

Közlekedési informatika

Szerzők: dr. Csiszár Csaba és Sándor Zsolt Péter

Lektorok: Dr. Westsik György és dr. Denke Zsolt

Kulcsszavak: informatika, telematika, infokommunikáció, közlekedés, rendszer, vázszerkezeti modell, funkcionális modell, intelligens közlekedési rendszerek (ITS), multimodális mobilitás szervezés és irányítás

A tananyag összefoglalja az információval, információs rendszerrel kapcsolatos fogalmak, szabályszerűségek modellezését, majd a modellek alkalmazását a közlekedés területén. Ismertetésre kerülnek a közlekedésben alkalmazott korszerű infokommunikációs megoldások.

A tantárgy foglalkozik a közlekedés alapfolyamatának lebonyolításában, illetve irányításában résztvevő rendszerösszetevők tevékenységéhez kapcsolódó információk rendszerbe foglalásával, a közlekedési szervezetek információellátásának kérdésköreivel.

A tárgyalás módja a közlekedési információs rendszerek szerkezeti és működési modelljein keresztül a statikus és dinamikus jellemzők meghatározása, a közlekedés és közlekedéssírányítás folyamatának modellezése. A tananyag összefoglalja az intelligens közlekedési rendszerek alapismereteit, valamint folyamatorientált tárgyalásban mutatja be a személyközlekedésben alkalmazott korszerű rendszerek típusait.

Tartalomjegyzék

Előszó	1
A tantárgy fő fejezetei	2
1. A közlekedési informatika ismereti alapjai	4
1.1. Az informatika tárgyának felosztása	4
1.2. Alapfogalmak	5
1.3. Rendszerelméleti alapok	7
1.4. Közlekedési rendszerek	9
1.5. Adatnyilvántartási rendszerek	11
2. A közlekedési informatika infokommunikációs alapjai	15
2.1. Számítógépek és perifériák	17
2.2. Telekommunikációs technika	21
2.3. Helymeghatározó rendszerek	24
2.4. Járműkövető rendszerek	28
3. Közlekedési információs rendszerek vázszerkezeti modellje	32
3.1. Az elemszerkezet modellezése	34
3.2. Az elemeken belüli szerkezet modellezése	36
3.3. Az elemek közötti kapcsolat modellezése	37
3.3.1. Kapcsolati formák	38
3.3.2. Komplexitás	38
3.3.3. Kapcsolati modell	40
3.4. Dinamikus szerkezeti modell	43
4. Közlekedési információs rendszerek funkcionális (működési) modellje	47
4.1. Statikus funkcionális modell	47
4.1.1. Szervezeti felépítés	49
4.1.2. Tevékenységi szerkezet	49
4.1.3. Vezetési szintek funkciói és az információellátás jellemzői	49
4.2. Dinamikus funkcionális modell	55
4.3. A közlekedési szervezetek informatikai szerkezete	57
5. A közlekedési alágazatok összehasonlítása informatikai szempontból	63
5.1. Vasúti közlekedés	63
5.2. Vízi közlekedés	65
5.3. Légi közlekedés	67
5.4. Közúti közlekedés	68

6. Intelligens közlekedési rendszerek alapismeretei	70
6.1. Az intelligens közlekedési rendszerekkel kapcsolatos alapfogalmak	70
6.2. Az intelligens közlekedési rendszerek csoportosítása	72
6.3. Forgalmi folyamatok kezelése	72
6.4. Flottamenedzsment	76
6.5. Elektronikus díjbeszedés	78
6.6. Intelligens jármű és infrastruktúra funkciók	80
6.6.1. Intelligens járművek és járműrendszerek	80
6.6.2. Intelligens infrastruktúra rendszerek	83
7. Személyközlekedési informatika	86
7.1. A személyközlekedési informatika alapfogalmai	88
7.2. Az utasinformatikai funkcióknak a helyváltoztatási folyamat szerinti rendje	90
7.3. A helyváltoztatás előkészítését támogató utasinformatikai rendszerek	92
7.3.1. Tájékozódás a lehetőségekről - menetrendi, díjszabási és turista információszolgáltatás	92
7.3.2. Helyfoglalás informatikája	96
7.3.3. Elektronikus díjbeszedés	98
7.4. A helyváltoztatás közbeni utasinformatikai rendszerek	102
7.4.1. A járműhöz vezetés informatikája	102
7.4.2. Járműhöz kapcsolódó utasinformatika	105
7.4.3. A járműtől elvezetés informatikája	107
7.5. A helyváltoztatás után használt utasinformatikai rendszerek	108
7.6. A személyközlekedési informatika hardver megoldásai	109
8. A multimodális mobilitás szervező és irányító rendszer modellje	114
Irodalomjegyzék	121

Előszó

Minden tevékenység hatékonysága attól függ, hogy milyen mértékben tudjuk előre megszervezni, majd a változó körülményekre való tekintettel irányítani. A **közlekedési folyamatok** megszervezése mellett fontos célkitűzés a **közlekedési szervezetekben az információkezelés** magas színvonalú **megszervezése**. Az információnak értéke van, és ezért nem közömbös, hogy hogyan bánnak ezzel az értékkel; ugyanis a közlekedési szervezetek egészére kiterjedő koordinatív és integratív tevékenység megvalósításának is az információ a legfontosabb eszköze. Az információellátás problémáival fejlesztési lehetőségeivel foglalkozik a közlekedési informatika.

A Közlekedési informatika c. tantárgy az 1970-es évek közepétől kerül előadásra a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán. Az azóta végzett folyamatos kutatómunka és oktatás eredményei, tapasztalatai tették lehetővé ennek a tananyagnak az összeállítását [10].

Az információtechnológiai eszköztár és a tudományos ismeretek (pl. operációkutatás, optimalizálás, rendszerelmélet, információelmélet, irányítástechnika, szabályozás-elmélet, stb.) fejlődése kölcsönösen egymásra hatnak. Ennek a folyamatnak a kísérő jelensége az ún. információrobbanás. Az említett eszközök és ismeretek alkalmazásának legnagyobb területe és feladata a szervezeti rendszerek – így a közlekedés – működéséhez szükséges információellátás korszerűsítése. Ma már reális célként jelenik meg a közlekedés egész információs rendszerére kiterjedő **integráció** [1].

A tananyag elsősorban az időtálló ismereteket foglalja össze, ami a mester szintű (MSc) oktatás alapkövetelménye. Elkészítésekor arra törekedtünk, hogy a megfelelő absztrakciós szint megválasztásával ez a célkitűzés teljesíthető legyen. Fontos szempont volt, hogy az egyetemi alapképzés (BSc) során elsajátított közlekedési információs rendszerekkel, programozással, számítógépes és kommunikációs rendszerekkel, közlekedési technológiával kapcsolatos ismeretekre építve a hallgatók **rendszer- és folyamatszemléletű tárgyalás**ban is átlássák a logikai összefüggéseket. Így a komplex információs rendszereknek nemcsak az üzemeltetésében, hanem a tervezésében, fejlesztésében is jelentős szerepet tudnak vállalni. A képzés eredményességét az általános modellek és összefüggések, valamint a rendszerek ismertetésének előadásokba sorolása mellett a gyakorlati foglalkozásokon készített konkrét, önálló hallgatói megoldások teszik teljessé.

A rendelkezésre álló információtechnikai eszközök típusainak száma, jellemzőinek köre olyan nagy, hogy csak gépoldalról kiindulva nem lehet alkalmazásukat helyesen megszervezni, megtervezni. Ezért a tananyag nem a gépek oldaláról, hanem az alkalmazó közlekedési szervezetből kiindulva, annak információellátási igényei felől közelít az egyes speciális megoldásokhoz. Az információellátási igények pedig a funkciókból vezethetők le. A cél az, hogy az információknak egy olyan rendszerét határozzuk meg, hogy a szervezetet a legjobban lehessen felépíteni és az legjobban

láthassa el a feladatát. Ha egy közlekedési szervezetben rosszul „méretezik” az információs rendszert, a szervezet szétesik és a hibás működése felesleges erőforrás felhasználást idéz elő. Erre a közelítési módra azért is szükség volt, hogy a gyorsan fejlődő információtechnológiai eszköztár felhasználásra orientált struktúráját időállóvá tehesük. A konkrét alkalmazási fejezetek a személyközlekedés alkalmazott informatikai megoldásaival foglalkoznak. Az alkalmazások bemutatási rendje a helyváltoztatási folyamatra orientált.

A közlekedési informatika célja, hogy az információs rendszerek „legjobbá tételére”, optimális kialakítására, működtetésére törekedjünk. Ez az optimalizálás kiterjed – többek között – az információkezelés mennyiségi, minőségi, térbeli, időbeli jellemzőire és nem utolsósorban a költségvonzatára. Mindehhez a közlekedési alrendszer és folyamat részletes ismerete nélkülözhetetlen.

Terjedelmi korlátok miatt a tananyag nagyobb hangsúllyal tartalmazza az előadásokon szereplő összetett ábrákat. Ez a megoldás módot ad az elhangzottak jobb megfigyelésére, azok pontosabb lejegyzetelésére. Mivel ez az anyag csak az előadások lényegét tartalmazza, így annak tartalma évről-évre követheti a fejlődést. Mindez azonban megkívánja a hallgatóságnak az előadásokon történő intenzív részvételét, jegyzetelését is. A tananyag végén a legfontosabbnak tartott néhány magyar, illetve idegen nyelvű irodalmi forrásnak a megjelölését találjuk, amelyekből – elmélyítési szándék esetén – a témához tartozó további részletek megismerhetők.

A tananyagban a más szerzőktől átvett ábrákat, táblázatokat a források pontos megadásával jelöltük. A többi ábra és táblázat a szerzők saját szellemi termékei, így azok csak precíz hivatkozással idézhetők.

A tantárgy fő fejezetei

A tananyag nyolc, egymásra épülő fejezetre tagolódik.

1. A közlekedési informatika ismeretköre a kifejlődés előzményeivel, alapjaival kezdődik. Megismerjük a legfontosabb fogalmak definícióit, azok egymásra épülését. A közlekedési szervezetek információellátása az „erőforrásként” kezelt adatbázis-szerkezeteken múlik. Ezért az adatbázisokkal és azok tervezésével kapcsolatos ismeretanyag is átadásra kerül. Mivel az közlekedési informatika rendszerszemléletű ismeretkör, ezért a rendszerelméleti alapok és a közlekedési rendszerrel kapcsolatos fogalmak tárgyalása elengedhetetlen. Mindezek az első fejezetbe tartoznak.
2. A közlekedési alkalmazott informatikai rendszerek megértéséhez ismerni kell azokat az alapvető infokommunikációs technológiákat, melyek az információkezelési funkciókat fejlett módon valósítják meg. A gépi összetevők és a technológiák tárgyalása a funkciók szerinti csoportosításban történik. A közlekedési informatika infokommunikációs alapjait a második fejezet foglalja össze.

3. Mivel a közlekedés informatikai integrációja ma már a fejlesztések reális célja, ezért az információs rendszer vázszerkezeti modelljét foglalja össze a harmadik fejezet.
4. A funkcionális (működési) modellt a negyedik fejezet ismerteti. A bemutatott modellek elősegítik az információs rendszeri szerkezet megértését, a működési folyamatok és azok logikai, időbeli összefüggéseinek azonosítását; a komplex struktúrákban való gondolkodás kialakulását. E modellek mind az elemzés, mind a tervezés részére biztosítják a nélkülözhetetlen rendszer- és folyamatszemplétű megközelítés elsajátítását.
5. Az általánosan alkalmazott informatikai megoldások mellett az egyes közlekedési alágazatok informatikai jellegzetességei a szállítási folyamat és a szervezeti jellemzők eltérései miatt különböznek. Az idők során az egyes alágazatok informatikai fejlődési intenzitása is eltéréseket mutatott. Ennek megfelelően az ötödik fejezet összetett szempontrendszer szerint világít rá a hasonlóságokra és a különbözőségekre.
6. Bár az intelligens közlekedési rendszerek fogalom (Intelligent Transport Systems=ITS) már a 20. század első felében megjelent; mégis az európai bevezetésük kezdete az 1960-as, 70-es évekre tehető. A terület fejlődésének üteme egyre gyorsul és ma már az intelligens infrastruktúra, jármű és utazó köré építenek kooperatív rendszereket. A témával kapcsolatos alapismereteket a hatodik fejezet foglalja össze.
7. A hetedik fejezetben megismerjük a személyközlekedési informatika egészének struktúráját, valamint egyes funkcionális rendszereit. A fejezet ismeretanyaga alkalmazott informatikai megközelítésben, gyakorlatorientáltan került kidolgozásra.
8. A személyközlekedési témakör a nyolcadik fejezetben a multimodális mobilitás szervező és irányító rendszer modelljével zárul, mely egyben előrevetíti és összefoglalja a jövőbeli fejlődési irányokat is.

A sokrétű anyag könnyebb elsajátításához a jegyzet fejezetei után ellenőrző kérdések szerepelnek. Bár a jegyzet anyaga logikus szerkezetű, könnyen érthető; a tananyag tudásához és a visszaadási készség kialakításához a teljes ismeretkört részleteiben is és összefüggéseiben is szükséges elsajátítani.

1. A közlekedési informatika ismereti alapjai

Az elmúlt évtizedek műszaki fejlődésének egyik meghatározó jelensége a valós világ egyre részletesebb leképezése információkkal és az információk sokrétű felhasználása az aktuális körülmények egyre nagyobb mértékű figyelembe vételével. Rohamosan fejlődik az adatok, információk térbeli gépi kezelésének technológiája; létrejött az a tudás, amely egész szervezetek információs rendszerének tervezéséhez, fejlesztéséhez szükséges.

A fejlődés során az ember először az anyagot, majd az energiát hajtotta uralma alá. Napjainkban az információt használja egyre nagyobb mértékben a céljai megvalósításához. Az anyag, az energia, a munkaerő és az információ az érték előállító tevékenységek legfontosabb összetevői. Az információ nélkül lehetetlenné válna a valóságtól való elvonatkoztatás, a valóság leképezése.

1.1. Az informatika tárgyának felosztása

Az informatika az információs rendszerek szerkezetét, működését és fejlesztését vizsgálja, a kommunikáció (kapcsolattartás) folyamatainak törvényszerűségeivel foglalkozik; lényegében az információk alkalmazása a társadalmi szükségletek kielégítésére. Definíció szerint az **informatika: az információk rendszerszintű kezelésével összefüggő ismeretek összessége**. Technikai háttere az infokommunikációs eszköztár. Az informatika azon információk szisztematikus és hatékony kezelésének tudománya, amelyeket az emberi tudás és kommunikáció hordozójának tekintünk műszaki, gazdasági és társadalmi összefüggésekben. Mindezek alapján látható, hogy az informatika jóval több az egyes informatikai megoldások összességénél.

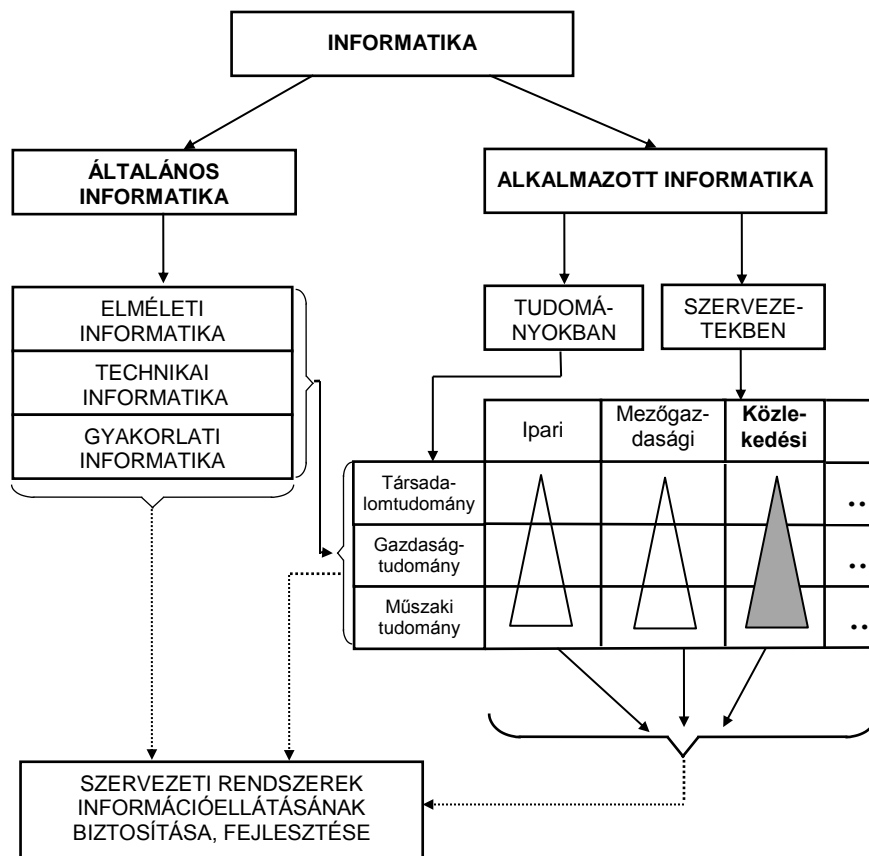
Az elméleti informatika jellegzetes tárgyterületei az információ- és programozás elmélettel kapcsolatosak. A gyakorlati informatika a szervezetek, rendszerek elemeinek és működésének leképezésével, adatmodellezéssel, adatbázis tervezéssel, gyakorlati programozással, az infokommunikációs rendszerek tervezésével, fejlesztésével foglalkozik. A technikai informatika a számítógép-hálózatok szerkezetének vizsgálatára, tervezésére, fejlesztésére, működtetésére terjed ki. A három említett ismeretkör általános informatikának nevezhető.

Megtaláljuk azokat a tárgyköröket is, amelyekben az informatikát közvetlenül felhasználják. Az ezekkel foglalkozó ismereteket alkalmazott informatikának nevezzük. Egyrészt a különféle tudományterületek vették alkalmazásba, így beszélhetünk alkalmazott informatikáról a műszaki, a gazdasági és a társadalomtudományokon belül. Másrészt az alkalmazott informatika megjelenik a különféle ágazati területeken (így a közlekedésben is), ahol a szervezetek teljes információellátásával kapcsolatos rendszerszemléletű megoldásokat jelenti. Az informatika tárgyterületének felosztását az 1.1. ábrán tekinthetjük át.

Az informatika eszközeivel a közlekedésben a folyamatok hatékony szervezése, lebonyolítása és számbavétele valósítható meg. Egyrészt a hálózat síkjában képes az összetevőket egymással kapcsolatba hozni (horizontális integráció), másrészt a

közlekedési szervezetekben biztosítja az egyes vezetési szintek információellátását és ez által az összehangolt működést (vertikális integráció).

A közlekedésben az információ egyik igen fontos funkciója a közlekedés összetevőinek, illetve azok működésének leképezése. A valóságot az adott célból elegendő pontossággal, megfelelő kiterjedésben, terjengősség és redundancia nélkül, valamint kellő időben kell leképeznie. A kellő idejűség (napjainkban egyre inkább közelítve a valós idejűséghez) azért emelendő ki a közlekedésben, mert a folyamatok térben és időben koordináltan mennek végbe.



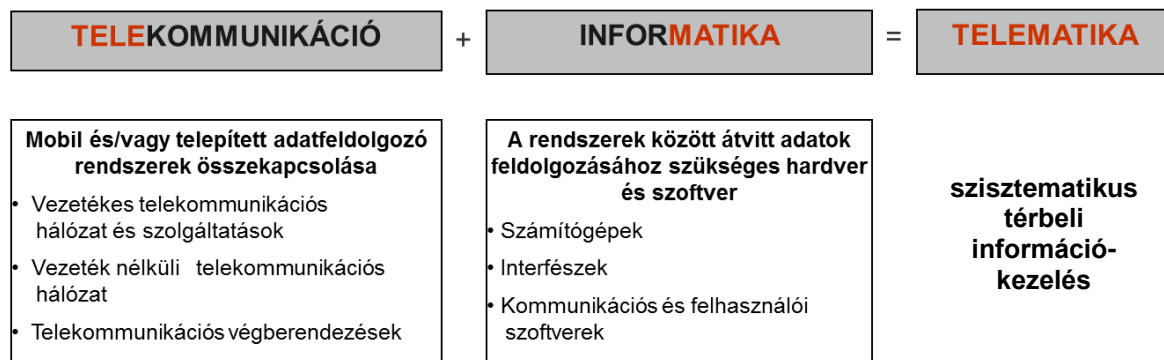
1.1. ábra Az informatika tárgytartományának felosztása [18], [20]

1.2. Alapfogalmak

A közlekedési informatika alkalmazott informatika, amely a közlekedési szervezetek információellátásának a fejlesztésével foglalkozó ismeretek összessége. Vizsgálja mindazokat az információellátási, felhasználási megoldásokat, szabályszerűségeket, amelyek a közlekedési folyamat lehetőségei szerint optimális lebonyolítását segítik. A közlekedési informatika feltételezi a közlekedési rendszerek összetevőire (közlekedési hálózatok, járművek, automaták, stb.), a közlekedési technológiai folyamatokra, a közlekedési üzemre, a közlekedés-gazdaságtanra vonatkozó ismereteket. A közlekedési

informatika (telematika) specialitása, hogy a szállítás tárgyának (áru, személy) és eszközének (jármű) **időbeli, térbeli és állapot információit** kezeljük. Informatikai szempontból az áru- és a személyszállítás közötti alapvető különbség az, hogy az áruval kapcsolatos alapfolyamati műveletek mellett valamennyi információkezelési műveletet is a közlekedési szervezet végzi; miközben az utas részben önállóan is kezeli az információkat, ez alapján döntéseket hoz, majd ennek megfelelően hajtja végre a mozgási műveleteit.

Telematika: az informatikának a telekommunikációval, irányítás- és mérés technikával való kibővítése. A definíció megértését az 1.2. ábra segíti.



1.2. ábra A telematika definíciója [6]

Jel: olyan jelenség, esemény, tárgy, amelyből valaminek a meglétére, bekövetkezésére vagy okára következtethetünk.

Adat: valakinek, vagy valaminek a jellemzéséhez használható, egymástól jól megkülönböztethető jelzések, amelyek tényeket (szöveget, numerikus értéket, szimbólumot, képet, mozgóképet, hangot, stb.) képviselnek. Adatbázisokban vagy file-okban vannak tárolva.

Információ: Az adatoknak (jeleknek) egy bizonyos szerkezetben való egyesítése; tárgyról, személyről, folyamatról, szervezetről szerzett ismeret. Az információ az objektív valóság emberi tudatban való visszatükröződése, mely nélkül lehetetlenné válna a valóságtól való elvonatkoztatás. Az információ a felhasználónál előre meghatározott, vagy meg nem határozott cselekvést, tevékenységet vált ki. (Az információtartalmat befolyásolja a megjelenítés helye, időpontja és módja is).

Az adat objektív fogalom, többnyire gépi információkezeléssel. Az információ szubjektív fogalom, humán információkezeléssel.)

Ismeretanyag: Az információknak egy bizonyos szerkezetben, meghatározott módon való egyesítése.

A fogalmak egymásra épülése a következő: **jel → adat → információ → ismeretanyag**

A közlekedési rendszerek működtetéséhez megfelelő mennyiségű és minőségű információ szükséges. Az információk értéket képviselnek, egyrészt mivel az információkezelési műveleteknek költségeik vannak, másrészt az információk

felhasználásával a szervezetek működési hatékonysága, eredményessége lényegesen fokozható. Az információk minősége és értéke között szoros összefüggés van. Az információk jellemzése (értékelése) a következő szempontok alapján végezhető el:

- „előállítási” költség,
- hozzáférhetőség,
- megjelenési forma (közölt tartalom),
- időszerűség (információk naprakészsége, valós idejűsége – a mintavételezés időciklusa, az időkéleltetés mértéke),
- pontosság (az információtartalom és a valóság közötti különbség mértéke),
- érvényesség,
- megbízhatóság / hitelesség (valószínűsített vagy determinisztikus jelleg),
- jelentőség / fontosság,
- „felhasználási” eredményesség / hatékonyság.

Az információ értéke kifejezhető számszerűleg, objektív módon, valamilyen mennyiségben (pl. pénzegységben); vagy szubjektív benyomás is lehet az értékalkotás alapja. Az információ értékét a különböző szervezetek és felhasználók eltérő módon ítélik meg [11].

1.3. Rendszerelméleti alapok

A közlekedési rendszer leképezése által nyert adatok célirányos felhasználásához, a szervezetek információellátásának elemzéséhez és tervezéséhez rendszerszintű ismeretek, rendszerelméleti alapok szükségesek. A rendszertechnika gyakorlati módszerek és eljárások összessége bonyolult rendszerek elemzéséhez és megvalósításához (alkalmazott rendszerelméletnek tekinthető). A rendszertechnika alkalmazása probléma meghatározással indul, majd modellalkotáson keresztül foglalja össze eredményeit. Modellezésnek nevezzük a rendszer (az adott vizsgálat szempontjából) lényeges tulajdonságainak leképezését valamilyen formában, melyek vonatkozhatnak a rendszer szerkezetére, funkcióira, lehetnek leíróak, magyarázóak.

Rendszer: adott cél érdekében létrehozott, meghatározott struktúra szerint egymással kölcsönhatásban lévő elemek együttese. Egnemű vagy összetartozó dolgoknak, jelenségeknek törvényszerűségeket mutató, rendezett egésze. **Elemek és az elemek közötti kapcsolatok halmaza**. Az elemek meghatározott tulajdonságokkal és funkcióval rendelkeznek.

elemek + kapcsolatok = rendszer + környezet

A rendszer környezete: a működésre ható tényezők összessége. Megkülönböztethetők a bemeneti (input) és a kimeneti (output) tényezők köre. A körülhatárolás az elemzés

céljától, mélységétől is függ. A rendszer állapota időponthoz kötött, azoknak a tulajdonságoknak a halmaza, amellyel a rendszer az adott időpontban rendelkezik. A rendszer tehát nem elemek és kapcsolataik egyszerű összessége, hanem az összetevőknél magasabb funkciókra képes, és minőségileg is új tulajdonságai vannak. Bonyolult rendszereknek általában több céljuk is van, azok célrendszerbe illeszthetők. A rendszerek leírásakor a következő alapkérdésekre keressük a választ:

- Milyen összetevőkből áll?
- Hogyan működik?

A nagy rendszerek további, ún. alrendszerekre bonthatók, amelyek egymással kapcsolatban vannak. Az alrendszerek önmagukban is vizsgálhatók, hiszen maguk is megfelelnek a rendszer definíciójának, saját tulajdonságaik vannak. Az alrendszer elnevezés utal a rendszerszintek közötti hierarchiára. Ha a részrendszer fogalmat használjuk, akkor eltekintünk ettől a hierarchikus függőségtől.

A rendszerek különböző szempontok szerint csoportosíthatók, az így megkülönböztetett rendszerféleségek a következők:

1. egyszerű – összetett (komplex) rendszer,
2. zárt – nyitott rendszer,
3. természeti – ember alkotta – ember-gép rendszer,
4. statikus – dinamikus rendszer,
5. determinisztikus – valószínűségi rendszer.

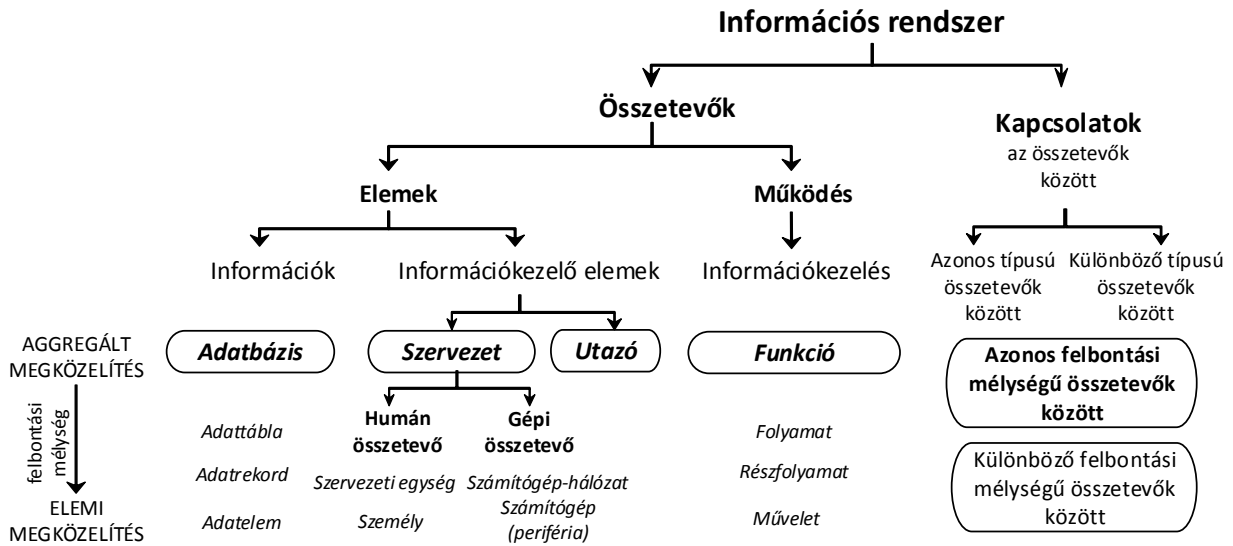
Az 1-4. szempontok szerinti besorolások a felépítés, a 4-5. szempontok szerinti besorolások pedig a működés alapján történő megkülönböztetéseket teszik lehetővé.

Információs rendszer: információkezelési műveleteket végrehajtó rendszer.
Információkezelési műveletek: gyűjtés, átvitel, tárolás, feldolgozás és felhasználás (megjelenítés). Az elemek között szerepelnek az információk (vagy azok hordozói az adatok) és az információkezelő elemek is, melyek lehetnek humán és gépi összetevők. Ha két információkezelő elem kapcsolatban van, az azt jelenti, hogy információt közölnek egymással. Az információs kapcsolat irányított, lehet egy- vagy kétirányú. Egy közölt információ a kibocsátó elem szemszögéből output, a fogadó tekintetében pedig input [18], [20].

Szerkezeti rendszer: nemcsak technikai, tárgyi, hanem emberi összetevői is vannak.

Az információs rendszerek elemzését (modellezését) különböző szempontok szerint, különböző felbontási mélységek (részletezettség) mellett lehet elvégezni. Az elemzési módszertanok az 1.3. ábrán bemutatott elemzési szempontok alapján tekinthetők át. Az elemzéseknél a különböző összetevők azonosítása után azok hierarchikus szerkezetbe rendezhetők (szerkezeti modell); míg az összetevők közötti kapcsolatok azonosításakor (kapcsolati modell) azok részletesen leírhatók (pl. kapcsolat irányultsága, áramló adatok köre, stb.). Ezek az elemzések aggregált megközelítésben és a felbontási mélység

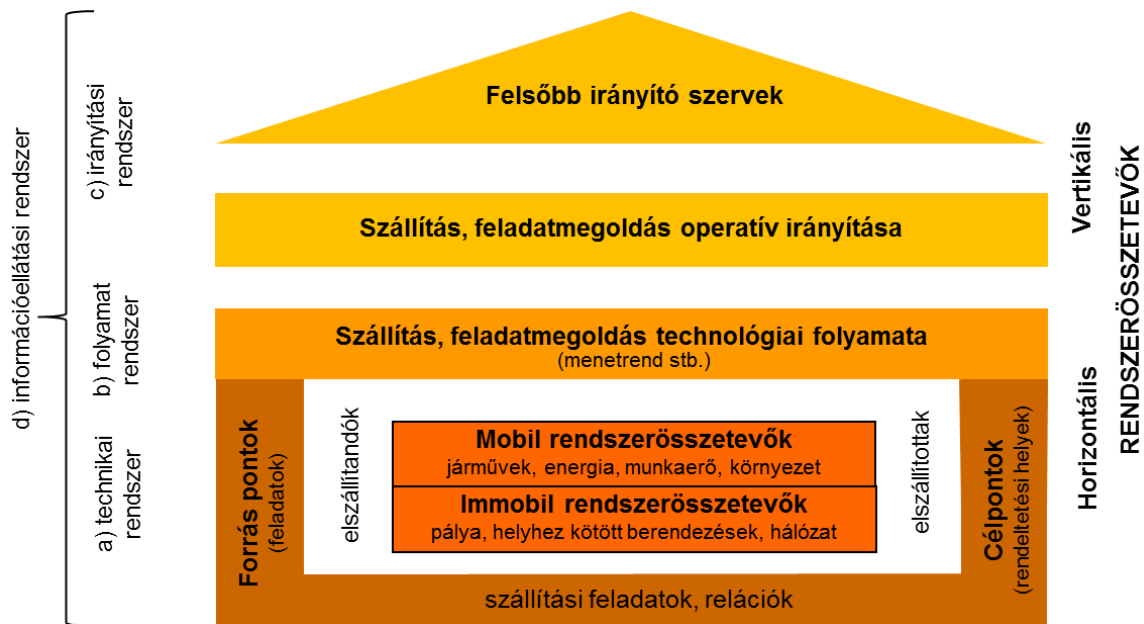
fokozásával akár az egyes elemekig eljutva, elemi megközelítésben is elvégezhető. Ez utóbbi részletezettség a rendszertervek készítésekor szükséges.



1.3. ábra Információs rendszerek elemzési szempontjai

1.4. Közlekedési rendszerek

A közlekedési rendszer célja a felmerülő helyváltoztatási igények kielégítése. A közlekedési alapfolyamat tehát maga a helyváltoztatás. A rendszer elemének tekinthető minden személy és tárgy, akik, illetve amelyek a rendszer céljának elérésében szerepet kapnak. Mivel a közlekedés bonyolult rendszer, célszerű áttekinteni, hogy milyen részrendszereket különböztetünk meg a teljes közlekedési szervezeten belül. A közlekedési rendszerek szerkezetét az 1.4. ábra szemlélteti.



1.4. ábra A közlekedési rendszerek szerkezete [19], [22]

A részrendszerek a következők:

- **technikai rendszer,**
 pálya- és telepített objektumok,
 jármű- és anyagmozgató berendezések,
 energiaellátási rendszer,
- **folyamatrendszer,**
 szállítmányok (áru, személy), szállító eszközök helyváltoztatása,
 alapfolyamat,
- **irányítási rendszer,**
 szállítási folyamat irányítása,
 szállítással foglalkozó szervezet irányítása,
- **információellátási rendszer.**

A technikai és a folyamatrendszer együttesen alkotja az anyag-energia rendszert. Az információellátási részrendszereken belül értelmezhető az információ és adatrendszer és az információkezelő rendszer. Az összetevők csoportosítását, azokat statikus és dinamikus struktúrákba rendezve az 1.1. táblázat foglalja össze.

1.1. táblázat A közlekedési rendszerek összetevőinek csoportosítása [18]

Statikus struktúra	Dinamikus struktúra	
- információk, adatok, adatbázis - információkezelő elemek: szoftver, hardver	- felvétel, átvitel, tárolás, feldolgozás, felhasználás	<i>információs rendszeri összetevők</i>
- pálya, helyhez kötött berendezések, hálózat - járművek, energia, munkaerő, környezet - szállítmány (áru, személy)	- fő tevékenység (szállítás) - mellék, és kiegészítő tevékenység	<i>anyag- energia rendszeri összetevők</i>

A közlekedési információs rendszerek a közlekedési alapfolyamat célirányos működését szolgálják. Működésüket, az információkezelési műveleteket szabályozó körbe rendezve az 1.5. ábra szemlélteti. A teljes folyamat hatékonyságát befolyásolja az egyes műveletek és a műveletek közötti időszükségletek mértéke, melyek összességében a beavatkozási ciklusidőre vannak hatással.



1.5. ábra A közlekedési információs rendszerek működése

1.5. Adatnyilvántartási rendszerek

Az információkat a legtöbb esetben nem csak keletkezésük helyén és időpontjában használjuk fel. Ehhez azonban az információkat hordozó adatok átviteléről, tárolásáról, feldolgozásáról is gondoskodni kell.

Adatbázis: Felesleges átfedés nélkül együtt tárolt és egymással kapcsolatban lévő adatok együttese, összetett logikai szerkezetű adathalmaz. Korábban az adatbázis csupán a strukturált adathalmazt jelentette, ma már azonban a feldolgozási műveletek egy jelentős része is az adatbázis fogalmához tartozik.

Az adatbázissal végzett műveleteket adatbázis-kezelésnek nevezzük, melynek célja, hogy a keletkező, rendelkezésre álló adatokból (amelyek volumene a technika fejlődésével folyamatosan nő) a leghatékonyabban felhasználható információkat nyerjük ki, viszonylag rövid lekérdezési idővel. Az adatbázis-kezelés eszköze a számítógép és a számítógépes-hálózatok. Számítógépes adatnyilvántartás létrehozásánál a következő szempontokat összehangoltan veendő figyelembe:

- a nyilvántartás célja,
- a felhasználható technikai lehetőségeket (hardver és szoftver),
- a felhasználó szervezet személyi feltételei.

Mindezeket az adatnyilvántartás megtervezése előtt, rendszertervezési folyamat eredményeként kell tisztázni [21]. A rendszerterv elkészítésének lépéseit nem részletezve, feltételezzük, hogy a rendszerterv elkészült és pontosan ismerjük a

nyilvántartás körülményeit. Az adatnyilvántartási rendszer tervezése „papíron” kezdődik, ún. adatmodell készítésével.

Adatmodell: a valóság leképezése adatokra, azok kapcsolataira, felhasználásuk körülményeire, szabályaira. Az adatbázis szerkezetének a megtervezése. Különböző adatmodell-típusok léteznek, de a jelenlegi alkalmazások döntő többsége ún. relációs adatmodellt alkalmaz. Ezért ennek a típusnak a szemléletmódját követjük. Az adatmodell alkotó elemei:

- egyedtípusok,
- tulajdonságok,
- kapcsolatok.

A relációs adatmodellben alkalmazott fogalmakat és azok egymásra épülését (top-down megközelítésben) az 1.2. táblázat foglalja össze.

1.2. táblázat A relációs adatmodellben alkalmazott fogalmak

adatbázis fogalom	adatmodell fogalom
adatbázis	egymással kapcsolatban lévő adattáblák együttese
adattábla	egyedtípus
adatoszlop	tulajdonság (attribútum)
adatrekord (sor)	egyed
adatelem (mező)	1 egyed 1 tulajdonsága

Az adatmodell készítésének lépései [13]:

1. fogalmi adatmodell,
2. logikai adatmodell,
3. fizikai adatmodell készítése.

Az egyes lépések a következők:

1. A fogalmi adatmodell készítése során meghatározzuk az adatnyilvántartás célját, kiválasztjuk az élet azon területét, amivel a modell foglalkozni fog. Leszűkítést, leegyszerűsítést végzünk: ki, mire és hol fogja használni a modellt, az alkalmazást. Feltárjuk, hogy milyen fogalmak lesznek, ezek milyen viszonyban állnak egymással, mik a folyamatok. Ez a lépés lényegében az alaprendszer megismerése. Tisztázzuk az adatnyilvántartási rendszer kimenetét, outputját. Ugyanis az output előállítása az elsődleges szempont (ún. output orientált szemléletmód). A célkitűzés, az output ismeretében meghatározható, hogy milyen adatokat kell bevinni (input oldal) a nyilvántartásba ahhoz, hogy a kívánt eredmények előállíthatók legyenek. Az input és az output között foglal helyet maga a nyilvántartás, amely a konkrét egyedtípusokból, a köztük fennálló kapcsolatrendszerből, illetve az egyedtípusokra jellemző tulajdonságok rendszeréből áll.

2. A második fázisban, a logikai adatmodell készítésénél a következőket kell meghatározni:

- mik lesznek az egyed típusok (tárgy, személy, v. fogalom),
- az egyed típusok milyen attribútumaival (tulajdonságaival) akarunk foglalkozni (azonosító, leíró attribútumok),
- az egyed típusok között milyen kapcsolatok vannak (a kapcsolatok határozzák meg a belső struktúrát) [egyedhalmazok kapcsolatai]. 1:1, 1:N, N:M típusú kapcsolatok.

Az egyed típusok konkrét egyedek halmaza. Az egyedek lehetnek tárgyak, személyek, illetve a modell szerkezetének tisztázása érdekében létrehozott fogalmak is (pl. N:M kapcsolat felbontása két szimmetrikus 1:N kapcsolatra kapcsoló-fogalmi egyed típus bevezetésével). Két egyed akkor tartozik egy egyed típusba, ha azonos tulajdonságaikat tartjuk nyilván.

Egy adatelem egy adott egyed típushoz tartozó egy egyednek egy konkrét tulajdonsága. A tulajdonságoknak adatszerkezeti szempontból fontos csoportjai:

- az azonosító, illetve
- a leíró tulajdonságok köre.

Azonosító adatokkal kell gondoskodni arról, hogy az egyes egyedeket egyértelműen meg lehessen különböztetni egymástól. A leíró adatok is fontos tulajdonságokat takarhatnak, de esetleges elmaradásuk, legalábbis adat-nyilvántartási szempontból, általában nem okoz gondot.

Az egyed típusok közötti kapcsolatok feltárása is a logikai adatmodell készítéséhez tartozik. Két egyed típus akkor van kapcsolatban egymással, ha az egyik halmazból kiemelt egyed valamelyik tulajdonsága függ a másik egyed típusból kiemelt valamely egyed tulajdonságától.

Attól függően, hogy egy vagy több egyed kerül kapcsolatba egymással, megkülönböztetünk

- kölcsönösen egyértelmű, azaz egy-egy (1:1),
- csak az egyik irányban egyértelmű, azaz egy-több (1:N),
- egyik irányban sem egyértelmű, azaz több-több kapcsolattípusokat (N:M).

A logikai modell kidolgozása után történik az igényeknek legmegfelelőbb számítógépes hardver és szoftver eszközök megválasztása. Az adatbázis-kezelő szoftverek jellemzői befolyásolhatják a logikai modellt is.

3. A fizikai adatmodell lényegében a logikai modell megvalósítása a kiválasztott adatbázis-kezelő szoftvernek megfelelően; azaz a számítógépes alkalmazás elkészítése.

A következő szempontok összeegyeztetése szükséges:

- az elkészített logikai modell,

- a programozáshoz kiválasztott adatbázis-kezelő szoftver; a szoftver által biztosított adattípusok, méretek, keresési szempontok, feldolgozási algoritmusok (sorba rendezés, összegzés, statisztikakészítés, stb.),
- az alkalmazott hardver,
- illetve a leendő nyilvántartást használó személyek köre, hierarchiája, jogosultságai.

A használni kívánt szoftver jellegét már előbb ki kell választani, de a konkrét döntés meghozatala a programozási munka megkezdésénél válik elengedhetetlenné. Egy szoftver akkor tekinthető adatbázis-kezelőnek, ha a következő feltételeknek eleget tesz:

- lehetővé teszi az adatok tárolására szolgáló struktúrák létrehozását,
- az adatok felvételét, módosítását, törlését (frissítését),
- az adatok igény szerinti szempontok szerinti lekérdezését,
- az adatokhoz való biztonságos hozzáférések szabályozását, ellenőrzését.

Bár adatokat lehet tárolni szövegszerkesztő szoftverrel, vagy táblázatkezelővel is, de nem elég hatékonyan. Az adatbázis-kezelő szoftverek és rendszerek lényege: áttekinthető, rugalmas, hatékony, redundanciától mentes, gyors, biztonságos adatkezelés. Az adatbázis-kezelő rendszerekben többnyire SQL (SQL=Structured Query Language) parancsokat alkalmaznak.

Ellenőrző kérdések az 1. fejezethez

1. Melyek az érték előállító tevékenységek legfontosabb összetevői?
2. Az informatika tárgytartományának felosztásakor milyen részterületek különböztethetők meg?
3. Mivel bővebb a telematika fogalma az informatika fogalmánál? Miért különösen fontos a közlekedésben a telematikai megközelítésmód?
4. Milyen szempontok alapján jellemezhetők (értékelhetők) az információk?
5. Melyek a rendszerekkel kapcsolatos legfontosabb alapfogalmak?
6. Milyen rendszerféleségek különböztethetők meg?
7. Melyek a legfontosabb információkezelési műveletek?
8. Melyek a közlekedési rendszerek legfontosabb részrendszerei?
9. Milyen szempontok szerint és hogyan csoportosíthatók a közlekedési rendszerek összetevői?
10. Melyek az adatmodell készítés lépései?

2. A közlekedési informatika infokommunikációs alapjai

Mivel a közlekedés, szállítás térbeli folyamat, ezért a közlekedés informatikai, de különösen a telematikai rendszerek elengedhetetlenül feltételezik az infokommunikációs technológiák, eszközök funkcionális ismeretét. A hardver elemeket a közlekedési alkalmazás szempontjából csoportosítjuk, vagyis az információkezelési műveletek, illetve a telepíthetőségük (térbeli kiterjedésük) szerint. A csoportosítást a 2.1. ábra szemlélteti. A számítógépek alapvetően információtárolást és feldolgozást végeznek; a perifériák információgyűjtési, és felhasználási (megjelenítési) célokra használatosak; míg az átviteli feladatokat a telekommunikációs technika teljesíti.

Az érzékelők (szenzorok) a perifériák egy alcsoportja; adatgyűjtést végeznek. Alkalmazásukkal a valós világ objektumairól és folyamatairól kiterjedt információgyűjtés lehetséges. Mind a személyhez, mind a járműhöz rendelt berendezések segítségével egyre több adat gyűjtése valósul meg, amely az egyre hatékonyabb szervezést, irányítást és a forgalmi jellemzők előrebecslését támogatja. A beavatkozó egységek a perifériák másik jellegzetes csoportja, melyek a folyamatok működtetéséhez alkalmazott információ-felhasználó összetevők.

Az információkezelési műveletek és a hardver elemek típusai közötti összerendelés azonban egyre kevésbé mutat ilyen éles határokat, ugyanis az információkezelő elemek egyre több műveletet elvégeznek. Mindez az **eszközökön belüli funkcionális integrációt** jelenti. További tendencia, hogy az információs rendszerek működésében az adatfeldolgozási (számítási) műveletek helyett mára már a kommunikációs műveletek aránya a legnagyobb, amit a kommunikációs költségek csökkenése is elősegít. Gyorsan terjed a távoli adatfeldolgozás és a „felhő” alapú adattárolás. Különösen gyors fejlődés tapasztalható a mobilkommunikáció területén; a lefedettség és az elérhető sáv szélesség is növekszik (magasabb frekvenciasávok bevonása).

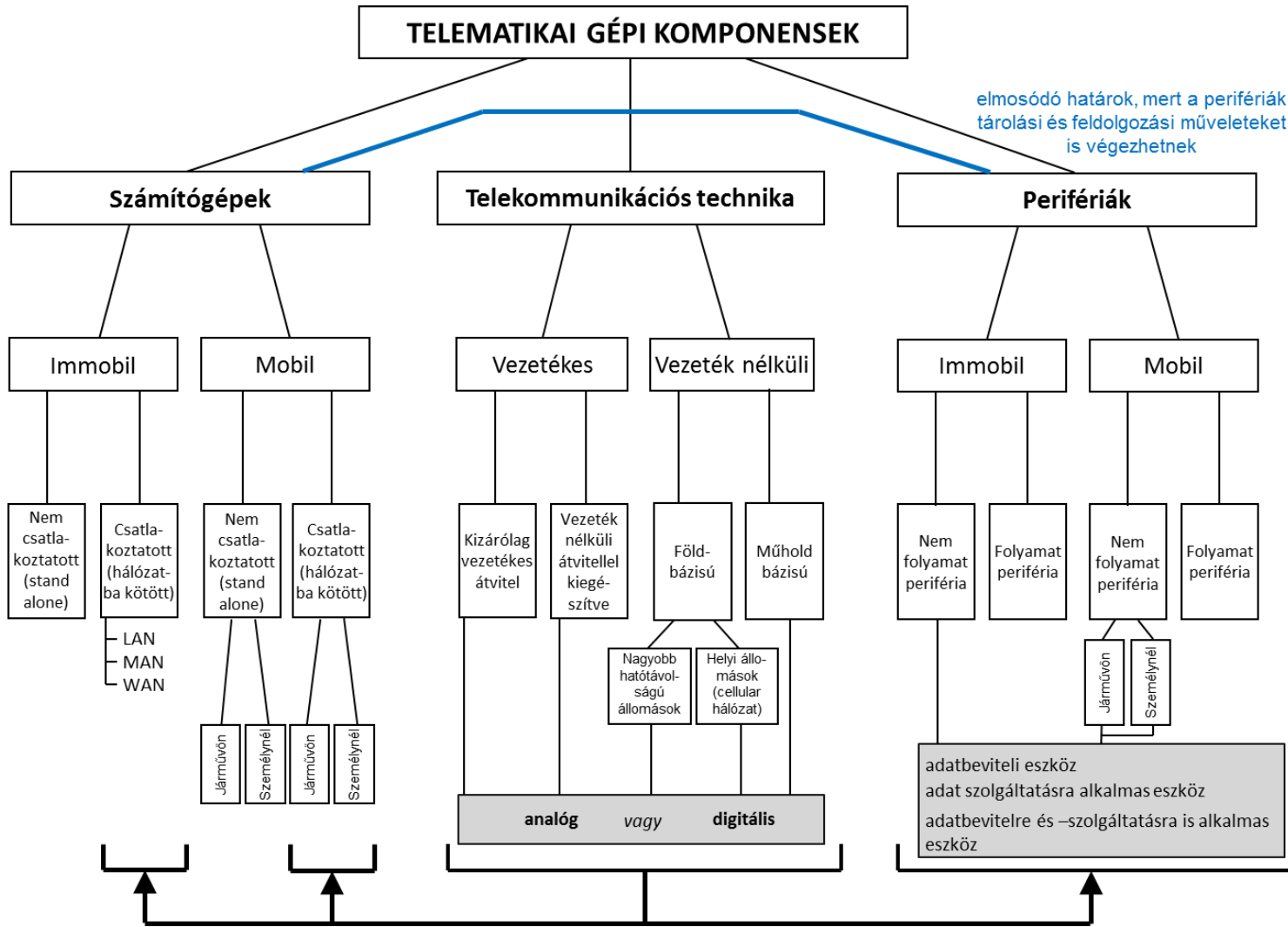
A szoftver (programtechnikai) eszközök csoportosítási lehetőségei:

A. Alapprogramok, fejlesztői környezet

- operációs rendszerek (platformok),
- adatbázisokra épülő szoftverek,
- multimédia szoftverek,
- speciális WEB szoftverek (CGI),
- stb.

B. Felhasználói programok

- elszámolást támogató programok,
- statisztikai programok,
- stb.



2.1 ábra A telematikai gépi komponensek csoportosítása [4]

2.1. Számítógépek és perifériák

A számítógépek közötti együttműködés alapján megkülönböztethetők:

- egyedileg alkalmazott, ún. stand alone számítógépek, illetve
- számítógép hálózatok.

Az egyedi gépek helyi, lokális feladatokat látnak el. Több felhasználó együttműködését a számítógép hálózatok segítik.

A számítógépes hálózatok: autonóm számítógépek és kapcsoló eszközök egymással összeköttetésben lévő rendszere. Létrehozásuk legfontosabb céljai:

- erőforrások megosztása,
- egyszerűbb, gyorsabb információcsere,
- jobb kihasználtság (teljesítmények megosztása), költségek csökkentése,
- üzembiztonság fokozása,
- központi adatbázisok használata.

A számítógépes hálózatok összetevőinek típusai:

1. Hálózati végrendszerek (végpontokon lévő gépek) felhasználói programokkal

- nagyteljesítményű szerverek kliens-szerver alkalmazással (elosztott alkalmazás), asztali számítógépek, PDA-k, tabletek, okostelefonok, stb.,
- webkamerák, digitális kommunikáló képeret, internetes kenyérpíritó, stb.,

2. Kommunikációs alhálózat

- tényleges adattovábbító közeg,
- hálózati kapcsolópontok (adatok megfelelő csatornába juttatását végzik).

Néhány jellegzetes hálózati kapcsolóeszköz:

- jelisméltő repeater,
- hálózati híd bridge,
- forgalomirányító router,
- hálózati átjáró gateway.

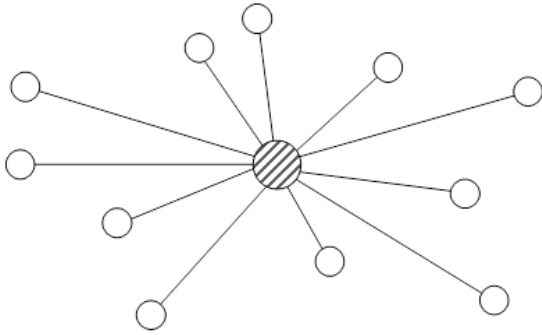
A **topológia** megmutatja a hálózat térbeli kiterjedésének jellemzőit, a számítógépek összekapcsolási módját, a kommunikációs alhálózatok felépítését. A **protokoll** pedig a működtetés során használt szabályok és megállapodások összessége.

Feladatmegosztás szerint megkülönböztethető hálózat típusok:

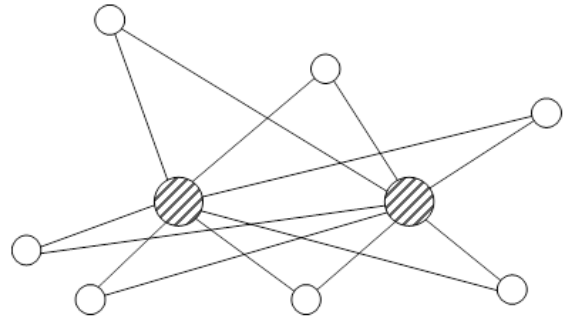
- **Egyenrangú (peer-to-peer) hálózatok:** minden résztvevő ugyanazon jogokkal rendelkezik, a hálózat vezérlését bármelyik gép elvégezheti; azonos teljesítményű számítógépeknél érdemes alkalmazni.
- **Alá-fölé rendelt (szerver-kliens) hálózatok:** egy kitüntetett szerepű számítógép, a szerver végzi az összes, a hálózattal összefüggő folyamat vezérlését; minden erőforrását megosztja a rákapcsolódó kliensek között. A „vékony” kliensek

információkezelő képességei mérsékeltebbek; míg a „vastag” kliensek lényegesen több funkció ellátására képesek.

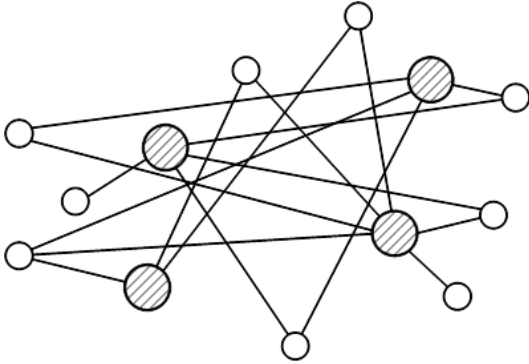
Jellegzetes hálózati konfigurációkat szemléltet a 2.2. ábra.



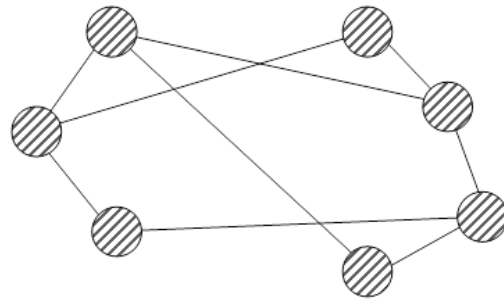
a., centralizált konfigurációjú osztott hálózat



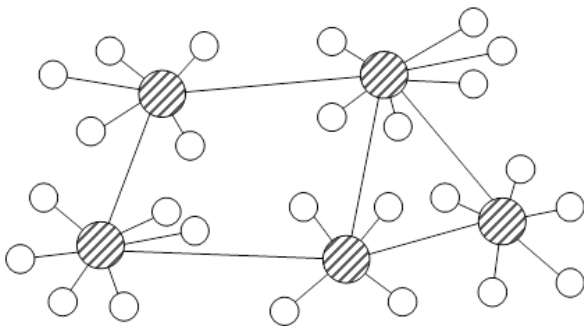
b., bicentralizált konfigurációjú osztott hálózat



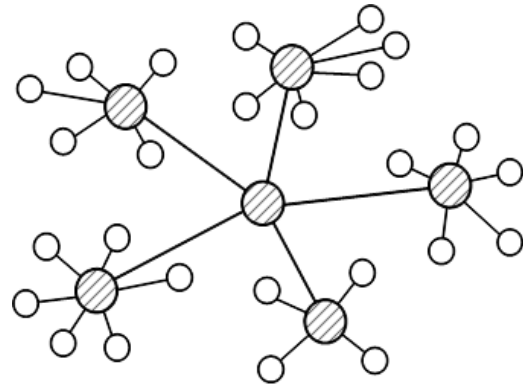
c., multicentralizált konfigurációjú osztott hálózat



d., horizontális konfigurációjú osztott hálózat



e., horizontális-vertikális konfigurációjú osztott hálózat



f., vertikális-vertikális konfigurációjú osztott hálózat

2.2. ábra Számítógép-hálózat konfigurációk [18]

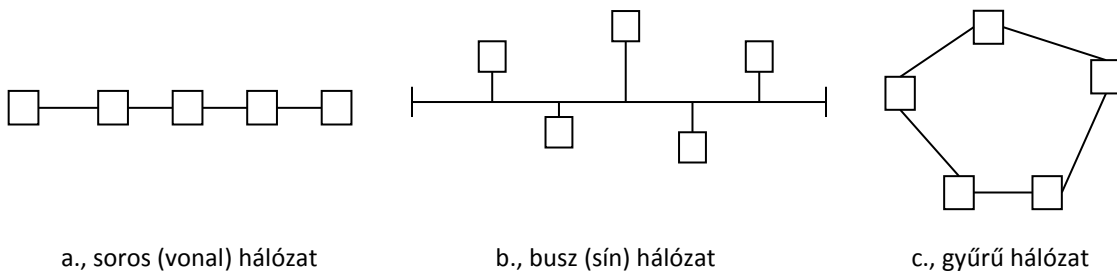
A számítógépes hálózatok csoportosítási szempontjai [13]:

1. kiterjedés szerint

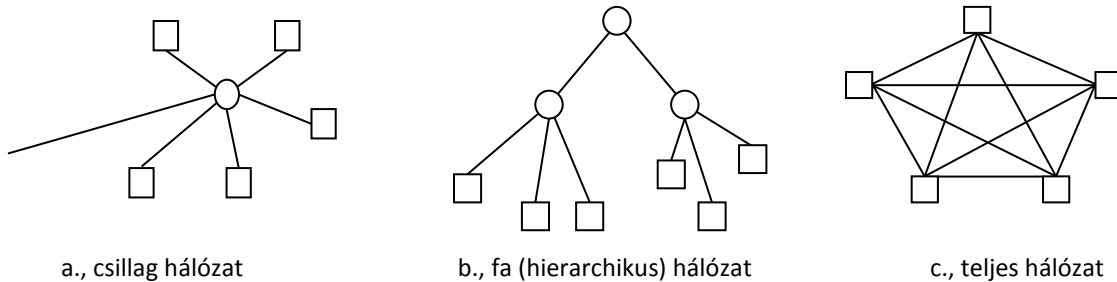
- PAN (personal area network – személyes hálózati környezet),
- LAN (local area network – szobahálózatok),
- MAN (metropolitan area network – városi hálózatok),
- WAN (wide area network – kiterjedt hálózatok),

2. a kapcsolatok elrendezése (topológia) szerint

- üzenetszórásos hálózatok (2.3. ábra): soros (vonal), busz (sín), gyűrű,
- pont-pont kapcsolatú hálózatok (2.4. ábra): csillag, fa (hierarchikus), teljes,



2.3 ábra Üzenetszórásos számítógép-hálózatok szerkezete [18]



2.4 ábra Pont-pont kapcsolatú számítógép-hálózatok szerkezete [18]

3. adatátvitel időbeli jellemzői szerint

- soros adatátvitel,
- időbeli összehangoltság szerint: szinkron, aszinkron,
- adás-vétel egyidejűsége alapján: szimplex, félduplex, duplex,

4. átviteli közeg szerint

- vezetékes: csavart érpár UTP, koaxiális kábel, optikai szál,
- vezeték nélküli: fény, rádió, mikrohullámú,

5. átvitelvezérlés szerint

- véletlen alapú vezérlés,
- osztott vezérlés: vezérjel továbbításos, ütközést kerülő,
- központosított vezérlés: lekérdezéses eljárás, vonalkapcsolásos eljárás, időosztásos hozzáférés,

6. kapcsolási módok szerint

- vonalkapcsolt hálózatok,
- üzenetkapcsolt hálózatok,
- csomagkapcsolt hálózatok,

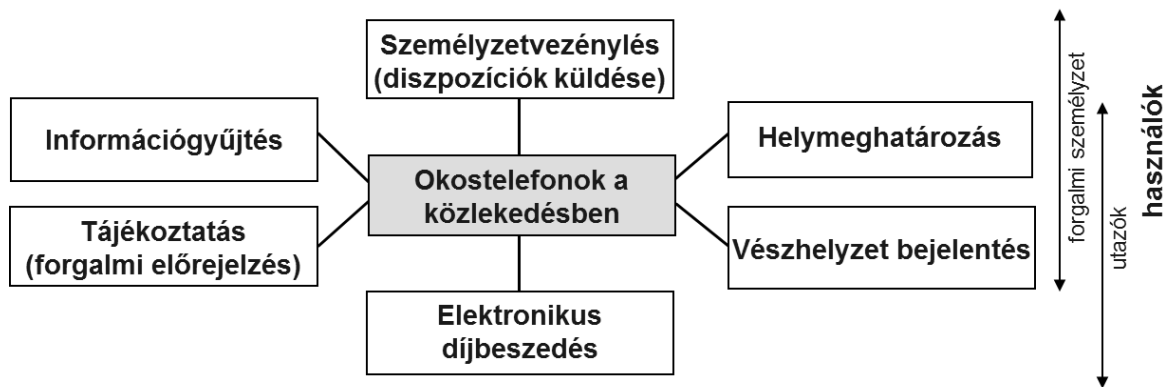
7. protokollok szerint

- ARCnet,
- Ethernet,
- IPX/SX
- TCP/IP, stb.

A személyhez rendelt mobil számítógépek és perifériák közül a legnagyobb jelentőséggel az okostelefonok bírnak, melyek főbb funkciói:

- adatgyűjtés (beépített szenzorokkal),
- beszéd alapú információátvitel (telefonálás),
- adatátvitel (WiFi, Bluetooth, stb.),
- adattárolás,
- adatfeldolgozás,
- adatok megjelenítése,
- helymeghatározás (GPS jelek vétele vagy cellainformációk alapján).

Az okostelefonok közlekedési alkalmazási területeit a 2.5. ábra foglalja össze.



2.5. ábra Az okostelefonok alkalmazási területei a közlekedésben [6]

Az információtovábbítás már nem csak egyirányú, hanem kétirányú. Azaz nem csak a szolgáltatótól a felhasználó felé áramolnak az adatok, hanem a felhasználó a saját adatainak megosztásával adatforrássá is válik. Így ezen adatok alapján a forgalomirányítás hatékonysága fokozható. Az okostelefonok segítségével történő adatgyűjtés megvalósulhat:

- aktív közreműködéssel: a felhasználó adja meg az információkat (pl. mobil alkalmazáson keresztül),

- passzív módon: a felhasználóról automatikusan gyűjtünk információkat (pl. gyorsulásmérő, cellainformáció, Wi-Fi hálózat, bluetooth hálózat, GPS).

Ezen készülékek a technológiák együttműködése által már biztosítják a helyfüggő szolgáltatásokat (**Location Based Services = LBS**), és a valós idejű adatokat is megjelenítik. További kedvező tulajdonságaik az alacsony ár, a gyorsaság, a nagy számítási kapacitás, a különböző adatátviteli és érzékelési technológiák integrálása és a rendkívül fejlett grafikus megtelítő interfész, mely lehetővé teszi a színes és akár mozgó vagy interaktív tartalmak megjelenítését is. A fejlesztők speciális, okostelefonokra írt és optimalizált közlekedési programokat készítenek.

2.2. Telekommunikációs technika

A közlekedésben alkalmazott legfontosabb távközlési és adatátviteli technikák a következők:

vezetékes technika (a vezetékes átviteli közegeket a 2.6. ábra szemlélteti):

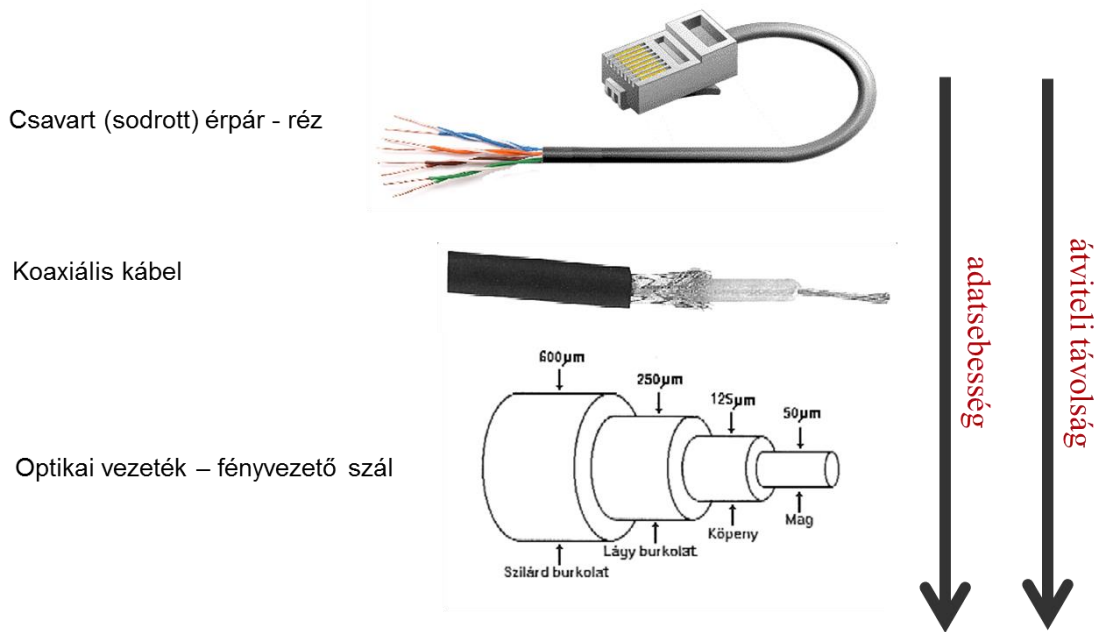
- csavart (sodrott) érpár – réz,
- koaxiális kábel,
- optikai vezeték – fényvezető szál,

vezeték nélküli technika:

- kis hatótávolságú (max. 10000m): infra (fény), bluetooth (rádióhullám), WiFi, WiMax,
- nagy hatótávolságú földi sugárzású (> 10000m): rádió (hagyományos és digitális), mobiltelefon (2G, 3G, 4G, 5G)
- nagy hatótávolságú műholdas sugárzású: Inmarsat, EutelSat, Iridium, stb.

A jövő telekommunikációs hálózatai már nem csupán az információ továbbítását és irányítását végzik, hanem tároló- és feldolgozó-kapacitással is rendelkeznek. A beszéd-továbbítás forgalma várhatóan nem változik jelentősen, azonban az adatforgalom (különösen a mobil adatforgalom) exponenciálisan növekszik néhány éven belül. Külön kiemelendő, hogy a nem humán összetevők száma (pl. szenzorok) lényegesen meghaladhatja az emberek által közvetlenül használt eszközök számát, és lényegesen nagyobb adatforgalmat is generálnak. Mindez gyors, nagyteljesítményű, energiahatékony, robusztus, biztonságos megoldások kidolgozását igényli.

A vezeték nélküli technológiák közül kiemelendő az 5G technológia, amelynek elterjedése a közeljövőben várható. Erre a technológiára épül a jövő internete és az „Internet of Things” (IoT). Ennek lényege, hogy a tárgyak (a körülöttük lévő szenzorok segítségével) érzékelik a környezetüket és döntéseket hoznak, valamint képesek kommunikálni egymással és az emberekkel.



2.6 ábra Vezetékes átviteli közegek

A **műholdak** bolygók körül keringő mesterséges égitestek, amelyek energiájukat a Napból, napelemek segítségével nyerik. Közlekedési szempontból releváns főbb műhold típusok a következők:

- **Távközlési műholdak:** rádió és mikrohullámú frekvenciát használva kommunikációs feladatokat látnak el.
- **Helymeghatározó (navigációs) műholdak:** rádiójeleket használnak egy felszíni jellevő berendezés pontos helyzetének a meghatározására.

A távközlési műholdakra épülő telekommunikációs technika jellemzőit ez az alfejezet, míg a helymeghatározó műholdakat alkalmazó rendszerek jellemzőit a következő alfejezet foglalja össze.

A műholdak esetében a következő pályatípusok különböztethetők meg magasság alapján:

- LEO (Low Earth Orbit) - alacsony Föld körüli pálya a felszíntől 200 – 1200 km-re.
- MEO (Medium Earth Orbit) - közepes Föld körüli pálya a felszíntől 1200 – 35786 km-re.
- GEO - geoszinkron pálya a felszíntől 35786 km-re.

A műholdas telekommunikáció előnyei a földbázisú megoldásokkal (GSM és hagyományos vezetékes telefonhálózat) szemben, hogy nagy területet lefedő, megbízható, egységes szabvány szerinti kommunikációs szolgáltatások (hang és adatalapú információátvitel) állnak rendelkezésre. A kommunikáció felhasználói eszközei: műholdas telefonok, kommunikációs terminálok, fedélzeti berendezések,

adatmodemek, stb. A 2.7. ábra műholdas telefonokat szemléltet. A közlekedésben különösen azokon a területeken terjedtek el, ahol a földbázisú kommunikációs megoldások nem elérhetők: pl. hajózás, repülés.

A telekommunikációs műholdas rendszerek a pályamagasság szerint a következő csoportokba sorolhatók:

- LEO pályán keringő, nagyobb számú műholdat működtető rendszerek. Például Iridium és Globalstar. Az alacsonyabban (kb. 700-800 km) keringő műholdak miatt a hálózati kapcsolódás általában gyorsabb, a hang késleltetése minimális. A műholdak egymással is kommunikálhatnak.
- GEO pályán keringő, kevesebb számú műholdat működtető rendszerek. Például Inmarsat és Thuraya. A gyorsabb adatátviteli sebesség alkalmas internetelérésre, TV közvetítésre, továbbá kisebb az esélye a kapcsolat bontásának, megszakadásának. Jelentős a jelterjedési késleltetés, ~280 ms.



2.7 ábra Műholdas telefonok

Műholdas kommunikációs szolgáltatások:

- hagyományos hangalapú kommunikáció,
- szélessávú internet-hozzáférés (tengeri és légi járművek számára),
- M2M (gép-gép közötti kommunikáció),
- biztonsági hálózatok (tengeri és légi felhasználás),
- kormányzati szolgáltatások (katonai és zárt felhasználói hozzáférés).

2.3. Helymeghatározó rendszerek

A helymeghatározó rendszerek célja: **objektumok** (járművek, utazók, áruk, stb.) **térbeli jellemzőinek** meghatározása és többnyire annak megjelenítése **digitális térképen**. A helymeghatározás az alapja a korszerű forgalomirányító, forgalombefolyásoló és navigációs rendszereknek, valamint a helytől függő információs szolgáltatásoknak (Location Based Services). A leggyakrabban alkalmazott helymeghatározási módszerek:

1. **föld-bázisú, helykódadós helymeghatározás**
jellemzően városi tömegközlekedési járműveknél,
2. **GSM hálózat segítségével történő helymeghatározás**
bázisállomások körzetébe bejelentkezett mobil készülékekkel; a pontosság függ a cella méretétől, sűrűségétől, stb.,
3. **műhold-bázisú helymeghatározás, (GNSS – Global Navigation Satellite System)**
valamennyi alágazatnál.

Mivel ezek közül a műhold-bázisú helymeghatározás a legelterjedtebb, ezért az ezzel kapcsolatos ismereteket foglaltuk össze. A legnagyobb kiterjedtségű és jelentőségű műholdas helymeghatározó rendszerek a következők:

- **NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging)**, az Amerikai Egyesült Államok telepítette, eleinte elsősorban katonai célokra (1995-től működik).
- **GLONASS (GLOBAL NAVigation Satellite System)**, a Szovjetunió, majd Oroszország üzemelteti.
- **GALILEO**, az Európai Unió fejleszti, teljes funkcionalitással még nem működik.

Ezen rendszerek néhány jellegzetes tulajdonsága:

- műholdak darabszáma: 21-30 több pályán + néhány tartalék műhold;
az éppen működő műholdak darabszáma folyamatosan változik a műholdak eltérő működési időtartama miatt,
- távolság a Földtől: kb. 19000-23000 km,
- keringési idő: 11:15-14:05 között,
- műholdak tömege: 675 kg – 1260 kg,
- pontosság: 1m-20m között, ami különböző módszerekkel javítható.

A Galileo rendszer további jellegzetessége, hogy különböző paraméterekkel (pl. pontosság) rendelkező *szolgáltatási szintek* érhetők el. Ezek a következők:

- nyílt,
- kereskedelmi célú,
- életvédelmi célú,
- kormányzat által ellenőrzött,

- kutatási és mentési célú

szolgáltatás típusok.

Ezekon kívül Kína, India és Japán is fejleszt, illetve működtet saját, általában kisebb térbeli lefedettségű rendszereket.

A GPS rendszerek **alkotóelemei**:

- műholdak (űrszegmens – korrekciós adatok),
- földi vezérlés (vezérlő szegmens – korrekciós adatok),
- felhasználói eszközök (felhasználói szegmens).

A 2.8. ábra a műholdak Föld körüli pályáit szemlélteti.



2.8 ábra A műholdak Föld körüli pályáinak jellegzetes elrendezése

A **működés** részfolyamatai:

9. látható műholdak jeleinek vétele (egyirányú jeláramlás),
10. műholdtól vett távolság meghatározása (a vétel és a kibocsátás időpontjának különbsége és a fénysebesség alapján),
11. földrajzi helyzet meghatározása (az érzékelt műholdak körül „rajzolt” gömbök metszéspontja alapján).

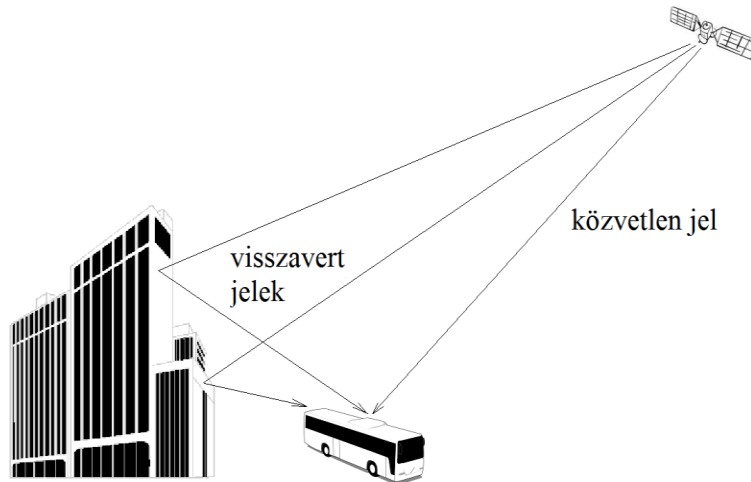
Minél több műholddal áll kapcsolatban a vevő, annál pontosabb a helymeghatározás. A vevőkészülék meghatározza: az **időt**, a **helyzetét** és a **sebességét** a közös WGS84 geodéziai vonatkoztatási rendszerben. A helymeghatározás pontossága a kb. néhány méteres pontosságtól a néhány cm-es pontosságig fokozható különböző eljárásokkal. Közlekedési alkalmazás esetén az elvárt pontosság a helyadatok felhasználási céljától függ. (Geodéziai célokra cm-es pontosság szükséges.)

A helymeghatározás **pontosságát** befolyásoló tényezők:

- atomóra pontatlan működése,

- műhold pályahibája,
- vevőkészülék pontatlansága,
- ionoszférikus, troposzférikus jelterjedési hiba,
- több utas jelterjedés jelensége.

Ez utóbbi jelenség elsősorban magas beépítettségű környezetben jellemző, amit a 2.9. ábra szemléltet. A vevőkészülék nemcsak a közvetlen jeleket, hanem az egyes objektumokról (épületekről) visszaverődő jeleket is érzékeli.



2.9 ábra A több utas jelterjedés szemléltetése

A helymeghatározás pontosságát fokozó főbb módszerek a következők:

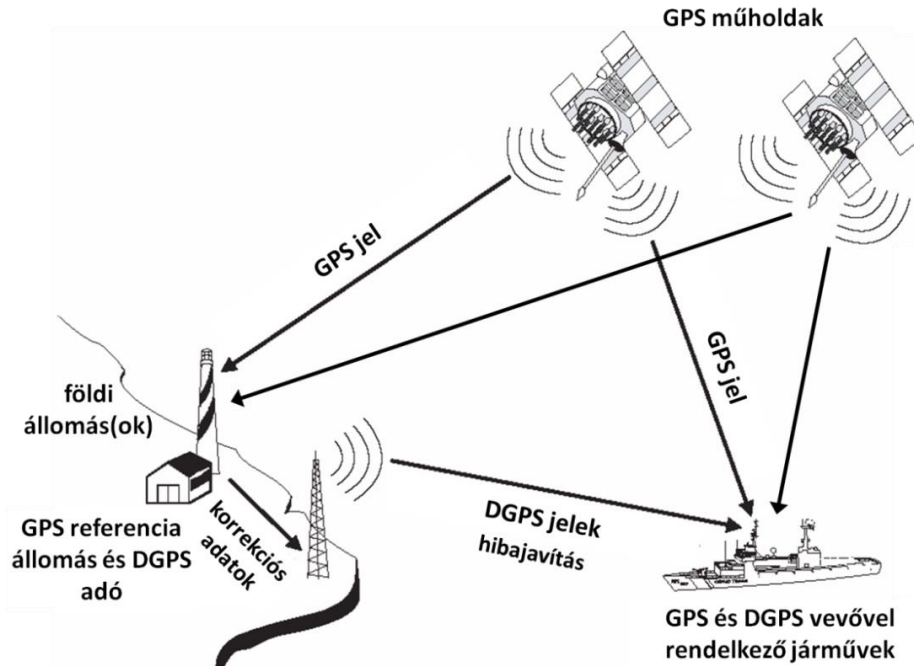
- földi referencia állomással támogatott helymeghatározás (korrekciós jelek sugárzása) (**Differential GPS=DGPS**),
- műholdas referencia állomással támogatott helymeghatározás (korrekciós jelek sugárzása) (**European Geostationary Navigation Overlay Service=EGNOS**),
- mobilhálózattal támogatott helymeghatározás (**Assisted GPS=AGPS**),
- több GPS rendszer együttes alkalmazása.

Ezek közül a legelterjedtebb megoldás, a DGPS működési elvét a 2.10. ábra szemlélteti. A működés részfolyamatai:

1. egy ismert földrajzi helyzetű referenciaállomáson telepített vevő meghatározza az egyes GPS műholdak jelének hibáit (a számított és a tényleges pozíció adatok különbségeként),
2. a különbség (hiba) adatokat rádiós jelekkel továbbítja az „ismeretlen helyzetű” vevőeszközhöz,

3. a vevőkészülékek a műholdak jeleiből számított pozícióadatokat korrigálják a különbség (hiba) jellel és így pontosabb helyzetadatokat számítanak.

Ha valamilyen okból a műholdas szolgáltatás (jelek) nem elérhető (pl. alagútban halad a jármű), akkor a kiesés időtartama alatt a jármű helyzetét a korábbi adatok (pl. pozíció, sebesség) alapján ún. **Dead Reckoning (DR)** közelítő eljárással lehet becsülni.



2.10. ábra A DGPS működési elve [13]

A pozíció adatok számításához tehát a következő összetevők alkalmazhatók:

- műhold jelek,
- korrekciós jelek rádiós vagy műholdas átvitelrel,
- egyéb kiegészítő jelek (pl. járművön lévő vagy infrastruktúra melletti eszközök jelei),
- szoftveres jelfeldolgozási módszerek.

A vevőkészülékeknek számos fajtája létezik, a funkcionalitásukat tekintve a következő típusok (fejlődési fokozatok) különböztethetők meg:

- alap készülék (pozíció koordináták képzése),
- adatbázissal is rendelkező eszközök (raszteres vagy vektorgrafikus térképpel; navigációs funkcióval)
- információ továbbításra is alkalmas eszközök (pl. a pozíció adatok továbbítása forgalomirányító központba).

A többcsatornás vevőkészülékek 8-14 műhold jelének vételére is alkalmasak. A 2.11. ábra egy olyan vevőeszközt mutat, amely a GLONASS és a NAVSTAR-GPS rendszerek jeleit is képes venni.



2.11. ábra Kombinált vevőkészülék

A kombinált megoldásnak az előnye, hogy a két rendszer műholdjai olyan pályákon keringenek, melyek „kiegészítik” egymás lefedettségét, és ennek következtében a Föld minden pontján, minden időben kellő számú, „optimális” helyzetű műhold „látható”.

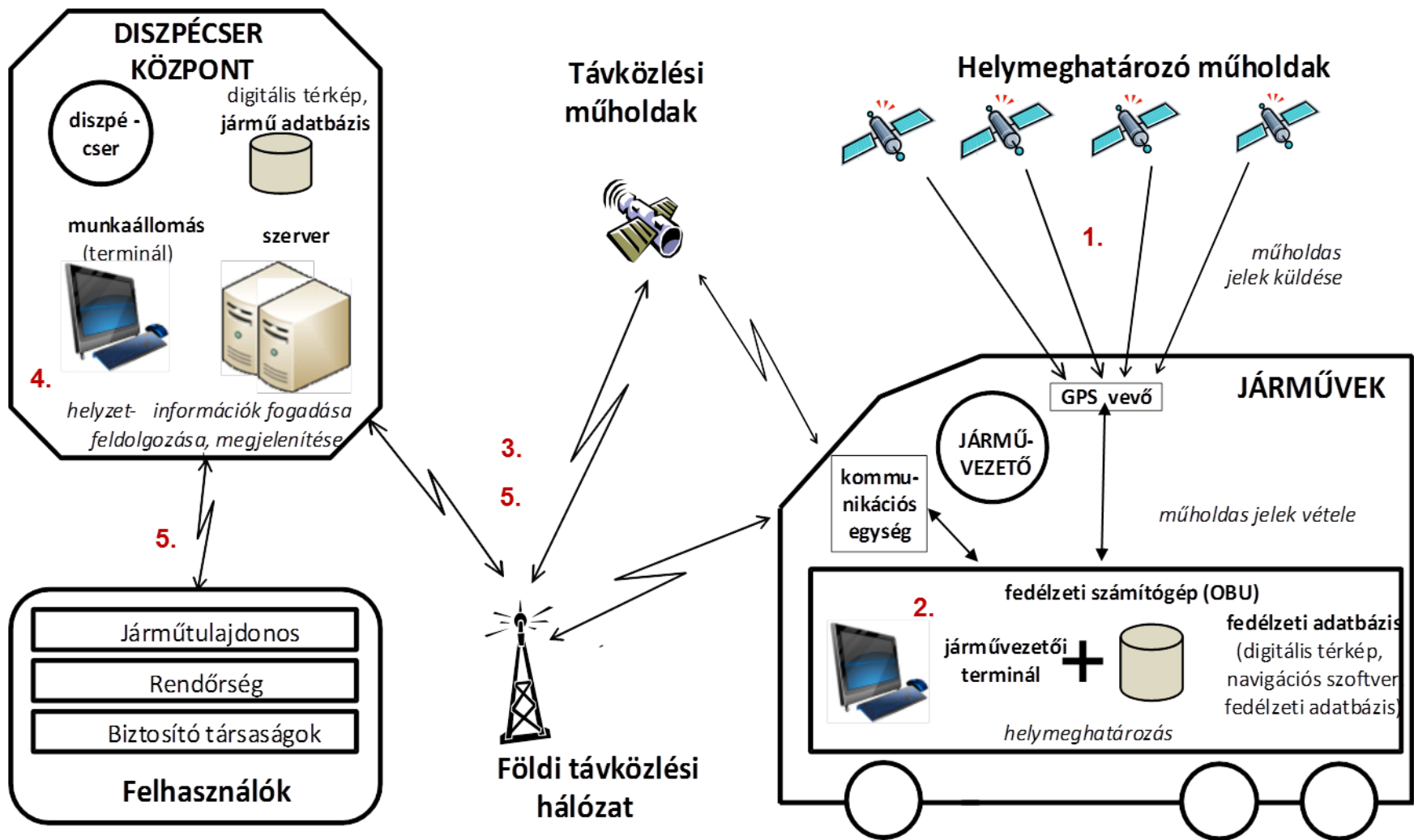
2.4. Járműkövető rendszerek

A járműkövetés lényege: a járművek aktuális pozícióinak meghatározása és digitális térképen történő megjelenítése. A járműkövető rendszereket az angol nyelvű szakirodalomban Automatic Vehicle Localisation (AVL), vagy Automatic Vehicle Monitoring (AVM) elnevezésekkel használják. Az első GPS alapú AVL rendszerek 1993-tól működnek.

A **járműkövető rendszerek** jelentős része műholdas helymeghatározáson alapul, amelynek felépítését és működését a 2.12. ábra szemlélteti. A működés részfolyamatai:

1. műholdas jelek küldése,
2. műholdas jelek vétele, helymeghatározás,
3. helyzetinformációk továbbítása,
4. helyzetinformációk fogadása, feldolgozása, megjelenítése,
5. adat- és beszédalapú kommunikáció.

Az ábrán szereplő sorszámok megegyeznek az előző lista sorszámaival.



2.12ábra A műholdas járműkövető rendszer felépítése és működése

A járműkövető rendszerek legfontosabb alkalmazási területei:

- jármű és flotta nyomkövetés, irányítás (engedélyezett útvonalon mozog-e, sebességtúllépés riasztás, adott helyszín eléréséhez kapcsolódó üzenettovábbítás, stb.),
- közösségi közlekedésben résztvevő járművek menetrendszerű közlekedésének ellenőrzése és irányítása,
- valósidejű (eseményorientált) utastájékoztatók,
- járműállapot, rakomány- és árumegfigyelés és védelem (ajtónyitás, hőmérséklet, járműparaméterek, motorteljesítmény megfigyelése, stb.),
- munkaidő ellenőrzése, elszámolása,
- üzemanyag-kontroll,
- lopásvédelem.

Néhány példa magyarországi járműkövető rendszerre (a honlapokon bővebb információ érhető el):

- ITrack www.itrack.hu,
- i-Cell www.icell.hu,
- My Fleet www.myfleet.hu,
- PANDANT www.pendant.hu,
- Mobile LBS Kft holazauto.hu,
- Secret Control GPS Kft www.webbase.hu,
- EasyTrack info.easytrack.hu,
- HM rendszere www.hmei.hu.

A járműfedélzeti eszközzel ellátott járművek becsült aránya a jegyzet készítésének idején:

- tehergépjárművek > 35 %,
- tömegközlekedési eszközök > 45 %.

A járműkövető rendszerekben keletkező adatok az ügyfelek (járműtulajdonosok, -üzemeltetők) felhasználói alkalmazásán keresztül is lekérdezhetők, megjeleníthetők. A legtöbb rendszer felépítése és működése hasonló. Néhány jellegzetes iránymutató adat a működtetés költségeiről:

- a fedélzeti eszközök (nagyérzékenységű GPS antenna, On-Board Unit (OBU) kommunikációs egységekkel és terminállal) díja beszereléssel együtt: ~50e Ft + ÁFA,
- a havidíj szolgáltatástól függően 2-7e Ft + ÁFA / jármű.

Ellenőrző kérdések a 2. fejezethez

1. Milyen szempontok szerint és hogyan csoportosíthatók a telematikai gépi komponensek?
2. Milyen csoportjai vannak a szoftver eszközöknek?
3. Mik a számítógépes hálózatok létrehozásának céljai?
4. Milyen számítógépes hálózatok különböztethetők meg feladatmegosztás szerint?
5. Melyek a jellegzetes számítógép-hálózat konfigurációk?
6. Milyen szempontok szerint és hogyan csoportosíthatók a számítógépes hálózatok?
7. Milyen funkciói vannak az okostelefonoknak?
8. Milyen alkalmazási területei vannak az okostelefonoknak a közlekedésben?
9. Melyek a közlekedésben alkalmazott legfontosabb távközlési és adatátviteli technikák? Mik a jellemzőik?
10. A telekommunikációs műholdas rendszerek a pályamagasság szerint milyen csoportokba sorolhatók?
11. Milyen műholdas kommunikációs szolgáltatások állnak rendelkezésre?
12. Melyek a leggyakrabban alkalmazott helymeghatározási módszerek?
13. Melyek a legfontosabb műholdas helymeghatározó rendszerek?
14. A műholdas helymeghatározó rendszereknek milyen jellegzetes tulajdonságai vannak?
15. Melyek a GPS rendszer legfontosabb alkotóelemei?
16. Hogyan működik a GPS rendszer?
17. Milyen tényezők befolyásolják a GPS helymeghatározás pontosságát?
18. Melyek a DGPS működésének részfolyamatai?
19. Melyek a legfontosabb összetevői a műholdas járműkövető rendszernek?
20. Melyek a műholdas járműkövető rendszerek működésének részfolyamatai?
21. Milyen alkalmazási területei vannak a műholdas járműkövető rendszereknek?

3. Közlekedési információs rendszerek vázszerkezeti modellje

Az információs rendszerek szerkezetének leírásakor egyrészt a **felépítés**, másrészt a **működés** rögzítése szükséges. Ezen leírási módokat a vázszerkezeti modell és a funkcionális modell segítik. Mindkét modellhez hozzátartozik a statikus szerkezet és a dinamikus szerkezet is. Mindemellett szét lehet választani a vertikális és a horizontális tagozódást. A horizontális tagozódás a közlekedési szervezetekben a közlekedési hálózat síkjában értelmezhető. A vertikális tagozódás általában többszintű, és a horizontális fölé épül. Ebben a fejezetben a vázszerkezeti modellel, míg a következő fejezetben a funkcionális modellel kapcsolatos ismeretanyagot foglaltuk össze [18].

Rendszerelem

A rendszer legkisebb összetevői az elemek. Az elemeknek is saját bemeneteik és kimeneteik vannak. Tárolási vagy transzformációs feladatot oldanak meg. Ez a feladatmegoldás annak a rendszernek a céljához (céljaihoz) igazodik, amelynek része. A különféle irányítási szinteken lévő elemek céljainak összehangolása a megfelelő információs kapcsolatok megléte esetén lehetséges. Az információ-feldolgozó elemek rendelkezhetnek döntési képességgel, vagy tanulási képességgel is.

Kapcsolatok (relációk)

Az elemek és az elemek közötti relációk a rendszer struktúrájának meghatározói. Két elem kapcsolata nemcsak közvetlen lehet. Ha egy harmadik elemen keresztül megy végbe a kapcsolattartás, akkor közvetett kapcsolatról beszélünk. A relációk időhöz kötötten is vizsgálандók. Lehetnek állandóan meglévő, és időszakosan meglévő relációk. Bonyolult rendszerek esetén relációrendszerrel beszélünk. A rendszerek szerkezete matematikailag vagy struktúraábrában adható meg. Matematikai megoldás esetén a rendszer elemeit halmaznak tekintjük, és mátrix formájában adjuk meg az elemek között értelmezhető relációkat. Struktúraábra esetén először feltüntetjük az elemek relatív térbeli elhelyezkedését, majd közéjük rajzoljuk meglévő kapcsolataikat.

Hierarchia

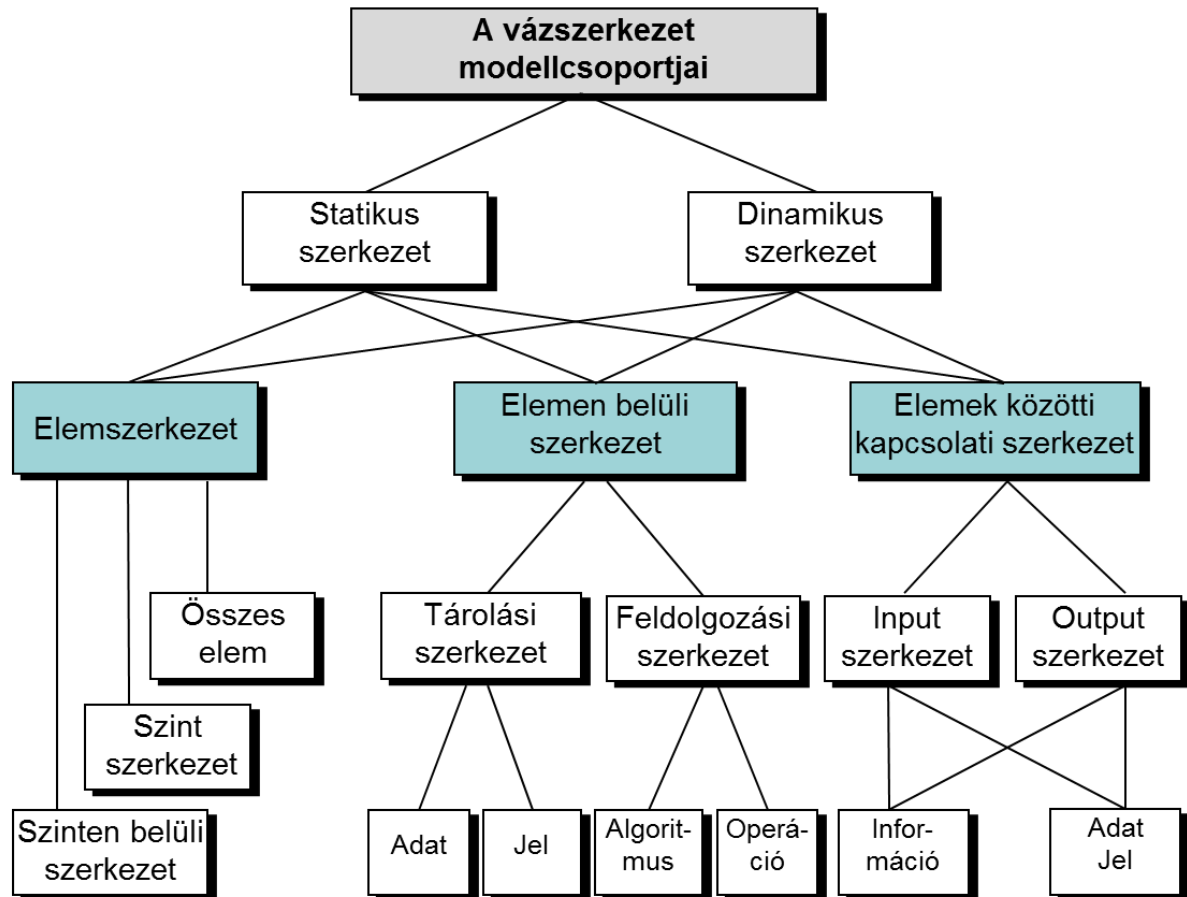
A hierarchia meghatározott alá- és fölérendeltségi viszony. A rendszerszintek a vertikális tagozódás rögzítésére, a rendszer kiterjedése pedig a horizontális tagozódás rögzítésére alkalmas. A hierarchia fogalmának alkalmazása a rendszer különböző összetevőire is használatos. Megkülönböztethető

- cél-,
- elem-,
- reláció-
- folyamat-

hierarchia.

A közlekedésben az információellátás fejlesztésének két határozott támpontja van. Egyrészt az egyre korszerűbb infokommunikációs technika összetevőit el lehet helyezni a közlekedési szervezetben a szükséges helyeken; másrészt a fejlesztésnek a működő

szervezet struktúrájából, igényeiből kell kiindulnia. A fejlesztések meghatározásánál az utóbbinak van elsődleges szerepe. Ezért szükségünk van olyan modellre, amely kifejezi a közlekedési szervezetek egészének informatikai szerkezetét az összetevők szisztematikus rendbe illesztésével. A komplex szerkezet az összetettsége miatt nem egy modellel, hanem az informatikai struktúrához illeszkedő modellrendszerrel képezhető le. A modellrendszer felépítését a 3.1. ábra foglalja össze.



3.1. ábra Közlekedési információs rendszerek vázszerkezetének modellcsoportjai [18]

A teljes modellrendszer az információs rendszert háromféle szerkezettel írja le:

- elemszerkezet,
- elemen belüli szerkezet,
- elemek közötti kapcsolati szerkezet.

A teljes modellrendszer az említett részmodellek együttes figyelembevételével építhető össze.

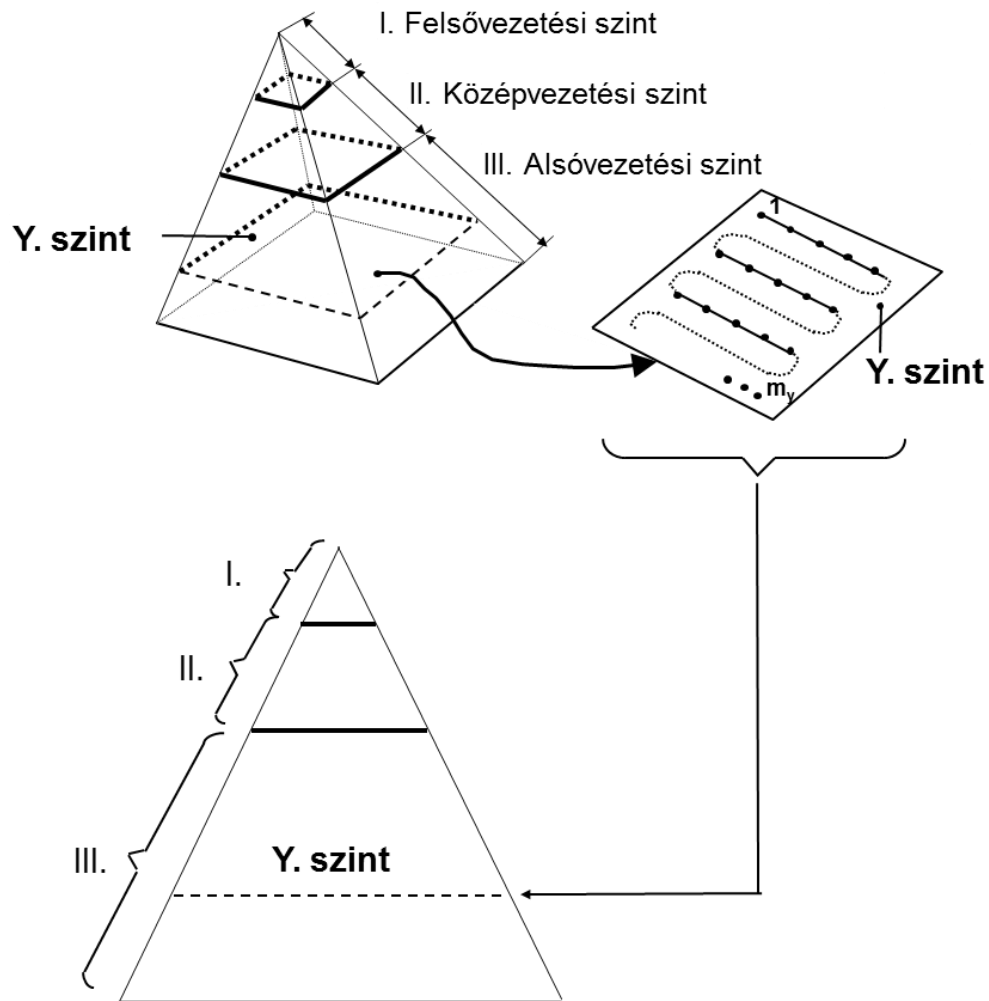
Az elemszerkezet az információ-transzformációt végző összetevőknek a relatív elhelyezkedését fejezi ki. Ezek az elemek a térben mintegy „kifeszítik” a szervezet információs rendszerét. Az elemeken belüli szerkezet modellezését az információk tárolása és feldolgozása szempontjából kell elvégezni. Ezek az összetevők a humán és a

gépi rendszerekben egyaránt fontosak. Az elemek közötti kapcsolati szerkezet modellezése azért fontos, mert a közlekedési szervezetek térben kiterjedtek, és a kapcsolatok mutatják meg (az elemek térbeli elhelyezkedésével együtt) milyen térbeli pontok között, milyen információátviteli igényt kell kielégíteni. Az említett modellcsoportoknak az egyetlen modellé összekapcsolhatóságát az biztosítja, hogy az információs rendszerekben a működés mindig az összetevő elemeken nyugszik, amelyeknek belső struktúrája és külső kapcsolati struktúrája (input, output) van.

A 2.1.-2.3. alfejezetekben a közlekedési információs rendszerek statikus szerkezeti modellcsoportjának elemeit, míg a 2.4. alfejezetben a leegyszerűsített dinamikus szerkezeti modellt ismertetjük.

3.1. Az elemszerkezet modellezése

A 3.2. ábra szemlélteti az ún. Packard-féle piramist, amellyel az információs rendszerek általános felépítését szokták szemléltetni.

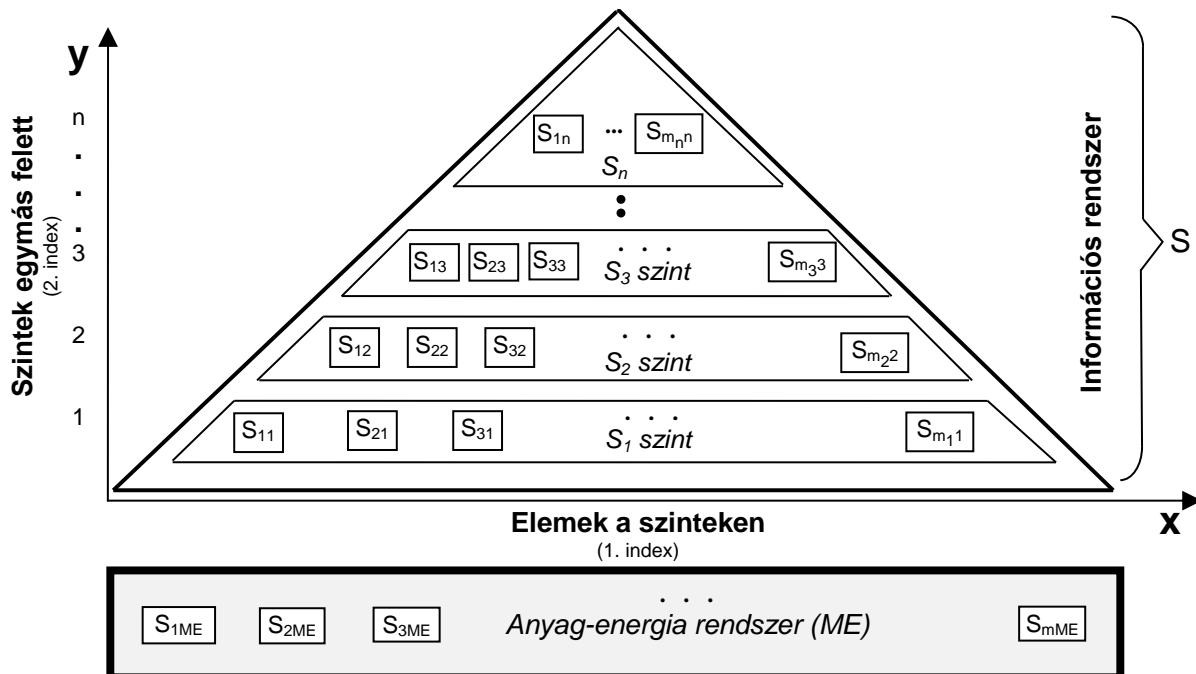


3.2. ábra A vezetési szintek szerinti hierarchikus szerkezet [18]

A felsőbb szinteken egyre kevesebb szervezeti összetevő helyezkedik el. Az általános szerkezetet jellemző térbeli ábra annyiban közelít a valóságos szervezetekhez, hogy azok ténylegesen nem egy síkban, hanem térben helyezkednek el.

A gúlán belül három teret szokás elhatárolni a bejelölt síkokkal. A gúla csúcsát tartalmazó térben (I) helyezkedik el a felsővezetési szint. A középső (II) szinten található a középvezetési szint, mely a közlekedési társaságoknál összekapcsolja a térbeli (horizontális) kiterjedés elemeit, azaz az alsó vezetési szintet a felső vezetéssel. A gúla alapjánál fekvő térbe (III) azok a szervezeti összetevők tartoznak, amelyek főleg a feladatok területi kiterjedésben való megoldásával foglalkoznak. Az információellátásnak elsősorban ezeket a feladatokat kell alátámasztaniuk. Ezt a vezetési szintet alsó (operatív) vezetési szintnek nevezik. Az ábra jobb felső részében egy Y jelű szintet emeltünk ki a gúlából. E „négyzetes területen” helyezhetők el a szint elemei, melyeket sorszámokkal láthatunk el ($1 - m_y$, ahol m_y az Y. szinten lévő elemek száma). Ha az egy-egy szinten lévő elemeket egymás után helyezzük, akkor a szintekből egyenesek képezhetők, amelyekből a piramis helyett egy háromszög építhető fel. E háromszög segítségével (ld. ábra alsó része) a szervezet már síkban rögzíthető, és a vezetési szintek itt is kijelölhetők.

A közlekedési szervezetek információs rendszerében elhelyezkedő elemek struktúráját (síkban ábrázolva) a 3.3. ábra alapján tekinthetjük át.




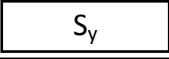
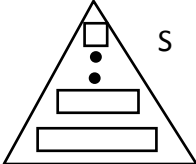
3.3. ábra Az elemszerkezeti modell [18]

Az elemek egy-egy irányítási (vezetési) szinten helyezkednek el. Feltételezzük, hogy egy-egy szinten az elemek száma m_y , az irányítási szintek száma pedig n . Az irányítási szintek utolsó elemének m indexeként az irányítási szint száma szerepel. S_{xy} jelöli az y . szint x . elemét, azaz y vertikális jellemző, x pedig a horizontális elhelyezkedés jellemzője. Az egy szinten lévő elemek összességét S_y -nal jelöljük, míg a teljes információs rendszeren belüli összes elem jelölése S .

3.2. Az elemeken belüli szerkezet modellezése

A belső szerkezet modellezése vonatkozhat egyetlen elemre, vagy az elemösszetettségek növelésével egy-egy szintre, vagy a teljes rendszerre is. Az alkalmazott jelöléstechnikát a 3.1. táblázat foglalja össze. A belső szerkezeti modellt egy elemre vonatkozóan ismerjük meg.

3.1. táblázat Jelöléstechnika különböző elemösszetettségek esetében [22]

		Áramlás	Tárolás	Transzformálás		Áramlás
		Információ (input)	Információ	Algoritmus	Operáció (művelet)	Információ (output)
Elemen belül		$i S_{xy}$	τS_{xy}	$A_{S_{xy}}$	$O_{S_{xy}}$	$o S_{xy}$
Szinten belül		$i S_y$	τS_y	A_{S_y}	O_{S_y}	$o S_y$
Az egész rendszerben		$i S$	τS	A_S	O_S	$o S$

Az információs rendszer gépi elemeinek alapvető feladata az információ (adat) tárolása és átalakítása (transzformálás). A tárolás a feldolgozás előtt és után is megvalósulhat. Az elemek felhasználják a bemenetükre érkezett információkat, ezeket alakítják át kimeneti információkká. A 3.4. ábra összefoglalja az elemen belüli szerkezet modelljét.

Az átalakítási műveletet (transzformációt) a 3.1. összefüggés fejezi ki, figyelembe véve, hogy a kapcsolt rendszerektől érkező, előzetesen tárolt információkat is felhasználjuk.

$$o|S_{xy} = t_{S_{xy}}(i|S_{xy}, \tau|S_{xy}) \quad (3.1)$$

A transzformáció jellemzői határozzák meg az algoritmusokat, amit a 3.2. összefüggés ír le.

$$A_{S_{xy}} = f(t_{S_{xy}}) \quad (3.2)$$

A transzformálás történhet döntési algoritmussal, vezérlési algoritmussal, szabályozási algoritmussal, információcsoportosító algoritmussal, stb. Az algoritmusok száma egy elemekben általánosan n , az algoritmusok megkülönböztetését a bal felső index teszi

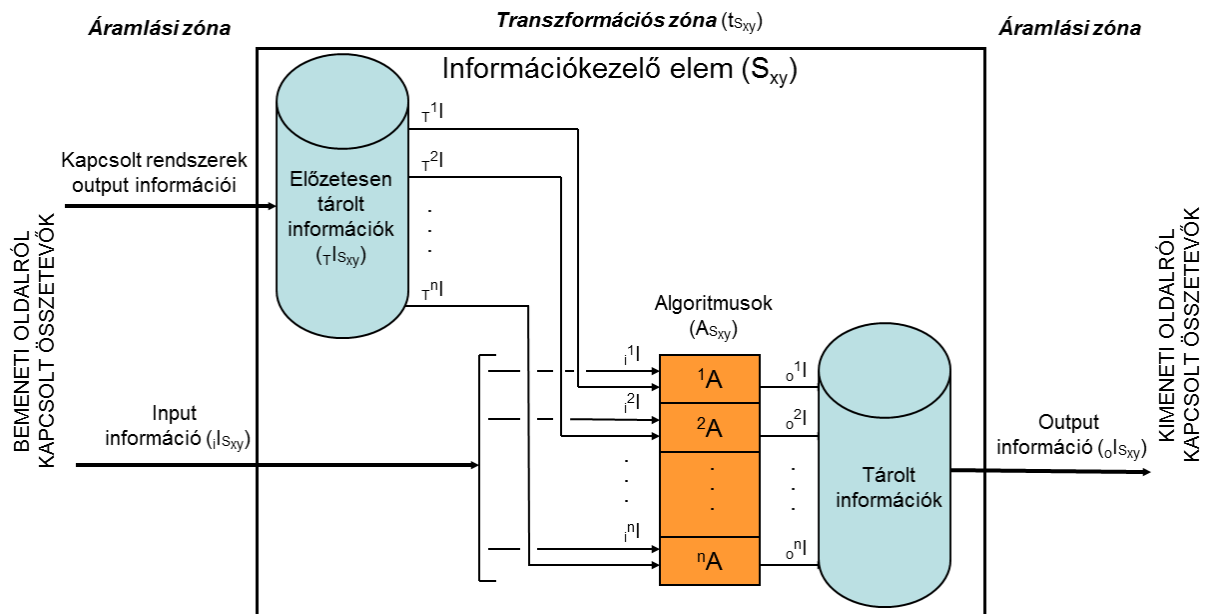
lehetővé. Minden algoritmus esetében meghatározható, hogy az elem teljes input, tárolt és output információhalmazából mely részhalmazokat kezeli. Például a 3.3. összefüggés mutatja a 2. számú algoritmus működését (az S_{xy} indextől tekintünk most el).

$$o^2I = 2A(i^2I, T^2I) \quad (3.3)$$

Az algoritmusok és a programozási jellemzők alapján meghatározhatók a műveletek (operációk), amit a 3.4. összefüggés szemléltet.

$$O_{S_{xy}} = f(p, A_{S_{xy}}) \quad (3.4)$$

Az algoritmusok és az operációk az információhordozó adatelemeket kezelik.



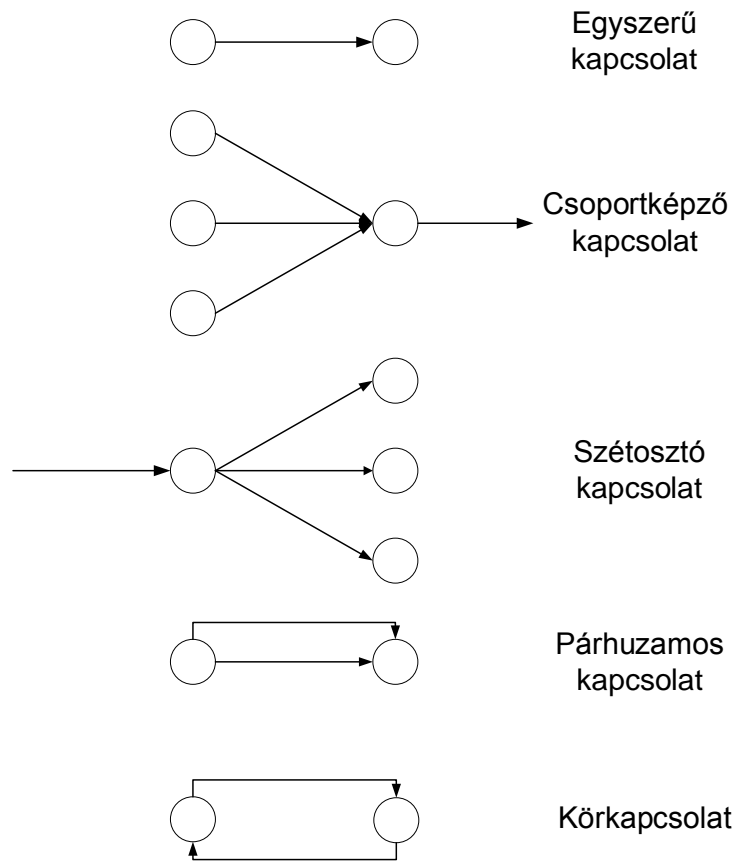
3.4. ábra Az elemeken belüli szerkezet modellje [2]

3.3. Az elemek közötti kapcsolat modellezése

Mivel a lehetséges kapcsolatok száma a közlekedési szervezeteknek megfelelő kiterjedés esetén igen nagy lehet, ezért először az *elemi kapcsolatok* és a *komplexitás* kérdéskörét tekintjük át [18].

3.3.1. Kapcsolati formák

Az információkezelő elemek egymáshoz való kapcsolódási módjait a 3.5. ábra foglalja össze. A szabályozóköri körkapcsolat elemei időben egymás után és bizonyos időnként ismétlődve (periodikusan) lépnek kapcsolatba egymással. A felsorolt tipikus struktúrák egymáshoz is illeszthetők, és így egyre bonyolultabb és sokrétűbb feladat megoldására alkalmas elrendezést nyerhetünk.



3.5. ábra Kapcsolati formák

3.3.2. Komplexitás

A rendszerek bonyolultságát (komplexitását) meghatározza:

- az elemek száma, és
- az elemek közötti kapcsolatok száma.

Az információs rendszer komplexitása (M) az elemek számának (E), és a kapcsolatok (relációk) számának (R) a függvénye, amit a 3.5. összefüggés szemléltet.

$$M = f(E, R) \quad (3.5)$$

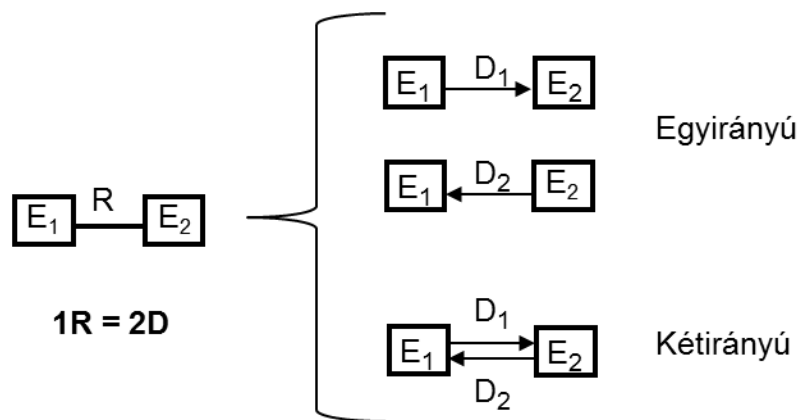
A lehetséges relációk száma (R_L) az elemek számával négyzetes arányban növekszik; a 3.6. összefüggés alapján számítható.

$$R_L = \frac{E^2 - E}{2} \quad (3.6)$$

A reláció elnevezés csak az elemek közötti kapcsolat meglétét fejezi ki. Ha azt is rögzíteni kívánjuk, hogy a meglévő kapcsolatoknak milyen az irányítottsága, akkor az irány (direkció) fogalmát is alkalmaznunk kell. A direkciók száma a relációk számának kétszerese, mivel minden reláción belül két irányban lehetséges információátvitel. A lehetséges direkciók számát a 3.7. összefüggés mutatja.

$$D_L = E^2 - E \quad (3.7)$$

A relációk és a direkciók közötti összefüggést a 3.6. ábra szemlélteti.



3.6. ábra A relációk és a direkciók közötti összefüggés [22]

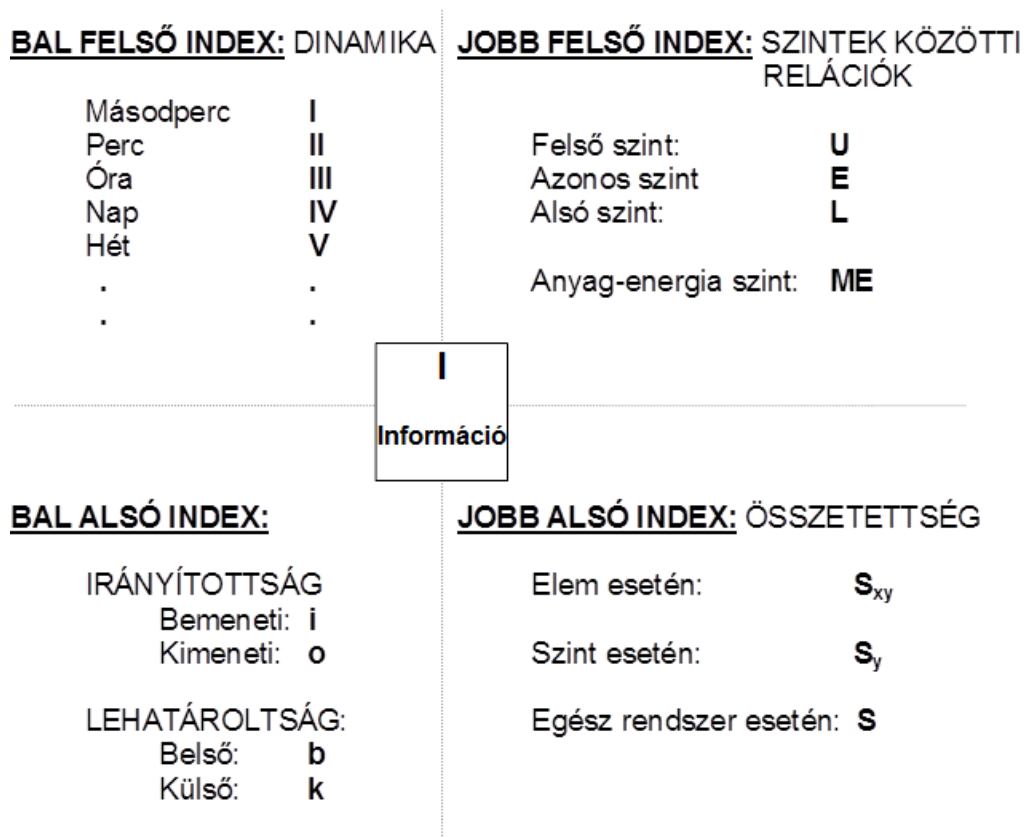
A tényleges relációk (R_V) mérőszámát elosztva a lehetséges relációk számával (R_L), az ún. relatív komplexitást (M_R) kapjuk meg, amit a 3.8. összefüggés szemléltet. Értéke: $0 < M_R < 1$.

$$M_R = \frac{R_V}{R_L} \quad (3.8)$$

Az információs rendszer bonyolultságát tovább fokozza, hogy az elemek működése és kapcsolataik megléte még időben is változik. Ezt azonban csak dinamikus modellezéssel lehet figyelembe venni.

3.3.3. Kapcsolati modell

A kapcsolatokat szemléltető modell áttekinthetősége érdekében a 3.7. ábrán foglaltuk össze a jelöléstechnikát. A információt jelölő „I” főszimbólumot indexszimbólumok egészítik ki.



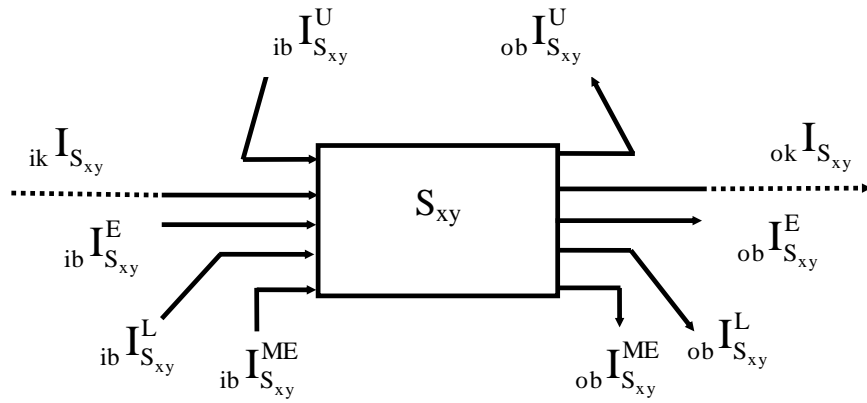
3.7. ábra Jelöléstechnika az elemek közötti kapcsolatok modellezéséhez [18]

Az elemek közötti kapcsolatok modelljét – különböző elemösszetettségek esetében – a 3.8. ábra szemlélteti. A modell a következő, a gyakorlatban legfontosabb kapcsolatokat szemlélteti:

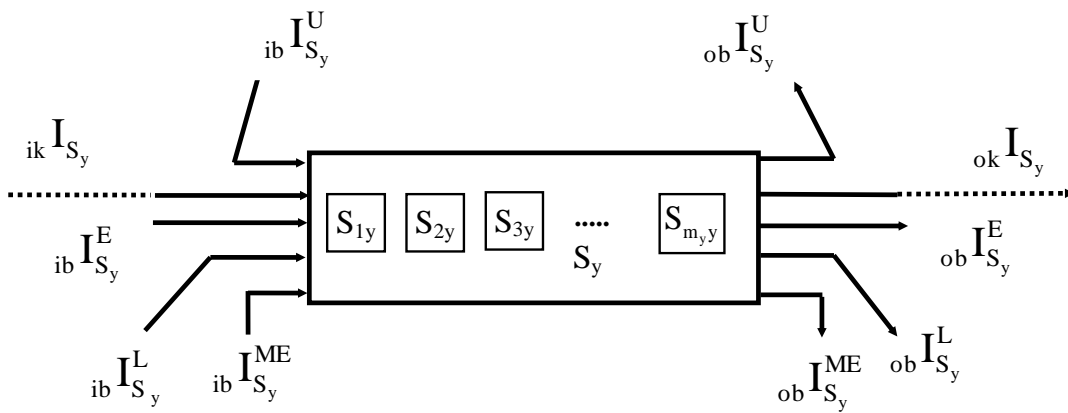
- kapcsolat az anyag-energia (ME) szinttel és annak elemeivel,
- kapcsolat egy alsóbb (L) irányítási szinttel és annak elemeivel,
- kapcsolat egy azonos (E) irányítási szinttel és annak elemeivel,
- kapcsolat egy felsőbb (U) irányítási szinttel és annak elemeivel.

Az input kapcsolatok az ábra bal oldalán, míg az output kapcsolatok az ábra jobb oldalán szerepelnek.

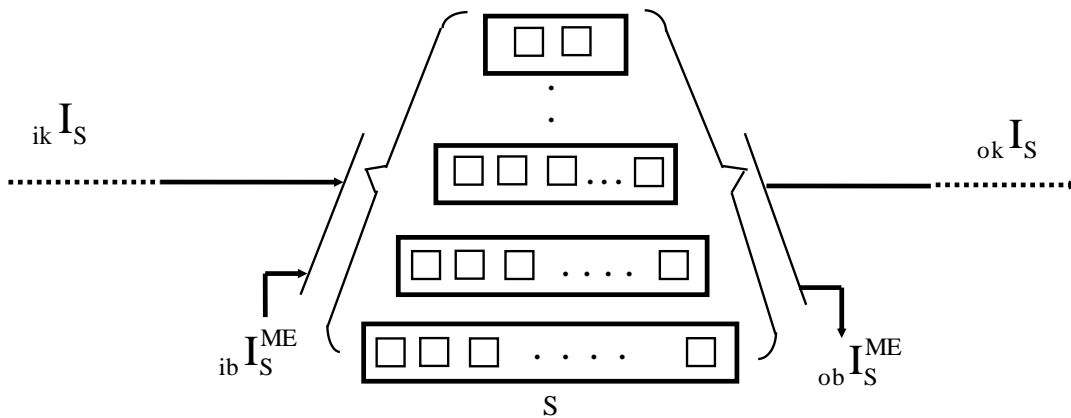
egy elem esetén



egy szint esetén



a teljes rendszer esetén



3.8. ábra Az elemek közötti kapcsolatok modellje [18]

A közlekedési szervezetek elemeinek kétféle input-output kapcsolatát lehet megkülönböztetni:

- belső kapcsolatok: a szervezetben elhelyezkedő összetevőkkel,
- külső kapcsolatok: más szervezetben elhelyezkedő összetevőkkel.

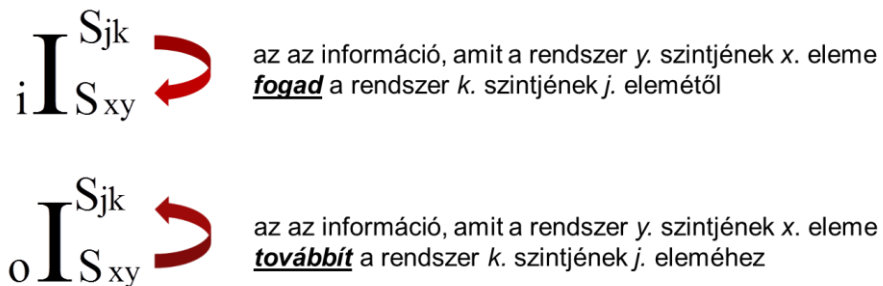
Ez utóbbiakat szaggatott jelölés szemlélteti az ábrán.

A kapcsolatok modellezése segít hozzá az információátviteli technikai eszközök szükséges fajtáinak, teljesítményének, stb. meghatározásához, megtervezéséhez. A kapcsolatok a következő szempontok alapján elemezhetők:

- irányultság,
- az átvitt információk (adatok) csoportjai, mennyisége,
- az átvitel gyakorisága (dinamikája-időciklusa),
- az átvitel technológiája,
- a kapcsolat (adatátvitel) költsége,
- továbbítási időszükséglet/időtartam (az adatok „avulása”).

Mindezek meghatározása azért lényeges, mert az információellátási költségek két meghatározó tényezője: az adattárolási és az adatátviteli költségek. Az információs integráció fokozódásával a külső kapcsolatok aránya egyre jelentősebbé válik a belső kapcsolatok mellett.

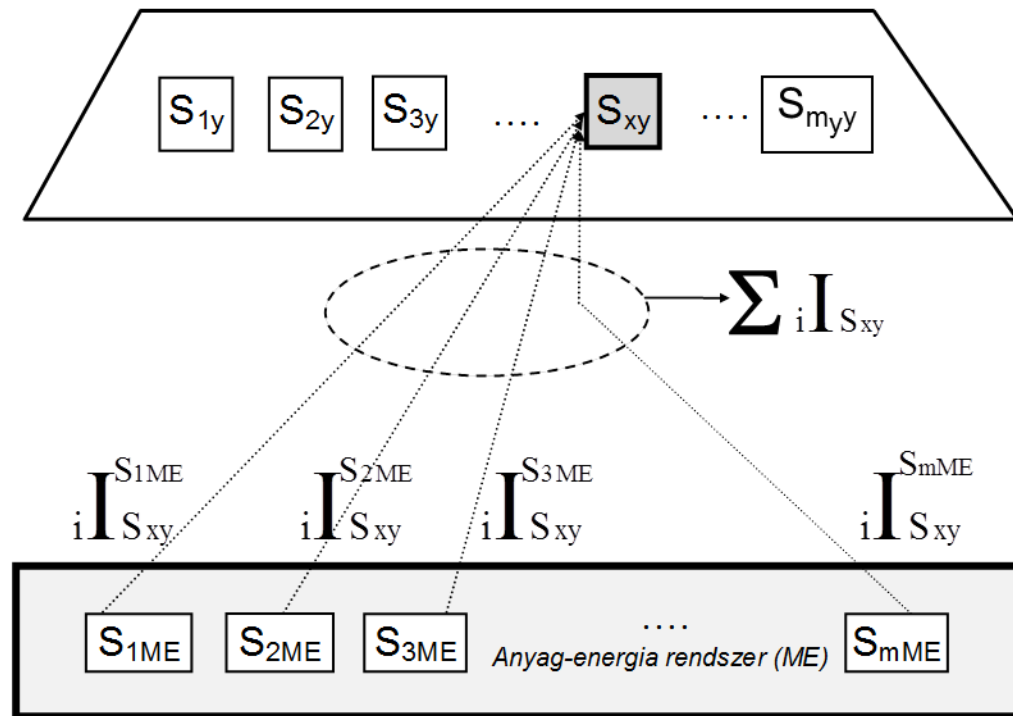
Két elem kapcsolata „szimmetrikus” abban a tekintetben, hogy a továbbító elem output információi a fogadó elem input információjaként jelenik meg. Ha a 3.9. ábrán a két elem közötti információáramlás egyszerűsített jelölésrendszerét tekintjük, akkor ez a „szimmetria” a 3.9. összefüggéssel adható meg.



3.9. ábra Elemek közötti információáramlás egyszerűsített jelölésrendszere

$$o I_{S_{xy}}^{S_{jk}} = i I_{S_{jk}}^{S_{xy}} \quad (3.9)$$

Ennek megfelelően példaként egy adott elemnek (S_{xy}) az anyag-energia szintről származó input információinak halmaza a 3.10. ábra alapján, összesítéssel képezhető.



3.10. ábra Adott elem információinak összesítése [22]

Az ún. „szolgálati út” elvén felépített információs rendszereknél lényegesen leegyszerűsödik az áramlási kapcsolatok gráfja, ugyanis ekkor minden elemnek csak a közvetlen „felettesével” van kapcsolata.

3.4. Dinamikus szerkezeti modell

Az előbbieken bemutatott statikus szerkezeti modell nem utalt arra, hogy milyen az információs rendszer időbeli (dinamikus) struktúrája. A dinamizmust csak egészen leegyszerűsített módon tudjuk modellszerűen szemléltetni, melynek során az időtényező (időciklus) szerint differenciálunk tovább [18]. A közlekedési szervezetekben az információkezelési műveletek ismétlődhetnek

- másodpercenként (I),
- percenként (II),
- óránként (III),
- naponként (IV),
- hetenként (V),

- havonta (VI),
- évente (VII).

A dinamikus modellben a struktúrák összetevőit ezen időciklusok szerint különböztetjük meg.

Az elemszerkezet dinamikus modellezésekor a szimbólumok bal felső sarkában megjelölhetők azok az időciklusok, amelyekben az elemek működnek. Például

$$I,IVS_{2k}$$

jelölés azt mutatja, hogy a k. szint 2. eleme az I. és a IV. időciklusokban működik. Ilyen módon lehet kiemelni a teljes elemszerkezetből az egyes ciklusokban működő elemeket. Ha egy-egy elem több időciklusban is működik, akkor mindegyikben szerepeltetni kell.

Az elemeken belüli szerkezet dinamikus modellezésekor az elemeken belül

- a tárolt információkat,
- az algoritmusokat, és
- az operációkat is

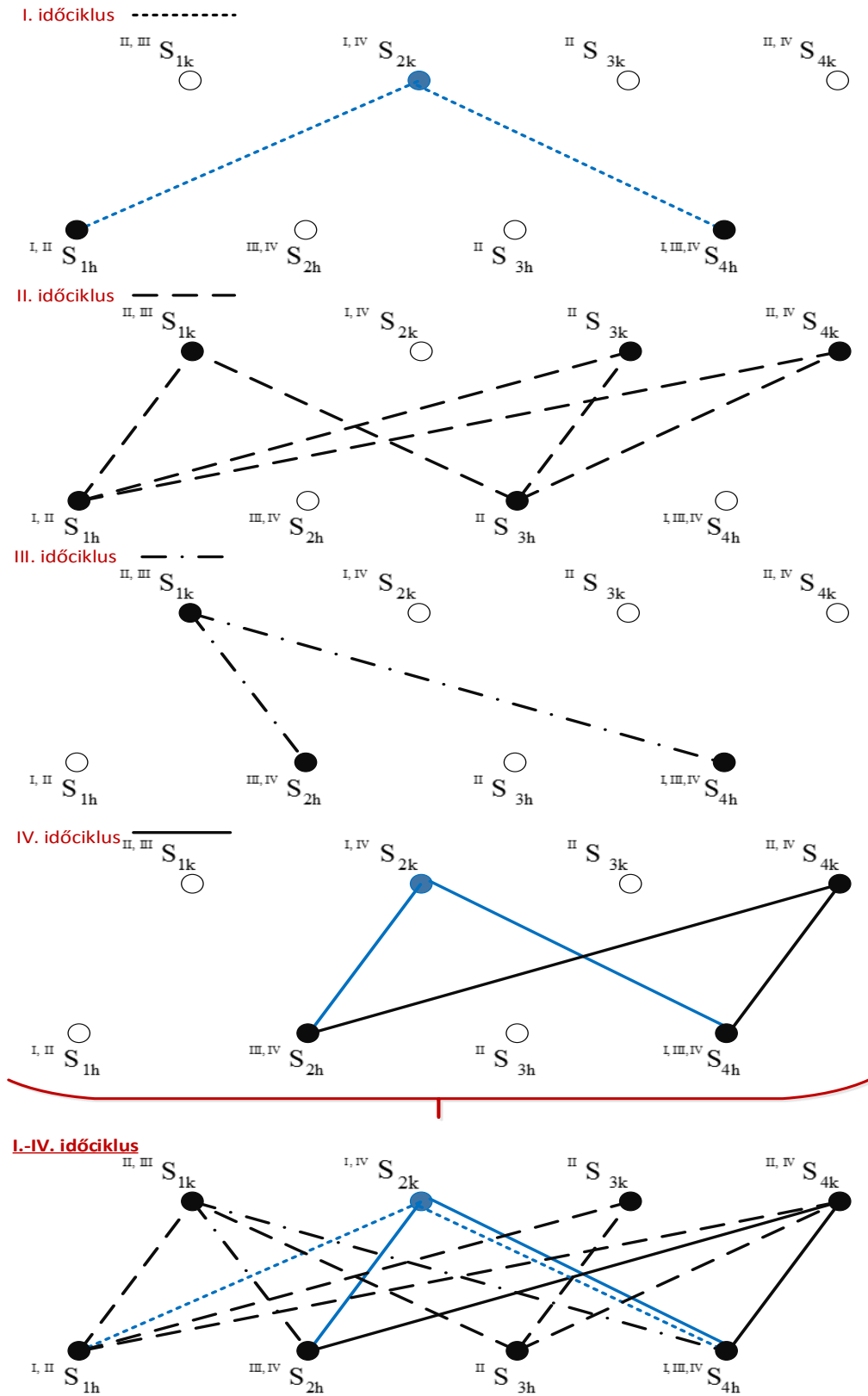
megkülönböztethetjük aszerint, hogy melyik időciklusú működésben vesznek részt. Ez a szimbólumok bal felső sarkában az időciklusok megadásával végezhető el.

Az elemek közötti kapcsolati szerkezet dinamikus modellezése szintén úgy oldható meg, hogy a statikus szerkezetnél megismert kapcsolatok mögött lévő információáramlást időben tovább bontjuk. Az egyes időciklusokban áramló információk a 2.5. ábrán bevezetett bal felső index szerint különböztethetők meg.

A 3.11. ábra az elemszerkezet és az elemek közötti kapcsolati szerkezet dinamikus modelljének megértését segíti. Az ábrán négy külön „síkon” ábrázoltuk a I-IV. időciklusokban működő elemeket, és a kapcsolatokat megvalósító információáramlásokat. Az adott időciklusban működő elemeket kitöltött körök szemléltetik. A működő elemek között minden relációt figyelembe vettünk. A legelső „síkon” az elemek és a kapcsolatok együttesen vannak megjelenítve.

Például a korábban említett S_{2k} elem input információi az I. és a IV. időciklusban képződnek; az információ „forrásai” rendre az S_{1h} és S_{4h} , valamint az S_{2h} és S_{4h} elemek. Mindezt a 3.10. összefüggés és a 3.11. ábrán a színessel bejelölt kapcsolatok szemléltetik.

$$iI_{S_{2k}} = I I_{S_{2k}} + IV I_{S_{2k}} = I I_{S_{2k}}^{S_{1h}} + I I_{S_{2k}}^{S_{4h}} + IV I_{S_{2k}}^{S_{2h}} + IV I_{S_{2k}}^{S_{4h}} \quad (3.10)$$



3.11. ábra Közlekedési információs rendszerek dinamikus szerkezeti modellje
- az elemszerkezet és az elemek közötti kapcsolati szerkezet

Ellenőrző kérdések a 3. fejezethez

1. Melyek a közlekedési információs rendszer vázszerkezetének modellcsoportjai?
2. Milyen vezetési szintek különböztethetők meg az információs rendszerekben?
3. Hogyan jelenik meg a horizontális és a vertikális kiterjedés az elemszerkezeti modellben?
4. Az elemeken belül milyen összetevőket különböztetünk meg? A közöttük lévő összefüggések hogyan írhatók fel modellegyenletekkel?
5. Milyen kapcsolati formák különböztethetők meg, és azok hogyan ábrázolhatók?
6. Hogyan számítható egy rendszer relatív komplexitása?
7. Az elemek közötti kapcsolati modellben egy elemnek milyen kapcsolatai lehetnek, és azokat hogyan jelöljük?
8. A kapcsolatok milyen szempontok alapján elemezhetők?
9. Az elemszerkezet és az elemek közötti kapcsolati szerkezet dinamizmusa hogyan modellezhető?

4. Közlekedési információs rendszerek funkcionális (működési) modellje

Az általános vázszerkezeti modellt azáltal tudjuk a közlekedési szervezetekhez igazítani, hogy az irányítási funkciókkal összefüggő működési folyamatokkal és az azokhoz tartozó információkkal töltjük fel. Ezáltal az információs rendszer funkcionális (működési) modelljéhez jutunk. A funkcionális modell esetében – hasonlóan a vázszerkezeti modellhez – megkülönböztethető a statikus és a dinamikus szerkezet [18].

A rendszerek dinamikus működési szerkezete a céljaik elérése érdekében lebonyolított folyamatok alapján határozható meg. Bonyolult folyamatok részfolyamatokra bonthatók. A folyamatok műveletekből épülnek fel. Az elemek és a kapcsolatok a folyamat érdekében felépített műveleti láncban szerepüket, feladataikat időről-időre változtatják. A dinamikus működési szerkezet leggyakrabban folyamatábrákkal rögzíthető.

A rendszer adaptivitása

Ha egy rendszer környezetében vagy belső állapotában olyan változás jön létre, amely csökkenti vagy fokozza a rendszer célja (céljai) elérésének az eredményességét, a rendszer megváltoztatja magatartását. A megváltozott feltételeknek megfelelően változtatja funkcióit, elem- és kapcsolati struktúráját, saját, illetve környezete állapotát. Az adaptivitás tehát egy bizonyos illeszkedési képességet jelent a megváltozott körülményekhez. Ha a változás kisebb mértékű, akkor elegendő a működés megváltoztatása. A nagyobb változásokhoz azonban a rendszerek már a szerkezetüket megváltoztatva adaptálódnak. A változó célrendszereknek megfelelően a közlekedéssel kapcsolatos szervezetek felépítése, működése, elnevezése, stb. az időben változik. A funkciók változásával (bővülésével, szűkülésével, átrendezésével) a szervezetek összeolvadnak, szétválhatnak, megszűnnek, vagy újak jönnek létre.

Az információkezelési igényeket a szervezet által ellátandó funkciókhoz rendelve tudjuk meghatározni.

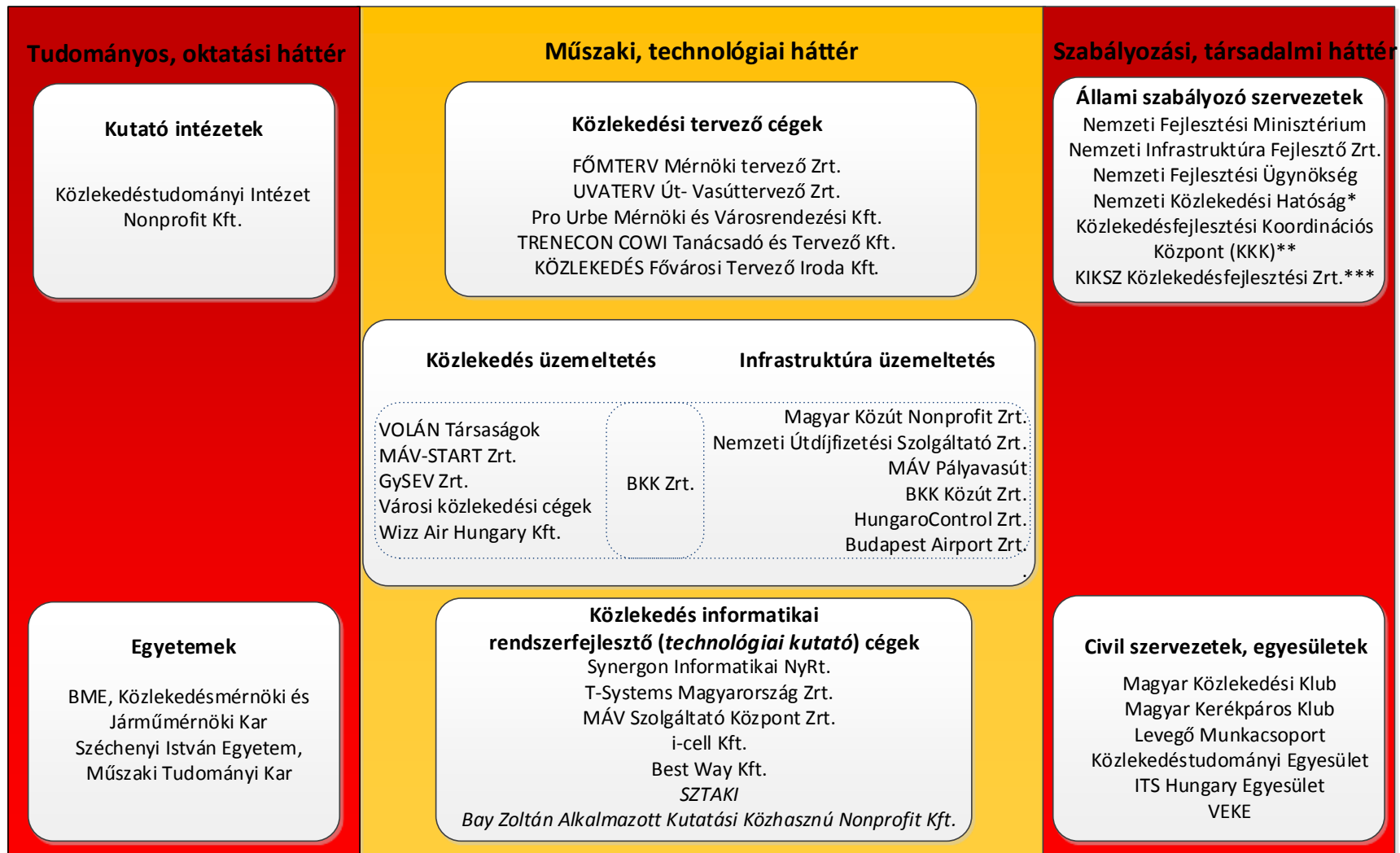
A közlekedéssel kapcsolatos legfontosabb szervezeteket és azok csoportosítását a 4.1. ábra foglalja össze. Az ábra a jegyzet készítésének idején működő szervezeteket tartalmazza.

4.1. Statikus funkcionális modell

A közlekedési információs rendszerek statikus funkcionális modellje, a szervezetek funkcióihoz tartozó statikus jellemzők áttekintését teszi lehetővé. Kiterjed a

- szervezeti felépítésre, és a
- tevékenységi (funkció) szerkezetre.

Ezen kívül áttekintjük még a vezetési szintek funkcióit és a velük kapcsolatos információellátási jellemzőket is.



4.1. ábra A közlekedéssel kapcsolatos szervezetek csoportosítása

4.1.1. Szervezeti felépítés

A közlekedési szervezetek tipikus felépítését a 4.2. ábra foglalja össze. Az összetevők egymáshoz képest vertikálisan és horizontálisan alá-, illetve mellérendeltségben vannak; munkamegosztásban végzik el feladataikat. Minél alacsonyabb szinten vizsgáljuk a szervezeti egységek feladatait, annál inkább jellemző a területi és a szakmai-tevékenységi elhatároltság, ugyanis itt találhatóak a végrehajtással, illetve annak közvetlen irányításával összefüggő feladatok. A szervezeti ábra a funkciók nagyvonalú áttekintését biztosítja hierarchikus elrendezésében. A szervezeti egységeket a működésüket támogató gépi (infokommunikációs) összetevőkkel együtt tekintjük az információkezelő rendszer elemeinek, alrendszerének, azaz a funkciók „hordozóinak” (funkcionális egység). Az információt lényegében az egyes szervezeti egységek közötti kapcsolóelemnek tekinthetjük.

A fogalmak egymásra épülése a következő: **személy → szervezeti egység → szervezet**

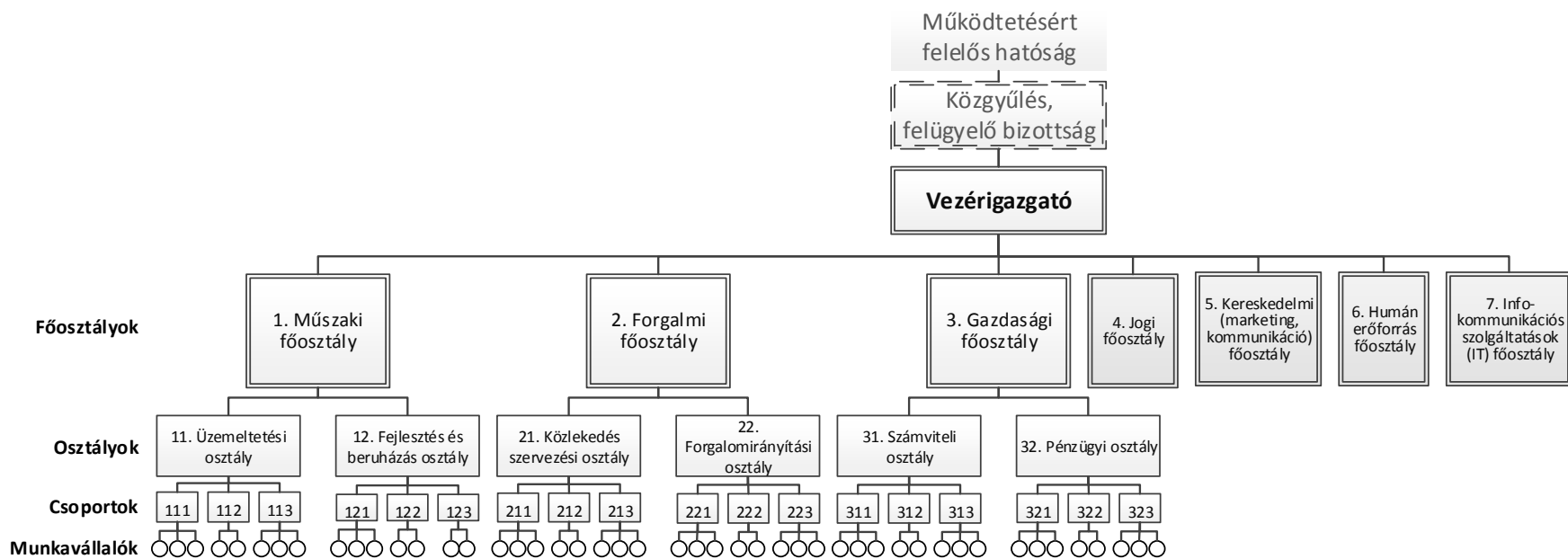
A 4.2. ábrán a személyek a munkavállalók, a kisebb-nagyobb szervezeti egységek pedig a csoportok, osztályok, főosztályok. Mivel a 4.-7. főosztályok felépítése nem közlekedés specifikus, ezért ezen szervezeti egységek további tagolásától eltekinthetünk.

4.1.2. Tevékenységi szerkezet

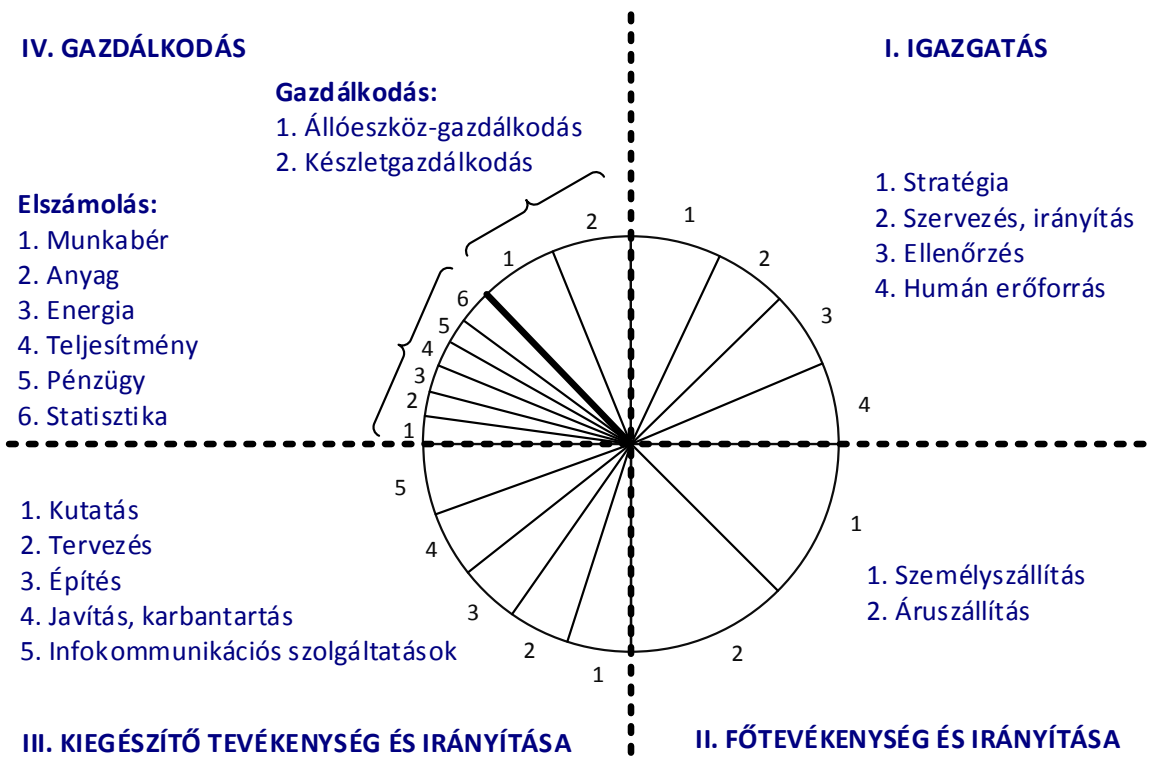
A 4.3. ábrán egy kördiagramban foglaltuk össze egy közlekedési szervezet fő tevékenységi csoportjait (funkcióspektrumát). Az ábrán a vízszintes eredményvonaltól felfelé az ellenőrző és irányító tevékenységek helyezkednek el. Ez alatt a reálfolyamati tevékenységeket találjuk.

4.1.3. Vezetési szintek funkciói és az információellátás jellemzői

Már az elemszerkezet modellezésekor láttuk, hogy az egyes vezetési szinteknek eltérő jellemzői vannak, például eltérő mértékű az információk hatóköre. A 4.4. ábrán azokat az összefüggéseket tekinthetjük át, amelyek a vezetési szintek, a funkciók és az időbeliség között állnak fenn. Az **operatív, alsó vezetési szinten** oldják meg a rövid időhorizontú feladatok (**A** mező) legnagyobb részét. Ezen a szinten dolgozik az alkalmazottak legnagyobb hányada, általában alapfokú vagy középfokú szakmai ismeretekkel. Itt történik az operatív tervezés is. A **középvezetés** elsősorban taktikai tervezési, középtávú időhorizontú feladatokat (**B** mező) old meg, de emellett rövid időciklusú és hosszú időciklusú tevékenységekkel is foglalkozik. Ezen a szinten már kevesebben dolgoznak, általában felsőfokú szakmai ismeretekkel. Jellemzően itt helyezkednek el a mérnökök, közgazdászok. A **felső vezetés** idejének legnagyobb részét a stratégiai tervezési, hosszú távú feladatok (**C** mező) elvégzésére koncentrálja. Ezen a szinten dolgoznak a legkevesebben; a felsővezetők körében a széleskörű szakmai (mérnöki) ismeretek mellett a gazdasági, jogi, stb. ismeretkörök és a tapasztalat is elvárás. A vezetési szinteknek ezen jellemzői az információellátási rendszerekre nézve is meghatározó, ugyanis a feladatokhoz más-más időközönként kell az információkat biztosítani.



4.2. ábra Közlekedési szervezetek tipikus felépítése [18]

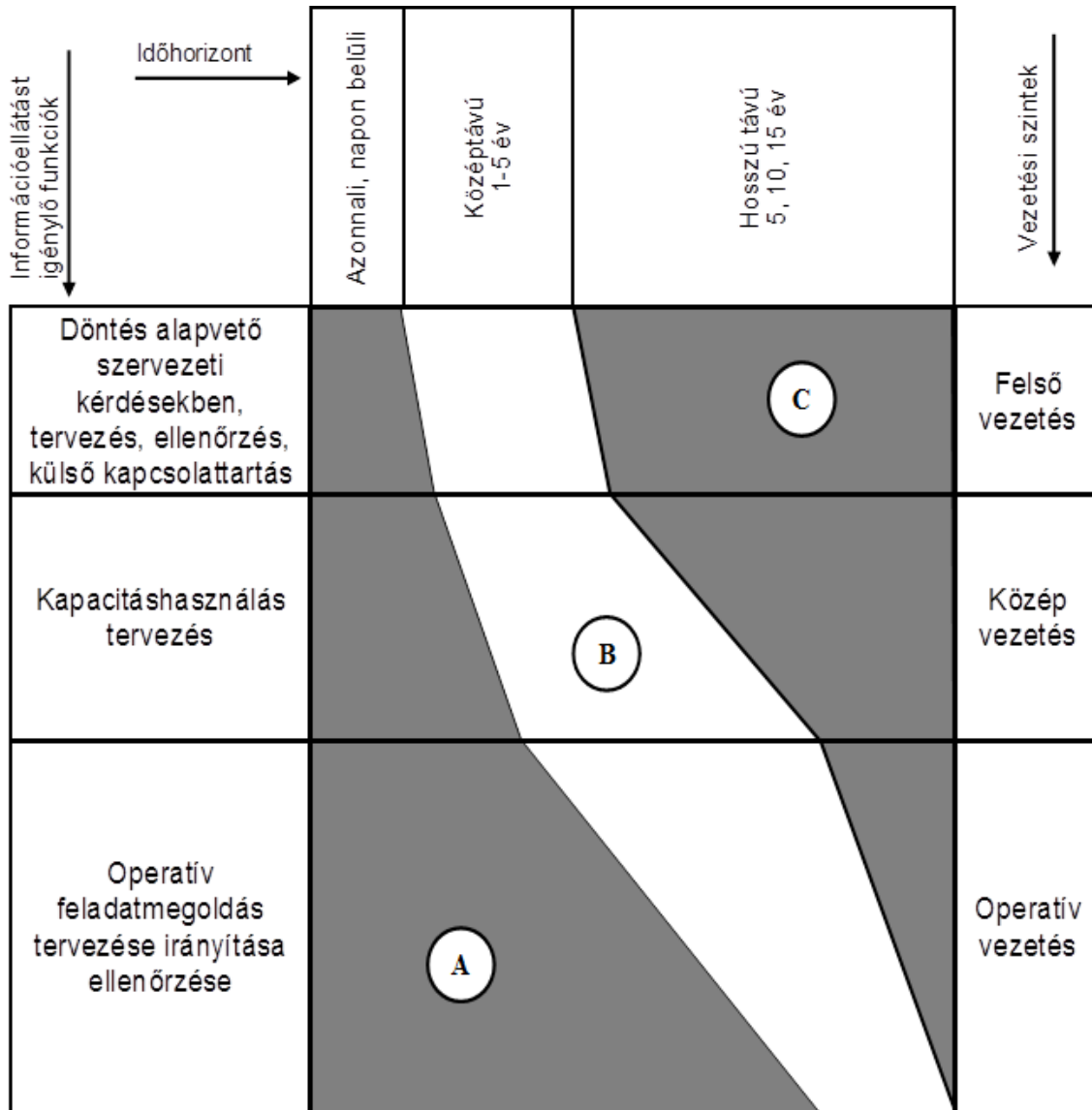


4.3. ábra Közlekedési szervezetek tevékenységi szerkezete (funkcionális kördiagram) [18]

A 4.5. ábrán több ismérv szerint tekinthetjük át a vezetési szintek információellátási rendszerének jellemzőit, amelyeket jelleggörbék formájában ábrázoltunk. Az **információk és az információkezelés volumenét** tekintve, a legnagyobb rész az operatív vezetés területére jut, mivel azok itt szükségesek a leggyakrabban (legkisebb időközönként) és a szervezet is itt a legkiterjedtebb. A gépi információkezelés aránya is az operatív szinten a legnagyobb, ugyanis a viszonylag egyszerűbb, jól szabályozott, gyakran ismétlődő műveletek könnyebben helyezhetők gépi bázisra.

Az **információkezelés térbeli kiterjedése** követi a szervezet egyes szintjeinek horizontális struktúráját, ennek megfelelően az operatív szinten a legnagyobb, míg a felső vezetésnél lényegesen kisebb. Az **információkezelés ciklusidejét** tekintve a görbe a felső vezetés irányába erősen progresszív. Mivel a közlekedési szervezetekben a végrehajtás közvetlen, operatív irányítását szabályzatok, utasítások írják elő, ezért ezen a szinten a legnagyobb mértékű az **információkezelés szabályozottsága**. A felső vezetés felé haladva egyre kevesebb az ismétlődő feladat, és azokat is gyakran tapasztalati, illetve előrebecsült jellemzők alapján, változó módokon oldják meg; így a szabályozottság mértéke is lényegesen kisebb. A **felhasznált információk sűrítettségének mértéke** az operatív szinten a legkisebb; itt szinte minden információ a

közlekedés összetevő elemeihez tartozó, ún. elsődleges információ. Minél feljebb haladunk a vezetési szinteken, az aggregált mutatók/statisztikai átlagértékek egyre nagyobb hányadát adják az információknak. Ezek feldolgozott ún. másodlagos, harmadlagos, stb. információk.

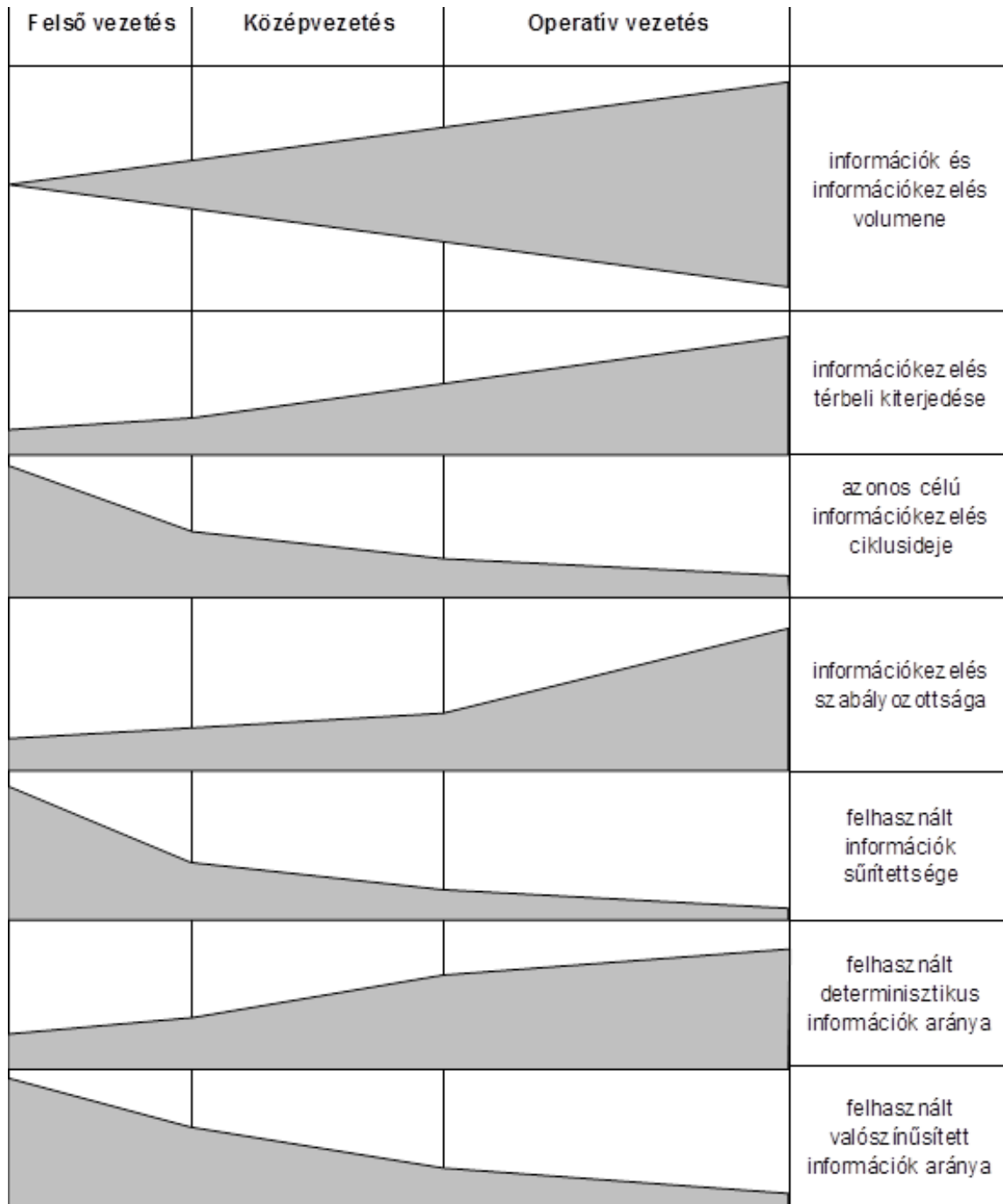


- A – kis időciklusú információkezelés
- B – középciklusú információkezelés
- C – nagy ciklusú információkezelés

4.4. ábra Az információellátás időbeliségének arányai a vezetési szinteken [18]

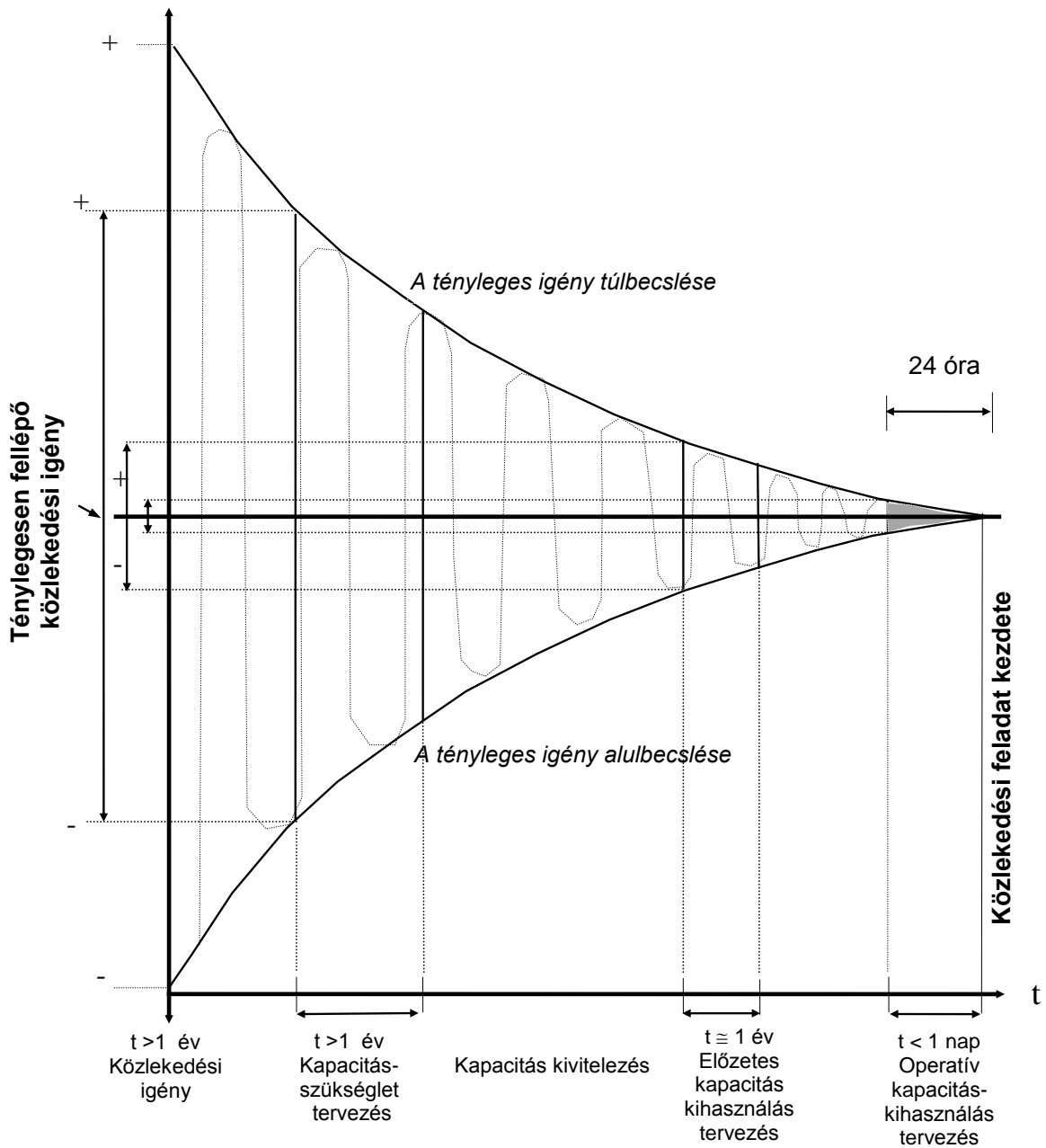
Az operatív szinten igen magas a **felhasznált determinisztikus információk aránya**. Determinisztikus információkon a konkrét összetevőkre vonatkozó információkat értjük

(pl. járművek azonosítói). Minél felsőbb szintet vizsgálunk, annál kevesebb a determinisztikus információk aránya a teljes információvolumen belül; ugyanakkor nő a **felhasznált valószínűsített információk aránya**, mivel az előrebecslések bizonytalanságot hordoznak magukban.



4.5. ábra A vezetési szintek relatív információellátási karakterisztikái [18]

A közlekedési feladat kezdetéhez közeledve csökken a tervezési bizonytalanság, amit a közlekedési igény adatok pontosságának időbeli változásán keresztül a 4.6. ábra szemléltet. Minél hosszabb távra előre tekintve kell a tervezést elvégezni, annál nagyobb a bizonytalanság a majdan bekövetkező igények, kapacitások, megoldások, stb. terén. A több évre előrettekintő tervezés során figyelembe vett állapotok sokkal nagyobb bizonytalansággal rögzíthetők, mint az éves, illetve azon belüli időszakokra vonatkozóak.



4.6. ábra A közlekedési igény adatok pontosságának változása [22]

Tovább csökken a bizonytalanság a naponkénti és az azon belüli tervezéseknél. Végül is a bizonytalanság csak akkor szűnik meg, amikor valamely helyzet, állapot, folyamat, stb. éppen bekövetkezett vagy végbement. Az eltérő bizonytalansági jelleg miatt az egyre rövidebb időszakokra vonatkozó tervezési feladatoknál egymástól eltérő célkitűzéseket kell teljesíteni. Más-más feladatot jelent

- a közlekedési igények meghatározására,
- a kapacitásokra,
- a kapacitások kihasználására,
- a feladatok operatív lebonyolítására

vonatkozó tervezés. Ezen feladatok az információellátás fejlesztése szempontjából is egymástól eltérő megoldásokat kívánnak. A valós idejű infokommunikációs rendszerek kiépítésével a közlekedési szervezetek tervezési feladatait közelebb lehet vinni a megvalósult időpontokhoz, ugyanis gyors, pontos, térbeli és időbeli korlát nélküli információkezelés valósítható meg.

4.2. Dinamikus funkcionális modell

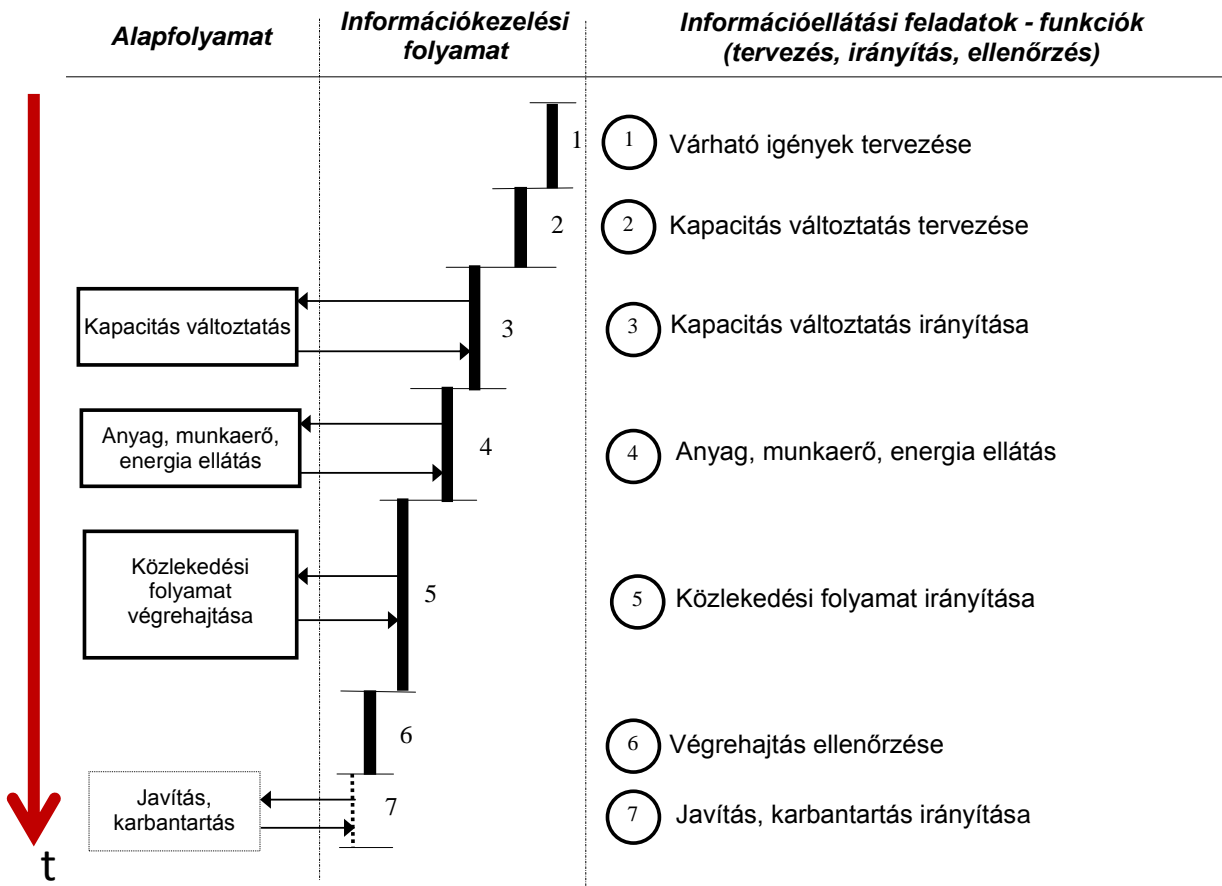
A közlekedési információs rendszerek működésének dinamizmusát akkor tudjuk jól áttekinteni, ha ismerjük az alapfolyamat, a ráépülő információkezelési folyamat, valamint az információellátási feladatok – funkciók logikai és időbeli rendjét. Ennek megfelelően a tervezési, irányítási és ellenőrzési folyamatokat a 4.7. ábrán bemutatott dinamikus funkcionális modell foglalja össze. A feladatok megoldása egy-egy folyamatnak tekinthető.

A bal oldali sávban azok a fizikai (anyag-energia) rendszerbeli folyamatok találhatóak, amelyeknek az irányítását az információs rendszer megvalósítja. A jobb oldali sávban szereplő információellátási fő területek vonatkozhatnak a szervezet felépítésének és működésének változtatására is. A modell kiinduló pontot jelent a valóságban előforduló funkciók és folyamatok részletes feltárásához és elemzéséhez.

A modellben szereplő információellátási feladatok részletes tárgyalását a feladatok célértékeivel kezdjük. Ilyen célérték lehet a legnagyobb teljesítmény, a legkisebb ráfordítás, a legnagyobb bevétel, a legnagyobb biztonság, a legmagasabb érzékelt utazási minőség, stb. Ezek külön-külön is vizsgálhatók, de általában együttesen kell figyelembe venni őket, még akkor is, ha egymásnak ellentétes követelményeket támasztanak. A felsorolt célkitűzések elérése igen sokféle és jól rendszerezett információ felhasználásával lehetséges. A feladatokhoz, funkciókhoz tartozó információszükséglet és információkezelés rendszerezett leírására a 4.1. táblázatban bemutatott szerkezet a legalkalmasabb.

Az információcsoportokat a kezelési, feldolgozási folyamatba illesztve lehet a tervezést, irányítást hatékonyan megoldani. Ezek a funkciók szoros kapcsolatban állnak egymással. Például a várható igények megtervezésekor előállított igényadatok felhasználása nélkül nem lehet megtervezni a kapacitás változtatás szükséges mértékét. Ez utóbbinak a meghatározásával nyert adatok viszont elengedhetetlenek a kapacitás változtatás irányításához. A rendelkezésre álló kapacitások alapján lehet a kapacitáskihasználás előzetes tervezését elvégezni, és ezzel összefüggésben a szükséges anyag, munkaerő, energia ellátást megvalósítani. A közlekedési folyamat irányítása az operatív kapacitáskihasználási tervek alapján valósul meg; ugyanakkor az irányítás során képződő adatok alapján lehet az operatív terveket pontosítani, módosítani is. Az irányítás megkívánja az ellenőrző és a beavatkozó információk felhasználását, aminek eredményeként többnyire szabályozás valósul meg.

A közlekedési folyamatok végrehajtásának ellenőrzése a tervezett és a tényleges értékek összehasonlításán alapul. A különbségek elemzése szolgál az intézkedések alapjául. A közlekedés alapfeltétele a jármű megbízható rendelkezésre állása, ami elsősorban a forgalomirányítás és a javítás, karbantartás irányítása közötti információs kapcsolatokat igényli.



4.7. ábra Közlekedési információs rendszerek dinamikus funkcionális modellje [18]

4.1. táblázat A feladatok, funkciók információellátásának részletes leírási módszere [18]

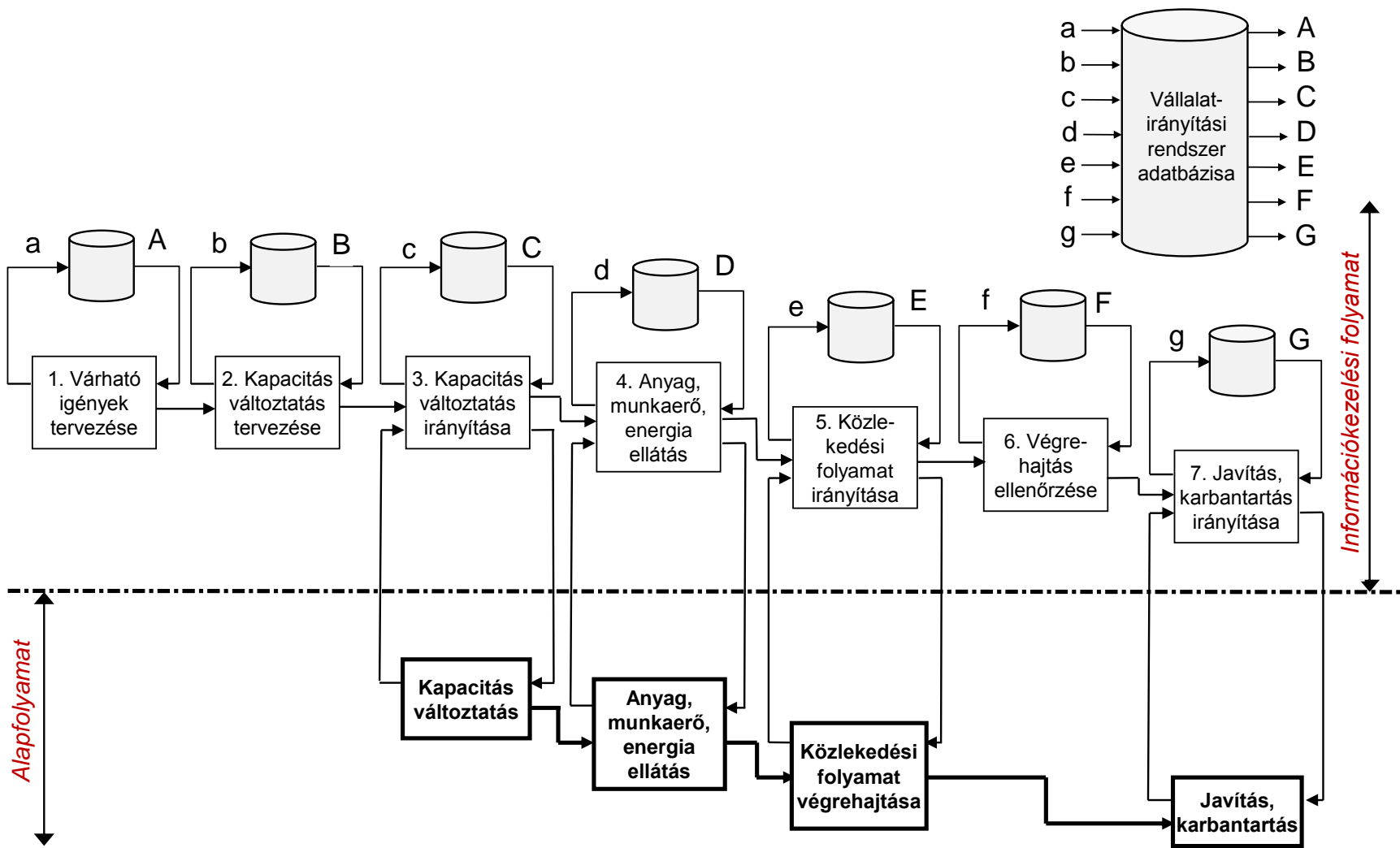
Információellátási feladatok, funkciók	Input információk	Tárolt információk	Információkezelés módszere	Output információk
1. Várható igények tervezése				
2. Kapacitás változtatás tervezése				
3. Kapacitás változtatás irányítása				
4. Anyag, munkaerő, energia ellátás				
5. Közlekedési folyamat irányítása				
6. Végrehajtás ellenőrzése				
7. Javítás, karbantartás irányítása				

Ismerve a funkciók végrehajtási időrendjét, ha az egyes funkciók elvégzését folyamatnak tekintjük, akkor a funkciókra szabályozó köröket építhetünk fel, majd ezeket ún. szabályozási láncmodellé kapcsoljuk össze. Mindezt a 4.8. ábra szemlélteti. Az egyes funkcióknál kezelt információcsoportoknak az ismertetett módon történő feltárásával meghatározható az **integrált adatbázis** szerkezete. Ez az adatbázis egyrészt az a funkciókhoz szükséges input információk forrása, másrészt pedig az output információk is ide kerülnek; így biztosítható a fő feladatok összehangolása. Ennek megfelelően a működtetés során már nemcsak az egyes feladatok szuboptimális megoldásai, hanem a teljes rendszer optimális (a célrendszernek megfelelő) megoldásai is elérhetők.

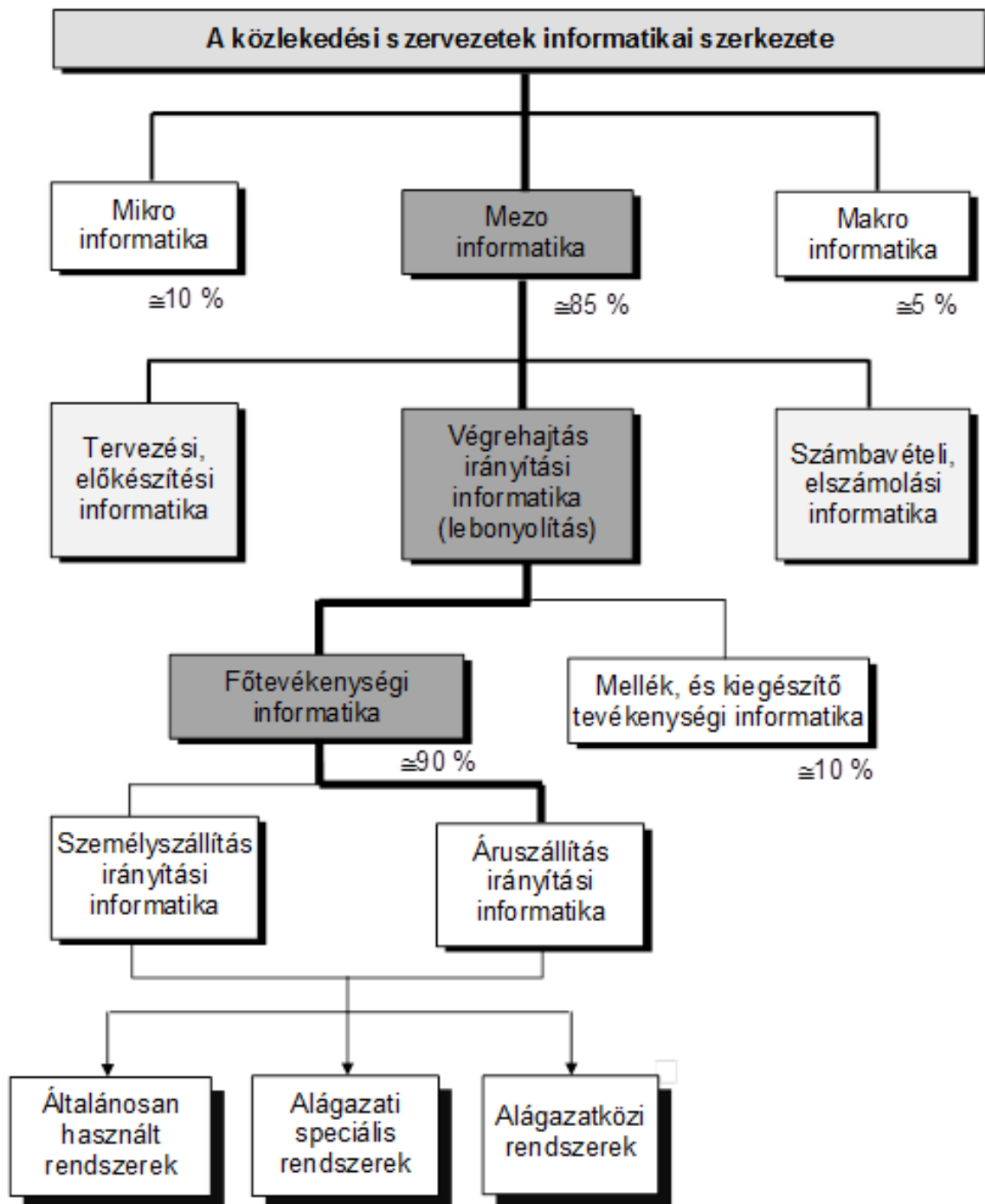
A közlekedési szervezetekben megismert fő működési területekhez szükséges információk összessége tehát nem egyezik meg az egyes funkciók elvégzéséhez szükséges információk egyszerű összegével. A teljes dinamikus struktúra információellátása egy minőségileg magasabb szinten, **integrált szemléletben** valósítandó meg.

4.3. A közlekedési szervezetek informatikai szerkezete

A közlekedési szervezetek információs rendszerének fő összetevőit, és azok becült arányait a 4.9. ábra foglalja össze. A legnagyobb arányú összetevőket sötétszürke háttérrel emeltük ki. Az informatikai rendszert célszerű mikro-, mezo- és makro informatikai részekre bontani. A mikroinformatika lényegében a járműérzékelést, -irányítást végző szenzorok, automaták, stb. működési területe, amely az alapfolyamathoz „közeli” információkezelésre terjed ki. A mezoinformatika a **közlekedési folyamatok tervezéséhez, irányításához szükséges információellátást**



4.8. ábra Közlekedési információs rendszerek dinamikus funkcionális, szabályozási elvű láncmodellje [22]

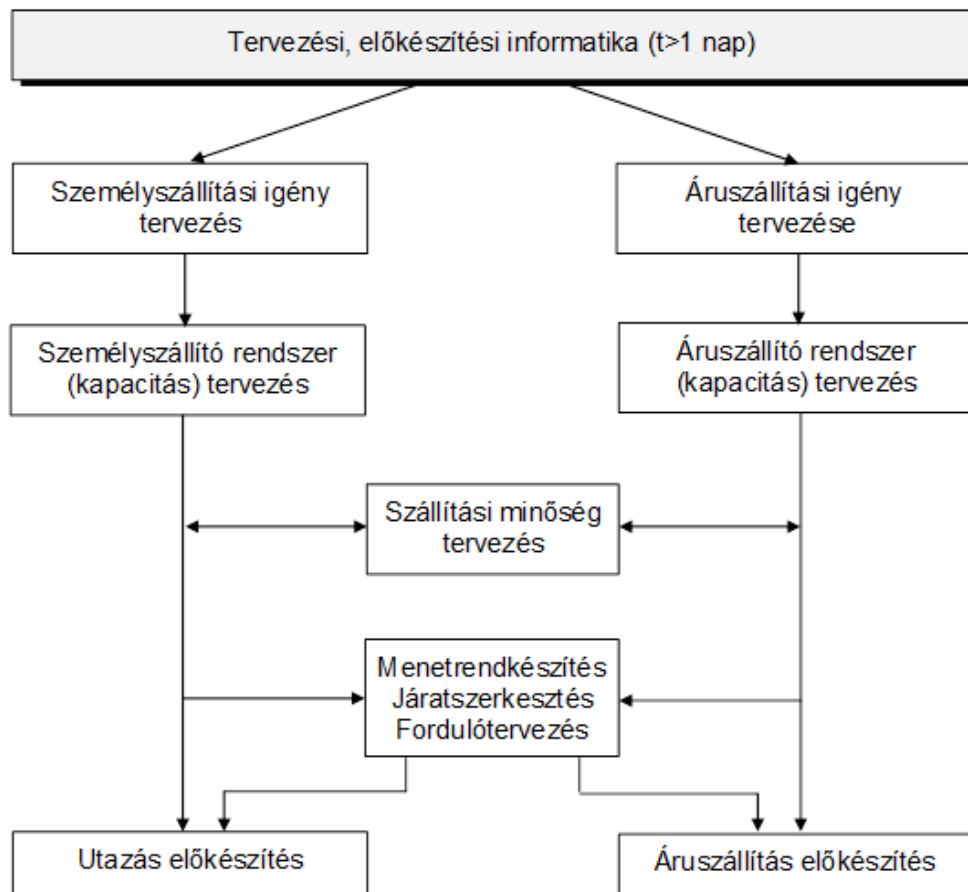


4.9. ábra A közlekedési szervezetek informatikai szerkezete [22]

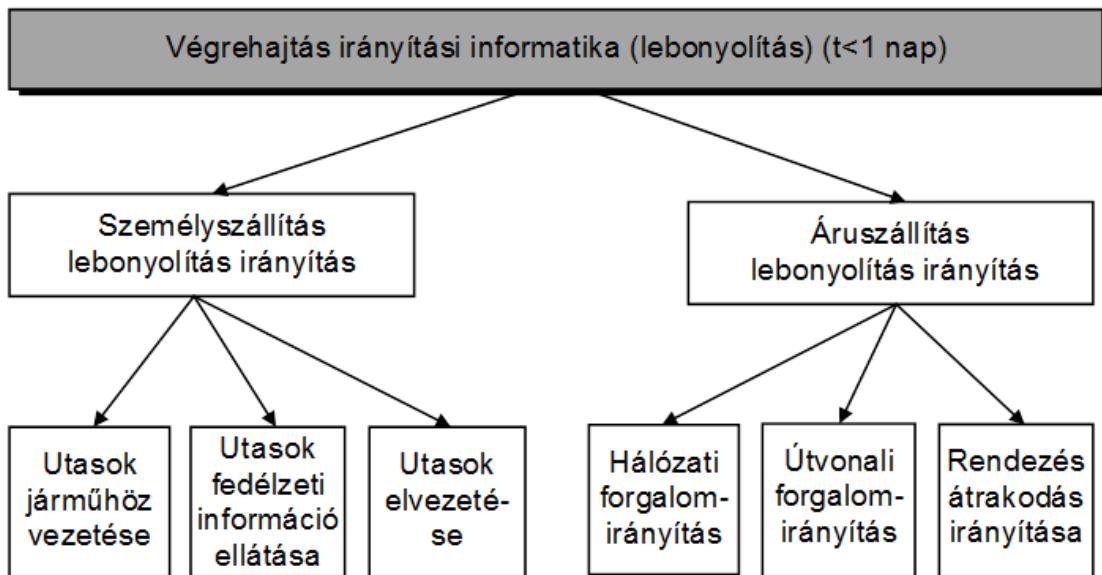
biztosítja. A makroinformatika a gazdasági, (jog)szabályozási informatikát fedi le. A mezoinformatika (közlekedési üzemirányítás) fő területei:

- tervezési, előkészítési informatika,
- végrehajtás irányítási informatika (lebonyolítás),
- számbevételi, elszámolási informatika.

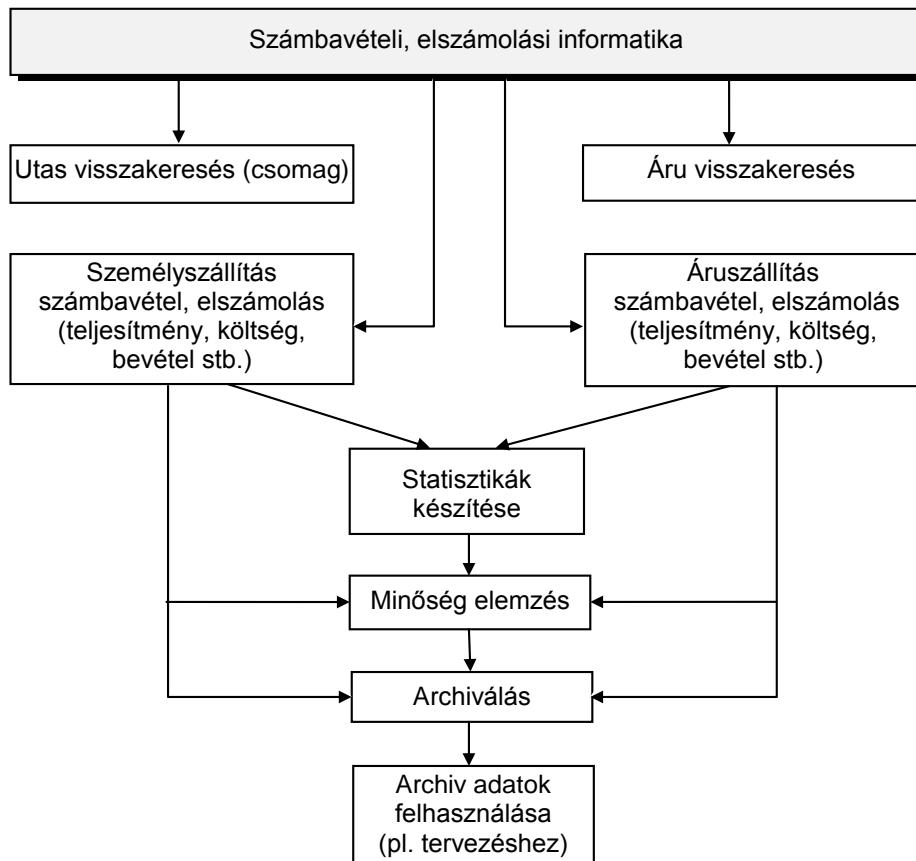
Ezen informatikai alrendszerek mélyebb, belső szerkezetét a 4.10, 4.11 és 4.12 ábrák foglalják össze.



4.10. ábra A tervezési, előkészítési informatika belső szerkezete [22]



4.11. ábra A végrehajtás irányítási informatika (lebonyolítás) belső szerkezete [22]



4.12. ábra A számbavételi, elszámolási informatika belső szerkezete [22]

Ellenőrző kérdések a 4. fejezethez

1. A közlekedéssel kapcsolatos szervezetek milyen csoportokba sorolhatók?
2. A közlekedési szervezetek tipikus felépítését tekintve, melyek az „első” szinten megkülönböztethető jellegzetes tevékenységi területek?
3. A közlekedési szervezetek tevékenységi szerkezetében milyen főcsoportok különböztethetők meg?
4. Milyen szempontok alapján jellemezhető a vezetési szintek eltérő információellátási feladatköre?
5. Melyek a közlekedési információs rendszerek dinamikus funkcionális modelljében szereplő információellátási feladatok, funkciók? Ezeknek mi a logikai és időrendje?
6. A feladatok, funkciók információellátásának részletes leírása milyen összetevők megadásával történik?
7. Mi a közlekedési információs rendszerek dinamikus funkcionális, szabályozási elvű láncmodelljének a lényege? Hogyan valósítható meg a teljes folyamat szabályozása?
8. Melyek a legfontosabb összetevői a közlekedési szervezetek informatikai szerkezetének?
9. Melyek a legfontosabb összetevői a tervezési, előkészítési informatika belső szerkezetének?
10. Melyek a legfontosabb összetevői a végrehajtás irányítási informatika (lebonyolítás) belső szerkezetének?
11. Melyek a legfontosabb összetevői a számbevételi, elszámolási informatika belső szerkezetének?

5. A közlekedési alágazatok összehasonlítása informatikai szempontból

A közlekedési alágazatok jellemzői több szempont alapján vizsgálhatóak, és ezek mindegyike az informatikai rendszerre is hatással vannak. Az informatikát befolyásoló jellemzők a következők:

Pálya:

- pályahossz,
- pályakötöttség (pályák kijelölése, és kialakításának lehetőségei),
- pályastruktúra (milyen módon differenciálják az egyes szakaszokat),
- pályahasználók (kik és hogyan férnek hozzá a pályahasználathoz).

Jármű:

- járműállomány nagysága,
- továbbítási egység,
- járműstruktúra (mi alapján és hogyan csoportosíthatóak),
- környezeti függőség (időjárás és egyéb környezeti tényezőknek való ellenállóság).

Szervezet:

- foglalkoztatottak száma,
- szervezet jellege (irányítás és üzemszervezés szempontjából).

Szállítási folyamat jellemzői:

- áruszállítás (milyen járulékos tevékenységek szükségesek, ezek ráfordítás igénye),
- személyszállítás (milyen jellegű, hozzáférés, stb.),
- átlagos szállítási távolság,
- költségek,
- környezetszennyezésre gyakorolt hatása.

Az 5.1. táblázatban az alágazatokra vonatkozó jellemzőket foglaltuk össze, a hazai adatok figyelembe vételével. A táblázatban négy alágazat szerepel (vasúti, vízi, légi és közúti közlekedés). A városi közlekedés több alágazat „kombinációja”, így itt külön alágazatként nem tüntettük fel.

5.1. Vasúti közlekedés

A legjobban kötött és *legjobban szabályozott* közlekedési forma, melyet minden országban az illetékes hatósági szerv szabályoz. Annak ellenére, hogy a vasúti üzem működését számos EU-s irányelv szabályozza, az *interoperabilitás* ezen a területen a legkevésbé megoldott. Ennek oka a nagy vasúti társaságok történelmi és geopolitikai háttérében keresendőek.

A szabályok kötöttsége miatt és a hozzáférés korlátos volta miatt – a vasúti közlekedés liberalizálása ellenére is – viszonylag kevés szereplő található ebben az alágazatban.

5.1. táblázat Közlekedési alágazatok információs rendszerét befolyásoló paraméterek [13]

Informatikát befolyásoló jellemzők		Vasúti közlekedés	Vízi közlekedés	Légi közlekedés	Közúti közlekedés
PÁLYA	pályahossz (Magyarországon)	7600 km	~ 1300 km	-	~ 30 000 km állami és ~120.000 km önkormányzati
	pályakötöttség	kötött pálya	folyminál kötött, tavi, tengeri kevésbé kötött (közlekedési folyósok)	légi csatornához és repterekhez kötött	teljesen kötetlen
	pályastruktúra	tengelynyomás és sebesség szerint differenciált	nem nagyon strukturált (merülési mélység)	jellemzően nem strukturált (magassági elkülönítés)	igen strukturált (tengelyterhelés, sebesség, úrszelvény, stb.)
	pályahasználók	vasúti társaságok (állami és magán)	sok társaság (nemzetközi)	sok társaság (nemzetközi)	sokféle szervezet és magán-szállítók
JÁRMŰ	járműállomány nagysága (Magyarországon)	néhány ezer darab	folyminál néhány száz	néhányszor tíz	százezres nagyságrendben
	továbbítási egység	kocsi/vonat	uszály, hajó	repülőgép	járműszekrény motorral v. motor nélkül
	járműstruktúra	tipizált, meghatározott számú járműtípus	nem sokféle jármű	meghatározott számú repülőgép típus	igen sokféle közúti áruszállító jármű
	környezeti függőség	közepes (fagy, hó, köd)	jelentős (köd, vízállás, hajózható napok száma)	közepesen függő (köd, hó, jég, erős szél)	közepesen függő
SZERVEZET	foglalkoztatottak száma	több tízezer fő	néhány ezer	néhány ezer	több százezer, de vállalatonként néhány száz, száz
	szervezet jellege (Magyarországon)	erősen centralizált és hierarchikus felépítés	centralizált	centralizált forgalomirányítás, egyébként a vállalati irányítás decentralizált	decentralizált
SZÁLLÍTÁSI FOLYAMAT JELLEMZŐI	áruszállítás	rá és elfuvarozást igényel, jelentősége csökken	rá és elfuvarozást igényel, nagy jelentőséggel bír	rá és elfuvarozást igényel, jelentősége bővül	rá és elfuvarozást nem igényel, nagy jelentőségű
	személyszállítás	jelentős	jelentősége csökken	jelentős, és egyre bővül	nagyon jelentős
	átlagos szállítási távolság	áruszállítás esetén ~150 km felett versenyképes, személyszállítás esetén nincs megkötés	nagy távolságú szállításban van jelentősége	nagy távolságú és gyors szállításban van jelentősége	1000 km-nél rövidebb szállítás során van kiemelt jelentősége a gyorsaság miatt
	költségek	közepes	fajlagosan a legalacsonyabb	jelentős	közepes
	környezetszennyezésre gyakorolt hatása	nem jelentős	alacsony, környezetbarát szállítási mód	erősen szennyező	erősen szennyező

A kööttségekből adódóan a szervezeti felépítés és az *üzemirányítás rendkívül hierarchikus*. A vasúti közlekedés szereplői alapvetően két csoportra lehet bontani:

Operátorok:

- vasúti infrastruktúra üzemeltetők (pályavasúti szereplők),
- vállalkozó vasúttársaságok (személy és áruszállítást végző szereplők, melyek lehetnek állami és magán társaságok is).

Szabályozó szervek:

- a működést felügyelő hatóság és állami szervek (közlekedési hatóság, minisztérium, stb.),
- kapacitásgazdálkodást, -elosztást végző szervezet (a vasút-liberalizáció által megjelentek a magánvasutak, így a pályahálózat kapacitását a szereplőktől független szervezet osztja el, részrehajlás nélkül).

A vasúti alágazathoz kapcsolódó informatikai rendszerekben az információkezelés alapját a technológiai és üzleti folyamatok jelentik. A rendszerek csoportosíthatóak a vasúti szereplők és a szállításban betöltött szerepük alapján. Ez alapján minden szervezetnél megtalálható a közlekedés tervezéséhez, lebonyolításához és utólagos számbavételéhez kapcsolódó rendszerek. A teljes pályahálózat irányítása a vonalak műszaki fejlettségétől függően különböző műszaki színvonalú lehet. Ez alapján megkülönböztetünk:

- Haqyományos (állomásközi) forgalomirányítás: decentralizált forgalomirányítás, önálló körzetekkel, ahol a kapcsolatok az egymással szomszédos körzetig terjednek.
- Központi forgalom ellenőrzés: egy-egy hosszabb vonalszakasz felügyeletét egy-egy diszpécser látja el, aki kapcsolatban áll a területi forgalomirányítókkal, így általuk képes a forgalmi beavatkozásra.
- Központi forgalomirányítás: egy-egy hosszabb vonalszakasz teljes felügyelete és irányítás a diszpécser által.

A területi lefedettség és a hálózati ellátottság miatt a vasúti áruszállítás minden esetben rá- és elfuvarozást igényel. Emiatt csak a hosszabb távolságú (~150 km feletti) szállítás esetén versenyképes, intermodális szállítási lánc kialakításával. Mivel a környezetkárosító hatása alacsony, így a „zöld programok” is támogatják a vasúti áruszállítást.

Személyszállításban betöltött szerepe a nagytávolságú és agglomerációs közlekedésben jelentős, sebessége miatt ezeken a területeken versenyképes alternatívát kínálni a többi alágazattal szemben.

5.2. Vízi közlekedés

A vízi közlekedés technológiai és informatikai szempontból két részre osztható:

- folyami – más elnevezéssel belvízi (beleértve a tavi hajózást is) és
- tengeri hajózás.

A vízi közlekedés jellemzője, hogy lehetővé teszi a nagy tömegű (esetleg speciális méretű) áru nagy távolságra történő szállítását, környezetbarát módon, viszonylag alacsony fajlagos költségek mellett, azonban a többi alágazatnál lényegesen hosszabb átfutási idővel. A szállítás a közúthoz hasonló szervezeti struktúrával bonyolítható le, hasonló feladatokkal és folyamatokkal. A szállítás során alkalmazott informatikai rendszerek feladatai:

- szállítás lebonyolítása (rendelés beérkezésétől a vámkezelésen át az áru címzettig való eljuttatásáig),
- szállított áru nyomon követése,
- szállítójárművek nyomon követése,
- járművekkel az adatcsere és kommunikáció biztosítása.

Mivel a járművek útvonala jellemzően több országot érint, így mind a tengeri, mind a belvízi közlekedésben a járművek irányításához nemzetközileg szabványosított rendszereket használnak, melyek navigációs, kommunikációs és vészhelyzet kezelési funkciókat biztosítanak.

A navigációhoz a helymeghatározást biztosító rendszereket alkalmazzák, melyek jellemzően GPS alapúak. A helymeghatározó rendszerből származó adatok nem csak a navigációhoz, hanem a flottakövetéshez is felhasználhatóak..

A kommunikációt vezeték nélküli rendszerekkel bonyolítják. Belvízi hajózás esetén a mobilhálózatokra épülő megoldások alkalmazhatóak, azonban a tengeri közlekedés során, ahol ezen szolgáltatások a lefedettség hiányában nem elérhetőek, a műholdas kommunikációt alkalmazzák, melyek biztosítják a Föld teljes lefedettségét (INMARSAT, IRIDIUM, stb.).

A belvízi hajózás informatikai rendszere a RIS (River Information System), mely a hajózási személyzetnek biztosít elengedhetetlen információkat a hajózási útvonalokról, a kikötőkről, továbbá a hajóforgalom aktuális helyzetéről, GPS pontosságú adatokkal. A RIS funkciói:

Biztonság fokozása:

- navigációs szolgáltatás,
- RIS és radar adatok összevetése,
- tájékoztatás az infrastruktúráról (vízi útról, kikötőkről),
- információszolgáltatás balesetekről, veszélyes árukról.

Forgalomnedzsment:

- hozzáférés a hajók adataihoz,

- érkezési idők becslése,
- valósidejű árukövetés,
- veszélyes áruk adatainak lekérdezése.

A tengeri hajózásban a legnagyobb tengeri hajózással foglalkozó szervezet a BIMCO (**B**altic and **I**nternational **M**aritime **C**ouncil) biztosít információszolgáltatást a tengeri szállításban résztvevő partnerei számára. Fő szolgáltatásai:

- kikötői információk,
- cég információk,
- vitás esetekben való közbelépés,
- korlátozások információi,
- jég helyzet,
- technikai információk,
- biztonsági kérdések.

5.3. Légi közlekedés

A légi közlekedés az informatikai infrastruktúrával és szolgáltatásokkal legjobban támogatott alágazat, ahol a szabványosítás és egységesítés – a nemzetközi jelleg és a komplex folyamatok miatt – mindig, minden körülmények között kiemelt jelentőségű és ahol ezek a legjobban érvényesülnek. Az informatikai fejlesztések minden időszakban úttörőek voltak, és később az alágazati megoldások jelentették a kereskedelmi rendszerek alapjait. Az informatikai megoldások több szempont szerint csoportosíthatóak:

- utazási folyamat szerint (utazás előtt, utazást közvetlenül megelőzően, utazás közben és utazást követően használt rendszerek),
- szállítás tárgya szerint (személy- vagy áruszállítás),
- üzemeltető szervezet szerint (repülőtéri, légitársasági, kiszolgáló személyzeti vagy navigációs szolgáltató),
- kiszolgálás helye szerint (földi kiszolgálási és légiforgalmi rendszerek).

A fizikailag és funkcionálisan is különálló rendszerek a légiközlekedés zavartalan lebonyolítása érdekében egymással kapcsolatban állnak, meghatározott rendszerességgel adatokat osztanak meg egymással, melyeket az iparági szereplők felhasználnak. Az informatikai rendszereket több, egymástól független, megfelelő biztonsággal és redundanciával rendelkező vezetékes és vezeték nélküli hálózat kapcsolja össze. Ezen csatornákon kerülnek továbbításra a szabványosított formátumú és tartalmú üzenetek.

A légiközlekedés informatikai tárgyalása során a legfontosabb a személy és áruszállítás különválasztása, még akkor is, ha egyes esetekben ez kombinált módon zajlik egy-egy légi jármű esetén. Folyamatait tekintve más kezelést igényelnek. Azonban a személyszállításhoz kapcsolódó áruszállítás (poggyász) – az eltérő kezelési igények ellenére – az utazási lánc meghatározott pontjain együttes azonosításon megy keresztül (*utas poggyász nélkül utazhat, azonban poggyász utas nélkül nem*).

Az informatikai rendszerek döntő többségét nagy rendszerházak készítik (SITA, SABRE, Lufthansa Systems, stb.), melyek ügyfelei a légitársasági operatív szereplők (repülőterek, légitársaságok). Ezek a termékcsaládok *modulárisan épülnek fel*, biztosítva a felhasználói igényeknek megfelelő funkcionalitásbeli hozzáférhetőséget. Az adatcsere a különböző informatikai csomópontok között szabványosított formában történik, így az interoperabilitás eltérő gyártók és rendszerek esetén is biztosított..

A légi személyszállításban már terjednek azon megoldások, melyek segítségével az utazáshoz nélkülözhetetlen dokumentumok (pl. beszállójegy, poggyászejegy, stb.) már nem csak a repülőtéren, hanem otthon is előállíthatóak. Ezzel párhuzamosan olyan berendezések jelennek meg a repülőtereken, melyek már egyre kevésbé igénylik a személyzet aktív közreműködését, és a folyamatok elvégzését az utasokra bízák (pl. self check-in, stb.).

Az informatikai kapacitások maximális kihasználásához, a légitársaságokban alkalmaztak először olyan rendszereket, mely időben elkülönítve, mindig más-más légitársaság rendszeréhez való hozzáférést biztosított az operátor számára. Ezt nevezik CUTE-nak (Common Use Terminal Equipment).

5.4. Közúti közlekedés

A hozzáférés az alágazati szereplők számára leginkább a közút esetén biztosított. Ennek megfelelően számos résztvevő található, eltérő célokkal. Mivel a fejlesztések többsége eltérő módon, eltérő időszakban, egymástól koordinálatlanul történt, így széttagolt rendszerek jöttek létre, melyek sok esetben képtelenek a szinergikus együttműködésre. A közúti közlekedésben alkalmazott informatikai rendszerek csoportosíthatóak felhasználók és funkciók szerint. A legfontosabb felhasználói csoportok:

- egyéni közlekedők,
- közösségi közlekedési operátorok,
- tehergépjármű üzemeltetők,
- infrastruktúra üzemeltetők,
- hatóságok.

Funkciók szerinti bontásban megkülönböztetünk:

- tájékoztató rendszereket,
- forgalomirányító rendszereket,
- díjfizető rendszereket,
- ellenőrző rendszereket.

A közúti közlekedésinformatikai rendszerek legfőbb céljai:

- közlekedésbiztonság fokozása,
- infrastruktúra kapacitáskihasználtságának maximalizálása az irányító rendszer segítségével, igazodva az aktuális forgalmi igényekhez.

Az alágazathoz való könnyű hozzáférés miatt ez a leginkább zavarérzékeny közlekedési forma. Emiatt az infrastruktúrák üzemeltetői olyan forgalomirányító megoldásokat

alkalmaznak, melyek segítségével a zavarérzékenység csökkenthető és a szereplők esetleges hibái és annak hatásai mérsékelhetőek az irányítás által.

A közúti közlekedés legnagyobb kihívása az igények és kapacitások összerendelése. Ezt a lággy (soft) és a kemény (hard) szabályozási megoldási lehetőségek kombinálásával lehet összehangolni. Az eszközök a tájékoztatástól a díjszabályozáson át a teljes tilalomig terjednek, minden résztvevőre kiterjedően.

Az információs rendszerek működésük során összekapcsolják a telepített, infrastruktúrához, járműhöz vagy felhasználóhoz kapcsolódó adatgyűjtő és információmegjelenítő berendezéseket és a közlekedés felügyeletét és irányítását ellátó központokat a kommunikációs hálózat segítségével. A rendszerek működését nagyban támogatják a vezeték nélküli kommunikációt biztosító megoldások, továbbá az aktív és passzív adatgyűjtő berendezések, melyek emberi közreműködés nélkül is képesek nagy mennyiségű forgalmi adatot gyűjteni. Az alkalmazott megoldások az alábbi újszerű technológiákra is épülnek:

- helymeghatározás (out-door és in-door, AGPS),
- mobil adatátvitel,
- képi feldolgozás,
- NFC adatátviteli technológiák,
- járműfedélzeti hordozható berendezések.

Ellenőrző kérdések az 5. fejezethez

1. Sorolja fel a közlekedési alágazatok információs rendszerének összehasonlításához használható szempontokat!
2. Ismertesse az egyes alágazatok információs rendszerét befolyásoló tényezőket!
3. Ismertesse a vasúti közlekedés szereplőit, és nevezze meg a leggyakoribb forgalomirányítási megoldásokat!
4. Sorolja fel a folyami és tengeri hajózási információs rendszerek legfontosabb funkcióit!
5. Milyen szempontok alapján csoportosíthatóak a légi közlekedési informatikai megoldások?
6. Milyen informatikai rendszerek különböztethetők meg a közúti közlekedésben felhasználók és funkciók szerint?

6. Intelligens közlekedési rendszerek alapismeretei

Az *intelligens közlekedési rendszerek* (*Intelligent Transportation Systems - ITS*) leginkább elfogadott **definícióját** az Európai Unió 40/2010 irányelve (*ITS Direktíva*) tartalmazza: „Az intelligens közlekedési rendszerek olyan fejlett alkalmazások, melyek tényleges (emberi) intelligencia megtestesítése nélkül biztosítanak innovatív szolgáltatásokat a különböző közúti közlekedési módokhoz és forgalmi menedzsmenthez kapcsolódóan” [23].

Az *ITS* kifejezést hivatalosan 1994 óta használják. A közúti telematika (*transport telematics*) kifejezés az ITS szinonimájaként is értelmezhető, mely kifejezést Európában 1990-es évek kezdetétől használják [14], [15].

Az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások az alábbi célok eléréséhez járulnak hozzá (a felsorolás sorrendje egyben a prioritási szinteket is kijelöli) [12], [16]:

1. Közlekedésbiztonság növelése: közlekedési balesetek számának és súlyosságának csökkentése.
2. Közlekedési hálózat forgalmi hatékonyságának növelése: az összes eljutási idő, a hálózaton eltöltött idő, és a torlódások térbeli és időbeli kiterjedésének csökkentése; a helyváltoztatási döntések és igények befolyásolása, az egyéni gépjárműhasználatra vonatkozó igények csökkentése; más közlekedés módok előnyben részesítése, előnybiztosítás speciális járművek részére (pl. készenléti szervek és közösségi közlekedés járművei).
3. Üzemeltetés hatékonyságának növelése: közlekedési módok közötti hatékony munkamegosztás elősegítése, üzemeltetési költségek csökkentése, energia- és üzemanyag-felhasználás csökkenése, mobilitás és a versenyképesség fokozása.
4. Környezetvédelem: környezet- és zajszennyezés csökkentése.
5. Utazási komfort növelése: a járművezetőket és az utazókat érő stresszhatás csökkentése.

6.1. Az intelligens közlekedési rendszerekkel kapcsolatos alapfogalmak

Az intelligencia műszaki értelemben olyan eljárások összessége, mely algoritmusok formájában képezi le az emberi *döntéshozatali mechanizmust* és a hozzá kapcsolódó tudást, intelligenciát. Tágabb értelemben az ITS rendszerek a közlekedési *hálózatokon* és *járművekben* alkalmazott *információs és kommunikációs* (telematikai) *megoldások összessége*, melyek dinamikus, valós idejű (real-time) adatok alapján működnek.

ITS= informatika + kommunikáció a közlekedési hálózaton + járművekben

Az ITS rendszerekben az információkezeléshez – a „hagyományos” infokommunikációs technológiák mellett - a következő újszerű technológiák is használatosak (néhány technológia esetében a magyar nyelvű elnevezések nem terjedtek el, ezért az angol kifejezéseket használjuk):

Adatgyűjtés:

- mozgójárműves adatgyűjtés (FCD – Floating Car Data),
- szenzorok, detektorok, kamerák,
- utazói információk gyűjtése (crowd sourcing) (aktív közreműködéssel vagy passzív részvétellel működő megoldások).

Adatátvitel:

- DSRC (Dedicated Short-Range Communications),
- NFC (Near Field Communications),
- V2X kommunikáció (jármű-jármű, és jármű-infrastruktúra között),
- VANET virtuális ad hoc vezeték nélküli hálózat két vagy több jármű között, melyek ugyan azon a területen vannak.

Adattárolás, - feldolgozás:

- adatfúzió (data fusion), különböző forrásokból származó adatok „egyesítése”,
- forgalmi előrebecslések,
- napi tevékenységi és mozgásminták felvétele, elemzése.

Az ITS tárgykörbe elsősorban a közúti közlekedés területén alkalmazott információs és kommunikációs technológiák összességét értjük, azonban az ITS tárgykörébe a közlekedés összes alágazata elhelyezhető. Az ITS rendszerek részei:

- infrastruktúra elemek,
- járművek,
- forgalomirányító és mobilitás menedzsment központok,
- felhasználók által igénybe vett szolgáltatások,
- többi közlekedési alágazattal való kapcsolódást segítő alkalmazások.

Napjainkban az ITS kifejezés *kiegészült*, így már rendszereket és szolgáltatásokat is lefed. Erre utal a nemzetközi irodalomban gyakran használt ITS-S (Intelligent Transportation Systems and Services) és a TICS (Transportation Information and Control Systems) rövidítések, melyek ma már az ITS szinonimáiként értelmezhetőek.

Az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások használói/haszonélvezői az alábbi főbb csoportokba sorolhatók [16]:

- állami és önkormányzati szervek: nemzeti, regionális és helyi önkormányzatok, hatóságok,
- üzemeltetők és a közlekedési hálózatok tulajdonosai,
- flottaüzemeltetők (közösségi közlekedés és áruszállítás),
- egyéni utazók (motorizált és nem motorizált járművel közlekedők; járművezetők, közösségi közlekedés használói),
- járműgyártók,
- ipar és kereskedelem.

Az ITS rendszerekre vonatkozó legfőbb dokumentumok:

- Európai közlekedéspolitika (White Paper),
- Európai Bizottság 2009. évi „ITS Intézkedési Terve”,

- Európai Bizottság 2010. évi „ITS Direktívája”.

Az ITS rendszerek elterjedését és széleskörű használatát biztosító legfőbb szervezet az ERTICO, mely 1992 óta létezik és Magyarország 1998 óta tagja. A legfőbb hazai szakmai szervezet az ITS Hungary Egyesület, mely 2004 óta végzi tevékenységét.

6.2. Az intelligens közlekedési rendszerek csoportosítása

Az intelligens közlekedési rendszerek a következő szempontok alapján csoportosíthatóak:

- célok,
- funkciók,
- felhasználók,
- elhelyezkedés (járművön kívül / belül; mobil / immobil),
- kiterjedés,
- stb.

A rendszerek fejlődése során a különböző alkalmazásokat egymással ötvözték, így összetett (több funkciót megvalósító és különböző célok együttes elérését biztosító), integrált rendszereket alakítottak ki. A 6.1. táblázatban a rendszereket funkciók alapján csoportosítottuk, megjelölve azt is, hogy mely célok eléréséhez járulnak hozzá. A következő alfejezetekben a funkciók szerinti csoportosításban tárgyaljuk a rendszereket.

6.3. Forgalmi folyamatok kezelése

A közúti forgalmi folyamatok kezelése, más néven forgalmi menedzsment több tevékenységet foglal magában:

- a. forgalomirányítás és forgalomszabályozás (mozgó és állóforgalomra kiterjedően),
- b. forgalmi tájékoztatás,
- c. forgalmi ellenőrzés,
- d. vészhelyzet menedzsment és zavarelhárítás (készenléti szervek munkájának támogatása forgalmi oldalról),
- e. fenntartás menedzsment.

A 6.2. táblázatban összefoglaltuk a forgalmi folyamatok kezeléséhez kapcsolódó részfunkciókat, az ezeket ellátó alrendszereket és az általuk megvalósított célokat.

A forgalomirányítás (a.) elsősorban a közútkezelő társaságok, az infrastruktúra-szolgáltatók (parkolólétesítmény-üzemeltetők) és egyes esetekben az állami szervezetek feladata. A tevékenységek ellátásához széleskörű forgalmi adatgyűjtést végeznek. Az adatokat a forgalomirányító központban feldolgozzák és olyan beavatkozásokat hajtanak végre, melyek hatására – a mindenkori forgalmi, infrastrukturális és környezeti adottságok figyelembevételével – biztosítható a folyamatos és zavartalan a forgalomlebonnyolódás az általuk felügyelt infrastruktúra elemeken.

6.1. táblázat ITS rendszerek csoportosítása funkciók alapján

Célok*					Funkciók	Rendszerek
1.	2.	3.	4.	5.		
X	X	X	X	X	Forgalmi folyamatok kezelése	Forgalmi menedzsment rendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ forgalomirányító és –szabályozó rendszerek (mozgó és állóforgalomra kiterjedően), ▪ forgalmi tájékoztató rendszerek, ▪ forgalmi ellenőrző rendszerek, ▪ vészhelyzet menedzsment rendszerek, ▪ infrastruktúra fenntartás menedzsment rendszerek.
		X			Flottamenedzsment	Flottamenedzsment rendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ jármű és áru információs rendszerek, ▪ jármű-adminisztrációs rendszerek, ▪ útvonaltervező és engedélyezettető rendszerek, ▪ túlméretes és túlsúlyos járművek közlekedésére vonatkozó engedélyek kiadását biztosító rendszerek.
	X	X		X	Elektronikus díjbeszedés	Elektronikus díjfizetést támogató rendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ elektronikus infrastruktúra használati díjbeszedő rendszerek (járműfedélzeti és infrastruktúrához kapcsolódó berendezések).
X	X	X	X	X	Intelligens jármű és infrastruktúra funkciók	Intelligens járművek és járműrendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ észlelést támogató rendszerek, ▪ menetdinamikai támogató rendszerek, ▪ veszélyre figyelmeztető rendszerek, ▪ veszélyhelyzeti támogató rendszerek, ▪ kapacitás és hatékonyság növelő, ▪ járművezetői kényelmet fokozó rendszerek, ▪ ellenőrző rendszerek. Intelligens infrastruktúra rendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ tájékoztató rendszerek, ▪ veszélyre figyelmeztető rendszerek / eszközök, ▪ intelligens csomópontok.

* Célok:

1. Közlekedésbiztonság növelése
2. Közlekedési hálózat forgalmi hatékonyságának növelése
3. Üzemeltetés hatékonyságának növelése
4. Környezetvédelem
5. Utazási komfort növelése

Működési kiterjedésük alapján több szabályozási megoldás különböztethető meg:

- **Pontszerű (lokális) szabályozás:** egy-egy kisebb területre fókuszáló megoldás, mely önállóan, más rendszertől / behatástól függetlenül – akár szigetszerűen – működik, egy-egy tevékenységre koncentrálna. *Pl. jelzőlámpával szabályozott gyalogos átkelőhely, gyalogos nyomógommbal.*
- **Csomóponti szabályozás:** a közlekedési hálózat egy-egy különálló csomópontjaiban alkalmazott megoldások, melyek lokálisan, az adott csomópontban járulnak hozzá a közlekedésbiztonság növekedéséhez a rendelkezésre álló kapacitás, az igényeknek megfelelő dinamikus felosztásával.

Pl. csomóponti sávkiosztást szabályozó rendszer, forgalmi igényekhez igazodó jelzőlámpás csomópont, stb.

- **Vonali szabályozás:** egy-egy hosszabb infrastruktúraelemre – szakaszra – vonatkozó szabályozási megoldás. Jellemzően gyorsforgalmi úthálózatokon alkalmazott rendszerek, melyek a sebességszabályozás és további tilalmak dinamikus szabályozásával biztosítják a forgalmi szempontból hatékony kapacitáskihasználást. Városi környezetben is alkalmaznak ilyen rendszereket, hosszabb, a közforgalmú közlekedés által igénybe vett szakaszokon. Ilyen esetekben a szabályozás segítségével lehetőség van a közforgalmú közlekedésben résztvevő járművek számára az előnybiztosításra, mely által a menetrendszerű közlekedés pontossága növelhető. *Pl. vonali sebességszabályozás, előzési tilalom, előnybiztosítás, stb.*

6.2. táblázat A forgalmi folyamatok kezelése funkcióknak és a kapcsolódó rendszereknek a további felbontása

Célok*					Részfunkciók	Alrendszerek		
1.	2.	3.	4.	5.				
X	X	X	X	X	Forgalmi folyamatok kezelése	Forgalmi menedzsment rendszerek	Forgalomirányító és –szabályozó rendszerek (mozgó és állóforgalomra kiterjedően): <ul style="list-style-type: none"> ▪ forgalomfelügyeleti, forgalomirányító és előnybiztosító, tájékoztató / beavatkozó és tájékoztató rendszerek, ▪ forgalomszervezést támogató rendszerek (döntéstámogatás üzemeltetőknek, útmeteorológiai és környezeti állapotot megfigyelő rendszerek), ▪ dinamikus infrastruktúra használati díjat szabályozó rendszerek (útdíj és parkolási díjat szabályozó rendszerek, HOV, HOT sávok, stb). 	
	X		X	X			b. Forgalmi tájékoztatás	Forgalmi tájékoztató rendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ forgalmi információs rendszerek (torlódás, baleset, stb.), ▪ parkolás információs rendszerek, ▪ ko-modális forgalmi információs rendszerek.
X							c. Forgalmi ellenőrzés	Forgalmi ellenőrző rendszerek: sebesség, sávhasználat, tengelyterhelés, útvonal, útdíj, rakomány, stb. <ul style="list-style-type: none"> ▪ megállítást nem igénylő rendszerek. ▪ megállítást igénylő rendszerek.
X	X	X					d. Vészhelyzet menedzsment és zavarelhárítás	Vészhelyzet menedzsment rendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ forgalmi menedzsment tervek, ▪ előnybiztosító rendszerek.
		X					e. Fenntartás menedzsment	Infrastruktúra fenntartás menedzsment rendszerek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ forgalmi adatokat elemző rendszer, ▪ útburkolat elhasználódását előrejelző rendszer, ▪ üzemeltetést támogató és fenntartást előrejelző rendszer.

- Hálózati szabályozás: több útszakasz együttes szabályozása, a forgalom egyenletes szétosztása érdekében. Alkalmazható a teljes gyorsforgalmi úthálózaton, amennyiben rendelkezésre állnak a főirányokat összekötő azonos rangú infrastruktúra elemek, valamint városi környezetben is. Utóbbi esetben ez jellemzően hálózati szempontokat előtérbe helyező dinamikus jelzőlámpaszabályozást jelent. *Pl. városi úthálózat szabályozása jelzőlámpákkal, közlekedési folyósok forgalomszabályozása, stb.*

A forgalomirányítás a helyváltoztatási lánc teljes egészére kiterjed, így a parkolás-szabályozás is részét képezi. Az egyéni járműhasználatot jelentősen befolyásolja a parkolóhelyek rendelkezésre állása. A forgalomszabályozás további feladata, hogy a parkoláshoz kapcsolódóan összerendelje az igényeket és a korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló kapacitásokat. Ehhez hálózati szabályozási megközelítést alkalmazva lehetőség nyílik a felhasználói és üzemeltetői igények együttes kielégítésére (minimális gyaloglási távolság, egyenletes kihasználtság, stb.).

A forgalomirányítás feladata a közlekedési igények és azon belül a kereslet befolyásolása. Ennek egyik lehetősége az infrastruktúra használati díjak szabályozása vagy a felhasználási feltételek (bizonyos felhasználói kör számára engedélyezett) szigorítása. Az igénybefolyásolás érdekében mind az állóforgalomra, mind a mozgóforgalomra vonatkozóan kialakíthatók olyan rendszerek, melyek díjfizetés vagy speciális feltételek teljesítése ellenében vehetők igénybe, és a díjak dinamikusan változnak az aktuális forgalomnak és időszaknak megfelelően.

A kommunikációs és forgalomirányítási szolgáltatások fejlődésével a jövőben a közútkezelőknek a járművek egyenkénti irányításával lehetőségük lesz a rendszeroptimum elérésére. Így a hálózaton az utazási idők kiegyenlítődnek, és javul a hálózati forgalomlebonnyolódás.

A forgalmi tájékoztatás (b.) feladata, hogy közlekedési és forgalmi információkkal lássa el a közúti közlekedési hálózat használóit a helyváltoztatási lánc egészére vonatkozóan (a járműhöz vezetéstől, a parkoláson át, a járműtől elvezetésig) az utazást megelőzően és utazás közben is. Az információk vonatkozhatnak forgalmi, hozzáférési és egyéb tartalmakra is, mely a forgalomlebonnyolódáshoz vagy ahhoz kapcsolódóan tartalmaz információkat. A szolgáltatás fejlettségétől függően historikus, aktuális és előre jelzett valamint a tervezett forgalmi eseményekre vonatkozó adatok is elérhetőek.

A személyi végberendezésekhez kapcsolódó technológiai fejlődést a szolgáltatók is kihasználják. A támogató technológiákat felhasználva a tájékoztatási funkciókat kínáló megoldások köre folyamatosan bővül (applikációk, újabb tartalmak, kétirányú adatáramlást, stb.).

A forgalmi ellenőrzés (c.) feladata a járművek, rakományuk és a járművezetők valamint a közlekedési szabályok betartásának ellenőrzése. Ehhez felhasználnak automatikusan (megállítást nem igénylő) és manuálisan működő (megállítást igénylő) rendszereket. Megkülönböztethetünk városi és gyorsforgalmi úthálózaton alkalmazott, továbbá személygépjárművekre és tehergépjárművekre vonatkozó megoldásokat. Az ellenőrzés

célja a szabályok betartásának kikényszerítése és a bírságolás. Vannak olyan szabályok, melyek a közlekedésbiztonságot szolgálják (pl. sebességkorlátozás, biztonsági öv használata, vezetési idők, stb.), és vannak olyanok, melyek a környezet és infrastruktúra védelmét, épségének fenntartását szavatolják (TGK behajtási tilalom, ösztömeg korlátozás, stb.).

A korszerű, automatikusan működő rendszerek gyakran ugyan azokat az adatgyűjtő berendezéseket és rendszereket használják, mint amit a forgalomirányításhoz is használnak. Az ellenőrző rendszer a videós képfeldolgozás segítségével felismeri a szabálytalankodó járműveket, azonosítja őket, és továbbítja a mért adatokat az illetékes szerveknek. A leggyakoribb ellenőrző rendszereket a következőkben foglaltuk össze.

Megállítást nem igényelő rendszerek:

- sebességellenőrző rendszerek (keresztmetszeti és szakasz sebességmérés),
- szabályos infrastruktúrahazsnálatot ellenőrző rendszerek (útvonal és sávhasználat, parkolás, behajtás, piros jelzésen történő áthajtás, stb.),
- mobiltelefon-használat ellenőrzése.

Megállítást igénylő rendszerek:

- tengelysúly-mérő rendszerek (létezik megállítást nem igénylő változata is - WiM),
- vezetési időket ellenőrző rendszer (tehergépjármű-vezetők ellenőrzésére),
- véralkoholszintet ellenőrző rendszerek (alkoholszonda),
- károsanyag-kibocsajtást ellenőrző rendszer
- rakomány ellenőrző rendszer.

A vészhelyzet menedzsment (d.) során a forgalomirányító központ a készenléti szervekkel összehangoltan, munkájuk megkönnyítése, és a további közlekedésbiztonsági problémák elkerülése érdekében speciális forgalomszabályozási feladatokat hajt végre. Ennek keretében *városi környezetben* vezérli a forgalomirányító jelzőlámpákat, hogy a megkülönböztető jelzést használó jármű gyorsabban és kisebb feltartóztatást okozva haladhasson át a csomópontokon. *Gyorsforgalmi úthálózaton* dinamikus sávszabályozást alkalmaznak, hogy a készenléti szervek járművei minimális feltartóztatással haladhassanak.

A következő években a vészhelyzetek bejelentése a jelenleginél jóval egyszerűbb, könnyebb és hatékonyabb lesz az ún. e-Call rendszer bevezetésével és széleskörű elterjedésével. Az e-Call az automatikus vész hívó rendszer érzékeli a jármű szenzorainak adatait és ütközés vagy egyéb fizikai behatás esetén (pl. légzsákok kinyílása esetén) a GSM hálózaton keresztül automatikusan riasztást küld a segélyhívó központba. Az automata hívás tartalmazza a járműfedélzeti berendezésekből származó adatokat, plusz a jármű pontos GPS koordinátáit is, így felgyorsítva és megkönnyítve a mentést. Vész hívás manuálisan is kezdeményezhető.

A vészhelyzet menedzsmenthez a felhasználók forgalmi tájékoztatása is hozzátartozik, hogy elkerüljék a másodlagos (pl. ráfutásos) baleseteket. Tájékoztatáshoz ugyan azok a csatornák és megoldások használhatóak, mint a forgalmi információszolgáltatásnál.

A közútkezelők a vészhelyzet menedzsment és a zavarelhárítás során úgynevezett forgalmi menedzsment terveket használnak. Ezek a tervek forgalomszabályozásra és forgalmi tájékoztatásra felhasználó előre meghatározott intézkedések gyűjteménye a különleges forgalmi szituációkra vonatkozóan (pl. baleset, szükséghelyzet, terelés, stb.).

Infrastruktúra fenntartás menedzsment olyan alkalmazások összességét jelenti, mely a forgalmi folyamatok figyelemmel kíséréte mellett folyamatosan elemzi az infrastruktúraelemek elhasználódását, így segítségével tervezhetővé válnak a fenntartási és felújítási tevékenységek. Jelentős szerepe van a nagy forgalmú, kritikus infrastruktúra elemek esetén.

6.4. Flottamenedzsment

A közlekedésszervezés és -irányítás kiemelt fontosságú feladata olyan megoldások fejlesztése, melyek alkalmazhatóak a járműflották irányításához, illetve a járművek közlekedésének megtervezéséhez. A flottamenedzsment rendszerek biztosítják ezen funkciókat, továbbá személyzetvezénylési funkciókat is elláthatnak.

A flottamenedzsment rendszerek használói a nagyobb járműflottával rendelkező, szállítási és a szállítással összefüggő szervezési munkát végző társaságok. Az informatikai rendszerek mindhárom vezetési szintet (stratégiai, taktikai és operatív) ellátják a szükséges információkkal, azonban leginkább a taktikai és operatív szinten használják. Az alábbi folyamatok elvégzését támogatják:

Helyváltoztatási folyamatot megelőzően:

- kereslet-kínálat összerendelése,
- jármű és személyzetbeosztás tervezés,
- útvonaltervezés és útvonal engedélyeztetés,
- diszpozíciókészítés,
- kapacitásstervezés.

Helyváltoztatási folyamathoz kapcsolódóan:

- járműirányítás,
- kapacitás-változtatás,
- útvonal-irányítás,
- ellenőrzés (személyzet, jármű és áru).

Helyváltoztatási folyamatot követően:

- teljesítmény elszámolás,
- utólagos adminisztráció.

Az alkalmazott rendszerek kialakítása és az általuk felkínált szolgáltatások gyártónként és felhasználói vállalatokként jelentősen különbözik. A flottamenedzsment rendszerek főbb funkciói:

Jármű és áru információs szolgáltatások: Az áru fuvarozásban összefoglalóan e-Freight rendszerek, melyek információkat biztosítanak a járművek és a hozzájuk kapcsolódó

áruk aktuális helyzetéről és állapotáról (minőségi információk pl. hűtött áru esetén annak pillanatnyi hőmérséklete). Mindezen információkat az e-Freight rendszer megosztja a megrendelővel is, aki így akár valós időben követheti a feladott áru aktuális pozícióját és állapotát. A megoldás lehetőséget kínál mind a megrendelőnek, mind a szállító vállalatnak, hogy szükség esetén beavatkozzanak (pl. hűtőtér hőmérsékletének emelkedése, stb.). Személyszállításához kapcsolódóan a járműkövetési funkcióját használják ezen rendszereknek. Segítségükkel a tervezett menetrendtől való eltérés azonosítható és ez alapján információk továbbíthatóak a felhasználók számára. Továbbá a diszpécseri személyzet ezen információk alapján tud beavatkozni.

Jármű-adminisztrációs szolgáltatások: jármű teljesítmény vezetése, kimutatások készítése a kihasználtságról és egyéb mutatókról a felső vezetés számára, valamint a tervszerű megelőző karbantartások és egyéb hatósági szemlék tervezése. A rendszerek lehetőséget biztosítanak a járműszámlák kezelésére is.

Útvonaltervezés és engedélyeztetés: Méretüknél és össztömegüknél fogva az áruszállító járművek közlekedésére külön jogszabályok vonatkoznak, csak a számukra kijelölt útszakaszokon közlekedhetnek. Az útvonaltervező rendszerek a bejárandó útvonal pontjainak ismeretében, a felhasználók által meghatározott célfüggvény alapján állítják össze az útvonalat, a korlátozások figyelembe vételével. Amennyiben engedélyköteles infrastruktúrát használnak, ezen rendszerek elvégzik az engedélyeztetéshez szükséges adminisztratív teendőket is.

6.5. Elektronikus díjbeszedés

A közúti közlekedésben a *forgalomszabályozás egyik módja* az infrastruktúra használatáért fizetendő díj bevezetése. A díjfizetés kezdetben manuális volt, majd ezt felváltották az elektronikus díjfizetési megoldások. Ezáltal a fizetési folyamat felgyorsult, így a forgalmi zavartatás kisebb lett és a forgalomlebonnyolódás hatékonyabbá vált.

Napjainkban már szinte csak elektronikus díjfizetési rendszerek használatosak. Céljuk a díjak gyors, egyszerű, kényelmes, készpénzmentes megfizetése a forgalom zavartatása nélkül. Előnyük hogy változatos, a közlekedéspolitikai célokat jobban tükröző díjstruktúra vezethető be.

A fizetendő infrastruktúrahaználási díjak a tarifarendszer összetettségétől függően jellemzően az alábbi tényezőktől függenek:

- járműosztály (tengelyszám, össztömeg),
- környezetvédelmi besorolás,
- igénybe vett infrastruktúraelem,
- időszak.

A díjfizetés alapja lehet

- átalányalapú,
- időalapú (óradíjas) vagy
- távolságalapú, a megtett távolsággal arányos.

Az igazságos teherviselés érdekében az útdíjknál ma már a távolságalapú díjfizetést alkalmazzák, és a nemzetközi környezet is ennek használatát szorgalmazza.

Kialakítástól függően megkülönböztetünk nyílt és zárt díjfizetési rendszereket, míg fizetés alapján előzetes (pre paid) és utólagos (post paid) fizetésű megoldásokat. A matricás díjfizetést leszámítva mindegyik rendszernél alkalmazható az előzetes és utólagos fizetés is.

Nyílt díjfizetési rendszer: szabad infrastruktúrahaszálat, a díjköteles infrastruktúraelemet fizikailag nem különítik el. A belépés és a kilépés szabadon, bármely csomópontnál megvalósítható. Az infrastruktúrahaszálat azonosítása a pálya bármely keresztmetszetében lehetséges, elszámolása átalány rendszerű.

Nyílt rendszereknél az alábbi díjfizetési megoldások használatosak:

- (e)-Matricás díjfizetés: előre fizetett átalánydíj, mely ellenőrzése rendszám alapján történik.
- Díjkapus díjfizetés: a díjköteles infrastruktúraelem meghatározott pontjain díjkapukat állítanak fel (lehet elektronikus vagy személyzettel ellátott), ahol a használati díj kiegyenlíthető (elektronikus esetben az elszámoláshoz a használat ténye kerül azonosításra).
- Automatikus díjfizetés: járműfedélzeti berendezések segítségével az útvonalat rögzítik és a használat ténye alapján valósul meg a díjfizetés.

Zárt díjfizetési rendszer: a díjköteles infrastruktúraelemet fizikailag elkülönítik az ingyenesen használható infrastruktúrától. Így a használókat a be- és kilépési pontokon azonosítják. Ennek értelmében a fizetendő díjat a megtett távolság és/vagy az infrastruktúraelemen eltöltött idő alapján határozzák meg. Ezen rendszerek üzemeltetése a nyílt rendszerekhez képest drágább, így ma már inkább a nyílt rendszereket telepítik.

Zárt rendszereknél az alábbi díjfizetési megoldások különíthetőek el:

- Díjkapus díjfizetés: nyílt rendszerhez hasonlóan.
- Automatikus díjfizetés: járműszámlák kezelése (a díjgyűjtő vállalat vagy ún. bevallási közreműködő beiktatásával), melyhez az infrastruktúrahaszálat hozzárendelése történhet a rendszám vagy járműfedélzeti berendezések segítségével.

Mind a nyílt, mind a zárt rendszer alkalmazható városi és gyorsforgalmi környezetben is.

Az elektronikus díjfizetési rendszereknek a *forgalom zavartatása* nélkül, megbízható műszaki, jogi és gazdasági háttér mellett kell megvalósítania a díjszedést, az alábbi követelmények kielégítésével:

- A díjfizetési folyamat automatikus és gyors végrehajtása, még az alkalmi úthasználók részére is.
- Sebességtől független, minden forgalmi és környezeti körülmény esetén elérhető működés (oszlopban haladás, előzés, torlódás, hó, eső, stb.).
- Támogassa az ellenőrzési és szankciós funkciókat.

- Teljes hálózaton alkalmazható legyen.
- Biztonsági igényeket elégítse ki (zavarhatatlanság, manipulálhatatlanság, stb.).
- Feleljen meg az adatvédelmi előírásoknak.
- Támogassa az interoperabilitást, a kölcsönös átjárhatóság érdekében (különböző országokban, az eltérő rendszereket is lehessen ugyanazokkal a berendezésekkel használni).

Az elektronikus díjbeszedő rendszerek működéséhez a díjfizetési rendszer kialakításától függően szükségesek járművön belüli és / vagy járművön kívüli (útmenti) eszközök:

Járművön belüli eszközök:

- *(e)-Matrica* (hagyományos „papír” alapú vagy virtuális, mely egy optikailag leolvasható kódot tartalmaz, ellenőrzéshez külső infrastruktúra és központi adatfeldolgozás szükséges; virtuális matrica esetén csak a rendszám kerül rögzítésre egy központi rendszerben).
- *Elektronikus matrica* – „tag” (előre programozott kódot tartalmaz, mely digitálisan olvasható ki, ellenőrzéshez külső infrastruktúra és központi adatfeldolgozás szükséges).
- *Járműfedélzeti eszköz* (aktív vagy passzív jeladó, mely kapcsolatot létesít a külső infrastruktúrával, így regisztrálva a jármű áthaladását egy-egy keresztmetszeten).
- *Járműfedélzeti berendezés* – OBU (saját adatgyűjtő, feldolgozó, tároló és kommunikációs egységgel, mely folyamatosan regisztrálja a jármű útvonalát és ezt meghatározott időnként továbbítja a központba, előnye, hogy útmenti infrastruktúrát nem igényel).

Útmenti eszközök:

- *Díjkapuk*, melyek egy-egy keresztmetszetben elhelyezkedő portálszerkezet, számos kommunikációs, azonosító és adatfeldolgozó berendezéssel felszerelve, melyek számos funkciót ellátnak:
 - rendszámleolvasást és járműazonosítást végeznek,
 - kommunikálnak a járműfedélzeti eszközökkel,
 - korlátozott adatfeldolgozást hajtanak végre,
 - kommunikálnak a központi berendezéssel.
- *Útburkolatba épített érzékelők* (detektorok).

Díjfizetés ellenőrzése két fő csoportba sorolható:

- Helyszíni ellenőrzés: jármű megállítással (kombinált ellenőrzés), mely során rendszerkialakítástól függően
 - ellenőrzik a használati jogosultságot igazoló matrica meglétét, vagy
 - a jármű rendszámának meglétét a központi adatbázisban, vagy
 - a járműfedélzeti berendezés üzemzerű működését.
- Központi ellenőrzés: utólagosan, a telepített ellenőrzést végző berendezésekből és a központi rendszerből származó adatok alapján:
 - a jármű rendelkezett-e a pályahasználati jogosultsággal (matrica ki volt-e ragasztva, rendszám szerepel-e az adatbázisban) és/vagy

- a járműfedélzeti berendezések megfelelő adatokat küldenek-e.

6.6. Intelligens jármű és infrastruktúra funkciók

Az időbeli kialakulását tekintve két csoport különböztethető meg:

1. intelligens járművek és járműrendszerek,
2. intelligens infrastruktúra rendszerek.

6.6.1. Intelligens járművek és járműrendszerek

Az *intelligens járművek és járműrendszerek*, olyan megoldások, melyek a járművekbe épített – az emberi feldolgozásnál – fejlettebb (gyorsabb, nagyobb számítási kapacitással rendelkező, stb.) érzékelő és beavatkozó rendszerek segítségével az alábbi célok együttes vagy akár önálló elérését támogatják:

- *Közlekedésbiztonság növelése (aktív biztonsági rendszerek*, melyek a balesetek megelőzésére koncentrálnak, a balesetveszélyes helyzetek korai felismerésével).
- *Rendelkezésre álló közlekedési infrastruktúra magasabb kihasználtsága* (járművek közötti követési távolság lecsökkentése a fejlett járművezetést támogató megoldások segítségével).
- *Utazási kényelem növelése* (járművezetői funkciók vagy akár a teljes járművezetés átvállalásával).
- *Járművezetési hatékonyság növelése és a környezeti terhelés csökkentése* (a forgalmi és infrastrukturális körülményeknek megfelelően a hatékony és takarékos üzemanyag-felhasználás által).

Ezen célok elérését különböző szintű *beavatkozásokkal* biztosítják a rendszerek, melyek a tájékoztatástól a járművezetés teljes átvállalásáig terjednek. Az *intelligens megoldások* alatt műszaki értelemben olyan rendszereket értünk, melyek *önálló döntéshozatali képességgel* és az *emberi beavatkozáshoz hasonló reakciót* biztosítanak. Az intelligens járműrendszerek a beérkező adatok alapján a *lehetséges veszélyforrásokat azonosítják*, azonban az erre adott reakciójuk és a beavatkozásuk mértéke az alkalmazástól függ. Az alábbi *beavatkozási fokozatokat* különböztetjük meg:

- Veszélyforrás azonosítása és erről a járművezető tájékoztatása (csak tájékoztatás).
- Veszélyforrás azonosítása és a veszélyhelyzet elkerüléshez szükséges járművezetői magatartásáról a járművezető tájékoztatása (tájékoztatás + javaslat).
- Veszélyforrás azonosítása és kritikus (balesetveszélyes) helyzet esetén beavatkozás a járművezetési folyamatba.
- Járművezetési funkciók átvállalása, járművezető tehermentesítése (ezek lehetnek kritikus és nem kritikus – ún. kényelmi – megoldások, melyek a járművezető igényeinek megfelelően aktiválhatóak).
- Teljes járművezetés átvállalása.

A biztonsági rendszerek elterjedésének legjelentősebb kihívásai a *jogi és felelősségi kérdések* meghatározása. Ugyanis a működést minden körülmények között garantálni kell, illetve a járművezetőt tájékoztatni kell, ha a rendszerek bizonyos funkciói valamilyen hiba miatt nem elérhetőek. A *biztonsági és járművezetési funkciók átvállalásának* egyik jelentős kérdése, hogy az hosszabb távon hogyan hat a járművezetők vezetési képességeire. A folyamatos használat hatására a járművezetők hozzászoknak a kényelemhez, és ennek következtében romolhatnak reflexek, a helyzetfelismerés és a vészhelyzet-kezelés. Ezek a problémák egy-egy vészhelyzet során, – amikor a funkciók valamilyen hiba miatt nem működnek vagy nem elérhetőek – kerülnek napvilágra. Ezt elkerülendő a biztonsági és járművezetési funkciókat átvállaló rendszereket csak akkor építhetők be egy-egy járműbe, ha azok működése minden körülmény között garantálható. Emiatt a fejlesztések időszükséglete és költségigénye jelentős. A jelentős költségek miatt a járművezetői és biztonsági funkciókat átvállaló megoldások kezdetben szinte csak és kizárólag a luxusjárművekben voltak jellemzőek, azonban a technika fejlődésével és a költségek csökkenésével már a felső és középkategóriás járművekben is elérhetőek.

A járművekben és a járműszerelvények esetén alkalmazott intelligens jármű rendszereket funkciójuk alapján a 6.3. táblázatban szereplő kategóriákba sorolhatjuk.

Észlelést támogató rendszerek: járművezetőt, a vizuális észlelésben támogató rendszerek, melyek az emberi szem által nem érzékelt hullámhossz tartományban is képesek felismeri a tárgyakat, jelenségeket speciális szenzorok segítségével (pl. éjszaka, infravörös kamerák segítségével).

Menetdinamikai támogató rendszerek: üzemi körülmények között vagy vészhelyzet esetén aktiválódó rendszerek, melyek biztosítják a járművek stabilitását és kormányozhatóságát, így elkerülve a jármű feletti uralom elvesztését. Ezen megoldások különböző beavatkozásokat hajtanak végre együttesen vagy külön-külön a kormány-, hajtás-, fékrendszerben, így stabilizálva a járművet.

6.3. táblázat Intelligens jármű rendszerek csoportosítása funkciójuk alapján

Funkciók	Rendszerek
<u><i>Észlelést támogató rendszerek</i></u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Látást segítő rendszerek ▪ holtterfigyelő rendszerek ▪ jelzőtábla felismerő rendszerek ▪ járművezetői éberséget figyelő rendszerek
<u><i>Menetdinamikai támogató rendszerek</i></u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ blokkolásgátló ▪ elektronikus fékerő elosztó ▪ kipörgés gátló
<u><i>Veszélyre figyelmeztető rendszerek</i></u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sávelhagyás figyelmeztető rendszer és sávváltást támogató rendszer ▪ ütközésérzékelő és elkerülő rendszer ▪ C-ITS rendszerek (kooperatív rendszerek), melyek felhasználják a v2i (jármű-infrastruktúra), V2V (jármű-jármű) és a VANET kommunikációs technológiákat

<u>Veszélyhelyzeti támogató rendszerek</u>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ ütközésérzékelő és elkerülő rendszer ▪ ütközés esetén aktiválódó utasvédelemi rendszer (passzív biztonsági rendszer) ▪ elektronikus segélyhívó rendszer (E-call)
<u>Kapacitás és hatékonyság növelő rendszerek</u>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ adaptív sebesség és távolságtartó rendszerek ▪ járműszerelvények mozgását összehangoló rendszerek ▪ váltásesedékesség-jelző rendszer ▪ (vezető nélküli járművek)
<u>Járművezetői kényelmet fokozó rendszerek</u>	<u>Kényelmi rendszerek</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ adaptív fényszóró-vezérlő rendszer ▪ szervokormány sebességfüggő rásegítéssel ▪ csapadékérzékelő automatikus ablaktörlő ▪ head-up display ▪ beszédfelismerő rendszer, parancsok megadására
	<u>Járművezetői tevékenységet támogató rendszerek</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sávtartó rendszer ▪ előző járművet automatikusan követő rendszer ▪ stop-and go rendszer ▪ parkolást támogató rendszer
<u>Ellenőrző rendszerek</u>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ digitális menetíró rendszer ▪ fogyasztás- és károsanyag-kibocsátás ellenőrző rendszer ▪ fedélzeti járműdiagnosztikai rendszerek

Veszélyre figyelmeztető rendszerek: járművezetés során, a lehetséges veszélyforrásokra hívja fel a járművezető figyelmét vizuális, akusztikus vagy egyéb ingerek kiváltásával. Megoldástól függően ezen rendszerek összekapcsolásra kerülnek a vészhelyzeti támogató rendszerekkel (lásd következő pont), annak érdekében, hogy a jármű a kialakult veszélyhelyzetet feloldja vagy a balesetet elkerülje.

Veszélyhelyzeti támogató rendszerek: olyan megoldások, melyek vészhelyzet alkalmával (pl. balesetveszélyes helyzet, baleset bekövetkezte) aktiválódnak, amennyiben a járművezető a veszélyre való figyelmeztetés estén nem avatkozott be, vagy neki erre már nincs lehetősége. Ezek lehetnek járműhöz vagy infrastruktúrához esetleg mindkettőhöz kapcsolódó rendszerek.

Kapacitás és hatékonyság növelő rendszerek: biztosítják az útpálya kapacitásának jobb kihasználását és az üzemanyag hatékonyabb felhasználást azáltal, hogy harmonizálják a sebességet, illetve figyelmeztetik a járművezetőt a helyes járművezetési magatartásra. A megoldások elsősorban a jármű hajtás- és fékrendszerébe avatkoznak be.

Járművezetői kényelmet fokozó rendszerek: a járművezetést támogató kényelmi megoldások, melyek bizonyos mértékig átvállalnak egyes járművezetési tevékenységeket is.

Ellenőrző rendszerek: a járművezető és a jármű ellenőrzését biztosító megoldások, melyek segítségével a járművek működése nyomon követhető és utólagosan elemezhető, továbbá segítségükkel a diagnosztikai funkciók is elérhetőek.

6.6.2. Intelligens infrastruktúra rendszerek

Intelligens infrastruktúra rendszerek fejlett, infrastruktúrához kötött forgalmi adatszolgáltatási megoldásokat jelent, mely feltételezi és igényli is az intelligens járművek létezését. A kooperatív intelligens közlekedési rendszerek (C-ITS) része. Az intelligens infrastruktúra széleskörű forgalmi adatgyűjtést tesz lehetővé. A feldolgozott adatok az infrastruktúrához kapcsolódó kis teljesítményű, rövid távú kommunikációs rendszerek segítségével jutnak el a járművekhez. Ezen kommunikációs megoldások gyűjtő elnevezése az I2V (infrastruktúra-jármű infrastructure to vehicle) kommunikáció, mely lehet egy- vagy kétirányú, és számos technológiát magában foglalhat (pl. infra, RFID, WiFi, Bluetooth, stb.). *Az ilyen infrastruktúra elemek intelligenciáját a telepített adatgyűjtő és kommunikációs rendszerek biztosítják.* Ezek, az elhaladó járművekkel való kommunikáció révén a hagyományos adatgyűjtő berendezéshez képest jóval több paramétert rögzítenek. Segítségükkel a forgalmi állapotokról pontosabb információk állnak rendelkezésre, mely hatására a forgalmi menedzsment üzemeltetői és felhasználói oldalról is hatékonyabbá válik a közúti közlekedés minden területén (városi és gyorsforgalmi úthálózat).

Az infrastruktúra felől a járműnek továbbított információk feldolgozása a járművekben történik meg, a fedélzeti számítógép segítségével. Az ellenirányú információkat a forgalomirányító központ dolgozza fel. Néhány példa a továbbított adatokra és információkra:

- Infrastruktúra felől a jármű felé továbbított információk:
 - adott útszakaszra vonatkozó forgalmi információk,
 - jelzőlámpák státuszai, és az aktuális jelzéseképe hozza,
 - közelben elérhető parkolólétesítmények, és az aktuális szabad férőhelyek száma,
 - baleset, sávjárás.
- Jármű felől az infrastruktúra felé továbbított információk:
 - pozíció, sebesség és irány adatok,
 - jármű státusz adatok,
 - útvonal adatok,
 - diagnosztikai adatok.

Európában az első, nagyobb kiterjedésű intelligens infrastruktúra rendszert kísérleti jelleggel 2012-ben alakították ki Bécsben. Bővebb információt a következő honlapon lehet találni: <http://www.testfeld-telematik.at/demo-its2012-en.html>.

Az intelligens jármű és infrastruktúra rendszerekhez hozzátartozik a V2V jármű-jármű kommunikáció azon formája, amikor kommunikációs központ nélkül „ad hoc” módon cserélnek adatokat a járművek. Ez az úgynevezett járművek közötti virtuális ad hoc hálózat (VANET), melynek különösen nagy jelentősége van a biztonsági információk megosztásában.

A közeljövőben az intelligens járműrendszerek hatására az egyéni közlekedés jelentős átalakulása várható. Az *emberi beavatkozást nem igénylő járművek* jelentősen növelik a

közlekedésbiztonságot, továbbá mobilitást és a mobilitás iránti igényt is, mivel az egyéni gépjárműhasználat olyanok számára is elérhetővé válik, akik korábban még jogosítvánnyal sem rendelkeztek. Az adatgyűjtés és a hozzá kapcsolódó kommunikációs megoldások a forgalomirányítás számára jelentenek előrelépést az egyre több és pontosabb forgalmi adat rendelkezésre állásának köszönhetően. Ezáltal a beavatkozások forgalmi szempontból hatékonyabbá válnak, a rendelkezésre álló kapacitások még jobban kihasználhatóak, így javul a forgalomlebonylódás és a közlekedésbiztonság.

Ellenőrző kérdések a 6. fejezethez

1. Melyek az intelligens közlekedési rendszerek céljai?
2. Melyek az intelligens közlekedési rendszerek felhasználói csoportjai?
3. Milyen szempontok alapján csoportosíthatóak az intelligens közlekedési rendszerek?
4. Milyen részfunkciók kapcsolódnak a forgalmi folyamatok kezeléséhez?
5. A forgalomirányításban kiterjedésük alapján milyen szabályozási megoldásokat különböztetünk meg?
6. Sorolja fel az elektronikus útdíjgyűjtéshez kapcsolódó útmenti és járművön belüli berendezéseket!
7. Az útdíjfizetés ellenőrzésére milyen lehetőségek vannak?
8. Milyen beavatkozási fokozatok terjedtek el az intelligens járműveknél?
9. Sorolja fel az intelligens járműrendszereket funkciójuk alapján megkülönböztetve!

7. Személyközlekedési informatika

Az embereknek a távolságok leküzdése iránti igénye folyamatosan fokozódik. Egyrészt alaprendszeri szinten a személyek fajlagos helyváltoztatási teljesítménye, másrészt információs rendszeri szinten az egységnyi teljesítményhez tartozó kezelt információmennyiség növekszik. Egyúttal az információkezelés térbeli kiterjedtsége is az alapfolyamat térbeli kiterjedéséhez illeszkedik.

A helyváltoztatások különböző személyközlekedési alrendszerekben, különböző módokon, eltérő eszközökkel, stb. valósulnak meg. Mivel a helyváltoztatás során az utazó számára az alrendszeri elkülönülés hátrányos, ezért a teljes személyközlekedési rendszer a multimodális összetevők egységében vizsgálendő, fejlesztendő. Mindehhez az alrendszerek közötti átjárhatóság, együttműködés kialakítása, vagyis integráció szükséges, ami – az alaprendszerek és technológiájuk fejlesztésén túl – a térben kiterjedt információs, telematikai rendszerek integrációjával érhető el [8].

Az egyes helyváltoztatási igények elsősorban a következő kérdésekre adott válaszokkal jellemezhetők: ki, mikor, honnan-hová, milyen kényelmi (vagy egyéb) szempontok figyelembevételével szándékozik utazni, stb. Az említett jellemzőkkel leírt igények a kapacitások (hálózati, jármű, stb.), a pillanatnyi körülmények (pl. forgalmi helyzet) és nem utolsósorban a rendszer használatáért (pálya, jármű, stb.) fizetendő díj figyelembevételével elégíthetők ki. Ennek megfelelően adódnak az információkezelési fő funkciók:

- igénykezelés
(a felhasználói igények és a rendelkezésre álló kapacitások egymáshoz rendelése),
- a helyváltoztatási folyamatoknak az irányítása
(a közlekedési rendszeren belüli és kívüli tényezők, hatások, állapotok, stb. szerint),
- díjak beszedése az üzemeltető (szolgáltatást nyújtó) társaságok számára.

Ezen funkciók ellátása során további szempontokat is teljesíteni kell. Nevezetesen az információs igények

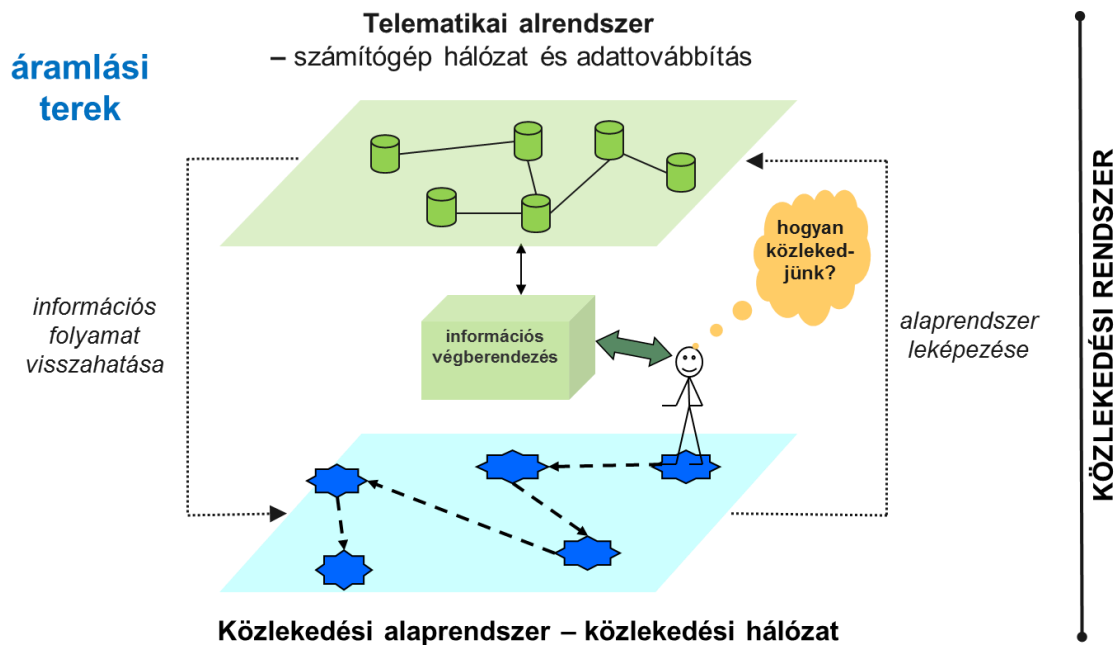
- helyfüggetlenül (bárhol),
- rövid idő alatt, felhasználóbarát módon (kényelmesen),
- a személyek individuális igényeinek megfelelően,
- a biztonsági szempontokra (üzem-, forgalom-, személybiztonság) tekintettel

elégítendő ki.

Az utasinformatikai rendszerek az utazók (egyéni, közösségi és ún. átmeneti közlekedési formák) helyváltoztatását támogatják. Az utasinformatikai megoldások az előkészítési szakaszban az utas és a jármű kapcsolatba hozását, az utazás közben és utána a bizonytalanságérzetének csökkentését, kényelmének fokozását segítik elő. A

személyközlekedés minőségét jelentősen befolyásoló ismérv ezen rendszerek színvonala.

A telematikai rendszer és a személyközlekedési alrendszer közötti kapcsolat többrétű. Egyrészt a szerkezeti felépítés illeszkedik egymáshoz, másrészt a működési folyamatok is szorosan összefüggnek. További hasonlóság, hogy amíg az alrendszerben a személyek „áramlásának” (és az ezzel összefüggő feladatoknak) az előzetes és operatív szervezése a feladat, addig az információs rendszerben az alrendszer valamennyi összetevőjét és folyamatát leíró információk kezelését kell megoldani. Az előbbi esetben az „áramlás közege” a közlekedési hálózat, míg az utóbbinál az adatátviteli-hálózat. Az adatátviteli rendszerek teljesítőképességének fejlődése lehetővé teszi a közlekedési rendszerek bizonyos „tehermentesítését”, hiszen számos tevékenység, mely korábban fizikai helyváltogatást igényelt, elvégezhető a telematikai rendszereken keresztül (táv munka, távoktatás, vásárlás, ügyintézés, stb.). Az utasinformációs rendszernek a személyközlekedési rendszeren belüli elhelyezkedését a 7.1. ábra szemlélteti.



7.1. ábra Az utasinformációs rendszer elhelyezkedése a személyközlekedési rendszerben [17]

Az integrált közlekedési alrendszerben – az utasáramlást, mint rendezőelvet követve – azon helyszínek kiemelt fontosságúak, ahol az utasáram a teljes rendszerbe belép, vagy az alrendszeri határokat átlépi. Ezen pontok (utasforgalmi létesítmények) információkezelési szempontból is lényegesek.

7.1. A személyközlekedési informatika alapfogalmai

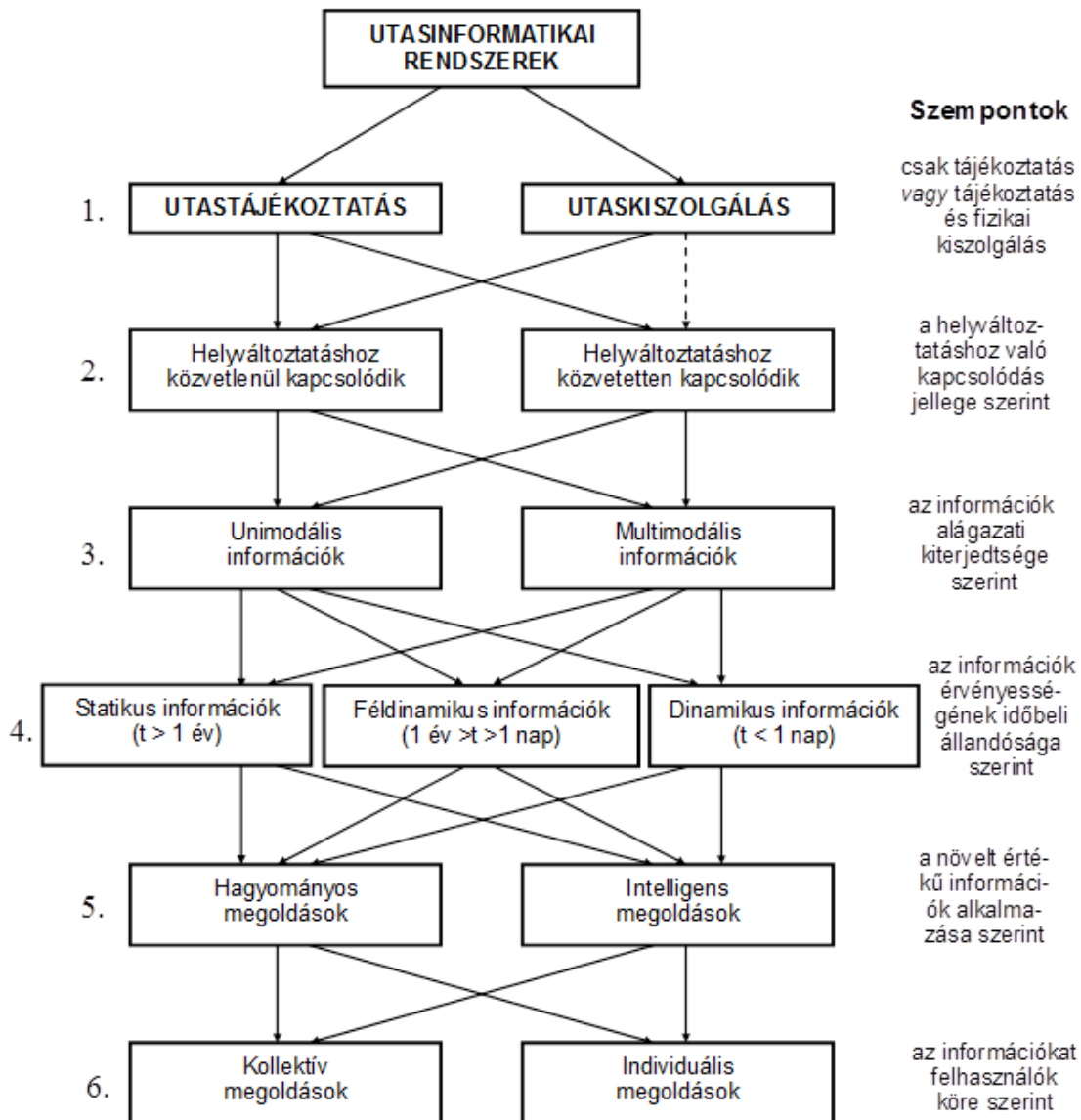
Az utasinformatikai rendszerek vagy csak tájékoztatják az utasokat, vagy ezt kiegészítve az utazáshoz kapcsolódó egyéb funkciók ellátását is lehetővé teszik. Ennek megfelelően megkülönböztetünk utastájékoztató és utaskiszolgáló rendszereket. Az utasinformatika témaköréhez kapcsolódó fogalmakat és a rendszerek csoportosítását a 7.2. ábra foglalja össze.

Az **utastájékoztató** fogalmán az utazási, helyváltoztatási folyamathoz kapcsolódó **közvetlen**, nyilvános információknak az utasok részére történő közzétételét értjük. Az utastájékoztató fogalma a személyek információigényének minél szélesebb körű kielégítésére törekedve kibővítendő az utazás, a helyváltoztatás folyamatához **közvetetten** kapcsolódó tájékoztatással is. Az **utaskiszolgáló** rendszerek az utasok helyváltoztatási folyamatához **közvetlenül** kapcsolódóan a fizikai kiszolgálást (pl. menetjegyeladás) segítik. A kiszolgáláshoz információszolgáltatás is párosul, így ezen rendszerek tájékoztatói szempontból is fontosak.

Az információkezelést jellemzi a közlekedési alágazatokra való kiterjedtség mértéke. E szerint megkülönböztethető az unimodális és a multimodális tájékoztatás, kiszolgálás. Az **unimodális** rendszerek csak egy alágazatra terjednek ki, míg a **multimodális** megoldás több vagy valamennyi alágazatot lefed, az alágazati átszállásokat is figyelembe veszi. Ez utóbbi azért alapvetően fontos, mert az utazások nagy része több alágazat eszközeivel történik, s az átszálló helyeken az utasok gyakran elbizonytalanodnak.

Az utasinformatikai rendszerekben felhasznált adatok, információk érvényességének időbeli állandóságát tekintve megkülönböztethetők a statikus, a féldinamikus és a dinamikus adatok alapján működő megoldások. A **statikus adatokon** alapuló szolgáltatás a hosszabb ideig változatlan adatokra épül, melyek érvényességének időbeli állandósága hosszabb, mint egy év ($t > 1$ év). Ilyenek pl. a viszonylathálózati térképek adatai. A **féldinamikus adatokon** alapuló megoldások felhasználnak gyakrabban változó adatokat is, melyek érvényességének időbeli állandósága egy nap és egy év közötti ($1 \text{ év} > t > 1 \text{ nap}$). Ide tartoznak pl. a menetrendi adatok. A **dinamikus adatokon** alapuló szolgáltatás a rövid időközönként változó, a közlekedési, forgalmi helyzet aktuális adatait is figyelembe veszi, melyek érvényességének időbeli állandósága rövidebb, mint egy nap ($t < 1 \text{ nap}$). Ide sorolhatók pl. a pillanatnyi forgalmi helyzet adatai. A dinamikus adatok a valós folyamatok minél pontosabb leképezését szolgálják. Ezáltal az információszolgáltatás minősége, megbízhatósága növelhető.

Az utasinformatikai rendszerek között a növelt értékű információk arányát tekintve megkülönböztethetők a **hagyományos** és az **intelligens** megoldások. Az intelligens rendszerek az alapadatok feldolgozásával - gyakran más rendszerektől származó kiegészítő információkat is felhasználva - a számítógépes algoritmusok „mesterséges intelligenciájának hozzáadásával” alkotják a növelt értékű információkat. Az intelligens rendszerek többnyire könnyebben érthető, kényelmesebben kezelhető formátumban juttatják el az információkat a felhasználókhoz.



7.2. ábra Az utasinformaticai rendszerek csoportosítása [3]

Az intelligens rendszerek egyik célja, hogy az utasoktól minél kevesebb, a közlekedési rendszerre vonatkozó ismereteket és gondolkodási tevékenységet várjon el, az utast zavarmentesen vezesse végig helyváltoztatása során.

Az információszoigáltató tevékenység az információkat felhasználók köre szerint lehet *kollektív*, vagy *individuális*. A **kollektív** megoldások: szélesebb közönséget érintő információk eljuttatása egy meghatározott célcsoport vagy a teljes utazóközönség számára. Az **individuális** (személyre szabott) megoldások: egy adott utas személyes információigényének a kielégítése, figyelembe véve az utas által támasztott személyes igényeket, elvárásokat, szempontokat és az azok közötti fontossági sorrendet, azaz a

szolgáltatást befolyásoló paramétereket. Ennek a törekvésnek az eredménye - többek között - az utasok egyenkénti irányítása, mely a jelenlegi járműirányítási szintnél egy szinttel magasabb, hatékonyabb irányítás.

Az utasinformatikai megoldások az előbbiekben említett szempontok szerint, a meghatározott fogalmakhoz tartozó csoportokba sorolhatók. A szempontok közötti sorrendet követve - amelyet az arab számok jelölnek a 7.2. ábrán - a csoportosítás fentről lefelé haladva, a nyilakat követve végezhető el. Egy-egy megelőző szempont szerinti besorolás független a következő szempontok szerinti csoportosítástól. Például egy közlekedési társaság helyfoglaló rendszere, mint utaskiszolgáló rendszer (1. szempont) által közölt információk a helyváltoztatáshoz közvetlenül kapcsolódnak (2. szempont), az adott alágazatra (társaságra) vonatkoznak, tehát unimodális információk (3. szempont), a helyfoglalási adatok egy napnál rövidebb idejű változása miatt dinamikus információk (4. szempont). Ez a megoldás a növelt értékű információk alkalmazásának hiánya miatt a hagyományos megoldások (5. szempont), a személyre szóló információadás miatt pedig az individuális megoldások csoportjába (6. szempont) tartozik. A helyváltoztatáshoz közvetetten kapcsolódó utaskiszolgálási folyamatok (pl. telefonkártya-eladás) nem tartoznak az utasinformatika témaköréhez. Ezen rendszerek besorolási lehetőségét az ábrán szaggatott nyíl jelöli.

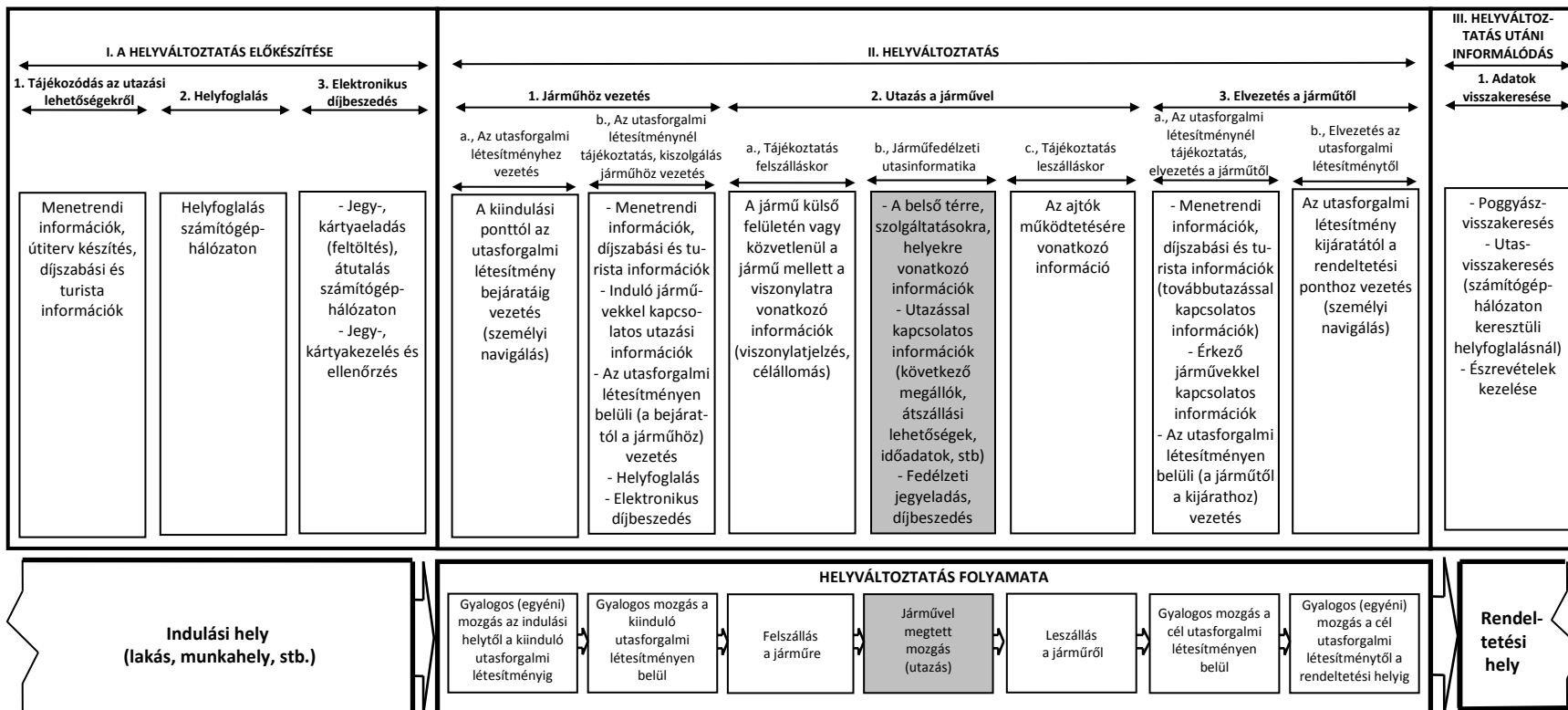
Az utasinformatika fejlődésében a következő fő irányok figyelhetők meg:

- a helyváltoztatáshoz közvetetten kapcsolódó információk egyre nagyobb mértékű közlése,
- több közlekedési alágazatra kiterjedő, multimodális információkezelés,
- egyre nagyobb arányban a féldinamikus, dinamikus (real-time) adatok kezelése,
- növelt értékű információk adása intelligens rendszerekkel,
- az individuális igények (személyes elvárások) kielégítésére törekvés.

Mindezen fejlesztési törekvések együttesen a meglévő utasinformatikai rendszerek társasági, alágazati, alágazatok közötti, nemzeti és nemzetközi térbeli integrációját eredményezik.

7.2. Az utasinformatikai funkcióknak a helyváltoztatási folyamat szerinti rendje

Mivel a helyváltoztatási alapfolyamat és az utasinformatikai funkciók összefonódnak, ezért a funkciók elemzése a helyváltoztatási folyamat részfolyamatokra, majd a részfolyamatok további műveletekre való tagolásával végezhető el. A különböző fázisokban szükséges utasinformatikai funkciókat a 7.3. ábra foglalja össze. Az ábra alsó részén az indulási hely (amely lehet lakás, munkahely, stb.) és a helyváltoztatási folyamat elemei szerepelnek. A helyváltoztatási folyamaton belül különválaszthatók a gyalogosan megtett mozgások (fehér háttérű téglalapok) és a járművel megtett mozgások (szürke háttérű téglalapok).



7.3. ábra A személyszállítási folyamat struktúrája – az utasinformatikai funkciók folyamatlogikai rendje [5]

A helyváltoztatást követően is alkalmaznak utasinformatikai funkciókat ellátó rendszereket (pl. csomag-visszakeresésre, utas-visszakeresésre, az észrevételek kezelésére), melyek elsősorban a hosszabb távú utazásoknál szükségesek.

A helyváltoztatási folyamatra épülő utasinformatikai funkciók az ábra felső, nagyobb részén szerepelnek. Megkülönböztethetők a helyváltoztatás előkészítésekor (az indulási helyen), a helyváltoztatás közben és a helyváltoztatás után alkalmazott tájékoztatási és kiszolgálási formák. Ezeket a római számok jelölik. A helyváltoztatás előkészítésekor és közben (a gyalogos és járművel megtett mozgásokhoz illeszkedően) az utasinformatikai funkciók további differenciálása lehetséges. Így eljárva az arab számok jelölik a funkciókat, és a kisbetűk a további alfunkciókat. A továbbiakban az ismertetett folyamatlogikai rendben tekinthetjük át az elektronikus utasinformatikai rendszereket és - a teljességre törekedve – részben a kapcsolódó nem elektronikus megoldásokat is.

Az utasinformatikai rendszerek együttműködnek az üzemirányítási informatikai rendszerekkel. Ez utóbbiak az időbeliséget tekintve „körülfogják” a lebonyolítási folyamatokat. A számbavétel során előállított aggregált adatokat felhasználják a következő időszakra vonatkozó tervezési folyamatoknál; így egyfajta visszacsatolás valósul meg. A személyközlekedés irányításának teljes informatikai szerkezetét a 7.4. ábra foglalja össze.

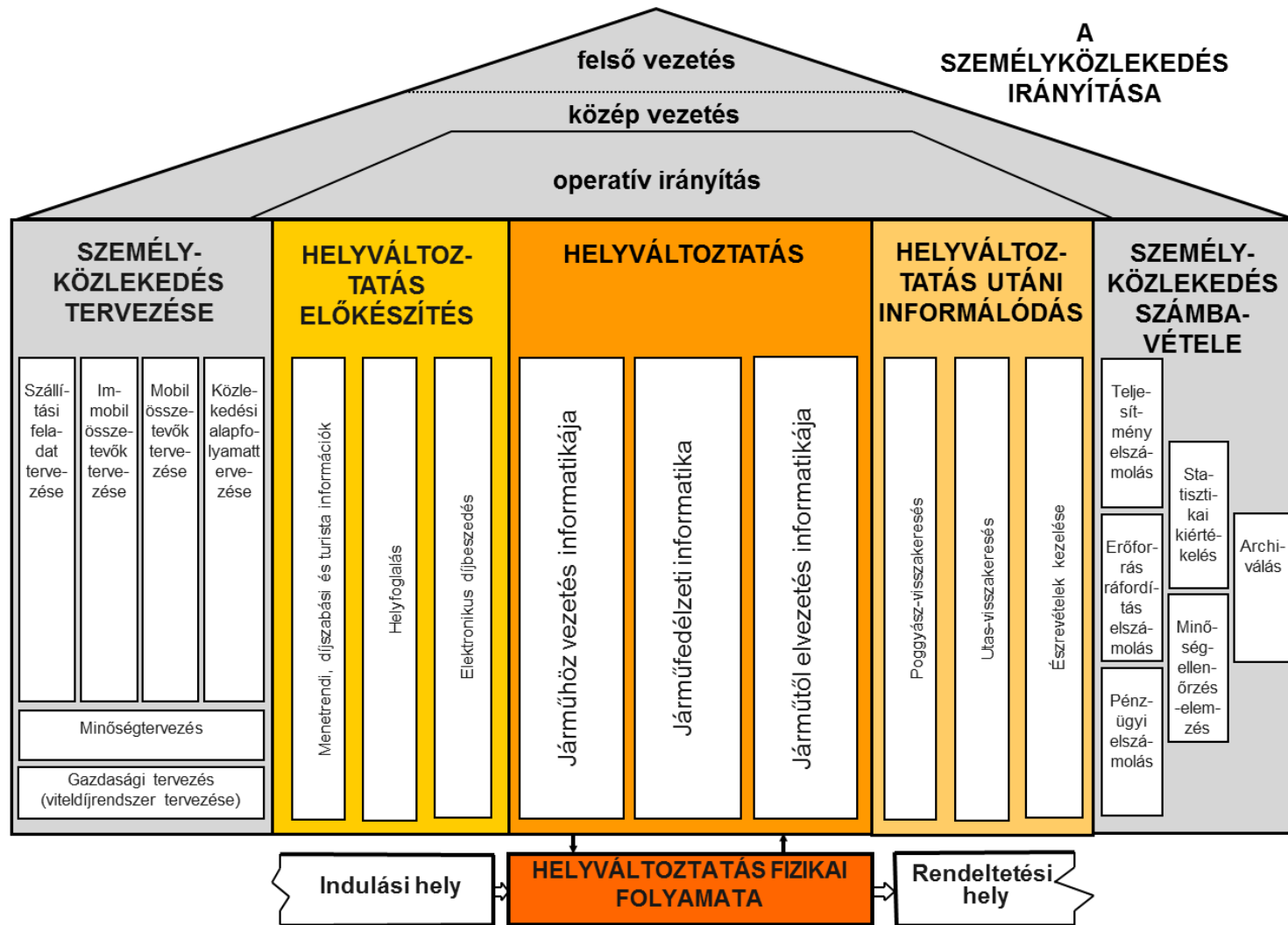
7.3. A helyváltoztatás előkészítését támogató utasinformatikai rendszerek

Ezeket a rendszereket a célirányos helyváltoztatás megkezdése előtt, és az utasforgalmi létesítménynél az utazás megkezdése előtt használják (7.3. ábra I. és II/1.b. szakasz). Az előkészítési szakaszban a tájékoztatás mellett lényeges az utazás lebonyolíthatóságát meghatározó helyfoglalási és menetdíj-beszedési műveletek végrehajtása.

7.3.1. Tájékoztató a lehetőségekről - menetrendi, díjszabási és turista információszolgáltatás

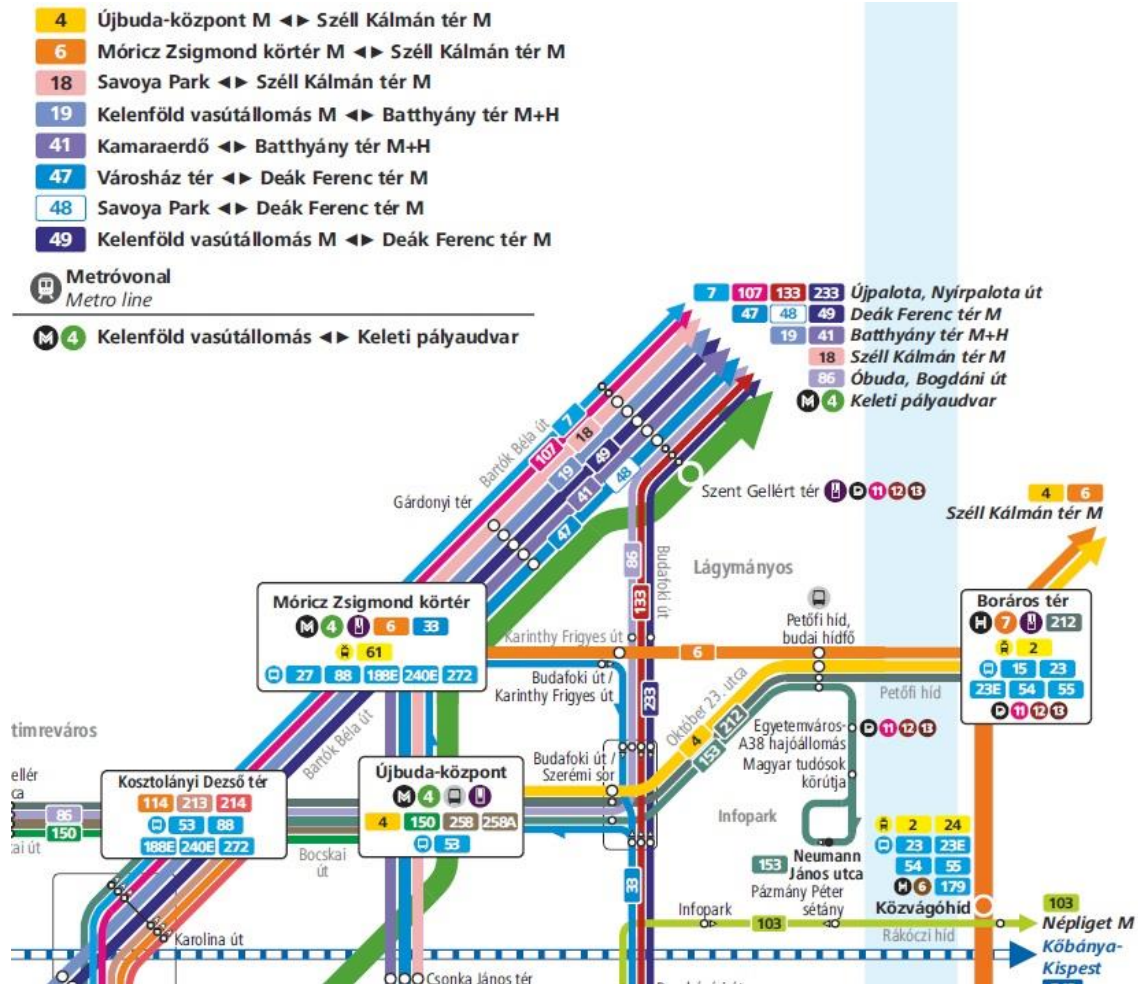
A közforgalmú személyszállítás adottságai az utasok részére a menetrendben, mint szolgáltatási ajánlat, és a viteldíjrendszerben, mint a szolgáltatás igénybevételének díja, jelennek meg. Ezen információkon kívül a helyváltoztatás lebonyolításához az utasok számos kiegészítő információt is igényelnek, melyek köre a szabadidő motivációjú utasok esetében a legszélesebb. Ezen információk együttesen alkotják az ún. turista információkat. Az előkészítéskor alkalmazott legfontosabb nem elektronikus információforrások a hálózati, viszonylati térképek, a nyomtatott menetrendek és a menetdíjtáblázatok.

A térbeli adatok közlésének módja a viszonylathálózati térkép, melyet a 7.5. ábra szemléltet. A menetrendi adatok elektronikus közlésének hagyományos módja az egyes viszonylatoknak megfeleltethető menetrendi mezők - amelyek megjelenési formája alágazatonként eltérő - adatainak kivonat formájában történő megjelenítése.



7.4. ábra A személyközlekedés irányításának teljes informatikai szerkezete

A menetrendi és díjszabási információszolgáltatás intelligens módja az **útitervkészítés**. Az útitervkészítő rendszer megkönnyíti az útvonal-, és eszközválasztást, segítségével háztól-házig terjedő, az érdeklődő utas által megadott paraméterek alapján személyre szabott, a valós idejű (vagy előrebecsült) adatokat is felhasználó, gyakran multimodális útiterv készíthető. Az útiterv készítés első fázisa az utas kiindulási és rendeltetési pontjának környezetében lévő utasforgalmi létesítmények kiválasztása. A választás történhet a kiindulási és a rendeltetési pont postai címének ismeretében, digitális térképen hozzávetőleges helymegjelöléssel vagy az indulási pont esetében az aktuális pozíció alapján. Az útiterv része a kiindulási és a rendeltetési pont illetve az utasforgalmi létesítmények közötti gyalogos útvonalajánlat is, mely térbeli és időbeli információkat tartalmaz. Az utazás megtervezéséhez meg kell adni a tervezett utazás dátumát, időpontját, és az igénybe vett menetdíj-kedvezmény mértékét is. Ezen kívül el lehet dönteni, hogy mely fő járatmegválasztási szempontot vegye figyelembe a rendszer az útitervek sorba rendezésénél. Korszerű útiterv készítő rendszer képernyőit a 7.6. és a 7.7. ábrák szemléltetik.



7.5. ábra Térbeli információk – viszonylathálózati térkép

Search
 Selection
 Ticket&Reservation
 Payment
 Booking
 Confirmation

Advanced search options

Single ride
 Outward and return journey

Start*

Destination*

Via (1) stopover
 → Add another stopover

Outward journey* Departure Arrival

Means of transport ICE EC IC D NV S U TAXI

From start to destination

Connection information

prefer fast connections
 carriage of bicycles required

Travellers adults: children 6-14 years: children 0-5 years: → More than 5 travellers
 1 Adult

Travel in second class
 Travel in first class

7.6. ábra Korszerű úterev készítő rendszer input képernyője

Selection outward journey - Selection

Station/Stop	Date	Time	Duration	Chg.	Products	Savings fares	Standard fare
		↑ Earlier					
<input checked="" type="checkbox"/> München Hbf	Mo, 26.10.09	dep 13:26	9:47	1	RJ, R	from 39,00 EUR <input type="button" value="Check availability"/>	112,40 EUR
Siofok	Mo, 26.10.09	arr 23:13					
Station/Stop	Date	Time	Platform	Products			
München Hbf	Mo, 26.10.09	dep 13:26		RJ 67	railjet		
Budapest-Kelenföld	Mo, 26.10.09	arr 20:34			Please reserve, mobile on-board service (snacks and beverages), Bordbistro, space for wheelchairs, Wheelchair space - Advance notification necessary, call +43 (0) 5 1717, Vehicle-mounted access ramp for wheelchair users, WC accessible for wheelchair, handy/quiet zones, Children's cinema		
Budapest-Kelenföld	Mo, 26.10.09	dep 20:51		R 4538	Regionalzug		
Siofok	Mo, 26.10.09	arr 23:13		R 8738	Through coach		
Runs as R 4538 up to Szekesfehervar, then as R 8738							

runs not every day, 23. Oct until 12. Dec 2009
 Border crossing: Salzburg Hbf, Hegyeshalom(Gr)

7.7. ábra Korszerű úterev készítő rendszer output képernyője

A fő járatmegválasztási szempontok többnyire a következők:

- legközelebbi indulási időpont,
- legrövidebb eljutási idő,
- legalacsonyabb költség,

- valamely közlekedési mód/alágazat előnyben részesítése, stb.

A rendszer meghatározza:

- a kiindulási és a rendeltetési pontot kiszolgáló járatokat,
- a lehetséges átszállási (módváltási) pontokat a közbenső szakaszokat érintő járatokkal együtt,
- az útiterv egyes szakaszaira vonatkozó információkat (menetidő, megtett távolság, menetdíj, eszközfajta, a járat közlekedésére vonatkozó korlátozó jelzés, a járatra történő helyfoglalás szükségessége, lehetősége, stb.), valamint
- a teljes utazáshoz tartozó összegzett adatokat (szűkített eljutási idő, menetidő, várakozási idő, megtett távolság, menetdíj, stb.).

A kész útiterveket elsősorban a bevitelnél megadott járatmegválasztási fő szempont, majd az utasok általános és/vagy személyes jellemzői alapján előre betárolt szempontsorrend szerint rendezzi a rendszer. Az útitervkészítő rendszer működhethet csak tervezett statikus és féldinamikus adatok alapján, vagy a közlekedési helyzet aktuális, dinamikus adatainak (jármű, járműszerelvény pozíciója, sebessége, szállított személyek száma,...) felhasználásával is. A közölt információk vonatkozhatnak egyetlen alágazatra (unimodális rendszerek) vagy kiterjedhetnek több alágazatra, sőt az egyéni közlekedésre is (multimodális rendszerek).

A **turistainformációkat szolgáltató rendszer** a következő információkat nyújtja:

- gyalogos közlekedést segítő információk (közintézmények, utcák, egyéb objektumok információival kiegészítve),
- parkolási, autókölcsönzési, kerékpár tárolási és kölcsönzési lehetőségekre vonatkozó információk (a foglaltsági és kölcsönzési dinamikus információkkal kiegészítve),
- a szolgáltatásokra vonatkozó információk (dinamikus információkkal kiegészítve),
- postai címekhez, telefonszámokhoz tartozó információk,
- látnivalókhöz, nevezetességekhez, kulturális programokhoz kapcsolódó információk,
- túra-útvonalak információi,
- időjárési információk, stb.

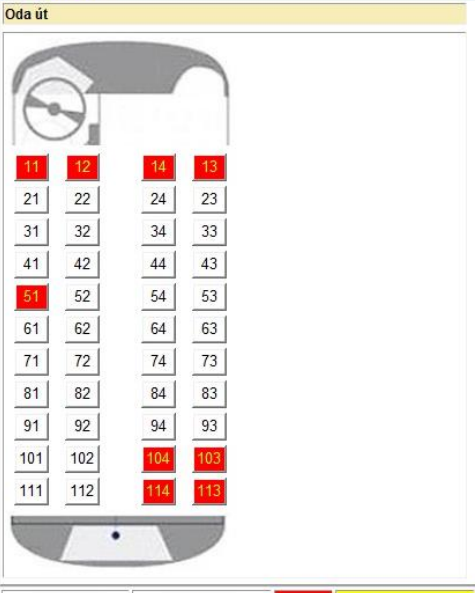
7.3.2. Helyfoglalás informatikája

A helyfoglalás szűkebb értelemben ülő-, fekvő-, háló-, és autóhelyek foglalása. A különböző típusú helyek esetében eltérő helybiztosítási időköz (elővételi idő) szükséges. A helyfoglaló rendszerek az utasok tájékoztatását és kiszolgálását segítő *utaskiszolgáló rendszerek*. A telematikai eszközökre épített helyfoglalás célja kettős. Egyrészt **az utasok kényelmének és biztonságérzetének fokozása** leendő utazásukat illetően, másrészt **a személyszállító járművek kihasználásának fokozása** és ezáltal a személyszállítás

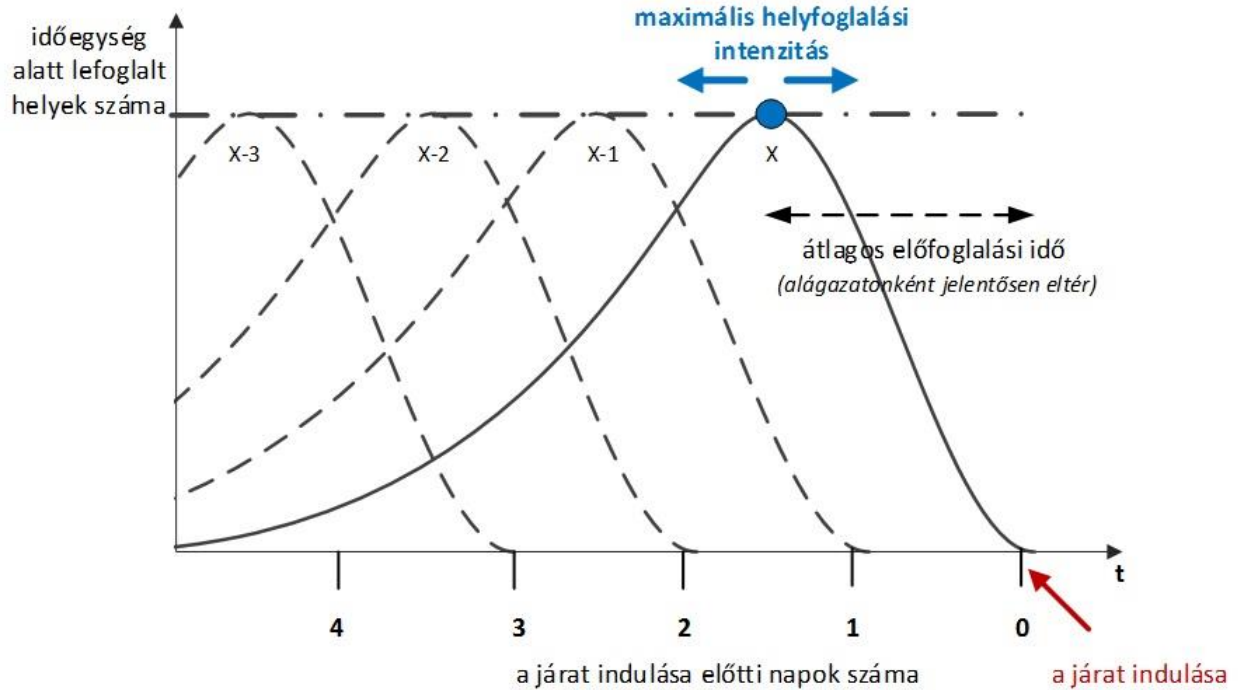
hatékonyságának növelése. A rendszer a helyfoglalásokról sokoldalú összesítéseket, kimutatásokat készít, amelyek egyrészt a menetrendek, másrészt az egyes járatokon a helykínálat operatív beszabályozására, azaz a kapacitásstervezéshez használhatók fel. Ezen túl a helyfoglalási adatok alapján mód van a helyfoglalási díjak automatikus elszámolására is.

A helyfoglaló rendszer működése a tervezett és az operatív menetrendi adatokon, valamint a járművezénylési tervek alapján létrehozott és karbantartott helyfoglalási adatbázison alapul. A helyeket, mint utazásra ténylegesen igénybe vehető kapacitásokat közepes hosszúságú időtartamra (pl. 60 nap) előre tartják nyilván. Az időtartam alágazatonként változhat. A helyfoglalási díj készpénzzel vagy banki átutalással egyenlíthető ki. A járat indulása előtt - egy meghatározott időintervallumon kívül - lehetséges a helyfoglalások módosítása illetve törlése. Korszerű esetben az utasok elvárásai alapján, illetve maga az utas által történik a személyes elvárásoknak legmegfelelőbb hely kiválasztása. A konkrét hely kiválasztásának lehetőségét a 7.8. ábra szemlélteti.

A helyfoglaló rendszer a térben elkülönülő helyfoglalási adatbázis és helyfoglaló végberendezések miatt csak hálózatba kötött géprendszerrel valósítható meg. A helyfoglalás intenzitásának időbeli lefolyását a 7.9. ábra szemlélteti. Az ábrán ugyanazon járatnak a különböző napokon való indulásaihoz tartozó helyfoglalások intenzitása és a gépi rendszer folyamatos kihasználási szintje látható (eredmény vonallal jelölve).

Utazási cél és időpont megadása	Járatválasztás (oda út)	Helyfoglalás	Fizetés									
Oda út Honnan: BUDAPEST, NÉPLIGET Hova: SZEKSZÁRD, AUT. ÁLL. Indulás ideje: 2010-02-16 17:00 Érkezés ideje: 2010-02-16 20:25 Vonalszám: 1121 Járatszám: 0717 Üzemeltető: Volánbusz Ülőhely száma:		4. Helyfoglalás Oda út 										
Jegy adatok <table border="1"> <thead> <tr> <th>Darab</th> <th>Egységár (Ft)</th> <th>Érték (Ft)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2790</td> <td>2790</td> </tr> <tr> <td>Összesen</td> <td>1</td> <td>2790</td> </tr> </tbody> </table>		Darab	Egységár (Ft)	Érték (Ft)	1	2790	2790	Összesen	1	2790	Színek: Szabad Foglalt Az Ön foglalása Vissza Tovább	
Darab	Egységár (Ft)	Érték (Ft)										
1	2790	2790										
Összesen	1	2790										

7.8. ábra Konkrét hely kiválasztásának lehetősége



7.9. ábra A helyfoglalás intenzitásának időbeli lefolyása

7.3.3. Elektronikus díjbeszedés

Az elektronikus díjbeszedő rendszerek az utazás előkészítési fázisában és a jármű fedélzetén használatosak. Jelenleg még kisebb arányú a fedélzeti használat, azonban több szempont miatt (időmegtakarítás, kényelmi szempontok, stb.) gyorsan terjednek a fedélzeti (többnyire automatikus) díjbeszedő és ellenőrző rendszerek. A díjbeszedés informatikai megoldásai mind a rendszeres használók, mind pedig az eseti használók igényeihez igazodnak. A korszerű elektronikus díjbeszedő rendszerek az üzemeltetők (közlekedési társaságok) számára számos - a közlekedési rendszer tervezését segítő - információt szolgáltatnak (pl. az egyes relációkban közlekedő utasok számát idődifferenciált bontásban).

Két fő megoldási típusba sorolhatók:

- egyszerűbb, mechanikus jegykezelést és (papír) jegy- illetve bérletrendszert használó megoldások,
- elektronizált, mágnescsík alapú jegyeket, chipkártyákat is alkalmazó rendszerek.

Az első csoportba tartozó megoldások nem teszik lehetővé a díjfizetés és a szolgáltatások igénybevétele közötti közvetlen megfeleltetést.

A díjbeszedés teljes folyamata a következő részfolyamatokból áll:

- jegy-, kártyaeladás (feltöltés),
- jegy-, kártyakezelés és ellenőrzés.

A távolsági és a helyi forgalomban alkalmazott korszerű jegyautomatákat szemléltet a 7.10. ábra.



7.10. ábra Korszerű jegyautomaták és érvényesítő berendezések

A legfontosabb díjhordozók:

- egyedi papírbjegyek,
- papíralapú havi jegyek,
- mágnescsíkos papírbjegyek (feltöltéssel),
- érintéses chipkártyák (feltöltéssel),
- érintésmentes chipkártyák (feltöltéssel vagy feltöltés nélkül).

A díjhordozók az érvényességüket tekintve a következő szempontok szerint csoportosíthatók:

- utazásszám (egyszeri, többszöri, nem rögzített számú utazásra érvényes),
- időbeli érvényesség (időbeli érvényesség nélküli, rövid - pl. 1 nap, közepes - pl. 1 hónap vagy hosszabb - pl. 1 év távon érvényes),

- viszonylati érvényesség (konkrét relációhoz kötődő, relációhoz nem kötődő).

Az érintéses és érintésmentes chipkártyák a járművön történő használat módjában és a kezelő-berendezésekben térnek el. Az érintésmentes chipkártyák működhetnek feltöltés nélkül is, ha a kártyához bankszámla kapcsolódik. Ennél a megoldásnál a menetdíjat a bankszámláról vonják le.

A viteldíjrendszeri módosítások adatainak gyorsabb, kényelmesebb, egységes módon történő átvitele, a statisztikai elszámolások készítése megkívánja a díjbeszedésnél alkalmazott számítógépek, hálózaton keresztüli centrális géprendszerre való összekapcsolását. A számítógép-hálózat lehetővé teszi az önkiszolgáló, készpénzfizetés nélküli (banki átutalásos) rendszerek kialakítását. A készpénz nélküli díjkiegyenlítéses megoldás működhet díjhordozó alkalmazásával vagy díjhordozó nélkül. Otthoni nyomtatással előállított ún. „on-line ticket”-et szemléltet a 7.11. ábra. Díjhordozó nélküli esetben a „virtuális díjhordozó” megváltásakor, a banki átutalást követően az utasnak azonosító kódot küld a rendszer. A későbbi ellenőrzéskor a kód megadásával igazolható a fizetés teljesítése.

Online-Ticket Bitte auf A4 ausdrucken 

 Fahrkarte		UMTAUSCH/ERSTATTUNG 15 EURO; AB	
CIV 1080 Europa-Spezial		1. GELTUNGSTAG AUSGESCHLOSSEN	
DB: GILT NUR FÜR HINGETRAGENE ZÖGE UND REISETAGE (ZUGBINDUNG)			
Gültigkeit: ab 17.03.2012 - 16.04.2012		NV (S/ER/RE/IRE)	
30	L	VON Köln	->NACH Budapest
30	KX	DB UA 01	KICZ 2
<1080>(17.03.2012)K-Hbf 4:22 ICE521/M-Hbf 9:27 RJ1263 VIA: Salzburg <1181>Purkersdorf-Sana.*Wien*Kledering*Hegyeshalom(Gr)<1155>Gyoer			
Europa-Spezial			
Europa-Spez. Ungarn			

Positionen	Preis	Mwst D: 19%
ICE Fahrkarte 1	32,00€	12,00€ 1,92€
Reservierungen 2	4,00€	4,00€ 0,64€
Summe	43,00€	16,00€ 2,56€

Kreditkartenzahlung	VU-Nr. 455665619	Transaktions-Nr. 85373
Betrag 43,00€	Gen-Nr. 112105	
Datum 17.12.2011		

Ihre Kreditkarte wurde mit dem oben genannten Betrag belastet. Die Buchung Ihres Online-Tickets erfolgte am 17.12.2011. DB Fernverkehr AG/DB Regio AG, Stephensonstr. 1, 60326 Frankfurt, Steuernummer 045 231 28552.

Hinfahrt	Zertifikat: 20CA BUH6 U6N
Gültig ab:	17.03.2012

Zangenabdruck

ID-Karte:	MasterCard 1363
Auftragsnummer:	4M763M

Ihre Reiseverbindung und Reservierung Hinfahrt am 17.03.2012

Halt	Datum	Zeit	Gleis	Fahrt/Reservierung
Köln Hbf	17.03.	ab 04:22	5	ICE 521, 1 Sitzplatz, Wg. 25,
München Hbf	17.03.	an 09:09	23	Pl. 41, 1 Fenster, Großraum, Nichtraucher
München Hbf	17.03.	ab 09:27	12	RJ 1263, 1 Sitzplatz, Wg. 22,
Budapest-Keleti pu	17.03.	an 16:40		Pl. 65, 1 Fenster, Großraum, Nichtraucher

Hinweise:

7.11. ábra On-line ticket adatai

A jegy-, és kártyakezelés célja:

- a díjhordozók érvényesítése (egyedi papírjegyek esetén),
- a díjhordozók ellenőrzése (mágnescsíkos papírjegyek, chipkártyák esetén),

- automatikus díjbeszedés végrehajtása (mágnescsíkos papírjegyek, chipkártyák esetén),
- az üzemeltetők számára felhasználható adatok leolvasása, gyűjtése (az egyedi papírjegyek, a mágnescsíkos papírjegyek és a chipkártyák esetén).

A **jegy- és kártyakezelés** történhet - a közlekedési eszközöktől függően - a járműbe történő beszállás előtt vagy a jármű fedélzetén. Korszerű esetben kezeléskor a végberendezések határozzák meg a jegyről vagy kártyáról "levonandó" utazásszámot vagy pénzüsszeget. A levonás történhet a kezelésszámmal - utazásszámmal - arányosan, vagy az érintésmentes chipkártyáknál a szolgáltatással arányosan (a távolság, az utazás időpontja, a kedvezmény, a járatfajta,... függvényében). A szolgáltatással arányos díjfizetéskor a járműre történő felszálláskor és a jármű elhagyásakor is "kezelní" kell a díjhordozót (check in-check out rendszerek). A „kezelés” automatikusan is elvégezhető (be in-be out rendszerek). Ez az ún. passzív eljárás a legkényelmesebb megoldás, mert az utastól a legkevesebb műveletet kívánja meg. Feltöltés nélküli érintésmentes (számlához kötött) chipkártyák esetén a menetdíj kiegyenlítése banki átutalással történik, mely végrehajtható közvetlenül az utazás befejeztével, vagy egy meghatározott időtartam (pl. naptári hónap) végén egy összegben.

Az **ellenőrzés** az egyes díjhordozóknál eltérően történik. Egyedi papírjegyeknél és papíralapú havijegyeknél szemrevételezéssel hajtják végre. A mágnescsíkos papírjegyek és a chipkártyák ellenőrzése a kezelő végberendezések feladata, amelyek az érvénytelen jegyekre vagy kártyákra jelzésadással hívják fel a figyelmet. A helyfoglalási díj és a menetdíj átutalással történő kiegyenlítésekor, papíralapú díjhordozó (jegy) hiányában az átutalás teljesítése a rendszer által küldött kód ellenőrzésével (pl. okostelefon képernyőjén) lehetséges. Ekkor az ellenőrző személyzet rendelkezik a hálózatos helyfoglaló illetve menetdíjbeszedő rendszerekhez mobil adatátviteli úton kapcsolódó ellenőrző végberendezéssel.

Az érintésmentes chipkártyák és a végberendezések közötti kommunikációra különböző technológiákat fejlesztettek ki, melyek elsősorban a kártya és a berendezés közötti távolságban térnek el. Ezen elektronikus kártyák az utasok hardver eszközeinek tekinthetők. A kártyák vagy aktívak (amihez energiaellátás szükséges), vagy passzívak (a leolvasó jel aktiválja a kártyát). Az utasok fedélzeti jelenlétének érzékelése ciklikus lekérdezéssel is megvalósulhat.

Az elektronikus jegy-, és kártyakezelő rendszer előnye, hogy a díjfizetés nélkül utazók aránya csökkenthető, a gyűjtött használati - utazási szokásokra, volumenre vonatkozó térbeli és időbeli információk - és bevételi információk felhasználásával a forgalomszervezés, forgalomirányítás és a gazdálkodás hatékonysága növelhető. A kártyák használata esetén nem szükséges a tarifarendszer ismerete, az utazási kedvezmények jobban érvényesíthetők, a szolgáltatással (minőséggel) arányos tarifarendszer egyszerűbben alkalmazható. Az elektronikus kártya alapú menetdíjbeszedés információi lehetővé teszik – több üzemeltető esetében - a társaságok közötti díjelosztás pontos, a teljesítményekkel arányos végrehajtását.

7.4. A helyváltoztatás közbeni utasinformatikai rendszerek

Az utazás előkészítési fázisát a helyváltoztatási folyamat követi. A teljes folyamat a kiindulási helytől a rendeltetési helyig terjed, magában foglalja a gyalogosan és a járművel megtett mozgásokat. A teljes helyváltoztatás felbontható a **járműhöz vezetés**, a **járművel történő utazás** és a **járműtől történő elvezetés** szakaszaira.

A **járműhöz vezetés** folyamata tovább bontható a kiindulási ponttól az utasforgalmi létesítmény bejáratáig, majd a bejáratától a járműig való vezetésre. Megállóhelyek esetében ez a két fázis nem választható szét (7.3. ábrán a II/1. szakasz). A **járművel történő utazást** támogató utasinformatikához tartozik a felszállást elősegítő, a járműfedélzeti és a leszállást segítő tájékoztatás is (7.3. ábrán II/2. szakasz). A **járműtől történő elvezetés** folyamata – az odavezetéshez hasonlóan - felbontható a járműtől az utasforgalmi létesítmény kijáratáig (esetleg különféle szolgáltatások eléréséig), majd a kijáratától a rendeltetési pontig történő vezetésre. Megállóhelyek esetében ez a két fázis nem választható szét (7.3. ábrán a II/3. szakasz).

Az utasinformatikai rendszerek közé tartoznak az **utasok biztonságát szolgáló rendszerek** [7]. Ezek telepítése a helyváltoztatás valamennyi fázisában, mind az utasforgalmi létesítményeknél, mind pedig a járművek fedélzetén szükséges. A biztonságot szolgáló megoldások az utasok figyelemmel kísérését, és szükséghelyzet esetén a kiszolgáló személyek és az utasok közötti kapcsolatfelvételt teszik lehetővé.

7.4.1. A járműhöz vezetés informatikája

1. Az utasforgalmi létesítményhez vezetés

Az utasforgalmi létesítményhez vezetéskor alkalmazott legfontosabb nem elektronikus információforrások az odavezető utat, valamint – kombinált közlekedés esetén – a P+R (Park&Ride) és B+R (Bike&Ride) parkolókhöz vezető utat jelző táblák, piktogramok. Ezen kívül fontos szerepük van a településtérképeknek is, melyeken a közforgalmú közlekedést is feltüntetik. Az elektronikus információforrások, végberendezések közé tartoznak a változtatható információtartalmú kijelzők a közforgalmú közlekedés aktuális (pl. indulási időt, helyet stb. jelző) információival. Ezek a kijelzők telepítettek és kollektív információkat szolgáltatnak. Az individuális (személyre szabott) tájékoztatás eszköze az okostelefon. Az útiterv készítő rendszerek is segítik a gyalogos helyváltoztatást. Ez azonban idegen környezetben gyakran nem elegendő. Az utas magabiztosságának növelése, a végigvezetés útirányjelzéssel és fejlettebb esetben „személyi navigációval” érhető el. A navigációt általában műholdas helymeghatározás támogatja. A tájékoztatás részét képezi az aktuális és az előre jelzett időjárás információk közlése is.

2. Tájékoztatás, kiszolgálás az utasforgalmi létesítménynél, járműhöz vezetés

Az utasforgalmi létesítménynél (megállóhelynél, állomásnál) alkalmazott legfontosabb nem elektronikus információforrások a következők:

- megálló vagy állomás megnevezése,
- a viszonylat és a célállomás jelölése,

- a viszonylat által érintett megállóhelyek megnevezése, térképen történő jelölése,
- településtérkép,
- az indulási időket tartalmazó menetrend,
- tájékoztatás az előre tervezett forgalmi korlátozásokról,
- menetdíjtáblázatok,
- tájékoztatás a mozgáskorlátozottak közlekedési lehetőségeiről,
- kitüntetett pontokhoz (liftekhez, átszálláskor a csatlakozó járműhöz, stb.) vezető jelrendszer,
- helyszínrajzok,
- tájékoztatás a szolgáltatásokról.

Az elektronikus információforrások, végberendezések közé a változtatható információtartalmú kijelzők tartoznak, melyek vizuális tájékoztatást adnak. Az alfanumerikus karaktereket és/vagy szimbólumokat kijelző eszközök a járatokhoz kapcsolódó aktuális információkat közlik (helyekre, időpontokra, járművekre vonatkozó és járműfoglaltsági stb. információk). A megjelenítést a számítógép automatikusan vezérli, de lehetőség van az operatív irányítás részéről az emberi beavatkozásra is. Ezek a kijelzők általában „szabványosított” információk közlésére alkalmasak. Az elektronikus módon történő tájékoztatás másik fontos eszköze a hangszórókon közvetített audio tájékoztatás. A hangos üzenetek egy része „szabványos” üzenet, melyet számítógép választ ki és vezérel. Ezek a rendszerek digitális hangrögzítéssel automatikusan működnek. Az üzenetek másik része az operatív személyzet által közölt aktuális, többnyire nem „szabványos” üzenet. Állomási elektronikus kijelzőt a 7.12. ábra; megállóhelyi térképet és korszerű megállóhelyi kijelző eszközt a 7.13. ábra szemléltet.



7.12. ábra Állomási elektronikus kijelzők

Vizuális és audio tájékoztatást (szórakoztatást) egyidejűleg nyújtanak az egyre inkább elterjedő multimédiás rendszerek. Ezekkel a rendszerekkel a nagyméretű állóképek

mellett mozgóképek vetítése is megoldható. A multimédiás megoldások közlekedési és rendezvény információkat, híreket, közleményeket, reklámokat továbbítanak.

Az utasforgalmi létesítmények további elektronikus végberendezései az utainformatikai (interaktív) terminálok. Ezen termináloknál teljes körű információközlés és utaskiszolgálás valósítható meg. Lehetséges menetrendi információk, útiterv, díjszabási információk, turista információk, utaskényelmi információk, időjárási információk stb. lekérdezése. Támogatják a helyfoglalási, a díjbeszedési és a biztonsággal kapcsolatos műveleteket is.

A nagyobb utasforgalmi létesítményeknél **a bejáratról a járműhöz vezetés** az út menti információforrások folyamathoz igazodó logikai együttesével valósítható meg. A közlekedési eszköz megközelítését, a gyaloglás közbeni eligazodást az előrehaladás rendjében segítik:

- a szimbolikus helyszínrajzok, a piktogramok és a jelek (pl. állások, vágányok, kapuk, stb. azonosító információi), és
- az elektronikusan vezérelt változtatható információtartalmú kijelzők, valamint
- a hangos üzeneteket közvetítő hangszórók.



7.13. ábra Megállóhelyi térkép és kijelző

7.4.2. Járműhöz kapcsolódó utasinformatika

1. Tájékoztatás felszálláskor

Felszálláskor tájékoztatás szükséges ahhoz, hogy az utas a megfelelő járművet vegye igénybe, a megfelelő helyen és módon szálljon fel, illetve a díjbeszedés módját is megismerje. A felszálláskor használt legfontosabb nem elektronikus információforrások a jármű külső felületén elhelyezett hagyományos táblák és jelek. Ezek a következő információkat hordozzák: a viszonylat jelzése, a kiinduló és célállomás megnevezése, a fel- és leszállás helye, az ajtók működtetésének módja, a mozgáskorlátozottak fel- és leszállási lehetőségei, a jegyváltás, ellenőrzés módja. Korszerűbb esetben a jármű külső felületén elhelyezett elektronikusan vezérelt kijelzők biztosítják a megfelelő jármű kiválasztását (azonosítását). Ezek a kijelzők a jármű mind a négy oldalán alkalmazhatók, működésüket a fedélzeti számítógép vezérli. A jármű első felületén és az utasok felőli oldalán megjelenítik a viszonylat jelzését, a kiinduló és célállomás, esetleg a közbelső állomás(ok) megnevezését. A viszonylat jelzése a jármű másik oldalán és a hátsó felületén is kijelezhető. Korszerű, külső téri járműkijelzőt mutat a 7.14. ábra.



7.14. ábra Jármű oldalán lévő elektronikus kijelző

2. Járműfedélzeti utasinformatika

A jármű fedélzetén (az utastérben) tájékoztatás segíti az utas helyének a megtalálását, a helyváltoztatással kapcsolatos folyamatos informálódását, a díjbeszedés módjának megismerését, a berendezések működtetését, az utazási idő kényelmes eltöltését. Mivel a járműfedélzeti jegyeladás csak kiegészítő szolgáltatás, ezért a fedélzeten többnyire csak a papíralapú díjhordozók értékesítése történik. A jegyeladást végezheti a járművezető, a jármű személyzete, vagy az utas is kiszolgálhatja magát a jármű utasterében felszerelt automatáknál. A fedélzeten telepítik a díjhordozók érintéses vagy érintésmentes kezelőit is.

Az utastérben alkalmazott legfontosabb nem elektronikus információforrások a hagyományos táblák és jelek. Ezek a következő információkat hordozzák: a járműegység azonosítója, komfortfokozat, ülőhelyszám, mozgáskorlátozottak, kisgyermekes anyák, stb. részére fenntartott helyek, a viszonylat által érintett megállóhelyek listája (az átszállási lehetőségekkel), viszonylathálózati térképek, a jegyváltás, ellenőrzés módja, utazási szabályok, vészhelyzeti magatartás, az ajtók működtetésének módja. A

tájékoztatás segíti az utast a jármű belső berendezéseinek használatánál. A információellátás kiterjed pl. a fűtő, szellőző berendezések, a világítás, stb. használatára, illetve pl. az elektromos vagy adatátviteli, stb. csatlakozópontokra.

Az utastérben telepített elektronikus információforrások, eszközök közé tartoznak a változtatható információtartalmú kijelzők, melyek vizuális tájékoztatást adnak. A megjelenítést a fedélzeti számítógép vezérli, de lehetőség van az operatív irányítás részéről - az irányító központ és a jármű közötti adatátvitellel -, vagy a járművezető által az emberi beavatkozásra is. Belső téri fedélzeti kijelzőket mutat 7.15. és a 7.16. ábra.



7.15. ábra Jármű belső terében lévő elektronikus kijelző



7.16. ábra Jármű belső terében lévő kombinált elektronikus kijelző

Ezen kívül a következő típusú kombinált kijelzők is használatosak:

- Elektronikus hálózati térkép, melyen a viszonylat által érintett megállókat világító diódák jelzik, külön színnel megjelölve a már érintett és a következő megállókat.
- A viszonylat jelzését, a célállomás megnevezését, a következő megálló vagy állomás megnevezését az átszállási lehetőségekkel (alágazatonként bontva), és néhány azután következő állomás megnevezését közlő kombinált kijelző.

Az elektronikus tájékoztatás másik eszköze a hangszórókkal megvalósított audio tájékoztatás. A vizuális és az audio tájékoztatás esetében a következő információk közlése történik:

- A következő utasforgalmi létesítmény(ek)re vonatkozó információk (menetrendszerúségre vonatkozó információkkal – a tervezett és tényleges érkezési és indulási adatokkal együtt).
- A következő utasforgalmi létesítmény(ek)nél csatlakozó járatok, az átszállási lehetőségek információi.
- A járművel (pl. járműtípus, aktuális sebesség), járattal, útvonallal, időjárással kapcsolatos információk.
- A nem tervezett események (pl. baleset) információi.

A jármű fedélzetén is egyre nagyobb arányban alkalmazzák a multimédiás rendszereket (pl. térképpel a jármű aktuális pozíciójának és útvonalának jelzésére). A menet közbeni individuális tájékoztatáshoz egyre nagyobb arányban használják a hordozható eszközöket (notebook, netbook, tablet, PDA, okostelefon, stb.) Wifi csatlakozással.

3. Tájékoztatás leszálláskor

A jármű megérkezése előtt vagy közvetlenül a megérkezéskor az ajtók működtetésére vonatkozó tájékoztatás segítheti az utasokat a leszállás lebonyolításában. Hagyományos esetben ennek megjelenési formái a táblák és jelek. Korszerűbb esetben elektronikusan vezérelt kijelzők hívják fel a figyelmet az ajtók automatikus vagy utas által vezérelt működési módjára. Ez utóbbi esetben az utas jelzi a leszállási szándékát, és ezen szándék visszajelzése is megtörténik.

7.4.3. A járműtől elvezetés informatikája

1. Tájékoztatás az utasforgalmi létesítménynél, elvezetés a járműtől

Az utasforgalmi létesítménynél, az érkező utast támogató legfontosabb nem elektronikus információforrások a következők: megálló (állomás) megnevezése, kitüntetett pontokhoz (kijáratokhoz, liftekhez, átszálláskor a csatlakozó járműhöz, stb.) vezető jelrendszer, helyszínrajzok, településtérkép, tájékoztatás a szolgáltatásokról, tájékoztatás a mozgáskorlátozottak közlekedési lehetőségeiről, stb. Az érkezéskor használt elektronikus információforrások azonosak az indulásnál bemutatottakkal. Az érkező járatokkal kapcsolatos utazási információk közlése az utasokat fogadó személyeknek szól. Fejlett esetben lehetőség van a járatok pillanatnyi pozíciójához tartozó információk közzétételére is, mely különösen fontos a késve közlekedő járművek esetén. Ha az utast hozzátartozók várják, a találkozás az ún. találkozási pontoknál (meeting points) lehetséges. A nagyobb utasforgalmi létesítményeknél a járműtől a kijáráthoz vezetést a bejárástól a járműhöz vezetéskor ismertetett tájékoztatási formák segítik.

2. Elvezetés az utasforgalmi létesítménytől

Az elvezetéskor alkalmazott legfontosabb nem elektronikus információforrások az útirányjelző táblák, piktogramok. Ezen kívül fontos szerepük van a településtérképeknek is, melyeken a keresetebb intézményeket, szolgáltatásokat, stb. is feltüntetik. Elvezetéskor az okostelefon lehetővé teszi a „személyi navigációt” és az egyéb a gyalogos közlekedést segítő (településsel kapcsolatos) információk közlését.

7.5. A helyváltoztatás után használt utasinformatikai rendszerek

Az utazást követően használatos megoldások a következő csoportokba sorolhatók:

- a szállított személyek tulajdonát képező tárgyakkal kapcsolatos, és
- a szállított személyekkel kapcsolatos rendszerek.

Poggyász visszakeresés

A személyszállító társaságok egy része az utasoktól elkülönítve szállítja a poggyászokat. (Ez elsősorban a légi személyszállításban jellemző.) A társaságok garanciát vállalnak a rendeltetési helyen a poggyász visszaszolgáltatására. Ha az nem érkezik meg, az utas kellemetlen helyzetbe kerül, a társaságnak pedig kártérítési kötelezettsége keletkezik. Ennek elkerülésére a poggyász felvételekor személyhez kapcsolva rögzítik a jellemző adatokat. A későbbi keresés ezen adatok felhasználásával lehetséges. Ha az utas és csomagjai utazás közben nincsenek elkülönítve, akkor is szükséges lehet a poggyász visszakereső rendszer alkalmazása (ekkor a csomag feladásához kapcsolódó műveletek elmaradnak). Ilyenkor a visszakeresés a járművön felejtett csomagokra és személyes tárgyakra terjed ki. A poggyász visszakeresés célja a **fizikailag elkülönülő utasok és csomagjaik ismételt kapcsolatba hozása**. Ez a fizikai kapcsolatba hozás a két, térben elkülönülő elemre - utas és poggyász - vonatkozó információk felhasználásával, azok egymáshoz rendelésével valósítható meg.

Az alapfolyamati és az ehhez párosuló informatikai műveletek a következők:

1. poggyász feladása - az utas és a hozzá tartozó poggyász adatainak rögzítése,
2. poggyász keresése (utas részéről) - az elveszett csomag adatainak bejelentése, rögzítése, a megtalált csomagok adatainak visszakeresése, a poggyász megtalálása (az utasok vagy a személyzet részéről) - a megtalált csomag adatainak rögzítése, a bejelentett elveszett csomagok adatainak visszakeresése,
3. értesítés küldése a megtalált csomagról, az elveszett, bejelentett és a megtalált csomagok adatainak megegyezése esetén,
4. csomag átvétele - az utas és a hozzátartozó csomag adatainak törlése (archiválása).

A második fázis részfolyamatai között nincs sorrendiség, ugyanis az elveszett csomag bejelentése, és a csomag megtalálása függetlenül történik.

Utas visszakeresés-- helyfoglaláshoz kapcsolódóan

Az utasokra vonatkozó információk visszakeresésének igénye részint hivatalos szervektől, részint magánemberektől indulhat ki. Az utas visszakeresés jellemzően a balesetet szenvedett járművön tartózkodott személyek azonosítását szolgálja, melynek során utaslista összeállítását, azaz a lefoglalt helyekhez ténylegesen kapcsolódó személyek adatainak a lekérdezését végzik. A keresés a helyfoglaló rendszerben a foglalási helyekhez kötődő, az utasokra vonatkozó adatok alapján végezhető el. A hálózatos géprendszerű helyfoglaló rendszer lehetővé teszi bármely erre a célra kijelölt végberendezésnél a lekérdezést. A helyfoglalási adatok bizalmas kezelése miatt a

keresés csak a társasági kezelőszemélyzet közreműködésével közvetetten hajtható végre.

Észrevételek kezelése

Az utasok a szolgáltatással kapcsolatban számos bejelentést, észrevételt, panaszt, kártérítési igényt, stb. fogalmazhatnak meg, és továbbíthatnak elsősorban az üzemeltetők felé. Ennek legelterjedtebb módjai az állomási személyes panaszbejelentés és –kezelés, valamint az internetes üzenettovábbítás. Az üzemeltetők a bejelentéseket megvizsgálják és a szolgáltatási szabályzatnak megfelelően járnak el, illetve minderről tájékoztatják az utast a megfelelő csatornákon.

7.6. A személyközlekedési informatika hardver megoldásai

Az informatikai alapstruktúrát kiszolgáló gépi struktúrák a mindenkori technikai fejlődéstől függően változhatnak. A hardver eszközöket rendszerszemléletben foglaltuk össze. A teljes személyközlekedési információs rendszer hardver összetevőit működési csoportokba rendezhetjük, melyek a következők:

Immobil (telepített) számítógépek és perifériák:

- területi közlekedésmenedzselő (forgalomirányító, utasinformatikai) központok hardver elemei,
- üzemeltető társaságnál az operatív irányításban, a közép- és felsővezetésnél alkalmazott hardver elemek,
- utasforgalmi létesítmények hardver elemei,
- egyéb helyen elhelyezett immobil utasinformatikai eszközök.

Mobil számítógépek és perifériák:

- járművek hardver elemei,
- személyes mobil eszközök.

A működési csoportokból felépített **integrált rendszer** modelljét a 7.17. ábra szemlélteti.

A modellből kiemelve a leggyakoribb alrendszert, a **járművekbe szerelt (mobil) hardver összetevőket** és azok kapcsolatait a 7.18. ábra foglalja össze. Megkülönböztethetők az utasinformatikai funkciókat közvetetten támogató hardver elemek (nem utasinformatikai berendezések) és ezeket a funkciókat közvetlenül támogató hardver elemek (utasinformatikai eszközök) csoportja.

A első csoport további felbontásával külön választható a jármű általános informatikai funkcióihoz tartozó hardver elemek, a járműhelyzet információkat szolgáltató hardver elemek, valamint a kihasználtsági és járműállapot információkat szolgáltató hardver elemek csoportja.

A jármű általános informatikai funkcióihoz tartozó hardver összetevők a következők:

- fedélzeti számítógép,
- háttértár (adatbázis),
- illesztő egység,

- adatátviteli antenna.

A dinamikus információszolgáltatás előfeltétele a számítógépes járműazonosító és járműkövető rendszerek alkalmazása (műholdbázisú v. földbázisú megoldások). A kihasználtsági és járműállapot információkat szolgáltató hardver elemek a következők:

- utasszámláló berendezés,
- járműállapot paramétereit mérő eszközök.

A második csoport tovább differenciálható a kiszolgálás közvetlensége, az utas és a berendezés közötti kommunikáció irányultsága és az információk megjelenési formája szerint.

A személyzet közreműködésével történő kiszolgálást támogató interaktív berendezések a következők:

- járművezető terminálja, hangszóró, mikrofon,
- személyzeti terminálok.

Az önálló kiszolgálást támogató interaktív eszközök a következők:

- beépített számítógépek adatátviteli csatlakozással,
- adatátviteli csatlakozások (személyi eszközök csatlakoztatására),
- díjbeszedés berendezései (önkiszolgálásnál).

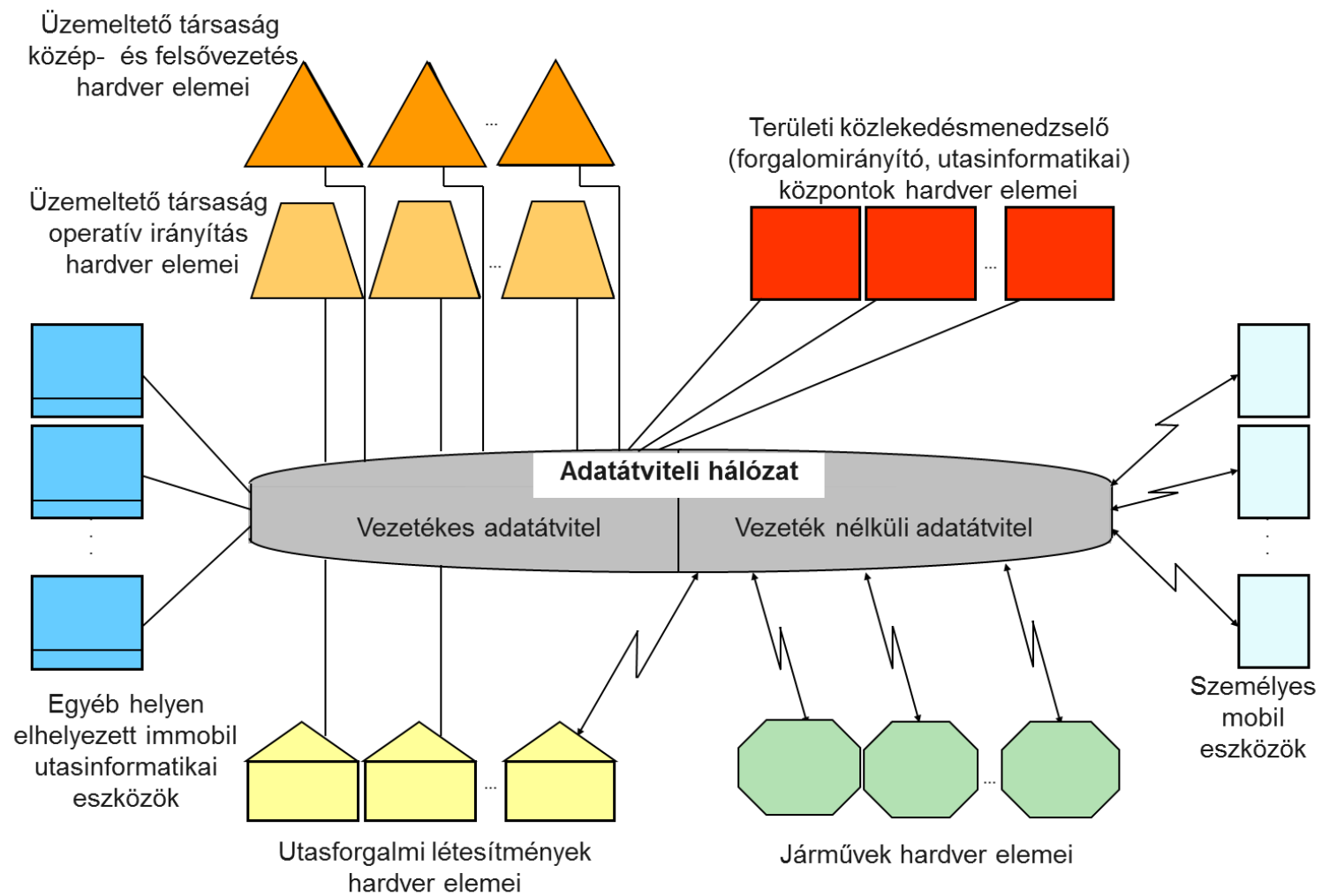
A passzív, akusztikus vagy vizuális végberendezések a következők:

- elektronikus kijelzők a jármű utasterében és a jármű külső oldalán,
- hangszórók.

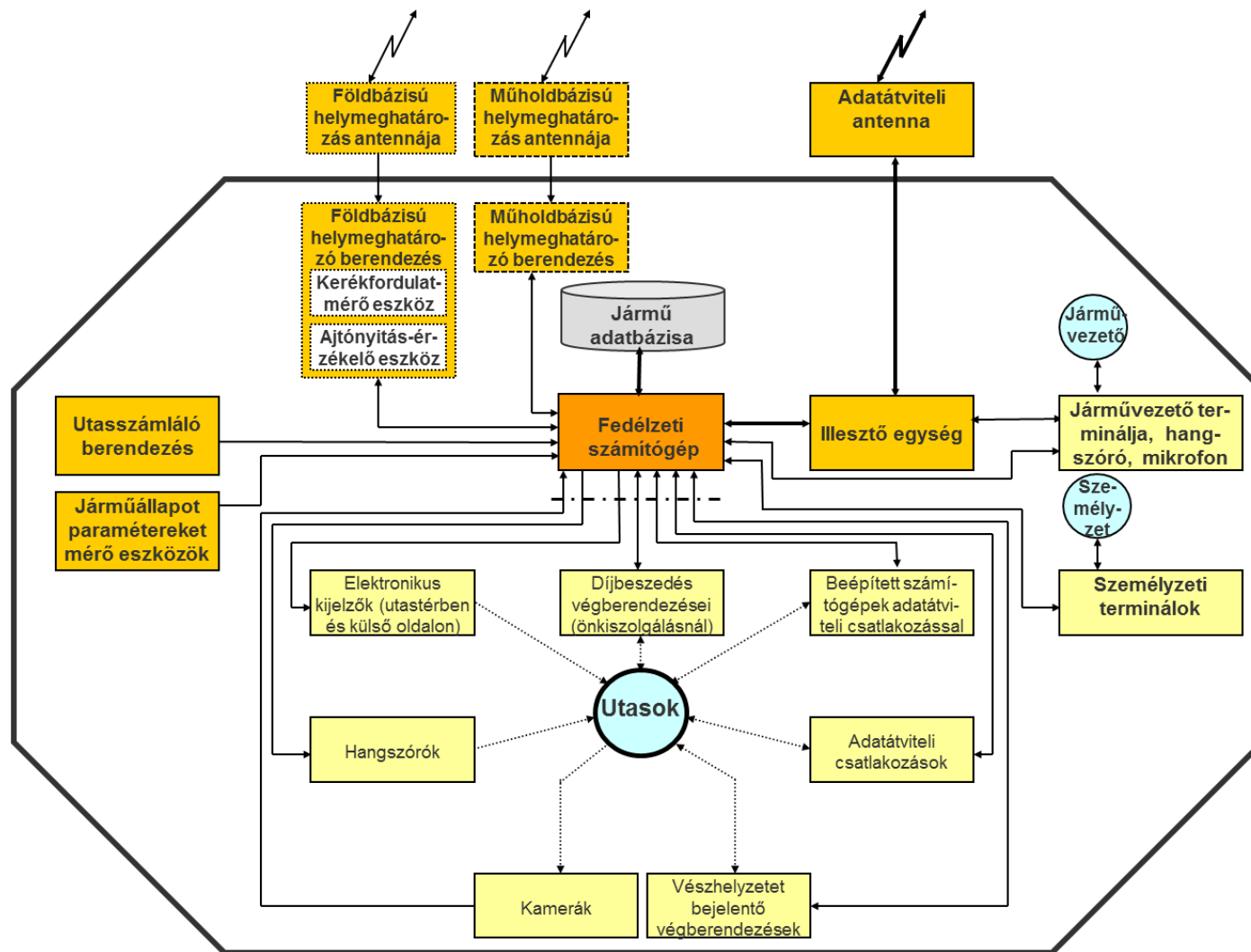
Az utasinformatikai végberendezések külön csoportját képezik az utasok biztonságát szolgáló technikai eszközök, melyek a következők:

- vészhelyzetet bejelentő végberendezések,
- kamerák.

A gépi struktúra középpontjában a fedélzeti számítógép helyezkedik el, mely kezeli a jármű adatbázisát is. A fedélzeti számítógéphez kapcsolódnak a járműhelyzet információkat szolgáltató hardver elemek, a kihasználtsági és járműállapot információkat szolgáltató hardver elemek, a járművezető terminálja, a személyzeti terminálok és az utasinformatikai végberendezések. Az ábrán eredményvonal jelzi a végberendezések és az adatbázist kezelő számítógép illesztését. A járműhöz rendelt hardver elemek és a többi működési csoport hardver elemei között a mobil kommunikáció az illesztő egységen és az adatátviteli antennán keresztül valósul meg. A járművezetői mikrofon és az utastéri hangszórók között közvetlen kapcsolat is lehetséges.



7.17. ábra A személyközlekedési integrált információs rendszer hardver elemeinek kapcsolati modellje [4]



7.18. ábra A járművek hardver elemei és kapcsolataik [4]

Az utasinformatikai eszközök általános csoportosítási módozatai:

- a mobil eszközök a járművel való fizikai kapcsolat szerint lehetnek járműhöz rendelvek, személyhez rendelvek,
- az immobil eszközök a telepítés helye szerint lehetnek utasforgalmi létesítménynél elhelyezettek, egyéb helyszínen elhelyezettek,
- a kiszolgálás közvetlensége szerint az eszközök lehetnek önálló kiszolgálást támogatók, személyzet közreműködésével történő kiszolgálást támogatók,
- az utas és az eszköz közötti kommunikáció irányultsága szerint passzívak, interaktívak lehetnek,
- az információk megjelenési formája szerint akusztikus, vizuális eszközök használatosak,
- vizuális eszközök esetében működését tekintve statikus, dinamikus eszközök vannak.

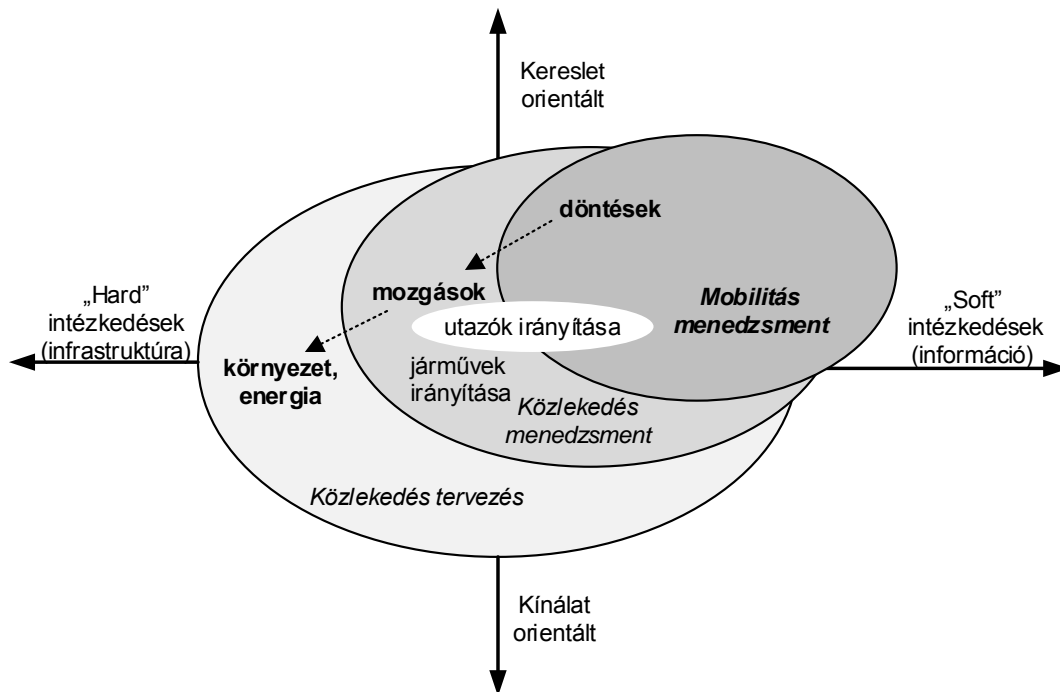
Ellenőrző kérdések a 7. fejezethez

1. Melyek a személyközlekedésben az információkezelési fő funkciók?
2. Milyen szempontrendszer szerint és hogyan csoportosíthatók az utasinformatikai rendszerek?
3. Melyek az utasinformatika fejlődésének fő irányai?
4. Milyen elemei vannak a személyszállítási folyamat struktúrájának?
5. Milyen személyszállítási üzemirányítási informatikai rendszercsoportok különböztethetők meg?
6. Melyek az útiterv készítő rendszerek legfontosabb jellemzői?
7. Milyen turistainformációk használatosak?
8. Mi a helyfoglaló rendszerek célja?
9. Milyen díjhordozókat alkalmaznak, és azok milyen szempontok szerint csoportosíthatók?
10. Melyek az utasforgalmi létesítménynél (megállóhelynél, állomásnál) alkalmazott legfontosabb nem elektronikus információforrások?
11. Milyen információk közlése szükséges felszálláskor?
12. Milyen információkat közölnek a jármű fedélzetén (menet közben)?
13. Milyen informatikai megoldások használatosak az utazást követően?
14. A teljes személyközlekedési információs rendszer hardver összetevői milyen működési csoportokba rendezhetők?
15. Melyek a legfontosabb, járművekbe szerelt hardver összetevők, és mik a funkcióik?

8. A multimodális mobilitás szervező és irányító rendszer modellje

A *mobilitás menedzsment* célja az emberi szükségletek (anyagi és szellemi javak, szolgáltatások) térbeli jellemzőiből levezethető helyváltoztatási igények magas színvonalú kezelése az erőforrásokkal való hatékony gazdálkodás mellett. Kiterjed a személyek, áruk, információk “mozgási” műveleteire, azaz a személyközlekedési, logisztikai és infokommunikációs folyamatokra. A fejezetben *a multimodális mobilitási szervező és irányító rendszer* modelljét mutatjuk be, mely az egyes funkciókat és a közöttük lévő kapcsolatokat ábrázolja.

A mobilitás menedzsment a közlekedési intézkedések körébe tartozik, amelyek között a kapcsolatokat az 8.1. ábra szemlélteti. A helyváltoztatási igényekből az utazók információkezelési, döntési folyamatainak eredményeként képződnek egyéni és kollektív, illetve gyalogos és járműmozgások (igény orientált megközelítés). Ezeket a forgalmi áramlatokat a természeti és társadalmi környezetbe illesztett közlekedési rendszer vezeti le. Az intézkedések vonatkozhatnak az infrastruktúra fejlesztésére (*“hard” intézkedések*), illetve az információkezelés fejlesztésére (*“soft” intézkedések*). Az információ hatása az utazókra lehet kötelező érvényű, tanácsadó, illetve tájékoztató hatású.



8.1. ábra A közlekedési intézkedés típusok közötti összefüggések [9]

A “soft” intézkedésekhez tartozik a multimodális mobilitás szervező és irányító rendszer működtetése. A különböző (részben publikus) forrásból származó kínálati információkat és az utazókra vonatkozó, személyes jellemzőkre is kiterjedő keresleti információkat

“rendeli” egymáshoz (gyakran több lépcsőben). Működése során az aktuális információk mellett előre becsült információt is használ. Elsősorban a személyek döntési és mozgási folyamataira fókuszál a helyváltoztatási láncok képzése során (utazók irányítása). A személyre szabott információs szolgáltatás célja az utazók viselkedésének befolyásolása; a környezetbarát, energia hatékony és biztonság megoldások használatának elősegítése. Az információs rendszerrel átszőtt személyközlekedésre használható az “infomobility” kifejezés is, melynek jelentése: a valósidejű multimodális információk (ideértve a parkolási létesítményeket is) szolgáltatása az utazóknak és az üzemeltetőknek, az utazás valamennyi fázisában. A jelenleg alkalmazott megoldásokhoz képesti előrelépés a mobilitási irányító központok kiépítése, amelyek funkciója a közlekedési folyamatok, illetve (tágabb értelmezés szerint) a mobilitási igények kezelése.

A multimodális működés, azaz a helyváltoztatási láncok képzésének célja a személyközlekedési „választék” bővítése a különböző mozgásformák összerendezésével, illetve a közlekedési eszközök parciális előnyeinek egyesítésével a helyváltoztatási láncok „hasznosságának” fokozása.

A közlekedési hálózat kitüntetett pontjai - információs szempontból is - az utasforgalmi létesítmények (intermodális csomópontok), ahol a kisebb-nagyobb csoportokban érkező utas áramlatok be-, át-, és kivezetését kell megoldani, miközben a létesítménynél eltöltött minimális időtartamra kell törekedni az utasok és a járművek esetében is. (A járműmozgások irányítása összefügg a hálózati irányítással). További cél, hogy minimális legyen a gyaloglási távolság az eszközök között, illetve azt támogassuk automatikus eszközökkel (mozgólépcső, lift, stb.).

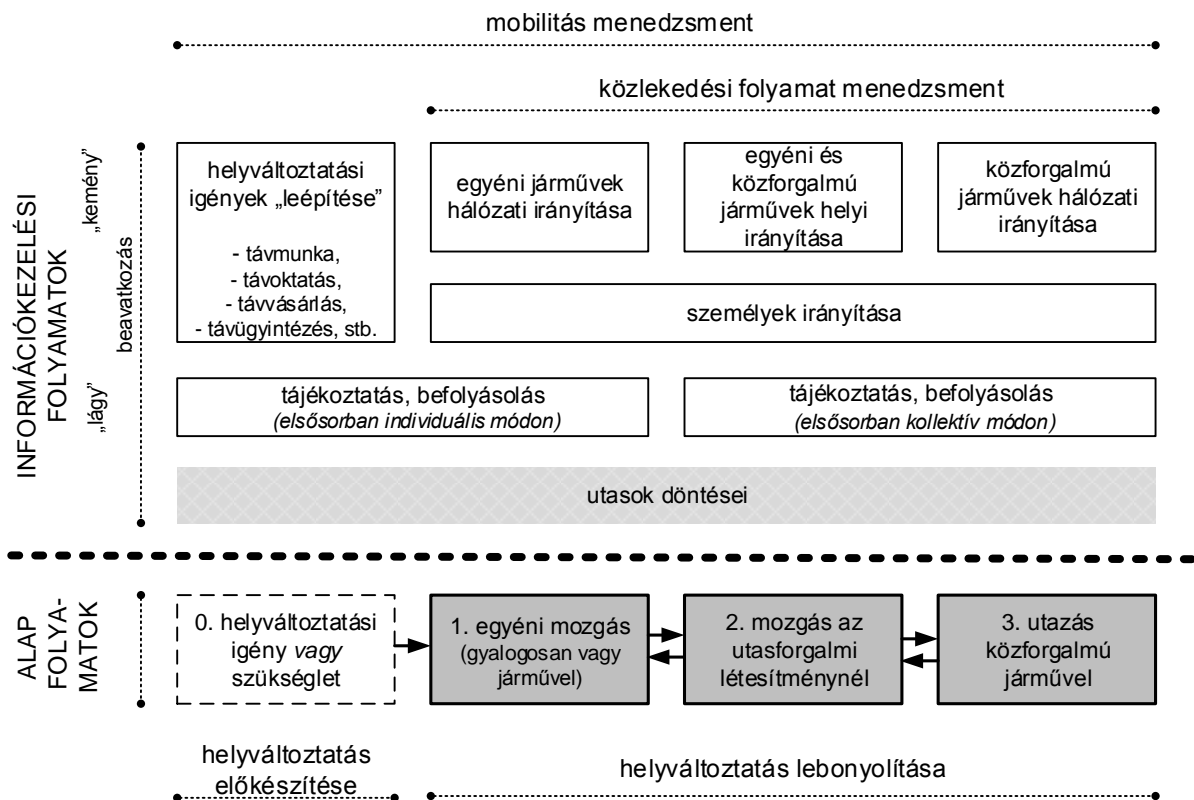
A helyváltoztatás két tevékenység közötti művelet. A mobilitás menedzsment kiterjedhet:

- a helyváltoztatási igények térbeli és időbeli jellemzőihez megfelelő mozgási forma kiválasztására,
- vagy tágabb megközelítés szerint a szükséglet kielégítéséhez tartozó helyszín és időpont megválasztására is (az egyes helyszínek dinamikus közlekedési potenciáljainak és az ottani anyagi, szellemi javak, illetve szolgáltatások dinamikus jellemzőinek figyelembevételével). Az utasok által felkeresendő objektumok dinamikus hasznossági értékei meghatározhatók az objektumok kínálata, térbeli helyzete, a személyközlekedési kínálat és az utas személyes jellemzői szerint. Ezen hasznossági értékeket “virtuális távolságoknak” tekintve az egyes objektumok elhelyezhetők egy időben változó ún. “szubjektív térképen”.

A különböző helyváltoztatási motivációkhoz más-más módok (utazási láncok) igénybevétele kedvezőbb. A személyközlekedési rendszer irányítása a mozgó objektumokra (járművek, utasok) terjed ki. Az utasok helyváltoztatásának befolyásolása, irányítása járműtől független és járművel végzett mozgási fázisokra bontható. Utazás közben a személyenkénti információgyűjtés helyett elegendő a járműinformáció

gyűjtése, ha a be- és kiszállás „regisztrált”. [A járműfedélzeti utas mozgások figyelmen kívül hagyhatók hálózati szemléletű igénykezelés során].

A multimodális mobilitási szervező és irányító rendszer működési folyamatait a 8.2. ábra foglalja össze. A mozgási folyamatokat az 1-3 sorszámok jelölik. A közforgalmú utazás többnyire a lánc középső eleme, azt megelőzik és követik az egyéni mozgások. A beavatkozási módok a „lágý” és „kemény” formák között változhatnak. Az előbbi esetben *lehetséges*, az utóbbi esetben *kötelező* érvényű a közölt információ figyelembe vétele. A járművek irányítása többnyire a „kemény” formák közé tartozik. A mobilitás menedzsment eredményessége az alkalmazott beavatkozási módok hatékonyságától, azaz az utasok reakcióitól függ.



8.2. ábra A multimodális mobilitási szervező és irányító rendszer működési folyamatai [9]

Az „információs minőség”-et befolyásolja:

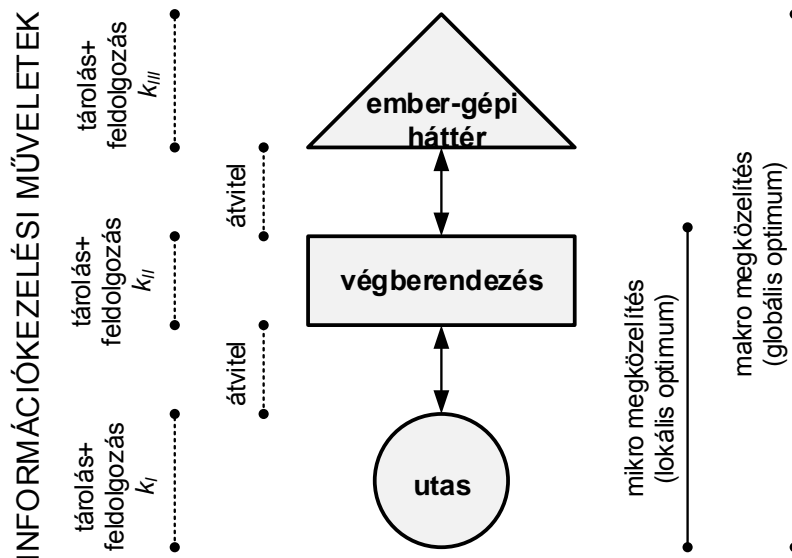
- a kezelt információk jellemzői (megbízhatósága),
- a feldolgozás jellemzői (értéknövelt információk aránya),
- a megjelenítés jellemzői (ember-gép illesztés).

A közlekedési lehetőségekről és folyamatokról a gépi összetevőkön keresztül jutnak el információk az utashoz. Az elemeket, a bennük és a közöttük végbe menő

információkezelési műveleteket leegyszerűsítve szemlélteti a 8.3. ábra. Mindhárom elemtípusban történik tárolás és feldolgozás, azaz megoszlik „az intelligencia” az egyes szintek között. Ennek megfelelően:

$$k = k_I + k_{II} + k_{III}, \quad (8.1)$$

ahol az indexben lévő római számok az elemtípusokra utalnak. A műveletek megoszlási „aránya” kihat az adatátviteli teljesítményre.



8.3. ábra Az utasokkal kapcsolatos információkezelési műveletek megoszlása az összetevők között [9]

A működés sikeressége főként az információ észlelésétől és megértésétől függ. Az utas feldolgozási műveleteinek (k_I) „arányát” a személyes jellemzők befolyásolják:

- milyen előzetes ismeretekkel rendelkezik a személyközlekedési rendszerről,
- milyen mértékben hagyatkozik a közölt információkra,
- illetve milyen értéknövelt információszolgáltatásokat igényel.

A végberendezésekben az információkezelési műveletek (k_{II}) „arányát”

- a felhasznált dinamikus információk mennyisége,
- az eszköz kialakítása, telepítési helyszíne,
- interaktív megoldásnál a tájékozódáshoz szükséges időtartam, az elvárt műveletek száma és a válaszadási idő nagysága befolyásolja.

Az ember-gépi háttérrel képező alrendszer információkezelése (k_{III}) egyrészt hozzájárul az utasok individuális tájékoztatásához, befolyásolásához („lokális” célok eléréséhez

adatok előzetes, részleges feldolgozása, továbbítása), másrészt pedig elősegíti a személyközlekedési rendszer erőforrásaival való takarékoskodást („globális” célok eléréséhez adatok komplex feldolgozása, továbbítása). Ez utóbbi esetben

- kitűzi a célértékeket,
- érzékeli a megvalósult értékeket,
- összehasonlítja a kitűzött célértéket a megvalósulttal,
- meg nem engedett mértékű eltérés esetén beavatkozik.

Az utazókkal foglalkozva az egyik legfontosabb célkitűzés, hogy minél rövidebb időt töltsenek el a közlekedési rendszerben; tágabb értelmezés szerint a szükségleteihez tartozó helyváltoztatásokat minél rövidebb idő alatt realizálják.

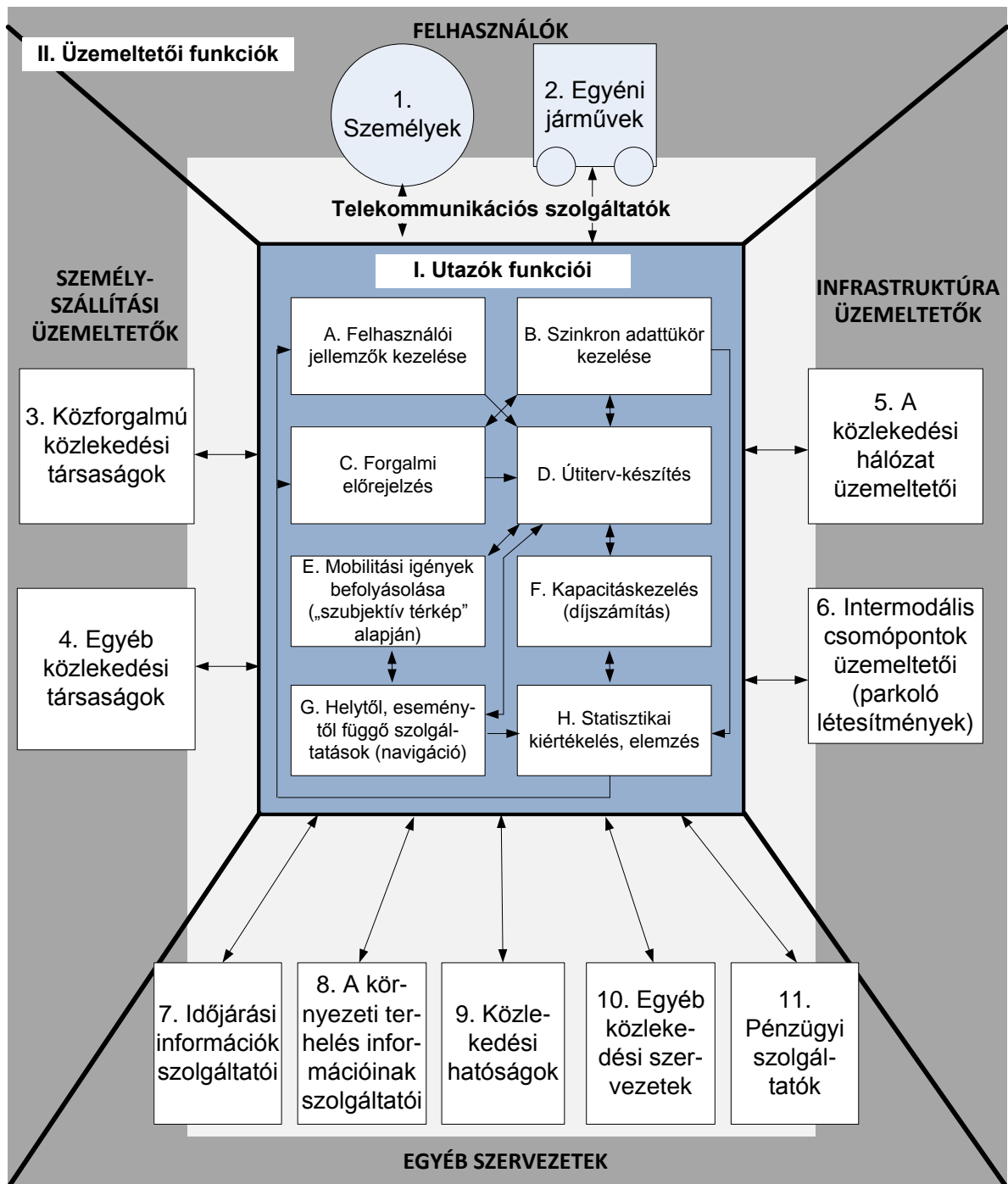
Nagy komplexitású, elosztott informatikai rendszerek hatékony fejlesztése funkcionális modell alapján végezhető el. A magas absztrakciós szintű modell alapján beazonosíthatók a lényeges funkciók, azok jellemzői, és a közöttük lévő kapcsolatok. A multimodális mobilitási szervező és irányító integrált információs rendszer legfontosabb információáramlási és -feldolgozási műveleteit összefoglaló funkcionális modellt a 8.4. ábra szemlélteti. Az információforrás és -nyelő szervezetek az ábrán arab számozással jelöltek. Az együttműködés érdekében szervezeti szinten megoldandó az adatok közzététele, illetve az adatok minőségi jellemzőinek (valószínűségi jelleg, megbízhatóság, nyers vagy feldolgozott jelleg, érték, stb.) rögzítése. Az adatfeldolgozási funkciók két “síkban” helyezkednek el:

I. utazók funkciói: legfelső sík (az ábra közepén),

II. üzemeltetői funkciók: legalsó sík (a teljes ábra alapjaként).

A két működési síkot a telekommunikációs szolgáltatók kapcsolják össze (középen, világosszürke háttérrel), amelyek nemcsak az adatátvitelt biztosítják, hanem gyakran az objektumok (személyek, járművek) mozgásával összefüggő adatok forrásai is. Az utazókkal kapcsolatos adatfeldolgozási modulok (funkciók) és azok kapcsolatai az ábra közepén nyomtatott nagybetűkkel vannak jelölve. A modulokban zajló műveleteket, az ehhez szükséges input és output adatokat a 8.1. táblázat foglalja össze. A modulok jelentős része az üzemeltetői funkciók síkjában is megjelenik. Mivel az adatok a gépi összetevők és a szervezetek között elosztottan (decentralizáltan) vannak tárolva, ezért ezek nincsenek jelölve.

A személymozgások az utazók döntéseinek következményei. Egyes mobilitási formákat gyakran információk hiányában választanak, miközben kedvezőbb megoldások is rendelkezésre állnak. A döntéseket az információk körének bővítésével, azok feldolgozottsági, megjelenési jellemzőivel lehet befolyásolni. Ehhez az utazók viselkedésének megismerése, és a jelenlegi információs rendszerek integratív szempontok szerinti fejlesztése szükséges.



8.4. ábra A multimodális mobilitási szervező és irányító rendszer funkcionális modellje [9]

8.1. táblázat A funkciók jellemzői [9]

	funkció elnevezése	működés/feldolgozás	bemeneti adatok	kimeneti adatok
A	felhasználói jellemzők kezelése	személyes és helyváltoztatási jellemzők, kiértékelések karbantartása; kategóriák képzése	„user profile”, általános és aktuális helyváltoztatási jellemzők (előzetesen eltárolt vagy megismerés eredményeként); utazói visszajelzések	személyek jellemzői (kategóriák)
B	szinkron adattükör kezelése	a (térbeli jellemzőkkel is rendelkező) aktuális adatok kezelése; a tervezett és tényleges adatok összehasonlítása; adategyesítés	személyek, járművek, infrastruktúra tervezett és aktuális helyzet és állapot jellemzői	szinkron adattükör (térinformatikai adatok); zavarok, balesetek és azok következményeinek adatai
C	forgalmi előrejelzés	az utazási igények és a forgalmi jellemzők előrebecslése (érkezési, utazási idők, stb.)	szinkron adattükör; historikus adatok; zavarok, balesetek és azok következményeinek adatai	előrebecsült adattükör; az objektumok helyzet és állapot jellemzői a közeljövőben
D	útiterv-készítés	a hálózati csomópontokból és körzetekből többszintű csoportképzés; előzetes útvonalkeresések a körzetek között; aktuális útvonalkeresés a kiinduló és a végpont környezetében	felhasználói jellemzők; aktuális és előrebecsült helyváltoztatási igények; szinkron és előrebecsült adattükör	útitervek (térbeli, időbeli, díjfizetéssel kapcsolatos információk)
E	a mobilitási igények befolyásolása („szubjektív térkép” alapján)	az objektumok dinamikus hasznosság értékének kezelése; (figyelembe véve a kínálatot, elhelyezkedést, a közlekedési hozzáférhetőséget, személyes jellemzőket, stb.)	a termékek, szolgáltatások, szórakozási lehetőségek, stb. iránti aktuális igények; az objektumok és szolgáltatások információi	javaslatok a tevékenységek sorrendjére és helyszínére
F	kapacitáskezelés (díjszámítás)	igények és kapacitások (iterációs) közelítése, összerendezése; helyfoglalások kezelése	tervezett férőhely-kapacitások; helyfoglalási igények; historikus adatok	kihasználtsági és bevételi adatok
G	helytől és eseménytől függő szolgáltatások (navigáció)	helymeghatározás, tájékoztatás a szolgáltatásokról (parkolóhelyek, szállások, stb.) out-door és in-door célpontra vezetés	útitervek; személyek, járművek helyzetadatai	információ az objektumokról és szolgáltatásokról
H	statisztikai kiértékelés, elemzés	információgyűjtés a járműmozgásokról (kapacitáskihasználásról) és az utazókról	szinkron adattükör; kihasználtsági és bevételi adatok	statisztikák (pl. felhasználói szokások, forgalmi adatok)

Ellenőrző kérdések a 8. fejezethez

1. A közlekedési intézkedéseknek milyen típusai vannak?
2. Melyek a multimodális mobilitási szervező és irányító rendszer legfontosabb működési folyamatai?
3. Milyen szempontok befolyásolják az „információs minőséget”?
4. Melyek a multimodális mobilitási szervező és irányító rendszer legfontosabb, utasokkal kapcsolatos funkciói?

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Csiszár, Cs. – Westsik, Gy.: *Modelling of Computer Integrated Transportation*. Periodica Polytechnica. Vol.27. 1999/1-2. p. 43-59.
- [2] Csiszár, Cs.: *Az integrált, intelligens utastájékoztató és információellátás rendszertechnikai modellje*. Közlekedéstudományi Szemle. L.évf. 5. szám 161-174.o. Budapest, 2000.
- [3] Csiszár, Cs.: *Az integrált intelligens utasinformaticai rendszer kialakulásának előzményei és alapjai*. Városi Közlekedés. XLI.évf. 6. szám 360-366.o. Budapest, 2001.
- [4] Csiszár, Cs.: *Az integrált, intelligens utasinformaticai rendszerrel alkalmazott hardver megoldások és azok általános modellje*. Közlekedéstudományi Szemle. LIII.évf. 1. szám 21.-32.o. Budapest, 2003.
- [5] Csiszár, Cs.: *Elektronikus utastájékoztató rendszerek a helyi közösségi közlekedésben*. Közlekedéstudományi Szemle. LIV.évf. 4.szám 147.-155.o. Budapest, 2004.
- [6] Csiszár, Cs.: *A telematicai alkalmazások fejlődési irányai a közforgalmú közlekedésben*. Városi Közlekedés. XLIV.évf. 6. szám 325-331.o. Budapest, 2004.
- [7] Csiszár, Cs.: *A biztonság fokozása telematicai rendszerekkel a közforgalmú közlekedésben*. Közlekedéstudományi Szemle LVI.évf. 1. szám 7.-17.o. Budapest, 2006.
- [8] Csiszár, Cs.: *Telematikailag integrált személyközlekedés*. Közlekedéstudományi Szemle LVI.évf. 12. szám 447-457.o. Budapest, 2006.
- [9] Csiszár, Cs.: *Model of Multimodal Mobility Coordination and Guiding System*. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 3, Issue 6, December 2013. pp. 125-132.
- [10] Csiszár, Cs. – Westsik, Gy.: *A közlekedési informatika kutatása és oktatása a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén*. Közlekedéstudományi Szemle LXIV. évf. 2. szám 44-52.o. Budapest, 2014.
- [11] Leviäkangas, P.: *Building Value in ITS Services by Analysing Information Service Supply Chains and Value Attributes*. International Journal of Intelligent Transportation Systems Research. May 2011, Volume 9, Issue 2, p. 47-54. DOI 10.1007/s13177-011-0029-x
- [12] Lindenbach, Á. – Barsi, Á. – Lovas T.: *Az intelligens közlekedési rendszerek alkalmazása a közúti közlekedésben*, Budapest, 2004. szerzői kiadás, 140 p.

- [13] Munkácsiné Lengyel, E. – Tóth, J. – Csiszár, Cs. – Juhász, J.: *Közlekedési informatika* (jegyzet) 2004.
- [14] Nowacki, G.: *History and Development of Transport Telematics*. Archives of Transport System Telematics, Vol. 1, No. 1, 2008. pp.61-67
- [15] Nowacki, G.: *Development and Standardization of Intelligent Transport Systems*. TransNav - International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 6, No. 3, 2012. pp. 403-411.
- [16] *PIARC handbook on Intelligent Transport Systems* Copyright © 2004, 2006 and 2011 PIARC (World Road Association) free web edition
http://road-network-operations.piarc.org/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=71&lang=en
- [17] Válóczy, D. – Csiszár, Cs.: *Telematikai rendszerekkel támogatott intermodális csomópontok*.
 Városi Közlekedés. LI. évf. 3-4.szám 207-214.o. Budapest, 2011
- [18] Westsik, Gy.: *Közlekedési informatika*. Egyetemi tankönyv. Tankönyvkiadó 1989.
- [19] Westsik, Gy.: *Közlekedési Informatika II. (Alkalmazott közlekedési információtechnika)*.
 Műegyetemi Kiadó. 1994.
- [20] Westsik, Gy.: *Közlekedési Informatika I. (Általános közlekedési informatika)*.
 Műegyetemi Kiadó. 1995.
- [21] Westsik, Gy.: *Közlekedési rendszertervezés*. Műegyetemi Kiadó. 1995.
- [22] Westsik, Gy.: *Közlekedési informatika, telematika* (Előadás vázlat, ábragyűjtemény).
 Műegyetemi Kiadó 1997.
- [23] 2010/40/EU: *AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2010/40/EU IRÁNYELVE Az intelligens közlekedési rendszereknek a közúti közlekedés területén történő kiépítésére, valamint a más közlekedési módokhoz való kapcsolódására vonatkozó keretről*. Strassburg, 2010. július 7.