

Tokody Dániel-Schuster György-Papp József²⁵⁴: Az intelligens vasúti rendszer megvalósításának elméleti és technológiai háttere

Absztrakt: Cikkünkben az intelligens vasúti rendszer megvalósításának elméleti és gyakorlati hátterét vizsgáljuk. Foglalkozunk a rendszer konstrukciójából adódó intelligencia gyökereivel és az ambiens önszerveződő hálózati struktúra alkalmazásának lehetőségeivel egy új felfogású komplex hibrid rendszerben. Megemlítjük az alrendszerek integrációjának fontosságát egy intelligens infrastruktúrát érintően. Végül pedig utalunk az ITS (Intelligent Transport Systems) szerepére a „Smart City” koncepcióban. „A vasút a szállítási tevékenységet csak akkor tudja elvégezni, ha a legfőbb funkcióján kívül egyéb funkciókat is ellát. ... Biztosítani kell a megfelelő képzettségű és számú munkaerőt, valamint az üzemvitelhez szükséges anyagokat. Kutatást kell végezni az egyre fejlettebb technika, ill. technológia kialakítása érdekében.” (Dr. Westsik György a közlekedéstudományok kandidátusa, MTA tud.munkatárs)

Bevezetés - a kutatási téma időszerűsége

Világunkban – és a fejlettebb országokban bizonyára – a személyes mobilitás egyre inkább alapjogként realizálódik az emberek életében. Az egyéni utazási költségek növekedésével és a fenntartható fejlődés jegyében nagyobb igény mutatkozik a közösségi közlekedés iránt. A versenyképesség fenntartása végett a folyamatos fejlődés elengedhetetlen ezen a területen is. Mindeközben az élet minden területén a minket körülvevő technológiától való függőségünk egyre nagyobbá válik.

A tudományos probléma felvetése

Az intelligens rendszerek mindennapivá válása nem új keletű dolog. „Az Európa Tanács Információs Társadalom Technológiák Tanácsadói Testülete 2000-ben indított, 2010-ig tervezett „Intelligens környezet” („Ambient Intelligence”) projektjében az átlagemberek környezetének intelligenssá tételét célozta meg. Az információs és kommunikációs technológiák fejlődésével lehetővé válik felhasználóbarát, ember-központú, az emberi tevékenységeket, interakciókat támogató, kiszolgáló környezet kialakítása. Az embert körülvevő objektumokba beépülő („embedded”) intelligens, intuitív interfészek segítségével a környezet képes érzékelni és felismerni a különböző emberek jelenlétét, szándékait, igényeiket és reagálni azokra. Mindezt nem feltűnő, többnyire láthatatlan eszközökkel valósítjuk meg.” [1] Ennek a törekvésnek lehet része a közlekedési rendszerek intelligenssá tétele. Erről már az eredeti riportban is olvashatunk a „Scenario 3 - Carmen: traffic, sustainability & commerce” pontban. [2]

Az Európai Unióban élve mi is érintettjei vagyunk az Unió által hozott döntésekben rejlő elképzeléseknek. 2010-ben fogalmazódott meg ama direktíva is, amely „Az intelligens közlekedési rendszereknek a közúti közlekedés területén történő kiépítésére, valamint a más közlekedési módokhoz való kapcsolódására vonatkozó keretről” címmel jelent meg [3]. Ebben az irányelvben főképp a közúti közlekedésről van szó, de a közlekedési módokhoz való kapcsolódás jelentheti számunkra a vasúti vonatkozásokat is.

Ezen az európai iránymutatáson alapul a 2013-as októberi Nemzeti Közlekedési Stratégia, melynek részeként szerepel a közösségi közlekedés azon belül is maga a vasúti infrastruktúra üzemeltetése és a vasúti árfuvarozás és személyszállítás [4].

Az intelligens vasúti rendszer megvalósításának feltételei még nem tisztáztak. A szakszerű információtechnológiai és biztonságtechnikai rendszerfejlesztés támogatását célzottan segítő részletek kidolgozására van szükség. Cikksorozatunk első részében (Vezetékek Világa 2014/2)

²⁵⁴ Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, tokodi.daniel@bgok.hu, Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar schuster.gyorgy@kvk.uni-obuda.hu papp.jozsef@kvk.uni-obuda.hu

foglalkoztunk a megvalósítandó rendszer alapkérdéseivel azaz, hogy mely alrendszerek bevonására lehet szükség a kialakítandó intelligens struktúrába. Illetve vizsgáltuk a vasút, mint kritikus infrastruktúra és az intelligens rendszer kapcsolatát. Újabb cikkünkben mind elméleti, mind pedig gyakorlati megvalósíthatóság szempontjából adunk útmutatást és fogalmazunk meg javaslatokat a fejlesztésről. Tesszük mindezt az egyetemi keretek között folyó gyakorlati kutatás tapasztalati alapján is.

A kutatás szerepe a mindennapi életben

Az átlagember szemszögéből (utazó) egy egyszerű példán keresztül fogunk hozzá az intelligens vasúti rendszer lényegének megértéséhez. Egy vasútállomáson számtalan bizonytalan tényezővel számolhatunk az utazással kapcsolatos információk nagy mennyisége ellenére is. Vajon volt-e elég idő a szerelvényt felkészíteni a következő útra? Van-e mozdony? Szabad-e a pálya? Ha elindultunk, időben érkezünk-e? Ha nem, akkor az öt perces késésből lehet hat, hét vagy akár érkezhetünk menetrend szerint is?

A bizonytalanság csökkentésére egy intelligens rendszerre van szükség. Amely az alrendszerektől (forgalomirányítás, biztosítóberendezések, menetrendi alrendszer stb.) kapott információk alapján megkönnyíti a vasút feladatainak ellátását. Ebben az esetben a más rendszerektől kapott információk segítségével az utastájékoztató alrendszeren keresztül a folyamatos valós idejű információk utasokhoz való eljuttatásával kezeli a fennálló helyzetet. Persze ez nem jelenti a váratlan események megszüntetését, csakis a maximális felkészültséget azok bekövetkezésére, illetve az esetleges utazással kapcsolatos információk perdikciójának lehetőségét adhatja meg az utasok számára.

A felhasználók nézőpontjából az operatív döntéseik folyamatos támogatását és a különleges vagy problémát okozó esetek alkalmával hathatós megoldást nyújthat számukra. Az intelligens fejlesztés lényege az, hogy számol a meglévő berendezésekkel, eszközökkel. Ezért a meglévő infrastruktúra elemeinek részletes felmérése elengedhetetlen az intelligens rendszerré való továbbfejlesztésük során. Analízisünket a biztosítóberendezési alrendszerrel kezdjük. Először azon belül is – területi korlátok végett – egy részegységét a kezelői személyzete számára elsődleges fontosságú elemeit hasonlítjuk össze. Megtesszük az elektronikus biztosítóberendezések kezelőfelületeinek SWOT analízisét és a kezelőfelületek tulajdonságainak egybevetését táblázatos formában, mivel a vizsgált információk lényegesen segítik a fejlesztési koncepció kivitelezését.

A megvalósíthatóság kérdései

Milyen feltételek mellett nevezhetjük az adott rendszert intelligensnek? Beszélhetünk-e rendszer szintű intelligenciáról? Intelligens-e egy intelligens funkciókkal felruházott berendezés? Kérdések sorára kereshetjük a válaszokat.

Az intelligens rendszerek célja

Az ilyen rendszerek elsődleges célja a diverz alrendszerek integrációjának elősegítése, az egységes kooperatív működés megteremtése. A különböző típusú és a más-más funkciójú alrendszerek ezáltal segíthetik egymást, amely a vasút teljes működését befolyásolhatja.

Másodlagosan a kiterjedt infrastruktúra védelmének biztosítása is cél. Mivel az országos vasúti infrastruktúra egyes elemeit tekintve jelentős mértékben elszórtan helyezkednek el, ebből kifolyólag folyamatos komplex védelmére nemigen van lehetőségünk. Ezért a kockázatok csökkentésére, strukturális reformra van szükség a mai viszonyokhoz képest. Az intelligens rendszer létrehozása során a hálózat egészét befolyásoló változások – több tekintetben is – gazdasági előnyökként realizálhatók.

Az utóbbi évek vasútfejlesztés irányai az ERTMS (European Rail Traffic Management System), az ETCS (European Train Control System) és a GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway) nyilvánvalóan segítik a vezeték nélküli technológiák elterjedését a vasúti környezetben. Az intelligens vasúti rendszer kialakítása sok esetben támaszkodik az wireless technológiákra. A nyilvánvaló előnyök között sorolható fel a gyakran előforduló kábellopások, kábelátvágások elkerülése. Így a pótlásokra,

javításokra fordítandó összegek plusz forrásként jelennek meg a versenyképesség fenntartása során. Másfelől a 21. századi vasúti infrastruktúra működtetéséhez még mindig nagyon sok rézből készült kábelre, vezetékre van szükség, így a kábelezési költségek mértéke igen magas az egyes beruházásokat tekintve. A Londoni Fém-tőzsdén, 2014 nyarán több mint 7000 dollárba kerül a réznek tonnája.

A teljesség igénye nélkül az alábbi kérdésekre is megoldás lehet egy intelligens vasúti közlekedési rendszer:

- A globális és európai tendenciák figyelembevétele.
- ITS rendszerek kialakítása. A vasúti közlekedés ITS-be való integrációja.
- Energiahatékonyság megvalósítása egy átláthatóbb rendszerben.
- Fenntarthatóság elősegítése.
- Kritikus infrastruktúra védelem vasúti aspektusai.
- Komplex, kooperatív szinergikus működés megvalósítása az alrendszerek integrálása a vasúti infrastruktúrát érintően.

Az intelligens rendszerek teoretikus megközelítése

Egy új felfogású intelligens rendszer esetén szükségesnek ítélni a szubsidiaritás elvének alkalmazását. Az elv szerint a problémákat a keletkezési helyen kell megoldani, vagyis a rendszer struktúrában felsőbb irányítási szintről csak akkor kell egy alrendszer működésébe beavatkozni, ha azon a szinten már a folyamat nem megoldható és a további problémák károsan befolyásolhatják a teljes hálózat működését. Ezen elv alkalmazása révén kialakíthatóvá válik egy, az elosztott struktúrához illeszkedő ambiens intelligenciával rendelkező infokommunikációs alapú közlekedési rendszer. Az ambiens rendszerek jellemzően vezeték nélküli kommunikációs módokat alkalmaznak. Az „ambiens” szó használata utal arra, hogy az ezzel a technológiával kialakított architektúra lokális szinten – *ott, ahol szükség van rá* – a berendezések szűkebb működési környezetében, szenzorok és mérések segítségével folyamatosan monitorozzák a saját és az őket körülvevő rendszereket. Illetve a feljogosított elemek beavatkozhatnak a működések mechanizmusába. Ugyanakkor képesek tájékoztatni szükség esetén figyelmeztetni és riasztásokat küldeni a magasabb „evolúciós” struktúrájú társaik felé. Az egyes rendszer elemek autonóm módon működnek, de dinamikus kooperációban funkcionálnak. Például így működhetnek a rendszer érzékelői.

Gordos professzor szerint: „Az ambiens intelligencia (Aml) több tudományág, többek között a távközlés, a számítástechnika és a szenzorika új interdiszciplináris paradigmája. A koncepció lényege, hogy a felhasználókat olyan környezetbe ágyazott, feltűnésmentes számítási és infokommunikációs technológiákkal vegyük körül, melyekben a hangsúly a személyi számítógépekről egyre inkább a felhasználóbarát, hatékony és elosztott szolgáltatások hálózata felé tolódik el. A rendszerben intelligenciával, érzékelőkkel és aktuátorokkal rendelkező „Aml” elemek (továbbiakban a távközlési terminológiából véve: csomópontok) egymással ad hoc (spontán) kommunikációs kapcsolatot létesítenek. Ha ezt a technológiát úgy alkalmazzák, hogy a csomópontokat egy mozgó és/vagy álló objektumokból összetevődő rendszer egyes objektumaira helyezik, a rendszer viselkedése optimalizálható. Az ambiens intelligencia tehát egy olyan koncepció, melyben az emberek igényeikhez igazodó, egymással kommunikáló, intelligens eszközökkel vannak körülvéve.” [8] A technológia segíti a kutatás használhatósági tervezéssel kapcsolatos céljainak megvalósítását. Az ambiens intelligenciával rendelkező eszközök létrehozhatók beágyazott rendszerekkel. A beágyazott rendszerek mindennapjaink részét képezik, melyek megtalálhatók akár a gépjárműveinkben vagy akár egy egyszerű ipari nyomtatóban. Az intelligens vasúti rendszer kialakításához megfelelően dedikált funkcionalitású elemekre van szükség, amely egyértelműen a beágyazott rendszerekkel való megvalósításnak kedvez. Az ilyen struktúrák előnye, hogy egy specifikus funkció végrehajtására tervezett, erre a célra optimalizált számítógépekből épülnek fel. Így a hardver és a szoftver illesztetten kerül kialakításra az adott folyamatokhoz. A rendszerrel kapcsolatos elvárásokat többek

között az olcsó és kevés alkatrészből való előállíthatóság, a gyors, biztonságos és energiahatékony működés képezi. A technológia támogatja a valós idejű működés biztosításának kialakítását is.

Egy intelligens rendszernek képesnek kell lennie arra, hogy megfelelő védelemmel rendelkezzen mind fizikai mind szoftveres szinten. Ma már nem elég az egyes elemeket autonóm módon kiépíteni, a rongálás és a szándékos szabotázs mindennapos esemény egy kiterjedt hálózaton. Sajnálatos módon akár egy terrorcselekmény kivitelezése sem ütközik nagyobb fizikai akadályba a vasúti infrastruktúrát érintően. Gondoljunk csak a közelmúlt vasúti terrorcselekményeire: Madrid 2004, London 2005 és Moszkva 2010. Nem szabad megfeledkeznünk a kritikus infrastruktúrák védelmének vasúti aspektusairól sem.

Példának okáért sok esetben egy – egy lakat védi a létesítményeket, melyet egy felkészültebb rossz szándékú elkövető képes kihasználni. Nincsenek magas kerítések vagy akár olyan, a teljes rendszert érintő átfogó protokollok, amelyek ebből a szempontból a kockázatot érezhetően befolyásolják. Ebben a helyzetben az üzemeltető személyzet csökkentése nagyobb kiszolgáltatottsághoz vezet, mivel egyre több a személyzet nélküli létesítmény így az események észlelése vagy a cselekménytől való eltántorítás esélye személyzet hiányában még kisebb hatékonyságú. Ilyen feltételek mellett a vasút tekintetében is igény mutatkozik egy nagy megbízhatóságú, intelligens, átfogó szolgáltatásokat nyújtó, az üzemeltetés biztonságát és gazdaságosságát biztosító komplex rendszerre. A biztonság prioritása jelentős mértékben nőtt az elmúlt évek során. Az alkalmazott rendszerek egyre összetettebb kialakítása a biztonság megfelelő összetettségét kívánja meg. Kézenfekvő megoldást hozhatnak ilyen esetben az intelligens rendszerként prosperáló megoldások. Az intelligens rendszerek fontos tulajdonsága az önvédelmi mechanizmus, a rendszer szintű védelmek és biztonsági szintek alapvető alkalmazása. Ez alapján a rendszervédelmi alrendszer létrehozására tehát szükség van.

Az intelligencia újszerű értelmezése - integráció

Intelligens, mert...

David Wechsler²⁵⁵ szerint: „Az intelligencia az egyénnek az az összetett vagy globális képessége, amely lehetővé teszi, hogy célszerűen cselekedjék, hogy racionálisan gondolkodjék, és eredményesen bánjék a környezetével”. [9]

Elaine Rich²⁵⁶ a mesterséges intelligenciáról már így vélekedik: „Az MI azoknak a problémáknak a számítógépes megközelítésével foglalkozik, melyek megoldásában jelenleg az emberek jobbak.” [9]

Ashby²⁵⁷ azt írja, hogy a kibernetika a vezérlés tudománya, „az élőszerkezetben és gépben történő irányítás és kommunikáció elmélete.” [10]

Számos definíciót olvashatunk az intelligenciáról, az intelligens tulajdonságokkal felruházott rendszerek meghatározásáról. Az ilyen rendszerek kialakítását a kibernetikai és mesterséges intelligencia-kutatások ösztönzik. A vasút tekintetében az „igazi” intelligens vasút koncepciója az, ahol az egyes alrendszerek már nem inkompatibilis autonómiával, hanem integrálva kerülnek kialakításra, az ilyen rendszerek mindennapi alkalmazása még várat magára. Van azonban egy erős igény a nagy megbízhatóságú, az üzemeltetés biztonságosságát és gazdaságosságát elősegítő és széleskörű szolgáltatásokat nyújtó rendszerek iránt. Jó példa lehet az integrációra a 90-es években elkezdődő hazai épületautomatizálás, mely mára már az egy épületben lévő összes alrendszert tekintve koncentráltan az intelligens épületekben (Smart Building, Intelligent Home) teljesedett ki és fejlődik tovább ma is.

²⁵⁵ Amerikai pszichológus a WAIS és WISC intelligencia-skálák kifejlesztője.

²⁵⁶ Artificial Intelligence szerzője. University of Texas, Computer Sciences department tanára.

²⁵⁷ Angol pszichiáter a kibernetika úttörője, a komplex rendszerek vizsgálója.

Az integráció azt jelenti, hogy az egyes alrendszerekben lévő folyamatok kölcsönösen hatnak egymásra. Az alrendszerek sok esetben szuplementer kapcsolatban állnak. Az integrált struktúrával egy komplex (teljesebb) vasút hozható létre, amellyel olcsóbban, hatékonyabban és egyszerűbben lehet garantálni az üzembiztonságot. Emellett több járulékos előnye is van egy ilyen rendszernek még, ha csak az üzemeltetés során felmerülő problémákat is tekintjük. Természetszerűen a számos gyártó által létrehozott vasúti egyveleg mai szóval interoperabilitása nem kézenfekvő, ahogyan ez kihívás minden ilyen esetben például az épületautomatizálásban is. Míg a nagyszámú, nem egyszerre és nem azonos elképzelés alapján fejlesztett alrendszerek diszharmonikus működése nyilvánvalóan fennáll. Egy integrált rendszerrel megvalósított intelligens vasúti struktúra a felhasználók számára nagyfokú biztonságot, komfortos, rentábilis üzemeltetést és presztízst jelent.

Az integráció az első lépés az intelligens rendszerek felé.

Mit nevezhetünk intelligens vasúti rendszernek?

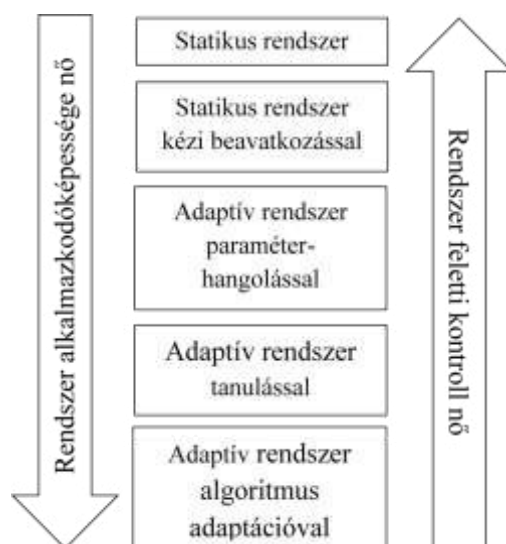
Az intelligens vasúti rendszer szenzorok, vezérlő és szabályozó elemek útján automatikus és (emberi beavatkozás nélküli) agilis erőforrás-gazdálkodást hoz létre egy kiterjedt komplex rendszer tekintetében.

„Az intelligens vasút koncepciója magába foglalja a fejlett vasút-automatikai rendszereket, a gördülőállomány folyamatos nyomon követését a mozdony és kocsik elegy összességére vonatkozólag, fedélzeti és állomási önmagyarázó vizuális és akusztikus utastájékoztatót, vagy akár a pályaudvar helyszínének megválasztását, akár az épület kialakítását. A rendszer eleme lehet tehát bármilyen, az intelligens vasút megvalósítását célzó elmélet, eszköz vagy fejlesztés.” [11]

Az automatikai rendszerek tervezése esetén a hagyományos tervezési eljárások követendőek, amelyek egy intelligens rendszer esetén már nem biztos, hogy célravezető módon alkalmazhatóak. Gondoljunk csak bele, ha a már említett integrált nagy bonyolultságú szövevényes hálózatu rengeteg elemből álló rendszer működését próbáljuk leírni, akkor milyen kihívásokkal fogunk a tervezés során szembenézni. Az intelligens rendszerek implementációjához a társ szakágak tudományterületein elért eredmények figyelembevételével egy, az ilyen felépítés kialakítását segítő modellezés kidolgozására van szükség. Az intelligens rendszerek megvalósításának legnagyobb korlátja maga a hagyományos tervezői hozzáállásunk lehet. El kell tehát vonatkoztatnunk.

Kovács szerint az ágens-, játék- és evolúcióselméletek egyesítésével az intelligens rendszerek döntési folyamatának modellezését tehetjük meg. Állítása szerint az intelligens rendszerek modellezhetőek ágensként. Ágens bármi lehet, ami szenzorai segítségével érzékeli környezetét és beavatkozó szervei segítségével megváltoztathatja azt. Esetünkben legyen a vasúti infrastruktúra érzékelőiből és beavatkozó szerveiből álló egység az adott ágens. Az elgondolás alapján az ágensek, azaz az intelligens vasúti rendszer elemek közösségének kommunikációs és döntési folyamatainak tervezést segítő módszer alapján az intelligens rendszerek jóságának általános megközelítése is kialakítható. [12]

A tervezés során az intelligens rendszer elemek „közösségi” helyzetével is foglalkoznunk kell. Az autonómia és a központi irányítás kérdése hamar előkerül egy intelligens rendszer kapcsán. „Amikor autonóm rendszereket említünk, egy olyan víziót látunk magunk előtt, amelyben a rendszerek néhány előre definiált szempont alapján menedzselik saját magukat. A folyamat lényege az önszerveződés (self-organization). A biológiai rendszerekhez hasonlóan az önszerveződő rendszerek alkalmazkodnak a változó környezethez, mint például processzor terhelés, csatornkapacitás, szolgáltatási igények vagy egyéb külső feltételek. Utóbbiak hardver-, illetve szoftverhibából, vagy akár egy rosszindulatú támadásból is eredhetnek. Egy ilyen rendszer akár arra is képes lehet, hogy folyamatosan ellenőrzi saját magát vagy rendszeresen frissíti különböző komponenseit. Ez alapvető különbséget jelent a hagyományos statikus rendszerekhez képest. A hálózat képessé válik önmaga menedzselésére, csökkentve az emberi beavatkozás szükségességét. Ugyanakkor a rendszer szabadsági foka is megnő, ezáltal nehezítve annak modellezését, viselkedésének előrejelzését (1. ábra).” [13]



1. ábra: Adaptív rendszerek tervezése – az adaptivitás fokai [13]

Az 1. ábrából következtethetünk arra, hogy ha adaptív intelligens rendszert szeretnénk tervezni, nemcsak új rendszerstruktúrát és az ezzel együtt járó kommunikációs és döntési folyamatokat, de még a dinamizusból adódó adaptív önszerveződésen alapuló tényezőket is figyelembe kell vennünk.

Az intelligens vasúti struktúrával szemben támasztható szolgáltatásbiztonság alapú követelmények

- A szolgáltatásbiztonság értelmezésünkben azt jelenti, hogy milyen biztonsággal képes ellátni feladatait az adott intelligens rendszer.
- Az infrastrukturális elemek rendelkezésre állásának biztosítása. (Rendelkezésre állás.)
- Megfelelő szállító kapacitás biztosítása. Dinamikus átbocsátóképesség, állandó ütemezettség, gyorsaság. (Rendelkezésre állás.)
- A vasúti közlekedés biztonságát biztosító rendszerelemek biztonsága. Vasúti infokommunikációs rendszerek biztonsága. (Megbízhatóság.)
- Működési, működtetési hatékonyság. Komplex biztonság. (Biztonságosság.)
- Munkavállalói megbízhatóság. (Bizalmasság.)
- Komfortos, háztól – házig való közlekedés támogatása, különböző rendszerek együttműködése és fejlesztetősége. (Integritás.)
- Karbantartás folyamatossága. (Karbantarthatóság, javíthatóság, módosíthatóság.)

A felhasználók igényei (működési szempontból) egy intelligens vasúti rendszerrel kapcsolatosan

- Az intelligens vasúti rendszerrel szemben támasztott követelmények, amelyek a tervezés során karakteresen figyelembevételre kerülnek a rendszer nagyobb fokú használhatósága végett.
- Láthatóság, vizualizációs képesség. (Pl.: Online és offline vizualizáció, trendek, statisztikák, folyamatos felügyelet és szabályozhatóság biztosítása.)
- Skálázhatóság, rugalmas paraméterezhetőség. (Pl.: A tömegesen gyűjtött információkból a számunkra fontos elemek kigyűjthetősége. Riasztások beállítása.)
- Kompatibilitás. (Pl.: Régi és új technológiák összeférhetőségének biztosítása, protokoll illesztés. Szinergikus működés.)
- Alkalmazhatóság. (Pl.: Gyakorlati hasznosság. Működéstámogatás és optimalizálás. Kooperatív alrendszerek.)
- Biztonságosság. (Pl.: Üzemeltetési, működési.)

Az intelligens vasúti rendszer előnyei

- A tervezés során figyelembe vett követelményekből adódó technológiai előnyök.
- Gazdaságos, versenyképes és logikus működés.
- Biztonsági és kényelmi funkciók általi biztonságos és torlódásmentes utazás biztosítása.
- Dinamikusabb utazás, gyorsabb úti-cél elérés.
- Kisebb környezetterhelés.
- Moduláris felépítés.
- Önszerveződő installáció és újra konfiguráció.
- A fenntartható fejlődés biztosítása.
- Növekvő utas elégedettség, nagyobb presztízs a versenytársakkal szemben.

Az intelligens vasúti rendszer konstellációs és aplikatív viszonyai

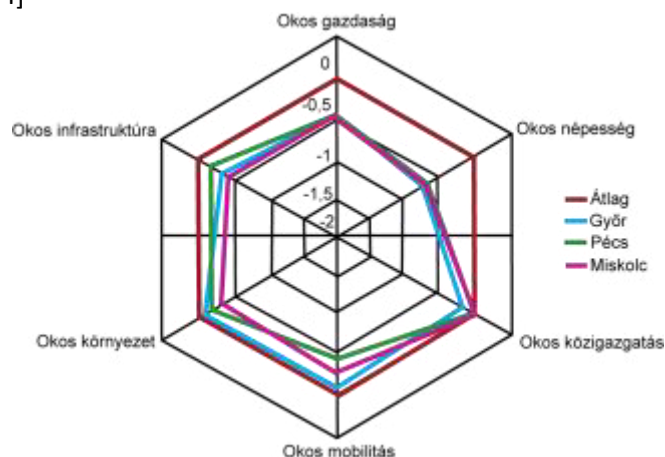
Fenntartható környezet, okos közlekedés az okos városban

A szakirodalomban több példát is találunk intelligens rendszerek alkalmazására. Az intelligens közlekedéshez és a vasúthoz is köthető többek között a „Smart City” koncepció, melynek alapeleme a „Smart Mobility” azaz az okos mobilitás. A Bécsi Műszaki Egyetem kutatói által (Die Technische Universität Wien) kidolgozott modell szerint hat attribútuma van egy okos városnak mégpedig: az okos mobilitás, az okos környezet, az okos népesség, az okos infrastruktúra, az okos közigazgatás és az okos gazdaság. (Lásd a 2. ábrán)



2. ábra: Az okos város alapelemei. [14]

Minden felsorolt elemnek több összetevője van. Az okos mobilitás alapelemei: helyi hozzáférhetőség, nemzeti és nemzetközi elérhetőség, információ technológiai támogatottság és elérhetőség, szállítási és közlekedési rendszer fenntarthatósága. A kutatás szerint a mobilitás lényeges eleme a tömegközlekedés, mely része a vasút is. A kutatás érdekessége, hogy magyar városok is szerepelnek a vizsgálat spektrumában, ráadásul ezek a városok fontos vasúti vonatkozással is bírnak. A 3. ábrán láthatjuk a három várost: Győrt, Miskolcot és Pécs az említett tulajdonságok szerinti összehasonlításban. [14]



3. ábra: Győr, Miskolc, Pécs városok „Okos város” profiljának összehasonlítása. European Smart Cities 3.0 (2014) vizsgálata [15]

A kooperatív intelligens rendszerek, utastájékoztató alrendszer

Ma már minden modern járművön vannak kijelzők, amelyek mutatják az aktuális időt, a következő megállót, illetve bármilyen lényeges információ megjelenítésére képessé tehetőek. Tegyük fel, hogy az utazó számára, azt is megjelenítjük, hogy várhatóan mikor érzük el a következő megállót, ilyenkor nemcsak a menetrendszerinti érkezést jelezhetjük ki. A statikus rendszerekhez képest a dinamikus intelligens rendszer már a következő megállóhoz való érkezés várható idejét – a rendelkezésre álló adatok segítségével – kiszámítja és a feltehető átszállási kapcsolatok lehetőségeit a saját érkezési idejéhez képest az időbeni találkozás alapján határozza meg. Már ez az intelligens funkció is jelentős előrelépés az utazással járó bizonytalanság csökkentésében. Ennek egy továbbfejlesztése lehet egy olyan okostelefon applikáció, amely egy útvonaltervező program segítségével képes meghatározni az utazás folyamatában az éppen aktuális helyzet és a célállomást összekötő útvonalon a közlekedési eszközök közötti optimális váltást a megállóba érkezési idők és a legrövidebb út, vagy az aktuális forgalmi információk segítségével. Ez a vasúton és a városi tömegközlekedés alkalmával is hasznosítható szolgáltatás lehet. A funkció megvalósításához a gördülőállomány fedélzeti berendezéseinek, a biztosítóberendezési alrendszernek, az utastájékoztató alrendszernek, a pálya és állomás felügyeleti rendszernek és a menetrendi adatbázisnak infokommunikáció kapcsolatban kell állniuk és együttműködésre késznek kell lenniük.

A meglévő biztosítóberendezési alrendszer vizsgálata

A tárgyilagos egybevetés igen nehéz dolog az ilyen összetett rendszerek esetében. Gondoljuk csak el, mi alapján tehetjük ezt meg? Az adott helyen kiépített berendezések lehetőségeit mutassuk-e be, vagy inkább a rendszerben rejlő összes opciót figyelembe véve tegyük-e ezt? Előfordul, hogy a prototípus funkcionalitása nagyobb a kiépített változaténál. A biztosítóberendezések vagy a kezelőfelületeik összehasonlítását a szakirodalmi források nem tárgyalták. Ezért javasoljuk egy olyan szempont rendszer kialakítását, ami a berendezés mindenkori legjobb kialakítását tekintve vizsgálja a rendszer erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és veszélyeit, mivel a kiépítésnél sok esetben gazdasági szempontok a döntőek.

A vizsgálat során fontos szempont az absztrakció útján történő összehasonlítható jellemzők megfogalmazása, hogy saját aspektusunkból figyelve meghatározhassuk a megegyező és különbségtevő jegyek sorát. A tudományos összehasonlítás pedig egzakt módon határozza meg azon tulajdonságokat, melyek azonosak vagy olykor különbözőek. A jellemzők segítségével szabályszerűségek is felfedezhetőek.

Mindazonáltal szem előtt tartjuk az összehasonlítás e szempontjait:

Felépítés. (Pl.: Kis vagy nagy állomásra tervezett? Hány számítógépből épül fel?)

- Működés. (Pl.: Megjelenítés. Eseménynapló. Jogosultságok. Hiba és zavar visszajelentés.)
- Kényelmi funkciók. Szolgáltatások. (Pl.: ÖJÜ. Makrók. Vágányút függő lecsukás.)
- Kezelés, alkalmazás. (Pl.: Távkezelhetőség vagy távellenőrzés lehetősége. Különleges és tipikus kezelések. Vonatszám követés és megjelenítés.)
- Oktatás. (Pl.: Elsajátítás módja. Nehézségek.)
- Ergonómia. (Pl.: Kialakítási sajátosságok.)

Nem vizsgálunk állomás kritikus eseteket, mert azok megítélésünk szerint összességében tévútra vihetik a feltárt eredmények kiértékelését. Az elektronikus kezelőfelületekkel kapcsolatosan általánosságban felmerülő viszonylatok a 1. táblázatban láthatóak.

Táblázat 1: A biztosítóberendezési alrendszer elektronikus kezelőfelület elemeinek SWOT analízise

| | | |
|-----------------------|--|--|
| Belső tényezők | <p>Erősségek</p> <p>Moduláris felépítés Szoftveres feladat megosztás Részben olcsó alkotóelemek Központi irányítás (jelentősége: sok kis- állomású vonalak esetén nagy)</p> | <p>Gyengeségek</p> <p>Gyors elavulás, elhasználódás (5- 10 év) Jelentős energiafogyasztás Részben drága alkotóelemek Nagy befektetési költségek Nem minden korosztály kezeli szívesen</p> |
| Külső tényezők | <p>Lehetőségek</p> <p>Upgrade lehetőség Munkaerőigény csökkenés Képzett munkaerő igény Informatikai tudomány gyors fejlődése Szimulációs technológiák Új oktatástechnológia</p> | <p>Veszélyek</p> <p>Disaster létrejöttének esélye Áram kimaradás Mindennapos használat mellett bizonytalan élettartam Jelentős üzemeltetési költségek karbantartás hiányában</p> |

Összességében tekintve a négy különböző – Magyarországon alkalmazott összes típust – nagyrészt egybevágó rendszereként ismertük meg. Ezek az ILTIS, AKF, EBO2 és az Elpult. A történeti fejlődésük során egymással kapcsolatba kerültek, ugyanakkor a gyártói szabadalmak fő korlátot szabtak a felépítési, működési és biztonsági elvek nagyobb fokú azonosságának tekintetében. Láttuk, hogy a négyből három rendszer fejlesztéséből adódóan számos közös ponttal bír. A továbbiakban a fent megnevezett hat paraméter alapján kíséreljük meg összehasonlításukat táblázatos formában (2. táblázat).

Táblázat 2: Elektronikus kezelőfelületek összevetése

| Kezelőfelület neve | ILTIS | AKF | EBO2 | Elpult |
|---|--|------------------------------------|--|--|
| Kezelőfelület típusa | na. | Biztonságos monitoros megjelenítés | Metódusbiztos (ejárásbiztos) kezelőfelület | na. |
| Biztosítóberendezési rendszer felépítési elve | 3 szintű, moduláris | 3 szintű, moduláris | 4 szintű, moduláris | 3 szintű, moduláris |
| Operációs rendszer | Windows (profibus esetén) OpenVMS | UNIX | Linux | Linux |
| Rendszerszoftver(ek) | ILTIS redszoftver részei: MERKUR, Monitor, Primary-loader (elsődleges betöltő), Secondary-loader (másodlagos betöltő), Tracer | Xgram (SCADA) | Diverz szoftverek | X-VIEW OHLE SCADA - Overhead Line Equipment - Felsővezetéki berendezés |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Programozási nyelv | na. | CHILL Pamela | CHILL Pamela | na. |
| Megjelenítő számítógép | ipari PC | ipari PC | ipari PC 1 aktív és 1 meleg tartalék | ipari PC |
| Integrált-e a kezelőfelület a biztosítóberendezésbe | Nem | Nem | Igen | Nem |
| Interfész | ODI és PDS | X.25 | X.25 | na. |
| Diagnosztikai állomás | Van | Van | Van | Van |
| Üzenet típusok | Datagramok, táviratok | na. | na. | na. |
| Működési elv | Felülvezérlő | Felülvezérlő | Integrált vezérlő | Felülvezérlő |
| Működési kiépítés | Kezelő és visszajelentő berendezésként Vonatszám követő berendezés Központi forgalomirányító rendszer felülvezérlője | Kezelő és visszajelentő berendezésként | Kezelő és visszajelentő berendezésként | Kezelő és visszajelentő berendezésként Központi forgalomirányító rendszer felülvezérlője |
| Vezérlés típusa | Helyi (ILOKS), távkezelhető, távkezelő | Helyi, távkezelhető, távkezelő | Helyi, távkezelhető, távkezelő | Helyi, távkezelhető, távkezelő |
| Elsődlegesen milyen biztosítóberendezéshez csatlakoztatható | SIEMENS SIMIS IS, C, W | ELEKTA1 | ELEKTRA2 | D55 |
| Képes-e más-más típusú biztosítóberendezések kezelésére? | Igen | Igen | Igen | Igen |
| Biztonsági elv (kritérium) | 2x „2-ből 2” 2x „3-ból 2” | „2-ből 2” 2 csatornás működés (ponált és negált) 3-ból 2 (pl. ICA SBP) | Logikai csatorna (A csatorna) Biztonsági csatorna (B csatorna) | „2-ből 2” 2 csatornás működés (ponált és negált) |
| Folyamat futási elv | „fő”, „tükör”, „passzív” | | Safety bag eljárás | |
| Kiegészítő hangjelzés | van | van | van | van |
| Autonóm működés | van | van | van | van |
| KÖFE, KÖFI csatlakozás | van | van | van | van |

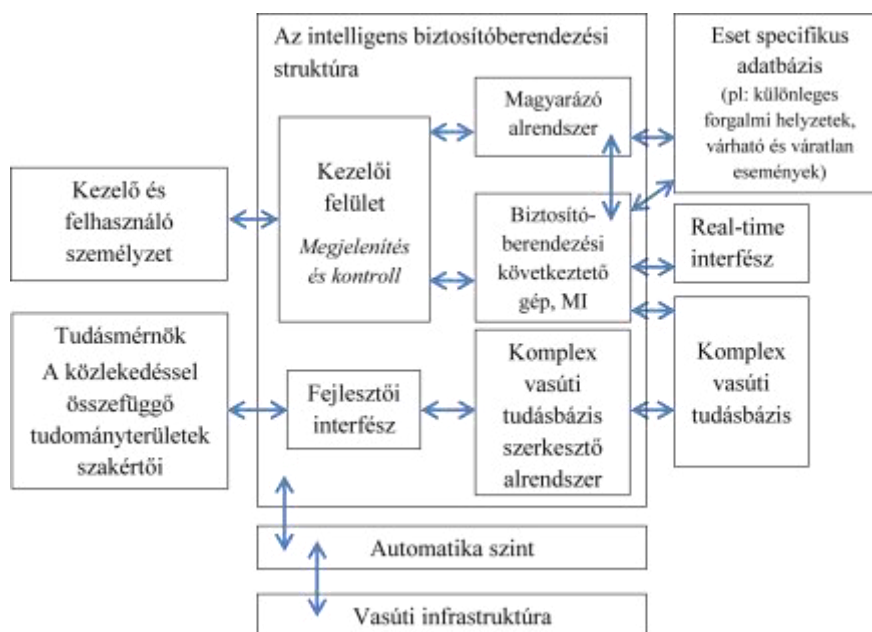
| | | | | |
|-------------|-----|--|---|--|
| Redundancia | na. | VOTRICS: 3 lazán csatolt, azonos autonóm számítógép, aktív redundanciával. Háromszoros rendszer (pl. ICA SBP) Kétszeres rendszer (pl. ICA EPA) | Kétszeres redundancia a kezelői szint, a központi szint és az elem szint számítógépeiben. Egyszeres redundancia a diagnosztikai szinten | Kétszeres redundancia az interfész (RTU) szinttől a kezelői szintig (SCADA). |
|-------------|-----|--|---|--|

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|--|
| | | Egyszeres rendszer (pl. ICA nyomtató) | és az IC szinten. | |
| Eseményrögzítő | Protokoll menedzser (PRTM) | na. | ESM Elefant | Eseménynapló, Hibaelőjegyzési napló, BiztBer Hibanapló, Zavarnapló, Fejrovas napló, Számlált kezelések naplója, Szolgáltatváltási napló, Üzem módváltási napló és a BiztBer Napló funkciócsoport működtetési |
| Kényelmi funkciók, szolgáltatások | ÖJÜ Makrók | ÖJÜ Vágány sorompó felsővezeték kikapcsolás | ÖJÜ Vágány sorompó felsővezeték kikapcsolás | Vágányút-tároló automaták |
| Kezelés típusai | Normál kezelés biztonsági követelmények nélkül, Kritikus kezelés biztonsági követelményekkel, Kényszerkezelés biztonsági követelményekkel | KKN, KKM1 | Normál kezelés Megerősítendő kezelés Nehezített kezelés | Normál és különleges (KKE) kezelés |
| Kezelések kiadása | Normál eset: egy csatorna Kritikus eset: két csatorna | na. | na. | KKE kezelések kétcsatornásan |
| Intelligens funkciók | | Vágányút tárolás | na. | Vágányút-tároló automaták |
| Megjelenítés | Áttekintő és LUPE kép | Áttekintő és LUPE kép | Áttekintő és LUPE kép | Áttekintő és LUPE kép |
| Képernyő beosztás | Fő kép, üzenetkezelő sáv | Fő kép, üzenetkezelő sáv, ellenőrző mezők | Alapmenü és eszköztár Kezelői ablakok Üzenetkezelő ablak | Fő kép, üzenetkezelő sáv |
| Jogosultság | Több szintű, listás | Több szintű, mátrixos | Felhasználói és adminisztrátori | na. |
| Kezelői státuszok | na. | na. | Kezelő Korlátozott jogú kezelő Betekintő | na. |
| Egér használat | Fogd és vidd! Bal és jobb gomb! Dupla kattintás! | Balgomb | Jobb és balgomb | Jobb és balgomb |
| Oktatás | Rövidítések, fogalmak | na. | na. | na. |
| Ergonómia | Több monitoros ülő munkahely. | Több monitoros ülő munkahely. | Több monitoros ülő munkahely. | Több monitoros ülő munkahely. |

Összegezve elmondhatjuk, hogy a kiépített rendszerek műszaki tartalmáról több tekintetben is nehezen kapunk képet még a szakértők bevonása ellenére is. Azt is megállapíthatjuk, hogy a kisebb – nagyobb különbségek mellett a kezelőfelületek fejlődésükből adódóan sok mindenben hasonlítanak valamint ez visszavezethető a feltétfüzetnek való megfelelésre is. A feltárt adatok alapján arra következtetünk, hogy a biztosítóberendezések kezelőfelületei integrálhatóak az egységes intelligens rendszerbe.

Az intelligens rendszer biztosítóberendezési alrendszerének kialakítása, mint szakértői rendszer

„Az intelligencia megjelenésére folyamatirányító rendszerekben akkor van szükség, ha az irányítási feladatok legalább egyike intelligens problémamegoldást igényel. Ebben az esetben intelligens irányító rendszerről beszélhetünk.” [16] Különösen egy problémás forgalmi helyzet esetén az emberi intuíciós képességek széleskörű tárházára van szükségünk. A kutatásban egy ilyen helyzetben biztosan és gyorsan döntő rendszer alapjait keressük. A 4. ábrán látható módon vázolhatjuk fel az általunk létrehozandó struktúra kialakítását.



4. ábra. A szakértői biztosítóberendezési alrendszer
(Szakma specifikus ábra adaptáció [16])

Példa a szakértői rendszer fontosságára

Vegyünk egy közepes állomás vágányhálózatának bonyolultságát. Az ott folyó folyamatok gördülékenységét befolyásoló tényezők alapján szemléljük meg a dolgot. A forgalmi szabályozást végző kolléga (Forgalmi szolgálattevő) döntése alapján a biztosítóberendezés kezelése mellett egy – egy kiválasztott vonat leközeledtetését megfigyelve elmondható, hogy nem mindegy, hogy milyen módon választ a felmerülő lehetőségek közül. Példának okáért: Ha egy gyorsabb futásra képes személyvonatot kitérőben járat be és ki az állomásról. A kitérőben közlekedtetéssel megkéslelteti azt. Mindeközben egy jóval lassabb tehervonatot pedig egyenesben hoz be az állomásra és ezt is megvárakoztatja a szolgálattevő azzal, hogy addig nem mehet az adott vonat tovább, amíg a személy át nem ér és megfelelő térből nem lép.

A biztosítóberendezés még nem képes segítséget nyújtani használója számára abban, hogy hogyan is szervezhetné jobban az állomáson esetenként sokszor ismétlődő összetett folyamatokat, ez a feladat az emberi intelligenciára van bízva. Holott eme folyamatok megtanulására képessé tehetőek a mai technika vívmányai. Tehát itt már nem arról az automatizmusról van szó, amit az előre letárolt folyamatok sorrendi végrehajtását jelenti egy bizonyos feltételrendszer szerint. Itt már az egyes

alrendszerek egymást támogató működésén alapuló relációs viselkedésen és kontingencia viszonyainak figyelembevételével történő működést érthetjük.

Konklúzió

Az intelligens biztosítóberendezési alrendszer nem csak a hagyományos biztosítóberendezési funkciókat látja el, hanem a ma még az ember által hozott döntéseket-, optimalizáltan hozza majd meg, figyelembe véve akár a mozgó vonatok sebességét, súlyát, mozgásának irányát akár a távolabbi állomások forgalmi viszonyait. Hangsúlyozzuk, hogy olyan rendszer megvalósítását célozzuk, amely számol a meglévő rendszerek hasznosításával, integrációjával. Erre tekintettel végeztük a megfelelő berendezések tulajdonságainak felmérését. Szükség van a további alrendszerek vizsgálatára az intelligens struktúrába való integrálásuk elősegítése céljából.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom szerzőtársaimnak a cikkezéssel töltött idejükért. És külön hála a cikk lektorának, Ihász Jácintnak, amiért szakértelmével segítette a szakmai színvonal megfelelő szinten tartását és ezáltal támogatta cikkünk megjelenését.

Irodalomjegyzék

- [1] Utassy Sándor: Komplex villamos rendszerek biztonságtechnikai kérdései. Doktori (PhD) értekezés 2009. 52. oldal.
- [2] K. Ducatel, Scenarios for Ambient Intelligence in 2010. Letöltés dátuma: 2014.06.06. 20:30. Forrás: <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/istagscenarios2010.pdf>
- [3] 2010/40/EU Irányelve. (2010. július 7.) Az intelligens közlekedési rendszereknek a közúti közlekedés területén történő kiépítésére, valamint a más közlekedési módokhoz való kapcsolódására vonatkozó keretről. Letöltés dátuma: 2014. 03. 26. 20:30, Forrás: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:207:0001:0013:hu:PDF>
- [4] Nemzeti Közlekedési Stratégia. (2013.10). Letöltés dátuma: 2014. 03. 27. 20:40, Forrás: http://www.kkk.gov.hu/remos_downloads/NKS_Strategiai_dokumentum.26.pdf.
- [5] Monil, S. (2013.09). Smart Railway Network. Vol2, Issue 4. International Journal of Electronics and Communication Engineering.
- [6] Smart Rail Expo – Smart Rail Asia Industry Report. (2014.01.10.). Smart Rail Europe Congress report. (old.: 131-138). Letöltés dátuma: 2014. 03. 27. 20:50, Forrás: http://info.smartrailexpo.com/smartrail-asia-industry-report?__hstc=105861724.dd5952df9e8f9aa7d98af2b25fe194ab.1393251657069.1393251657069.1393251657069.1&__hssc=105861724.2.1393251657070&__hsfp=3076533769.
- [7] Gripenkoven, J. "Nutzerzentrierte Systemgestaltung am Fahrdienstleiterarbeitsplatz." Signal + Draht. 2013/11. 20-24 oldal.
- [8] Gordos Géza, Laborczai Péter. Ambiens intelligencia alkalmazások – követelmények az infokommunikációs hálózatokkal szemben. Magyar Tudomány, 2007/07. 910. o.; Infokommunikációs hálózatok. Letöltés dátuma: 2014.06.06. 20:00. Forrás: <http://www.matud.iif.hu/07jul/11.html>
- [9] dr Kutor László. Vetített képes előadás. Letöltés dátuma: 2014.06.06. 20:40. Forrás: <http://nikportal.cickany.hu/view/BMF/2008-2009-1/Intelligens%20rendszerek%20elm%E9lete/2008%20ea%20pdf/ire08-1-ny.pdf>
- [10] Ashby, W. R. Bevezetés a kibernetikába. Budapest: Akadémiai Kiadó. 1972.
- [11] Tokodi Dániel, Dr. Schuster György, Ihász Jácint. SMART Rail technológiák lehetőségei, az intelligens vasúti hálózatok kialakításának kérdései, Vezetékek Világa 2014/2. 11-15. oldal.
- [12] D.L. Kovács, Intelligens rendszerek egységes tervezése. Híradástechnika. 10:29-38, 2004. Letöltés dátuma: 2014.06.06. 20:52. Forrás: http://home.mit.bme.hu/~dkovacs/pubs/d.l.kovacs_2005_HT.pdf

- [13] Bacsárdi László - Varga Endre Sándor - Simon Vilmos. Biológiai inspirált önszerveződő hálózatok. Híradástechnika. 2009/3-4 LXIV, Letöltés dátuma: 2014.06.06. 21:10. Forrás: http://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/2009/2009_3_4/Pages_from_HT09_3_4_a4.pdf
- [14] Rudolf Giffinger, Hans Kramar, Florian Strohmayer, Letöltés dátuma: 2014.06.07. 20:30. Forrás: <http://www.smart-cities.eu/?cid=2&ver=3>
- [15] Rudolf Giffinger, Hans Kramar, Florian Strohmayer, Letöltés dátuma: 2014.06.07. 20:31. Forrás: <http://www.smart-cities.eu/?cid=5&ver=3>
- [16] Lakner Rozália, Hangos Katalin, Gerzson Miklós, Intelligens Irányító Rendszerek, Egyetemi tananyag. 2011. 13. oldal/2.2. ábra16]
- [17] Pándi Erik: A hazai zártcélú hálózatok szerepének átalakulása az elektronikus közigazgatási szolgáltatások bevezetése és kiterjesztése folyamatában, HADMÉRNÖK (ISSN: 1788-1919) II: (2) pp. 92-106. (2007)