt leetunud leedemuld	3	LPe - nõrgalt erodeeritud näivleetunud muld	1
LkIg - Gleistunud nõrgalt leetunud muld	17	Lkle - nõrgalt erodeeritud nõrgalt leetunud muld	2	LPG - Kahkjast leetunud gleimuld	1
M" - õhuke madalsoomuld	13	Ag - Gleistunud lammimuld	2	Pu - Puistangupinna	1
Kr - Koreserikas rähkmuld	10	GI1 - Küllastumata turvastunud muld	2	R" õhuke rabamuld	1

M' - Väga õhuke madalsoomuld	10	L(k)IIg - Gleistunud keskmiselt leetunud huumuslik leedemuld	2	R''' - Sügav rabamuld	1
AG - Lammi- gleimuld	8	LG - Leede- gleimuld	2	S'' - õhuke siirdesoomuld	1
LkIIg - Gleistunud keskmiselt leetunud muld	8	E3I - Tugevasti erodeeritud kahkj leetunu ja leetunud muld	1	TxR - Eemaldatud rabamuld	1
AM''' - Sügav lammi- madalsoomuld	7	AM'' - Õhuke lammi- madalsoomuld	1	TzM - Maetud madalsoomuld	1
LP(g) - Gleistunud kahkjalt leetunud muld	7	E2k - Keskmiselt erodeeritud rähkmuld	1		
LkG - Leetunud gleimuld	6	E2o - Keskmiselt erodeeritud leostunud ja leetjas muld	1		

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Eliza Morozova ,
(autori nimi)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose
Kanada kuldvitsa (*Solidago canadensis*) elupaiga eelistuse ning ruumilise ,
leviku hindamine Eestis avalike vaatlus- ja keskkonnaandmete põhjal
(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja(d) on Minna Ots ja Kadri Koorem ,
(juhendaja nimi)

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada Tartu Ülikooli digitaalarhiivi kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

2. annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, alates 22.05.2026 kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
3. olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
4. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Eliza Morozova
22.05.2026