



# Geografické informačné systémy v priestorovom plánovaní

# Učebný text

Milan Husár Jakub Hajduk

December 2021

Publikácia bola vydaná v rámci projektu TP Lab – Laboratórium pre priestorové plánovanie (číslo projektu SKHU/1902/4.1/079) podporeného z programu Interreg Slovenská republika – Maďarsko.



Obsah

1.	Úvod	3
2.	Využitie GIS nástrojov v priestorovo plánovacej praxi	5
3.	Teoretický základ GIS	8
4.	Prostredie QGIS	14
5.	Základné nástroje geoprocessingu	22
6.	Prezentácia štatistických dát v mapových výstupoch	27
7.	Finalizácia a publikovanie výstupov	30
8.	Webová služba priestorových informácií GIS v rámci projektu TP LAB	35
9.	Záver	40
	Bibliografia	41



1. Úvod

Rozvojom spoločnosti sa priestor stáva čoraz vzácnejšou komoditou, na ktorú sa nároky časom zvyšujú. Tlak na rozvoj územia, zábery pôdy či intenzifikáciu využitia už zastavaných území sú enormné faktory, na ktoré musí priestorové plánovanie dennodenne reagovať. Do popredia sa postupne viac dostáva potreba plánovania a predvídania dopadov rozvojových zámerov a intervencií rozličných aktérov v území.

Priestorové plánovanie disponuje v rôznych krajinách sa meniacou širokou paletou nástrojov, od formálnych (napr. územné plány miest a obcí) cez neformálne (napr. koncepcie regionálneho rozvoja) (Finka, 2010) až po technické nástroje napomáhajúce udržateľnému manažmentu priestorového rozvoja, kam patria práve geografické informačné systémy (GIS).

GIS predstavuje veľkú množinu nástrojov pre využitie v rôznych mierkach použiteľných v jednotlivých čiastkových typoch plánovania, ako je funkčné využitie, doprava, manažment krajiny, bývanie či životné prostredie (Shimonti, 2018). Tieto nástroje napomáhajú nielen analyzovať aktuálny stav či vizualizovať status quo, ale poskytujú možnosti priestorového modelovania a tvorbu scenárov priestorového rozvoja so zreteľom na dopady na priestor pre jednotlivé scenáre. Poskytujú nástroje na syntézu údajov v území a tvorbu tematických máp. Umožňujú uchovávať, spracovávať a analyzovať dáta o sociálnom, ekonomickom a fyzickom stave územia, čím je možné zobraziť predstaviť aktuálny stav a poukázať na oblasti, kde je potrebné vykonať opatrenia vedúce ku zlepšeniu situácie v priestore. Užívateľ dokáže tvoriť v týchto dátach dopyty a ich výsledky použiť pri rozhodovacích s cieľom tvorby rozhodnutí založených na dátach (tzv. evidence-based policies). Vrstvením mapových podkladov je možné identifikovať problémové oblasti, kde je potrebné vykonať isté intervencie smerujúce k zlepšeniu stavu v danom území (obrázok 1). GIS poskytuje nástroje pre monitoring stavu v území, ktorý napomáha k špecializovaným štúdiám napr. pre umiestnenie cestnej či zelenej infraštruktúry. Pri dostatku dát za isté časové obdobie je možné sledovať zmeny v krajine v časových radoch a umožniť tak plánovačom na tieto dlhodobé zmeny promptne reagovať.



Obrázok 1: GIS a priestorové plánovanie



Neustále viac miest a obcí si buduje svoje GIS databázy a webové portály, nakoľko potenciál takýchto riešení sa v posledných rokoch dostáva do debát o priestorovom rozvoji. Vstupné náklady pri opensource riešeniach predstavujú najmä ľudské zdroje pre nastavenie systému, vloženie existujúcich dát, vytvorenie systému manažmentu priestorových dát a ich údržba.

Využitie GIS riešení sa čoraz viac rozširuje v praxi a tieto nástroje sa dostávajú do mnohých iných oblastí vo vede a výskume ako aj v praktickom živote. Multiskalárnosť ich využitia a odbúrané prekážky pri nadobúdacích nákladoch pri open-source riešeniach sú faktory, ktoré napomáhajú ich zavádzaniu. GIS software sa v posledných rokoch stal neoddeliteľnou súčasťou výučby nielen na univerzitách, ale aj na stredných školách so stavebným či iným zameraním. Ako sa tieto riešenia šíria, v spoločnosti vzniká dopyt po odborníkoch, ktorí ich vedia využívať nielen na užívateľskej úrovni, ale dokážu dáta zbierať, vkladať do databáz, spracovávať, nastavovať ich prezentáciu cez webové aplikácie a tvoriť rozličné prediktívne priestorové modely. Pre toto je potrebné ovládať desktopové aplikácie, ale rozumieť fungovaniu systémov a dátových štruktúr a navyše vedieť dátam rozumieť a ich interpretovať. Absolventi priestorového plánovania majú v tomto výhodu, že od začiatku štúdia pracujú s dátami, tvoria ich a zbierajú a zároveň ich využívajú pri tvorbe svojich zadaní, čím sa stávajú žiadaným artiklom na pracovnom trhu nielen na Slovensku.



2. Využitie GIS nástrojov v priestorovo plánovacej praxi

Technológie na báze GIS nájdu svoje na širokej škále odborov, od plánovania a architektúry, pri geofyzikálnych a technických vedách až po vedy o zdraví človeka (Grind GIS, 2021). V rámci zamerania tohto textu sa budeme venovať predovšetkým ich využitiu a ich potenciálu v priestorovom plánovaní a príbuzných vedách.

GIS v prvom rade pomáhajú analyzovať stav územia, avšak je možné ich využívať aj pre účely predvídania budúcich zmien priestorového usporiadania a funkčného využitia územia či na vyhľadanie lokalít vhodných pre budúci rozvoj na základe kritérií ako sú prístupnosť, stav infraštruktúry, sklon terénu atď.

### Inventár zdrojov a priestorových informácií

Jednou zo základných funkcionalít GIS je inventarizácia dostupných informácií o území vo forme podkladových máp (ortofotografické mapy, tematické mapy atď.) či informácií o funkčnom využití, doprave a infraštruktúre, krajine a krajinnom obraze a pod. Teoreticky je množstvo dát neobmedzené, hoci v praxi má svoje limity najmä čo sa týka prehľadnosti dát a ich využiteľnosti v praxi, nie je totiž jednoduché sa vyznať v záplave dát, najmä pokiaľ sa jedná o údaje za rôzne časové obdobia. Ďalším limitom je ochrana osobných údajov vo forme nedávno prijatej smernice GDPR, čo je možné riešiť vhodnou agregáciou dát.

Mnohé mestá a mestské časti v poslednej dobe tvoria a zverejňujú mapové portály, kde sprístupňujú pre verejnosť (hoci častokrát iba na prezeranie, bez možnosti stiahnutia či spracovania dát) priestorové informácie. Sem patrí napríklad Bratislava, ktorá na svojom mapovom portály<sup>1</sup> poskytuje informácie o doprave, územnom pláne, technickú mapu mesta a mnoho iných a na svojom geoportály<sup>2</sup> je možné získať ešte viacej dát napríklad z oblasti demografie či majetku mesta. Okrem Bratislavy (obrázok 2) trend otvorených dát preberajú mnohé mestské časti a mestá na Slovensku ako Trenčín, Dubnica nad Váhom, Poprad a desiatky iných. Tento trend prispieva k transparentnosti a podporuje účasť verejnosti na spravovaní miest. V dnešnej dobe, kedy je prístupných aj mnoho nekomerčných open-source riešení je možné podobné webové aplikácie relatívne ľahko a lacno vytvoriť za pomoci skúsených technikov.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://mapy.bratislava.sk/

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> https://geoportal.bratislava.sk/





Obrázok 2: Ukážka dát dostupných na mapovom portály Bratislavy (vľavo) a ukážka dát z geoportálu Bratislavy (vpravo)

### Analýza súčasného stavu

Vhodným výberov dát, ich vrstvením a zvolením vhodnej symbológie GIS poskytuje jednoduché a efektívne možnosti na prezentáciu súčasného stavu vybraného územia. Je možné prezentovať dáta v časových radoch, identifikovať konflikty medzi ochranou životného prostredia a rozvojovými zámermi dostatočne vopred či identifikovať potenciálne rozvojové územia so svetle existujúcich regulácií a limitov. Tieto dáta je možné priamo zakomponovať do tvorby rozhodnutí na všetkých úrovniach s vplyvom na súčasné a budúce využitie.

Pokiaľ má mesto dostatočné množstvo dát usporiadaných vo vhodnej štruktúre, správnych mierkach a formátoch, úkony ako analýzy súčasného stavu pre potreby územných plánov mesta a zón alebo pre potreby rozličných štúdií sú ľahko vykonateľné a proces tvorby takýchto dokumentov je možné skrátiť a ušetrený čas venovať tvorbe plánov, ich pripomienkovaniu a zapojeniu zainteresovaných subjektov a samotnej implementácii. Toto sú však oblasti, pri ktorých v našich podmienkach chýbajú a nevyužívajú sa ISO štandardy pre GIS<sup>3</sup> a tvorí to značný limit pre využitie dát.

#### Modelovanie a projekcia

Jedným z hlavných poslaní priestorového plánovania je manažment zmien v území a predikovanie dopadov plánovaných intervencií (Bragagnolo a Geneletti, 2012), kam patrí aj predpokladaný rast populácie či ekonomický rozvoj územia. Modelovanie trajektórií budúceho využitia územia patrí medzi pokročilé funkcionality GIS riešení, ktoré sú možné pokiaľ sú vstupné dáta presné a správne usporiadané. Priestorové modelovanie poskytuje možnosti pre široký odhad populačných, environmentálnych či ekonomických trendov. Z hľadiska zmien životného prostredia sa často v praxi využíva modelovanie zmien krajiny podľa hodnotenia variantov budovania infraštruktúry v krajine. Je

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Napríklad ISO/TC211 https://www.isotc211.org/



možné vopred identifikovať konflikty v krajine medzi záujmami ochrany prírody a rozvoja územia<sup>4</sup>. S využitím informácii o socioekonomickom stave územia je podobne možné identifikovať body konfliktov či varovania pri developerských projektoch.

#### Evaluácia variantov

Pri tvorbe územných plánov či rozvojových projektov je jednou z kľúčových častí procesu tvorba a hodnotenie variantov riešení. Hodnotenie variantov je navyše neoddeliteľnou súčasťou procesov SEA a EIA týkajúcich sa hodnotenia vplyvov projektov a plánov na životné prostredie. Pri tejto evaluácii poskytujú GIS nástroje na zhodnotenie nástroje predpovedajúce ich dopady na jednotlivé zložky životného prostredia a dokážu poskytnúť relevantné argumenty pre tvorbu záverečných stanovísk.

V neposlednom rade je treba podotknúť, že výber finálneho variantu ako aj finálna podoba plánu ako takého je inherentne politický proces, do ktorého vstupujú vecné a silné argumenty. Tieto argumenty poskytuje plánovanie a v snahe postaviť solídnu argumentačnú bázu hrajú priestorové dáta, ich spracovanie a interpretácia kľúčovú rolu.

#### Monitoring implementácie plánov, stratégií a projektov

GIS nástroje sú neoddeliteľným pomocníkom aj pri fáze monitoringu dopadov plánov, stratégií a projektov. Potenciály spracovania dát z monitoringu poskytujú silný nástroj na sledovanie priebehu implementácie projektu, jeho vplyvov na okolité územie a krajinu a možnosť interim modifikácie projektov počas ich implementácie. Napríklad pri monitoringu dopadov líniových infraštruktúrnych projektov je monitoring výskytu zvery esenciálny pre správne umiestnenie prvkov zelenej infraštruktúry ako sú zelené mosty či zábrany pre vstup zvery na vozovku a následne pre monitoring efektívnosti týchto prvkov (Hlaváč et al, 2019; Finka et al, 2021). V tomto prípade sa na zber a spracovanie dát využívajú takmer výlučne GIS nástroje.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Manažment takýchto konfliktov je cieľom mnohých medzinárodných projektov ako TRANSGREEN či ConnectGREEN



3. Teoretický základ GIS

Geografické informačné systémy (GIS) sú počítačové systémy s cieľom analyzovať, spracovávať a zobrazovať geograficky referencované priestorové informácie (USGS, 2021). Ide o informácie, ktoré sú viazané na špecifickú geografickú polohu. Zjednodušene povedané sa jedná o dáta, ktoré majú definovanú svoju polohu v priestore (sú tzv. georeferencované).

Tieto nástroje poskytujú možnosti vrstvenia mapových podkladov (vrstiev) obsahujúcich rôzne informácie (obrázok 3). Je to umožnené digitálne a jednoducho, podľa potrieb užívateľa a takýmto spôsobom je možné tvoriť tematické mapy na zobrazenie stavu územia alebo na identifikáciu konfliktov.



Obrázok 3: Ukážka vrstvenia podkladových máp (USGS, 2021)

Zvyklo sa hovoriť, že GIS netvorí pekné mapy, na to boli k dispozícii programy na báze CAD alebo grafické programy (balíček Adobe, Corel či GIMP), avšak v posledných rokoch nastal výrazný posun v možnostiach grafického výstupu a výstupmi GIS sú jasné, úhľadné a oku lahodiace mapy, ktoré je možné prezentovať ostatným.

GIS predovšetkým poskytuje možnosť importovať obrovské množstvo dát z rôznych zdrojov využívajúc rozličné typy služieb, tieto dáta triediť, zadeľovať, upravovať, vrstviť a na koniec prezentovať vo forme



mapového výstupu. Paleta podporovaných formátov sa neustále rozširuje na vstupe aj na výstupe, pribúdajú možnosti importu dát napríklad z katastrálneho portálu. Rovnako paleta možností ako svoje mapy prezentovať sa zväčšuje. Mapy je možné exportovať do grafických formátov (JPG, PNG atď), PDF či CAD formátov. Rovnako sa stáva trendom prezentovať dáta na internete pomocou webových rozhraní, na toto existuje mnoho komerčných i nekomerčných riešení za podpory tímov programátorov, ktorí vedia upraviť výstup a fungovanie webového klienta podľa želania.

#### Súborové formáty GIS

GIS pracuje s pomerne veľkým množstvom súborov, ktoré je však možné rozdeliť do niekoľkých kategórií (obrázok 4). Súbory skupiny SHP sú tzv. shapefiles a ide o súbory obsahujúce georeferencované dáta vo forme databázy v GIS formáte. Akýkoľvek GIS software ich vie prečítať a spracovať, ide o štandardizovaný formát. Formát GDP je formát spoločnosti ESRI, ktorý tvorí geografickú databázu. Na rozdiel o SHP súboru obsahuje aj informácie o umiestnení súborov (relative paths) a tak obsahuje linky na ostatné SHP súbory či iné prvky GIS projektu. Rastrové formáty sú reprezentované predovšetkým formátom TIFF, ktorý obsahuje rastrové dáta (zvyčajne ide o obrázok tvorený rovnomerne umiestnenými pixelmi) a pixely v ňom obsahujú istú informáciu (napríklad digitálny model reliéfu spracovaný vo formáte TIFF obsahuje pixely a nim priradené informácie výške, je teda možné na ňom vidieť tektoniku terénu). Formát ECW predstavuje tzv. komprimované rastrové dáta, nakoľko rastrový obrázok vo vysokej kvalite môže dať veľkosť niekoľko gigabajtov a spomaľuje prácu v bežnom počítači. ECW je jedným z najviac využívaných formátov pre satelitné snímky, ktorý poskytuje vysokú kompresiu pri pomerne dobrej kvalite snímky.



Obrázok 4: Súborové formáty GIS



GIS súborových formátov sú však desiatky a v nižšie uvedených tabuľkách 1 až 4 sú predstavené najviac používané z nich (spracované na základe (GIS Geography, 2021)).

Tabuľka 1: Vektorové GIS súborové formáty

Súborový formát	Prípona súboru	Popis
Esri Shapefile	.shp .dbx .shx	lde o najviac rozšírený typ súboru, s ktorým sa používateľ stretne. Je používaný všetkými bežnými GIS programami, stal sa z neho štandard. Je dôležité pri prenášaní súborov prenášať všetky 3 súbory - SHP (obsahuje geometriu), SHX (obsahuje polohu) a DBF (atribučné dáta). Okrem toho je možné prenášať aj iné podsúbory, nie je to však nevyhnutné - PRJ (metadáta o projekčnom systéme), XML (asociované metadáta), SBN (priestorový index pre optimalizáciu dopytov) a SBX (optimalizácia trvania naťahovania).
Geographic JavaScript Object Notation (GeoJSON)	.geojson .json	GeoJSON formá sa používa predovšetkým pre webové mapové služby, obsahuje koordináty v textovej forme ako Javacript Object Notation (JSON). Obsahuje vektorové body, línie a polygóny ako aj tabulárne informácie. Po otvorení v textovom editore je možné jednoducho modifikovať tento súbor. Webové prehliadače rozoznávajú automaticky JavaScript a preto ide o najrozšírenejší webový formát.
Geography Markup Language (GML)	.gml	GML umožňuje použitie rozšírenia geografických súradníc XML. Ukladá geografické entity (vlastnosti) vo forme textu. Podobne ako GeoJSON, aj GML je možné aktualizovať v akomkoľvek textovom editore. Každý prvok má zoznam vlastností, geometriu (body, čiary a polygóny) a priestorový referenčný systém.
Google Keyhole Markup Language (KML/KMZ)	.kml	Tento formát GIS je založený na XML a primárne sa používa pre Google Earth. KML vyvinula spoločnosť Keyhole Inc, ktorá bola neskôr získaná spoločnosťou Google. KMZ (KML-Zipped) nahradil KML ako predvolený geopriestorový formát aplikácie Google Earth, pretože ide o komprimovanú verziu súboru. KML/KMZ sa stal v roku 2008 medzinárodným štandardom Open Geospatial Consortium. Zložky zemepisnej dĺžky a šírky (desatinné stupne) sú definované Svetovým geodetickým systémom z roku 1984 (WGS84). Vertikálna zložka (nadmorská výška) sa meria v metroch od vertikálneho nulového bodu geoidu WGS84 EGM96.



Tabuľka 2: Rastrové GIS súborové formáty

Súborový formát	Prípona súboru	Popis
ERDAS Imagine (IMG)	.img	Súbory ERDAS Imagine je proprietárny formát súborov vyvinutý spoločnosťou Hexagon Geospatial. Tieto súbory sa bežne používajú pre rastrové údaje na ukladanie jednotlivých a viacerých pásiem satelitných údajov. Súbory IMG používajú hierarchický formát (HFA), ktorý je voliteľný na ukladanie základných informácií o súbore. Môže to napríklad zahŕňať informácie o súbore, pozemné kontrolné body a typ senzora. Každá rastrová vrstva ako súčasť súboru IMG obsahuje informácie o svojich dátových hodnotách. Zahŕňa to napríklad projekciu, štatistiku, atribúty, pyramídy a či ide alebo nejde o súvislý alebo diskrétny typ rastra.
American Standard Code for Information Interchange ASCII Grid	.asc	ASCII používa množinu čísel (vrátane desatinných čísel) medzi 0 a 255 na ukladanie a spracovanie informácií. Obsahujú aj informácie v hlavičke so sadou kľúčových slov. Textové súbory ASCII vo svojej natívnej forme ukladajú údaje GIS vo formáte s oddeľovačmi. Môže to byť čiarka, medzera alebo formát oddelený tabulátormi. Prechodom z nepriestorových na priestorové údaje môžete spustiť proces prevodu nástroja, ako je ASCII na raster.
GeoTIFF	.tif .tiff .ovr	GeoTIFF sa stal priemyselným obrazovým štandardným súborom pre aplikácie GIS a satelitného diaľkového snímania. GeoTIFF môžu byť doplnené ďalšími súbormi - TFW je svetový súbor, ktorý je potrebný na poskytnutie geolokácie rastra; XML voliteľne sprevádza GeoTIFF a predstavuje metadáta; Pomocné súbory AUX ukladajú projekcie a ďalšie informácie; a OVR súbory zlepšujú výkon pre rastrové zobrazenie.

#### Tabuľka 3: Komprimované rastrové súborové formáty

Súborový formát	Prípona súboru	Popis
ER Mapper Enhanced Compression Wavelet	.ecw	ECW je komprimovaný obrázkový formát zvyčajne pre letecké a satelitné snímky. Tento typ súboru GIS je známy svojimi vysokými kompresnými pomermi pri zachovaní kvalitného kontrastu obrázkov. Formát ECW bol vyvinutý spoločnosťou ER Mapper, ale teraz je vo vlastníctve spoločnosti Hexagon Geospatial.
Joint Photographic Experts Group JPEG2000	.jp2	JPEG 2000 má zvyčajne príponu súboru JP2. Ide o vlnkovú kompresiu s najnovším formátom JPG, ktorý poskytuje možnosť stratovej alebo bezstratovej kompresie. Formáty JPEG 2000 GIS vyžadujú svetový súbor, ktorý poskytne vášmu rastru geolokáciu. Sú optimálnou voľbou pre snímky na pozadí kvôli ich stratovej kompresii. JPEG 2000 dokáže dosiahnuť kompresný pomer 20:1, ktorý je podobný formátu MrSID.
LizardTech Multiresolution Seamless Image Database MrSID	.sid .sdw	Vlastný formát MrSID od LizardTech sa bežne používa pre ortoobrazy, ktoré potrebujú kompresiu. Obrázky MrSID majú príponu SID a sú sprevádzané svetovým súborom s príponou SDW. MrSID majú pôsobivé kompresné pomery. Farebné obrázky je možné komprimovať v pomere viac ako 20:1. LizardTech GeoExpress je softvérový balík schopný čítať a zapisovať formát MrSID.



Tabuľka 4: Súborové formáty geografických databáz

Súborový formát	Prípona súboru	Popis
		Spoločnosť ESRI vytvorila súbor geodatabáza ako priestor na ukladanie viacerých
		atribútových tabuliek, vektorových a rastrových dátových súborov. Ide o nástupcu MDB
		geodatabázy. Súborové geodatabázy ponúkajú štrukturálne a výkonnostné výhody. Majú
		rýchly výkon, všestranné vzťahy, kompatibilné úložisko pre rastové obrázky, vylepšené
		priestorové indexy, kompresiu údajov, prispôsobiteľnú konfiguráciu a obmedzenia veľkosti
		súboru 1 terabajt. V rámci geodatabázy sa množiny geografických údajov označujú ako
Esri File		triedy prvkov. Geodatabázy však môžu uchovávať zložitejšie údaje, ako sú siete, rastrové
Geodatabase	.gdb	mozaiky a súbory údajov o prvkoch.
		Osobné geodatabázy používajú predvolenú príponu súboru databázy Microsoft Access
		(MDB). Kedysi boli najrozšírenejším typom databázy na správu geopriestorových údajov.
		Osobné geodatabázy boli výhodné, pretože ste mohli spravovať viacero atribútových
Esri Personal		tabuliek, vektorové a rastrové množiny údajov a vytvárať triedy vzťahov. Ich najväčšou
Geodatabase	.mdb	nevýhodou však bola ich obmedzená úložná kapacita 2 GB.
		GPKG sú samostatné databázy SQLite bez servera, ktoré môžu obsahovať čokoľvek od
		vektorov, dlaždíc, rastrov, atribútov vrstiev a dokonca aj rozšírení. Na rozdiel od shapefile,
OGC		ktorý má 3 povinné súbory, tento otvorený štandardný geopriestorový kontajner sa ľahko
GeoPackage	.gpkg	zdieľa, pretože je celý obsiahnutý v jednom súbore.

#### Súradnicové systémy

Podobne ako akékoľvek dáta, priestorové dáta sa skladajú z reťazcov čísiel, avšak navyše obsahujú informácie o ich polohe v priestore. Tieto údaje sú súčasťou súradnicového systému, ktorý umožňuje umiestniť dáta v priestore a napomáha zosúladiť vaše dáta relatívne voči ostatným priestorovým dátam. Vďaka tomuto je možné vykonávať presné priestorové analýzy a tvoriť mapy. Všetky priestorové dáta (body, čiary, polygóny, rastre) sú vytvorené v rámci istého koordinačného systému. Tento koordinačný systém je špecifikovaný viacerými spôsobmi – stupňami, yardami, metrami.

Aby užívateľ pracoval s presnými dátami, je absolútne kľúčové, aby mal v projekte nastavený správny koordinačný systém. Ak je toto nastavenie nesprávne, priestorová poloha dát je nepresná a tým pádom aj ďalšie výstupy a spracovania sú automaticky nesprávne. Tieto rozdiely vychádzajú zo zakrivenia povrchu Zeme. Dnes je konverzia medzi súradnicovými systémami jednoduchá a relatívne presná, vďaka čomu ak užívateľ pripojí do svojho projektu dáta z inej krajiny a iného súradnicového systému, GIS si ich vie prekonvertovať.

Pre zjednodušenie vyhľadávania súradnicových systémov bol vytvorený register EPSG. Každý koordinačný systém má pridelený jedinečný EPSG kód, pomocou ktorého je ho možné identifikovať a nájsť sú údaje o jeho vlastnostiach. Hlavný register EPSG kódov je dostupný na webe <u>https://epsg.io/</u>.

V rámci Slovenska sa najviac používa koordinačný systém s označením "S-JTSK / Krovak East North (EPSG:5514)", ktorý sa používa pre územie Slovenska a Českej republiky. Jeho presnosť sa udáva s odchýlkou 1 meter, čo je pre bežné potreby postačujúce.

V GIS platformách je kľúčové pri vytváraní nového projektu správne si pri základnom nastavení definovať súradnicový systém (obrázok 5).



Q Project Properties | CRS



Q	Project Coordinate Reference System (CRS)	
🔀 General	No CRS (or unknown/non-Earth projection)	
📝 Metadata	Fiter Q	
	Recently Used Coordinate Reference Systems	
CRS CRS	Coordinate Reference System	Authority ID
~	S-JTSK / Krowak East North	EPSG:5514
V Default Styles	S-JTSK (Ferro) / Krovak East North	EPSG:5221
	TUREF	EPSG:5252
Data Sources	ED_1950_Turkey_10	ESRI:102551
	WGS 4	ESRI 102007
Relations	WGS 84 / Pseudo-Mercator	EPSG:3857
12		
C. Variables	4	•
Macros	Predefined Coordinate Reference Systems	Hide deprecated CRSs
-	Coordinate Reference System	Authority ID 🔺
QGIS Server		
	S-JTSK (Ferro) / Krovak	EPSG:2065
	S-JTSK (Ferro) / Krovak East North	EPSG:5221
	S-JTSK / Krovak	EPSG:5513
	S-JTSK / Krovak East North	EPSG:5514
	S-ITSK HTSK031 / Kennak	EBSG-8352
	4	•
	BARDODOCASI-J-TURP, BARDODOCASI-J-TURP, Bevunk*, LLIPBOCIT&seel L412-(47797).135,296.1301.0, LORDIDITION (****).1113, BARDONDOCIS-Seel L412-(47797).135,296.1301.0, LAIDENDOCIS-SEEL L412-(47797).135,296.1301.0, MICHAEL CARACTER, L412-(47797).135,297.1301.0, MICHAEL CARACTER, L412-(47797).135,297.1301.0, MIC	in the second

Obrázok 5: Nastavenie súradnicového systému pri novom projekte

Podobne, pri vytváraní novej vrstvy do existujúceho projektu je takisto dôležité správne nastaviť súradnicový systém, aby dáta "sedeli a pasovali" pri ich posielaní ďalej (obrázok 6).

🔇 New Shapefile Layer				×
File name				
File encoding	UTF-8			•
Geometry type	° Point			•
Additional dimensions	None	C (+ M values)	O M values	
	Project CRS: EPSG:	5514 - S-JTSK / Krovak East North		-

Obrázok 6: Nastavenie súradnicového systému pre nové vrstvu



4. Prostredie QGIS

QGIS je voľne dostupná open-source platforma pre geografické informačné systémy, ktorá umožňuje prehliadanie, editovanie, analýzu a spracovanie geopriestorových dát. Je licencovaná pod GNU General Public License. Funguje na operačných systémoch Linux, Unix, Mac OSX, Windows a Android a podporuje veľké množstvo vektorových, rastrových a databázových formátov a funkcionalít (QGIS, 2021).

Ide o jednu z najviac rozšírených GIS platforiem na svete. Globálne je QGIS druhou najviac používanou GIS platformou na svete, hneď za komerčnou platformou ArcGIS od spoločnosti ESRI. Obe platformy ponúkajú pre užívateľa podobné užívateľsky prívetivé rozhranie. Mnoho ľudí, ktorí pracujú s GIS používajú obe platformy, nakoľko každá má svoje silné i slabé stránky a navyše prechod z jednej platformy na druhú je jednoduchý keďže základné rozhranie je podobné (obrázok 7).



Obrázok 7: Ukážka užívateľského rozhrania ArcGIS (ESRI) vľavo a QGIS vpravo (AMDGS, 2020)

V tabuľke 5 sú uvedené hlavné rozdiely medzi týmito dvoma najviac rozšírenými GIS platformami.

Tabuľka 5: Porovnanie ArcGIS a QGIS v rámci základných atribútov

ArcGIS	QGIS
	<ul> <li>Open-source voľne dostupný software</li> </ul>
<ul> <li>Komerčný software, nie je voľne dostupný</li> </ul>	<ul> <li>Funguje pod rôznymi operačnými systémami (vrátane</li> </ul>
<ul> <li>Nie je voľne dostupný</li> </ul>	iOS)
<ul> <li>Funguje iba pod Windows operačným systémom</li> </ul>	<ul> <li>Nie je licencovaný</li> </ul>
<ul> <li>Fungovanie pod bezpečným ESRI prostredím</li> </ul>	<ul> <li>Je vyvíjaný programátormi po celom svete</li> </ul>
• Možnosť rozšírenia prostredníctvom add-onov a rozšírení	<ul> <li>Možnosť rozšírenia pomocou pluginov (plugin library)</li> </ul>
<ul> <li>Možnosť tlače mapových listov cez data-driven pages</li> </ul>	<ul> <li>Možnosť tlače mapových listov cez QGIS Atlas</li> </ul>
<ul> <li>Obsahuje advanced mapping functionalities a väčšie</li> </ul>	<ul> <li>Load time (rýchlosť načítania aplikácia) vyššia ako pri</li> </ul>
množstvo funkcií v rámci priestorovej analýzy (hillshading,	ArcGIS
overlays, map algebra, network analysis)	<ul> <li>Možnosť publikovať mapy cez pluginy ako qgis2web</li> </ul>
<ul> <li>Možnosť publikovať mapy cez ArcGIS online</li> </ul>	alebo qgis2threejs



V tomto učebnom texte sa budeme ďalej zaoberať fungovaním platformy QGIS. Základný formát platformy QGIS je súbor .qgz. Projekt v QGIS sa ukladá ako celok do súboru v tomto formáte (napr. Projekt1.qgz) a obsahuje prelinkovania použité vrstvy, štýl jednotlivých vrstiev, úroveň priblíženia (mierku) a ostatné informácie, ktoré boli užívateľom nastavené. Pri posielaní vášho projektu iným užívateľom, je možné zaslať celý súbor .qgz spolu s ostatnými vrstvami (súbory shapefile .shp, .shx, .dbf a .prj).

Platformu QGIS je možné si stiahnuť z oficiálnej webovej stránky QGIS <u>https://qgis.org/en/site/</u>. V sekcii "Download" si užívateľ nájde vhodnú verziu podľa svojho operačného systému a môže si stiahnuť najnovšiu verziu (k 5.12.2021 je najnovšia verzia QGIS 3.22).

#### Základná orientácia

Po nainštalovaní platformy QGIS a jej spustení sa užívateľovi zobrazí základné rozloženie software-u. Na obrázku 8 je zobrazené základné rozloženie, ktoré sa môže meniť v závislosti od užívateľom



nainštalovanej verzie alebo od operačného systému, avšak základné súčasti programu by mali byť ako na obrázku.

- Menu: umožňuje základné nastavenie projektu, nastavenie náhľadu, mierky, vektorové a rastrové nástroje, prístup k rozšíreniam (pluginom) a prístup k nástrojom georocessingu atď.
- Panel nástrojov: ide o nastaviteľný panel, kde si môže užívateľ podľa svojej preferencie navoliť rozloženie. Panely a toolbary poskytujú nástroje na prácu v rámci projektu s vrstvami, dátami, obrázkami atď.
- Browser: umožňuje prehliadanie súborov v počítači, pripájanie vrstiev, webových služieb (WMS, WFS, databázy PostGIS atď.)
- Vrstvy: tento panel umožňuje ovládanie vrstiev v danom projetke, ich prehliadanie, zapínanie/vypínanie, nastavovanie ich štýlov, ich viditeľnosť atď.
- Ukážka mapy: hlavný panel programu, kde vidno náhľad mapy a dát, je možné približovať/oddliaľovať
- Status bar: zobrazuje základné informácie o projekte ako poloha kurzora, aktuálna mierka mapy v ukážke mapy či koordinačný EPSG systém.



Obrázok 8: Základná orientácia v prostredí QGIS

#### Podkladové mapy

Ako podkladovú mapu si možno zvoliť veľké množstvo máp. Najviac používaným podkladom v QGIS sú Open Street Maps, ktoré si možno importovať napríklad prostredníctvom pluginu "QuickMapServices" alebo "QuickOSM"(viď nižšie). Open Street Maps sú nekomerčná mapová služba, sú pravidelne aktualizované a poskytujú údaje za väčšinu sveta.

Takisto je možné ako podklad si zvoliť Google Mapy prostredníctvom možnosti "XYZ tiles" (obrázok 9). Pomocou pluginov je možné pripojiť iné mapové zdroje podľa potreby a ďalej s nimi pracovať.



Výhodou QGIS je, že jeho užívatelia sú rozmiestnení po celom svete a vedia na rôznych fórach poradiť ako sa dostať k vyžadovanej mape alebo verejne dostupným dátam, nakoľko každá krajina má iný stav informatizácie takýchto podkladov. QGIS poskytuje možnosti pripojenia rôznych máp a vrstiev pomocou služieb ako WMS, WFS, WCS, pripojenie GIS serverov či databáz z verejných zdrojov ako sú na Slovensku (ZB GIS, kataster, údaje o životnom prostredí cez SAŽP a mnoho iných). Toto tvorí jednu z hlavných výhod použitia GIS a to je práve to, že mnohé verejné inštitúcie prechádzajú na zdieľanie priestorových dát a ich import do desktopovej verzie GIS a následnú prácu s dátami. Keď užívateľ má predstavu aké dáta potrebuje, kde ich možno získať a ako sa k nim dostať po technickej stránke, je možné za krátky čas mať k dispozícii množstvo údajov o danom území bez potreby tieto dáta nepresne prekresľovať či inak aproximovať.



Obrázok 9: Pripojenie Google Maps ako podkladovej mapy v prostredí QGIS

### Atribútová tabuľka

Atribútová tabuľka umožňuje prezeranie a editácia priestorových údajov. V tejto tabuľke vieme jednotlivé dáta editovať, vyberať podľa navoleného vzorca, filtrovať či pridávať manuálne alebo pomocou kalkulácie polí (obrázok 10). Pred začatím upravovania dát je potrebné zapnúť editačný mód stlačením symbolu ceruzky vľavo vo vrchnej lište atribútovej tabuľky.



Zapnut editačného	tie Vy módu	ýber dát podľa vzorca	Výber dát po filtra	odľa Kalku	ulácia polí	_	_	~
				🏘 🔎 i 🐻 📓				^
	NL_NAME_1	VARNAME_1	ID	20JAN2021_NUTS3	20JAN2021_PROVINCE	!0JAN2021_I	NOV_INDE	)). 🔺
1	NULL	NULL	31	TR631	Hatay		7.17	7
2	NULL	NULL	63	TRA23	l?d?r		6.5	5
3	NULL	Muğla	10	TR323	Mu?la		7.41	
4	NULL	Muş	70	TRB22	Mu?		6.75	5
5	NULL	NULL OI	bsah <sup>78</sup>	TRC31	Mardin		6.37	7
б	NULL	içel <b>atrib</b>	o <mark>útovej</mark> <sup>30</sup>	TR622	Mersin		7.71	
7	NULL	<sub>NULL</sub> tak	ouľky <sub>53</sub>	TR902	Ordu		6.84	4
8	NULL	NULL	33	TR633	Osmaniye		7.15	5
9	NULL	Nevşehir	37	TR714	Nev?ehir		6.92	2
10	NULL	Niğde	36	TR713	Ni?de		6.92	2
11	NULL	Kırklareli	4	TR213	K?rklareli		7.55	5
12	NULL	Kırşehir	38	TR715	K?r?ehir		6.92	-
4								
	Show All Features							

#### Obrázok 10: Atribútová tabuľka v prostredí QGIS

Výber dát podľa vzorca prebieha stlačením možnosti výberu dát, čo vyvolá samostatné okno, kde môžem navoliť vybraný vzorec (obrázok 11). Paleta možností vzorcov je prakticky nekonečná, je možné využívať matematické funkcie, geometrické funkcie, výber mapového podkladu, reťazca dát, podľa vlastností dát, je možné vyberať na základe premenných a pod. Účelom tohto okna je pomôcť užívateľovi vybrať dáta podľa vopred stanovených kritérií. Tieto dáta môžu byť rozsiahle a manuálny výber by zabral priveľa času resp. by bolo neekonomické a preto keď užívateľ stanoví podľa akého vzorca chce dáta selektovať, výstupom je výber dát podľa navolených kritérií. Tieto môžu byť jednoduché ako napríklad výber polí s hodnotou viac ako x alebo je možné zadať komplexnejšie príkazy.



 Function Editor		
	Q. Se.     Show Help.       > Aggregates     Arrays       > Color     Konditionals       > Conditionals     Conversions       > Date and Time     Fields and Values       > Fields and Paths     Feuzy Matching       > Geometry     Maps       > Maps     Maps       > Math     Operators       > Record and Attrib     String       > Variables	group aggregates

Obrázok 11: Výber dát podľa navoleného vzorca v atribútovej tabuľke

Alternatívne je možné filtrovať dáta pomocou možnosti výber dát podľa filtrov. Toto dialógové okno užívateľ vyvolá stlačením tlačidla výber dát podľa filtra (obrázok 12). V riadkoch sa ukážu jednotlivé premenné, ktoré sa v danej vrstve nachádzajú a pri každej z týchto vrstiev je možné zadať napríklad hodnotu, ktorej sa má premenná rovnať (napríklad pri výbere okresov v rámci Slovenskej republiky užívateľ zadá okres = Prievidza a systém označí riadky v okrese Prievidza) alebo nachádzať v danom intervale atď.

ID 0		Evolutia Field
10_0	. Controls Field	Exclude Hed 🚽
ISO	V Exclude Field	
NAME 0	Equal to (=)	
-	Not equal to (≠	.)
ID_1	Greater than (>	)
NAME_1	Less than (<)	
TYPE 1	Greater than or	equal to (≥)
TIPE_1	Less than or equ	ual to (≤)
ENGTYPE_1	Between (inclus	sive)
NL_NAME_1	Not between (in	nclusive)
VARMANE	ls missing (null)	)
VARNAME_1	Is not missing (	(not null)
ID		Exclude Field w
203AN2021_NUT53	Case sensitive	Exclude Field 🚽
20JAN2021_PROVINCE	Case sensitive	Exclude Field 🚽
20JAN2021_INOV_INDEX		Exclude Field 🚽
20JAN2021_INOV_INDEX_2		Exclude Field 🚽
20JAN2021_GDP_2018		Exclude Field 🚽
20JAN2021_PATREG2019		Exclude Field 🚽
20JAN2021_RDEXPLOG		Exclude Field 🚽

Obrázok 12: Výber dát podľa filtrov

Pri práci s atribútovou tabuľkou často užívateľ potrebuje matematicky vypočítať nejaké hodnoty z dát nachádzajúcich sa v danej vrstve. Na toto slúži funkcia kalkulátor polí (obrázok 13). Je možné zadať výpočet pomocou veľkého množstva vopred nadefinovaných funkcií a výsledok vpísať do nového poľa (create a new field) alebo prepísať existujúce pole (update existing field). Užívateľ má k dispozícii stovky preddefinovaných funkcií alebo ich vie ľubovoľne kombinovať.



Create virtual field tput field name tput field type Whole number (integer) tput field length 10    Precision 3    +	
rboresion Function Editor	Q. Search       Show Help         row_number       A         Aggregates       A         Arays       Contains functions which aggregate values over layers and fields.         Conditionals       Conditionals         Conditionals       Conditionals         Fields and Values       Fields and Values         Fields and Values       Fields and Paths         Fields and Paths       Fields and Paths         General       General         General       General         Map Layers       M

Obrázok 13: Kalkulátor polí pre výpočet hodnoty nového poľa alebo aktualizáciu existujúceho poľa

Atribútová tabuľka a práca s ňou je jednou z najviac používaných funkcionalít QGIS a preto je dôležité, aby sa začínajúci užívateľ naučil s ňou pracovať a zjednodušiť si prácu s GIS.

#### Užitočné pluginy

QGIS v základom nastavení po inštalácii obsahuje množstvo funkcionalít v základnom stave, avšak je možné si tieto funkcionality zvýšiť a zlepšiť pomocou inštalácie tzv. pluginov. Ide o doplnkové časti programu, ktoré si možno ľubovoľne nainštalovať. Tieto pluginy pochádzajú od programátorov z celého sveta a rozširujú možnosti použitia vášho QGISu. Momentálne existuje takmer 1 500 pluginov, pričom toto číslo sa mení postupne ako nové pribúdajú a už nefunkčné sa z databázy vymazávajú. Keďže je týchto pluginov tak veľa, je ťažké sa v nich orientovať, rovnako teoreticky hocikto môže pridávať pluginy. Pre lepšiu schopnosť rozlíšiť tie správne pripravené je pri každom pluginy v plugin prehliadači vidieť hodnotenie ostatných užívateľov (1..5 hviezdičiek) + vidíte koľko hlasov dostal vybraný plugin.

V QGIS sa k menu na konfigurácia pluginov možno dostať to kliknutí na menu "Plugins" a tam po klinutí na "Manage plugins" (obrázok 14).



Obrázok 14: Prístup ku konfigurácii pluginov na platforme QGIS



# V 6 tabuľke nižšie uvádzame prehľad niekoľkých základných pluginov, ktoré sa začínajúcemu užívateľovi môžu hodiť. Ide o krátky zoznam, ktorý by mal pomôcť zorientovať.

Tabuľka 6: Často používané a odporúčané pluginy pre platformu QGIS (\*plugin možno vyhľadať vložením presného názvu do vyhľadávača)

Názov pluginu*	Popis pluginu
QuickMapServices	Umožňuje jednoduché pridávanie Open Street Maps podkladových máp do projektu.
QuickOSM	Umožňuje sťahovanie dát z Open Street Maps na základe dopytu používateľov, napríklad budovy s funkciou "hotel" v Bratislave.
GeoData SK/CZ	Plugin z domácej produkcie umožňujúci pripojenie mapových podkladov za Slovensko a Českú republiku.
ORS Tools	Plugin na základe Open Street Maps umožňujúci meranie izochrón od vybraných bodov prejdených za jednotku času autom, na bicykli a peši. Tieto výpočty a vzdialenosti možno exportovať vo forme matice vrátane dĺžky trvania, dĺžky trasy a časov odchodu/príchodu.
QGIS Cloud Plugin	Plugin umožňujúci publikovanie máp, dát a služieb na webe.
qgis2web	Ďalší plugin umožňujúci publikovanie máp, dát a služieb na webe.
Qgis2threejs	Plugin umožňujúci vizualizáciu digitálneho modelu reliéfu a vektorových dát v 3D na webe.
Street view	Umožňuje otvorenie Google Street View vo webovom prehliadači s vyznačením miesta identifikovaného dvoma bodmi v QGIS.
Google Earth Engine	Podpora integrácie nástroja Google Earth do QGIS.
Raster Tracer	Plugin pre automatizované obkresľovanie podkladovej rastrovej mape.
Maps Printer	Nástroj na podporu tlače mapového podkladu do PDF, SVG či obrázkových súborov, využiteľný najmä pri tlači viacerých projektov/layoutov naraz.
Mmqgis	Sada doplnkov pre Pythonu na manipuláciu s vrstvami vektorových máp v QGIS: vstup/výstup/prepojenie s CSV formátom, geokódovanie, konverzia geometrie, ukladanie do vyrovnávacej pamäte, analýza rozbočovačov, zjednodušenie, úprava stĺpcov a jednoduchá animácia.
Digitalizing Tools	Plugin napomáhajúci pri digitalizácii podkladov vytvorený ako kompilácia nástrojov neprítomných v základnej QGIS konfigurácii.



5. Základné nástroje geoprocessingu

V tejto časti stručne predstavujeme tri základné nástroje pre geoprocessing v rámci prostredia QGIS (obrázky 15 až 17).

Buffer

Vector Raster Database	Veb Mesh Processing Help	Q Buffer	a	1 Buffer	×
Geoprocessing Tools Ggometry Tools Analysis Tools Besearch Tools Data Management Tools	<ul> <li>Buffer</li> <li>Clip</li> <li>Convex Hull</li> <li>Difference</li> <li>Dissolve</li> <li>Intersection</li> <li>Symmetrical Difference</li> <li>Union</li> <li>Eliminate Selected Polygons</li> </ul>	Parameters Log Parameters Log Parameters		Buffer This algorithm consolutes as features in an space layer. This segments parameter then segments to use to a cache then consolity cache entropy as handled in the entropy as handled in the distinction generation as the segments to accele the distinction generation as the segments that accelerate the segments that accelerate the second segment as the distinction of the second second the second second second second the second second second second the second second second second the second second second second second second second the second second second second second second second second the second second second second second second second second second the second secon	buffer area for all the using a fixed or dynamic contrast line number of pointwise a guart for pointwise a guart for pointwise and the buffer. If the contrast how line buffer buffer buffer or solution and the or solution and the or why applicable for smart a set when creating a
			045		Carvel
		Run as Batch Process	5	Run Ck	ose Help
		QGIS vám následne vyproduku "obkresluje" pôvodný shape, fix 500m. Keďže náš shape je BOD polyline alebo polygonoch by b	je novú vrstvu, ktorá (ný bod, o nami zadaných ), buffer je kružnica. Pri puffer obkresloval shape	1 SO	



Contractores .

Union



Obrázok 16: Union function

Intersect





Obrázok 17: Intersect function

#### Georeferencovanie

Georeferencovanie znamená, že vnútorný súradnicový systém mapy alebo leteckej snímky môže byť spojený s geografickým súradnicovým systémom. Príslušné transformácie súradníc sú zvyčajne uložené v súbore obrázka (príkladmi sú GeoPDF a GeoTIFF), hoci existuje veľa možných mechanizmov na implementáciu georeferencovania. Najviditeľnejším efektom georeferencovania je, že zobrazovací softvér môže zobrazovať súradnice zeme (ako sú súradnice zemepisnej šírky/dĺžky alebo UTM) a tiež merať vzdialenosti a plochy zeme.

Inými slovami, georeferencovanie znamená spojiť digitálny obrazový súbor s miestami vo fyzickom priestore. Tento termín sa bežne používa v oblasti geografických informačných systémov na opis procesu spájania fyzickej mapy alebo rastrového obrazu mapy s priestorovými polohami. Georeferencovanie možno použiť na akýkoľvek druh objektu alebo štruktúry, ktoré môžu súvisieť s geografickou polohou, ako sú body záujmu, cesty, miesta, mosty alebo budovy (obrázky 18 až 24).



Pre vloženie rasterového obrázka a jeho georeferencovanie užívateľ zvolí v hornej lište "Raster" -"Georeferencer", po zobrazení nového okna sa pridá vybraný obrázok cez "Open Raster".

0 + 1	Raster Web Mesh Progessing Raster Calculator Align Rasters	ο	● Instance Hing Its In Instance ■ 上目地路 ● 地路地 ● 上目地路 ● 地路地		V otvorenom okne zaklárne na "Open Raster" a vytesie svoj obrázok
	🚛 Georeferencer	1000			
ad (Christennian	Analysis >	10 2			
	Projections >				
	Miscellaneous >	7 C			
lat SN basetar	Extraction >		07 MM MML B. Aways (March 1994) (March 1994) (Paper) (March 1994)		
And STAT Generation	Conversion >				
1	1 All		dealer (cr	urb 267-001 New -	

Obrázok 18: Funkcia georeferencovania 1

Po načítaní obrázku môže začať pridávať georeferenčné body (ľavý klik na ikonku so žltým štvorcom)

Vyberie si nejaký bod, ktorý bude vedieť ľahko identifikovať na mape. Tieto body vie následne spárovať s GISom prekliknutím rovnakého bodu v podkladovej mape.

Po načítaní obrázku môže začať pridávať georeferenčné body (klikom na ikonku so žltým štvorcom)



Obrázok 19: Funkcia georeferencovania 2

Po zakliknutí bodu na rasterovom obrázku sa nám zobrazí možnosť vložiť súradnice. Namiesto vpisovania súradníc kliknem na "From Map Canvas", týmto spôsobom môže užívateľ identifikovať priestorové zobrazenie bodu na podkladovej mape manuálne.



Obrázok 20: Funkcia georeferencovania 3





Obrázok 21: Funkcia georeferencovania 4

Georeferencovaný bod sa ukáže v spodnej tabuľke.

Prepojili sme prvý bod, aby sme mohli spustiť georeferencing proces potrebujeme minimálne jeden ďalší. Na základe týchto bodov vie následne GIS natiahnuť, rotovať, zväčšiť, zmenšiť atď. Rastrový obrázok tak, aby bol v správnej mierke v GISe a "odpovedal realite"....

Pre presnejšie georefencovanie použijeme viac bodov. Tento proces zopakujem, vyberám body, ktoré na mape ľahko rozpoznám. V tomto prípade napr. križovatka, nárožné body nehnuteľností atď.

Ideálne vyberte body, ktoré nie sú blízko seba. Napr. body v rohoch obrázku a jeho strede.



Obrázok 22: Funkcia georeferencovania 5





Obrázok 23: Funkcia georeferencovania 6

Po nastavení parametrov pre Georeferencing použije užívateľ ešte jeden krát zelenú ikonku pre spustenie procesu, georefencovaný obrázok sa následne zobrazí v "Layers". Vypínaním a zapínaním vrstvy môže užívateľ skontrolovať presnosť svojho georeferencovania.



Obrázok 24: Finálny georeferencovaný výstup



6. Prezentácia štatistických dát v mapových výstupoch

Zaujímavou funkciou QGIS je možnosť prezentovať informácie v atribútovej tabuľke v mapovom výstupe. Ako si príklad si možno predstaviť údaje o nezamestnanosti v rámci Slovenska na úrovni okresov.

Ide o jednoduchú úlohu v niekoľkých krokoch. QGIS nepracuje s Excel súbormi .xls/.xlsx, preto treba v prvom kroku uložiť tabuľku vo formáte .csv (comma separated value). Následne je možné túto tabuľku vložiť do QGIS (Layer – Vector – Add layer – Add Delimited Text Layer, obrázok 25).

🔇 *Untit	led Pro	ject - Q(	SIS														
Project	<u>E</u> dit	<u>V</u> iew	<u>L</u> ayer	<u>S</u> ettings	<u>P</u> lugins	Vect <u>o</u> r	<u>R</u> aster	<u>D</u> atabase	<u>W</u> eb	<u>M</u> esh	Pro <u>c</u> essing	<u>H</u> elp					
			4	<u>D</u> ata Source	Manager			Ctrl+L					JŪ	3	R	<u>Q</u> .	
	_			Create Layer	r				•	· •			_			· ••	
। 🖳 🕻	😭 Ì	V 🛛		Add Layer					Þ	V <sub>a</sub> Ac	dd Vector Laye	er				Ctrl+	Shift+V 💧
				Embed Laye	rs and Gro	ups				Ac	ld Raster Laye	er				Ctrl+	Shift+R
	¥.	· • 12		Add from La	yer Defini	tion File				Ac	ld Mesh Laye	r					
Q	X		Ð	Copy Style						<b>Э</b> , Ас	d Delimited	Text Lay	er			Ctrl+	Shift+T

Obrázok 25: Vloženie súboru .csv do QGIS

Následne je potrebné vložiť dáta, ktoré chce užívateľ zobraziť, do vrstvy s hranicami okresov. Na toto slúži "Manage joins to other layers", ktorá sa nachádza vo vlastnostiach vrstvy. V tomto menu treba kliknúť na symbol "+" (add new join), kde vyberiete z ktorej vrstvy chcete dáta pripojiť a zvolíte pole, ktoré je v oboch datasetoch rovnaké (napríklad ID okresu alebo názov okresu) (obrázok 26). Keď tento proces prebehne správne, vo vrstve s hranicami okresov sa objavia dáta o nezamestnanosti v krajine.

3in layer 3in feld Veget fiel Cache join layer in virtual memory Constructions index cosin field Dorsets etchina index cosin field Dorsets felt	Eim Carvary Hap           123 ID           123 ID	*
Join field Target field Cache gin layer in virtual memory Cache gin layer in virtual memory Cache attribute notes on pion field Dyname frem b Gabple pin layer	123 ID 123 ID	•
Target field  Cache join layer in virtual memory Carses attribute index on join field Dynamic form  Edgable join layer	123 ID	Ŧ
Cache join layer in vistual memory     Create attribute index on join field     Dynamic form     Edgable join layer		
Create attribute index on join field Dynamic form Edgable join layer		
Ediţable join layer		
Joined Fields		
Custom Field Name Prefix		
	ок	Cancel
	Caston Field gaves Preds	Coton Fad gene Prefs

Obrázok 26: Pripojenie dát z CSV súboru do inej vrstvy

Následne je potrebné zvoliť nastavenie prezentácie dát vo vrstve vo vlastnostiach vrstvy s hranicami okresu a údajmi o nezamestnanosti. V nastavení symbológie zvolíme možnosť "graduated". Ďalej zvolíme, ktorý atribút sa má zobrazovať (v tomto prípade nezamestnanosť). Nastavíme kategórie v spodnej časti dialógového okna a dáta "apply" (obrázok 27).





Obrázok 27: Ukážka nastavenie zobrazenia údajov na mape

Ukážka takéhoto výstupu je zobrazená na obrázku 28.



Obrázok 28: Ukážka výstupu

#### Koláčové diagramy ako forma zobrazenia dát v mape

Druhou funkciou, ktorá efektívne dokáže interpretovať priestorové dáta je prezentácia údajov z atribútovej tabuľky ako pomer medzi hodnotami, napríklad vo forme koláčového diagramu.

Pre ilustráciu si predstavme mapu okresov Slovenska, ktorá v atribútovej tabuľke udáva percento využitia plochy okresu v troch základných funkciách – bývanie, výroba a rekreácia. Atribútová tabuľka obsahuje tieto podiely a úlohou je zobraziť ich v mapovom výstupe. Po otvorení vlastností vrstvy zvoľte tabuľku "Diagrams", kde vo vrchnej lište navoľte "Pie chart". Následne si užívateľ vyberie z atribútov danej vrstvy, ktoré dáta chce zobraziť a stlačí tlačidlo "apply" (obrázok 29). Výstup možno vidno na obrázku 30. Tieto diagramy možno prispôsobovať následne v rámci veľkosti, farieb, začiatočnej polohy atď.





Obrázok 29: Nastavenie koláčových diagramov v prostredí QGIS



Obrázok 30: Ukážka koláčového diagramu v prostredí QGIS



7. Finalizácia a publikovanie výstupov

#### Vytvorenie Layoutu

Pre exportovanie mapy (napr. do súboru PDF) si musí najskôr užívateľ vytvoriť Print Layout. V hornej lište zvolí možnosť "New Print Layout" – alebo skratkou "Ctrl + P" sa dostane do nového okna pre Layouts. Proces je znázornený na obrázkoch 31 až 36.



Obrázok 31: Tvorba layoutu 1

Pre zmenu formátu výkresu : "Layout" – "Page Print Setup" vie užívateľ následne zmeniť veľkosť a orientáciu výkresu podľa potreby.



Obrázok 32: Tvorba layoutu 2





Obrázok 33: Tvorba layoutu 3

Obsah výkresu vie užívateľ pridať do Layoutu cez ľavú lištu alebo cez hornú lištu v "Add Items". Jednotlivé položky sú následne po pridaní do Layoutu voľne editovateľné v pravej lište.

Pre príklad - po tom, ako pridá výrez mapy, môže naň kliknúť pravým a zvoliť "Item Properties". Na pravej lište sa mi objaví okno, kde môže meniť napr. mierku cez "Scale".



Obrázok 34: Tvorba layoutu 4

V prípade potreby zmeny veľkosti alebo textovej forme nadpisu viem postupovať podobne (viď obrázok nižšie).





Obrázok 35: Tvorba layoutu 5

Rovnakým spôsobom vie užívateľ editovať všetky položky v layoute - klik pravým tlačítkom na "item", klik na "properties" a napravo sa zobrazí okno s možnosťami.

Takto je možné vymazať / pridať riadky / vrstvy z legendy, pridať nadpis, editovať grafickú mierku (veličinu, počet segmentov, jej grafické znázornenie, veľkosť...), vybrať inú ikonu pre severku.



Obrázok 36: Tvorba layoutu 6



#### Exportovanie

Po dotvorení Layoutu je výkres pripravený na export. Užívateľ vie následne jednoduchou operáciou Layout exportovať v PDF kliknúť na "Layout" v hornej lište a "export as PDF" (prípade v inom formáte prekliknutím sa na "Export as Image" alebo "Export as SVG") (obrázok 37).

ayout Edit View Items Add Item	Atlas	Settin
🚼 Save Project	Ctrl+S	
🔁 New Layout	Ctrl+N	
Duplicate Layout		
🛅 Delete Layout		
🛐 Layout <u>M</u> anager		
Layouts		•
Layout Properties		
Rename Layout		
🚡 Add Pages		
Add Items from Template		
🔜 Save as Template		
🖬 Export as Image		
Export as SVG		
攝 Export as PDF		
Printer Page Setup	Ctrl+Sh	ift+P
😔 Print	Ctrl+P	
Close	Ctrl+Q	

Obrázok 37: Export výstupu

#### Publikovanie mapového výstupu online

Vyššie bolo uvedené, ako možno exportovať projekt na platforme QGIS do statického mapového výstupu. Čoraz populárnejším sa stáva publikovanie projektu pomocou webovej aplikácie. Pri QGIS je týchto možností hneď niekoľko – priamo využívajúc rozhranie QGIS, prostredníctvom pluginov alebo využitím prostredia tretích strán.

Plugin qgis2web pomáha generovať mapu z rozpracovaného projektu. Výhodou je, že nie je potrebné využitie iného software na strane servera. Ide o jednoduchý spôsob pre vyskúšanie si publikovania svojich projektov. Po spustení pluginu sa otvorí dialógové okno so všetkými nastaveniami, kde užívateľ vyberie vrstvy, ktoré sa majú publikovať, vzhľad mapy, mierku a iné základné funkcie (obrázok 38) a v závislosti od veľkosti projektu a výkonu počítača o niekoľko minút uvidíte vo svojom browseri náhľad publikovaného projektu.

ort to web map			
rs and Groups Appearance Export	Settings Help		
▶ □ UMR			
- 🗸 🗋 UMR			
Visible	~		
Popups	$\checkmark$		
Popup fields			
	FID	no label 🔍 👻	
UMR copy			
<ul> <li>USJ_hranice_0 sr_0</li> </ul>			
Visible	~		
Popups	$\checkmark$		
Popup fields			
	OBJECTID	no label 👻	
	DOW	no label 🔫	
	AUT	no label 👻	
	ACH	no label 👻	
	SOL	no label 👻	
	FACC	no label 👻	
	IDN1	no label 👻	
	NM1	no label 👻	
	VYMERA	no label 👻	
USJ hranice 0 obec 0 copy			
			r

Obrázok 38: Náhľad dialógového okna pluginy qgis2web

Keď chceme projekt publikovať online, je potrebné zabezpečiť webový priestor a doménu, kde sa projekt uloží. Jedným z najpopulárnejších riešení je plugin QGISCloud, ktorý ponúka hosting 50MB priestoru zdarma a viac je možné si dokúpiť na mesačnej báze (napríklad 65\$ mesačne poskytuje 500MB priestoru). Plugin je spustený priamo v QGIS a ovládanie je intuitívne a jednoduché. Po



nastavení zobrazenia plugin poskytne webový link, ktorý je možno verejne zdieľať a prezentovať svoj projekt.

Okrem týchto dvoch riešení je na trhu mnoho iných predpripravených aplikácií, ktoré je možno zdarma alebo po zaplatení poplatku nakonfigurovať a zdieľať svoje projekty. Patrí sem napríklad QGIS Web Client 2 (QWC2)<sup>5</sup>, OSGeoLive<sup>6</sup> či mnoho iných. Z komerčných riešení dominuje platforma ArcGIS a ich produkt ArcGIS Enterprise ponúkajúci najširšiu paletu riešení a rýchlu klientskú podporu.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> https://github.com/qgis/qwc2-demo-app

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> https://live.osgeo.org/en/index.html



### 8. Webová služba priestorových informácií GIS v rámci projektu TP LAB

Jedným z hlavných cieľov projektu TPLAB (Laboratórium pre priestorové plánovanie<sup>7</sup>) je vytvorenie spoločnej informačnej platformy s využitím najaktuálnejších zozbieraných údajov pre riešené územie projektu, ktoré pozostáva z troch regiónov (župa Győr-Moson-Sopron, Bratislavský kraj a Trnavský kraj). Vytvorená databáza priestorových údajov a ďalšie mapové informácie sú dostupné na verejnej platforme určenej pre zainteresované profesijné organizácie, univerzity, osoby s rozhodovacou právomocou, mimovládne organizácie, ako aj ďalších aktérov. Aplikácia je užitočná v prvom rade pri plánovaní a rozhodovaní, pretože poskytuje najaktuálnejšie informácie o sociálnych, ekonomických a environmentálnych procesoch a ich priestorových súvislostiach. V druhom rade pre akademickú obec (študenti a vedeckí pracovníci) môže byť zaujímavé využitie analytických, dopytovacích a ďalších informačných platforiem webovej služby (obrázok 39).



Obrázok 39: Úvodná strana webového portálu projektu TP LAB

Webová služba GIS (obrázok 40) je integrovaná a priamo dostupná na oficiálnej webovej stránke TPLAB<sup>8</sup>. Služba je plne verejná, prezeranie ani používanie nie sú viazané na autentifikáciu (prihlásenie). Ak kliknete na ponuku "Webová služba", otvorí sa rozhranie aplikácie webovej mapy.

Webová stránka TP LAB ako aj mapová aplikácia sú k dispozícii v troch jazykoch – angličtine, slovenčine a maďarčine. Jazyk si môžete vybrať v pravom hornom rohu webovej stránky (HU – maďarsky / SK – slovensky / EN – anglicky).

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> https://www.skhu.eu/funded-projects/territorial-planning-laboratory

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> tplab.lechnerkozpont.hu





Obrázok 40: Grafické rozhranie webového portálu

### Hlavný obsah webovej služby

Technológia dashboardu (dá sa preložiť ako operačný panel) nám umožňuje vytvoriť používateľsky priateľskú, dátovo orientovanú a vizuálne atraktívnu platformu na analýzu dát a máp. Niektoré prvky je možné zmeniť, preskupiť a dynamicky prepojiť s mapovými výstupmi. Takto môže používateľ vykresliť komplexné informácie do mapy alebo vytvoriť vizualizáciu údajov jednotlivých atribútov. Hlavnými prvkami dashboardu sú (obrázok 41):

- Ukazovatele
- Grafy (stĺpcové a koláčové)
- Zoznamy a textové polia
- Vstavaný obsah
- Analytické nástroje



Obrázok 41: Ukážky práce s webovým portálom TP LAB



Tematické oblasti majú za cieľ používateľom vhodne znázorniť najdôležitejšie sociálne, ekonomické a environmentálne informácie v priestorových súvislostiach. Je možné vybrať si zo štyroch kariet v ľavej spodnej časti (päte) aplikácie (pri spustení aplikácie je predvolenou kartou "Sociálny a hospodársky rozvoj"):

- Sociálny a hospodársky rozvoj
- Využitie zeme a krajinná pokrývka
- Zelená infraštruktúra
- Cestovný ruch

Každá karta teda reprezentuje jednu tematickú oblasť so znázornením vybraných ukazovateľov a mapových vrstiev. Vo všetkých tematických oblastiach sa mapy menia synchrónne, to znamená, že rozsah výberu územia je na každej mape rovnaký. Napríklad ak kliknete do mapového okna a mapu presuniete, priblížite alebo oddialite, aktuálna zobrazovaná oblasť mapy (mapový výrez) sa zmení vo všetkých kartách - "Sociálny a hospodársky rozvoj", " Využitie zeme a krajinná pokrývka", "Zelená infraštruktúra" a "Cestovný ruch".

### Priestorová analýza

Poslednou kartou v päte (ľavej dolnej časti) stránky je "Priestorová analýza", ktorá umožňuje vytvárať výbery a porovnávaciu analýzu dostupných dát (obrázok 42). Podobne ako pri kartách jednotlivých tematických oblastí, aj táto časť obsahuje – pre vybrané funkcie - informačné panely a mapové okno. Okrem preddefinovaného výberu má používateľ k zozbieraným ukazovateľom možnosť vytvárať individuálne dopyty. Súčasťou mapového okna sú opäť všetky tematické vrstvy, avšak v tomto prípade môžu byť analyzované ďalšie priestorové javy a procesy. Táto karta venuje osobitnú pozornosť komplexným ukazovateľom, potenciálnym rozvojovým oblastiam a problémovým zónam.

Okná na karte Priestorová analýza umiestnené na ľavej strane obrazovky umožňujú vykonať preddefinované dopyty súvisiace so štyrmi hlavnými témami. V ľavom hornom okne (paneli) môžete prepínať medzi ukazovateľmi pre dve témy kliknutím na kartu "Sociálny a hospodársky rozvoj" alebo "Cestovný ruch". Hlavné indikátory alebo skupiny indikátorov spolu s ikonami a názvom sú usporiadané pod sebou.





Obrázok 42: Priestorová analýza na portály TP LAB

- Kliknutím na 🔨 šípku pred ikonami sa zobrazia ukazovatele, ktoré je možné filtrovať
- Kliknutím na textové pole vyberte hodnotu z rozbaľovacieho zoznamu alebo zadajte číslo v závislosti od typu poľa
- Okrem názvu indikátora sa vždy zobrazuje podmienka filtra (napríklad "Poľnohospodárske podniky 2009 (%) je viac ako - 15 [%, pozn.]" alebo "Lokálna dostupnosť (existencia) strednej školy 2019 - Áno alebo Nie")
- Ak sú kritériá filtra nastavené pre viacero ukazovateľov súčasne, budú použité všetky naraz
- Ak chcete filter aktivovať, prepnite prepínač za názvom ukazovateľa! Pre deaktiváciu naň kliknite znova
- Pri použití filtrov sa na mape zobrazia iba územné jednotky (obce), ktoré spĺňajú zadané kritériá
- Pre lepšiu orientáciu a identifikáciu výsledkov sa odporúča dočasne vypnúť všetky ostatné vrstvy!

Okrem preddefinovaných filtrov môžete kliknúť na ikonu wa a zostaviť si vlastné kritériá filtra a tiež viacnásobné filtre.

- V časti "Vrstva" vyberte najprv vrstvu, pre ktorú chcete filter nastaviť
- Kliknutím na tlačidlo "Pridajte výraz" je možné pridať kritériá filtra
  - Pole, ktoré sa má filtrovať, sa musí zadať ako prvé
  - o V závislosti od typu poľa je možné vybrať výraz (podmienku) filtrovania
  - Následne je možné zadať hodnotu podmienky
- Ak chcete filter aktivovať, prepnite prepínač za názvom ukazovateľa! Pre deaktiváciu naň kliknite znova
- Pri použití filtrov sa na mape zobrazia iba územné jednotky (obce), ktoré spĺňajú zadané kritériá
- Pre lepšiu orientáciu a identifikáciu výsledkov sa odporúča dočasne vypnúť všetky ostatné vrstvy!



- Po výbere vrstvy, ktorú chcete filtrovať, môžete tiež zadať viac ako jednu podmienku naraz, a to kliknutím na tlačidlo " Pridať sadu".
  - Pole, ktoré sa má filtrovať, sa musí zadať ako prvé
  - V závislosti od typu poľa je možné vybrať výraz filtrovania
  - Následne je možné zadať hodnotu podmienky
- tieto kroky sa musia opakovať najmenej dvakrát, ale kliknutím na tlačidlo + je možné pridať ľubovoľný počet ďalších podmienok filtrovania
- môžete tiež nastaviť, či každá podmienka musí byť splnená súčasne, alebo musí byť splnená aspoň jedna z nich. Následne sa príslušné prvky zobrazia na mape!
- Ak chcete filter aktivovať, prepnite prepínač za názvom ukazovateľa! Pre deaktiváciu naň kliknite znova
- Pri použití filtrov sa na mape zobrazia iba územné jednotky (obce), ktoré spĺňajú zadané kritériá
- Pre lepšiu orientáciu a identifikáciu výsledkov sa odporúča dočasne vypnúť všetky ostatné vrstvy



#### 9. Záver

Predstavený učebný text je určený pre študentov priestorového plánovania a príbuzných odvetví a pre začiatočníkov v GIS programoch. Tvorí ucelený text, ktorý by mal pomôcť začať pracovať s GIS nástrojmi. V prvej časti bolo snahou predstaviť čo sú GIS, aký je ich potenciál a využitie v priestorovo plánovacej praxi. Druhá časť je venovaná technickej špecifikácii GIS, potom k praktickému využívaniu open-source platformy QGIS a v závere sme demonštrovali využitie GIS v plánovaní pri cezhraničnom projekte TB LAB.

Učebný text by mal napomôcť začiatočníkom a inšpirovať ich pre ďalšie štúdium a zdokonaľovanie sa v práci s GIS. GIS poskytujú nástroje pre rýchlu a efektívnu prácu s dátami a ponúkajú nástroje na podporu tvorby rozhodnutí založených na dátach. Sú akousi nadstavbou pre prácu s mapovými podkladmi a inými dátami, ktoré možno nielen vrstviť, ale rôzne priestorovo analyzovať a modelovať.

Ako dokazuje prax v mestách a obciach, postupne sa GIS riešenia dostávajú do povedomia a stále viac subjektov pracuje na ich zavedení. Predstavili sme niekoľko mies, ktoré majú kvalitne spracované svoje GIS portály a tieto sú často pozývané na rôzne domáce i zahraničné konferencie, kde tieto riešenia prezentujú a tak inšpirujú ostatných, aby sa k tomuto trendu pridali. Je aj úlohou priestorových plánovačov propagovať a zavádzať tieto riešenia a tak napomôcť rozvoju miest a regiónov odhaľujúc a kapitalizujúc ich vlastný potenciál.



### Bibliografia

- AMDGS (2020) ArcGIS vs QGIS: Which is best in 2020? [ONLINE] https://www.youtube.com/watch?v=49QydETVNwg [naposledy navštívené 5.12.2021].
- Bragagnolo, C., & Geneletti, D. (2012). Addressing cumulative effects in Strategic Environmental Assessment of spatial planning. *Aestimum*, *60*, 39-52.
- Finka, M. (2010) Inšpirácia z právneho prostredia manažmentu územného rozvoja európskych štátov. Urbanita, 22, vol. 22. ISSN 0139-5912. Urbion. Bratislava.
- Finka, M., Ondrejička, V., Husár, M., Huba, M., Li, J. et al. (2021). Guidelines on How to Use Spatial Planning Tools in Integrative Management of ecological corridors. Danube Transnational Programme ConnectGREEN Project "Restoring and managing ecological corridors in mountains as the green infrastructure in the Danube basin". SPEKTRUM STU Publishing, Bratislava, 75 pp.
- GIS Geography (2021) The Ultimate List of GIS Formats and Geospatial File Extensions [ONLINE] <u>https://gisgeography.com/gis-formats/</u> [naposledy navštívené 5.12.2021].
- Grind GIS (2021) Grind GIS GIS and Remote Sensing Blogs, Articles and Tutorials [ONLINE] <u>https://grindgis.com/</u> [naposledy navštívené 2.12.2021].
- Hlaváč, V., Anděl, P., Matoušová, J., Dostál, I., Strnad, M., Immerová, B., Kadlečík, J., Meyer, H., Moţ, R., Pavelko, A., Hahn, E., Georgiadis, L. (2019): Wildlife and Traffic in the Carpathians. Guidelines how to minimize impact of transport infrastructure development on nature in the Carpathian countries. Danube Transnational Programme TRANSGREEN Project, The State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Banská Bystrica, 2019, 228 pp.
- QGIS (2021) About QGIS [ONLINE] https://qgis.org/en/site/about/index.html [naposledy navštívené 5.12.2021]. Oficiálna webová stránka platformy.
- Shimonti, P. (2018) Urban planning and GIS [ONLINE] <u>https://www.geospatialworld.net/blogs/gis-in-urban-planning/</u> [naposledy navštívené 18-11-2021].
- U.S. Geological Survey USGS (2021) What is a geographic information system (GIS)? [ONLINE] <u>https://www.usgs.gov/faqs/what-a-geographic-information-system-gis?qt-news\_science\_products=0#qt-news\_science\_products</u> [naposledy navštívené 2.12.2021].