

DESCRIPTION OF DOCTORAL DISSERTATION

The Author of the doctoral dissertation: Khansa Gulshad

Title of doctoral dissertation: From Flood Dynamics to Nature-Based Solutions: A Geospatial AI Framework for Urban Resilience

Title of doctoral dissertation in Polish: Od dynamiki powodzi do rozwiązań opartych na naturze: geoprzestrzenne ramy sztucznej inteligencji dla odporności miast

Language of doctoral dissertation: English

Supervisor: prof. dr hab. inż. Michał Szydlowski

Date of doctoral defense: <day, month, year>

Keywords of doctoral dissertation in Polish: zmiany klimatyczne · spływ wód opadowych · rozwiązania oparte na przyrodzie · zielona infrastruktura · Geo-AI · uczenie maszynowe · odporność miast, planowanie przestrzenne

Keywords of doctoral dissertation in English: climate change, stormwater runoff, nature-based solutions, green infrastructure, Geo-AI, machine learning, urban resilience, spatial planning

Summary of doctoral dissertation in Polish: W rozprawie opracowano zintegrowane, wieloskalowe ramy GeoAI wspierające ocenę zagrożeń powodziowych i planowanie rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS) na przykładzie Gdańska. Ramy łączą teledetekcję, modelowanie hydrologiczne HEC-HMS, interpretowalne uczenie maszynowe, ekonometrię przestrzenną oraz analizy GIS.

Wyniki wykazały, że współwystępowanie urbanizacji i zmian klimatu prowadzi do znacznie większego wzrostu odpływu powierzchniowego niż oddziaływanie każdego z tych czynników oddzielnie. Modele SVM, RF i ANN zidentyfikowały kolektory wód opadowych, temperaturę powierzchni terenu, wysokość terenu oraz NDVI jako najważniejsze determinanty podatności powodziowej. Analizy ekonometrii przestrzennej wykazały niedopasowanie rozmieszczenia zielonej infrastruktury do rzeczywistych potrzeb hydrologicznych miasta.

Opracowane podejście umożliwiło identyfikację 20,65% powierzchni dachów odpowiednich dla zielonych dachów oraz potencjału nasadzenia 47 777-48 790 drzew ulicznych. Wykazano również, że zielone dachy mogą ograniczyć całkowity odpływ powierzchniowy o 4,14%. Uzyskane wyniki potwierdzają, że rozwiązania oparte na przyrodzie stanowią kluczowy element adaptacji miast do zmian klimatu i zagrożeń powodziowych, natomiast opracowane ramy GeoAI tworzą uniwersalne, skalowalne i transferowalne narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji w nadmorskich miastach, również w warunkach ograniczonej dostępności danych.

Summary of doctoral dissertation in English: This dissertation develops an integrated multi-scale GeoAI framework for urban flood-risk assessment and nature-based solution (NBS) planning

using Gdańsk, Poland, as a case study. The framework combines remote sensing, HEC-HMS hydrological modelling, interpretable machine learning, spatial econometrics, and GIS-based analyses.

The results show that the combined effects of urbanization and climate change produce substantially greater runoff increases than either driver acting independently. Flood susceptibility models (SVM, RF, and ANN) identified stormwater collectors, land surface temperature, elevation, and NDVI as the most important flood-risk determinants. Spatial econometric analyses further revealed a mismatch between the distribution of green infrastructure and areas of greatest hydrological need.

The proposed framework identified 20.65% of rooftops as suitable for green roof implementation and estimated the potential for planting 47,777-48,790 street trees. High-retention green roofs were shown to reduce total citywide runoff by 4.14%. The findings demonstrate that nature-based solutions are a key component of climate adaptation and urban flood resilience, while the proposed GeoAI framework provides a transferable and scalable approach for supporting decision-making in coastal cities facing data limitations.