

Személyközlekedés BMEKOKUM208

1. Feladat

Eljutási idő mérése, elemzése.

A minőség értékeléséhez, az útvonal- és eszközválasztás modellezéséhez szükséges paraméterek megfigyelése, meghatározása.

A helyváltoztatási lánc minőségének értékelése.

A feladat célja, két budapesti helyszín közötti eljutási idők mérése (mérések eredményeinek átlagolása), és a helyváltoztatások elemzése, összehasonlítása különböző szempontok alapján. Továbbá a helyváltoztatási lánc minőségének értékelése multikritériumos módszerrel. Röviden ismertesse az útvonal, a közlekedési és a kapcsolódó szolgáltatások jellemzőit. Elegendő csak az Egyetem – Westend irányban meghatározni a helyváltoztatási lánc minőségét.

Kiindulópont: **BME St. épület aula**

Végpont: **Bp., Nyugati tér, WestEnd City, Főbejárat**

A feladat során a következő helyváltoztatások (eljutási módok/eszközök) elemzése szükséges (a feladatkiosztás szerint):

1. Kerékpár,
2. Gyalog + BUBI,
3. Motorkerékpár,
4. Személygépjármű,
5. Gyalog + 4-6 villamos,
6. Gyalog + M4 + M3,
7. Gyalog + 47-49 villamos + M3,
8. Gyalog + 18 villamos + 4-6 villamos,
9. Gyalog + 61 villamos + 4-6 villamos,
10. Gyalog + 7-107 autóbusz + M3,
11. Gyalog + 86 autóbusz + 4-6 villamos,
12. Gyalog + 233 autóbusz* + M3,
13. Gyalog + 4-6 villamos + M3,
14. Gyalog + 7-107 autóbusz + 9 autóbusz,
15. Gyalog + 233 autóbusz* + 9 autóbusz,
16. Gyalog + M4 + 2 villamos + 4-6 villamos,
17. Gyalog + 47-49 villamos + 2 villamos + 4-6 villamos,
18. Gyalog + 4-6 villamos + 2 villamos + 4-6 villamos.
19. Gyalog + M4 + 4-6 villamos

Beadás: szerkeszthető Word formátumban Moodle rendszeren keresztül.

Kérdés esetén: Csonka Bálint, csotka.balint@mail.bme.hu

Mérés leírása

A mérést kétszer kell elvégezni, mind az oda, mind a visszaútra vonatkozóan. Az oda és visszaút útvonala megegyezik. A helyváltoztatások GPS alapú nyomon követéséhez a mérési eszközöket szabadon lehet megválasztani. Célszerű az okostelefon és egy ahhoz letölthető applikáció alkalmazása, mely a mérést követően a track-et *kmz* vagy más olyan kiterjesztésben adja vissza, amit a Google Earth program befogad.

A mérés elemzése során a két mérés átlagát képezze, különítse el az oda és a vissza irányt. Az alábbi jellemzőket kell meghatározni mozgási fázisonként (a fázishatárok egyértelmű megadásával) és a teljes helyváltoztatásra vonatkozóan (összegezve) is:

- gyaloglás (távolság, idő, átlagos gyaloglási sebesség)
[rágyaloglás, átszállás során a megállóhelyek közötti gyaloglás, elgyaloglás],
- megállóhelyi várakozás (idő),
- utazás - menet (távolság, idő, átlagos menetsebesség),
- utazás - állás (idő)
[megállóhelyi tartózkodás, forgalmi akadályoztatás, jelzőlámpás irányítás],
- teljes helyváltoztatás (távolság, idő, eljutási sebesség, az egyes időelemek aránya).

Az eredményeket táblázatos és térképi megjelenítéssel ábrázolja.

Készítsen szöveges értékelést térbeli és időbeli szempontok alapján; magyarázza a jellegzetes és/vagy kiugró értékeket. Néhány példa szempont (rá- és elgyaloglás jellemzői - pl. szintkülönbségek leküzdése, átszállási jellegzetességek, egyéb észrevételek).

Adja meg (becsülje meg) a helyváltoztatás összesített jellemzőit (az oda-vissza helyváltoztatások átlagát képezze):

- **K: költség** (feltételezve, hogy az utazó nem rendelkezik bérlettel) [HUF],
- **D: távolság** [km],
- **T: eljutási idő** [perc].

Minőségértékelő multikritériumos módszer

Az értékelés szempontrendszere (minőségi ismérvek) adott, az egyes szempontok (ismérvek) súlyszámait önállóan határozza meg AHP módszerrel. A minőségi ismérvek értékelő számait és a súlyszámokat közös táblázatban foglalja össze (1. táblázat). A szubjektív ismérvekhez rendelt értékelő számok megválasztását szövegesen indokolja.

Az aggregált minőségi mutató alapján a közlekedési mód(ok) versenyképességének javítására adjon intézkedési javaslatokat.

1. táblázat Ismérvek értékelő és súlyszámai

Értékelő táblázat			
Ismérv neve	c_i	c_i indoklása, ha szubjektív	g_i
Érzékelt gyaloglási idő	3,27	-	5
...			

HAGYOMÁNYOS KÖZÖSSÉGI KÖZLEKEDÉS

MINŐSÉGI ISMÉRVEK

c_1 , érzékelt gyaloglási idő: a helyváltoztatás során gyalog megtett út nagysága, és a gyaloglás körülményei. c_1 értéke:

- 1, ha az érzékelt gyaloglási idő >20 perc;
- 5, ha az érzékelt gyaloglási idő <5 perc;
- a két érték között lineáris interpolációval határozható meg.

Az érzékelt gyaloglási idő az (1) összefüggés alapján számítható.

$$t_{gy,r} = \sum_i t_{gy,i} \cdot Q_{gy,i} \quad (1)$$

Ahol:

$t_{gy,r}$: érzékelt gyaloglási idő [perc];

$t_{gy,i}$: gyalog megtett i-ik szakasz valós időszükséglete [perc] (mérhető vagy s/v képlettel számítható; $v=0,9$ m/s);

$Q_{gy,i}$: a gyalog megtett i-ik szakasz gyaloglási körülményét jellemző érték [-]. Az érték meghatározása a (2) összefüggés szerint történik. $Q_{gy,i}$ értéke minimum 0,8 és maximum 1,2 lehet.

$$Q_{gy,i} = 1 + \sum_j q_{gy,i,j} \quad (2)$$

$q_{gy,i,1}$: a terepviszonyok ismeretében határozható meg, értéke:

- -0,15, ha gyalog a teljes szakasz kevesebb, mint 25%-án (becsléssel elégséges meghatározni) kell emelkedőn/lépcsőn menni (pl.: sík terep vagy lift/mozgólépcső igénybe vehető);
- 0, ha gyalog a teljes szakasz 25-60%-án kell emelkedőn menni;
- 0,15, ha gyalog a teljes szakasz >60%-án kell emelkedőn menni.

q_{gy,i,2}: a szakasz időjárási viszontagságoktól való védelmének ismeretében határozható meg, és csak az adott időjárási körülmény teljesülése esetén kell figyelembe venni:

- erős szélről való védettség hiánya: +0,03;
- csapadéktól való védettség hiánya: +0,05;
- napfénytől való védettség teljes hiánya 23°C fok felett: +0,03;

q_{gy,i,2} értéke 0 és 0,08 között lehet.

q_{gy,i,3}: a gyalog megtett út közelében kis kitérővel (2-3 perc) elérhető szolgáltatások ismeretében határozható meg, értéke:

- -0,1, ha van szolgáltatás a közelben;
- 0, ha nincs szolgáltatás a közelben.

q_{gy,i,4}: a gyalog megtett út állapotának ismeretében határozható meg, értéke:

- 0, ha az út rendezett (tisztá, biztonságos, hajléktalanok nem élnek életvitelszerűen az út közelében és mozgó akadályt sem képeznek, stb.)
- +0,05, ha az út nem rendezett.

c₂, érzékelt várakozási idő: a várakozással töltött idő mértéke és körülményei. c₂ értéke:

- 1, ha az érzékelt várakozási idő >20 perc;
- 5, ha az érzékelt várakozási idő <5 perc;
- a két érték között lineáris interpolációval határozható meg.

Az érzékelt várakozási idő a (3) összefüggés alapján számítható.

$$t_{v,r} = \sum_k t_{v,k} \cdot Q_{v,k} \quad (3)$$

Ahol:

t_{v,r}: érzékelt várakozási idő [perc];

t_{v,k}: k-ik várakozás tényleges várakozási ideje [perc];

$Q_{v,k}$: k-ik várakozás körülményeit jellemző érték [-]. Az érték meghatározása a (4) összefüggés alapján történik. $Q_{v,k}$ értéke minimum 0,8 és maximum 1,2 lehet.

$$Q_{v,k} = 1 + \sum_l q_{v,k,l} \quad (4)$$

$q_{v,k,1}$: a várakozóhely időjárási viszontagságoktól való védelmének ismeretében határozható meg, és csak az adott időjárási körülmény teljesülése esetén kell figyelembe venni:

- erős szélről való védettség hiánya: +0,03;
- csapadéktól való védettség hiánya: +0,05;
- napfénytől való védettség teljes hiánya 23°C fok felett: +0,03;

$q_{v,k,2}$: a várakozóhely közelében (sétával 2-3 perc alatt megközelíthető) elérhető szolgáltatások ismeretében határozható meg, értéke:

- -0,15, ha van szolgáltatás a közelben;
- 0, ha nincs szolgáltatás a közelben.

$q_{v,k,3}$: a várakozással töltött hely állapotának ismeretében határozható meg, értéke:

- 0, ha a várakozóhely rendezett (tisztá, biztonságos, stb.)
- +0,1, ha a várakozóhely nem rendezett.

c_3 , menetrendszerűség (megbízhatóság): a járművek közlekedésének menetrendszerűsége. c_3 értéke:

- 5, ha $\overline{d_r}$ (a relatív késés átlaga) ≤ 3 perc;
- 1, ha $\overline{d_r} \geq 10$ perc;
- a két érték között c_3 értéke lineáris interpolációval határozható meg.

$\overline{d_r}$ az (5) összefüggés alapján számítható.

$$\overline{d_r} = \frac{\sum_m d_{r,m}}{n + 1} \quad (5)$$

Ahol:

$d_{r,m}$: az m-ik utazás relatív késése [perc];

n: átszállások száma [db].

$d_{r,m}$ értéke a (6) összefüggés alapján számítható.

$$d_{r,m} = d_m \cdot \prod_x f_x \cdot a \quad (6)$$

Ahol:

d_m : az m-ik utazás valós késése, az érkező állomáson értelmezzük [perc];

f_x : az m-ik utazás, és az azt követő utazásokra vonatkozó járatsűrűség mutató [-] (2. táblázat);

a: az m-ik utazás alternatíváinak mutatója [-] (3. táblázat). Alternatívának azt a viszonylatot tekintjük, ami szintén a kiinduló és célállomás között közlekedik. Pl. a Móricz Zsigmond körtér és Széll Kálmán tér között a 6-os villamos alternatívája a 61-es villamos;

2. táblázat

járatsűrűség [perc]	<5	5-7	7,1-9	9,1-11	11,1<
f_x	0,8	0,9	1	1,1	1,2

3. táblázat

alternatívák	van	nincs
a	0,95	1

c_4 , átszállások száma. A c_4 paraméter értéke a 4. táblázat szerint határozható meg.

4. táblázat

átszállások száma [db]	0	1	2	3 v. több
c_4	5	4	2,5	1

c_5 , gyorsaság: az utazás sebessége. c_5 értéke:

- 1, ha $v_u \leq 3,25$ km/h;
- 5, ha $v_u \geq v_{ff}$;
- a két érték között c_5 értéke lineáris interpolációval számítható.

v_u értéke a (7) összefüggés alapján számítható.

$$v_u = \frac{S_{\text{legrövidebb}}}{t_{\text{eljutás}}} \quad (7)$$

Ahol:

v_u : utazás sebessége;

$S_{\text{legrövidebb}}$: a kiinduló és célpont között a legrövidebb út hossza (nem feltétlenül egyenlő az utazási távolsággal);

$t_{\text{eljutás}}$: a helyváltoztatási lánc eljutási ideje;

v_{ff}: felszíni forgalom átlagos sebessége, értéke:

- csúcsforgalmú időszakban (6-8 és 16-18 óra között): 25 km/h,
- normál forgalmú időszakban (két csúcsforgalmú időszak között): 35 km/h,
- alacsony forgalmú időszakban (18-6 óra között): 45 km/h.

Utazási kényelem: a jármű akadálymentessége, zsúfoltsága és megjelenése.

c₆, jármű akadálymentessége, értéke:

- 1, ha a jármű teljes hosszában magas padlós (pl. 200-as Ikarusok);
- 2, ha a jármű padlómagassága csökkentett, de nem alacsony padlós (pl. 415-ös Ikarus);
- 3, ha a jármű nem alacsony padlós, de mozgáskorlátozottak számára van lift vagy rámpa (pl. egyes elővárosi vonatok);
- 4, ha a jármű kialakítása alacsony belépésű (pl. Volvo B7R/ Alfa Localo);
- 5, ha a jármű teljes hosszában alacsony padlós.

c₇, jármű zsúfoltsága, értéke (folthatás alapján):

- 1, ha maximális a zsúfoltság;
- 2, ha az összes ülőhely foglalt és sűrűn állnak;
- 3, ha az összes ülőhely foglalt és néhol állnak;
- 4, ha majdnem az összes ülőhely foglalt és nincs álló utas;
- 5, ha az ülőhelyek kb. fele foglalt.

c₈, tisztaság és esztétikum: szubjektív jellemző, értékelése 1-5 skálán, amit az alábbi tényezők befolyásolnak:

- jármű tisztasága;
- jármű külső és belső megjelenése.

A tisztaság és esztétikum szubjektív jellemző, értékelése 1-5 skálán egyéni vélemény alapján történik, rövid indoklás (1-2 mondat) szükséges.

c₉, rendszer kezelhetősége: a rendszer kezelhetőségét az alábbi tényezők befolyásolják:

- viszonylathálózat, menetrend és tarifarendszer áttekinthetősége;
- menetdíjkezdvezmények, bérletek rendszere,
- automaták kezelhetősége.

A rendszer kezelhetősége szubjektív jellemző, értékelése 1-5 skálán egyéni vélemény alapján történik, rövid indoklás (2-3 mondat) szükséges.

c₁₀, utaskiszolgálás és utasinformációs rendszer:

$$c_8 = 1 + u_{szolg} + u_{inf} \quad (8)$$

Ahol:

u_{szolg}: az utaskiszolgálás minősége, értéke 0 és 1,5 között lehet. A két szélsőérték: 0, ha goromba és rosszul képzett a személyzet (sofőr, jegyellenőr, jegyeladó, stb.), 1,5 ha kedves, és jól képzett a személyzet. Az értékelés szubjektív, a két szélsőérték közötti pontszám is adható, rövid indoklás szükséges (1-2 mondat).

u_{inf}: utasinformációs rendszer minősége, értéke 0, ha kevés, nehezen hozzáférhető statikus adat áll az utasok rendelkezésére, 2,5, ha releváns, dinamikus és könnyen hozzáférhető adat áll az utasok rendelkezésére. Az értékelés szubjektív, a két szélsőérték közötti pontszám is adható, rövid indoklás szükséges (1-2 mondat).

c₁₁, biztonság: forgalom és utasbiztonság (érzete) egyaránt. Értéke 1 és 5 között lehet. Szubjektív jellemző, figyelembe kell venni a baleseti esemény vagy bűncselekmény valószínűségét, a várható esemény súlyosságát, illetve a csomagok biztonságát is. Rövid indoklás szükséges.

c₁₂, környezetvédelem: értéke 5.

SÚLYSZÁMOK

g₁, g₂, ... g₁₂: AHP módszerrel határozza meg.

AGGREGÁLT MINŐSÉGI MUTATÓ

$$Q = \sum_{x=1}^{12} c_x \cdot g_x \quad (9)$$

KERÉKPÁROS KÖZLEKEDÉS

c₁, érzékelt gyaloglási idő: számítása megegyezik a hagyományos közösségi közlekedés c₁ ismértékének számításával.

c₂, kerékpáros útvonal terepviszonyai: értéke az egyes útszakaszokra adott pontszám átlagaként számítható az útszakaszok hosszával súlyozva. Az útszakasz pontszámát 1-el kell csökkenteni, ha az útpálya nem egyenletes (pl. földút).

- közösségi kerékpár esetén az útszakaszok pontszáma:
 - 5, ha enyhén lejt;
 - 4, ha vízszintes;
 - 3, ha erősen lejt, vagy enyhén emelkedik;
 - 2, ha erősen emelkedik.
- saját kerékpár esetén:
 - 5, ha vízszintes;
 - 3, ha enyhén lejt vagy emelkedik;
 - 2, ha erősen lejt vagy emelkedik.

c₃, utazási biztonság: értéke az egyes útszakaszokra adott pontszám átlagaként számítható az útszakaszok hosszával súlyozva. Az útszakaszok pontszáma:

- 5, ha teljesen különálló, vagy a gyalogosjárdától jól megkülönböztetett kerékpárút;
- 4, ha járdán, a gyalogúton haladó, vagy kevésbé megkülönböztetett kerékpárút;
- 3, ha kerékpársáv / kerékpáros nyom / közös használatú buszsáv, és csúcsforgalmú időszakon kívül történik az utazás;
- 2, ha kerékpársáv / kerékpáros nyom / közös használatú buszsáv, és csúcsforgalmú időszakon belül történik az utazás;
- 1, ha nincs kerékpársáv/ kerékpáros nyom/ kerékpárút kijelölve.

c₄, kerékpártárolás az érkezési helyen:

- 5, ha van a közelben őrzött kerékpártároló vagy közösségi kerékpártároló állomást vesz igénybe;
- 4, ha van a közelben kerékpártároló, de nem őrzött;
- 1, nincs a közelben kerékpár tároló.

c₅, gyorsaság: számítása megegyezik a hagyományos közösségi közlekedés c₅ ismértékének számításával.

c₆, rendszer kezelhetősége, elfogadottsága: a rendszer kezelhetőségét és elfogadottságát az alábbi tényezők befolyásolják:

- kerékpárutak áttekinthetősége;
- menetdíjkezdvezmények, bérletek rendszere,
- közlekedési morál.

A rendszer kezelhetősége, elfogadottsága szubjektív jellemző, értékelése 1-5 skálán egyéni vélemény alapján történik, rövid indoklás (2-3 mondat) szükséges.

c₇, környezetvédelem: értéke 5.

SÚLYSZÁMOK

g_1, g_2, \dots, g_7 : AHP módszerrel határozza meg.

AGGREGÁLT MINŐSÉGI MUTATÓ

$$Q = (c_1 \cdot g_1) + \sum_{x=2}^5 \frac{c_x \cdot g_x}{W} + \sum_{x=6}^7 c_x \cdot g_x \quad (10)$$

Ahol:

- W : az időjárási mutató [-], értéke:
 - 1, ha az időjárás kellemes (10-23°C, nincs csapadék);
 - 1,2, ha az időjárás enyhén kellemetlen (0-10°C vagy 23-29°C, nincs csapadék);
 - 1,4, ha az időjárás kifejezetten kellemetlen (<0°C vagy >29°C, vagy van csapadék).

SZEMÉLYGÉPJÁRMŰVES KÖZLEKEDÉS

MINŐSÉGI ISMÉRVEK

c₁, érzékelt gyaloglási idő: számítása megegyezik a hagyományos közösségi közlekedés c_1 ismérének számításával.

c₂, gyorsaság: számítása megegyezik a hagyományos közösségi közlekedés c_5 ismérének számításával.

c₃, utazási kényelem: az utazási jellemzőt az alábbi tényezők befolyásolják:

- férőhelykínálat,

- ülések mérete,
- jármű belső kialakítása.

Az utazási kényelem szubjektív jellemző, értékelése 1-5 skálán egyéni vélemény alapján történik, rövid indoklás (2-3 mondat) szükséges.

c₄, rendszer kezelhetősége: a rendszer kezelhetőségét az alábbi tényezők befolyásolják:

- hálózat, tarifarendszer áttekinthetősége;
- automaták kezelhetősége.

A rendszer kezelhetősége szubjektív jellemző, értékelése 1-5 skálán egyéni vélemény alapján történik, rövid indoklás (2-3 mondat) szükséges.

c₅, parkolás körülményei: a parkolás körülményeit az alábbi tényezők befolyásolják:

- a parkolóhely kialakítása (párhuzamos, merőleges);
- a közlekedő út jellege, ahonnan a parkolóhely elérhető (mérete, forgalma);
- őrzött vagy sem a parkolóhely;
- fedett vagy sem a parkolóhely.

A parkolás körülményei szubjektív jellemző, értékelése 1-5 skálán egyéni vélemény alapján történik, rövid indoklás (2-3 mondat) szükséges.

c₆, környezetvédelem: értéke:

- 4, ha a jármű meghajtása teljesen elektromos (nincs belsőégésű motor a járműben) és legalább 3 fő utazik a járműben (taxi esetén a sofőr nem számít);
- 3, ha a jármű környezetvédelmi besorolása Euro 5 vagy magasabb, nem teljesen elektromos és legalább 3 fő utazik a járműben, vagy teljesen elektromos és kevesebb, mint 3 fő utazik a járműben (taxi esetén a sofőr nem számít);
- 2, ha a jármű környezetvédelmi besorolása Euro 5 vagy magasabb, meghajtása nem teljesen elektromos, és maximum 2 fő utazik a járműben (taxi esetén a sofőr nem számít);
- 1, ha a jármű környezetvédelmi besorolása Euro 4 vagy alacsonyabb.

SÚLYSZÁMOK

g₁, g₂, ... g₆: AHP módszerrel határozza meg.

AGGREGÁLT MINŐSÉGI MUTATÓ

$$Q = \sum_{x=1}^6 c_x \cdot g_x \quad (11)$$

Az útvonal- és eszközválasztás modellezése.

Az útvonal- és eszközválasztási modellek alapján számítsa ki a saját és három feltételezett helyváltoztatási láncnak a becsült forgalmi részarányát. A saját és a feltételezett helyváltoztatási láncok K, D, T, Q értékeit táblázatos formában adja meg.

I. általános Logit modell segítségével

a., A haszonfüggvény értéke megegyezik az aggregált minőségi mutatóval ($N_i=Q_i$).

b., A haszonfüggvény

$$N_i = \frac{\text{Max}(0,2 \cdot K_i + 0,8 \cdot T_i) - (0,2 \cdot K_i + 0,8 \cdot T_i)}{\text{Max}(0,2 \cdot K_i + 0,8 \cdot T_i) - \text{Min}(0,2 \cdot K_i + 0,8 \cdot T_i)}$$

Utazással töltött 1 óra 3000 forint kiadással egyenértékű.

II. ellenállások segítségével

Határozzon meg ellenállásfüggvényt $\langle w_i=f(K_i, Q_i) \rangle$ és modellparamétert $\langle a \rangle$ úgy, hogy a számított érték megközelítse a I.a. számítás eredményét. (A helyváltoztatási lánc fázisokra bontásától el lehet tekinteni).

Két lépésben próbálja meg az ellenállásfüggvényt és a modellparamétert úgy változtatni, hogy a számított érték minél inkább közelítsen a I.a. számítás eredményéhez. Dokumentálja és indokolja a lépéseket és a kapott eredményeket.