

MISKOLCI EGYETEM DOKTORI (PHD) TÉZISFÜZETEI

HATVANY JÓZSEF INFORMATIKAI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

**TÖBBSZINTES, TÖMBTÁROLÁSOS AUTOMATIZÁLT
GÉPKOCSI-TÁROLÓ RENDSZEREK IRÁNYÍTÁSÁNAK
ELMÉLETI MEGALAPOZÁSA**

Készítette:

RÁDAI LEVENTE
okleveles mérnök-informatikus

AKI DOKTORI (PHD) FOKOZAT ELNYERÉSÉRE PÁLYÁZIK

Doktori Iskola vezetője:
PROF. DR. TÓTH TIBOR

Tudományos vezetők:
PROF. EM. CSELÉNYI JÓZSEF
PROF. DR. HABIL. ILLÉS BÉLA

MISKOLC, 2008

A Bíráló Bizottság tagjai*Elnök:***Tóth Tibor DSc***Titkár:***Bányainé Tóth Ágota PhD***Tagok:***Hartványi Tamás PhD****Mang Béla PhD****Kiss Imre CSc****Kovács György DSc***Opponensek:***Kulcsár Béla CSc, dr. habil.****Suba Imre CSc**

1. Bevezetés

Napjainkban a zsúfolt nagyvárosok és városközpontok életében egyre komolyabb problémát jelent a gépjárműforgalom és a parkolóhelyek iránti igények jelentős növekedése. Szabad építési terület egyre kevesebb van, ezekre nagy tárolókapacitású parkolóházak és mélygarázsok építése lenne indokolt, melyekbe be lehet vinni a parkoló autókat az utcákról, visszaadva ezzel azokat a közlekedésnek. Sok esetben azonban a rendelkezésre álló területek kicsik hagyományos parkolóházak kialakítására, melyekben nagyméretű rámpák és közlekedő utak kialakítására van szükség. Az automatikus parkolóházak kiküszöbölik e problémákat, mert a gépkocsikat különböző elektromos, számítógép vezérelt szállítóberendezések mozgatják a beléptető kabintól a szabad tárolóhelyre, illetve onnan vissza a kiléptető kabinhoz. Emellett számos további kényelmi, vagyon- és személybiztonsági, valamint környezetvédelmi előnyt is nyújtanak a hagyományos parkolóházakkal szemben. Annak ellenére, hogy beruházási és üzemeltetési költségei számos típusnál nem nagyobbak, mint a hagyományos parkolóházaké, elterjedésük folyamata igen lassan halad előre a magas beruházási és üzemeltetési költségek miatt.

Az automatizált parkolórendszereknek számos típusa került kifejlesztésre az elmúlt évtizedben. Ezek közül az egyik legjobb alapterület kihasználási mutatóval a tömbtárolós rendszerek bírnak, melyekben a gépkocsikat hordó paletták tárolása egymás mellett több sorban és oszlopban elhelyezkedő gépesített tárolócellákban történik. Ezek a palettákat hossz- és keresztirányba tudják mozgatni, egy időben akár többet is, ami nagy be- és kitároló képességet tesz lehetővé. Továbbá költséghatékonyan telepíthetők már meglévő teremgarázsokba, épületekbe. Hátrányuk, hogy az egyes palettákhoz adott esetben nem lehet közvetlenül hozzáférni, így több paletta áthelyezésére is szükség lehet, ami többlet idő- és energiaigényt jelent. Emellett mivel minden egyes tárolócella autonóm mozgóegységgel rendelkezik, az egy parkolóhelyre jutó fajlagos költség lényegesen magasabb, mint más típusú rendszereknél, és az irányítás is jóval bonyolultabb és összetettebb feladat. Ezért csak olyan helyen indokolt az alkalmazásuk, ahol fontos a minél jobb alapterület-kihasználás, és emellett nagy a belépő és távozó gépkocsik forgalma.

2. Előzmények

Automatizált parkolórendszerek témájával elsősorban automatizált raktározási rendszereket gyártó vállalatok foglalkoznak, felhasználva az abban szerzett mintegy 30 éves tapasztalatukat. (Mannesmann Demag AG, Krupp Industrietechnik, Otto Wöhr APS, SSI Schäfer, Schwörer Bautechnik, Lödige GmbH, Robotic Parking Systems Inc.) A szakirodalomban és a szabadalmi nyilvántartásokban számos megoldás található, melyeket R. Jünemann professzor és szerzőtársai (J. Kirchmann, J. Salamon, M. Fittinghof, M. Kuhn) rendszereztek.

Ebben a disszertáció tárgyát képező tömbtárolásos parkolórendszer a szabadon eltolható palettás rendszerek közé sorolható, melyeket a Sort and Store Ltd. és a Lödige Fördertechnik GbmH alakított ki. Léteznek magyar szabadalmak is, a négyzetkeringős gépjármű tömegtároló, valamint a „Rolling Trans System” hajtástechnikán alapuló parkolórendszer. A Dortmundi Egyetem Anyagmozgatási és Raktározási Tanszékén, illetve a Fraunhofer Anyagáramlási és Logisztikai Intézetben Jünemann vezetésével az automatizált parkolórendszerek számos területét vizsgálták, többek között új konstrukciókat és irányítási stratégiákat dolgoztak ki, valamint az üzemeltetés költségei és a teljesítőképesség szempontjából vizsgálták és hasonlították össze egymással az egyes típusokat. Továbbá Volker Sadowsky a Lödige többszintes, tömbtárolásos rendszerének különböző kisméretű elrendezés-változatait vizsgálta teljesítőképesség szempontjából.

A külföldi szakirodalomban számos példát találhatunk arra, amikor az automatizált áruraktározás és a gépkocsik tárolása kombináltan egyazon tárolórendszerben jelenik meg. Ezek közül a legújabb megoldást M. Kuhn dolgozta ki több szegmensből álló, szétkapcsolható görgős szállítópaletta és csatornás tömbös tárolós elrendezés alkalmazásával.

A kilencvenes évek végén az Egyesült Államokban a német származású G. Haag központi PC-n alapuló irányítási rendszert dolgozott ki.

A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén Cselényi József professzor vezetésével több, mint 10 éve folynak kutatások automatikus parkolórendszerek témájában, mely keretében számos tudományos-szakmai dolgozat és több hallgatói munka készült elsősorban felvonókkal és palettakocsikkal kiszolgált parkolórendszerek tervezésének és irányításának módszereivel és elméleti, tudományos megalapozásának témájában. Továbbá tömbtárolás témájában Burján Tamás a Zürich-i Műszaki Egyetem (ETH) és a ME-ALT tanszéke együttműködése keretében dolgozott ki keretes palettán alapuló, daruval kiszolgált gépkocsi-tároló rendszert és ennek irányítási stratégiáit, melyben a tömbtárolás nemcsak a keretes paletták egymás mellé, hanem egymás fölé halmazolásával valósul meg.

3. A kutatás célkitűzései

A szakirodalom elemzéséből megállapítható, hogy többszintes tömbtárolású automatizált parkolórendszerek különböző változatokban már kifejlesztésre kerültek, de diszponálási stratégiái és üzemeltetésének komplex információs háttere – mely elengedhetetlen az optimális működtetés megvalósításához – részletesen még nincs kidolgozva. Diszponálási stratégiák az elterjedtebb állványos, osztott kiszolgálású rendszerekhez számos változatban rendelkezésre állnak, melyek bizonyos mértékű hasonlóság miatt kiinduló alapot jelentenek az általános modell és a tömbös tárolótéri stratégiák kidolgozásában.

A kutatás a többszintes, felvonóval kiszolgált tömbtárolásos automatizált parkolórendszerek irányítási módszereinek elméleti megalapozását, ezen belül a működési folyamatok elemzését, optimalizálását és diszponálási stratégiáinak

kidolgozását, valamint az információs és kontrolling rendszer kialakítását tűzi ki célul, mellyel elősegíthetők azok hatékonyságának és teljesítőképességének növelése beruházási és működési költségeinek csökkentése mellett.

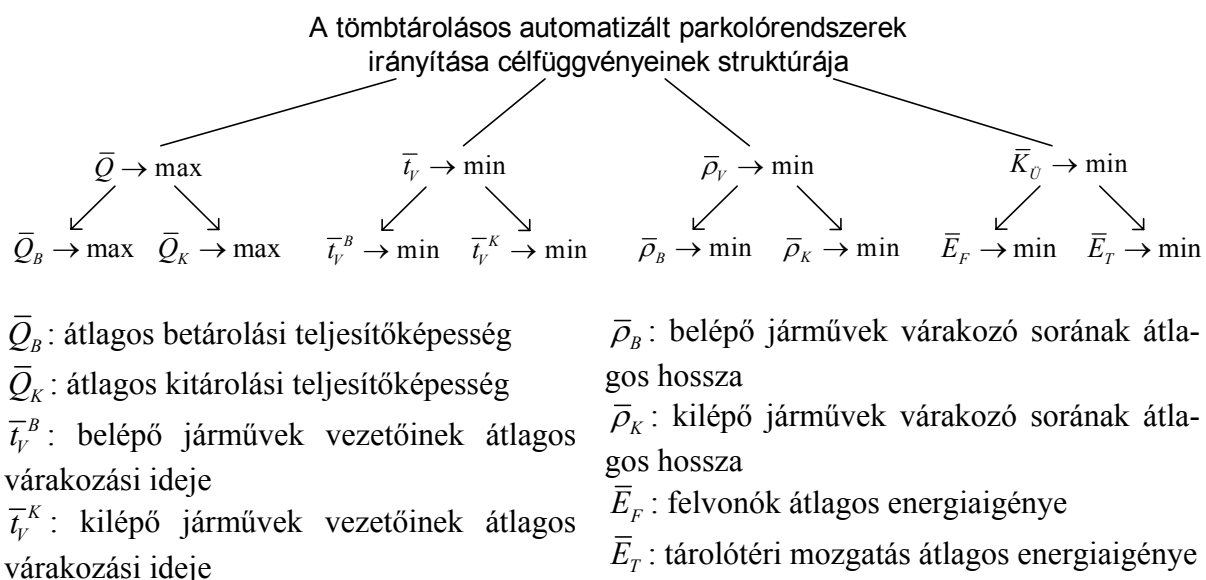
Az irányítás során a cél kettős: a kiszolgálási idők minimalizálása mellett kell elérni a minimális működtetési költségeket, figyelembe véve az egyes időszakok forgalmi intenzitását, és az ezekre vonatkozó múltbeli adatokat. A kidolgozott módszerek hatékonysága analitikus és szimulációs módszerekkel vizsgálható.

Az irányítási feladatok között fontos helyet foglalnak el az adatgyűjtéssel és adatfeldolgozással kapcsolatos tevékenységek, melyek biztosítják a rendszer működésének optimalizálásához, valamint logisztikai kontrolling, menedzsment és re-engineering számára szükséges adatokat és eloszlásfüggvényeket.

4. A feladat megoldásának módszere

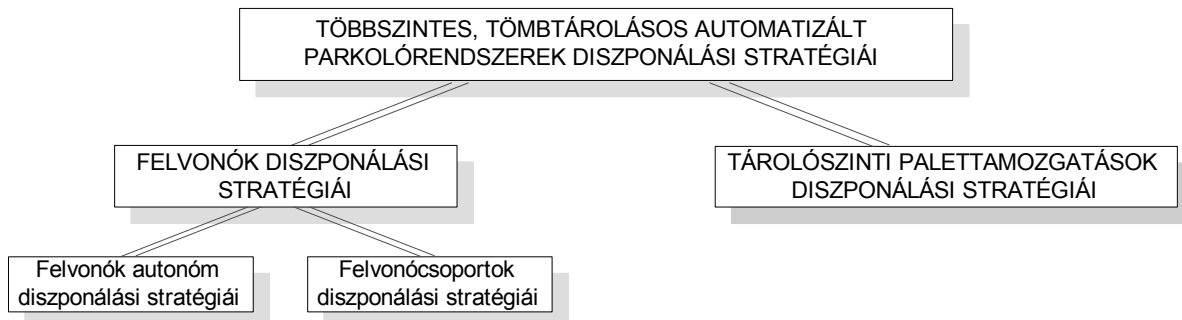
Első lépésben a szakirodalomból ismert típusok és a tömbtárolás jellegzetességei, illetve kialakítási lehetőségek alapján feltártam a tömbtárolós rendszerek egyes változatainak struktúráját, melyből vizsgálatra a fejelrendezésű, többszintes, több, átjárható blokkból felépülő rendszereket választottam ki. Ebben egy blokkhoz egy felvonó tartozik, és célszerűen 3 tárolósorból áll, melynek középső sora kapcsolódik a felvonóhoz. Ez megfeleltethető a palettakocsival kiszolgált rendszerek egy tárolófolyosójának, így a diszponálási stratégiák kialakítása kiindulhat a palettakocsival kiszolgált parkolórendszerek diszponálási stratégiáiból.

Az üzemeltetők és felhasználók automatizált parkolórendszerekkel szemben támasztott követelményei alapján irányításuk általános problémáinak áttekintése után meghatároztam az optimális működés kritériumait, melyek alapján kidolgoztam az irányítás célfüggvényeit. Ennek struktúráját a 2. ábra mutatja be.



1. ábra Az irányítás célfüggvényeinek struktúrája

A célfüggvények vizsgálata alapján az optimális működés két optimalizálható paraméterre vezethető vissza: a be- vagy kitárolási műveletek átlagos ciklusidejére és a műveletenként mozgatót paletták által együttesen megtett úthosszra. Ezt figyelembe véve dolgoztam ki a rendszer diszponálási stratégiáit, melyek a többszintes, tömbtárolásos parkolórendszerekben jelentkező diszponálási feladatok alapján a 3. ábra szerinti csoportokba sorolhatók.



2. ábra Többszintes, tömbtárolású automatikus parkolórendszerek irányítási stratégiái

Az egyes stratégiacsoportok az alábbi kérdésekre adnak választ:

1. Felvonók autonóm diszponálási feladatai:

- Mi legyen a felvonó következő művelete, ha az betárolást és kitárolást is végezhet, és több feladat várakozik?
- Melyik tárolószintre (emeletre) történjen a betárolás?
- Hol várakozzon a felvonó a következő feladatra, ha nincs várakozó feladat?

2. Felvonócsoportoknál jelentkező diszponálási feladatok:

- Az egyes időszakokban hány felvonó üzemeljen?
- Ha adott az üzemelő felvonók száma, akkor mely felvonók üzemeljenek?
- A bejövő gépkocsikat mely felvonókhoz kell irányítani?
- A jelentkező kitárolási feladatok mely felvonókhoz kerüljenek hozzárendelésre?

3. Tömbös tárolótérben jelentkező diszponálási feladatok:

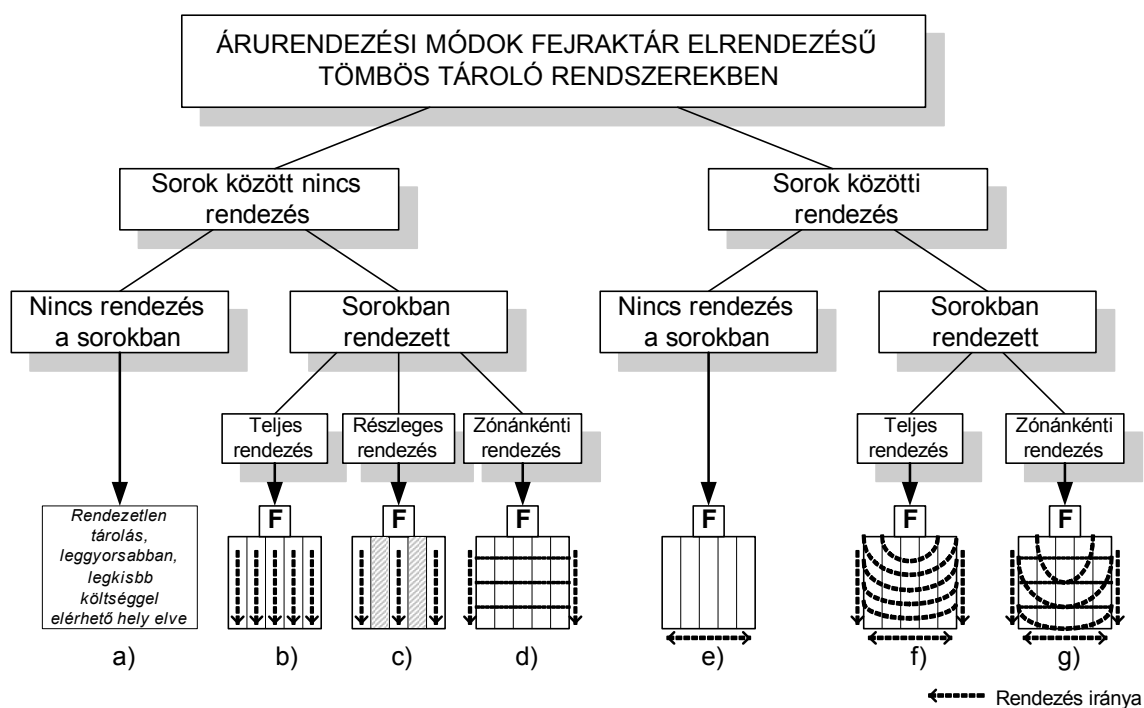
- A betárolt paletta tárolószinten hová kerüljön elhelyezésre, ennek során milyen prioritások figyelembe vétele szükséges?
- Milyen rendező mozgások szükségesek a betárolt paletta kijelölt tárolóhelyre történő mozgása során?
- Milyen rendező mozgások szükségesek, illetve engedhetők meg a kitárolandó felvonóhoz történő mozgása során?
- Milyen rendező mozgások engedhetők meg alacsony forgalmi intenzitású, illetve alacsony kihasználtságú időszakokban?

A felvonók autonóm diszponálási stratégiái a parkolórendszer kiszolgálási láncában működő mindegyik felvonóra alkalmazható. A felvonók csoportos diszponálási stratégiái az alacsony kihasználtságú, illetve alacsony forgalmú időszakokban adják meg, hogy mely felvonóknak szükséges üzemelniük, figye-

lembe véve a várható gépkocsiforgalom kiszolgálásához szükséges szabad tárolókapacitást és teljesítőképességet. Ezen korlátokat két módon vizsgáltam: a teljes rendszerre kiterjedően (globális vizsgálat), és blokkonként (részletes vizsgálat), továbbá meghatároztam azon feltételeket, melyek leírják, hogy mely esetekben elegendő a globális vizsgálat, és mely esetekben szükséges a részletes vizsgálat alkalmazása.

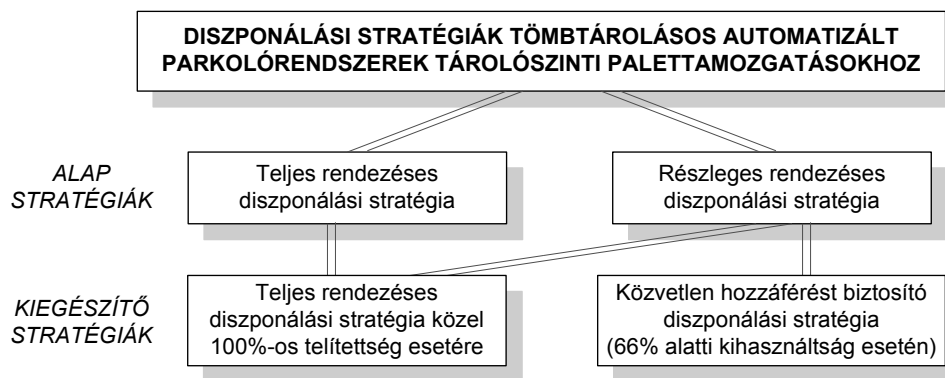
A felvonók autonóm és csoportos diszponálási stratégiái hatékonyságának meghatározására szimulációs vizsgálatot végeztem, mellyel meghatároztam a teljesítőképesség, a felhasználó gépkocsivezetők várakozó sorainak hossza és várakozási idői, valamint a felvonó által megtett úthosszak terén a hagyományos leggyorsabban elérhető szabad tárolóhely elvén alapuló stratégiához képesti javulás mértékét. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az autonóm diszponálási stratégiák alkalmazásával bizonyos határon belül számottevően csökkenthetők a várakozási idők és várakozó sorhosszak, emellett kisebb mértékben csökken a felvonó által műveletenként megtett hasznos és üresjáratú úthossz.

A tömbös tárolóterei diszponálási stratégiák kidolgozásához első lépésben meghatároztam a 3. ábra által bemutatott tömbös tárolóterekben alkalmazható rendezési módokat.



3. ábra Fejraktár elrendezésű tömbös tároló-rendszerekben lehetséges rendezések

Míg beléptetésnél a gépkocsivezetőnek csak szabad beléptető kabinra kell várakoznia, addig kiléptetésnél díjfizetés után meg kell várnia, hogy a rendszer a gépkocsiját a tárolóteréből a kiléptető kabinba szállítsa. Ezért a rendezés a tömbös tárolóterben a gépkocsivezető által beléptetéskor megadott becsült parkolási időn alapszik, mellyel a kiléptetés időigénye jelentősen csökkenthető. A kidolgozott diszponálási stratégiák az alábbi módon csoportosíthatók:



4. ábra Tömbtárolásos tárolószintű diszponálási stratégiák struktúrája

A teljes rendezéses stratégiákkal a gépkocsik a blokkok minden tárolósorában a parkolási idő szerint a felvonó irányába csökkenő sorrendben rendezve helyezkednek el. Ezzel szemben a részleges rendezéses stratégiáknál csak az előírt sorokban történik rendezés, mellyel kevesebb idő alatt és kevesebb paletta mozgatásával lehet a rendezést elvégezni. A stratégiák eredményeként a gépkocsik a parkolási idő lejárta szerint közelítik meg a felvonókat, így az igény szerinti kitárolás a becsült parkolási idő betartásától függően a lehető legrövidebb idő alatt elvégezhető. A kiegészítő stratégiák biztosítják a soron kívüli kitárolás lehetőségét. A közel 100%-os kihasználtság esetén alkalmazható diszponálási stratégiát több változatban dolgoztam ki, mivel a soron kívül kitárolandó palettát akadályozó paletták számának függvényében, illetve a kitárolandó elhelyezkedésétől függően több megoldási változat adódott.

A tömbös tárolószintű diszponálási stratégiák kidolgozása után analitikus úton meghatároztam az egyes változatoknál jelentkező maximális műveletenkénti ciklusidőt és műveletenként megtett összutat. Az eredmények alapján összehasonlítottam az egyes stratégiák hatékonyságát keresztirányú és hosszirányú palettatárolási módoknál, mely alapján az esetek döntő többségében a hosszirányú palettatárolási mód bizonyult kedvezőbbnek. Kivétel ez alól a részleges rendezéses stratégia, ahol a maximális ciklusidő szempontjából a keresztirányú tárolási mód a kedvezőbb. Továbbá megállapítottam, hogy a részleges rendezéses stratégiánál a betárolás utáni parkolási idő szerinti rendezés időigénye független a tárolóblokk hosszirányú kiterjedésétől, így mindig közel azonos idő alatt végezhető el a betárolás utáni rendezés.

A disszertáció utolsó lépéseként kidolgoztam az automatizált parkolóházak irányításához szükséges adatbázist, mely során meghatároztam az irányításhoz szükséges információkat és bevitelük helyét, valamint az egyes szinteken működő számítógépek feladatait és a szintek között áramló információkat. A kidolgozásnál figyelembe vettem az automatizált parkolórendszerek be- és kiléptető rendszerének elemeit és kialakítás szerinti struktúráját. Továbbá meghatároztam az irányítási feladatok optimalizálásához gyűjtendő adatok csoportjait és egyes elemeit, melyekből a parkolórendszerek működését leíró a logisztikai jellemzők előállíthatók.

5. Új tudományos eredmények

Az értekezésben kidolgozott új tudományos tételek a következők:

1. Kidolgoztam a többszintes, tömbtárolásos automatizált parkolórendszerek általános modelljét, amelyből a működési célfüggvényekkel és feltételi rendszerekkel leszármaztathatók a jellegzetes rendszerváltozatok. [3, 8, 15]

2. Kidolgoztam a felvonók autonóm és csoportos diszponálási stratégiáit, amelyek az adott célfüggvények és feltételi rendszer esetén alkalmas a beérkező gépkocsik optimális tárolószintjének, a felvonók optimális parkolópozíciójának, valamint az üzemelő felvonók optimális számának meghatározására. [2, 4, 5, 7, 17]

3. A tömbtárolással kapcsolatos vizsgálataim [1, 9, 10, 11, 1217] során megállapítottam, hogy a *fejfelrendezésű, 3 soros blokkokból felépülő tömbös tárolótérben*:

- a tárolóblokk egy szintjén betárolás utáni részleges rendezéses stratégiával való rendezés időigénye független a tárolóblokk hosszirányú kiterjedésétől [10, 11],
- adott hosszmeretű tárolótérben a teljes rendezéses stratégiák rövidebb rendezési időt és együttes úthosszat hosszirányú palettatárolásnál eredményeznek, a részleges rendezéses stratégiákkal az időigény keresztirányú tárolásnál, az együttes úthossz hosszirányú tárolásnál lesz kisebb, [16].

4. Feltártam az automatizált parkolóházak folyamatirányításához szükséges információs háttérrel és adatbázissal, valamint azon információgyűjtési pontokat, ahol a parkolórendszer optimális üzemeltetéséhez szükséges információk kinyerhetők. A meghatározott irányítási információk kiterjednek a diszponálási, vezérlő és nyugtázó információkra. [13]

5. A feltárt információs rendszert alapul véve kidolgoztam a parkolórendszerek működésének minősítésére alkalmas mutatószám- és kontrolling rendszert, amely alapján különböző időtávokra vonatkozó forgalmi prognózisok figyelembe vételével ajánlások fogalmazhatók meg az illetékes vezetői szintekre stratégiai döntéshozatalhoz, re-engineering feladatokhoz, karbantartások ütemezéséhez, valamint az operatív irányításhoz. [14]

6. Az eredmények hasznosítása, a továbbfejlesztés lehetőségei

Jelen kutatási eredmények kiválóan alkalmazhatók tömbtárolásos automatizált parkolórendszerek tervezésének elméleti megalapozásában, módszereinek kidolgozásában.

A kidolgozott diszponálási stratégiák közül a felvonók diszponálási stratégiái egyaránt alkalmazhatók minden osztott kiszolgálású automatizált parkolórendszerben, ahol a függőleges irányú szállítást fix telepítésű felvonók vagy hidraulikus emelőberendezések végzik. A fejelrendezésű tömbös tárolótéri diszponálási stratégiák alkalmazhatók tetszőleges kiterjedésű tárolóterekben (például „Rolling Trans System” palettamozgató rendszeren alapuló parkolórendszerekben), elsősorban olyan forgalmi környezetekben, ahol a gépkocsivezetők a becsült parkolási időket viszonylag jól betartják, például: irodaházak, pályaudvarok, repülőterek parkolóinál.

A kidolgozott irányítási struktúra és az irányításhoz szükséges adatbázis és kontrolling rendszer nemcsak tömbtárolásos, hanem bármely típusú közepes, vagy nagyméretű automatizált parkolórendszerben alkalmazható, illetve bevezethető már működő rendszereknél is. Ennek beruházási költségeit kompenzálja a működés optimalizálásával járó költségmegtakarítás, illetve szolgáltatási színvonal növekedés.

A továbbiakban célszerű kidolgozni az átmenő elrendezésű tömbös gépkocsitároló rendszerek diszponálási stratégiáit is a fejelrendezésű változat diszponálási stratégiáinak eredményei alapján. Egyes telepítési esetekben, illetve forgalmi környezetekben ugyanis ezek adhatnak kedvezőbb megoldást.

További kutatási feladat az üres paletták kezelési stratégiáinak kidolgozása tisztán tárolótéri, illetve kombinált üres-paletta-tárolási módok esetére.

Mivel a kidolgozott diszponálási stratégiák részben a gépkocsivezetők által megadott becsült parkolási idő szerint optimalizálják a palettamozgatókat, célszerű elemezni ezek be nem tartásának teljesítőképességre és együttes útigényre gyakorolt hatását, és ezen eredmények alapján finomítani a tárolótéri diszponálási stratégiákat.

Jelen disszertációban a kidolgozott diszponálási stratégiák alkalmazása mellett elérhető teljesítőképességnek és együttes útigénynek csak a maximális értékét határoztam meg. Valós problémák megoldásához el kell végezni ezen jellemzők forgalmi viszonyoktól való függésének vizsgálatát, várható értékük, szórásuk meghatározását célszerűen szimulációs módszerekkel, mely választ ad valós forgalmi viszonyok esetén a vizsgált parkolórendszerben az egyes diszponálási stratégiák alkalmazása mellett elérhető teljesítőképesség és együttes útigény kérdésére, segítve az egyes időszakokban a megfelelő stratégia kiválasztását.

7. Az értekezés témájában megjelent tudományos közlemények

- [1] **J. Cselényi, B. Illés, L. Rádai:** *Control strategy of the palette movements on the storing-levels in block-storing multi-level car parking systems*, Miskolcser Gespräche 2003, 24-25. September 2003, Seminarband, (hrsg: Cselényi, J.), Universität Miskolc, 2003, ISBN 963 661 595 0, s. 169-174;
- [2] **J. Cselényi, L. Rádai:** *Control strategies of elevators in multi-level car parking systems served by elevators*. Proceedings of microCAD 2004, University of Miskolc, Hungary, 18-19th March 2004, ISBN 963 661 620 5, pp. 43-49, ME-ITTC, 2004;
- [3] **J. Cselényi, B. Illés, L. Rádai:** *Some Questions About the Control Strategies of Automated Car Storing Systems*. Manufacturing Engineering, Technical University of Košice, Slovak Republic, ISSN 1335-7972, Year 2004, Issue 2, pp. 79-82;
- [4] **J. Cselényi, L. Rádai:** *Control strategies of elevator groups in multi-level, multi-corridor automated car parking systems*. Annals of DAAAM for 2004 & Proceedings of The 15th International DAAAM Symposium, 3-6th November 2004, Vienna, pp. 383-384, ISSN 1726-9679, ISBN 3-901509-42-9, Editor: B. Katalinic, DAAAM International, 2004
- [5] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Felvonókcsoportok irányítási stratégiái többszintes, felvonóval és palettakocsival kiszolgált áttárolásos automatizált parkolóházak esetén*. Miskolci Egyetem Doktoranduszok Fóruma 2004, Gépészmérnöki Kar szekciókiadványa, pp. 234-242, Miskolc, 2004;
- [6] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Tömbtárolású automatizált parkolóházak számítógépi szimulációval segített tervezése*. Géptervezők és Termékfejlesztők XX. Országos Szemináriuma, 2004. november 11-12., Miskolc, GÉP, 2004/10-11, ISSN 0016-8572, pp. 19-22;
- [7] **J. Cselényi, B. Illés, L. Rádai:** *Choosing corridors to be periodically operated with global and detailed analysis in multi-corridor automated car parking systems served by elevators and palette-cars*. Logistics Networks - Models, Methods and Applications, Ed.: T. Bányai, J. Cselényi, pp. 299-314, ISBN 963 661 641 8, Miskolc, 2005;
- [8] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Tömbtárolásos automatizált gépkocsi tároló rendszerek irányítási stratégiáinak néhány kérdése*. Gépgyártás, Logisztikai célszám 2. rész, XLV. évf., 2. szám, pp. 27-31, ISSN 0016-8580, Miskolc, 2005
- [9] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Tömbtárolásos automatizált parkoló-rendszerek tárolószinti irányítási stratégiáinak továbbfejlesztési lehetőségei*. Miskolci Egyetem Doktoranduszok Fóruma 2005, Gépészmérnöki Kar szekciókiadványa, pp. 183-189, Miskolc, 2005;
- [10] **J. Cselényi, L. Rádai:** *Comparison method of various block-storage control strategies of block-storing automated parking systems*. microCAD 2006, Section O2, 16-17 March, 2006, Suppl. Vol., ISBN 963 661 720 1, pp. 143-154., ME-ITTC, 2007;

- [11] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Tömbtárolásos automatizált parkolórendszerek tárolótéri kiszolgálására szolgáló különböző irányítási stratégiák összehasonlításának módszerei.* GÉP, 2006/10, ISSN: 0016-8572, pp. 58-65, Budapest;
- [12] **J. Cselényi, B. Illés, L. Rádai:** *Block-storage allocating strategies of multi-level block-storing automated car parking systems in case of low and high storage utilization.* Miskolcer Gespräche 2006, 13-14. September 2006, Seminarband, (hrsg: Cselényi, J.), Universität Miskolc, 2006;
- [13] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Tömbtárolású automatizált gépkocsi-parkoló géprendszerek számítógépes irányítási rendszere.* Géptervezők és Termékfejlesztők XXII. Országos Szemináriuma, Miskolc, 2006. november 9-10., GÉP, 2006/8-9, ISSN 0016-8572, pp. 148-152, Budapest, 2006;
- [14] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Tömbtárolásos automatizált parkolórendszerekben gyűjtött információk és a rendszer irányításában történő felhasználásuk.* Miskolci Egyetem Doktoranduszok Fóruma 2006, Gépészmérnöki Kar szekciókiadványa, pp. 171-176, Miskolc, 2006;
- [15] **J. Cselényi, B. Illés, L. Rádai:** *Various allocation tasks and strategies of multi-level block-storing automated car-parking systems.* Development of Mechanical Engineering as a Tool for Enterprise Logistics Progress, Science Report, Ed: Stanislav Legutko, ISBN 83-89873-28-1, pp. 429-442, University of Technology, Poznan, 2006;
- [16] **J. Cselényi, B. Illés, L. Rádai:** *Working capacity and energy consumption of block-storing allocation strategy providing high storage utilisation in multi level, block-storing automated car parking systems.* microCAD 2007, Section N2, University of Miskolc, 22-23. March, 2007, Supplementary Volume; (megjelenés alatt)
- [17] **Cselényi J., Illés B., Rádai L.:** *Paraméterek meghatározása többszintes automatizált parkolórendszerek felvonóinak autonóm diszponálási stratégiáihoz.* Miskolci Egyetem Doktoranduszok Fóruma 2007, 2007. november 13., Gépészmérnöki Kar szekciókiadványa, pp. 117-122, Miskolc, 2007;