

Georadarral felmért útpályaszerkezeti adatok feldolgozása és megjelenítése nyílt forráskódú eszközökkel

Tobak Zalán¹, Van Leeuwen Boudewijn¹, Balogh Olivér², Runa Boglárka²,
Sipos György¹, Fi István³, Sheishah Daa¹, Abdelsamei Enas¹, Trenka Sándor²

¹SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai tanszék, Szeged

²RODEN Mérnöki Iroda Kft, Budapest

³BME, Út és Vasútépítési Tanszék, Budapest

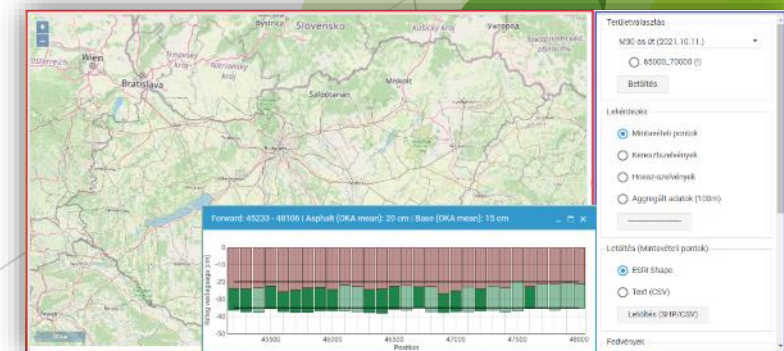
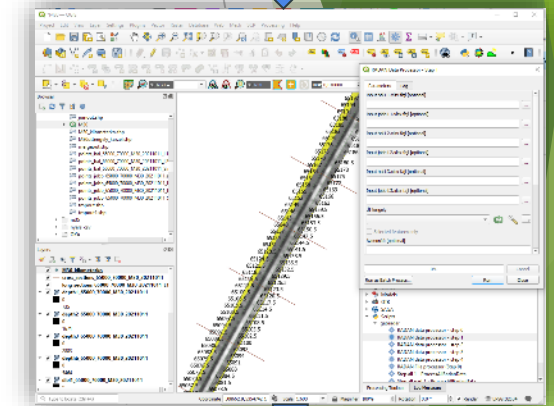
ÚTMINŐSÉG MONITORING

- ▶ A jó minőségű úthálózat egy ország fejlődésének fontos alappillére
- ▶ Lehetővé teszi az áruk és emberek hatékony szállítását, elősegíti a gazdasági fejlődést és elérhetőséget biztosít
- ▶ A jó minőségű úthálózat csökkenti a szállítási költségeket és elősegíti a kereskedelmet
- ▶ A jó minőségű utak megkönnyítik a társadalmi interakciókat, az utazást és az ingázást
- ▶ Az úthálózat karbantartása fontos:
 - ▶ A közúti biztonság
 - ▶ A hatékony gazdaság szempontjából



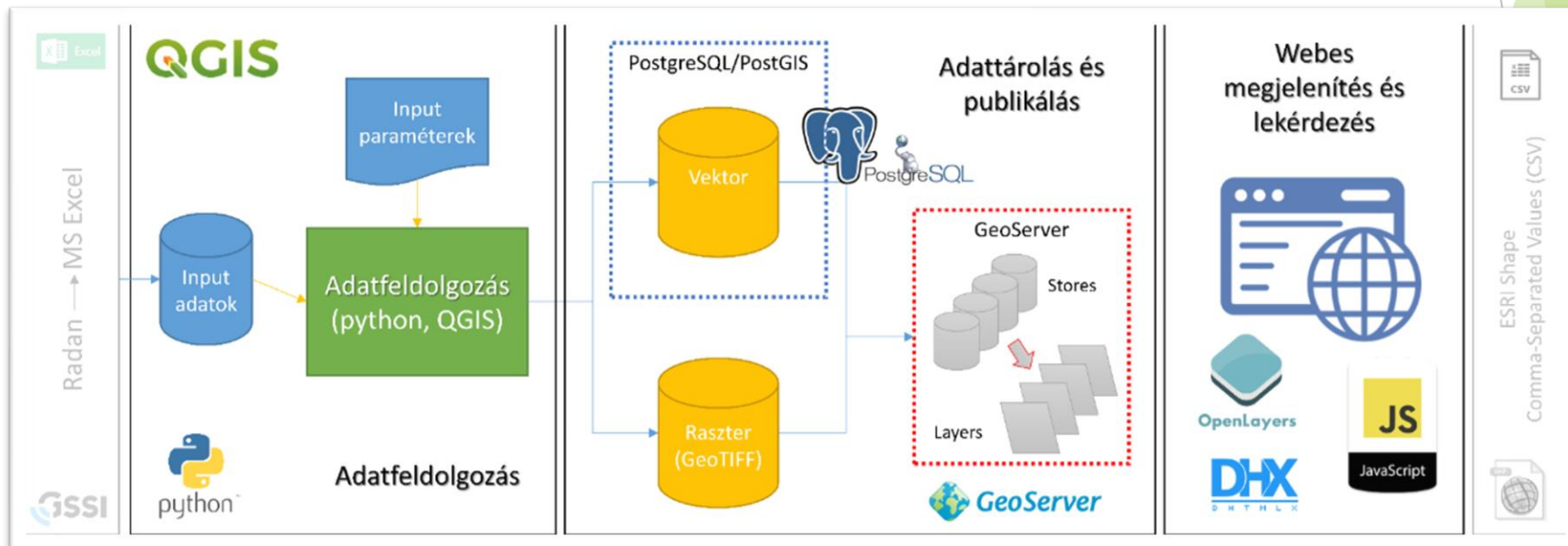
CÉLOK

- Új útdiagnosztikai módszertan kialakítása
- *Roncsolásmentes* talajradar (ground penetrating radar (GPR))
- A GPR adatsorok alapján nagy pontosságú térbeli útminőség információk előállítása
- Réteg mélység, vastagság és dielektromos információk szolgáltatása
- Webes platform létrehozása az útminőség adatok könnyű elérhetőségének biztosítására
- Megfizethető, *open-source* és speciális (GPR és/vagy GIS) szaktudást nem igénylő rendszer



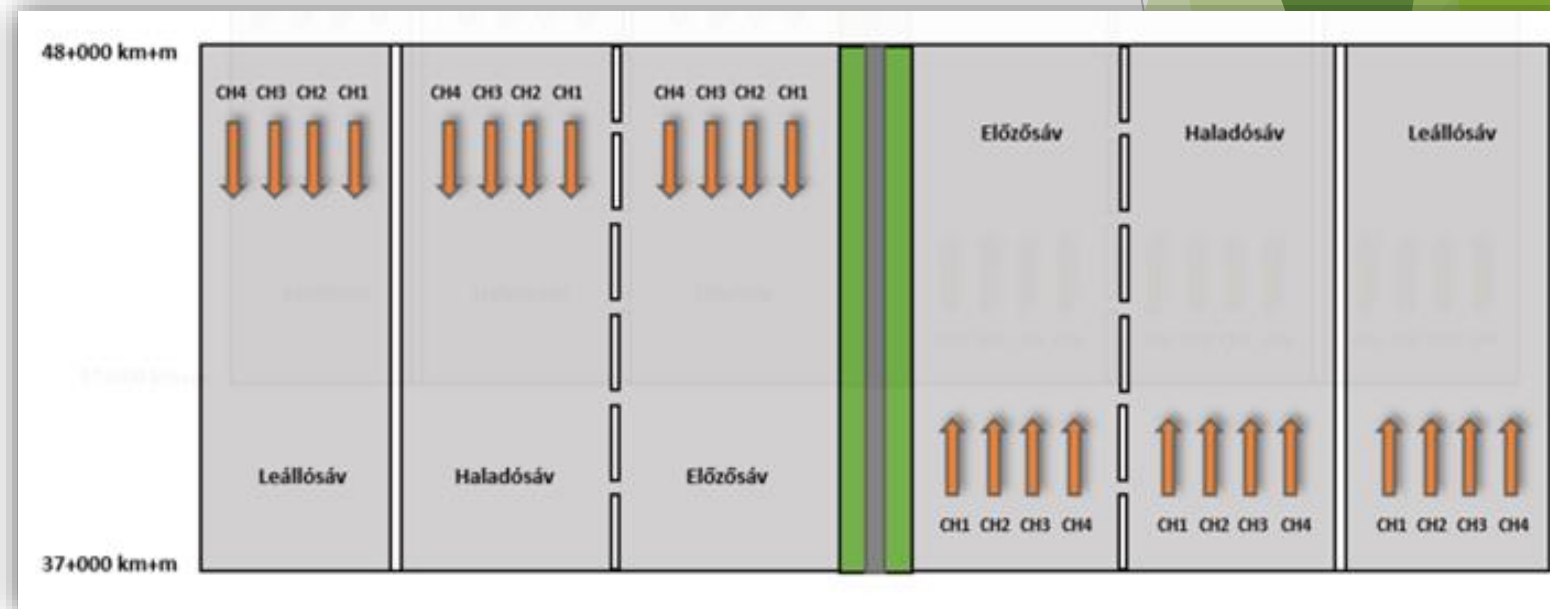
ADATFELDOLGOZÁS

1. Adatgyűjtés
2. (Elő)feldolgozás RADAN szoftverben
3. **Adatfeldolgozás QGIS / Python környezetben**
4. **Adattárolás és publikálás**



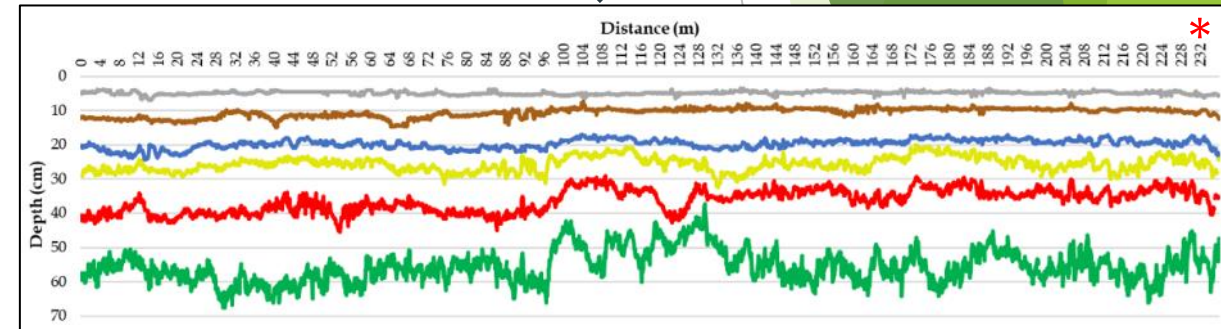
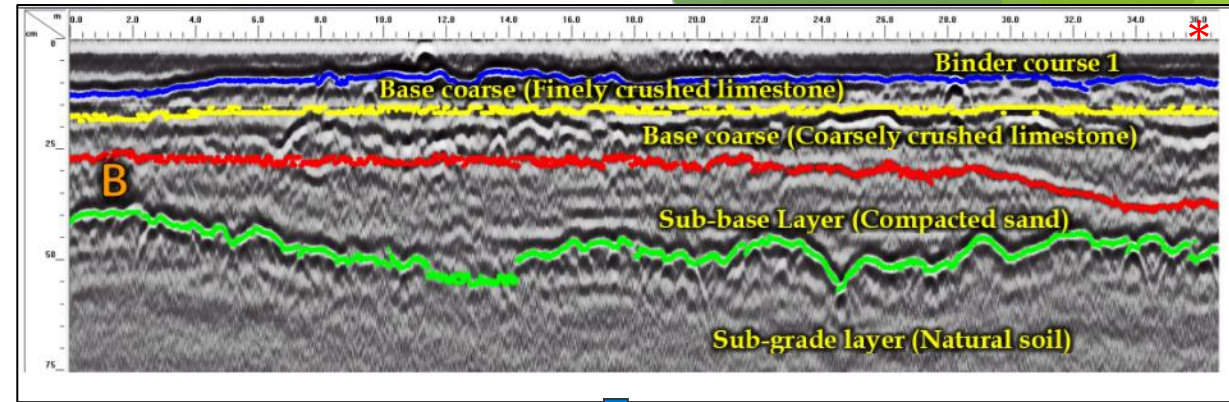
ÚTMINŐSÉG MONITORING

- ▶ GSSI georadar system (GPR)
- ▶ 4 csatorna (1-2-1-2 GHz)
- ▶ Leica VIVA GS14 RTK GPS
- ▶ 4 db GoPro Hero 7 Black kamera
- ▶ A radarjel terjedése az elektromos és mágneses tulajdonságok függvénye
- ▶ A visszavert jel amplitúdójának és fázisának detektálása
- ▶ Ha ismert a radar hullámok terjedési sebessége a réteghatárok azonosíthatók



(ELŐ)FELDOLGOZÁS

- ▶ A nyers radar jelek kiértékelése GSSI RADAN 7 szoftverben
- ▶ Kimeneti formátum .csv
 - ▶ Minden csatornához:
 - ▶ Relatív pozíció (útkilométer)
 - ▶ Koordináták (WGS84, UTM34)
 - ▶ Réteghatárok mélysége (1-5 aszfalt, alapréteg)
 - ▶ Rétegek dielektromos állandó értékei (1-5 aszfalt, alapréteg)
 - ▶ Rétegvastagság (1-5 aszfalt, alapréteg)



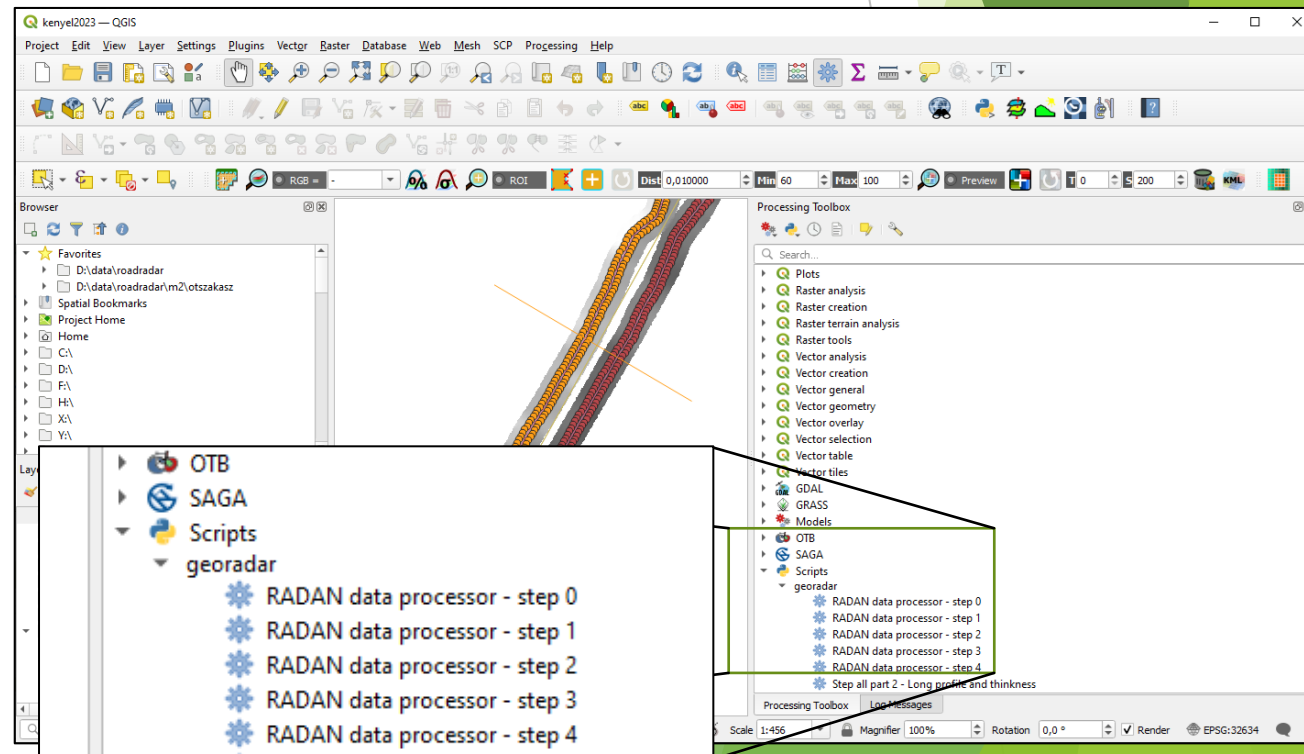
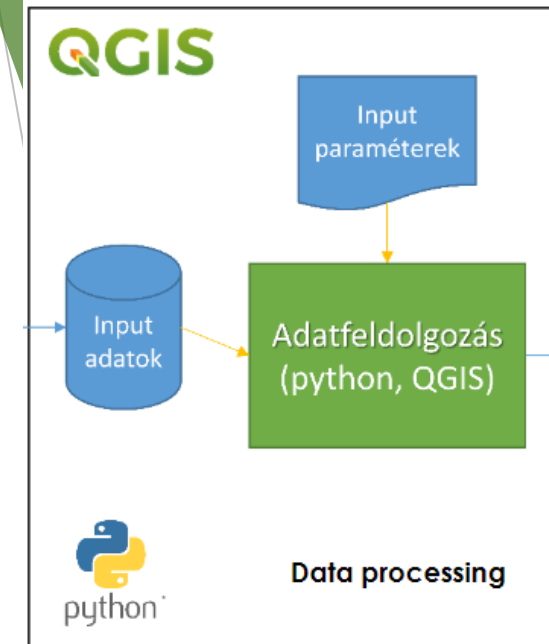
Microsoft Excel screenshot showing a CSV data table with columns for distance, coordinates, and layer thicknesses.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	dist	lat	long	east	north	depth_1	depth_2	depth_3	depth_ckt	thick_2	thick_3	thick_ckt	channel
2	34400	47.58001	21.53523	540248.9	5269761	4.62		15.2	33.57			18.37	2
3	34400	47.58002	21.53525	540249.9	5269761	4.71	11.43	16.78	34.41	6.72	5.35	17.63	4
4	34400.5	47.58001	21.53524	540249.2	5269760	4.53		15.39	34.2			18.81	2
5	34400.5	47.58001	21.53525	540250.1	5269761	4.62	11.39	16.34	33.53	6.77	4.95	17.19	4
6	34401	47.58	21.53524	540249.5	5269760	4		15.94	33.39			17.45	2
7	34401	47.58001	21.53525	540250.4	5269760	4.69	11.19	16.4	34.46	6.5	5.21	18.06	4

*Ahmed Mahmoud Mohamed Ali, 2022

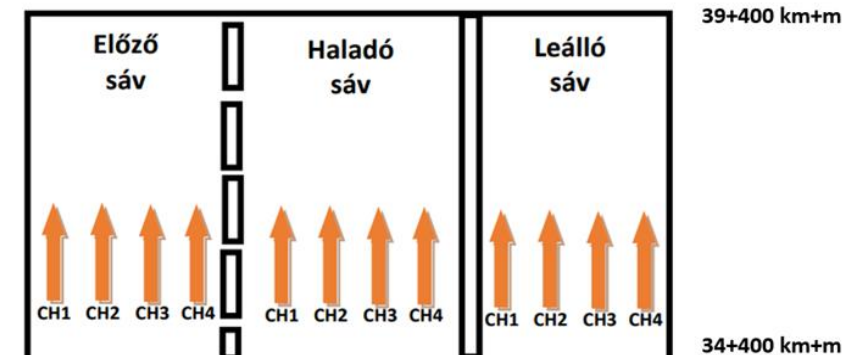
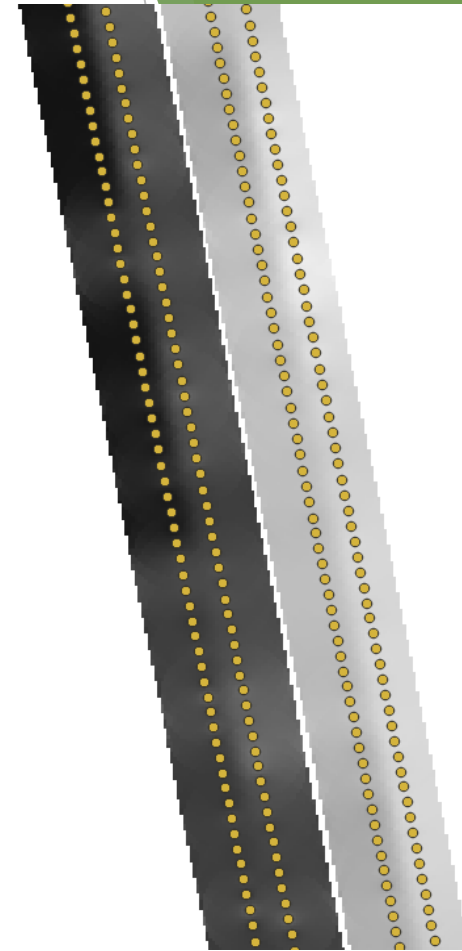
ADATFELDOLGOZÁS

- ▶ QGIS + Python
- ▶ qgis.core, qgis.utils, qgis.PyQt
- ▶ osgeo (gdal), pandas
- ▶ 4 dialógus a szükséges állományok létrehozására
- ▶ A kimeneti téradatak tárolása PostGIS adatbázisban és GeoTIFF fájlokban
- ▶ Előre definiált adatstruktúra az publikációs funkciókhoz igazodva



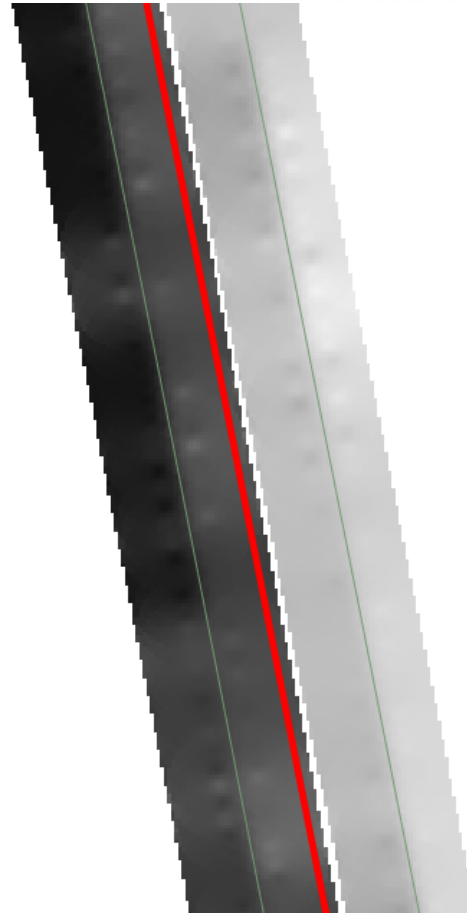
1. LÉPÉS - import + interpoláció

- ▶ CSV fájlok beolvasása sávonként és irányonként
- ▶ Úttengely
- ▶ Felmérés paramétereit (kezdő és záró km, útszám, dátum)
- ▶ Alapréteg típusa (CKT, beton, egyéb)
- ▶ Paraméter fájl létrehozása
- ▶ Adatok ellenőrzése
- ▶ Adatsorok összevonása egyetlen pont állományba
- ▶ Határpolygon generálása a további feldolgozási lépésekhez (Convex Hull)
- ▶ A mélység és dielekromos konstans értékek interpolációja (IDW)



2. LÉPÉS – hosszirányú metszetek

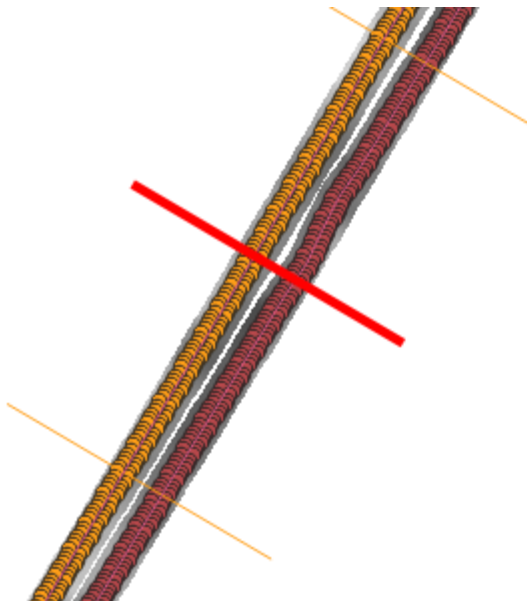
- ▶ Paraméter fájl beolvasása
- ▶ Hossz(tengely)irányú profilok generálása a mélység adatokból forgalmi sávonként:
 - ▶ Sávonként az azonos út km értékű mérések összevonása (átlag) és hozzárendelése egy vonal geometriához („sávtengely”)
- ▶ Rétegvastagság értékek aggregálása forgalmi sávonként:
 - ▶ Út km alapján összevont (átlag) értékek hozzárendelése egy vonal geometriához („úttengely”)
 - ▶ Darabolás és az értékek aggregálása (átlag) a felhasználó által megadott hosszúságú szakaszokra
- ▶ OKA (Országos Közúti Adatbank) adatok tárolása az összehasonlításhoz (tervezett/eredeti rétegtengely)



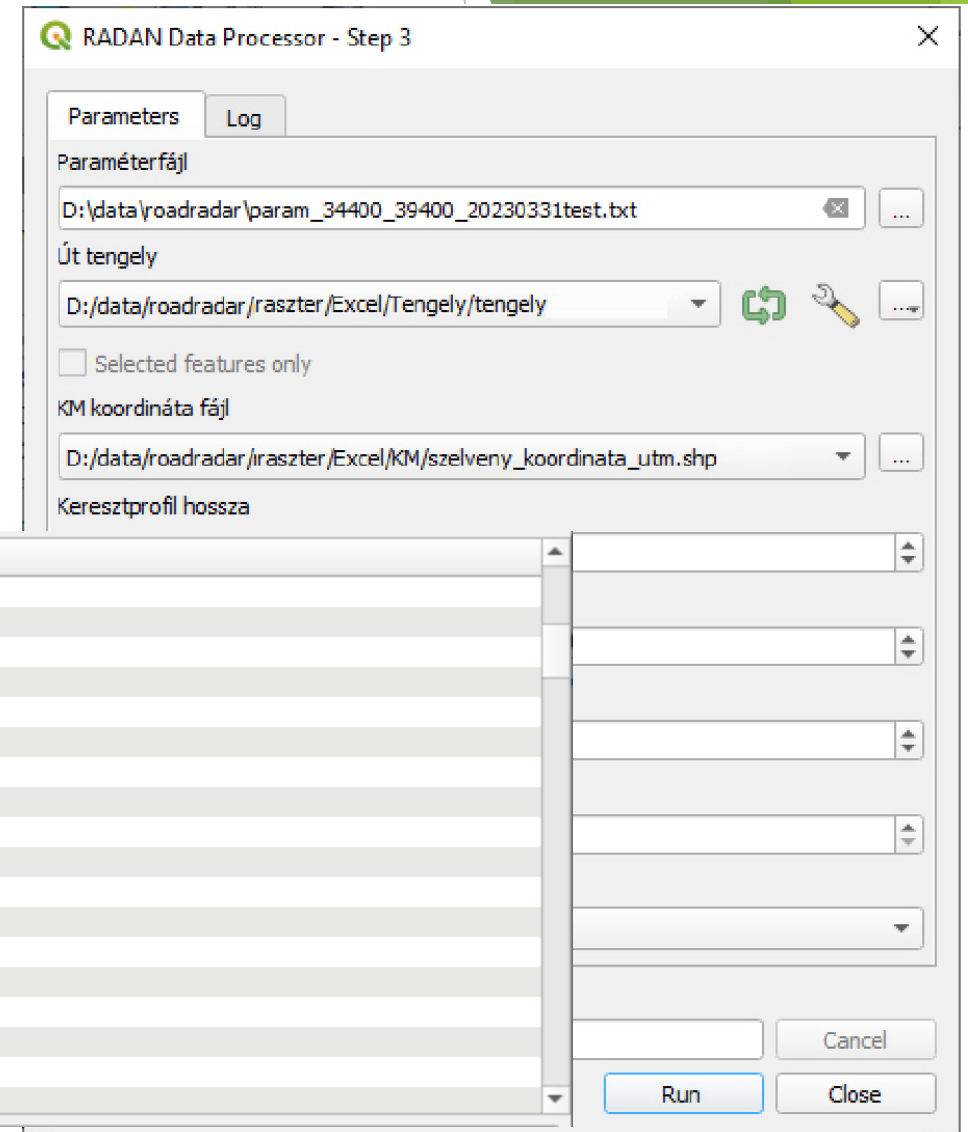
long_sections_34400_39400_m35_20230331test	
id	10
(Derived)	
(Actions)	
id	10
fid	10
line_id	13
dist	37588,5
distance	37338, 37338.5, 37339, 37339.5, 37340, 373...
d1	5.63, 5.55, 5.545, 5.57, 5.49, 5.475, 5.51, 5.4...
d2	11.075, 11.085, 10.985, 10.97, 11.205, 11.05, ...
d3	19.435, 19.02, 19.035, 19.135, 19.025, 18.95, ...
d4
d5
db
dckt	38.885, 39.305, 38.315, 38.09, 39.005, 39.00...
dfold
layer	long_sections_bal_L1_34400_39400_m35_2...
path	D:/data/roadradar/m35/long_sections_bal_L...
vastag_34400_39400_m35_20230331test	
id	1
(Derived)	
(Actions)	
id	1
fid	1
l1f_dist	34450.5, 34554.5, 34654.5, 34751.5, 34852, ...
l1f_vastag	16.75, 17.41, 17.82, 19.215, 18.23, 17.805, 1...
l1f_max	18,265
l1f_basevastag	34.41, 34.965, 35.505, 37.685, 36.025, 35.3, ...
l1f_basemaxall	38,325
l1f_basetype	Dckt
l1b_dist	34374.5, 34474.5, 34575, 34675.25, 34776, 3...
l1b_vastag	18.2, 17.805, 18.82, 18.3525, 19.145, 20.162...
l1b_max	18,22
l1b_basevastag	37.985, 36.025, 36.325, 37.5975, 36.585, 36...
l1b_basemaxall	38,465
l1b_basetype	Dckt
b_baseoka	30
f_baseoka	30
b_oka	100
f_oka	100

3. LÉPÉS - keresztmetszvények

- ▶ Paraméter fájl beolvasása
- ▶ Minden egyes mélység és dielektromos állandó fedvényből keresztmetszvények kinyerése a SAGA cross profile eszközzel

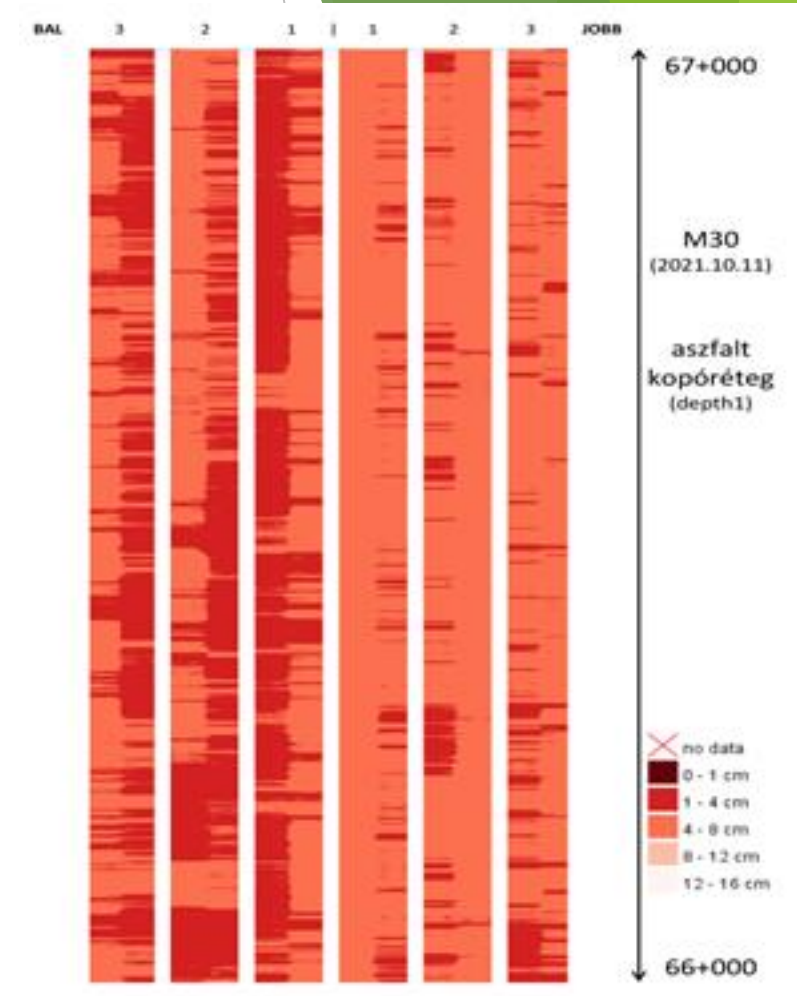


Feature	Value
xx049	NULL
xx050	331,01548121
xx051	331,4457127
xx052	331,89219962
xx053	332,14035412
xx054	333,20634096
xx055	335,66653071
xx056	337,6417438
xx057	334,02628943
xx058	326,41842632
xx059	319,13540598
xx060	313,52715714
xx061	309,43477174
xx062	309,18079115
xx063	309,81549051
xx064	309,02293486
xx065	309
xx066	309



4. LÉPÉS – Sematikus ábrázolás

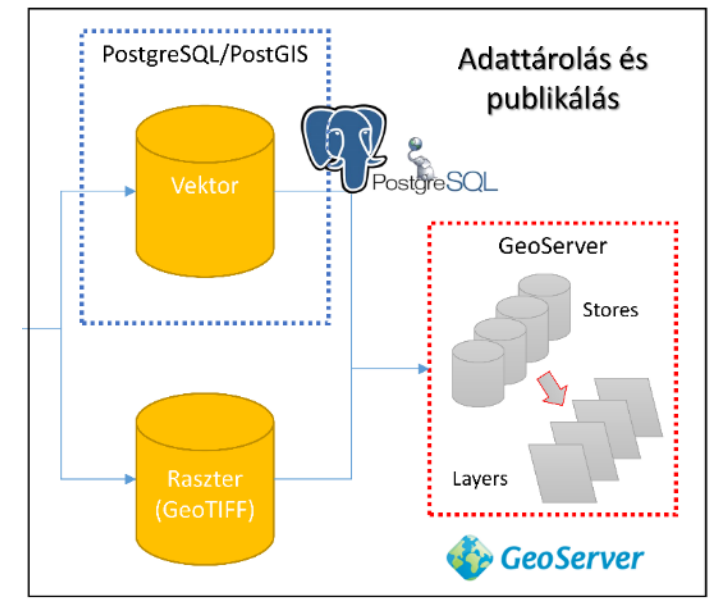
- ▶ Megadott útszakasz valamely méréséből (mélység, dielektromos állandó, vastagság) interpolált felület megjelenítése sematikus geometriával
- ▶ Mesterséges geometria létrehozása (x – sáv szélessége | y – útkilométer)
- ▶ IDW interpoláció
- ▶ Stilizálás után exportálás képként
- ▶ Layout (atlasz) generálás dinamikus paraméterekkel



TÉRADATBÁZIS

- ▶ Az adatfeldolgozási munkafolyamat kimenetei:
 - ▶ PostGIS táblák (vektor)
 - ▶ GeoTIFF fájlok (raszter)

- ▶ Tér adatok publikálása (GeoServer)
 - ▶ Store-ok és Layer-ek definiálása + interpolált rétegek szimbolizálása
 - ▶ WMS és WFS kimenet
 - ▶ GeoServer REST API segítségével automatizálható



WEBES MEGJELENÍTÉS - Felület

- Térképablak + kezelőpanel (open-source JS könyvtárak: OL, DHTMLX)

Területválasztás

M30-as út (2021.10.11.)

65000_70000 (!)

Betöltés

Lekérdezés

Mintavételi pontok

Keresztszelvények

Hossz-szelvények

Aggregált adatok (100m)

Letöltés (Mintavételi pontok)

ESRI Shape

Text (CSV)

Letöltés (SHP/CSV)

Fedvények

Webes megjelenítés és lekérdezés



OpenLayers



JS

JavaScript

WEBES MEGJELENÍTÉS - Rétegek

- ▶ Területválasztás (→ adatrétegek betöltése + zoom)
- ▶ Alaptérképek (Nincs | OSM | Google Satellite | ESRI Topo)
- ▶ Mintavételi pontok (út km címkék) (WFS)
- ▶ Keresztszelvények (út km címkék) (WFS)
- ▶ Hossz-szelvények (WFS)
- ▶ Aggregált adatok (WFS)
- ▶ Interpolált rétegek fedvényei
(mélység | dielektromos állandó) (WMS)



Fedvények

- Mintavételi pontok
- Keresztszelvények
- Hossz-szelvények
- Aggregált adatok (100m)

Réteg mélység / vastagság adatok ▾

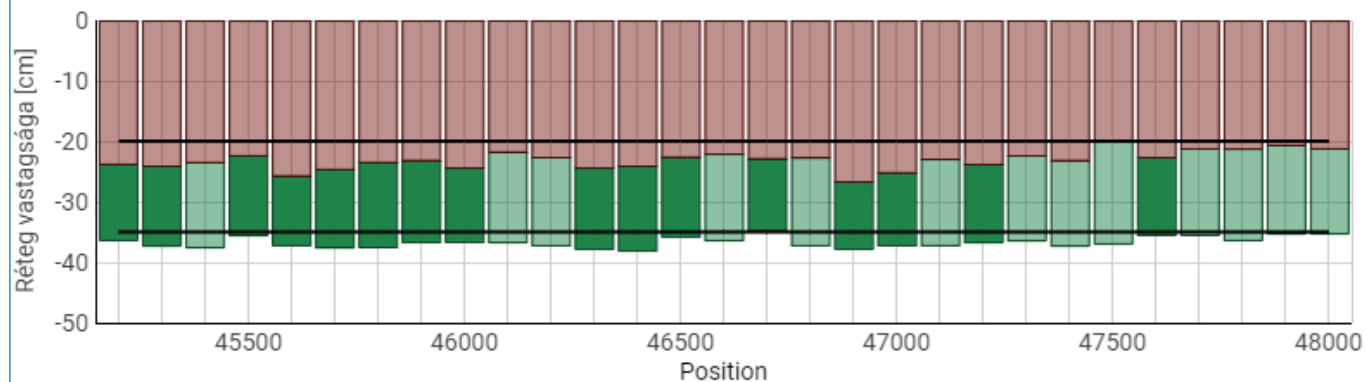
- 1. aszfalt réteg vastagsága
- 2. aszfalt réteg alja
- 3. aszfalt réteg alja
- 4. aszfalt réteg alja
- 5. aszfalt réteg alja
- Aszfalt rétegek teljes vastagsága
- Alapréteg alja

Réteg dielektromos adatok ▾

- 1.réteghatár
- 2.réteghatár
- 3.réteghatár
- 4.réteghatár
- Alapréteghatár

WEBES MEGJELENÍTÉS - Lekérdezés

Forward: 45233 - 48106 | Asphalt (OKA mean): 20 cm | Base (OKA mean): 15 cm

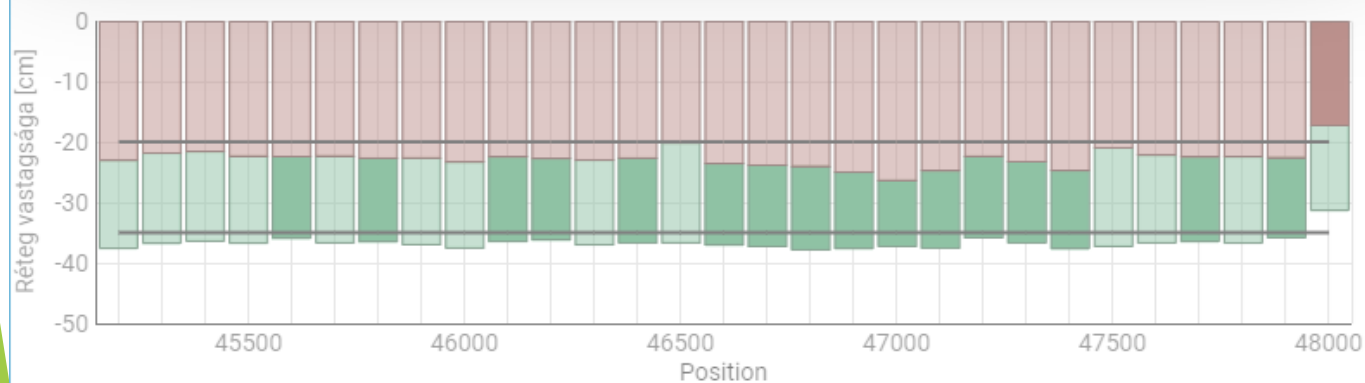


Forward: 45233 - 48106 | Asphalt (OKA mean): 20 cm | Base (O...

Összes bezárása Ablak bezárása Letöltés XLS formátumban

From	To	Asphalt	Base	All	Asphalt_diff	Base_diff
45233.25	45333.25	23.69	12.47	36.16	3.69	-2.53
45334.5	45434.5	23.99	13.22	37.21	3.99	-1.78
45435.25	45535.25	23.37	14.16	37.52	3.36	-0.84
45536	45636	22.27	13.2	35.47	2.27	-1.8
45636.25	45736.25	25.58	11.48	37.06	5.58	-3.52
45736.5	45836.5	24.53	12.97	37.5	4.53	-2.03

Backward: 45232 - 48103 | Asphalt (OKA mean): 20 cm | Base (OKA mean): 15 cm



Backward: 45232 - 48103 | Asphalt (OKA mean): 20 cm | Base (...

Letöltés XLS formátumban

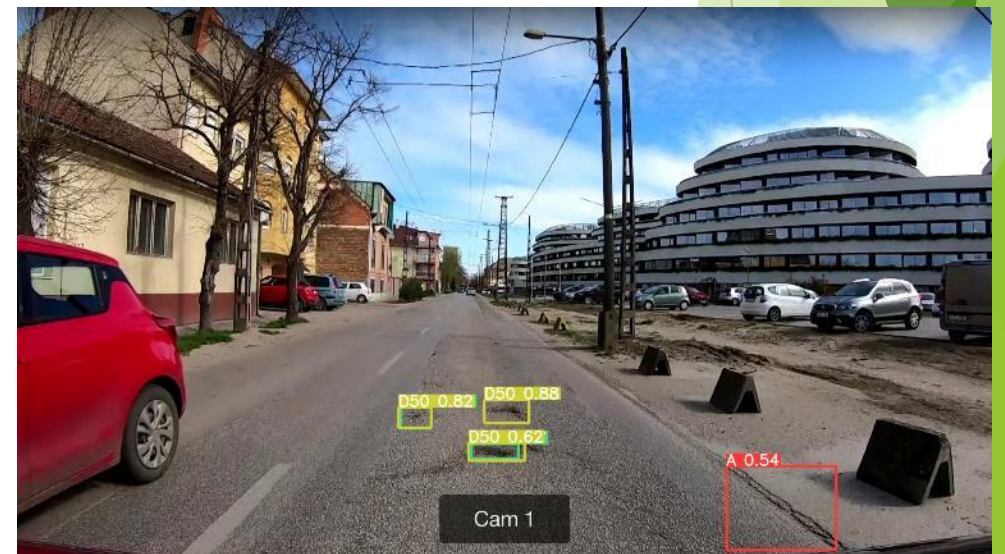
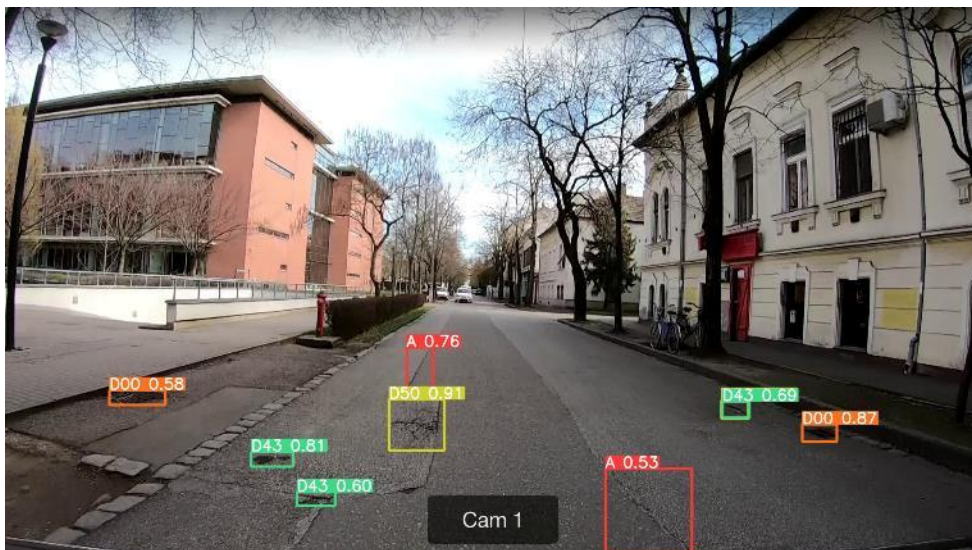
From	To	Asphalt	Base	All	Asphalt_diff	Base_diff
45232.25	45332.25	22.96	14.54	37.5	2.96	-0.46
45332.5	45432.5	21.73	14.98	36.71	1.73	-0.02
45432.75	45532.75	21.49	14.71	36.19	1.48	-0.29
45533	45633	22.19	14.45	36.64	2.19	-0.55
45633.5	45733.5	22.29	13.53	35.82	2.29	-1.47
45734	45834	22.16	14.35	36.51	2.16	-0.65

Pont ID

Pozíció

ÚTMINŐSÉG vizsgálata VIDEO felvételekkel

- Python + Yolo8 alapú gépi tanulás
- Tréning nemzetközi és magyar példákkal
- Több kategóriás osztályozás
- Kimenet: címkék + képek
- Aggregált statisztikák, kapcsolás a GPS nyomvonalhoz



KONKLÚZIÓ + KITEKINTÉS

- ▶ Elkészült egy open-source megoldásokon alapuló munkafolyamat, ami képes az útminőség (útszerkezet) adatok feldolgozására, tárolására és megjelenítésére térképes és diagramos formában
- ▶ OKA (Országos Közúti Adatbank) adatok integrálása
- ▶ Video stream / képek elérése a webes felületen
- ▶ AI alapú útminőség mérések integrálása a webes felületbe



Szegedi Tudományegyetem

Geoinformatikai, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék



Köszönjük a figyelmet!



tobak@geo.u-szeged.hu, leeuwen@geo.u-szeged.hu