**Dispozicija magistrskega dela: Priložnosti masovnih podatkov za trajnostno upravljanje z vodnimi viri**

**Naslov magistrskega dela**

Priložnosti uporabe analitike masovnih podatkov za trajnostno upravljanje z vodnimi viri

Opportunities of big data analytics for sustainable water resource management

**Problematika**

Voda je eksistenčno kritična dobrina za katero nimamo alternativ. Od nje smo odvisna vsa živa bitja a žal jo v razvitem svetu že leta dojemamo kot samoumevno pravico.

Evropa z vodo bogat kontinent zato lahko povprečen Evropejec porabi kar 105 litrov pitne vode dnevno. Evropska agencija za okolje ocenjuje, da se je od leta 1960 do 2010 zaloga obnovljivih virov vode na prebivalca v Evropi zmanjšala v povprečju za kar 24 odstotkov (*Water use and environmental pressures*, 2020). Temu botrujejo različni razlogi od rasti populacije, povečane gospodarske dejavnosti do podnebnih sprememb. Sušna obdobja so vse bolj pogosta leta 2014 je na jugu Evrope kar 40 odstotkov Evropejcev živelo v območjih s kritično majhno količino vode. Za spopadanje z nastalo situacijo regulatorji trenutno prepovedujejo porabo vode za nenujne potrebe na primer avtopralnice in podobno.

Žal je drugod po svetu stanje še slabše svetovna zdravstvena organizacija WHO ocenjuje, da trenutno 2 miljardi ljudi po svetu nima dostop do sveže pitne vode (*Drinking-water*, 2019). Hkrati napovedujejo tudi poslabšanje trenutne situacije in v bližni prihodnosti leta 2025 naj bi se lahko ta številka povspela na kar 4 miljarde oziroma skoraj polovico svetovnega prebivalstva.

Trenutno je v Evropi glavni porabnik vodnih virov kmetijstvo oziroma aktivnosti povezane z agrokultuo za katere porabimo kar 40 odstotkov obnovljivih vodnih kapacitet. Ogromne količine vode pa so potrebne tudi za druge industrijske panoge, ki sprva nito tako očitne, na primer za izdelavo računalniških integriranih vezij in procesorjev.

Ker sta gospodarstvo in porabljena količina vode tesno povezana Eurostat z indeksom vodne produktivnosti že od leta 1990 dalje meri kako učinkovito članice EU porabljajo vodo. Indeks signalizira koliko dodane vrednosti v evrih članica istrži za porabljeni kubični meter vode (*Water productivity*, 2018). Evropska unija oziroma njena agencija za okolje se tako že dolgo časa zavzema za učinkovito ravnanje z vodnimi viri. Eden izmed glavnih ukrepov je tako sprejemanje regulacij, ki bi zagotovili celovito in trajnostno upravljanje z vodnimi viri (*Sustainable water management*, 2018).

Ključen del rešitve, ki nam bo pomagala bolje upravljati in nadzirati vodne vire, bo odigrala informacijska tehnologija. To prepoznava tudi Italiansko podjetje Acea, ki je vodilni ponudnik vodovodnih in storitev v Italiji. Podjetje od leta 1999 kotira na Italianski borzi in ima trenutno 9 milionov odjemalcev v srednji Italiji. Acea je decembra 2020 na spletnem portalu Kaggle objavilo izziv v katerem pozivajo raziskovalce, da z podatki njihovih vodnih virov izdelajo prediktivne modele za napovedovanje količine vode (*Acea Smart Water Analytics*, 2020). Z uspešnimi napovednimi modeli bi podjetje lahko bolje preprečevali poplave ali pa pričeli opozarjati na varčevanje z vodo še preden njena raven pade pod kritično. O tem, kako pomembna se jim zdi rešitev tega problema, priča tudi dejstvo da so na izzvu za primerno rešitev ponudili $25,000 nagrade.

Različni raziskovalni programi Evropske unije ponujajo še več priložnosti za inovativne in interdisciplinarne rešitve in ki bi pomagali izboljšati upravljanje z vodnimi viri. Tako recimo Evropska vesoljska agencija ESA v okviru programa Copernikus s kar 30-imi posebnimi sateliti izvaja slikanje celotne zemlje, posebno zanimiva sta 2 satelita imenovana Sentinel-2, ki kar s 13 senzorji zajemata različne podatke iz površja zemlje (Suhet, 2015) . Zbrani podatki programa Copernikus so nato prosto dostopni javnosti v raziskovalne namene.

Podatki s satelitov Sentinel-2 so primarno namenjene analiziranju zemeljske površine, izjemno pogosto pa se uporabljajo v sinergiji z različnimi algoritmi strojnega učenja. Učinkovitost oziroma zmožnost uporabe različnih algoritmov strojnega učenja na podatkih Sentinel-2 so na primer raziskovali v letu 2020 na Švedski univerzi Lund (Abdi, 2020) in ugotovili ogromen potencial. Podobno raziskavo so v istem letu izvajali na Universitat Politècnica de València kjer so zaznavali majnše vodne površine in zemljišča ki so ogrožena v primeru poplavljanja (Pena-Regueiro idr., 2020).

Obe zgoraj navedeni raziskavi sta pokazala, da so podatki iz satelitov Sentinel-2 odličen vir podatkov za širše opazovanje in različne makro-analize zemeljskega površja. Odprto pa ostaja vprašanje, ali bi lahko podatke uporabili tudi za bolj natančna opazovanja vodnih virov ter tako poskusili z njimi reševati podobne probleme, kot jih ima podjetja Acea. Acea trenutno pridobiva podatke o rekah in jezerih iz različnih senzorjev inv kolikor bi lahko senzorje oziroma strojno opremo nadomestili zgolj s programsko opremo za procesiranje slik s satelitov, bi to za njih pomenilo ogromne operativne prihranke, hkrati pa bi lahko analizirali veliko širše geografsko področje ter tako dobili bolj celovito analizo stanja na terenu.

Na tej podlagi se postavlja tudi osrednje raziskovalno vprašanje tega magistrskega dela, ki je preučitev možnosti uporabe strojnega učenja in masovnih podatkov, kot so satelitski posnetki, za zagotavljanje trajnostnega upravljanja z vodnimi viri.

**Namen**

Opolnomočenje upravljalcev vodnih virov s kakovostnimi napovednimi modeli bi lahko pripomoglo k bolj pametni, predvsem pa naravi prijazni in trajnostni izrabi vodnih virov, saj bi lahko odločevalci svoje odločitve sprejemali na podlagi matematičnih modelov in ne subjektivnih mnenj.

Podoben pozitiven učinek bi lahko imelo izkoriščanje prosto dostopnih podatkovnih baz kot jih na primer ponuja Evropski vesoljski program Copernicus. Z uporabo podatkov s satelitov Sentinel-2 bi lahko izboljšali prvotne napovedi in v najbolšem primeru celo nadomestili trenutne senzorje za gladino vode ter tako močno znižali operativne stroške nadzorovanja vodne gladine.

**Cilj**

Cilj magisterske naloge bo sprva preučiti obstoječe relevantne raziskave na temo strojnega učenja in preučiti, kako so drugi raziskovalci uporabljali Sentinel-2 satelitske posnetke za analiziranje vodne gladine na zemlji, ter tako pridobiti širše razumevanje, kako so se podobnih problemov lotili drugi raziskovalci.

V drugem delu bom poskusil z različnimi prototipi razviti inovativno programsko rešitev za analiziranje satelitskih slik in napovedovanje količine vode. Celoten razvoj prototipa bo sledil naslednjim korakom:

* Analiza podatkov in njihova priprava za strojno učenje.
* Razvoj napovednega modela za napovedovanje količine vode glede na zgodovinske in druge konvencionalne podatke.
* Razvoj programa za pridobivanje satelitskih posnetkov ter iz pridobljenih podatkov izluščiti uporabne informacije za izboljšavo zgoraj omenjenega napovednega modela.
* Izvedel bom eksperiment ter ugotovil, ali lahko satelitski posnetki služijo kot alternativa trenutnim senzorjem za gladino vodne gladine.

**Hipoteze**

V magisterskem delu bom testiral 3 hipoteze:

* Z različnimi algoritmi strojnega učenja je moč napovedati nihanja vodne gladine na površinskih vodnih virih kot so jezera in reke.
* Z satelitskimi posnetki Sentinel-2 bo mogoče izboljšati napovedovalno točnost prvotnega modela po metriki povprečne absolutne napake.
* Z satelitksimi posnetki Sentinel-2 in ustrezno programsko opremo je lahko nadomestimo senzorje, ki jih podjetja trenutno uporabljajo za merjenje gladine vode.

**Opis metodologije**

Magistrsko delo bo sestavljeno iz teoretičnega in empiričnega dela. V teoretičnem delu bom pregledal za projekt relevantno tujo in domačo literaturo ter si tako pripravil temelje za empirični del.

V raziskovalnem delu magistrskega dela bom za izhodišče vzel podatke, ki jih je na portalu Kaggle objavil italjanski ponudnik vodovodnih storitev Acea. Njihova podatkovna zbirka zajema osnovne podatke kot so količina vode, padavine in podobno od leta 1998 do sredine 2020. Podatki mi bodo služili kot osnova, na kateri bom pričel graditi modele ter kasneje kot izvajati referenčna primerjave.

**Struktura dela:**

**UVOD**

1. **UPRAVLJANJE Z VODNIMI VIRI**
   1. Upravljanje z vodnimi viri v Sloveniji
   2. Vodna bilanca
2. **RAZVOJ NAPOVEDOVALNEGA MODELA**
   1. Analiza podatkov v surovi obliki
   2. Priprava podatkov za strojno učenje
   3. Izbira in izgradnja napovedovalnega modela
   4. Ocenjevanje modela
3. **SATELITSKI POSNETKI**
   1. Program Copernikus in satelita Sentinel-2
   2. Pridobivanje satelitskih posnetkov
   3. Procesiranje satelitskih posnetkov
   4. Detekcija količine vode
   5. Ocenjevanje pridobljenih informacij
   6. Obogatitev napovedovalnega modela
   7. Substitucija merilcev za gladino vode
4. **DISKUSIJA**
   1. Ključne ugotovitve
   2. Priporočila za nadaljno raziskovanje

**SKLEP**

**LITERATURA IN VIRI**

**Literatura in viri**

|  |
| --- |
|  |

Abdi, A. M. (2020). Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. *GIScience and Remote Sensing*, *57*(1). https://doi.org/10.1080/15481603.2019.1650447

*Acea Smart Water Analytics*. (2020, december 10). kaggle.com. https://www.kaggle.com/c/acea-water-prediction

*Drinking-water*. (2019, junij 14). WHO. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

Pena-Regueiro, J., Sebastiá-Frasquet, M. T., Estornell, J., & Aguilar-Maldonado, J. A. (2020). Sentinel-2 application to the surface characterization of small water bodies in Wetlands. *Water (Switzerland)*, *12*(5). https://doi.org/10.3390/w12051487

Suhet. (2015). *Sentinel-2 User Handbook*. European Space Agency. https://doi.org/10.1021/ie51400a018

*Sustainable water management*. (2018, november 12). European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/themes/water/european-waters/water-management

*Water productivity*. (2018). Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/t2020\_rd210

*Water use and environmental pressures*. (2020, november 23). European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/themes/water/european-waters/water-use-and-environmental-pressures/water-use-and-environmental-pressures#toc-2