



Az útburkolat gazdálkodás és az útállapot megfigyelés egyesített megoldása

Dan Andrei Sitar-Taut, Sergiu Jecan, Lucia Rusu

KIVONAT

A cikk célja egy holisztikus megközelítésű útburkolat állapotfigyelési és fenntartási platform (PMMP) bemutatása. A megoldás előtérbe helyezi az új technológiákat egy automatizált és hordozható vizuális útállapot megfigyelési rendszer tervezésében és integrált kialakításában, mely tetszőleges járműre helyezve a közúti forgalom sebességével képes az útfelületi hibák felvételére és elemzésére. A kifejlesztett PAV3M rendszer teljesíti az EU programokban az útburkolat fenntartás gazdálkodási rendszerekkel (PMMS) szemben javasolt követelményeket, melyet az üzleti folyamatok elemzésén alapuló moduláris felosztással ér el. Az útállapot megfigyelési és a fenntartási modul egyaránt az élettartam költségelemzés (LCCA) módszerét alkalmazza. A javasolt megoldás egy kockázat menedzselési modult is tartalmaz.

A lektorálásért felelős a nagyszabenyi "Lucian Blaga" Egyetem Gazdaságtudományi Kara.

Kulcsszavak: közúti gazdálkodási rendszer, útburkolat gazdálkodási és útállapot megfigyelési rendszer, üzleti folyamat

22. Nemzetközi Közgazdasági Konferencia – IECS 2015 "Gazdasági kilátások a növekvő globális és regionális függőségek tükrében"

Online elérhető a www.sciencedirect.com honlapon

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567115009661>

ScienceDirect Procedia Economics and Finance 27 (2015) 14 – 21

© 2015 Published by Elsevier B.V. Ez egy nyílt hozzáférésű cikk a Creative Commons BY-NC-ND License szerint, amely korlátozás nélküli felhasználást, terjesztést és reprodukálást engedélyez bármely közegben, feltéve, hogy az eredeti műre korrekt módon hivatkoznak. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

doi: 10.1016/S2212-5671(15)00966-1

Fordította dr. Gulyás András.

1. BEVEZETÉS

Az útburkolat gazdálkodási rendszerek fejlődését az elmúlt években a szakterületen megjelenő új technológiák és anyagok jellemezték. Az útburkolattal kapcsolatos folyamatok három fő irányban fejlődtek: útburkolat építés, útburkolat menedzsment és útburkolat kutatások. Míg az útburkolat építés az új burkolatokat és az útburkolat rehabilitációt fedi le, ide értve az előírások kialakítását és a minőségbiztosítást, addig az útburkolat gazdálkodás a már megépült utakkal, a leromlás elleni megelőző fenntartási és rehabilitációs beavatkozásokkal, továbbá a változatok élettartam költségelemzésen alapuló gazdasági elemzésével (Life Cycle Cost Analysis, LCCA) foglalkozik. Az útburkolat kutatások mindkét előbbi esethez kapcsolódnak új változatok, korszerű megoldások, újszerű építési, fenntartási és rehabilitációs beavatkozások és anyagok kidolgozásával.

Az útburkolat gazdálkodásnak sok meghatározása ismert, de legegyszerűbben „a burkolat infrastruktúra költséghatékony fenntartásának folyamata” (Wolters et al, 2011). 1993-ban az Amerikai Közművek Társasága (American Public Works Association, APWA) az útburkolat gazdálkodást így határozta meg: „a korlátos fenntartási (és építési) források legjobb felhasználását célzó döntés

előkészítési információ rutinszerű gyűjtésének, tárolásának és felhasználásának rendszeres módszere”. Egy másik útburkolat gazdálkodási definíció szerint „program a burkolatok minőségének és teljesítményének javítására, jó gazdálkodási gyakorlat által a költségek minimalizálására”.

Az útburkolat gazdálkodási rendszer (Pavement Management System, PMS) szerepe „objektív információ és hasznos adatok biztosítása a közútkezelők számára, hogy az úthálózat burkolatainak megőrzése érdekében hozott döntések egységesebbek, költséghatékonyak és védhetőek legyenek”. Egy további nézőpontból a PMS „a burkolati adatok előre meghatározott eljárások szerinti gyűjtése, elemzése, karbantartása és közlése annak érdekében, hogy a döntéshozókat támogassa a burkolatok adott időszakban legkevesebb költséggel használható állapotban tartását célzó optimális stratégiák megtalálásában” (Vitulo, 2013).

Oguara felosztása szerint napjainkban számos rendszer és eljárás különböztethető meg: útburkolat gazdálkodási rendszer (PMS), prioritás értékelő rendszer (Priority Rating System, PRS), útburkolat fenntartás gazdálkodási rendszer (Pavement Maintenance Management System, PMMS), közúti értékelési és fenntartási programozás (Roadway Evaluation and Maintenance Programming, REMP), útburkolat használhatósági rendszer (Pavement Serviceability System, PSS). Mindegyik eljárás célja egy konzisztens, megfelelően objektív és rendszeres eljárás biztosítása a közúti fenntartási és rehabilitációs igények prioritásának, ütemezésének és költségének meghatározására [Oguara, 2007].

Számos kezelő az útburkolat gazdálkodás megoldását kész rendszerek beszerzésével kívánja megoldani. A kereskedelemben kapható „kulcsrakész” rendszerek (Commercial off-the-shelf system, COTS) meghatározása „bárki által elérhető alkalmazás vagy rendszerszoftver, melyet széles körben terjesztenek kereskedelmi felhasználási vagy bérleti rendszerben” (McPherson and Bennett, 2005). A kész rendszerek három csoportra oszthatók: útburkolat gazdálkodási rendszerek (PMS), hídgazdálkodási rendszerek (Bridge Management Systems, BMS) és integrált gazdálkodási rendszerek (Integrated Management Systems, IMS), mely utóbbi többféle közúti infrastruktúra elemet képes kezelni vagy egyesíti a PMS és BMS rendszereket (Mizusawa, 2009).

Az EU kutatási programok, mint a RIMES (Road Infrastructure Maintenance Evaluation Study, a közúti infrastruktúra fenntartását értékelő tanulmány) és a PAV-ECO (Pavement and Structure Management System – Economic Evaluation of Pavement Maintenance, burkolat és szerkezet fenntartási rendszer – a burkolat fenntartás gazdasági értékelése) megmutatták, hogy az EU tagállamok évente több milliárd Eurót fordítanak közúti infrastruktúrájuk fenntartására és rehabilitációjára. Az EU országoknak (plusz Norvégia és Svájc) csak 25 %-a használ az útfenntartás számára automatizált adatgyűjtési rendszereket és adatelemzési módszereket. Országunk (Románia) még nem vezetett be ilyen programot az útburkolat fenntartásban és megfigyelésben. A Közlekedési Minisztérium nemrég kiadott egy hosszú távú közlekedési stratégiát és egy általános közlekedésfejlesztési tervet (MT 2014).

Jelen cikk egy integrált PMMS megvalósítását célozza, mely újszerű kamerás felvételi rendszeren és a helymeghatározást, helyazonosítást és kommunikációt célzó kiegészítő érzékelőkön alapul. A bevezetés után a 2. fejezet a PMMS témához kapcsolódó nemzetközi eredményeket ismerteti. A 3. fejezet bemutatja a PAV3M felépítését a célok, az üzleti folyamatok, a szereplők, a szerkezet és a funkciók ismertetésével.

2. KAPCSOLÓDÓ EREDMÉNYEK

A közelmúltban az útburkolat gazdálkodási rendszerek jelentős fejlődést mutattak, moduljaik között megerősödött a költség elemzés és előrebecslés, valamint a térinformatikai (GIS) rendszerek hasznosítása és beépítése. Ez a fejezet az említett témákról mutat be néhány reprezentatív megoldást.

Az MS2 útburkolat gazdálkodási rendszere (PMS) fontos eszköztárat ajánl a költséghatékony útfelújítási döntésekhez, az elemzéshez és a gazdálkodáshoz. A hatékony gazdálkodást segítik a hasznos elemek: útszakasz helyazonosítás és leírás, útállapot felmérési adatok, részletes állapotadatok, útszakasz és hálózati értékelés, grafikonok és jelentések, a közúti beavatkozások története. A fenntartási összetevőket kiegészítik a megfelelően megválasztható út leromlási függvények, valamint a javasolt közúti beavatkozások típusa és költsége (MS2, 2014).

A SMEC útburkolat gazdálkodási rendszert (PMS) az ausztrál és más nemzetközi kormányzati szervezetek használják az úthálózat teljesítményének javítására és út vagyonelemtár készítésére. A SMEC egy fejlett vagyongazdálkodási rendszer. A műszaki megoldás SQL szervert és Oracle technológiát alkalmaz, integrált térinformatikai rendszerrel (Geographical Information System, GIS), tematikus térképező lehetőséggel, valamint a HDM (Highway Design and Maintenance, nemzetközileg elterjedt PMS rendszer) modelljeivel. A SMECTM PMS rendszer fejlett technológiája felhasználóbarát interfész felületet biztosít HCI (Human Computer Interaction, ember és számítógép kölcsönhatása) megoldásokkal. A gazdálkodási és fenntartási folyamatokban a SMEC lehetőséget ad a legmegfelelőbb beavatkozási program kiválasztására, mely maximálja a hálózat hosszú távú teljesítményét a felhasználó által meghatározható forrás keretek és beavatkozási stratégiák alapján (SMEC, 2015).

Az AgileAssets Software Platform, mely a legújabb technológiákat és moduláris mobil lehetőségeket alkalmazza, beépíthető egy integrált gazdálkodási rendszerbe. Felépítése négy modult tartalmaz: optimáló elemzés, idősoros elemzés modul, idősoros gazdálkodás modul és az AgileAssets alaprendszer. Az optimáló elemzés a felső vezetői szint számára bemutatja és elemzi a szcenáriókat és a beruházási változatokat az optimális forrásfelhasználás érdekében program és vagyonelem típus szinteken. Az idősoros elemzés modul fejlett módszerekkel előrebecsli a jövőbeni vagyonelem teljesítményt, és ennek alapján meghatározza az optimális fenntartási és rehabilitációs stratégiát, mellyel a legnagyobb ROI (Return on Investment, a befektetés megtérülésének mutatója) érhető el. Az idősoros gazdálkodás modul követi az útburkolat gazdálkodás életciklusát a rutin fenntartás, a beavatkozások tervezése, ütemezése, megrendelése, adatbankba helyezése és jelentése tekintetében.

Az AgileAssets alaprendszer összeköti a modulokat, és biztosítja az alapvető lehetőségeket a konfigurálásra, a jelentések kialakítására, a GIS, az LRS (Linear Referencing System, vonalas helyazonosítási rendszer) és a mobil applikációk integrálására (AgileAssets, 2015).

A Pavement Analyst egy további útburkolat gazdálkodási rendszer (PMS), mely a döntést támogató eszközökre fókuszál a döntési folyamat optimalizálásával, hogy az útburkolatra fordított költség maximálisan hatékony legyen, és a beruházással a lehetséges legnagyobb ROI legyen elérhető. Főként a fenntartási és rehabilitációs folyamatokkal foglalkozik. A jelenlegi útállapot adatokból kiindulva előrebecsli a jövőbeni teljesítményt és meghatározza a hálózati igényeket. Az élettartam költségelemzés (LCCA) több évre szól és többszörösen korlátos a hatások maximálása érdekében. A jövőbeni szolgáltatási szint (level-of-service, LOS) meghatározása az adott burkolat részekre a leromlási modellekkel és az optimális fenntartási stratégiával történik. Egy sajátos kimenete a szolgáltatási célokhoz és a költségekhez illesztett beavatkozási terv (AMRS, 2000).

Az EU jövőbeni fejlesztési irányait tekintve a közúti szektorban várható az „értéket a pénzért” típusú fenntartás, az innovációs elkötelezettség és a társadalmi igények figyelembevétele. Az EU politikai döntéshozói számára fontos lesz az úthálózat vagyonelértéke, a kutatási és innovációs ráfordítások, valamint a fenntartható utak kialakítása. A kutatási és innovációs területen három fő irány látszik: (1) a közúti építési és fenntartási szektor stratégiai szerepének teljes körű figyelembe vétele a javasolt Horizon 2020 költségvetésben; (2) a strukturális és kohéziós alapok nagyobb arányú felhasználása a biztonságos és hatékony közlekedési hálózat beruházásaiban; (3) egy hatékony technológia transzfer támogatása (COST, 2011).

3. PAV3M AZ INTEGRÁLT PMMS MEGOLDÁS

3.1. A PAV3M CÉLJAI

A PAV3M elsődleges célja egy holisztikus platform kifejlesztése, mely integrálja a képfeldolgozáson alapuló közúti burkolat megfigyelési technológiát a kockázatkezeléssel és a költség/előny szoftver alkalmazással, így támogatva a közútkezelők, a közúti kivitelező és rehabilitációs cégek, valamint a helyi önkormányzatok közúti gazdálkodási igényeit. A technológiai javaslat tartalma egy automatizált, hordozható vizuális útburkolat megfigyelési rendszer a közúti forgalom sebességével történő úthiba felvételre és az útállapot elemzésére. A könnyű felszerelhetőség és az alacsony költség a rendszert

bármely járművön széles körben alkalmazhatóvá teszi. A meglévő útállapot adatgyűjtő rendszerek többsége különleges járművet igényel, költsége magasabb és a felvétel ideje hosszabb. Egyes esetekben a költségkorlát miatt még az időigényes kézi felvétel is előfordul. Nem lehet eléggé hangsúlyozni, mennyire fontos biztonsági szempontból a közúti deformációk időben történő feltárása és kijavítása.

A bemutatott projekt célja egy holisztikus platformon álló útburkolat gazdálkodás és fenntartás fejlesztése az új technológiák bevonásával, egy bármely járműre felszerelhető, közúti forgalmi sebességgel működő, útburkolat felvételt és elemzést célzó, automatizált és hordozható vizuális közúti megfigyelési rendszer tervezése, integrálása és megvalósítása. Eltérően a különleges céljárművekbe épített meglévő rendszerektől, a projekt keretében kifejlesztett új technológiájú eszköz kompakt, teljesen automatikus, és bármely járműre felszerelhető, üzemeltethető. További cél volt az alacsony költségű, nagyobb darabszámban gyártható és használható rendszer, mely jelentősen lerövidíti a felvétel idejét, és esetleges kiesésének pénzügyi hatása nem számottevő.

Általánosságban igazolható, hogy a közúti forgalmi sebességen működő útállapot megfigyelés csökkenti a biztonsági kockázatot és a forgalom zavarását az álló vagy lassan mozgó felvételi eszközökhöz képest. A felvételek típusán és gyakoriságán alapuló optimális megfigyelési stratégia további előnyök, egyebek között költség megtakarítás elérését teszi lehetővé.

3.2. ÜZLETI FOLYAMAT

A legtöbb szerződésnek három felelős szereplője van: a Kedvezményezett, a Kivitelező és a Mérnök. Szerződés csak a Kedvezményezett és a Kivitelező, vagy a Kedvezményezett és a Mérnök között jön létre. Még abban az esetben is, ha a Kivitelező és a Mérnök szerződéses kapcsolatra lépne, a Mérnök a felelős (a Kedvezményezetttel kötött szerződése miatt) a Kivitelező munkájának felügyeletéért. A Mérnök hagy jóvá minden elvégzett munkát, igazolja a kifizetési igényt, javaslatokat tesz a Kedvezményezettnek a (jóvá hagyást igénylő) végrehajtási döntésekre. A Kivitelező és a Mérnök egyaránt projekt irányítót és szakértőket alkalmaznak a munkák kivitelezésére és felügyeletére. Ezekkel a feltételekkel, ha egy cég már megnyerte az előminősítést, és a projektet beadták (a költségek megfelelő nagyságrendjében), létrejön a költségfelosztás, minthogy a Mérnök felelős a projekt reális értéken – kalkulált becslést értéken történő irányításáért. Még ha a versenyen résztvevő cégeknek meg is van a kiviteli tervhez igazodó saját költségstruktúrájuk, hasznos lehet egy, a projekt költségeket tartalmazó, szabványos szerkezetű adatbázis létrehozása. Ez lehetővé teszi az egységes gazdálkodást, és az útburkolat gazdálkodási projektek összevethetővé válnak az archív adatbázisban, ami elősegíti a kockázat menedzsmentet és a jövőbeni előrebecsléseket. Az üzleti folyamat több fő lépéssel jellemezhető:

- A Regionális Tanács vagy a Közlekedési Minisztérium vagy a CNADNR (Compania Nationala de Administrare a Infrastructurii Rutiere, „Nemzeti Közútkezelő Társaság”) előírásokat tesz: a) az útrehabilitációra; b) az útfenntartásra; c) az új út építésére. Az ilyen projektekért versenyző cégek részletes költségbecslése, a kiadási összesítő kategóriák és grafikonok egységes formában készülnek (jelenleg xls fájlokban). Az eredményhirdetésen számos versenyző cég megjelenik. Bizonyos helyzetekben, nagyobb munkák esetén több céget lehet hozzárendelni a projekthez (projekt konzorcium).

- A Regionális Tanács vagy a Közlekedési Minisztérium vagy a CNADNR elemzi az ajánlatokat és megállapítja a verseny nyertesét. Korábban a versenyztetés a helyszínen vagy a minisztérium illetve a CNADNR hivatalában folyt, nem történt online ajánlattétel. Ezért a bemutatott projekt nem foglalkozik ennek az eljárásnak a fejlesztésével. Az igaz marad, hogy a nyertes projekt kiinduló költsége adja a költségfelosztás alapját.

- A következő fázisban a Mérnök figyelemmel kíséri a projekt kivitelezési munkáit. Az aktuális költség különbözik a becsléttől, melynek oka a különböző kockázati tényezők jelenléte, melyekkel részletesen egy másik cikk foglalkozik. A költségek naprakésszé tétele képletekkel történik, mert a kisajátítási, nyersanyag, munkaerő stb. költségek eltérőek. Az együtthatókat a meglévő szabályozásra alapozott hivatalos előírások tartalmazzák. Ha a projektet egy konzorcium teljesíti, minden tagnak

nagyon világos a feladata és mozgásteret. Minden fázisban a kalkuláció az aktuális költség megállapítás alapján történik (anyag számlák, céges munkaerő nyilvántartás). Figyelik a becsült és a tényleges költség közötti eltéréseket, és kiszámítják a teljes költséget az LCCA élettartam költségelemzés alapján.

- A kockázati tényezőket beillesztik a kockázat menedzselésbe, melyhez a projektvezető és a Mérnök hozzáférést kap.

- A fenntartási és rehabilitációs munkáknál terepi képeket gyűjtenek és feldolgozzák azokat. Ezek a képek (vagy videók) segítik a rehabilitációs döntést, különösen a meglévő út hibáinak elemzésével (repedések, kátyúk, egyéb felületi hibák) a technológiai megoldást. A képek elérhetők jpg / jpeg / purple / stb. formátumban. A képeket helyazonosításukkal együtt az adatbázisban tárolják.

3.3. SZEREPLŐK ÉS SZEREPEK

A javasolt rendszer és a szereplők, felhasználók kölcsönhatásainak elemzése szerint a funkciók:

- A Rendszergazda főként az adatgazdálkodással foglalkozik (metaadatok és fizikai erőforrások). Feladata az erőforrások és a felhasználói csoport jogosultságok hozzáadása, módosítása és törlése. Hozzáfér a felhasználók listájához, az utolsó belépésekhez, módosítja a használati jogokat, korlátozhat és megszüntethet bizonyos felhasználókat, és törölheti egy adott időszakot meghaladó inaktív szakasz után a felhasználót.

- A Kedvezményezett felhasználói szerepe partner és tárgyaló fél. Hozzáfér a meglévő projektekhez az adatok menedzselésével, és kapcsolatban áll a többi felhasználóval.

- A Mérnök a felelős a vitás esetekben a válaszok biztosításáért. Szintén hozzáfér az adatbázishoz, és saját tapasztalatai alapján módosíthatja azt.

- A Projektvezető felelőssége a feladatok delegálása a csoporttagok felé és számukra a megfelelő információ biztosítása. Felelőssége még a többi résztvevővel való kapcsolattartás. Regisztrációját a rendszergazda vagy egy magas szintű felhasználó teheti.

- Az Alvállalkozó egy cégvezető, ha a projektet konzorciumi társulásban teljesítik.

- A csoporttag egy olyan személy, akit a projektvezető irányít. Ez a felhasználó típus csak a feladatlistához és a tervekhez fér hozzá (letöltési lehetőséggel), illetve képes a kapcsolatra a csoport más tagjaival és vezetőjével.

- Az egyszerű felhasználó korlátozott hozzáféréssel rendelkezik, csak általános információkat kap, és a portál használatára vonatkozó felhasználói ismereteket a gyakran feltett kérdésekkel együtt. Kereshet a tudásbázisban, és igény esetén szolgáltatást ajánlhat fel virtuális alkalmazottként.

A kockázat menedzselési modulban a tiszta szerepek és szereplők: a projektvezető, a mérnök és a kedvezményezett.

3.4. A PAV3M SZERKEZETE

Általánosságban elmondható, hogy a közúti forgalmi sebességen végzett útállapot megfigyelés csökkenti a biztonsági kockázatot és a forgalom zavarását az álló vagy alacsony sebességű vizsgáló eszközökhöz képest. Emellett vonzó előnyök érhetők el, ide értve a költség megtakarítást, ha az úthálózat felvételi stratégiát optimálják a vizsgálatok típusa és gyakorisága szerint. A bemutatott projektben ezen felül egy **integrált kockázat menedzselési modul** fejlesztése is javasolt, figyelembe véve a burkolatfenntartás minden fontos szempontját.

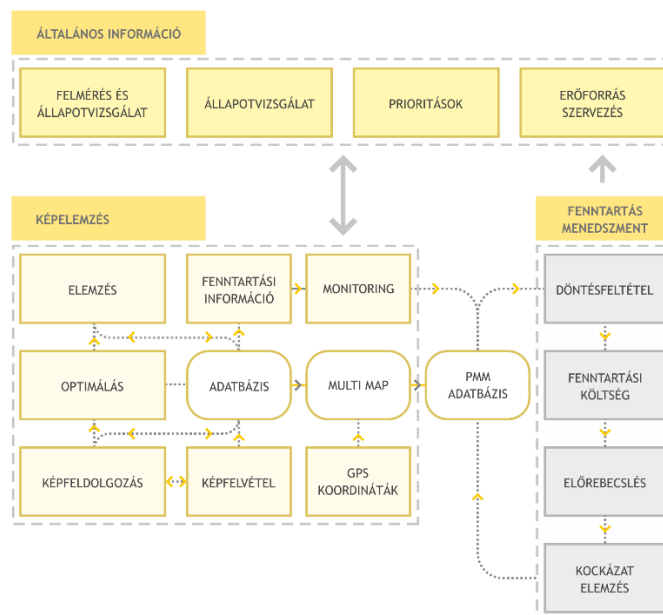
A prototípus egy integrált alkalmazás, mint zászlóshajó, a közúti fenntartás és állapotfelvétel megoldására, mely GPS-t és GPRS adatátviteli eszközöket alkalmaz, valamint geokódolást és visszafejtést a MultiMap számára. A kifejlesztett útburkolat gazdálkodási rendszer moduláris szerkezetű. Az IPA (Image Processing and Analysis, képfeldolgozás és elemzés) szerepe az út jellemzőinek gyűjtése és továbbítása, az úthibákra vonatkozó információ feldolgozása és elemzése. Az általános információs modul irányítja a PMM rendszert, mely két részből áll: az IPA és a Gazdálkodási és fenntartási modul (Management and Maintenance, MM), ez utóbbi kapcsolódik az adatbázishoz, és átveszi az információkat. Az IPA modul a mobil eszközökkel készített képeket feldolgozza, elemzéseket készít, és a megfigyeléseket továbbadja az MM-nek.

Az adat import és export két részből áll: a Jármű térkép réteg a valós idejű és a statikus felvételi információk, valamint az útjellemzők számára tartalmaz eszközöket, míg az Általános információk rész további öt összetevővel rendelkezik: felügyelet, felvételi körülmények, prioritás beállítások, erőforrás szervezés és anyagvizsgálatok, az utóbbi két összetevő csak külön igény esetén. A vektoros térkép három részből tevődik össze: az útjellemző információ, a statikus megfigyelési információ és a fenntartási információ, melyeket erős belső szoftver kapcsolat fűz a MultiMap adatbázishoz. A gazdálkodási és fenntartási modul tartalmazza az eljárásokat és az alsóbb szintű modulokat a burkolati adatok gyűjtésére, azok elemzésére, karbantartására, valamint a jelentések készítésére (1. ábra).

Az egyik fontos terület az IPA, mely a képek felvétele mellett feldolgozza és elemzi a képeket egy optimáló algoritmussal, mely utóbbi kapcsolódik a fenntartási modul elemző és értékelő részéhez. Az útállapot megfigyeléshez javasolt egy térinformatikai rendszer (GIS), mely csatlakozik a mozgó járműhöz és a videó kamerához, mint olcsó megoldás az esetleges károk és egyéb problémák elkerülésére. Az összegyűjtött adatokat az IPA speciális modulja feldolgozza, és a hibákról részletes adatokat küld az út adatbázisba (PMM alkalmazási adatbázis, Application Database).

Az észlelt hibák pontos helyazonosításához a globális helymeghatározó rendszert (GPS) használják. A differenciális GPS (DGPS) felhasználását szintén tesztelték a felbontás növelésére. Ez utóbbi használata a földi referencia állomások kiegészítő információjának elérhetőségétől vagy a műholdas alapú felbontás növelő rendszerek elérhetőségétől függ. A GPS információt összevetik a szabadon elérhető térképrendszerekkel, mint az OpenStreetMaps (www.openstreetmap.org), a Google Maps, vagy a Bing Maps (Microsoft).

Az IPA által gyűjtött és feldolgozott útinformációk és úthiba területek, valamint a statikus felvételi információk segítségével a projektvezetők az élettartam költségelemzés (LCCA) használatával kialakítják a fenntartási döntési feltételeket. Az általános információt a hivatalos előírásokkal kiegészítve, a meglévő szabályozás alapján, előállítható az útfenntartás és rehabilitáció legjobb stratégiája, az útburkolat fenntartás költsége, továbbá a megelőző jellegű fenntartási tevékenységek terve.



1. ábra: A PAV3M felépítése

A következő lépés az RMS és BMS módszereinek elemzése volt: a többtényezős elemzés (Multi-criteria analysis) számos paramétert használ, arányokat és sorolást ad a célrendszernek megfelelően, valamint teljesítmény adatokat, súlyokat és hatásokat számít. A költség-előny elemzés (Benefit-Cost

Analysis) módszere az előnyök és a költségek vonatkozásában ad arányokat és sorolást. A költséghatékonysági elemzés (Cost-Effective Analysis) központjában a hatékonyság és a költségek szempontjából létrejövő arányok és sorolások állnak. Ez akkor megfelelő, ha mind a hatékonysági, mind az egyéb jellemzők (pl. gyakoriság, tőke) számszerűsíthetők, de a további jellemzők nem monetarizálhatók (McPherson and Bennett, 2005; Weimer, and Aidan 2004). Az élettartam költségelemzés (Life-Cycle Cost Analysis) arányokat és sorolást biztosít a projekt teljes élettartama során felmerülő kezelői és használói költségek figyelembe vételével, és megkísérli a külső költségek értékelését is. A heurisztikus döntési szabályok (Heuristic Decision Rules) segítségével a probléma megoldás szabályai szerint a lehetséges legjobb változat azonosítható. Országunkban (Románia) a tapasztalat hiányában a PMMS kialakításban célszerűnek látszott a költség-előny elemzés, míg a PMM felépítése során az élettartam költségelemzés alkalmazása.

A fenntartási igények előrebecslésére a múltbeli adatokat lehet felhasználni. A fenntartási döntések számára kialakított döntéstámogató rendszer az állapot megfigyelés és elemzés eredményeiből kiindulva a prioritások és az erőforrások figyelembe vételével megállapított rugalmas feltételeken alapul. Az útburkolat fenntartás elemző modulba a költségeket a nemzetközi EU ajánlások szerint építik be, hálózatrészekre felosztva a nemzeti stratégiának és a regionális felosztásnak megfelelően (Weimer and Aidan, 2004).

Egy szemantikus háló használatával kialakítható egy történeti út adatbázis, mely felhasználható a kockázat menedzselési modulban. Egy szakértői modul támogatja a döntéshozókat a burkolat fenntartás optimális stratégiájának megtalálásában, a kockázati modul pedig olyan megoldásokat javasol, melyek segítségével egy adott időszakban minimális költséggel elkerülhetők vagy mérsékelhetők a kockázati tényezők. Az útburkolat fenntartás gazdálkodás során az egyesített létesítményi követelményeket használják. Ez a modul stratégiai változatokat ajánl a burkolatokkal kapcsolatos kockázatok széles körének figyelembe vételére Paine javaslata szerint (McPherson and Bennett, 2005).

A kockázatelemző modul csoportosítási (klaszterezési) módszereket alkalmaz, ahol számos jellemző fontos tényezőként szerepel: a munka minősége, a szükséges költség, a szükséges időtartam, a munkaterhelés, a munkások felkészültsége és a leltár adatok. A fő jellemzők között továbbra is az idő, a költség, valamint a szolgáltatások és anyagok minősége szerepel, melyek napjaink „átlagos” kategóriái. A web alapú megoldás személyre szabott felhasználói felületet ad a felhasználó típusának megfelelően (rendszergazda, magas szintű köztisztviselő, közúti szakértő, auditor).

4. KÖVETKEZTETÉSEK

Mind a nemzetközi és EU programok, mind a nemzeti fejlesztési terv hangsúlyozza, hogy az úthálózati beruházások kritikus tényezőt jelentenek a megtérülési rátát tekintve a cégek és más szervezetek számára. Egy megalapozott fenntartási tervvel költség takarítható meg és megőrizhető az útállapotok a jövőben.

A cikk az RMS rendszerre fókuszálva több PMMS megoldást mutat be: az MS2 útburkolat gazdálkodási rendszert, a SMEC útburkolat gazdálkodási rendszert, mint az ausztrál és nemzetközi kormányzati szervek által alkalmazott megfelelő megoldást, mindkettő az RMS kategóriába sorolható, valamint az AgileAssets szoftver platformot, mely az IMS kategóriába illeszkedik. Számos szoftvercég ajánl kulcsrakész RMS, BMS vagy IMS szoftvereket, de számos ország a helyi sajátosságok és célok alapján önálló rendszereket fejlesztett. A cikk egy holisztikus platformon álló PMMS rendszert mutat be, melynek középpontjában az RMS jellemzők állnak, mely egy web alapú megoldás, megfelelően a RIMES és PAV-ECO EU programokban megadott PMMS követelményeknek és ajánlásoknak.

Az ország sajátosságainak megfelelő üzleti folyamatok elemzése lehetővé tette a kulcs szereplők és szerepük azonosítását a PMMS rendszerben. Az üzleti folyamat elemzésben figyelembe lett véve az a lehetőség, amikor a közúti projekt irányítását több cég társulása végzi egy projektvezető koordinálásával.

A PMS és PMMS követelményekre tekintettel a rendszert három részre lehet osztani: az általános információ, a képfelvétel és feldolgozás (IPA), valamint a gazdálkodási és fenntartási modul (MM),

mely kapcsolódik a kép és videó felvételeket tároló és feldolgozó képi adatbázishoz, továbbá a projekt ütemezést, anyag és erőforrás adatokat, archív projekt információt tartalmazó burkolat alkalmazási adatbázishoz. A képfeldolgozó modul nagy szerepet játszik az LCCA elemzésben, mely a fenntartási és rehabilitációs folyamatok sajátossága.

Az automatizált útburkolati kép és videó elemzés az ESRI (Environmental Systems Research Institute) termékeire épül, mint az ArcGIS, mely egy alacsony költségű GIS megoldás a jármű, kamera és egyéb érzékelők számára. Az adatfelvételi költség így csökkenthető, és a felhasználók az adatportálhoz a PMMP platformon betöltött szerepüktől függően hozzáférhetnek. Az élettartam költségelemzés módszer alkalmazását a nemzetközi EU ajánlások, valamint a hazai útgazdálkodási és fenntartási sajátosságok indokolják. Az előrebecslés és a költség-előny elemzések a fenntartási fázisban a kockázat menedzseléssel kiegészítve segítik a döntéshozókat, olcsóbb és erőteljes megoldást ajánlva. Ezen felül a felhasználók megosztott hozzáférést kapnak az erőforrásokhoz és a döntésekhez, a holisztikus rendszer lényegének megfelelően.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk megírását támogatta a Grant Project Partnerships PCCA 2013 “Burkolatok és utak intelligens gazdálkodása, megfigyelése és fenntartása korszerű képalkotó technikák felhasználásával – PAV3M” PN-II-PT-PCCA-2013-4-1762, no. 3/2014.

6. IRODALOMJEGYZÉK

(Vitulo, 2013) Pavement Management System Overview Available at: <http://www.state.nj.us/transportation/pavement/pdf/PMSOverviews0709.pdf>

AgileAssets (2015) AgileAssets Products Available at <http://www.agileassets.com/products/pavement-analyst/>

AMRS (2000) USA Department of Transportation, DSTI/DOT/RTR/IMI (2000)1, “Asset Management for the Roads Sector”, USA, 2000

COST (2011) Available at http://www.cost.eu/media/cost_stories/road_safety

Evdorides, H. (2007) Safe Mobility: the cornerstone of IRF’s reflections on improvement in road safety, Available at www.irfnet.org

ICMP (2015) Available at <http://pavementmanagement.org/ICMPfiles/1987050.pdf>, last retrieved 10.12.2014011

McPherson, K., Bennett, C. (2005) Success Factors for Road Management Systems, The World Bank, Washington, D.C.

Mizusawa, D. (2009) Road Management, Commercial Off-The-Shelf Systems Catalog Version 2.0, The World Bank, Washington, D.C., February 2009

Ms2soft (2015) at <http://www.ms2soft.com/pavementmanagement.aspx>

MT (2013) Master-plan General de Transport, Available at <http://www.mt.ro/web14/strategia-in-transporturi/master-plan-generaltransport/documente-master-plan>

Oguara, TM. (2007) Pavement Maintenance Management System: the Paradigm decision-making tools for Highway Engineers, lecture notes, Rivers State University of Science and Technology Port Harcourt

PMO (2015) Available at <http://www.pavementmanagement.org/ICMPfiles/2001058.pdf>

SMEC (2015) SMEC Pavement Management System Available at www.smeoftware.com.au

Weimer, D.L., Aidan R.V. (2004) Policy Analysis: Concepts and Practice.” 4th Ed., Pearson Prentice Hal