

TELEMATIKAILAG IRÁNYÍTOTT TÉRBEN-IDŐBEN RUGALMAS KÖZFORGALMÚ KÖZLEKEDÉS

Dr. Csiszár Csaba

1. BEVEZETÉS

A „hagyományos” tömegközlekedés térben és időben koncentrált utazási igények esetén üzemeltethető költséghatékonyan. Jellemzője, hogy

- meghatározott helyen (utasforgalmi létesítményeknél),
- meghatározott időpontban (menetrend szerint),
- meghatározott útvonalon (viszonylaton),
- meghatározott díjért,
- meghatározott utazási feltételek mellett

vehető igénybe. Ha a helyváltoztatási (utazási) igények mértéke alacsony, és ez térben szétszórtnan jelentkezik, akkor a hagyományos menetrendszerinti tömegközlekedés működtetése gazdaságtalan. Ezért az ilyen területeken a közforgalmú közlekedés térbeli és időbeli rendelkezésre állása általában alacsony, esetleg az teljesen hiányzik. Mindez a potenciális tömegközlekedési utasoknál is a saját jármű használatát és az ezzel járó negatív hatásokat eredményezi (pl. fokozott környezetszennyezés).

A hagyományos tömegközlekedés kiegészítéseként, Nyugat-Európában már az 1970-es, 80-as évektől létrehozták (vagy csak tesztelték) a rugalmas tömegközlekedés különböző formáit [9]. Elsősorban a „telefonon rendelt utazás” (dial-a-ride) és a „gyűjtőtaxi” (shared minicab) elnevezésű, kis befogadóképességű járművekkel (minibusz, személygépkocsi) üzemelő rendszerek terjedtek el. A rugalmas tömegközlekedésre az utóbbi években a DRT (Demand Responsive Transport = igény szerinti közlekedés) elnevezést használják. Definíció szerint: „a DRT egy átmeneti (közbülső) forma a kis befogadóképességű, alacsony padlós autóbusszokkal üzemelő, rögzített útvonalú hagyományos tömegközlekedés és a személyes igényeket maximálisan kielégítő taxiszolgáltatás között” [1]. A közeljövőben olyan szolgáltatási koncepciók, illetve rendszerek elterjedése várható, amelyek igazodnak a helyi igénystruktúrákhoz, és ötvözik a hagyományos és a rugalmas tömegközlekedési formákat. Ehhez kiegészítő jelleggel kapcsolódhat az ún. car-sharing (közös gépkocsi-használat kölcsönözhető személygépkocsikkal, „időbeli megosztással”) esetleg a car-pooling (közös gépkocsi-használat saját személygépkocsikkal, „járműmegosztással”) szolgáltatás.

A DRT rendszerekkel lebonyolított utazások motivációja széleskörű. A rendszeres munka (oktatás) motivációjú utazások mellett inkább a szabadidő motivációjú utazások és a speciális használói csoportok (pl. idős vagy sérült emberek) egyéb helyekre (idősek otthona, kórházak, stb.) irányuló utazásai a jellemzőek. A rugalmas rendszerek célja, hogy az utazók különböző individuális mobilitási igényeihez igazodva, alternatívát jelentsenek a saját járműhasználattal szemben; egyidejűleg a járművek megfelelő kihasználtsággal üzemeljenek (attraktivitás gazdaságos fokozása). Az ilyen módon „kibővített” közforgalmú közlekedés „gerincét” a nagyobb forgalmat lebonyolító viszonylatok menetrendszerinti közlekedése jelenti. Ehhez az ún. „törzshálózat” kapcsolódnak az egyes – általában alacsony laksűrűségű, szórt népességű – területeken üzemelő rugalmas rendszerek, helyi kiszolgáló és ráhordó funkcióval.

Míg a hagyományos tömegközlekedés esetén – a hosszabb időre való tervezéskor - a korábbi időszak utazási igény adatait használják, addig a DRT esetén az **aktuális utazási igények**hez rendelik a járat útvonalát, a közlekedés időpontját és a jármű típusát [1], [7]. Ehhez szükséges az utazási szándék előzetes bejelentése. A rugalmas közlekedést lehetővé tevő **operatív tervezés** célja, hogy az azonos térbeli és időbeli jellemzőkkel bíró igények összerendezésével az igények és a kínálat minél „közelebb” kerüljenek egymáshoz. Minél alacsonyabb az utazási igény mértéke, annál nagyobb az operatív tervezés jelentősége.

A bejelentett helyváltoztatási igények kezelése, a járat, a jármű- és a személyzetvezénylési tervek készítése, az operatív járműirányítás és az utastájékoztatás, -kiszolgálás valamint a menetdíjbeszedés funkciók fejlett **telematikai rendszert** igényelnek. Az utasok számára különösen fontos a használatra vonatkozó általános (kollektív) és a személyre szabott „mobilitási” információk köre (pl. tájékoztatás az egyes helyváltoztatási módok előnyeiről-hátrányairól, személyes útvonalajánlatok, tájékoztatás a viteldíj-struktúráról, stb.).

A rugalmas szolgáltatások bevezetésekor a működtető *közlekedési társaságok* és *szövetségek* a következő célokat tűzik ki:

- individuális, a többi közlekedési módhoz illeszkedő (összehangolt) közlekedési szolgáltatások nyújtása,
- a mobilitási lánc kiterjesztése háztól-házig,
- új használók (utasok) megnyerése, az „utashűség” fokozása.

Bár a DRT rendszerek számos előnnyel rendelkeznek, mégis néhány jellegzetességét a potenciális utasok hátrányként értékel(het)ik. Ezek a következők:

- az utazási szándékot előzetesen be kell jelenteni,
- az alkalmi utasok nehezen látják át a rugalmas szolgáltatástípusokat, azok igénybevételének módját, feltételeit,
- magasabb viteldíjak fizetendőek; és a tarifarendszer komplikáltabb, különösen akkor, ha a rugalmas és a hagyományos tömegközlekedést kombinálják.

Ezek a hátrányok mérsékelhetők körültekintő tervezéssel, intenzív marketing és tájékoztató tevékenységgel, valamint a folyamatok (igény-bejelentési, szállítási, stb.) figyelésével.

A rugalmas tömegközlekedési rendszerrel összefüggő kutatások során a helyváltoztatási folyamat, valamint az ezt támogató telematikai rendszer és az információkezelési folyamat jellemzőinek az összefoglalását végeztem el.

2. A RUGALMAS KÖZFORGALMÚ SZOLGÁLTATÁSOK JELLEMZŐI

A közforgalmú szolgáltatások a következő „rugalmassági jellemzők” alapján sorolhatók típusokba:

- útvonalak kötöttsége (térbeliség),
- a fel- és leszállás helye,
- az időbeliség,
- és az előzetes igénybejelentés szükségessége.

E típusok jellemzőit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat A közforgalmú szolgáltatás-típusok jellemzői

Szolgáltatás-típusok Rugal- massági jellemzők	kötött útvonalú (igény-bejelentéses) szolgáltatás	részben kötött útvonalú szolgáltatás	kötetlen útvonalú (körzeti) szolgáltatás	car-sharing szolgáltatás
útvonalak kötöttsége (térbeliség)	viszonylatokon	meghatározott irányban	körzeten belül kötetlenül	körzeten belül kötetlenül
fel- és leszállás helye	csak kijelölt megállóknál (feltételes megállóknál)	kijelölt és feltételes megállóknál vagy egyéb tetszőleges helyen	tetszőleges helyen (háztól-házig)	tetszőleges helyen (háztól-házig); a jármű felvétele és leadása a telephelyeken
időbeliség (menetrend)	menetrend szerint	menetrend szerint	nincs menetrend	nincs menetrend
előzetes igénybejelentés	nincs (leszállási igény jelzése)	szükséges	szükséges	szükséges

A rugalmas közforgalmú közlekedéshez tartozik a car-sharing és a hagyományos taxi szolgáltatás is. A car-sharing keretében, különböző emberek - akik általában nem ismerik egymást – időben megosztva használják a járműveket. A megosztás nem a személyek közötti kapcsolatokon, hanem a használók és az üzemeltető szervezet közötti szerződéseken alapul [2], [10]. Ezen rendszerek további részletes ismertetésétől eltekinttem.

A rugalmas rendszerekben különböző befogadóképességű (4, 5, 9, 18, stb.), különböző kényelmi fokozatú, valamint speciális eszközökkel felszerelt (pl. mozgássérülteket segítő felhajtható lépcsők, behúzható rámpák,...) közúti járműveket (autóbuszok, midibuszok, minibuszok, személygépkocsik,...) üzemeltetnek. A viszonylag alacsony utasszám lehetővé teszi, hogy a járművezető segítse a be- és kiszállást.

A **helyváltoztatási alapfolyamat** vizsgálata, bemutatása a szolgáltatás-típusoknak megfelelően végezhető el [8]. Az egyes szolgáltatás-típusokhoz tartozó útvonalakat az 1. ábra szemlélteti.

Kötött útvonalú (igény-bejelentéses) szolgáltatás

A hagyományos megoldás – az előre megtervezettség miatt - térben-időben, valamint a járművek befogadóképességét tekintve is rugalmatlan szolgáltatás. Általában nagyobb befogadóképességű autóbuszokkal üzemelnek, az alkalmazott járműtípusok száma egy vagy néhány.

Ha az utazási igények valamennyi közbenső megállóhelynél jelentkeznek, akkor a járművek mindenütt megállnak; ez a csúcsidőszakokban jellemző. Alacsony forgalmú időszakokban – ha nincs le- vagy felszálló – akkor a járművek egyes megállóhelyeknél nem állnak meg (igényfüggő feltételes megállóhelyek). A feltételes megállóhelynél történő felszállási szándékot a járművezető érzékeli; a leszállási szándékot élőszóban vagy jelzőgombbal lehet jelezni.

A megálló típusa (kötelező vagy feltételes) a hét napjaitól és a napszakoktól függően (az igényeket követve) változhat. Például a csúcsidőszakokban kötelező megálló az alacsony forgalmú időszakokban feltételes megállóként működhetnek. Az aszimmetrikus szolgáltatási formánál csúcsidőben a terheltebb irányban kötelező megállóhelyek vannak; az ellenkező irányban pedig feltételes megállóhelyeket használnak. Működnek csak feltételes megállóhelyet tartalmazó viszonylatok is.

Az alacsony igények menetrendszerinti személygépkocsikkal is kielégíthetők (ún. scheduled taxi-menetrendszerinti taxi).

Részben kötött útvonalú szolgáltatás

A részben kötött útvonalú szolgáltatás esetén a járatok útvonalai az igények szerint változ(hat)nak (nincsenek kötött viszonylatok). A rögzített kiinduló és befejező végállomások között kötelező és feltételes megálló is lehetnek. A feltételes megálló számának növelésével az utasok rá- és elgyaloglási távolsága csökkenthető. Ezen járatoknál a kiindulási végállomásról történő indulás rögzített időpontját és az átszállási ponthoz vagy a befejező végállomásra való érkezés – legkésőbbi – időpontját adják meg.

Ezen szolgáltatásoknál a járatok útvonalát – az operatív igény adatok alapján - az indulás előtt kb. 1 órával határozzák meg (véglegesítik). Az alkalmazott járműtípusok száma – a különböző használói csoportok igényeinek megfelelően – nagy. Az alaprendszernek számos változata lehet a helyi viszonyoktól függően. Ezek a következők:

a., a járat majdnem teljes útvonala kötött, a viszonylat legtöbb eleme meghatározott

Ebben az esetben a feltételes megálló nemcsak az eredeti (legrövidebb) útvonalon, hanem attól távolabb is elhelyezkedhetnek. A járatok a *betérőket* (I-eltérés) és a *kerülőutakat* (U-eltérés) csak igény esetén teszik meg. (Ilyen speciális igény lehet pl.

ipartelepek, kórházak, bevásárló központok kiszolgálása). A betérés távolsága egy előre rögzített értéket (x) nem halad meg. A feltételes megállók használatának igényét előre jelezni kell, mert csak ebben az esetben érinti azt a jármű. Ezzel a megoldással az eredeti útvonal körül $2x$ szélességű sávot lehet kiszolgálni (corridor service), a hagyományos ún. „betérő járatok” útvonalai pedig operatíván lerövidíthetők, az utazási sebesség növelhető.

b., a járat útvonala csak részben kötött; a viszonylat néhány eleme és az irányultság meghatározott

A megállók közül csak néhány (de legalább kettő) megállóhely rögzített (pl. kiinduló végállomás, befejező végállomás, átszállási pontok, valamint azok a fontosabb megállóhelyek, ahol valamennyi vagy a legtöbb járat forgalmat bonyolít). Szükség esetén az eredeti végállomáson „túl” lévő feltételes megállóhelyek is kiszolgálhatók (útvonal meghosszabbítás).

c., csak a járat kiinduló és végpontja (amely ugyanaz) kötött - körjáratok

Ebben az esetben egy lehatárolt területi egység (pl. sáv vagy körcikk) feltételes megállóit egy rögzített pontból szolgálják ki (area-wide service).

Az *a.*, *b.*, és *c.*, típusú megoldások kombináltan is alkalmazhatók. A háztól-házig terjedő szolgáltatásnál - a kijelölt feltételes megálló helyett vagy azt kiegészítve - a járművek közvetlenül a kiindulási és a rendeltetési épületnél állnak meg; feltéve, hogy az a „kiszolgálási területen” belül van.

Kötetlen útvonalú (körzeti) szolgáltatás

A körzeti szolgáltatás több hasonlóságot mutat a taxival és a járműbérléssel, mint a hagyományos buszközlekedéssel. A taxi-szolgáltatáshoz képest az eltérés az alkalmazott jármű befogadóképességében és az együtt szállított utasok számában mutatkozik. Csak előzetes utazási igény bejelentéssel használható. Mivel ennek a szolgáltatásnak *nincsenek kijelölt megállóhelyei*, ezért a figyelemfelkeltő járműkülső vagy -jelölés különösen fontos.

3. A KISZOLGÁLÁSI FOLYAMATOT TÁMOGATÓ TELEMATIKAI RENDSZER ÖSSZETEVŐI, SZERKEZETE

Az első DRT rendszerekben a manuális és döntően papíralapú információkezelés volt a jellemző. Ebben az időben az igény bejelentése és a teljesítés között legalább 24 órás intervallum volt szükséges az operatív tervezéshez. A telematikai eszközök nagyarányú elterjedésével lehetővé vált az igénybejelentés és az utazás megkezdése közötti „bejelentkezési időintervallum” (pre-booking time) nagyságrendekkel való csökkentése és a számítógéppel támogatott, gyors tervezés. Ez az időtartam általában 10-180 perc között változik, amely egyes esetekben a szolgáltatásért fizetendő díjat is befolyásolhatja.

A DRT rendszerekben alkalmazott **telematikai megoldások célja:**

- az utazás bejelentése és megkezdése közötti időintervallum csökkentése,
- a járműkihasználtság növelése,
- a járatok menetidejének, az utasok várakozási idejének és a megtett távolságnak (kerülő útvonalak) a minimalizálása,
- a szolgáltatás megbízhatóságának és pontosságának fokozása,
- a díjbeszedés egyszerűsítése.

Mindezen célok elérése érdekében a következő fő **funkciókat** támogatják telematikai alkalmazások:

- az utazási igények telematikai eszközökkel való gyors, és térbeli korlát nélküli kezelése, feldolgozása,
- számítógépes útvonal-tervezés (járattervezés), jármű- és személyzetvezénylési tervek készítése,

- műholdbázisú automatikus járműazonosítás és helymeghatározás, valamint rádiós kommunikáció az irányító központ és a járművek között,
- elektronikus (automatikus) díjbeszedés [3].

A DRT rendszerekben alkalmazott irányító telematikai rendszer információkezelő elemeit, szerkezetét és az információs relációkat a 2. ábra foglalja össze. Az eszközök, berendezések a telepítési helyük szerint a következő módon csoportosíthatók:

2. ábra

- az utasforgalmi létesítménynél [intelligens megállóhelynél] telepített hardver elemek (1-5),
- az utasokkal mozgó helyfüggetlen hardver elemek (6-7),
- a járműfedélzeti hardver elemek (8-13), és
- az irányító központban telepített hardver elemek (14-16).

(A járművek fedélzetén a későbbiekben további – az utasokat kiszolgáló - telematikai eszközök elterjedése is várható.) A „teljes” ember-gépi rendszer humán összetevői az utasok, a járművezetők és a diszpécserek. Ezeket az információkezelő „elemeket” a 17-19 számok azonosítják. A hardver eszközök jellemzőit (jelölés, megnevezés, funkciók) a 2. táblázat foglalja össze (az elemek általános jelölése a továbbiakban y_i , ahol az i index szolgálja az elemek megkülönböztetését). Az azonosítást szolgáló számozás a 6. ábrán és a 2. táblázatban megegyezik. A táblázat hardver elemei gyakran egyéb utasinformatikai funkciók végrehajtását is támogatják; ezen funkciók feltüntetése itt nem szerepel.

2. táblázat

Az információs rendszerben kezelt adatok csoportjait (jelölésük általánosan z_i , $i=1, \dots, 11$), az adatbázis szerkezetét (relációs adatmodellt használva) a 3. táblázat foglalja össze. Ez alapján beazonosíthatók a legfontosabb egyed típusok, azok tulajdonságai, és az egyed típusok között lévő kapcsolattípusok. A kapcsolatok (melyek direkt módon nincsenek szemléltetve) az elsődleges és az idegen kulcsok alapján felépíthetők.

3. táblázat

4. AZ INFORMÁCIÓKEZELÉSI FOLYAMAT

A telematikai rendszer információkezelési műveletei (jelölésük általánosan x_i) az alapfolyamathoz (kiszolgálási folyamathoz) való időbeli illeszkedés alapján csoportokba sorolhatók. Ezek:

- I. a szállítás előtti (x_1-x_4),
- II. a szállítási feladat végrehajtása közbeni (x_5-x_9), és
- III. a szállítás utáni ($x_{10}-x_{12}$)

műveletek. Az egyes műveleteket (x_i), az azokban résztvevő információkezelő elemeket (y_i) és a kezelt információkat (az azokat hordozó adatokat - z_i) a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat

Az információkezelési folyamat nemcsak táblázatos (egyszerűsített) formában, hanem térben is (téglatestek formájában) ábrázolható, melynek *általános módját* a 3. ábra szemlélteti. *Konkrét rendszer* esetében az x tengely mentén az egyes műveletekhez „szeletek rendelhetők”. Egy-egy „szeletben” azok a kis téglatestek vannak bejelölve (pl. más színnel), melyek y , illetve z koordinátáját a műveletben résztvevő elemek és a kezelt információk határozzák meg. A 4. táblázat alapján felépíthető a rugalmas közlekedési rendszer információkezelési folyamatának térbeli ábrája (ennek szemléltetésétől eltekinttem). A paraméterek a következők: $a=12$, $b=19$, $c=11$.

3. ábra

A térbeli ábrában a „szeletelés” nemcsak az x , hanem az y és a z tengely mentén is elvégezhető. Ha az y tengely mentén képzünk szeleteket, akkor az adott elem esetén látható, hogy mely információkezelési műveletben vesz részt, és abban mely információk jelennek meg az elem *input*-jaként vagy *output*-jaként. Ha a z tengely mentén szeletelünk, akkor az adott információ esetén kitűnik, hogy mely információkezelési műveletben, és mely elemek kezelik az adott információt.

A 4. táblázatban a gépi összetevőkhöz képest kiemelve szerepelnek a humán összetevők (utas, járművezető, diszpécser - $y_{17} - y_{19}$). A táblázat alapján azonosíthatók az általuk végzett információkezelési műveletek.

Az ember-gépi rendszer információkezelési műveletei a következők:

x_1 – utazási igények bejelentése - fogadása

Ha a szolgáltatás előzetes igénybejelentéssel működik, akkor azt a következő módokon lehet végrehajtani:

- élőszóban személyesen (a diszpécserközpont ügyfélszolgálatánál),
- élőszóban telefonon keresztül diszpécseri közreműködéssel,
- (mobil)telefonon keresztül automatikusan (menürendszer esetén nyomógombos adatbevitellel [a megállóhelyek kódolhatók], vagy hangfelismerő szoftverrel, illetve SMS-ben),
- Internet csatlakozással rendelkező személyi számítógépen, vagy telepített utasinformatikai terminálon keresztül,
- utasforgalmi létesítménynél az igény videokamerás megfigyelésén keresztül.

A kisebb megállóknál költséges az igénybejelentő végberendezések telepítése és üzemeltetése, ezek kiválthatók mobiltelefonokkal. Azonban a végberendezések léte indokolt mindazon helyeken, ahol gyakoriak a hívások (pl. hotelek, vendéglátóhelyek, stb.). Ilyen esetben a diszpécser a hívókészülék kódja alapján azonosítja a bejelentő helyét. A ritkán utazók, vagy a nem helyi lakosok részére a diszpécserközpont telefonszáma nélkülözhetetlen alapszolgáltatás.

Az igény bejelentésekor az utas(ok)ra és az utazási igény(ek)re vonatkozó adatok (Z_6, Z_{11}) megadása szükséges. A legkorábbi előre rendelési idő általában 3 hét.

A diszpécser központoknak két típusa létezik. Vannak olyanok, melyek csak egy szolgáltatóhoz tartoznak és vannak olyanok is, amelyek több szolgáltató társasághoz is hozzárendelhetik a szállítási feladatokat. Ez utóbbi esetben különböző szempontok szerint történik a szolgáltató kiválasztása. Nagyobb területek esetén az egyes körzeteket lefedő irányító- (diszpécser) központok hálózatos üzemben működnek.

Az igények rögzítése automatikusan vagy manuálisan (diszpécseri közreműködéssel) történik. A jelenlegi rendszereknél egy diszpécser naponta kb. 150 rendelést tud fogadni. (Ez a szám a számítógép teljesítményének és az azon futó program jellemzőinek is függvénye.) A leterheltsége az igények időbeli eloszlása szerint változik. Korábban az igényekhez illeszkedő kiszolgálási terveket manuálisan készítették; nagyszámú igény és fejlett telematikai háttér esetén azonban ezek automatikusan készülnek.

x_2 – kiszolgálási tervek készítése (járattev, jármű-, személyzet-vezénylési terv, stb.)

A működés szervezése a teljes szolgáltatás meghatározó funkciója. A kiszolgálási tervek készítésekor (a teljesíthetőség vizsgálatakor) a következő feladatok végrehajtása, illetve szempontok figyelembe vétele történik:

- a szolgáltató kiválasztása,
- valamelyik meglévő járhoz hozzárendelhető-e az utazás (van- e még rajta szabad férőhely),
- meglévő járat kisebb mértékű útvonal-módosítása elegendő-e,
- meglévő járat útvonalának jelentősebb módosítása, vagy meghosszabbítása elegendő-e,
- ha mindez nem megoldható, akkor új járat tervének elkészítése (az útvonal kiválasztása),
- a járműtípus, jármű kiválasztása,
- a járműhöz a járművezető hozzárendelése.
- egyéb megszorítások figyelembe vétele (pl. csomagszállítás, mozgáskorlátozott szállítása, stb.).

A számítógépes járat- és útvonaltervezés megkönnyíti, felgyorsítja a diszpécser munkáját. A cél az utazási és várakozási (eljutási) idő minimalizálása; a járművek lehetőség szerinti maximális kihasználása. Az útvonaltervezéskor felhasznált, az egyes szakaszokra vonatkozó

menetidők értékei az időben változnak. Statikus megoldásnál a napszakoktól és az átlagos forgalom nagyságtól függően, dinamikus megoldásnál az aktuális forgalom nagyság figyelembe vételével.

Egy adott igényhez tartozó optimális megoldás kiválasztásakor tehát több alternatívát vizsgál a számítógépes algoritmus. Az elkészült terveket a diszpécser felülvizsgálhatja, módosíthatja. Bár a diszpécserközpontban meghatározzák a járatok alapstruktúráját (megállóhelyek, indulási időpontok, stb.), a rögzített pontok közötti tényleges útvonalat a járművezető (az aktuális forgalmi viszonyok függvényében) dönti el.

x_3 – az utazási igény teljesíthetőségének visszaigazolása

A visszaigazolás célja, hogy az utast tájékoztassák (megerősítsék) az utazás helyét, időpontját illetően. Ugyanis a számítógépes algoritmus a bejelentett időponthoz képest kisebb nagyobb eltéréseket javasolhat. Például egy korábbi indulási időpontot választhat, a csatlakozás biztosítása érdekében; vagy kijelölheti a konkrét időpontot az utas által kért „időablakon” belül. Ha a kívánt időpontban a szállítás nem teljesíthető (pl. váratlan csúcsigény esetén), akkor számára kerülőútvonalak, alternatív megoldások javasolhatók.

Fejlett telematikai rendszer esetén a bejelentést követően a visszaigazolás azonnal, vagy rövid időn belül bekövetkezik. A visszajelzés ugyanolyan formában történik, mint ahogyan a bejelentést tették. Kivételt jelent a videokamerás megfigyeléssel történő bejelentkezés. Ilyenkor nincs személyre szóló visszajelzés, hanem az utasforgalmi létesítmény kijelzőjén keresztül tájékozódhat az utas az érkező járműről.

x_4 – járattev (szállítási feladat) továbbítása - fogadása

Az utasnak szóló visszaigazolás mellett a szállításban közvetlenül résztvevő másik szereplő, a járművezető tájékoztatása is szükséges. A szállítási feladatokkal kapcsolatos kész járatterveket (bejárési útvonalat, megállási pontokat, stb.) az irányító központ és a jármű közötti adatátvitellel juttatják el a jármű fedélzeti számítógépéhez. A diszpozíciók térbeli és időbeli adatai a járművezető monitorján jelennek meg.

x_5 – jármű helyzet (és állapot-) adatainak automatikus lekérdezése

A járművek helymeghatározása többnyire műhold-bázisú rendszerrel történik, ugyanis a földbázisú (logikai, fizikai, vegyes) helymeghatározási módok az állandóan változó útvonalak miatt nem alkalmazhatók. A helyzetinformációkat (z_{10}) egyrészt közvetlenül a járműben, másrészt a jármű és az irányító központ közötti adatátvitellel követően a diszpécserközpontban, harmadrészt pedig további adatátvitellel az utasforgalmi létesítményeknél használják fel. A diszpécser a járművek aktuális helyzetét a számítógépe digitális térképén tudja követni. A járattev (menetrend) és a tényleges térbeli, időbeli adatok kvázi-folyamatos összehasonlításának célja, hogy ha a különbség egy bizonyos mértéket meghalad, akkor a szükséges intézkedések (pl. a járművezetők értesítése, hogy a menetrendhez képest „siet” vagy „késik”) végrehajthatók legyenek.

x_6 – váratlan események bejelentése - fogadása

A jármű helyzet és állapot adatait befolyásoló váratlan események és azok következményeinek információi általában nem automatikusan, hanem a járművezető (vagy az utasok) közreműködésével, szóbeli tájékoztatással jutnak el a diszpécserhez. Ez alapján a megfelelő intézkedések meghozhatók.

x_7 – menetközbeni diszpozíciók (járatmódosítások) közlése - fogadása

A járattev és a tényleges közlekedés között eltérések adódhatnak. Ezt a közlekedési rendszeren kívüli (pl. utas késve vagy nem jelenik meg) és belüli (pl. jármű-meghibásodás, forgalmi torlódás) hatások okozhatják. Ha az eltérés egy bizonyos mértéket meghalad, akkor a járattev módosítása (a körülmények figyelembe vételével) szükséges. Ilyen esetben a módosításokkal kapcsolatos információk – a már megismert módon – jutnak el a diszpécserközpontból a járművezetőhöz.

Az eredeti, vagy módosított járatrendek betartását menetközbeni diszpozíciók, illetve fejlett esetben navigáció támogatja. Ez utóbbi különösen hasznos háztól-házig közlekedő járatoknál; felgyorsítja a rendelések teljesítését. A navigáció audio (hangszórókon keresztül) és vizuális (kijelzőn keresztül) formában történhet, melyhez a műhold-bázisú helymeghatározás és a járműfedélzeti számítógép digitális térképe nélkülözhetetlen.

x₈ – járműfedélzeti tájékoztató eszközök automatikus vezérlése

Az aktuális helyzetinformációk alapján történik a fedélzeti hangszórók és elektronikus kijelzők közvetlen vezérlése. Így válik lehetővé a következő megállókkal kapcsolatos dinamikus tájékoztatás. Hagyományos esetben (kis befogadóképességű járműveknél) a járművezető az információforrás.

x₉ – utasforgalmi létesítmény tájékoztató eszközeinek automatikus vezérlése

A helyzetinformációk felhasználásával, a diszpécserközponton keresztül történik az érintett nagyobb utasforgalmi létesítmények (intelligens megállóhelyek) tájékoztató eszközeinek automatikus vezérlése. A rugalmas szolgáltatás dinamikus információi (pl. késés, üzemzavar esetén) megállóhelyi kijelzők telepítése nélkül is hozzáférhető a mobiltelefonok kijelzőjén keresztül (SMS, WAP). Ez különösen fontos a ritkán, vagy menetrend nélkül közlekedő járművek esetében. Felszálláskor és leszálláskor az utastájékoztatás egyik legfontosabb információforrása ugyancsak a járművezető.

x₁₀ – feladatteljesítés visszaigazolása

Amikor a járművezető teljesített egy járatot, akkor ezt jelzi a diszpécserközpont felé. Ha minden rendben zajlott, akkor szóbeli kapcsolatfelvétel nem szükséges, a jármű és a központ közötti „üzenet” elegendő. Ha menet közben rendellenesség merült fel, akkor ennek részleteit szóban közli a diszpécserrel. A feladatteljesítést követően többnyire a következő járat (szállítási feladat) tervadatainak a továbbítása is megtörténik.

x₁₁ – díjbeszedés automatikus végrehajtása

Hagyományos megoldásnál a viteldíjakat a járművezetőknek fizetik. Korszerű esetben a díjbeszedés végrehajtása az utazást követően automatikusan történik. A fizetendő díj mértékét (a helyváltoztatás és az utas jellemzőinek a figyelembe vételével) a diszpécserközponti szerver számítógép határozza meg. A bankokkal kiépített adatátviteli kapcsolat lehetővé teszi, hogy ezzel az összeggel automatikusan megterheljék az utas bankszámláját. Ezen eljárás előfeltétele, hogy csak „korábban regisztrált” utasok vehetik igénybe a szolgáltatást, akik a regisztráció során megadják személyes adataikat (z_6) és az azonosítást lehetővé tevő elektronikus kártyát kapnak. Felszálláskor a személyek azonosítását alacsony utasszámnál a járművezető, nagyobb utasszámnál pedig automatikus leolvasó berendezés (a kártyák adatainak lekérdezésével) végzi el [3].

x₁₂ – összesítések, statisztikák készítése

A telematikai rendszerben kezelt adatok alapján lehetővé válik különféle (eseti és rendszeres) összesítések, statisztikák gyors, precíz készítése. A következő területekre vonatkozhatnak a statisztikák: elszállított utasszámok időbeli, térbeli, utazási motiváció szerinti bontásban, menetteljesítmény, szállítási teljesítmény, átlagos eljutási sebesség, a feltételes megállóhelyek igénybevételi gyakorisága, bevételek, stb. Ezek az adatok segítségre vannak a DRT szervezetének és működésének leghatékonyabb kialakításában, beszabályozásában.

5. ÖSSZEFOGLALÁS, KITEKINTÉS

A rugalmas közforgalmú közlekedés működhet önállóan, a hagyományos közlekedési formák mellett, illetve azokhoz kapcsolódva, rá- és elhordó funkcióval. Ez utóbbi esetben a különböző mobilitási formák kombinálásával „teljes mobilitási szolgáltatás” [4] nyújtható, amely egyesíti azok előnyeit. Így az individuális jelleg közelíthető az egyéni közlekedésben megszokott jellemzőkhöz. A teljes mobilitási szolgáltatásnak általában a kezdő és a befejező

szakasza „rugalmas”, míg a közbenső szakasz(ok)on a hagyományos tömegközlekedés vehető igénybe (pl. vasúti személyszállítás rugalmas rá- és elhordó szolgáltatással). Bár a rugalmas közforgalmú közlekedés díjai magasabbak, mint a hagyományos tömegközlekedés díjai, mégis egy ilyen helyváltoztatási lánc teljes költsége az egyéni közlekedés költségei alatt marad, miközben a minőségi paraméterek megközelítik, esetenként meg is haladhatják az egyéni közlekedés minőségi jellemzőit. Vonzó megoldás esetén az egyéni járművel való mozgás csökken, ami környezetvédelmi szempontból is fontos.

A „teljes mobilitási szolgáltatás” során az utas a kiinduló és a rendeltetési pontját, valamint az utazás tervezett időpontját, illetve egyéb jellemzőit adja meg. A diszpécserközpont ennek megfelelően javasol egy optimális eljutási módot (nagyávolságú utazásnál egy mobilitási láncot), mely a következő közlekedési formák kombinációja lehet:

- rugalmas közforgalmú közlekedés,
- hagyományos közforgalmú közlekedés,
- taxi szolgáltatás (egyéni vagy közös taxihasznaát),
- car-sharing szolgáltatás.

A teljes helyváltoztatási folyamat megszervezésének alapfeltétele, a többi szolgáltató irányító központjával való együttműködés, valamint egy integrált telematikai rendszer, mely az irányító rendszerek (diszpécserközpontok) térbeli integrációjával hozható létre [6]. (Ennek egy alrendszere a megelőző fejezetekben bemutatott telematikai rendszer.) Míg a térbeli különbségek (távolságok) leküzdése az utasok „szintjén” a közlekedési alaprendszerrel, addig az információk „szintjén” a közlekedési telematikával, térbeli integrációval valósítható meg. (Fejlett körülmények között a menetrendszerinti és az igény szerinti közlekedés irányítása közös központból is végezhető.)

A rugalmas tömegközlekedés és a kapcsolódó információkezelés jellemzőinek fejlődési fázisait az 5. táblázat foglalja össze.

5. táblázat A rugalmas tömegközlekedés fejlődési fázisai

A rendszer jellemzői		diszpécserközpontok száma	közlekedési szolgáltatók száma	utazási igény kezelésének módja		a rendelés és a teljesítés közötti időintervallum
Fejlődési fázisok						
I.		egy	egy	manuális		hosszú (kb. 1 nap)
II.		egy	egy	telematikai rendszerrel		rövid (kb. 1 óra)
III.		egy	több	telematikai rendszerrel		rövid (kb. 1 óra)
IV.	a.,	több (irányító központok hálózata)	több	integrált telematikai rendszerrel	DRT irányító rendszerek integrációja	rövid (kb. 1 óra)
	b.,				DRT és hagyományos tömegközlekedés irányító rendszereinek integrációja	
	c.,				a DRT irányító rendszereinek és egyéb (pl. közlekedési) szervezetek telematikai rendszerének integrációja	
	d.,				térbeli integráció	

A DRT rendszerek elterjedését a következő tényezők befolyásolják [7]:

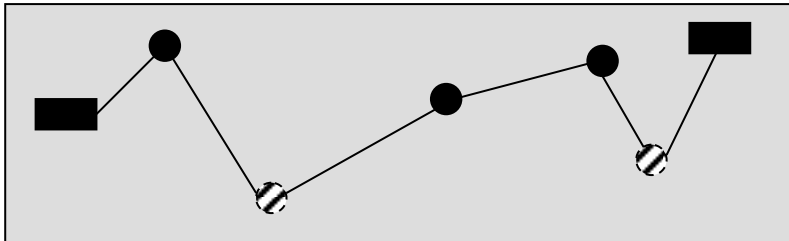
- jogi (szabályozási) kérdések (a működés feltételeinek; a hagyományos és a rugalmas tömegközlekedés, valamint a taxi szolgáltatás „versenyének”; a jegybevételek kiegészítésének; stb. szabályozása),
- gazdaságossági kérdések (a megfelelő piaci szegmens feltérképezése, stb.),
- az intermodalitás és a közlekedési rendszerek integrációjának kérdései, stb.

A rugalmas közforgalmú közlekedés adaptációjának, fejlesztésének (a következő generációs DRT rendszerek kialakításának), a hagyományos tömegközlekedéshez való illesztésének

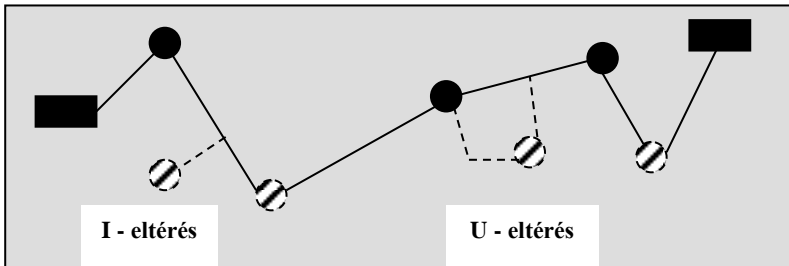
kérdése időszerű. Számos európai projekt foglalkozik ezzel a témával (pl. SAMPO=System for Advanced Management of Public Transport Operations, FAMS=Flexible Agency for Collective Demand Responsive Mobility Services, EMIRES=Economic Growth and sustainable Mobility, 'Phone and Go', CONNECT=Co-ordination of Concepts for New Collective Transport [1],[7]) és magyarországi kezdeményezések is vannak (pl. Nyíregyházán és környékén). Azonban ezen a területen (különösen hazánkban) még számos teendő van. Ezen feladatok célirányos, ütemezett teljesítése hozzájárul a magasabb színvonalú személyközlekedéshez.

IRODALOM

- [1] BRAKE J.-NELSON J.-WRIGHT S.: *On Demand Brokerage of Public Transport Services: from Theory to Reality*. Konferencia kiadvány. ITS in Europe conference. Budapest, 2004.
- [2] BORK S.-GONTARD C.-KREMER B.-MÄRTENS W.: *Car-Sharing ergänzt ÖPNV sinnvoll*. Der Nahverkehr 1998/10. p. 39-40.
- [3] CSISZÁR CS.: *Integrált díjbeszedő rendszer a személyközlekedésben*. Közlekedéstudományi Szemle. LIV.évf. 12. szám 459.-469.o. Budapest, 2004.
- [4] ELORANTA P.-MUTANEN J.: *Integrated Demand Responsive Transport and Taxi-Case Tampere, Finland*. Konferencia kiadvány. ITS in Europe conference. Budapest, 2004.
- [5] KRIETEMEYER H.: *Auswirkungen von Car-Sharing auf die Nachfrage nach ÖPNV-Leistungen*. Der Nahverkehr 1997/9. p. 14-20.
- [6] LINDENBACH Á.: *Intelligens közlekedési rendszerek a közúti közlekedésben*. Budapest, 2004. ISBN 963 460 019 0
- [7] MAGEEAN J.F.-NELSON J.D.: *The Evaluation of Demand Responsive Transport Services in Europe*. Journal of Transport Geography 2003/11. p. 255-270.
- [8] TÖRÖK Á.: *A használói igényekhez illeszkedő, térben és időben rugalmas közforgalmú közlekedési rendszer*. TDK dolgozat. BME Közlekedésmérnöki Kar, 2005.
- [9] VERBAND DEUTSCHER VERKEHRSUNTERNEHMEN: *Telematik im ÖPNV in Deutschland*. Düsseldorf, 2001.
- [10] WILKE G.: *Mobilitätsdienstleistung CombiCar – Innovative Kooperation von Car-Sharing und ÖPNV*. Internationales Verkehrswesen 2001/5. p. 207-211.

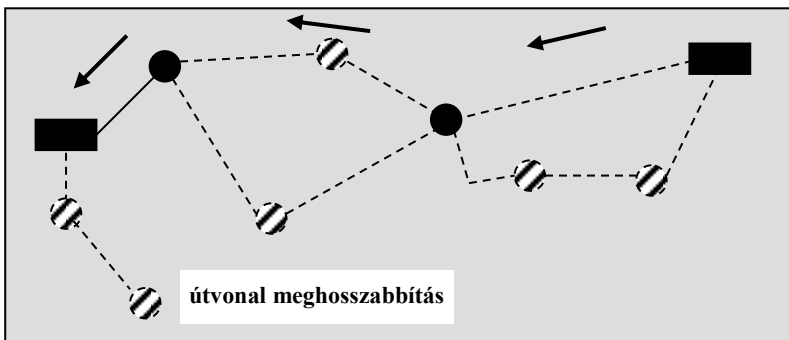


Kötött útvonalú
(igény-bejelentéses)
szolgáltatás



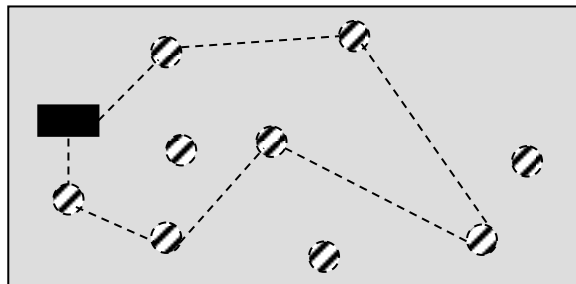
Részben kötött
útvonalú szolgáltatás

a., a viszonylat legtöbb
eleme meghatározott

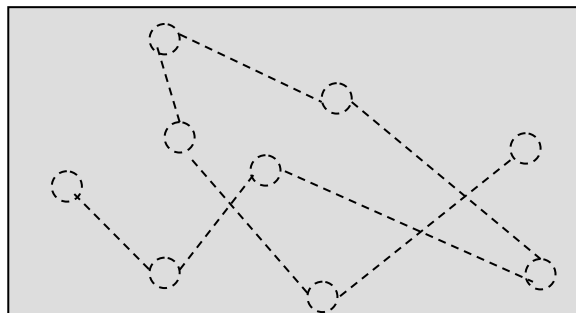


b., a viszonylat néhány
eleme és az irányultság
meghatározott

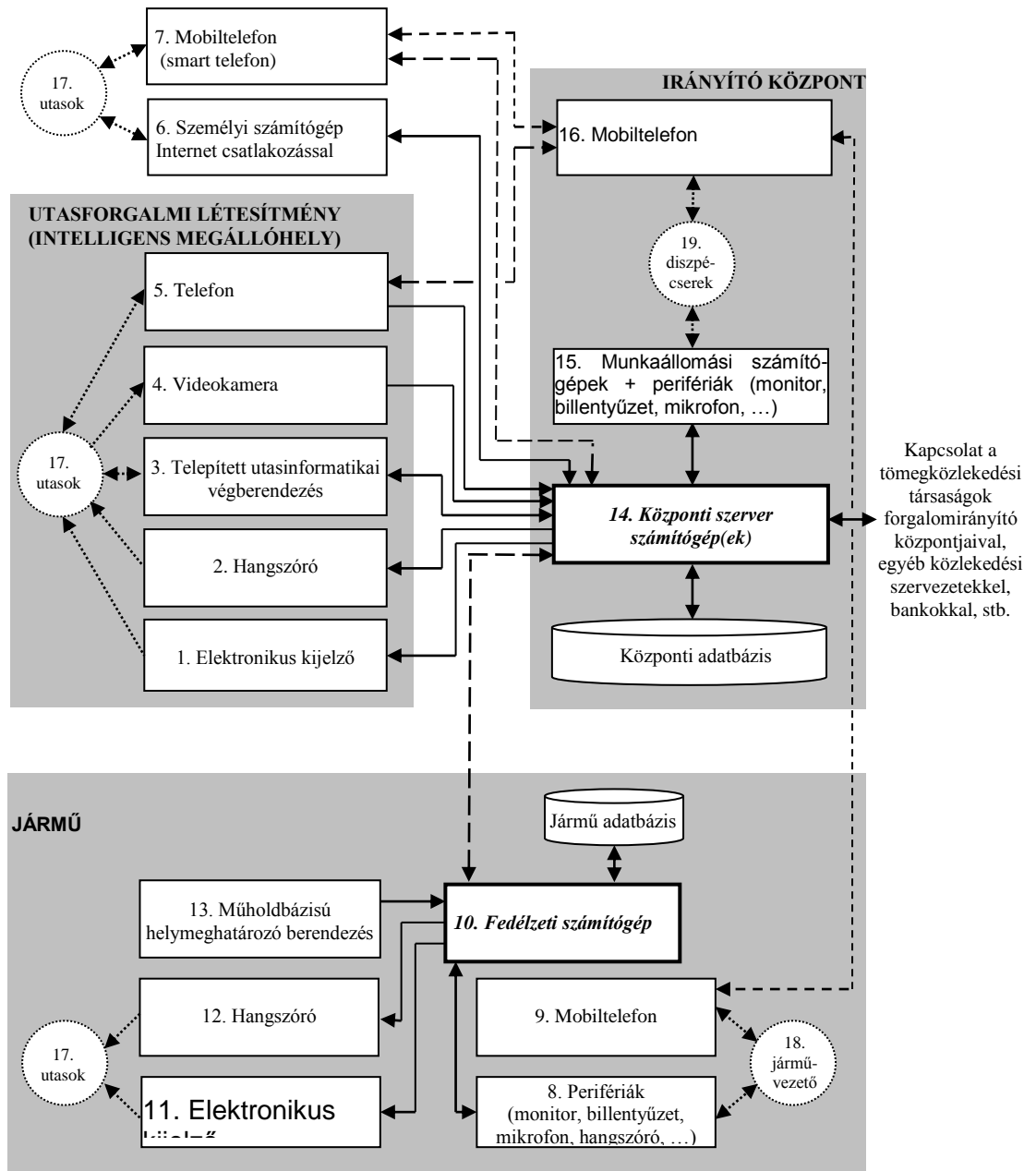
- Jelmagyarázat**
- Végállomások
 - Kötelező megállóhelyek
 - ◐ Feltételes (kijelölt) megállóhelyek
 - Feltételes megállóhelyek
 - Kötött útvonal
 - - - Feltételes útvonal
 - Irányultság (egyik irányban)



c., csak a kiinduló és
végpont kötött
(amely ugyanaz)



Kötetlen útvonalú
(körzeti) szolgáltatás



Jelmagyarázat:

- - - ► információátvitel mobil eszközök között
- - - ► információátvitel telepített és mobil eszközök között
- ► információátvitel telepített eszközök között
- ► ember-gép közötti információáramlás

2. ábra
Az irányító telematikai rendszer szerkezete

2. táblázat Az információkezelő elemek (y_i) és funkcióik
 utasforgalmi létesítménynél telepített hardver elemek

i	megnevezés	funkció
1.	elektronikus kijelző	a DRT jármű indulási adatainak vizuális közlése
2.	hangszóró	a DRT jármű indulási adatainak audio közlése
3.	telepített utasinforma- tikai végberendezés	az utazási igény adatainak bejelentése, az igényteljesítés visszaigazolása
4.	videokamera	az utas jelenlétének (utazási igénynek) az érzékelése
5.	telefon	az utazási igény adatainak bejelentése, az igényteljesítés visszaigazolása

az utasok helyfüggetlen hardver elemei

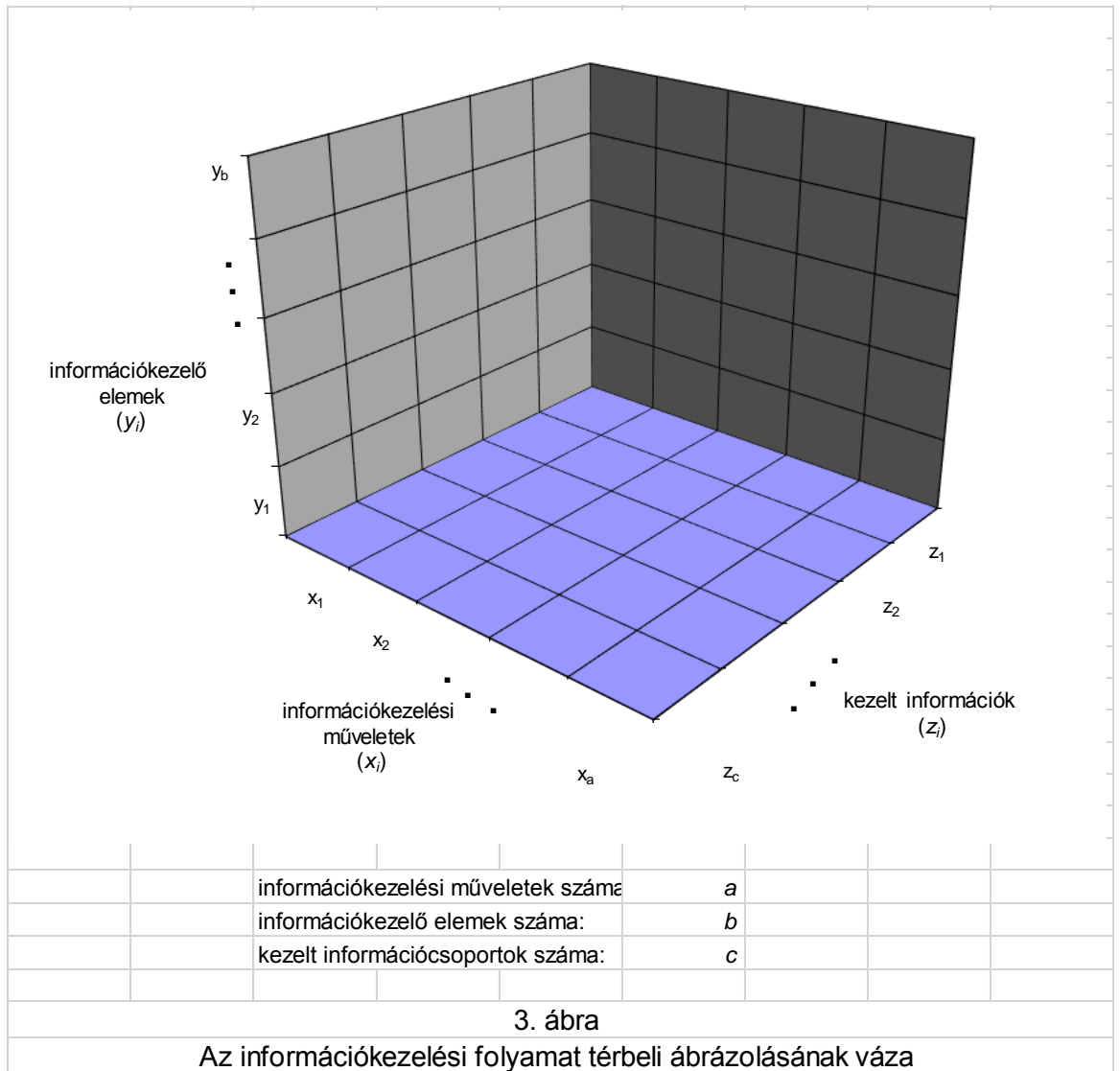
6.	személyi számítógép Internet csatlakozással	az utazási igény adatainak bejelentése, az igényteljesítés visszaigazolása
7.	mobiltelefon (smart telefon)	az utazási igény adatainak bejelentése, az igényteljesítés visszaigazolása

a járműfedélzeti hardver elemek

8.	perifériák (monitor, billentyűzet, mikrofon, hangszóró,...)	szállítási feladatok, útvonaltervek adatainak lekérdezése (billentyűzet);
		szállítási feladatok, útvonaltervek adatainak megjelenítése (monitor)
		navigáció (monitor, hangszóró)
		az utasok élőszavas tájékoztatása (mikrofon)
9.	mobiltelefon	szállítási feladatok, útvonaltervek adatainak élőszavas lekérdezése; váratlan események bejelentése (pl. utas nem jelent meg)
		operatív járműirányítás élőszavas diszpozícióinak továbbítása
10.	fedélzeti számítógép	szállítási feladatok, útvonaltervek lekérdezéseinek feldolgozása
		járműfedélzeti elektronikus kijelzők automatikus vezérlése
		járműfedélzeti hangszórók automatikus vezérlése (az élőszavas közlemények tárolása)
		a műholdbázisú helymeghatározó berendezés jeleinek feldolgozása
		adatátvitel vezérlése a központi szerver számítógép felé
		a központi szerver számítógéptől érkező adatok feldolgozása
		a jármű adatbázisának kezelése
11.	elektronikus kijelző	utazási információk vizuális megjelenítése
12.	hangszóró	utazási információk (élőszavas, digitális) audio közlése
13.	műholdbázisú helymeg- határozó berendezés	a helymeghatározáshoz szükséges jelek vétele, továbbítása

az irányító központ hardver elemei

14.	központi szerver számítógép	az utasforgalmi létesítmény elektronikus kijelzőjének vezérlése
		az utasforgalmi létesítmény hangszórójának automatikus vezérlése (az élőszavas közlemények eltárolása)
		az utazási igény adatainak feldolgozása; az igényteljesítés visszaigazolása
		a fizetendő díj meghatározása, a díj elektronikus beszedése (bankszámla megterhelése)
		videokamera (utazási igényekre vonatkozó) jeleinek a feldolgozása
		a járműfedélzeti számítógéptől érkező adatok feldolgozása
		adatátvitel vezérlése a járműfedélzeti számítógép felé
		a munkaállomási számítógépektől érkező (manuálisan bevitt) adatok feldolgozása
		adatátvitel vezérlése a munkaállomási számítógépek felé
		az utazási igényeket kielégítő kapacitás tervezése (útvonaltervek, jármű- és személyzetvezénylési tervek, stb. összeállítása)
		a központi adatbázis kezelése
adatcsere a tömegközlekedési társaságok forgalomirányító központjaival és egyéb közlekedési szervezetekkel		
15.	munkaállomási számítógépek +perifériák (monitor, billentyűzet, mikrofon,...)	az utazási igények adatainak és az operatív tervezéshez szükséges adatoknak a manuális bevitelle; a szállítási feladatok, útvonaltervek jármű- és személyzetvezénylési tervek adatainak lekérdezése; összesítések, statisztikák lekérdezése (billentyűzet)
		a járművezetők, vagy az utasok élőszavas tájékoztatása (mikrofon)
		szállítási feladatok, útvonaltervek, jármű- és személyzetvezénylési tervek, valamint az egyes igényteljesítések adatainak megjelenítése (monitor)
16.	mobiltelefon	az utazási igény adatainak fogadása, az igényteljesítés visszaigazolása
		szállítási feladatokra, útvonaltervekre vonatkozó élőszavas lekérdezések és váratlan eseményekre vonatkozó bejelentések fogadása
		operatív járműirányítás élőszavas diszpozícióinak továbbítása



3. táblázat A kezelt adatok csoportjai (z_i) - az adatbázis szerkezete

1. Üzemeltető társaságok	2. Járművek	3. Járműtípusok	4. Járművezetők	5. Megállóhelyek
<ul style="list-style-type: none"> - társaság azonosító - társaság neve - székhely címe - telefonszám 	<ul style="list-style-type: none"> - rendszer - <u>típus azonosító</u> - <u>társaság azonosító</u> - üzemképes-e 	<ul style="list-style-type: none"> - típus azonosító - típus megnevezés - férőhelyek száma - kerekesszék szállítható-e 	<ul style="list-style-type: none"> - járművezető azonosító - járművezető neve - mobiltelefon száma - nyelvismeret* 	<ul style="list-style-type: none"> - megállóhely azonosító - megállóhely elnevezése - földrajzi szélesség - földrajzi hosszúság
6. Utasok	7. Járatok	8. Megállások	10. Aktuális helyzet	11. Utazási igények
<ul style="list-style-type: none"> - utas azonosító - név - telefonszám - bankszámlaszám - kedvezmény típusa - cím - speciális jellemzők (pl. mozgássérült) - nyelvismeret* 	<ul style="list-style-type: none"> - járat azonosító - <u>rendszer</u> - <u>járművezető azonosító</u> - dátum 	<ul style="list-style-type: none"> - megállás azonosító - <u>megállóhely azonosító</u>** - <u>járat azonosító</u> - dátum+indulási (érkezési) időpont 	<ul style="list-style-type: none"> - rendszer - időpont - földrajzi szélesség - földrajzi hosszúság 	<ul style="list-style-type: none"> - igény azonosító - <i>utas azonosító</i> - dátum - indulás időpontja - érkezés időpontja - <u>megállás azonosító be-/kiszálláshoz</u> - <u>csatlakozás azonosító</u> - együtt utazók száma - csomagok száma - egyéb megjegyzés
		9. Csatlakozások		
		<ul style="list-style-type: none"> - csatlakozás azonosító - <u>megállás azonosító1</u> - <u>megállás azonosító2</u> 		

Jelmagyarázat: **elsődleges kulcs** - *idegen kulcs*

* több adatelemet is tartalmazhat

** háztól- házig szállításnál postai cím is szerepelhet

4. táblázat Az információkezelési folyamat táblázatos leírása

INFORMÁCIÓKEZELÉSI MŰVELETEK (x _i)		INFORMÁCIÓKEZELŐ ELEMELK (y _i)			KEZELT INFORMÁCIÓK (z _i)			
		gépi összetevők	humán összetevők					
			utas	jármű-vezető		diszpécser		
I. Szállítás előtti műveletek	X ₁	utazási igények bejelentése - fogadása		Y ₃ -Y ₇ , Y ₁₄ -Y ₁₆	Y ₁₇	Y ₁₉	Z ₆ , Z ₁₁	
	X ₂	kiszolgálási tervek készítése (járattev, jármű-, személyzet-vezénylési terv, stb)		Y ₁₄ , Y ₁₅		Y ₁₉	Z ₁ -Z ₁₁	
	X ₃	utazási igény teljesíthetőségének visszaigazolása		Y ₃ , Y ₅ -Y ₇ , Y ₁₄ -Y ₁₆	Y ₁₇	Y ₁₉	Z ₆ , Z ₁₀ , Z ₁₁	
	X ₄	járattev (szállítási feladat) továbbítása - fogadása		Y ₈ -Y ₁₀ , Y ₁₄ -Y ₁₆	Y ₁₈	Y ₁₉	Z ₂ , Z ₄ -Z ₉ , Z ₁₁	
II. Szállítási feladat végrehajtása közbeni műveletek	X ₅	a jármű helyzet (és állapot-) adatainak <i>automatikus</i> lekérdezése		Y ₁₀ , Y ₁₃ , Y ₁₅			Z ₂ , Z ₅ , Z ₇ -Z ₁₀	
	X ₆	váratlan események bejelentése - fogadása		Y ₅ , Y ₇ , Y ₉ , Y ₁₄ -Y ₁₆	Y ₁₇	Y ₁₈	Y ₁₉	Z ₂ , Z ₄ -Z ₉ , Z ₁₁
	X ₇	menetközbeni diszpozíciók (járatmódosítások) közlése - fogadása		Y ₈ -Y ₁₀ , Y ₁₄ -Y ₁₆		Y ₁₈	Y ₁₉	Z ₂ , Z ₄ -Z ₉ , Z ₁₁
	X ₈	járműfedélzeti tájékoztató eszközök <i>automatikus</i> vezérlése		Y ₁₀ -Y ₁₂				Z ₅ , Z ₇ -Z ₁₀
III. Szállítás utáni műveletek	X ₉	utasforgalmi létesítmény tájékoztató eszközeinek <i>automatikus</i> vezérlése		Y ₁ , Y ₂ , Y ₁₄			Z ₂ , Z ₅ , Z ₇ -Z ₁₀	
	X ₁₀	feladatteljesítés visszaigazolása		Y ₈ , Y ₁₀ , Y ₁₄		Y ₁₈	Z ₂ , Z ₅ -Z ₉ , Z ₁₁	
	X ₁₁	díjbeszedés <i>automatikus</i> végrehajtása		Y ₁₄			Z ₅ -Z ₉ , Z ₁₁	
	X ₁₂	összesítések, statisztikák készítése		Y ₁₄ , Y ₁₅		Y ₁₉	Z ₁ -Z ₁₁	