

Egyes kérdések az elektronikus díjfizetés bevezetésével kapcsolatban a fővárosban

A cikk a fővárosi közösségi közlekedés fontos szakmai kérdésével foglalkozik, amikor küszöbön áll a papíralapú díjhordozókról az elektronikus díjhordozókra való átállás. A két fontos téma kör: miként lehet az elektronikusan rögzített utazási adatokból utasáramlási adatokat, akár közelítően is megállapítani a kedvezőbb forgalomszervezés és utaskiszolgálás érdekében, továbbá hogy lehet az időalapú díjszabás esetén előzetesen megbecsülni a várható "vonal-, ill. átszállójegy ekvivalens" utazások számát, és ez milyen díjakkal, milyen bevételeket eredményez.

Dr. habil. Monigl János

FŐMTERV Zrt.

e-mail: monigl@fomterv.hu

1. BEVEZETÉS

Az elektronikus díjfizetési rendszer kialakítása magába foglalja a médiumok megválasztását, kiadását, feltöltését, vagy díjtermékek vásárlását, azok használatát a díjlerovó kezeléseknél, az utazási jogosultság ellenőrzését, a műveleti adatok továbbítását, fogadását és feldolgozását, mindezt megfelelő biztonsági környezetben.

A díjtermékek (jegyek, bérletek, azaz az utazási jogosultságok) vásárlása, tárolása és használata szempontjából **két eltérő rendszerkoncepció** jelent meg, amelyek lényegi vonásai a következők:

– **médiualapú megoldás:** a díjtermékek vagy utazásra felhasználható díjösszeg a rendszer által elfogadott médiumra (pl. érintkezésmentes chipkártya, NFC mobil-kártya) kerülnek feltöltésre és a kezelés során az „elfogadás/elutasítás” helyben, a járműveken vagy állomásokon lévő kezelőkészülékek által, a központtól off-line módon történik,

– **szerveralapú megoldás:** a díjterméket vagy utazásra felhasználható díjösszeget a szerverközpontban az utazóhoz kötődő és a rendszer által elfogadott „azonosító médium” (pl. érintkezésmentes chipkártya, NFC mobil-kártya, bankkártya, QR-kódbélyeg) előzetes regisztrálásával létesített technikai számlához kapcsoltan lehet befizetni, és a médiumolvasó kezelése alapján az „elfogadás/elutasítás” a szerveren, a kártyaazonosítót továbbító kommunikáció révén, a válasz figyelembevételével on-line módon történik.

A két rendszerkoncepció közötti lényeges különbség tehát a médiumok és a szerverközpont szerepében mutatkozik: az egyik esetben a médium „díjtermékhordozó”, amely olvasás/írás műveletek során, „helyben” értékváltozáson megy át, míg a másik esetben a médium csupán „utasazonosító”, amely olvasási művelet révén biztosítja a központtal történő kommunikációt, ahol minden tranzakciós körülményt és adatot rögzítenek.

Budapesten a BKK megbízásából egy szerver-alapú megoldás megvalósítása folyik.

Mindkét esetben az elektronikus médiumok (közlekedési kártya, azonosító kártya vagy NFC-képességű mobiltelefon) utazáskori használata során, a kezeléskor képződő „akciós adatok” lehetőséget adnak arra, hogy az összetartozó adatokat felszállási és leszállási helyek szerint rendezve, belőlük **megállóközi vagy körzetközi utasáramokat** képezzünk, amelyek a közlekedési szolgáltatások szervezése, tervezése, de egyáltalán a működtetése szempontjából meghatározó fontosságú alapadatokat jelentenek.

A közösségi közlekedésben különböző típusú díjtermékek (jegyek, bérletek) léteznek, amelyek **területi érvényessége** a hálózatban lehet: *vonali* (egy vonal/viszonylat mentén), relációs (megadott megálló vagy körzetek között) és területi (valamely településen, övezeten belül). Ezen túlmenően minden díjterméknek van **időbeli érvényessége** is: pl. a *vonaljegy*ek esetében a fel-/leszállóhelyek közötti időben, átszállójegyek esetében „x” percen belül, *relációs jegyek* esetében az utazás megkezdésétől „y” óra/nap, *területi jegyek* esetében pl. 15, 30, 60 perc vagy 24, 72, 168 órá, ill. 1, 3, 7 napi jegyek, valamint a *területi bérletek* esetében pl. hónap (30 nap) és év. Ezek – a relációs jegyek/bérletek kivételével – *átalány-díjú termékek*-nek tekinthetők.

A díjtermékek vagy előre meghatározottak (és általában megfizettek), vagy menet közben a felszálláskor és leszálláskor való kezelés során, a megtett út alapulvételeivel, mint *teljesítmény-alapú termékek* jönnek létre, valamint kapnak „értelmet és értéket”, amit vagy a kártyán lévő díjtárcába feltöltött összegből, vagy utólag a kártyabirtokosnak a központban lévő, előre feltöltött számlájáról, vagy a bankszámlájáról egyenlítenek ki.

Általában valamennyi eszközön, állomáson nem lehet a felszálláskori (check-in; CI) és leszálláskori (check-out; CO) utaskezelést is, azaz a „CICO-technológiát” megvalósítani, ezért felemás rendszerek jöhetnek létre; a lezárható gyorsvasúti állomásokon van erre a leginkább mód, és még a helyközi autóbuszok

is adnak erre esélyt, de a nagy forgalmú helyi villamos, autóbusz és trolijárműveken ez már problémás, és a nagyvasúti állomások lezárása sem látszik mindenütt megoldhatónak.

A Budapesten tervezett elektronikus díjfizetési rendszerrel kapcsolatban ezért **két kérdéskör** is említhető, amelyek megoldást, ill. választ kívánnak, nevezetesen:

- tekintettel arra, hogy valamennyi eszközön, állomáson nem lehet a felszálláskori és leszálláskori utaskezelést megoldani és ezzel megfelelő utasáram-adatokat is kapni, hogyan állíthatók elő közelítően a leszálláskori adatok (első sorban a megállóhelyek azonosítása) és a teljes utazásláncok, ha már egy ilyen nagy bekerülési összegű rendszer létezőn?
- az időalapú jegyekre való tervezett átállással kapcsolatban, hogyan becsülhető meg az új rendszerben, különböző időtartamú érvényességű jegyek esetében az eladott, ill. felhasznált „vonaljegy-egyenértékes” jegyek száma, és ez milyen bevétel-változást okoz?

A következő két – a megalapozásukat jelentő adatok körében egymással összefüggő – tanulmányrész ezekre a kérdésekre keres közelítő válaszokat.

2. KÖZLEKEDÉSI UTASÁRAMOK MEGHATÁROZÁSA AZ ELEKTRONIKUS RENDSZER ADATAIBÓL

2.1. Adatelőkészítés

Az előre meghatározott (és fizetett) relációs jegyek esetében utasáramok kiindulási és cél-megállójának ismeretéhez a csupán felszálláskori (CI) kezelés jó közelítéssel elegendő lehet. A „szabad felhasználású” vonaljegyek és területi érvényességű jegyek/bérletek vonatkozásában, a csupán CI-kezelés esetén további, **utólagos „adatnyerési technikák”** alkalmazására van szükség, a leszállás helyének és a teljes utazásláncnak (egyazon helyváltogatási indokhoz tartozó, a kiindulási hely és célhely közti részutak egymásutánja) a közelítő meghatározásához.

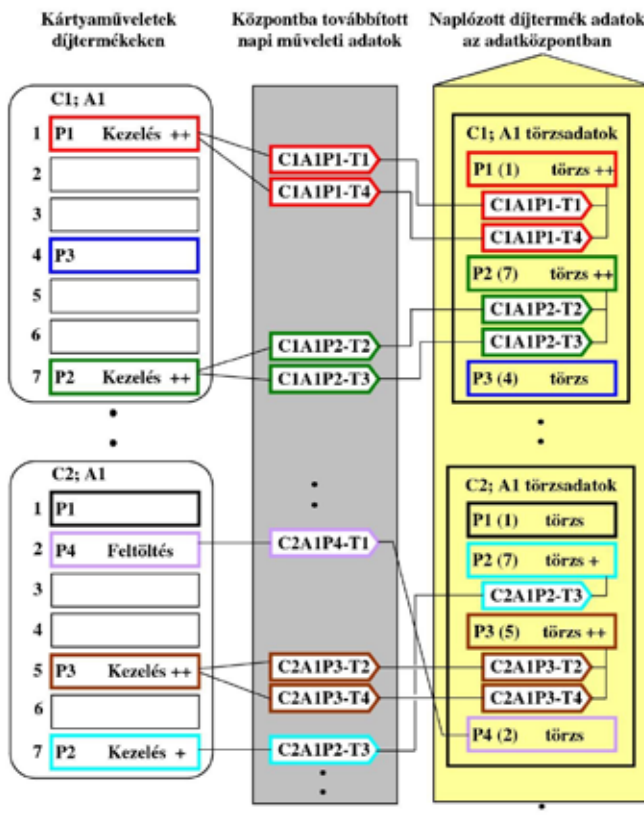
Ezzel összefüggésben meg kell jegyezni, hogy sok esetben a kártyabirtokosok teljes utazásláncai fontosak pl. a viszonylatvezetések tervezéséhez, és nem elegendő az egyes igénybe vett eszközökön a fel- és leszálló megállóhelyek közt megtett **részutak** ismerete.

A Közlekedési Adatközpontban (KAK) naplózott érvényes CI-kezelési (és CICO-kezelési) adatok feldolgozásához a következő fontosabb adatokra van szükség (ld. 1. ábrát is, ahol egy közlekedési kártyaalapú példa szerepel):

- a használt médium/kártya (C) azonosítója
- a kártyán lévő közlekedési alkalmazás (A) azonosítója (a kártyán több alkalmazás esetén)
- az alkalmazáshoz tartozó díjtermékek és díjtárca (P) azonosítója
- adott díjtermék kezelési adatai (szolgáltató, felszálló megálló, viszonylat, irány, időpont)

Rendezéssel a kártyán lévő valamennyi díjtermék napi felszállásainak sorszama és időbeli sorrendje előállítható.

1. ábra: A kártyaműveletek napi tranzakciós adatai útja és adatközponti naplózása



Példa: A CI kártya-tulajdonos kártyáján lévő EH-alkalmazási keretben (A1) három díjtermék található a feltöltés sorrendjében (P1: helyközi vasúti bérlet az 1.díjtermékhelyen; P2: díjtárca a 7. helyen; P3: előreváltott autóbusz jegy a 4. helyen)

Adott napon a CI kártyával a következő utazások történtek illetve tranzakciók (T) keletkeztek:

- T1: utazás a lakóhelyről a helyközi vasúti bérlettel (P1) másik (X) településbe
- T2: utazás díjtárcából (P2) X település helyi közlekedésében
- T3: utazás díjtárcából (P2) X település helyi közlekedésében
- T4: visszautazás X településből a helyközi vasúti bérlettel (P1) a lakóhelyre

Előfeldolgozással előállíthatók:

- valamennyi felszálláshoz az időpont alapján a menet/járat azonosító hozzárendelése
- a viszonylatok menetei/járatjai irányonkénti megállóhelyi fel- és leszálló utasszámait.

Az adatok feldolgozásához és elemzéséhez szükség van – a tér-idő vonatkozások szempontjából – a közösségi hálózat digitális topológiai modelljére is, a hálózati kapcsolatok megállapítása céljából.

2.2. Utazási adatnyerési feldolgozás

Az elektronikus rendszer esetén feltételezzük, hogy a közlekedési médiumát mindenkinek kezelnie kell (még az ingyenes utazásra jogosultaknak is) és minden felszállásról keletkezik legalább egy CI-adat (szolgáltató, viszonylat, irány, megállóhely, időpont).

A csak CI-kezelésű utazásoknál minden esetben a **részutak leszálló megállóhelyeinek azonosítására**

van első sorban szükség, ami a tranzakciós központban a kártyákhoz és díjtermékekhez tartozóan naplózott és időbeli sorrendben rendezett felszállási adatokból, célszerűen több lépésben történhet. Ennek alapján aztán ezen részutak „összefűzésével” az utazások is meghatározhatóvá válhatnak, amelyek relációs aggregálása eredményezi a napi utas-, ill. utazási áramokat, mátrixok formájában.

Minden egyes kártya/alkalmazás egyenként kerül vizsgálatra, amelynek díjtermékeihez tartozó minden egyes aznapi felszállási, kezelési adatot feldolgoznak, amire célszerűen az adott napot követő éjszakai órákban kerülhet sor.

A gépi elemzés során a következő **jelölésrendszert** célszerű alkalmazni:

t a napi időtengely ($t=1,2, \dots, i, j, 1440$ perc)

F_i = adott személy valamely felszállási időpontja a nap folyamán ($1 \leq F_i \dots \leq 1440$)

$\min F$ = adott személy első ($s.=1$) felszállásának időpontja (perc) a nap folyamán (pl. 6:00=361)

$T_i = (F_i - \min F)$ = adott személy napi első ($s.=1, T_i=1$) felszállása óta eltelt időtartam (perc)

$s.(T)$ = adott személy valamely felszállásának időrendi sorszáma a nap folyamán,

$$s.(T) = 1, 2, 3, \dots, q, \dots, z \text{ és} \\ s.(T_{i-1}) \leq s.(T) \leq s.(T_{i+1})$$

$D_{s.(T_i), s_{i+1}}$ = időköz adott személy két egymást követő felszállása között (perc)

T_{ij} = időtartam, valamely felszállás (i) és az azt követő felszállások időpontjai (j) között (perc)

$$T_{ij} = T_j - T_i; (j > i);$$

2.3. A részutak leszálló megállóhelyeinek és az utazási részút-láncoknak a meghatározása

Előjáróban megjegyezhető, hogy a csak a felszálláskori CI-kezelést alkalmazó utazásoknál **aktuálisan használt V viszonylatról ismertté nem váló leszállás helye** $V(Me)$, az adatközpontban

rendelkezésre álló napi kezelési adatok és a hálózat ismerete alapján, a **követő W viszonylaton történő felszállás megállóhelyéhez $W(Mf)$ való viszonyítással** – mintegy időben és térben „viszszafelé tekintve” – döntő részt valószínűsíthető.

Tekintettel arra, hogy a leszállás helyének ($V(Me)$) valószínűsítése után (a felszálló megállóhoz ($W(Mf)$) a legközelebbi lehetőség ($V(Mk)$) megálló helyének **távolsága** ($\min Lfk$) alapján lehet csak az adott viszonylaton a napi „s.”-dik felszállás helyétől ($V(Mf)$) eltelt **menetidőt $m(fe)$** számítani, így a leszállás(e) és a következő ($s.+1$)-dik felszállás (f) közti **időköz (Def)** nagyságát is meghatározni, így hogy melyik számítási esettel van dolgunk, csak ezen elővizsgálat után dőlhet el. A felszállás és leszállás közti menetidő ($m(fe)$) vagy a forgalomirányítási adatokból közvetlenül, vagy a megtett hossz (H) és a menetrendi, ill. viszonylati átlagsebességek (S) alapulvételével nyerhető ($m(fe)=Hfe/S$).

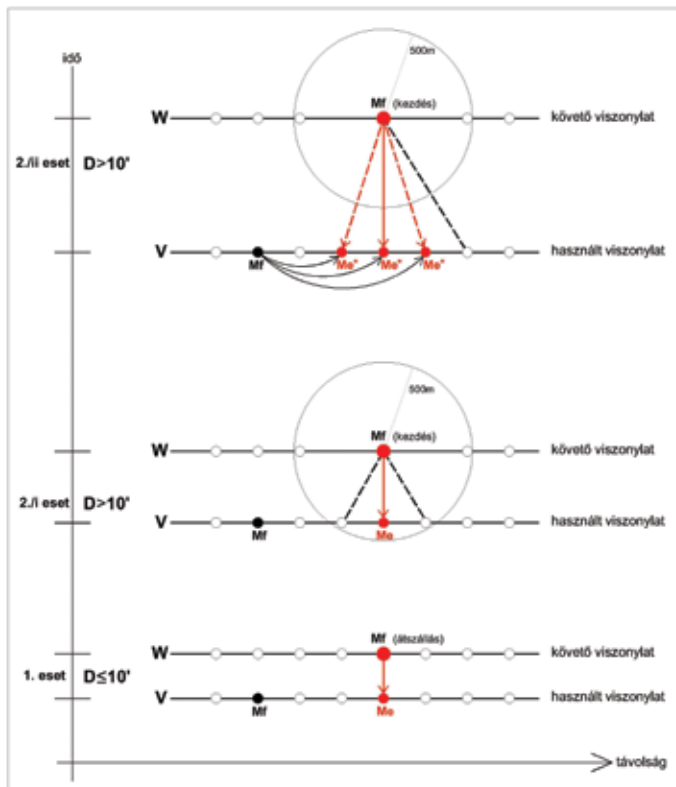
Ennek alapján számítható valamely leszállás és a következő felszállás közti időköz (D), azaz $D_{s.(Me), s.+1(Mf)}$ = időköz adott személy valamely viszonylatról való leszállása ($VM(e)$) és a következő felszállása ($W(Mf)$) időpontja között (perc).

Ezzel kapcsolatban, a **leszálló megállóhely ($V(Me)$) megállapítására** különböző számítási eseteket különböztethetünk meg (ld. 2. ábrát is):

- 0) Adott kártyához/alkalmazáshoz tartozóan a nap folyamán az első felszállás ($s=1$) biztosan valamely „a-b” megállóhelyek közt létrejövő utazás (Uab) kiinduló pontjának (Ma) felszálló megállóhelye ($Mf=Ma$),
- 1) Abban az esetben, ha a továbbiakban valamely viszonylat (V), adott megállóhelyén $V(Mf)$ történő $s=q$ -dik felszállást követően, a következő ($q+1$)-dik felszállás egy másik viszonylat (W) megállóhelyén ($W(Mf)$), a megelőző leszállás időpontjától pl. $D(s, s.+1) \leq 10$ (?) perc időközön belül történik, akkor valószínűsíthető, hogy a „V” viszonylat valamely, ($W(Mf)$)-hez legközelebbi ($Lfk=\min L$), „irányhelyes” megállója $V(Mk)$ volt a szóbanforgó részutnak a leszálló megállója ($V(Me)$), vagyis $Mk=Me$, amely megállóhely **átzálló pontnak** minősül (a térbeli tájékozódáshoz a hálózati topológiai modell ismeretére is szükség van);

- 2) Abban az esetben, ha pl. 10 percnél tovább ($D(s.,s.+1) > 10$) nem történt adott kártyához (díjtermékhez) tartozóan újabb felszállás, akkor valószínűsíthető, hogy az ismeretlen **leszálló megállóhely $V(Me)$** egyúttal egy „a-ból b-be menő utazás” végpontja is ($Me=Mb$) volt, amely leszállóhelynek a valószínűsítése két módon történhet:
- i) ha a következő felszállás (új utazás kezdete) megállóhelye ($W(Mf)$) „közelében” (pl. $L_{fk} < 500$ m) található az előzően használt viszonylat (V) valamely megállóhelye $V(Mk)$, akkor valószínűsíthető, hogy a legközelebbi ($L=\min L$) megállóhely $V(Mk)$ volt a **leszállóhely ($V(Me)$)**; ez egyúttal azt is jelenti, hogy az Ma -ban induló utazás-lánc-végpontja is ($Mk=Mb$) volt;
- ii) ha a legközelebbi felszállás (új utazás kezdete) megállóhelyétől ($W(Mf)$) az előtte használt viszonylat valamely megállóhelye ($V(Mk)$) távolabb van, mint $L \Rightarrow 500$ m, ill. nem állapítható meg egyértelműen a **leszálló megállóhely ($V(Me)$)**, akkor a használt „ V ” viszonylat adott irányban lévő megállóhelyei (Mk) közül, a következő felszálló megállótól ($W(Mf)$) legközelebbi ($\min L_{fk}$ ($1+0,33$) tartományban) „ x ” db megállóban (**$V(Mx=Me^*)$**) történhetett leszállás, az érintett „ x ” megállók leszálló utasszámai (U_e) arányában ($u^* = U/\Sigma U$); ebben az esetben az Ma -ban kezdődő – esetleg már több átszállással elért – utazás-lánc-végpontok (Mb) is a „ V ” viszonylat leszálló megállóhelyei ($V(Mx)$) közt arányosan valószínűsíthetők ($Me^*=Mx=Mb^*$).

2. ábra: A leszállási megállóhelyek megállapításának esetei



Tekintettel arra, hogy CI-esetben, — kezelés hiányában — nem ismerjük a leszálló utasszámokat (U_e), ezért a leszálló utasszám-arányokat (u^*) az „ellentétes viszonylati irány és napszak” felszálló utasszámai (U_f) alapján adódó arányokkal (f^*) helyettesítve becsülhetjük pl. négy(?) napszakra vonatkozóan, „páronként” a következők szerint:

$$\begin{aligned}
 &u^*(4-9) \sim f^*(15-19); \\
 &u^*(9-15) \sim f^*(9-15); \\
 &u^*(15-19) \sim f^*(4-9); \\
 &u^*(19-24) \sim f^*(19-24)
 \end{aligned}$$

Megjegyzendő, ebben a számítási stádiumban — a megállóhelyi arányok (e^*) alapján való felosztása következtében — törtszámok (U^*) is lehetségesek, amelyek aztán a megállóközi utazásáramok előállítására ($U_{xy} = \Sigma U_{xy}^*$) során kerülnek összevonásra.

A teljesség kedvéért megemlítendő még, hogy a közelítően meghatározott leszállóhelyek mellett a leszállások időpontját is meg lehet határozni a digitálisan leképezett hálózaton, a szakaszhosszak és az igénybe vett közlekedési eszközök menetrendi vagy átlagsebességei alapján, és így a leszállások, valamint az utazások időbeli lefolyása is elemezhetővé válhat.

A leszállási idők ismerete hozzásegíthet bennünket ahhoz is, hogy az „utazásokat” jelentő részút-lánccokat egyértelműbben határozhassuk meg, és az „átszállás” és az „utazáskezdés” között ne mereven a pl. 10 perces ($D(s, s+1) > 10$) időköz alapján döntsünk, hanem figyelembe vehessük a követő viszonylat (W) követési időit is, amelyek adott esetben nagyobbak is lehetnek (pl. 15, 20 perc), mely esetekben hosszabb várakozással, de végül is „átszállás” történik, és nem egy új „utazáskezdésről” van szó.

Természetesen az itt felvázolt „feltétel-paraméterek” az elektronikus rendszer bevezetése után, egy kezdeti időszak adatai alapján pontosítandók (pl. a leszállások és felszállások közti időszakok hosszának eloszlása külön vizsgálatokkal) vagy az átszállási távolságok alakulása a hálózati „átszállási kapcsolati táblák” mentén és a „gócponti hozzárendelések” figyelembevételével, vagy a viszonylatok jellege (pl. radiális, tangenciális, ...) és övezeti helyzete szerint, stb.

A CICO adatok, — ahol mind a felszállás, mind a leszállás megállóhelye ismert — a CI-alkalmazás így becsült leszálló megállóhelyi adatai alapján adódó részutakkal azonos módon kerülhetnek további elemzésre, utazási láncokká való feldolgozásra.

Mindegyik esetben megjegyzendő az utazás útvonala (R), a kiinduló (Ma) és célmegálló (Mb) között — a közbülső részutak viszonylatszámainak és a megtett viszonylatrészek fel- és leszálló megállóhelyeinek, valamint időadatainak megjegyzésével, — aminek alapján a viszonylatok mentén a felszálló utasszámok mellett a leszálló utasszámok is és az utasterhelések is megjeleníthetők.

2.4. Közösségi közlekedési utazási mátrixok meghatározása

Valamennyi kártyahasználati adat feldolgozása és a hozzájuk tartozó egyedi utazási áramok (Uab) összegzése után rendelkezésre állhat a **megállóközi utazási mátrix** ($Fab = \sum Uab$).

Amennyiben körzetszintű mátrixokat (Fij) kívánunk előállítani, akkor az a megállóhelyek körzetéhez rendelő kódja alapján tehető meg ($Fij = Fa(i)b(j)$).

Megjegyezzük, hogy az így nyert **utazási mátrix rétegezhető** a használt díjtermékek jellege alapján pl. jegyes és bérletes utazásokra, vagy a bérletes utazásokon belül a „dolgozó, nyugdíjas, tanuló” bontás is elképzelhető. Amennyiben a 65 éven felülieket kártyakezelésre kötelezik, akkor az ő ingyenes utazásaik is bemutatathatók.

További, **utazási indok** szerinti elemzésre is mód van, amennyiben adott kártyabirtokosok utazásainak napi idő- és megállóhelyi profiljait egy héten belül vagy több héten keresztül összevetjük. Nagy valószínűséggel munkahelyi vagy iskolai utazásokkal van dolgunk, ha a hét napjainak többségében a reggeli felszállások, ill. utazáskezdések párhajánként a délutáni órákban azonos helyen (de ellentétes irányban) vagy a közelben történnek a felszállások.

Tekintettel arra, hogy az elemzés tér-idő koordináta rendszerben történik, mód adódhat a terhelések **időbeli változásának** bemutatására és a különböző utazói csoportok (jegyes és bérletes (dolgozó, nyugdíjas, tanuló) utazások napi időbeli lefolyásának közelítő számítására.

A mátrixok hálózati ráterhelésével mód van a szintetikus úton előállított közösségi közlekedési utazási igénymátrix közelítő kalibrálására.

3. AZ IDŐALAPÚ ELEKTRONIKUS JEGYEKRE VALÓ ÁTTÉRÉS EGYES KÉRDÉSEI A FŐVÁROSBAN

3.1. Az elektronikus díjszedés és az időalapú díjtermékek egyes lényegi sajátosságai

A BKV menetdíjrendszerének átalakítása az elmúlt évtizedekben többször felmerült. Az

elképzelések általában területi-övezeti differenciálásban vélték a megoldást, amelyek azonban – a külsőbb övezetekben lakók körében keletkező, várható társadalmi feszültségek és bevételvesztési veszélyek miatt – eddig mind elháltak.

A jelenleg elképzelt menetdíjrendszer egyik alapvető vonása, hogy **időalapú menetdíj-fizetést** kíván az elektronikus rendszerben megvalósítani. A **díjszabási alapok** tekintetében az elektronikus fizetési rendszer bevezetésekor a jelenlegi, területi/hálózati papíralapon működő, átalányjellegű díjszabás alapjai egy ideig – összehasonlítási alapok céljából – elvileg maradhatnak, de egy „tapasztalási fázis” után a következő **időalapú megoldások** lehetségesek (a végleges megoldás még változhat):

- az **eseti utasok** részére **időalapú „jegyek”** (utazási jogosultságok) kerülhetnek bevezetésre, így a **vonaljegy helyett pl. 1 perces(?) időkorlátos jegy, csupán egy felszállást megengedve** és az átszálló jegy helyett pl. **30 és 60 perces(?) időkorlátos jegy** kerülhet alkalmazásra,
- a **rendszeres utazók számára** is van időalapú megoldási lehetőség, amennyiben a hálózati bérleteket felváltaná a teljesítményarányos differenciálás lehetőségét adó **időalapú, út-db-száma (pl. 60, 90, 120 út) építő havi vagy 30-napos jegy**).

(Megjegyzés: mind az átszállást is lehetővé tevő „eseti jegyek”, mind a „30-napos jegyek” típusánál az „időalapú” egyfajta időkorlátot, az egymást követő felszállások „megengedő időszakát” jelenti, vagyis egy „időkorlátos utazás” az 1. felszállás időpontjától számított pl. 30 percen belül történt felszállások részeit foglalja magába, az utolsó felszállást követő leszállásig).

Mindkét említett díjterméktípusnál az időalapra történő váltásnak – megfelelő szintű és arányú, differenciált díjak alkalmazása esetén – nyertesei is lehetnének, ami akár többletbevételekre is lehetőséget adhat.

Meg kell továbbá jegyezni, hogy az időalapú jegyek első sorban a Budapest városhatáron belüli szolgáltatások esetében alkalmazhatók, a város-

határt átlépő szolgáltatások esetén (pl. HÉV-eknél), ha távolságosztályos vagy övezeti díjszabást kívánnak alkalmazni, az időalapú díjfizetés nem éppen a legalkalmasabb módozat.

Az időalapú rendszer bevezetése előtt az **egyik fő kérdés** az, hogyan lehet megbecsülni, hogy a jelenlegi, papírjegyes rendszerben eladott vonal- és átszállójegyek db-száma **hogyan változna az elektronikus, időalapú jegyek (utazási jogosultságok) esetében és hogyan alakulna az ebből várható bevételek mértéke?** Továbbá, **mi lenne a szintén szóba került napi díjplafon alkalmazás hatása?**

Erre a célra háztartásfelvételi adatok, de még inkább magának az elektronikus díjrendszernek az adatai szolgálhatnak oly módon, hogy egy átmeneti időre a jelenlegi „vonali- és átszállójegyes” rendszer kerülne elektronikusan is leképezésre.

Az „időalapú jegyek időközéinek” (időablakainak) figyelembevételével történő vizsgálat ugyanazon adatbázis felhasználásával készülhet, mint a leszálló megállóhelyek meghatározása, de tekintettel arra, hogy az időalapú jegyek a felszállások közti időszakokon alapulnak, a CI-alkalmazás esetében sincs a leszállóhelyek megállapítására feltétlen szükség.

3.2. A napi utazások időbeliségének vizsgálata az időalapú jegyek számának alakulásáról

A naplózott tranzakciós adatok lehetőséget adnak arra, hogy valamennyi kártyabirtokos személy minden egyes útját a „napi időtengety” (t; perc-alap) mentén külön vizsgáljuk a felszállások időpontja, ill. az egymást követő felszállások közti időközök (D) vonatkozásában. Végezetül e személyekre vonatkozó adatok összegzésével állapíthatók meg az egyes „időablakokba” eső utak arányai, vagyis mennyi lenne, ill. milyen arányú lenne az egyes „időalapú jegyek” felhasználása az egyes „érvenyességi időközöknek” megfelelően.

Ehhez a következő gondolati modell javasolható, amelynek alapjai az alábbiakban, ill. jelölései korábban láthatók (ld. az 1. táblázat „zsugorított napi” példáját):

1. táblázat: Példa egy személy „zsugorított napi” utazásaira

P é l d a: személy napi utazásai							
Felszállás napi sorszáma (s)	1	2	3	4	5	6	7
Felszállási időpont (óra:perc)	6:00	6:07	6:21	6:32	6:58	7:12	7:47
Napi időtengely (Fi; perc)/en	361	368	382	393	419	433	468
Relatív időpont (Ti; perc)	1	8	22	33	59	73	108
Követő időköz ((Dj-1); perc)	0	7	14	11	26	14	35

A 2. fejezetben ismertetett jelölések kiegészítendőek, nevezetesen

$A_{k(h)}$ = átfedő időköz-ablak (k) a megadott határidők (h) szerint

$h = 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 75, 90$ perc

$k = (1) 0-5, (2) 0-10, (3) 0-15, (4) 0-20,$

$(5) 0-30, (6) 0-45, (7) 0-60, (8) 0-90, (9) 0 \rightarrow 90$.

Az utazási adatok alapján a különböző díjtermékekkel (jegy, bérlet) vagy ingyenesen utazó csoportokba sorolható egyes személyek közösségi közlekedési utazásait – az egymást követő felszállások közti időközök (D), ill. az egyes felszállásokat követő utazások közti időtartamok (T) alapján - besoroljuk a megadott határidőpontok (h) szerinti időköz-ablakokba (k) (2.táblázat).

Amennyiben az időköz-ablakba való besorolás feltételét a követő időközök (D) alapján szabnánk meg:

– első besorolás, ahol $(h-1) \leq D_{(j(s-1), j(s))} \leq h$,

– további besorolás, ahol $h > D_{j(s-14), j(s)}$,

akkor bizonyára hibáznánk a levonandó következtetések szempontjából (2. táblázat).

Mert ilyen egyszerű lenne a dolog? A példában szereplő személy 7 db felszállásánál adódó 6 db, különböző hosszúságú „közvetlen követő időköz” (D) létezik, amelyek 66,7%-a 15 percnél rövidebb és 83,3%-a 30 percnél rövidebb. Az időalapú jegyek aránya is ilyen lenne?

Az időalapú jegyek tekintetében több lehetőség adódik több követő időköz összevonásával (idő-ablakok), aminek több kombinációja is lehetséges, amit a példa számaival is alátámaszthatunk:

– első lehetőség:

- 1.(1'), 2.(8'), és 3.(22') felszállás 30 perces jeggyel,
4. ((33') és 5.(59') felszállás szintén 30 perces jeggyel,
6. (73') és 7.(108') felszállás szintén 30 perces jeggyel,

– második lehetőség:

1. (1') felszállás 1 perces „vonaljeggyel”
2. (8'), 3.(22') és 4.(33') felszállás 30 perces jeggyel,
5. (59') 6. (73') és 7.(108') felszállás 60 perces jeggyel,

2. táblázat: A felszállások közti követő időközök (Dj-1,j) besorolása és eloszlása

Személy sorszáma	Utascsoport	Felszáll. sorszám	Hátralévő felsz.db	Újra felszállás (h) percen belül (db; %)									
				0-5	0-10	0-15	0-20	0-30	0-45	0-60	0-90	0->90	
1	Jegyes	1	6		1								
		2	5			1							
		3	4			1							
		4	3					1					
		5	2			1							
		6	1							1			
		7	0										
		Sum↓		0	1	3	0	1	1	0	0	0	
		Cum→		0	1	4	4	5	6	6	6	6	
		Cum%		0	0,167	0,667	0,667	0,833	1,000	1,000	1,000	1,000	

– harmadik lehetőség:

- 1.(1'), 2.(8'), 3.(22'), 4.(33') és 5.(59') felszállás 60 perces jeggyel, 6. (73') és 7.(108') felszállás 30 perces jeggyel.

Ezt a fajta vizsgálatot és besorolást (díjmegállapítást) az elektronikus rendszer létrejötte után, a feltételezések szerint, az adatközpontban (KAK) utólagosan a szerver végzi el, és azt a változatot fogadja el automatikusan, amely az utas számára a legkedvezőbb (értsd: a legkisebb összeget jelenti). Ehhez persze tudni kell, hogy milyen díjszinteket alkalmaznak az egyes időszakos jegyekre vonatkozóan. Saját korábbi javaslatunk szerint például a következők lennének elképzelhetők a belső **egyedi utazásokra szóló időalapú díjak** esetében:

az 1. felszállás (pl. a jelenlegi vonaljegyár (350 Ft) kb. 90%-a) 320 Ft,

a 2. és a további felszállás(ok) 30 percen belül +220 Ft, összesen 540 Ft,

a további felszállás(ok) 60 percen belül +220 Ft, összesen 760 Ft.

Csupán összehasonlításul: ma egy vonaljegy ára 350 Ft, egy metró szakaszjegyé 300 Ft és egy átszállójegyé, kétszeri felszállásra 530 Ft (a metró szakaszjegy – a szolgáltatás színvonalát tekintve – aránytalanul olcsónak tűnik az egyéb eszközökön, rövid útra használandó vonaljegy árához képest). A javaslat szerint a félórás jegy kb. 540, az órás jegy kb. 760 Ft-ba kerülhetne, ami az 1650 Ft-os 24-órás jegy árához képest méltányosnak tekinthető.

Ez az is jelenti, hogy aki havonta tíz alkalommal oda- és visszaútra félórás jegyet vált (10 800 Ft), annak megéri havi bérletet választani 10 500 Ft-ért (de később még inkább egy „60 útra szóló 30-napos jegyet”, amely a havi bérlet árának kb. 85%-át tenné ki).

A felszállások számának figyelése az időintervallumoknak megfelelően, valamint a díjak utólagos megállapítása és levonása a rögzített adatok alapján történhet.

A korábbi példában az első esetben 3 db 30 perces jegy ($540 + 540 + 540 =$) 1620 Ft, a második esetben 1 db egyszeri felszállást lehetővé tevő 1/3/5-perces jegy, 1 db 30-perces és 1 db 60-perces jegy ($320 + 540 + 760 =$) 1620 Ft fedné le az utakat, míg a harmadik esetben 1 db 60-perces és 1 db 30-perces jegy ára ($760 + 540 =$) 1300 Ft lenne a kiegyenlítendő díj, ami alapján – az elképzelések szerint, az utas számára a legkedvezőbb összeget, 1300 Ft-ot vonnák le tőle (ezzel összefüggésben érdemes utalni rá, hogy az „utasoknak való kedvezés” bevételvesztéssel jár; ma 7 vonaljegy ára 2450 Ft lenne, ami csak egy elvi összehasonlítási alap lehet, hisz vagy átszálló jegy, vagy napijegy (1650 Ft) vásárlása ma is olcsóbb lenne; ez utóbbi jutányosnak tekinthető, hiszen ára 4,7 db vonaljegy tetz csupán ki).

Ugyancsak a szerver végzi el a „**napi díjplafon**” elérésének vizsgálatát is, ami szerint annak díjelérése esetén csak a napi jegy árának megfelelő összeget számítja fel adott kártyabirtokos személynek és terheli meg vele a számláját.

Amennyiben nincs lehetőség „egyedi ablakozásra” és a lehetséges „jegyhasználati kombinációkat” meghatározni, az összes felszállás időközök szerinti megoszlásának arányait a következő **közelítő módon** lehet becsülni:

– tekintettel arra, hogy különböző „összefüggő ablak-kombinációk” lehetségesek, az egyes felszállások időpontja és a követő összes felszállás időpontja közti különbségeket ($(T_{ij} - T_j - T_i)$) képezve töltjük ki a 3. táblázatot, vagyis

– vesszük a $T_{ij} = T_j - T_i$ növekvő időtartamokat valamely felszállás (i) és a még azt követő felszállások (j) időpontjai között (perc) ($j > i$; ami $7 \times 6 / 2 = 21$ értéket jelent; ld. 3. táblázat) és betesszük őket a 4. táblázat megfelelő időköz-rekeszeibe – amelyek mindig 0 és a h „határ-idő” (perc) között értendők, – tekintettel arra, hogy valamely adott felszálláshoz tartozó „időtartam” része lehet még egy követő hosszabb időköz-láncnak, időablaknak,

3. táblázat: A felszállások és a követő felszállások közti időtartamok (T_{ij}) alakulása

Követő felszállási idő (T _j)		T2=8	T3=22	T4=33	T5=59	T6=73	T7=108
Induló felszállási idő (T _i)	T _{ij} =T _j -T _i						
1. Felszállás	T1= 1	7	21	32	58	72	107
2. Felszállás	T2= 8		14	25	50	64	100
3. Felszállás	T3= 22			11	37	51	86
4. Felszállás	T4= 33				26	40	75
5. Felszállás	T5= 59					14	49
6. Felszállás	T6=73						35
7. Felszállás	T7=108						

- majd az egyes időközökbe eső értékek darabszámát (gyakoriságokat) összegezzük és „normálással” kiszámítjuk a százalékos eloszlásokat (%),
- így a táblázatból leolvashatjuk például, hogy az utazáskombinációk hány %-a esik a 30, vagy 60 perces határ alá, ill. közé,
- ha a jelenlegi vonal- és átszállási jegystatisztikai adatokat a fenti %-os arányok alapján megosztjuk és a várható jegyárakat megadjuk, képesek lehetünk a várható bevételösszegek közelítő becslésére is.

A táblázatból látható, hogy a példában szereplő utazások tekintetében a lehetséges 21 db „követő időköz-tartam” megoszlása milyen arányokat eredményez, nevezetesen, a lehetséges egymást követő időközök láncainak 33,3%-a esik 30 perc alá és 71,4%-a 60 perc alá, továbbá 90,5%-a 90 perc alá. Ez azt jelentheti közelítőleg, hogy 33,3%-a az utazásoknak 30 perces jeggyel, 71,4 - 33,3=38,1%-a 60 perces jeggyel és 90,5 - 71,4= 19,1%-a 90 perces jeggyel len-

ne lefedhető. A felszállások maradék 9,5%-a (a példa alapján) a további napi utazások időbeli lefolyása alapján újabb „láncok” részévé válna.

Az elemzések menete és számítástechnikai környezete tehát a következő lehetne:

- szükséges kettő, a napi időtengelynek megfelelő hosszúságú(1,2 ... 1440 perc) „**mun-kavektor**”, ahol a mintában szereplő minden egyes személyre/kártyára vonatkozóan a napi felszállási időpontokat (F_i és T_i) rögzítik (ezeket a vektorokat minden következő személy hasonló adataival felülírják),
- szükséges egy „**besoroló munkatáblázat**”, ahova minden egyes személy felszállási időpontjait, ill. a követő felszállásokig eltelt időtartamokat (T_{ij}) a megfelelő időközökbe sorolják be (ezt a táblázatot is minden következő személy hasonló adataival felülírják),
- szükséges egy „**összegző táblázat**”, amelybe az egyes személyekre kitöltött besoroló munkatáblázat adatait átmásolják; ez a ku-

4. táblázat: A felszállások közti időtartamok (T_{ij}) besorolása és eloszlása

Személy sorszáma	Utascsoport	Felszáll. sorszám	Hátralévő felsz.db	Újra felszállás (h) percen belül (db;%)								
				0-5	0-10	0-15	0-20	0-30	0-45	0-60	0-90	0->90
1	jegyes	1	6		1							
		2	5			1						
		3	4			1						
		4	3					1				
		5	2			1						
		6	1							1		
		7	0									
		Sum↓		0	1	3	0	1	1	0	0	0
		Cum→		0	1	4	4	5	6	6	6	6
		Cum%		0	0,167	0,667	0,667	0,833	1,000	1,000	1,000	1,000

muláló táblázat mutatja meg a mintában szereplő összes személyre vonatkozóan az időközök eloszlását.

Az elemzések elvégezhetőek a **jegy**, a **bérlet** és az **ingyenes utazók** csoportjaira, amiből ezen csoportok esetleges eltérései is megállapíthatók lennének a közösségi közlekedési rendszer használatát illetően.

Az időalapú díjtermékekkel kapcsolatban elvégzendő elemzések eredményei alapján közelítő arányokat lehetne tehát becsülni az **időalapú jegyek várható felhasználására** vonatkozóan, és közelítő **bevétel** számításokat is lehetne végezni több menetben, különböző időszaki és díjszintváltozatok alkalmazásával, változatlan utasszámok feltételezve. Ennek keretében lehetne megbecsülni a jegyes utasok közül a napi díjplafont elérők arányát és az ezzel összefüggő bevételalakulásokat.

Az, hogy a különböző díjszintek milyen hatással vannak a különböző közlekedői csoportok utazási keresletére, csatlakozó, a szokásos napi helyváltoztatásokat rögzítő háztartásfelvételeken túli, speciális felvételekre alapozó preferencia vizsgálatok keretében célszerű tisztázni, a specifikus díjszintkereslet-rugalmassági tényezők megállapításával.

Megjegyzendő, hogy az út-darab-számra (60, 90, 120 útra) építő, **időalapú havijegy** esetében egy hosszabb időszak (pl. 30 nap) megfigyelésére és elemzésére van szükség. A bérletesek esetében, ha bevezetnék a 30 percen belüli felszállások figyelembevételével adódó „út-db-szám” alapú havijegyeket, pl. a következő formában:

60 útra szóló jegy (pl. a jelenlegi bérlet ár 85%-áért).
90 útra szóló jegy (pl. a jelenlegi bérlet ár 110%-áért),
120 útra szóló jegy (pl. a jelenlegi bérlet ár 125%-áért),

akkor az időbeli megoszlások ezek vizsgálatához is felhasználhatók lennének, amelyekből a helyi bérletesek utazási gyakorisága hasznos támpontul szolgálhatna a különböző út-db-számot biztosító bérletarányokra vonatkozóan, ill. bevételalakulásokra is.

Az időalapú havijegy bevezetése a gyakorlatban oly módon történhetne, hogy az elektronikus kártyaalkalmazás elindítása után, egy átmeneti időszakra (pl. 2 hónapra) a kártyát az utasok a jelenlegi, „hálózati átalányalapú bérletnek” megfelelően használnák, miközben az adatközpont az időalapú rendszer szerint regisztrálná a felszállások időpontjait. Ezek alapján elvégezhető egy vizsgálat, ami minden kártyatulajdonos számára hozzáférhetővé válhatna, hogy hány „30 perces utat” tett meg egy hónapban. Így – és a párhuzamosan elvégzett, üzemeltetői szempontú díjszint- és bevételelemzés alapján megállapított díjak szerint – mindenki megválaszthatná, hogy a következő hónaptól milyen 30 napos jegy (60, 90, 120 útra szóló?) lenne számára a legmegfelelőbb a havi utazási igényeihez. Természetesen a választott db-szám elfogvása után a hőközbenei újrafeltöltés lehetősége (60, 90, 120 útra szóló jeggyel) adott lenne, a 30-napos lejárat újra indulásával.

Az elektronikus díjfizetésre való átálláshoz kapcsolódó díjszabásialap-változással, azaz az időalapú jegyek bevezetésével kapcsolatos bevételkalkulációk eredményei a rendszer megvalósíthatósági tanulmánya keretében készíthető költség-haszon elemzéssel is figyelembe veendő, bár ezt látszólag már túlhaladta az élet.

Meggyőződésünk, hogy az elektronikus díjfizetési rendszer a felvetett kérdések vizsgálatát és további „adatbányásztkodást” is lehetővé tehetne, aminek eredményei szintén a közösségi közlekedés jobb menedzselését szolgálhatnák Budapesten és a régióban, különösen akkor, ha a BKV-nál nem sajtóelvtv, szigetmegoldás jön létre.

(A téma a közlekedés egyik legaktuálisabb kérdését vizsgálja, már-már történelmi "pillanatban", amikor ismerteti azokat a megoldásokat, technikákat, amelyek lehetővé tennék az átjárást a különböző közlekedési módoknál alkalmazandó mobil fizetési eljárások között. Az időszerűséget mi sem bizonyítja jobban, minthogy a Közlekedéstudományi Szemle is több értékes cikknek, tanulmánynak biztosított megjelenési lehetőséget hasonló témákban. E szerény eszközökkel talán oldani lehet azon a félelmen, amit szerzőnk jelez: "ha nem sajtóelvtv, szigetmegoldás jön létre". A főszerk.)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Technológiai Útmutató az ELEKTRA Hungaria közlekedési kártyarendszer követelményeinek alkalmazásához (TRANSMAN) (in: ELEKTRA Hungaria közlekedési elektronikus kártyarendszer továbbfejlesztése – BKSz Kht 2008 február; TRANSMAN-Stratis - Idom - Huntrust - jelentés)
- [2] ELEKTRA Hungaria közlekedési elektronikus kártyarendszer továbbfejlesztése (teljes dokumentáció) – (BKSz Kht 2008 február; TRANSMAN-Stratis-Idom-Huntrust jelentés)
- [3] BKK - Elektronikus jegyrendszer Megvalósíthatósági vizsgálat (Tanulmány, 2011)
- [4] Monigl J.: Szempontok az elektronikus közlekedési díjfizetési rendszerrel kapcsolatban (Városi közlekedés, 2011. (51. évf.) 3-4. sz.)
- [5] Különböző írásbeli és szóbeli információk a megvalósuló BKK rendszerrel kapcsolatban



Some issues related to the introduction of the electronic payment of transport fees in the capital

The design of the electronic toll system includes a choice of media, publishing, uploading, or purchasing fee products; their use in the handling of fee deduction; the control of travel permissions, the transmission, reception and processing of all relevant operational data, and all this, in a suitable and secure environment.

Two different system concepts have emerged regarding the purchase, storage and use of fee products (tickets, season tickets, ie the travel entitlements). Their essential features are as follows:

- **medium-based solution:** the fee products or the sum of fees to be used for travel can be credited to a medium accepted by the system (e.g. a contactless chip card, or NFC mobile card), and the validation (acceptance/rejection) takes place in situ, on the transport vehicles or at the validating machines at the stations, independent from the center in a offline mode.
- **server-based solution:** the fee product or the sum of fees to be used for travel can be paid in the server centre in advance at a technical account established after the pre-registration of an identification medium (contactless chip card, NFC mobile card, bank card, or QR code stamp) connected to the traveler and accepted by the system. The acceptance/rejection happens online on the server, based on the reader handling of the medium through the communication transmitting the card identification, and taking the response into account.



Einige Fragen der Einführung der elektronischen Zahlung von Transportgebühren in der Hauptstadt

Die Gestaltung des elektronischen Zahlungssystems beinhaltet die Auswahl, Ausgabe und Aufladung von Medien oder den Kauf von Gebührenprodukten, ihre Verwendung bei der Abwicklung der Gebührenabzüge, die Kontrolle der Reiseberechtigungen, die Übermittlung, den Empfang und die Verarbeitung der Prozessdaten und das alles in einer geeigneten und sicheren Umgebung.

Es wurden **zwei unterschiedliche Systemkonzepte** zum Kauf, zur Lagerung und Verwendung von Gebührenprodukten (Fahrkarten, Saisonkarten, d.h. Reiseberechtigungen) entwickelt. Ihre wesentlichen Merkmale sind die folgenden:

- **Medien-basierte Lösung:** die Gebührenprodukte oder die Summe der für die Reise zu verwendenden Gebühren werden auf ein vom System akzeptiertes Medium (z. B. eine kontaktlose Chipkarte oder NFC-Mobilfunkkarte) aufgeladen und die Akzeptierung/Ablehnung während der Validierung erfolgt an Ort und Stelle in den Fahrzeugen oder an den Bahnhöfen/Haltestellen im Off-line-Betrieb, vom Zentrum unabhängig
- **Server-basierte Lösung:** Das Gebührenprodukt oder die Summe der für die Reise zu verwendenden Gebühren können im Server-Zentrum, im Voraus an einem nach der Voranmeldung eines vom System akzeptierten Identifikationsmediums (kontaktlose Chipkarte, NFC-Mobilfunkkarte, Bankkarte oder QR-Code-Stempel) hergestellten technischen Konto bezahlt werden, die mit dem Reisenden verbunden ist. Die Akzeptanz /Ablehnung erfolgt online auf dem Server, auf Grund der Bedienung der Medienableseeinheit durch die Kommunikation, die die Kartenidentifikation überträgt, und unter Berücksichtigung der Antwort.