



Veštačka inteligencija i satelitski snimci u službi rešavanja problema otpada

Zorica Korać, UNDP Srbija

Jun 2021

Niz posledica otpada po živi svet, prirodu i ekonomiju:

- Štetne supstance iz otpada, posebno teški metali, uništavaju biljke i životinje u rekama, a nalaze put i do vode koja se koristi za piće;
- Dovodi do pojačane erozije obala;
- Otpad ugrožava i rad hidrocentrala i vodozahvata fabrika za proizvodnju pijaće vode;
- Zagađene reke nisu privlačne za odmor i rekreaciju, i negativno utiču na razvoj turizma.

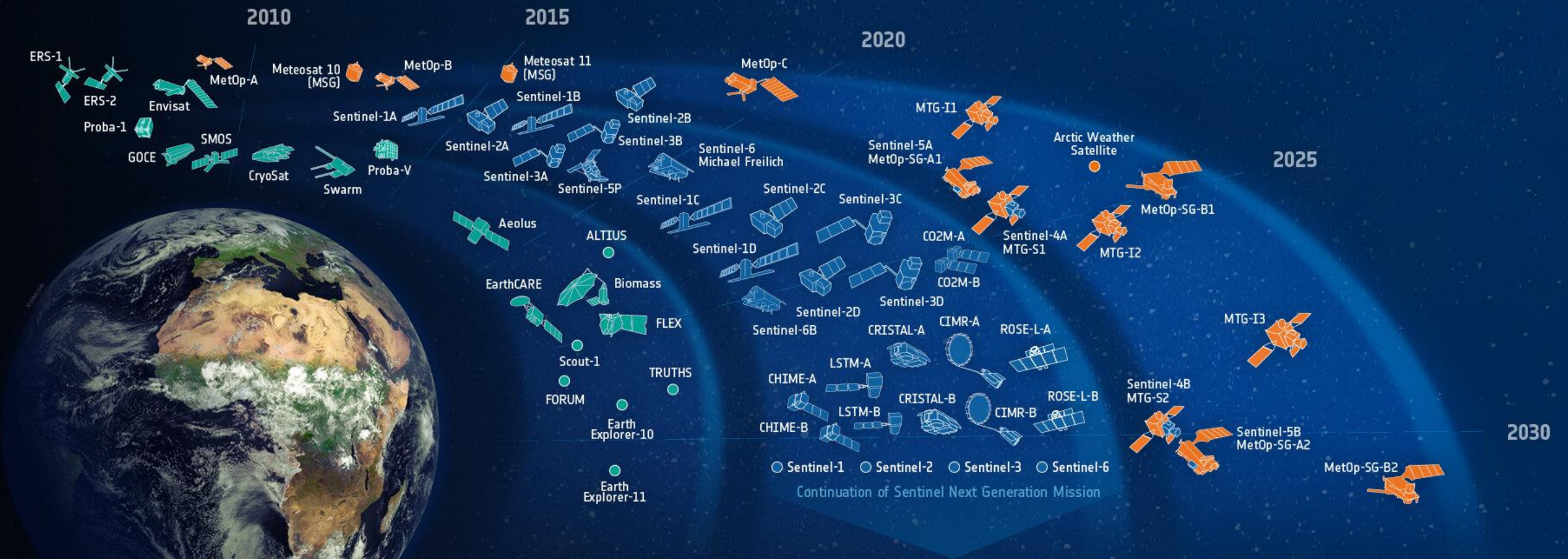
2019. godine registrovano 2212 divljih deponija. Jedna trećina je više puta čišćena, ali se uporno ponovo pojavljuje (SEPA).

Istražili smo mogućnost da se satelitski snimci i daljinsko registrovanje iskoriste u cilju otkrivanja divljih deponija, uz podršku strateškog partnera UNDP-a – Evropske svemirske agencije (ESA).

- Korišćenjem veštačke inteligencije (AI) ili, u ovom slučaju, algoritma neuronske mreže za duboko učenje ResNet, moguće je imati klasifikaciju zasnovanu na AI, koja nastavlja učenje i poboljšava se tokom vremena.
- Pomoću ESA smo dobili satelitske snimke toka Lima kroz Srbiju.
- ESA je angažovala i međunarodni konzorcijum: **Everis, Effigis, i-Sea**, koji su obezbedili računarske resurse za obradu podataka, pružili stručnu pomoć u razvoju modela veštačke inteligencije i u tumačenju rezultata eksperimenta.
- Predmet mapiranja: **tok reke Lim** kroz Srbiju, u dužini od **oko 100km**.



ESA-DEVELOPED EARTH OBSERVATION MISSIONS



Upotreba veštačke inteligencije

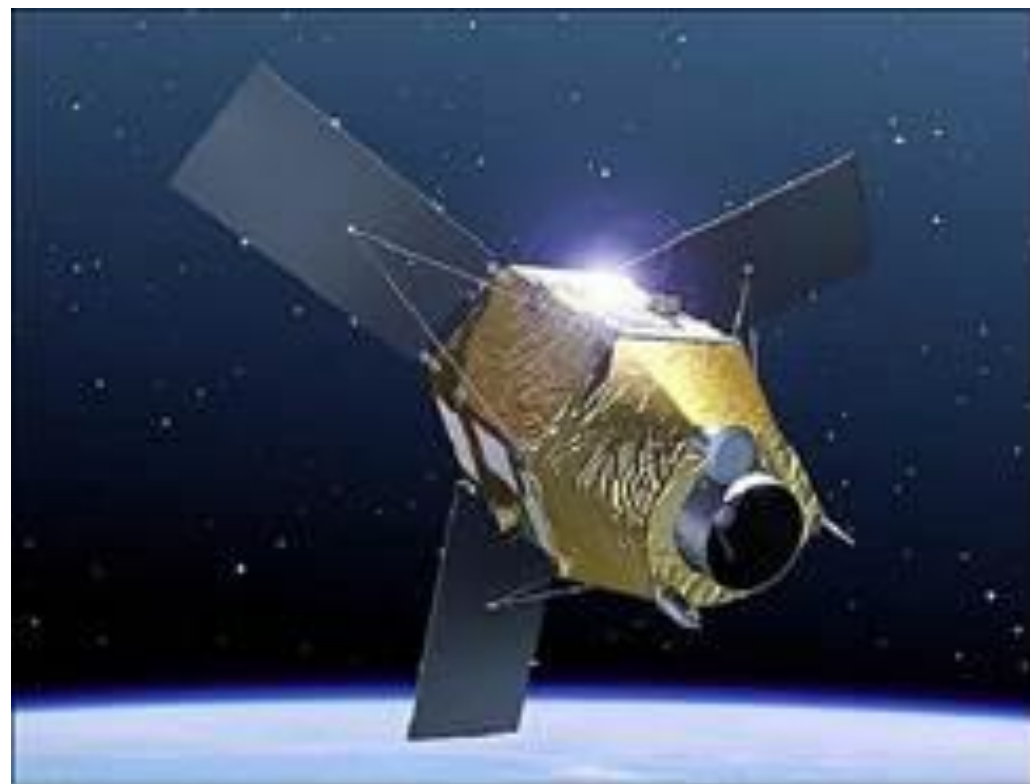


Važan korak bio je da „naučimo“ računarski program da na osnovu postojećih satelitskih ili avio (ortofoto) snimaka deponija, prepozna slične formacije na drugim snimcima – tzv. „nadzirano mašinsko učenje“ (supervised machine learning).

- Najpre smo pribavili podatke o geografskim lokacijama poznatih deponija i snimke tih lokacija iz baze podataka SEPA (podaci o 150 legalnih i 3350 ilegalnih deponija u Srbiji su preuzeti i pretvoreni u kartografski sloj podataka).
- Zahvaljujući Ministarstvu zaštite životne sredine, dobili smo snimke Republičkog geodetskog zavoda za period od 2007. do 2013. godine, kada je prikupljen najveći broj podataka o deponijama. Od toga, izabrali smo blizu 500 dovoljno kvalitetnih snimaka potvrđenih deponija, koji su poslužili za „učenje“ modela veštačke inteligencije. Ovaj skup podataka korišćen je za obuku sistema (primenom mašinskog učenja) za prepoznavanje deponija na najnovijim satelitskim snimcima.

Detektovanje deponija

- Kada je model bio spreman, primenjen je za prepoznavanje deponija na odgovarajućim satelitskim snimcima toka Lima kroz Srbiju.
- U trenutku sprovođenja eksperimenta, najsvježiji snimci bez oblaka bili su sa Pléiades satelita, načinjeni tokom druge polovine 2019. godine u rezoluciji 50cm.
- Model je na ovim snimcima detektovao 1443 oblasti koje bi mogle biti deponije.



Utvrđena mesta otpada identifikovana u ovom procesu pripisana su jednoj od sledeće četiri klase:



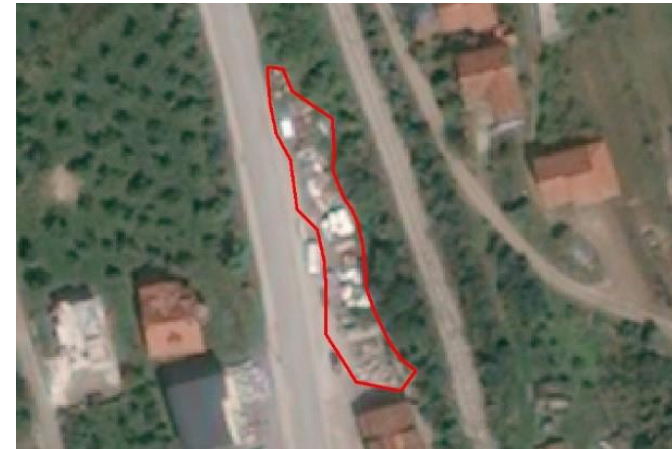
1. izloženi otpad,



2. zakopani otpad,



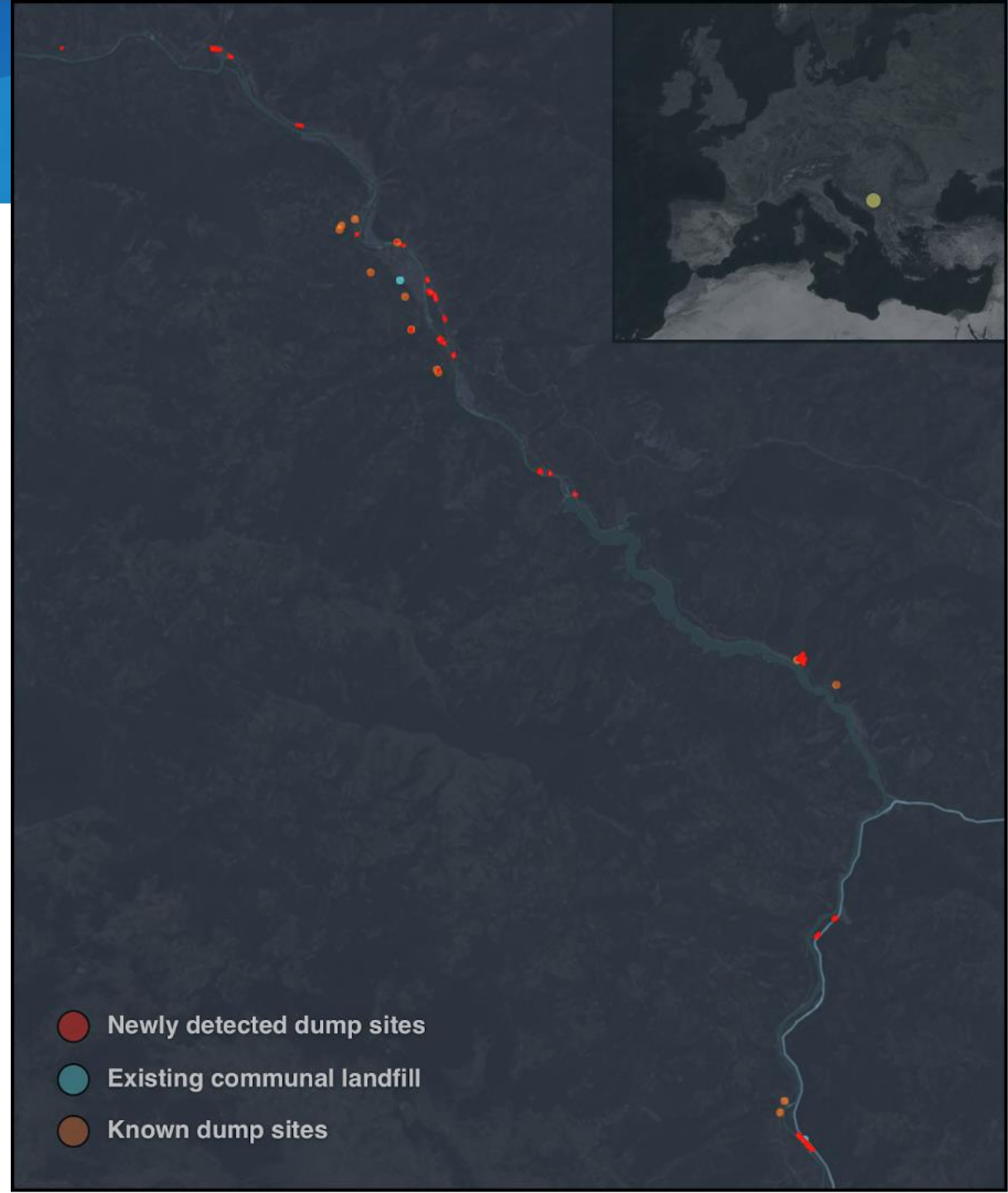
3. Izravnani otpad.



4. Industrijski otpad.

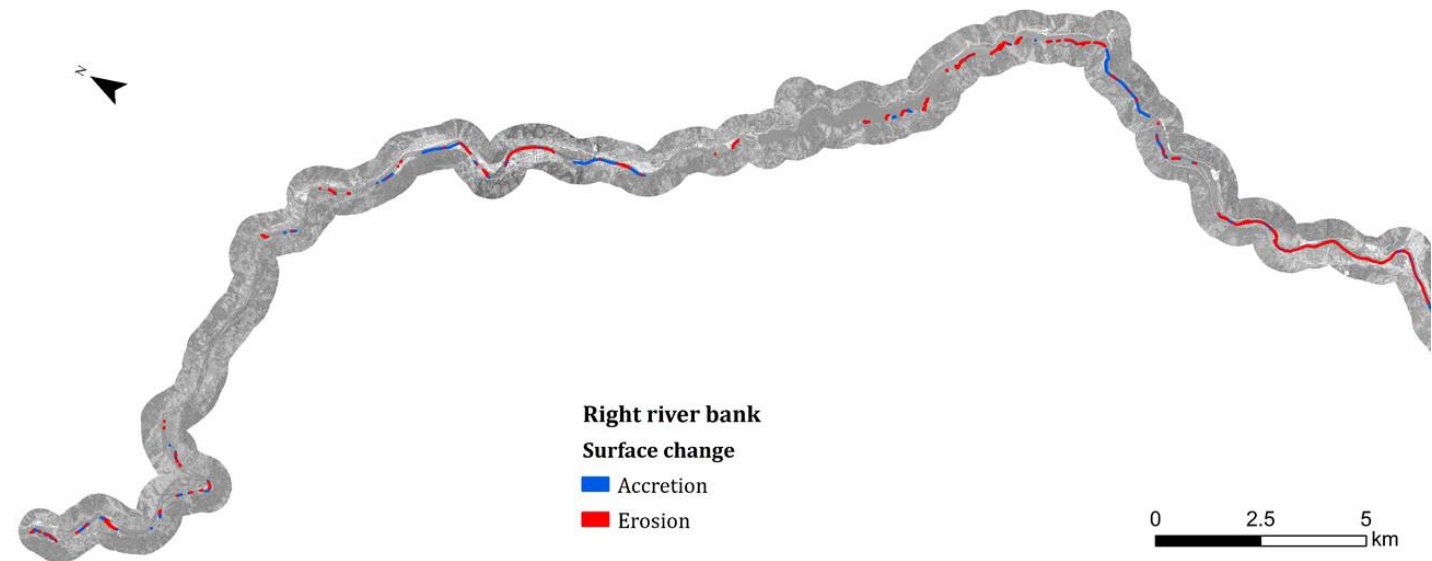
Rezultat

- Stručnjaci koji je angažovala ESA su vizuelno proverili ove oblasti i izbor suzili na **61** potencijalnu lokaciju deponije.
- To je značajno povećanje u odnosu na 23 koje je SEPA zabeležila 7-8 godina ranije.
- Ove rezultate smo podelili sa zvaničnicima Ministarstva zaštite životne sredine i opštine Priboj.



Ranjivost obale na eroziju u područjima odlaganja otpada

- Analizira je obihvatila period 2012-2019. godine na slikama visoke rezolucije.
- 59,02% leve obale i 35,56% desne obale pokazuje znake statistički značajne erozije.
- 18,48% profila na levoj obali i 34,07% na desnoj pokazuje značajno formiranje naslaga.



Ranjivost obale na eroziju u područjima odlaganja otpada

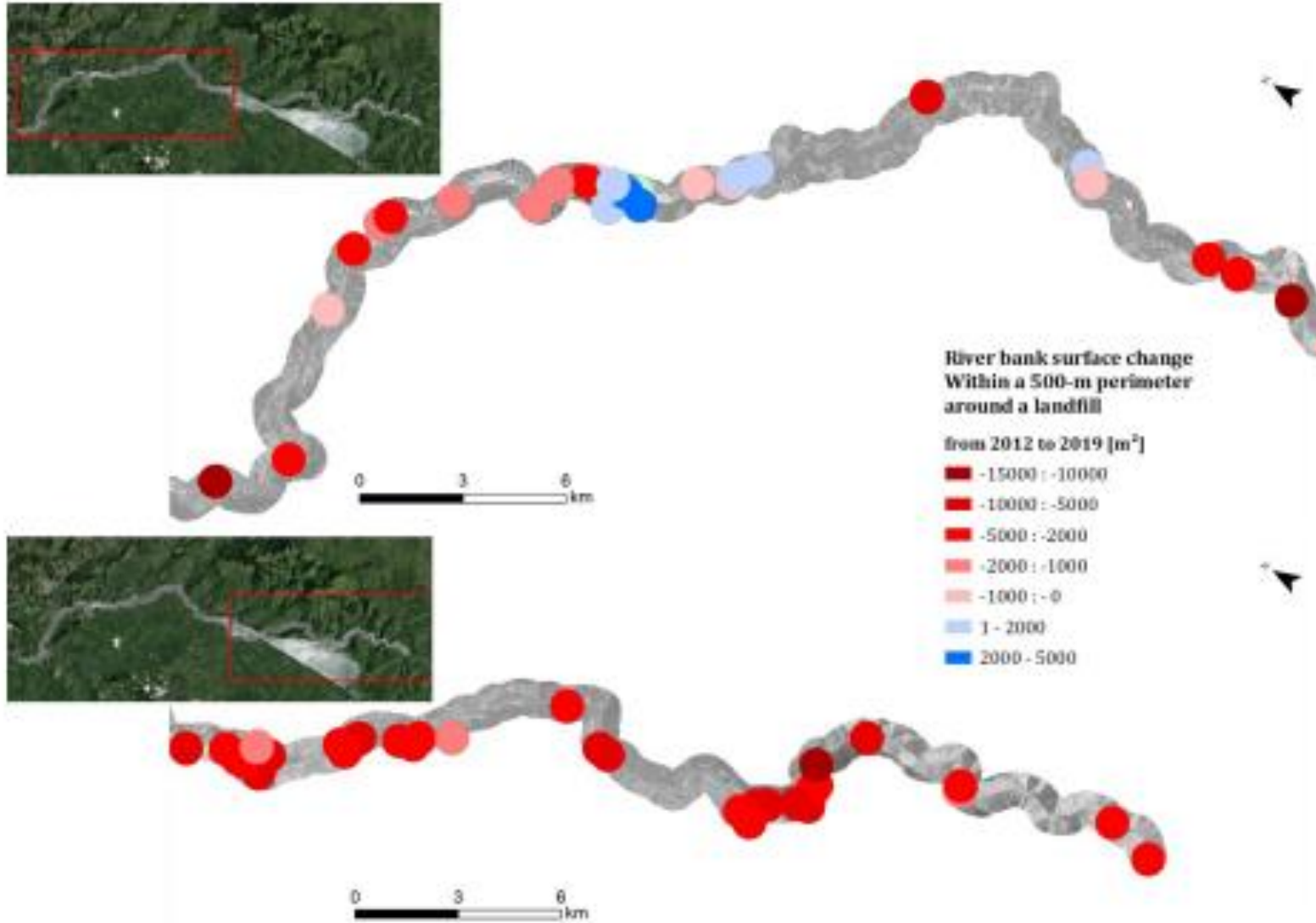


Figure 23 Map showing riverbank changes over a 500-m perimeter around each landfill

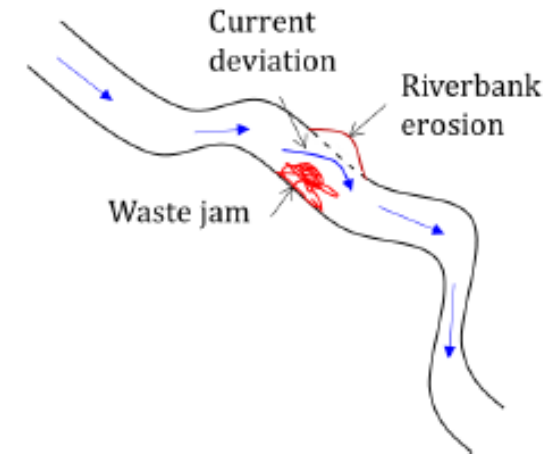


Figure 24 Conceptual scheme showing the impact of a logjam caused by waste jams

Pionirski poduhvat



- Kako bi se povećala preciznost modela, potrebno je treniranje većim brojem snimaka potvrđenih deponija, kao i da se za to koriste snimci mnogo više rezolucije – najmanje 30cm, a poželjno 20cm ili bolje.
- Poslednjih godina svedočimo veoma brzom razvoju svemirskih i cloud tehnologija, lansiranju satelita i korišćenju sve moćnijih računarskih resursa kao i veštačke inteligencije.
- U budućnosti možemo očekivati značajno unapređenje na ovom polju.

