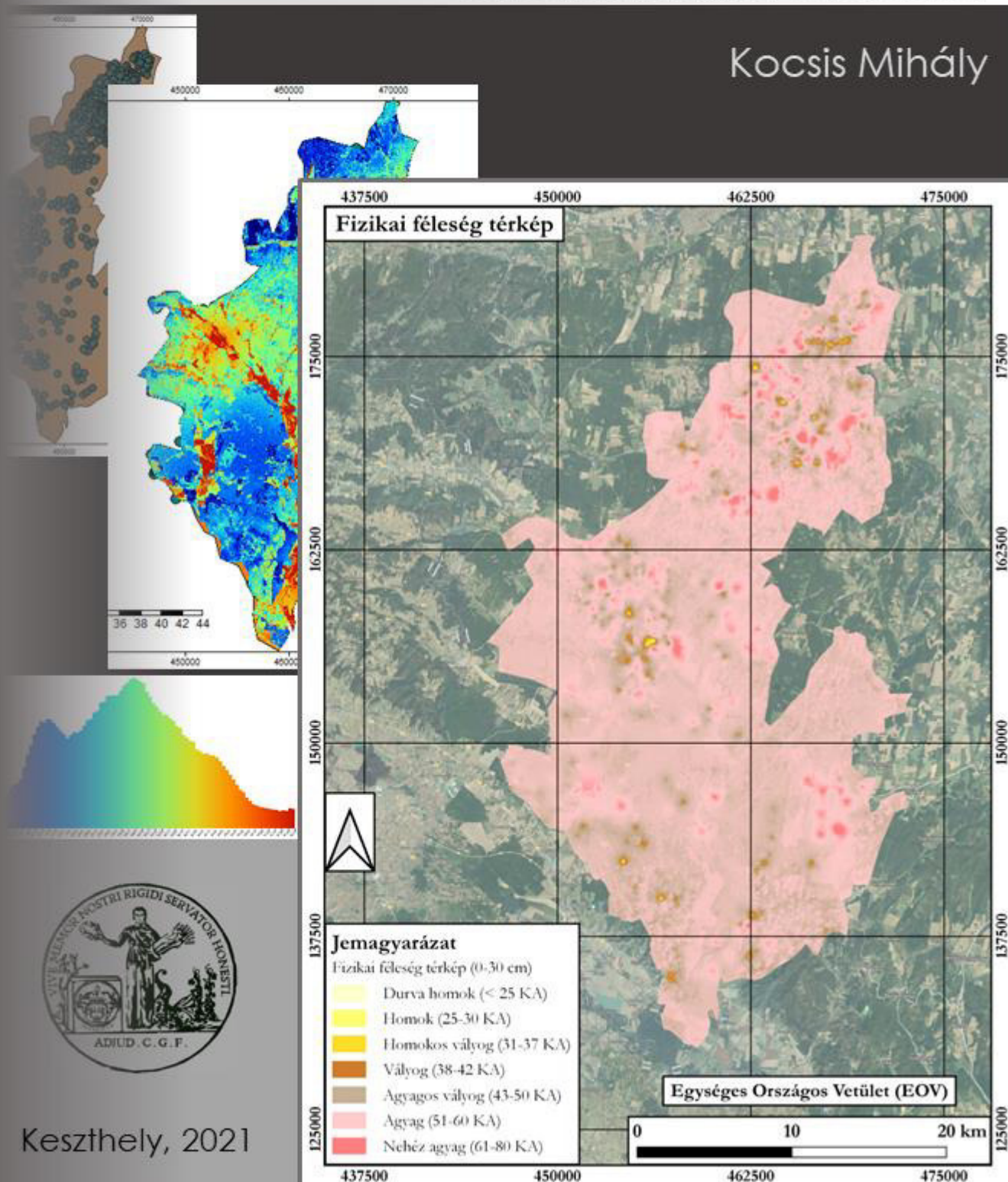


Térinformatikai alapok a digitális talajtérképezéshez

Felsőoktatási jegyzet és feladatsor

Kocsis Mihály



Keszthely, 2021

Térinformatikai alapok a digitális talajtérképezéshez

Kocsis Mihály

Térinformatikai alapok a digitális talajtérképezéshez

Felsőoktatási jegyzet és feladatsor



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Keszthely, 2021

Szerző

Dr. Kocsis Mihály PhD (Georgikon Campus)

Lektorok

Dr. Laborczi Annamária PhD (ATK TAKI)

Dr. Tobak Zsolt PhD (SZTE TTK)

© Szerző, 2021



A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:

[CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Ennek értelmében a mű szabadon másolható, terjeszthető, bemutatható és előadható, azonban nem használható fel kereskedelmi célokra (NC), továbbá nem módosítható és nem készíthető belőle átdolgozás, származékos mű (ND). A licenc alapján a szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetni a szerző nevét és a szerzői mű címét (BY).

Az felsőoktatási jegyzet elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Kiadja

a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Cím: 8360 Keszthely, Deák Ferenc utca 16.

Tel.: +36-83/545-000

Honlap: <https://www.georgikoncampus.uni-mate.hu>.

Felelős Kiadó: Dr. Rózsa László PhD, campus-főigazgató

Borítóterv: Dr. Hernádi Hilda Ágnes PhD

Borítóábra: Dr. Kocsis Mihály PhD

ISBN 978-615-6368-05-1 (pdf)

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	5
Előszó	7
1. Geostatisztikai műveletek elvégzése a SAGA GIS program segítségével	9
1.1. SAGA GIS indításának és felépítésének vázlatos ismertetése	9
1.2. Raszter állományok újramintavételezése.....	12
1.3. Raszterek mentése	14
1.4. Dombozati deriváltak képzése domborzatmodellből.....	15
1.5. Raszterek normalizálása.....	16
1.6. Főkomponens analízis (PCA)	18
1.7. Távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció (IDW)	20
1.8. Egyszerű krigelés (SK)	23
1.9. Univerzális krigelés (UK).....	26
2. Bevezetés a QGIS térinformatikai program alapjaiba	30
2.1. A QGIS indítása és a QuickMapServices modul telepítése	30
2.2. Vetületi rendszer beállítása.....	32
2.3. Térinformatikai adattípusok	34
2.4. Térképi rétegek hozzáadása	35
2.5. Új shape fájl létrehozása.....	36
2.6. Shape fájl szerkesztése	37
2.6.1. Geometria szerkesztése.....	37
2.6.2. Attribútumok szerkesztése	39
2.6.2.1. Új mező hozzáadása	39
2.6.2.2. Mező feltöltése értékekkel.....	40
2.6.2.3. Mező törlése	41
2.7. Projekt elmentése	42
2.8. Vektoros rétegek megjelenítése, feliratozása	42
2.9. Jelrendszer módosítása	43
2.10. Címkék megjelenítése.....	43
2.11. Raszteres állományok megjelenítése és ábrázolása	44

3. Talajtulajdonság térképek szerkesztése	48
4. Ábrák és táblázatok jegyzéke	55

Előszó

A térinformatika alkalmazása a digitális információáradat világában egyre inkább megkerülhetetlen és nélkülözhetetlen a mezőgazdaságban is. A térinformatika alapvető eszköze a rohamléptekben fejlődő, gyors ütemben terjedő precíziós gazdálkodás – szántóföldi növénytermesztés – által szolgáltatott, illetve igényelt információk kezelésének, feldolgozásának és kiértékelésének. A térinformatikai alkalmazások a térben keletkező adatok integrátorai, e módszerek segítségével készíthetünk adott földművelési egységekre (táblákra, parcellákra, művelési zónákra) talajmintavételi-, illetve vetési terveket és tápanyag kijuttatásokat, vagy elemezhetjük a talajvizsgálati eredményeket és a betakarítás során mért termés hozamokat. A térinformatikai eljárások jelentősen megkönnyítették a tematikus talajtérképezést, a precíziós növénytermesztés és a távérzékelés által szolgáltatott – addig elképzelhetetlen mennyiségű – információk kezelését és interpretálhatóságát. A specifikált adatok a talajtan és annak különböző tudományterületi (pl. talajok vízgazdálkodási tulajdonságai, talajok aszály- és belvízérzékenysége, földminősítés stb.) kutatásaihoz is segítséget nyújthatnak.

Napjainkban az egyre specifikáltabb és mind nagyobb térbeli felbontású térképek bizonyulnak az egyik legalkalmasabb megjelenítési formának a környezeti sajátosságok átfogó bemutatására és változásainak nyomon követésére. A térképeken megjelenített információk ma már nemcsak a klasszikus értelemben vett térképezési munkákból (geodéziai felmérésekből) származhatnak, hanem távérzékelte műholdképek vagy légifelvételek származtatott adatain is alapulhatnak. A térképekkel szemben támasztott legalapvetőbb követelmény az, hogy a rajtuk megjelenített, a Föld felszínén mérhető eredményekről, lezajló társadalmi eseményekről, természeti- és környezeti jelenségekről, valamint ezek együttes komplex folyamatairól mindenki számára közérthető információt nyújtsanak. A térképeknek és azok adattartalmának mindig felhasználóbarátnak, egyszerűen értelmezhetőnek és informatívnak kell lennie. Ahhoz, hogy a térképeket használni (alkalmazni) tudjuk, nem elegendő csupán a feliratok olvasása és értelmezése, hanem ismerni kell a térképek mindenki által elfogadott ábrázolásának módját, az egyezményes jeleket, a színelveket és rövidítéseket.

A térkép információkat közöl, amit tudni kell olvasni, ehhez ismerni kell azok sajátos jelrendszereit. Térképet jól szerkeszteni csak akkor tudunk, ha a térképi ábrázolás alapvető szabályaival tisztában vagyunk. Általában minden térképnek a következőket kell tartalmaznia kötelező elemként: jelmagyarázatot, vonalas aránymérték vagy méretarányt, égtájat jelölő szimbólumot és a térképi ábrázolás vetületi rendszerének elnevezését. Továbbá célszerű feltüntetni a térképi mű címét is. Az eredménytérképek megjelenítésének szerkesztésekor, legyen szó vektoros vagy raszteres állományok kartografálásáról mindig ügyelni kell az utóbbiak alkalmazására.

A jelmagyarázat a felhasználó számára a térkép adattartalmát mutatja meg, dekódolja különböző jel- és színelveket (szimbólumokat), illetve azok kombinációinak segítségével. A vonalas aránymérték és a méretarány a térkép léptékét adja meg. A térképen egy hosszegység a valóságban mekkora távolságnak felel meg méterben vagy kilométerben kifejezve. Az égtáj szimbóluma a kartografált térképnek fekvését tájolását mutatja meg, legtöbbször az északi irányt jelöljük vele. Az országok esetében a különböző részletességgel felvételezett adatokat az egységes térképezés céljából, illetve a vetületi torzítások minimalizálása érdekében a Föld felszínét síkba leképező úgynevezett vetületi rendszerekben helyezik el.

Magyarországon a geodéziai, a topográfiai és a földmérési alapinformációkat az Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerbe rögzítik. Az EOV-t 1972-ben hozták létre, majd országosan 1975-ben vezették be, amely alapját képezi az Egységes Országos Térképrendszernek (EOTR). Az ország területét a térképrendszer uniformizált nagy méretarányú, számkódolással ellátott térképlapokkal fedi le, a polgári célokra felhasznált földrajzi és tematikus térképek döntő hányada ebben a rendszerben készül.

A felsőoktatási jegyzetben a mezőgazdasági termeléshez és a precíziós növénytermesztéshez felhasználható tematikus talajtérképek, talajadatbázisok kerülnek megemlítésre. Az EOTR-ben szerkesztették meg az országos 1:100.000 méretarányú Agrotopográfiai Adatbázist, illetve az 1985 és 1990 között készült 1:10.000 léptékű, földminősítési célú genetikus talajtérképeket és az azokhoz tartozó kartogramokat is. A precíziós növénytermesztésben felhasznált távérzékelt műhold- és légifelvételek információi UTM 33N (*Universal Transversal Mercator zone 33N – Univerzális Transzverzális Mercator Északi 33. zóna*) vetületbe, a GPS vezérelt mezőgazdasági erő-, munka- és betakarítógépek működéséhez szükséges, illetve az általuk mért adatok legtöbbször WGS 1984 (*World Geodetic System – Geodéziai Világrendszer*) földrajzi koordináta rendszerbe kerülnek rögzítésre.

E jegyzetnek az a célja, hogy mindazon az agrár-felsőoktatási BSc. és MSc. képzésekben, precíziós mezőgazdasági és talajtani szakmérnöki, valamint szaktanácsadói szakirányú továbbképzésekben résztvevő hallgatók számára segítséget nyújtson, akik a tanulmányaik során valamilyen módon kapcsolatba kerülnek a geostatisztika, a térinformatika és a digitális talajtérképezés viszonylag fiatal tudományterületével. Gyakorlatorientált és lényegre törő térinformatikai tematikájú jegyzetet nem könnyű írni. E hallgatói jegyzetanyagban egy összeállított feladatsoron keresztül kerül bemutatásra azon módszerek összessége, amelyek elengedhetetlenül szükségesek a digitális talajtérképezés alapjainak elsajátításához. Tartalmazza mindazt, amely az adatfeldolgozás során kapott térképi eredmények értelmezéséhez és szintetizálásához, illetve azok grafikus ábrázolásához (térképi megjelenítéséhez) kell. A feladatsor összeállításánál törekedtem arra, hogy a mezőgazdaságban, a talajtanban, a talajtérképezésben és a növénytermesztésben előforduló esetek (pl. talaj fizikai félesége, humusztartalom, mésztartalom, talajfolt kerülete és területe, talajmintavétel X és Y koordinátái, termésmennyiség stb.), illetve e szakterületek gyakran használt alapfogalmait ismertessem.

Az összeállított jegyzet két részből áll. Az anyag első fele az *SAGA GIS 6.3.0 (System for Automated Geoscientific Analyses – Automatizált Geotudományos Módszerek Rendszere)* térinformatikai programban a térképi raszteres állományokkal elvégezhető alapl műveletekről (raszterek mentéséről, újramintavételezéséről, normalizálásáról, domborzati deriváltak készítéséről) és a vektoros pontadatbázis térbeli kiterjesztése során alkalmazott térképbecslési (térképi predikció) módszerekről (főkomponens analízisről, távolsággal fordítottan arányos interpolációról, egyszerű krigelésről, univerzális krigelésről) szól. A második rész a térképi predikcióval előállított talajtulajdonság térképek kartografálásának (megjelenítésének) leírását tartalmazza, amelyet a QGIS Desktop 3.10.6 térinformatikai program segítségével szemléltetnek. A jegyzetben szereplő SAGA GIS és QGIS szoftverek az interneten mindenki számára hozzáférhetőek, szabad felhasználású alkalmazások. A jegyzet második fele az általános kartografálási elvek mentén a nemzetközi sztenderdekkel összhangban lévő, a hazai talajtérképezési gyakorlatban alkalmazott, egységes nomenklátúra alapján mutatja be a legtöbbször előállított talajtulajdonság (pl. fizikai féleség, humusztartalom, kémhatás és mésztartalom) térképek szerkesztését. A digitális talajtérképek ábrázolása és szabályos megjelenítése lépésről-lépésre az 1989-ben kiadott a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához készült *Útmutatóban* leírt alapelvek szerint kerülnek bemutatásra.

Keszthely, 2021. június 28.

Szerző

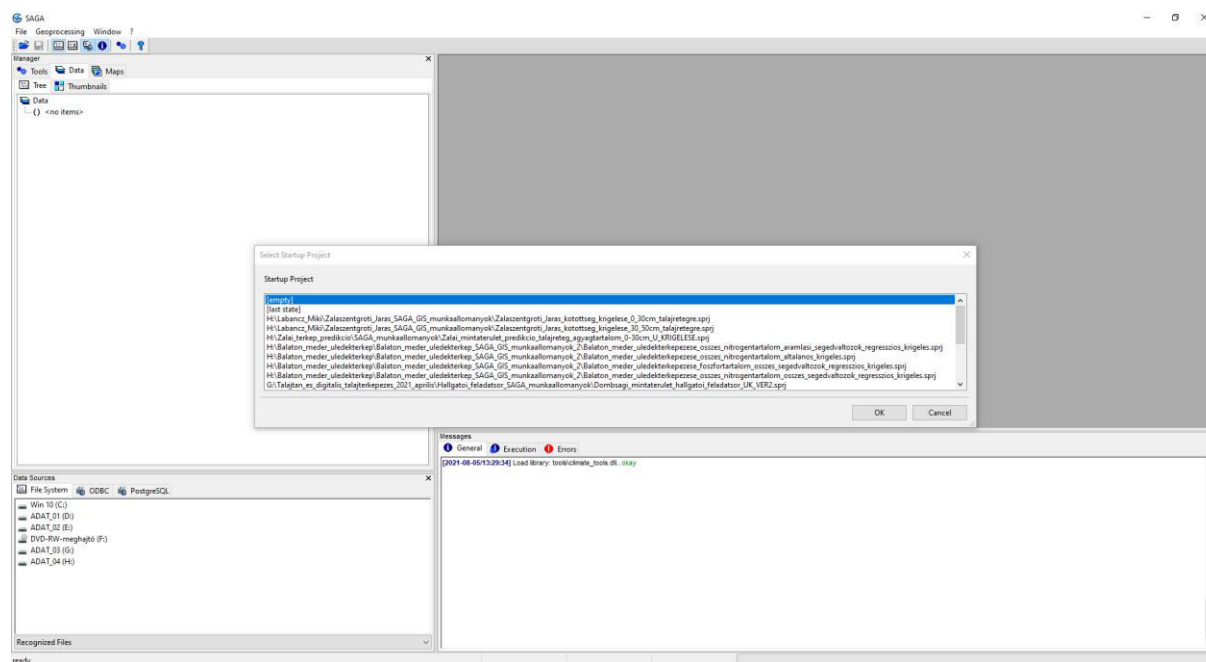
1. Geostatisztikai műveletek elvégzése a SAGA GIS program segítségével

1.1. SAGA GIS indításának és felépítésének vázlatos ismertetése

A System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) GIS 6.3.0 program a <https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/SAGA%20-%206/SAGA%20-%206.3.0> weboldról tölthető le, a számítógépre a setup (*.exe kiterjesztésű) verzió telepítése ajánlott. A szoftvertelepítés után a következő asztali ikonra kattintva indul el: *SAGA GIS* (1. ábra). Ha nem látunk asztali ikont, akkor *Start Menüben* keressük meg a *SAGA GIS*-t! A SAGA 6.3.0 verzió 2018. februári kiadású, nem a legújabb program, de a jegyzetben leírt egyszerű és univerzális krigelések esetében stabilabban és megbízhatóbban működik, mint az újabb változatok.

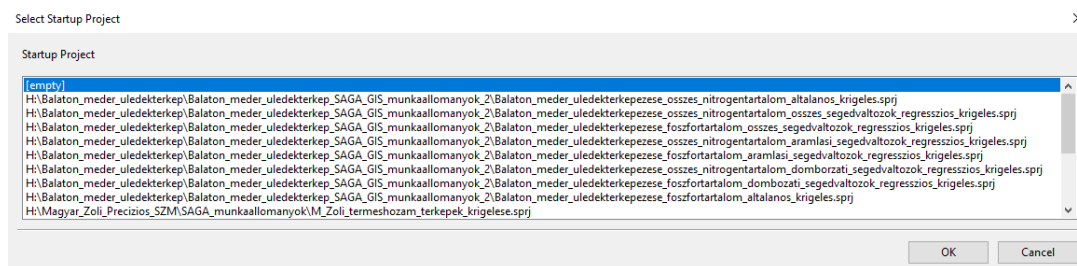


1. ábra: A SAGA GIS 6.3.0 térinformatikai program indító panelje



2. ábra: A SAGA GIS 6.3.0 program indításkor megjelenő grafikus felülete

A kezdésnél megjelenik a *Select Startup Project* ablak (3. ábra), itt választhatjuk ki a már előző munkamenetekben elmentett SAGA projektet. A térinformatikai szoftverek (így a SAGA GIS és QGIS is) képesek arra, hogy az adott terület összes vektoros és raszteres adatát, az újonnan létrehozott térképi rétegeket, valamint azokhoz tartozó számítási eredményeket egy munkaállományba, úgynevezett projekt fájlba tárolják. Az első indításkor kattintsunk az *[empty]*-re, vagy zárjuk be az ablakot. Majd felugrik a *Tip of the Day* ablak, ezt is zárjuk be. Ha nem szeretnénk azt, hogy minden program indításkor megjelenjen ez az ablak, akkor vegyük ki a pipát a *Show tips at startup* opció elől.

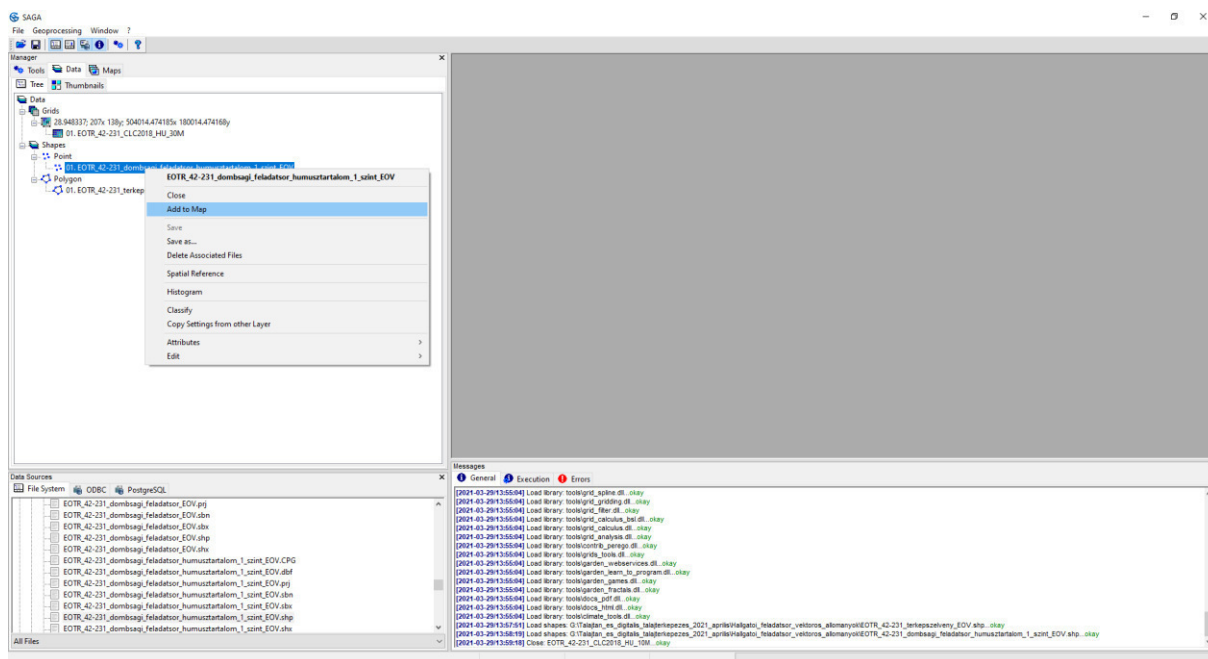


3. ábra: A SAGA GIS program projektválasztó ablaka

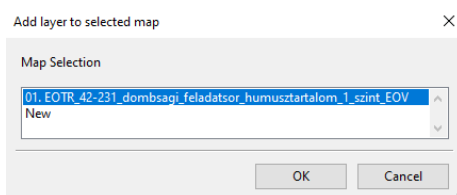
A kezdőképernyő felső sorában látjuk a menüpontokat (*File, Geoprocessing, Window, ?* stb.). Alatta a bal szélén a *Manager* és a *Data Sources* ablakok láthatók. A *Manager* ablakban található a **Tools** fül, ezen keresztül könyvtárstruktúrából kiválasztva is indíthatjuk az egyes SAGA funkciókat. A **Data** fülön jelennek meg a programban a megnyitott térinformatikai (raszteres vagy vektoros) munkaállományok. A **Maps** fülön helyezkednek el a munkaállományokból megnyitott, illetve különböző műveletekkel és módszerekkel előállított térképi rétegek. A **Tree** fülön könyvtárstruktúrában jelenik meg az adott munkaprojekt összes térinformatikai állománya és eredmény fájlja. A *Data Sources* ablakban a **File System** fülön nyithatjuk meg a programban az adott térinformatikai állományokat, esetünkben az elkészítendő, a sajátgépére lementett hallgatói feladatok fájljait. A kiválasztás és hozzáadás dupla kattintással történik, ekkor fent a *Manager* ablakban, a **Data** fül a könyvtárstruktúrájában megjelenik a kiválasztott állomány. Figyelem, shape fájl esetén elég csak a *.shp* kiterjesztésű fájlt behívni az alkalmazásba, raszteres állománynál pl. egy GeoTIFF-nél is elég csak a *.TIFF* állományt kiválasztani! Ha a program sikeresen beolvasta a munkaállományokat, akkor alul, jobb oldalon a *Messages* ablak **General** fülén minden háttérben futó alkalmazás, illetve a behívott fájl sikeresen betöltődik, mögöttük megjelenik zölden az „okay” kifejezés.

SAGA-ban a térképi rétegeket a következőképpen lehet megjeleníteni: a *Data* ablakba behívott bármely térinformatikai állományra bal egérgombbal duplán kattintunk, vagy jobb egérgombbal rákattintunk (4. ábra), majd a felugró menüből kiválasztjuk az *Add to Map* lehetőséget.

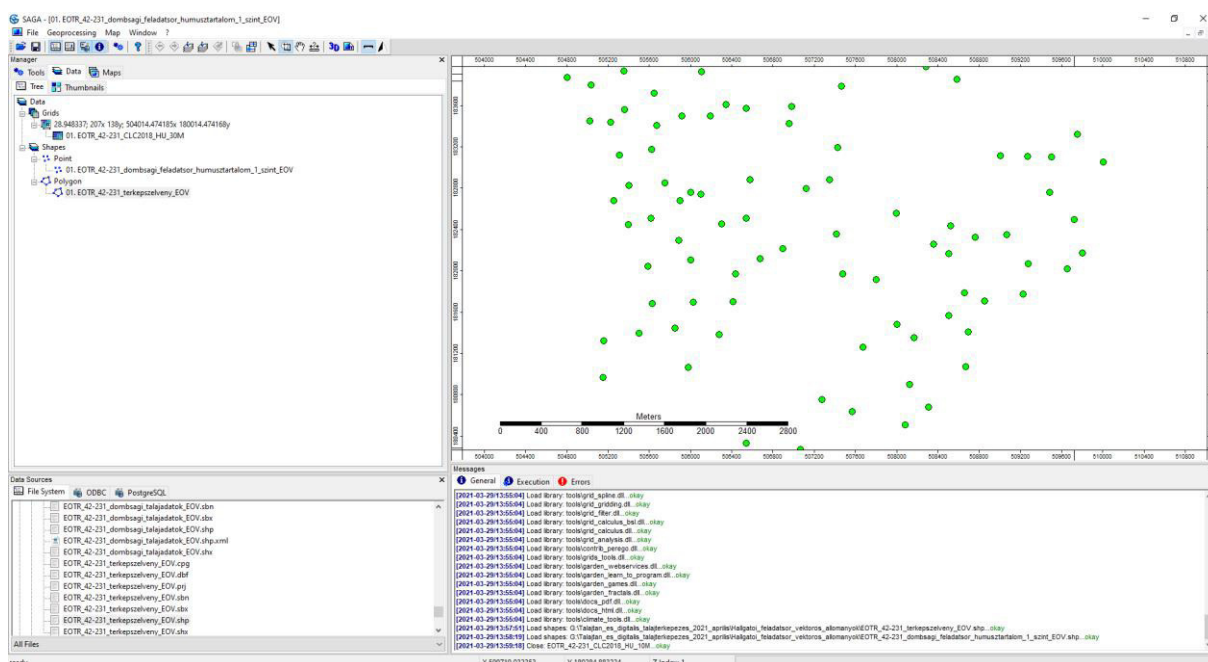
Ezután a jobb felső szürke színű térrészben (főablakban) a kiválasztott térképi réteg jelenik meg, amit tegyük teljes méretre. A fájl hozzáadása után aktívvá válik egy eszközkezelő sor, amely számunkra elsősorban a térképi rétegen való navigálást, továbbá a távolságmérést, a méretarány és az északi irány elhelyezését stb. teszi lehetővé. Ha további térképi réteget (pl. területhasználati térképet) akarunk a vizsgált területre megnyitni, akkor célszerű az ismert *Add to Map* paranccsal a már megjelenített térképhez hozzáadni az *Add layer to selected map* párbeszédablak segítségével (5. ábra).



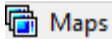
4. ábra: A SAGA GIS-ben behívott térképi raszteres vagy vektoros munkaállományok megjelenítése



5. ábra: A kiválasztott projektben a már megnyitott munkaállományokhoz további térképi rétegek hozzáadása



6. ábra: A kiválasztott projektben megjelenített térképi munkaállományok

A  fülre ráállva a megjelenő térképi struktúrában a rétegek sorrendjét tetszés szerint változtathatjuk. Adott projektet a *File* menüben a *Project / Save Project* lehetőséget kiválasztva vagy a  ikon segítségével lehet menteni. A korábban létrehozott projekteket szintén a *File* menüben a *Project / Load Project* menüpontban, vagy a  ikonnal lehet megnyitni.

1.2. Raszter állományok újramintavételezése

A digitális talajtérképezés esetén az egyes talajtulajdonságok térbeli kiterjesztését szinte kizárólagosan talajtani pontadatok (talajmintavételezés mért adatai) alapján valamilyen geostatistikai (pl. egyszerű krigelés, regresszió krigelés) vagy adatbányászati módszer segítségével végezzük el. A térbeli becsléshez gyakran alkalmazunk a teljes térképezendő területet lefedő úgynevezett környezeti segédváltozókat, amelyek a talajképző tényezőkkel kapcsolatban nyújtanak információt. Lehetnek a térképezett területre vonatkozó más, tematikus (pl. földhasználati) térképi információk, digitális domborzatmodell (DEM) és abból származtatott domborzati segédváltozók, illetve a távérzékelésből származtatott adatok (pl. műholdfelvételek, NDVI és egyéb spektrális indexek). A különböző környezeti segédváltozókat a SCORPAN-modellhez (1. egyenlet) használjuk fel, amely alapját képezi a digitális talajtérképezés egyik módszerének. Az eljárás lényege az, hogy az adott talajtulajdonság térbeli kiterjesztése során a földrajzi pozíció és egyéb talajsajátosságokat befolyásoló környezeti tényezők bevonásra kerülnek.

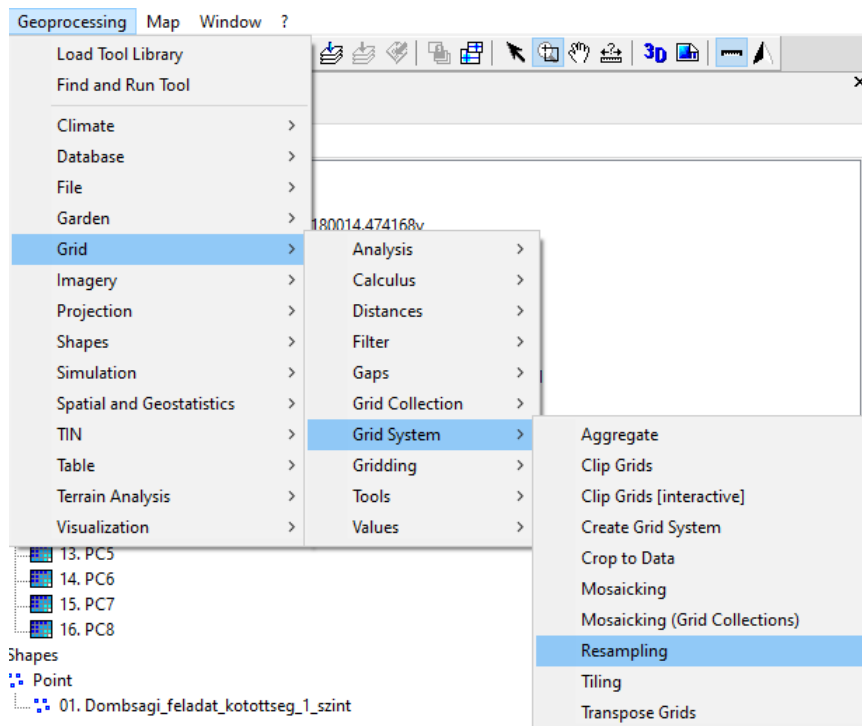
$$S_{\text{talajtulajdonság}} = f(s, c, o, r, p, a, n) \quad (1)$$

ahol: S – a térképezendő talajtulajdonságot; s – a becsült célváltozótól eltérő egyéb talajtulajdonságot (*soil*), de azzal kapcsolatban lévő talajtani tényezők összességét; c – az éghajlati viszonyokat (*climate*); o – az élőszervezeteket, vegetációt és felszínborítást (*organisms*); r – a domborzati adottságokat (*relief*); p – a talajképző kőzetet (*parent material*); a – az időtényezőt (*age*); n – a földrajzi elhelyezkedést (*spatial position*) jelenti.

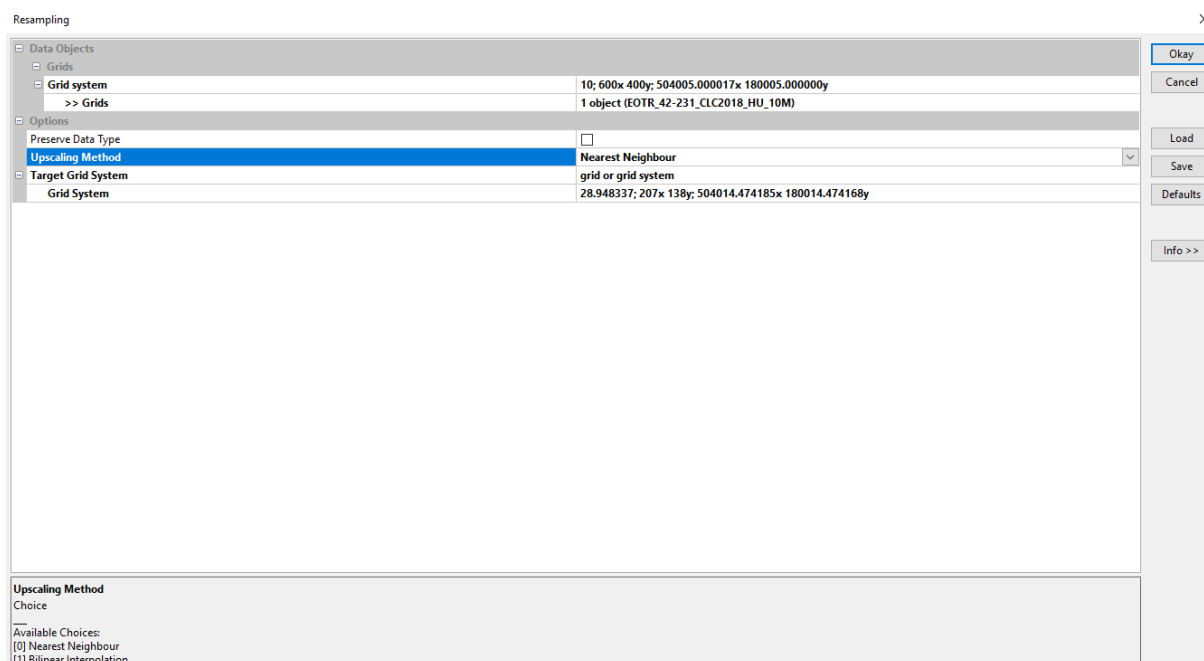
A környezeti segédváltozók általában raszteres állományok, amelyek a magukba foglalt információkat folytonos értékkészletként (pl. domborzatmodellek tengerszint feletti magasság értékei) vagy kategória-változóként (pl. vegetációs térkép élőhely típusai) tartalmazzák. A raszteres állományok általában különböző adatforrásból származhatnak, elkészítésük nem azonos módszerrel és időben történt, valamint térbeli felbontásuk is igen eltérő lehet. Az eltérő raszter adatokat az együttes felhasználásuk előtt mind adattartalmukat, mind pedig felbontásukat tekintve egymással harmonizálni kell. A raszteres állományok felbontásának egységesítésére újramintavételezési eljárást alkalmazunk. Kézenfekvő a domborzatmodell vagy a legrészletesebb raszter pixelméretére az adatokat újramintavételezni.

A *SAGA GIS*-ben az újramintavételezés eszköze a *Geoprocessing / Grid / Grid System* útvonalon keresztül a *Resampling* menüpont alatt érhető el (7. ábra). A 8. ábrán látható előugró *Resampling* dialógus ablakban beállítjuk a *Data Objects*-nél a *Grid System*-et. A feladatsor esetében a CORINE Felszínborítási Adatbázis (*CORINE Land Cover – CLC 2018*) raszteres állományát kell újramintavételezni a domborzatmodell pixelméretére, tehát a *Grid System*-nél kiválasztjuk a **10; 600x 400y; 504005.000017x 180005.000000y** értéket. A *Grids*-nél pedig a felugró ablakban a  gomb segítségével kijelöljük az „*EOTR_42-231_CLC2018_HU_10M*” elnevezésű rasztert, majd az *Okay*-re kattintunk. Az *Options*-nél az *Upscaling method*-nál a *Nearest Neighbour* módszert állítjuk be, *Target Grid System*-nél a *grid or grid system* legyen kijelölve. Figyelem, a *Nearest Neighbour* eljárást leginkább a kategóriaváltozók újramintavételezésénél alkalmazzunk, a folytonos értékkészletű raszterek esetében érdemes más módszert, például *B-Spline Interpolation-t* választani!

A *Grid System*-nél az a térbeli felbontás szerepeljen, amire szeretnénk újramintavételezni a felszínborítási raszterünket, jelen esetben **28.948337; 207x 138y; 504014.474185x 180014.474168y** értékre kerüljön beállításra, majd *Okay*. Ha rendben elkészült a raszter újramintavételezése, akkor a bal szélső ablakban a projekt adatstruktúrában a domborzatmodellel egy szinten,  **28.948337; 207x 138y; 504014.474185x 180014.474168y** érték alatt megjelenik az új állomány.



7. ábra: A SAGA GIS menürendszerébe a Resampling eszköz elérési útvonala

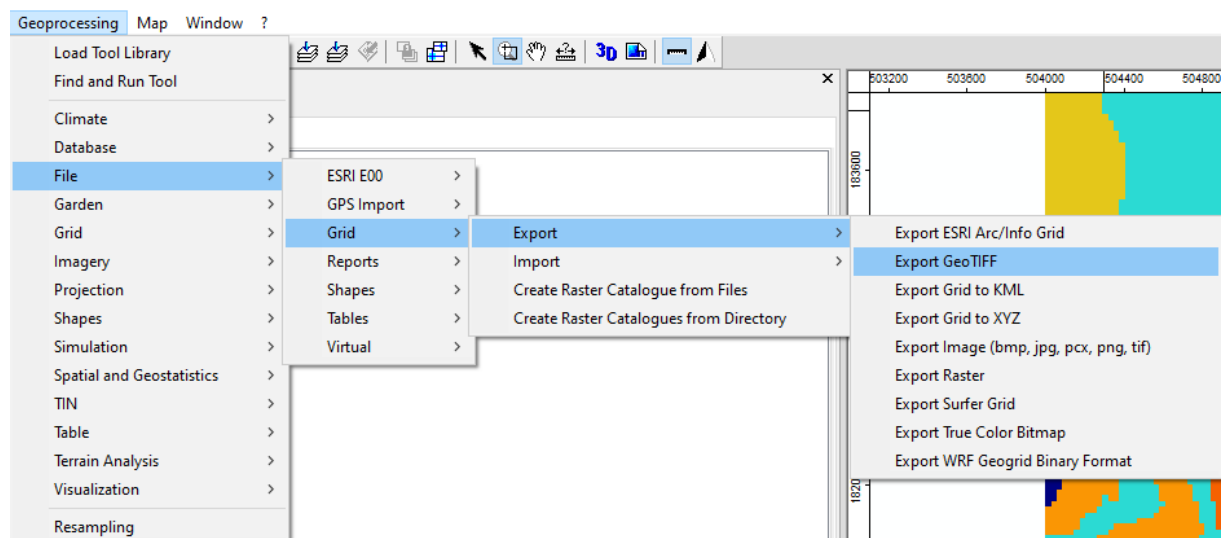


8. ábra: A Resampling eszköz dialógus ablaka

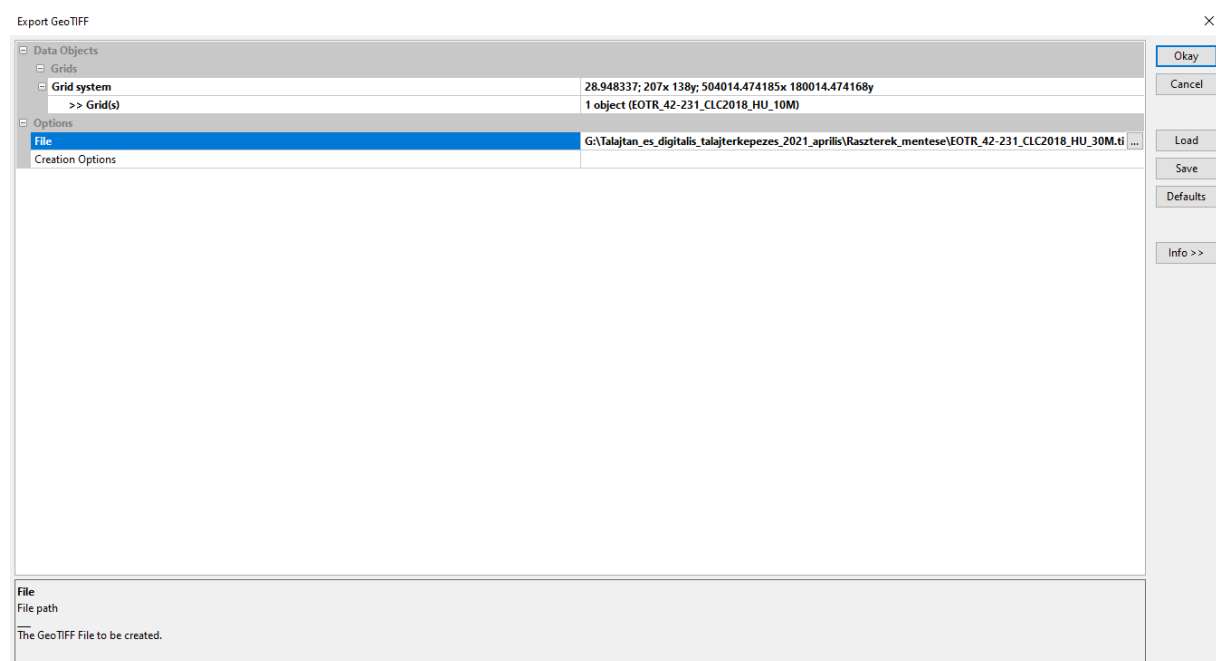
1.3. Raszterek mentése

Minden újonnan létrehozott raszteres adatot a további feldolgozáshoz, az eredmények szintetizálásához és értékeléséhez, valamint az eredménytérképek kartografálásához valamilyen térinformatikai állományba, legtöbbször GeoTIFF fájlba kell elmenteni. A mentést minden esetben el kell végezni, legyen szó a domborzati deriváltak képzéséről, a raszterek osztályozásáról és szegmentálásáról, illetve a raszterek értékeinek újra skálázásáról (normalizálásról)!

A *SAGA*-ban a raszterek elmentése a következő módon történik: *Geoprocessing / File / Grid / Export / Export GeoTIFF* (9. ábra). Az *Export GeoTIFF* dialógus ablaknál (10. ábra) ki kell választani az elmentendő raszter térbeli felbontására és kiterjedésére utaló *Grid System*-et: **28.948337; 207x 138y; 504014.474185x 180014.474168y**, majd a *Grid(s)*-nél magát a raszter réteget.



9. ábra: A raszterek GeoTIFF állományba történő exportjának elérési útvonala



10. ábra: A GeoTIFF állományú raszterek exportálási beállításai

A *Grid(s)*-nél felugró ablakban a két panel rész között az egyes térképi rétegek a  és  nyomógombokkal ide-oda mozgathatóak. Az *Options* alatt elhelyezkedő *File*-nál az elmentendő raszter nevét, illetve a mentés elérési útvonalát lehet megadni. Figyelem, egyszerre csak egy térképi réteget lehet elmenteni, illetve minden egyes mentési lépés esetén a *File*-nál el kell nevezni az új rasztert! Fontos, hogy amennyiben az elérési útvonalon módosítottunk, azután *Enter*-t nyomjunk, ha csupán máshova kattintunk az egérrel, akkor nem történik meg a változtatás!

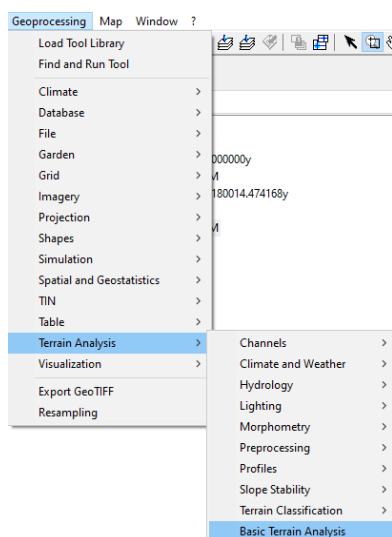
1.4. Domborzati deriváltak képzése domborzatmodellből

A digitális talajtérképezéshez az egyik leggyakrabban használt környezeti segédváltozók a digitális domborzatmodellek (*Digital Elevation Modell – DEM*), illetve az ezekből származtatott domborzati deriváltak. A feladatsorhoz a szabadon hozzáférhető, mintegy 30×30 méteres térbeli felbontású EU-DEM adatbázist használjuk, amelyből az 1. táblázatban szereplő domborzati segédváltozókat állítjuk elő.

A programban domborzati segédváltozókat igen egyszerűen képezhetünk a *Basic Terrain Analysis* funkcióval, amely a *Geoprocessing / Terrain Analysis / Basic Terrain Analysis* menüpontban található (11. ábra). A *Grid System*-nél szokás szerint annak a raszter rétegnek a pixelméretét és a területi kiterjedését kell megadni, amelyből származtatjuk a domborzati deriváltakat. Az *Elevation*-nél pedig magát domborzat modellt kell kiválasztani. A feladatsor esetében az előbbi: **28.948337; 207x 138y; 504014.474185x 180014.474168y**, az utóbbit: **01.EOTR_42-231_EU-DEM** szerint állítjuk be (12. ábra). A panelen felsorolt létrehozandó domborzati deriváltak alapbeállításain nem változtatunk semmit, hagyunk mindent *<create>*-n, majd nyomunk egy *Okay*-t.

Ha a program hiba nélkül végrehajtotta a kiadott parancsot, akkor a projekt adatstruktúrában megjelenik az elkészült 15 különböző deriváltunk, valamint a jobb alsó részen elhelyezkedő *Messages* ablakban a  **General** fülön az algoritmus futási idő mellett megjelenik az *Executing tool: Basic Terrain Analysis*, illetve zöld színnel a *Tool execution succeeded* kifejezés.

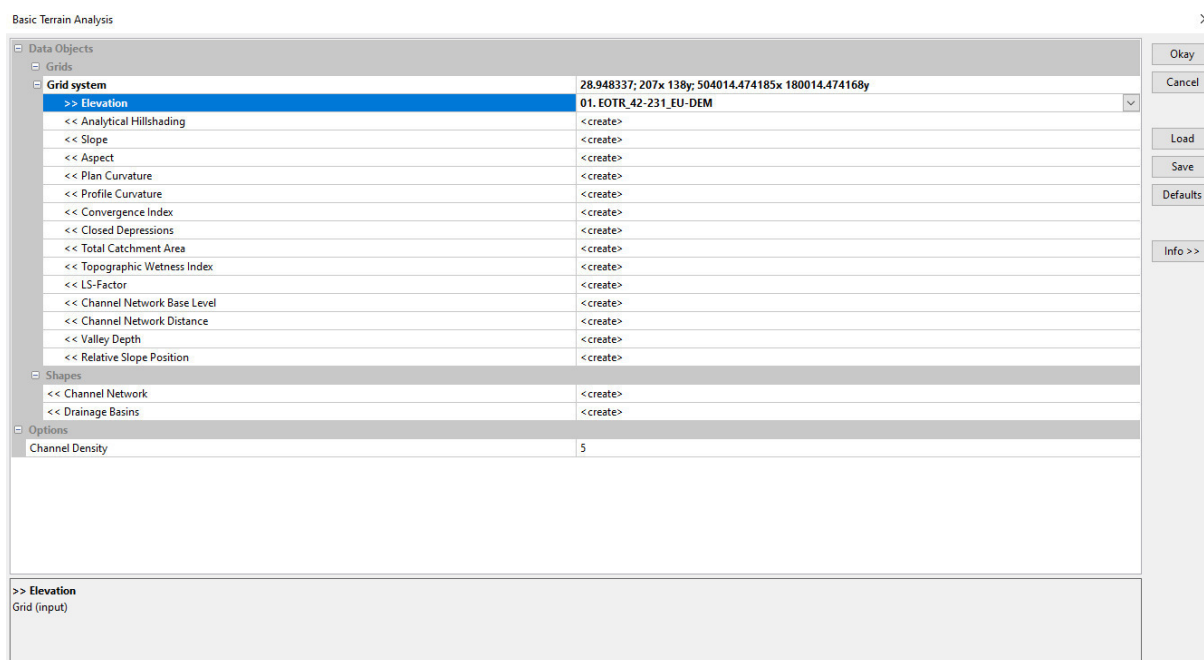
A következő lépésben a létrehozott domborzati deriváltakat egyesével, külön-külön rétegenként a 1.3. fejezetben leírt módon mentsük el.



11. ábra: A domborzati deriváltak képzés eszközének elérési útvonala

1. táblázat: A SAGA GIS programmal 30 méteres térbeli felbontású EU-DEM domborzatmodellből származtatott domborzati deriváltak

Sorszám	Angol elnevezés	Magyar megfelelő
1.	analytical hillshading	analitikus dombárnyékolás
2.	slope	lejtőszög
3.	aspect	kitettség
4.	cross sectional curvature	keresztmetszeti görbület
6.	longitudinal curvature	lejtőhossz irányú görbület
7.	convergence index	konvergencia index
8.	closed depressions	zárt mélyedések
9.	flow accumulation	eróziós felhalmozódás
10.	topographic position index	topográfiai pozíció index
11.	LS factor	lejtőhossz és lejtőszög aránya
12.	channel network base level	alap völgyhálózat
13.	vertical distance to channel network	lefolyás hálózati alapszíntől való függőleges távolság
14.	valley depth	völgy mélység
15.	relative slope position	relatív meredekség



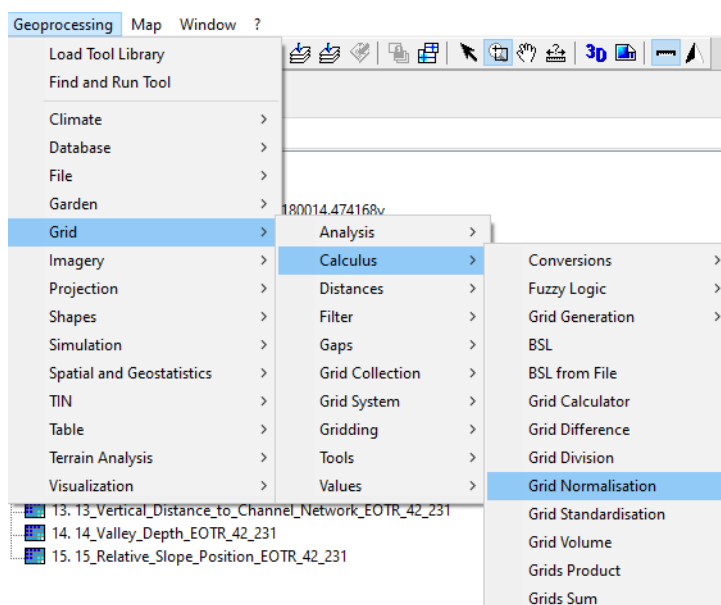
12. ábra: A domborzati deriváltak képzésének beállítása

1.5. Raszterek normalizálása

A környezeti segédváltozók segítségével történő talajtulajdonság (fizikai féleség, humusz- és mésztartalom, kémhatás, humuszos réteg vastagsága, termőréteg vastagsága) térképek előállításához igen gyakran alkalmazzák sémaként a 1.2. fejezetben tárgyalt SCORPAN-modellt, amelyet sok esetben univerzális vagy regresszió krigeléssel kötnek össze. A talajszelvények vagy a talajmintavételi pontok mért talajparaméter értékeinek térbeli kiterjesztéséhez (interpolációjához) a segédváltozóként használt különböző raszterek értékészletét egységes skálára kell normalizálni.

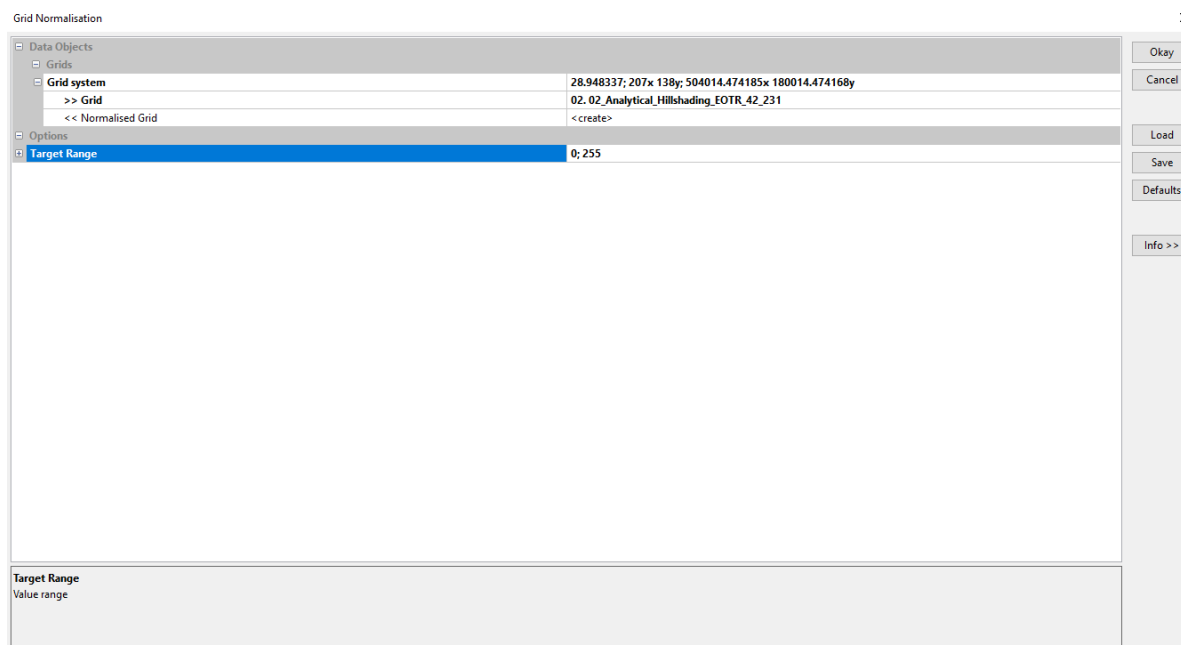
A digitális talajtérképezésben a raszttereket általában 0-tól 255-ig terjedő skálára szoktuk normalizálni. Ennek gyakorlati megvalósítása úgy történik, hogy azon rasztterek, amelyek kategóriaváltozókat tartalmaznak, azok az adott (pl. felszínborítási) kategória előfordulása esetén a pixelek 255 értéket, az egyéb területek pedig 0 értéket kapjanak az adott rétegen. A folytonos értékkészlettel rendelkező rasztterek egyes értékei eredeti értékükkel arányosan 0 és 255 közé esnek.

A programban a művelet a *Grid Normalisation* eszközzel hajtható végre, amely a *Geoprocessing / Grid / Calculus / Grid Normalisation* menüpontban érhető el (13. ábra).



13. ábra: A raszter normalizálás eszközének elérési útvonala

A felugró *Grid Normalisation* ablakban beállítjuk a normalizálni kívánt raszter *Grid System*-ét, illetve azt a raszteres állományt, amelynek az értékkészletét szeretnénk normalizálni (14. ábra).



14. ábra: A raszter normalizálás beállítása a kiválasztott értékkészletre

A lent látható példánk esetében **02_02_Analytical_Hillshading_EOTR_42_231** -t (analitikus dombárnyékolást) alakítjuk át, a *Normalised Grid*-en nem változtattunk semmit, hagyjuk *<create>* állásban. A *Target Range*-nél beírjuk a normalizált skála alsó és felső értékét, tehát a feladatsor esetében 0; 255-öt, majd nyomunk egy *Okay*-t.

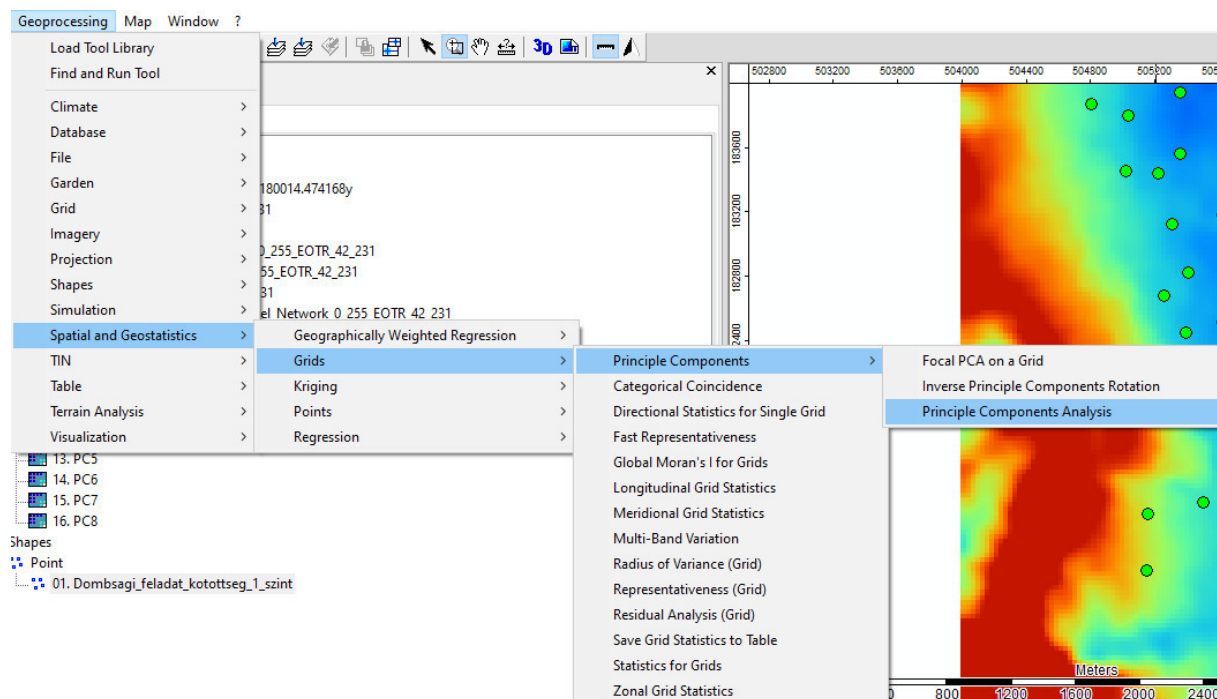
A projekt adatstruktúrában megjelenő  **16. Normalised Grid (Normalised)** rasztert értelemszerűen a 1.3. fejezetben leírtak szerint mentjük el GeoTIFF állományban „02_Analytical_Hillshading_0_255_EOTR_42_231.tif” néven. Majd a normalizálás és a raszter mentés lépéseit ismételjük meg minden egyes domborzati segédváltozó esetében. Az EU-DEM raszterét is normalizáljuk 0–255-ös intervallumra, majd mentjük el az alábbi néven: „01_Elevation_0_255_EOTR_42_231.tif”.

1.6. Főkomponens analízis (PCA)

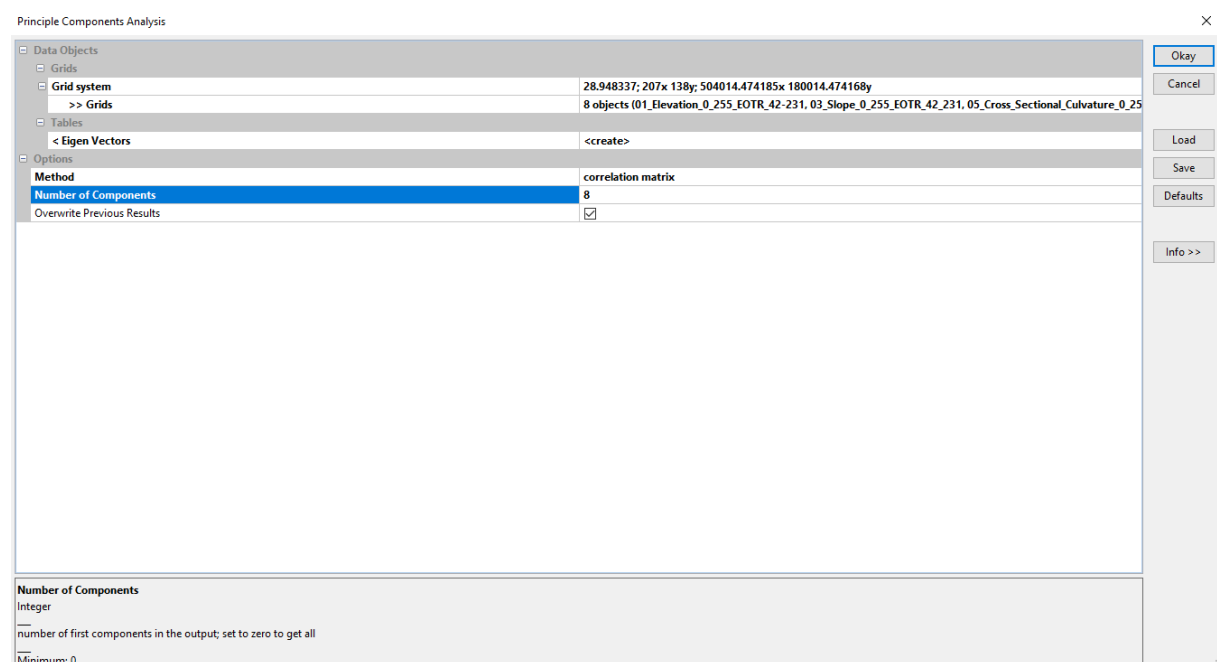
A főkomponens analízis (*Principal Component Analysis – PCA*) módszerével megvizsgálhatjuk, hogy mely környezeti tényező hatása érvényesül a térképezendő területen. Segítségével felderíthetjük a folytonos értékkészlettel rendelkező segédváltozókon keresztül azon környezeti faktorokat és azok egymással alkotott csoportját, amelyek a vizsgált mintaterület talajviszonyait nagyban befolyásolják. A PCA csak a folytonos környezeti segédváltozók szerepének és súlyának megállapítására alkalmas, amelyet adatkezelési eljárásként alkalmazunk a többváltozós lineáris regresszió esetében a korrelációs hibák (multikollinearitás) kimutatására. Eredményeit a SCORPAN-modell szerinti univerzális és regresszió krigelésekhez gyakorta felhasználjuk.

A legelső lépésben a domborzati deriváltaknál minden esetben vizuálisan, szakmai mérlegelés alapján kell eldönteni a domborzatmodellből származtatott raszteradatok megfelelőségét. Mindig meg kell vizsgálnunk azt, hogy a deriválás során előállított domborzati segédváltozók raszterrétegei közül valamelyik nem-e mesterséges vagy művi, illetve az adott réteg tükrözi-e a valóságot, a térképezendő terület domborzati adottságait. Ezt a legegyszerűbben úgy tehetjük meg, hogy a QGIS térinformatikai programban a rasztereket megnyitjuk (2.4. fejezet), majd egyesével végignézzük azokat, amely alapján az egyénileg helyesnek ítélt domborzati segédváltozókat kiválasztjuk a főkomponens analízishez. Bizonyos esetekben a domborzati deriváltak képzésénél például a keresztmetszeti görbültre (*cross sectional curvature*), a konvergencia indexre (*convergence index*), a zárt mélyedésekre (*closed depressions*), az eróziós felhalmozódásra (*flow accumulation*) és a topográfiai pozíció indexre (*topographic position index*) is félrevezető eredményt kaphatunk, így ezeket ne minden alkalommal vegyük be a számításba.

A SAGA GIS-ben a PCA vizsgálatra a *Principle Components Analysis* funkciója szolgál, amely a *Spatial and Geostatistics / Grids / Principle Components / Principle Components Analysis* útvonalon érhető el (15. ábra). Az előugró ablakban a *Grid System*-nél beállítjuk már szokásosan a térképezendő terület raszterének térbeli felbontását. A 16. ábrán látható *Grids*-nél kiválasztjuk a  nyomógombbal az összes segédváltozót, vagy a  gombbal egyenként a domborzati deriváltak vagy más egyéb segédváltozók azon elemeit, amelyeket főkomponens analízissel kívánunk vizsgálni, majd nyomunk egy *Okay*-t. Figyelem, a 0–255-ös intervallumra normalizált rasztereket vegyük be a PCA vizsgálatba! Az *Eigen Vectors*-nál a *<no set>*-t állítsuk át *<create>*-re. A *Method*-nél korrelációs mátrixot (*correlation matrix*) választunk. A térképi predikció gyakorlatában gyakran használják a szórás-kovariancia mátrixot (*variance-covariance matrix*) is. A *Number of Components*-nél a PCA-ba bevont segédváltozók számát adjuk meg. A feladatsor esetében a nyolcat (*Elevation, Slope, Cross Sectional Curvature, Longitudinal Curvature, LS Factor, Vertical Distance to Channel Network, Valley Depth, Relative Slope Position*), majd kattintsunk az *Okay*-re.



15. ábra: A főkomponens analízis eszközének elérési útvonala

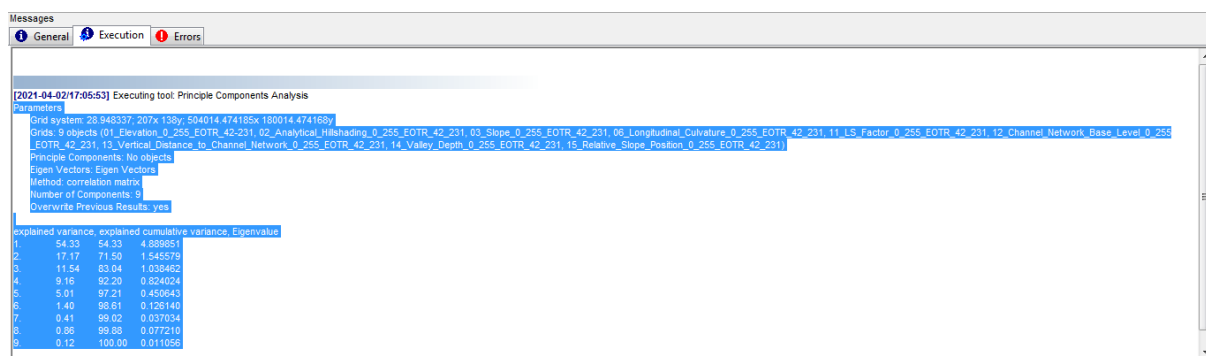


16. ábra: A főkomponens analízis beállítása

Ezután a program a projekt adatstruktúrájában eredményként megjeleníti az analízis egyes főkomponenseit PC1-től PC8-ig, illetve elkészíti a vektorértékek korrelációs (*PCA Eigen Vectors*) mátrixát táblázatos formában. Ha a **01. PCA Eigen Vectors**-ra duplán kattintunk, akkor a főablakban megjelenik a korrelációs mátrix táblázata.

A főkomponens analízis utolsó lépéseként mentjük el az eredményeket. A *Messages* ablakban az **Execution** fülön (17. ábra) kiírt PCA eredményeket egy Wordpad-ba mentjük el „Hallgato_neve_PCA_Domborzati_derivaltak.txt” néven. Az utóbbira az univerzális krigelés beállítá-

sainál, illetve a beadandó feladat elkészítésnél még szükség lesz! Majd az egész SAGA projektet ”Hallgato_neve_digitalis_talajterkepezes.sprj” néven mentjük el.

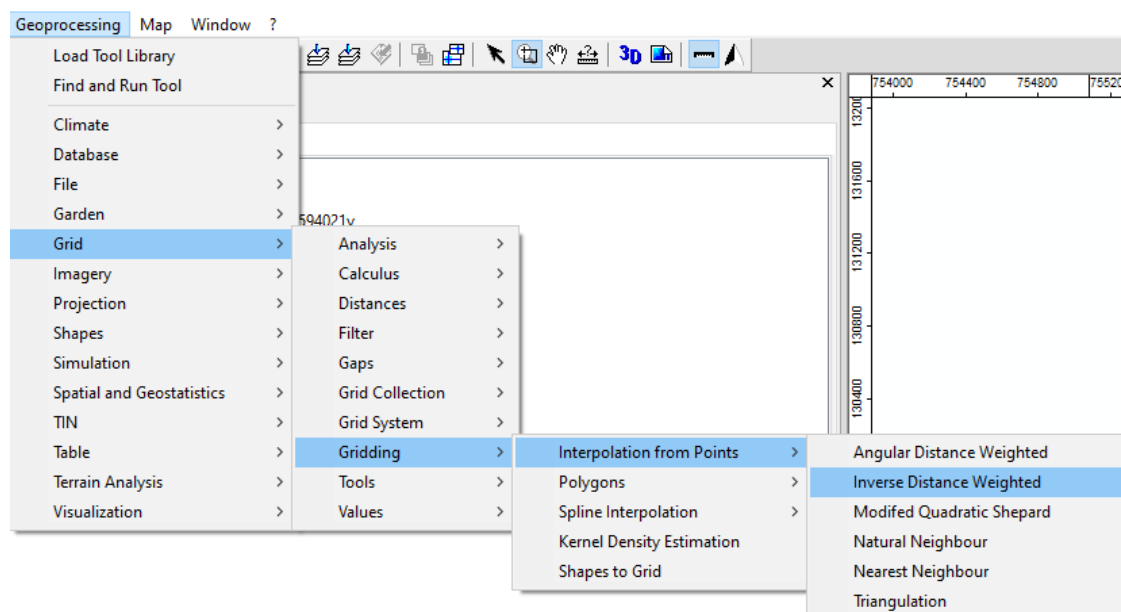


17. ábra: A folytonos értékkészlettel rendelkező domborzati segédváltozók főkomponens analízisének eredménye

1.7. Távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció (IDW)

A módszer (*Inverse Distance Weighted – IDW*) egy igen egyszerű algoritmus alapján végzi el az interpolációt. Az egyes raszterek értékeit a mért (valós) pontadatokat tartalmazó szomszédos pixelek értékeinek átlagából becsüli. Ez azt jelenti, hogy minél közelebb esik egy tetszőleges pont a becsült pixel középpontjához, értéke annál nagyobb súllyal szerepel az átlagszámításban, tehát a súlyozott érték hatása csökken a becsülési távolsággal. Egyes paraméterek számtani értékének egyezése esetén, minél közelebb van egy adott pontadat a becsült ponthoz, annál nagyobb súllyal számítja a Z érték meghatározásában.

A SAGA-ban az IDW eszköze a *Grid / Gridding / Interpolation from Points / Inverse Distance Weighted* menüpont alatt érhető el (18. ábra).



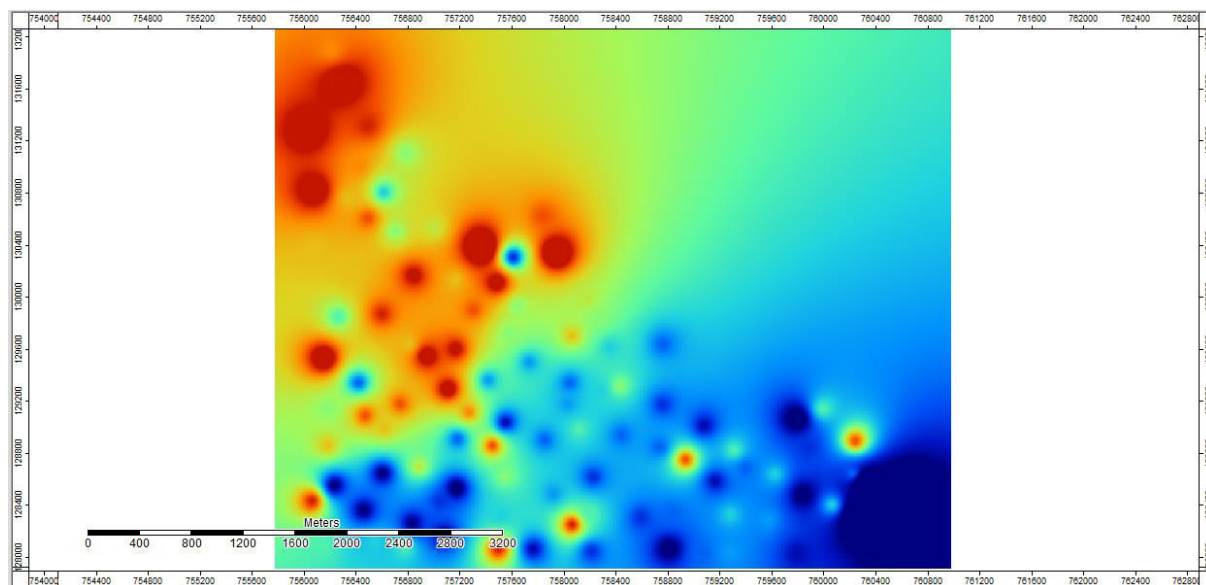
18. ábra: A távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció (IDW) eszközének elérési útvonala

A felnyíló ablakban a *Shapes* kifejezés alatt, a *Points*-nál állítsuk be azt vektoros pont állományt, amelynek a kiválasztott egyik talajparaméterét a mintaterületre térben ki szeretnénk terjeszteni (19. ábra). Az *Attribute*-nál pedig azt a talajtulajdonságot, amelyet kitérképezni kívánunk. Válasszuk ki a feladatsor esetében a vektoros pontadatbázisokból az „*Síksági_feladat_kotottseg_1_szint.shp*” fájlt, illetve a térképezendő tulajdonságot a „*KOTOTTSEG*” nevű mért talajparamétert. Az interpolációra kérjünk egyet kihagyó (*leave one out*) kereszt-validációt (*Cross Validation*), itt állítsuk be a *<Cross Validation Summary>*-t és a *<Cross Validation Residuals>*-re. A *Target Grid System*-nél válasszuk ki a *grid or grid system*-et és adjuk meg a térképezendő terület nagyságára szokásos módon a mintaterület raszterének **10; 521x 416y; 755783.795937x 127903.594021y** térbeli kiterjedését. Figyelem, csak akkor lehet a létrehozandó raszternek a területi terjedelmét megadni, ha a projekt adatstruktúrájába egy állományt korábban már behívtunk! A *Target Grid <create>*-n maradjon így a művelet a prediktált értékekből a mintaterületre hoz létre egy új térképi rasztert.

A *Search Options*-nál a keresési tartományt (*Search Range*) hagyjuk globálison (*global*), hogy a teljes térképezendő területre keressen becslött értékeket. A pontok számánál (*Number of Points*) azon a beállításon kell hagyni, hogy a keresési távolságon belül megtalálható összes pontot (*all points within search distance*) vegye figyelembe. A távolsági súlyozás (*Distance Weighting*) esetén se változtassunk az alapbeállításokon, tehát maradjon a súlyozási funkció (*Weighting Function*) hatványozott inverz távolságon (*inverse distance to a power*), a fordított távolságú súlyozási arány (*Inverse Distance Weighting*) számértéke *kettő* legyen, valamint kerüljön *bepípálásra* az inverz távolság eltolása (*Inverse Distance Offset*). A következő lépésben az IDW beállításokra nyomjunk egy *Okay*-t.

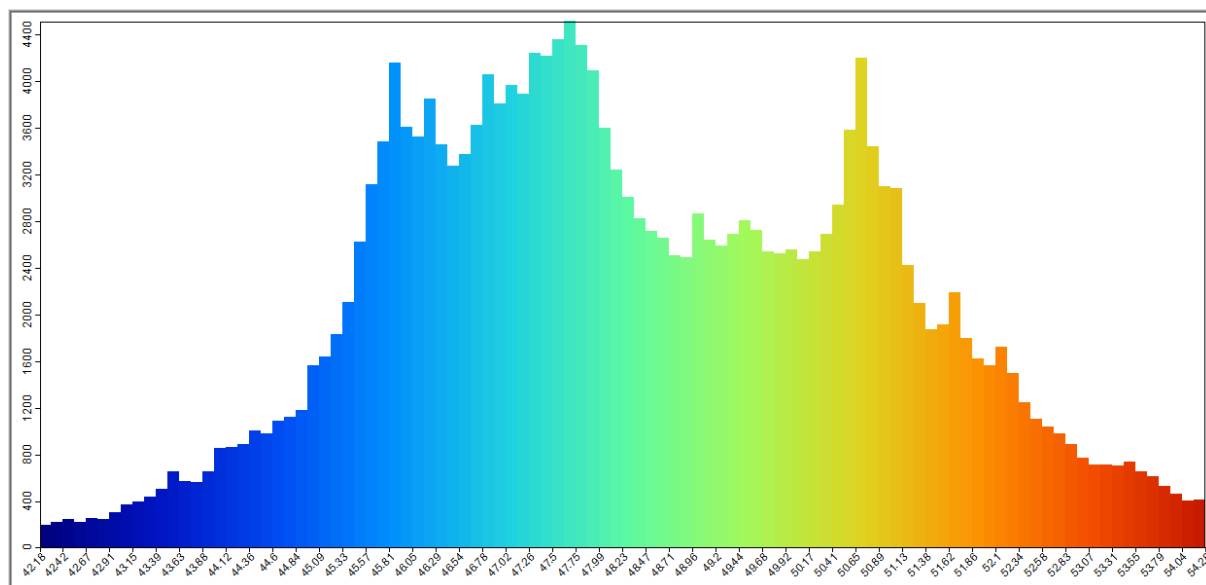
19. ábra: A távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció beállítása

Az IDW interpolációval a síksági területre elkészült térképi predikció megjelenik a projekt adatstruktúrájában  **02. KOTOTTSEG [Inverse Distance Weighted]** néven. Az eredménytérképet jelenítjük meg a főablakban az *1.1. fejezetben* leírtak alapján (20. ábra), majd mentjük el raszterként GeoTIFF állományba „*Hallgato_neve_síksag_IDW_terkepezett_tulajdonsag_retegszama.tif*” néven.



20. ábra: Egy síksági mintaterületre elkészült a távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció

Ezután a prediktált értékek eloszlási görbéjét (hisztogramját) tekintsük meg, amelyet következő módon lehet megtenni:  **02. KOTOTTSEG [Inverse Distance Weighted]** -en jobb egérgomb kattintás, majd *Histogram*, így a főablakban megjelenik a raszter-értékek eloszlási görbéje (21. ábra). A görbe arról ad tájékoztatást nekünk, hogy a becsült értékek milyen értéktartományon belül hogyan oszlanak meg, mely nagyságrenddel jellemezhetőek, illetve milyen (normál, egycsúcsú, kétszúcsú, vagy több csúcsú stb.) eloszlást mutatnak. Az eloszlási görbe értéktartománya és alakja információval szolgálhat a térképi becslés helyességéről is.



21. ábra: Egy síksági mintaterületre elkészült a távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció hisztogram görbéje

Az IDW interpoláció kereszt-validációjának eredménye (2. táblázat) szintén a projekt adatstruktúrájában  **01. Cross Validation** néven található meg, amely a főablakban dupla kattintással hívható elő. A kereszt-validáció táblázata a predikcióra a következő, a program által kiszámolt

statisztikai jellemzőket tartalmazza: a mintaszámot (*Samples*), az átlagos négyzetes hibát (*Mean Squared Error – MSE*), az átlagos négyzetgyök hibát (*Root Mean Squared Error – RMSE*), a normalizált átlagos négyzetes hibát (*Normalized Mean Squared Error – NMSE*) és a determinációs együtthatót (R^2). A felsoroltak segítséget nyújthatnak a becslések, illetve az előállított eredménytérképek helyességének és megbízhatóságának megítélésében. A táblázat eredményeit jegyezzük fel a beadandó hallgatói feladathoz.

2. táblázat: A távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció kereszt-validációjának eredménye

	Parameter	Value
1	SAMPLES	103
2	MSE	17.578211
3	RMSE	4.192638
4	NRMSE	14.973706
5	R2	30.833789

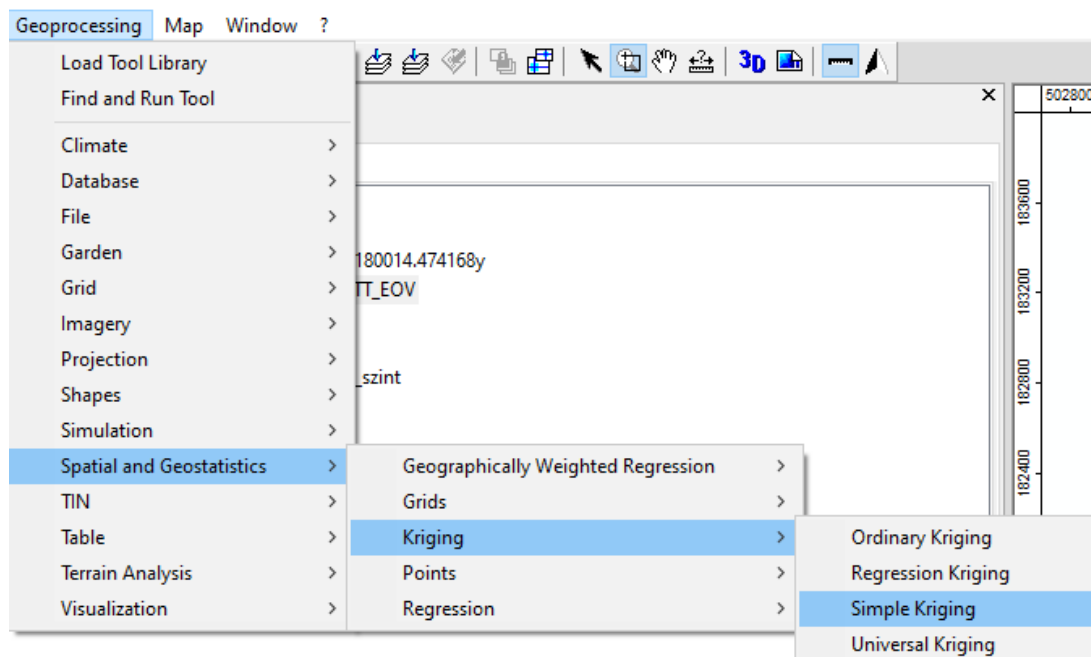
Az IDW interpolációnak egy nagy hátránya van, hogy a helyesen elvégzett térbeli becslések esetén is igen gyakran kaphatunk úgynevezett „ökörzsemekkel” terhelt eredménytérképeket (20. ábra). A raszteren kirajzolódó „ökörzsemeknél” közel koncentrikusan elhelyezkedő értéksávok helyezkednek el, ezt a jelenséget súlyozott értékek erős lokális hatása okozza.

1.8. Egyszerű krigelés (SK)

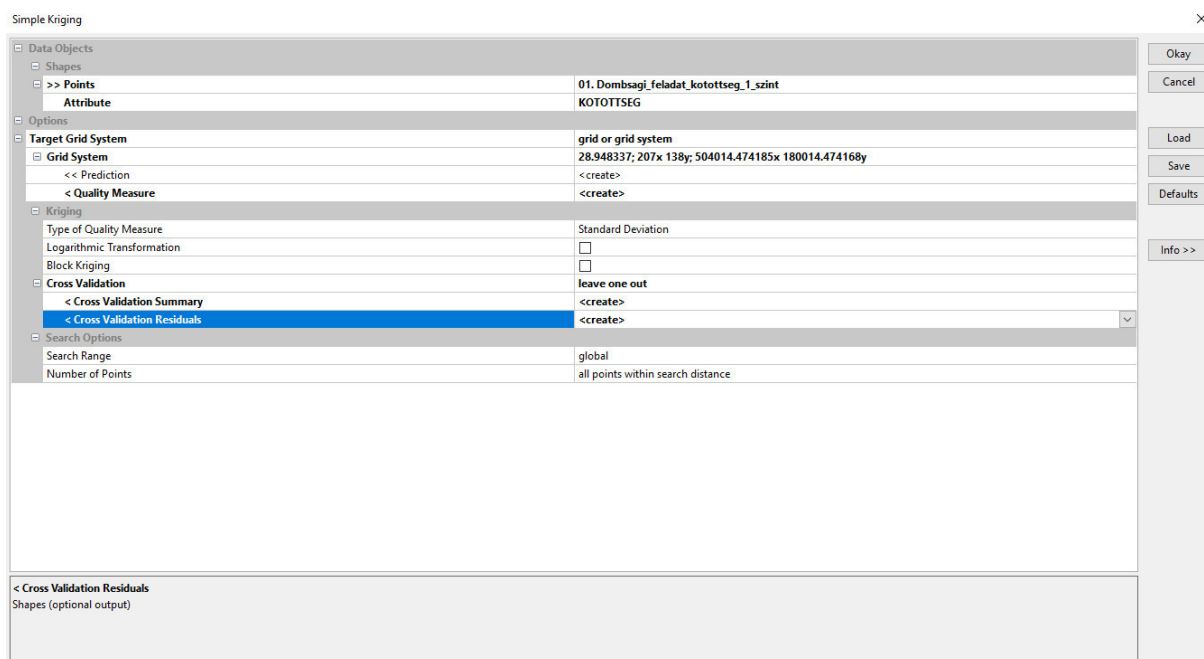
Az egyszerű krigelés (*Simple Kriging – SK*), mint minden olyan interpoláció a paramétereknek (pl. talajtulajdonságoknak) becslendő (ismeretlen) pontban, geostatistikai alapokra épülő térbeli predikció kiszámítására szolgáló módszer a környező megfigyelt, vagy a mért értékek alapján. Az eljárás leegyszerűsítve egy súlyozott átlagszámítás, amely az alkalmazott becsléseket geostatistikai alapokon nyugvó ún. variogram-függvények segítségével határozza meg. A súlyozott átlagszámításon alapuló interpolációk esetében a becslő pont környezetében található n darab legközelebbi pontban mért z értékek súlyozott átlaga alapján állapítjuk meg a becslő (interpolált) értéket.

Az eszköz, ahogyan a 22. ábra is mutatja, a *Geoprocessing / Spatial and Geostatistics / Kriging / Simple Kriging* eléréssel található meg a SAGA-ban. A megnyíló ablakban (23. ábra) a *Shape*-nél ugyanúgy, mint az előző 1.7. fejezetben leírt IDW eljárásnál, meg kell adni a krigelendő pontadatbázist és azt, hogy mely talajtulajdonságra végezzük el a pontok kiterjesztését. Itt hívjuk be az „*Dombsagi_feladat_kotottseg_1_szint.shp*”-et és válasszuk a „*KOTOTTSEG*”-et.

A *Target Grid System*-nél a *grid or grid system*-et adjuk meg, illetve a *Grid System*-nél a krigelendő terület kiterjedését állítsuk be, a feladatsor esetében a **28.948337; 207x 138y; 504014.474185x 180014.474168y** területet. Kérjünk térbeli becslést (*Prediction*) és hiba térképet (*Quality Measure*), mindkettőnél válasszuk a *<create>*-et. A *Kriging*-nél szórás (*Standard Deviation*) típusú (*Type of Quality Measure*) hiba mértéket válasszuk ki. A predikcióhoz ne kérjünk logaritmikus transzformációt (*Logarithmic Transformation*) és blokk krigelést (*Block Kriging*). Hasonlóan, mint az IDW interpoláció esetében a programmal készítsünk egyet kihagyó (*leave one out*) kereszt-validációt, amelyhez hozzon létre *<Cross Validation Summary>* és *<Cross Validation Residuals>*-t is. A *Search Options*-nál a szoftver által felajánlott beállításokon ne változtassunk, globálisan számítson becslő értékeket, valamint a térképezendő területen a vektoros adatbázis összes pontjait (mért kötöttségi értékeit) vegye be a predikcióba. Majd ezután nyomjunk egy *Okay*-t.



22. ábra: Az egyszerű krigelés eszközének elérési útvonala



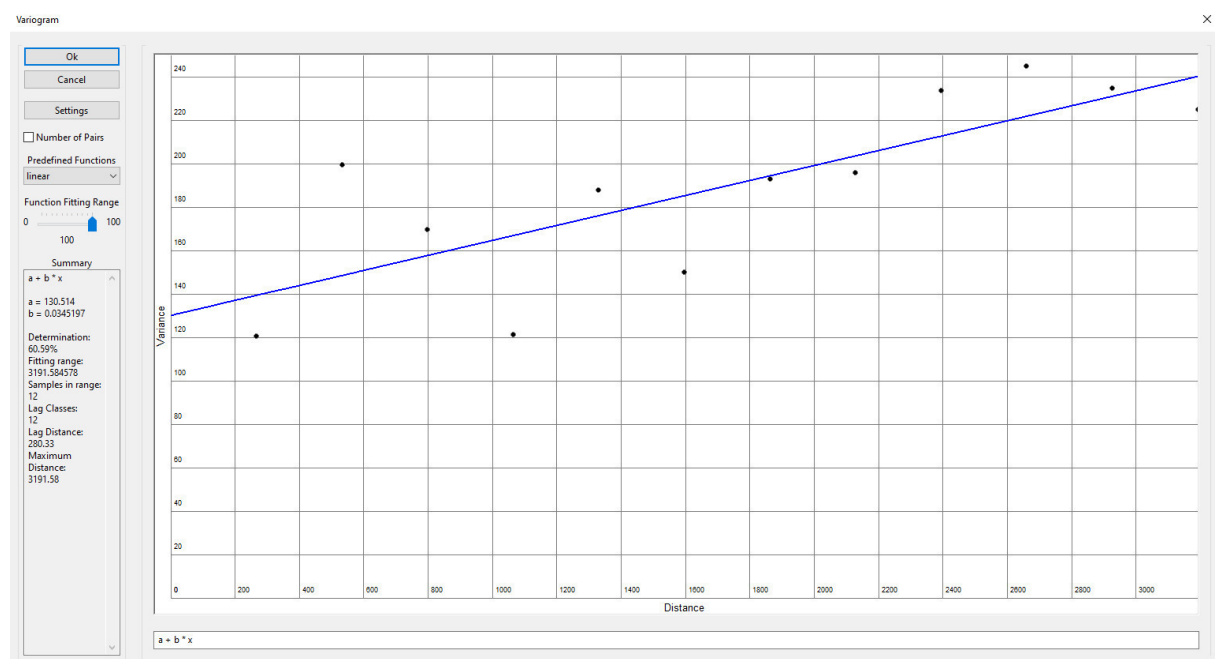
23. ábra: Az egyszerű krigelés beállításai

A következő lépésben kapunk egy *Variogram* ablakot (24. ábra), ahol elvégezhetjük a térbeli becslés egyéb finom hangolásait. Ezek a finombeállítások nagyban befolyásolják a térbeli becsléseink helyességét és pontosságát, tulajdonképpen azt, hogy a krigelt tulajdonságokra milyen eredménytérképeket kapunk.

A variogram függvények arról tájékoztatnak, hogy a pontadatoktól (pl. talajszelvényektől) mekkora térbeli távolságban (α) tekinthetők az ott mért (pl. humusztartalom) értékei hasonlóknak. A legtöbb esetben a számítás során egy darabig nő a variancia, amely szerint a távolabb eső pontok becsült értéke a mért értékektől átlagosan nagyobb eltérést mutat. Egy bizonyos távolságon túl a növekedés leáll, mert már térben oly messze helyezkednek el egymástól a pontok, hogy sta-

tisztikai értelemben függetlenek egymástól. Ezt a távolságot hatástávolságnak (m), az elért értéket pedig tetőértéknek nevezzük. A hatástávolság mértéke egyértelműen függ az interpolációba bevont pontok elemszámától. A számított értéket befolyásolja továbbá az interpolálandó terület nagysága, a térképezendő terület pontjainak térbeli elhelyezkedése és egymás közötti távolságuk (területi sűrűségük). A számított variancia függvény görbéje nem minden esetben indul a nulláról (origóból), hanem egy pozitív értékről, amelyet röghatásnak neveznek. Két esetben áll fenn röghatás, ha a mérési módszer bizonytalansága (hibája) nagy, vagy ha a vizsgált területen olyan kisléptékű a változékonyság, amelyet a pontok már nem tudnak reprezentálni.

A program ablakban előre definiált függvények (*Predefined Function*) segítségével, a választógomb lenyitásával megjelenő beépített egyenletekkel lehet a mért pontokra egyenest vagy görbét illeszteni. A krigelésekhez a következő alapfüggvények választhatók ki: lineáris (*linear*), rögh nélküli lineáris (*linear (no nugget)*), négyzetgyök (*square root*), logaritmikus (*logaritmik*), exponenciális (*exponential*), gausz eloszlás (*gaussian*) és szférikus eloszlás (*spherical*). A 0-tól 100-ig terjedő skála beosztással rendelkező csúszkával, az illesztési tartomány funkcióval (*Function Fitting Range*) pedig megadhatjuk azt a függvényrészt, amelyre a variogram görbéje illeszkedjen. A párok számának (*Number of Pairs*) bepipálásával a variogramra ki lehet rajzoltatni a becsült értékek helyét.



24. ábra: Az egyszerű krigelés illesztett variogram görbéje és annak beállításai

A panel bal szélének alsó felén található az összegzés (*Summary*) mező, amelyben szerepelnek a variogram görbéjének illesztési tulajdonságai: a determinációs koefficiens (*Determination*), az illesztési tartomány (*Fitting Range*), az illesztési tartományba eső minták száma (*Samples in Range*), az illesztésből kimaradt pontok (*Lag Classes*), az illesztésből kimaradt tartomány vagy távolság (*Lag Distance*) és a Maximális hatótávolság (*Maximum Distance*). A determinációs koefficiens azt mutatja meg, hogy az illesztett variogram görbéje mennyire jól illeszkedik a pontokra. Minél nagyobb a determinációs koefficiens értéke, illetve annál jobban közelíti a 100%-ot, annál jobb a variogram illesztése. A variogram görbét a programban megadott egyenletek mellett egyedi modell formulával is lehet illeszteni, mely összefüggést az alsó sorba írhatjuk be. Figyelem, a tizedes értékek ponttal írandók!

Miután mindent beállítottunk a *Variogram* ablakban, kattintsunk az *Ok*-ra. A feladatsor talajadatainak egyszerű krigelésénél a variogram görbe illesztéséhez *lineáris* modellt alkalmazunk. Nézzük meg a krigelt eredménytérkép hisztogramját. A beadandó feladathoz jegyezzük fel a ke-

reszt-validáció táblázatában található eredményeket. A kiadott parancs lefutása után a krigelt eredménytérképet „[Simple Kriging]” és a hibatérképet „[Simple Kriging Standard Deviation]” külön-külön raszterenként mentjük el GeoTIFF fájlba az alábbi elnevezésekkel:

„Hallgato_neve_domsag_SK_terkepezett_tulajdonsag_retegszama.tif”

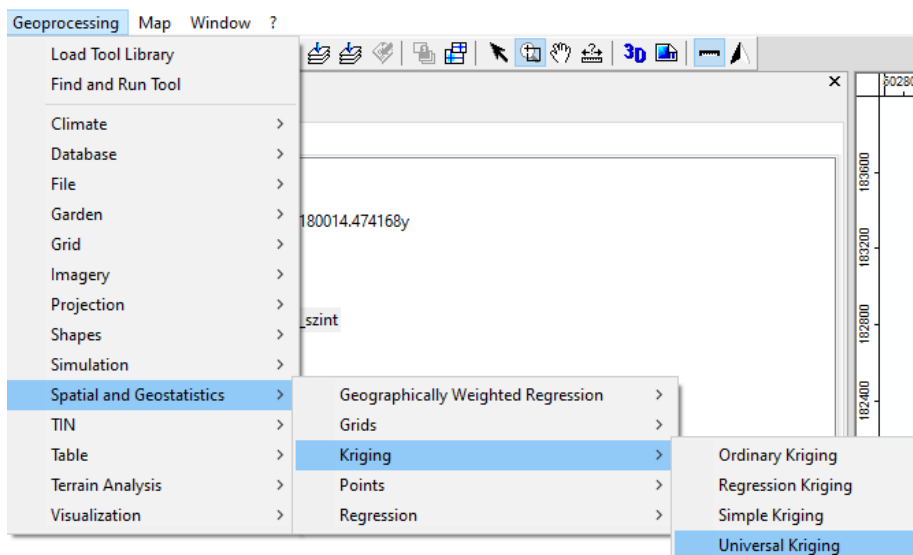
és

„Hallgato_neve_domsag_SK_hiba_terkepezett_tulajdonsag_retegszama.tif”.

1.9. Univerzális krigelés (UK)

Az univerzális krigelés (*Universal Kriging* – UK) és az egyszerű krigelés módszere egymással szinte mindenben megegyezik, csak annyiban különböznek, hogy az univerzális krigelés esetében a térképi becslésekhez a már korábban előállított környezeti segédváltozókat (1.4. fejezet) prediktorként alkalmazzuk. A program a számítás során többszörös lineáris regressziót végez, ezután a kapott eredményeket összeadja, amelyek rezidumait krigeli. A térképek elkészítéséhez a folytonos segédváltozókból számolt főkomponens analízis eredményeit (1.6. fejezet) használjuk fel. Az interpolációba azoknak a PCA-val kiszámolt domborzati segédváltozóknak a főkomponenseit vesszük be, melyek értéke eléri a ~99%-ot.

Az univerzális krigelés a *Geoprocessing / Spatial and Geostatistics / Kriging / Universal Kriging* menüpont alatt érhető el (25. ábra).



25. ábra: Az univerzális krigelés eszközének elérési útvonala

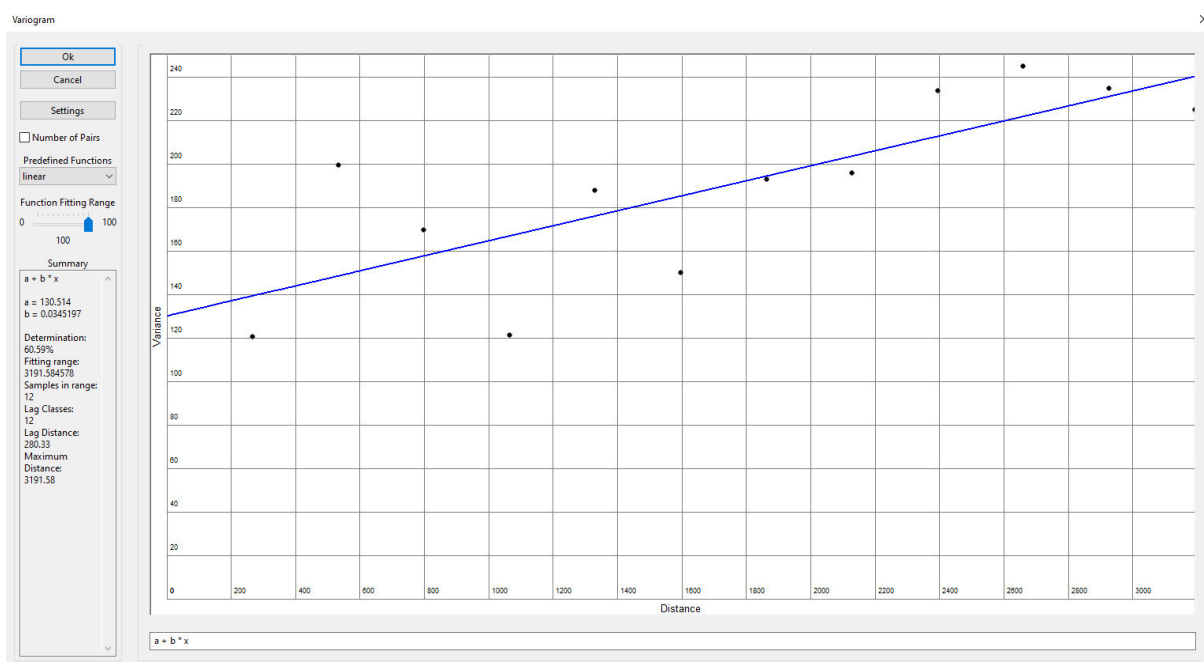
A megjelenő *Universal Kriging* ablakban (26. ábra) ugyanazok a krigelési beállítások szükségesek, mint a 2.8. *Egyszerű krigelés* fejezetben taglaltaknál, azzal a különbséggel, hogy a *Grids*-nél a prediktoroknál (*Predictors*) meg kell adni a már említett környezeti segédváltozókat. A megjelenő ablakban a  és a  nyomógombokkal válasszuk ki a feljebb leírt megfontolások alapján a segédváltozók főkomponenseit PC1-től PC7-ig. Ezután az *Universal Kriging* alatt a raszter újramintavételezésénél (*Resampling*) válasszuk ki a legközelebbi szomszédos érték módszerét (*Nearest Neighbour*), majd nyomjunk egy *Okay*-t. A megnyíló *Variogram* (27. ábra) ablakban a térbeli becslés görbéjének illesztését az egyszerű krigelésnél használt lineáris egyenlet alapján végezzük el. Ezután kattintsunk az *Oké*-ra.

Universal Kriging

Data Objects	
Shapes	
>> Points	01. Domszagi_feladat_kotottseg_1_szint
Attribute	KOTOTTSEG
Grids	
> Predictors	7 objects (PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7)
Options	
Target Grid System	grid or grid system
Grid System	28.948337; 207x 138y; 504014.474185x 180014.474168y
<< Prediction	<create>
< Quality Measure	<create>
Kriging	
Type of Quality Measure	Standard Deviation
Logarithmic Transformation	☐
Block Kriging	☐
Cross Validation	leave one out
< Cross Validation Summary	<create>
< Cross Validation Residuals	<create>
Search Options	
Search Range	global
Number of Points	all points within search distance
Universal Kriging	
Resampling	Nearest Neighbour
Coordinates	☒

Coordinates
Boolean
Default: 0

26. ábra: Az univerzális krigelés beállításai

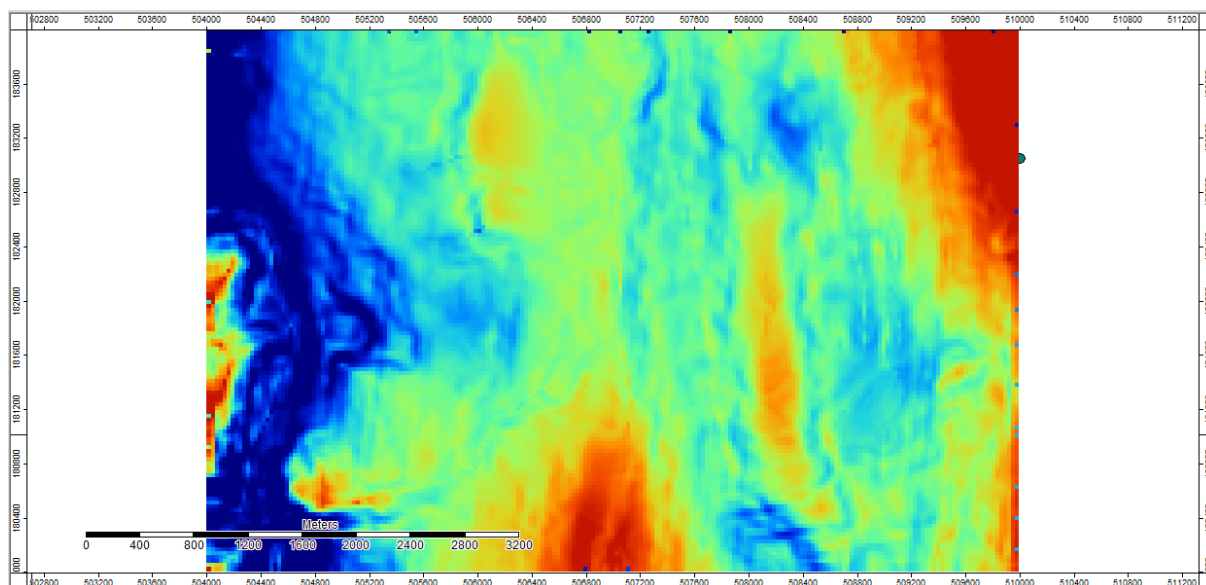


27. ábra: Az univerzális krigelés illesztett variogram görbéje és annak beállításai

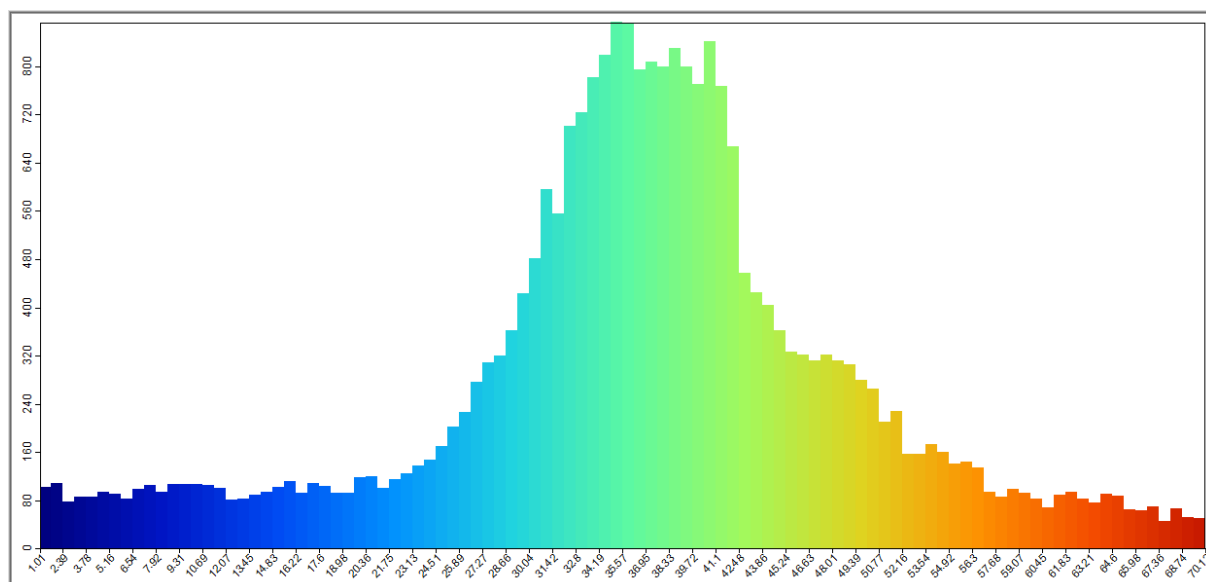
Miután elkészült a számítás a dombsági mintaterületre (28. ábra), a krigelt eredménytérképet és ennek hibaterképét a projekt adatstruktúrájából a főablakba nyissuk meg. Jegyezzük fel a keresztvalidáció eredményeit is. Ellenőrizzük az eredménytérkép raszterének hisztogramján (29. ábra) a becsült értékek helyességét, ha jónak és valósnak tartjuk az értékeket, akkor mentjük el a rasztereket GeoTIFF állományba az alábbi neveken:

„Hallgato_neve_dombsag_UK_terkepezett_tulajdonsag_retegszama.tif” és

„Hallgato_neve_dombsag_UK_hiba_terkepezett_tulajdonsag_retegszama.tif”.



28. ábra: Egy dombsági mintaterületre elkészült univerzális krigelés



29. ábra: Egy dombsági mintaterületre elkészült univerzális krigelés hisztogram görbéje

A 1. *főfejezetben* röviden ismertetésre került a SAGA GIS telepítését, majd felépítésének lényegi elemeit. Sorra vettük a térinformatikai program azon legfontosabb funkcióit, amelyek a digitális talajtérképezéshez, illetve a talajtulajdonság térképek előállításához nélkülözhetetlenek. Olyan alapvető raszteres műveletekről is szó esett, mint például a raszterek újramintázása, GeoTIFF állományba történő mentése és normalizálása, amelyeket felhasználunk a digitális talajtérképek elkészítéséhez. Bemutatásra került az, hogy egy összeállított vektoros, pontadatbázisból SCORPAN-moddal segítségével és környezeti segédváltozók felhasználásával miként lehet adott területre térképeket készíteni. A kötöttségből származtatott fizikai féleség talajparaméteren keresztül szemléltetve lett a talajadatok térbeli kiterjesztése, amelyhez három módszert: a távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpolációt, az egyszerű és az univerzális krigelést alkalmaztunk. Az EU-DEM domborzatmodellből domborzati deriváltakat képeztünk, majd főkomponens analízissel megnéztük azt, hogy a dombsági mintaterületen mely deriváltaknak van hatása a talajviszonyokra. Az univerzális krigelésnél azokat a főkomponens vizsgálati eredményeket használtuk

fel, amelyek jól leírják az adott hely domborzati sajátosságait, illetve jelentős befolyással bírnak a kialakult talajviszonyokra. Az univerzális krigeléssel készített eredménytérkép raszterét kimentettük GeoTIFF állományba, majd ezt a QGIS szoftver segítségével a térképi megjelenítését, illetve annak ábrázolásának előkészítését a következő *2. főfejezetben* fogjuk tárgyalni.

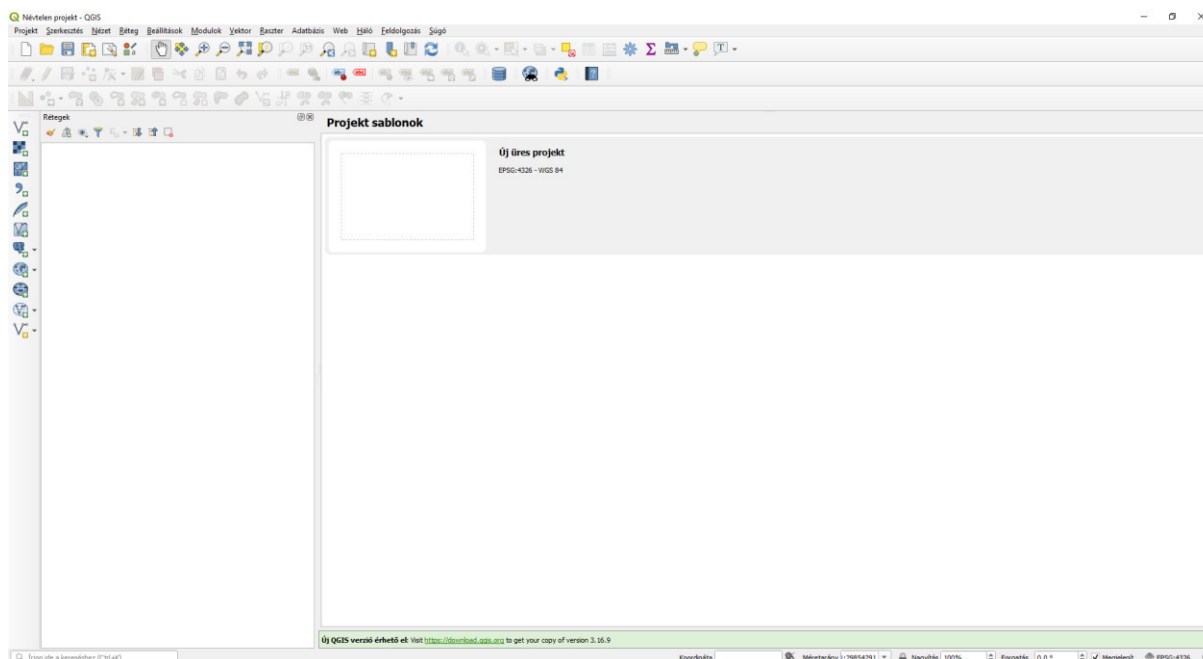
2. Bevezetés a QGIS térinformatikai program alapjaiba

2.1. A QGIS indítása és a QuickMapServices modul telepítése

A térinformatikai szoftver a https://qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-3.10.6-1-Setup-x86_64.exe weboldalon érhető el, amely a telepítés után a következő asztali ikonra kattintva indul el: *QGIS Desktop 3.10.6 with GRASS GIS 7.8.3*. Ha nem látunk asztali ikont, akkor menjünk a *Start Menübe* és kattintsunk a *QGIS3-ra (QGIS 3.10.6 – A Coruña verzió)* (30. ábra). Figyelem, a 32 bites vagy 64 bites setup verziók közül mindig a hosszú távra készített (*Long term release*), a számítógépen stabilabban működő program változatokat érdemes telepítenünk!



30. ábra: A QGIS 3.10 térinformatikai program indító panelje



31. ábra: A QGIS 3.10 program indításkor megjelenő grafikus felülete

Ha a QGIS-t angol nyelvű operációs rendszerre telepítettük, akkor a program betöltődése után a *Settings / Options...* (Beállítások / Beállítások...) menüpont alatt állíthatjuk be a magyar nyelvet. A *General* (Általános) fülön legfelül az *Override system locale* (Nyelvi terület beállítások felülbíráltása) opciót pipáljuk be, az *User Interface Translation-ál* (Felhasználói felület fordítás) a magyart és a *Locale (numbers, data and currency formats)* (Területi és nyelvi beállítások (szám, dátum és pénznem formátum)) kifejezésnél a *Hungarian Hungary (hu_HU)*-t válasszuk ki. Kattintsunk az OK-ra, ezután a programot zárjuk be, majd nyissuk meg újra. A QGIS újraindítása után azt fogjuk látni, hogy a szoftver menürendszere és feliratai magyar nyelven jelennek meg.

A kezdőképernyő felső sorában látjuk a menüpontokat (*Fájl, Szerkeszt* stb.). Alatta a fontosabb eszközsorok láthatók, melyek a *Nézet / Eszköztárak* menüből, illetve a menü- vagy eszközsorokra jobb egérgattintással ki- és bekapcsolhatók, ugyanígy további eszközök is megnyithatók:

Projekt eszköztár



Térkép navigáció eszköztár



Réteg kezelés eszköztár



Digitalizálás eszköztár



Bővített digitalizálás eszköztár

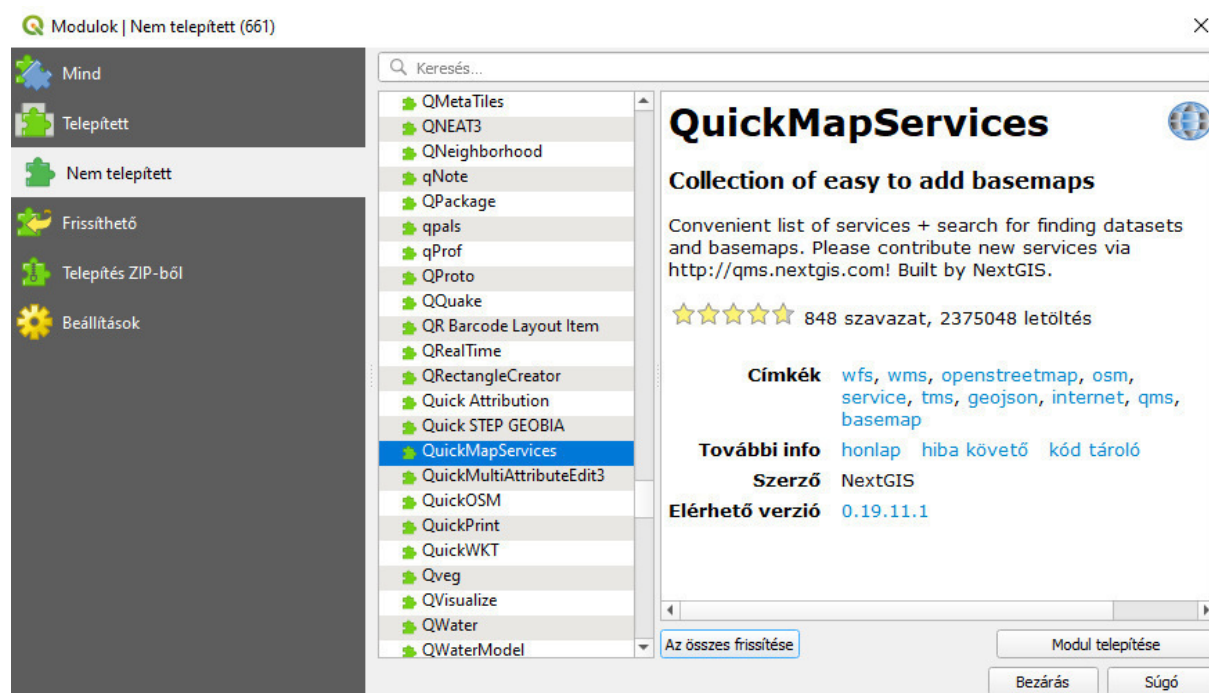


Attribútumok eszköztár

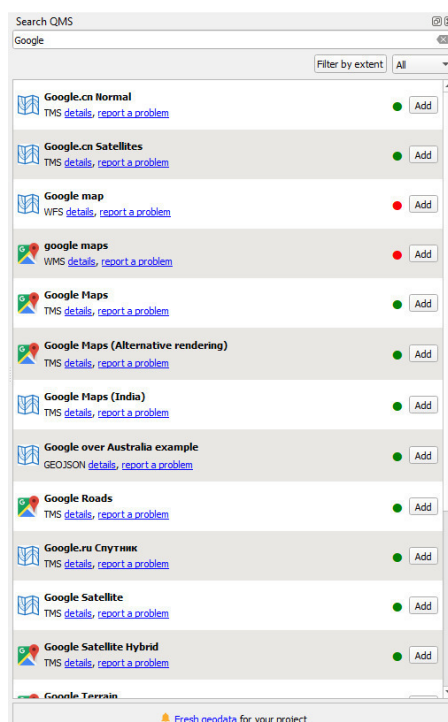


A térképen legegyszerűbben a *Térkép navigáció* eszközsor elemeivel navigálhatunk. A térkép elmozgatására a *Térkép eltolás* ikonkal, be- és kinagyítás egérgörgővel vagy a *Nagyítás – Kicsinyítés* ikonokkal, az összes réteg nagyítására pedig a *Teljes nagyítás* ikonkal van lehetőség. Amennyiben vannak kiválasztott elemeink egy rétegen, a szelekcióra is navigálhatunk a *Mozgatás a szelekcióra* és a *Szelekcióra nagyítás* ikonokkal (ehhez előtte a megfelelő rétegre kell kattintani a *Rétegek* panelen). A képernyő legnagyobb, középső részét a térképnézegető tölti ki, mely ebben az állapotban még üres. A baloldali *Rétegek* panelbe kerülnek a megnyitott térinformatikai állományok.

A *QuickMapServices* modul segítségével a kartografált térképekhez be lehet állítani háttérként számos internetes téradatformátumokban, úgynevezett service-ként elérhető adatforrást (Google Satellite, Google Maps, OpenStreetMaps stb.). A modult külön kell telepíteni a QGIS-ben, a *Modulok / Modulok kezelése és telepítése...* menüpontban (32. ábra). A megjelenő dialógus ablakban kiválasztjuk a *Nem telepített modulok* kategóriát és megkeressük az abc sorrendben szereplők közül a telepítendő modult, esetünkben a *QuickMapServices-t*, majd a modul telepítésére kiadjuk a parancsot. Következő lépésben a menüsor jobb szélén jobb egérgomb kattintással előbukkanó *Panelek és Eszköztárak* szalagon a *Paneleknél* bekapcsoljuk a **Search QMS panel**-t (33. ábra). A megnyíló panelen a *Search QMS* keresőhöz írjuk be a térképekhez hozzáadni kívánt réteg kulcsszavát, ezután a listából válasszuk ki a nekünk megfelelő térképi hátteret, majd a projektünkhöz *Add-dal* rendeljük hozzá. A kiválasztás befejeztével a *QMS kereső* paneljét be is lehet zárni. Figyelem, a QMS-ből csak azok a térképi rétegek adhatók hozzá a kartográfiához, amelyeknél az *Add* nyomógomb előtt *zöld jel* van!



32. ábra: A QGIS program moduljainak telepítése és kezelése



33. ábra: Térképi rétegek hozzáadása QMS modul segítségével a munkaprojekthez

2.2. Vetületi rendszer beállítása

A térinformatikai (vektoros és raszteres) állományok használata során elsődleges fontosságú a megfelelő vetületi rendszer beállítása, éppen ezért minden GIS projektet ezzel kell kezdeni! Az

Előszóban leírtak szerint Magyarországon az Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszert használjuk. Minden vetületi rendszer rendelkezik egy ún. *EPSG kóddal*. EOV esetében ez 23 700, a GPS-ek által használt WGS84 esetében 4 326. A vetületi rendszer beállítása után az ettől eltérő vetületű térképi rétegeket a QGIS úgynevezett „röptében” (on the fly) transzformálással képes a projekt vetületébe átszámítani, ezáltal a helyes pozícióban megjeleníteni. Az utóbbihoz mindenképpen ismerni kell a forrásadatok alapján definiált térképi rétegek vetületét, amely a *Réteg / Réteg tulajdonságok...* útvonalon keresztül, vagy a megjelenített térképekre jobb egérgattintással nyitható meg, a *Tulajdonságok* dialógus ablak *Forrás* fülén a *Geometria és koordináta-rendszer* alatt ellenőrizhető, illetve módosítható szükség esetén.

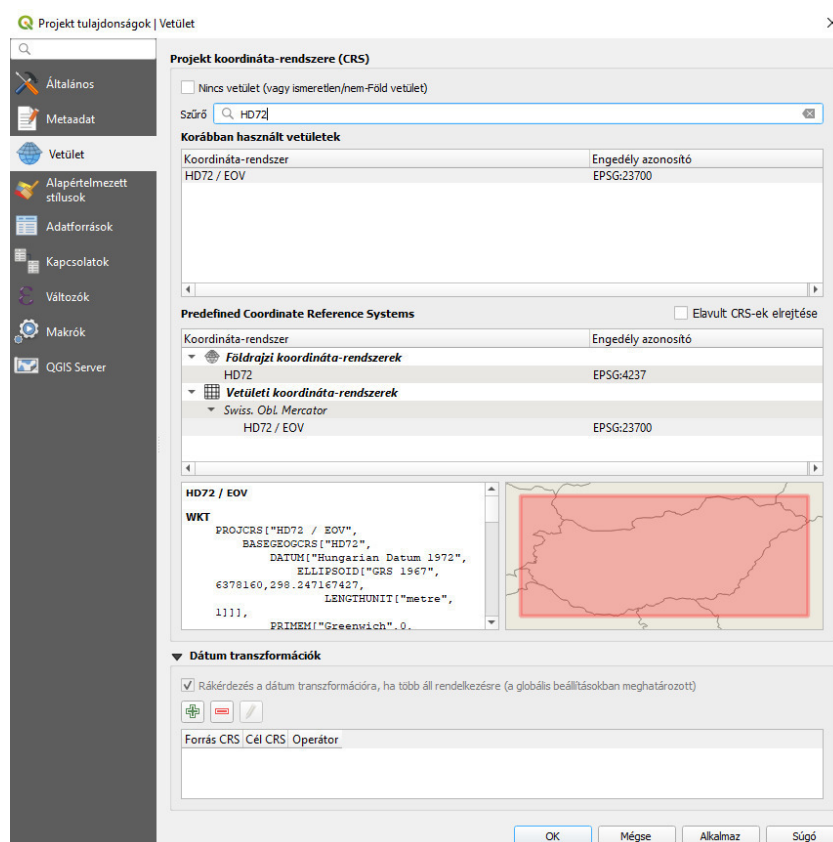
Folyamat lépései (34. ábra):

1. *Projekt / Tulajdonságok / Vetület*
2. Itt a *Projekt koordináta-rendszere (CRS)* fülön kell kiválasztani az *EOV-t*. Legegyszerűbb beírni a szűrőbe: *EOV* vagy *23 700*
3. *HD72 / EOV-t* ki kell választani, majd nyomjunk egy *Alkalmazt* és egy *OK-t*.
4. Ellenőrizzük le, hogy a QGIS felület jobb alsó sarkában ezt látjuk-e: *EPSG: 23 700*

EOV alapértelmezettként is beállítható, így a QGIS minden indulásakor a hazai térképi vetület lesz a projekt vetületrendszere.

Folyamat lépései:

1. *Beállítások / Beállítások / Vetület*
2. *Alapértelmezett vetület az új projektekhez / Tallóz*
3. Szűrőben *23 700*, alul *HD72 / EOV* kiválasztása, OK.



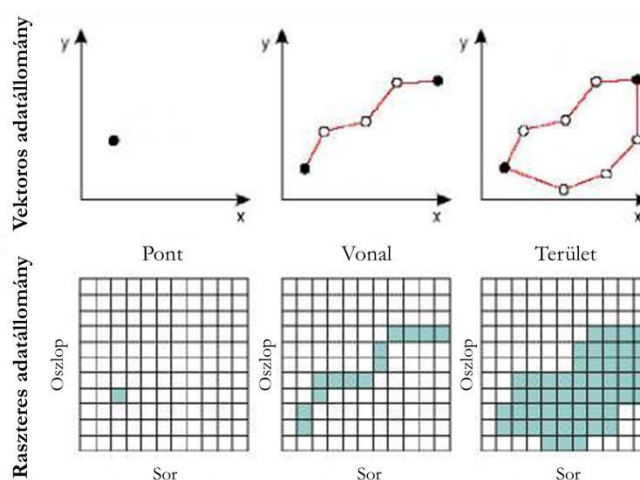
34. ábra: A térképi rétegek Egységes Országos Vetületének (EOV) beállítása

2.3. Térinformatikai adattípusok

A téradatak tárolása alapvetően *vektoros* és *raszteres* adatállományban történhet. Vektoros állományok azok a koordináta-rendszerbe illesztett pontok, vonalak és poligonok, melyeknél a töréspontok koordinátáit tároljuk, így tetszőleges nagyítás esetén sem lesz a kép „pixeles”. A geometriához kapcsolódó leíró adatok úgynevezett attribútum táblában kerülnek tárolásra. A vektoros állományra legjellemzőbb fájlformátumok: *.shp* (ESRI shape fájl), *.dmg* és *.dxf* (AutoCAD fájl- és fájlcsereformátum), *.kml* (Google Earth fájl), *.gpx* (GPS fájlcsere-formátum). A *.dmg* kivételével minden fájlformátust meg lehet nyitni QGIS segítségével, de csak a *.shp* szerkeszthető ezek közül. Leggyakrabban használt vektoros adatok: talajmintavételi pontok, felszínborítási adatok (pl.: szántóterületek, erdők, facsoportok, rétek és legelők, tavak, vízfolyások), talajfoltok, szintvonalak, mezőgazdasági parcellák, településhatárok, közlekedési útvonalak stb.

A raszteres adatmodell azonos méretű cellákat (pixelek) használ a vizsgált terület „lefedésére”, legfontosabb jellemzője a pixelméret, mely a raszterkép felbontását jelenti. Legjellemzőbb fájlformátumok: *.jpg*, *.tif* (*GeoTIFF*), *.img* stb., ezek mindegyike megnyitható QGIS segítségével. Leggyakrabban használt raszteres adatok: topográfiai térképek, ortofotók, műholdfelvételek, katonai felmérés térképei, (raszteres) terepmodellek stb. A 35. ábra szemlélteti a vektoros és raszteres állományok közötti lényeges eltéréseket.

Az *ESRI* formátum a legáltalánosabban használt vektoros térinformatikai fájlformátum, így ennek használata terjedt el. A fájl alapú tárolás mellett ma már egyre inkább térünk át az adatbázis típusú rögzítésre (pl. ESRI geoadatbázisa, QGIS GeoPackage formátuma). A shape fájlok alapvető jellemzője, hogy a geometriai adatok mellett, azokhoz szervesen illeszkedve ún. *attribútum adatok* is csatlakoznak, mely gyakorlatilag egy relációs adattáblát (*.dbf kiterjesztésű dBase fájl*) jelent tetszőleges számú sorral és maximálisan 255 oszloppal. Minden egyes geometriai elemhez tartozik egy sor a táblázatban, az oszlopok pedig az egyes elemekhez tartozó leíró adatokat (attribútumokat) tartalmazzák. Egy shape fájl csak azonos típusú geometriai elemeket tartalmazhat (pont / vonal / poligon). Fontos továbbá, hogy egy shape fájl a fájlrendszerben nem egyetlen fájl, hanem rendszerint három-hat, azonos nevű, de eltérő kiterjesztésű fájl rendszere (pl. *.dbf*, *.prj*, *.pqj*, *.shp*, *.shx*, *.qix*). A *.shp*, a *.dbf* és a *.shx* kiterjesztésű állományok igen lényegesek, viszont a többiek csak kiegészítő információkat (pl. *.prj* a vetületet) hordoznak. A téradat fájlok másolása esetén tehát mindig ügyelni kell rá, hogy az adott könyvtárból minden, a shape fájl nevével megegyező fájl másoljunk át, máskülönben a térinformatikai szoftverek nem tudják megjeleníteni az állományt!

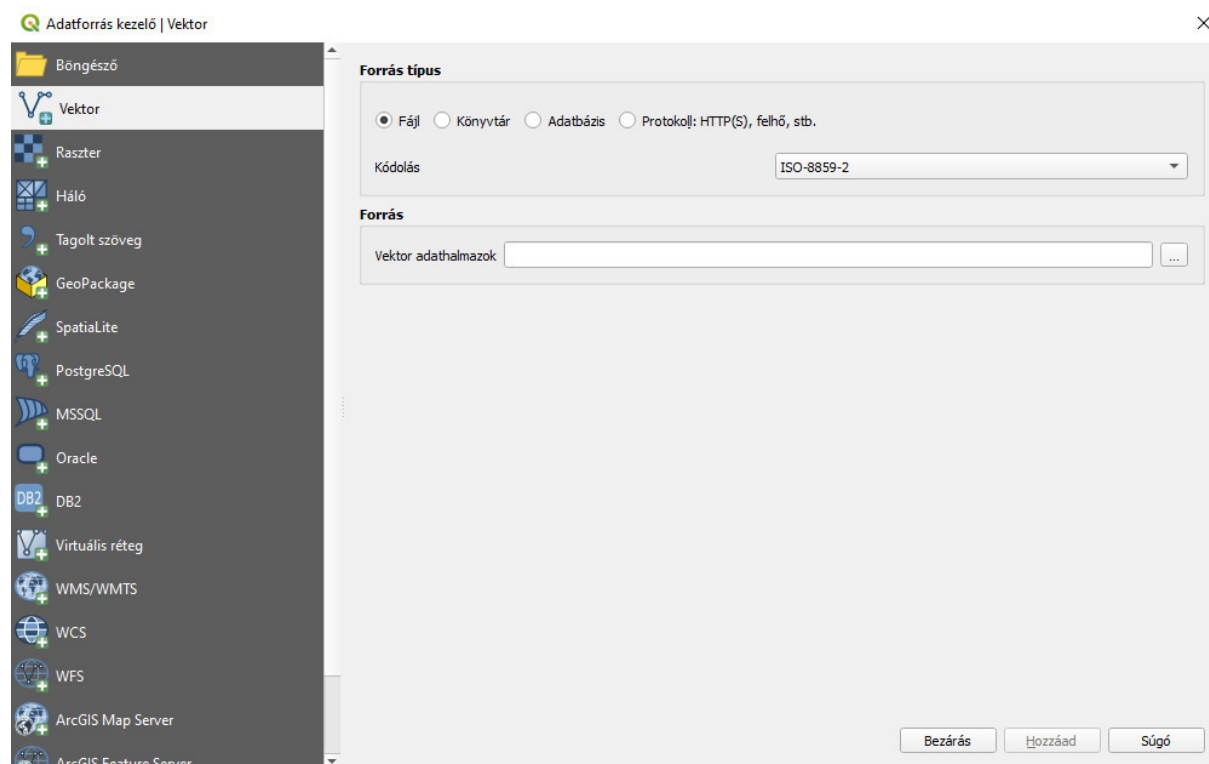


35. ábra: Példa a vektoros és raszteres adatok tárolása közti alapvető különbségre

2.4. Térképi rétegek hozzáadása

A munkaprojekthez a térképi rétegeket a *Réteg / Réteg hozzáadása / Vektor réteg hozzáadása* (*Ctrl+Shift+V*), vagy  ikonnal adhatjuk hozzá (36. ábra). A megjelenő *Adatforrás kezelő | Vektor* ablakban a *Forrásnál*, a *Vektor adathalmazok* mező után elhelyezkedő a *Tallózás*  ikonnal tallózzuk ki és nyissuk meg a Zalaszentgróti Járás mintaterület talajtani pontadatbázis (*Zalaszentgróti_Jaras_krigeleshez_talajparameterok_EOV.shp*) fájlját. A *Hozzáadás* gombra kattintva tehetjük hozzá a projekthez a térképi fedvényt, és zárjuk be a párbeszéd panelt. Figyelem, hasonlóan, mint a SAGA GIS szoftver esetében, a QGIS-nél is az állományok tallózásánál csak a *.shp* kiterjesztésű fájlokat is kiszűrhetjük és kijelölhetjük! Mivel ez a shape fájl EOVS rendszerű, a vetület rákérdezése után megtörténik a megnyitás (a projekt bal oldali *Rétegek* sávjában láthatóvá válik). A röptében transzformálásnak köszönhetően elméletileg nem WGS 1984 vetületű fájlok esetében is helyesen jeleníti meg a QGIS az állományt. Amennyiben a fájlhoz nincs vetületi rendszer rendelkezve, egy felugró ablak segítségével, a 2.2. fejezetben leírtakhoz hasonlóan kell megadni azt. Cél szerű a *Kódolást* egyből beállítani ISO-8859-2 értékre, ez tartalmazza ugyanis a kelet-európai karaktereket. Az attribútum tábla szöveges értékeinek helyes megjelenítéséhez van erre szükség.

Raszteres állomány hozzáadása: *Réteg / Raszter réteg hozzáadása*, vagy ikonnal: , a többi innentől hasonló a vektoros fájlok megnyitásához. A megnyitott vektoros és raszteres rétegek a QGIS bal oldali *Rétegek* paneljében megjelennek. Láthatóságuk ki-be kapcsolható, illetve a réteg nevére történő jobb egér kattintás után az *Eltávolít* paranccsal a réteg a projektből törölhető (a fájlt ez természetesen nem törli a fájlrendszerből).

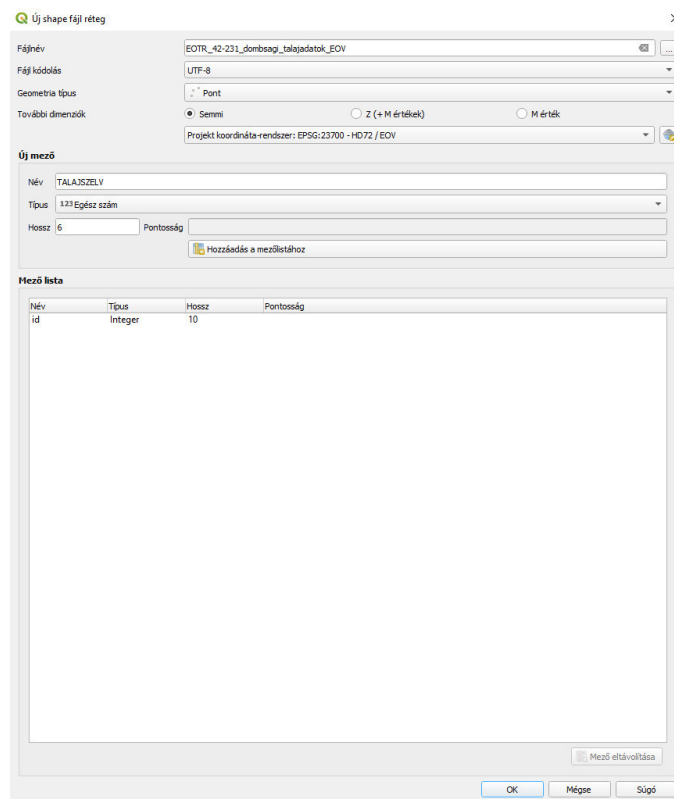


36. ábra: Térképi vektoros állományok megnyitása QGIS programban

2.5. Új shape fájl létrehozása

Új shape fájl létrehozása a *Réteg / Réteg létrehozás / Új shape fájl réteg...* paranccsal történhet. Első lépésként a *Fájlnevhöz* adjuk meg a létrehozandó vektoros állomány nevét, példánkban maradvá ide írjuk be az „EOTR_42-231_dombsagi_talajadatok_EOV” fájlnevet (37. ábra). Az  ikon segítségével tallózzuk ki azt a helyet (könyvtárat), ahová el szeretnénk menteni az új vektoros állományunkat. Ezután ki kell választanunk a *Fájl kódolást*, a lenyíló fülön keressük meg a már említett ISO-8859-2 értéket vagy az UTF-8 kódot, majd tetszés szerint állítsuk be az egyiket. Figyelem, mindkét kifejezéssel ugyanazt az eredményt érjük el! A következő lépésben a *Geometria típusnál* a shape fájl típusát (*Pont / Multipont / Vonal / Felület*) választhatjuk ki, itt állítsuk be a *Pontot*. A *További dimenzióknál* ne változtassunk, hagyjuk meg az alapértelmezett alapbeállítást, maradjon a *Semmi*. Majd a következő sorban található lenyíló fülön kiválaszthatjuk a vektoros állomány térképi vetületét, keressük ki a „Projekt koordináta-rendszer: EPSG: 23700 – HD72/EOV” kifejezést.

Az *Új mező* ablakrészénél, ha úgy kívánjuk, akkor hozzáadhatunk oszlopokat az attribútum táblához, de ezt később is megtehetjük. A *Név* rekordhoz írjuk be a mezőnevét tetszés szerint, a feladatsor esetében a „TALAJSZELV”-t. A *Típus* lenyíló fülön be kell állítanunk az attribútum táblázat létrehozandó oszlopának típusát, itt *Szöveges adat*, *Egész szám*, *Decimális* és *Dátum* között választhatunk, mi az *Egész számot* jelöljük ki. A *Hossz* mezőnél megadhatjuk az oszlop által tartalmazandó számérték vagy szöveges adat karaktereinek maximális hosszát, most írjunk be ide hatot. A *Hozzáadás a mezőlistához* gombra kattintva a beállított oszlop megjelenik a *Mező lista* alatti ablakrészben, a QGIS által automatikusan létrehozott, „id” oszlop után. E pontnál az attribútum táblázatból az oszlop nevének kijelölésével és a *Mező eltávolítása* gomb lenyomásával az oszlopot törölhetjük is. A beállítások elvégzése után nyomjunk egy *OK*-t. Ha mindent jól csináltunk, akkor a *Rétegek* panelben meg is jelenik az új állomány. Mivel a létrehozott shape fájl még üres, így a térképen nem látunk változást.



37. ábra: Üres vektoros térképi réteg létrehozása SAGA GIS programba

2.6. Shape fájl szerkesztése

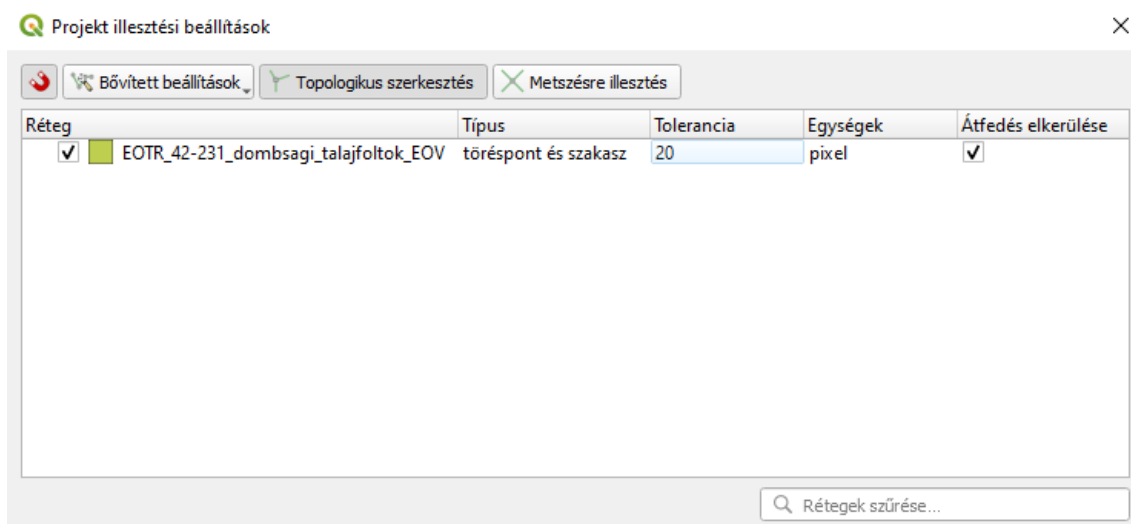
Lehetőségünk van meglévő shape fájl módosítására, mely a térképi állományok a geometriai tulajdonságait (pl. poligon töréspontjainak áthelyezése, geometriai objektumok hozzáadása vagy törlése) és az attribútum táblázat (pl. mező értékének módosítása, oszlop hozzáadása vagy törlése, műveletek oszlopok értékeivel) adattartalmát is érintheti.

2.6.1. Geometria szerkesztése

Egy shape fájl szerkesztéséhez a megfelelő réteg kiválasztása után a *Digitalizálás* eszköztárban megtalálható a *Szerkesztés be/ki*  ikonra kattintva van lehetőség. Elsőként válasszuk ki az „EOTR_42-231_dombsagi_talajfotok_EOV.shp” fájlt, ezután váltsunk át szerkesztő üzemmódba. Ennek hatására az eddig inaktív *Digitalizálás* eszköztár funkciói aktívvá válnak. A *Felület elem hozzáadás*  ikon segítségével rajzolhatunk le újabb poligonokat, az *Elemek mozgatása*  segítségével meglévő poligonokat áthelyezhetünk. Minden egyes poligon megrajzolását követően felugrik egy ablak, mely az attribútum értékek beírására ad lehetőséget. Nem szükséges semmit sem kitöltenünk, erre a későbbiekben is lesz lehetőségünk. Figyelem, ilyenkor ne a *Mégse* gombra kattintsunk, mert ekkor a megrajzolt poligon nem jön létre, hanem az *OK-ra*! Ha befejeztük a szerkesztést, a *Módosítások mentése*  ikonra kattintva elmenthetjük a módosításainkat. A *Csomópont eszközzel*  töréspontokat helyezhetünk át (ennek vonalak és poligonok esetében van jelentősége). Elemeket kiválasztani az *Attribútumok* eszközsor *Elemek kiválasztása területtel vagy kattintással*  ikonjával tudunk, a kijelölteket törölni pedig a *Kiválasztottak törlése*  ikon segítségével. A szelekció megszüntetésére (elemet nem töröl!) is van lehetőségünk az  ikonnal. Elemet tudunk másolni is a *Szerkesztés / Elem(ek) másolása és mozgatása* parancssal vagy a *Bővített digitalizálás eszköztárban* kiválasztható  ikonnal.

A *vonalt.shp* és a *pont.shp* szerkesztése a fentiekhez hasonlóan történik azzal a különbséggel, hogy az *Elem hozzáadása* ikon megváltozik (de funkcióját tekintve ugyanaz marad), ha új elemet helyezünk el a térképre. Egy új elem elhelyezése e két utóbbi esetben úgy történik, hogy megadjuk a kezdőpontot, majd folyamatosan bal egérgombbal a térképre kattintva újabb töréspontokat adunk meg, végül jobb egérgombbal befejezzük az elem szerkesztését. Itt láthatjuk inkább a *Csomópont eszköz* és az *Elemek mozgatása* eszköz közti különbséget: míg előbbi csak egy töréspontot vagy két töréspont közti szakaszt helyez át, az utóbbi az egész elemet mozgatja. További szerkesztési lehetőségek (elemek összevonása, levágás stb.) a *Bővített digitalizálás eszköztár* elemeivel hajthatók végre.

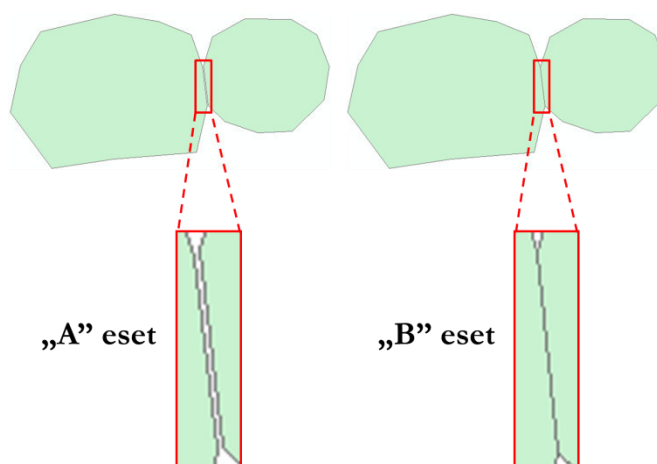
A szerkesztés során nagyon sokszor szükség van a töréspontok precíz illesztésére is, melyet a térinformatikában *tárgyraszter követésnek* vagy *snapping*-nek hívnak, a QGIS-ben a *Projekt / Projekt illesztési beállítások* menüpont alatt érjük el (38. ábra). A projekt illesztési beállításoknál legelsőként engedélyeznünk kell az illesztést, amelyhez be kell kapcsolnunk az  ikont, ekkor a párbeszéd panel aktívvá válik. Az ikon után elhelyezkedő lenyíló gombon a három felajánlott funkció közül válasszuk ki a *Bővített beállításokat*, majd jelöljük ki azt a réteget, melynek csomópontjaihoz vagy éleihez illeszteni szeretnénk további geometriai elemet, valamint a *Rétegnél* és az *Átfedések elkerülésénél* elhelyezkedő négyzetet pipáljuk be.



38. ábra: A shape állományok átfedés elkerülésének beállítása

A következő lépésben kapcsoljuk be a *Topologikus szerkesztést*. Rétegenként kell meghatározni a tárgyaster követés távolságát (*Tolerancia*), illetve annak *Típusát*, hogy a geometriai szerkesztés során a pontos illesztés törésponthoz, szakaszhoz, esetleg mindkettőhöz történjen. A *Toleranciát* a tapasztalataink alapján mindig 20 és 30 közé állítsuk be, amelynek az *Egységeit méterben és pixelben* is megadhatjuk. Meg kell jegyezni azt, hogy a 30 méter és a 30 pixel térbeli léptéke sosem ugyanaz, a pixelben megadott tényleges távolság függ az aktuális nagyítás mértékétől.

A 39. ábrán látható két poligont első esetben átfedések elkerülésével szerkesztettük (a csatlakozó részek kinagyított képe jobb oldalt látható), míg második esetben kikapcsoltuk az átfedések elkerülését (baloldali kinagyított kép). Jól látható, hogy előbbi esetben a két poligon töréspontjai pontosan illeszkednek, a második esetben elcsúszás látható.



39. ábra: Átfedések elkerülésével („B” eset) szerkesztett és anélkül („A” eset) rajzolt poligonok közötti különbségek

Figyelem, a shape fájl mentése nem egyenlő a projekt mentésével, és ugyanez igaz fordítva is! Ha netán előbb a projektet mentjük el, akkor a QGIS rákérdez a még szerkesztés alatt álló réteg mentésére is. Ha ekkor sem mentjük el a szerkesztett állományt és kilépünk a programból, akkor a shape fájl módosításaink elvesznek! Legkésőbb kilépés előtt tehát mindkét mentést el kell végezni.

2.6.2. Attribútumok szerkesztése

A shape fájl geometriája mögött található attribútum táblázatot (40. ábra) az előző szakaszban, a 2.6.1. alfejezetben leírtak alapján szintén csak szerkesztési módban tudjuk módosítani. Az attribútum tábla megjelenítése a térképi réteg névre történő jobb kattintással, majd az *Attribútum tábla megnyitása* paranccsal történik. Minden egyes létrejött geometriai elemünk egy új sort jelent a táblázatban. A hallgatói jegyzet esetében a dombsági talajfoltok adatbázisában összesen 180 elem található, amelyek attribútumai fel vannak töltve talajparaméter adatokkal.

Q EOTR_42-231_dombsagi_talajfoltok_EOV :: Összes elem: 180, Szűrve: 180, Kiválasztva: 0

	FID_Zalai	ID	soiltype	Talajtipus	Talajtip_1	Talajaltip	Talajalt_1	parentmat	Fizikai_ka
1	848	848,00000000000000	112	110,000000	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	112,000000	Nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj	31,000000	3,000000
2	849	849,00000000000000	112	110,000000	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	112,000000	Nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj	37,000000	2,000000
3	810	810,00000000000000	132	130,000000	Ramann-féle barna erdőtalaj	132,000000	Rozsdabarna ramann-féle barna erdőtalaj	13,000000	3,000000
4	811	811,00000000000000	301	300,000000	Réti talaj	301,000000	Karbonátos réti talaj	46,000000	6,000000
5	812	812,00000000000000	361	360,000000	Leccsapolt és telkesített rétláptalaj	361,000000	Leccsapolt tőzegláp leccsapolt és telkesített rétláptalaj	53,000000	6,000000
6	813	813,00000000000000	363	360,000000	Leccsapolt és telkesített rétláptalaj	363,000000	Leccsapolt kutosláp leccsapolt és telkesített rétláptalaj	32,000000	7,000000
7	806	806,00000000000000	393	390,000000	Humuszos öntés talaj	393,000000	Karbonátos többértékű humuszos öntés talaj	16,000000	4,000000
8	807	807,00000000000000	112	110,000000	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	112,000000	Nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj	13,000000	4,000000
9	808	808,00000000000000	112	110,000000	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	112,000000	Nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj	13,000000	3,000000
10	809	809,00000000000000	112	110,000000	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	112,000000	Nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj	38,000000	3,000000
11	802	802,00000000000000	302	300,000000	Réti talaj	302,000000	Nem karbonátos réti talaj	38,000000	5,000000
12	803	803,00000000000000	312	310,000000	Öntés réti talaj	312,000000	Nem karbonátos öntés réti talaj	16,000000	5,000000
13	804	804,00000000000000	402	400,000000	Lejtőhordalék talaj	402,000000	Erdőtalaj eredeti lejtőhordalék talaj	56,000000	2,000000
14	805	805,00000000000000	393	390,000000	Humuszos öntés talaj	393,000000	Karbonátos többértékű humuszos öntés talaj	16,000000	4,000000

Minden elem

40. ábra: Egy dombsági mintaterület shape fájljának megnyitott attribútum táblázata

2.6.2.1. Új mező hozzáadása

Az attribútum táblázat eszközsorában található szerkesztési  módot bekapcsolva, a  ikonra kattintva hozzunk létre egy új mezőt. A *Neve* legyen „TALFOLT_HA” (azaz talajfolt területe hektárban kiszámolva), *Típus* esetében a lenyitható fülön válasszuk ki a *Decimális számot (double)*, majd a *Hosszra* nyolcat és a *Pontosságra* kettőt állítsunk be (41. ábra). Ezzel olyan mezőt (oszlopot) hoztunk létre, melynek értékei csak valós számok lehetnek, maximálisan nyolc helyiérték szélességben a tizedes ponttal együtt (pl. 35 128 345 vagy 35 128.34). A következő lépésben az előbb leírtak szerint szűrjünk be egy másik oszlopot is, ezt nevezzük el „TFOLTKER_M”-nek (azaz talajfolt kerület méterben megadva), a *Típusa* legyen *Egész szám (integer)*, valamint a *Hosszra* adjunk meg hatot. Végezetül készítsünk egy *szoveg* oszlopot, amelynek a *Típusa Szöveg (string)* és a *Hosszra* 50 legyen. Ilyen típusú mezőbe bármilyen karakterű információ rögzíthető (pl. termesztett növény neve).

Mező hozzáadása

Név: TALFOLT_HA

Megjegyzés:

Típus: Decimális szám (valós)

Szolgáltató típus: double

Hossz: 8

Pontosság: 2

OK Mégse

41. ábra: Új mező hozzáadása az attribútum táblázathoz

A következő lépésben az attribútum táblázatban elvégzett változtatásainkat mentjük el, először kattintsunk rá a *Módosítások mentése*  ikonjára, ezután kapcsoljuk ki a *Szerkesztési módot*. Figyelem, az oszlop neve utólag nem változtatható meg, ilyen esetben új oszlopot kell létrehozni a helyes névvel, és a *Mező kalkulátor* segítségével az új oszlop elemeit fel kell tölteni a régi értékeivel, majd ki kell törölni a régi mezőt. A művelet részletes leírását a következő, 2.6.2.2. és 2.6.2.3. fejezetek tartalmazzák.

A térinformatikai szoftverek eltérően kezelik az ékezetes karaktereket oszlopnevek esetében. Általánosságban ezért oszlopneveknél az ékezetes betűket és a speciális karaktereket lehetőség szerint kerüljük el, illetve a mezőnevekben az elválasztásokat ne szóközzel, hanem alulvonás jellel („_”) írjuk. Az oszlopnevek maximum 10 karakterből állhatnak, de ajánlott csak nyolcat használni a DBF fájlnál arra az esetre való tekintettel, ha később más szoftverrel (pl. MS Excel) szeretnénk kezelni.

2.6.2.2. Mező feltöltése értékekkel

Szerkesztési módban a mezők értékeit feltölthetjük manuálisan is, a kívánt mezőbe kattintva és értéket begépelve. Elsőként manuálisan töltsük fel az üres *ID* mezőt tetszőleges számértékekkel, a hallgatói jegyzet esetében ez 848, 849, 810, 811, 812 stb. számsor. Lehetőségünk van továbbá ennél összetettebb műveletek elvégzésére is (pl. oszlopok értékeivel végzett matematikai műveletek, geometriai lekérdezések), a *Mező kalkulátor*  segítségével.

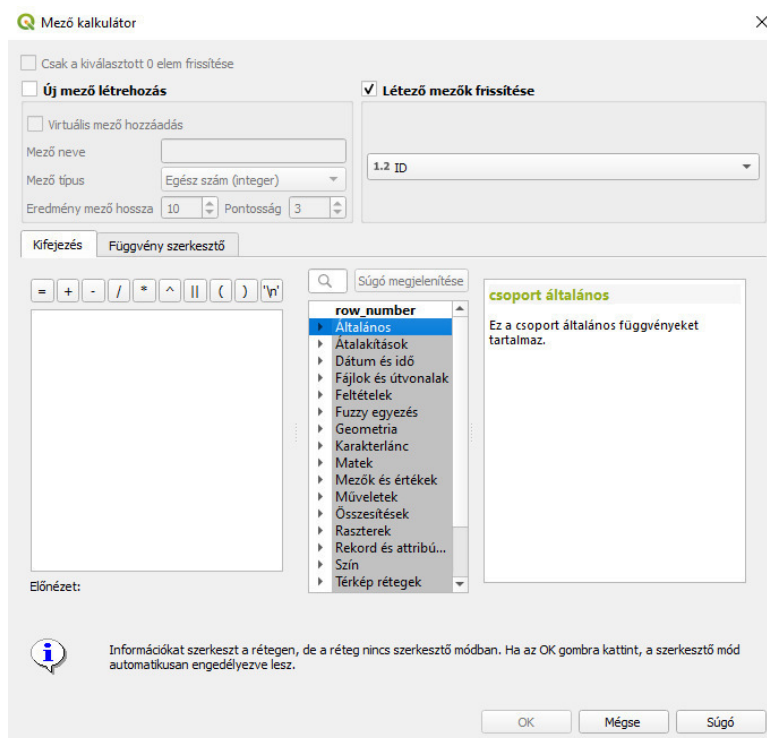
Figyelem, a tizedesjegyeknél a térinformatikai szoftverek az angol írásmódot követik, vagyis az egész értékek után vessző helyett *pontot* kell írni! Helyes: 123.45, helytelen: 123,45. Néhány speciális esetben célszerű ezt a beállítást elvégezni a Windows területi beállításában is: *Start Menü / Vezérlőpult / Terület és nyelv / További beállítások / Tizedesjel = . (pont)*.

A *Mező kalkulátor* használatakor kattintsunk a *Mező kalkulátor*  ikonra, majd a megjelenő ablakban három panel látható (42. ábra), a középsőben választhatjuk ki a szükséges műveletet, melyel a kiválasztott mező értékeit fel akarjuk tölteni, jobb oldalt látható a kiválasztott művelethez készült QGIS leírás (amennyiben létezik magyar nyelvű súgó, de ez még néhány esetben hiányozhat). A *Mező kalkulátor* paneljén a műveletek csoportokba rendezve böngészhetők (*Műveletek*, *Matek*, *Geometria* stb.). Lehetőség van már korábban létrehozott, létező mező értékeinek feltöltésére (*Létező mezők frissítése*), illetve a számítás eredményeit egy új mezőbe beírni (*Új mező létrehozása*). Amennyiben néhány elemet korábban kiválasztottunk egy adott térképi rétegből, akkor lehetőségünk van csak a szelektált elemekre elvégezni műveleteket a *Csak a kiválasztott elem frissítése* opció bejelölésével.

Példák a Mező kalkulátor segítségével elvégezhető műveletekre:

1. **Műveletek:** Az első lépésben válasszuk ki a „*TERM_SULY*” (mint terméshozam [t/ha] súlyozása) mezőt, amelynek értékei legyenek a „*TERMES*” mezőnek háromszorosa. A számítás megoldása a következő: A *Mezők és értékek* lenyíló listából válasszuk ki a „*TERMES*” mezőt dupla kattintással. Ekkor a *Kifejezés* panelen megjelenik az oszlop neve: „*TERMES*”. Folytassuk a kifejezést a következő módon: „*TERMES*” $\times$ 3, majd nyomjuk egy *OK*-t. A helyes eredményeket a „*TERM_SULY*” mezőbe beírva láthatjuk. A legutolsó lépésben mentjük el a shape fájl szerkesztését.
2. **Matek:** „*TERM_QS*” mező értéke legyen a „*TERMES*” mező négyzetgyöke, amelynek a megoldása az, hogy a *Matek* lenyíló lehetőségekből a *sqr*t („square root”) függvényt dupla kattintással kiválasztjuk, majd a *Mezők és értékek* listából a „*TERMES*” mezőt is szintén dupla kattintással kijelöljük, a zárójelet zárjuk be „*sqr*t („*TERMES*”)” és *OK*.

3. **Geometria:** Készítsünk két új mezőt, mely egy pont típusú térképi réteg és a talajmintavétel helyeinek EOY szerinti X és Y koordinátáit fogja tartalmazni. Elsőként pipáljuk be az *Új mező létrehozását*, a mező nevei „EOV_X”, illetve „EOV_Y” legyen, *Típus-nak* pedig válasszuk a *decimális számot*, *Hosszukra* a 11-et és *Pontosságukra* a négyet állítsuk be. Figyelem, a hazai térképvetületi rendszerrel a más külföldi vetületekhez képest, fel van cserélve az X és Y tengely, így mindig az EOY X koordinátái kisebb értéket vesznek fel, mint az EOY Y koordináták! A következő lépésben az „EOV_X” mezőbe a szoftverrel számoltassuk ki a talajmintavételek Y koordinátáit olyan módon, hogy a *Geometria listából* válasszuk ki dupla kattintással a „\$y” kifejezést, majd nyomjunk egy OK-t. A Második lépésben ugyanezt a műveletet végezzük el az „EOV_Y” mezőre is, de azzal a különbséggel, hogy itt a „\$y” helyett a „\$x” kifejezést adjuk meg. Figyelem, a „\$x” és a „\$y” kifejezés csak a pont típusú shape állományoknál működik! A harmadik lépésben mentsük el az attribútum táblázat szerkesztését. Lehetőség van a hossz mellett, a terület és a kerület meghatározására is, erre a „\$length”, „\$area” és „\$perimeter” parancsok szolgálnak (az előbbi vonalas, a két utóbbi polygon geometria esetén alkalmazható). A geometria típusú műveletekkel létrehozott értékek mindig az adott vetületi rendszerre jellemző mértékegységet fejeznek ki, a hazai EOY térképvetületi-rendszerrel tehát a koordináta és a távolság esetében métert, területnél pedig m²-t kapunk eredményül.



42. ábra: A QGIS program megnyitott Mező kalkulátorra

2.6.2.3. Mező törlése

Lehetőség van meglévő mező(k) törlésére is, az *Oszlop törlés* ikonra kattintás után, a törölni kívánt oszlop(ok) kijelölésével. A kijelölt mezők végleges törlésre kerülnek. A feladatsor esetében az „ELOVET”, azaz elővetemény nevű, *Szöveg (string) Típusú* mezőt töröljük ki, majd mentsük el a változtatást. Figyelem, a művelet a shape fájl mentése után nem vonható vissza!

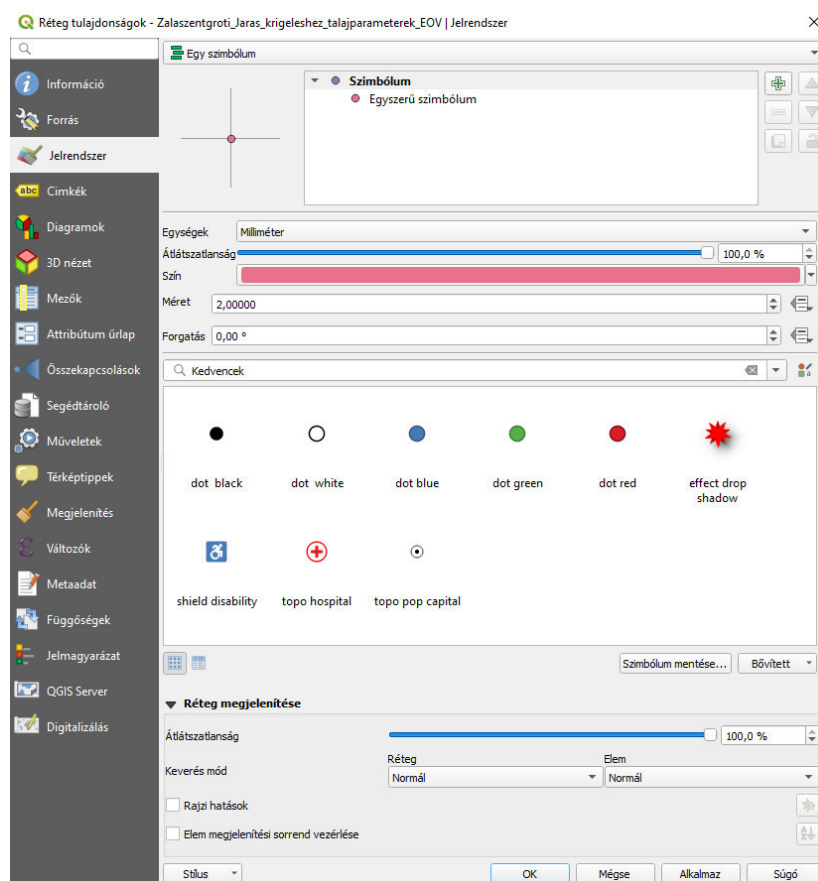
2.7. Projekt elmentése

A QGIS projekt elmentésére a *Projekt / Mentés* opcióval, illetve a  ikonra kattintva van lehetőségünk, a fájl *.qgs* kiterjesztéssel kerül elmentésre. Az elmentett fájl tartalmazza az összes eddigi beállítást (vetületi rendszer, behívott fájlok és azok megjelenítése stb.). Mentsük el a projektet „*Terkepezett_talajtulajdonsag_kartografalasa.qgs*” néven.

2.8. Vektoros rétegek megjelenítése, feliratozása

A rétegek sorrendjét úgynevezett „vonszolással” (rákattintás és lenyomva tartás, közben felle mozgatás) tudjuk meghatározni. A listán feljebb szereplő rétegek átfedés esetén kitakarhatják az alattuk levőket. Több réteg együttes kezeléséhez létrehozhatunk úgynevezett *Csoportokat* a *Réteg* sáv egy üres területén jobb egérrá kattintással, majd az *Új csoport* kiválasztásával. Rétegeket a csoport alá vonszolással tudunk abba beilleszteni.

A megnyitott térképi rétegre, a *Zalaszentgroti_Jaras_krigeleshez_talajparameter_EOV.shp*-ra jobb egérrá kattintással válasszuk ki a *Tulajdonságok* opciót (ugyanazt érhetjük el dupla kattintással is). A megjelenő dialógus ablak oldalsó fülei közül nekünk általában az első kettőre: a *Jelrendszerre* és a *Címkékre* lesz szükségünk (43. ábra).



43. ábra: A megnyitott térképi állomány Réteg tulajdonságainak panelje

A minél kisebb mértékű kitakaras érdekében célszerű a rétegeket úgy elhelyezni, hogy legalulra kerüljenek a raszteres állományok (pl. topográfiai térkép, georeferált légifotó stb.), felettük a poligonok, azok felett a vonalak, és legfelül a pont típusú elemek legyenek. A fájl vetületi rendszerét az *Információ* fülön a CRS feliratnál találjuk, EOVS esetében ezt látjuk kiírva: „EPSG: 23 700 – HD72 / EOVS”. Ha pl. WGS84-ben lenne az állomány (pl. .gpx fájlok esetén), ugyanitt az „EPSG: 4 326 – WGS84” jelenne meg.

2.9. Jelrendszer módosítása

A *Jelrendszer* fülön (43. ábra) kattintsunk a *Szimbólum* vagy az *Egyszerű szimbólum* ikonra. Az *Egyszerű szimbólum* a térképi objektumok részletes formázását kínálja fel, amelynél meg tudjuk változtatni a pont térképi elem méretét, a kitöltés és határvonalának színét, a körvonal szélességét, vagy az elem elforgatását stb. Vonalas objektum esetében be lehet állítani pl. a térképi elem színét, vastagságát és stílusát. Poligonnál kiválasztható a térbeli objektum kitöltési színe és stílusa (pl. tömör, kitöltetlen, sraffozott), valamint határvonalának stílusa (szín, vastagság, szaggatottság). Mindhárom elem típus esetében alkalmazhatók a programba beépített szimbólumok is.

Alapesetben az *Egy szimbólum* a kiválasztott, ilyenkor minden geometriai elem azonos módon kerül megjelenítésre. Ha ehelyett a lenyíló listából kiválasztjuk a *Kategorizált* opciót, akkor lehetőségünk van egy tetszőleges oszlop értékeinek megfelelően kitölteni az elemeket. Pl. a 2018-as CORINE Felszínborítási Adatbázis esetében válasszuk ki a területhasználati kategóriákat tartalmazó „code_18” nevű oszlopot, kattintsunk az *Osztályoz* gombra, majd az *OK-ra*.

Ezután az attribútum táblázat oszlopában szereplő minden egyes felszínborítási kategóriát külön színnel látunk. A kategorizált szimbolizálás kvalitatív, minőségi információk megjelenítésére szolgál, ahol az egyes kategóriák az adott attribútum egyedi értékei alapján vannak meghatározva, amelyek valóban lehetnek számok is. A CORINE adatbázisnál a felszínborítási információkat nominális skálán rögzítették. Például a különböző talajtérképi kódok alapvetően a numerikus (kvantitatív), mennyiségi információk megjelenítésére alkalmazzuk. A növekmény szimbolizálására használjuk, ahol a szimbólum színének vagy méretének változása fejezi ki az érték különbségeket.

2.10. Címkék megjelenítése

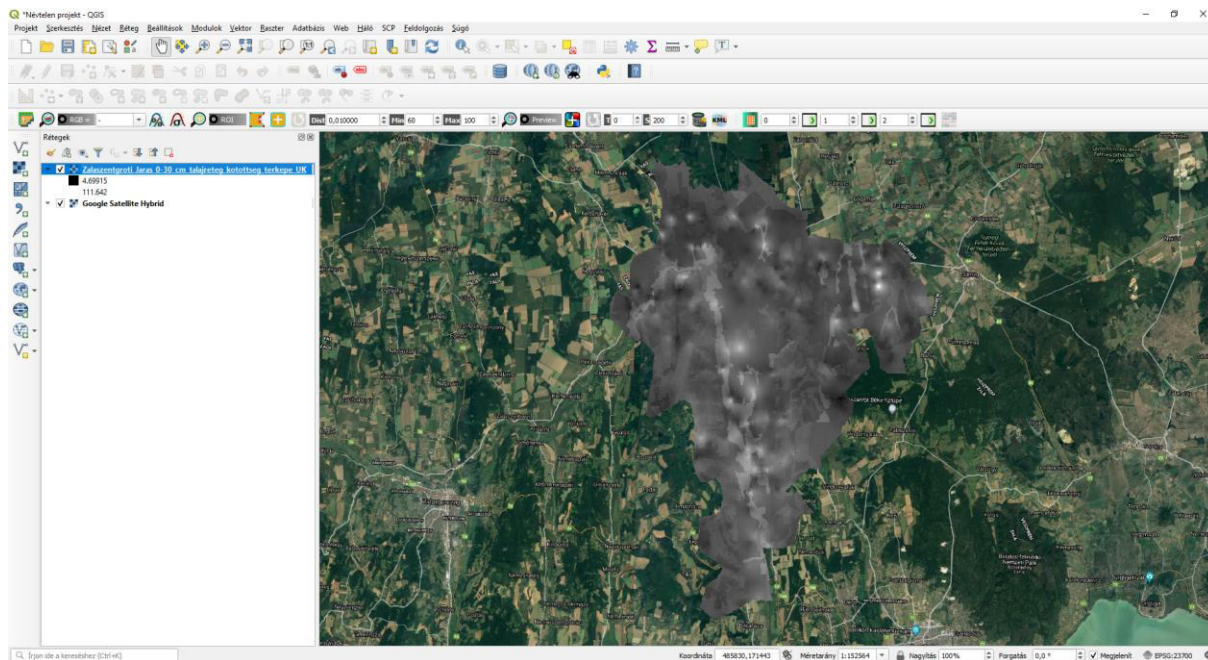
Igen gyakran van szükség vektoros állományok feliratozására, melyre a shape fájl attribútum táblája alapján van lehetőség. Pl. a *Zalaszentgroti_Jaras_krigeleshez_talajparameterek_EOV.shp* esetében feliratozzuk a talajszelvények azonosítóját. A *Réteg tulajdonságok ablak Címkék* fülén állítsuk be az *Egyszerű címkék* megjelenítést. Ekkor láthatóvá válnak a címke formázási lehetőségek. Legfontosabb az *Érték* kitöltése, mely az attribútum táblának azt az oszlopát jelöli, amelynek tartalmát a térképen feliratként meg szeretnénk jeleníteni! Válasszuk ki a „SZELV_AZON” oszlopot és kattintsunk az *Alkalmaz* gombra. A címkék megjelenítésekor sokféle tulajdonság megadható (betűtípus, szín, körvonal, méret, eltolás, elforgatási szög stb.). Ügyeljünk arra, hogy *Pontokban*, vagy *Térkép egységekben* határozzuk meg a betűméretet! Előbbi esetben a térkép nagyításával kicsinyítésével a betűméret nem változik, utóbbi esetben a felirat méretét a vetületi rendszerre jellemző mértékegységben (esetünkben méter) adjuk meg, melynek a mérete a méretarány függvényében változik.

2.11. Raszteres állományok megjelenítése és ábrázolása

A QGIS program számos különböző formátumban tárolt négyzetrács (GRID) alapú raszteres adatmodell megjelenítésére alkalmas. Ezek között megtaláljuk az Arc/Info ASCII GRID (ESRI), az SRTM HGT, a GMT NetCDF, az ERDAS Imagine formátumot, de a GeoTIFF állományok is ide tartoznak. A GeoTIFF állományok egy vagy több csatornát tartalmazó raszterek, ahol a pixel a tengerszint feletti magasságot, egyéb távérzékelte adatot, vagy prediktált talajparaméter értéket (pl. kötöttség, humusz- és mésztartalom, kémhatás) foglalhatnak magukban. A raszteres állományok a felszínről szabályos négyzetrácsban elrendezett pixelokhoz rendelt értékeket tartalmaznak, a négyzetrács terjedelmével, a pixelok méretével, illetve a georeferenciára vonatkozó információval együtt. JPG állományok esetén ez utóbbit külön fájl (.jgw) hordozza.

A 2.4. fejezetben leírtak alapján a GRID/TIFF formátumokat a *Raszter réteg hozzáadás* eszközzel vagy a  ikonnal jeleníthetjük meg az aktuális projektünkben. A megjelenő fájlválasztó párbeszédablakban a fájl típusok közül válasszuk ki az egyenlően térképezett talajtulajdonság raszterét, majd nyissuk meg a térképi réteget. A krigelt raszter pixelértékeit a  ikon segítségével kérdezhetjük le, ehhez a kiválasztott talajtulajdonság térkép rétege legyen aktív a *Rétegek* listájában. A QGIS programmal például a SAGA GIS-ben készített, a mintaterületünkre létrehozott talajtulajdonság rasztereket úgy jeleníthetjük meg, hogy a becsült különböző talajparaméter értékekhez eltérő színeket, vagy annak színárnyalatait rendelünk.

A QGIS megnyitja az adatállományt, de általában az alapértelmezett megjelenítési stílus nem megfelelő (44. ábra), szürkeárnyalattal jelenik meg az összes cella (pixel). Ezt mindenképpen a hazai talajtérképezési gyakorlatban alkalmazott színekulcsok és kategória-értékek nomenklatúrájához kell igazítanunk.



44. ábra: A Zalaszentgróti Járás raszteres állománya alapértelmezett szürkeárnyalatos megjelenítéssel

A fizikai féleséget, a kémhatást és a mésztartalmat ábrázolandó talajtulajdonság térképek az 1989-es *Útmutató* szerinti jelmagyarázat kategória-rendszerét, valamint az ezen talajtulajdonság térképek RGB színekódolását a 3. táblázat tartalmazza. A mésztartalomnál a táblázatban foglalt

kategória besorolás alapján folytonos  **Oranges** színskálát használjunk, a színezést fordítsuk meg, a CaCO_3 -tartalom növekedésével egyre világosabb színek jelenjenek meg. A nem meszes vagy az alacsony mésztartalmú területek kapjanak az előzőhöz képest sötétebb színárnyalatot. A humuszos réteg vastagság, illetve a termőréteg vastagság megjelenítéséhez alkalmazzunk például  **YIOBr** és  **YIORd** színskálát. A humusztartalom térképi ábrázolásához használjunk 0,01 és 3,00% intervallum közötti, 0,25% beosztású, 12 fokozatú skálát. A humuszos réteg vastagság, illetve a termőréteg vastagság megjelenítéséhez alkalmazzunk 10 cm-es beosztású, 0 cm-től a számtanilag felfelé kerekített prediktált maximális értékig tartó skálát.

3. táblázat: Fizikai féleség, kémhatás és mésztartalom talajtulajdonság térképek kategóriarendszere és azok egyezményes nomenklatúra szerinti RGB színskála kódolása

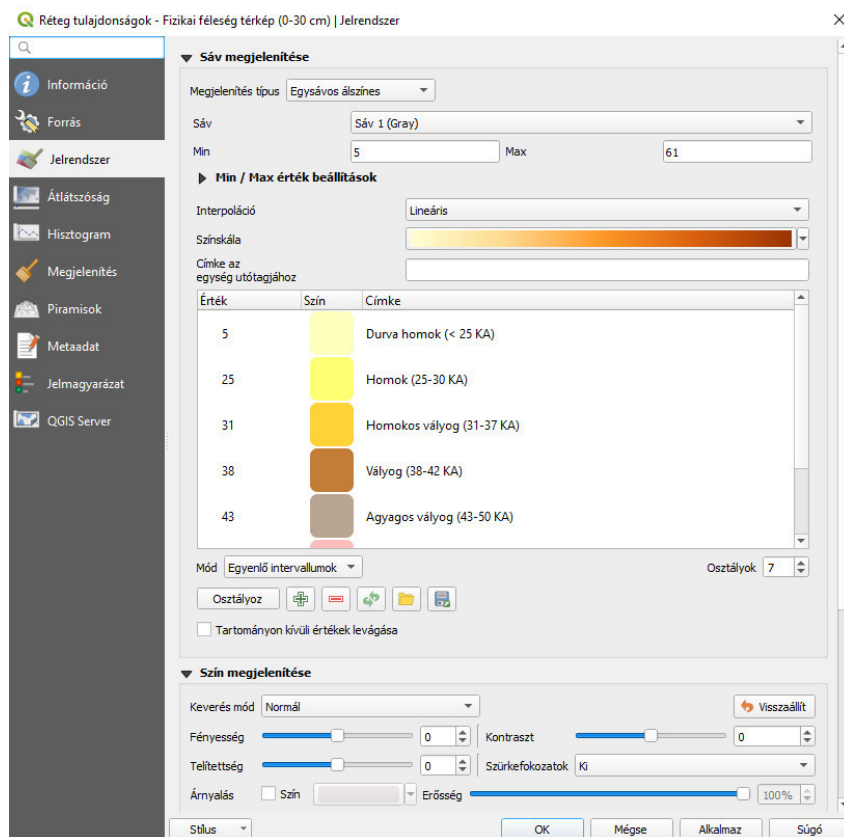
Talajtulajdonságok		Kategóriák	Színskála		
Fizikai féleség		Kötöttség (K_A)	R	G	B
1.	Durva homok	<25	255	255	190
2.	Homok	25–30	255	255	115
3.	Homokos vályog	31–37	255	210	55
4.	Vályog	38–42	195	125	55
5.	Agyagos vályog	43–50	185	165	145
6.	Agyag	51–60	255	190	190
7.	Nehéz agyag	61–80	255	127	127
Kémhatás		pH értékek			
1.	Erősen savanyú	<4,50	255	38	0
2.	Savanyú	4,50–5,50	255	199	0
3.	Gyengén savanyú	5,51–6,80	255	187	0
4.	Semleges	6,81–7,20	255	255	0
5.	Gyengén lúgos	7,21–8,50	152	230	0
6.	Lúgos	8,51–9,00	0	112	255
7.	Erősen lúgos	>9,00	0	77	168
Mésztartalom		CaCO_3 tartalom értékek (%)			
1.	Nem tartalmaz meszet	0,0	–	–	–
2.	Gyengén meszes	0,1–5,0	–	–	–
3.	Közepesen meszes	5,1–10,0	–	–	–
4.	Erősen meszes	10,1–25,0	–	–	–
5.	Igen erősen meszes	>25,0	–	–	–

A következő lépésben kattintsunk duplán a *Rétegek* panelen megnyitott krigelt talajtulajdonság térképre (a jegyzet esetében pl. a kötöttség eredmény térképre), vagy nyomjuk meg a jobb egérgombot a *Tulajdonságok* párbeszédablak megjelenítéséhez. A *Jelrendszer* fülön (45. ábra) állítsuk be a *Megjelenítés típusnál* az *Egysávos alszínes* és az *Interpolációnál* a *Lineáris* ábrázolást, majd a *Módnál* válasszuk ki az *Egyenlő intervallumok* kategóriát. A QGIS-ben a *Sáv* alapbeállításán most nem kell változtatni, hagyjuk a *Sáv 1 (Gray)-en*. A kötöttség kategória beosztásának megfelelően az *Osztályokat* növeljük meg *bétre*. Ezután az *Érték – Szín – Címke* mező beállítása következik: mindenegyik kötöttségi kategória-értékét a fenti táblázatban leírtak szerint kell megadni úgy, hogy az *Értéknél* az adott kategória alsó értéke szerepeljen. A kategória értékek dupla kattintás után felülírhatók, a megváltoztatás után mindig nyomjunk egy *Enter-t*. Figyelem, a legelső osztálynál mindig a térképi raszter egész számra kerekített legkisebb értéke szerepeljen, ez leolvasható a *Jelrendszer* fülön a *Sáv* alatt elhelyezkedő *Min* és *Max* értékeknél! A *Címke* mező módosítása esetében is úgy járunk el, mint az *Érték* mezőnél. Az Arany-féle kötöttségi-szám (K_A) alapján ábrázolt fizikai féleség térkép esetében a *Címke*hez azt írjuk be, hogy pl. „Durva homok (<25 K_A)”.

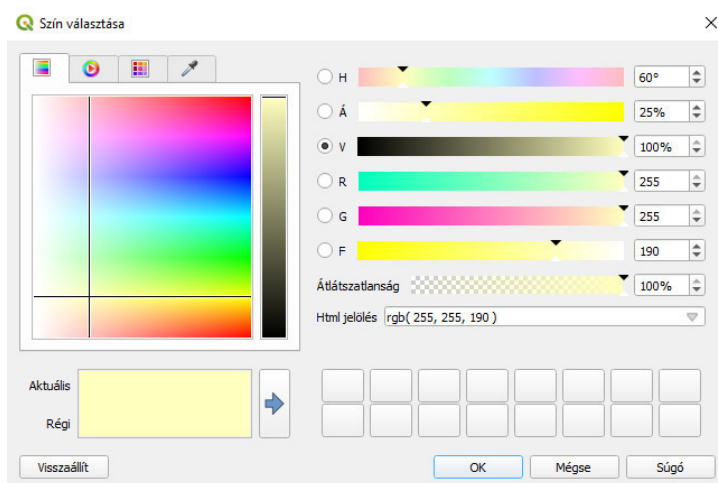
Az egyes kategória fokozatok *Színét* szintén dupla egérekattintással meg lehet változtatni, a megjelenő *Szín választása* ablakban (46. ábra), a *Színskála* fülön a *Html jelölésnél* található „rgb(...,

..., ...)” kifejezésbe írjuk be veszővel és szóközzel elválasztva a fizikai féleség, illetve a kémhatás tulajdonságtérképekre vonatkozó *RGB színekódokat*, amelyeket a fenti táblázat tartalmaz.

A RGB *színekódokat* a R, a G és a B mezőkbe is rögzíthetjük, a színbeállítás után nyomjunk egy OK-t. A következő lépésben Rétegek ablakba behívott eredménytérkép (47. ábra) fájlnevét írjuk át a krigelt talajtulajdonság nevére, ezt megtehetjük jobb egérgomb kattintással a térképi rétegre és választjuk ki a Réteg átnevezését.



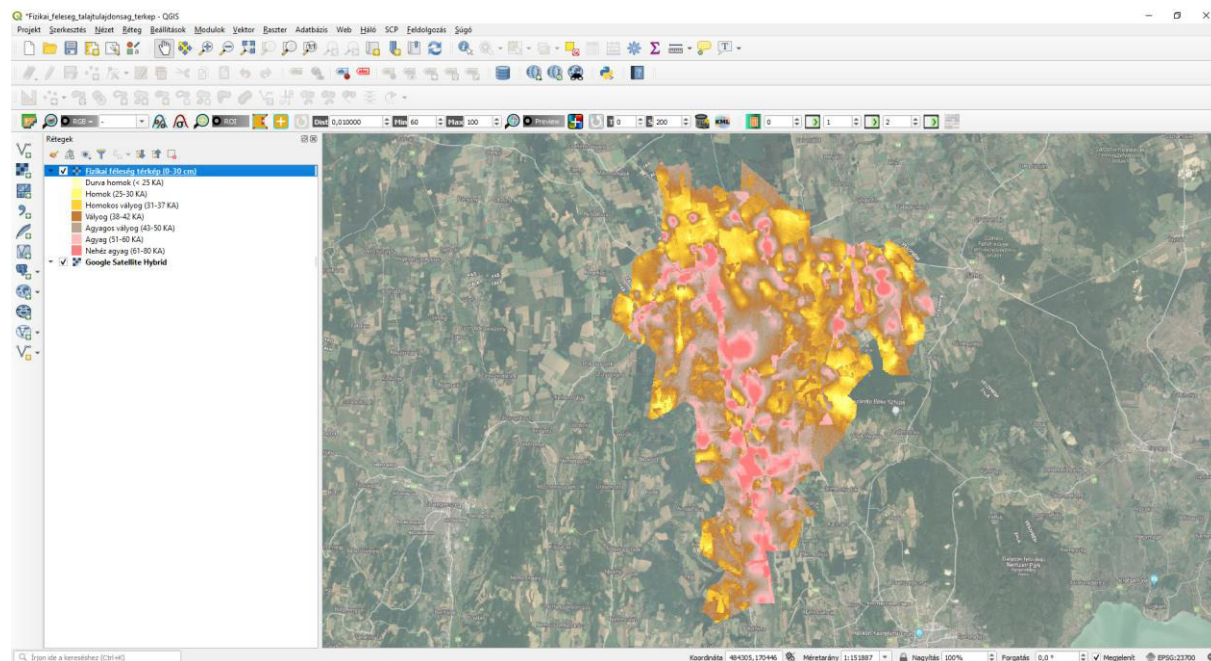
45. ábra: A megnyitott Tulajdonságok párbeszédablakban a Jelrendszer fülön a fizikai féleség talajtulajdonság térkép kategóriáinak beállítása



46. ábra: Az egyes fizikai féleség kategóriák RGB színekódolás szerinti beállítása

Lehetőségünk van arra is, hogy ugyanezt a *Tulajdonságoknál* a *Forrás* fülön végezzük el: a *Réteg* nevet javítsuk át értelemszerűen pl. „*Fizikai féleség térkép (0-30 cm)*”-re. A beadandó hallgatói feladatban a *térképezett talajtulajdonság (pl. 1-es réteg)* formába nevezzük át!

A szerkesztett térképlap hátterét, a jegyzetben példaként szereplő *Google Satellite Hybrid* felvétel megjelenésének erőteljességét az *Átlátszatlanság* állításával lehet megváltoztatni, amelyet a *Tulajdonságokban* az *Átlátszóság* fülön találunk meg. A kívánt értéket a *Globális átlátszatlanságot* csúszka segítségével, vagy a mögötte elhelyezkedő mezőbe a számérték beírásával adhatjuk meg. Figyelem, az átlátszatlanság mértéke ellentétes az átlátszósággal!

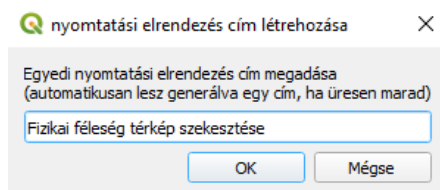


47. ábra: A Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe megjelenítési beállításokkal

A 2. *főfejezet* első részében bemutatásra került a QGIS térinformatikai program, melynek során leírtuk az alkalmazás futtatását, a QuickMapServices moduljának telepítését, illetve menü- és eszközközpontjának működését. Tárgyaltuk arról is, hogy a vektoros és a raszteres térképi rétegeknek miként lehet a vetületi rendszerét beállítani, majd ismertetve lettek az egyes térinformatikai adattípusok és azok jellemzői. A következő részben részleteztük azt, hogy a QGIS-ben miként hozhatunk létre különböző típusú shape fájlokat, hogyan szerkeszthetjük ezek geometriai alakzatait és attribútum tábláinak adattartalmát, valamint milyen információkkal tölthetjük meg a vektoros állományokat. A fejezetben leírásra kerültek vektoros térképi rétegek megjelenítése és feliratozása, az ábrázolásukhoz használt térképi jelrendszerek és szimbólumok szerkesztése. Az utolsó harmadik részben, a 1. *főfejezetben* tárgyaltak alapján az univerzális krigeléssel előállított raszteres eredménytérképünk megjelenítéséről és ábrázolásának előkészítéséről volt szó. Részleteztük azt, hogy a legtöbbször használt talajtulajdonság térképeket a hazai talajtérképezési gyakorlat nomenklatúrája alapján miként kell megszerkeszteni.

3. Talajtulajdonság térképek szerkesztése

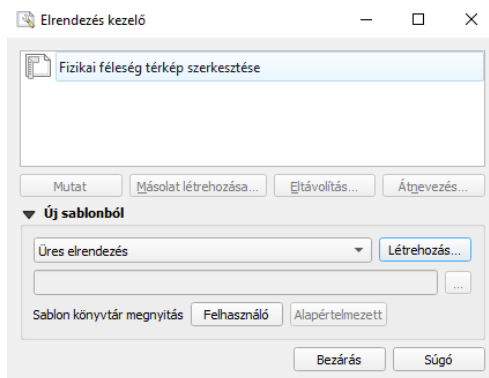
Az előző (2.11.) fejezetben leírt módon a kartografálás részeként már hozzáadtuk a programban a talajtulajdonság térkép raszteres állományát, majd beállítottuk az adott talajréteg és talajtulajdonság megjelenítését, valamint elkészítettük a jelmagyarázat feliratozását. Válasszuk ki most a *Projekt / Új nyomtatási elrendezés* (Ctrl+P) parancsot a menüből vagy kattintsunk a  ikonra (48. ábra). Adjuk meg a *nyomtatási elrendezés cím-ét*! (A jegyzetben maradjunk a „Fizikai féleség térkép szerkesztése” címnél.)



48. ábra: Az eredménytérkép nyomtatási elrendezésének hozzáadása

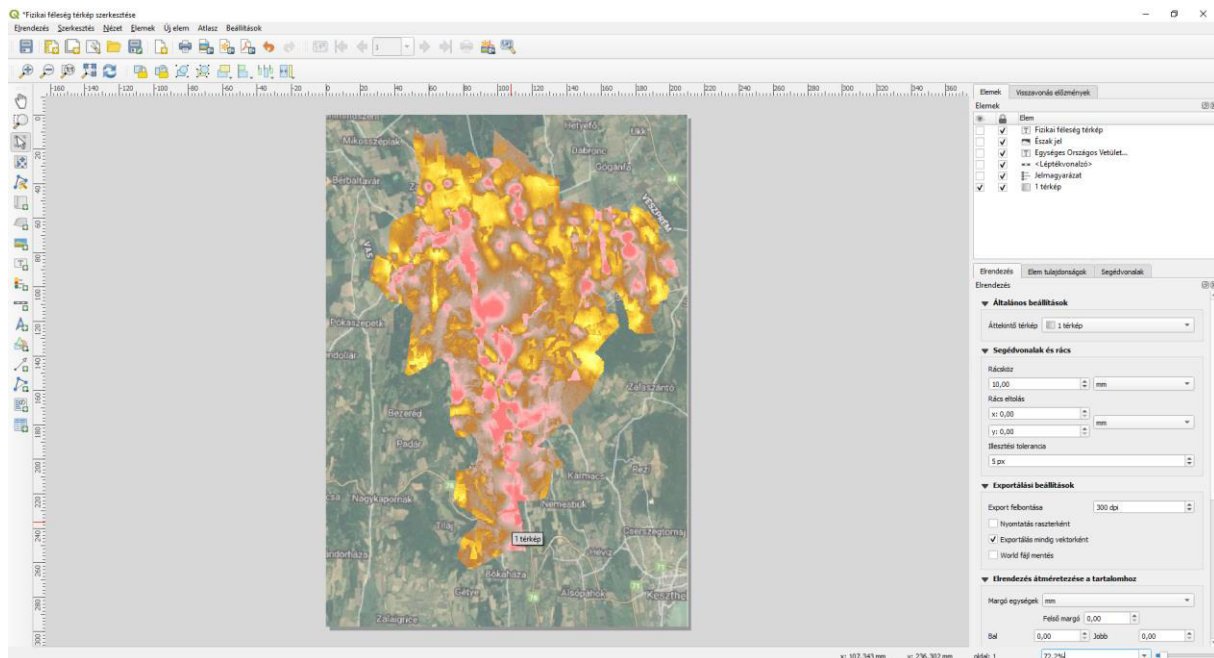
Megjelenik egy *térképi elrendezés szerkesztőlap*, amelyet tegyünk ki teljes méretre. Ezt követően állítsuk be a térképlap méretét és pozícióját, a fehér lap területén jobb egérgomb kattintás és *Oldal tulajdonságok...* a helyi menüt használva. A képernyőn alul jobb szélén megjelenik egy fülön az *Elem tulajdonságok* párbeszédablaka, itt a *Lapméretnél* adjuk meg az A4-es méretet és tetszés szerint az álló vagy a fekvő elrendezést. Az *Elrendezés* fülön az *Export* beállításoknál meghatározhatjuk a megszerkesztett térkép felbontását. Általában a térképi ábrázolások esetében legalább 150 dpi, de ajánlott 300 dpi vagy ennél nagyobb felbontások használata. Figyelem, a térképek képként való kimentését a „*Exportálás mindig vektorként*” bepipálása mellett tegyük! A legtöbb esetben már publikációkhoz, illetve különböző dolgozatokhoz és tanulmányokhoz készült térképszerkesztéseket vektoros formában kérik elkészíteni.

Ha a térképi elrendezés szerkesztőlapot becsukjuk, akkor bármikor újból megnyithatjuk a *Projekt / Elrendezés kezelő...* parancssal vagy a *Projekt eszköztárban* megtalálható  ikonnal. A megnyíló *Elrendezés kezelő* ablakban (49. ábra) felsoroltak közül kiválasztjuk azt a térképi elrendezést, amelyet szerkeszteni vagy megjeleníteni kívánunk, majd nyomjuk meg a *Mutat* gombot. Az ablakban az összeállított térképi elrendezést tetszés szerint eltávolíthatjuk (törölhetjük), másolatot készíthetünk belőle vagy címét átnevezhetjük.



49. ábra: Az Elrendezés kezelő dialógus ablaka

Hívjuk be az *Új elem / Térkép hozzáadása* paranccsal vagy a  ikonnal az előre megszerkesztett térképi állományt (50. ábra), ezután az üres lapon jelöljük ki azt a területet, ahova be kívánjuk illeszteni az elkészített talajtulajdonság térképet. Ha szeretnénk hozzáadni az összeállításához egy új térképi réteget, akkor frissíteniünk kell a szerkesztett térképet, ezt a *Nézet / Frissítés* (F5) paranccsal, vagy a *Navigációs eszköztárban* a  ikonra kattintással megtehetjük.

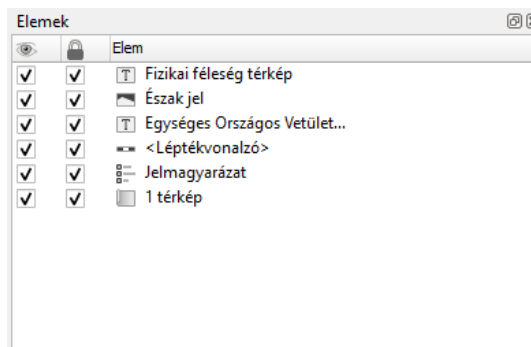


50. ábra: A szerkesztőlapon megjelenő Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe

Az *Új elem* menü segítségével a szerkesztés alatt álló térképhez *Címkét*, vonalas aránymértéket (*Léptékvonalzó*), *Jelmagyarázatot*, égtájak elhelyezkedését mutató *Észak jelet*, a térképi ábrázolás úgynevezett alapelemeit adhatjuk hozzá. Térképlapra az egyes elemek beszúrását a képernyő bal oldalán látható eszköztár ikonjaival is elvégezhetjük:



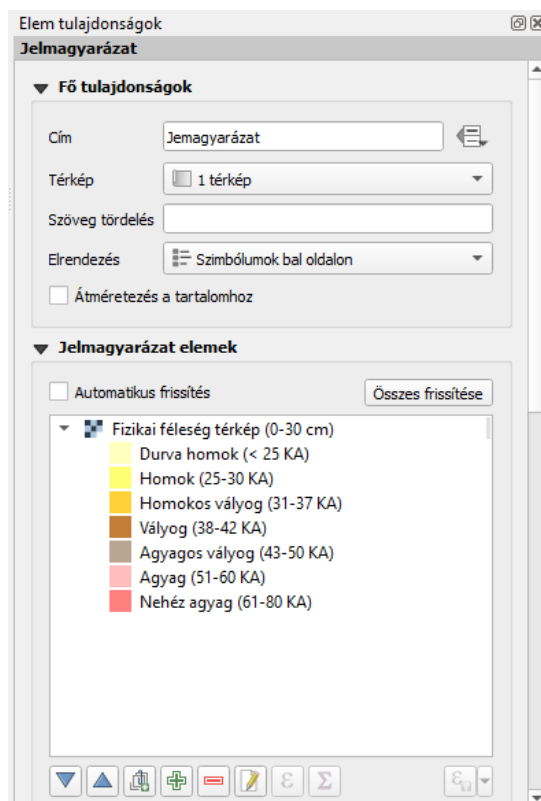
Az elhelyezett térkép, és annak alapelemei a jobb felső részen elhelyezkedő az *Elemek* panel (51. ábra) listájában felsorolásként is megtalálhatók. Az egyes térképi elemek láthatóságát ki- és bekapcsolhatjuk, valamint ezek végleges térbeli elhelyezését a térképlapon rögzíthetjük.



51. ábra: Az elemlistában megjelenő kartografált eredménytérkép kötelező térképi elemei

A térképi elemek beszúrásakor megjelenik egy célkereszt, amellyel kijelölhetjük a leendő objektum helyét, majd ezután megnyílik az *Új elem tulajdonságai* ablak, itt a beillesztett objektum méretét és térképlapon való pozícióját adhatjuk meg opcionálisan a finombeállítások előtt. Az *Elemek* panelen láthatók a beszúrt, kijelölt aktuális térképi elemek, amelyek beállításai az *Elem tulajdonságokban* elvégezhetők. Beállítható az, hogy mely térképi vektoros és raszteres rétegek, milyen sorrendben és milyen néven legyenek a jelmagyarázatban megjeleníthetők. A jelmagyarázatban a térképi rétegekhez tartozó *Jelmagyarázati elemeket*  törölhetünk, vagy  adhatunk hozzá gombok segítségével (52. ábra). Ha a Google Maps vagy az OpenStreetMaps rétegeket nem szeretnénk a jelmagyarázatban feltüntetni, akkor az utóbb leírt lépésekkel eltávolíthatjuk őket a felsorolásból, de hogy a *Jelmagyarázati elemek* szerkeszthetők legyenek, ahhoz előbb az „Automatikus frissítés” kifejezés elől ki kell vennünk a pipát. A jelmagyarázat felsorolásában az egyes térképi rétegek, vagy azok együtteséből alkotott rétegcsoporthoz helyét változtathatjuk a  és a  ikonokkal.

A *Cím* mezőbe írjuk be, hogy *Jelmagyarázat*. Az *Elrendezésnél* bal vagy jobb oldalra igazíthatjuk a jelmagyarázat szimbólumait. A *Szimbólum* lehetőséget lenyitva kedvünkre formázhatjuk az előállított térképek szimbólumainak alakját és méretét, külön választhatjuk azt, hogy *Mutassa a raszter szimbólumok körvonalát*, vagy ne jelenítse meg. A *Köz* lenyíló fülnél megadhatjuk az ábrázolandó térkép egyes jelmagyarázati elemcsoportjai közötti távolságot, az egyes elemcsoportokon belül a szimbólumok közötti távolságot, illetve a szimbólumok és a feliratok közötti távolságot. Meghatározhatjuk a jelmagyarázat cím és a jelmagyarázati elemek, vagy elemcsoportok közötti távolságot is. Igény szerint beállíthatjuk a különböző térképi rétegekhez tartozó *Betűkészletet* és azt, hogy a jelmagyarázat az ábrázoláson osztottan vagy nem osztottan, hány oszlopban jelenjen meg. A jobb megjelenés érdekében a jelmagyarázati elemeknek, illetve elemcsoportoknak *Háttérrel* és *Keretet* adhatunk, amelyeket tetszés szerint többféleképpen meg is formázhatunk.



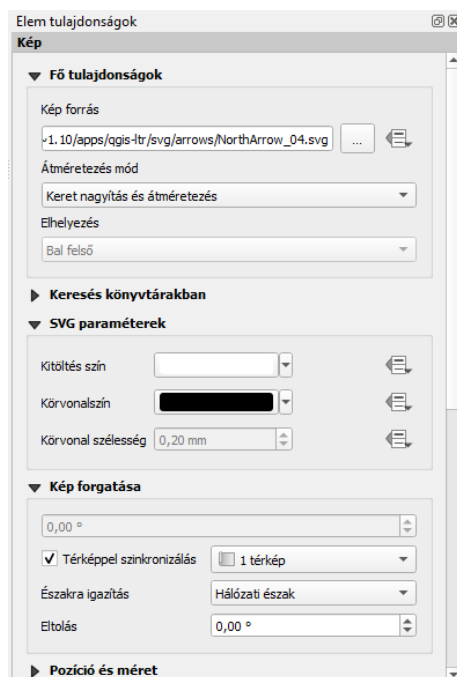
52. ábra: A jelmagyarázati elemek térképi megjelenítésének formázása

A *Lépték* (vonalas aránymérték vagy mértékléc) *Fő tulajdonságainál* megválaszthatjuk azt (53. ábra), hogy az ábrázoláskor az elem milyen *Stílus* szerint (*Egyszerű téglalap*, *Dupla téglalap*, *Osztások fent*, *Osztások középen*, *Osztások lent* és *Numerikus*) jelenjen meg.

53. ábra: A Lépték (vonalas aránymérték) beállításai

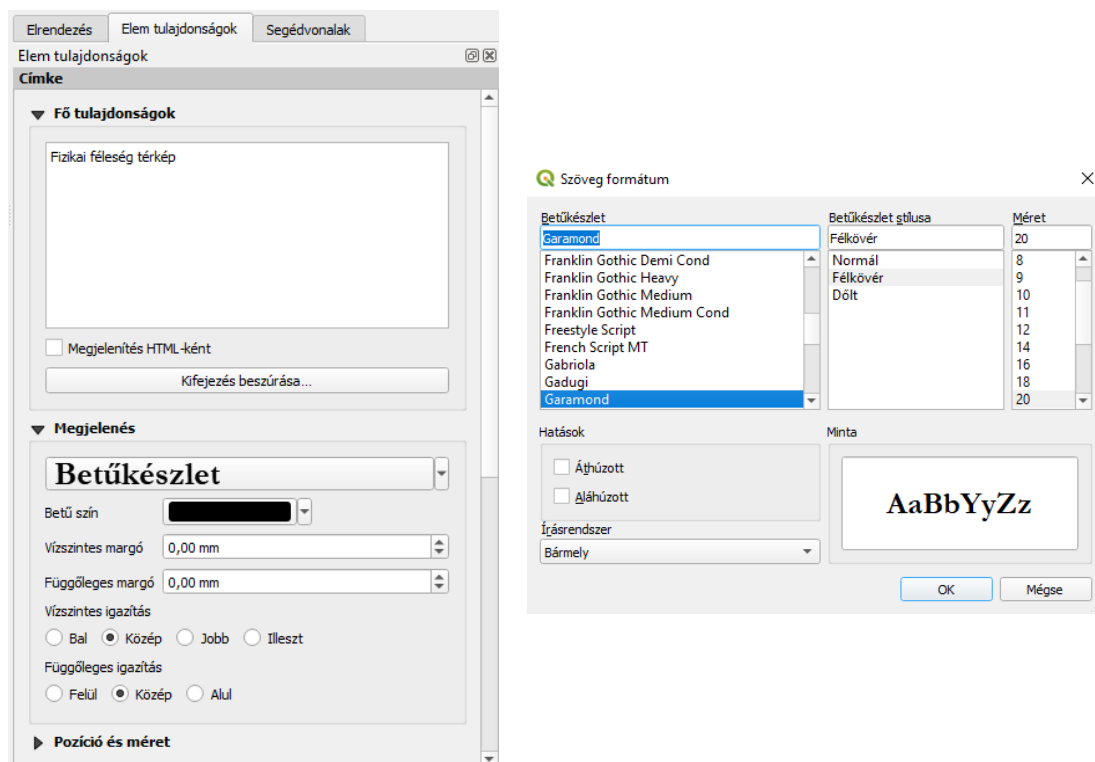
Beállítható, hogy a vonalas lépték mennyi szakaszból álljon, és ezen belül tartalmazzon-e külön bal szakaszt (alszakaszt) és jobb szakaszt (főszakaszt). Ha a megszerkesztett térképre a vonalas méretaránynál kilométerben szeretnénk kiírni az távolságot, akkor a *Lépték egységeknél* állítsuk be a *Kilométert*, a *Mértékegység címkéjét* is javítsuk át *km-re*. A *Címkeegység szorzón* ne változtassunk semmit, hagyjuk *1,00* értéken. A *Rögzített szélességgel* pedig megadhatjuk azt, hogy a vonalas méretarány egy egysége (beosztása), mekkora távolságot mutasson méterben vagy kilométerben. Megadható a vonalas lépték vastagsága (*Magassága*), formázható a betűkészlete és a színe, valamint szintén háttérbe és keretbe foglalható. A mértéklécnél fontos, hogy egy adott térképhez kapcsolódjon, ha például több, különböző méretarányú térkép is egy térképlapon van, akkor ügyelni kell arra, hogy melyik-melyik vonalas aránymérték mutatja az egyes térképek méretarányát.

A szerkesztett térképlap tájolását mutató *Észak jel Elem tulajdonságainak* beállításakor (54. ábra) az *Átméretezés módnál* válasszuk ki a *Keret nagyítás és átméretezés* funkciót. A kartográfiára a QGIS által automatikusan felajánlott más, az északi égtájat jelölő szimbólumot is beszúrhatunk. A *Keresés könyvtárakban* lenyíló fülön keresztül tallózhatunk további szimbólumok között, majd a megfelelőnek tartott jelet a *Hozzáadás* gombbal a térképre kithetjük. Hasonlóan, mint a többi térképi alapelem esetében az *Észak jelnek* is be lehet állítani keretet és háttérrel, amelyek külalakja szintén formázható.



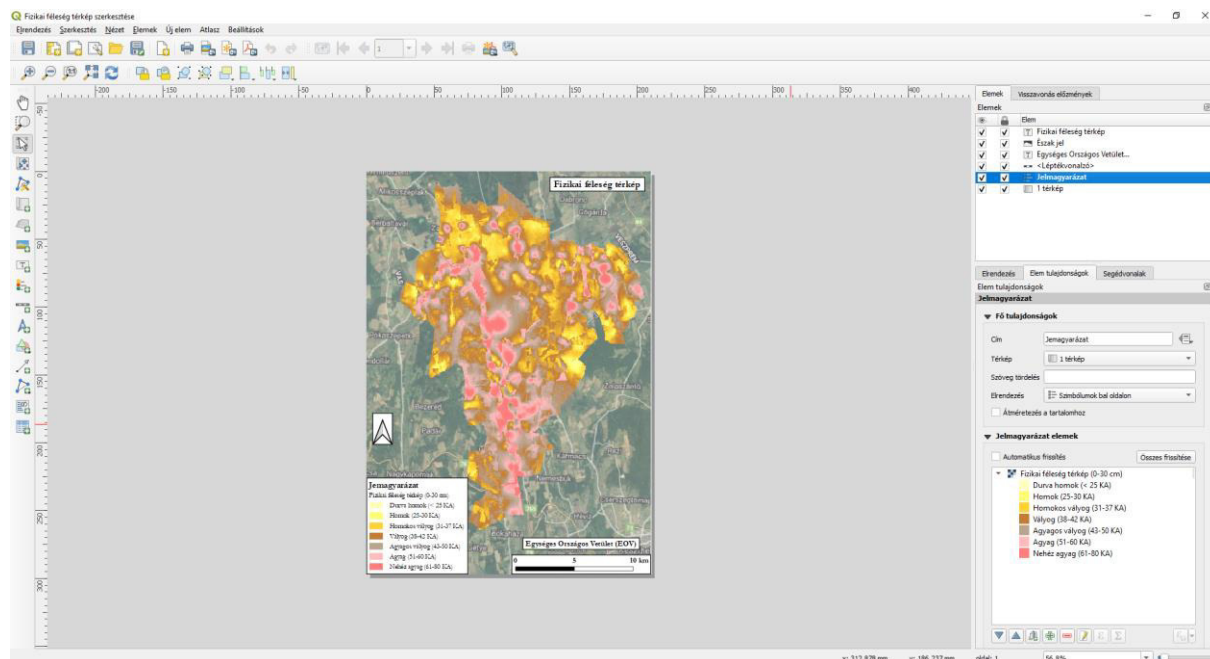
54. ábra: Az eredménytérkép földrajzi égtáj szerinti pozícióját mutató szimbólum beállításai

Címke hozzáadása után annak szövegét az *Elem tulajdonságok*, *Fő tulajdonságok* alá, az üres keretes helyre gépelhetjük be. A jegyzetben tárgyaltaknak megfelelően a térkép címe legyen „*Fizikai féleség térkép*”. A következő lépésben a címkét szerkeszthetjük és formázhatjuk (55. ábra), az adott szöveget *Vízszintes* (Bal, Közép, Jobb) és *Függőleges* (Felül, Közép, Alul) irányba igazíthatjuk. Beállíthatjuk a *Betűszínt* és a *Betűkészséget*, adhatunk a fentebb ismertetett módon szintén a feliratnak *Háttér*et és *Keret*et. Formázhatjuk a *Keret* vastagságát és színét, illetve a *Háttér* színét is.

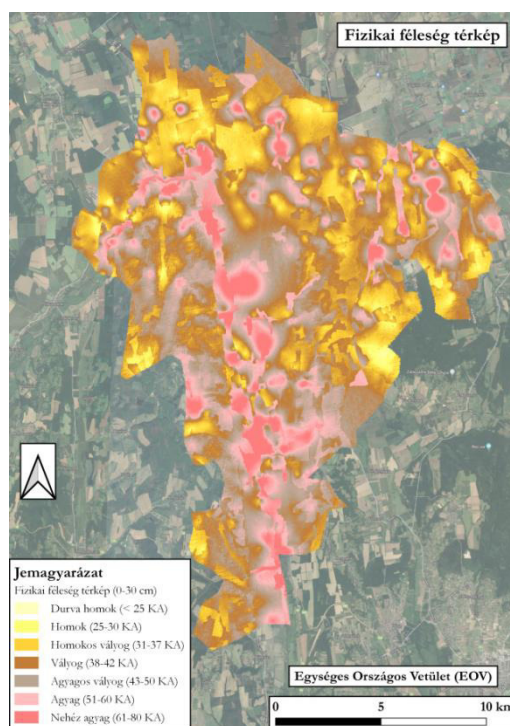


55. ábra: Az eredménytérkép feliratainak szerkesztése és formázása

Utolsó lépésben az elkészült talajtulajdonság térképet (56. ábra) az *Elrendezés* menüben mentjük (exportáljuk) képként, PDF-ként, vagy SVG-ként, a műveletet  ikonok segítségével is elvégezhetjük. Az 57. ábrán látható a képként kiexportált, a hallgatói jegyzetben szereplő Zalaszentgróti Járás feltalajának (0–30 cm-es talajréteg) 1:10.000 léptékű fizikai féleség térképe.



56. ábra: A szerkesztőlapon megjelenő kartografált Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe



57. ábra: TIFF képformátumban és 300 dpi felbontásban kiexportált Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe

A *3. főfejezetben* bemutatásra került a QGIS program azon eszköze, amelynek segítségével a *1. főfejezetben* leírtak szerint SAGA GIS-szel létrehozott, majd a *2. főfejezetben* elmondottaknak megfelelően ábrázolásra előkészített eredménytérképet, esetünkben bármely talajtulajdonság térképet (pl. fizikai féleség térképet) végleges kartografált formában tudjuk megjeleníteni. Megemlítsre kerültek azok a térképi elemek, amiket egy elkészített térképlapon kötelezően el kell helyezni. Az egyes térképi elemeket, illetve a térképlapot miként lehet szerkeszteni és formázni. Egy kartografált térképnek hogyan kell kinéznie külalakra. A megszerkesztett térképet exportálás után JPG, TIFF, vagy PDF fájlformátumba egy tanulmányban el tudjuk helyezni.

4. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. **ábra:** A SAGA GIS 6.3.0 térinformatikai program indító panelje
2. **ábra:** A SAGA GIS 6.3.0 program indításkor megjelenő grafikus felülete
3. **ábra:** A SAGA GIS program projektválasztó ablaka
4. **ábra:** A SAGA GIS-ben behívott térképi raszteres vagy vektoros munkaállományok megjelenítése
5. **ábra:** A kiválasztott projektben a már megnyitott munkaállományokhoz további térképi rétegek hozzáadása
6. **ábra:** A kiválasztott projektben megjelenített térképi munkaállományok
7. **ábra:** A SAGA GIS menürendszerébe a Resampling eszköz elérési útvonala
8. **ábra:** A Resampling eszköz dialógus ablaka
9. **ábra:** A raszterek GeoTIFF állományba történő exportjának elérési útvonala
10. **ábra:** A GeoTIFF állományú raszterek exportálási beállításai
11. **ábra:** A domborzati deriváltak képzés eszközének elérési útvonala
12. **ábra:** A domborzati deriváltak képzésének beállítása
13. **ábra:** A raszter normalizálás eszközének elérési útvonala
14. **ábra:** A raszter normalizálás beállítása a kiválasztott értékkészletre
15. **ábra:** A főkomponens analízis eszközének elérési útvonala
16. **ábra:** A főkomponens analízis beállítása
17. **ábra:** A folytonos értékkészlettel rendelkező domborzati segédváltozók főkomponens analízisének eredménye
18. **ábra:** A távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció (IDW) eszközének elérési útvonala
19. **ábra:** A távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció beállítása
20. **ábra:** Egy síksági mintaterületre elkészült a távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció
21. **ábra:** Egy síksági mintaterületre elkészült a távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció hisztogram görbéje
22. **ábra:** Az egyszerű krigelés eszközének elérési útvonala
23. **ábra:** Az egyszerű krigelés beállításai
24. **ábra:** Az egyszerű krigelés illesztett variogram görbéje és annak beállításai
25. **ábra:** Az univerzális krigelés eszközének elérési útvonala
26. **ábra:** Az univerzális krigelés beállításai
27. **ábra:** Az univerzális krigelés illesztett variogram görbéje és annak beállításai
28. **ábra:** Egy dombsági mintaterületre elkészült univerzális krigelés
29. **ábra:** Egy dombsági mintaterületre elkészült univerzális krigelés hisztogram görbéje
30. **ábra:** A QGIS 3.10 térinformatikai program indító panelje
31. **ábra:** A QGIS 3.10 program indításkor megjelenő grafikus felülete
32. **ábra:** A QGIS program moduljainak telepítése és kezelése
33. **ábra:** Térképi rétegek hozzáadása QMS modul segítségével a munkaprojekthez
34. **ábra:** A térképi rétegek Egységes Országos Vetületének (EOV) beállítása
35. **ábra:** Példa a vektoros és raszteres adatok tárolása közti alapvető különbségre
36. **ábra:** Térképi vektoros állományok megnyitása QGIS programban
37. **ábra:** Üres vektoros térképi réteg létrehozása SAGA GIS programba
38. **ábra:** A shape állományok átfedés elkerülésének beállítása
39. **ábra:** Átfedések elkerülésével („B” eset) szerkesztett és anélkül („A” eset) rajzolt poligonok közötti különbségek
40. **ábra:** Egy dombsági mintaterület shape fájljának megnyitott attribútum táblázata
41. **ábra:** Új mező hozzáadása az attribútum táblázathoz

- 42. **ábra:** A QGIS program megnyitott Mező kalkulátorra
- 43. **ábra:** A megnyitott térképi állomány Réteg tulajdonságainak panelje
- 44. **ábra:** A Zalaszentgróti Járás raszteres állománya alapértelmezett szürkeárnyaltos megjelenítéssel
- 45. **ábra:** A megnyitott Tulajdonságok párbeszédablakban a Jelrendszer fülön a fizikai féleség talajtulajdonság térkép kategóriáinak beállítása
- 46. **ábra:** Az egyes fizikai féleség kategóriák RGB színkódolás szerinti beállítása
- 47. **ábra:** A Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe megjelenítési beállításokkal
- 48. **ábra:** Az eredménytérkép nyomtatási elrendezésének hozzáadása
- 49. **ábra:** Az Elrendezés kezelő dialógus ablaka
- 50. **ábra:** A szerkesztőlapon megjelenő Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe
- 51. **ábra:** Az elemlistában megjelenő kartografált eredménytérkép kötelező térképi elemei
- 52. **ábra:** A jelmagyarázati elemek térképi megjelenítésének formázása
- 53. **ábra:** A Lépték (vonalas aránymérték) beállításai
- 54. **ábra:** Az eredménytérkép földrajzi égtáj szerinti pozícióját mutató szimbólum beállításai
- 55. **ábra:** Az eredménytérkép feliratainak szerkesztése és formázása
- 56. **ábra:** A szerkesztőlapon megjelenő kartografált Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe
- 57. **ábra:** TIFF képformátumban és 300 dpi felbontásban kiexportált Zalaszentgróti Járás fizikai féleség talajtulajdonság térképe
- 1. **táblázat:** A SAGA GIS programmal 30 méteres térbeli felbontású EU-DEM domborzatmodellből származtatott domborzati deriváltak
- 2. **táblázat:** A távolsággal fordítottan arányos súlyozott interpoláció kereszt-validációjának eredménye
- 3. **táblázat:** Fizikai féleség, kémhatás és mésztartalom talajtulajdonság térképek kategóriarendszere és azok egyezményes nomenklátúra szerinti RGB színskála kódolása

Készült: Keszthely, 2021. június 28.