



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

Budapesti metróhálózat elemzése térinformatikai eszközökkel

**OE-AMK
2021**

Hallgató neve: Lóránt Ádám Tibor
Hallgató törzskönyvi száma: T000409/FI 12904/ A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Lóránt Ádám Tibor

Szakdolgozat száma: SZD21092914005689

Törzskönyvi száma: T000409/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Budapesti metróhálózat elemzése térinformatikai eszközökkel

A dolgozat címe angolul: Analysis of the Budapest metro network using GIS tools

A feladat részletezése: A Budapest alatt futó metróhálózat elemzése különféle szempontok szerint. Ilyen például a kihasználtság a telítettség a vonal hossza, építési ideje költsége. A kapott eredmények szemléltetése térinformatikai szoftverek segítségével. Térképek és infografikák készítése a szemléltetés érdekében.

Intézményi konzulens neve: Molnár Gábor Péter

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 10. 28.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Lóránt Ádám Tibor kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált ~~szak~~irodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: 2021.12.12.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS	6
2.	METRÓ	7
2.1	Története és kialakulása	8
2.1.1	Előzmények.....	8
2.2	Földalatti építkezés.....	9
2.3	Az első metró.....	9
2.4	Budapesti metró története	10
3.	TÉRINFORMATIKA	12
3.1	Rendszerelmélete	12
3.2	Alkalmazási területei.....	13
3.3	Kapcsolódó tudományágak és technológiák.....	14
3.3.1.	Térképészet.....	14
3.3.2.	Fotogrammetria	14
3.3.3.	Földrajz.....	15
3.3.4.	Távérzékelés	15
3.3.5.	Geodézia.....	15
3.3.6.	Felsőgeodézia	15
3.3.7.	Operációkutatás	15
3.3.8.	Statisztika	15
3.3.9.	Számítástechnika.....	15
3.3.10.	Matematika.....	16
3.3.11.	Építőmérnöki tudományok	16
3.4	Az információs rendszerek összetevői.....	16
3.5	Az információs rendszer alkotóelemei.....	16
3.5.1	Eszközök (hardware)	17
3.5.2	Programok (software).....	17
3.5.3	Adatok (data).....	17
3.5.4	Felhasználók (user)	19
4	ADATGYŰJTÉS	20
4.1	Mi a GTFS?	20
4.2	GTFS formátumok és jellemzői táblánként/állományonként	21
4.2.1	Stops – megállók.....	21
4.2.2	Stop_times – megállási idők	21

4.2.3	Routes – viszonylatok	22
4.2.4	Trips – járatok	22
4.2.5	Calendar – szolgáltatási idők	23
4.2.6	Calendar_dates – szolgáltatási idő kivételek	23
4.2.7	Shapes – útvonalak	23
4.2.8	Shape_points – útvonal pontok	24
4.2.9	Route_stops – járatokhoz tartozó megállók	24
5	FELDOLGOZÁS	25
6	ÖSSZEGZÉS	43
7	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	46
8	IRODALMI JEGYZÉK	47
8.1	A metró története:	47
8.2	Budapesti metró:	47
8.3	Térinformatika:	47
8.4	GTFS:	47
8.5	Python:	47
8.6	Általános adatok:	48
8.7	Korábbi szakdolgozatok:	48
9	MELLÉKLETEK	49

1. BEVEZETÉS

Témám a „Budapesti metróhálózat elemzése térinformatikai eszközökkel”. A választásom során fontos szempont volt az, hogy egy olyan témát válasszak, ami már régóta foglalkoztat. Mindig is érdekelt a szállítmányozás, a logisztika és a tömegközlekedés témaköre. Ez főleg a nagyvárosokban érdekesebb, hiszen sokkal nehezebb kiismerni és tanulmányozni őket az összetettségük miatt, mint a kisebb településeken.

Azért esett a választásom a metróhálózatokra, mert véleményem szerint ez a legérdekesebb része a tömegközlekedési hálózatnak, ugyanis ennek az egésznek a folyamata nem a szemünk előtt történik, hanem egy földalatti világban. Azért a budapesti metrókat választottam, mert Magyarországon csak itt, a fővárosban található metróközlekedés és ez egy általam is már sokat használt hálózat, amit meglátásom szerint, könnyebben el tudok képzelni és az esetlegesen felmerülő problémákat ezúton könnyebben, gyorsabban tudom orvosolni.

A szakdolgozatomban szeretném megmutatni ezeknek a közlekedési eszközöknek a nem annyira közismert adatait és szemléltetni ezeket térinformatikai eszközökkel. Ilyen például a GTFS (General Transit Feed Specification) adatbázis, ami egy a Google által kifejlesztett, nyilvános és ingyenesen elérhető adatbázis, amely beépíthetővé teszi a közösségi közlekedés adatbázisait, és azoknak a földrajzi pozícióit is különböző térinformatikai feldolgozó alkalmazásokba. Ezen adatbázis felhasználásával szeretném megvizsgálni, hogy alkalmas e a tervem megvalósítására, hogy elemezzem a metróhálózatot.

Dolgozatom elején szeretném áttekinteni a metró történetét, annak kialakulását, tehát a Budapesti metróhálózat létrejöttét. Ezt követően bemutatom a térinformatika alapjait, a szakterületet, amelyet alkalmazni fogok. Későbbiekben bemutatom a GTFS adatbázis felépítését, majd részletesen kitérek a feldolgozási folyamatra. Majd a dolgozatom végén bemutatom az elemzések végeredményét különböző tematikus térképeken. Levonom a következtetést hogy mennyire egyszerűen alkalmazható ez az adatbázis az ilyen témák feldolgozására.

2. METRÓ

A metró elnevezést könnyű megmagyarázni, ugyanis az első földalatti vasutat a Metropolitan londoni vasúttársaság építette és tartotta üzemben. Ennek rövidítéseken terjedt el a metró elnevezés, viszont a világon nem mindenütt értjük ugyan azt ezen kifejezés alatt, hiszen ezt először Párizsban használták és innen terjed tovább latin nyelvterületekre, kelet-európai országokba és a volt Szovjetunióba. A névadó országban „földalatti” a hivatalos elnevezése, de még a népszerűbb subway kifejezés is használatos. Ezen néven nevezik Amerika egyes városaiban, de általánosabb ott a gyorsvasút (Rapid Transit) kifejezés. Az U-Bahn (Untergrundbahn) kifejezés a német nyelvterületeken terjedt el. Sokfélesége nem csak az elnevezésben rejlik, hanem abban is, hogy ugyanazon elnevezéseken többféle műszaki tartalmat is értelmeznek. A metró elnevezésen általában vasutat értenek, amely szintén gondot okoz, viszont a vasút elnevezés kötőpályás elrendezésre utal elsősorban, viszont ezen fennakadások ellenére is egyértelműen meghatározható a valódi metró fogalma még akkor is, ha a szigorú feltétleket ki nem elégítő közlekedési eszközöket is metrónak nevezik. A Nemzeti Metró Bizottság elnöke M. Robbins tett kísérletet a metró meghatározására, miszerint „a metró a vasút egy olyan sajátos típusa, amely a nagy utastömegek városon belüli közlekedését látja el, teljes egészében, vagy részben alagútban közlekedő vonatokkal, ahol a vonatokat központilag irányítják és a pálya minden más jellegű igénybevétel lehetősége elől el van zárva”. Ezek a következő főbb műszaki követelmények kielégítését jelenti:

- a vonatok teljesen elkülönített, zárt, más közlekedési eszközzel, vagy gyalogosokkal szintbeni kereszteződést nem tartalmazó pályán közlekednek. Ez teszi lehetővé a minden akadálytól mentes, zavartalan forgalmat. Ennek elérése érdekében szükséges a földalatti elhelyezés;
- a pálya és a vonatok olyanok legyenek, ami nagy sebességet tesz lehetővé (legalább 70 km/h), és nagy tömegek szállítására alkalmas. Ezért 6-8 kocsis vonatok közlekedtetnek, 1000-1200 férőhellyel;
- a vasúti forgalmat szabályozó biztosítóberendezésnek lehetővé kell tennie sűrű vonatkövetést (legalább 90-120 másodpercenként) és egy központból legyen irányítható;

- az állomások és a kocsik tegyék lehetővé a gyors utascserét. A peronokat a kocsik padlószintjével azonos magasságban építik;
- a vonatokat általában csak motorkocsikból állítják össze. Így sokkal rövidebb idő szükséges a vonatok gyorsulásához.

Ezen jellemzőkkel a városi közlekedés legnagyobb utazási sebességet nyújtó és legnagyobb szállítóképességű tömegközlekedési eszköze a mai metró.



1. ÁBRA: AZ ELSŐ METRÓ LONDON 1825.



2. ÁBRA: BUDAPESTI 4-ES METRÓ 2021

2.1 Története és kialakulása

2.1.1 Előzmények

A kőből faragott síneket ismerték és alkalmazták már az ókori rómaiak és görögök, viszont a mai vasút elődje a XVI. századi Németországban használt sínek voltak. A tartósabb és pontosabb vasvágányok csak a XVII. században terjedtek el. Ezek már kőtalpra szereltek voltak. 1803-ban megnyitották Angliában az első lóvontatású nyilvános, kereskedelmi vasutat. Egy évre rá már olyan vasút épült, melyet gőzképpel vontattak. 1815-ben egy újabb mérföldkőhöz értek, amely nem más volt, mint a George Stephenson által tervezett gőzmozdony. Az észak-angliai Stockton-Darlington közötti vonal volt az első 1825-ben, amely már egy gőzmozdony vontatta, szelvényekkel működő kereskedelmi vonal volt. A következő lépcsőfok a már 1830-ban megszületett eszme, a villamosvontatás volt. Ennek gyakorlati megvalósítása Siemens német mérnökhöz és Berlinhez kapcsolódik. Az első villamos mozdonyt itt mutatta be 1879-ben. Az első vasútüzem már 1881-ben megnyílt, mégpedig Berlin és Lichterfelde között.

2.2 Földalatti építkezés

Az emberiség már ősidők óta használja a természet adta földalatti létesítményeket, akkoriban például lakóhelyként. Az első közlekedési célú alagút négyezer évvel ezelőtt készült, Semiramis babiloni királynőhöz fűződik. Közel egy kilométer hosszú gyalogos alagutat építtetett a királyi palota és Jupiter temploma közé, ami az Eufrátesz folyó alatt haladt át. Az első közúti alagút kétezer évvel ezelőtt készült Nápoly és Pozzuoli között, ahol egy domb alatt közel kilencszáz méter hosszan haladt az út. Jellemzően a XIX. századig a bányászat jellemző eljárása volt az alagútépítés. Városi alkalmazása a váralagutak illetve a csatornák építésére korlátozódott. Az alagútépítés technológiáját forradalmasította a vasút rohamos térhódítása. Az alagutak és a viaduktok építésével lehetett mérsékelni illetve legyőzni a szintkülönbséget.

1829-ben nyílt meg az első vasút Angliában Liverpool és Manchester között. A technikai áttörést a XIX. század végén a pneumatikus és hidraulikus eszközök feltalálása, illetve a dinamit alkalmazása jelentette. Ezen eszközök alkalmazás lehetővé tette a sziklás talajviszonyok közötti alagútépítést. A folyók alatti építkezés jelentette az újabb akadályt, mely áthidalására a fűrőpajzs feltalálása nyújtott lehetőséget. Az első alagút, melyet fűrőpajzs segítségével építettek a Temze folyó alatt haladt át, amely 1943-ban lett kész.

2.3 Az első metró

London már a XIX. századba a világ egyik legnagyobb városa volt, nem véletlen, hogy ekkoriban a világ legfejlettebb ipari központja volt. A város már nem tudta elviselni a mértéktelen lovaskocsi-forgalmat, ezért egy új megoldásra volt szükség. Egy londoni ügyvéd Charles Pearson javasolta a földalatti vasút építést. Ezt az ötletet felhasználva a Metropolitan Railway Company nyitotta meg az első útfelszín alatti vasutat 1863-ban. Ez a vonal 6,5 kilométer hosszú volt, amin a szerelvényeket gőzmozdonyok vontatták. Építse több, a földfelszínről nyitott munkagödör segítségével történt, melyeket nyitva hagytak a mozdonyok füstjének elvezetésének érdekében. 1870-ben került üzembe a mélyvezetésű metróalagutak őse, amely az első zárt módszerrel készült alagút volt. 1890. december 18-án nyílt meg Londonban a mai értelemben vett metrók elődje, mely 5 kilométer hosszú villamos vontatású szakasz volt.

2.4 Budapesti metró története



3. ÁBRA: BUDAPESTI KISFÖLDALATTI 1896.

A kulturális és gazdasági fejlődés felgyorsult a kiegyezés nyomán. A lakosság az 1860-as évek végétől megháromszorozódott, az egymillió főt pedig a századforduló után érte el a mai város területén. A rohamosan növekvő népesség és a sűrűsödő közlekedés miatt új megoldást kellett találni. Mely gondolat a földalatti vasút megvalósítása volt. A terveket 1893-ban a Budapesti Villamos Városi Vasút és Siemens és Halske cég dolgozta ki Balázs Mór BVV vezérigazgató javaslata alapján, melyet 1894-ben el is fogadtak és az elkövetkezendő röpké két év alatt el is készült a 3,2 kilométeres szakasz. A budapesti földalatti vasút több szempontból is világleső volt.

- a Siemens-rendszerű villamos vontatás első gyakorlati alkalmazása a városi tömegközlekedésben,
- alacsony padlómagasság (450 mm)
- villamosmotorral egybeépített forgóváz,
- átfedős sín-illesztés (tompa helyett átlapolós),
- Önműködő biztosító berendezés,
- csak motorkocsi két vezetőállással

Az 1900. évi párizsi világkiállításon a budapesti földalatti aranyérmet nyert és az 1902-ben megnyíló berlini földalattihoz mintául szolgált.

Az utolsó rekonstrukciója után a millenniumi földalatti a felvázolt jellemzők közül csak méreteit illetően tér el a mai követelményektől. A 190 fős befogadóképessége nem teszi lehetővé a nagyobb utasszámot. Ezek után állíthatjuk, hogy a köznyelvben használatos kisföldalatti, vagy a kismetró helytálló elnevezés szakmai szempontból is. Ez a vonal a Vörösmarty tértől a Mexikói útig közlekedik. Nagyrészt az Andrássy út alatt halad. Megállóinak száma 11. A szakasz hossza 4,4 kilométer.

A kisföldalattival együtt négy metróvonal található Budapesten, amelyek a következők építési sorrendben:

M2-es metróvonal, amelynek építését 1950-ben kezdték meg és 1972-ben adták át. Ez a vonal a Déli pályaudvar és az Örs vezér tere között közlekedik. Megállóinak száma a kisföldalattiéhoz hasonlóan 11. A szakasz hossza 10,3 kilométer.

M3-as metróvonal építése 1970-ben kezdődött és az átadására 1976-ban került sor. Újpest-központ és Kőbánya-Kispest között közlekedik. Állomásinak száma 20. A szakasz hossza 17,3 kilométer.

M4-es metróvonal építése 2006-ban kezdődött és 2014-ben adták át. Kelenföld vasútállomás és a Keleti pályaudvar között közlekedik. 10 megállója van. A szakasz hossza 7,4 kilométer.



4. ÁBRA: BUDAPESTI METRÓHÁLÓZAT

3. TÉRINFORMATIKA

A térinformatika egy speciális információsrendszer, amely a GIS (Földrajzi információs rendszer/ Geographic information system) adatok elemzésére lett kidolgozva. Egymáshoz kapcsolódó elemek és tevékenységek halmazából áll a rendszer, amelyek valamilyen közös cél érdekében működnek együtt. Olyan funkciók teljes készletével kell rendelkeznie az információs rendszernek, amelyek biztosítják a cél elérését, beleértve a megfigyelést, mérést, leírást, értelmezést, előrejelzést és döntéshozatalt is, ugyanis az alapadatokon végrehajtott műveletek halmaza az információs rendszer, melyek hasznos információkat szolgáltatnak a döntéshozatalhoz.

Lépések sorozata vezet a méréstől az adatgyűjtésen át az analízisig. A földrajzi információs rendszer használ helyzeti és leíró adatokat is. Ez teszi lehetővé azt, hogy ebben a rendszerben térbeli elemzéseket is végre tudjunk hajtani.

A GIS segíti a tervezési és irányítási feladatok megoldására szolgáló térbeli adatok gyűjtését, kezelését, feldolgozását, elemzését és megjelenítését is, ezáltal tekinthető a hardver, a szoftver és a módszerek rendszerének.

Más egyéb programok is képesek a térbeli adatok használatára, ilyenek például az AutoCAD programcsalád, illetve a különböző statisztikai programok. Ezekről a GIS annyiban különbözik, hogy a térbeli műveletek elvégzésére is lehetőséget ad.

3.1 Rendszerelmélete

Nem csak informatikai ismeretekre támaszkodik a térinformatika. Évszázadokon át, különböző vizsgálati eredményei, a földfelszín leírása, különböző mérésekből származtatott adatok alkotják azt az ismeretanyagot, melyek korábban analóg módon kerültek a térképeken ábrázolásra. A forradalmasítás nem csak ezekre az analóg ábrázolási technikákra terjed ki, hanem hagyományos, évszázados múlttal rendelkező technikákra is, mint például a térképészet, a fotogrammetria vagy a földmérés.

A térinformatika a térbeli adatok törvényszerűségeit és az adatok gyűjtésének legújabb módszereit is magába foglalja.

A légi és űrfelvételek, vagyis a távérzékelte adatok feldolgozása, elemzése és értelmezése nem valósulhatna meg a mai korszerű térinformatikai eszközök és feldolgozási módszerek ismerete nélkül. Ezáltal megállapíthatjuk, hogy a távérzékelés és GIS közötti kapcsolat egyre szorosabb.

A számítógépes geometria és grafika biztosítja a képi adatok megjelenítését. Geostatisztika nélkül a térbeli adatok statisztikai paramétereit, pontosságukat vagy bizonytalanságukat nem mérhetnénk meg.

A leírtak alapján következtethetünk arra, hogy a térinformatika egy összetett tudomány. Különböző területekről gyűjt össze és alkalmaz adatokat, elméleteket, módszereket és eljárásokat egy egységes rendszerben.

3.2 Alkalmazási területei

A tevékenység jellege szerint 2 főbb alkalmazási csoportra bonthatjuk a térinformatika alkalmazási területeit.

Az első csoportba a hosszabb idő óta fejlesztett technológiákat sorolhatjuk, amelyek a térinformatikával közös eljárásaik és adatszolgáltatásuk révén vannak kapcsolatban. Ilyenek például a földmérési és más mérnöki tevékenységek, ahol hétköznapi lett a technológiák fejlődésével a digitális mérőállomások és a GNSS technológiák használata.

A második kategóriába a menedzsment és a döntéskészítés csoportok tartoznak, amely a legtöbb alkalmazást tudhatja magáénak. Ilyen például a természeti erőforrások nyilvántartása, adatkezelése.

A térinformatikát napjainkban több tudományág is alkalmazza. Mondhatjuk, hogy egy GIS alapú kutatásban bármilyen földrajzi információt tartalmazó változót felhasználhatunk.

A térinformatika felhasználási területeire pár példa:

Az egészségügyben való felhasználásnál, megállapíthatjuk, hogy azokban a városokban, amelyek egy nemzetközi repülőtér közelében fekszenek nagyobb a fertőző betegségek aránya.

A politológiában rávilágíthatunk arra, hogy a nemzetközi határokhoz közelebb elhelyezkedő közösségek magasabb arányban támogatják a nemzetközi kereskedelmet.

A humánökológiában a térinformatika alkalmazásával megállapíthatjuk, hogy a hulladék-feldolgozó üzemek szomszédságában valamilyen kisebbségi csoporthoz tartozó és/vagy szegények élnek.

Azon településeken, amelyeken magasabb a kamaszkorúak aránya a bűnözési ráta is magasabb, tehát láthatjuk, hogy a kriminológiában is használatos és hasznos a térinformatika.

Antropológiai szempontú felhasználásnál észrevehetjük és ábrázolhatjuk, hogy a városoktól távoli, vidéki közösségek a hagyományaikat, kultúrájukat jobban őrzik, mint a vársokhoz közeli közösségek.

3.3 Kapcsolódó tudományágak és technológiák

A hagyományos tudományágak és technológiai kérések is közelebb kerülnek egymáshoz a térinformatikában. A térbeli adatokkal foglalkozó tudományág széles körének biztosít lehetőséget, ezért „szolgáltató technológiáknak” is gyakran hívják.

Technikákkal és módszerekkel bővíti minden kapcsolódó szakterület a térinformatikát, sokban az adatgyűjtés döntő szerepet játszik, ugyanis ezeket közelíti egymáshoz a térinformatikai kiemelve az elemzés, modellezés és adatintegrálás fontosságát.

3.3.1. Térképészet

A térképek jelentik a fő adatforrásait a GIS számára. Térbeli információk megjelenítésével foglalkozik. A térképtervezésben nagy hagyományai vannak, amik fontosak a GIS eredmények megjelenítésében. A digitális (számítógépes) térképészet módszereket ad a térképészeti objektumok megformálásában és manipulálásában.

3.3.2. Fotogrammetria

A topográfiai adatok nyerésének legfontosabb forrása a fotogrammetria, légifelvételek kiértékelésével a GIS számára, például digitális ortofotó.

3.3.3. Földrajz

Széleskörűen foglalkozik a földdel és a rajta lévő emberekkel. Térbeli elemzések lebonyolításához szükséges adatokkal és elemekkel rendelkeznek. Térbeli irányultságot ad a kutatásban.

3.3.4. Távérzékelés

A légi- és űrfelvételek a földrajzi adatok fontos forrásai. A távérzékelés olcsó és nagy terjedelmű adatok gyűjtésére és ezek feldolgozására különböző megoldásokat biztosít.

3.3.5. Geodézia

Az ábrázolandó földrészletek, épületek, tereptárgyak, helyzeti adatait nagy pontossággal, megbízhatósággal határozza meg.

3.3.6. Felsőgeodézia

A GIS helyzeti adatainak keretrendszerét adja meg.

3.3.7. Operációkutatás

A GIS alkalmazásokban nagy szükség van a sok döntés előkészítéséhez optimalizáló módszerekre.

3.3.8. Statisztika

Sokféle GIS bázisú modell statisztikai természetű.

Az elemzések során statisztikai megoldásokat használhatunk.

Hatalmas szerepe van az adatok hibáinak megbízhatóságával kapcsolatos feladatok megoldásában is.

3.3.9. Számítástechnika

Számítógéppel történő tervezés CAD (azaz computer-aided design) szoftverekkel illetve módszerekkel segít az adatbevitel majd a megjelenítés, de főképp a háromdimenziós ábrázolás terén.

A számítógépes grafikában végzett fejlesztések a grafikus objektumok kezelésére és megjelenítésére új hardvereket és szoftvereket illetve módszereket eredményeztek. A GIS fejlődéséhez az adatbázis kezelő rendszerek rendszertervezési megoldásokkal, adat felújítási, adatkezelési, adat elérési technikákkal járulnak hozzá.

A mesterséges intelligencia (azaz AI - artificial intelligence) a z elérhető adatokon támaszkodó változatok kidolgozására használja a számítógépet.

A GIS még nem képes kihasználni az AI teljes eszköztárát, de a mesterséges intelligencia már technikákat és módszereket ad a rendszer működéséhez és tervezéséhez.

3.3.10. Matematika

A matematika számos ága például a geometria illetve a gráfelméletek használatosak a térbeli adatok elemzésében vagy akár a rendszertervezésben.

3.3.11. Építőmérnöki tudományok

A várostervezésben játszik fontos szerepet, a közművek, a közlekedési vagy egyéb vonalas létesítmények tervezésekor a térinformatika.

3.4 Az információs rendszerek összetevői

Információ alatt szimbólumok összességét értjük, amelyek jelentős adatokat hordoznak és a vevő számára új adatokat szolgáltatnak.

Az információs rendszer feladata a következő: adatgyűjtés, adatkezelés, adatelemzés, adatmegjelenítés.

A rendszerek alkotóelemeit vizsgálva négy összetevőhöz jutunk:

- eszközök (hardware)
- programok (software)
- adatok (data)
- felhasználók (user)

3.5 Az információs rendszer alkotóelemei

- eszközök – hardware
- programok – software
- adatok – data
- felhasználók – user

Értékük aránya a következő: hardware : software : data = 1:10:100.

3.5.1 Eszközök (hardware)

A térinformatikai eszközök műszakilag megépített fizikailag létező eszközeinek, elemeinek összefoglaló neve. Sajátos szempontként jelentkezik az adatok helyhez kapcsolódó jellege az adatgyűjtés során. Ennek következtében a hardver elemei közé sorolhatóak a helymeghatározás különböző műszerei, illetve a meglévő térkép digitalizálását szolgáló berendezések.

3.5.2 Programok (software)

A térinformatikai rendszerek szoftvere az adott hardver adta lehetőségeket kihasználó, eljárásokat megvalósító programok összessége.

A számítógépes programok általában három csoportra oszthatók:

- Operációs rendszer: azt a szoftver együttest jelenti, amely összehangolja, illetve vezérli a számítógépes rendszerek erőforrásait
- Rendszer közeli szoftver: segédprogramok összessége. Mind a fejlesztők mind a felhasználók számára kényelmesebbé teszi a számítógép használatot.
- Alkalmazó szoftvere: egy adott felhasználási célra készült rendszer.

3.5.3 Adatok (data)

A valós világot reprezentáló objektumok jellemzésére szolgálnak.

Az adatokat két nagy csoportba sorolhatjuk:

- geometriai adatok
- attribútum adatok

A geometriai adatok valamilyen vonatkozási rendszerben vannak megadva az egyértelmű meghatározás érdekében.

Geometriai adatok földhöz történő kapcsolás leírását a vonatkoztatási rendszerek biztosítják.

Objektumok helyének méretének illetve alakjának leírására szolgál.

Jellege szerint lehet: vektor adat, raszter adat illetve tesszellációs adat.

Vektor adatok: Az objektumok helyzetét pontok, vonalak, felületek

segítségével írjuk le.

A helyleíró adatok hagyományos ábrázolási formája.

Geodéziai, geometriai, térképezési módszereink mind ezt az alapelvet követik.

A terep vektoros ábrázolása azonban csak egyszerűsítő munka, ugyanis a terep minden pontja önálló, a többi ponttól eltérő sajátosságokkal is rendelkezhet.

Raszter adatok: Ha a lefedés négyzetekkel történt, akkor az elemeket

képelemeknek (pixeleknek) nevezzük. ezek a távérzékelésből származnak.

A tesszellációs modell legelterjedtebb változata a raszteres adat.

Tesszellációs adatok: Akkor beszélünk tesszellációs adatokról, ha a felületeket a geometriai elemek mozaikszerűen borítják.

Itt beszélhetünk szabályos és szabálytalan tesszellációról attól függően, hogy milyen az elemi területek alakja.

Az attribútum adatok tartalmazzák a vizsgált jelenségek természeti eredetű tulajdonságait, jellemzőit az emberi tevékenységgel létrehozott létesítmények paramétereit illetve bizonyos területek gazdasági jellemzőit.

Megjelenési formájuk lehet szöveges illetve számszerű.

Csoportosítása pedig a következő:

- névleges adat: a vizsgált objektum jellegét adja meg
- sorrendi adatok: valamilyen rendezett sor, bizonyos elemeihez való tartozását jelzi.
- Intervallum adatok: az abszolút értékek közötti állandó értékű különbséget jelzi.
- Viszonyított adatok: valamely abszolútnak tekintett zérus értékre vonatkoznak.

3.5.4 Felhasználók (user)

A megfelelő emberek hiányában a térinformatikai rendszerek nem hozhatók létre illetve nem működtethetők.

Általánosságban a szakemberek állományát azonos költségűnek tekintjük a szoftver költségeivel.

4 ADATGYŰJTÉS

Az adatokat a Budapesti Közlekedési Központ (BKK) oldaláról szereztem, akik Budapest történetében elsőként elérhetővé tettek egy hiteles statikus menetrendi adatbázist GTFS-formátumban.

Ezt az adatbázis-formátumot közlekedésszervező cégek százai használják már világszerte és a BKK is ezt követte. Ezen adatok ismerete lehetővé teszi bárki számára, hogy a szoftverébe integrálja, vagy új szoftvert fejlesszen ezen adatok segítségével. Az adatbázis rendszeresen frissített, néhány hónapra előre tartalmaz indulási és érkezési adatokat nappali és éjszakai járatokra egyaránt, legyen az buszra, trolira, villamosra, metróra, HÉV-re vagy akár hajóra vonatkozóan. Ezek az adatok lehetővé teszik a megállók pontos helyének megjelenítését a GPS-koordináták segítségével és a vonalhálózat is megjeleníthető.

4.1 Mi a GTFS?



5. ÁBRA: GTFS LOGÓ

A GTFS (General Transit Feed Specification) egy Google által kifejlesztett, nyilvános és ingyenes formátum, amely beépíthetővé teszi a közösségi közlekedés adatbázisait földrajzi pozíciókat is felhasználó alkalmazásokba.

Manapság az okostelefonok nagytöbbsége képes erre. Két ismert módja van az adatok megjelenítésének: az első, hogy a telefon operációs rendszeréhez adott funkcionalitás révén lehet megtervezni az utazást. A második mód pedig a Budapesti Közlekedési Központ adatit feldolgozó applikáció letöltésével lehetséges.

A GTFS formátum lehetővé teszi, hogy többé ne kelljen többféle formátumba konvertálni az adatokat.

A menetrendeket általában havi rendszerességgel véglegesítik, de szükség esetén, van rá lehetőség, hogy hetente végezzenek frissítést az adatbázisban. Tartalmazhat hosszabb távú és/vagy előre tervezett módosításokat is, azonban a váratlan és rövid időtartamú, vagy egy-két napra előre látható tereléseket a Google térképen való időigényes megjelenítésük miatt és az adatok generálása miatt nem publikálják. A megállók késve jelennek meg, mivel attól függetlenül, hogy azonnal az állományban megtalálhatóak a közterületnév-változások vagy az új áthelyezett megállók, az egyes térképszolgáltatóknak hetekre vagy akár hónapokra is szüksége van az új pontok megjelenítésére.

Az adatokat a BKK egy belső rendszerből konvertálja, ezért ezek referencia adatoknak tekinthetőek, melyek tartalmazhatnak kisebb hibákat, melyek folyamatos javítás alatt állnak.

4.2 GTFS formátumok és jellemzői táblánként/állományonként

4.2.1 Stops – megállók

Ez az állomány tárolja az egyes megállókat, amelyekhez tartozik egy név, szélességi és hosszúsági koordináták, megálló típus.

```
stop_id,stop_name,stop_lat,stop_lon,stop_code,location_type,parent_s
tation,wheelchair_boarding
002133,"Örs vezér tere M+H, déli tárolótér",47.500366,19.135700,,,,2
002136,Fogas üzem (kapu),47.509119,19.014403,,,,2
002138,Kőbánya alsó vasútállomás,47.483354,19.127803,,,,2
```

4.2.2 Stop_times – megállási idők

Ez a tábla tárolja, hogy egy adott megállóban egy viszonylat egy járata mikor érkezik meg és mikor indul onnan tovább, valamint, hogy egy rekord hányadik megállást jelent a járat meghatározott útján.

```
trip_id,stop_id,arrival_time,departure_time,stop_sequence,shape_dist
_traveled
A895151,F04272,06:20:00,06:20:00,10,0.0
A895151,F04184,06:22:00,06:22:00,20,648.0
A895151,F04319,06:24:00,06:24:00,30,1224.0
```

4.2.3 Routes – viszonylatok

Ebben az állományban az aktuálisan elérhető útvonalak, nyomvonalak találhatóak. Minden viszonylathoz tartozik egyedi azonosító, rövid név ami ebben az esetben a viszonylatok számát jelenti, illetve egy hosszú név, egy leírás, amik a viszonylat végállomásainak nevét tartalmazza a végén pedig egy típusazonosítót.

```
agency_id,route_id,route_short_name,route_long_name,route_type,route
_desc,route_color,route_text_color
BKK,0050,5,,3,"Pasaréti tér / Rákospalota, Kossuth
utca",009FE3,FFFFFF
BKK,0070,7,,3,"Albertfalva vasútállomás / Újpalota, Nyírpalota
út",009FE3,FFFFFF
BKK,0075,7E,,3,"Blaha Lujza tér M / Újpalota, Nyírpalota
út",009FE3,FFFFFF
```

4.2.4 Trips – járatok

A konkrét járatokat tartalmazza ez az állomány. Minden járathoz egy útvonal tartozik, amin közlekedik és egy szolgáltatás azonosító, ami megmutatja, hogy melyik időközökben közlekedik a járat. A headsign attribútum a járat irányát jelöli, amely tartalmazza az aktuális végállomás nevét, továbbá a direction attribútum, ami 0 vagy 1 értékű lehet a járat irányától függően. a járathoz tartozik egy shape is, amely az útvonalat tárolja GPS koordináták listájaként, így könnyen meglehet jeleníteni, bármilyen járat útvonalát a térképen.

```
route_id,trip_id,service_id,trip_headsign,direction_id,block_id,shap
e_id,wheelchair_accessible,bikes_allowed
6300,A895151,A89515AHCKP-0011,Boráros tér H,1,A89515AHCKP-
0011_1,T002,2,1
6300,A8951510,A89515AHCKP-0011,Csepel,0,A89515AHCKP-0011_1,S999,2,1
6300,A89515100,A89515AHCKP-0011,Boráros tér H,1,A89515AHCKP-
0011_3,T002,2,1
```

4.2.5 Calendar – szolgáltatási idő

Tárolja az egyes szolgáltatásokat ez a tábla. Tulajdonképpen egy szolgáltatás azt mondja meg, hogy azok a járatok, amik ezekhez a szolgáltatásokhoz tartoznak, a hetek mely napjain közlekednek és, hogy ez milyen dátumok közt érvényes.

```
service_id,service_desc,monday,tuesday,wednesday,thursday,friday,saturday,sunday,start_date,end_date
HETVEGEN,"szabad- és munkaszüneti napokon",0,0,0,0,0,0,0,20111211,20121208
MUNKANAPON,munkanapokon,1,1,1,1,1,0,0,20111211,20121208
MUNKASZUNETINAPON,"munkaszüneti napokon",0,0,0,0,0,0,1,20111211,20121208
M_+,"vasárnap és ünnepnap közlekedési rend szerint",0,0,0,0,0,0,1,20111211,20121208
```

4.2.6 Calendar_dates – szolgáltatási idő kivételek

A fenti táblához kapcsolódó kivételek tárolására szolgál. Azt mutatja meg, hogy a hivatkozott szolgáltatás az eredeti menetrendhez képest milyen késéssel közlekedik a rekordban tárolt napon.

```
service_id,date,exception_type
A89515AHCKP-0011,20150901,1
A89515AHCKP-0011,20150902,1
A89515AHCKP-0011,20150903,1
```

4.2.7 Shapes – útvonalak

Ez egy kapcsoló állomány a shape pontok és a járatok között a minél több kapcsolat megvalósítása érdekében.

```
shape_id,shape_pt_sequence,shape_pt_lat,shape_pt_lon,shape_dist_traveled
0030,200001,47.532179,19.176366,0.0
0030,200002,47.532152,19.176313,5.0
0030,200003,47.532467,19.175995,47.0
```

4.2.8 Shape_points – útvonal pontok

Ez a tábla egyes járatok útvonalainak pontjait tárolja, ezen kívül tárolja még a pont szélességi, illetve hosszúsági koordinátáit, valamint az útvonalon megtett távolságot az aktuális pontig és a sorszámát az útvonalon.

```
stop_id,stop_name,stop_lat,stop_lon,stop_code,location_type,parent_s
tation,wheelchair_boarding
002133,"Örs vezér tere M+H, déli tárolótér",47.500366,19.135700,,,,2
002136,Fogas üzem (kapu),47.509119,19.014403,,,,2
002138,Kőbánya alsó vasútállomás,47.483354,19.127803,,,,2
```

4.2.9 Route_stops – járatokhoz tartozó megállók

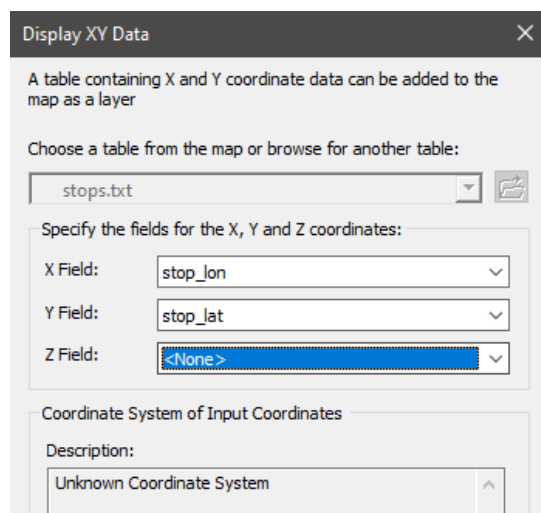
Közvetlenül rendeli össze az egyes viszonylatokat és a hozzájuk tartozó megállókat. Útvonaltervezésnél illetve a kliens alkalmazás böngésző funkciójánál lehet erre szükség.

```
trip_id,stop_id,arrival_time,departure_time,stop_sequence,shape_dist
_traveled
A895151,F04272,06:20:00,06:20:00,10,0.0
A895151,F04184,06:22:00,06:22:00,20,648.0
A895151,F04319,06:24:00,06:24:00,30,1224.0
```

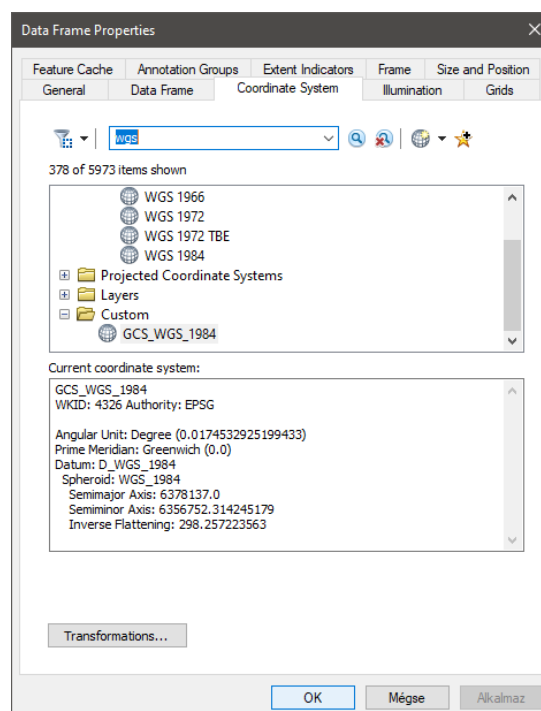
5 FELDOLGOZÁS

A szakdolgozatot az ArcMap alkalmazással készítettem. Az ArcMap az ESRI által fejlesztett ArcGIS programcsomag eleme, amely egy térbeli adat analízissel foglalkozó program. ArcMap segítségével készíthetünk térképeket szimplán geográfus adatokból. Ezek olyan leíró adatok, amelyek térbeli jellemzőkkel is rendelkeznek, tehát koordinátái vannak.

Az adatgyűjtésben említett GTFS által biztosított szöveges adatállományokban megtalálhatóak voltak hosszúsági (longitude) és szélességi (latitude) szögértékek, amelyek a WGS84 koordináta-rendszerből származtatott értékek voltak. Ezeket az értékeket az ArcMap automatikusan nem tudja koordináta-rendszerhez rendelni, ezért manuális módszerrel kellett X (lon) és Y (lat) értékekhez rendelnem.



7. ÁBRA: X ÉS Y KOORDINÁTÁK HOZZÁRENDELÉSE

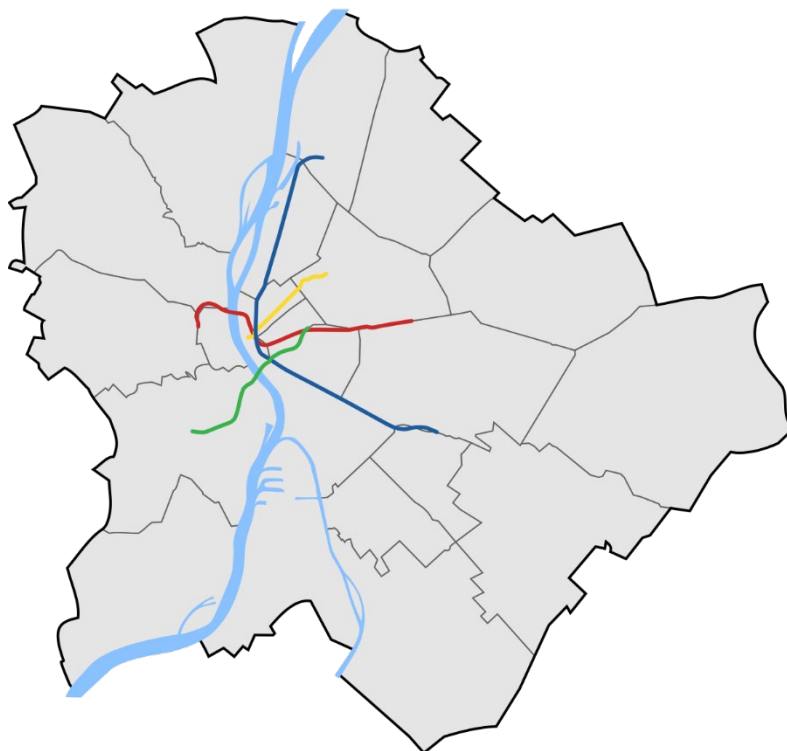


6. ÁBRA: WGS84 KOORDINÁTARENDSZER KIVÁLASZTÁSA

A következő lépésben alaptérképként behívtam az Open Street Map adatbázisát egyrészt esztétikai okból kifolyólag, másrészt a GTFS adatállományból kinyert koordináták ellenőrzése végett. Mivel a járatokhoz és a megállókhöz tartoztak csak térbeli adatok, a többi adatállomány csak leíró adatokkal rendelkezett, ezért ebből a kettő rétegből kellett kiválogatnom a nekem megfelelő adatokat.

Mivel az én témám specifikusan a metróvonalak elemzésére terjed ki, ezért a rájuk vonatkozó adatokat gyűjtöttem ki. Úgy tudtam megállapítani, hogy melyek ezek adatok, hogy az alatta elhelyezkedő alaptérképen koordinátahelyesen helyezkednek el ezek a pontok.

A járatok útvonalát definiáló pontokat egyszerű leválogatással listába gyűjtöttem és összehasonlítottam ezek attribútumait.



8. ÁBRA: BUDAPEST TÉRKÉPE A METRÓHÁLÓZATOKKAL

Megfigyeltem, hogy a pontok egyedi azonosítói (ID) menetiránytól függően növekedő tendenciát mutatnak.

Az alaptérképen kívül szükségem volt egy olyan képre, ami tartalmazza a budapesti metróhálózat nyomvonalait, ezért kerestem egy megfelelő képet az interneten, ami egy vaktérkép, ami csak a kerületeket és a metró vonalakat tartalmazza.

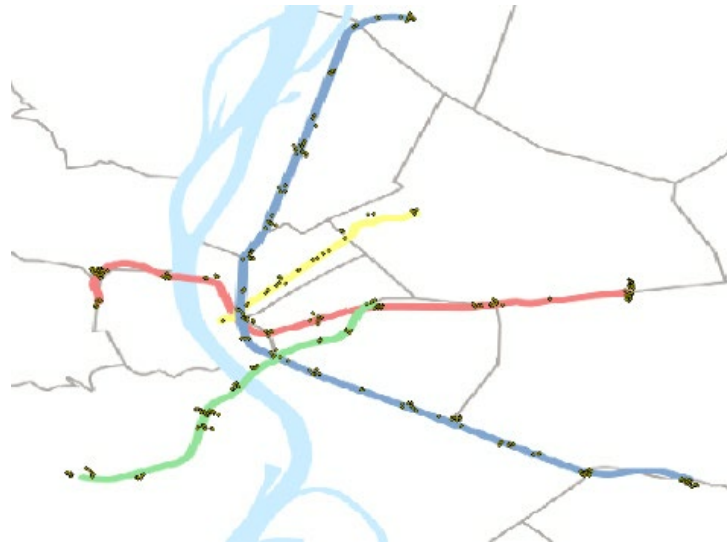
Ezt a képet is behívtam a programba, de mivel ennek a képnek nincsenek koordinátái, ezért georeferálnom kellett. Ehhez a művelethez ki kellett választanom közös pontokat, hogy legyen hova referálnia a képet. Ezeket úgy választottam ki, hogy a végállomás egy pontját meghatároztam, mind a GTFS állományi pontokban mind a térképen. Ehhez minimum 4 közös pontra volt szükség. A folyamat elvégzése után a kép, már a megfelelő helyen helyezkedett el. Ennek az újonnan behívott képemnek beállítottam az átlátszóságát, mivel szükségem volt rá, de nem akartam, hogy zavaró tényező legyen.



9. ÁBRA: GEOREFERÁLÁS VÉGEREDMÉNYE

Az előző lépésre azért volt szükség, hogy valamilyen referenciám legyen arról, hogy milyen irányba tartanak a metrók vonalai, így a képet felhasználva külön tudtam választani a négy metróvonal elemeit.

Metróvonalanként ellenőriztem, a két végállomás shape ID-ját és arra jutottam, hogy ezek egy zárt intervallumot definiálnak, ezért attribútum alapú leválogatással ki tudtam választani a vonal összes számomra hasznos pontját. Ezeket a pontokat egy külön shapefile-ba exportáltam a könnyebb kezelhetőség és analízis érdekében.



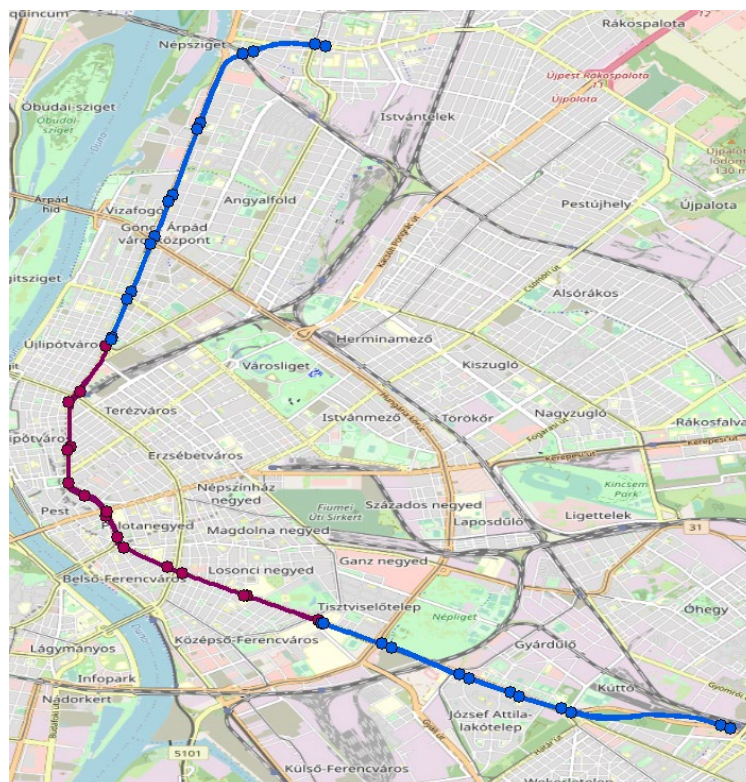
10. ÁBRA: AZ „ÖSSZES” PONT. ESETEMBEN A
METRÓLEJÁRATOK ÉS MEGÁLLÓK

Ezen kívül szükségem volt a metrómegállók helyzetére is. Ezeket a már kiválogatott metróvonal pontjai alapján tudtam kiválasztani, hiszen a megfelelő megállók a metróvonal egy pontjával azonos elhelyezkedésűek voltak. Így a leválogatás során, az azonos koordinátán lévő metróvonal és megálló pontokat választottam ki. Ezáltal megkaptam a számomra szükséges metrómegállókat.



11. ÁBRA: SZÜKSÉGES METRÓMEGÁLLÓK

A hármas metróvonal leválogatásának menete eltérő volt a többihez képest, ugyanis, mint tudni illik ezen metróvonal felújítás alatt áll 2017 óta, ezért különböző szakaszain metrópótló autóbuszjáratok közlekednek. A szakdolgozatom megírásakor ezen szakasz a Lehel tér metróállomás és a Nagyvárad tér metróállomás között található. Ez azért volt jelentős tényező számomra, ugyanis a metrópótló autóbuszoknak más azonosítószámuk van, ezért ezeket külön le kellett válogatnom.



12. ÁBRA: M3 VONAL A FELÚJÍTÁS KÖZBEN. KÖZÉPEN A PÓTLÓBUSZOS SZAKASSZAL

Az összes metróvonal leválogatás után a pontokból álló shapefile-t át kellett alakítanom vonalas állománnyá. Ehhez az eszköztárban található, data management címszó alatt található „point to line” funkciót alkalmaztam.

A vonalak megfelelő automatikus bekötéséhez meg kellett adni két különböző oszlopot a metróvonal attribútumtáblájából. Az egyik ilyen adat az úgynevezett „Sort field” mező volt, ez alapján rendezte növekvő sorrendbe a pontokat az összekötéshez. A másik adat a „Line field” volt, ez a mező pedig az egyedi azonosítót adta meg, hogy melyik vonalat kötheti össze, ez például az M1 metróvonalnál a „1109” valamint a „1110” azonosítók voltak.

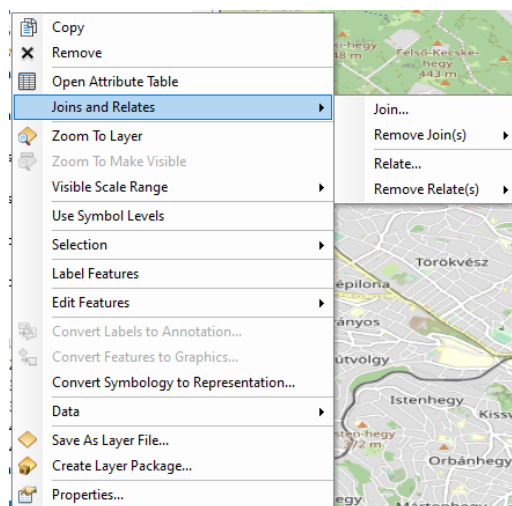
A művelet párbeszédablakában még lehetőség lett volna kiválasztani a „Close line” funkciót, ez a végeredményként kapott vonalat bezárta volna egy poligonként, de ez a jelenlegi műveletnél nem lett volna megfelelő.



13. ÁBRA: POINTS TO LINE

A projektem következő lépése az adattáblák behívása. A programon belül az „add data” funkciót használva beolvastam a fent említett routes, trips, stops_times állományokat, hogy ezeket felhasználva egy összekapcsolt adattáblát hozzak létre.

A beolvasást követően a program „join” funkcióját használva megkezdtem az adattáblák összekapcsolását. A „join” funkció külső adattáblák kapcsolását jelenti, meghatározott kapcsoló változókon keresztül az attribútumtáblához.



14. ÁBRA: JOIN FUNKCIÓ

Az előzetes megfigyeléseim alapján a megállókhöz kell hozzárendelni a beolvasott állományokat, ugyanis ez tartalmazza azokat az egyedi azonosítókat, amelyekhez hozzá lehet rendelni más adattáblát.

Először az egyes metróvonalon próbáltam meg az összekapcsolást. Ez lépés nem érte el az elvártakat, ugyanis a kapcsolódás létre jött ugyan, de nem megfelelő módon, mivel huszonkettő darab megálló van ezen a metróvonalon, ezért csak ennyi darab indulási és érkezési adatot tudott hazarendelni a program, a napi több száz indulási és érkezési adat helyett. Következő lépésben „join” helyett „relate” funkcióval próbálkoztam. Ettől a lépéstől azt vártam el, hogy ne csak az adott darabszámú megállóhoz rendelje az adatokat, hanem összes adatot hozzá tudja rendelni az adott számú megállóhoz. Ettől a lépéstől sem az elvárt eredményt kaptam, ugyanis a megállóhoz a stop_times adatokat hozzá tudtam rendelni, viszont ehhez már a trips adatállományt nem. Ez a lépés azért nem volt sikeres, mivel a relates funkciónál a kiválasztott ID (trip_id) nem volt megtalálható. A következő lépésben egy más módszert választottam a probléma megoldására. Excelben nyitottam meg az adattáblát, ahol jobban át tudtam tekinteni azt. Itt észrevettem, hogy a trip_id-k között némelyik hibásan jelenik meg. Az eredeti txt-ben például „0070”-nek hívja az első értéket, míg az excelben csupán 70-nek. Ezt kiküszöbölve az előbb említetthez hasonló cellákat „szám” típusról „szöveg” típusúra állítottam és a hibás értéket kijavítottam. Ezt az állományt „csv” (Comma Separated Value azaz vesszővel elválasztott értékek) fájlként mentettem ki.

Az elkészült csv állományt szintén behívtam a programba, ahol csak fél sikert tudtam elérni. A hibás ID jelenség megszűnt, ugyanis végre megfelelő módon, azaz 0070-nek hívta be az említett trips_ID-t. De mint említettem, ez csak félsiker, ugyanis ezzel nem szűnt meg az összes probléma, mivel a behívás után a következő állapot fogadott: a tábla sok mezője „null” értéket kapott, ellentétben az előző esettel, ahol megtartotta saját értékét.

Mivel ez az irány sem hozta az elvártakat, ezért egy újabb irányba indultam el. Összegyűjtöttem az összes adattábla címsorát, hogy manuálisan ellenőrizsem nem e következ el, valamiféle hibát, abban, hogy olyan lépésre kényszerítem a szoftvert, amire nem képes. Felállítottam a következő sorrendet:

```

stoptimes
trip_id,stop_id,arrival_time,departure_time,stop_sequence,stop_headsign,pickup_type,drop_off_type,shape_dist_traveled

trips
route_id,trip_id,service_id,trip_headsign,direction_id,block_id,shape_id,wheelchair_accessible,bikes_allowed,boarding_door

stops
stop_id,stop_name,stop_lat,stop_lon,stop_code,location_type,location_sub_type,parent_station,wheelchair_boarding,stop_direction

routes
agency_id,route_id,route_short_name,route_long_name,route_type,route_desc,route_color,route_text_color,route_sort_order

Sorrend:
Táblanevek:                stops-stoptimes-trips-routes
Összekapcsolható egyedi azonosítók: stopid-stopid-tripid-routeid

```

Mint az ábrán látható az általam felállított sorrend alapján elméletileg a programnak össze kell tudnia kapcsolni a táblákat. Az előző hibából tanulva a következő próbálkozás az alábbiak szerint zajlott: behívtam a három adattáblát a programba. Mielőtt a megállókhöz kapcsolatam volna bármelyiket, az előző hibát elkerülve először a három táblát kapcsoltam egybe: stop_times, trips, routes. Majd ezt a hármas csoportot próbáltam join-olni a megállókhöz, ennek eredményeképp az első próbálkozáshoz hasonló eredményt kaptam, csak huszonkét rekord jelent meg.

stop_id	stop_name	stop_lat	stop_lon	stop_code	location_t	location_a	parent_sta	wheelchair	stop_dir	trip_id	stop_id	arrival_time	departure_time
1	Point	F00962	47.48772	19.05367	F00962	0	CSF00960	2	-182	C279631	F00962	04:43:15	04:45:15
2	Point	F00963	47.48772	19.05414	F00963	0	CSF00960	2	60	C279631	F00963	07:11:25	07:11:25
3	Point	F00964	47.486671	19.05193	F00964	0	CSLMVTV	2	-119	C279631	F00964	04:44:35	04:44:35
4	Point	F00965	47.486737	19.05093	F00965	0	CSLMVTV	2	52	C279631	F00965	07:10:15	07:10:15
5	Point	F00966	47.486641	19.05029	F00966	0	CSF00967	2	-138	C279631	F00966	04:41:57	04:41:57
6	Point	F00967	47.489937	19.05065	F00967	0	CSF00967	2	44	C279631	F00967	07:12:45	07:12:45
7	Point	F01079	47.502197	19.06091	F01079	0	CSLMVOPV	2	-135	C279631	F01079	04:40:52	04:40:52
8	Point	F01080	47.502305	19.059181	F01080	0	CSLMVOPV	2	45	C279631	F01080	07:13:50	07:13:50
9	Point	F01085	47.504823	19.06262	F01085	0	CSLMVOPV	2	-135	C279631	F01085	04:39:42	04:39:42
10	Point	F01086	47.505023	19.06323	F01086	0	CSLMVOPV	2	45	C279631	F01086	07:15:00	07:15:00
11	Point	F01082	47.507149	19.06110	F01082	0	CSF01083	2	-135	C279631	F01082	04:38:37	04:38:37
12	Point	F01083	47.507238	19.06020	F01083	0	CSF01083	2	45	C279631	F01083	07:16:07	07:16:07
13	Point	F01095	47.509175	19.069118	F01095	0	CSF01096	2	-135	C279631	F01095	04:37:40	04:37:40
14	Point	F01096	47.509281	19.06944	F01096	0	CSF01096	2	45	C279631	F01096	07:17:05	07:17:05
15	Point	F01100	47.511237	19.072271	F01100	0	CSF01101	2	-135	C279631	F01100	04:36:40	04:36:40
16	Point	F01101	47.511342	19.072602	F01101	0	CSF01101	2	45	C279631	F01101	07:18:07	07:18:07
17	Point	F01102	47.514065	19.074343	F01102	0	CSLMVTV	2	-135	C279631	F01102	04:35:27	04:35:27
18	Point	F01103	47.514111	19.076803	F01103	0	CSLMVTV	2	45	C279631	F01103	07:19:17	07:19:17
19	Point	F02090	47.517060	19.08090	F02090	0	CSLMVOPV	2	-80	C279631	F02090	04:33:50	04:33:50
20	Point	F02097	47.517467	19.081401	F02097	0	CSLMVOPV	2	80	C279631	F02097	07:20:57	07:20:57
21	Point	F02087	47.519382	19.090573	F02087	0	CSLMVOPV	2	-87	C279631	F02087	04:32:20	04:32:20
22	Point	F02088	47.519513	19.091037	F02088	0	CSLMVOPV	2	87	C279631	F02088	07:22:35	07:22:35

15. ÁBRA: 22 ÉRTÉK LÁTHATÓ

A következő lépés eredménye, bár nyilvánvaló volt ezt a hármas csoportot is megpróbáltam relate funkcióval összekapcsolni nem sok sikerrel. Az eredmény nem meglepő módon, a fenti egyenkénti relate kapcsolással megegyező: látszólag jól megtartott mezők, de azokon belül kifejezetten sok értékkel nem rendelkező mezőt kaptam.

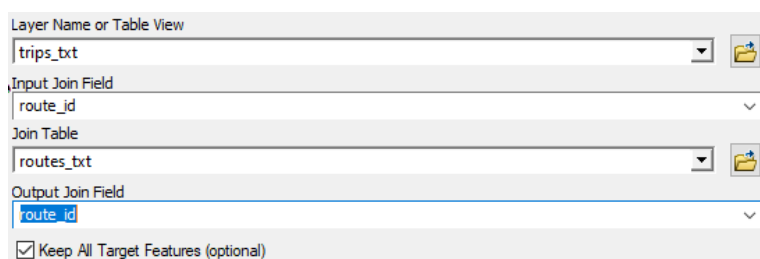
A következő mód amivel próbáltam az adatbázis számomra használhatóvá tenni az ismét az Excel táblázathoz kapcsolódik. Excel alkalmazás segítségével nyitottam meg az alap .txt formátumú állományokat. Miután ismét átláthatóvá tettem megpróbáltam kézzel, manuális módon ellátni őket megfelelő ID-val, amiket ezután megfelelőképp felismerhet a program. Ez az ötletem hamar kudarcba fulladt két okból kifolyólag.

Egyrészt tekintve a fájlok méretéből kifolyólag, (300 ezer sor hosszúságú, 6-10 oszlop mennyiségű adat) másrészt emberi erővel lehetetlen átgondoltan egy minden rétegen átmenő ID hierarchiát létrehozni manuálisan.

302692	H8	H5001_14	3675	Örs vezér	1	145
302693	H8	H52011_14	3669	Cinkota	1	148
302694	H8	H5301_34	3669	Örs vezér	1	342
302695	H9	H55024_2	3625	Csömör	0	271
302696	H9	H55026_3	3657	Csömör	0	324
302697	H9	H55028_3	3668	Csömör	0	324
302698	H8	H5502_14	3650	Csömör	0	149
302699	H9	H55073_9	3625	Örs vezér	1	97
302700	H9	H55079_3	3668	Örs vezér	1	323
302701	H8	H5507_15	3650	Örs vezér	1	150
302702	H8	H5508_14	3646	Csömör	0	149
302703	H9	H55121_3	3666	Csömör	0	324
302704	H9	H55174_3	3668	Örs vezér	1	323
302705	H8	H5517_15	3650	Örs vezér	1	150
302706	H5	H80001_4	3622	Szentendr	0	4
302707	H5	H8000_22	3673	Szentendr	0	22
302708						
302709						
302710						
302711						

16. ÁBRA: AZ EXCEL FÁJL TERJEDELME

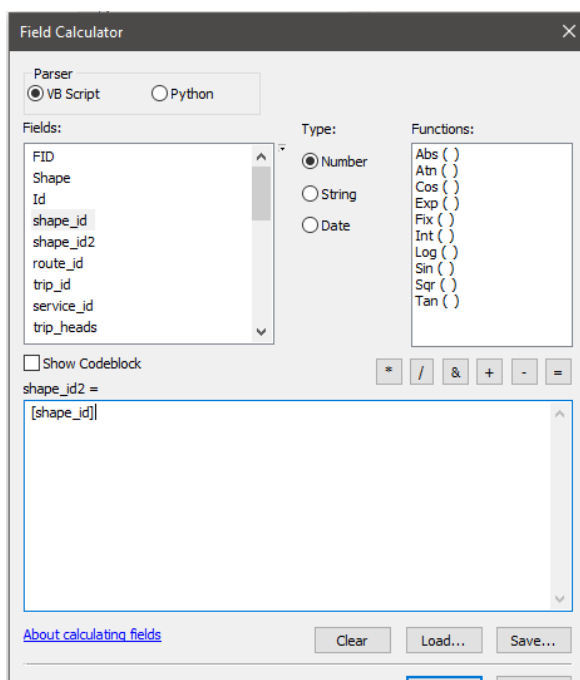
A soron következő módszer, amit végrehajtottam a következő képpen zajlott: először egy üres ArcMap állományba behívtam a három érintett .txt fájlt, amelyek a következők voltak: „trips”, „routes”, „shapes”. A „routes” és „trips” adatállományaimból a Table To dBASE parancssal egy átalakítást hajtottam végre, amely ezekből a .txt állományokból egy .dbf állományt hoz létre. Ezt a két új fájlt be kellett hívnom a programba. Az újonnan behívott „trips” állományommal join parancs segítségével az új „routes” adatállományt összekapcsoltam. Az Add Join-t alkalmazva, a Layer Name or Table View mezőhöz a „trips”-et helyeztem, a Join Table mezőhöz a „routes”-t az Input Join Field mezőbe pedig a „route_id” raktam, ezáltal az Output Join Field mezőt automatikusan kitöltötte a program.



117. ÁBRA: ADD JOIN FUNKCIÓ BEÁLLÍTÁSA

A „trips”-ból a Data fülön található Export Table segítségével exportáltam az állományomat .dbf fájlformátumba.

A következő lépésben egy új mezőt hoztam létre „shape_id2” néven, úgy, hogy az attribútum táblázatot megnyitottam és azon belül az „Add Field” parancsot használtam. Az új mezőnek beállítottam az adattípusát double-re. Ezután a Calculate Fieldet használva a „shape_id”-ban található értékeket beállítottam az újonnan létrehozott double típusú „shape_id2” mezőmbé.



18. ÁBRA: FIELD CALCULATOR

shape_id	shape_id2
0285	0285
0803	0803
0976	0976
0977	0977
1	1
10	10
100	100
101	101
104	104
1109	1109
1110	1110
1111	1111
1112	1112
1134	1134
1135	1135
116	116
1176	1176
118	118
12	12
120	120
1203	1203

19 ÁBRA: FIELD CALCULATOR EREDMÉNYE: A KÉT ID MEGEGYEZIK

Miután ezt végrehajtottam, egy új összekapcsolást hoztam létre a vonalas állomány és a fenti lépésben említett már összekapcsolt trips és routes között.

Az így keletkezett állományt, amely már tartalmazta a járatok adatait, valamint vonalas formában reprezentálja őket, exportáltam shapefile-ként. Következőként a dissolve funkcióra volt szükség, hiszen a vonalakká alakítás után sok kis hosszúságú darabként voltak meg a járatok. Ezeket a vonalakat egyesítette számomra ez a funkció. A dissolve helyes elvégzéséhez meg kellett adni egy közös azonosítót, amely alapján egyesíteni tudta a program ezeket a vonalakat. Ez az azonosító a „route_id” volt. Így az egyesített metróvonalakat shapefile-ba elmentettem, hogy a további feldolgozáshoz

használható legyen.

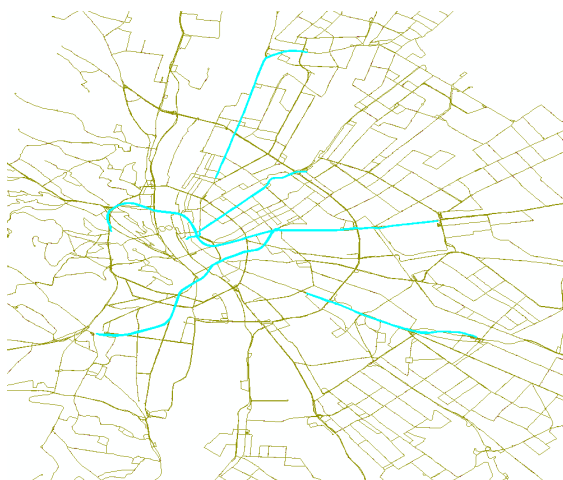
Az utóbbi két exportált állományt joinolni kellett a közös „route_id”-juk alapján és az előző lépéseket követve, ezt is exportálni kellett egy külön shapefile-ba.

A dolgozatom célja a GTFS adatbázis által való elemzés volt, aminek egy szemléletes és kézzel fogható módja a tematikus térképekkel való ábrázolás, ezért szerettem volna ezen adatbázis által ezeket elkészíteni.

A tematikus térképek valamilyen jelenség illetve tendencia ábrázolása térképen, amelynél első sorban nem a térképi információkra vagyunk kíváncsiak, hanem maga az ábrázolás nyújt segítséget az értelmezésben.

Ezekhez a tematikus térképekhez elő kellett készítenem az adatbázist, amely a következő lépéseket foglalják magukba:

Első lépésben a metróvonalakat külön kellett válogatnom, amit egyszerű attribútum alapú lekérdezéssel hajtottam végre. Így megkaptam a 4 metróvonalat.



20. ÁBRA: 4 DARAB METRÓVONAL

A megfelelő működés érdekében a megállók adatállományból ki kellett válogatnom azok a megállókat, amelyek számomra szükségesek voltak, amik a metrómegállók. Erre a lépésre azért volt szükség, mert az alapállományt a program a terjedelme miatt nem képes felhasználni. Ezekből a leválogatott megállókból létrehoztam egy új szöveges állományt, amit be is hívtam a programba és a Table To dBase funkcióval átalakítottam egy olyan adatbázis állománnyá, amely könnyű kezelhetőséget biztosít a feldolgozás érdekében.

Ezt az állományt összekapcsoltam a járatok vonalas állományával, amely már tartalmazza a leíró adataikat is. Viszont jelen esetben a join funkció alkalmazásánál nem az összes rekordot hagytam meg az állományban, hanem csak azokat, amelyeknek a járatazonosítója egyezik. Így megkaptam a négy metrójárat geometriai, valamint leíró adatait.

FID	Shape *	Id	shape_id	shape_id2	route_id	trip_id	service_id	trip_heads	direct
9	Polyline	0	1109	1109	5100	C279631	C27963AHCKMK-011	Vörösmarty tér	
10	Polyline	0	1110	1110	5100	C2796310	C27963AHCKMK-011	Mexikói út	
11	Polyline	0	1111	1111	5200	C23867101	C23867AHCKMK-011	Déli pályaudvar	
12	Polyline	0	1112	1112	5200	C2386710	C23867AHCKMK-011	Óra vezár tere	
262	Polyline	0	BR00	BR00	5301	C24838517	C24838EVVHPKMK-011	Nagyvárad tér	
263	Polyline	0	BR01	BR01	5301	C24838515	C24838EVVHPKMK-011	Kőbánya-Kispest	
960	Polyline	0	QM30	QM30	5300	C2483828J	C24838EVVHPKMK-031	Nem szállt utasokat / Not in service	
1273	Polyline	0	TM64	TM64	5300	C24838107	C24838EVVHPKMK-031	Lehel tér	
1274	Polyline	0	TM65	TM65	5300	C2483810	C24838EVVHPKMK-031	Újpest-központ	
1666	Polyline	0	X484	X484	5400	C0713710	C0713731HCKMK-031	Kelenföld vasútállomás	
1667	Polyline	0	X485	X485	5400	C07137100	C0713731HCKMK-031	Keleti pályaudvar	

121. ÁBRA: 11 POLYGON

A vonalas állományban található trip_id alapján megkereshetőek voltak a stops_txt adatbázisban bizonyos járatokra vonatkozó megállóknak az adatai is, amik szintén érdekes és felhasználható adatokat tartalmaztak. Ebből az állományból is egyszerűbb volt egyszerű jegyzetombben való kereséssel új állományt készíteni, csak a metrójáratok megállóiról, az egyszerűbb összekapcsolás érdekében. Az ilyen módon leválogatott megállót a „stops_id” alapján összekapcsoltam a geometriát tartalmazó shapefile-al. Itt is csak az egyező elemeket tartottam meg, így 90 megállónak az adatait megkaptam.

OID	trip_id	stop_id	arrival_t	departure_	stop_seque	stop_heads	pickup_typ	drop_off_t	shape_dist
0	C279631	F02887	04:32:20	04:32:20	0	Vörösmarty tér	0	1	0
1	C279631	F02696	04:33:50	04:33:50	1	Vörösmarty tér	0	0	787
2	C279631	F01102	04:35:27	04:35:27	2	Vörösmarty tér	0	0	1343
3	C279631	F01100	04:36:40	04:36:40	3	Vörösmarty tér	0	0	1790
4	C279631	F01095	04:37:40	04:37:40	4	Vörösmarty tér	0	0	2129
5	C279631	F01092	04:38:37	04:38:37	5	Vörösmarty tér	0	0	2459
6	C279631	F01085	04:39:42	04:39:42	6	Vörösmarty tér	0	0	2816
7	C279631	F01079	04:40:52	04:40:52	7	Vörösmarty tér	0	0	3250
8	C279631	F00996	04:41:57	04:41:57	8	Vörösmarty tér	0	0	3625
9	C279631	F00962	04:43:15	04:43:15	9	Vörösmarty tér	0	0	3931
10	C279631	F00964	04:44:35	04:44:35	10	Vörösmarty tér	1	0	4243
11	C2796310	F00965	07:10:15	07:10:15	0	Mexikói út	0	1	0
12	C2796310	F00963	07:11:25	07:11:25	1	Mexikói út	0	0	317
13	C2796310	F00997	07:12:45	07:12:45	2	Mexikói út	0	0	623
14	C2796310	F01080	07:13:50	07:13:50	3	Mexikói út	0	0	1005
15	C2796310	F01086	07:15:00	07:15:00	4	Mexikói út	0	0	1442
16	C2796310	F01093	07:16:07	07:16:07	5	Mexikói út	0	0	1795
17	C2796310	F01096	07:17:05	07:17:05	6	Mexikói út	0	0	2117
18	C2796310	F01101	07:18:07	07:18:07	7	Mexikói út	0	0	2449
19	C2796310	F01103	07:19:17	07:19:17	8	Mexikói út	0	0	2900
20	C2796310	F02697	07:20:57	07:20:57	9	Mexikói út	0	0	3464

22. ÁBRA: MEGÁLLÓK ADATAI

Ahhoz, hogy a megállókra vonatkozó adatokat ábrázolni, elemezni tudjam, még a hozzájuk biztosított adatokat hozzá kellett kapcsolni ehhez a táblához. Ez a tábla a stop_times.txt volt. Az előzőleg leválogatott megállók trip_id valamint stop_id értékeit felhasználva az eddigi legnagyobb állományból egy 90 soros szöveges állományt készítettem. Ezeket az adatokat beolvastam ArcMap-ba, majd a megállókat tartalmazó shapefile-hoz joinoltam, csak az egyező adatok megtartásával.

Ezen lépések után a vonalra vonatkozó adatok is, és a megállókra vonatkozó adatok is rendelkezésemre álltak különböző tematikus térképek elkészítéséhez, elemzések lefuttatásához. Ilyen elemzések voltak például a megadott távolság alapján a megállók közötti hosszak meghatározása Python segítségével, az érkezési időpontokból az utazással eltöltött idő számítása, valamint ezek hányadosából generált átlagsebesség.

A Python egy magas szintű általános célú programozási nyelv. Automatikus memóriakezelést illetve dinamikus típusokat használ és a típusrendszer, amellyel rendelkezik nagyon szigorú.

Ebben a programban nincs különválasztva a tárgy- és forrás kód. Ha rendelkezünk Python értelmezővel, akkor a megírt programot máris futtathatjuk a számítógépen.

Ez az értelmező széles körben használhatóvá vált ugyanis rengeteg géptípusra és operációs rendszerre egyaránt elkészítették valamint rengeteg kiegészítőkönyvtár is készült hozzá.

Az Esri által kifejlesztett ArcGis programcsaládban az általam használt ArcMap 10.4.1 szoftverben integrálva megtalálható a Python 2.7.10 verziója a NumPy 1.9.2 kiegészítő csomaggal. A szoftverben nem csak ez a programozási nyelv található meg, hanem a Microsoft cég által kifejlesztett Visual Basic is, ami nem csak egy programozói nyelv, hanem egy fejlesztői környezet is. A két programozási nyelv közötti különbségek a következők: Míg a VB (Visual Basic) felhasználási területe általános felhasználás, addig a Python-é az általános és speciális felhasználás.

A feladatom megoldásához, a nagyobb ismeret tekintetében választottam a Python-t.

Ahhoz hogy ezeket a számításokat automatizálni tudjam, leválogattam a megállókat, külön metrókra csoportosítva.

Fontos volt, hogy ezekhez a járatokhoz tartoztak úgynevezett „stop_sequence” azonosítók, melyek megadták, hogy egy bizonyos járatnak az adott irányban hányadik megállójánál járunk. Ez alapján az érték alapján sorba rendeztem a táblát, hiszen az általam felhasznált Python kód csak így tudott helyes értékeket kiszámítani. A távolságkülönbségek saját kiszámítására azért volt szükség, mivel a járatok adataiban csak a kezdőállomástól megtett kumulatív távolság volt jelen.

A távolságkülönbségek kiszámítására használt kód a következő:

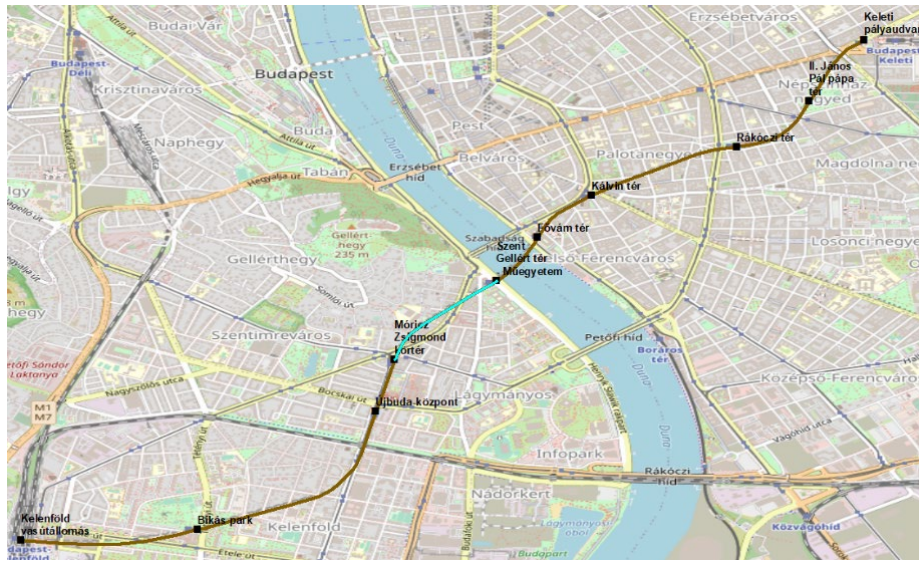
```
import arcpy

... fc = 'adattabla' #Az adattáblánk neve, amiben a számítást elvégezzük
... field1 = 'shape_dist' #Az eddigi megtett távolságot tartalmazó oszlop
... field2 = 'tavok' #Az eredményeket tartalmazó oszlop
... values = [f[0] for f in arcpy.da.SearchCursor(fc, field1)]
...           #kilistázza a field1-ben talált értékeket
... differences = (j-i for i, j in zip(values[:-1], values[1:]))
#különbségek számítása

...           #field2-be adatok beírása
... count=0
... with arcpy.da.UpdateCursor(fc, field2) as cursor:
...     for row in cursor:
...         if count > 0: #az első sor kihagyása
...             row[0] = differences.next()
...             cursor.updateRow(row)
...         count+=1
```

Az előző számítás alapján kiszámítottam az érkezési idők különbségéből az utazással megtett időt is.

Majd az előző két adatból kiszámítottam a megállók közötti átlagsebességet is. Már csak egy lépés hiányzott a megfelelő működéshez, ami a vonalas állományok két megálló közötti, szakaszonkénti szétbontása volt, ezáltal 9 szakasz jött létre.

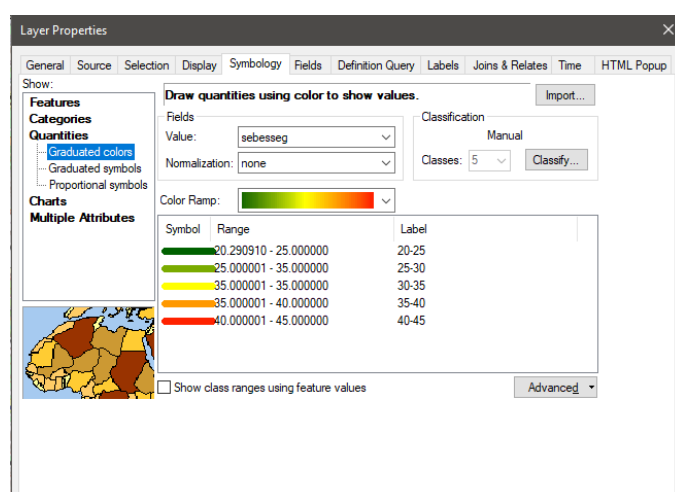


23. ÁBRA: SZAKASZONKÉNTI SZÉTBONTÁS, 9 SZAKASZ

Ennek elvégzése után és a számítások alapján kapott eredmények felhasználásával, már az adatbázis készen állt arra, hogy tematikus térképeket állítsak elő. Ennek az előállítására a következő képpen zajlott: minden eddigi elkészült adatot gondosan kimentettem, azért, hogy a továbbiakban megtaláljam a megfelelő komponenseket a térkép elkészítéséhez. Egy új, üres állományba behívtam azokat az elkészült adatokat, amikre szükségem volt a térkép elkészítéséhez. Ezek a következők voltak: 4-es metró vonala, amelynek attribútumtáblája tartalmazza a Pythonban kiszámított adatokat, amik a távolságok, utazással megtett idő, azaz a menetidő és az átlagsebességek, valamint ezen vonal megállói.

Az első tematikus térkép, amit elkészítettem az az átlagsebességeket ábrázolja ezen a szakaszon. (24. ábra: mellékletek)

Kiválasztottam a számomra megfelelő, megjelenítési módot, ami jelen esetben a „Quantities”-ben található „Graduated colors” volt. Itt kiválasztottam a „Value” mezőbe a „sebesseg”-et, ami alapján osztályozza a szakaszokra, mivel ezek az értékek nem egész számok voltak és véleményem szerint nem lett volna elég szemléletes, ha ezt mind a kilenc szakaszon ábrázolom, ezért készítettem öt olyan intervallumot, amelyekbe mind a kilenc érték beletartozik. (20-25; 25-30; 30-35; 35-40; 40-45)



24. ÁBRA: TEMATIKUS TÉRKÉP ÁBRÁZOLÁSI MÓDSZERE ÉS AZ ÖT INTERVALLUM DEFINIÁLÁSA

Miután a csoportosítás elkészült, a következő lépés a szemléltetés volt. Minden intervallumhoz hozzárendeltem egy színt, ami jól ábrázolja, az egymáshoz viszonyított arányokat, zöld színnel azokat az elemeket jelöltem, amelyek lassabbak, pirossal pedig a gyorsabbakat. A két véglet között található színek, pedig ezekhez arányosan viszonyulnak. A soron következő lépés nem volt szükséges, de esztétikai szempontból a szemléletesebb eredmény érdekében volt fontos. Ez pedig az állományok alá egy alaptérkép behívása volt, ez pedig az OpenStreetMap (OSM) alaptérképe volt. A következőkben már csak a tematikus térkép megfelelő formázása volt a cél. Ez „layout” nézetben történt, ahol elláttam a térképemet különböző kiegészítő elemekkel, amik a következők voltak: „title” és „text”, ahová a címet és a készítő nevét írtam, Észak jel, valamint mértékléc, amelynél a felosztást átállítottam kilométerre és a megfelelő jelmagyarázat.

A következő térkép témája az M4-es metró megállók közötti menetideje volt, amit elkészítettem az előzőhöz hasonló módon, annyi különbséggel, hogy itt nem intervallumokon belüli értékcsoportokat szerettem volna ábrázolni, hanem minden értéket. Ehhez a „symbology” fül alatt a „Categories” „Unique values” megjelenítési módot használtam.

Ebben az esetben a „Value field” az „idokulonb” volt, hogy most ezen adat által csoportosítsa a kilenc szakaszomat. Ebben a lépésben is készítettem intervallumokat, de itt nem az értékeken, hanem a színeken volt a hangsúly. Három kategóriát készítettem, az első a kilencven másodpercnél rövidebb, a második a kilencven és százhusz másodperc közötti, a harmadik pedig a százhusz másodpercnél hosszabb menetidejű szakaszokat tartalmazta. (25.ábra: mellékletek)

A harmadik térképem pedig az állomások közötti távolságot hivatott bemutatni. Ebben az esetben is az összes megálló közötti távolságot mutatom be, amihez szintén a „Categories” „Unique values” megjelenítési módot alkalmaztam. „Value field”-nek a „tavok”-at választottam. Itt az összes rendelkezésemre álló értéket behívtam és ábrázoltam egyesével, mindegyiket más színnel jelölve. A színeknél itt szintén fontos volt valamilyen rendszer. Színátmenetet alkalmazva a legvilágosabb, azaz a legrövidebb felől a legsötétebb, azaz a leghosszabb felé haladva. (26.ábra: mellékletek)

6 ÖSSZEGZÉS

A szakdolgozatomban a Budapesti metróhálózatok elemzésével foglalkoztam, ezen belül is a Google által kifejlesztett GTFS (General Transit Feed Specification) adatokon keresztül. Ezt az adatbázist vizsgáltam meg, hogy használható-e az általam kigondolt célokra, mint például tematikus térképek készítése, amelyek olyan információt tartalmaznak, melyek az átlag felhasználók számára is hasznosak és érdekesek lehetnek, de ezen adatbázis alapján ez számukra nem egyértelmű, hiszen nem a legegyszerűbb módszerek közé tartozik a leíró adatok feldolgozására illetve analizálására. Ez abból adódik, hogy a GTFS nem rendelkezik minden adattáblán átmenő egyértelmű hierarchikus ID-rendszerrel. Ennek egyik megoldása az lehetne, hogy minden tábla tartalmaz egy a másik táblával átfedésben lévő egyedi azonosítót. Viszont arra az adatbázis tökéletesen alkalmas, hogy térképi állományt állítsunk elő belőle, ugyanis a tömegközlekedési hálózat minden használható pontjának koordinátáit tartalmazza, legyen az megállók, a járatok útvonala, metrólejárók.

A dolgozatom célja az adatbázist felhasználva, és az az által biztosított leíró adatok olyan módú analizálása, mely segítségével könnyen és értelmezhetően bemutathatom a metróhálózat különféle jellemzőit.

A feldolgozásba leírt lépésekben látszik, hogy az első próbálkozások sikertelenek voltak, ugyanis azon lépésekkel, amelyek evidensek lettek volna a részfeladatok megoldására, nem hozták a megfelelő eredményt, ezért új megoldásokat kellett keresnem, amely út közben közelebbről és precízebben meg kellett ismerkednem a térinformatikával és magával az ArcMap programmal.

A sikeres megoldás tudatában a tervezettek szerint a GTFS adatbázisból nyert adatokkal létrehoztam tematikus térképeket.

Ezen dolgozat elkészítése közben komolyabb betekintést nyerhettem az ArcMap szoftver, a Python programnyelv illetve a GTFS adatbázisok felépítésébe és ezek által a fővárosi tömegközlekedési hálózat, főleg a metróvonalak, illetve járatok világába.

6.1 SUMMARY

In my thesis I have analysed the Budapest metro network, furthermore with datas of the GTFS (General Transit Feed Specification) which was created by the Google Inc. While I have made my research for this project, my goal was to know more about if it is useable for the things I have imagined, for example creating thematic maps, which is containing and using informations for the average users, and it could be extremely useful and interesting, but in this case with this database, for us it is now not clear, because it is not the easiest way and method to analyse and to process of the descriptive data. This situation is caused by that the GFTS is not dispose with a clear hierarchical ID system across each data table. One of the solution would be if every table should have a unique identifier that overlaps the other table. However this database is perfectly fits in, to create a map stock, because in the mean time it does contain all the usable coordinated points in the network of the public transportation, for example if it is a station, the route or the subway station. The purpose of my thesis was that if I use a database, and the analysis of the descriptive data provided in a way that allows me to easily and intelligibly present the various characteristics of the metro network.

During the process of the steps which was already written, it is very clearly seen that the first try outs was not successful, because the evident steps which would have been the main steps for the subtasks, they did not bring the expected results, so because of that I had to find some new solutions, and during this working progress I had to get closer and way more precise with the GIS-tools*(* GIS tools - A geographic information system (GIS) is a system that creates, manages, analyzes, and maps all types of data. GIS connects data to a map, integrating location data (where things are) with all types of descriptive information (what things are like there). This provides a foundation for mapping and analysis that is used in science and almost every industry. GIS helps users understand patterns, relationships, and geographic context. The benefits include improved communication and efficiency as well as better management and decision making. Hundreds of thousands of organizations in virtually every field are using GIS to make maps that communicate, perform analysis, share information, and solve complex problems around the world. This is changing the way the world works.) and with the application called ArcMap.

Knowing the successful method I have created a thematic map with all the datas I got from the GTFS database.

Making this project I had the opportunity to know more about the ArcMap software, and to the structure about the Python programme language, also the databases from the GTFS, and with these knowledge I got to know better the public transportation of Hungary's capital city, not mentioning the underground networks, and the special world of the routes.

7 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Végezetül szeretném megköszönni mindazon embereknek, akik a dolgozat megírása közben tapasztalataikkal, munkáikkal illetve jó tanácsaikkal láttak el munkám közben.

Elsőként szeretnék köszönetet mondani Molnár Gábor Péter konzulensemnek, aki elvállalta a dolgozatom konzultálását és minden alkalommal mikor hozzá fordultam, ha segítségre illetve jó tanácsra volt szükségem, akkor rögtön a rendelkezésemre állt. Számos jó tanáccsal és a támogatásával segítette a munkámat.

Továbbiakban szeretném megköszönni Mudri Alexandrának és Szabó Márknak, akik jó tanácsokkal láttak el, illetve nagy segítséget nyújtottak a technikai megoldásokban.

Nem utolsó sorban a családomnak is szeretném megköszönni a sok támogatást és szeretetet, amit nyújtottak nekem a nehéz pillanatokban.

8 IRODALMI JEGYZÉK

8.1 A metró története:

<http://metros.hu/sztori/elozmeny.html>

8.2 Budapesti metró:

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Budapesti_metr%C3%B3#M1es_metr%C3%B3_\(Millenniumi_F%C3%B6ldalatti_Vas%C3%BAt;_MILLFAV\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Budapesti_metr%C3%B3#M1es_metr%C3%B3_(Millenniumi_F%C3%B6ldalatti_Vas%C3%BAt;_MILLFAV))

https://hu.wikipedia.org/wiki/M1-es_metr%C3%B3vonal

https://hu.wikipedia.org/wiki/M2-es_metr%C3%B3vonal

https://hu.wikipedia.org/wiki/M3-as_metr%C3%B3vonal

https://hu.wikipedia.org/wiki/M4-es_metr%C3%B3vonal

<http://www.metro4.hu/hu>

<http://www.metro4.hu/hu/a-4-es-metro-nyomvonala/az-allomasok-bemutatasa>

8.3 Térinformatika:

http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t21.htm

http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/tbev.htm

8.4 GTFS:

<https://mierdekel.hu/blog/2015/09/14/gtfs-general-transit-feed-specification/?fbclid=IwAR2S3cRETfo5Ib85m48wo6CPmRGM2zce0wYVkwHFFzOJt79VPH5M-bcVaSM>

<https://developers.google.com/transit/gtfs>

https://en.wikipedia.org/wiki/General_Transit_Feed_Specification

8.5 Python:

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Python_\(programoz%C3%A1si_nyelv\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Python_(programoz%C3%A1si_nyelv))

<https://support.esri.com/en/technical-article/000013224>

https://www.tutorialspoint.com/python/python_strings.htm

8.6 Általános adatok:

<https://adt.arcanum.com/hu/search/results/?list=eyJxdWVyeSI6Im1ldHJcdTAwZjMiLCJmaWx0ZXJzIjp7IkNPTCI6WyJHZW9kZXppYUVzS2FydG9ncmFmaWEiXX19>

8.7 Korábbi szakdolgozatok:

OE-AMK 2015 Antal Zoltán Bálint T004634/FI21120/N:

Térinformatikai adatbázis építése földrajzi nevek változásának vizsgálatára

OE-AMK 2016 Lázár Lajos Csaba T000020/FI12904/A-G:

A Hold szeizmikus aktivitásának bemutatása és elemzése térinformatikai módszerekkel

OE-AMK 2017 Czeglédi János T000188/FI12904/A-G:

IVÓVÍZ - ÉS SZENNYVÍZHÁLÓZAT TÉRINFORMATIKAI FELDOLGOZÁSA
EGY ADOTT MINTATERÜLETEN

9 MELLÉKLETEK

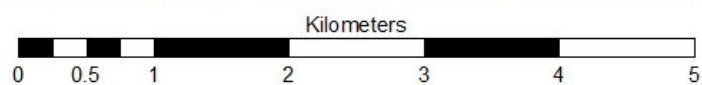
M4 metró átlagsebesség

Készítette: Lóránt Ádám Tibor



Jelmagyarázat

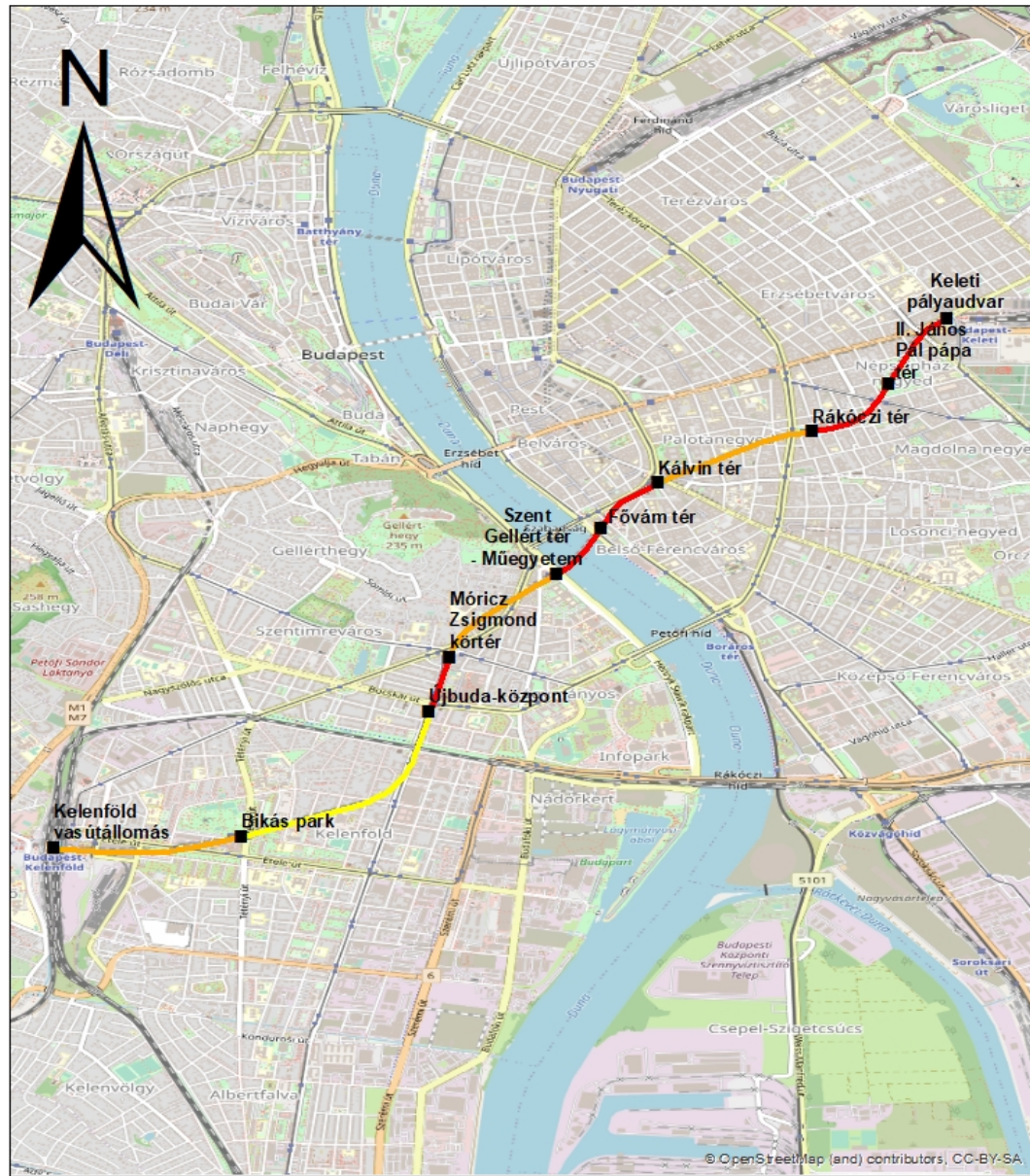
átlagsebesség ■ 20-25 ■ 25-30 ■ 30-35 ■ 35-40 ■ 40-45



24. ÁBRA: ELSŐ TEMATIKUS TÉRKÉP: M4 METRÓ ÁTLAGSEBESSÉGE

M4 metró menetideje a megállók között

Készítette: Lóránt Ádám Tibor

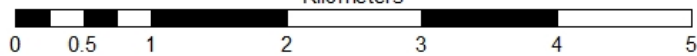


Menetidő



0:01:07 0:01:11 0:01:17 0:01:19 0:01:21 0:01:36 0:01:37 0:01:38 0:02:05

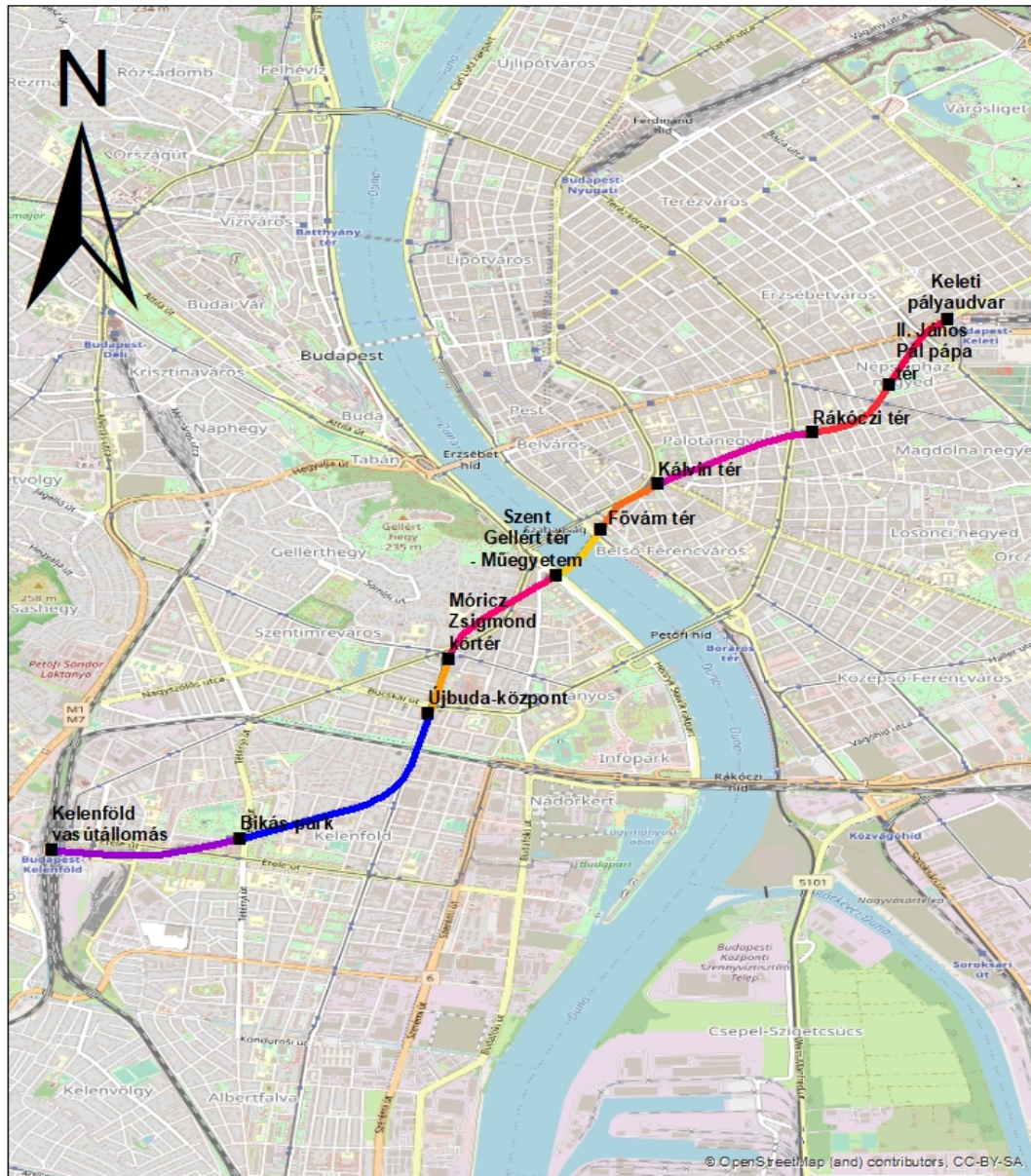
Kilometers



25. ÁBRA: MÁSODIK TEMATIKUS TÉRKÉP: M4 METRÓ MENETIDEJE A MEGÁLLÓK KÖZÖTT

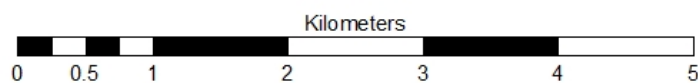
M4 metró távolságok a megállók között

Készítette: Lóránt Ádám Tibor



Jelmagyarázat

Távolságok 425 434 467 583 593 869 896 986 1489



26. ÁBRA: HARMADIK TEMATIKUS TÉRKÉP: M4 METRÓ MEGTETT TÁVOLSÁGOK A MEGÁLLÓK KÖZÖTT