

36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Budapest, 2023. április 18-20.
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar

A V0 vasútvonal nyomvonalterveinek katonai szempontú értékelése

Jelige: *Mozdony*

Pályamunka lezárásának időpontja: 2023. Január

2023.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETŐ	3
1.1. A dolgozat célja	3
1.2. A téma aktualitása	3
2. MAGYARORSZÁGI VASÚTHÁLÓZAT TÖRTÉNETE ÉS JELLEMZŐI	4
2.1. Trianoni békediktátum előtt és után	4
2.2. A két világháború között	4
2.3. A szocializmus időszakában	5
2.4. A rendszerváltozás után	5
3. A V0 VASÚTVONAL	9
3.1. V0 vasútvonal jellemzői és jelentősége	9
3.2. A V0 nyomvonala	10
4. AZ OPTIMÁLIS V0 VONALVEZETÉSÉNEK MODELLEZÉSÉNEK FOLYAMATA	16
4.1. Tervezési alapadatok felvételének módszere	16
4.2. Számítások	17
5. EREDMÉNYEK	20
5.1. Az Összekötő vasúti híd forgalmának változása a kapcsolatköztiség-értékek alapján	20
5.1.1. Kapcsolatköztiség-értékek az MH állomások között	20
5.1.2. Kapcsolatköztiség-értékek az MH állomások és határátmenetek között	24
5.2. Összmenetidő és az összmenetvonalhossz változása a különböző viszonylatokon	27
5.2.1. Az MH állomások összmenetidő és az összmenetvonalhossz változások	27
5.2.2. az MH állomások és a határátmenetek közötti összmenetidő és az összmenetvonalhossz változások	29
6. ÖSSZEGZÉS	31
FELHASZNÁLT IRODALOM	32
MELLÉKLET	35
1. Forgalomváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások között	35
2. Forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között 120 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on	41
3. Forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on	47
4. Forgalomváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások és a határátmenetek között	53
5. Forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások és a határátmenetek között 120 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on	59
6. Forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között és a határátmenetek 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on	65

1. BEVEZETŐ

1.1. A dolgozat célja

Dolgozatomban bemutatom a tervezett V0 vasútvonal szerepét és jelentőségét Magyarország katonai vasúti közlekedési rendszerén belül egy térközzintű modell alkalmazásával és ezen modellen történő modellszámítások elvégzésével. Ehhez egy egyszerű forgalmi modellezést készítettem, ami megmutatja, hogy milyen változásokat okozna a V0 vasútvonal megépítése a Magyar Honvédség vasúti kapcsolattal rendelkező alakulatai közötti eljutásban, mind távolságban, mind menetidőben. Vasúti kapcsolat alatt értem, mind a saját célú vasúti pályákat – továbbiakban MH scvp. –, mind az olyan települések vasútállomásait, ahol a Magyar Honvédség alakulatai vannak. Ezeket a továbbiakban összefoglalóan az egyszerűség kedvéért MH állomásoknak fogom nevezni. Vizsgálom továbbá az MH állomások és a vasúti határátmenetek közötti forgalmi értékek változását. Ennek jelentősége nem csupán a nemzetközi katonai vasúti szállítások tervezésében van, hanem különleges jogrend bevezetése esetén az esetleges határhoz történő csapatmozgások lebonyolításában is.

1.2. A téma aktualitása

Azért választottam ezt a témát, mert kormányzati szinten ismét jelentős figyelmet kapott a téma, aktuálissá vált a V0 vasútvonal megépítése. Véleményem szerint a V0 vasútvonal egy, a magyar vasúthálózatot jelentősen módosító beruházás, ami hosszú ideig lesz nagy befolyással a Magyarországon történő vasúti közlekedésre, beleértve a katonai szállításokat is. Épp ezért szeretném tényleges számadatokkal megmutatni a tervezett nyomvonalak közötti különbségeket, és az így nyert adatok alapján jellemezni azokat. Ezzel szélesebb és jobb rálátást biztosítva a nyomvonalak közötti eltérések jelentőségére a katonai közlekedési rendszerben.

2. MAGYARORSZÁGI VASÚTHÁLÓZAT TÖRTÉNETE ÉS JELLEMZŐI

A magyarországi vasúthálózat másfél évszázad alatt jelentős változásokon ment keresztül. Ahhoz, hogy napjaink vasúthálózatának jellemzőit megértsük, lényegesnek tartom röviden ismertetni ezeket a változásokat.

2.1. Trianoni békediktátum előtt és után

A Trianoni békediktátum előtt a magyar vasúthálózat lefedte Magyarország teljes területét, ez az első világháború kitörésekor 22 117 km hosszú volt. Technológiailag és műszakilag elérte a nyugat európai vasutak minőségét is. Felépítését tekintve a sugaras szerteágazó fővonalakat mellékvonalak, vagyis gyűrűk kötötték össze, ezzel egy pókhálószerű szerkezetet kialakítva. Így a fővonalak és fontosabb vasútállomások nem csak a központtal, hanem egymással is összeköttetésben álltak, ezzel elősegítve az átjárhatóságot. Trianon után ez a pókhálószerű szerkezet felbomlott, a pókháló gyűrűi jellemzően a szomszédos országok határain túlra kerültek, így a vasúthálózat végpontjai között csupán Budapest érintésével lehetett közlekedni. Jelentős vasúti csomópontok is kiestek a vasúthálózatból, ilyenek voltak például Szabadka, Arad, Nagyvárad, Szatmárnémeti, Nagykároly, Pélmonostor. Kihívást okozott az is, hogy az új határok 54 helyen vágták el a normál nyomtávú vasútvonalakat, illetve az új határokhoz igazodva új vasúti határállomásokat is kellett létesíteni. A Trianon előtti vasúti pályahálózat csupán 38%-a, 8705 km maradt az új határokon belül, a pókhálószerű szerkezetet felváltotta a máig meghatározó sugaras szerkezet.¹

2.2. A két világháború között

A két világháború közötti időszakban a vasút fejlesztésére a Trianon utáni károk és a nehéz gazdasági helyzet miatt kevés forrás állt rendelkezésre. Igaz, ebben az időszakban is történtek vasúti fejlesztések, mint a Dunaföldvári híd megépítése, új vasúti határállomások építése, zsákvonalak hálózatba kapcsolása, de a sugaras szerkezet a továbbiakban is fennmaradt. A nehéz gazdasági helyzet ellenére a magyar vasút sikeresen az európai élmezőnyben maradt.² Illetve már ebben az időszakban felmerült egy, a fővárost elkerülő, a V0 elgondoláshoz hasonló

¹ Czeferner Dóra – Nagy Béla: 1920. A vasúthálózat és a trianoni határok <https://tti.abtk.hu/terkepek/1920-a-vasuthalozat-es-a-trianoni-hatarok> (Letöltés: 2022.11.10.)

² Perger Imre: A magyar vasút Trianon előtt és azóta, Közlekedéstudományi Szemle, LXXI. évfolyam 1. szám (2021. február) pp. 4-22.

vasútvonal megépítésének az ötlete, a szárnyvonalak elvesztésével létrejövő sugaras szerkezet hátrányainak csökkentése érdekében.³

2.3.A szocializmus időszakában

A második világháborút követően a magyar vasúti hálózatot a háború pusztítása miatt helyre kellett állítani, ezt követően a mérsékelt fejlesztés időszaka kezdődött meg. A kommunista tervgazdaság nem segítette elő a technológiai és műszaki újítások Magyarországon történő meghonosítását, az 1968-as elhibázott közlekedéspolitikai koncepcióval pedig jelentős károkat okoztak a magyarországi vasúthálózatban: 2000 km mellékvonalat számoltak fel a közút szerepének növelése érdekében. Azt is el kell mondani, hogy ettől függetlenül a kommunista gazdasági berendezkedés nagyban támaszkodott a vasúti infrastruktúrára, ezért az nagy kapacitással működött ebben az időszakban.^{4,5,6}

2.4.A rendszerváltozás után

A rendszerváltozás után a gazdasági szerkezet átalakulásával a vasútra nem volt oly mértékben szükség, mint az azt megelőző évtizedekben, így a kiépített kapacitások egy részét felszámolták, másik része pedig karbantartás hiányában leamortizálódott.⁷ Ha Magyarország vasúti hálózati térképére tekintünk, láthatjuk, hogy jelentősen centralizált, vagyis az összes fővonal Budapestről indul és haladnak a szélrózsa minden irányába. (1. ábra) Ezeknek a fővonalaknak a Budapest felőli végein foglalnak helyet a fejpályaudvarok. Ha jobban megnézzük a térképet látható, hogy ez a centralizáltság nem csak a Budapest-központúságban, hanem a megyeszékhely-központúságban is megmutatkozik, tehát kettősen centralizált. Ilyen kiemelkedő csomópontnak számít még Budapesten belül Kelenföld, Ferencváros, valamint Szolnok, Székesfehérvár, Győr, Debrecen, Miskolc, Hatvan, Füzesabony, Nyíregyháza,

³ Horváth Attila: Az utánszállítás elméletében bekövetkezett változások az 1930-as években, Hadmérnök, VII. évfolyam 4. szám (2012. december) pp. 50-60.

⁴ Perger Imre: A magyar vasút Trianon előtt és azóta, Közlekedéstudományi Szemle, LXXI. évfolyam 1. szám (2021. február) pp. 4-22.

⁵ Szászi Gábor: A vasúti közlekedési alágazat, mint kritikus infrastruktúra, In: Dr. habil. Horváth Attila (szerk.) Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelméből, Tanulmánykötet, Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, (2013) pp. 167-190, 169. oldal

⁶ Domonkos Csaba: Egy 1968-as téves döntés súlyos következményei máig hatnak a közlekedésben <https://tudas.hu/egy-1968-as-teves-dontes-sulyos-kovetkezmenyei-maig-hatnak-a-kozlekedesben/> (Letöltés: 2022.11.10.)

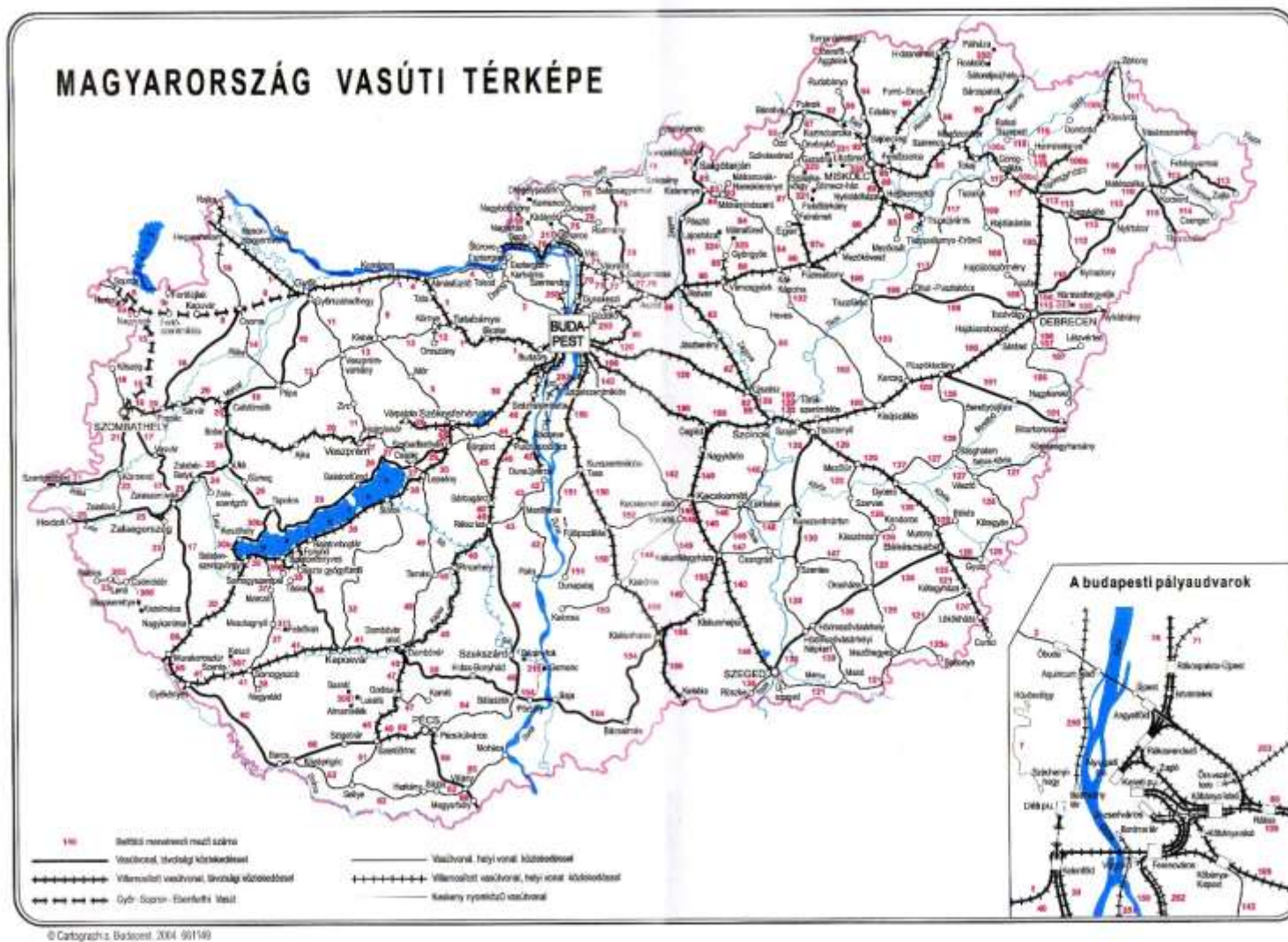
⁷ Szászi Gábor: A vasúti közlekedési alágazat, mint kritikus infrastruktúra, In: Dr. habil. Horváth Attila (szerk.) Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelméből, Tanulmánykötet, Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, (2013) pp. 167-190, 169. oldal

Szombathely vasúti csomópontok, illetve (kisebb jelentőséggel) Budapesten Rákospalota-Újpest, Kőbánya-Kispest és Rákos állomások.^{8,9}

Magyarország jelenlegi vasúthálózati térképe az 1. ábrán látható.

⁸ Lévai Zsolt: A vasúti szektor védelmi lehetőségei terrorakciók ellen, Közlekedéstudományi Szemle LXIX. évfolyam 5. szám (2019) pp. 50-71. 60-61. oldal.

⁹ Pató Gáborné - Dr. Szűcs Beáta: Magyarország közlekedésföldrajza, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet 10. oldal.



1. ábra: Magyarország vasúti térképe az egyes vasútvonalak menetrendi számaival. Forrás: <http://vasutallomasok.hu/terk/mav2005.jpg> (Letöltés: 2022.11.10.)

Magyarország terület-népség arányát tekintve Európa legsűrűbb vasúthálózatával rendelkező országai közé tartozik.¹⁰ 2021-ben az országos építésű normál nyomtávú vasutak építési hossza 7558 km volt.¹¹ „A hálózat jelentőségét azonban nagymértékben csökkentik az alacsony minőségi paraméterek. A hálózat közel felén jelentős korlátozások tapasztalhatók a lehetséges maximális haladási sebesség tekintetében, amely rontja a szolgáltatás színvonalát.”¹²

A vasúti közlekedés napjainkban fontos közlekedési módnak számít mind az áruk mind pedig a személyek szállításában/fuvarozásában. Bár a hidegháború után az alágazat veszített jelentőségéből, az Európai Unió elkötelezett annak fejlesztése mellett. Ez köszönhető:

- egyrészt a vasúti közlekedés kedvező tulajdonságainak;
- másrészt ez egy válaszlépés a közúti alágazat elemeinek leterheltségének csökkentése érdekében;
- harmadrészt pedig részét képezi a környezetvédelmi vállalásai elérése céljából tett lépéseinek.

Kedvező tulajdonságai ellenére a vasút szállításból való részesedése a többi alágazathoz képest igen alacsony, de a tervezett és végrehajtott jelentős fejlesztések miatt ez az arány változni fog, ilyen fejlesztés lenne a V0 vasútvonal megépítése is.¹³

¹⁰ Szászi Gábor: A vasúti közlekedési alágazat, mint kritikus infrastruktúra, In: Dr. habil. Horváth Attila (szerk.) Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelméből, Tanulmánykötet, Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, (2013) pp. 167-190, 169. oldal

¹¹ KSH

https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0041.html (Letöltés: 2022.10.08.)

¹² Szászi Gábor: A vasúti közlekedési alágazat, mint kritikus infrastruktúra, In: Dr. habil. Horváth Attila (szerk.) Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelméből, Tanulmánykötet, Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, (2013) pp. 167-190, 169. oldal

¹³ Csorba György: A vasút Európai éve

https://www.parlament.hu/documents/10181/39233854/Infojegyzet_2021_28_vasut_europai_eve.pdf/eeeb1177-a2b5-bf64-1245-2bbcb859bb9f?t=1620374510111 (Letöltés: 2022.10.08.)

3. A V0 VASÚTVONAL

3.1. V0 vasútvonal jellemzői és jelentősége

A V0 vasútvonal egy, a vasúti áruszállítást elősegítő kelet-nyugati irányú, Budapestet elkerülő tervezett vasútvonal. Jelentősége abban rejlik, hogy megépülése esetén az áruszállító vonatoknak nem kell a már jelentősen terhelt Budapesten és agglomerációján áthaladniuk. Ez azért is fontos, mert jelenleg a tehervonatok és személyvonatok azonos vágányhálózatot használnak, emiatt a tehervonatok csak éjjel, illetve a személyvonatok közötti időrésekben közlekedtethetők. Jelenleg a magyarországi vasúti teherforgalom 80-90%-a Budapesten keresztül bonyolódik le.¹⁴ Ez az adat jól mutatja az előző fejezetben kifejtett centralizáltság hatásait a Budapest-központú sugaras szerkezetű vasúthálózatnak. A V0 vasútvonal megépítésével ezt a centralizáltságot lehetne csökkenteni, kapacitások szabadulnának fel Budapesten, amik elengedhetetlenek a Budapest vasúti közösségi közlekedésének fejlesztéséről szóló tervekhez.¹⁵ Napjainkban a vasúti teherszállítás versenyképességi gondokkal küzd, főként a pályakapacitási korlátokból adódó 45 km/h átlagsebesség miatt.¹⁶ Ez a szám úgy értendő, ha a vonatok a nap minden órájában közlekednének. Ez viszont közel sincs így, mert a tehervonatok az elsőbbségi sorrendben hátul helyezkednek el a személyvonatok mögött, így sokat kell állniuk és várniuk a megfelelő időzésre. A legnagyobb távolságokat általában este teszik meg, amikor a személyvonatok forgalma alacsony.¹⁷ A V0 vasútvonal megépülése a tervek szerint elősegíti majd a vasúti áru fuvarozás versenyképességének növelését, hiszen az elkészültét követő időszakban javulhat a menetrendszerűség a megbízhatóság és a zavarmentesség, a tehervonatok napi átlagos menetsebessége, illetve az intermodális kapcsolatok, tehát a más közlekedési alágazatokra történő átrakás lehetőségei (pl. kikötők, repterek, nagyobb városok). Megépítése szükségessé teszi egy (illetve földrajzi pozíciótól függően két) új dunai átkelőhely létesítését, ezzel csökkentve a leterheltségét az Összekötő vasúti hídnak. Az új híd, az előbbieken említett híd bármiféle sérülése esetén alternatív útvonalat is biztosítana a vasútforgalom számára.¹⁸

¹⁴ Bíró Koppány Ajtony: Meg kell szabadítani Budapestet a tehervonatoktól, és a tehervonatok Budapesttől!, <https://mlszksz.hu/mlszksz-meg-kell-szabaditani-budapestet-a-tehervonatoktol-es-a-tehervonokat-budapesttol/?v=35b5282113b8> (Letöltés: 2022.11.10.)

¹⁵ Nemzeti Közlekedési Központ
<https://budapestvasut2040.hu/> (Letöltés: 2022.11.10.)

¹⁶ ITF.hu
<https://itf.hu/index.php/cikk/100-v0-nehez-teher> (Letöltés: 2022.11.10.)

¹⁷ Döntöttek a V0 vasút nyomvonalának sávjáról.
<https://www.vg.hu/logisztika/2022/04/dontottek-a-v0-vasut-nyomvonalanak-savjarol> (Letöltés: 2022.11.10.)

¹⁸ mavcsoport.hu

A V0 vasútvonal tervezetten kétvágányú, 120- 160 km/h engedélyezett sebességű, legalább 740 m hosszú (teher)vonatok közlekedésére alkalmas, 22,5 t maximális tengelyterhelésű, villamosított vasútvonal lesz. A V0 vasútvonalat részben már létező vasútvonalak fejlesztésével, részben új nyomvonalakon fogják kialakítani. Fontos technikai paramétere még, hogy szintbeli keresztezéseket (vasútit, sem közút) nem tartalmazhat. A beruházás része egy hosszútávú tervnek, hogy 2030-ig a vasúti áruszállítás 50%-kal, 2050-ig pedig 100%-kal emelkedjen.¹⁹

A V0-nak emellett katonai jelentősége is van, hiszen megépülésével javulhatnak a honvédségi alakulatok bázisai, MH scvp-k és határátmenetek közötti eljutási lehetőségek. A vasút megjelenésétől kezdve fontos szerepet tölt be a katonai szállításokban, gyakran háborúk sorsát döntötte el, hiszen felgyorsította az erők felvonultatását és jelentős utánpótlási útvonalakat lehetett vele biztosítani. Fontossága a mai napig fennáll, sőt korunk haderejeiben használt nagyszámú nehéztechnikai eszköz miatt – ilyen technikák a Magyar Honvédségbe is beszerzésre került Leopárd2-es harckocsik, Lynx gyalogsági harcjárművek és Pzh2000 önjáró tüzérségi lövegek is – ez a közlekedési alágazat még fontosabbá vált. Épp ezért fontosnak tartom az ilyen jellegű, országos szintű vasúti fejlesztéseknél a katonai szempontokat is figyelembe venni.

3.2. A V0 nyomvonala

A V0 nyomvonalának kijelölése nagy jelentőséggel bír. Szempont lehet az intermodalitás, hogy hol keresztezze a Dunát, katonai szempont lehet, hogy mennyiben segíti a különböző alakulatok és MH scvp-k vasúti elérhetőségét, illetve ezekről a határállomásokra történő eljutást; illetve mivel Budapest elkerülése céljából épül, mennyiben csökkenti a budapesti vasúthálózat forgalmi terheltségét.

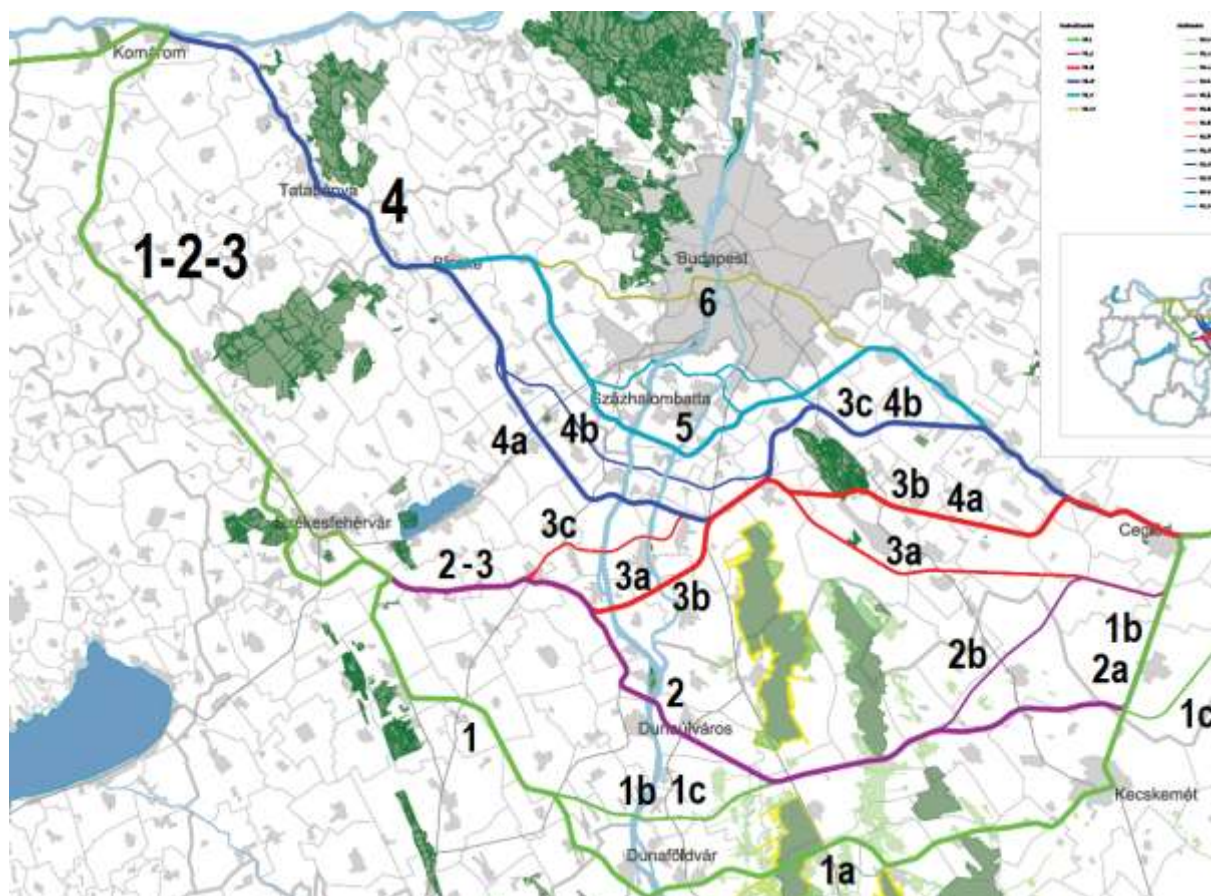
A V0 vasútvonal megépítésére több nyomvonalváltozatot dolgoztak ki. Ezek közül kiválasztottam tíz, a Magyarországi Logisztikai Szolgáltató Központok Szövetsége – továbbiakban MLSZKSZ – által javasoltat, melyekről átfogó hatástanulmány is született, ezek térképen a 2. ábrán láthatóak. Először ezeket fogom dolgozatom során ismertetni és jellemezni. A nyomvonalak egyszerre tartalmazznak már létező vasútvonalakat és olyan vasútvonalakat,

<https://www.mavcsoport.hu/mav-csoport/hamarosan-megkezdodhet-v0-vasutvonal-nyomvonalsavjanak-kornyezeti-vizsgalata> (Letöltés: 2022.11.10.)

¹⁹ mavcsoport.hu

<https://www.mavcsoport.hu/mav-csoport/hamarosan-megkezdodhet-v0-vasutvonal-nyomvonalsavjanak-kornyezeti-vizsgalata> (Letöltés: 2022.11.10.)

amik még nem léteznek. Szót kell még ejteni arról, hogy a nyomvonalak egy része Natura 2000 területek közelében halad el, amiket a térképen zöld színnel jelöltek. A nyomvonalaknak ezeket a területeket el kell kerülniük, ennek hatására egyes nyomvonalváltozatoknál feltűnően megváltozik azok iránya, így elsőre feleslegesnek tűnő kitérőket hozva létre. Ilyet látható például Székesfehérvárnál is.



2. ábra: A V0 vasútvonal vizsgált útvonalalternatíváinak térképe. Forrás: http://binx.ktenet.hu/konf-eloadasok/kozlekedes-helyzete_2013-02-21-22/BiroKA_MO-jovojelogisztikaban.pdf (Letöltés: 2022.11.10.)

A tíz nyomvonalváltozat a következő:

1a: Komárom – Székesfehérvár – Dunaföldvár – Kecskemét – Cegléd – Szolnok

A nyomvonal Komáromtól Székesfehérvárig a jelenlegi 5. sz. vasútvonal. Székesfehérvártól Dunaföldvár irányába halad tovább részben a 45. sz. vonalon, részben új nyomvonalon.

Dunaföldvár elhagyása után a várostól délre lenne kialakítva a dunai vasúti átkelőhely. Innen Fülöpszállásig új pályán, tovább Kecskemétig pedig a 152. sz. vonalon folytatódik. Innentől a 140. sz. fővonalon éri el előbb Nagykőröst, aztán Ceglédet, majd a 100. sz. fővonalon Szolnokot.

1b: Az 1b annyiban különbözik az 1a-tól, hogy Mezőfalva elágazástól keleti irányban folytatódik, így Dunaföldvart északról kerüli, ezért itt a híd is Dunaföldvartól északra lenne kialakítva. Az 1a-val párhuzamosan halad csak attól északabbra, teljesen új nyomvonalon. További különbség még, hogy a 140. sz. vonalba, azaz az 1a nyomvonalba Nagykőröstől délre csatlakozik.

1c: Komárom – Székesfehérvár – Dunaföldvár – Kecskemét – Szolnok

Az 1c lényegében az 1b nyomvonalát követi le, annyi különbséggel, hogy Cegléd irányába nem kanyarodik el, hanem a 140. sz. vonalat keresztezve Szolnok irányába halad tovább.

2a: Komárom – Székesfehérvár – Adony – Dunaújváros – Kecskemét – Cegléd – Szolnok

A nyomvonal Székesfehérvárig megegyezik az 1a, 1b, 1c nyomvonalakkal, viszont utána keleti irányba, Adony felé folytatódik tovább (a 40. sz. vonalat Pusztaszabolcstól délre külön szintben keresztezve). Majd Adonytól, a Dunával párhuzamosan délkeleti irányba halad a 42. sz. vonalon egészen Dunaújvárosig, ahol az egykori uszályhíd helyén halad át a Duna túlsó partjára, majd Böszörménytől az 1b nyomvonalváltozattal azonos útvonalon halad Szolnokig.

2b: Komárom – Székesfehérvár – Adony – Dunaújváros – Cegléd – Szolnok

Nyomvonala Kerekegyházaig megegyezik a 2a nyomvonallal, onnan egy elágazással északkeleti irányba folytatódik új nyomvonalon. Lajosmizstől északra halad, így nem Nagykőröstől délre, hanem attól északra, Cegléd felé, Nyársapátnál csatlakozik a 140. sz. vonalba, ahonnan az 1a, 1b, 2a nyomvonalváltozatokkal megegyező úton halad tovább Szolnokig.

3a: Komárom – Székesfehérvár – Adony – Cegléd – Szolnok

A 3a leköveti a 2a és 2b nyomvonalát Adonyig. Adony végpontjánál azonban elágazik a Duna irányába, aminek főágát egy új hídon keresztezve halad Szigetbecs felé, ahol szintén kellene egy új vasúti hidat építeni a Ráckevei-Dunán Szigetbecse és Dömsöd között. Kiskunlacháza felé csatlakozik a 150. sz. vonalba körülbelül 1 km-en keresztül, majd leágazik belőle Bugyi felé.

irányába teljesen új nyomvonalon, majd keletnek fordul, Csemőtől pedig a 2b nyomvonalán halad tovább Szolnokig.

3b: Komárom – Székesfehérvár – Adony – Albertirsa – Cegléd – Szolnok

A nyomvonal Bugyiig megegyezik a 3a nyomvonalával, Bugytól azonban a 3a-tól északabbra halad új nyomvonalon Albertirsáig, ahol csatlakozik a 100. sz. fővonalhoz és halad azon Szolnokig.

3c: Ez a nyomvonal is Bugyinál ágazik el a 3a nyomvonalától és halad tovább északi irányba Ócsát északról megkerülve, ahonnan szintén új nyomvonalon folytatódik Monorierdő felé, ahol csatlakozik a 100. sz. vonalba és éri el Szolnokot.

4a: Komárom – Bicske – Ercsi – Albertirsa – Cegléd – Szolnok

A 4a már Komáromtól eltér az eddigi nyomvonalaktól, hiszen nem Székesfehérvár, hanem Bicske irányába halad az 1. sz. vonalon. Ott letér róla és Ercsi irányába folytatódik új nyomvonalon. Ercsitől délre és Szigetszentmártonnál keresztezi a Dunát, illetve annak mellékágát. Innen Kiskunlacházáig folytatódik, ahol becsatlakozik a 3b nyomvonalába és halad vele megegyező irányba egészen Szolnokig.

4b: A 4a nyomvonalán halad Gyúróig, ott elágazik belőle és halad vele párhuzamosan egészen Bugyiig. A hídjait Ercsitől és Szigetszentmártontól északra kellene kialakítani. Bugyinál csatlakozik a 3c nyomvonalába.

Az 5-ös és 6-os nyomvonalakat különböző okokból nem vettem számításba. Az 5-öst azért nem, mert katonai szempontból túl közel található Budapesthez így tényleges alternatívát nem jelentene a fővárost ért esetleges támadás esetén, emellett a belvárosból az agglomerációra terhelne a forgalmat, ami lakossági szempontból nem jelent érdemi változást. A 6-os alternatíva pedig már Budapesten belül húzódik, mivel ennek az alternatívának a megvalósulása esetén új nyomvonalak nem épülnének, csak a meglévők felújítása történne meg. Ez sem katonai szempontból, sem a Budapest vasútforgalmi terheltségének csökkentése szempontjából – ami a V0 vasútvonal megépítésének egyik legfontosabb célja – nem jelent tényleges alternatívát.

Kutatásom ideje alatt lett kijelölve a két jelenleg preferált nyomvonalváltozat az 1a és 2a nyomvonalak bizonyos elemeiből létrehozva, melyet elneveztem 7a-nak illetve 7b-nek, amelyek térképen 3. ábrán láthatóak. Ezek a HUNGRAIL Magyar Vasúti Egyesület elgondolása alapján születtek meg. Azonban kijelenthető, hogy végleges döntés arról, hogy a

V0 vasútvonal ténylegesen milyen nyomvonalon fog haladni még nem született, továbbra is csak elgondolásokról beszélhetünk.²⁰



3. ábra: A 7a és a 7b nyomvonalak vázlata. Forrás: Kupai Sándor: MÁV infrastruktúra fejlesztések 2030-ig, III. Vasúti Forgalmi Konferencia²¹

7a: A nyomvonal Komáromtól Székesfehérvárig a jelenlegi 5. sz. vasútvonal. Utána keleti irányba Adony felé folytatódik tovább (a 40. sz. vonalat Pusztaszabolcstól délre külön szintben keresztezve). Majd Adonytól a Dunával párhuzamosan délkeleti irányba halad a 42. sz. vonalon egészen Dunaújvárosig, ahol keresztezi a Dunát. Ezután tovább haladva délkelet felé Bösztörnél éri el a 150. sz. vasútvonalat és ezen halad Fülöpszállásig. Innen Kecskemétiig a 152. sz. vonalon folytatódik és a 140. sz. fővonalon éri el előbb Nagykőröst, aztán Ceglédet, majd a 100. sz. fővonalon Szolnokot.

7b: Nyomvonalja Kecskemétiig megegyezik a 7a-val, azonban nem érinti Kecskemét állomást, hanem azt délről elkerülve a 145. sz. vasútvonalon Lakitelken át éri el Szolnokot.

²⁰ 1531/2021. (VIII. 2.) Korm. határozat a "V0" Budapestet délről elkerülő teherforgalmi vasútvonal előkészítéséről szóló 2056/2020. (XII. 30.) Korm. határozat módosításáról

²¹ Kupai Sándor: MÁV infrastruktúra fejlesztések 2030-ig, III. Vasúti Forgalmi konferencia, https://ktenet.hu/uploads/2022/2022_Vasuti_konf/Kupai_Sandor.pdf (Letöltés 2022.11.10.)

A fentebb felsorolt és bemutatott nyomvonalakat fogom megvizsgálni, szám szerint tizenkettőt, melyekből tíz az MLSZKSZ javaslataival, kettő pedig a jelenleg preferált nyomvonalakkal megegyező.

4. AZ OPTIMÁLIS V0 VONALVEZETÉSÉNEK MODELLEZÉSÉNEK FOLYAMATA

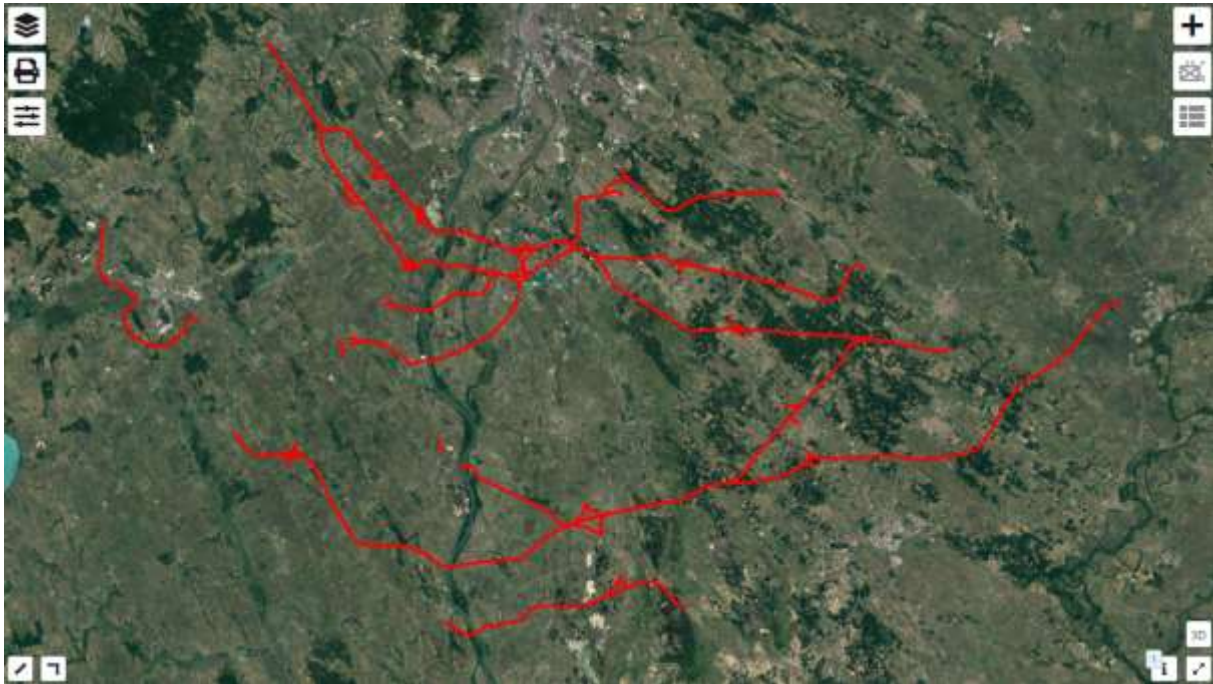
4.1. Tervezési alapadatok felvételének módszere

A modellszámítások elvégzéséhez ismerni kellett a V0 vasútvonal különböző nyomvonalainak hosszúságát. Mivel az egyes nyomvonalalternatívák pontos vonalvezetése nem nyilvános információ, ezért ehhez előbb ábrázoltam majd lemértem mindegyik nyomvonalváltozatot.

A nyomvonalak ábrázolásához és leméréséhez a Map.army weboldalt használtam, illetve az MLSZKSZ által készített térképet, ami bemutatta merre is haladnak pontosan a különböző nyomvonalak. Törekedtem a térképen található nyomvonalak minél pontosabb lekövetésére, hogy a mért adatok a valósághoz a lehető legközelebb álljanak. Nem a teljes nyomvonalakat, csak a még nem létező vonalszakaszokat ábrázoltam, hiszen csak azoknak a hosszadataival nem rendelkezem. Az ábrázolásnál viszonyítási pontként használtam a különböző településeket, folyókat, tavakat, közutakat, vasútvonalakt, tájvédeleми körzeteket. Az íveknél, mindenhol, ahol megoldható volt, törekedtem a minimum 900 m-es ívsugarak kialakítására, ami elengedhetetlen a vonalra tervezett legalább 120 km/h-ás sebesség tartásához. Emellett a nyomvonalakban ábrázolnom kellett a vasúti csomópontoknál kialakítandó deltavágány kapcsolatokat, amik kialakításának módjához szintén az MLSZKSZ anyagát használtam fel.²² Ennek kifejezett előnye a katonai közlekedési szempontok megvalósulása, mivel a 142. sz. vonal csomóponti kapcsolatait biztosítja mind Kecskemét, mind Táborfalva irányába, hiszen mindkét településen fontos katonai objektumok találhatóak, aminek a V0 vasútvonalba történő integrálása kiemelt katonai szempont. Az így létrehozott térkép a 4. ábrán látható.

Az így kapott nyomvonalakat pedig szakasról szakaszra végig mértem, így megszerezve a szükséges távolság adatokat.

²² Bíró Koppány Ajtony: Magyarország jövője a logisztikában: Budapestet délről elkerülő vasúti körgyűrű http://binx.ktenet.hu/konf-eloadasok/kozlekedes-helyzete_2013-02-21-22/BiroKA_MO-jovoje-logisztikaban.pdf
Letöltés: 2022.11.10.



4. ábra: A V0 vasútvonal egyes nyomvonalváltozataihoz tartozó új vasúti pályák vonalvezetése. Forrás: saját szerkesztés a map.army weboldalon.

4.2.Számítások

Számításaim középpontjában a V0 vasútvonal Magyarország vasúthálózatának kapcsolatköztiség-értékeiben okozott változások bemutatása lesz. A kapcsolatköztiség egy olyan mérőszám, ami megmutatja az összes állomáspár közötti legrövidebb utak darabszámainak összegét egy hálózati elemen.²³ Összes állomáspár alatt értem az MH állomások (MH svcp., illetve MH alakulatok településeinek MÁV vasútállomásai) között, illetve MH állomások és a határármenetek (OH) között. A legrövidebb utat meg lehet határozni távolságban és menetidőben is, éppen ezért jelölésükben is különbséget kell tenni. A távolságra vonatkozó eredményeket ℓ -lel, a menetidőre vonatkozókat pedig t -vel fogom jelölni. Ezekből az értékekből pedig bemutatom hány százalékban vett le terhelést a Budapesti vasúthálózatról az ilyen jellegű vasúti katonai szállítások esetében. Továbbá számításokat kívánok végezni, hogy mennyiben különböznek a V0 nélkül és a V0 különböző nyomvonalával a menetvonalak összmenetidő és az összmenetvonalhossz értékei. Az értékeket percben, illetve km-ben fogom ismertetni.

²³ Tóth Bence: Magyarország nagyvasúti kapcsolat szempontjából kritikus régiói a hálózat célzott rombolása esetén, Hadmérnök XIV. évfolyam 4. szám (2019) pp. 79-97.

A számítások alapjául szolgáló gráfmodell részletes ismertetése megtalálható az irodalomban,²⁴ itt csak a megértéshez feltétlenül szükséges szintig ismertetem azt. A magyarországi vasúthálózatot egy élsúlyozott irányított gráffal modelleztük. A gráf csúcsai a vasúthálózat főjelzői (a bejárat, a kijárat és a térközjelzők) voltak, élei pedig értelemszerűen a köztük található pálya. Azért esett a választás a főjelzőkre, mivel a vasúti közlekedés alapján véve ezek között történik. Az élekhez lehetőség van a modellben egy úgynevezett súlyt rendelni, mely lehet a megfelelő vonalszakasz hossza vagy menetideje (ez utóbbi egyszerűen a megfelelő pályaszakasz hosszának és a rajta engedélyezett sebességnek hányadosa). A menetvonalak hossza, azaz bármely két főjelző távolsága néhány méteres pontossággal számítható, mivel két jelző távolsága méter pontossággal ismert. Az összes adat forrása a VPE Kft. weblapja volt.²⁵ Az itt nem szereplő honvédségi iparvágányok hosszadatai a vonatkozó kormányrendelet²⁶ alapján, illetve a szakirodalom²⁷ alapján lettek a modellbe beépítve. Az új vasúti pályák adatai az 5.1 alfejezetben bemutatott módon lettek a modellbe beépítve.

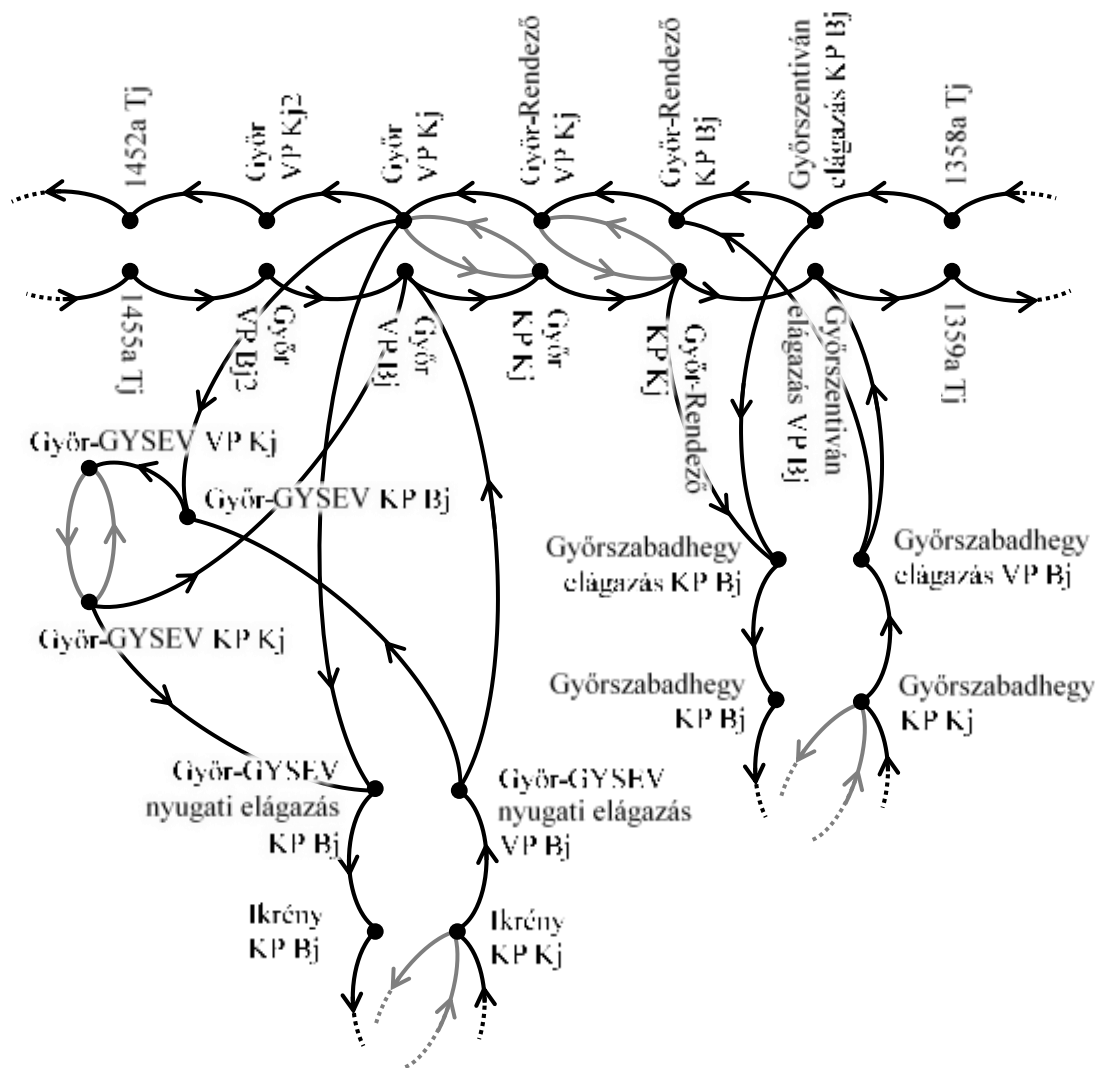
A menetirányváltásokhoz szükséges idő figyelembe vételéhez (10 perc) az egyes éleket meg kellett kettőzni és ellentétesen irányítani akkor is, ha a pálya egyvágányú, hogy a legrövidebbút-kereső algoritmus az ezeket reprezentáló állomási éleket figyelembe vegye. A gráf felépítésének elvét az 5. ábrán Győr állomás és környékének diagramján láthatjuk. A szürke élek az állomási menetirányváltásokat leíró 0 km hosszal, vagy 10 perc menetidővel figyelembe vett élek.

²⁴ Tóth, Bence: A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz, In: Horváth, Gábor; Horváth, Balázs (szerk.) XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr, Közlekedéstudományi Egyesület, (2022) pp. 415-423.

²⁵ VPE vasúthálózati térkép
<https://takt.kapella2.hu/metronom-server/map> (Letöltés: 2022.11.10.)

²⁶ 277/2014. (XI. 14.) Korm. rendelet

²⁷ Szászi Gábor: A védelmi szempontból meghatározó repülőterek vasúti kapcsolatának helyzete Magyarországon. Repüléstudományi Közlemények 21 (Különszám): 1-22.



5. ábra: Győr állomást és környékét leíró részgráf diagramja. KP: kezdőpont, VP: végpont, Bj: bejárat jelző, Kj: kijárat jelző, Tj: térközjelző.²⁸

A számítások az R programozási nyelv és környezetben²⁹ történtek a Csárdi Gábor és Nepusz Tamás által kifejlesztett *igraph* csomag³⁰ alkalmazásával. A két állomás, illetve MH scvp. (azaz azok kijárat jelzői) közötti, menetidő vagy menetvonalhossz szempontjából legrövidebb utat pozitív élsúlyú gráfok esetében a legegyszerűbben a Dijkstra-algoritmussal³¹ lehet meghatározni, mely az *igraph* csomagban a *distances()* függvényben van implementálva. A függvény *\$epath* értéke visszaadja az érintett élek sorszámát, melyeket megszámlálva adódnak a kapcsolatköztiség-értékek.

²⁸ Tóth Bence: A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz, In: Horváth, Gábor; Horváth, Balázs (szerk.) XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr, Közlekedéstudományi Egyesület (2022), 415-423. o.

²⁹ R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>

³⁰ Csardi, G.; Nepusz, T. 2006. The igraph software package for complex network research. InterJournal, Complex Systems 1695. <http://igraph.org>

³¹ Dijkstra, E.W. 1959. A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. Numerische Mathematik 1: 269-271. DOI: 10.1007/BF01386390

5. EREDMÉNYEK

A modellszámítások eredményeit először táblázatos formában ismertetem, majd a jobb átláthatóság és az egyszerűbb megértés elősegítése érdekében az optimális és (ha azzal nem azonos) a jelenleg kormány által is preferált 7a/7b nyomvonalváltozat hálózatra gyakorolt hatását térképen is bemutatom. A táblázatok a már fentebb ismertetett nyomvonalváltozatokkal a hálózatban és a V0 nélküli állapot összehasonlításával jöttek létre kapcsolatköztiség, összmenetidő és az összmenetvonalhossz értékek felhasználásával. A távolságra vonatkozó eredményeket ℓ -lel, a menetidőre vonatkozókat pedig t -vel jelöltem. A menetidőre vonatkozó eredményeket a tervezett minimum sebességre 120 km/h-ra és a tervezett maximális sebességre 160 km/h-ra is kiszámoltam. A táblázatokban a V0 nélküli értékeket vettem 100%-nak, így a csökkenéseket is ehhez az értékhez viszonyítva határoztam meg. Fontosnak tartom még megjegyezni, hogy az itt szereplő eredmények egy némileg egyszerűsített modell segítségével jöttek létre, tehát nem vesznek, nem vehetnek figyelembe minden felmerülhető változót, de korábbi eredmények alapján egy jó közelítést adnak.

5.1. Az Összekötő vasúti híd forgalmának változása a kapcsolatköztiség-értékek alapján

Az itt elvégzett számításoknál arra voltam kíváncsi, hogy a leközlekedtetett vonatok a V0 különböző tervezett nyomvonalainak megléte esetén mennyiben befolyásolják az Összekötő vasúti híd igénybevételi értékeit. Az itt létrejött eredmények azért is fontosak, mert ezzel bizonyos rálátást kapunk, mely nyomvonal mennyire segítheti elő az Összekötő vasúti híd tehermentesítését a vizsgált viszonylatokon.

5.1.1. Kapcsolatköztiség-értékek az MH állomások között

Az 1. táblázat az MH scvp-k és a katonai alakulatokkal rendelkező települések vasútállomásai között páronként leközlekedtetett vonatokból származó kapcsolatköztiség-értékek csökkenését mutatja az Összekötő vasúti hídon.

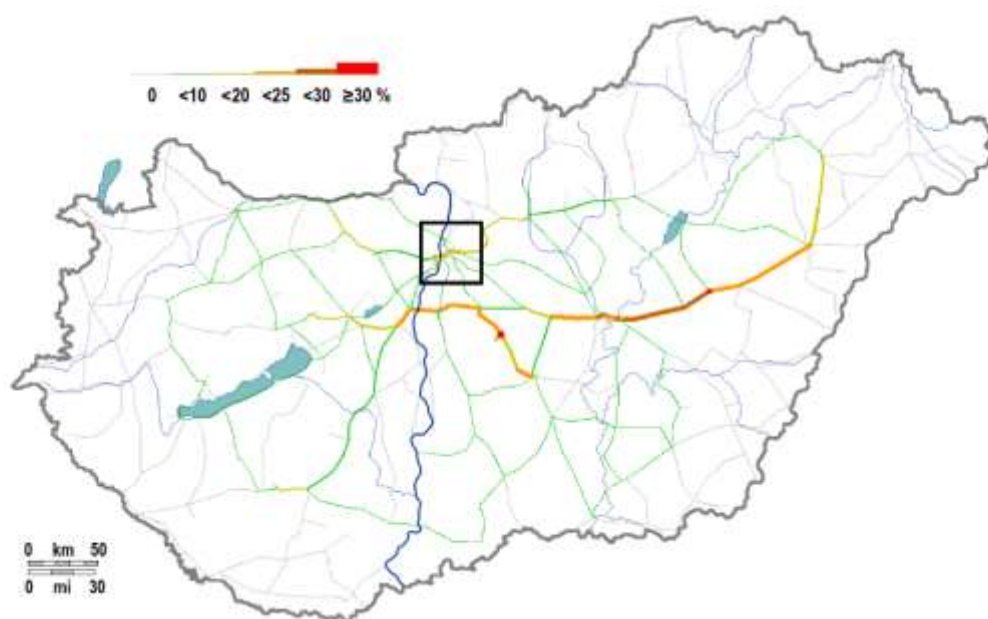
	Forgalomcsökkenés		
	ℓ	t	
Nyomvonalváltozat		120 km/h	160 km/h
V0 nélkül	0	0	0
1a	22,93 %	20,77 %	45,42 %
1b	22,93 %	26,76 %	51,41 %
1c	22,93 %	26,76 %	51,41 %
2a	22,44 %	15,85 %	25,70 %
2b	26,83 %	34,15 %	44,72 %
3a	39,02 %	47,18 %	57,75 %
3b	39,02 %	48,24 %	54,58 %
3c	39,02 %	45,42 %	49,65 %
4a	54,39 %	51,06 %	71,48 %
4b	51,22 %	51,06 %	71,48 %
7a	21,95 %	20, 77 %	44,37 %
7b	21,95 %	20, 42 %	44,37 %

1. táblázat: Az Összekötő vasúti híd kapcsolatköztiség-forgalmának csökkenése minimális hosszúságú és minimális menetidejű menetvonalakra az MH állomások között.

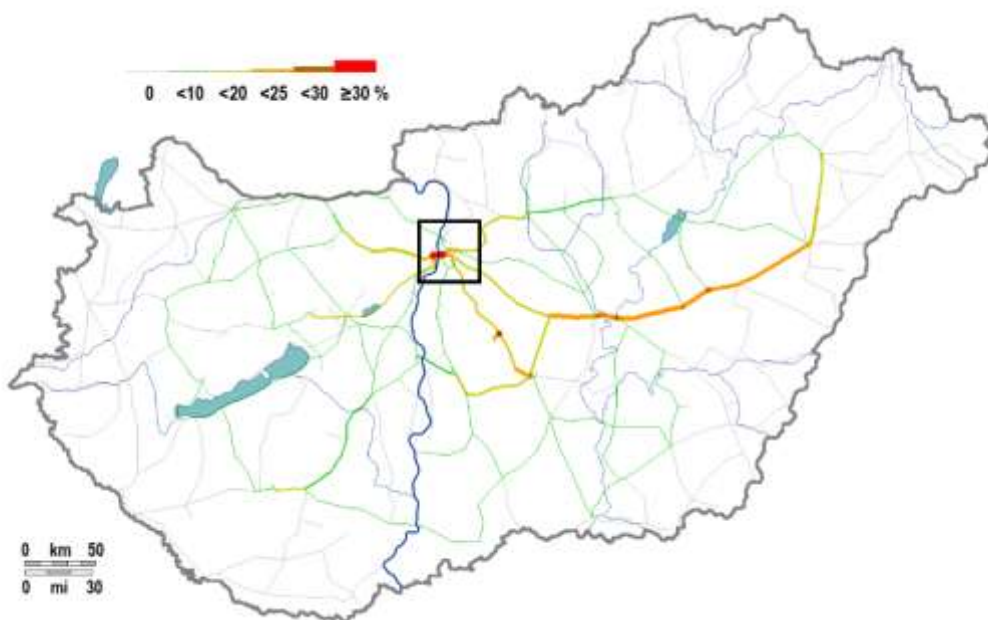
Az 1. táblázat alapján jól látható, hogy a kapcsolatköztiségi-értéknél, ha a távolságot vesszük figyelembe a 4a nyomvonal veszi le a legnagyobb terhet az Összekötő vasúti hídról, utána pedig a 4b következik. Ha az időt vesszük alapul, akkor 120 km/h-nál és 160 km/h-nál is szintén a 4a és a 4b nyomvonal mutatja a legjobb értékeket. A távolságot figyelembe vevő értékeknél a két legrosszabb eredményt a 7a és 7b, tehát a jelenleg preferált nyomvonalak hozzák. Ez érthető, hiszen ez a két leghosszabb nyomvonal Komárom és Szolnok között, azaz csak a Dunához legközelebb eső állomások közti menetvonalak számára jelentenek ezen nyomvonalak valódi alternatívát a Budapesten keresztül haladó menetvonalakhoz képest.

Az idő alapúaknál a 120 km/h-nál és 160 km/h-nál is magasan a 2a-nak vannak a legrosszabb eredményei. A három oszlop értékei alapján összességében a legjobban a 4a, a legrosszabbul pedig a 2a nyomvonalváltozat teljesít. Azt is kiemelném még, hogy a jelenleg preferált 7a és 7b nyomvonalak közvetlenül a 2a nyomvonal után következnek, tehát ezek a 2. és 3. legrosszabb értékekkel rendelkező nyomvonalak.

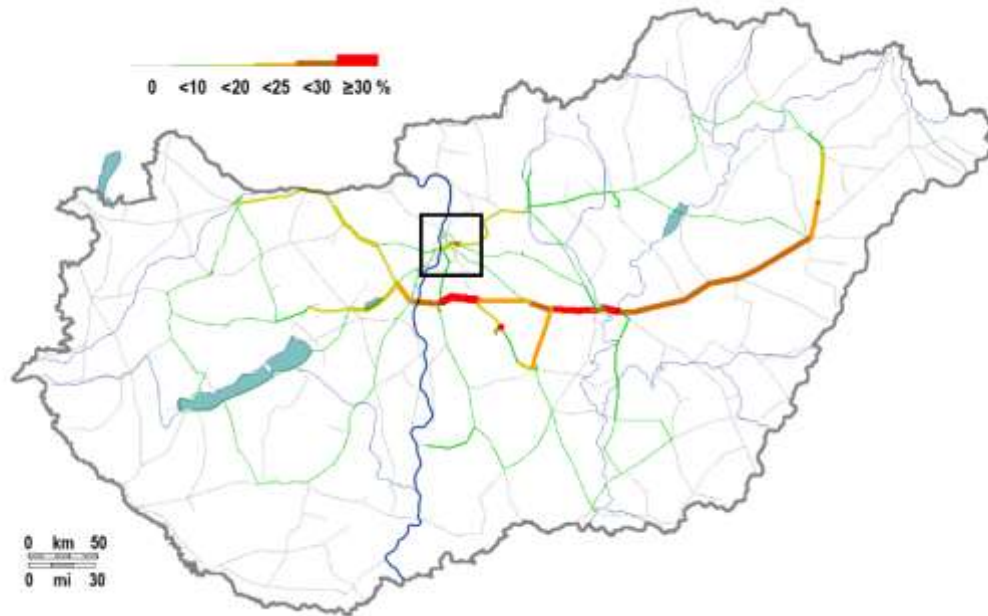
Az optimális nyomvonal és a jelenleg preferált nyomvonalváltozatok közül a kedvezőbb eredményei a 6a-b-c-d. ábrákon láthatóak. A többi nyomvonal eredménye megtalálható a 1-2-3. számú mellékletben.



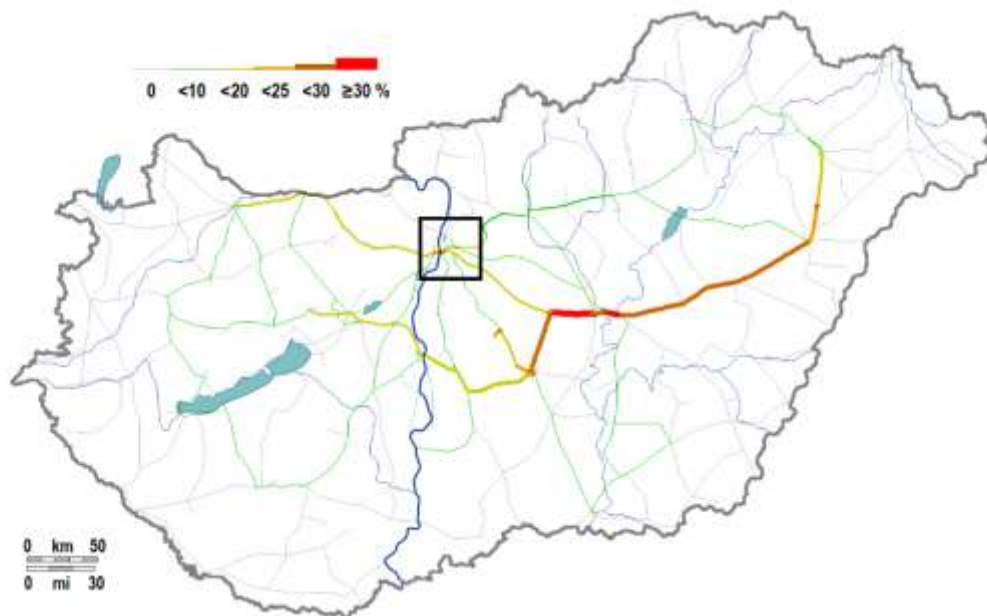
6a. ábra: A 4a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások között. Forrás: saját szerkesztés.



6b. ábra: A 7a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások között. Forrás: saját szerkesztés.



6c. ábra: A 4a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on. Forrás: saját szerkesztés.



6d. ábra: A 7a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on. Forrás: saját szerkesztés.

Összehasonlítva a 120 km/h-ás és a 160 km/h-ás eredményeket azt látjuk, hogy a tizenkét nyomvonalváltozatból hét nyomvonal van, amelyik 20%-nál többet csökkent az Összekötő vasúti híd leterheltségén 160 km/h-nál, mint 120 km/h-nál, kettő, amelyik 10% és 20% közötti értékkel csökkenti és három, amelyik csak 10%-alatt. A legkevesbé a sebességkülönbség a 3c nyomvonalat érinti, itt az eltérés csupán 4,23%.

Azt látjuk tehát, hogy (amennyiben abszolút prioritást kapnak és nem kell másik szerelvényre várakozniuk), az MH állomások között közlekedő katonavonatok számára az állomások földrajzi elhelyezkedése miatt az optimális út a legtöbb esetben továbbra is a Budapesten keresztül vezetne. Természetesen egy megtartott budapesti forgalom ezeket az értékeket módosítaná, de ez túlmutat a jelenlegi kutatás lehetőségein.

5.1.2. Kapcsolatköztiség-értékek az MH állomások és határátmenetek között

A 2. táblázat annyiban különbözik az 1. táblázattól, hogy az MH scvp-k és katonai alakulattal rendelkező települések vasútállomásainak, a határátmenetek között leközeledtetett vonatok kapcsolatköztiségi-értékei alapján jött létre.

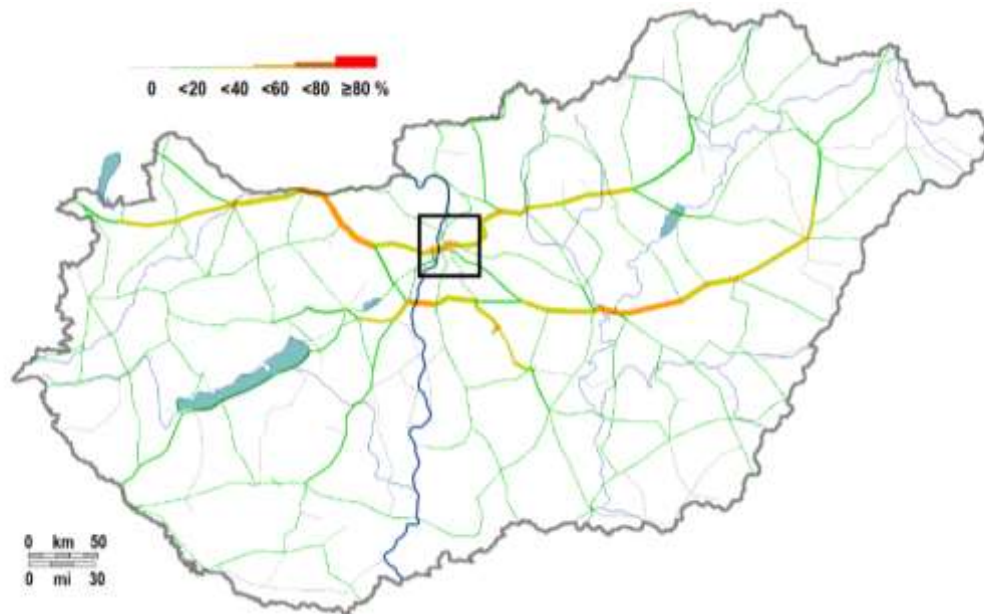
	Forgalomcsökkenés		
	ℓ	t	
Nyomvonalváltozat		120 km/h	160 km/h
V0 nélkül	0	0	0
1a	16,32 %	17,10 %	35,02 %
1b	16,69 %	19,43 %	42,13 %
1c	18,16 %	19,84 %	44,05 %
2a	17,55 %	12,72 %	22,85 %
2b	20,74 %	25,03 %	36,39 %
3a	30,80 %	36,53 %	56,09 %
3b	30,80 %	36,66 %	51,57 %
3c	29,82 %	30,92 %	39,95 %
4a	46,50 %	37,48 %	65,53 %
4b	44,66 %	37,48 %	65,53 %
7a	15,83 %	15,73 %	34,61 %
7b	15,83 %	15,73 %	34,2 %

2. táblázat: Az Összekötő vasúti híd kapcsolatköztiség-forgalmának csökkenése minimális hosszúságú és minimális menetidejű menetvonalakra az MH állomások és a határátmenetek között.

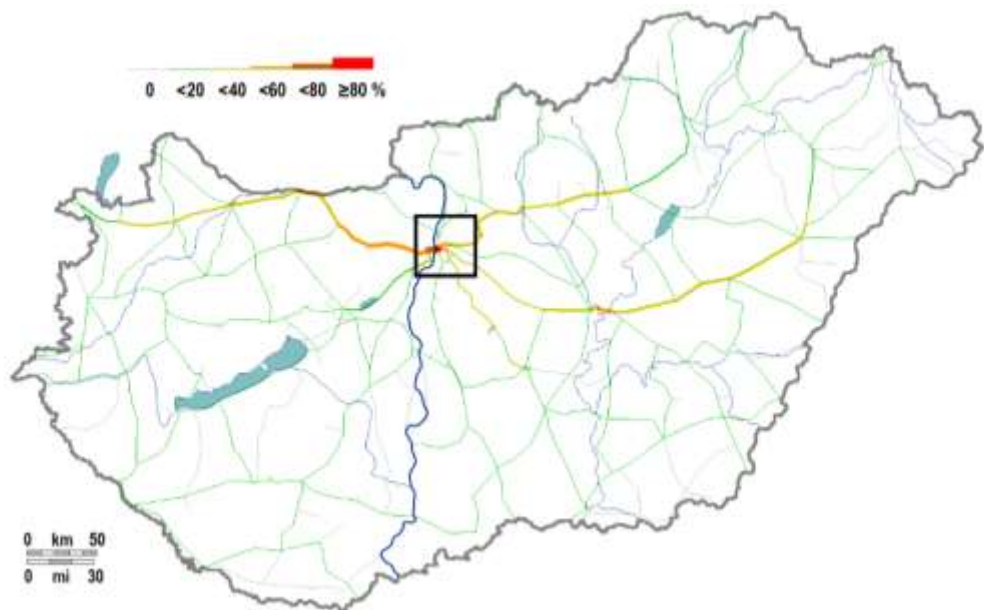
A második táblázat eredményei alapján is a 4a nyomvonal a legjobb a távolságot figyelembe vevő kapcsolatköztiségi-értékek szempontjából az Összekötő vasúti híd forgalomcsökkentésében. A minimális menetidőket alapul vevő értékeknél is maradt a 4a és 4b az elsők között. Ugyanez a helyzet a legrosszabb értékeknél is, szintén maradt az utolsó helyen a 7a és 7b nyomvonalak a távolság, és a 2a mind a két időérték szerint. Ezek alapján nem meglepő, ha összességében vizsgáljuk a nyomvonalakat a 2. táblázat szerint is a 4a nyomvonal csökkenti a leginkább, a 2a

pedig a legkevésbé az Összekötő vasúti híd forgalmát a határátmenetek felé irányuló szállításokban. Viszont itt is azt látjuk, hogy a 7a és 7b nyomvonalak itt is követik a 2a-t mint a vizsgált viszonylatban legrosszabb eredményekkel rendelkező nyomvonalváltozatok.

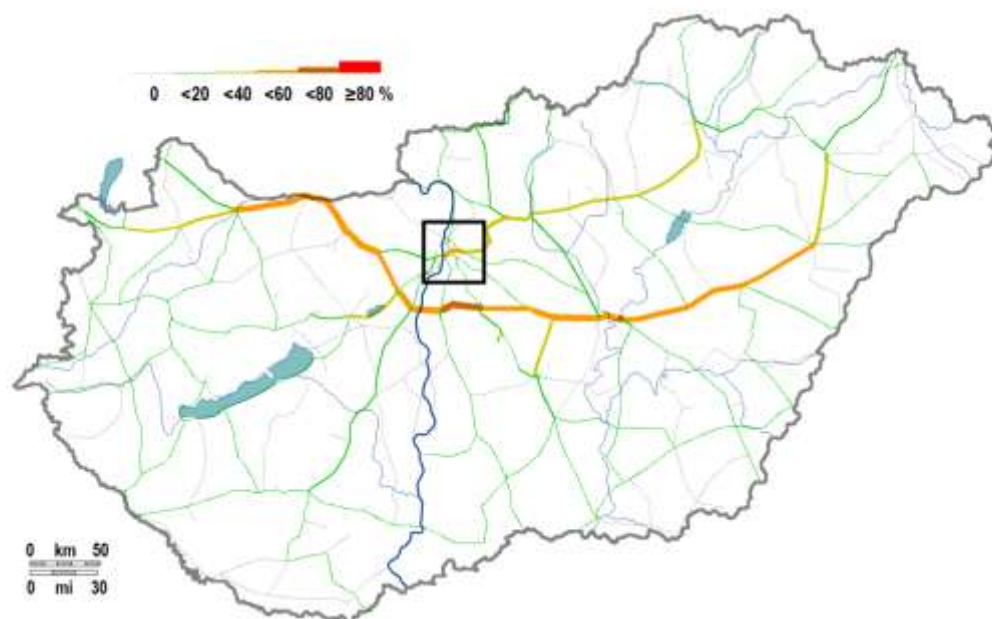
Az optimális nyomvonal és a jelenleg preferált nyomvonalváltozatok közül a kedvezőbb eredményei a 7a-b-c-d. ábrákon láthatóak. A többi nyomvonal eredménye megtalálható a 4-5-6. számú mellékletben.



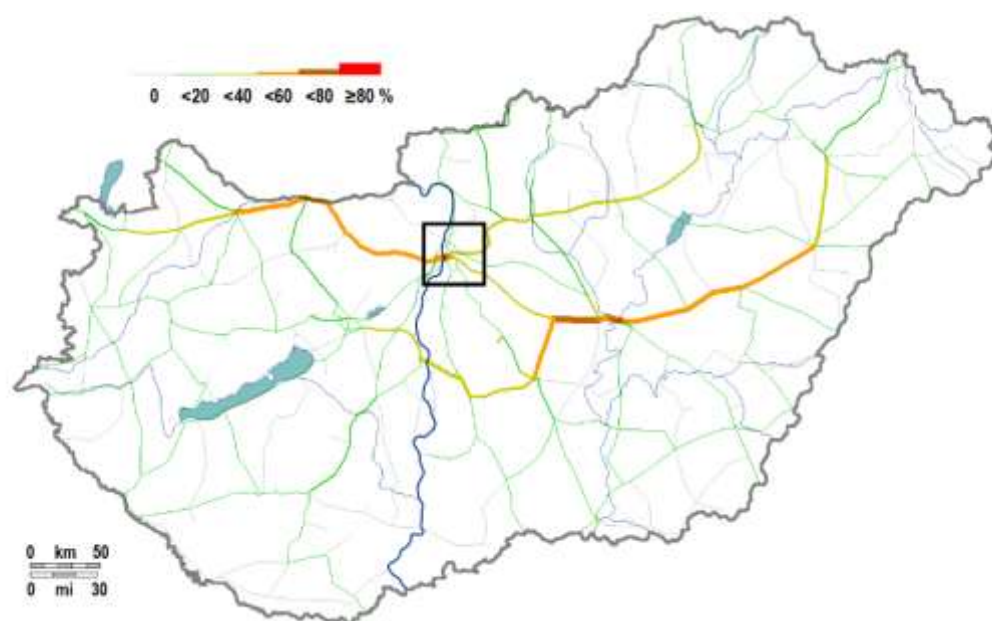
7a. ábra: A 4a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások és a határátmenetek között Forrás: saját szerkesztés.



7b. ábra: A 7a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások és határátmenetek között. Forrás: saját szerkesztés.



7c. ábra: A 4a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások és határátmenetek között 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on. Forrás: saját szerkesztés.



7d. ábra: A 7a nyomvonal által okozott forgalomváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások és határátmenetek között 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on. Forrás: saját szerkesztés.

Ha itt is elvégezzük a 120 km/h-ás és 160 km/h-ás eredmények összehasonlítását, láthatjuk, hogy a tizenkét nyomvonal közül négy van, amelyik 20%-nál csökkent többet a V0 pályáinak 160 km/h-ás megengedett sebességénél az Összekötő vasúti híd leterheltségén, hat, amelyik 10% és 20% között és egy, amelyik 10% alatt csökkenti annak forgalmát. A V0 pályasebessége legkevesége itt is a 3c nyomvonal esetében befolyásolja a Budapesten keresztül haladó forgalmat, az eltérés itt 9,03%.

Azt mondhatjuk tehát, hogy az MH állomások és a határátmenetek közötti szállításokban is a Budapesthez legközelebb vezető nyomvonal-változatok lennének kedvezőek mind a megtett út, mind a menetidő csökkentése tekintetében, a 7a és 7b nyomvonalak szerinti nagy déli kitérő a vonatok abszolút prioritása mellett nem jelente előnyt. A határátmenetek közötti jelenlegi forgalom ismeretében meghatározható lenne, hogy azok V0-ra terelése és a lehetséges honvédségi szállítások Budapesten keresztül vezetése lenne kedvezőbb vagy éppen fordítva, de ilyen forgalmi adatok hiányában jelenleg ez nem számítható.

5.2. Összmenetidő és az összmenetvonalhossz változása a különböző viszonylatokon

Az összmenetidő és összmenetvonalhossz értékek megmutatják az egyes nyomvonalváltozatok által okozott nominális csökkenést a közlekedő vonatok útjában, illetve menetidejében. Míg a távolságbéli adatok a vasút díjszámítási rendszere miatt fontosak, hiszen az km alapú, addig az időadatok a szállítások végbemenetelének gyorsaságát befolyásolják, ami katonai szempontból kiemelkedő jelentőségű. Ezek az eredmények mutatják meg a különböző nyomvonalváltozatok közötti különbségeket. A 100%-os értéket itt is a V0 nélküli állapot adja, így a csökkenések ehhez viszonyítva értendők.

5.2.1. Az MH állomások összmenetidő és az összmenetvonalhossz változások

A harmadik táblázat az MH állomások közötti legrövidebb utak összhosszának és összmenetidejének csökkenését mutatja.

	ℓ	t	
Nyomvonalváltozat		120 km/h	160 km/h
V0 nélkül	0	0	0
1a	1,75 %	1,85 %	4,08 %
1b	2,77 %	3,96 %	6,42 %
1c	3,06 %	4,12 %	6,8 %
2a	2,38 %	3,07 %	4,87 %
2b	3,1 %	4,99 %	7,27 %
3a	3,14 %	3,82 %	6,21 %
3b	3,07 %	3,43 %	5,33 %
3c	2,21 %	2,49 %	4,01 %
4a	3,5 %	4,37 %	6,44 %
4b	2,26 %	3,11 %	4,75 %
7a	1,74 %	2,52 %	4,86 %
7b	1,74 %	2,36 %	4,64 %

3. táblázat: Az összménetvonalhossz és az összménetidő csökkenése az MH állomások között.

A harmadik táblázat jól mutatja, hogy az összménetvonalhossz a tizenkét különböző nyomvonal közül a 4a nyomvonalváltozatnál csökkent a legnagyobb százalékkal, a legkevésbé pedig a két jelenleg preferált nyomvonalnál, a 7a-nál és a 7b-nél csökkent. Az összménetidő-csökkenés a 120 km/h-ás és a 160 km/h-ás pályasebesség esetén is a 2b nyomvonalnál volt a legnagyobb, tehát ennél volt a legnagyobb csökkenés a V0 nélküli értékhez képest. A legkisebb összménetidő csökkenés 120km/h-ás sebességnél az 1a nyomvonalnál tapasztalható, 160 km/h-ás sebességnél pedig a 3c nyomvonalnál. A 7a nyomvonal 120 km/h-nál a 9. 160 km/h-nál a 8. legjobb eredményeket hozza. A 7b pedig az előbbinél a 11. az utóbbinál pedig a 10. helyen áll. A három oszlop összeredményét tekintve a legjobb eredménnyel a 2b nyomvonal rendelkezik a legrosszabbal pedig az 1a.

Ez a két nyomvonal nagyfokú hasonlósága miatt meglepő eredmény, amely jól mutatja, hogy önmagában az 1b, 1c, 2a és 2b nyomvonalak is jobbak, mint az „ötvözésükből” előállt 7a és 7b. Ennek oka a 150. sz. és 145. sz. vonalakon történő közlekedés többlete a 7a és a 7b nyomvonalak esetén, azaz a számítások azt mutatják, hogy minél „kørszerűbb” a nyomvonal és minél kevesebb sugárirányú (Budapesttől távolodó) szakaszt tartalmaz, annál kedvezőbb a

vonalevezetés. Vagyis a Budapesthez képest sugárirányú szakaszok csökkentik az egyes nyomvonalváltozatok hatékonyságát.

Ha ennél a táblázatnál is összehasonlítjuk a 120 km/h-ás és 160 km/h-ás eredményeket, látható, hogy nincsenek számottevő különbségek. A legnagyobb különbséget a 3a nyomvonalnál, a legkisebbet pedig a 3c nyomvonalnál látjuk.

5.2.2. az MH állomások és a határátmenetek közötti összmenetidő és az összmenetvonalhossz változások

A 4. táblázat az MH állomások és a határátmenetek közötti összmenetidők és az összmenetvonalhosszak csökkenését mutatja.

	ℓ	t	
Nyomvonalváltozat		120 km/h	160 km/h
V0 nélkül	0	0	0
1a	0,9 %	1,27 %	2,77 %
1b	1,32 %	2,15 %	3,76 %
1c	1,47 %	2,24 %	4,04 %
2a	1,13 %	1,72 %	2,90 %
2b	1,42 %	2,57 %	4,02 %
3a	1,39 %	1,84 %	3,49 %
3b	1,45 %	1,64 %	3,03 %
3c	1,07 %	1,34 %	2,41 %
4a	1,69 %	2,33 %	4,01 %
4b	1,1 %	1,72 %	3,09 %
7a	0,9 %	1,4 %	2,96 %
7b	0,9 %	1,3 %	2,83 %

4. táblázat: Az összmenetvonalhossz és az összmenetidő csökkenése az MH állomások és a határátmenetek között.

A 4. táblázat alapján az összmenetvonalhosszat a vizsgált viszonylatokon a V0 nélküli állapothoz képest a leginkább a 4a nyomvonal csökkenti, a legkevésbé pedig az 1a, a 7a és a 7b. Az összmenetidőt legjobban 120 km/h-es pálya építése esetén a 2b, 160 km/h-esnél az 1c

csökkenti. A legkevésbé pedig 120 km/h-s pályasebességnél az 1a, 160 km/h-s pályasebességnél pedig a 3c-nél csökkentek. A preferált nyomvonalak itt sem teljesítettek jól, a 7a 120 km/h-nál a 9., a 7b pedig a 11. lett. 160 km/h-nál az előbbi a 8., az utóbbi pedig a 10. helyen végzett. Ennél a táblázatnál a három oszlop alapján a 4a rendelkezik a legjobb értékekkel a tizenkettő nyomvonal közül.

Az ebben a táblázatban szereplő eredmények alapján a sebességkülönbségek ezt a viszonylatot befolyásolják a legkevésbé. Az összes érték 1% és 2% között mozog. A legjobban (1,8%-kal) az 1c nyomvonal eredményeit befolyásolja a sebességváltozás, a legkevésbé pedig a 3c nyomvonal eredményeire hat.

Azt látjuk tehát, hogy az MH állomások földrajzi elhelyezkedése miatt az ezek közötti szállításokban minél közelebb halad egy nyomvonal Budapesthez, annál inkább képes annak infrastruktúráját tehermentesíteni. Azaz a fővároscentrikusság csak többé-kevésbé megnövelt menetvonalhosszokat eredményez és a menetidőnövekedést csak a jelenlegi forgalom által okozott lassabb sebesség növekedése tudja kompenzálni.

6. ÖSSZEGZÉS

A magyarországi vasúthálózat sugaras szerkezetű kialakítása és centralizáltsága a vasúti közlekedési alágazatot károsan befolyásolja, valamint sebezhetővé teszi. Mindemellett a budapesti és agglomerációs pályaszakaszok jelentősen túlterheltekké váltak. Ezek megszüntetésére jött létre a V0 vasútvonal koncepciója. A koncepció nem újkeletű, már a két világháború között is felmerült, de megépítése a mai napig nem történt meg. Azonban napjainkban újból érdeklődés mutatkozik az elgondolás megvalósítása iránt. A vasútvonal nyomvonala jelentősen befolyásolja majd a magyarországi vasúti közlekedést, ilyen módon a katonai közlekedést is, hiszen a nehéz technikák és a nagymennyiségű anyagok mozgatása kiemelten támaszkodik a vasúti alágazatra. Éppen ezért fontosnak tartom, hogy a döntés a lehető legjobb nyomvonalváltozatra essen. Dolgozatomban tizenkettő nyomvonalat vizsgáltam meg különböző szempontok szerint, katonai szállítási viszonylatokat figyelembe véve. A modellszámítások elvégzéséhez készítettem egy térképet a még nem létező vasútvonalak nyomvonaláról, mely alapján meghatároztam az újonnan építendő pályaszakaszok hosszát. Ez alapján ezen szakaszokat beépítettük a magyarországi vasúthálózatot leíró gráfmodellbe, amelyen az *R* programozási nyelven szimulációkat végeztünk.

Az eredmények alapján Budapestről a leterheltséget a Budapesthez közelebb eső nyomvonalak veszik le a legnagyobb mértékben. A vizsgált nyomvonalak közül ebben a tekintetben a 4a teljesített a legjobban. Az eredményekből az is megállapítható, hogy a jelenleg preferált nyomvonalváltozatok, ha Budapest tehermentesítése a cél nem a legjobb alternatívák. Ha az összemenetvonalhossz csökkentése lenne a cél, abban az esetben is a 4a jelentené a legjobb választást, ha viszont az összementidőcsökkenés lenne a preferencia a 2b nyomvonal, 160 km/h-ás sebességnél pedig akár az 1c is számításba jöhet. A jelenleg preferált nyomvonalak az általam vizsgált szempontok egyikénél sem teljesítettek jól, így javaslom azok átgondolását és vagy egy már meglévő jobban teljesítő nyomvonalváltozatra való kicserélésüket, vagy új nyomvonalak kijelölését.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Szakirodalom, szakcikkek:

1. Csardi, G.; Nepusz, T. 2006. The igraph software package for complex network research. InterJournal, Complex Systems 1695. <http://igraph.org>
2. Dijkstra, E.W. 1959. A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. Numerische Mathematik 1: 269-271. DOI: 10.1007/BF01386390
3. Horváth Attila: Az utánszállítás elméletében bekövetkezett változások az 1930-as években, Hadmérnök, VII. évfolyam 4. szám (2012. december) pp. 50-60.
4. Lévai Zsolt: A vasúti szektor védelmi lehetőségei terrorakciók ellen, Közlekedéstudományi Szemle LXIX. évfolyam 5. szám (2019) pp. 50-71.
5. Pató Gáborné - Dr. Szűcs Beáta: Magyarország közlekedésföldrajza, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
6. Perger Imre: A magyar vasút Trianon előtt és azóta, Közlekedéstudományi Szemle, LXXI. évfolyam 1. szám (2021. február) pp. 4-22.
7. R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
8. Szászi Gábor: A vasúti közlekedési alágazat, mint kritikus infrastruktúra, In: Dr. habil. Horváth Attila (szerk.) Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelméből, Tanulmánykötet, Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, (2013) pp. 167-190,
9. Szászi Gábor: A védelmi szempontból meghatározó repülőterek vasúti kapcsolatának helyzete Magyarországon. Repüléstudományi Közlemények 21 (Különszám): 1-22.
10. Tóth Bence: Magyarország nagyvasúti kapcsolat szempontjából kritikus régiói a hálózat célzott rombolása esetén, Hadmérnök XIV. évfolyam 4. szám (2019) pp. 79-97.
11. Tóth, Bence: A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz, In: Horváth, Gábor; Horváth, Balázs (szerk.) XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr, Közlekedéstudományi Egyesület, (2022) pp. 415-423.

Jogsabályok:

1. 277/2014. (XI. 14.) Korm. rendelet
2. 1531/2021. (VIII. 2.) Korm. határozat a "V0" Budapestet délről elkerülő teherforgalmi vasútvonal előkészítéséről szóló 2056/2020. (XII. 30.) Korm. határozat módosításáról

Internetes hivatkozások:

1. Bíró Koppány Ajtony: Magyarország jövője a logisztikában: Budapestet délről elkerülő vasúti körgyűrű
http://binx.ktenet.hu/konf-eloadasok/kozlekedes-helyzete_2013-02-21-22/BiroKA_MO-jovoje-logisztikaban.pdf
Letöltés: 2022.11.10.
2. Bíró Koppány Ajtony: Meg kell szabadítani Budapestet a tehervonatoktól, és a tehervonatokat Budapesttől!,
<https://mlszksz.hu/mlszksz-meg-kell-szabaditani-budapestet-a-tehervonatoktol-es-a-tehervonatokat-budapesttol/?v=35b5282113b8>
Letöltés: 2022.11.10.
3. Czeferner Dóra – Nagy Béla: 1920. A vasúthálózat és a trianoni határok
<https://tti.abtk.hu/terkepek/1920-a-vasuthalozat-es-a-trianoni-hatarok>
Letöltés: 2022.11.10.
4. Csorba György: A vasút Európai éve
https://www.parlament.hu/documents/10181/39233854/Infojegyzet_2021_28_vasut_europai_eve.pdf/eeceb1177-a2b5-bf64-1245-2bbcb859bb9f?t=1620374510111
Letöltés: 2022.10.08.
5. Domonkos Csaba: Egy 1968-as téves döntés súlyos következményei máig hatnak a közlekedésben
<https://tudas.hu/egy-1968-as-teves-dontes-sulyos-kovetkezhmenyei-maig-hatnak-a-kozlekedesben/>
Letöltés: 2022.11.10.
6. Döntöttek a V0 vasút nyomvonalának sávjáról.
<https://www.vg.hu/logisztika/2022/04/dontottek-a-v0-vasut-nyomvonalanak-savjarol>
Letöltés: 2022.11.10.
7. ITF.hu
<https://itf.hu/index.php/cikk/100-v0-nehez-teher>
Letöltés: 2022.11.10.
8. Kupai Sándor: MÁV infrastruktúra fejlesztések 2030-ig, III. Vasúti Forgalmi konferencia,
https://ktenet.hu/uploads/2022/2022_Vasuti_konf/Kupai_Sandor.pdf
Letöltés 2022.11.10.
9. KSH
https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0041.html
Letöltés: 2022.10.08.

10. Nemzeti Közlekedési Központ

<https://budapestvasut2040.hu/>

Letöltés: 2022.11.10.

11. Map.army

<https://www.map.army/>

Letöltés: 2022.11.10.

12. mavcsoport.hu

<https://www.mavcsoport.hu/mav-csoport/hamarosan-megkezdodhet-v0-vasutvonal-nyomvonalsavjanak-kornyezeti-vizsgalata>

Letöltés: 2022.11.10.

13. VPE vasúthálózati térkép

<https://takt.kapella2.hu/metronom-server/map>

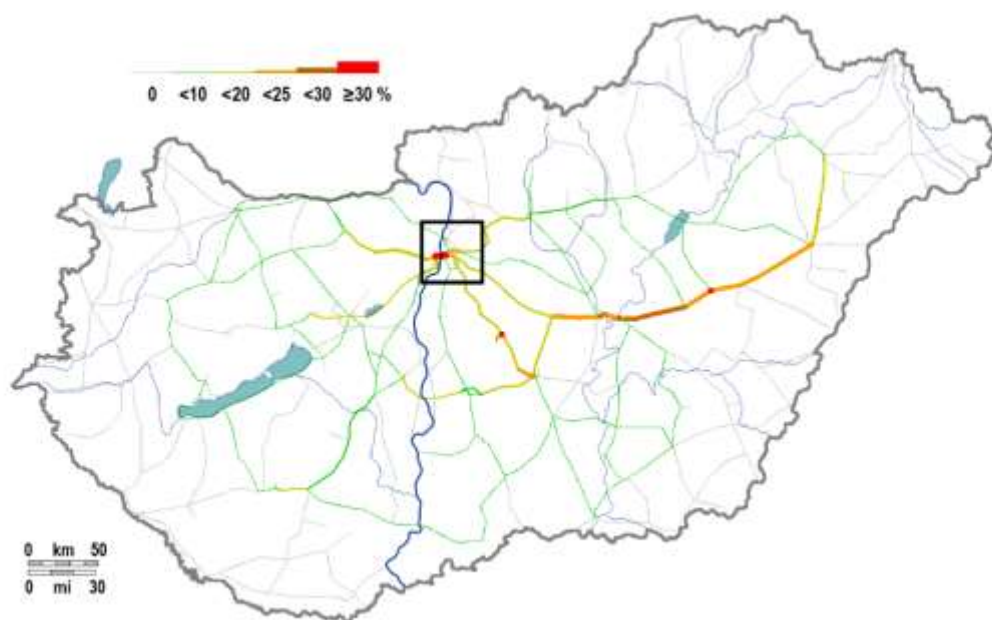
Letöltés: 2022.11.10.

MELLKÉLET

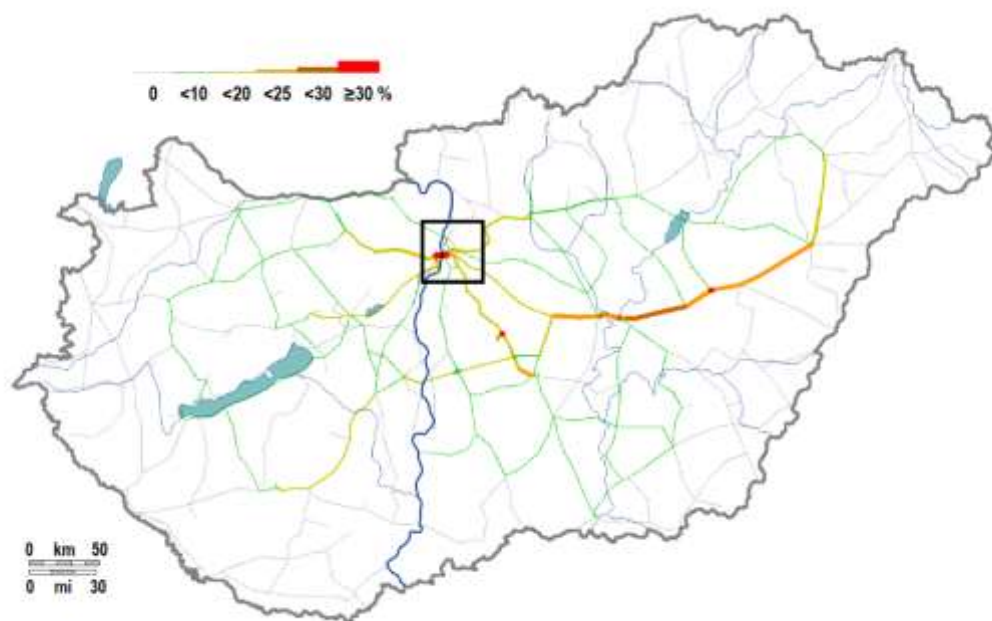
Az itt bemutatandó ábrák mind saját szerkesztésűek.

1. Forgalomváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások között

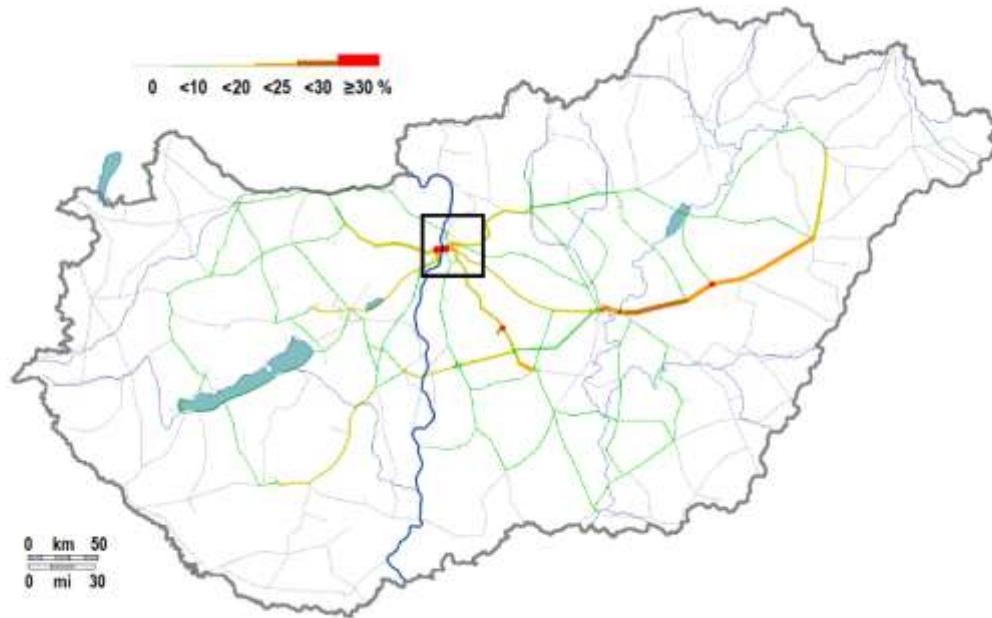
1a:



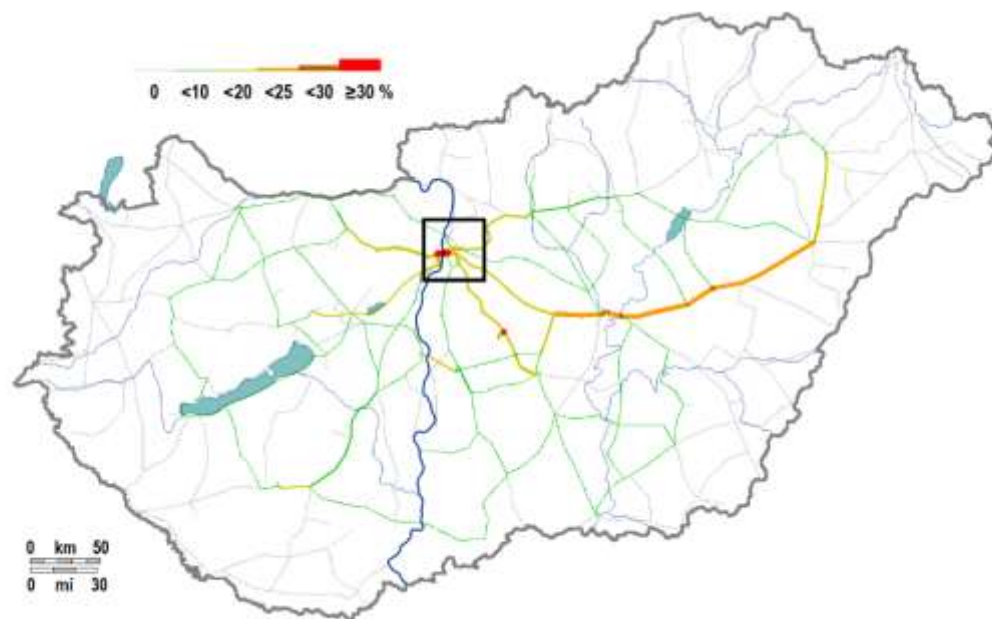
1b:



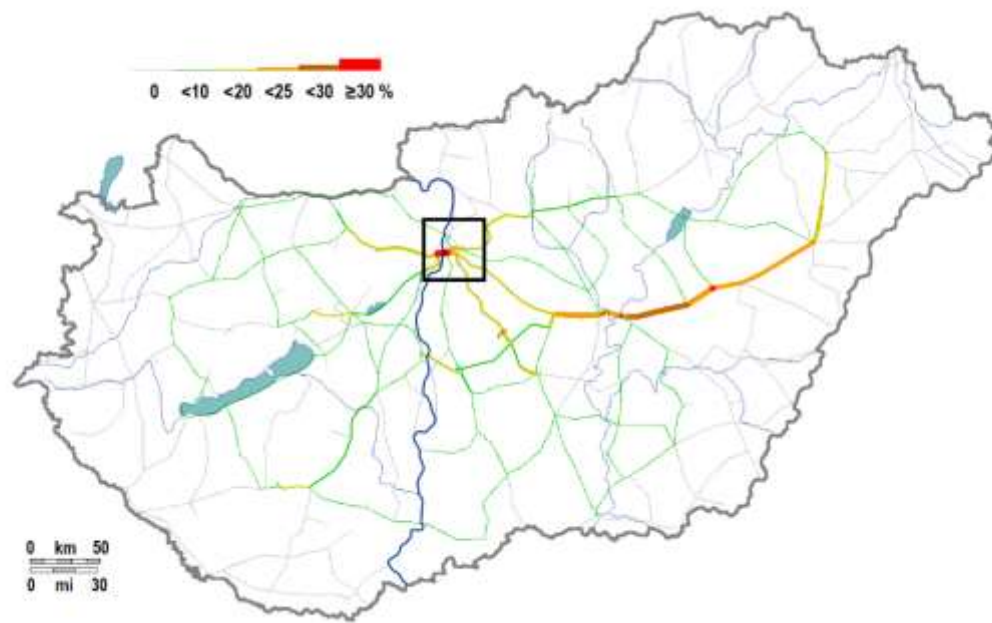
1c:



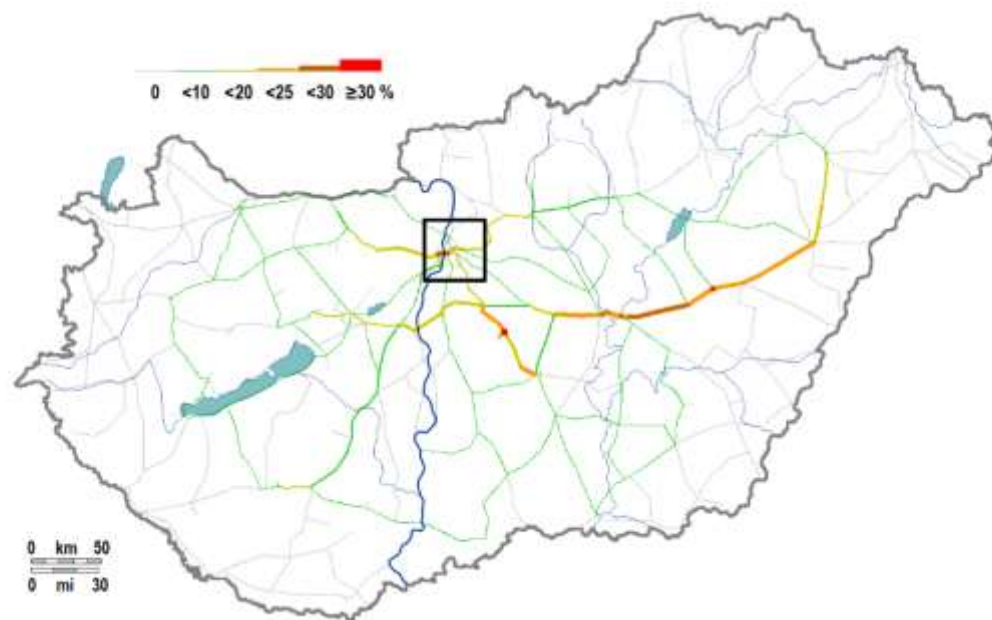
2a:



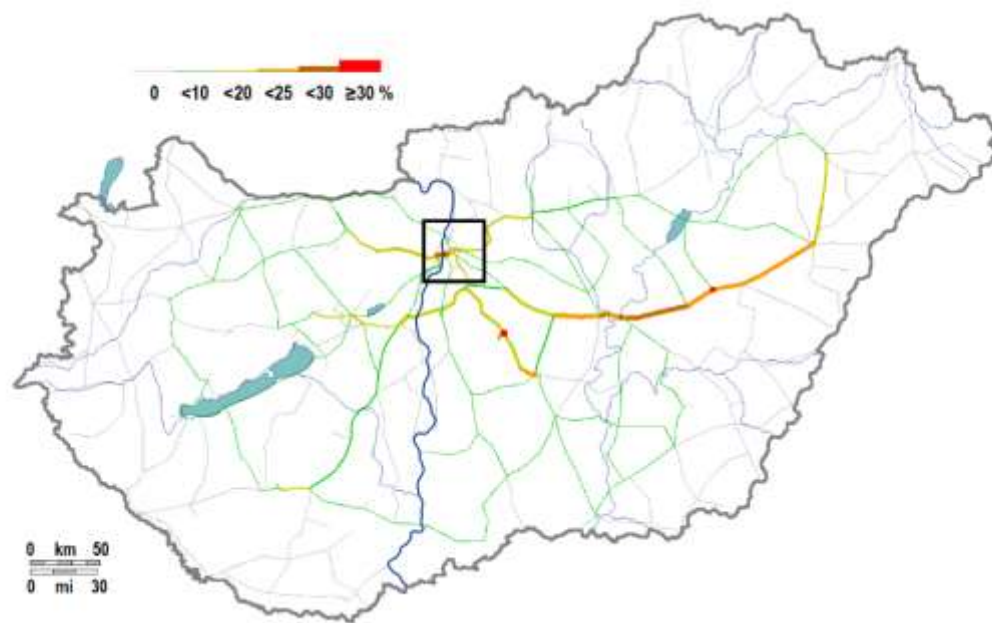
2b:



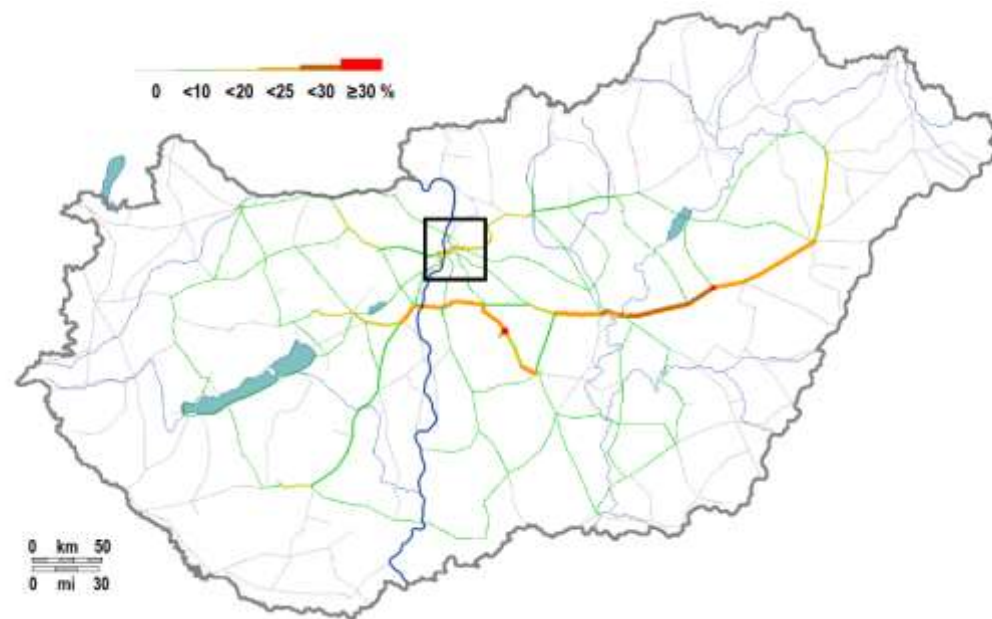
3a:



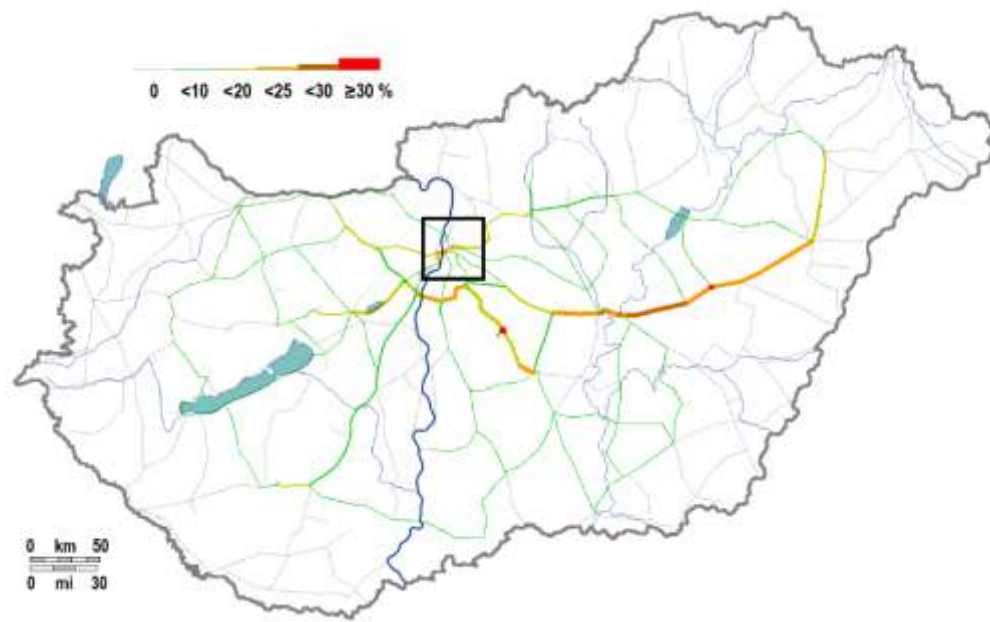
3c:



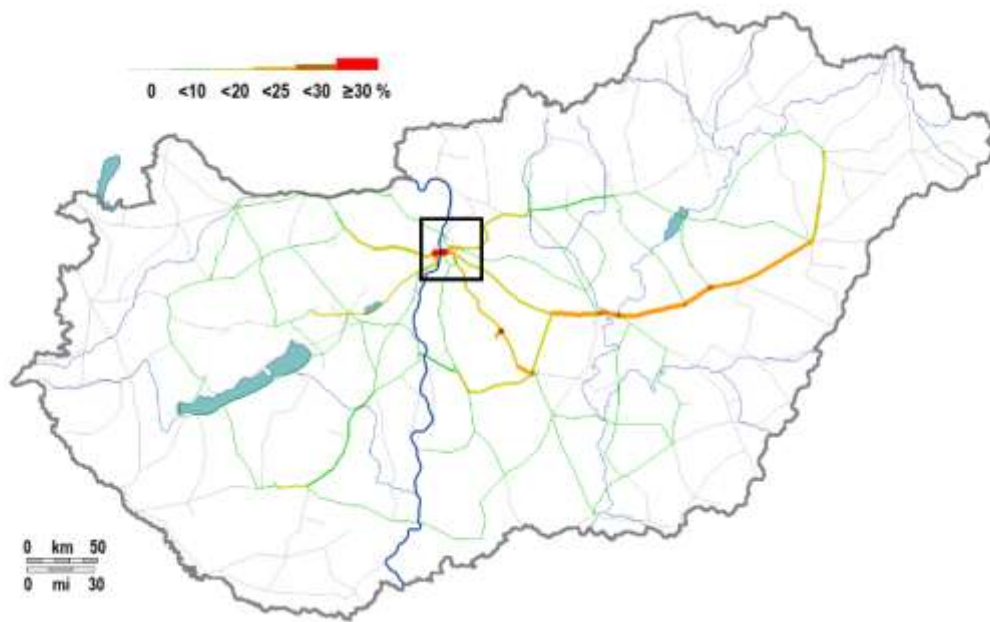
4a:



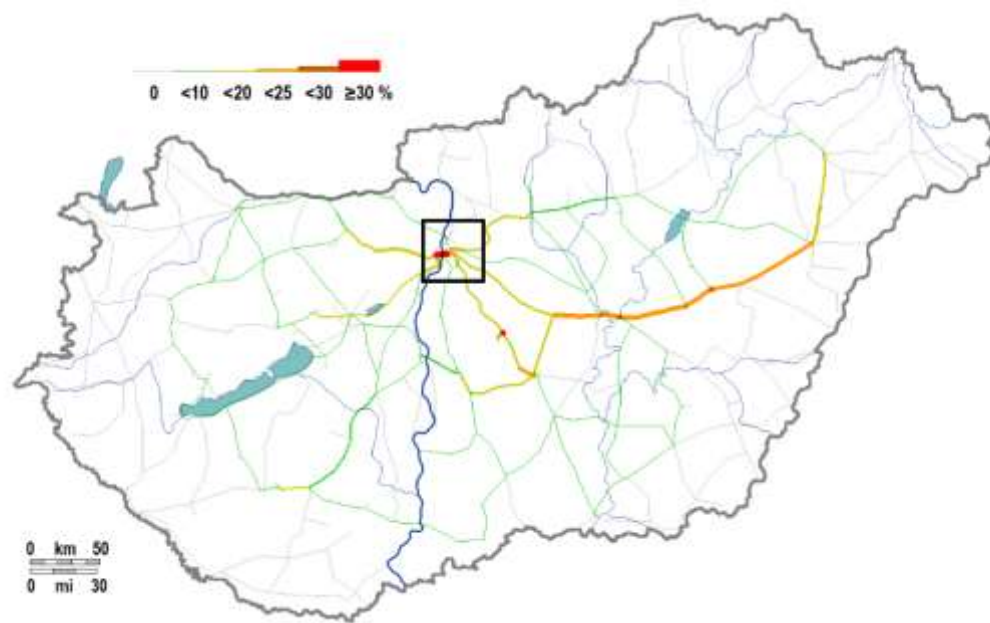
4b:



7a:

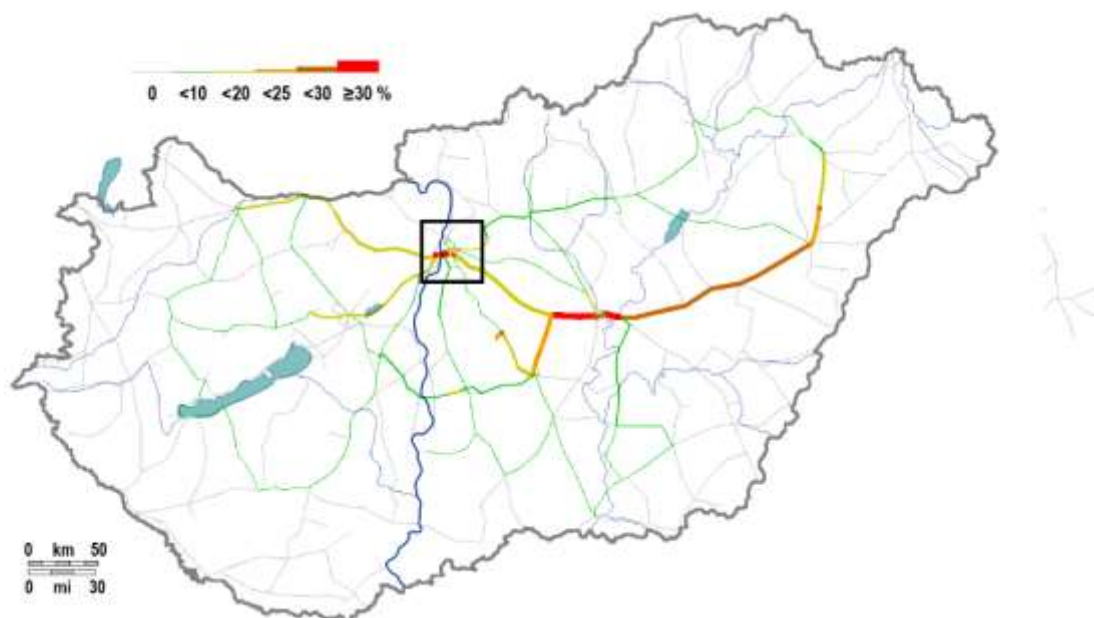


7b:

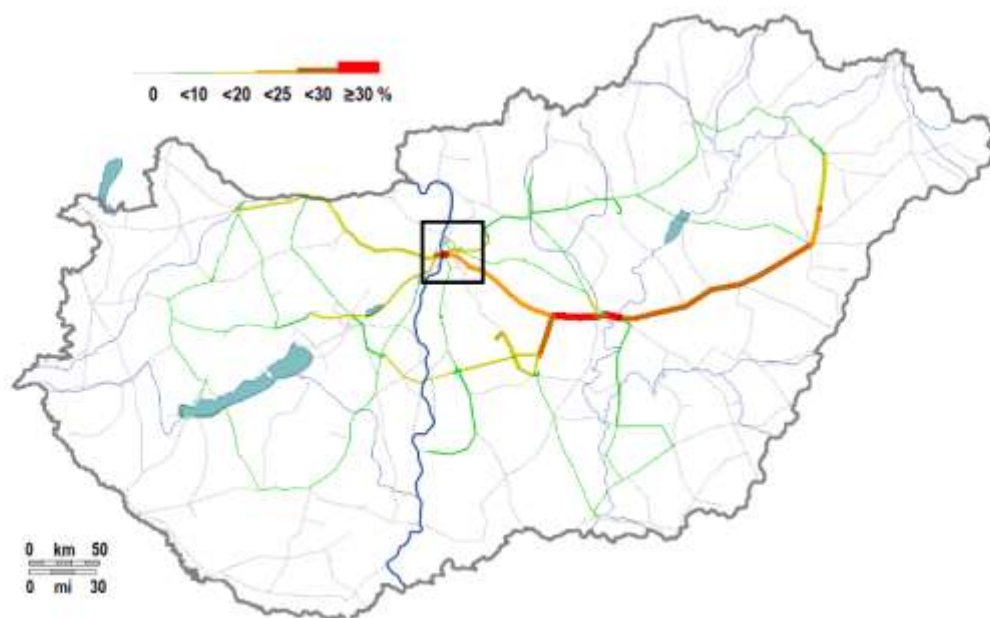


2. Forgalmaváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között 120 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on

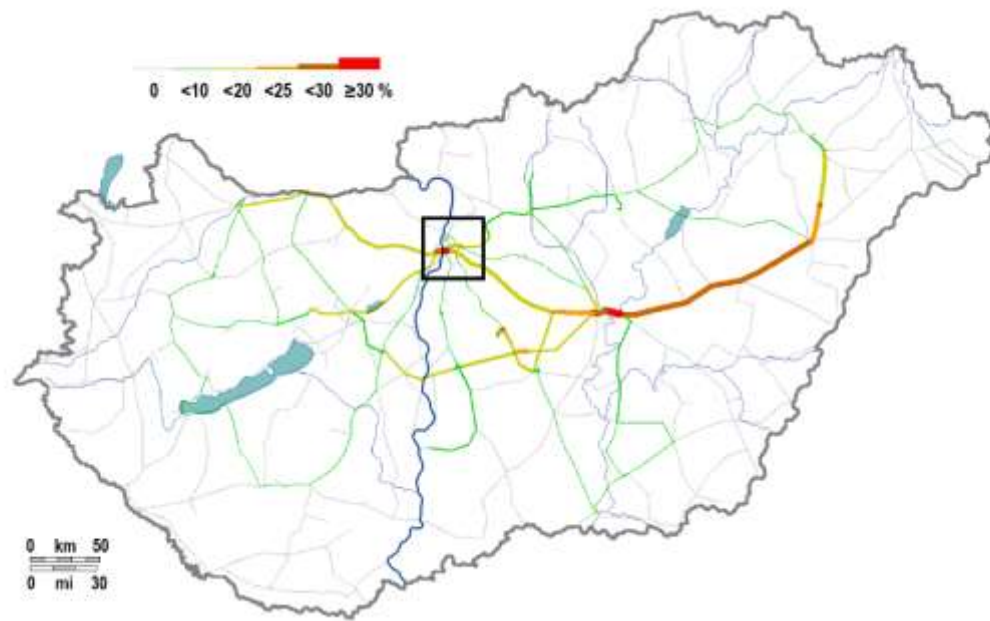
1a:



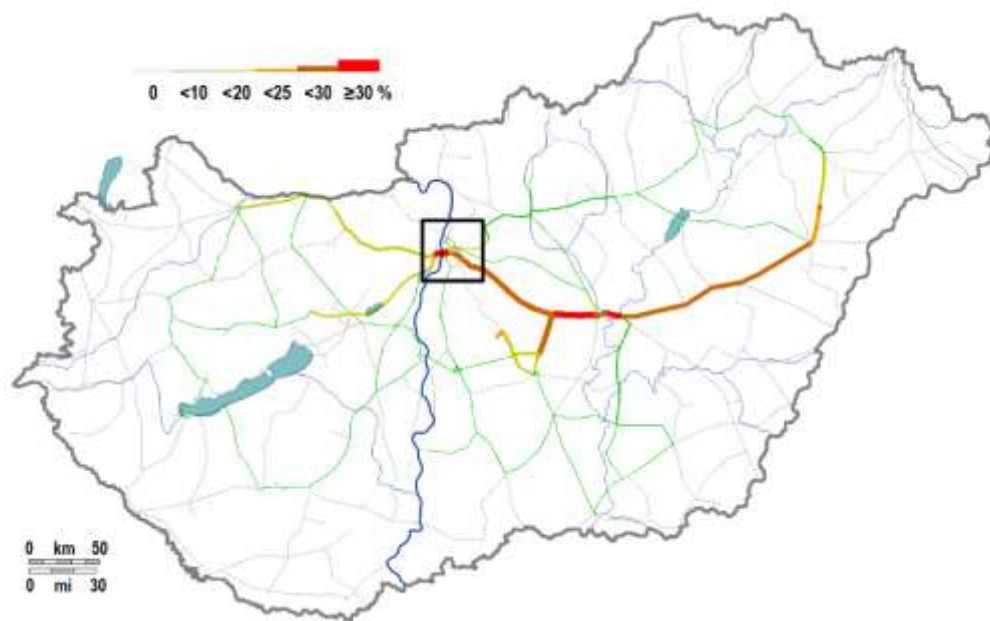
1b:



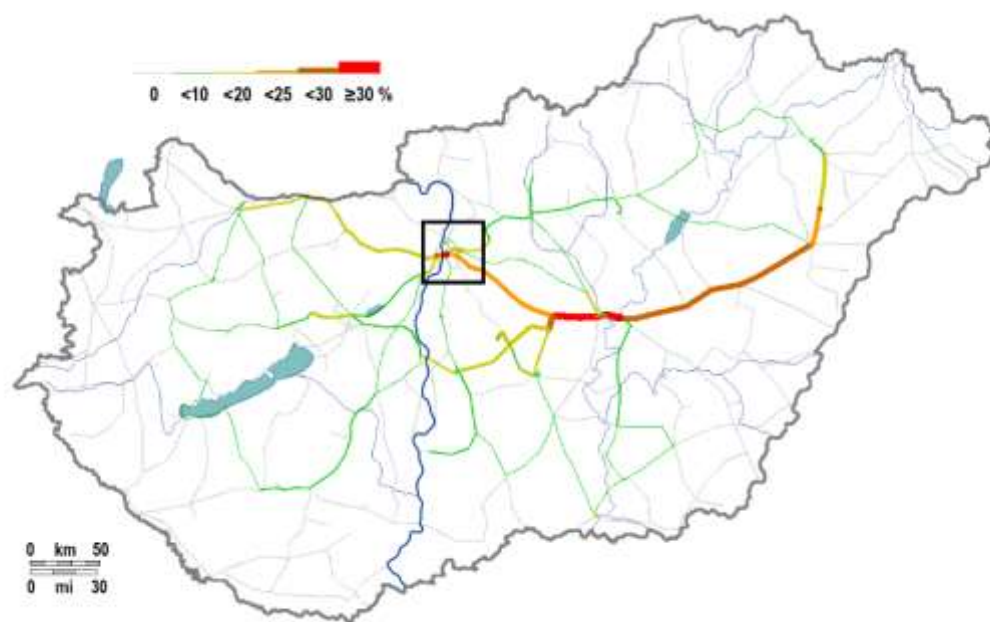
1c:



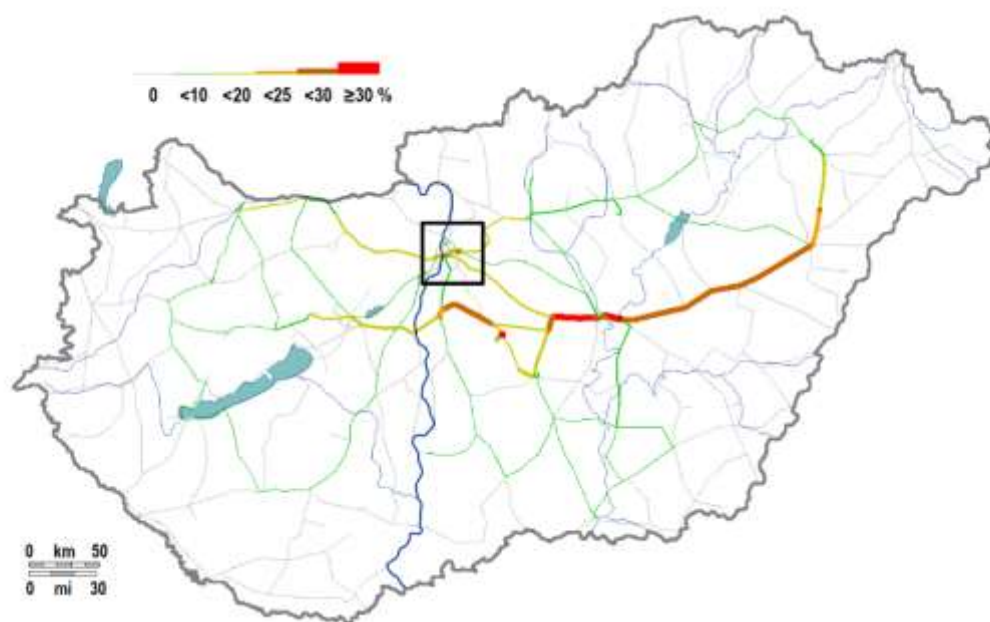
2a:



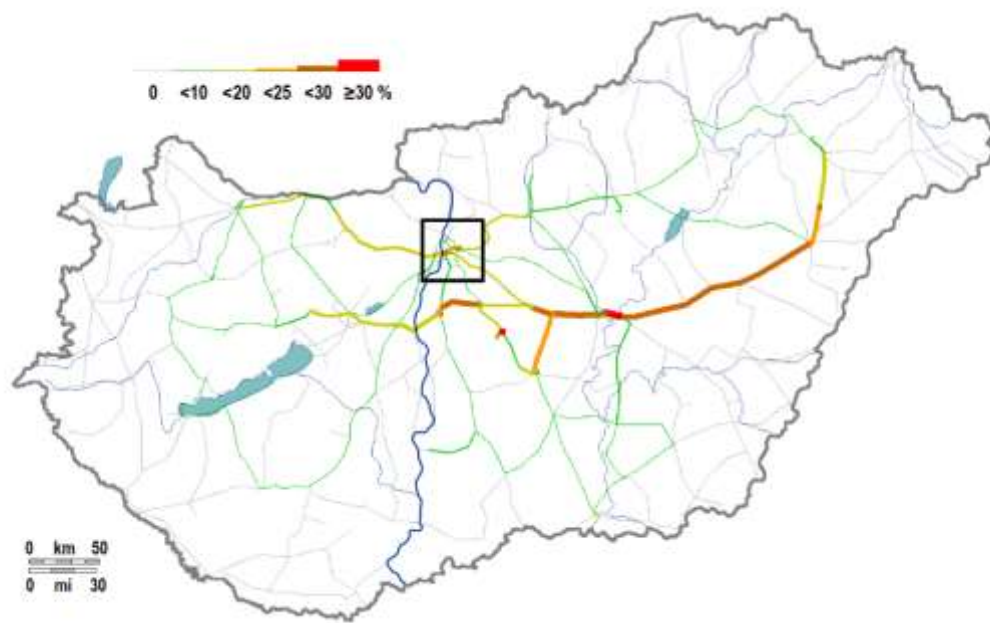
2b:



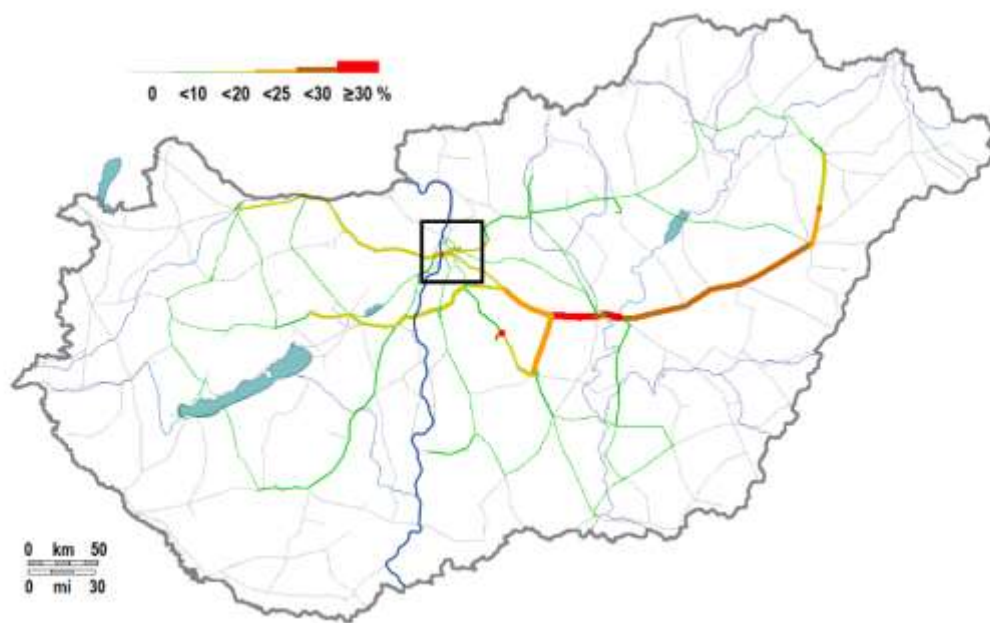
3a:



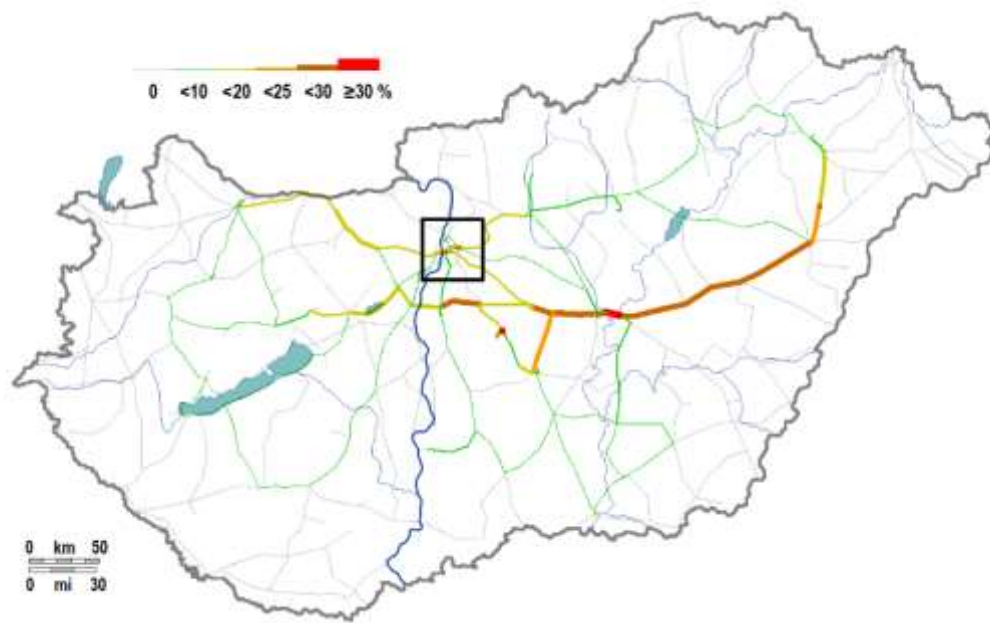
3b:



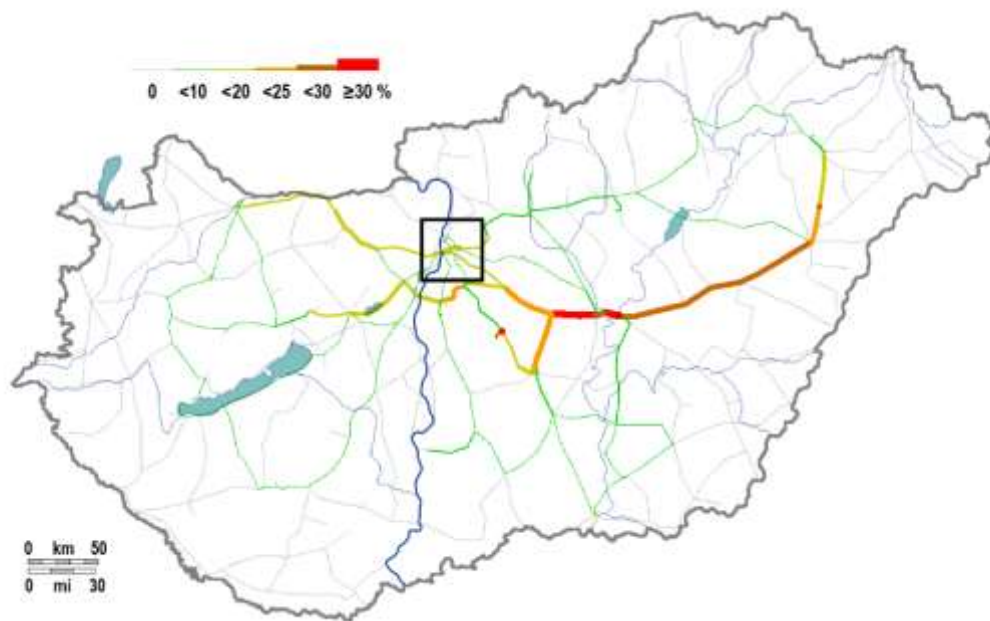
3c:



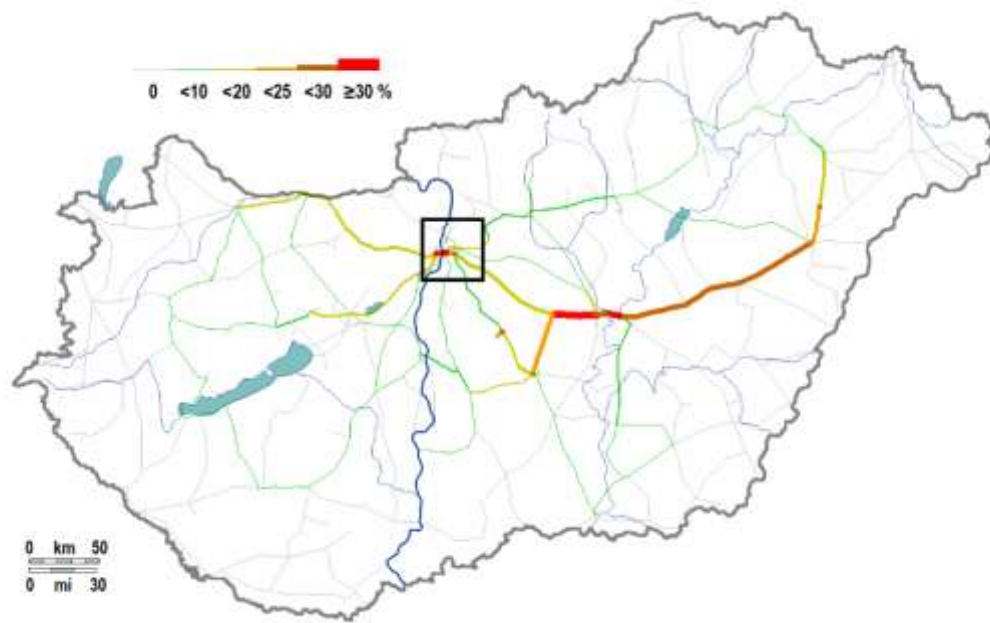
4a:



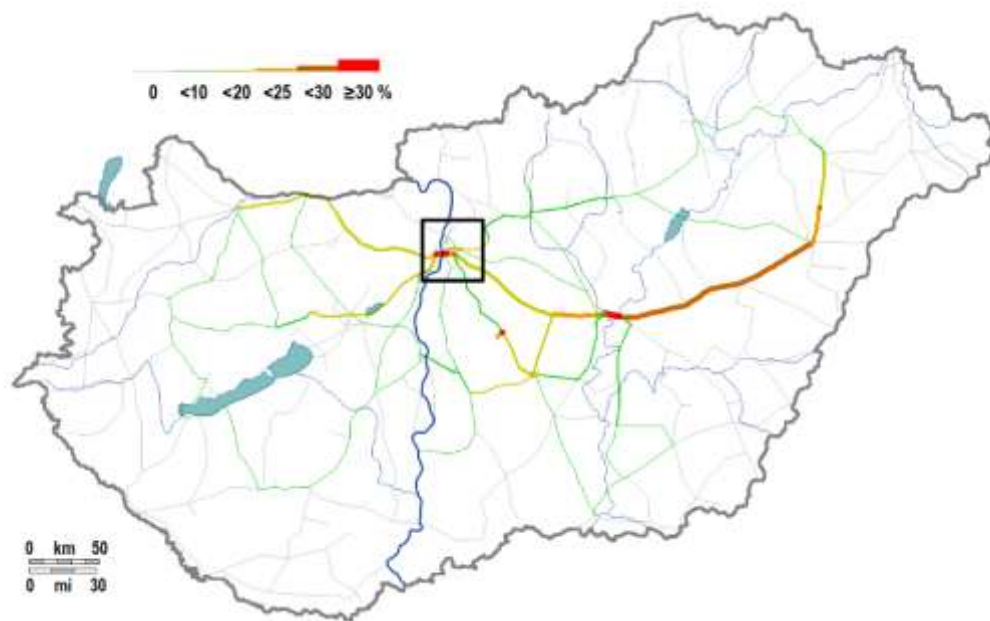
4b:



7a:

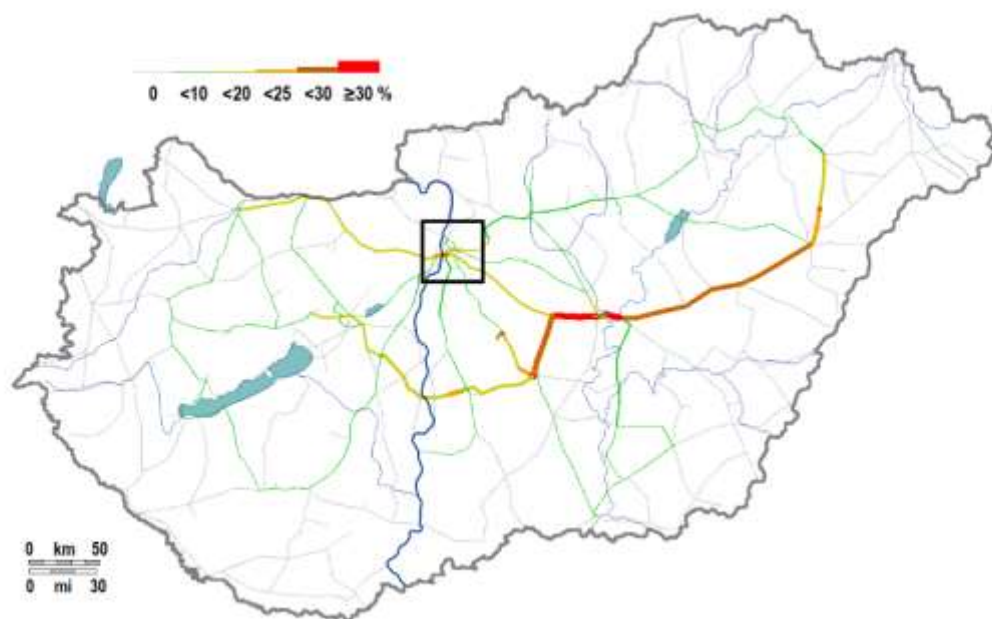


7b:

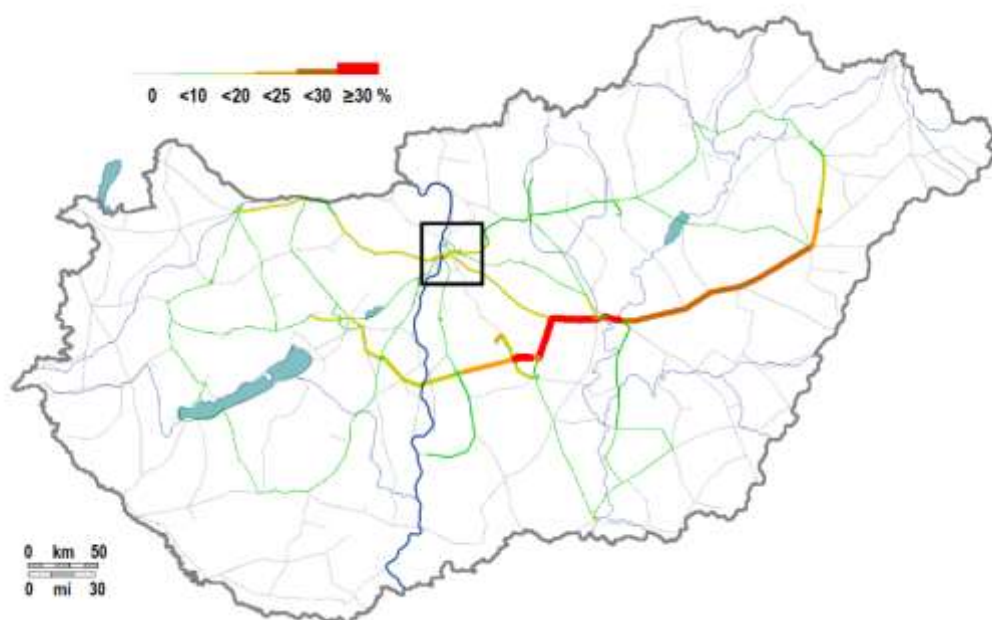


3. Forgalmaváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on

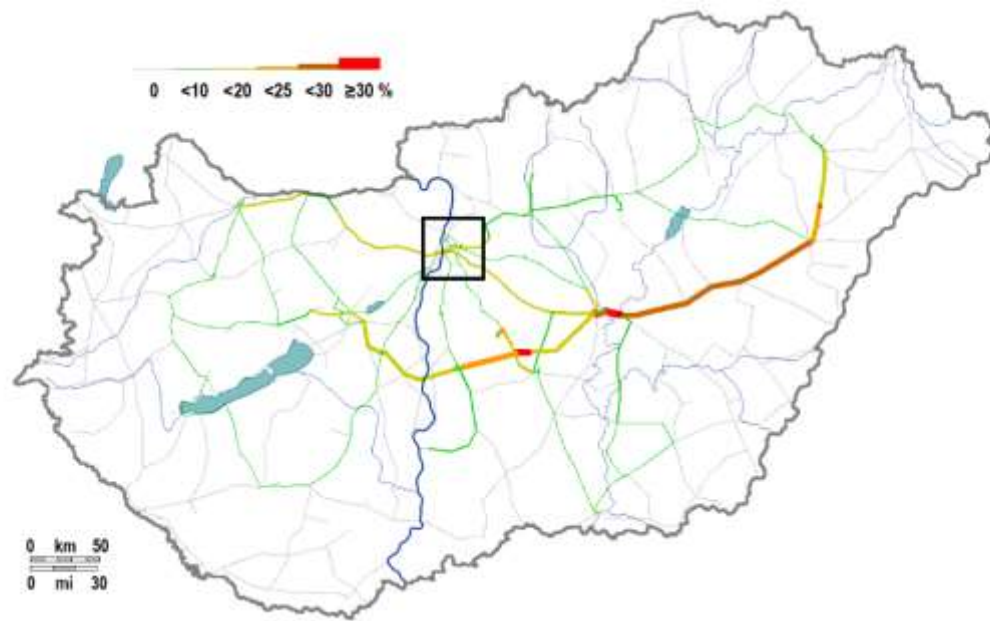
1a:



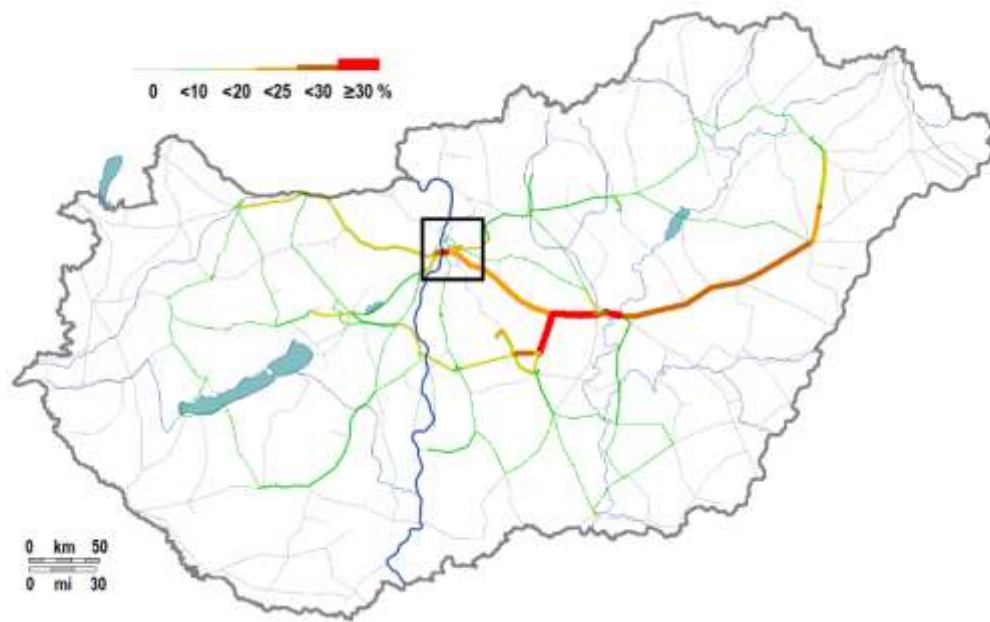
1b:



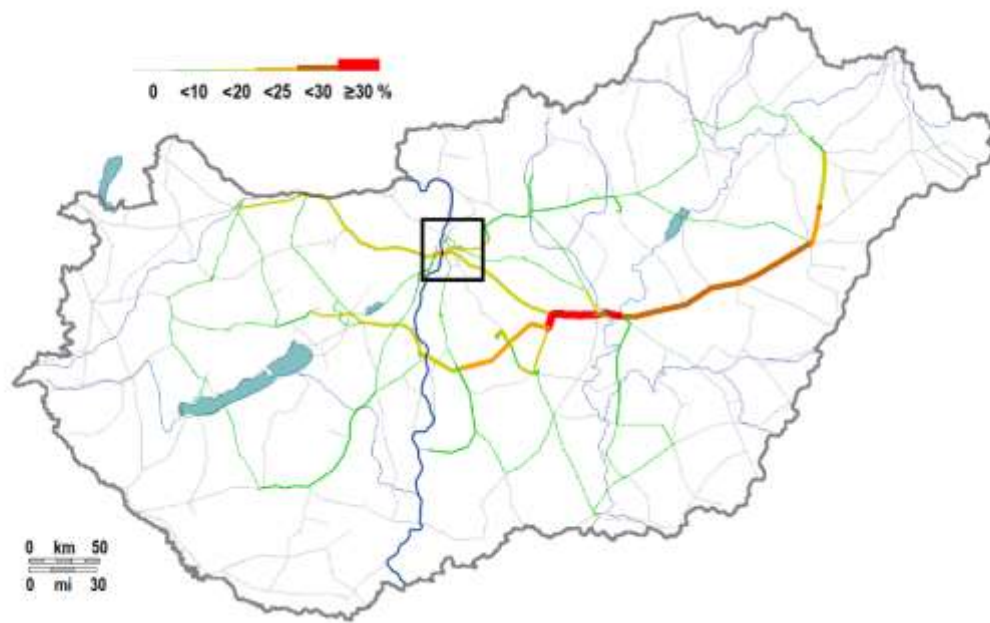
1c:



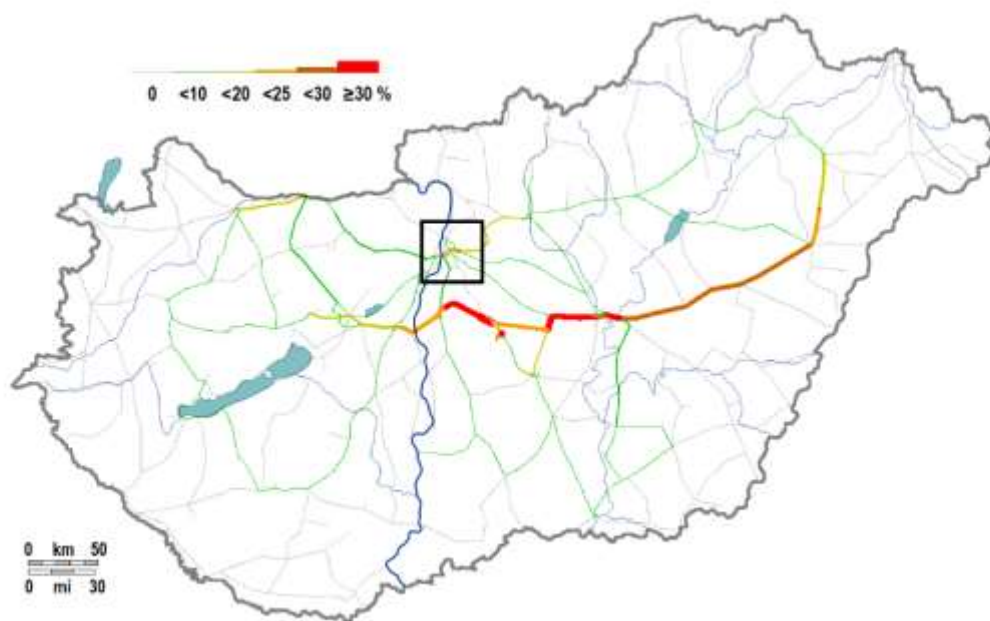
2a:



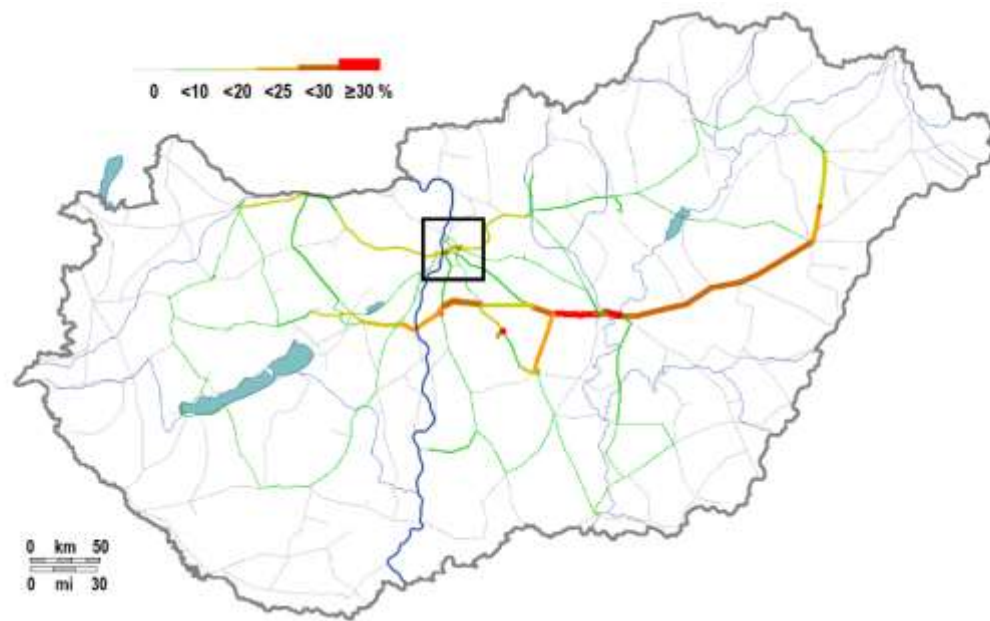
2b:



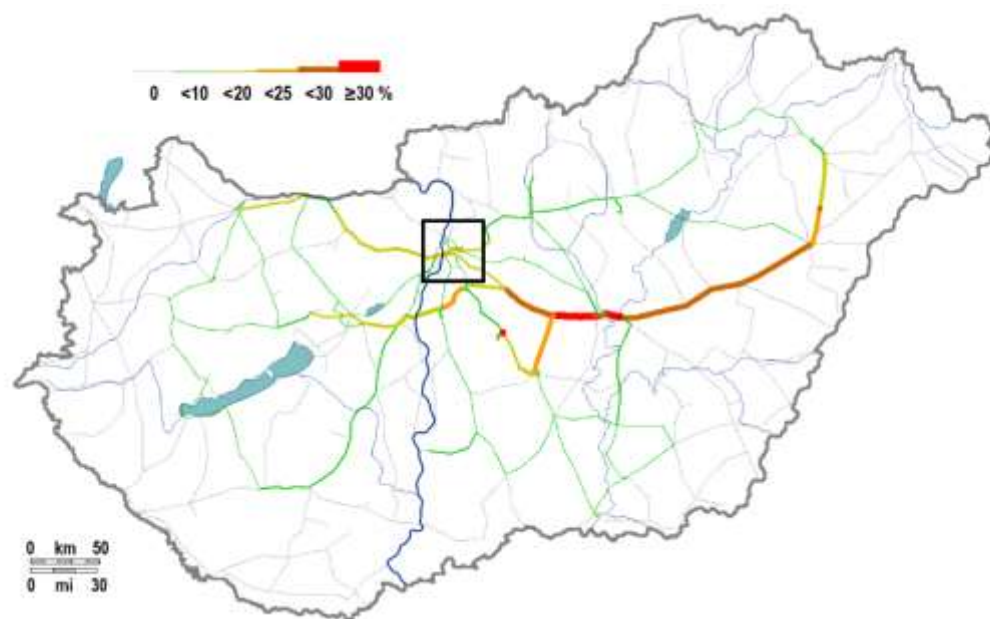
3a:



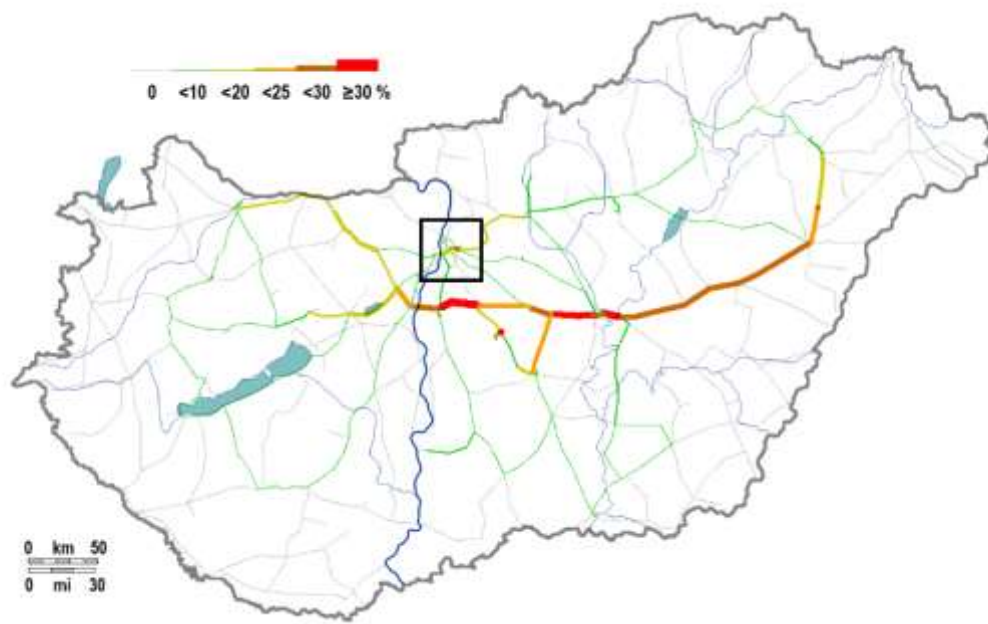
3b:



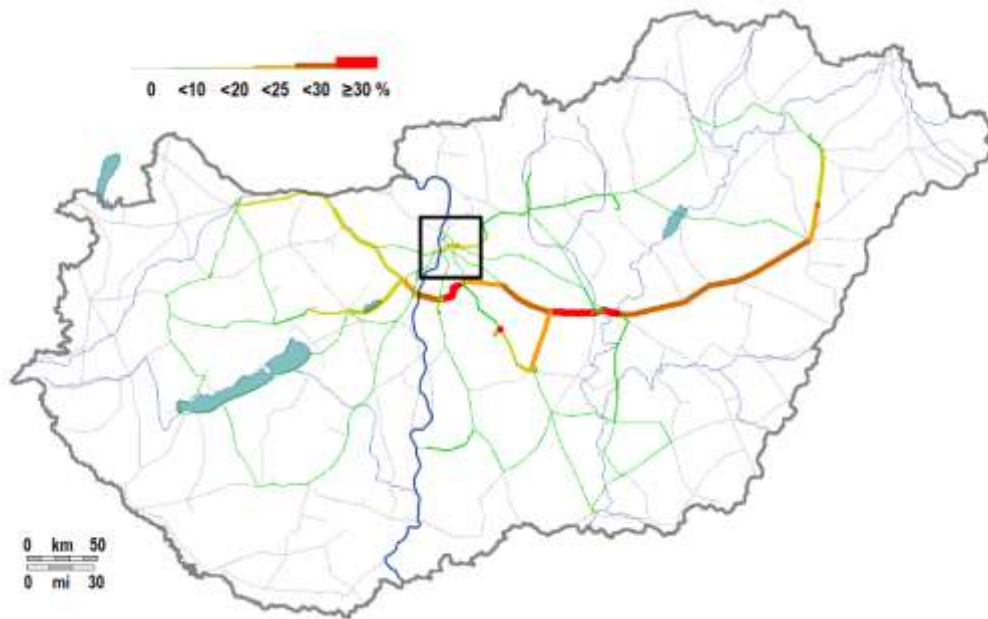
3c:



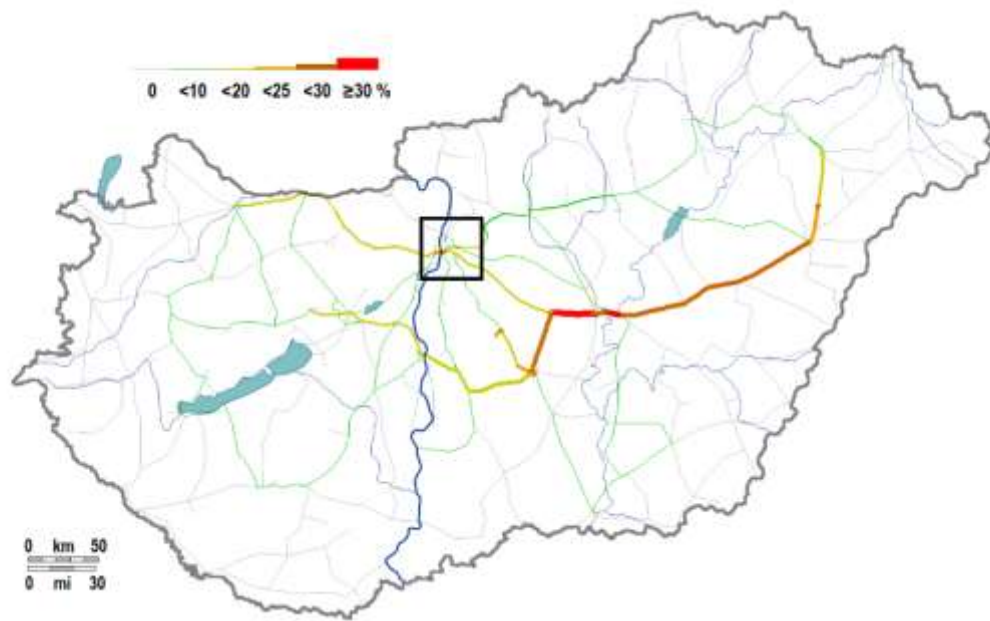
4a:



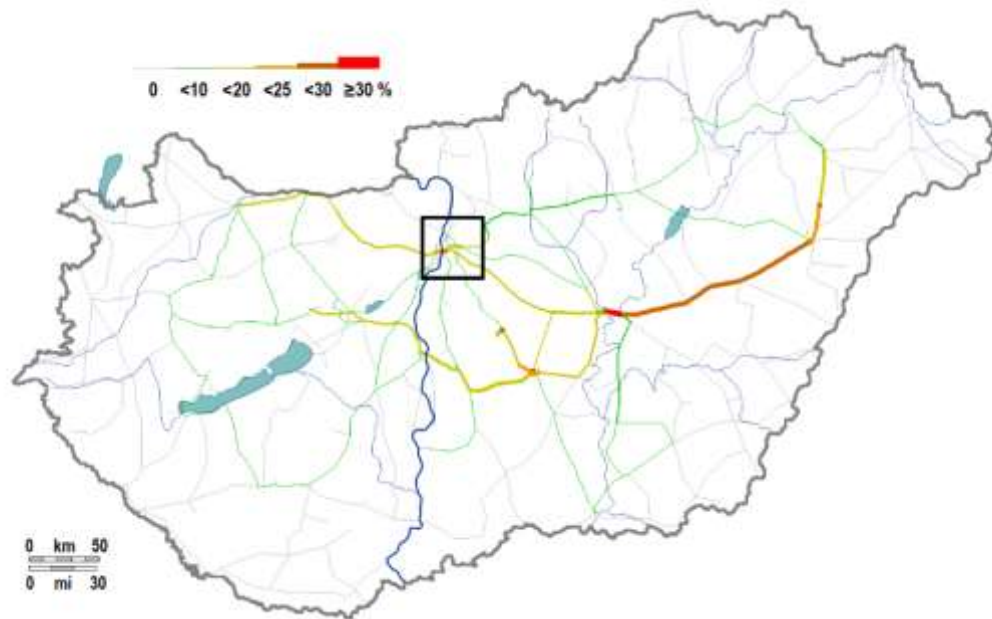
4b:



7a:

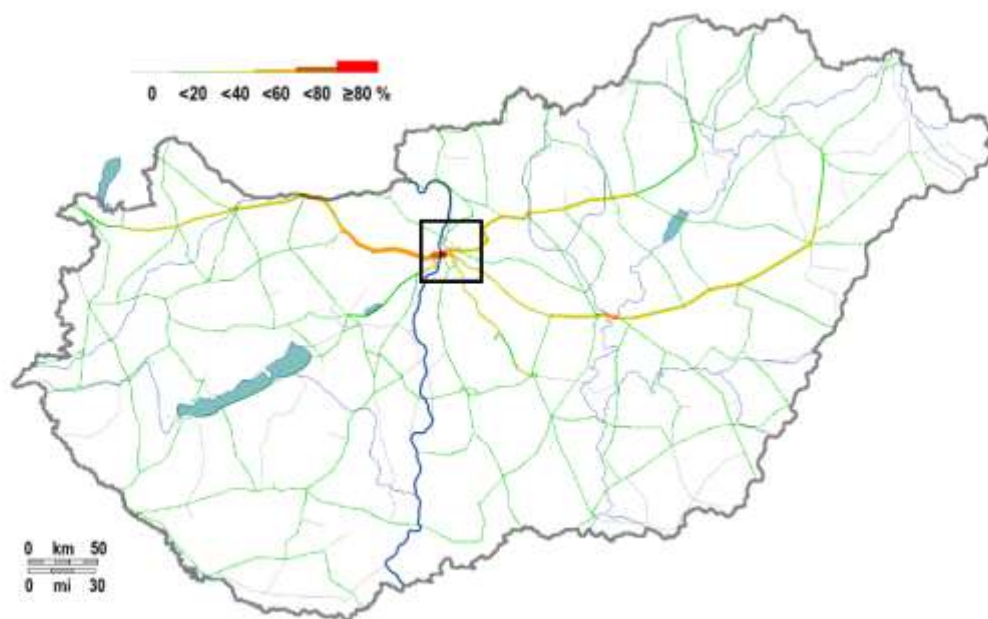


7b:

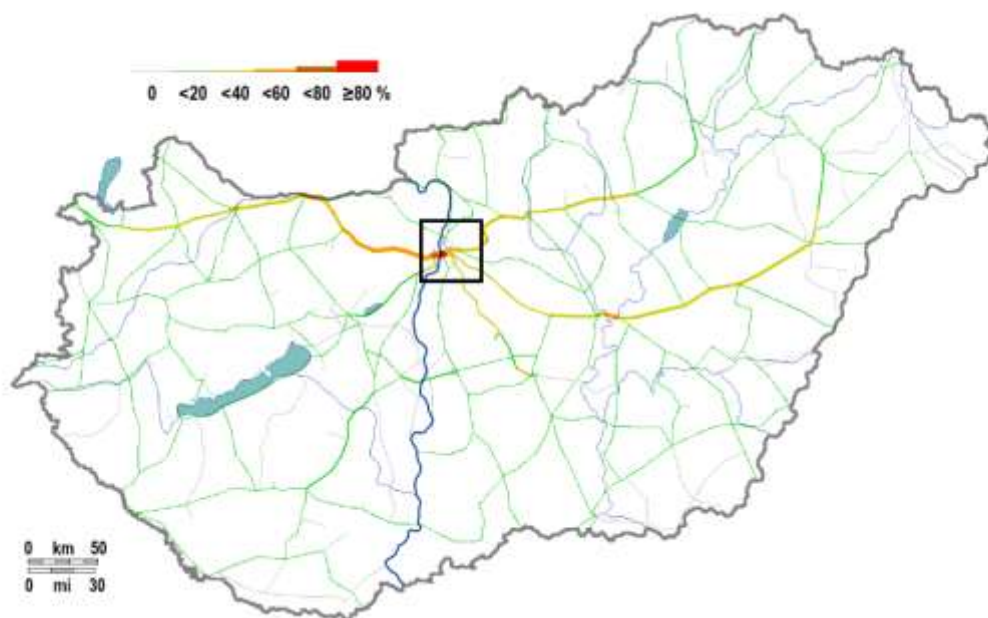


4. Forgalmváltozás minimális menetvonalhosszak esetén az MH állomások és a határátmenetek között

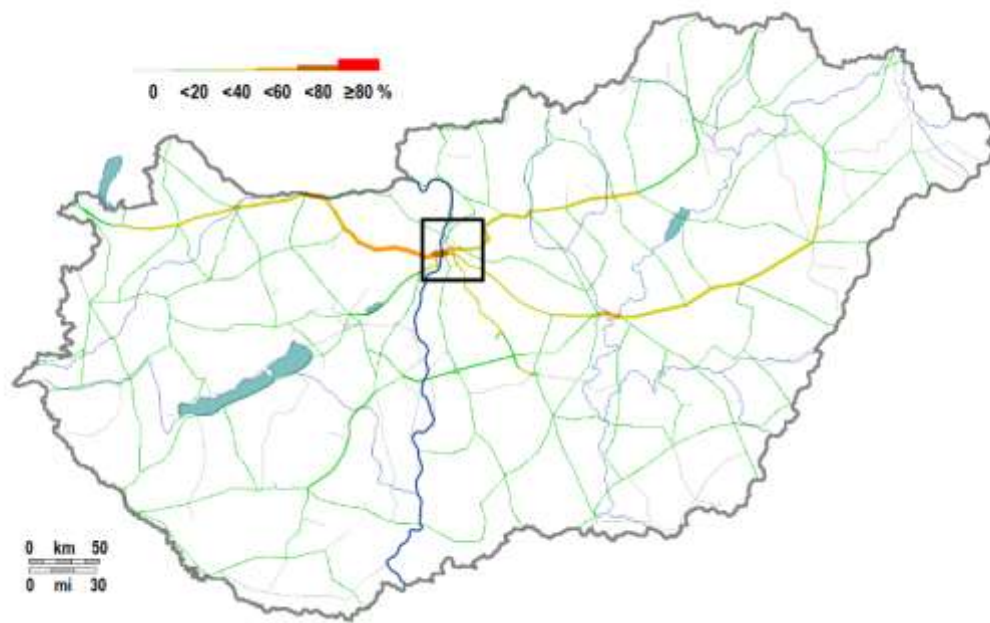
1a:



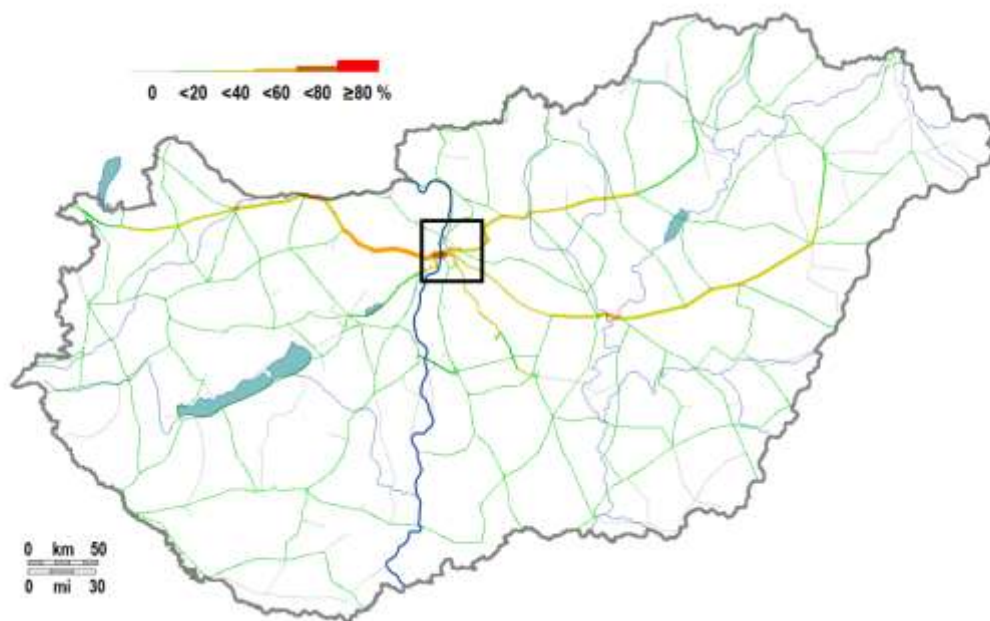
1b:



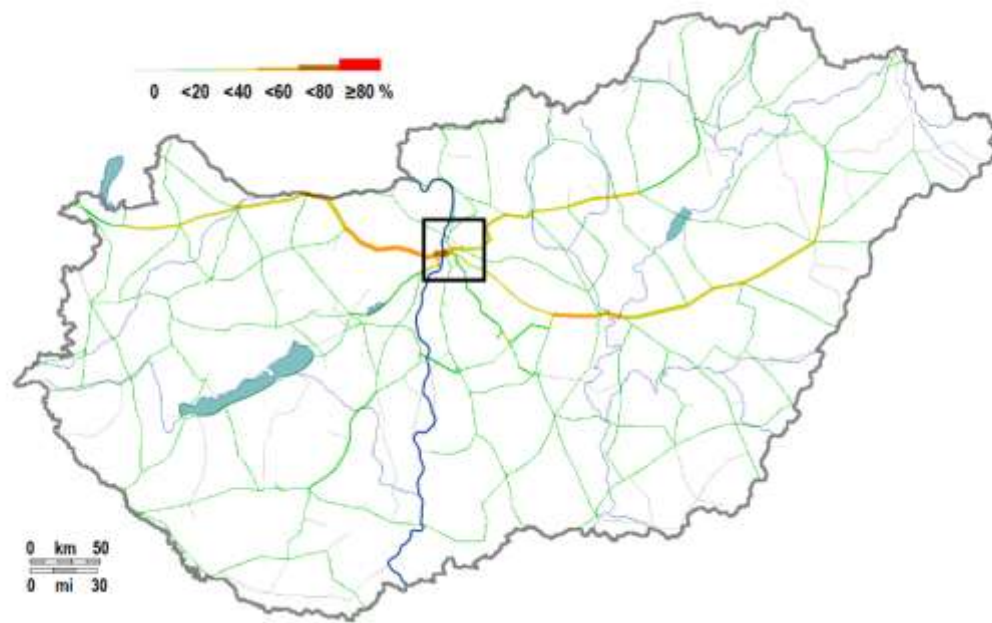
1c:



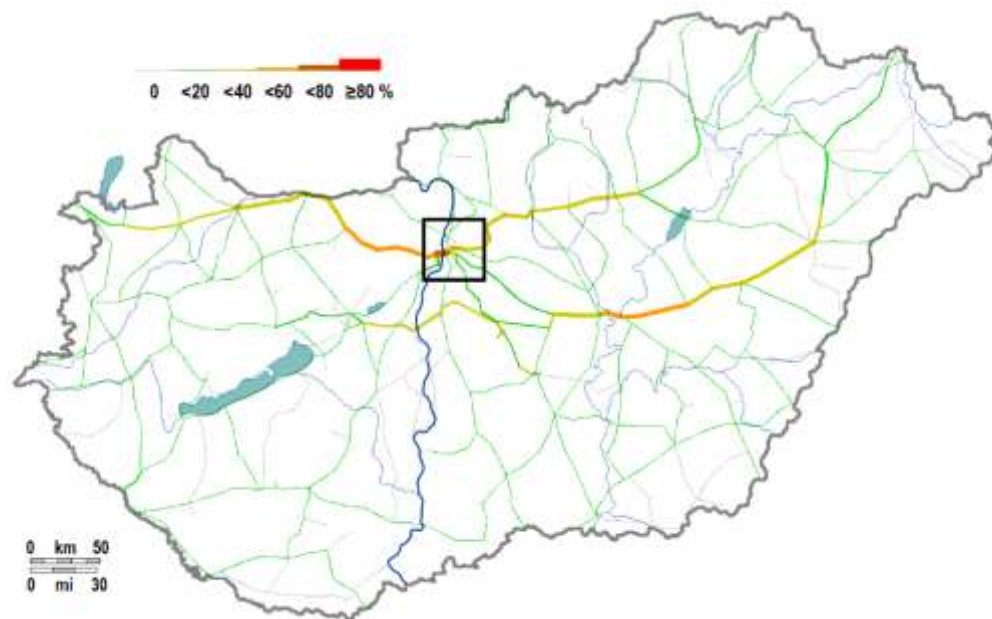
2a:



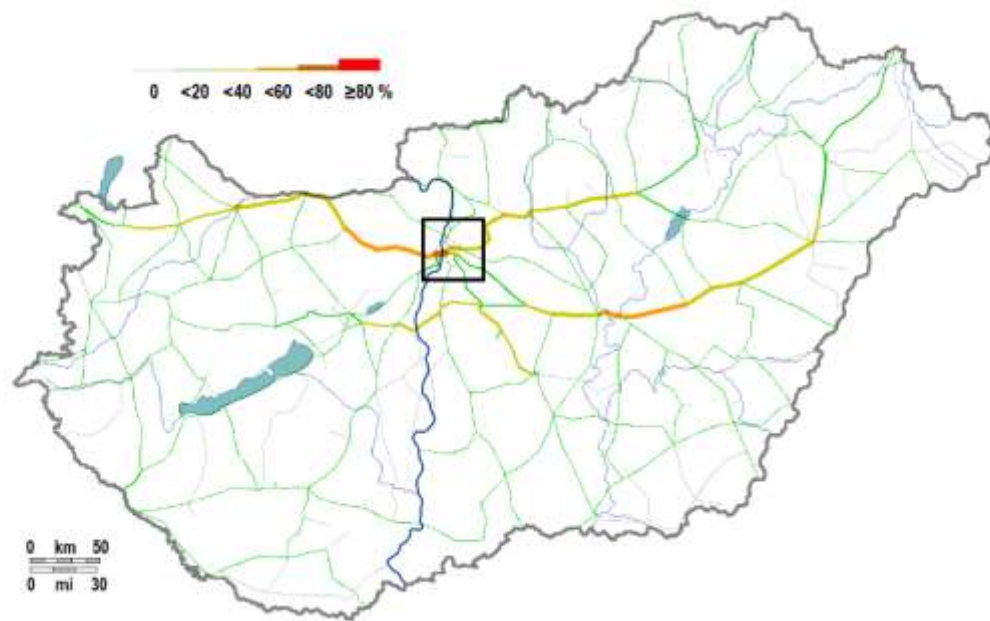
2b:



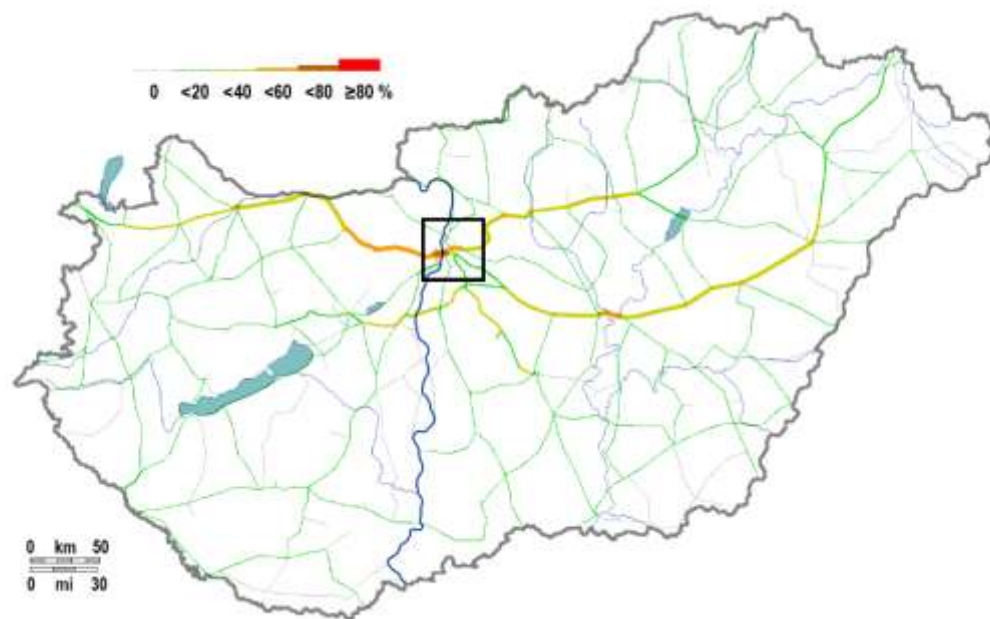
3a:



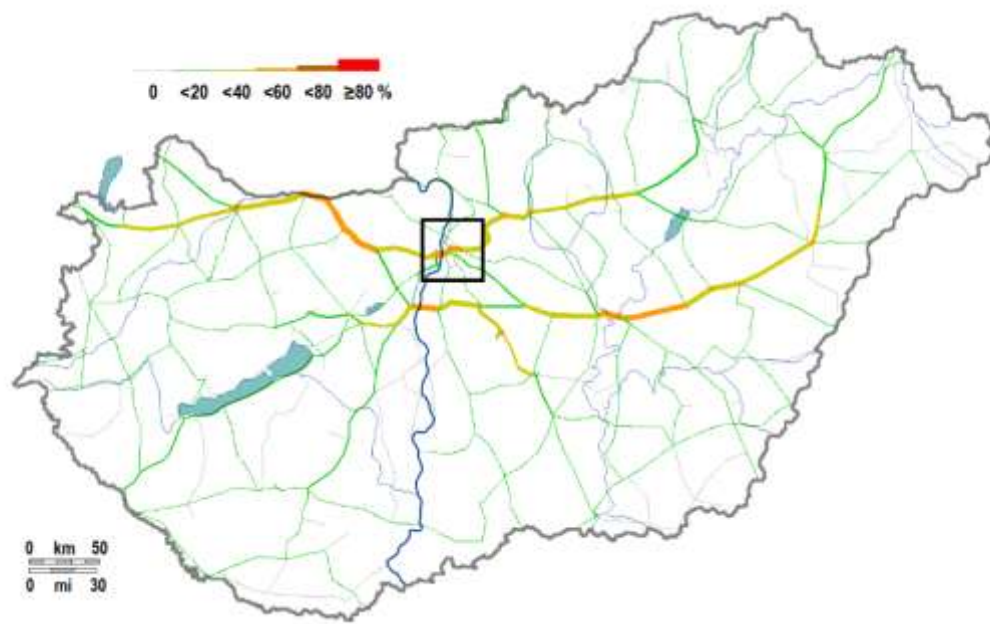
3b:



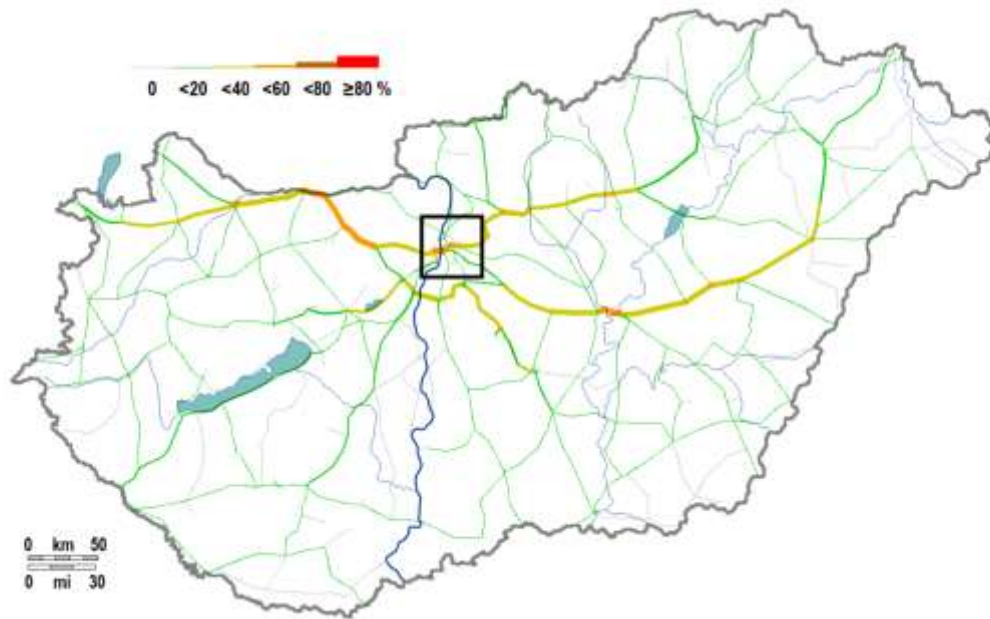
3c:



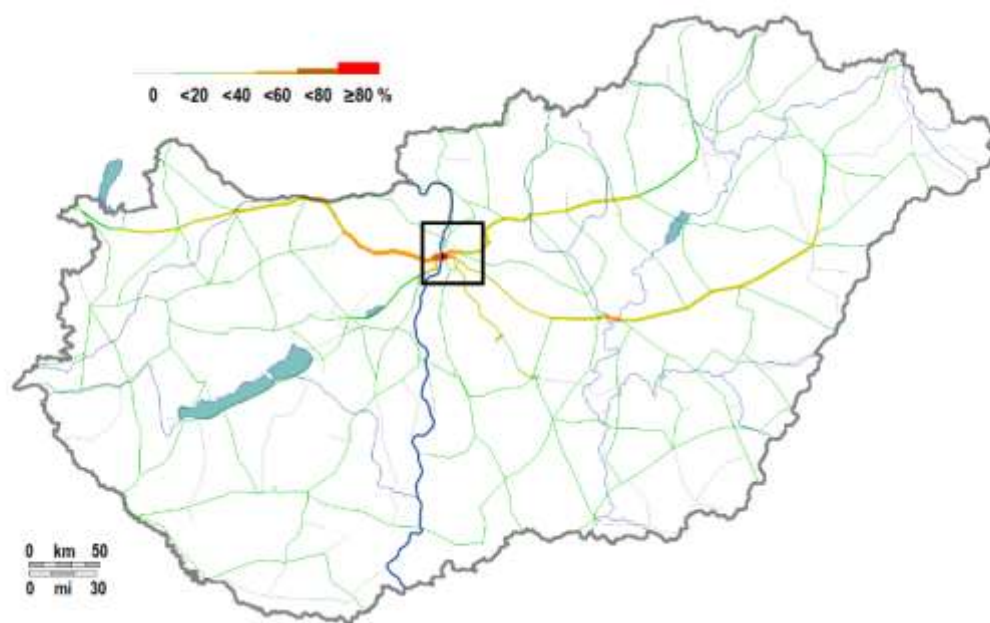
4a:



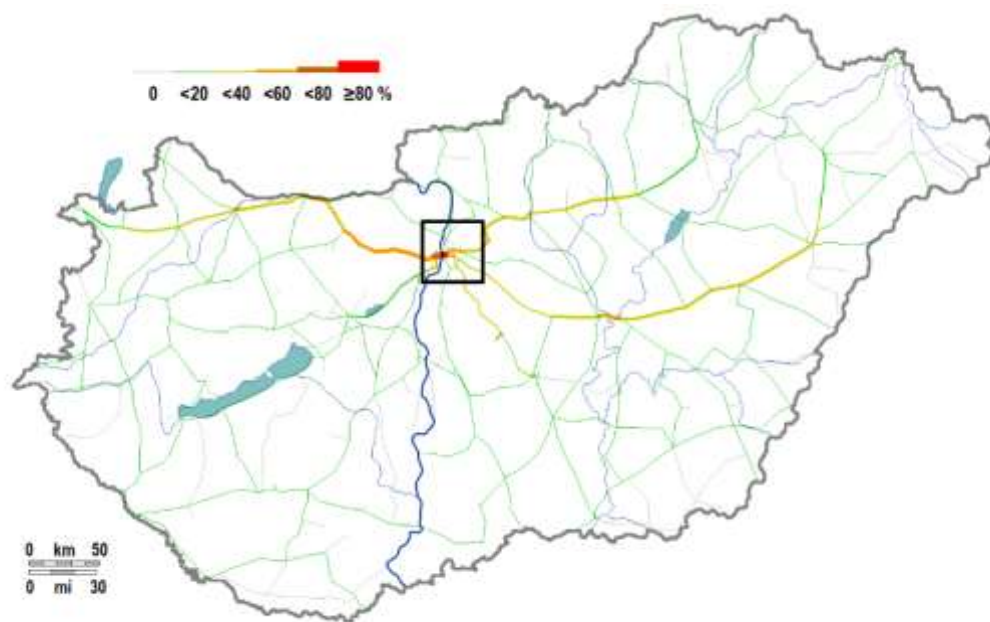
4b:



7a:

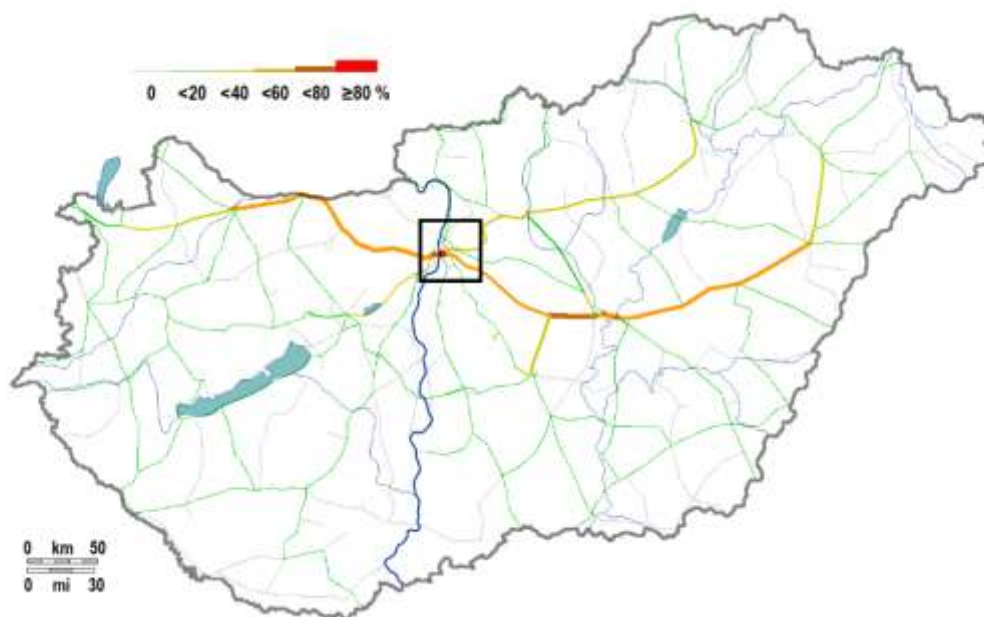


7b:

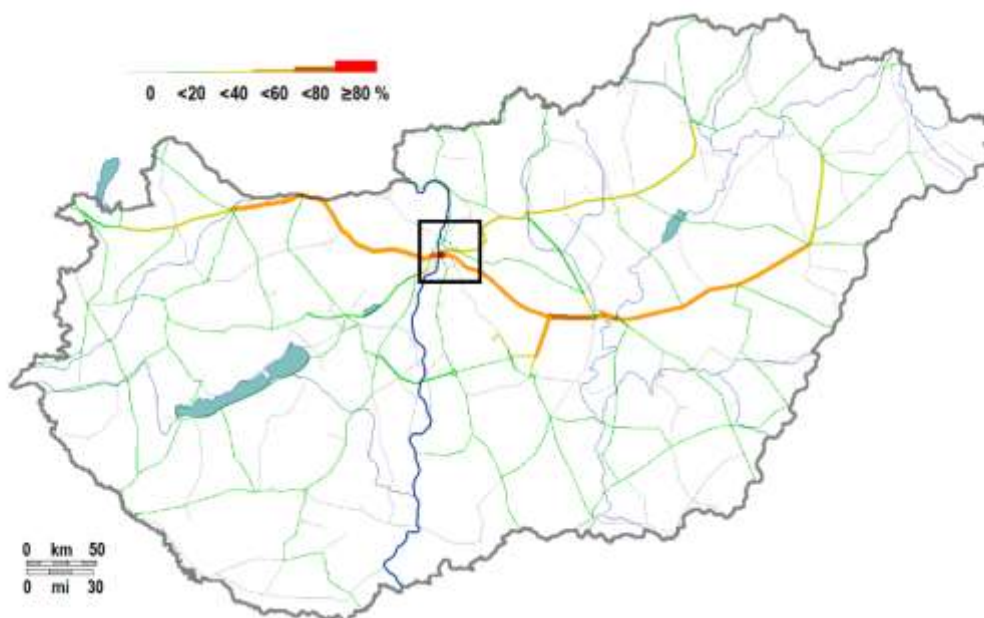


5. Forgalmaváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások és a határátmenetek között 120 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on

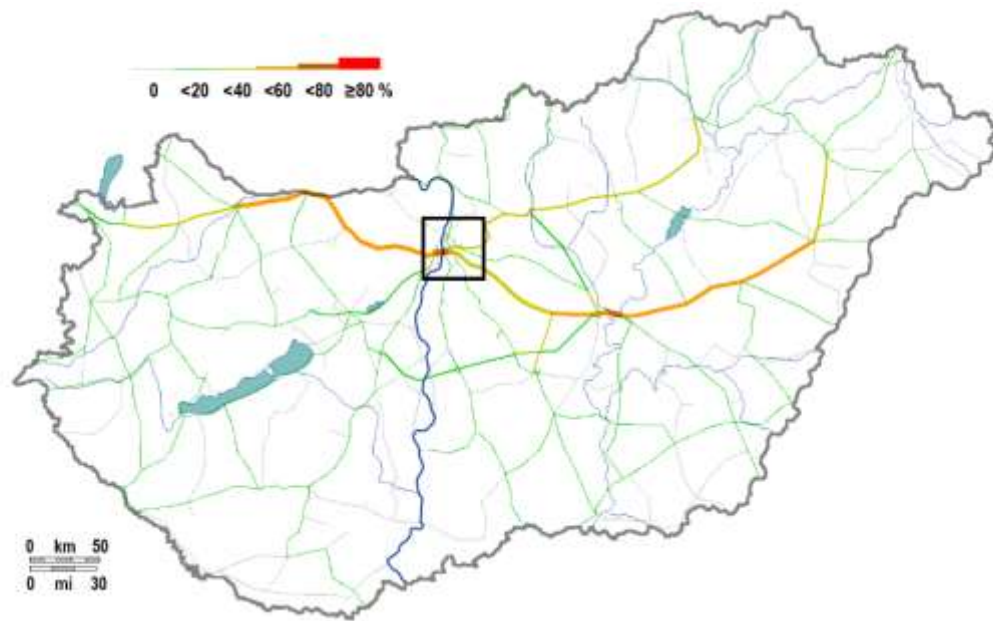
1a:



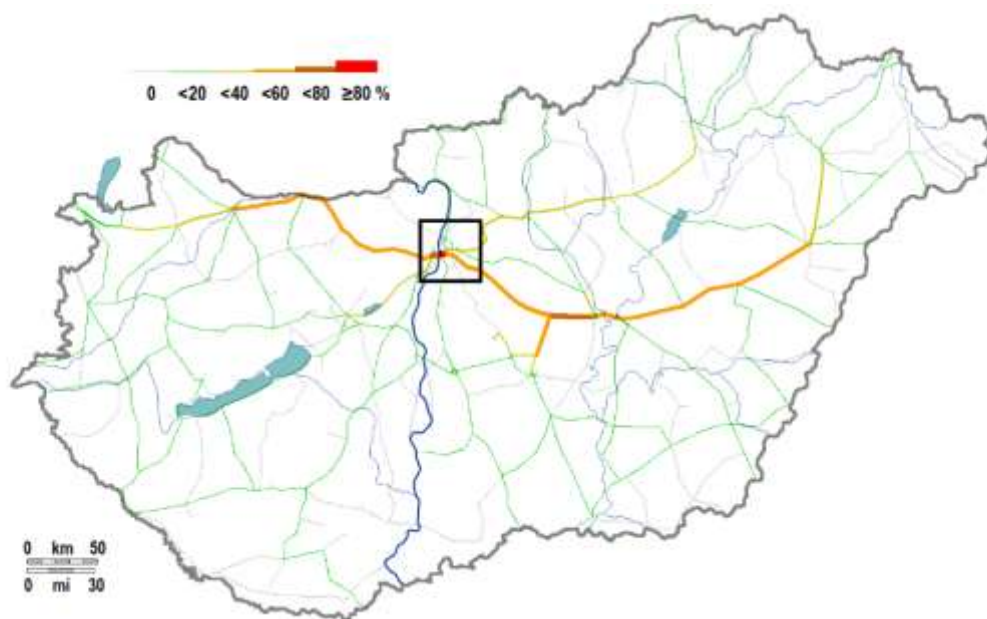
1b:



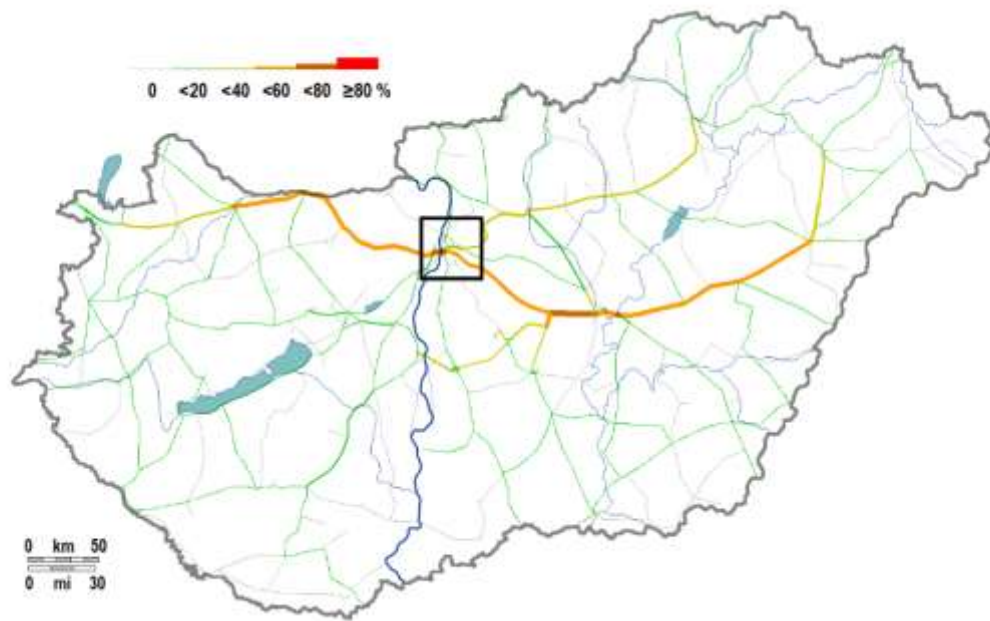
1c:



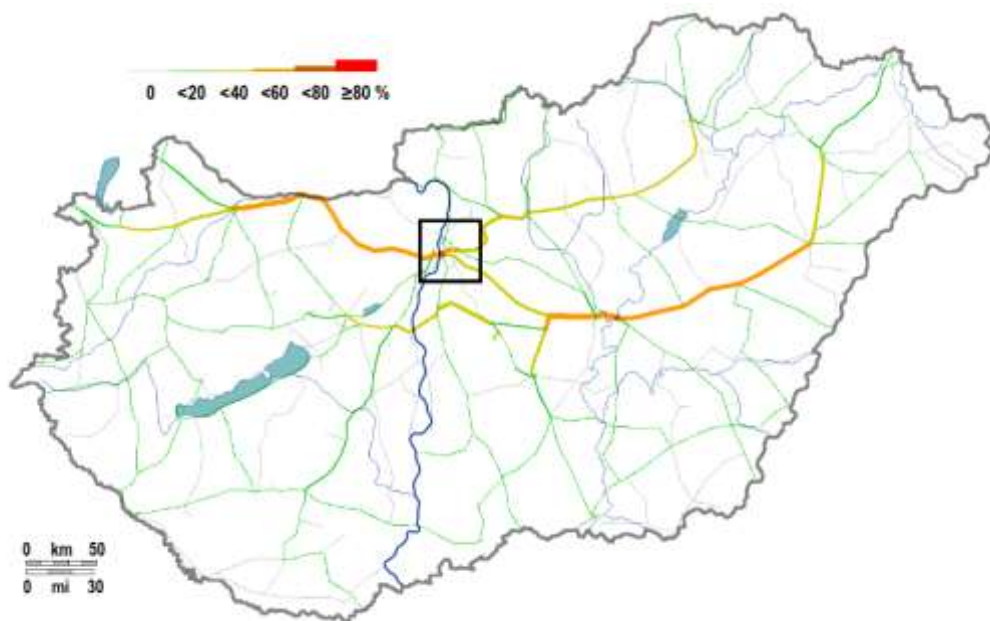
2a:



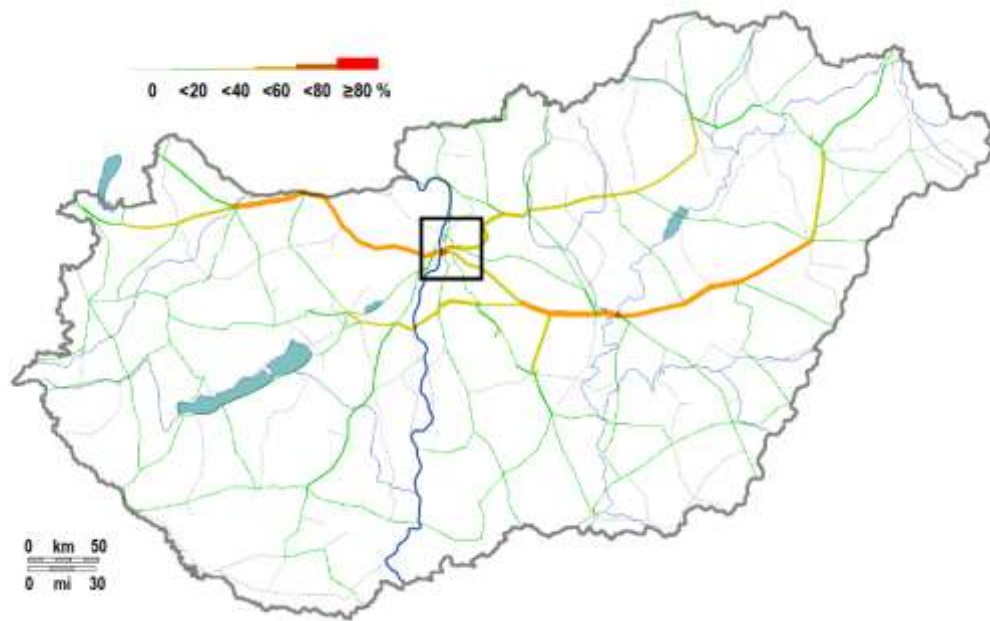
2b:



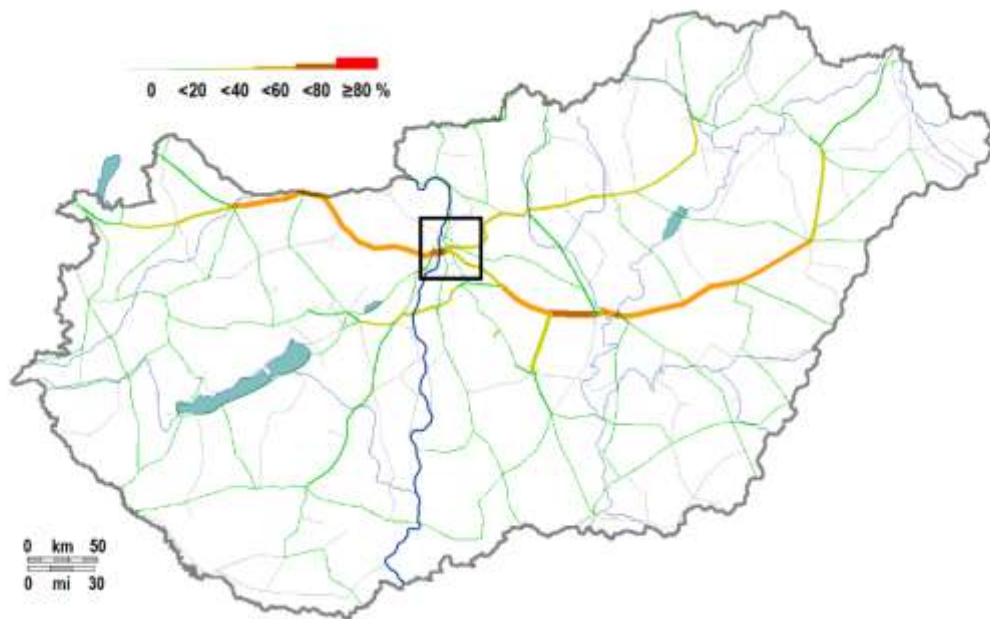
3a:



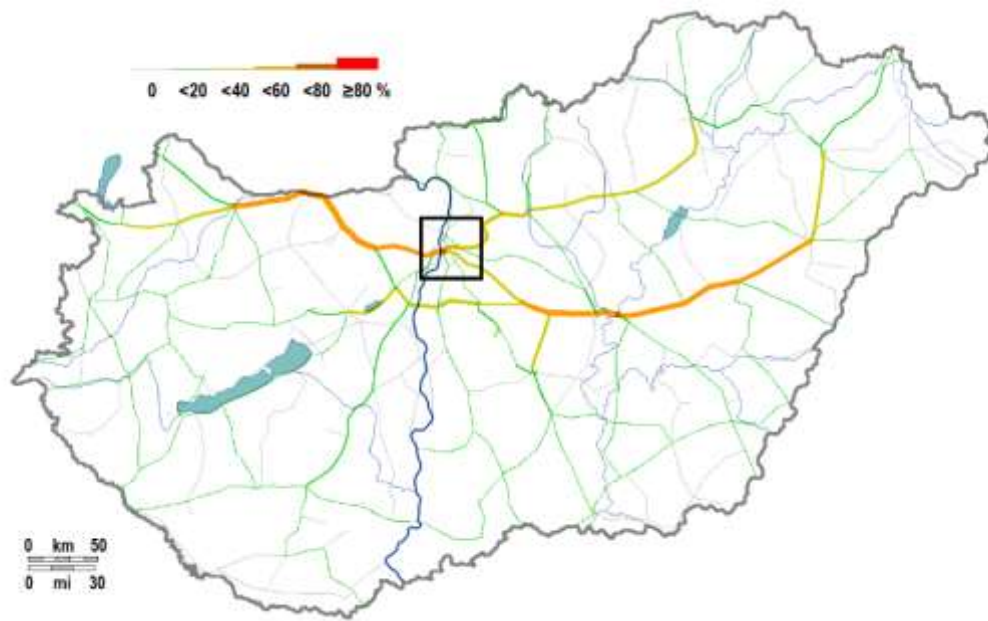
3b:



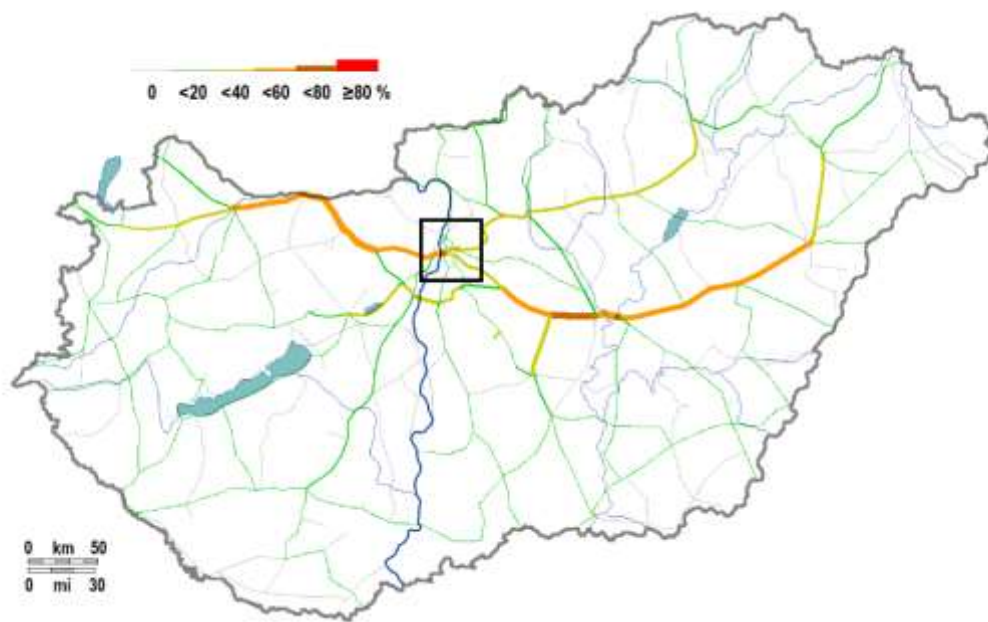
3c:



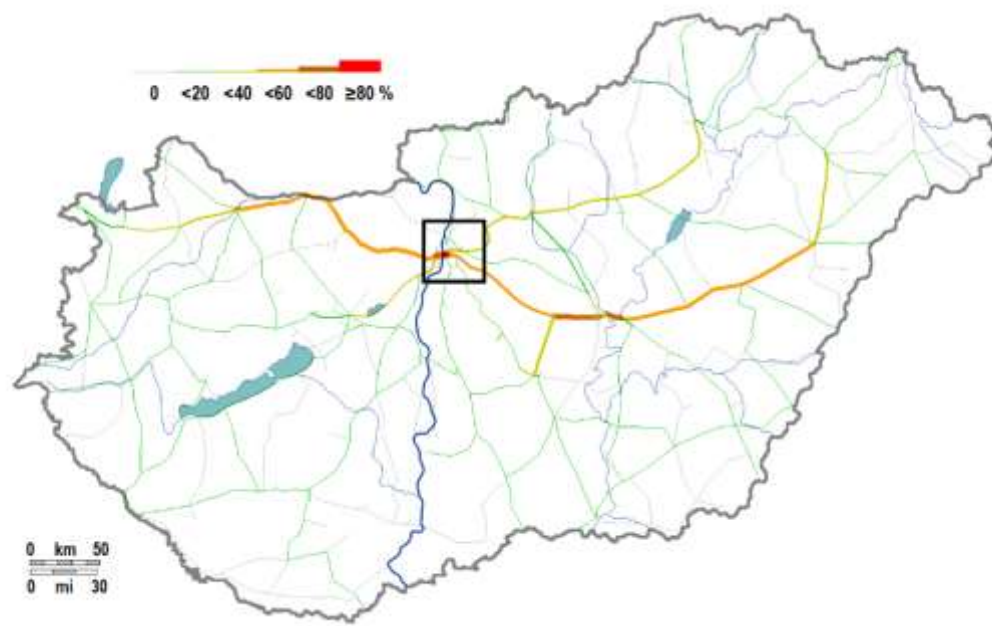
4a:



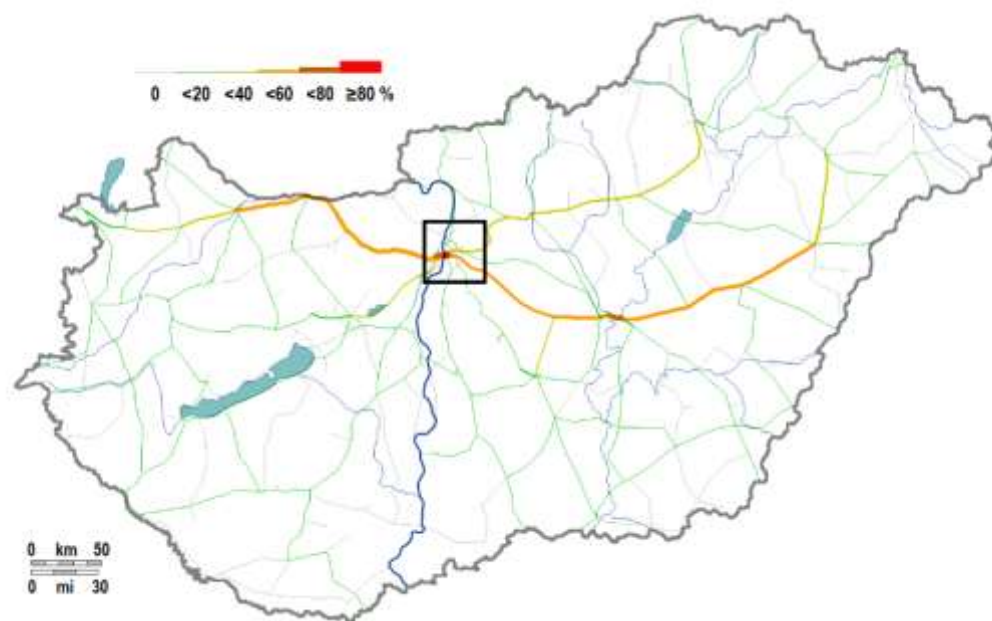
4b:



7a:

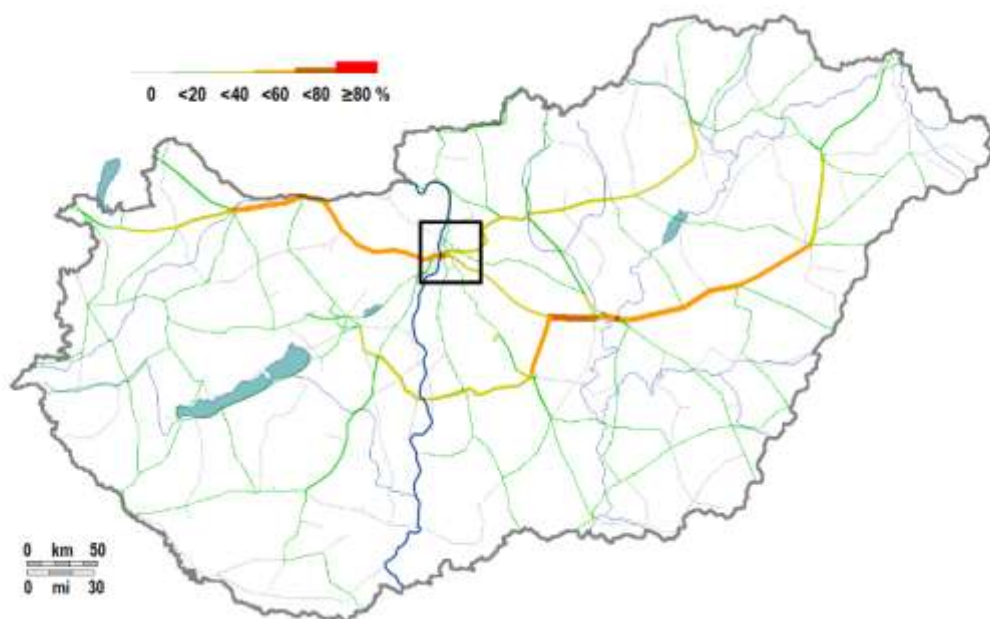


7b:

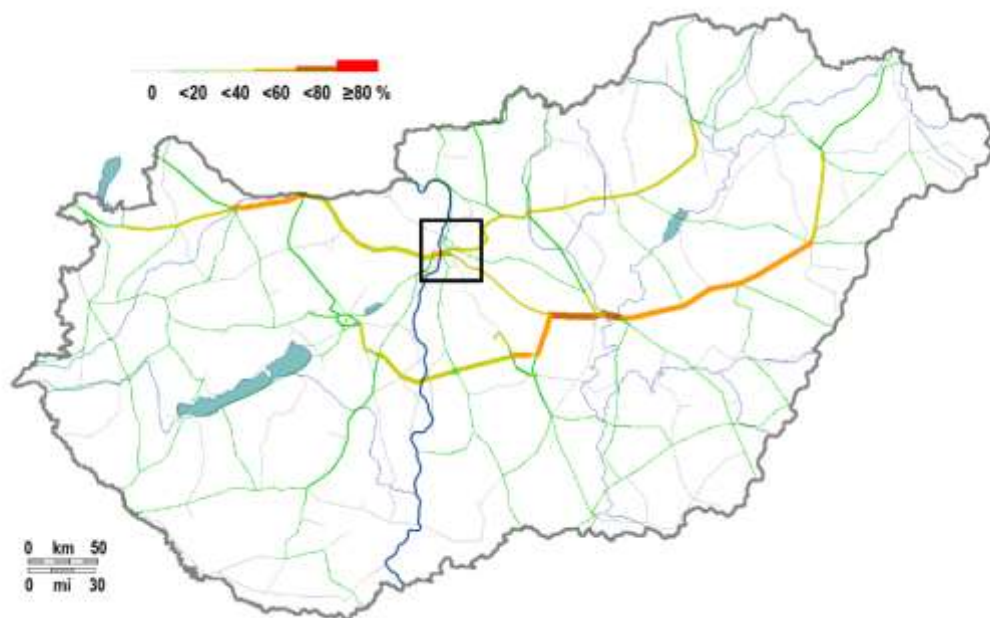


6. Forgalmváltozás minimális menetidők esetén az MH állomások között és a határátmenetek 160 km/h pályasebességet feltételezve a V0-on

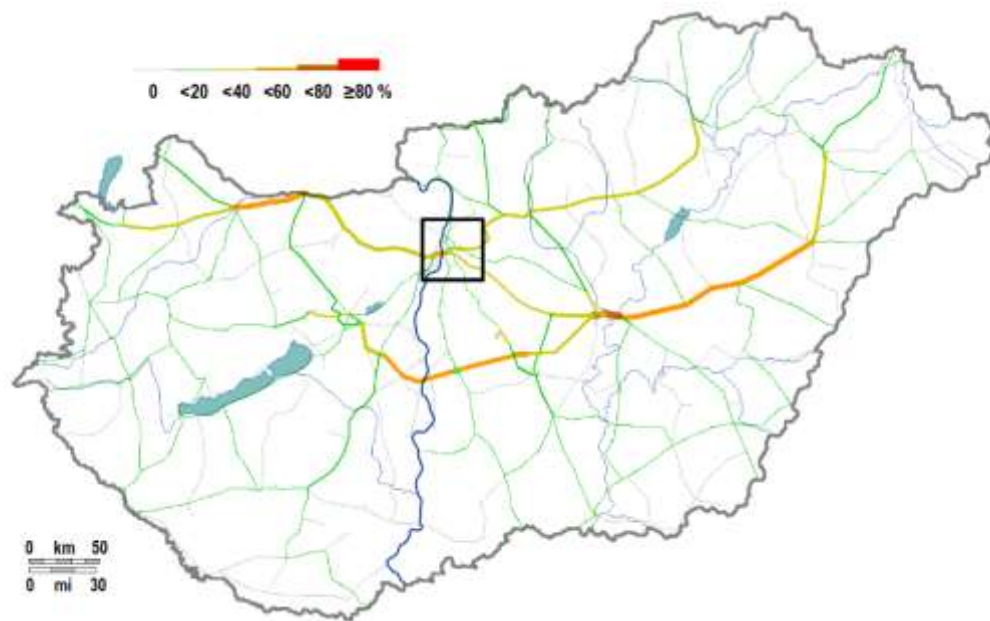
1a:



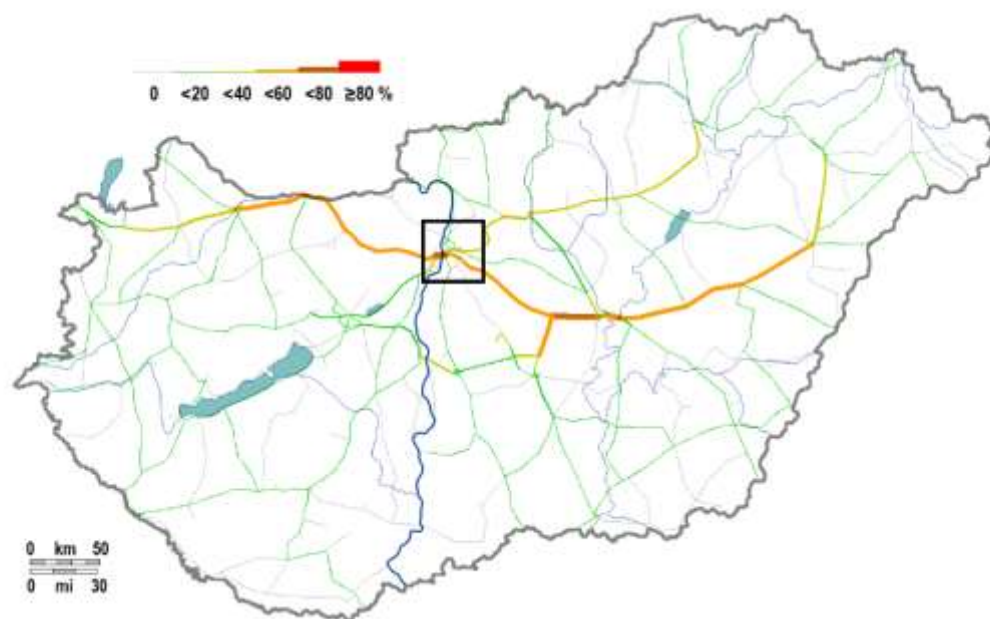
1b:



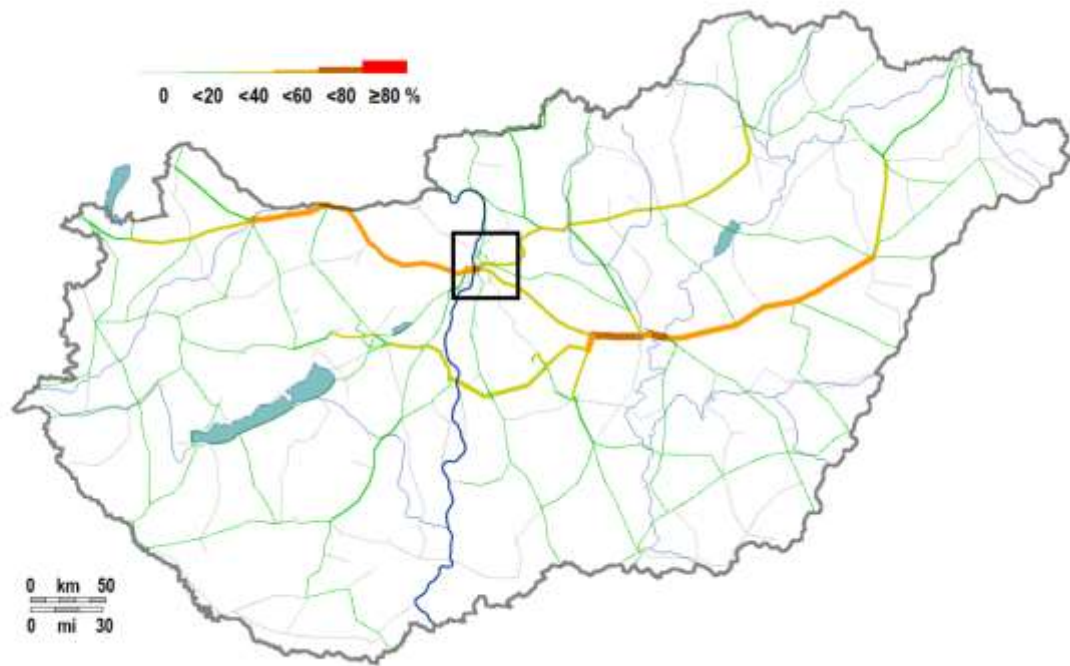
1c:



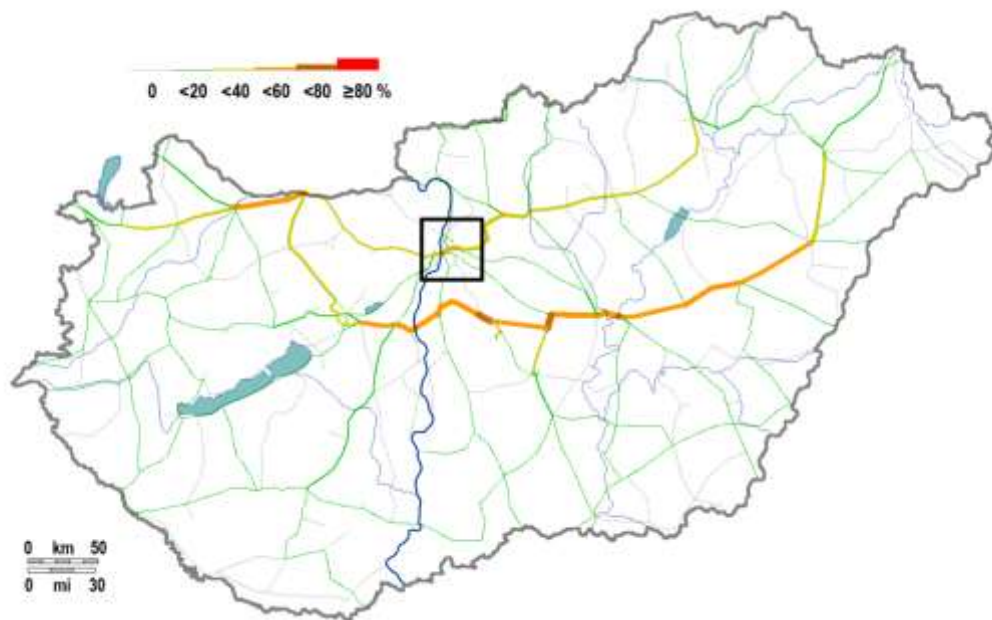
2a:



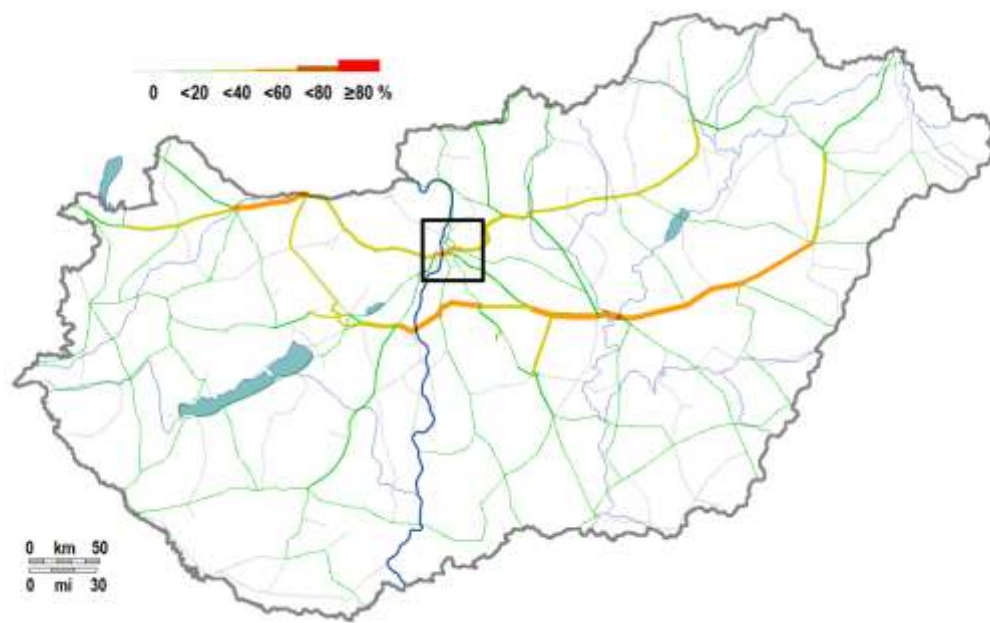
2b:



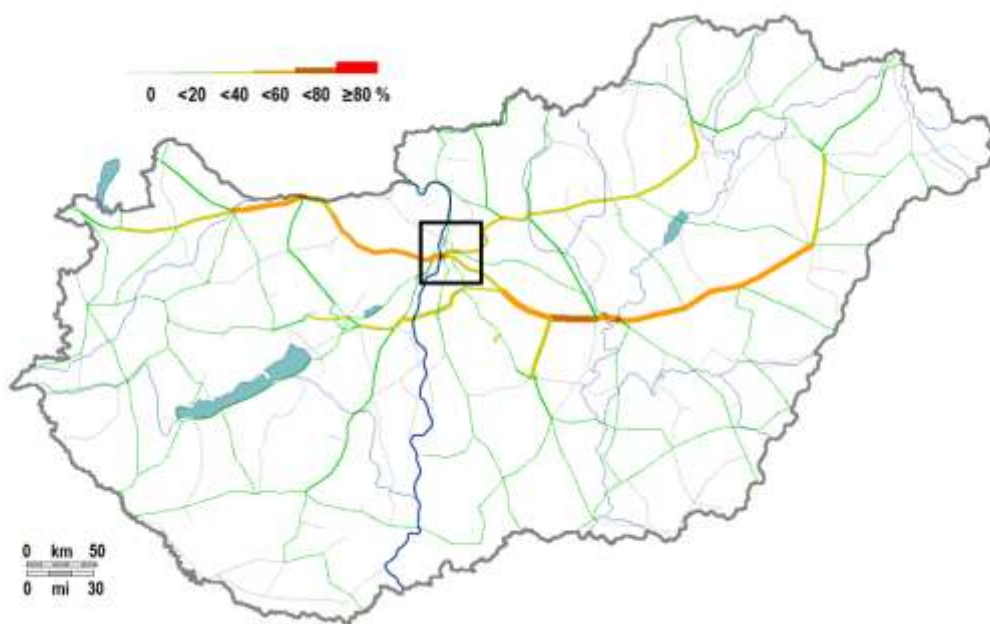
3a:



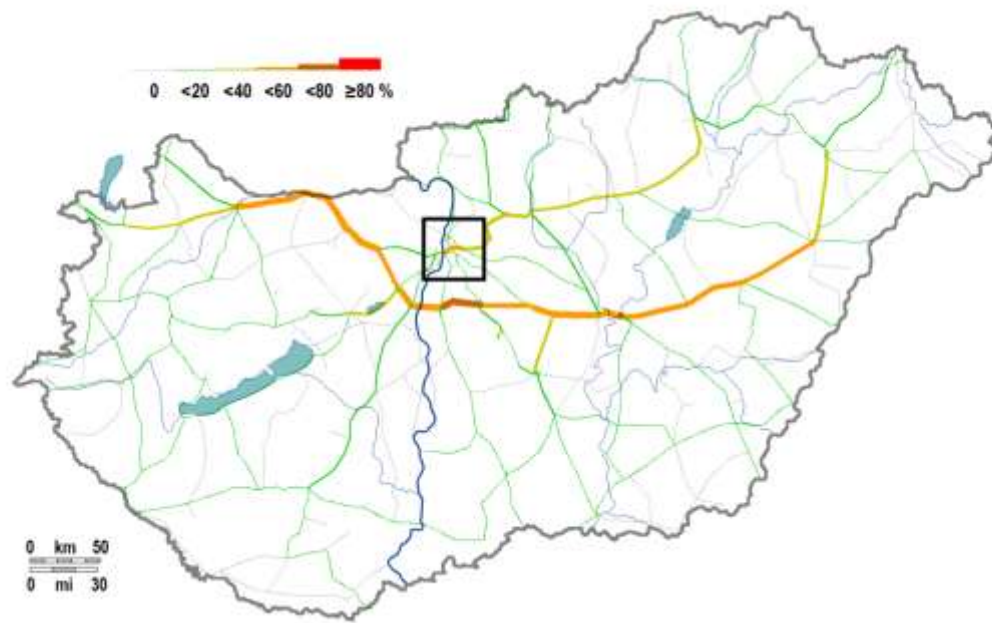
3b:



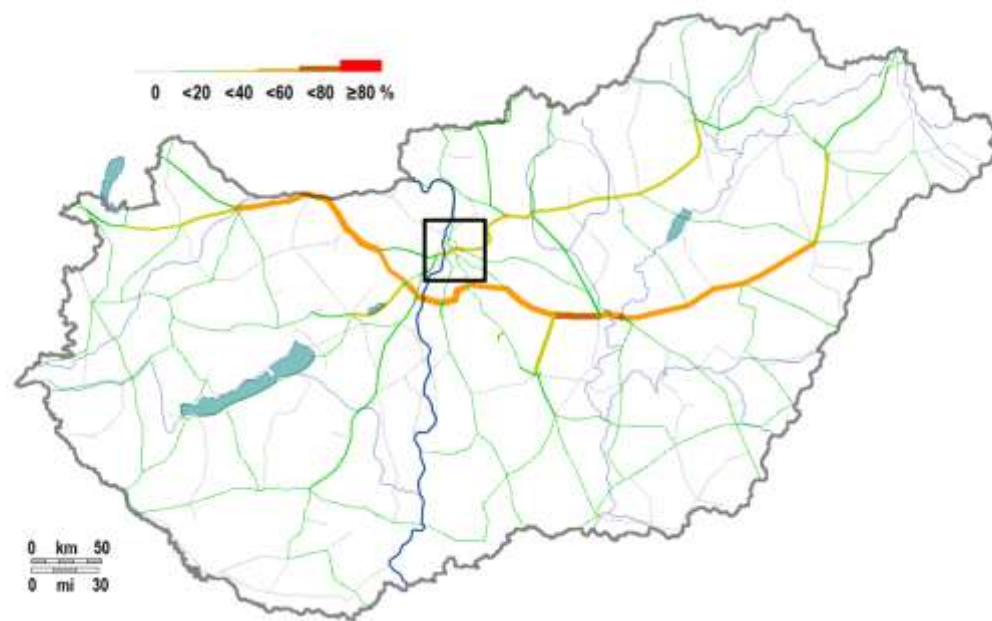
3c:



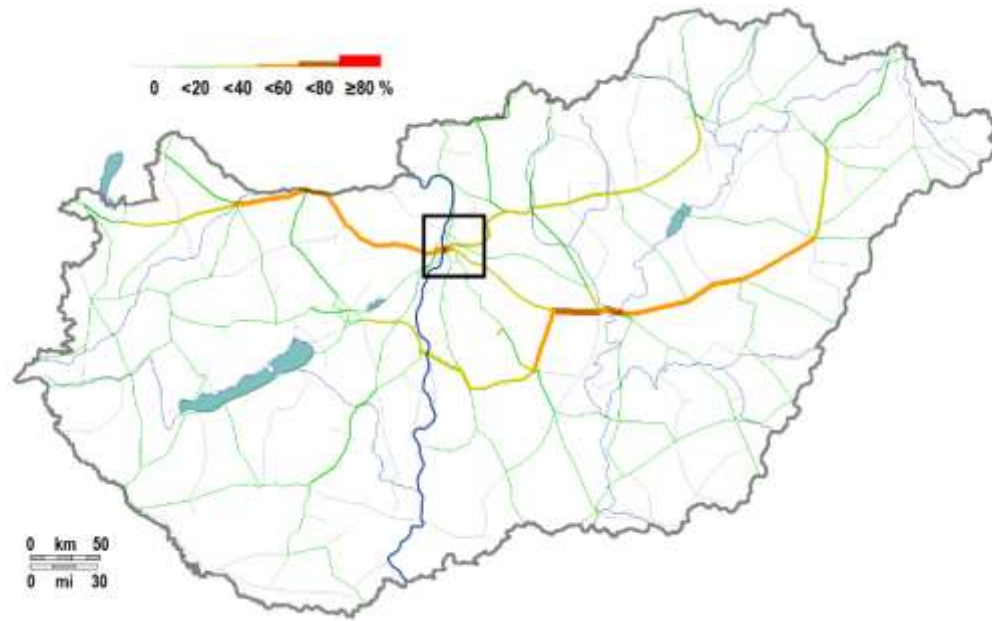
4a:



4b:



7a:



7b:

