

## ARON RCS – Az Integrált Vasúti Konténer Szállítási Rendszer



# Új tehermotorvonati rendszer

**▶** Az ARON RCS rendszer egy tudományos kutatás keretében lett kifejlesztve, válaszul a megváltozott fuvarpiaci kihívásokra, biztosítva a vasúti áruszállítás helyét a jövőben. Kutatási eredményeink alapján ez a rendszer a kapocs, mely:

- A vasúti áru fuvarozó cégeket összekapcsolja a prémium fuvaroztató ügyfélkörrel, hiszen a rendszer képes versenyképes szolgáltatást biztosítani számukra
- Az exkluzív logisztikai szolgáltatókat (DHL, GLS stb.) összeköti a világ vezető vasúti fuvarozó vállalataival
- Amely segít a vasúti áru fuvarozó cégeknek a piacvezető státusz megszerzésében és megtartásában

Ez azt jelenti, hogy egy olyan 21. századi technológiát teszünk elérhetővé ügyfeleink számára, amellyel olyan új és egyedi kiszolgálást nyújthatnak a fuvarpiaci partnereiknek, amellyel ezen cégek is jelentős versenyelőnyhöz jutnak.

## A teheráru-szállítás a 20. század végére jelentős változáson ment keresztül

- A II. világháború alatt és után a közúti járműtechnika robbanásszerűen fejlődött

- A háború utáni újjáépítés részeként a közutak teherbíró képességét megnövelték, és fokozatosan kiépítésre került az autópálya-hálózat.

- A szállítási igények is megváltoztak. A megrendelők elvárják, hogy a termékek rövidebb idő alatt érkezzenek meg.
- Új tudományágzat alakult ki, a logisztika, amely logikai megközelítésből kezeli a szállítással, szállítmányozással kapcsolatos feladatokat, messzemenően figyelembe veszi a rendelkezésre álló műszaki lehetőségeket, és azok további alakítására, korszerűsítésére befolyást gyakorol.

A fentiekben felsoroltak, valamint még több más – itt nem részletezett – ok miatt az áruszállítás súlypontja igen jelentősen eltolódott a közúti szállítás javára.

A vasút ugyanis a jellegénél fogva nem tudta követni a szállítási igények egy részét, azt a rugalmasságot, amely a vasúti viszonylatban kis mennyiségűnek számító áruk fuvarozását versenyképesen, a lehető legrövidebb idő alatt elvégzi. Ezeknek a tényeknek az ismeretében és a környezetvédelmi szempontok lehető legteljesebb mértékű figyelembevételével dolgozott ki az Élő Mini-Világ Környezetvédelmi Közhasznú Alapítvány part-

neri segítségével egy olyan járműtípust, amely a vasúti áruszállítást az eddigiek-nél lényegesen korszerűbbé, versenyképe-  
sebbé teszi.

## Az ARON-RCS rendszer ismertetése

Tulajdonképpen kimondható, hogy az első valóban üzembiztos és a tömeges áruszállítást lehetővé tevő gőzmozdonyok megalkotójának, George Stephensonnak a korától napjainkig a tehervonati szállítás jellege alapvetően nem változott. Ennek a jellegzetessége: egy vagy több mozdony vontatja a vágányon a mögötte gördülő kocsisort, a vonatot. Természetesen a technika fejlődésével a mozdonyok és a vasúti kocsik is igen jelentősen korszerűsödtek minden tekintetben, de a rendszer lényege, a teherkocsi és a rakomány kizárólag A állomástól B állomásig, esetleg iparvágányig való eljuttatásának a feladata megmaradt a vasútnak. Az egység-  
rakományok, konténer megjelenésével ugyan növekedett a vasút áruszállítási versenyképessége, de ez nem kompenzálta az egyedi kocsiforgalom kiesését.

A ROLA rendszer sem jelent teljes mértékű megoldást, mert költséges ROLA terminálok létesítése az alapkövetelmény, ráadásul maguk a ROLA rendszerű ko-

csik közlekedtetése is költséges, nem beszélve a kísért közúti forgalom költségeiről. Tovább nehezíti a problémahalmazt, hogy a szállítmányozási útvonalak különféle okok miatt időről időre változnak, és esetleg ezek nem feltétlenül a már meglévő terminálok irányában húzódnak, emiatt azok forgalom nélkül maradhatnak, miközben a vasúthálózaton található állomások üresek és kihasználatlanok.

A legfontosabb célkitűzés az volt, hogy egy olyan gyorsan rakodható, egységrományt szállító tehervonatot hozzunk létre, amelyik egy hagyományos állomás nyílt rakodóján is képes önmagát megakadályozni, jelentős, telepített állomási infrastruktúra nélkül. Ezáltal megszűnik a kombinált forgalom terminálhoz kötöttsége, mind térben, mind időben és költségben is. A rendszernek ez a kötöttségtől mentesség a fő piaci előnye!

Ennek tükrében a jövő tehervonatának a járműmeghajtás terén is új képességekkel kell rendelkeznie, hogy a vasutak a jelenleginél lényegesen versenyképesebb szolgáltatásokat nyújthassanak, mivel a rugalmasságot ötvözni kell a megfelelő teljesítménnyel és a vontatási módok kombinálhatóságával. Természetesen a modulrendszerűen felépülő tehermotorvonatok olyan részegységeket tartalmaznak, amelyek együttesen biztosítják a gazdaságosabb és környezetkímélőbb üzemet, ami mindig a felhasználási célnak megfelelően állítható össze. Ez a megközelítés a hagyományos megoldásoknál sokkal jobb költséghatékonyságot eredményez. A rendszerfejlesztést megalapozó kutatás egyik alaptétele az volt, hogy megvizsgáltuk a gazdaságos, villamos hajtású tehermotorvonat megvalósíthatóságát. Éppen ezért a fejlesztők kizárólagosan a vonat teljes hosszában megosztott hajtásrendszerben gondolkodtak, ezzel a jármű motorvonati jellegét kapott. A vonat teljes hosszában szétosztott hajtásrendszer számtalan előnyt jelent, így a rendszer jellegéből adódik a többszörös redundancia is, amely a legfontosabb a megbízható fuvarozás szempontjából.

Az Élő Mini-Világ Környezetvédelmi Közhatalmú Alapítvány – a továbbiakban alapítvány – munkatársai, partnerei, akik a kutatásban részt vettek, egy olyan járműrendszer kifejlesztését tűzték ki célul, amely a korábbi megoldásokhoz képest lényegesen nagyobb teret engedő átjárhatóságot biztosít a vasút és más áruforgatást végző ágazatok között.

- Az alapfelvetés az volt, hogy a személyszállító motorkocsikhoz, motorvonatokhoz hasonlóan gazdaságos-e – vagyis hol és milyen feltételek mellett – egy tehermotorkocsi-motorvonat.
- A technika mai állása szerint és az előírások figyelembevételével építhető-e ilyen jellegű motorvonat, és ez szabványos megoldásokkal kivitelezhető-e, vagy teljesen új, különleges megoldást kíván-e?
- Milyen műszaki paraméterek mellett lehet létrehozni ilyen vonatot (tengelyterhelés, raktérkapacitás, sebesség, gyorsulás stb.)?
- Milyen egyéb szolgáltatásokra van szükség a tehermotorvonat versenyképességének fokozásához (darurendszer, nyomtávvaltós kerékpárok, ponyvarendszer)?
- A tisztán villamos üzem körülményeinek megvizsgálása, különösen a felsővezetékkel nem ellátott pályaszakaszok vonatkozásában.

A kifejlesztésre került új tehermotorvonati rendszer egy rugalmasan bővíthető, korszerű, gazdaságos járműrendszer. A vonatok alapvetően azonos szerkezeti elemeket tartalmazó kocsikból épülnek

### Lakatos Béla

kutatásvezető főmérnök

Élő Mini-Világ

Környezetvédelmi

Közhatalmú Alapítvány

lakatosbs@t-online.hu



### Major Andrea

projektvezető

Élő Mini-Világ

Környezetvédelmi

Közhatalmú Alapítvány



fel. Ez azt is jelenti, hogy azonos raktérrel rendelkeznek, amelyek mind mérete, mind terhelhetősége azonos, függetlenül a kocsi vonatban betöltött műszaki szerepétől. Négy alapjárműtípusból lehet a különböző igények szerint összeállítani számos konfigurációt. A járművezérlés gyakorlatilag korlátlan számú kocsi pár besorozását és vezérlését lehetővé teszi, ennek csak a forgalmi és kereskedelmi igények, előírások szabnak határt. Mivel a vonatban műszakilag elég egy vezérlőkocsi, forgalmilag kettő, így egy vonat tetszőleges számú B, C és D jelű kocsiból állhat a vonat két végén lévő két A jelű vezérlőkocsi mellett.

### Az ARON-RCS rendszer járműveinek az ismertetése

1. A típus (1. ábra): Vezérlőállásos, négytengelyes kocsi. A rendszer felépítéséből adódóan a vezetőállás mellett ez a kocsi tartalmazza a vonatvezérlő számítógé-



2. ábra Dízelaggregátoros gépes kocsi B típus



3. ábra Felsővezetékéről üzemelő villamos gépes kocsi C1, C2 típus



4. ábra Akkumulátoros üzemű villamos gépes kocsi C3 típus



5. ábra Hajtás nélküli betétkocsi



pet/ket. Ez a kocsi hajtással nem rendelkezik, üzemszerűen állandóan összekapcsolva közlekedik egy B vagy C jelű gépes kocsival, így alkotva egy műszaki alapegységet. A minimális forgalmi alapegység két ilyen egység négyrészes tehervonati egysége.

2. B típus (2. ábra): Dízelgépteres, öttengelyes gépes kocsi. Ez a kocsi a raktér mellett tartalmaz egy dízelgépteret is, valamint a géptér alatt elhelyezkedő hajtott, háromtengelyes forgóvázat is. A kocsi önmagában nem üzemképes, szükséges csatolni egy A jelű vezetőállásos kocsival, amiben a vezetőállás és a vezérlő számítógép található.

3. C1 típus (3. ábra): Villamos gépteres, öttengelyes gépes kocsi. Ez a kocsi a raktér mellett tartalmaz egy váltakozó áramú nagyfeszültségű villamos gépteret az Európában és a világban használatos két szabványos nagyvasúti vontatási feszültségre méretezve (25 kV 50 Hz és 15 kV 16 2/3 Hz). A géptér alatt lévő háromtengelyes forgóváz a hajtott forgóváz. Önállóan ez a kocsi sem forgalomképes, szükséges csatolni egy A jelű vezérlőkocsival. A kocsit azonban lehet csatolni egy D jelű mellékkocsival is, ha a vonatban van egyébként vezérlőkocsi.

C2 típus: Egyenáramú gépteres, öttengelyes gépes kocsi. Ez a kocsi a raktér mellett tartalmaz egy egyenáramú nagyfeszültségű gépteret az Európában és a világban használatos két egyenáramú rendszernek megfelelően (1,5 kV és 3 kV). A géptér alatt lévő háromtengelyes forgóváz a hajtott forgóváz. Önállóan ez a kocsi sem forgalomképes, szükséges csatolni egy A jelű vezérlőkocsival. A kocsit azonban lehet csatolni egy D jelű mellékkocsival is, ha a vonatban egyébként van vezérlőkocsi. Ezek a kocsik – a jellegüket tekintve – csak minimális részletekben különböznek egymástól.

4. C3 típus (4. ábra): Akkumulátoros gépteres kocsi, mely a járműkonceptióba illeszkedően azonos géptérkubaturával rendelkezik, azonban a géptérben a vontatómotorok inverterén kívül egy körülbelül

10-12 tonna tömegű, 600-800 Ah/5 h kapacitású akkumulátoregység helyezhető el.

D típus (5. ábra): Géptér nélküli, négytengelyes mellékkocsi. A kocsi önállóan nem forgalomképes, szükséges csatolni egy B vagy C jelű kocsival.

5. D típus: Géptér nélküli, négytengelyes mellékkocsi. A kocsi önállóan nem forgalomképes, szükséges csatolni egy B vagy C jelű kocsival.

Az ARON-RCS motorvonati rendszer üzemszerű végsebességét 160 km/óra értékben határoztuk meg.

Valamennyi kocsitípus el van látva többfunkciós gépi mozgatású ponyvarendszerrel.

A ponyvarendszer egyfelől védelmet nyújt a rakománynak a meteorológiai tényezők kedvezőtlen hatásaival szemben, így fedett teherkocsiként is használható. A másik funkciója a jármű áramvonalazása, ugyanis a járművek 80-100 km/óra feletti ponyva nélkül igen nagy légellenállásúak lennének, és a szabadon elhelyezett konténerek, félpótkocsik sem viselnének el nagyobb sebességet. További funkciója a rakomány dézsmálás elleni védelem, valamint az adott vasúti fuvarozó cég egységes megjelenésének biztosítása.

### **Az ARON-RCS motorvonat hajtásrendszere**

A vonat minden második kocsijának, a gépes kocsik háromtengelyes forgóvázainak kettő kerékpárja hajtott. A gépes kocsik kialakítása azért öttengelyes, mert a kocsik teljes kiterhelhetősége mellett is a tengelynyomások az adott korlátok között tarthatók. A járműhajtás felépítése intelligens szabályozású villamos erőátvitelű, és ennek köszönhetően a vonat összes hajtott tengelye dolgozik, mind menet-, mind fékezési üzemmódban egyszerre azonos fordulaton, minden esetben a kocsik terhelésének megfelelő teljesítménnyel. Valamennyi kocsi esetében villamos erőátviteli fővezeték került beépítésre, amely fővezetékek ikerkocsiként csak műhelyben bonthatóan állandó kapcsolatban vannak, míg

a kocsik másik végén önműködő ütköző- és vonókészüléken keresztül kapcsolódnak. Normál esetben valamennyi gépes kocsi rátáplál erre a fővezetékre, az erőátviteli fővezeték egyenáramú, ezzel a megoldással elkerülhető a szórt fluxus okozta biztosítóberendezési zavarok kialakulásának a veszélye. Az erőátviteli fővezetékre kapcsolódnak rá a minden hajtott forgóvázhoz tartozó inverterek, amelyek a központi járművezérlőről kapják az egyes gépes kocsik hajtott forgóvázaira a szabályozás által figyelt paramétereknek megfelelően folyamatosan változó szabályozási parancsokat. Ezek célja, hogy vontatási üzemmódban kerékpár-megperdülés, fékezési üzemmódban kerékpárblokkolás ne jöhessen létre, azonban a maximális vontatási és fék teljesítmény kihasználható legyen. Ha a gépes kocsi dízel-villamos aggregátoros üzemű, akkor az aggregátor adja az energiát a villamos fővezetékre, ha felsővezeteki villamos üzemű, akkor a villamos motorvonatoknál szokásos felépítésű az energiabetáplálási rendszer. Az egyelőre csak lehetséges alternatívaként kezelt akkumulátoros hajtásnál a géptérben elhelyezett akkumulátorok töltik be az energiaforrás szerepét. Valamennyi gépes kocsiban beépítésre kerülhet kapacitoros energiafogadó egység a lökészerűen fellépő fékezési energia fogadására. Indításkor először a szabályozórendszer a kapacitorokban tárolt energiamennyiséget használja fel, rásegítve a felsővezeték vagy a dízelaggregátoros energiabetáplálásra, villamos fékezés esetén alapvetően visszatáplál a hálózatba a vonat, ha azonban nincs felsővezeték vagy nem fogadóképes, akkor az beépített fékellenállásokon hővé alakul.

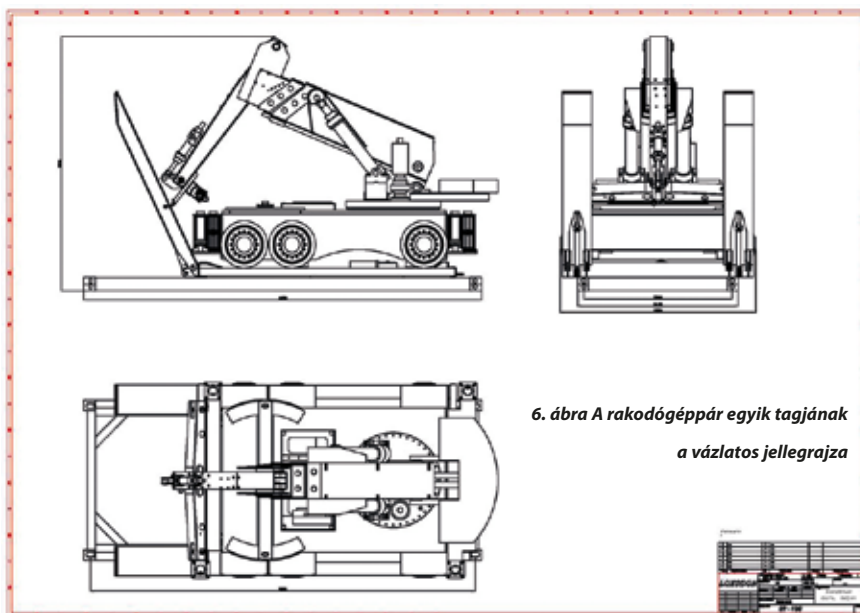
Az ARON-RCS motorvonatrendszer elsődleges üzemi fékje a vontatómotorok generátorüzemén alapuló elektrodinamikus fék, de természetesen a járművek felszerelésre kerülnek hagyományos nyomásmódosító légfékkel is, amely ugyanúgy üzemi féknek tekintendő, mint az elektrodinamikus fékrendszer. Az elekt-

rodinamikus fékezés nagy előnye, hogy csúszó-kopó alkatrészek nincsenek benne, ráadásul a fék teljesítmény a teljes beépített vontatómotor-teljesítmény hatáskörrel elosztott értékével azonos, tehát nagyobb, mint a vontatási teljesítmény! Ez rövid fékutakat tesz lehetővé, valamint ha felsővezeték üzem módban működik a vonat, akkor – mint az a fentiekben leírásra került – a fékezési energia jelentős része visszatáplálásra kerül.

A vegyes felsővezetékű táplált gépes kocsi és a dízelaggregátoros gépes kocsi üzemnek figyelemre méltó előnye, hogy a vonat akár felsővezeték nélküli pályaszakaszokon önerőből haladhat teljes sebességgel. Természetesen a dízelaggregátoros üzemmódban csökken a vontatási teljesítmény, mivel a dízelaggregát – azonos tömeg mellett – kisebb energiasűrűséget képes csak biztosítani. Ez a kisebb sebességű (70-80 km/óra) tartományban nem jelent érezhető különbséget, mivel ebben a sebességtartományban még közel azonos a gépezeti vonóerő. Az erőátviteli villamos fővezetékre csatlakoznak a gépészeti rendszer segédüzemét ellátó fogyasztói áramkörök (légsűrítő hajtás, szellőzőkör motorok, fűlkefűtés, akkutöltési-világítási áramkörök stb.). És az erőátviteli villamos fővezeték táplálja kocsiként átalakított inverterek útján a 3x0,4 kV 50 Hz feszültségű központi ütköző-vonó készüléket is, amely olyan szállított rakományok táplálására szolgál, amelyek saját beépített villamos üzemű hűtőrendszerekkel vannak felszerelve.

### **Az ARON-RCS motorvonati rendszer hajtásszabályozásának a működési elve**

Minden vezérlőkocsiban üzemel egy-egy központi járművezérlő egység, amelyek együttese alkotja a Központi Járművezérlő Rendszert (KJR). Ezek az egységek a vonat működése során folyamatosan kommunikálnak egymással, és normál esetben mindig a vonat elején lévő járművezérlő egység a „master”. A többi jár-



6. ábra A rakodógéppár egyik tagjának a vázlatos jellegrajza

művezérlő egység „slave” üzemmódban működik. Amennyiben a menetirány szerinti első vezérlőkocsinak a járművezérlő egysége valamilyen okból meghibásodik, akkor bármelyik, a vonatban működő járművezérlő egységet ki lehet nevezni „master” funkcióra. Ez esetben a meghibásodott egység önműködően kiiktatódik. A járművek hajtásszabályozásainak az összeszabályozása a járművezérlő elsődleges feladata. A hajtásszabályozás valamennyi gépes kocsinál azonos rendszerű elemekből épül fel. Nyilvánvalóan a dízelaggregát esetében a villamos rendszeren kívül a dízelmotor hajtásszabályozását is végzi. A KJR végzi az önműködő kapcsolókészülékek vezérlését is. Igen lényeges, hogy minden egység (kocsipár) saját járművezérlőinek használatával komplett vonat-összeállítási és -vezérlési rendszer áll rendelkezésünkre. Mindig a vonat végén lévő vezérlőkocsi KJR-je a vonat elején közlekedő vezérlőkocsi KJR-jével közösen lesz, amelyek ellátja a vezérlési-hajtásszabályozási feladatokat, a többi neki engedelmessé válik. Ez a vontatási és elrendezési koncepció egy teljesen új megközelítést tesz lehetővé, és jelentős műszaki és gazdasági előnnyel jár, egyszerűen szervezhető és üzemeltethető, és szinte végtelen számú vonat-összeállítási lehetőséget biztosít, akár a napi igényeknek megfelelően.

### Logisztikai megoldások

Az ARON-RCS rendszer alkalmas arra, hogy a nemzetközi szabványoknak megfelelő konténereket 45'-53', 2XC820 csereszekrényeket, közúti nyerges félpótkocsikat, 15,5 méter hosszúságig szállítson, kocsinként legfeljebb 40 000 kg raktömegig. A rakodáshoz viszont külső rakodórendszerre egyáltalán nincs szükség. Egyedüli igénye, hogy az indulási, illetve a célállomásokon a rakodásra kijelölt vágányok mellett legyen olyan szilárd burkolatú rakodótér, amely biztonságosan elviseli a teherautók, kamionok kereknyomását. Hazai viszonylatban – még a mellékvonalakon is – ezek rendelkezésre állnak. A vonat ugyanis egy, vagy adott hosszúság esetén több rakodógéppárt visz magával. A rakodógépegységek hordozókereteken foglalnak helyet (6. ábra). A hordozó-rögzítő keretek rögzített alsó keretből, a mindkét oldalra kifordulni képes felső keretből és a felső kerethez csatlakozó, gépi úton mozgatott rámpából állnak. A rögzítőkeret mérete egyezik egy 20'-as konténerével, és a rögzítő-csatlakozási helyei is. A hordozó-rögzítő kereteket a rakodógépek bármelyik kocsira képesek felrakni. Gépészeti rendszerük a vonat mellől a védő-áramvonalazó ponyva leengedése után vezérelhető. A felrakás után a szabványos konténerfel erősítő tüskékkel lehet rögzíteni, és a gé-

pészeti egységét a kocsi rakterében elhelyezkedő, hozzájuk legközelebb eső 3x0,4 kV 50 Hz feszültségű dugaszolóaljzatok valamelyikére csatlakoztatni kell. Arról gondoskodni kell, hogy a hordozó-rakodó keretek saját akkutelepei a felrakáskor mindig feltöltött állapotban legyenek. A vonat mellől a vezérlődoboz segítségével ki kell vezérelni, hogy ekkor a felső kifordulni képes kerete „Ki” helyzetbe forduljon, majd a rámpát kell a talajszintig való lehajlásra vezérelni. Maga az emelőgép akkumulátoros táplálású, és menet közben, amikor parkolási helyzetben van a hordozó-rögzítő kereten, az akkumulátor a keretben kiépített csatlakozásra önműködően rákapcsolódik és töltődik a gép fedélzeti akkumulátora. Az emelőgép kisebb terheket (raklapokon szállított árut pl.) egymaga emel, nagyobb terheknél (pl. kamion, nyerges félpótkocsi, konténerek esetében) a másik azonos kialakítású emelőgéppel összeszinkronizál, és párban emelnek (7. ábra).



8. ábra A biztonsági figyelőkamera „figyelő” állásban



9. ábra A biztonsági figyelőkamera „menet” állásban

### Biztonsági rendszerek

Az ARON-RCS motorvonat valamennyi kocsija térfigyelő rendszerrel van ellátva. Ennek a feladata kettős. Egyfelől biztosítja a rakodási mozgások elvégzéséhez a



10. ábra Vezérlőkocsi – dízelaggregátos gépeskocsi-pár



11. ábra Felsővezetékéről üzemelő villamos gépes kocsi – Hajtás nélküli kocsi-pár



12. ábra Gépes kocsi kapcsolva B típus + C1; C2 típus



13. ábra Hatrészes ARON-RCS vonat térbeli jellegrajza

mozdonyvezető számára a jó megfigyelhetőséget a vezetősékből, másfelől folyamatosan – álló állapotban és induláskor 20 km/óra sebesség eléréséig – figyeli a motorvonat mindkét oldalát (8. és 9. ábra). A kamerák felvételei a vezetőfülkében elhelyezett nagyméretű kijelzőn láthatók, továbbá a kocsi fedélzeti adatrögzítőjén tárolásra kerülnek. A rakodáshoz szükséges megvilágítást az adott kocsi és az előtte-utána besorozott kocsi reflektorainak a működtetésével végzik, és csak a rakodás oldalán, hogy a normális vasútüzemi tevékenységet ne zavarja meg a fővágányon, fővágányokon közlekedő vonatok esetében.

A különféle ikerkocsi-összeállítási variációkból néhány, valamint egy hatrészes vonat összeállítása a 10., 11., 12. és 13. ábrán tanulmányozható. Az ikeregységekre való széttagolást azért választottuk, mert így a járművek tervszerű ellenőrzése vagy esetleges meghibásodás miatti javítása gyakorlatilag bármelyik jelenleg is működő fenntartási telephelyen megoldható. A teljesen önműködő, a motorvonat járművezérlő rendszere által vezérelt rendszer az ikeregység gyors kisorozását lehetővé teszi, a fenntartási műhelyben pedig a járműveket összekötő kapcsolórúd gyors szétszerelési lehetőségével a javítási-ellenőrzési tevékenység igen rövid idő elteltével megkezdhető.

Major Andrea, Lakatos Béla