



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

Tudományos Diákköri Konferencia 2013

Megállóhely választást segítő algoritmus kidolgozása személyre szabott utastájékoztató alkalmazáshoz

Készítette:

Földes Dávid

Konzulens:

Dr. Csiszár Csaba

Budapest, 2013.11.04

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	1
1 A téma aktualitása, jelentősége	2
2 Utastájékoztató alkalmazások megállóhely választási funkciójának multikritériumos értékelése.....	5
2.1 A kiválasztott alkalmazásokban megtalálható szempontok ismertetése	6
2.2 Az alkalmazások értékelése a személyre szabható beállítási lehetőségek alapján	11
3 Az „ideális” személyre szabható közösségi útvonaltervező alkalmazás specifikációja ..	20
3.1 Az algoritmus kidolgozása	21
3.1.1 A kiinduló ponttól az első megálló peronjáig tartó gyaloglás.....	22
3.1.2 Várakozás és utazás.....	31
3.1.3 Az utolsó megállótól a célpontig tartó gyaloglás	37
3.2 Személyre szabhatóság szintje.....	38
3.3 Ideális alkalmazás működési jellemzői	41
3.4 A kezelőfelületek (képernyőtervek) bemutatása	46
4 Az algoritmus alkalmazása egy példaterületen	49
4.1 A kidolgozott adatbázis bemutatása	51
4.2 Az algoritmus eredményének bemutatása	54
5 Összefoglaló.....	55
Irodalomjegyzék.....	56
Ábrajegyzék	58
Táblázatjegyzék.....	59

1 A téma aktualitása, jelentősége

A felgyorsult élet, a megváltozott mobilitási igények és elvárások miatt a közforgalmú internetes **útvonaltervező alkalmazásokra egyre nagyobb szerep hárul**. Ismeretlen területekre, ideális útvonalak megtalálására egyre többen veszik igénybe ezeket. **A felhasználók igénylik a helyváltoztatásra és annak előkészítésére fordított idő minimálisra csökkentését, a helyváltoztatás körülményeinek kellemessé tételét, illetve a megbízható tervezést [1].** A közösségi közlekedés igazi **kihívása a 21. században az alapszolgáltatások és az információs szolgáltatások személyre szabhatósága, és ezzel összefüggésben a dinamikus adatok kezelése [2].** Ezek megoldására a világon több száz internetes közforgalmú utazástervező alkalmazás létezik, melyek közül sok próbál a személyre szabhatóságra törekedni a különböző beállítási lehetőségekkel. A ma létező alkalmazásoknál azonban a felhasználó a kiindulási és érkezési hely mellett csak kevés egyéb beállítási lehetőséget adhat meg. Sok esetben az utasnak a menetrend alapján manuálisan kell meghatározni az igényeinek (pl.: alacsonypadlós jármű, gyaloglási útvonal) leginkább megfelelő útvonalat, mely rendkívül bonyolult is lehet [3].

A felhasználók utazásuk során az utazási lánc minden egyes elemét személyre kívánják szabni, mind a gyaloglást, mind a várakozást, mind a járművön töltött időt. Kijelenthető, hogy **az utasok általában az útvonalukat a legkisebb idő, távolság, vagy ezek kombinációja alapján választják ki [4].** A megálló eléréséhez szükséges útvonal kiválasztása, illetve összességében a gyaloglás útvonalának kiválasztása sok tényező függvénye úgy, mint a személyes benyomás, út geometriája, környezeti hatások [5]. Mivel az utasok kétszer annyira értékelik a megállói várakozási időt, mint a járművön töltöttet [2], a dinamikus adatok szolgáltatása, a várakozási idő minimalizálása miatt, illetve a várakozásra vonatkozó személyre szabhatóság rendkívül fontos.

Annak ellenére, hogy egyre több közlekedési cég valósítja meg a járművein a valós idejű nyomkövetést, ezzel biztosítva az adatok dinamikus jellegét, csak kevés utazástervező alkalmazás veszi át, illetve kapja meg ezen adatokat. A legtöbb ma létező utazástervező alkalmazás statikus adatokon alapszik. [3]

A közforgalmú közlekedés (természeténél fogva) nem alkalmas az egyéni igények maradéktalan kiszolgálására, vonzereje azonban nagymértékben javítható, ha legalább bizonyos területeken kísérlet történik az utazók személyesebb módon történő kezelésére, az egyéni szempontok és igények figyelembe vételére. [6]

Kutatásom során megpróbáltam a lehető legszélesebb körben feltárni a szakirodalomban megtalálható internetes útvonaltervező alkalmazások lehetséges fejlesztéseiről szóló hazai és nemzetközi értekezéseket, cikkeket. Esztergár-Csiszár 2012-es tanulmányában [7] az internetes utazástervező alkalmazásokat rangsorolták funkcionális, kezelési és megjelenítési jellemzőik alapján, ezek alapján megfogalmazták az "új generációs" utazástervező rendszerekkel szemben támasztott elvárásokat, mint például a valós idejű (real time) adatok kezelése, a helyfüggő szolgáltatások nyújtása és a személyre szabott ajánlások készítése valamennyi személyközlekedési mód figyelembe vételével.

Winkler Ágoston doktori disszertációja [6] az utasok útvonal-választási preferenciáit vizsgálja. A feltárt preferenciák alapján az internetes utazás-tervező rendszerek személyre szabhatóbbakká válnak, hiszen ismertekké válnak az rendszerekkel szemben támasztott követelmények. MenetRendes néven egy internetes utasinformációs és utazástervező rendszert is megalkotott a Kisalföld Volán számára. Az útvonaltervező egyedisége, hogy a korcsoport mellett kiválaszthatjuk, hogy utazásunkat most kezdjük, vagy már éppen úton vagyunk-e. A rendszer utazástervező funkciója az eltérő utazói rétegek preferenciáinak figyelembe vételére, illetve rögzítésére is alkalmas [6].

Li, Zhou és Zhang 2013-as kutatásában [3] egy multimodális útvonal-tervezési algoritmust fejlesztettek ki autós utazásra, közösségi közlekedésre és ezek kombinációjára (parkolást is beleértve) valós idejű adatok alkalmazásával a San Franciscoi öböl környékére. A tervezés során közút-hálózati (csomópontok és megállóhelyek távolsága egymástól) és úgynevezett tranzit hálózati (megállók, parkolóhelyek, időpontok közötti kapcsolat) adatbázist különböztettek meg. Ezen algoritmus a módok kombinálása és a valós idejűsége miatt nyújt újat.

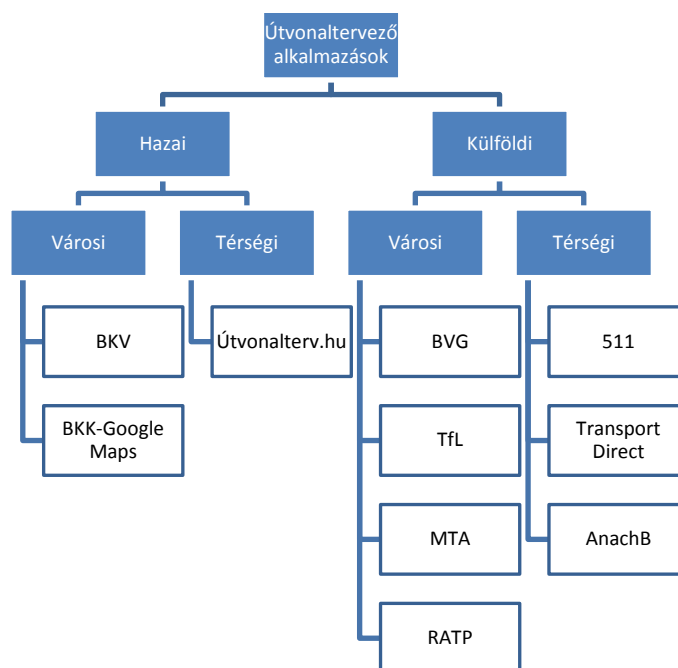
Az S-Map 2030 [8] tanulmány célja, hogy segítsen kialakítani egy tökéletesen kapcsolódó (utazási fázisok között) ajtótól-ajtóig utazást közösségi közlekedési eszközökkel az Észak-Európai régióban. Ehhez széleskörűen vizsgálta a különböző fázisok személyektől való függését is, illetve bemutatja a régióban megtalálható megoldásokat is.

A dolgozat első felében a jelenleg működő közösségi utazástervező alkalmazások személyre szabható beállításait elemzem, majd hasonlítom össze azokat, egy kidolgozott módszertan segítségével. Az így szerzett tapasztalatok és saját elgondolások alapján meghatároztam egy szempontrendszert a közforgalmú útvonaltervező alkalmazások egyénre szabhatóságáról. A dolgozat második felében bemutatom az általam felállított algoritmust, mely a kiinduló megállóhely jellemzői alapján minősíti az egyes útvonalakat a felhasználó személyre szabható beállításainak figyelembe vételével. A kidolgozott minősítő szám alapján kialakítottam egy

ideális útvonaltervező alkalmazás alapjait, mely a felhasználó személyre szabási beállításait nagymértékben figyelembe veszi. A dolgozat utolsó részében bemutatom az algoritmus alkalmazását egy lehatárolt területen, a területhez elkészített adatbázis alapján. A példa Budapest két frekventált része, a Műszaki Egyetem és a Keleti pályaudvar közötti útvonal lehetőségeket vizsgálja. A terület - sokszínűsége miatt - a kidolgozott algoritmust megfelelően képes bemutatni.

2 Utastájékoztató alkalmazások megállóhely választási funkciójának multikritériumos értékelése

A meglévő utasinformációs rendszerek elemzéséhez kiválasztottam három jellegzetes és ismert magyar, illetve hét külföldi útvonaltervező, útvonalválasztást segítő alkalmazást. A kiválasztásnál törekedtem, hogy nagyvárosok közösségi közlekedését üzemeltető cégek utastájékoztató rendszereit, illetve hogy egy-egy nagyobb területet, régiót lefedő alkalmazásokat válasszak. A kiválasztott alkalmazásokat az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: A kiválasztott útvonaltervező alkalmazások csoportosítása

(forrás: a szerző saját munkája)

A magyar rendszerek közül a BKV [9], mint Budapest egyik közlekedési szolgáltatója, a BKK [10] (mely a Google Maps alkalmazást használja), mint Budapest jelenlegi közlekedés szervező cége és az utvonalterv.hu [11] utazástervező alkalmazását választottam. Az utvonalterv.hu Budapest mellett 11 nagyobb magyar városra, illetve a MÁV menetrendjét is használva országos szinten képes utazásunkat megtervezni közösségi közlekedési eszközzel. A Google Maps alkalmazás világméretű tervezést tesz lehetővé, de a közösségi közlekedéssel való tervezés csak olyan városokban érhető el, melynek közlekedési szervezői a Google-al szerződésben állnak. Jelen dolgozat a Google Maps alkalmazásnál Budapestre koncentrál, kihangsúlyozandó a BKK járatait. A külföldi példáknál négy nagyváros Berlin (BVG) [12],

London (TFL) [13], New York (MTA) [14], Párizs (RATP) [15] közlekedési vállalatai, közlekedés szervezői által készített tervező programokat vizsgáltam, valamint három nagyobb területre vonatkozó alkalmazást, úgy mint San Francisco és környékére (511) [16], Nagy-Britannia egész területére (Transport Direct) [17], illetve Alsó-Ausztria, Bécs és Burgerland területét lefedőre vonatkozót (AnachB) [18].

2.1 A kiválasztott alkalmazásokban megtalálható szempontok ismertetése

A következő lépésben kigyűjtöttem a különböző alkalmazásokban rejlő összes beállítási szempontot, majd minden alkalmazásnál megvizsgáltam, hogy adott szempont abban az alkalmazásban megtalálható-e. **Célom az volt, hogy megállapítsam, melyik a leginkább személyre szabható alkalmazás a vizsgáltak közül.** Ezen útvonaltervező programok, a teljes útvonalra, a teljes utazási láncra vonatkoznak, így több esetben az egyes beállítási lehetőségek a helyváltoztatási lánc egészére vonatkoznak. (pl.: Akadálymentes utazás beállítása a megállóra, az érkező járműre, jobb esetben a rá- és elgyaloglási fázisokra is vonatkozik.)

A vizsgált alkalmazásokban megtalálható egymáshoz közel álló beállítási szempontokat a könnyebb kezelhetőség miatt kategóriákba soroltam, amelyet az 1. táblázat szemléltet. A táblázat első oszlopában a szempontok alapján létrehozott kategóriák szerepelnek, a celláiban pedig az adott kategóriához tartozó szempontok.

A továbbiakban értelmezem az alkalmazásokban fellelhető választható szempontok jelentését a meghatározott kategóriák alapján.

1) Gyaloglásra vonatkozó beállítási lehetőségek:

11) Gyaloglási sebesség választható:

A vizsgált alkalmazások mindegyikében három sebesség érték közül választhatjuk meg a hozzánk legközelebb álló értéket. Az alkalmazások nem a pontos sebességet adják meg, hanem alacsony, átlagos és magas gyaloglási sebesség közül választhatunk. A számításokban alkalmazott sebességértékek alkalmazásonként eltérőek, erre ad példát a 2. táblázat, mely fejlécében a beállítható három sebességi kategória, első oszlopában az utazástervező alkalmazások neve, celláiban pedig a tervezés során alkalmazott sebességértékek találhatóak kilométer per órában.

1. táblázat

Utasinformációs rendszerek személyre szabható beállítási lehetőségei és a kategóriák

(forrás: a szerző saját munkája)

Beállítási lehetőségek						
Kategóriák		1	2	3	4	5
1	Gyaloglásra vonatkozó	Gyaloglási sebesség választható	Maximális gyaloglási idő, vagy távolság megadható			
2	Indulási (érkezési) hely megadására vonatkozó	Cím alapján	POI alapú	Megálló alapú	Koordináta megadása	Térképen rábökéssel
3	Kerekesszékes és látássérült utas utazására vonatkozó	Akadálymentes peron	Akadálymentes beszállás a járműbe	Segítő-személyzet	Vakvezető rendszer	
4	Mozgásában akadályozott utas utazására vonatkozó	Rámpahasználat	Lépcsőhasználat	Lifthasználát	Mozgólépcső-/lépcsőhasználat	
5	Kerékpáros utas utazására vonatkozó	Kerékpártárolás lehetősége az állomáson	Kerékpár-szállítás lehetősége a járművön			
6	Útvonalak rendezési szempontjára vonatkozó	Leggyorsabb	Legkevesebb gyaloglás	Legkevesebb átszállás	Átszállás nélkül	Legkisebb díjú
7	Időpont választásra vonatkozó	Indulási időpont megadható	Érkezési időpont megadható			
8	Közlekedési mód kiválasztására vonatkozó	Közlekedési mód/módok preferálása vagy kizárása				

2. táblázat

Példa a különböző gyaloglási sebesség értékekre [km/h]

(adatok forrása: <http://utazastervezo.bkv.hu/tervezo/>; <http://www.transportdirect.info>)

[km/h]	Alacsony	Átlagos	Magas
BKV	2	4	6
Transport Direct	3,2	4,8	6,3

12) Maximális gyaloglási távolság vagy maximális gyaloglási idő megadható:

Azon alkalmazásokban, ahol ezen jellemző megtalálható, előre megadott távolság értékek, vagy előre, illetve tetszőlegesen beírható idő értékek közül választhatunk, hogy mekkora az a maximális távolság, vagy egyes alkalmazásokban az a maximális idő, amit gyaloglásra vagyunk hajlandó fordítani. A távolságértékeket kilométerben,

vagy mérföldben lehet megadni, míg az időértékeket percben. Az alkalmazásokban megtalálható jellemző távolság- és időértékeket a 3. táblázat mutatja, az első sorban a jellemző távolságokat méterben, a második sorban az időértékeket percben. Mivel a teljes utazási láncra számolnak ezek a programok, a gyaloglási távolság/idő és sebességértékek is a rágyaloglási út mellett az elgyaloglási útra is vonatkoznak.

3. táblázat

Az alkalmazások maximális gyaloglási távolságra és időre vonatkozó beállítási lehetőségei

(forrás: a szerző saját munkája)

Távolság [m]	188	375	500	750	1000	1125	1500	2000
Idő [perc]	5	10	15	20	25	30		

2) Indulási (érkezési) hely megadása vonatkozó beállítási lehetőségek:

- cím alapján,
- POI (Point of interest) megadása,
- megálló alapján,
- koordináta megadása,
- térképen rábökéssel,
- aktuális pozíció alapján.

3) Kerekesszékes, látássérült utas utazására vonatkozó beállítási lehetőségek:

A vizsgált alkalmazásokban több esetben a „step free journey” („lépcsőmentes utazás”) vagy az „accessible trip” („akadálymentes utazás”) kifejezés található, illetve adható meg. Ezen feltételek a kerekesszékesekkel való akadálymentes közlekedést jelentik. Ezekben az esetekben mind az akadálymentes peron (kerekesszékesekkel), mind az akadálymentes beszállás a járműbe (kerekesszékesekkel) megvalósul.

31) Akadálymentes peron kerekesszékesekkel:

A vizsgált alkalmazásokban ez a feltétel a kerekesszékesekkel való közlekedés lehetőségét foglalja magába. Vagyis olyan állomást, peront jelent, ahol rámpa, lift, speciális emelő található.

Ideális alkalmazásnak az akadálymentes peront és a kerekesszékesekkel való közlekedést az állomáson külön kellene kezelni, hiszen például egy kerekesszéket szállító speciális emelővel ellátott lépcsős aluljáró a nehezen mozgó, vagy a babakocsival közlekedő utasoknak nem jelent könnyebbséget.

32) Akadálymentes beszállás a járműbe:

A vizsgált alkalmazások kivétel nélkül az akadálymentes beszálláson a kerekesszékekkel való közlekedés végrehajthatóságát értik, azaz a feltétel teljesülése olyan jármű érkezését jelenti, amire a megállóhelyről, peronról történő beszállás akadályok nélkül végrehajtható kerekesszékekkel. Ez jelentheti alacsonypadlós autóbusz érkezését, melynek lehajtható rámpája, illetve térdeplő funkciója segítségével a beszállás végrehajtható, illetve jelentheti metró, vasút, villamos, stb. érkezését, melyre a beszállás a peronszintről lépcső nélkül történik vagy olyan járművet, amely kerekesszék emelő lifttel van ellátva.

Ideális alkalmazásnak az akadálymentes beszállást és a kerekesszékekkel történő felszállást külön kellene kezelni, hiszen például egy lépcsős, de lifttel rendelkező autóbusz, a nehezebben mozgó utasoknak nem jelent könnyebbséget.

33) Segítőszemélyzet:

Olyan állomásokat (kizárólag vasúti, távolsági busz, illetve néhány metró) jelöl, ahol az alkalmazottak főként a kerekesszékekkel közlekedést segítik, akik kezelik a lifteket, segítik a járműre való felszállást. A vizsgált alkalmazások közül a Transport Direct alkalmazásában van ilyen, az utazást megkönnyítő szolgáltatás. A segítőszemélyzet szűrési feltételnek való beállítása után az útvonalak listázásánál szerepelnek az egyéb teendők, pl.: a szolgáltató értesítése az utazás előtt. Általában szükséges a vasúti és távolsági buszos utazásnál a segítőszemélyzetet minimum az utazás előtt egy nappal „lefoglalni”, vagyis értesíteni a szolgáltatót, hogy igénybe kívánjuk venni ezen szolgáltatást.

34) Vakvezető rendszer:

Vak, illetve gyengénlátó utasok számára kialakított vakvezető csíkokkal és információs táblákkal ellátott főként metró és vasúti megállók igénybevételeét jelzi. A vizsgált programokban, mint tájékoztatási feltétel szerepel, nem mint szűrő.

4) Mozgásában akadályozott utas utazására vonatkozó beállítási lehetőségek:

Rámpa (41); lépcső (42); mozgólépcső (43); lift (44), vagy mozgólépcső/lépcső (45) együttes használata, kizárása vagy tájékoztatás használatukról:

Az idős, kerekesszékes, bőrönddel, babakocsival, stb. közlekedő utasok számára segítséget nyújthat az említett objektumok kizárása a tervezés során, vagy tájékoztatás opcionális használatukról az adott állomáson.

5) Kerékpáros utas utazására vonatkozó beállítási lehetőségek:

51) Kerékpártárolás lehetősége:

Ezen opcióval a kerékpárral érkező, majd közösségi közlekedéssel továbbutazó utasoknak kínálnak az alkalmazások olyan állomásokat, ahol megoldott a rendezett körülmények közötti kerékpártárolás. A vizsgált alkalmazások közül a londoni TfL útvonaltervezőjénél lehet csak ezt az opciót beállítani, azonban az útvonal kiírásánál csak a helyét adja meg tárolónak, a tárolás feltételeit nem részletezi.

52) Kerékpárszállítás lehetősége:

A vizsgált alkalmazásoknál a londoni TfL útvonaltervezőjében volt lehetőség ezen feltétel beállítására. A tervező alkalmazás az utazás időpontjának megfelelően választ útvonalat (csúcsidőben a metró vonalakat kerékpárral használni nem lehet) olyan járművek, illetve viszonylatok alkalmazásával ahol a kerékpárszállítás megoldott. A járművön való kerékpár tárolás helyéről tájékoztatást nem nyújt.

6) Útvonalak rendezési szempontjára vonatkozó beállítási lehetőségek:

Az optimális útvonal (kiinduló megálló, átszállási helyek, stb.) meghatározásánál fontos, hogy az utazó milyen szempont prioritásával akar eljutni A pontból B pontba. Az útvonalak optimalizálására a vizsgált alkalmazásokban az alábbi lehetőségek állnak rendelkezésre:

- leggyorsabb,
- legkevesebb átszállás,
- átszállás nélkül,
- legkevesebb gyaloglás,
- legkisebb díjú utazás (alkalmi utazásnál fontos adat).

7) Időpontválasztásra vonatkozó beállítási lehetőségek:

Az utazás tervezéséhez fontos, hogy mikor akar az utas A kiindulási pontból elindulni (71) vagy, hogy mikor akar B érkezési pontba megérkezni (72). A tervező programok ezen időpontok közelében optimalizálják a keresési feltételeket.

8) Közlekedési mód választásra vonatkozó beállítási lehetőségek:

Az utazó által preferált mód/módok kiválasztása után az útvonalat ezen eszköz/eszközök alkalmazásával tervezi meg az alkalmazás, ha lehetséges. A vizsgált alkalmazásokban nem minden esetben zárható ki, preferálható minden járműfajta. Több esetben a

busz/trolibusz/villamos együtt szerepel, vagy egyes módok nem szerepelnek, mint szűrési feltétel. A 4. táblázat megmutatja, hogy az egyes alkalmazásoknál a módválasztás hogyan befolyásolja a tervezést. Azaz

- prioritást élvez, vagyis ha nincs a kiválasztott eszközzel végrehajtható utazás, akkor más eszközzel lebonyolítottat ad meg,
- kizáró, vagyis ha nincs a keresési feltételeknek megfelelő útvonal, új beállításokat kell megadni.

Megjegyzés: A BKV alkalmazása, ha nem talál a keresési feltételeknek megfelelő móddal végrehajtható útvonalat, a teljes útvonalat gyaloglásnak veszi.

4. táblázat

A módválasztás hatása a tervezésre

(forrás: a szerző saját munkája)

	BKV	BKK-Google Maps	Útvonal-terv	BVG	TfL	MTA	RATP	511	AnachB	Transport Direct
Prioritást élvez a választott mód		X						X		
Kizáró a választott mód	X		X	X	X	X	X		X	X

2.2 Az alkalmazások értékelése a személyre szabható beállítási lehetőségek alapján

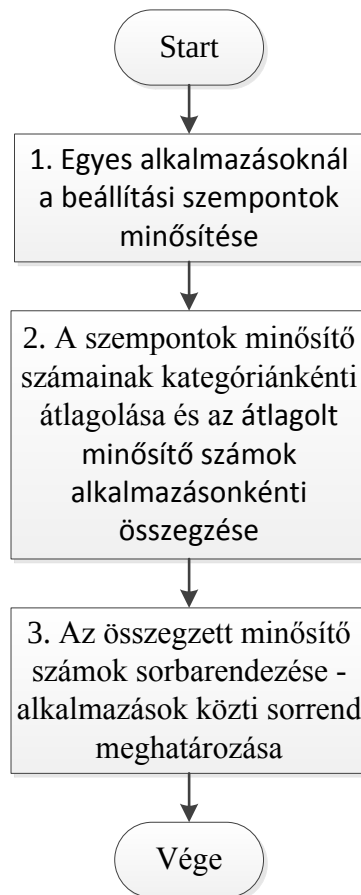
Az alfejezet a kiválasztott útvonaltervező alkalmazások multikritériumos elemzését mutatja be. Az eljárás kidolgozása során figyelembe vettem Esztergár-Csiszár [7] értékelő módszerét, illetve a Kesserling eljárás [19],[20] egyes elemeit.

A módszertan leírása:

A 2. ábra a módszertan lépéseit mutatja be.

1. Az értékelésnél első lépésként minden szempontot (1...i) egy 0-5 közötti skálán értékeltem az adott alkalmazás (1...j) szerint. A minősítő szám nagysága függ,
 - hogy adott feltétel szűrési feltételként megadható-e,
 - hogy adott feltétel csupán tájékoztatásként szerepel-e az útvonalak listázása után,
 - hogy adott feltételről tájékoztatás sincs az alkalmazásban, illetve
 - adott feltétel alkalmazáson belüli kezelhetőségétől, felhasználóbarát jellegétől.

A szempontok minősítését egy I*J mátrixban végeztem (ezt az 5. táblázat szemlélteti).



2. ábra: A multikritériumos összehasonlító módszertan folyamatábrája
(forrás: a szerző saját munkája)

2. Az egy kategóriába tartozó szempontok minősítő számainak átlagolásával a kategóriákból és az alkalmazásokból egy $K \times J$ mátrixot képeztem. Az így meghatározott c_{kj} minősítő számokat alkalmazásonként összegeztem, így az alkalmazásokra jellemző, u_j minősítő értékek kaptam. Az 5. táblázat szemlélteti a szempontokat, a 6. táblázat pedig az abból képzett kategóriákat és az u_j minősítő szám képzését.

5. táblázat

A szempontok minősítő számai
alkalmazásonként (I*J mátrix)
szemléltető táblázat
(forrás: a szerző saját munkája)

	a_1	a_2	...	a_j
s_{11}	$c_{11,1}$	$c_{11,2}$	...	$c_{11,j}$
s_{12}	$c_{12,1}$	$c_{12,2}$	...	$c_{12,j}$
s_{21}	$c_{21,1}$	$c_{21,2}$	...	$c_{21,j}$
s_{22}	$c_{22,1}$	$c_{22,2}$	...	$c_{22,j}$
s_{23}	$c_{23,1}$	$c_{23,2}$	...	$c_{23,j}$
s_{24}	$c_{24,1}$	$c_{24,2}$	...	$c_{24,j}$
s_{25}	$c_{24,1}$	$c_{24,2}$	...	$c_{24,j}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
s_{ki}	$c_{ki,1}$	$c_{ki,2}$	...	$c_{ki,j}$

6. táblázat

A szempontok kategóriánként
átlagolt minősítő értékei
alkalmazásonként (K*J mátrix)
szemléltető táblázat
(forrás: a szerző saját munkája)

	a_1	a_2	...	a_j
s_1	$c_{1,1}$	$c_{1,2}$	...	$c_{1,j}$
s_2	$c_{2,1}$	$c_{2,2}$	...	$c_{1,j}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
s_k	$c_{k,1}$	$c_{k,2}$	...	$c_{k,j}$
u_j	u_1	u_2	...	u_j

$$u_1 = \sum_{k=1}^K c_{k,1} = c_{1,1} + c_{2,1} + \dots + c_{k,1}$$

A táblázat jelölései:

- i : szempontok száma
- j : alkalmazások száma
- k : kategóriák száma
- a_j : az útvonaltervező alkalmazások (táblázatok fejléce),
- s_{ki} : szempontok (5. táblázat első oszlopa, mely az 1. táblázat celláival egyezik meg),
- $c_{ki,j}$: szempontokat minősítő érték (0-5) (5. táblázat cellái),
- s_k : szempontokból képzett kategóriák – a színezés szemlélteti, hogy mely szempontok tartoznak egy kategóriába. (például: s_1 kategóriába tartozik az s_{11}, s_{12} szempont), (6. táblázat első sora, ténylegesen az 1. táblázat első oszlopa)
- $c_{k,j}$: a kategóriánként átlagolt $c_{ki,j}$ minősítő értékek (6. táblázat cellái).

$$c_{kj} = \frac{\sum_k c_{ki,j}}{n} \quad (2.1)$$

ahol

- n : a kategóriában lévő szempontok száma,
- u_j : az alkalmazásokat értékelő minősítő érték

$$u_j = \sum_j c_{kj} \quad (2.2)$$

3. Az u_j minősítő számokat emelkedő sorrendbe állítva meghatároztam a vizsgált alkalmazások egymáshoz képesti sorrendjét.

Ezen értékelés azonban csupán összehasonlító értékelés, nem pedig egy ideálisnak tekintett rendszerhez mért értékelés, vagyis a „legjobb” alkalmazási is csak a többi alkalmazáshoz mérve jobb, hiszen a szempontokat a vizsgált alkalmazások személyre szabható beállításainak kigyűjtésével állapítottam meg, illetve minden szempont egyformán hangsúlyos, a szempontokat egymáshoz képest nem súlyoztam.

A módszertan alkalmazása:

Az előbb leírt módszer alapján a vizsgált alkalmazások minősítő értékeit mutatja be a 8. táblázat és a 9. táblázat. A táblázatok

- fejlécében a vizsgált útvonaltervező alkalmazások (a_j),
- első oszlopukban a szempontok (s_{ki}), kékkel kiemelve pedig a kategóriák (s_k),
- a táblázatok celláiban a szempontok minősítő értékei ($c_{ki,j}$), kékkel kiemelve a kategóriánként átlagolt minősítő értékek ($c_{k,j}$),
- alsó sorukban az alkalmazásokat jellemző minősítő értékek (u_j) találhatóak.

A $c_{ki,j}$ értékek meghatározásának elvét a 7. táblázat mutatja be.

7. táblázat

A $c_{ki,j}$ minősítő értékek meghatározásának elve

(forrás: a szerző saját munkája)

Minősítő érték $c_{ki,j}$	Jellemzők
0	Adott feltételről tájékoztatás sincs az alkalmazásban
1	Rendkívül rossz kezelhetőség, kevés lehetőség esetén (pl.: POI, megállóhelyek)
2	Rossz kezelhetőség, illetve - sárga háttér esetén - adott feltétel csupán tájékoztatásként szerepel az útvonalak listázása után
3	Kezelése egyszerűbb, átlátható
4	Egyszerű kezelhetőség, sok lehetőség
5	Egyszerű kezelhetőség, sok lehetőség és/vagy kezdőoldalon már beállítható

8. táblázat

Utazástervező rendszerek multikritériumos értékelésének minősítő számai (1. rész)

(forrás: a szerző saját munkája)

Beállítási lehetőségek		Hazai			Külföldi						
		Város		Térségi	Városi				Térségi		
		BKV	BKK	Útvonal- terv	BVG	TfL	MTA	RATP	511	AnachB	Transport Direct
		a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀
s ₁	Gyaloglásra vonatkozó	2,5	0	0	3,5	4,5	1,5	0	4	4,5	4
s ₁₁	Gyaloglási sebesség választható	5	0	0	4	4	0	0	4	4	4
s ₁₂	Maximális gyaloglási idő vagy távolság megadható	0	0	0	3	5	3	0	4	5	4
s ₂	Indulási (érkezési) hely megadására vonatkozó	4,8	3,6	2,6	2	2,6	2,2	2	1,8	2,6	1,4
s ₂₁	Cím alapján	5	5	4	2	5	3	4	3	3	1
s ₂₂	POI alapú	5	5	0	3	2	6	4	1	0	1
s ₂₃	Megálló alapú	5	4	0	2	3	2	2	1	5	2
s ₂₄	Koordináta	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0
s ₂₅	Térképen rábökéssel	4	4	5	3	3	0	0	4	5	3
s ₃	Kerekesszékes/ látássérült utas utazására vonatkozó	0,75	0	0	0,5	2	2,5	0	0	1	3,25
s ₃₁	Akadálymentes peron	0	0	0	0	4	5	0	0	0	4
s ₃₂	Akadálymentes beszállás a járműbe	3	0	0	0	4	5	0	0	4	4
s ₃₃	Segítőszemélyzet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
s ₃₄	Vakvezető rendszer	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
s ₄	Mozgásában korlátozott utas utazására vonatkozó	0	0	0	1	2,5	0	0	0	3,75	0
s ₄₁	Rámpa használata	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
s ₄₂	Lépcső használata	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0
s ₄₃	Lift használata	0	0	0	2	2	0	0	0	5	0
s ₄₄	Mozgólépcső használata	0	0	0	2	4	0	0	0	5	0

9. táblázat

Utazástervező rendszerek multikritériumos értékelésének minősítő számai (2. rész)

(forrás: a szerző saját munkája)

Beállítási lehetőségek		Hazai			Külföldi						
		Város		Térségi	Városi				Térségi		
		BKV	BKK	Útvonal-terv	BVG	TfL	MTA	RATP	511	AnachB	Transport Direct
		a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀
s ₅	Kerékpáros utas utazására vonatkozó	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
s ₅₁	Kerékpártárolás lehetősége az állomáson	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
s ₅₂	Kerékpárszállítás lehetősége a járművön	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
s ₆	Útvonalak rendezési szempontjára vonatkozó	3	1,2	1,2	0	3	4	3	4	3	1,8
s ₆₁	Leggyorsabb	5	0	2	0	5	5	5	5	5	0
s ₆₂	Legkevesebb gyaloglás	5	3	2	0	5	5	5	5	5	0
s ₆₃	Legkevesebb átszállás	5	3	2	0	5	5	5	5	5	5
s ₆₄	Átszállás nélkül	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
s ₆₅	Legkisebb díjú	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0
s ₇	Időpont választásra vonatkozó	4	3	2,5	5	5	5	4	4	5	4,5
s ₇₁	Indulási időpont választható	4	3	5	5	5	5	4	4	5	5
s ₇₂	Érkezési időpont választható	4	3	0	5	5	5	4	4	5	4
s ₈	Közlekedési mód kiválasztására vonatkozó	4	5	0	5	4	5	3	5	5	4
s ₈₁	Közlekedési mód választható	4	2	0	5	4	5	3	5	5	4
Minősítő érték		19,1	12,8	6,3	17,0	27,6	20,2	12,0	18,8	24,9	19,0

Megjegyzés: Sárga háttér esetén adott szempont csak tájékoztatásként szerepel, nem mint szűrési lehetőség.

A 10. táblázat és a 11. táblázatban az értékelés utáni sorrendben összegzem az egyes alkalmazások előnyeit, illetve hátrányait. A táblázat

- első oszlopában az alkalmazások szerepelnek,
- második oszlopában a kapott minősítő értékek (u_j),
- harmadik oszlopában az előnyök, pozitívumok,
- negyedik oszlopában pedig a hátrányok, negatívumok.

A 8.-11. táblázat alapján megállapítható, hogy vannak az internetes közösségi közlekedési útvonaltervező alkalmazások között kifejezetten előremutató rendszerek. Olyan alkalmazások, melyek példaértékűek lehetnek (TfL, AnachB), bár személyre szabhatóság alatt a mozgássérült lehetőségeket értik, mely követendő, de **az ideális alkalmazás más, például kényelmi szempontokat is figyelembe kell, hogy vegyen.** A vizsgált magyar alkalmazások közül a BKV teljesített a legjobban. A pontszám, a megtalálható szempontok, és az egyszerű kezelhetőségből is látszik, hogy fel tudja venni a versenyt a metropoliszok közlekedési cégeinek alkalmazásaival, több esetben le is hagyva azokat. **A legtöbb alkalmazásban van egyedi megoldás, melyeket összegezve megalkotható lenne az ideális alkalmazás,** természetesen egyéb, más személyre szabható feltételek figyelembe vételével. Ilyen példa értékű beállítási lehetőségek például:

- BKV egyszerű kiindulási hely megadása,
- BKK integritása a Google Maps-el, így annak egyéb tájékoztató funkcióival (üzletek a környéken, stb.),
- BVG és TfL lépcsőkről, mozgólépcsőkről való tájékoztatása az állomásokon,
- AnachB egyszerű mozgásukban korlátozott utas szűrési beállításai,
- TfL kerékpáros opciói, illetve
- TfL, MTA, Transpor Direct „lépcsőmentes” utazás opciója.

10. táblázat

A vizsgált alkalmazások előnyei és hátrányai a minősítő szám szerinti csökkenő sorrendben (1. rész)

(forrás: a szerző saját munkája)

Alkalma- zások	u _j	Előnyök, pozitívumok	Hátrányok, negatívumok
TfL	27,6	Egyszerű kezelhetőség; Kiváló kerekesszékes és mozgáskorlátozottas szűrési lehetőség, illetve tájékoztatás az útvonalak listázásakor; Kerékpárszállítás, tárolás szűrési feltételként való beállítása	Helymegadás nehézkes: kevés megállóhely és POI
AnachB	24,9	Kezdőlapra minden szűrési beállítás; Maximális gyaloglási idő szabadon megadható; Kiváló mozgássérült beállítások: szűrőként megadható a lépcső, mozgólépcső, lift használatának kizárása; Kerekesszékes utast szállító jármű megadható	Helymegadás nehézkes: kevés megállóhely és POI
MTA	20,2	A legtöbb szűrési lehetőség a kezdőlapra beállítható; Adott környéken lévő szolgáltatásra való rákeresés lehetséges; Maximális gyaloglási távolság megadható Accessible trip megadható;	Gyaloglási sebesség nem adható meg; Nincs térképes helymegadás
BKV	19,1	Egyértelmű kezelhetőség; Helymegadás kiváló: minden szótöredékre listáz, összes viszonylat megállójára rá lehet keresni	Megtévesztő alacsonypadlós szűrési feltétel (metrót is annak veszi, azonban az állomásra jutás nem megoldott)
Transport Direct	19,0	Kiváló kerekesszékes beállítási lehetőségek (segítőszemélyzet kérése; step free journey); Támogatja a többszörös tervezést (autó-közösségi közlekedés-kerékpár)	Helymadás nehézkes: A népszerű helyeken kívül előbb be kell állítani, hogy mire keresünk rá, kevés POI;
511	18,8	Egyértelmű kezelhetőség; Rákereshet az utazó adott megállóra, és az onnan induló járatokra; Maximális gyaloglási távolság beállítható; Legkisebb díjú utazásra is szűrhető;	Helymegadás nehézkes: kevés a POI, utcaneveket végig kell írni; Kerekesszékes, mozgáskorlátozott beállítások teljes hiánya;

11. táblázat

A vizsgált alkalmazások előnyei és hátrányai a minősítő szám szerinti csökkenő sorrendben (2. rész)

(forrás: a szerző saját munkája)

Alkalma- zások	u _j	Előnyök, pozitívumok	Hátrányok, negatívumok
BVG	17,0	BVG kezdőlapján a honnan-hová, időpont beállítás; Gyaloglási távolság megadható Összes berlini közösségi közlekedési mód kizárható; Állomáson lévő vakvezetőrendszerről tájékoztatás az útvonalak listázása után; Tájékoztató listázás után, hogy adott állomáson van-e lift, vagy mozgólépcső	Helymegadás nehézkes. A népszerű helyeken kívül előbb be kell állítani, hogy mire keressük rá; Kerekesszékes utazási beállítás hiánya
BKK- Google Maps	12,8	Google Maps-nek köszönhetően helymegadás egyszerű	Menetrendi fülön belül van az útvonaltervező; Részletes keresési beállítások a Google Maps kezelőfelületén; Nehézkes kezelés, sok kattintást igényel; Gyaloglási beállítások, kerekesszékes, mozgáskorlátozott beállítások teljes hiánya; Kevés közlekedési mód, nem egyértelmű (pl.: trolibuszt busznak, HÉV-et vasútnak veszi)
RATP	12,0	RATP kezdőlapján megjelenő tervező Cím és POI megadása viszonylag egyszerű	Gyaloglási beállítások; kerekesszékes, mozgáskorlátozott beállítások teljes hiánya; Térképen rábökéssel helymegadás hiánya; Közlekedési mód választás: összevontan kezeli a busz-villamos, metró, RER-villamos módokat.
Útvonal- terv	6,3	Egyszerű, egyértelmű kezelőfelület; Koordináta alapú helymegadás és térképen rábökéses helymegadás egyszerű	Gyaloglási beállítások, kerekesszékes, mozgáskorlátozott beállítások teljes hiánya; Utazási beállítások csak tájékoztatóként jelennek meg; Nem lehet érkezési időpontot megadni; Közlekedési mód választás hiánya

3 Az „ideális” személyre szabható közösségi útvonaltervező alkalmazás specifikációja

A fejezetben bemutatom a teljes utazási folyamatra kidolgozott útvonal-értékelési módszert - mely az utas személyre szabható beállításain alapszik - és az ehhez kapcsolódó alkalmazás tervezetet.

A tervezett alkalmazásnak két szükséges komponense van. Az útvonal-lehetőségeket megtervező alkalmazás és az ezen útvonalakat - a beállítások személyre szabásán alapuló - értékelő alkalmazás. Egy tetszőleges útvonaltervező alkalmazás az utas induló és célállomása, valamint utazási idejének ismeretében meghatározza az indulási pont 1000 méteres környezetében található összes közösségi közlekedési megállóból a cél elérésének útvonalát. Az 1000 méteres lehatárolás oka, hogy a szakirodalmak [21],[22],[23] egy területet közösségi közlekedéssel lefedettnek tekintik, ha a vonzaskörzettől, illetve a jármű fajtájától függően 200-1000 méter távolságon belül van közösségi közlekedési megálló. Hiszen hiába jók egy terület közösségi közlekedési kapcsolatai (sűrű követés, belvárosi kapcsolat), ha a megállók eléréséhez sokat kell gyalogolni [23].

Az útvonaltervező ezeket **az útvonalakat a lehető legrészletesebben tervezi meg, a gyaloglási és utazási útvonal minden lehetőségét** (pl. egyik és másik oldali járdát külön véve), **az összes megadható kombinációban**. Jelenlegi ismereteim szerint ennyire a részletekbe menő útvonaltervező nincs.

Abban az esetben, ha adott lesz egy, az előbbieken ismertetett minden részletre kiterjedő útvonaltervező, az még önmagában nem elég a megfelelő tájékoztatáshoz, hiszen a **felhasználók** nem egyformák, a **személyes jellemzőik alapján a preferált útvonal változhat**. Ezért **az útvonaltervező által megadott útvonal lehetőségek csak kiindulási értékek**, az hogy éppen melyik járattal, milyen gyaloglási útvonalon történjen az utazás az a kidolgozott algoritmus függvényében változhat. Az algoritmus eredménye egy minősítő szám, mely **az első megállóhely és az odatartó gyaloglási út jellemzői alapján értékeli és hasonlítja össze az összes**, az ideális tervező alkalmazás által **meghatározott útvonalat**. Az algoritmus a felhasználó személyes jellemzőit veszi figyelembe a minősítés során. **Célom, hogy a minősítő szám a leginkább vissza tudja adni az utas személyes beállításait.**

3.1 Az algoritmus kidolgozása

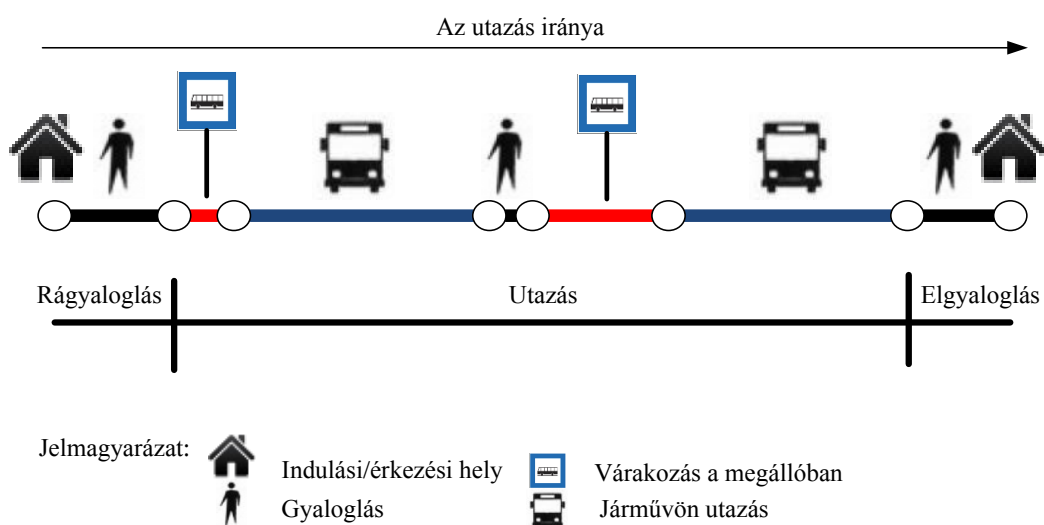
Az algoritmus működésének eredménye egy minősítő szám. A működéshez meg kell határozni az értékelés során alkalmazandó személyre szabható szempontokat. Ezért kialakítottam egy szempontrendszert; eközben a saját tapasztalataimat, és a meglévő alkalmazások példáit követtem. A szempontokat a későbbiekben lehet bővíteni (esetleg szűkíteni). A 2. fejezetben található szempontokat módosítottam a személyre szabhatóság javítása érdekében, illetve némely szempontot elhagytam, valamint megfogalmaztam teljesen új szempontokat is. A kerékpáros utazásra vonatkozó beállítási lehetőségeket például elhanyagoltam, mivel dolgozatomban a hangsúly a közösségi közlekedési megállóknál gyalogos megközelítésén van. A szempontok alapján meghatároztam egy függvényt, mely egy-egy útvonalnak a felhasználóra jellemző ellenállás értékét adja meg.

A szempontokat két rendezőelv szerint csoportosítottam:

- a felhasználó személyére mindig, vagy többnyire jellemző (statikus jellemzők) és
- az adott helyváltoztatásra jellemző tulajdonságokra (dinamikus jellemzők).

Másfajta csoportosítás szerint a helyváltoztatás fázisai alapján rendszereztem a szempontokat, melyet a 3. ábra szemléltet,

- I. a kiinduló ponttól az első megálló peronjáig tartó gyaloglás (rágyaloglás),
- II. a várakozás és az utazás (esetleges átszállással) és
- III. az utolsó megállótól a célpontig tartó gyaloglás (elgyaloglás).



3. ábra: A helyváltoztatás fázisai

(forrás: a szerző saját munkája)

A csoportosítások között átfedések lehetnek, hiszen például nagy csomaggal való utazás során kerülni szeretnénk a lépcsőket, míg csomag nélkül lehet, hogy számunkra közömbös a lépcsőzés.

Az útvonalak minősítő értéke (r), vagyis egy az utazó szempontjait figyelembe vevő ellenállás érték a következő:

$$r = t_{access} + t_{journey} + t_{egress} \quad (3.1)$$

A t értékek a helyváltoztatási pontjainak felelnek meg,

azaz t_{access} : a kiinduló ponttól az első megálló peronjáig tartó gyaloglás (rágyaloglás) korrigált ideje,

$t_{journey}$: az utazás további részének korrigált ideje (első járműre történő felszállástól),

t_{egress} : az utolsó megállótól a célpontig tartó gyaloglás (elgyaloglás) korrigált ideje.

A következőkben a helyváltoztatás minősítő algoritmus (3.1) három elemét részletezem.

3.1.1 A kiinduló ponttól az első megálló peronjáig tartó gyaloglás

Az ideális útvonaltervező által meghatározott összes gyaloglási útvonal lehetőségre meg lehet határozni egy minősítő számot, felhasználva a felhasználó személyes véleményét. **A rágyaloglási fázis a kiinduló helytől az első megálló peronjáig tart.** Azaz a nem közvetlenül az utcán lévő megálló, vagyis többnyire metró- és vasútállomások, ahol egy utasforgalmi létesítményen is keresztül kell haladni a peronig, szintén ebbe, a gyaloglási fázisba soroltam. Azon egyszerűsítést alkalmazva, hogy az utasforgalmi létesítmények mindig nyitva állnak, vagyis a gyaloglási fázis minősítése a nap bármely szakában megtörténhet.

A 12. táblázat a gyaloglási fázis személyre szabható beállítási szempontjait, illetve azok jelét, a szempontokhoz tartozó választási lehetőségeket és az ezekhez tartozó ellenállás értékeket, korrekciós tényezőket tartalmazza (kivéve a 2. „Maximális gyaloglási távolság” szempont). A korrekciós tényezőket a minősítő szám képzésénél használtam. (Megjegyzés: Az utas általi gyaloglásra vonatkozó beállítások a várakozás és az utazás (II.) fázis esetleges átszállási gyaloglására, illetve az elgyaloglási (III.) fázisra is vonatkoznak.)

A beállítások elvégzése opcionális a felhasználó számára. A táblázatban sárgával jelölt választási lehetőségek az alapértelmezettek, vagyis ha a felhasználó adott szempontot nem kívánja személyre szabni, a mutatószám képzésénél ezen érték fog számítani.

12. táblázat

Személyre szabható beállítási szempontok, azok választási lehetőségei és a hozzájuk tartozó értékek a gyaloglási fázisra vonatkozóan

(forrás: a szerző saját munkája)

Hely- változ- tatási fázis	Beállítási szempontok			Választható lehetőségek	Választható lehetőségekhez tartozó értékek
	Ssz.	Megnevezés	Jele		
I. Gyaloglás	1.	Gyaloglási sebesség [km/h]	v	Rendkívül gyors	6
				Gyors	5
				Átlagos	4
				Lassú	3
				Rendkívül lassú	2
	2.	Maximális gyaloglási távolság [m]	d_{wmax}	200	Kizáró szempont, ha $d_w > d_{wmax}$
				400	
				600	
				800	
				1000	
	3.	Emelkedő/lejtő	x_{w_r}	Közömbös	1
				Zavaró	1,1
				Kizáró	1000
	4.	Lépcső	x_{w_s}	Közömbös	1
				Zavaró	1,15
				Kizáró	1000
	5.	Mozgólépcső	x_{w_e}	Közömbös	1
				Zavaró	1,1
				Kizáró	1000
	6.	Lift	x_{w_l}	Közömbös	1
				Zavaró	1,14
				Kizáró	1000
	7.	Rámpa	$x_{w_{rm}}$	Közömbös	1
				Zavaró	1,05
	8.	Gyalogátkelőhely lámpával	$x_{w_{zcl}}$	Közömbös	1
				Zavaró	1,03
	9.	Gyalogátkelőhely lámpa nélkül	$x_{w_{zc}}$	Közömbös	1
				Zavaró	1,05
	10.	Gyalogátkelőhely nélküli keresztezés	x_{w_c}	Közömbös	1
				Zavaró	1,06
	11.	Süllyesztett padka hiánya	$x_{w_{rs}}$	Közömbös	1
				Zavaró	1,02
				Kizáró	1000
	12.	Vakvezető rendszer hiánya (csak utasforgalmi létesítményben)	x_{hc_1}	Közömbös	1
				Zavaró	1,01
				Kizáró	1000
	13.	Kerekesszékekkel elérhető peron hiánya	x_{hc_2}	Közömbös	1
				Kizáró	1000
	14.	Segítőszemélyzet hiánya (csak utasforgalmi létesítményben)	x_{hc_3}	Közömbös	1
				Kizáró	1000

Az egyes szempontok magyarázata:

Gyaloglási sebesség (1.):

Az utazónak a kívánt gyaloglási sebességét öt kategóriából lehet kiválasztania. A legtöbb tanulmány az átlagos gyaloglási sebességet 4 és 4,8 km/h közötti értékben határozza meg. A gyaloglás sebessége több tényező együttes függvénye. Függ

- az utazás motivációjától,
- aktuális körülményétől (pl. siet-e),
- a gyalogos életkorától,
- fizikai és lelki állapotától, testi adottságaitól,
- a terep és időjárási viszonyoktól [24],
- illetve hogy visz-e magával csomagot.

Mindezek függvényében, valamint a jelenlegi utazás tervező programok által használt értékek alapján, a gyaloglási sebességet a következő öt kategóriába soroltam. Az úttesten való átkelés megnövelt sebességét a kategóriák képzésénél figyelmen kívül hagytam (Az MUTCD [25] 3,5 - 4 láb/m, azaz 3,84 – 4,4 km/h közé teszi a gyalogátkelőhelyek kialakításánál irányadó tervezési sebességet.). A sebességkategóriákat a 13. táblázat tartalmazza. A táblázat első oszlopában a sebességkategóriák megnevezése a hozzá tartozó intervallum értékkel, második oszlopában a számítások során a kategóriánál alkalmazott értékek, utolsó oszlopában pedig a választás megkönnyítő sebesség kategóriákhoz tartozó jellemzők találhatók.

13. táblázat

Sebességkategóriák

(adatok forrása: [22],[24],[25], [26], [27], [28], [29])

Sebesség kategóriák			Számítás során alkalmazandó érték [km/h]	Jellemző felhasználói csoportok
Ssz.	Neve	[km/h]		
1.	Rendkívül gyors	> 5,5	6	Siető utas, erőltett gyaloglással
2.	Gyors	4,6 - 5,5	5	Fiatal egyedül
3.	Átlagos	3,6 - 4,5	4	Középkorú egyedül; fiatal és középkorú párok; 3 fős csoport és család; közepes csomaggal fiatal vagy középkorú
4.	Lassú	2,6 - 3,5	3	Idős egyedül; idős párok; >3 fős család; >4 fős csoport; kisgyerekkel; nagy csomaggal fiatal vagy középkorú ember
5.	Rendkívül lassú	< 2,5	2	Idős (bottal, járókerettel); idős nagy csomaggal

Maximális gyaloglási távolság (2):

A felhasználó számára a távolság értékek ötféle érték közül választhatók ki, mely értékek a maximális gyaloglási távolságot jelölik, amelyet a felhasználó hajlandó megtenni a megállóhely elérése érdekében. Ez a szempont egy lehatárolás, a beállítottnál messzebb lévő megállókat nem veszem számításba. Alapértelmezett feltételként a maximális, vagyis 1000 métert határoztam meg, hogy útvonal ezért ne eshessen ki. A távolságértékeket a 14. táblázat tartalmazza.

14. táblázat

Megadható maximális gyaloglási távolságok

(forrás: a szerző saját munkája)

	1.	2.	3.	4.	5.
Maximális gyaloglási távolság értéke [m]	200	400	600	800	1000

Emelkedő/lejtő (3):

10%-nál nagyobb emelkedésű és 25 méternél hosszabb útszakaszt tekintettem emelkedőnek/lejtőnek [32]. Emelkedőn haladás során a gyaloglási sebesség változhat. Az emelkedőn a sebességcsökkenést a minősítő szám meghatározásánál állandónak vettem (10%-os csökkenés), függetlenül a sebesség nagyságától. Továbbfejlesztési lehetőség a különböző sebességcsoportokra, illetve meredekségekre meghatározni a sebességcsökkenés mértékét.

Lépcső (4):

Lépcsőnek számít minden nem szintbeli keresztezés is az útvonalon. Lépcsőn való gyaloglás során a gyaloglási sebesség alacsonyabb, a minősítő szám képzésénél azonban a csökkenés mértékét állandónak vettem, annak ellenére, hogy sebességcsoportonként eltérő lehet ennek mértéke. Továbbfejlesztési lehetőség lehet ezen sebességértékek felmérése utascsoportonként, a pontosabb értékek meghatározása érdekében.

Mozgólépcső (5), Lift (6):

Jellemzően utasforgalmi létesítményben megtalálható eszközök. A felhasználó „negatívan” minősítheti a használatukat.

Rámpa (7):

Emelkedése 10%-nál nem nagyobb, hossza maximum 50 méter, ekkor minimum egy vízszintes pihenő szakasszal. [32]

Úttest keresztezése (8, 9, 10, 11):

A gyaloglási fázis során szinte elkerülhetetlen az úttestek keresztezése. Az úttest keresztezése háromféle módon történhet:

- kijelölt lámpás gyalogátkelőhelyen (8),
- kijelölt gyalogátkelőhelyen (9),
- kijelölt gyalogátkelőhely nélkül (10).

Egyszerűsítésként, a főútvonalnak minősülő utaknál, az úttest keresztezése csak a kijelölt gyalogátkelőhelyen megengedett, így a gyalogátkelőhely nélküli keresztezés csak mellékutaknál fordulhat elő.

A biztonság mellett azonban feltartóztatással is jár egy-egy út keresztezése. Az átlagos várakozási idő értékét a szakirodalmakból [33], [34] vett értékek alapján határoztam meg. A várakozási idő függ a csomópont forgalomtechnikai kialakításától, illetve a jármű forgalom nagyságából. Az átlagos várakozási idő a lámpa nélküli gyalogátkelőhelyeknél a gyalogos kockázat vállalásától is függ. A szakirodalmak megkülönböztetnek középső járdaszigetes és anélküli átkelőt. Az egyszerűség kedvéért dolgozatomban a kettő között nem teszek különbséget, valamint eltekintek a járműforgalom nagyságának változásától is. Így az úttestek keresztezésénél az átlagos várakozási idők és biztonság miatti korrekciós tényezők alakulását a keresztezés típusától függően a 15. táblázat foglalja össze. Továbbfejlesztési lehetőség lehet minden kereszteződésnél felmérni az átlagos feltartóztatottság idejét.

15. táblázat

Az úttestek keresztezési módja a hozzá tartozó átlagos várakozási idővel és a biztonság miatti korrekciós tényezővel

(forrás: a szerző saját munkája)

Keresztezés módja	Átlagos várakozási idő [s]	Biztonság miatti korrekciós tényező
	t_c	a_s
Kijelölt lámpás gyalogátkelőhelyen	8	0,85
Kijelölt gyalogátkelőhelyen	3,5	0,95
Kijelölt gyalogátkelőhely nélküli	2	1,05

A keresztezéseknél használt korrekciós tényezők meghatározását tapasztalati úton végeztem. Szakszerű felmérésüket a jövőben szükséges elvégezni.

A süllyesztett útpadka hiánya (11.) a gyaloglási fázis, de első sorban a mozgásukban korlátozott embereket segíthetik ezért, mint szűrési feltétel fontos.

Vakvezető rendszer hiánya (12):

Utastforgalmi létesítményekben lévő látássérültek mozgását segítő rendszerek, melyek hiányát értékelheti a felhasználó.

Kerekesszéssel elérhető peron hiánya (13):

Ezen opció olyan állomásokat tartalmaz, melyek kerekesszéssel megközelíthetőek (pl.: lift, speciális lift található, csak kerekesszékes utas számára). A beállítási lehetősége fontos, hiszen a kidolgozott módszer értelemben az eddigi segítő szempontokat (lift, rámpa) az utas csak negatívan értékelhette.

Segítőszemélyzet hiánya (14):

Olyan metró és vasút állomásokat jelent, ahol a személyzet az utast felsegíti és lesegíti a járműről. A felhasználó a hiányát értékelheti.

A gyaloglási fázis minősítő értéke:

$$t_{access} = (t_{wa} + t'_{pa} + t'_{ca}) \cdot x_{ha} \quad (3.2)$$

ahol: t_{wa} : a síkvidéki gyaloglás ideje (utcán és utastforgalmi létesítményben) [s]

t'_{pa} : a gyaloglási úton lévő akadályok leküzdésének érzékelt időszükséglete [s],

t'_{ca} : az úttest keresztezések érzékelt időszükséglete [s],

x_{ha} : mozgásukban korlátozottak korrekciós tényezője.

t_w : Síkvidéki gyaloglás ideje:

$$t_{wa} = \frac{d_{ws} + d_{wpf}}{v} \quad (3.3)$$

ahol: d_{ws} : távolság a kiinduló pont és a peron vagy utastforgalmi létesítmény bejárata között, a lépcsős és emelkedős szakaszok kivételével

d_{wpf} : gyaloglási távolság az utastforgalmi létesítményen (lépcső, rámpa kivételével)

v : a felhasználó gyaloglási sebessége (a 3.1.1 fejezet szerinti részletezett öt kategória alapján)

t'_p : a gyaloglási úton lévő akadályok leküzdésének érzékelt időszükséglete:

Időalapú, de a személyre szabás miatt korrekciós tényezővel súlyozott idő értékek.

$$t'_{pa} = \sum w \quad (3.4)$$

ahol w elemei a következők: w_r : az emelkedő ellenállás értéke,

w_s : a lépcső ellenállás értéke,

w_e : a mozgólépcső ellenállás értéke,

w_l : a lift ellenállás értéke és

w_{rm} : a rámpa ellenállás értéke.

- w_r : Emelkedő ellenállás értéke:

Az emelkedőn a sebesség csökkenést állandónak vettem (10%-os csökkenés), függetlenül a sebesség nagyságától. Továbbfejlesztési lehetőség a különböző sebességcsoportokra, illetve meredekségekre meghatározni a sebességcsökkenés mértékét. Ha egy útvonalon több emelkedős szakasz van, akkor azokat összegezni kell.

$$w_r = \left[\sum \frac{(e+1) \cdot d_{w_r}}{v \cdot 0,9} \right] \cdot x_{w_r} \quad (3.5)$$

ahol e : az emelkedés [%],

d_{w_r} : az emelkedő hossza [m],

v : a felhasználó gyaloglási sebessége,

x_{w_r} : utas beállításon alapuló korrekciós tényező

- w_s : Lépcsős szakasz ellenállás értéke:

Lépcsőn való gyaloglás során a gyaloglási sebesség alacsonyabb, a csökkenés mértékét állandónak vettem, annak ellenére, hogy sebességcsoportonként eltérő lehet ennek mértéke. Továbbfejlesztési lehetőség lehet ezen sebesség értékek felmérése utascsoportonként, a pontosabb értékek meghatározása érdekében.

Fontos hogy a lépcsőkön megtett tényleges úthosszal számoljunk, ne pedig a légvonalival (a jelenlegi útvonaltervezők a légvonalat nézik). Több lépcső esetén a lépcsőhosszokat összegezni kell.

$$w_s = \left[\frac{\sum d_{w_s}}{v \cdot 0,8} \right] \cdot x_{w_s} \quad (3.6)$$

ahol: d_{w_s} : a lépcsős szakasz hossza [m]

v : a felhasználó gyaloglási sebessége,

x_{w_s} : utas értékelésen alapuló korrekciós tényező.

- w_e : Mozgólépcső ellenállás értéke:

Több mozgólépcsős szakasz esetén a mozgólépcsőhosszakat összegezni kell. A mozgólépcső sebességét a pontos érték ismeretének hiánya esetén $2,3 \frac{km}{h}$ -nak kell venni. Ezt a névleges sebességek [35] átlagolásával határoztam meg.

$$w_e = \left(\sum \frac{d_{se}}{v_e} \right) \cdot x_{w_e} \quad (3.7)$$

ahol: d_{se} : a mozgólépcső hossza

v_e : a mozgólépcső sebessége $v_e = 2,3 \frac{km}{h}$

x_{w_e} : az utas értékelésen alapuló korrekciós tényező

- w_l : Lift ellenállás értéke:

Több liftes szakasz esetén a lift hosszakat összegezni kell. A lift sebességének és az átlagos várakozási idő pontos értékének ismeretének hiányában, a 3,6 km/h sebesség és 25 másodperc időértéket állapítottam meg, szakirodalmi források [35] és tapasztalati út alapján. Ezekről pontos adatokat az adott területen működő liftek felmérése alapján lehet szerezni.

$$w_l = \left[\sum \left(\frac{d_{wl}}{v_l} + t_{vl} \right) \right] \cdot x_{w_l} \quad (3.8)$$

ahol: d_{wl} : a liftút hossza

v_l : a lift sebessége $v_l = 3,6 \frac{km}{h}$

t_{vl} : átlagos várakozási idő $t_{vl} = 25 s$

x_{w_l} : az utas értékelésen alapuló korrekciós tényező

- w_r : Rámpa ellenállás értéke:

A kis emelkedés miatt eltekintek a gyaloglási sebesség csökkenésétől, illetve a pihenő vízszintes szakaszok hosszától is.

$$w_{rm} = \left[\sum \frac{(e+1) \cdot d_{wrm}}{v} \right] \cdot x_{w_{rm}} \quad (3.9)$$

ahol e : az emelkedés [%],

d_{wrm} : a rámpa hossza [m],

v : a felhasználó gyaloglási sebessége,

$x_{w_{rm}}$: utas értékelésen alapuló korrekciós tényező

t'_c : az úttest keresztezések érzékelt időszükséglete:

$$t'_{ca} = (w_{zcl} + w_{zc} + w_c) \cdot x_{w_{rs}} \quad (3.10)$$

ahol: w_{zcl} : a kijelölt lámpás gyalogátkelőhely ellenállás értéke,
 w_{zc} : a kijelölt gyalogátkelőhely ellenállás értéke,
 w_c : a kijelölt gyalogátkelőhely nélküli keresztezés ellenállás értéke,
 $x_{w_{rs}}$: az útpadka miatti utas értékelésen alapuló korrekciós tényező ($x_{w_{rs}}$ akkor releváns, ha van nem süllyesztett padka az útvonalon, akár egy is)

- w_{zcl} : Kijelölt lámpás gyalogátkelőhely ellenállás értéke:

$$w_{zcl} = n_{zcl} \cdot t_{c_{zcl}} \cdot a_{s_{zcl}} \cdot x_{w_{zcl}} \quad (3.11)$$

ahol: n_{zcl} : az útvonalon igénybevett lámpás gyalogátkelőhelyek száma,
 $t_{c_{zcl}}$: az átlagos várakozási idő $t_{c_{zcl}} = 8 \text{ s}$,
 $a_{s_{zcl}}$: a biztonság miatti korrekciós tényező $a_{s_{zcl}} = 0,85$,
 $x_{w_{zcl}}$: az utas értékelésen alapuló korrekciós tényező

- w_{zc} : Kijelölt gyalogátkelőhely ellenállás értéke:

$$w_{zc} = n_{zc} \cdot t_{c_{zc}} \cdot a_{s_{zc}} \cdot x_{w_{zc}} \quad (3.12)$$

ahol: n_{zc} : az útvonalon igénybevett lámpa nélküli gyalogátkelőhelyek száma,
 $t_{c_{zc}}$: az átlagos várakozási idő $t_{c_{zc}} = 3,5 \text{ s}$
 $a_{s_{zc}}$: a biztonság miatti korrekciós tényező $a_{s_{zc}} = 0,95$
 $x_{w_{zc}}$: az utas értékelésen alapuló korrekciós tényező.

- w_c : Kijelölt gyalogátkelőhely nélküli keresztezés ellenállás értéke:

$$w_c = n_c \cdot t_{c_c} \cdot a_{s_c} \cdot x_{w_c} \quad (3.13)$$

ahol: n_c : a keresztezendő lámpás csomópontok száma
 t_{c_c} : az átlagos várakozási idő $t_{c_c} = 2 \text{ s}$
 a_{s_c} : a biztonság miatti korrekciós tényező $a_{s_c} = 1,05$
 x_{w_c} : az utas értékelésen alapuló korrekciós tényező

x_h : mozgásukban korlátozottak korrekciós tényezője:

$$x_{h_a} = \prod x_{hc_i} \quad (3.14)$$

ahol: x_{hc_1} : vakvezető rendszer utas preferencia alapú korrekciós tényezője.

x_{hc_2} : kerekesszékek igénybe vehető állomás utas preferencia alapú korrekciós tényezője,

x_{hc_3} : a segítőszemélyzet hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező.

Akkor releváns értékek, ha adott állomás nem vehető igénybe kerekesszékek és/vagy adott állomáson nincs vakvezető rendszer és/vagy segítőszemélyzet, illetve a felhasználó nem „Közömbös”-ként értékelte a szempontokat.

A minősítő szám egy időalapú ellenállás érték, de nem a pontos gyaloglási időt tartalmazza, annak egy közelítő értékét adja meg, mely az érzékelt időt adja vissza.

A felhasznált hálózati adatok statikus jellegűek, a gyaloglás leképezése statikus gráfokon történik. Ezen módszer hatalmas, kiterjedt és folyamatosan karbantartott adatbázist követel meg, ahol minden szakasz és csomópont adata ismert, valamint az utasforgalmi létesítményeken belüli és az ahhoz tartó mozgások is pontosan leképezhetők. Azaz minden lépcső, mozgólépcsőút, liftút, rámpa és emelkedő hossz ismert, minden lift és mozgólépcső sebesség ismert, valamint ismertek a különböző elemekhez tartozó gyaloglási távolságok is. **Lehetséges tovább fejlesztési út a dinamikus adatok kezelése, a dinamikus gráfok használata** (lámpa programok változása, útfelújítások kezelése), **illetve olyan adatbázis használata, amely tudja kezelni az időszakos változásokat** (pl.: elromlott lift, átépítés miatti lépcsőzés, stb.).

3.1.2 Várakozás és utazás

A várakozás alapja a várakozási idő, vagyis a peronra lépéstől a jármű érkezéséig eltelt idő. Ezen érték **dinamikus változó, mivel függ az I. fázis (rágyalogás) időszükségletétől, a várakozás megkezdésének időpontjától, illetve az érkező jármű érkezési idejétől, tulajdonságaitól is, valamint az utas személyre szabásától.** A várakozási időintervallum végét a jármű érkezése jelenti. **A jármű érkezési ideje statikusan nyert érték, mely fejlett forgalomirányító rendszer mellett dinamikus is lehet.** Az utazási fázis szoros kapcsolatban

áll a várakozási fázissal, hiszen van olyan eset, amikor hajlandóak vagyunk többet várni egy, az igényeinknek leginkább megfelelő járműre.

A várakozás és utazás érzékelt idejét befolyásoló személyre szabható beállítási szempontokat az 16. táblázat tartalmazza. A táblázat a várakozási és utazási fázis személyre szabható beállítási szempontjait, illetve azok jelét, a szempontokhoz tartozó választási lehetőségeket és az ezekhez tartozó ellenállás értékeket, vagyis az utas preferencián alapuló korrekciós tényezőket tartalmazza. A táblázatban a választási lehetőségek közül a sárgával kiemelt az alapértelmezett értékek. A nyilak az egyes szempontok egymásra hatásait mutatják.

16. táblázat

Személyre szabható beállítási szempontok, azok választási lehetőségei és a hozzájuk tartozó értékek a várakozási és utazási fázisra vonatkozóan

(forrás: a szerző saját munkája)

Helyváltoztatási fázis	Beállítási szempontok			Választható lehetőségek	Választható lehetőségekhez tartozó értékek
	Ssz.	Megnevezés	Jele		
II. Várakozás + Utazás	15.	Utasinformációs rendszerek hiánya az állomáson	x_{s_1}	Közömbös	1
				Zavaró	1,08
	16.	Utaskényelmi megállóbútor hiánya a peronon	x_{s_2}	Közömbös	1
				Zavaró	1,11
	17.	Alacsonypadlós jármű hiánya	x_{v_1}	Közömbös	1
				Zavaró	1,05
	18.	Légkondicionáló hiánya (járművön)	x_{v_2}	Közömbös	1
				Zavaró	1,03
	19.	WiFi hiánya (járművön)	x_{v_3}	Közömbös	1
				Zavaró	1,02
	20.	Kerekesszékekkel igénybevehető jármű hiánya	x_{v_4}	Közömbös	1
				Kizáró	1,02
	21.	Maximális várakozási idő az állomáson az ideálisabb jármű érkezéséig [perc]	$t_{v_{max}}$	0	
				5	
				10	
				15	
	22.	Közlekedési mód kizárása	x_{v_5}	Autóbusz	1000
				Villamos	1000
				Metró	1000
				...	...
	23.	Közvetlenutazás hiánya	x_{j_t}	Közömbös	1
				Zavaró	1,4
				Kizáró	1000

Az egyes szempontok magyarázata:

Utasinformációs berendezések (15) és utas kényelmi megállóbútorok hiánya (16):

Az utasinformációs berendezések jelenthetik multimédiás eszköz meglétét az állomáson, melyeken hírek, információk olvashatóak, az utas kényelmi megállóbútorok pedig várakozókat, melyekben ülőhely is található. Ezek meglétét alapfelszereltségnek tekintem, így az utas preferenciája csak a hiányuk esetén releváns. Továbbfejlesztési lehetőség lehet ezen két szempont árnyaltabb megítélése és ettől függő értékelése (pl.: információs berendezések száma, ülőhelyek száma, várakozóhely felszereltsége, stb.). Ha van egy tájékoztató rendszer (15), vagy esőbeálló székekkel (16) a szempontokat adott megállóban megtalálhatóként jellemzem.

Érkező jármű tulajdonságai (17, 18, 19):

A jármű tulajdonságainak

- az alacsonypadlót,
- a légkondicionálót és
- a WiFi-vel felszereltséget

állapítottam meg. Egy ideális rendszert feltételeztem, ahol ezen tulajdonságok minden járműben megtalálhatók, így az utas preferenciája szintén csak a hiányuk esetén releváns. Az eddigi szempontok az érzékelt várakozási és utazási idő csökkentésében vállalnak szerepet.

Kerekesszékek igénybe vehető jármű hiánya (20):

Olyan járműveket jelent, melyek nem feltétlen alacsonypadlósak, de a kerekesszékes utazó szállítása megoldott (pl.: speciális emelő segítségével).

Maximális várakozási idő az állomáson az ideálisabb jármű érkezéséig (21):

Az előbbi négy szempont függvénye (17-20). Ha a felhasználó a 17-20 szempont valamelyikét „Közömbös”-ről megváltoztatta, akkor van jelentősége. Ha a legkisebb várakozási értékhez tartozó érkező jármű nem felel meg a kritériumoknak, de a felhasználó beállított egy várakozási értéket, akkor ha azon értéken belül érkezik megfelelőbb jármű, a továbbutazás az adott járművel történik. Ekkor a várakozási idő is változik. A választható várakozási értékeket a 17. táblázat mutatja meg.

17. táblázat

Megadható maximálisvárakozási idő értékek az ideális járműért

(forrás: a szerző saját munkája)

	1.	2.	3.	4.
Maximális gyaloglási távolság értéke [m]	0	5	10	15

Közlekedési mód kizárása (22):

Ha a felhasználó az adott járművet kizárta és az éppen érkező jármű a kizárt járműfajta, az utazás ezres szorzója az adott útvonalat kizárja.

Közvetlenutazás hiánya (23):

Korrektíós tényező, csak abban az esetben befolyásolja a mutatószám alakulását, ha van átszállás az utazás során. „Kizáró” értékelésnél az átszállással megvalósítható utazások kizárásra kerülnek, „Zavaró” értékelésnél pedig a mutatószám növekedéséhez vezetnek.

A várakozás és utazási fázis minősítő értéke:

$$t_{journey} = t_{wait}(t) \cdot x_s + t_t \cdot x_v + Y \quad (3.15)$$

ahol: $t_{wait}(t)$: a peronon történő várakozás ideje

x_s : az érzékelt várakozási időt befolyásoló korrektíós tényezők,

t_t : a jármű menetideje (menetrendi, statikus adat),

x_v : az érkező jármű minősítő korrektíós tényezője,

Y : az átszállások miatti korrektíós tényező.

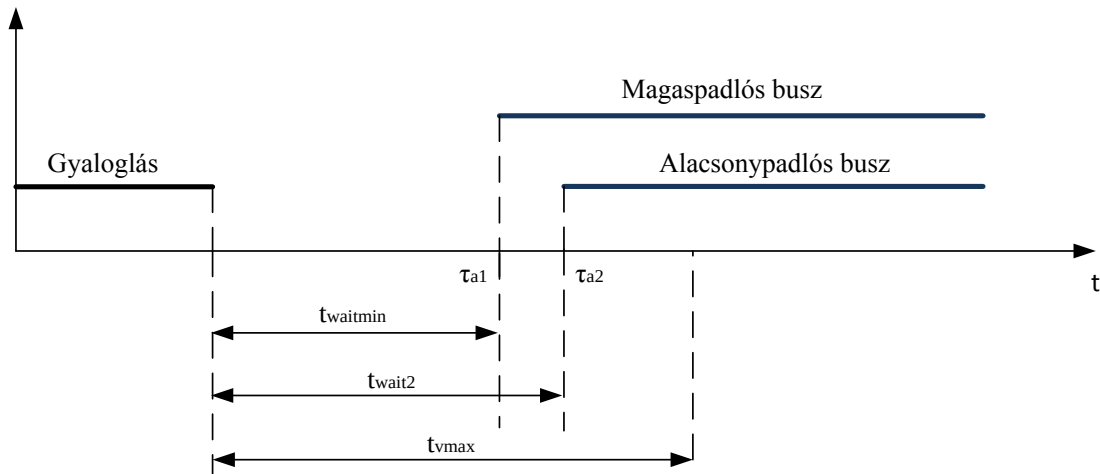
t_{wait} : A peronon történő várakozás ideje:

Függ a megállóba gyaloglás idejétől, az érkező járművek tulajdonságaitól, az ideálisabb jármű érkezése miatti maximális várakozási időtől, illetve a járművek menetrendjétől. Értékét a preferenciák alapján megállapított jármű indulási idő és a megállóba érkezés idejének különbségéből kell meghatározni. Ha

- $t_{v_{max}} = 0$, tehát a felhasználó nem állított be maximális várakozási időt a jobb járműért (21. szempont), az odagyaloglást követő legkorábbi induló jármű indulási ideje és az odaérkezés idejének különbsége a várakozási idő, ha
- $t_{v_{max}} \neq 0$, tehát a „Maximális várakozási időt a jobb járműért” szempontot átállította a felhasználó és a 16. táblázat 17-20-as szempontjai közül akár egyen is a „Közömbös”-től eltérő értékelés választott, a várakozási idő az első jobb minősítést kapott jármű (x_j) indulási idejének és az odagyaloglás érkezési idejének különbsége. Ha az így kapott várakozási idő nagyobb, mint a felhasználó által meghatározott maximális várakozási idő, az első megoldás, tehát a legkorábbi indulás valósul meg.

A 4. ábra egy példán szemléltetem a várakozási idő változását. A felhasználó az alacsonypadlós jármű hiányát zavarónak állította és hajlandó várni egy ideálisabb járműre.

Mivel $t_{v_{max}} > t_{wait2}$ az utas a τ_{a_2} pillanatban induló busszal fog csak elmenni.



4. ábra: A várakozási idő alakulását szemléltető ábra

(forrás: a szerző saját munkája)

x_j : Az érkező jármű minősítő korrekciós tényezője:

$$x_v = \prod_{i=1}^5 x_{v_i} \quad (3.16)$$

ahol:

x_{v_1} : az alacsonypadlós jármű hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező,

x_{v_2} : a járműben lévő légkondicionáló hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező,

x_{v_3} : a járműben lévő WiFi hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező,

x_{v_4} : kerekesszékekkel igénybevehető jármű hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező,

x_{v_5} : a közlekedési mód kizárása miatti korrekciós tényező (értéke akkor 1000, ha az éppen ékező jármű típust zárta ki a felhasználó)

Akkor releváns értékek (3.4), ha adott járműre nem teljesül a szempont által megfogalmazott tulajdonság (nem alacsonypadlós, és/vagy nem légkondicionált és/vagy nem WiFi-s és/vagy kerekesszékekkel nem igénybevehető a jármű), illetve a felhasználó nem „Közömbös”-ként értékelte a szempontokat.

x_s : a várakozási időt befolyásoló korrekciós tényezők:

$$x_s = \prod x_{s_i} \quad (3.17)$$

ahol: x_{s_1} : a peronon lévő utasinformációs informatikai berendezések hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező,

x_{s_2} : a peronon lévő utas kényelmi megállóbútorok hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező.

Y : Átszállások miatti korrekciós tényező:

Sok esetben az utazás nem egy járművel történik. Át kell szállni, az átszállás során pedig további gyaloglásra lehet szükség, illetve az új járműnek is más paraméterei (alacsonypadló, légkondicionáló, stb.) lesznek. Ha van átszállás, az eddigi lépéseket újra végig kell csinálni. Y értékének számítása átszállásos utazás esetén ($Y = 0$, ha átszállásmentes az utazás):

$$Y = \sum_{i=2}^n \left[t_{transfer\ walking_i} + t_{stop_i} + [t_{t_i} \cdot x_j] \right] \cdot x_{j_t} \quad (3.18)$$

ahol: i : az újbóli folyamatok száma (átszállási gyaloglás, megállóhely, következő jármű). A kezdő érték kettő, mert az első folyamat az indulási helytől az első járműről való leszállásig tart.

$t_{transfer\ walking}$: az átszálláshoz szükséges gyaloglási idő meghatározása. A minősítő szám képzése a 3.1.1 fejezetben leírtak szerint alakul.

x_{j_t} : közvetlenutazás hiánya miatti utas preferencián alapuló korrekciós tényező.

Átszállás esetén az x_{h_e} , mozgásukban korlátozottak korrekciós tényezőjénél (a vakvezető rendszer, kerekesszékekkel igénybe vehető állomás és segítőszemélyzet) a leszállási és a felszállási (ha nem közös peronon történik az átszállás) megállóhelyet együttesen értékelem. Azaz, ha csak egyik állomáson van például vakvezető rendszer, a vakvezető rendszer feltétel nem teljesül az átszállásnál.

3.1.3 Az utolsó megállótól a célpontig tartó gyaloglás

A helyváltoztatási fázis minden megállapítása, minden szempont megegyezik a 3.1.1 fejezetben leírtakkal, hiszen ugyanúgy gyaloglásról van szó. A megállapításokat ebben a fejezetben így nem ismételtem meg.

$$t_{egress} = (t_{we} + t'_{pe} + t'_{ce}) \cdot x_{he} \quad (3.19)$$

Az x_{he} , mozgásukban korlátozottak korrekciós tényezője ebben az esetben az utolsó megállóra vonatkozik, azaz a vakvezető rendszer, kerekesszékekkel igénybe vehető állomás és segítőszemélyzet az utolsó, érkező állomásra vonatkozik.

A képletek alkalmazásához ismerni kell adott útvonal tulajdonságait, jellemzőit (gyaloglás, megálló, jármű, stb.), mivel több esetben az utas által beállított választható lehetőséghez tartozó értékek a szempont által kifejezett tulajdonság hiánya esetén lépnek érvénybe.

A gyaloglási távolság beállítása a fázisokra külön-külön vonatkozik, nem pedig az egész helyváltoztatásra beállított maximális távolság, ez alól kivétel az átszállási gyaloglás, ahol ha 500 méternél nagyobb a szükséges távolság, nem tekintek a kapcsolatra átszállási lehetőségként.

A számítások során a **megállóknál, járműveknél felhasznált adatok is statikus jellegűek.** **Továbbfejlesztési lehetőség** a járműveknél is a **dinamikus adatok szolgáltatása**, akár **járműkövető rendszer segítségével a várakozási idő** minél pontosabb **becslése**, vagy a folyamatos jármű-központ kommunikáció miatt a **légkondicionáló, WiFi működéséről való tájékoztatás** is. Ugyanez a dinamizmus a **megállóhelyen lévő berendezések adott pillanatban való működéséről** is megadható. Operatív irányításnál a műszaki vagy egyéb okokból nem alacsonypadlós jármű érkezésének megadása is egy tovább lépési lehetőség, túlmutatva a statikus menetrendi adatokon. Fontos továbbfejlesztési lehetőség lehet a **járművek menet közbeni kapacitás vizsgálata**, mely alapján a tervezésből ki lehetne zárni egy-egy járművet, annak zsúfoltsága miatt.

3.2 Személyre szabhatóság szintje

Az ideális alkalmazásban a személyre szabási beállítások során a felhasználónak nem kell az összes (3. fejezetben részletezett) megadott beállítási szempontok mindegyikét egyenként személyre szabnia. A szempontok személyre szabhatóságánál három csoportot különböztettem meg, ezen csoportok közül lehet a felhasználónak a személyre szabás során választania.

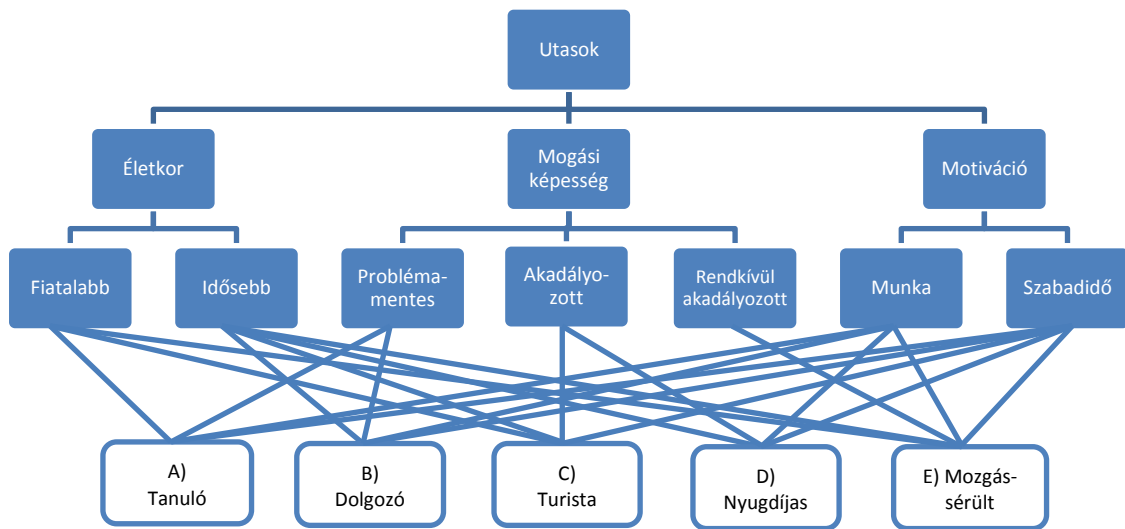
- 1) Szempont megadás nélkül: a felhasználónak a kezdő és végpont, illetve az utazás idejét kell csak megadnia.
- 2) Utascsoportok: a felhasználónak a kezdő és végpont és az utazás idejét kell megadnia, valamint a felkínált csoportok valamelyikébe kell besorolni önmagát.
- 3) Minden feltétel megadásának lehetősége

1) Szempont megadás nélkül:

A kezdő és végpont, illetve indulási/érkezési időponton kívül a felhasználó semmit nem szeretne személyre szabni. Ekkor az útvonalak minősítése az alapértelmezett értékek alapján történik.

2) Utascsoportok:

A személyre szabhatósági feltételek megítélése jelentős mértékben függ az utasok személyes jellemzőitől és a helyváltoztatás jellegétől. Különböző utascsoportokat képeztem az utasokból életkori sajátosságaik, helyváltoztatásaik jellege, illetve mozgási képességeik szerint (Az utascsoportokat az 5. ábra szemlélteti). A képzett csoportok segítik azon felhasználókat a személyes paraméterek beállításában, akik nem szeretnék minden feltételt egyenként megadni. Az utascsoportok mindegyikéhez minden feltétel esetén személyes megítélésem alapján alap értéket határoztam meg. A felhasználónak a személyre szabhatósági beállításoknál elegendő csupán azt a csoportot megadni, amelyikhez a leginkább tartozónak érzi magát. Ekkor az alkalmazás az általam beállított értékeket veszi figyelembe az útvonalak minősítésekor. Az egyes csoportok (A-E) jellemzőik a következők:



5. ábra: Utascsoportok

(forrás: a szerző saját munkája)

- tanuló – fiatal, munka/szabadidő, problémamentes: Rutinszerű útvonalak, illetve szabadidős tevékenységnél a gyorsaság, időpont a meghatározó.
- dolgozó – idősebb, munka/szabadidő, problémamentes: Általában a mindennapos adatok fontosak a számukra.
- turista (ismeretlen területen utazó, nagy csomaggal) – fiatal/idősebb, szabadidő, akadályoztatott. Számukra a megálló megadása, az utazás komfortja, illetve az utazás ideje lehet fontosabb.
- nyugdíjas (idős, nehezen mozgó, babakocsis utazó) - idősebb, szabadidő/munka, akadályozott: Számukra fontos az akadálymentesség a teljes utazási lánc során. Ebbe a kategóriába sorolható a babakocsival közlekedő utazó is.
- mozgássérült (kerekeszékes, járókeretes utas) - fiatal/idősebb, munka/szabadidő, rendkívül akadályoztatott: Számukra a legfontosabb a teljes akadálymentesség mind a járműben, mind a megállóban. A gyaloglási fázisban a lépcső és az emelkedőmentesség a legfontosabb. A csoport tagja önállóan nem, vagy rendkívül korlátozott mértékben tudnak közlekedni. A közlekedési mód irreleváns, a lényeg az akadálymentesség. Hosszabb utat is hajlandóak megtenni, de lehetőleg átszállásmentesen.

A 18. táblázat saját tapasztalataim által a feltételekhez csoportokként rendelt értékeit mutatja be. A csoportok a táblázat fejlécében, míg a beállítható szempontok az első oszlopában, az hozzájuk rendelt értékek pedig a cellákban. (a 3. fejezetben részletezett módon).

3) Minden feltétel megadásának lehetősége

Akár minden feltételt személyre szabhat a felhasználó. Azon értékeket, amiket nem határoz meg, az alapértelmezett beállítás alapján veszi figyelembe az alkalmazás az útvonalak minősítésénél.

18. táblázat

A személyre szabható feltételekhez tartozó beállítások utascsoportonként

(forrás: a szerző saját munkája)

			A) Tanuló	B) Dolgozó	C) Turista	D) Nyugdíjas	E) Mozgássérült
Gyaloglás	1	Gyaloglási sebesség	Gyors	Átlagos	Átlagos	Lassú	Rendkívül lassú
	2	Maximális gyaloglási távolság [m]	1000	600	800	400	400
	3	Emelkedő/lejtő	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Kizáró
	4	Lépcső	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Kizáró
	5	Mozgólépcső	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Kizáró
	6	Lift	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Közömbös
	7	Rámpa	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Zavaró
	8	Gyalogátkelőhely lámpával	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Zavaró
	9	Gyalogátkelőhely lámpa nélkül	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Zavaró
	10	Gyalogátkelőhely nélküli keresztezés	Zavaró	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Zavaró
	11	Süllyesztett útpadka hiánya	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Kizáró
Várakozás+Utazás	Megálló	12	Vakvezetőrendszer hiánya	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Közömbös
		13	Kerekesszéssel elérhető peron hiánya	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Kizáró
		14	Segítőszemélyzet hiánya	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Közömbös
		15	Utasinformációs rendszerek hiánya	Zavaró	Zavaró	Közömbös	Közömbös
		16	Utaskényelmi megállóbütorok hiánya	Közömbös	Zavaró	Zavaró	Közömbös
	Érkező jármű	17	Alacsonypadlós jármű hiánya	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Zavaró
		18	Légkondicionáló hiánya	Zavaró	Zavaró	Zavaró	Zavaró
		19	WiFi hiánya	Zavaró	Zavaró	Zavaró	Közömbös
		20	Kerekesszéssel igénybevehető jármű érkezésének hiánya	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Kizáró
		21	Maximális várakozási idő az ideálisabb járműért [perc]	0	5	5	10
		22	Közlekedési mód kizárása	Közömbös	Közömbös	Közömbös	Közömbös
		23	Átszállásmentes utazás hiánya	Közömbös	Közömbös	Zavaró	Zavaró

3.3 Ideális alkalmazás működési jellemzői

Az ideális alkalmazás az előbbieken ismertetettek szerint ráépül egy „hagyományos” útvonaltervező alkalmazásra, mely az útvonalakat határozza meg. A minősítő algoritmus pedig ezeket az útvonalakat jellemzi, a felhasználó személyre szabható beállításai alapján.

A meghatározott útvonalak személyre szabhatósági beállításokon alapuló minősítése több szinten történik. Az értékelő szintek a következők:

- rágyaloglási fázis,
- 1-től n -ig várakozási és utazási fázis,
- 1-től m -ig átszállási gyaloglási fázis,
- az elgyaloglási fázis.

Ahol

- n az adott útvonalon lévő várakozási és utazási fázisok száma,
- m pedig az útvonalon lévő átszállási gyaloglások száma ($m = n - 1$).

Például 1 átszállásos utazás esetén $n = 2$, $m = 1$.

Az alkalmazás által megvalósítható leképezés egy **nagy, kiterjedt és folyamatosan karbantartott adatbázist követel** meg.

Az útvonaltervező alkalmazás és az minősítő algoritmusból álló alkalmazás tervezett működését, a 19. táblázat mutatja be és a 6. ábra és 7. ábra szemlélteti.

Az útvonalak sorbarendezése a minősítő számok alapján történik. Sok esetben a minősítő szám adott útvonalon kisebb, de az eljutási idő nagyobb, mint egy másik útvonalon. Ez a személyre szabás következménye, mivel a minősítő szám értéke a beállítások függvényében változik.

19. táblázat

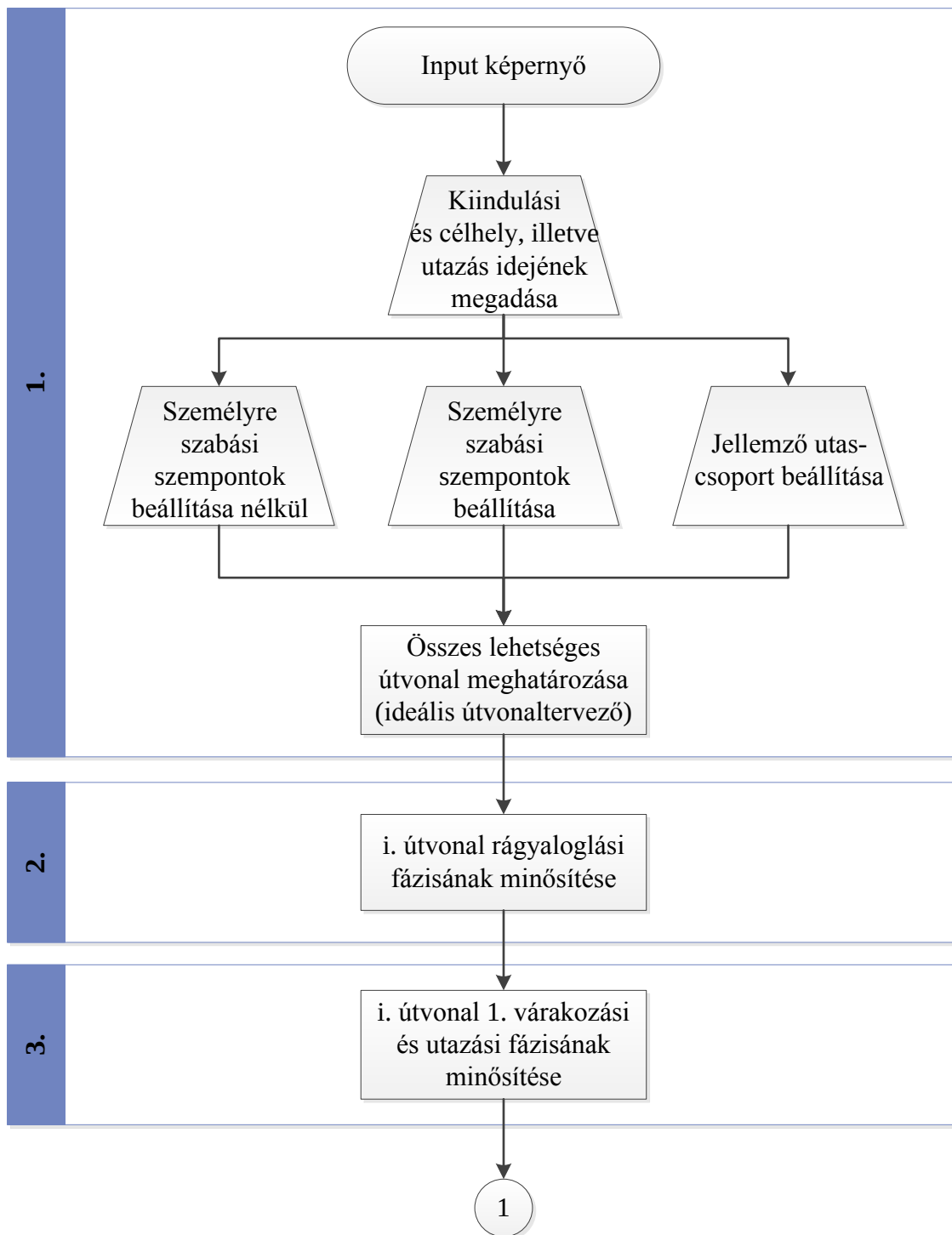
Az ideális rendszer működési folyamata

(forrás: a szerző saját munkája)

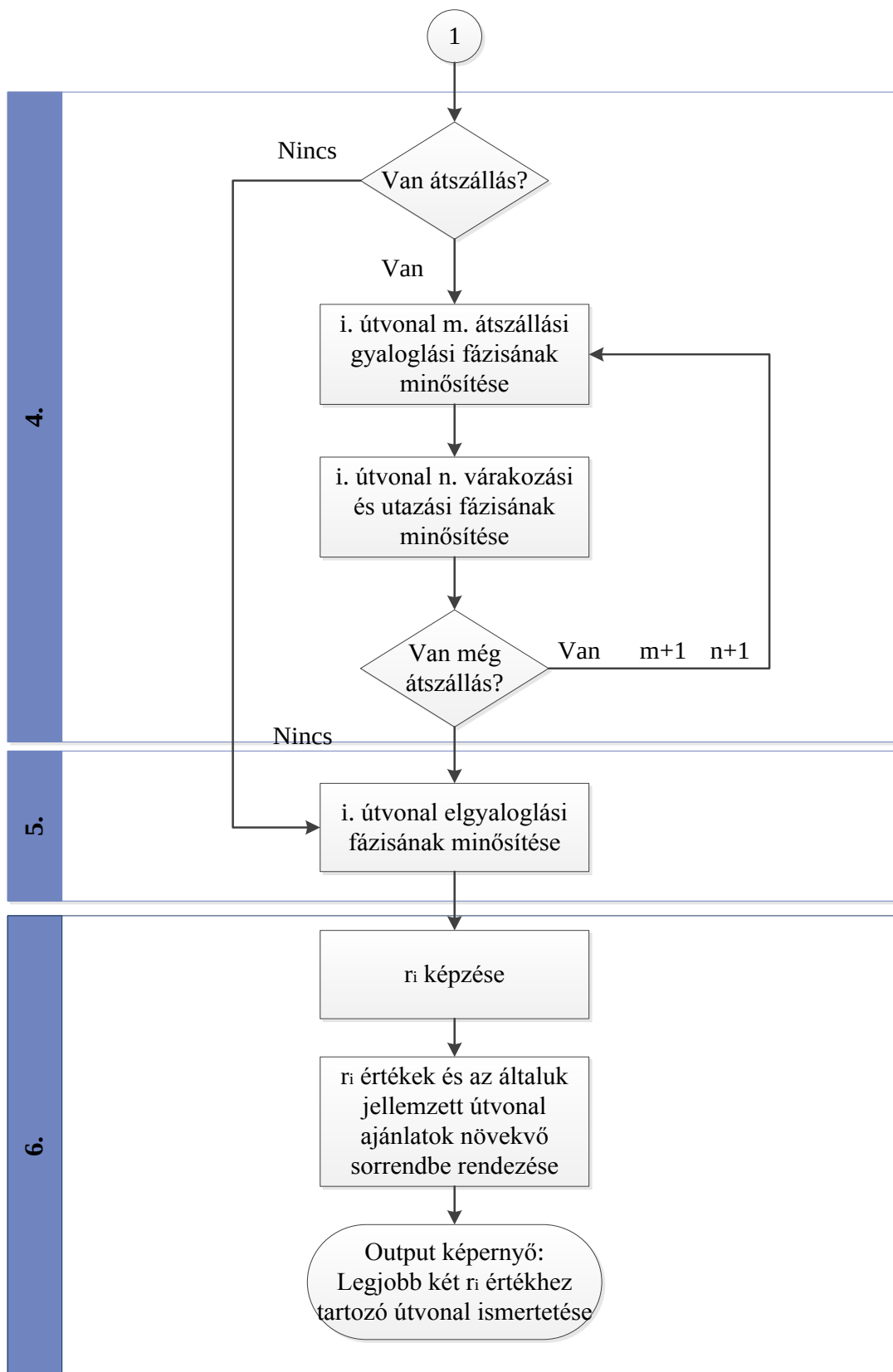
	Információkezelési folyamat	Működés leírása
1.	A kiinduló és cél állomás + utazás idejének megadása; Személyre szabási beállítások megadása	Az ideális útvonaltervező a kiinduló pont 1000 méteres körzetében lévő összes közösségi közlekedési megállóból megtervezi a lehető legrészletesebb gyaloglási fázisokkal az összes útvonalat.
2.	Rágyaloglási fázis értékelése	A gyaloglás személyre szabott beállításai alapján a kilistázott gyaloglási útvonalak értékelése a kidolgozott minősítőszám szerint, ezzel a rágyaloglás idejének meghatározása. Kizáró feltételek esetén egyes útvonalak kiesése.
3.	1-től n-ig a várakozási és utazási fázisok értékelése	A várakozási idő meghatározása az adott megállóba érkezés ideje (2. pont) és a személyre szabási beállítások által meghatározott jármű indulási ideje alapján. A várakozási és utazási fázis értékelése a kidolgozott minősítőszám szerint. Egyes útvonalak kiejtése kizáró feltételek esetén.
4.	1-től m-ig az átszállási gyaloglási fázisok értékelése	A gyaloglás személyre szabott beállításai alapján az átszállási gyaloglási útvonak minősítése a kidolgozott értékelés alapján, meghatározva a szükséges átgyaloglási időt.
5.	Elgyaloglási fázis értékelése	A megmaradó útvonalak elgyaloglási fázisának minősítése, a gyaloglás személyre szabási beállításainak figyelembe vételével.
6.	Legjobb útvonal megadása	A minősítőszámok útvonalankénti összegzése. A legjobb, illetve ha a felhasználó igényli és van, a második legjobb útvonal ismertetése.

ahol n: a várakozási és utazási fázisok száma egy útvonalon belül

m: az átszállási gyaloglások száma ($m=n-1$)



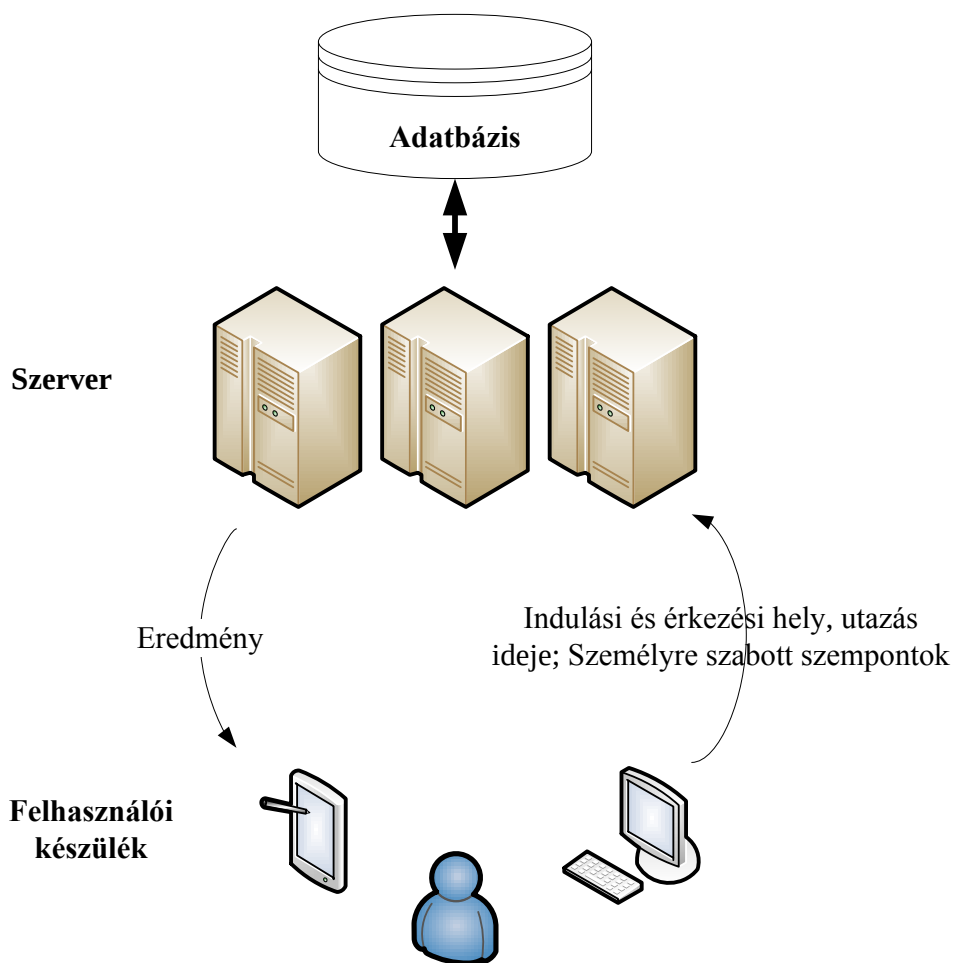
6. ábra: A működést szemléltető folyamatábra
(forrás: a szerző saját munkája)



7. ábra: A működést szemléltető folyamatábra (6. ábra folytatása)

(forrás: a szerző saját munkája)

A mai elvárásoknak megfelelően az alkalmazásnak mind mobiltelefonos, mind számítógépes kezelőfelülettel rendelkeznie kell. A nagyméretű adatbázis igény miatt a tervezés nem történhet egy letöltött adatbázis alapján a felhasználó készülékén. Tehát **a felhasználó által a saját készülékén beállított szempontok interneten (3G, vezetékes) való elküldése után egy központi szerver, a hozzá kapcsolódó adatbázis alapján meghatározza az ideális útvonalat, majd a felhasználó számára a kiszámolt értékeket feltünteti** (8. ábra).

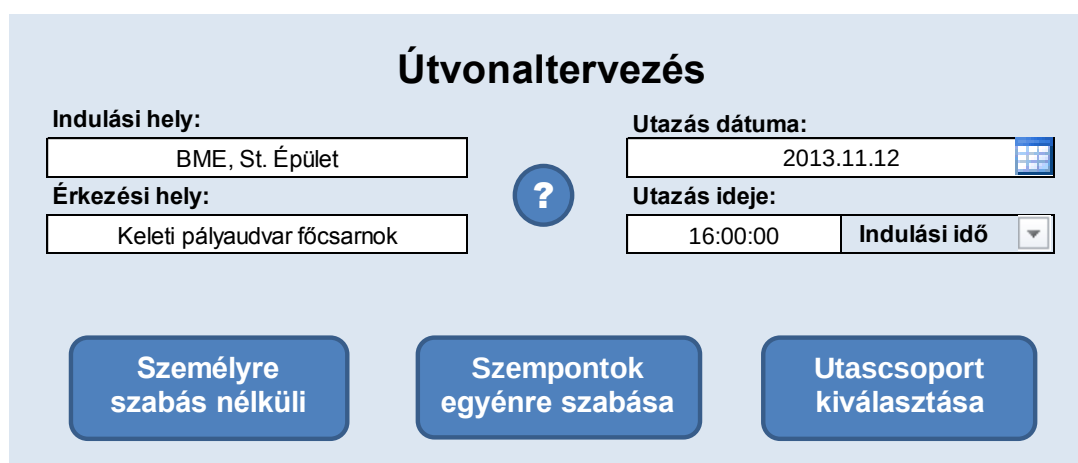


8. ábra: Az adatáramlás szemléltetése
(forrás: a szerző saját munkája)

3.4 A kezelőfelületek (képernyőtervek) bemutatása

A kialakított, a teljes utazást megtervező és minősítő alkalmazás kezelőfelületeit mutatom be az alfejezetben. A képernyőtervekben azt az ideális állapotot feltételeztem, hogy a minősítő algoritmus rá tud épülni a már megvalósított útvonaltervező alkalmazásra.

A kezdőképernyőt a 9. ábra szemlélteti. A kezelés egyszerű. Az indulási és érkezési hely, az utazás dátuma, valamint az utazás idejének megadása után a felhasználónak három lehetőség közül kell választania. Ezek a lehetőségek a személyre szabás szintjei, a 3.2 fejezetben részletezett mód szerint. A kérdőjel ikon megnyomásával a súgó menüpont jelenik meg, mely tájékoztatja a felhasználót a három lehetőségről, illetve az indulási/érkezési hely megadásának formai követelményeiről. A dátum, a naptár ikonra kattintva adható meg, míg a többi lehetőséget be kell írni. Az utazás idejénél először a felhasználónak el kell döntenie, hogy indulási, vagy érkezési időt kíván-e megadni, ezt a legördülő listából tudja kiválasztani, hogy a megadott idő érték indulási vagy érkezési időpont-e.



9. ábra: Az alkalmazás kezdőképernyője

(forrás: a szerző saját munkája)

A kiinduló és cél hely megadása az alábbiak szerint történhet:

- cím alapján,
- POI (Point of interest) megadása,
- megálló alapján,
- koordináta megadása,
- térképen rábökéssel,
- aktuális pozíció alapján.

Ha megállóhelyet ad meg a felhasználó, az útvonaltervező 1000 méteren belüli megállóhely keresése akkor is szükséges, mivel nem feltétlenül alakítható ki a legkedvezőbb útvonal az adott megállóból.

Ha a felhasználó a szempontok egyénre szabására kattintott az összes lehetőséget beállíthatja. A személyre szabási képernyőt az 1. melléklet mutatja be. Ekkor az utazás alapadatain (indulási, érkezési hely, időpont) már nem tud változtatni. A szempontoknál legördülő listából választhatja ki a számára leginkább megfelelő értékelést. Nem beállított szempontnál a minősítő szám számítása az alapértelmezett értékek alapján történik. A kérdőjel ikon a súgó menüt nyitja meg, melyben a szempontok magyarázata található meg. Ha a felhasználó meggondolta magát, lehetőség van visszalépésre, ahol az alapadatok újra beírhatóak („Vissza” gomb). Ha a kívánt szempontokat beállította a „Tervezés” gombra kattintva a legjobb minősítő számot kapott útvonal adatai jelennek meg.

A minősítő szám által javasolt útvonal képernyő tervezetét a 2. melléklet mutatja be. Az utazáshoz szükséges adatok tömören jelennek meg lebontva gyaloglás, várakozás és utazás fázisokra. Az összefoglaló képernyőn a honnan-hová történő gyaloglás, a várakozás helye, utazásnál pedig az érkező jármű viszonylatszáma és iránya. Minden fázisnál szerepel a pontos idő, illetve a fázis időtartama. A fázisok részletezésére is lehetőség van, a „Részletek” gombra kattintva. A részletek

- gyaloglásnál: pontos útvonal leírása, annak tulajdonságaival (pl.: emelkedő hossza, lépcsők hossza, stb.),
- várakozásnál: várakozási megálló tulajdonságai (pl.: van-e utaskényelmi megállóberendezés),
- utazásnál: az érkező jármű tulajdonságai.

Ha az elsőnek javasolt útvonal javaslat nem nyerte el a tetszését, a felhasználónak lehetősége van a második legjobb minősítő számot kapott útvonal megtekintésére is a „Másik útvonal javaslat” gombra kattintva, illetve módosíthat a személyre szabási beállításokon is a „Vissza a beállításokhoz” gombra kattintva. A teljes útvonal térképes megjelenítésére a térkép ikonra kattintva van lehetősége. A „Javasolt második útvonal” képernyő szerkezete (3. melléklet) megegyezik a „Javasolt útvonal” képernyő szerkezetével. Lehetőség van az első javasolt útvonalra való visszalépésre, vagy a személyre szabási beállításokhoz való visszatéréshez.

Amennyiben a kezdőképernyőn a „Személyre szabás nélküli tervezés” gombra kattintott a felhasználó rögtön a „Javasolt útvonal” képernyő jelenik (2. melléklet) meg.

A kezdőképernyőn az „Utascsoport kiválasztása” gombra kattintva a 10. ábrán szemléltetett képernyő jelenik meg. A felhasználónak a legördülő menüből kell kiválasztani a rá leginkább

jellemző csoportot. A kérdőjel ikonra a súgó nyílik meg, ahol a felhasználó tájékoztatást kap az utascsoportokról. Az alapbeállítások változtatásán itt sincs lehetőség, de a „Vissza” gomb megnyomásával a kezdőképernyőre visszajutva van. A „Tervezés” gombra kattintva a „Javasolt útvonal” képernyő nyílik meg.

Csoport megadása

Indulási hely	Utazás dátuma:
BME, St. Épület	2013.11.12
Érkezési hely	Indulási idő:
Keleti pályaudvar főcsarnok	16:00

Melyik csoportba tartozik Ön? ? - ▾

Vissza Tervezés

10. ábra: Az alkalmazás Csoport megadása képernyője
(forrás: a szerző saját munkája)

4 Az algoritmus alkalmazása egy példaterületen

A fejezetben egy példaterületen bemutatom az algoritmus alkalmazását egy egyszerűsített adatbázis alapján.

A példa Budapest két frekventált része, a Műszaki Egyetem és a Keleti pályaudvar közötti útvonal lehetőségeket vizsgálja. Mind a kiinduló, mind a célhely közösségi közlekedési megállóhelyekkel sűrűn ellátott, az arra közlekedő viszonylatokon a sűrű követési időjellemező. A megállókhoz történő rágyalogás pedig sokféle útvonalon történhet, melyeken minden vizsgált akadályozó elem (lépcső, emelkedő, gyalogátkelőhely, stb.) megtalálható. Ez a terület sokszínűsége miatt a kidolgozott algoritmust megfelelően képes bemutatni. A példaútvonal alapadatai a következők:

- Indulási hely: Budapest, BME, St. Épület
- Érkezési hely: Budapest, Keleti pályaudvar főcsarnok
- Utazás dátuma: 2013.11.12
- Indulási idő: 16:00

Az 1000 méteres megállóhely lehatárolást az egyszerűség kedvéért egy, a kiinduló és cél hely köré alkotott 1000 méteres sugarú körrel szemléltettem. A valóságban, mivel a gyaloglás nem légvonalban történik, a lehatárolás, ezzel a maximális 1000 méteres távolság a gyaloglásra alkalmas útvonalakon kell, hogy történjen. Az indulási hely körüli lehatárolást az 4. melléklet szemlélteti. A modell kezelhetősége miatt a megállóhelyek közül csak 5 darabot választottam ki. A választásnál figyelembe vettem, hogy a megállóból induló viszonylatok a cél irányába haladnak-e, illetve hogy el lehet-e jutni maximum egy átszállással a célhelyhez. A kiválasztott megállóhelyek a következők:

- Gárdonyi tér villamosmegálló Pest felé,
- Szent Gellért tér villamosmegálló Pest felé,
- Szent Gellért tér 7, 7A busz megálló Pest felé,
- Szent Gellért tér 86, 133E, 233E busz megálló Pest felé,
- Petőfi híd, budai hídfő villamos megálló.

Minden megálló eléréséhez előre meghatároztam 4-4 különböző rágyalogási útvonalat. A gyaloglási útvonalak meghatározásánál figyelembe vettem, hogy az útvonalak között, ha lehet legyen

- csak süllyesztett padkás keresztezéses,
- a „leggyorsabb” (keresztezések nélkül),

- biztonságos (lámpás keresztezések használata), illetve
- akadályokat kikerülő (pl.: lépcsőt) útvonal.

A megállókból megállapítottam a cél elérésének lehetséges útvonalait, melyet a 20. táblázat foglal össze. Az útvonalakat saját elgondolásaim, illetve a BKV útvonaltervező javaslatai alapján alakítottam ki. Átszállások és a cél elérésének közelében is ideális esetben az 500, illetve 1000 méteres távolságon belüli megállóhelyek vizsgálata szükséges. Átszállások esetén az átszállási állomásokon, valamint az elgyaloglás során, mind a buszmegállóból, mint a metrómegállóból több útvonalat határoztam meg saját elgondolásaim alapján, megkülönböztetve az eltérő útvonalak sajátosságait.

A szempontok bemutatása miatt WiFi-vel ellátott autóbuszokat is feltételeztem, illetve a metrómegállókban segítőszemélyzet meglétét.

20. táblázat

A mintapéllda megállóból a lehetséges közösségi közlekedési útvonalak

(forrás: a szerző saját munkája)

Kiinduló megálló	1. utazási fázis		2. utazási fázis	
Gárdonyi tér villamosmegálló	47,49 villamos	Astoriáig	busszal (5, 7, 7A, 133E, 233E, 178) M2 metróval	Keleti pályaudvarig
Szent Gellért tér villamosmegálló	47, 49 villamos	Astoriáig	busszal (5, 7, 7A, 133E, 233E, 178) M2 metróval	Keleti pályaudvarig
Szent Gellért tér 7,7A buszmegálló	7, 7A busz	Keleti pályaudvarig	-	-
Szent Gellért tér 86, 133E, 233E megálló	133E, 233E busz	Keleti pályaudvarig	-	-
Petőfi híd, budai hídfő villamosmegálló	4, 6 villmos	Blaha Lujza térig	busszal (5, 7, 7A, 7E, 107E, 133E, 233E, 178) M2 metróval	Keleti pályaudvarig

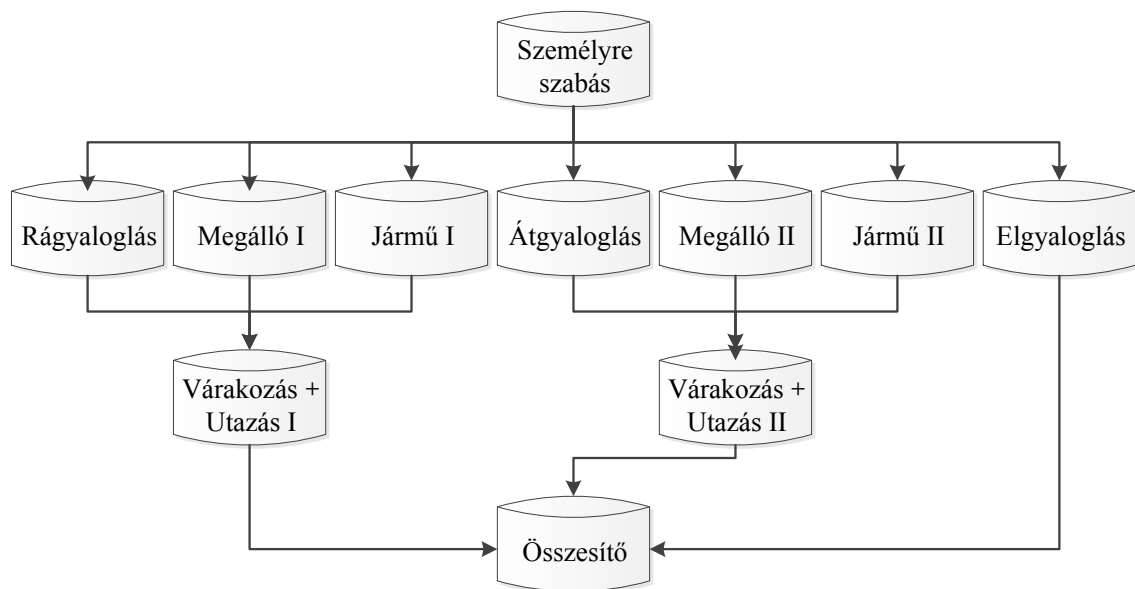
4.1 A kidolgozott adatbázis bemutatása

A kidolgozott adatbázis a 3. fejezetben ismertetett működésnek egy egyszerűsített változata. A lehatárolt példaterületre lett megalkotva, annak adatait tartalmazza. Az adatbázist Microsoft Excel alkalmazással készült, a számítások és az algoritmusok kezelése miatt. Továbbfejlesztési lehetőség lehet az adatbázis Microsoft Access adatstruktúrában való kialakítása, az egyszerűbb szerkezet miatt.

Az adatbázis egy olyan ideális helyzetet jellemez, ahol a gyaloglási útvonalak nem szakaszokból állnak, hanem már valahonnan valamelyik megállóba tartó teljes útvonalat írnak le. Ezen útvonalakat, alapul véve a BKV útvonaltervezőjét, magam határoztam meg. További egyszerűsítés, hogy **maximum egy átszállással végrehajtható útvonalakat tud csak kezelni, illetve csak az indulási időpont** (Az indulási idő beállítása egyszerűbb tervezést tesz lehetővé, mint az érkezési hely megadása, hiszen ekkor nem kell egy visszafelé végrehajtandó mechanizmust végigcsinálni.) állítható be. Az adatbázis nem képes eldönteni, hogy a kiindulási hely és érkezési hely között milyen viszonylatokkal és útvonalon lehet eljutni. **Készítésénél adodtnak tekintettem, hogy adott megállóból adott érkezési helyre hogyan lehet eljutni (mintha már a létező ideális útvonaltervező megtervezte volna a lehetőségeket).** A kidolgozott adatbázis kapcsolatait a 11. ábra mutatja be. A táblák a következők:

- Személyre szabás tábla: A személyre szabható utas preferenciákhoz tartozó értékeket tárolja.
- Rágyaloglás tábla: Az adott megállóhoz tartozó gyaloglási útvonalak tulajdonságait tartalmazza. A tulajdonságok és a személyre szabott beállítások alapján minősíti a gyaloglási útvonalakat.
- Átgyaloglasi tábla: Az átszállási helyeken, egyik megállóból a másikba történő gyaloglási útvonalak tulajdonságait tartalmazza. A tulajdonságok és a személyre szabott beállítások alapján minősíti a gyaloglási útvonalakat.
- Elgyaloglasi tábla: Az utolsó megálló és a célhely közötti gyaloglási útvonalak tulajdonságait tartalmazza. A tulajdonságok és a személyre szabott beállítások alapján minősíti a gyaloglási útvonalakat.
- Jármű I tábla: A kiindulási megállók helyeken megálló viszonylatok adatait tárolja (érkezési idő; menet idő az átszállási vagy cél állomásig; jármű tulajdonság; stb.)
- Megálló I: A kiinduló megállók hely tulajdonságait tartalmazza

- Várakozás+Utazás I. tábla: Közvetlenutazás esetén az utolsó megállóhelyig, átszállásos utazás esetén az első járműről való leszállásig a minősítő szám meghatározása.
- Jármű II tábla: Átszállásos utazás esetén a második jármű adatait tartalmazza.
- Megálló II tábla: Átszállásos utazás esetén az átszállás során a felszállóhely adatait tartalmazza.
- Várakozás+Utazás II. tábla: Átszállásos utazás során az első járműről való leszállástól az utazás végéig meghatározza a minősítő számot.
- Összesítő tábla: A Várakozás+Utazás I, vagy a Várakozás+Utazás II tábla értékeihez az elgyaloglás minősítő értékének hozzáadása, az így kapott teljes útvonalra jellemző minősítő számok összehasonlítása.



11. ábra: A kidolgozott adatbázis szerkezete

(forrás: a szerző saját munkája)

A kidolgozott adatbázis műveleteit a 21. táblázat írja le.

21. táblázat

A kidolgozott adatbázisban lejátszódó műveletek

(forrás: a szerző saját munkája)

Átszállás- mentes utazás lépései	Adatbázis műveletek	Átszállás- os utazás lépései
I.	A "Rágyaloglás" tábla az azonos megállóhelyhez tartozó útvonalak között értékkel a minősítő szám alkalmazásával, a "Rágyaloglás" és "Személyre szabás" táblák összefűzésével. A legkisebb ellenállás értékű útvonal marad csak meg.	I.
II.	Az így megkapott - megállóra jellemző - idő, a "Jármű I" táblából nyert indulási időpontok, valamint a "Jármű I" és a "Személyre szabás" tábla összefűzésével kiszámolt járműjóságok és a maximális várakozási idő alapján az ideális indulási idő meghatározása a "Várakozás+Utazás I" táblában történik. A megállóba érkezés és az így megkapott indulási idő különbségével a várakozási idő is meghatározható, figyelembe véve a "Megálló" tábla értékeit (mely figyelembe veszi a személyre szabási beállításokat is).	II.
-	Átszállási kényszer során az "Átszállási gyaloglás" tábla a "Várakozás+Utazás I" táblából veszi a jármű érkezési idejét, és ettől az időponttól kiszámolja az átszállási útvonalak közül a legjobbat (minősítő szám meghatározásával), meghatározva az átszállási megálló eléréséhez szükséges időt.	III.
-	Az így megkapott átszállási megállóra jellemző idő, a "Jármű II" táblából nyert indulási időpontok, valamint a "Jármű II" és a "Személyre szabás" tábla összefűzésével kiszámolt járműjóságok és maximális várakozási idő alapján az ideális indulási idő meghatározása a "Várakozás+Utazás II" táblában történik. A megállóba érkezés és az így megkapott indulási idő különbségével a várakozási idő is meghatározható, figyelembe véve a "Megálló" tábla értékeit (mely figyelembe veszi a személyre szabási beállításokat is).	IV.
III.	Az utolsó megálló és a célpont közti elgyaloglási útvonalak minősítése az "Elgyaloglás" táblában ("Elgyaloglás", "Személyre szabás" tábla összefűzése)	V.
IV.	Az így megkapott minősítő értékeket az "Összesítő" tábla összesíti minden kiinduló megállóhelyre, és sorrendet állít fel	VI.

4.2 Az algoritmus eredményének bemutatása

Az algoritmus és a példaterület adatbázisának felhasználásával alapértelmezett személyre szabási beállítások mellett a minősítő szám alapján a legjobb, vagyis legkisebb minősítő számot kapott útvonal adatai:

- 4 perc 48 másodperc gyaloglás Petőfi híd, budai hídfő villamos megállóig; 12 másodperc várakozás
- felszállás a 6-os villamosra 16:05-kor; utazás 9 perc
- leszállás a Blaha Lujza téren 16:14-kor
- 25 másodperc átgyaloglás a buszmegállóba; 1 perc 35 másodperc várakozás
- felszállás a 7E buszra 16:16-kor, utazás 4 perc
- leszállás Keleti pályaudvar megállóban 16:20-kor
- 59 másodperc gyaloglás Keleti pályaudvar főcsarnokig. A helyváltogatás időszükséglete: 20 perc 59 másodperc.

Az átszállásos, Petőfi hídnál lépcső használatos útvonal ellenére, a Petőfi hídi megálló közelsége és a sűrű járműkövetés miatt ez a legideálisabb útvonal a vizsgáltak közül.

A minősítő számban rejlő egyik lehetőség, hogy nem feltétlen a leggyorsabb, vagyis legkisebb idejű útvonal variáció a „legjobb”. Például az „Átszállás mentes utazás hiánya” szempont „Zavaró” értékűre állításával a közvetlen utazás kapja a legkisebb minősítő számot, annak ellenére, hogy 5 perccel több a helyváltogatás ideje, ezt szemlélteti a 22. táblázat.

22. táblázat

Minősítő számok és utazási idők kapcsolata

(forrás: a szerző saját munkája)

	Minősítő szám	Viszonylat	Érkezés ideje
Közvetlen	1618,93	133E busz	16:26:39
Átszállással	1845,73	4-es villamos	16:21:39
		7-es busz	

A személyre szabható beállítások változtatásával a javasolt útvonalak változnak. A fenti két példával szemléltetni kívántam az algoritmusban rejlő lehetőségeket.

5 Összefoglaló

A közforgalmú közlekedés (természeténél fogva) nem alkalmas az egyéni igények maradéktalan kiszolgálására, vonzereje azonban nagymértékben javítható, ha bizonyos területeken **az utazókat személyre szabottan kezeljük**. Az egyik ilyen fontos beavatkozási terület az **utazás megtervezése**. Ezért dolgozatom első felében a **jelenleg működő utasinformációs alkalmazások személyre szabhatóságát vizsgáltam**. Célom az volt, hogy megállapítsam melyik a leginkább személyre szabható alkalmazás a vizsgáltak közül. Az értékelésnél összehasonlító multikritériumos elemzést alkalmaztam, így a „legjobb” alkalmazási is csak a többi alkalmazáshoz mérve jobb. A vizsgálati szempontokat a személyre szabható beállítási lehetőségek kigyűjtésével állapítottam meg, egymáshoz képest **nem súlyoztam** őket.

Az eredmény megmutatta, hogy a legtöbb alkalmazásban van olyan egyedi megoldás, melyeket összeépítve és kibővítve megalkotható az ideális útvonaltervező alkalmazás.

Kialakítottam egy szempontrendszert a személyre szabás fokozásához; eközben a saját tapasztalatimat, és a meglévő alkalmazások példáit követtem. **Ez alapján dolgoztam ki az algoritmust**. Az algoritmus működésének eredménye egy minősítő szám, mely az első megállóhely és az odartartó gyaloglási út jellemzői alapján értékeli és hasonlítja össze az útvonalakat. Célom az volt, hogy a minősítő számmal a leginkább vissza tudjam adni az utas személyes beállításait. A kialakított szempontokat csoportosítottam a helyváltoztatási lánc fázisai szerint (rágyaloglás, utazás, elgyaloglás).

A minősítő szám egy időalapú ellenállás érték, mely az érzékelt időt adja vissza. A fázisoknál felhasznált hálózati, megállóhelyi, jármű adatok statikus jellegűek. Továbbfejlesztési lehetőség real-time adatok kezelése, a dinamikus gráfok használata, illetve olyan adatbázis használata, amely kezelni tudja az időszakos változásokat. Az ilyen szintű leképezést támogató alkalmazás egy **nagy, kiterjedt és folyamatosan karbantartott adatbázist követel** meg.

A kidolgozott algoritmus alapján javaslatot tettem egy alkalmazás kialakítására, annak képernyőterveit is bemutatva. A működés során egy „hagyományos” útvonaltervező alkalmazás **az útvonalakat részletesen megtervezi**, a gyaloglási útvonalak minden jellemzőjét megadva, **majd a kidolgozott algoritmussal értékelhetőek ezen útvonalak**. A személyes beállítások megadási szintjét három csoportra bontottam, ezzel is leegyszerűsítve a felhasználó teendőit. Végül egy **példaterületen** bemutattam az algoritmusban rejlő lehetőségeket, **a példaterülethez készített adatbázison keresztül**.

Irodalomjegyzék

- [1] Fülöp G.; Horváth B.; Prileszky I.; Szabó L.: **Közforgalmú közlekedés I.** Széchenyi István Egyetem jegyzet
- [2] Oort N.; Nes R.: **Service regularity analysis for urban transit network design.** Proceedings of the 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC., 2003
- [3] Li J.; Zhou K.; Zhang L.; Zhang W.: **A multimodal trip planning system with real-time traffic and transit information**, Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations. 16. (2012) 2. sz. 60-69. p.
- [4] Ortúzar J.; Willumsen L. G.: **Modelling Transport.** New York, USA, A John Wiley and Sons, Ltd. 1994. ISBN 978-0-470-76039-0
- [5] Yuen J., Lee E.V.M., Lo S.M.; Yuen R.K.K.: **An intelligence-based route selection model of passenger flow in a transportation station.** Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2013.
- [6] Winkler A.: **Utazói döntések modellezése a városi közforgalmú közlekedésben.** doktori értekezés, Széchenyi István Egyetem, Közlekedési Tanszék, Győr. 2013. 106 p.
- [7] Esztergár-Kiss D., Csiszár Cs.: **Közforgalmú internetes utazástervező rendszerek multikritériumos értékelő elemzése**, Közlekedéstudományi Szemle. (2012) 6. sz. 21-31. p. ISSN 0023-4362
- [8] Synaptic: **S-Map 2030 Seamless mobility in North-West Europe Technical Report 'Any A to any B'** Tanulmány, 2012 <http://www.synaptic-cluster.eu>
- [9] <http://utazastervezo.bkv.hu/tervezo/>
- [10] <http://www.bkk.hu/tomegkozlekedes/utazasi-informaciok/menetrendek/>
- [11] <http://utvonalterv.hu/>
- [12] <http://www.fahrinfo-berlin.de/Fahrinfo/bin/>
- [13] <http://www.tfl.gov.uk/>
- [14] http://tripplanner.mta.info/MyTrip/ui_web/customplanner/tripplanner.aspx
- [15] <http://www.ratp.fr/itineraires/fr/ratp/recherche-avancee>
- [16] http://tripplanner.transit.511.org/mtc/XSLT_TRIP_REQUEST2?#tab1Selected
- [17] <http://www.transportdirect.info/Web2/Home.aspx>
- [18] <http://www.anachb.at/>

- [19] Mándoki P.: **Személyközlekedési rendszerek értékelési lehetőségei a városi és térségi közlekedésben.** doktori értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésüzemi Tanszék, Budapest. 2005. 30-34. p.
- [20] Gyarmati J. **Többszemponatos döntésmélet alkalmazása a haditechnikai eszközök összehasonlításában,** doktori értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Haditechnikai és Minőségügyi Tanszék. 2003. 23-25. p.
- [21] Schwarze B. **Erreichbarkeitsindikatoren in der Nahverkehrsplanung,** Tanulmány, Universität Dortmund, Institut für Raumplanung, Dortmund. 2005. 12 p.
- [22] Prinz T., Reithofer, J., Herbst S.: **Räumliche Nachhaltigkeitsindikatoren - Entscheidungsgrundlagen für die Umsetzung einer zukunftsweisenden Stadtentwicklung.** Angewandte Geoinformatik, Heidelberg. 2008. 604-609. p
- [23] Kies A., Klein S. **Accessibility analysis of public transport (south of Luxembourg),** Population & territoire, (2005) 8. sz. ISSN 1813-5153
- [24] Válóczy D., Csiszár Cs. **Átszállási időre ható tényezők összetett helyváltoztatási láncoknál** Innováció és fenntartható felszíni közlekedés Konferencia (IFFK 2011), Budapest,, 2011.08.29-2011.08.31. 5 p. Paper CD. ISBN: 978-963-88875-3-5
- [25] Manual on Uniform Traffic Control Devices – Egységes forgalomirányítási kézikönyv, USA URL: <http://mutcd.fhwa.dot.gov/>
- [26] **Walking,** Princeton, URL: <http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Walking.html>
- [27] **Study Compares Older and Younger Pedestrian Walking Speeds,** US Roads, (1997), URL: <http://www.usroads.com/journals/p/rej/9710/re971001.htm>
- [28] Ilango T, Rastogi R., Chandra S.: **Behavior and perception of pedestrians walking in groups,** Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2011.
- [29] Ye J., Chen X., Jian N.: **Impact Analysis of Luggage-carrying on Pedestrian Traffic,** Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2012.
- [30] <http://walkit.com/faq/#nogo>
- [31] **A közösségi közlekedési szolgáltatás értékelése menetrendi és utasszolgáltatási mutatók alapján** NFÜ Tanulmány, 2013.
- [32] Fi I. **Városi közlekedés** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Út- és Vasútépítési Tanszék előadás anyag
- [33] Juhász J. **A közúti közlekedés áramlásának és a gyalogos átkelés baleseti kockázatának vizsgálata a gyalogátkelőhelyek környezetében,** doktori értekezés,

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésüzemi Tanszék, Budapest, 2007.

[34] Department of Transport, The Welsh Office, The Scottish Office, The Department of the Environment for Northern Ireland **The design of pedestrian crossing**, Departmental Advice Note TA 52 and Standard TD 28 (DMRB Vol.8, Section 5).

[35] Makovsky M.: **Mozgólépcsők és mozgójárdák kiválasztásának, méretezésének egyes kérdései** MFSZ előadás anyag, Siófok

Ábrajegyzék

1. ábra: A kiválasztott útvonaltervező alkalmazások csoportosítása	5
2. ábra: A multikritériumos összehasonlító módszertan folyamatábrája	12
3. ábra: A helyváltoztatás fázisai.....	21
4. ábra: A várakozási idő alakulását szemléltető ábra.....	35
5. ábra: Utascsoportok.....	39
6. ábra: A működést szemléltető folyamatábra	43
7. ábra: A működést szemléltető folyamatábra (6. ábra folytatása)	44
8. ábra: Az adatáramlás szemléltetése	45
9. ábra: Az alkalmazás kezdőképernyője	46
10. ábra: Az alkalmazás Csoport megadása képernyője	48
11. ábra: A kidolgozott adatbázis szerkezete	52

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Utasinformációs rendszerek személyre szabható beállítási lehetőségei és a kialakított kategóriák.....	7
2. táblázat: Példa a különböző gyaloglási sebesség értékekre	7
3. táblázat: Az alkalmazások maximális gyaloglási távolságra és időre vonatkozó beállítási lehetőségei.....	8
4. táblázat: A módváltás hatása a tervezésre	11
5. táblázat: A szempontok minősítő számai alkalmazásonként (I*J mátrix)	13
6. táblázat: A szempontok kategóriánként átlagolt minősítő értékei alkalmazásonként (K*J mátrix) – szemléltető táblázat	13
7. táblázat: A ck_{ij} minősítő értékek meghatározásának elve.....	14
8. táblázat: Utazástervező rendszerek multikritériumos értékelésének minősítő számai (1. rész)	15
9. táblázat: Utazástervező rendszerek multikritériumos értékelésének minősítő számai (2. rész)	16
10. táblázat: A vizsgált alkalmazások előnyei és hátrányai a minősítő szám szerinti csökkenő sorrendben (1. rész).....	18
11. táblázat: A vizsgált alkalmazások előnyei és hátrányai a minősítő szám szerinti csökkenő sorrendben (2. rész).....	19
12. táblázat: Személyre szabható beállítási szempontok, azok választási lehetőségei és a hozzájuk tartozó értékek a gyaloglási fázisra vonatkozóan	23
13. táblázat: Sebesség kategóriák.....	24
14. táblázat: Megadható maximális gyaloglási távolságok.....	25
15. táblázat: Az úttestek keresztezési módja a hozzá tartozó átlagos várakozási idővel és a biztonság miatti korrekciós tényezővel	26
16. táblázat: Személyre szabható beállítási szempontok, azok választási lehetőségei és a hozzájuk tartozó értékek a várakozási és utazási fázisra vonatkozóan	32
17. táblázat: Megadható maximálisvárakozási idő értékek az ideális járműért	33
18. táblázat: A személyre szabható feltételekhez tartozó beállítások utascsoportonként	40
19. táblázat: Az ideális rendszer működési folyamata	42
20. táblázat: A minta példa megállóiból a lehetséges közösségi közlekedési útvonalak.....	50
21. táblázat: A kidolgozott adatbázisban lejátszódó műveletek.....	53
22. táblázat: Minősítő számok és utazási idők kapcsolata	54