

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Infotehnoloogia teaduskond

Kristjan Luik 211809IAPM

# **Eesti metsaraie tuvastamine masinõppe meetoditega**

Magistritöö

Juhendaja: Juhan-Peep Ernits

PhD

Tallinn 2025

## **Autorideklaratsioon**

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Kristjan Luik

04.03.2025

## **Annotatsioon**

[ANNOTATSIOONI TEKST LÄHEB SIIA]

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 6 leheküljel, 5 peatükki.

**Abstract**  
**Thesis Title**

[YOUR TEXT GOES HERE]

The thesis is in Estonian and contains 6 pages of text, 5 chapters.

## Lühendite ja mõistete sõnastik

API	Rakendusliides ( <i>Application Programming Interface</i> )
CPU	Keskseade ( <i>Central Processing Unit</i> )
IDE	Integreeritud programmeerimiskeskkond ( <i>Integrated Development Environment</i> )
IOT	Asjade Internet ( <i>Internet Of Things</i> )
VM	Virtuaalmasin ( <i>Virtual Machine</i> )

## Sisukord

1	Sissejuhatus.....	9
2	Valdkonna ülevaade .....	10
2.1	Metsandus.....	10
2.2	Copernicus ja EstHub .....	10
2.2.1	Sentinel.....	10
2.2.2	Lainepikkuste spekter .....	11
2.3	Masinõppe meetodite kasutus kaugseires .....	11
3	Lahendus .....	12
3.1	Töövahendid.....	12
3.2	Andmestiku loomine .....	12
3.3	Mudelite võrdlus.....	12
4	Tulemuste analüüs .....	13
5	Kokkuvõte.....	14
	Kasutatud kirjandus .....	15
	Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	16
	Lisa 2 – Something .....	17
	Lisa 3 – Something Else .....	18

## **Jooniste loetelu**

## **Tabelite loetelu**



# **1 Sissejuhatus**

sissejuhatus

## 2 Valdkonna ülevaade

### 2.1 Metsandus

Metsad omavad olulist rolli nii ühiskonna igapäevaelus kui ka planeedi heaolus. Alates mööblis kasutatavast puidust kuni paberini, millele kirjutame. Lisaks neile nähtavatele toodetele sisaldavad paljud ravimid, kosmeetika ja pesuvahendid metsadest saadud kõrvalsaadusi. Rohkem kui 1,6 miljardit inimest sõltub metsadest toidu ja kütuse saamiseks ning umbes 70 miljonit, sealhulgas paljud põlisrahvad, peavad metsi oma koduks [1]. Metsad varustavad meid hapnikuga, pakuvad varjualust, töökohti, puhast vett ja toitu, olles seega inimkonna ellujäämiseks hädavajalikud. Kuna nii paljude inimeste elu sõltub metsadest, on metsade saatus otseselt seotud ka meie endi tulevikuga. [2]

### 2.2 Copernicus ja EstHub

Copernicus on üks osa Euroopa kosmoseprogrammist (EUS), mis tegeleb planeedi jälgimisega. Copernicus programmi raames, lisaks maa pealse info kogumisele, on loodud mitmeid satelliite, mis koguvad informatsiooni kosmosesest. See info on kõigile kättesaadav tasuta. Selle programmiga seotud satelliite kutsutakse **Sentineliks**. [3]

#### 2.2.1 Sentinel

Sentinel-1 on radaripõhine satelliit, mis võimaldab jälgida maapinna vajumist, struktuuride kahjustusi ning geohazarde nagu maavärinad ja maalihked. Samuti on see ideaalne mere- ja Arktika seireks, sealhulgas laevade jälgimiseks ning naftareostuse tuvastamiseks. [4]

Sentinel-2 missioon koosneb kahest identsest satelliidist, Sentinel-2B (käivitatud 2017) ja Sentinel-2C (käivitatud 2024), mis töötavad koos, et pakkuda kõrge eraldusvõimega multispektraalseid pilte Maa pindadest, rannikualadest ja siseveekogudest iga viie päeva järel. Need andmed toetavad rakendusi põllumajanduses, metsanduses ja maakatte klassifitseerimisel. [5]

Sentinel-3 on Euroopa Maa seire satelliitmissioon, mille eesmärk on mõõta merepinna topograafiat, mere ja maa pinnatemperatuure ning ookeani ja maa pinnavärvi suure täpsusega. Neid andmeid kasutatakse ookeani prognoosisüsteemides, keskkonnaseires ja kliimaseires. [6]

Sentinel-5P on esimene Copernicuse missioon, mis on pühendatud atmosfääri seirele. See kannab tipptasemel **Tropomi** instrumenti, mis kaardistab mitmeid gaase nagu lämmastikdioksiid, osoon, formaldehüüd, vääveldioksiid, metaan, vingugaas ja aerosoolid - kõik need mõjutavad meie hingatavat õhku, tervist ja kliimat. [7]

### **2.2.2 Lainepikkuste spekter**

## **2.3 Masinõppe meetodite kasutus kaugseires**

### **3 Lahendus**

#### **3.1 Töövahendid**

#### **3.2 Andmestiku loomine**

#### **3.3 Mudelite võrdlus**

## **4 Tulemuste analüüs**

third

## **5 Kokkuvõte**

summ

## Kasutatud kirjandus

- [1] A. Karsenty. „Underlying Causes of the Rapid Expansion of Illegal Exploitation of Tropical Timber“. *International Forestry Review* 5.3 (1. september 2003), lk. 236–239. issn: 1465-5489. DOI: 10.1505/IFOR.5.3.236.19136. URL: <http://www.ingentaconnect.com/content/10.1505/IFOR.5.3.236.19136> (vaadatud 04.03.2025).
- [2] *WWF - The Importance of Forests*. URL: [https://wwf.panda.org/discover/our\\_focus/forests\\_practice/importance\\_forests/](https://wwf.panda.org/discover/our_focus/forests_practice/importance_forests/) (vaadatud 04.03.2025).
- [3] *About Copernicus | Copernicus*. URL: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus> (vaadatud 04.03.2025).
- [4] *S1 Applications*. URL: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-applications> (vaadatud 04.03.2025).
- [5] *S2 Applications*. URL: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-applications> (vaadatud 04.03.2025).
- [6] *S3 Mission*. URL: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s3-mission> (vaadatud 04.03.2025).
- [7] *S5P Applications*. URL: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s5p-applications> (vaadatud 04.03.2025).

## **Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina, Kristjan Luik

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose “Eesti metsaraie tuvastamine masinõppe meetoditega”, mille juhendaja on Juhan-Peep Ernits
  - 1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

04.03.2025

---

<sup>1</sup>Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.



## Lisa 2 – Something

```
<!DOCTYPE html>  
<html>  
<body>  
  
<h1>Example Title </h1>  
  
<p>Some text here </p>  
  
</body>  
</html>
```

## **Lisa 3 – Something Else**

### **Pythagorean theorem**

$$x^n + y^n = z^n \tag{1}$$

### **Normal distribution**

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} \tag{2}$$