

PhD értekezés

Kovács házy Miklós
okl. gépészmérnök

- 2016 -

**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

Kovács házy Miklós

**A páncélozott harcjárművek vizsgálata,
összehasonlítása és értékelése a mozgékony
tükrében**

Doktori (PhD) Értekezés

Témavezető: Prof. Dr. Turcsányi Károly ny. mk. ezds. (DSc)

Társ-témavezető: Dr. Hegedűs Ernő mk. őrgy. (PhD)

BUDAPEST, 2016

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	5
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA.....	5
KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK	5
KUTATÁSI HIPOTÉZISEK MEGFOGALMAZÁSA	6
KUTATÁSI MÓDSZEREK	7
AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE	7
IRODALMI ÁTTEKINTÉS	8
I. A MAGYAR HONVÉDSÉG PÁNCÉLOZOTT.....	12
HARCJÁRMŰ-ESZKÖZPARK VIZSGÁLATA.....	12
I.1. A Magyar Honvédség páncélozott harcjármű- állományának megítélése napjainkban.....	13
I.2. Új eszköz beszerzése.....	16
I.3. A magyar páncélozott harcjármű gyártás napjainkban.....	17
I.4. Következtetések	19
II. A PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEK.....	20
II.1. Csoportosításuk	20
II.1.1. Páncélozott lövészharcjárművek	22
II.1.2. Páncélozott szállító harcjárművek	23
II.1.3. Harckocsik.....	25
II.2. Harcászati tulajdonságok.....	28
II.2.1. A tüzérvédelem-mozgékonyosság hármasköveteleményének bemutatása	29
II.2.2. A harcászati tulajdonság-sorrend és a hadászati kultúrák kapcsolata	30
II.3. Alkalmazásuk	32
II.3.1. Az első világháború időszaka.....	32
II.3.2. A második világháború időszaka.....	33
II.3.3. A hidegháború időszaka	33
II.3.4. A hidegháborút követő időszak	35
II.3.5. A mozgékonyosság jelentősége a haderőben – a tüzérvédelem-mozgékonyosság ollója.....	38
II.4. Következtetések.....	42
III. A PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEK MOZGÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA.....	43
III.1. Katonai szempontok.....	43
III.1.1. Harcászati mozgékonyosság	44
III.1.2. Hadműveleti mozgékonyosság	52
III.1.3. Hadászati mozgékonyosság	55
III.1.4. A mozgékonyosság hatása a harci lehetőségekre	56
III.1.5. A kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművek alkalmazási határai	58
III.2. Az önjáró harcjárművel szemben támasztott műszaki követelmények.....	65
III.2.1. Haladás	65
III.2.2. Lebegtetés.....	66
III.2.3. Gördülés	67
III.2.4. Tapadás.....	67
III.2.5. Vonóerő	68
III.2.6. Pályajellemzők	69
III.2.7. Emelkedő leküzdése.....	70
III.2.8. Kormányzás.....	70
III.2.9. Illeszkedés a pályaeegyenlenségekhez.....	71

III.2.10. Energiaellátás – páncélozott harcjárművek hajtására alkalmazott hőerőgépek üzemi jellegének összehasonlítása	73
III.2.11. Energiaátvitel	75
III.3. A harcjárművekkel szembeni elvárások megvalósításának módjai	82
III.3.1. Járómű	82
III.3.2. Kormányzás.....	86
III.3.3. Hordmű.....	89
III.3.4. Motor	92
III.3.5. Hajtáslánc	95
III.4. Következtetések – a páncélozott harcjárművek mozgékonyágát meghatározó tényezők rendszerezése	98
IV. TÖBBSZEMPONTÚ VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGA PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEK ÖSSZEVETÉSÉRE	101
IV.1. A többszemponos döntési modellek	103
IV.2. AHP (Analytic Hierarchy Process)	105
IV.3. PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations).....	106
IV.4. Kesselring.....	107
IV.5. Következtetések	110
V. A SZEMPONTHALMAZOK KEZELÉSE A MOZGÉKONYSÁG CÉLÚ ÖSSZEVETÉSHEZ	111
V.1. Az összehasonlítás céljából kiválasztott harcjárművek.....	111
V.2. Az összehasonlítást célzó adatbázis feltöltése.....	117
V.3. A vizsgálati szempontok meghatározása.....	123
V.4 A minősítés és összemérés folyamatának bemutatása	126
V.4. Harcjárművek összevetése mozgékonyáguk alapján az AHP módszer alkalmazásával	127
V.5. Harcjárművek összevetése mozgékonyáguk alapján a KESSELRING módszer alkalmazásával	135
V.6 Az eredmények értékelése.....	142
V.7 Az eszközönként kapott végeredmények összevetése.....	143
V.8 Következtetések.....	145
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK	146
A kutatási tevékenység összegzése	146
Összefoglaló végkövetkeztetések.....	148
ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	149
AJÁNLÁSOK AZ ÉRTEKEZÉS FELHASZNÁLÁSÁRA	150
AJÁNLÁSOK A TOVÁBBI KUTATÁSOKRA	151
TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM	152
FELHASZNÁLT IRODALOM	154

BEVEZETÉS

A Magyar Honvédség (továbbiakban: MH) páncélozott harcjármű-állománya színes képet mutat. Megtalálhatók közöttük a lánctalpas, valamint kerekes futóművel rendelkező eszközök. Azonban jelentős részük már elavult, kiváltásuk időszerű. 1980-tól a Gödöllői Agrártudományi Egyetem (továbbiakban: GATE) és a Haditechnikai Intézet (továbbiakban: HTI) szakemberei közösen kezdtek az MH mozgékonyági modell kifejlesztésébe, amelynek segítségével a terepjáró gépjárművek mozgékonyág szerinti összehasonlítása és kiválasztása lehetségessé vált. A magyar kormány a 2010-ben életre hívott MH Gépjármű Beszerzési Program keretében megkezdte az új katonai járművek beszerzésének hosszadalmas folyamatát, a Gépjárművek Mozgékonyági Programja (GMP-95) néven kezelt mozgékonyági modell alkalmazásával, amelyet a MH a fejlesztési és üzemeltetési területeken is sikeresen alkalmaz. Mindezeket figyelembe véve a következőkben vizsgálat alá kívánom venni a mozgékonyágot a harcjármű-állomány kiválasztásának néhány módszerbeli részletére kitérve.

A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A páncélozott harcjárművek mozgékonyágának – mint harci tulajdonság – elemzését különösen fontossá teszi, hogy a tapasztalatok szerint változtatása nehézkes, fejlődése elmarad a tüzérő és védettséggel növekedéséhez képest. Ezért, a mozgékonyág kérdésköre az MH harcjármű-eszközpark fejlesztése során is kiemelt jelentőséggel bír. Az MH által napjainkban is alkalmazott GMP-95 mozgékonyági modellt célszerű kiegészíteni a megalkotása óta eltelt időszak kutatási eredményeivel, valamint a mai ismeretek szerinti elvárások szorosán illeszkedő új vonatkozásaival. Továbbá, célszerű felváltani az egyszerű pontozással történő rangsorolást pontosabb eredményeket adó döntésméleti összemérő eljárások alkalmazásával.

KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

1. A MH páncélozott harcjármű-eszközparkjának vizsgálata a környező országok viszonylatában.

2. A páncélozott harcjárművek jellegzetes katonai feladatokhoz kapcsolódó mozgékonyági elvárások elemzése a teljesség igénye nélkül.
3. A mozgékonyág katonai és műszaki elemzése a GMP-95 mozgékonyági modell szempontrendszerének bővítése céljából.
4. Páncélozott harcjármű-kategóriák szerint csoportok képzése. Az új, feltárt szempontokat figyelembe véve, olyan szempontrendszerek kialakítása, amelyek a mozgékonyág mentén történő minősítés és összemérés érdekében célszerűen alkalmazhatók.
5. A páncélozott harcjárművek mozgékonyág szerint történő összeméréséhez módszer választása és alkalmazása.
6. Páncélozott harcjárművek kiválasztási módszertanának kidolgozása és alkalmazása, továbbá a hazai fejlesztésű Komondor páncélozott járműcsalád kategóriáján belüli vizsgálata és értékelése.

KUTATÁSI HIPOTÉZISEK MEGFOGALMAZÁSA

1. Az MH harcjármű-eszközpark elemzésével, illetve a környező országokkal történő összevetésével megállapítható az MH páncélozott harcjármű-állomány fejlesztésének célszerű irányai.
2. A haditechnikai eszközök harci tulajdonságainak mindegyike alapvető szerepet játszik a harcképességben.
3. A mozgékonyág elemzésével kidolgozható egy olyan vizsgálati módszer, amely gyakorlati segítséget nyújt az adott rendeltetésnek megfelelő futóművű páncélozott harcjármű kiválasztási döntéseikhez és meggyorsítja azokat.
4. A mozgékonyágot meghatározó műszaki háttér vizsgálatával kimutathatók olyan szempontok, amelyekkel a használatban lévő mozgékonyági modell újabb minősítési részletekkel egészíthető ki.
5. A mozgékonyág területén eddig még nem használt összehasonlító eljárásokkal lehetővé válhat a páncélozott harcjárművek pontosabb összemérése és minősítése.

Az így kialakított módszertan segítséget nyújthat a meglévő eszközök korszerűsítési, új hazai vagy külföldi gyártású eszközök beszerzési, hadrendbe állítási döntéseikhez. Mi több, a meglévők újakkal, illetve a szövetséges, vagy akár más államok haderői által rendszerben tartott terepjáró eszközökkel történő összevetésére is lehetőséget ad.

KUTATÁSI MÓDSZEREK

Értekezésemben az alábbi kutatási módszereket alkalmaztam:

- A *szakirodalmi kutatás módszerét* alkalmazva – a kutatásomhoz szükséges mértékben – megvizsgáltam és értékeltem a mozgékonyssággal, illetve annak mérésével és összehasonlításával kapcsolatos tanulmányokat, könyveket és kutatási eredményeket. Vizsgáltam továbbá a páncélozott harcjárművek alkalmazási területeit, csoportosítását és harcászati tulajdonságait, valamint azok korszerű harcban betöltött szerepét.
- Az *analízis-szintézis módszerét* alkalmazva áttekintettem a kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművek műszaki megoldásait és működésük fizikai hátterét, feltárva a kerekes és lánctalpas futómű közti különbségeket és hasonlóságokat.
- *Matematikai módszereket* és a mozgékonysság értékelésére kidolgozott műszaki szempontrendszert alkalmaztam az értékelendő csoportokon belüli összehasonlításokra.
- Az *összehasonlítás módszerei* közül az AHP, valamint a KESSELRING módszereket alkalmazva, a mozgékonysság szempontjából megvizsgáltam és rangsoroltam a jelenleg rendszerben lévő és az új, a Magyar Honvédség számára potenciálisan elérhető harcjárműveket.

AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE

Az értekezés a bevezetésből, a kutatómunka öt fejezetéből, továbbá az új tudományos eredmények bemutatásából áll.

Az **I. fejezetben** áttekintem a Magyar Honvédség páncélozott harcjármű-eszközpark állományának állapotát.

A **II. fejezetben** tanulmányozom a páncélozott harcjárművek alkalmazását, csoportosítását, továbbá a modern hadviselésben betöltött szerepüket a mozgékonysság vonatkozásában.

A **III. fejezetben** az önjárás bemutatása mentén összegyűjtöm és rendszerezem a kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművek mozgékonysságát meghatározó jellemzőket, valamint azok különféle megvalósítási módjait.

A **IV. fejezetben** a haditechnikai eszközök összehasonlításának döntéelméleti hátterét vizsgálom, és kiválasztom a páncélozott kerekes és lánctalpas harcjárművek mozgékonyság mentén történő összemérését megalapozó eljárásokat.

Az **V. fejezetben** felállítom a kerekes, illetve lánctalpas harcjárművek mozgékonyságára jellemző vizsgálati szempontrendszert és döntéelméleti módszerekkel csoportonként elvégzem a páncélozott harcjárművek összevetését, rangsorolását.

Az értekezés **Kutatási tevékenységek összegzésében** célkitűzésemmel összhangban a végkövetkeztetések és a várható tudományos eredmények felsorolásával egyidejűleg tézisekbe foglalom új tudományos eredményeimet. Ezt követően ajánlásokat teszek az értekezés felhasználhatóságára.

A kézirat korrektúráját és formázását a tudományos írásművekkel szemben támasztott elvárások szerint Rojkó Annamária, a Haditechnika tudományos folyóirat olvasószerkesztője végezte. A magyar helyesírás szabályai [33B], illetve a Katonai helyesírási szótár [33C] helyesírási kézikönyvek, valamint a KMDI módszertani kézikönyv [108], illetve a Hadtudomány [109] és Haditechnika [110] folyóiratok formai követelményei szerint.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A katonai célú terepjárás elméletének kérdései már a 18. században felmerültek, ennek eredményeként történt meg a 19. században a vontatási ellenállás meghatározása. 1900 és 1910 között a talajjellemzők mérésére műszereket szerkesztettek, majd az 1920-as években homoktalajokon mozgékonyági vizsgálatokat végeztek. A második világháború előtt az utak felszíni egyenetlenségeit műszerekkel mérték, hatásukat értékelték, továbbá vizsgálták a harckocsi járószerkezetének és a talajnak a kapcsolatát. Az 1950-es években az egyes terephatások (mozgás laza talajon, akadályon átjutás) matematikai leírása történt meg, és mechanikai elemzéseket is végeztek. 1961-ben megalakult a terepjárással foglalkozó tudományok nemzetközi szervezete, az International Society for Terrain-Vehicle Systems (ISTVS). A terepjárás elméletének területén két külföldi szerző, Jo Y. Wong [31] és Mieczysław G. Bekker [1] munkássága feltétlenül említést érdemel. Wong a kerék–talaj kölcsönösség normálfeszültségének hatását vizsgálta a nehezen járható terepen, különböző talajokon, dinamikus abroncsterhelés mellett. Bekker a kerék–talaj kapcsolatban kialakuló mechanikai folyamatok (pl. talajdeformáció legyőzéséhez szükséges munka) kutatásával, valamint kerekes és lánctalpas járművek terepi mozgásával, a talaj tömörítésének,

teherbírásának kérdéseivel foglalkozott. Az új terepjárás elméletének, a terepmechanikának (terramechanics) volt az egyik megalkotója. Az 1960-as években az Amerikai Egyesült Államokban a U.S. Army (Amerikai Egyesült Államok Szárazföldi Hadereje) részére mozgékonyági modelleket dolgoztak ki, összefoglalva a terepjárás értékeléséhez szükséges műszaki jellemzőket. Igaz, a mozgékonyág fogalmának értelmezése és a hozzá kapcsolható mérőszámok kidolgozása sokáig nehézséget okozott. 1970-től a kérdések összetett jellegének megfelelően mozgékonyági modelleket alkottak, amelyek segítették a tervezést, és gazdasági megtakarítást is eredményeztek. 1971-ben alkották meg a számítógépes mozgékonyági modellek első generációját (AMC-71). Az olyan kapcsolódó műszaki eredmények, mint például a hold- és marsjárók kialakítása, hozzájárultak e tudományterület fejlődéséhez. A terepjárási modellek alkalmazása a harcászati gyakorlatokon a várható eredmények megítélését is elősegítette. Az 1980-as években az US Army a kerekes és lánctalpas futóművel szerelt eszközök közötti különbségeket vizsgálta egy új fegyverhordozó alváz kifejlesztése céljából. [30]

Magyarországon a terepjáró járművek vizsgálatának területén az elsők között említhető Nowody Antal okleveles gépészmérnök 1925-ben, a Műszaki Szemle c. folyóiratban megjelent, „A hernyóvontatás” c. tanulmányosorozata. [52] A második világháborút követően az egykori Weiss Manfréd gyár harckocsi osztályának konstruktőre, Kováczházy Ernő [13], [14], [15] és Clementis Gyula [4], [5], a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnök Továbbképző Intézet szak-, illetve hadmérnökhallgatói számára írt tanulmányaiban már élesen elkülönülnek a kerekes és a lánctalpas terepjáró járművek szerkezeti sajátosságai, valamint alkalmazásuk területe. 1981-ben a Haditechnikai Intézet munkatársai a 81-9090 témaszámú, „Műszaki tanulmány a katonai gépjárművek terepjárásáról” című munkában összefoglalót készítettek a terepjárás értékeléséhez szükséges műszaki jellemzőkről, valamint mozgékonyági modelleket és a NATO kísérleti intézeteinek mozgási modelljeinek tanulmányait mutatták be. [29] Azonban nem adtak konkrét választ a kerekes, illetve lánctalpas futómű alkalmazási területeire, használhatóságuk hatáira. Az 1980-as években Sitkei György a terepjáró harcjárművek mozgékonyágának modellezése során a talaj-terep-környezet-ember rendszer, valamint a kerekes és lánctalpas járművek-talaj függvénykapcsolatait vizsgálta. [21] A terepjárás szakterületén a GATE és a HTI között együttműködés alakult ki matematikai terepjárási modellek létrehozásának céljából, amelynek keretében a környezetet és a járművet jellemző mátrixokat hoztak létre. Ennek eredményeiről dr. Laib Lajos adott tájékoztatást. [49], [50]. Vezetésével 1990-ben, az 1982. és 1987. közötti kutatásokat továbbfejlesztve, létrehozták a GMP-95 mozgékonyági modellt.

A bemenő adatok a terep–jármű–vezető paraméterek, –függvénykapcsolatok, a meghatározott – közel homogén talaj- és terepviszonyoknak megfelelő szakaszokra bontott – útvonalak.

A kimenő adatok a feladat teljesítésének ideje, átlagsebesség, átlagfogyasztás. Ezek alapján a jármű mozgásképesége minősíthetővé vált az alábbi 7 lépésben.

1. Referencia terepszakaszok kijelölése, útprofilok, illetve a talajok teherbíró képességének meghatározása mérésekkel;
2. Az egyes járművekre vonatkoztatva a terep-járószervezet kapcsolatában ébredő tolóerő számítása a menetellenállások figyelembevételével;
3. A 2. pont eredményei szerint megszerkesztett menetdiagram alapján, a referencia terepszakaszokon elérhető legnagyobb haladási sebesség meghatározása;
4. Makroakadály leküzdő képesség meghatározása, amely alapján az egyes referencia terepszakaszok leküzdési idejének – így sebességének – meghatározása;
5. Terepszakaszonként a vonatkozó mikroakadályok okozta lengésgyorsulások sebességcsökkentő hatásának vizsgálata, átlagsebesség és átlagfogyasztás meghatározása;
6. Az egyes járművekre vonatkozó mozgékonytágot minősítő adatok táblázatba rendezése (a feladat teljesítésének ideje, az átlagsebesség, hajtóanyag-fogyasztás);
7. Az összemérendő járművek minősítése és rangsorolása egyszerű pontozásos eljárással.

Dr. Laib később tanulmányaiban és könyvében [17], [51] áttekintő képet adott a terepjárás talajmechanikai, valamint járműdinamikai elméletéről, továbbá bemutatta a mozgékonytágoti modell számítási sorrendjét.

Haditechnikai eszközök beszerzése során összehasonlító vizsgálatok elvégzése szükséges. Kiválasztásuknak általánosan alkalmazott módszereit, amelyek a harcászati–műszaki paraméterek vizsgálatán és szakmai tapasztalatokon alapultak, olyan új módszerek váltották fel, mint a minősítés, az összehasonlító elemzés és a műszaki színvonal tudományos módszerekkel történő vizsgálata. Dr. Gyarmati József tanulmányában [9] igazolta, hogy a fegyverek, fegyverrendszerek beszerzésének, összevetésének folyamata is több szempontú döntési probléma. A többszempontos döntés egy olyan biztos döntés, ahol a döntéshozónak komplex rendszerek közül kell választania. A haditechnikai eszközök komplex rendszerként vizsgálhatók, mivel a definíció szerint komplex rendszernek tekintünk minden olyan rendszert, amelyet egyidejűleg több tulajdonság alapján minősítünk. Összemérésükön számszerű összehasonlítást értünk. [12/12–15]¹. Így ezekre is alkalmazhatók a

¹ [Hivatkozott irodalom sorszáma az irodalomjegyzékben/hivatkozott oldalszám]

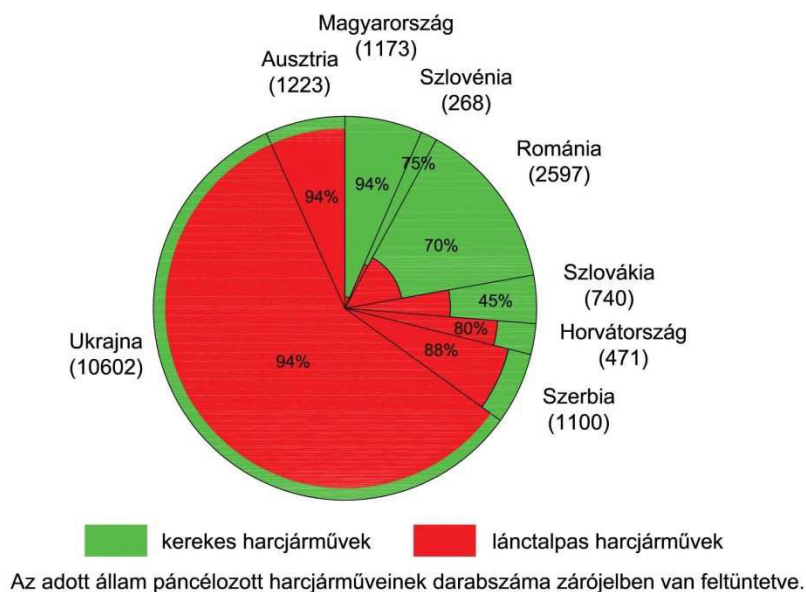
közgazdaságtudomány területén kialakított döntéseméleti, szakértők bevonásán alapuló összemérési, rangsorolási módszerek. A Magyar Honvédség új eszközeinek beszerzése a 2015. évi CXLI. törvény előírásai szerint közbeszerzési eljárás során történik. A törvény által előírt módon az ajánlatkérő által megfogalmazott bírálati szempontoknak megfelelően az ajánlattevő(k) ún. tartalmi elemeket ajánl(anak) meg. Ezen elemeket az ajánlatkérő több szempontú döntési modell segítségével tudja a leghatékonyabb módon összehasonlítani, és a megfelelő eszközt kiválasztani. [39] A több szempontú döntési modellek a vizsgálati szempontok szerint rangsorolnak. A szempontonkénti értékelést és a kapott értékek összesítését több módon is el lehet végezni a többszempontos döntéseméleti módszerek alapján, mint például az AHP, PROMETHEE vagy a SMART eljárások. Egyes esetekben, amikor az előző módszerekhez szükséges megfelelő számú felkészült szakértő és adat nem áll rendelkezésre – mint például a harckocsik összehasonlítása –, az összemérés hibás eredményre vezethet. Nagyon kevés – akár háborút is megjárt – tapasztalt harckocsizó tiszt van, akinek a véleményére alapozva lehetne vizsgálatokat végezni. Azonban a céljainknak megfelelő terepjáró eszköz helyes kiválasztásához, összeméréséhez nem feltétlenül szükséges nagyszámú tapasztalt szakértő, ha egy másik módszert alkalmazunk. Ilyenkor célravezetőbb lehet a „kézzel fogható” és beszédes műszaki adatok alapján történő rangsorolás. Dr. Turcsányi Károly a második világháború harckocsijainak összevetését [27] a KESSELRING-féle gépipari termékek, komplex rendszerek összemérésére létrehozott módszerrel végezte el. A módszer páncélosokra történő alkalmazhatóságát a – más megközelítések szerint is helyes – generációs rangsor felállítása bizonyította. Döntéseméleti módszerekkel korszerű páncélozott harcjárművek kizárólag mozgékonyaság szerinti összemérésére eddig nem volt példa. Pedig a mozgékonyaság olyan – több tudományterületet átfogó – összetett fogalom, amelynek a további kutatásával a harcjárművek összehasonlítása pontosabbá válhat.

Megjegyzendő azonban, hogy sok esetben nehezítheti az értékelést egy-egy szükséges adat hiánya, vagy némileg torzított információk közlése. Hiszen előfordulhat, hogy a gyártó a haditechnikai eszköze jellemzőit a valóságnál kissé kedvezőbbnek tünteti fel.

Kutatásaim során a lánctalpas járószerkezet felépítésével, a harckocsik önmentésének lehetőségeivel foglalkoztam. Választ kerestem olyan fajsúlyos kérdésekre, mint a kerekes-lánctalpas futómű alkalmazási területei, vagy a páncélozott harcjárművek kiválasztásának korszerű módszerei. A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM c. fejezetben felsorolt szócikkek, tanulmányaim tartalmazzák a páncélozott harcjárművek mozgékonyasága témájú, illetve a területhez kapcsolódó kutatási tevékenységemet, eredményeimet.

I. A MAGYAR HONVÉDSÉG PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰ-ESZKÖZPARK VIZSGÁLATA

Magyarország és a környező államok haderejét vizsgálva, figyelemre méltó eredményt mutattam ki az adatok elemzését és összevetését követően. Összegyűjtöttem az egyes államok hadseregeinek páncélozott harcjármű-állományát és összehasonlításuk céljából kördiagramban ábrázoltam azokat, megkülönböztetve a kerekes, illetve lánctalpas eszközöket. Az 1. ábrából könnyedén kiolvasható az egyes államok harcjármű-állományának súlya, azaz a hozzá rendelt körcikk területe. Megállapítható, hogy mindegyik állam kerekes és lánctalpas eszközök – igaz eltérő arányú – kombinációjával oldja meg a kitűzött feladatokat. A haderőkön belüli kerekes és lánctalpas eszközök eloszlása szerint sorba rendezve az államokat, a diagram az óramutató járásával ellentétesen, egyenletesen csökkenő tendenciát mutat a kerekes eszközök javára. Magyarországhoz érve ez a tendencia ugrásszerűen csökken. Lánctalpas eszközeinek eloszlása a többi haderőhöz képest alacsony, amelynek oka indokolatlannak tűnik.



1. ábra. Magyarország és a szomszédos államok kerekes és lánctalpas harcjárműveinek haderőn belüli eloszlása [7], [55], [33E/107] (készítette: Kovácsházy Miklós)

Ilyen aránytalanság egyetlen környező állam haderejében sincsen a lánctalpas eszközök kárára. Még a hazánknál kisebb területű és lélekszámú szomszédos államok hadseregeiben is nagyobb arányban található lánctalpas eszközök, mint kerekesek. Mivel magyarázható ez az aránytalanság a kerekes és lánctalpas eszközök ilyen eltérő mennyiségére vonatkozóan? Vajon a tendencia oka az egyes államok katonai stratégiájával, a terepadottságokkal, akár a

gazdasági háttérrel indokolható? Ezen kérdések megválaszolásához az MH harcjármű állományának közelebbi vizsgálata szükséges.

I.1. A Magyar Honvédség páncélozott harcjármű-állományának megítélése napjainkban

A Magyar Honvédség nehéz haditechnikai eszközeinek meghatározó hányada a nyolcvanas évek vége és a kilencvenes évek közepe között került beszerzésre, így zömében a hetvenes-nyolcvanas évek kutatási eredményeire épülő műszaki színvonalat képviselik. Ezen eszközök korszerűsítése, az eszközpark és a hadianyagok frissítése a '90-es évek végére szinte teljesen leállt. A költségellátási lehetőségek beszűkülése miatt a javító-karbantartó tevékenység folyamatosan háttérbe szorult, a hadrafoghatóságuk fenntartásához és az üzemeltetésükhöz szükséges alkatrészek és fenntartási anyagok beszerzése nehezen volt megoldható. Így az eszközök jelentős része technikailag és erkölcsileg is elavult, fenntartásuk nehézségekbe ütközött, üzemeltetésük gazdaságtalanná vált. A honvédség megkezdte a tartalékok felélését, a gazdaságtalanul üzemelő technika alkalmazásának szűkítését vagy teljes leállítását. [48] Az ezredfordulóra a csapatok szervezetében megtalálható egyes haditechnikai eszközök, mint például a harcokocsik, korszerűtlenné váltak, hadihasználhatóságuk elmaradt a követelményektől. [47] Miután hazánk a NATO-hoz csatlakozott, a Magyar Honvédség haderőfejlesztési folyamatai követték a Washingtoni és Prágai NATO megbeszéléseken született döntések következtében végbement NATO-biztonságpolitikai változásokat, amelyek a közelmúlt helyi háborúinak tapasztalataira támaszkodtak. A Magyar Honvédség egészét érintő Védelmi Felülvizsgálat a prágai csúcsértekezlet elveinek szellemében vetette fel egy hosszú távú haderő-átalakítás szükségességét. [25/7] Ezzel a Magyar Honvédség egy kisebb, hatékonyabb, a kor követelményeinek és a NATO ajánlásainak megfelelő hadsereg kialakítását célozta meg. A korábbi feladatorientált haderőből egy olyan képességorientált és finanszírozható szervezetet kellett kialakítani, amely az új és szerteágazó feladatokhoz alkalmazkodó, mobil, fenntartható és rugalmas tulajdonságokkal rendelkezik. Ezáltal a Magyar Köztársaságnak olyan hiteles visszatartó erőt képviselő katonai erőt kell birtokolnia, amely elősegíti a fegyveres konfliktusok elkerülését, képes önállóan vagy szövetségben az ország megvédésére és nemzetközi kötelezettségeinek teljesítésére. [48]

A kormány 1999. július 23-i határozata eredményeként elkészült a honvédségben végrehajtott stratégiai felülvizsgálat. Az intézkedések hatására lehetőség nyílt a honvédség technikai helyzetében régóta tartó hanyatlás megállítására és a fejlesztési program

beindítására. A célul kitűzött fejlesztés során elérendő haderő főbb technikai jellemzője volt, hogy fegyverzete és felszerelése a meglévő eszközpark modernizációjára épült. [41], [48]

A haditechnikai korszerűsítés koncepciójának meghatározó követelménye volt, hogy a honvédség legyen képes a honi és missziós területeken lefolytatandó feladatok megoldására, amelyeket főként nagy mozgékonyaságú katonai tevékenységnek kell jellemeznie. Ezért a szárazföldi haderőnemhez tartozó csapatok haditechnikai eszközparkját, anyagi készleteit – figyelembe véve a NATO állásfoglalását a mozgékonyaság szerepéről – úgy kellett időszerű megújítással fejleszteni, hogy biztosított legyen rugalmas alkalmazásuk, kijelölt részeik gyors bevetetősége. Emellett legyenek meg mind az önálló, mind a kötelékben való alkalmazás feltételei, nemzeti és többnemzeti (szövetségi) értelemben egyaránt. [47] Így, a magyar kormány új katonai járművek vásárlása céljából 2010-re léptette életbe az MH Gépjármű Beszerzési Programot. Eredményeként az 1. táblázatban felsorolt korszerűsített és korszerű harcjárművek mellett a Rába H-14-es védett személyszállító felépítményű logisztikai járművei is állományba kerültek.

A Magyar Honvédség páncélozott harcjárművei (2016) [7], [55], [72], [33E/107]

1. táblázat

	Harckocsi	Páncélozott harcjármű						
		lánctalpas	kerekes					
Típus	T-72M1	2P25M1 légvédelmi indítóállvány	BTR-80	BTR-80A	BRDM-1, -2	Cougar	HMMWV M1151A1	MaxxPro MRAP
Mennyiség [db.]	15 (43 konzervált)	10	260	120	341	13	41	12

(készítette: Kovácsházy Miklós)

Az 1. táblázat alapján megállapítható, hogy az MH harcjármű-állományát a csekély számú harckocsi, illetve légvédelmi indítóállvány mellett jellemzően a könnyűfegyverzetű, kerekes páncélozott harcjárművek alkotják, amelyek állapotát az alábbiakban ismertetem.

A T-72-es típusú harckocsik üzemben tartása egyre nehezebb a pótalkatrész-utánpótlás hiánya miatt. Új, leváltó típus beszerzése és rendszeresítése már nagyon időszerű. A jelenlegi mennyiség nem biztosítja a megfelelő létszámú állomány kiképzését, így a tartalékban tartott – konzervált – harceszközökre sem lehet kiképezni az üzemeltetésükhöz szükséges legénységet. [76]

A 2P25M1-es lánctalpas alvázú KUB rakétarendszert 1976-ban rendszeresítette a Magyar Néphadsereg (MN). Az ezredforduló után lengyel–magyar együttműködésben megvalósult

modernizálás eredményeképpen a rendszer legfontosabb harcászati és technikai paramétereit javultak, például az épített utakon való közlekedést lehetővé tevő, gumibetétes láncalppal rendelkeznek. [77]

A BTR–80-as és BTR–80A harcjárművek hosszú távon nem biztosítják a Magyar Honvédség hadrendi szükségletét páncélozott harcjármű és szaktechnika vonatkozásában. 2006 és 2010 között az állomány jelentős részét modernizálták, és átépítették különböző feladatok ellátásának céljából, mint például vegyi- és sugárfelderítő, műszaki akadályelhárító, mentő-vontató, zászlóalj- és századparancsnoki, felderítő szakaszparancsnoki és rajjármű, sebesült kihordó, páncéltörőrakéta-hordozó páncélozott harcjármű, mobil harcvezetési pont, aknavető-hordozó páncélozott harcjármű.

A BRDM harcjárművekkel kialakításuknak megfelelően, páncélelhárító és vegyvédelmi feladatok láthatók el, igaz kissé már elavultak. Ezek az eszközök, a többi páncélozott harcjárműtől eltérően, benzinnel üzeműek. [76]

Az afganisztáni missziós részvétel okán az MH kisszámú nyugat-európai, illetve amerikai eredetű páncélozott kerekes harcjárművet alkalmaz, mint például a Mercedes-Benz G–270 CDI C+R, a Cougar és a HMMWV M1151A1-es. A Toyota Land Cruiser-t és a MaxxPro MRAP-et (Mine-Resistant Ambush Protected – aknabiztos, rajtaütésvédett) az MH csupán használatra kapta „kölcson” szövetségeseitől. Ezekon felül az afganisztáni magyar PRT állomány 7 darab védelemmel ellátott, magyar gyártású RÁBA H14.240AEL–103-as páncélozott vezetőfülkével ellátott platós terepjárót is kapott.

Megjegyzendő, hogy a 2014-től szállított RÁBA H (H18-as, H25-ös és HX32-es) sorozat vezetőfülkéi is páncélozhatók. Igaz, utóbbiak már a modern kor kihívásainak megfelelő páncélozott harcjárművek, azonban a sok, különböző gyártótól származó típus példányszáma alacsony, ami fenntartási nehézségeket okozhat.

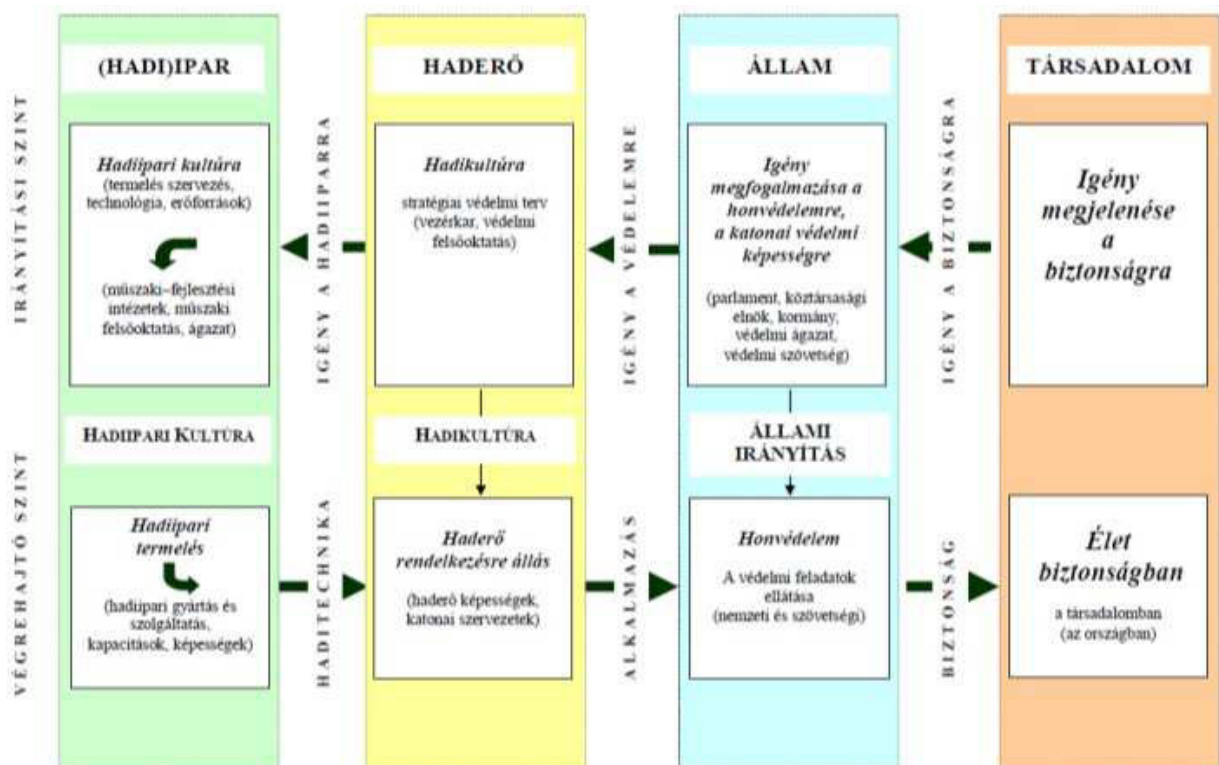
A 2030-ig kivetített biztonsági előrejelzések nem valószínűsítenek egy Magyarország elleni hagyományos fegyveres erővel történő támadást. Azonban Magyarország továbbra is ütközőzónában fekszik, mert egymástól eltérő kultúrájú, nyelvű és vallású országok veszik körül. Az előzőeket és a napról napra változó világot figyelembe véve, a Magyar Honvédség fegyveres erőire szükség lehet – hazai környezetben, illetve missziós területeken – a hagyományos katonai és békeműveletekben egyaránt. Az egyre gyakrabban kiszámíthatatlan időjárás következtében a katasztrófavédelmi feladatok – más eszközök híján – a honvédség különleges terepjáró járműveit igénylik. Az árvízi védelem és mentés, hirtelen hóesés és hóátfúvás okozta közlekedési akadályok megszüntetésére, ipari katasztrófák

talajszennyezésének felszámolására ezeket a járműveket vethetik be. A 2002–2003-as védelmi felülvizsgálat és a Magyar Köztársaság prágai NATO-csúcstalálkozón tett felajánlásai alapján, a Magyar Honvédség a modulrendszerű hadseregfejlesztést tűzte ki célul. A koncepció szerint elképzelhető rövid időn belül a többi NATO-tagállam hadseregével történő hatékony együttműködés. A hadsereget a rugalmasságnak, többfeladatúságnak, valamint a könnyű, mobil telepíthetőségnek kell jellemeznie. [36], [37] Azonban a jelenlegi harcjármű-ellátottság nagyban korlátozza a honvédség mozgásterét, és csorbítja a NATO felé tett mozgékonyssággal kapcsolatos vállalásokat is, hiszen az intézkedések eddig nem érintették a nehéz páncélozott harcjárművek szakterületét. Az MH nem rendelkezik lánctalpas lövészharcjárművel, a harckocsik, illetve a lánctalpas önjáró eszközök száma csekély. Így napjainkban az MH páncélozott harcjárműparkja még mindig megújításra szorul.

I.2. Új eszköz beszerzése

A harcjármű-állomány megújításához a fejlesztési és korszerűsítési döntések előkészítésénél három lehetőség kínálkozik:

- a meglévő eszközök hazai és hazai-külföldi együttműködésű korszerűsítése;
- az önálló hazai fejlesztés, illetve licenc alapú gyártás és;
- a korszerű külföldi eszközök beszerzése.



2. ábra. A védelmi igénykielégítési folyamat [65]

Minden fejlesztési, beszerzési igény megjelenésekor felmerül a kérdés: új eszközöket kell beszerezni, vagy a régit lehet korszerűsíteni. A hazai fejlesztések terén meglévő adottságaink kihasználása jelentős előnyökkel rendelkezik, amelyet jól szemléltet a 2. ábra. [47] Az ábrán érzékelhető a társadalom, valamint a haderő-hadiipar szoros kapcsolata. A haderő a társadalom igényét elégíti ki, amely biztonságban, külső és belső fegyveres és természeti fenyegetettségétől mentesen szeretné élni mindennapjait más, idegen államoktól függetlenül. Ezért a nemzet védelme szempontjából az új eszközök beszerzésével kapcsolatban döntő szerepet játszik, hogy gyártásuk hazai bázison történik, vagy külföldről kell beszerezni azokat. Ez a kérdés már a hadsereg szempontjain túl, a nemzet összérdekeinek előterében helyezkedik el. [67]

I.3. A magyar páncélozott harcjármű gyártás napjainkban

Hazánkban a rendszerváltást követően a járműipar széttagozásával a nagy múltú, az MN, majd az MH igényeit kielégítő járműgyárak (Csepel Autó, Ikarus, Rába stb.) megszűntek, vagy másodlagos – kiszolgáló – szerepet játszanak, pedig a nagyobb részben magyar gyártású harcjárművek létjogosultságát a nemzeti védelmi feladatok ellátásával kapcsolatos nemzetközi példák is alátámasztják. Számos nemzet igyekszik elsődlegesen a saját iparára támaszkodni a szövetségi kötelezettségeik keretein belül, hiszen ezzel a védelmi kiadások jelentős részét a saját gyártó- és szolgáltatóiparban lehet elkölteni. Az elmúlt évek eredményei azt mutatják, hogy a magyar ipar/hadiipar ma ismét rendelkezik azzal a képességgel, amely egy járműcsalád fejlesztéséhez, külföldi fődarabok felhasználásával történő megvalósításához, hosszú távú üzemben tartásához, majd későbbi korszerűsítéséhez szükséges. A NATO és az EU személyi védelem növelésére vonatkozó irányelveknek megfelelően, a Magyar Honvédség misszióban résztvevő alegységeinél jelentkező feladatok végrehajtása közben a személyi állomány túlélési esélyeinek fokozását tűzte ki céljává. Ezt az igényt csak fokozta a különleges műveleti, illetve műszaki mentesítési feladatokra kijelölt alegységek tevékenységének megjelenése, a logisztikai ellátási lánc biztosításának fokozott szükségessége.

Ezért a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség (NFÜ) - a kor kihívásainak és az MH lehetőségeinek figyelembevételével - pályázati keretek között biztosított támogatással segítette a Védett Zárt Felépítményű (VZF) csapatszállító, valamint az RDO-3221 moduláris ballisztikai védelemmel ellátott ABV (atom-, biológiai, vegyi) -felderítő terepjáró harcjármű hazai fejlesztését. [45]

A járműgyártásban nagy hagyományokkal rendelkező Rába Járműipari Holding Nyrt. 2010-ben a Rába H18.240 DAEZ–111 típusú terepjáróalvázon alakította ki a VZF (Védett Zárt Felépítmény) védett, logisztikai járművet. (1–2. kép.) Az eszköz önálló egységként kialakított, páncélozásra alkalmas vezetőfülkével és a rakfelületen „V” alakú, homogén haspáncélatú magas szintű ballisztikai (lövedék és repesz)-, akna-, illetve az aszimmetrikus hadviselésben elterjedten alkalmazott rögtönzött robbanószerkezetek (IED – Improvised Explosive Device – házi készítésű, rögtönzött robbanóanyagok) elleni védelmet biztosító, járműre szerelhető, személyszállító felépítménnyel rendelkezik. [56]

2010 novemberében a Gamma Zrt. a Respirátor Zrt.-vel együttműködésben fejlesztette ki a Komondor, moduláris ballisztikai védelemmel ellátott ABV-felderítő könnyű páncélvédelemmel rendelkező járművet. (3–4. kép) Az RDO–3221-es Komondor ABV-felderítő páncélozott jármű 4 × 4 (de 6 × 6-ossá is bővíthető) kerékképletű bázisjárműve magyar tervezésű és külföldi fődarabokat tartalmazó hazai gyártású páncélozott terepjáró. A Komondor felépítése követi az MRAP kialakítását, azaz alja „V” alakú, amivel az esetleges robbanás erejét oldalra tereli. Önhordó páncélteste a jármű magas szintű ballisztikai (lövedék és repesz), akna, illetve IED elleni védelmet biztosítja. Megjegyzendő, hogy a Komondoron – eddig – a Magyar Honvédség még nem végzett katonai (pl. ballisztikai) vizsgálatokat. [45], [79], [81]



1–2. kép RÁBA Védett Zárt Felépítmény [78]



3–4. kép RDO-3221 ABV KOMONDOR [80]

I.4. Következtetések

1. A Magyar Honvédség és a környező államok harcjármű-állományát tanulmányozva megállapítottam, hogy kitűzött feladatait – ahogy a szomszédos államok haderői is – kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművekkel oldja meg. Azonban a jelenlegi páncélozott terepjáró harcjármű-állománya (az 1. ábrán jól érzékelhetően) példa nélküli aránytalan képet mutat, a lánctalpas eszközök kárára.
2. Megállapítottam továbbá, hogy a nagy mozgékonyságú NATO irányelveknek (nagy mozgékonyságú, gyorsan bevethető eszközökkel felszerelt haderő) megfelelő korábbi intézkedések nem érintették az MH nehéz páncélozott harcjármű-állományát, az MH új harcjárművekkel történő felszerelés előtt áll.
3. E nagy horderejű döntést megelőzően választ kell adni arra a kérdésre, hogy milyen eszközök beszerzésére kerüljön sor. A jelenlegi harcokocsik váltótípusait meg kell nevezni. A páncélozott lövészharcjármű területén választani kell a lánctalpas-kerekes kínálat között. A jelenlegi MRAP járművek színes állománya és az új magyar fejlesztésű eszközök, mint a Rába VZF és a Komondor járműcsalád megjelenése egységesebb állomány megteremtésének lehetőségét hordozza magában.
4. A megfelelő eszköz(ök) kiválasztásához elengedhetetlen a páncélozott harcjárművek mélyebb vizsgálata, amely megalapozza a kiválasztásukra irányuló döntéseket. Ezért a II. fejezetben további elemzések alá vonom a páncélozott harcjárműveket.
5. Vajon csupán kerekes, vagy csak lánctalpas eszközök beszerzésére kerüljön sor, vagy mindkettőre? Milyen arányban szükséges kerekes, illetve lánctalpas harcjárművek üzemben tartása, azaz milyen feladatkör betöltéséhez kell kerekes, illetve milyenhez lánctalpas páncélozott harcjármű? A választ a kétfajta futómű alkalmazása közti határok kijelölése adhatja meg. Ezek mellett különös figyelmet kell fordítani a mozgékonyságukra befolyással bíró tulajdonságaik összegyűjtésére, amelyekkel a III. fejezet foglalkozik.
6. Megvizsgálandó továbbá, hogy a páncélozott harcjárművek milyen módszerekkel és miként, továbbá milyen várható eredménnyel mérhető össze rangsorolás és kiválasztás céljából. Ezekre a kérdésekre a IV. fejezetben keresem a válaszokat.

II. A PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEK

A katonai járművek a haderők által használt, kifejezetten katonai, illetve polgári célokra készült gépjárművek gyűjtőneve. Olyan különleges követelményeknek kell megfelelniük, mint például a nagyfokú terepjáró képesség, a minden év- és napszakban, valamint bármilyen időjárási viszonyok közötti megbízható működés. Kialakításuk legyen minél egyszerűbb, a külső mechanikai és egyéb hatásokkal szemben legyenek ellenállóak. A harcfeladatok eredményes végrehajtásához szükséges kiegészítő berendezésekkel, szerelvényekkel készüljenek, legyenek könnyen kezelhetők és javíthatók. [22/640]

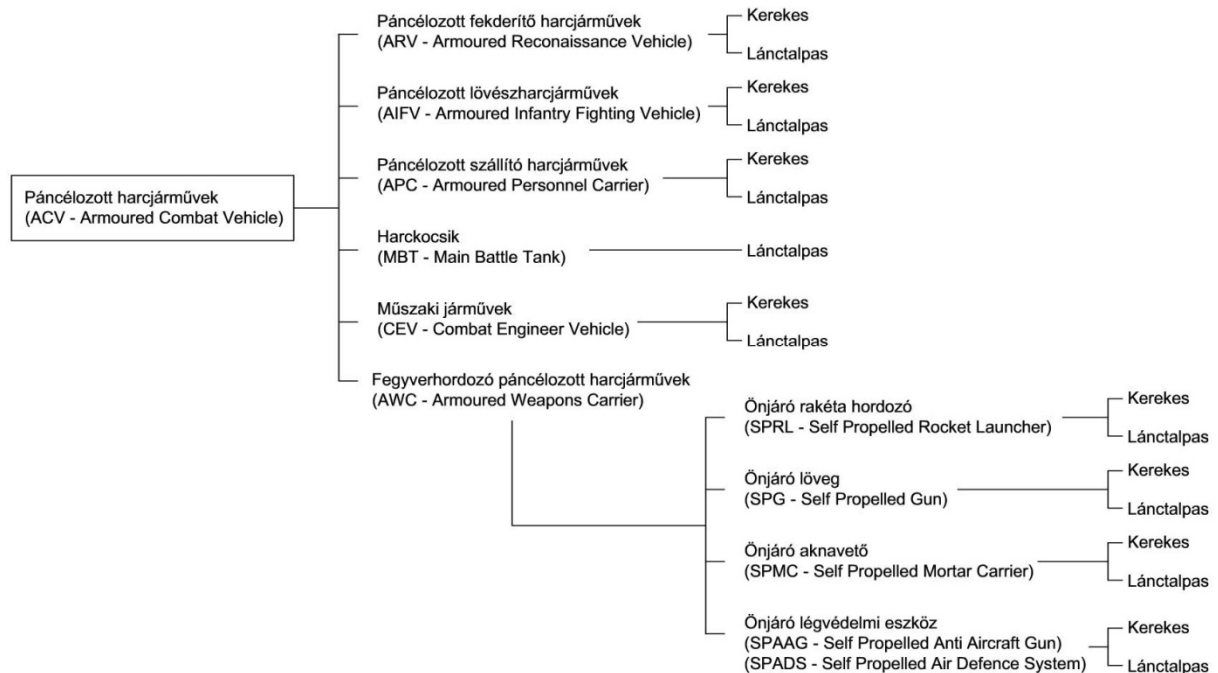
Már az első világháború elején a gyalogság támogatásának, a tűzfészek megsemmisítésének és az áttörés kierőszakolásának céljából megjelentek a csatatereken teherautók, személyautók megerősített alvázára, illetve lánctalpas vontatókra rögzített géppuskákkal, ágyúkkal felszerelt katonai járművek, azaz a harcjárművek. A harcjármű olyan katonai jármű, amelyet a harc közvetlen megvívásához szükséges fegyverzetrel vagy a harcjárművön kívüli fegyverek irányítására szolgáló berendezésekkel szereltek fel. A harcjárművek csoportjába tartoznak azok a járművek is, amelyeknek fegyverzetük nincs, de közvetlenül részt vesznek a harc megvívásában. [22/513–514]

A járművek azon csoportját, amelyek a személyzet védelme érdekében lövedékálló burkolattal rendelkeznek, vagy amelyek járműteste teljes egészében lövedékálló, páncélozott harcjárműveknek nevezzük. Mivel ezek a harcjárművek ballisztikai védelemmel rendelkeznek, így védenek a lövészfegyverek tüze, illetve a tüzérségi gránátok repeszdarabjai ellen is. Ezek a kerekes vagy lánctalpas járószerkezetű páncélozott harcjárművek, felszereltségüknek megfelelően jellemzően védelmet nyújtanak a radioaktív sugárzással, valamint az atomrobbanást követően fellépő más, az emberi szervezetre káros hatásokkal szemben is. [22/1052]

II.1. Csoportosításuk

A páncélozott harcjárművek közös tulajdonsága a nagyfokú mozgékonyság és a feladatnak megfelelő páncélvédettség, tüzező. Felépítésüktől és feladatkörüktől függően lehetnek összkerék-meghajtású kerekes, illetve lánctalpas harcjárművek. Ezért fontos és mindig aktuális kérdés a kerekes, illetve lánctalpas alváz alkalmazása közötti határ kijelölése. A korábban elterjedten alkalmazott – a két megoldás ötvözeteként létrehozott – féllánctalpas

kialakítás napjainkra teljesen eltűnt. A páncélozott harcjárművek csoportosítását a 3. ábra mutatja be.



3. ábra. A páncélozott harcjárművek csoportosítása [22] (készítette: Kovácházy Miklós)

A páncélozott felderítő harcjárművek feladata az ellenséges erők megfigyelése. Csupán önmaguk megvédésére elégséges fegyverzettel rendelkeznek.

A páncélozott lövészharcjárművek (más néven gyalogsági harcjárművek) feladata az ellenséges lövészek, valamint a „puha” és a könnyű páncélozott eszközök leküzdése. Támadó fegyverzettel vannak felszerelve.

A páncélozott szállító harcjárművek feladata a szállított lövészek, utánpótlás stb. célba juttatása. Fegyverzete jellemzően önvédelmi célú.

A harcokocsik feladata az ellenséges harcokocsik és könnyűpáncélosok megsemmisítése. Nagy tűzerjű fő fegyverzetük forgótoronyban van elhelyezve.

A páncélozott lövészharcjárművek és a páncélozott szállító harcjárművek eredményes tevékenysége során a harcokocsizók teljes mértékben az ellenséges páncélosok megsemmisítésére összpontosíthatnak.

A műszaki járművek – mint a műszaki mentő, műszaki, hídvető stb. – feladata a páncélos kötelékek mozgásának biztosítása, az akadályok elhárítása, áthidalása.

A fegyverhordozó páncélozott harcjárművek feladata a nagy távolságban történő célok leküzdése. Ennek érdekében nagy hatótávolságú és pusztító erejű fegyverzettel vannak felszerelve. Védettségük alacsonyabb szintű. [18/11–13, 21]

A páncélozott harcjárművek különleges változatai, mint például az egészségügyi, híradó, illetve parancsnoki harcjárművek, az igényeknek megfelelően, a felsoroltak mindegyikéből kialakíthatók.

A páncélozott harcjárművek jól érzékelhetően széles kínálata, valamint a tanulmányom terjedelmi határai miatt vizsgálatomat a továbbiakban a páncélozott lövészharcjárművek, a páncélozott szállító harcjárművek, illetve a harckocsik területére korlátozom.

II.1.1. Páncélozott lövészharcjárművek

A páncélozott lövészharcjármű olyan kerekes vagy lánctalpas szállító harcjármű, amely gyors manőverezésre képes. Egyes esetekben kételtű. Rendeltetése az ellenség védelmének áttörése, a harckocsikat támogatva a peremvonalba, vagy a hadműveleti mélységbe a szállított lövészek harcba vetése. Zárt küzdőtérrel, forgótoronnyal és a páncéltest oldalain nyitható lőrészekkel rendelkezik. Így a lövészek fegyvereiket közvetlenül a harcjárműről működtethetik. A harcjármű fedélzeti fegyverzete – géppuska, közepes űrméretű löveg vagy irányított rakéta – hatásos a gyalogság, a szállító járművek és a könnyen páncélozott harcjárművek leküzdésére. [18/7–13] Mivel a harc sikerének egyik jelentős tényezője a harckocsik terepi mozgékonyasága, ezért a páncélozott lövészharcjármű mozgási sebessége és terepjáró képessége a harckocsiéhoz hasonló. Páncélzata és kialakítása biztosítja a személyzet védettségét a lövészfegyverek lövedékeitől és a tűzérségi gránátok repeszeitől, a vegyi és biológiai fegyverek hatásaitól. [18/18–19]

A páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság mentén történő csoportosítása fejlettségi szintjük szerint [18/58]:

1. generáció (1939–1960)

Jellemzőjük a sík páncéllemezekből felépülő, felülről nyitott küzdőtér. A páncéltesthez körállványon géppuskák, gépágyúk, esetenként nehéz páncéltörő ágyúk vannak rögzítve, akár forgótoronyban is. Erőforrásuk benzin üzemű (80-110 kW), 10-14 kW/t fajlagos motorteljesítményt biztosítva. Hatótávolságuk terepen ~130 km. Megtalálhatók közöttük a féllánctalpas, illetve a 4 × 4, 6 × 6 és 8 × 8 kerékképletű kerekes futóművek. (Sd.Kfz. 251-es, M3 Halftrack, BTR–40-es, BMP–1-es.)

2. generáció (1960–1970)

Sík páncéllemezekből felépülő, teljesen zárt páncéltesttel rendelkeznek. Fegyverzetük a részben nyitott, vagy teljesen páncélozott forgótoronyba épített géppuska, gépágyú, valamint vezetékes páncéltörő rakéta, aktív infravörös éjszakai irányzékkel. Erőforrásuk dízelmotor (120-180 kW), 12-15 kW/t fajlagos motorteljesítményt biztosítva. Hatótávolságuk terepen ~250 km. Futóművük 4 × 4, 6 × 6, vagy 8 × 8 kerékképletű kerekes, illetve teljesen láncalpas. (BTR–60-as, BMP–2-es, PSZH, FUG, Alvis Saladin.)

3. generáció (1970–1985)

Hermetikus szűrő-szellőztető rendszerrel ellátott belső tér jellemzi. Forgótornyába belső vezérlésű géppuska, illetve gépágyú van építve. Fegyverzetük kiegészül irányítható páncéltörő rakétával, passzív éjszakai infravörös irányzékkel. Teljesen láncalpas vagy 6 × 6, 8 × 8 kerekes jároszerkezetű. Erőforrásuk dízelmotor (160-200 kW), 16-20 kW/t fajlagos motorteljesítményt biztosítva. Hatótávolságuk terepen 350 km. Többeltűek, így a 10 km/h-s vízi sebesség elérése mellett légi szállíthatóság képességével is rendelkeznek. (BTR–80-as, BTR–90-es, VAB, Marder.)

4. generáció (1985–)

Kompozit és moduláris páncélzatból felépülő páncélteste hermetikus szűrő-szellőztető rendszerrel van ellátva. Fegyverzetét belső vezérlésű géppuska, gépágyú, akár irányítható páncéltörő rakéta alkotja, passzív éjszakai infravörös irányzékkel kiegészítve. A manőverezést, a tűzvezetést, az aktív védelmi rendszereket, a híradástechnikai és navigációs eszközöket fejlett elektronikai és számítógépes rendszerek működtetik. Teljesen láncalpas vagy 6 × 6, 8 × 8 kerekes jároszerkezetű. Erőforrásuk turbófeltöltővel ellátott dízelmotor (160-200 kW), 16-20 kW/t fajlagos motorteljesítményt biztosítva. Hatótávolságuk terepen 350 km. Többeltűek, így a 10 km/h-s vízi sebesség elérése mellett légi szállíthatóság képességével is rendelkeznek. (BMD–3-as, BMP–3-as, PUMA IFV, M2 Bradley.)

II.1.2. Páncélozott szállító harcjárművek

A páncélozott szállító harcjármű nagy mozgékonyaságú, jellemzően kerekes harcjármű, amely a szállítmányok célba juttatását, felderítést, vagy vegyi felderítését végzi. A harcjármű

fedélzeti önvédelmi fegyvere a gyalogosan harcoló lövészek tűztámogatásában is részt vehet. A páncélozott szállító harcjárművek egyes esetekben kételtűek. Páncélzatuk és kialakításuk biztosítja a személyzet védeltségét a lövészfegyverek lövedékeitől és a tüzérségi gránátok repeszzeitől, a vegyi és biológiai fegyverek hatásaitól.

Napjaink páncélozott szállító harcjárművei között – részben közös feladataik okán – említhetők az egymásra emlékeztető megjelenést kölcsönöző, az aszimmetrikus hadviselés során kifejlesztett MRAP elvek szerint épült járművek. Ezek között megtalálhatók a teherautó-alvázakra építettek, illetve új fejlesztésű eszközök egyaránt. Jellemzően központi keréklégnyomás-szabályzó rendszerű (CTIS – Central Tire Inflation System) 4×4 , illetve 6×6 kerékképletű, független felfüggesztésű kerekes futóművel rendelkeznek. Mozgékonyágukat előtérbe helyezve, csoportosításuk során az MRAP járművek három kategóriája különböztethető meg:

- I.** kategória: Városi harcra kifejlesztett könnyű, jó manőverező képességgel rendelkező eszközök. Kerékképletük 4×4 , tömegük 7–15 tonna között van, és legalább 4–6 fő befogadására alkalmasak. Fajlagos teljesítményük 10-15 kW/t. (RDO–3221-es Komondor, Cougar H, International MaxxPro, Puma M36-os.)
- II.** kategória: Konvojkísérésre, csapatszállításra, sebesültszállításra, valamint tüzserész és egyéb feladatokra kifejlesztett eszközök. Kerékképletük 6×6 , tömegük 15–25 tonna között van, és 10 fő befogadására alkalmasak. Fajlagos teljesítményük 15-21 kW/t. (RDO–3932-es Komondor, Cougar HE, International MaxxPro.)
- III.** kategória: A legnagyobb páncélvédeltséggel rendelkező különleges eszközök, amelyeket aknamezők és IED mentesítés során alkalmaznak. Ezek általában 6×6 kerékképletűek, tömegük eléri a 25 tonnát, és 12–13 fő szállítására képesek. Fajlagos teljesítményük 13-18 kW/t. (RDO–3932-es Komondor, Cougar HE.)

Ezeken felül egy újabb, negyedik kategória van kialakulóban. Azok a jövőbeni, hadrendbe állítandó eszközök, amelyek a modern fejlesztésű páncélanyagok alkalmazása miatt a korábbi MRAP variánsokkal megegyező páncélvédeltséggel, de lényegesen nagyobb mobilitással, menetstabilitással és kumulatív hatású eszközökkel szembeni védeltséggel rendelkeznek.

Számos műszaki követelmény minden kategóriára egyformán vonatkozik, amelyek a teljesség igénye nélkül az alábbiak:

- sík műúton legalább 105 km/h-s sebesség;
- terepen legalább 8 km/h-s sebesség;
- földúton legalább 40 km/h-s sebesség;
- 40 fokos emelkedőn legalább 10 km/h-s sebesség;

- dízel üzemű erőforrás;
- JP–6-os és JP–5-ös gázolajjal, SFC STANAG 4362-vel (Single Fuel Concept – Egységes Üzemanyag Koncepció, NATO egységes üzemanyag) üzemelés;
- tengeri, vasúti és légi (C–17-es, C–130-as) szállíthatóság. [104], [105], [106]

II.1.3. Harckocsik

A harckocsi körbeforgatható toronnyal felszerelt, kiemelkedő mozgékonyágú, erős páncélzatú, lánctalpas harcjármű. A földi harc egyik döntő eszköze. Támadásban, védelemben egyaránt jól alkalmazható. Alapfegyverével, a harckocsiágyúval nagy tűzerejű és páncélozott célok lefogására és megsemmisítésére alkalmas. A napjainkra elterjedten használatos 120–125 mm átmérőjű sima csövű harckocsiágyúkból a hagyományos lövedékek mellett lehetőség van űrméret alatti nyíllövedékek és a rakéták célba juttatására is. A harckocsi kiegészítő fegyverzete a páncéltörő rakéták, valamint a „puha” célpontok elleni géppuskák és esetenként lángszórók lehetnek. Így sikerrel veheti fel a harcot az ellenséges harckocsikkal, tüzéséggel, gyalogsággal. [2/5–9] Páncélzata és kialakítása biztosítja a személyzet védettségét a közvetlen tüzéségi találatoktól, repeszeitől, a lövészfegyverek lövedékeitől, továbbá a vegyi és biológiai fegyverek hatásaitól. Ezek által önállóan, akár a főerőktől elszakadva nagyobb távolságban is ki tudja fejleszteni a támadást, erőteljes ellenlökést indíthat, vagy gyorsan szilárd védelmet létesíthet. Nagy harcászati és hadműveleti önállóság birtokában a harctámogató és harcbiztosító alegységekkel harckocsicsapatokba tömörülve, a szárazföldi haderő legfőbb csapásmérő erejét képezik.

Az első világháború kezdetleges harckocsijainak tömege – a nehéz erőforrások, a teljes kocsitesten körbefutó lánctalpak, a beépített fegyverek és a nagyszámú kezelő miatt – átlagosan 30 tonna volt. Az angol hadsereg „male” (férfi) és „female” (nő) harckocsikat különböztetett meg egymástól, a páncéltest két oldalán kialakított erkélyekben elhelyezett fegyverzetnek megfelelően.

A két világháború között kialakult egy könnyű, fűrge harckocsitípus, amit feltételezhetően az első világháború végén elkészült Renault FT–17-es harckocsi ihletett, mint a Vickers, Carnden Lloyd kisharckocsi vagy a hazánkban is rendszeresített Fiat Ansaldo. A második világháború kiteljesedésével az egyre vastagabb páncélzat és az egyre nagyobb páncélatütő képességű fegyverek beépítésével, valamint az egyes harckocsik feladatainak szétválásával kialakult a tömeg szerinti (könnyű, közepes és nehéz) harckocsi-felosztás, továbbá megjelentek a harckocsialvázakra épített rohamlövegek és páncélvadászok, vadászpáncélosok

és önjáró lövegek. Megjegyzendő, hogy a német hadvezetés a leginkább megfelelő harckocsi-kategória kizárólagos alkalmazásával egy típusra (Pzkw.V. Panther) épülő páncélosadosztályokat tervezett felállítani. Ez, az alap harckocsira épülő szervezeti törekvés az 1980-tól érvényes NATO harckocsifejlesztési és -alkalmazási elvek egyik előfutárának tekinthető. [27/242]

Az 1960-as évektől a tömeg szerinti felosztás fokozatosan veszítette el értelmét. A könnyű és közepes harckocsik szerepét a páncélozott lövészharcjárművek (gyalogági harcjármű, lövészpáncélos) vették át. Kialakult egy alap harckocsi kategória, ami a régi csoportosítás szerinti nehéz harckocsik osztályába tartozik. Ezen eszközök több szempontból is hasonlítanak egymásra, mint például megjelenésük, befoglaló méreteik, tömegük (50–70 t) vagy fő fegyverzetük tekintetében.

A második világháborút követő időszakban készült harckocsik generációs sorrendbe állíthatók a mozgékonyaságukat befolyásoló jellemzők alapján [23/203–244]:

1. generáció (1945–1955)

Hagyományos konstrukciójú, sík páncéllemezekből, hegesztéssel összeállított páncéltest és öntvény torony jellemzi. A töltési folyamat nem gépesített, küzdőterük legalább négyfős. A nyugati harckocsik esetén az erőforrás jellemzően még Otto-rendszerű motor, porlasztással vagy befecskendezéssel, a szovjet harckocsiknál dízelüzemű szívómotor. Megjegyzendő, hogy a Sherman típuscsalád jelentős hányada dízelmotorral készült. Teljesítményük átlagosan ~426-510 kW, fajlagos teljesítményük ~8,8-11,7 kW/t. A „keleti” típusok hatósugara, a dízelüzemnek köszönhetően, meghaladja a „nyugatiak” ~150 km-es hatótávolságát. A jármű felfüggesztésénél megtalálhatók a csavar-, lap- és torziós rugózási megoldások. Az amerikai típusok láncá már összekötő szemes gumibetétes, ezzel szemben az európai és szovjet típusok fémcsuklós acéllánctaggal szereltek. (Centurion, M47-es Patton, T-54-es.)

2. generáció (1955–1970)

Hagyományos konstrukciójú, dízelmotoros harckocsik. Egyes típusoknál már megjelent a gépesített töltési, hüvelykivetési folyamat, amely kisebb térfogatú, háromfős küzdőtér kialakítását tette lehetővé. A harckocsik erőforrása már egységesen a dízelmotor. Teljesítményük ~425-612 kW, fajlagos teljesítményük ~9,7-15,4 kW/t. Hatósugaruk meghaladja a 300 km-t. A jármű kialakításában általánosnak mondható a torziós rugók és a közepes méretű futógörgők alkalmazása. A nyugati típusok láncá összekötő szemes cserélhető

gumibetétes/hókarmos, a keleti típusok fémcuklós acéllánctaggal szereltek. (T-62-es, Chieftain, M-60-as Patton, Leopard 1, T-72-es.)

3. generáció (1970–1990)

Elterjedten alkalmazott a kompozit páncélzatból felépülő páncéltest és torony. A számítógépes vezérlés és a gépesített töltési folyamat háromfős küzdőtér-kialakítást tesz lehetővé. Az erőforrás turbófeltöltővel ellátott dízelmotor, vagy kisebb helyfoglalású gázturbina, akár a kettő kombinációja. Átlagos teljesítményük ~880-1100 kW, fajlagos motorteljesítményük ~12-16 kW/t. Hatósugaruk terepen ~400 km. A torziós rugózás mellett megjelent a hidropneumatikus rugózás. A lánctalpösszekötő szemes gumibetétes acéllánccal szerelt. (T-64-es, M1-es Abrams, Leopard 2A1 -es.)

4. generáció (1990–)

Elterjedten alkalmazott a kompozit- és moduláris páncélzatból felépülő páncéltest és torony. A hálózatközpontú hadviselés követelményeinek megfelelő, fejlett elektronika és a nagyarányú számítógépes vezérlés széles körű alkalmazása a manőverezés, tűzvezetés, aktív védelmi rendszerek, híradástechnika és navigációs eszközök tekintetében. A gépesített töltési folyamat három-négyfős küzdőtér-kialakítást tesz lehetővé. Az erőforrás turbófeltöltővel ellátott dízelmotor, vagy kisebb helyfoglalású gázturbina, hyperbar dízelmotor, akár az első kettő kombinációja. Átlagos teljesítményük ~1100-1300 kW, fajlagos motorteljesítményük ~24 kW/t. Hatósugaruk terepen ~550 km. A torziós rugózás mellett megtalálható a hidropneumatikus rugózás. A lánctalpösszekötő szemes gumibetétes acéllánccal szerelt. (C1-es Ariete, T-84-es, Challenger, M1 A1–A2-es Abrams, Leopard 2A5–A6-os, Leclerc, STRV-103-as.)

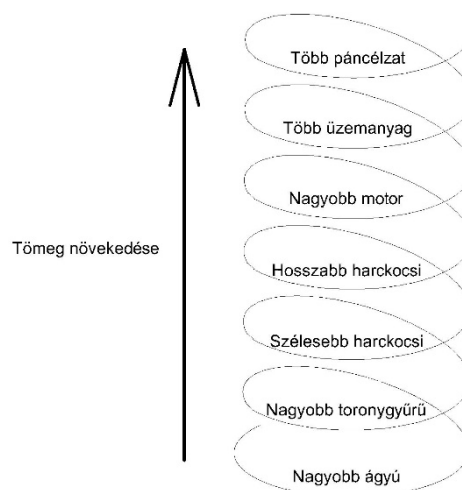
Az alap harckocsik mellett megtalálhatók a jól deszantolható, könnyű, légi szállítható harckocsik, amelyek a harckocsifejlesztés önálló területét alkotják. A hatvanas évek végétől, a megfelelő légiszállító-kapacitás létrejöttével, a fejlesztések elsőként a 7-12 tonnás kategóriában valósultak meg. Ezek főként gyalogság támogatására voltak alkalmasak. Napjainkra egyértelművé vált az a követelmény, hogy a légi szállítható harcjárművek alkalmasak legyenek harckocsik elleni harcra. A légideszant-harcjárművek fejlesztésének – a légi szállíthatóság korlátai miatt – határt szabnak a ~ 22-23 tonna tömeg-, illetve méretkorlátok. [26/176]

Az egyes nemzetek légideszant-harckocsi fejlesztése eltérő a célzott rendeltetésüknek megfelelően [26/166]:

- Németország: páncélozott fegyverhordozó platform (Wiesel);
- Oroszország: erős fegyverzetű páncélozott lövészharcjármű-család (BMD);
- Egyesült Királyság: felderítőpáncélos-család, valamint teljes értékű légideszant-harckocsi (Scorpion, Scimitar);
- Amerikai Egyesült Államok: teljes értékű légideszant-harckocsi, továbbá különböző fegyverzetű páncélozott lövészszállító-harcjárműcsalád. (M551 Sheridan, M-113).
-

II.2. Harcászati tulajdonságok

A haditechnikai eszközök sikerességét az eszköz harci lehetőségei, úgymint a harcászati tulajdonságok, a túlélőképesség, a gazdaságosság, az üzemeltetési tulajdonságok, továbbá a megbízhatóság és az ergonómiai alkalmasság együtt határozzák meg. [27/8] Ezek közül a legfontosabbat, a harcjárművek harcászati tulajdonságait a látszólag egymásnak ellentmondó, mégis egyszerre jelenlévő mozgékonyság, tüzerő és védettség harcászati tulajdonságok különböző súlyú jelenléte befolyásolja. A 4. ábra jól szemlélteti, hogy a tüzerő, mozgékonyság és védettség bármely tagjának növelése csak a többi hátrányára (egymással összefüggésben) – jellemzően a tömeget folyamatosan növelő spirál mentén – valósítható meg. (pl.: nagyobb tüzerő → nagyobb tömeg → kisebb mozgékonyság)



4. ábra. Tömegspirál harckocsik esetén [28/52]

A tüzérő növelése jellemzően nagyobb méretű fegyverzet beépítését vonja maga után, ami a harcjármű méreteit növeli a hosszúság/nyomtávolság aránynak megtartásával. A megnövekedett tömeg miatt a mozgékonyaság szinten tartását egy nagyobb, erősebb motor alkalmazásával lehet elérni, ami több üzemanyagot fogyaszt. Ehhez nagyobb helyszükségletű, erősebb hajtás szükséges. A megnövekedett méretű páncéltest további súlytöbbletet eredményez. Így, a méret és a tömeg jelentős növekedése, a mozgékonyaság rovására történik.

II.2.1. A tüzérő–védettség–mozgékonyaság hármass követelményének bemutatása

A tüzérő a harcjárművek azon harcászati tulajdonsága, amely lehetővé teszi, hogy felderítő és irányzó berendezéseivel felderítse a lehetséges célpontokat, és fő, valamint kiegészítő, lövegstabilizáló berendezésével akár menet közben is fegyvereivel megsemmisítse azokat. Napjainkban, a hálózatközpontú hadviselés világában, a páncélozott harcjárművek fejlett híradástechnikai, navigációs eszközökkel rendelkeznek a saját helyzet- és a célmegjelölés érdekében, valamint az utasítások, felderítési és egyéb adatok gyors közvetítése céljából. [2/9–16]

A harcjármű elsődleges védettségét jellemzően az össztömeg felét kitevő páncélzat jelenti. Feladata: találat esetén megvédeni a kezelőket és a harcjármű létfontosságú részeit. A páncéltestet hengerelt páncéllemezekből állítják össze hegesztéssel, a torony sok esetben öntött kivitelű. Napjainkban kisebb fajlagos tömegű, nagyobb védelmet biztosító, több anyagból (acél, alumínium, műanyag, kerámia) álló réteges – más néven Chobham – páncélok alkalmaznak. A passzív védelmet biztosító előtétpáncélzat, a kiegészítő páncélzat, a gumilapok, rácsok és a láncsor feladata, hogy a becsapódó lövedéket a harcjárműtől távolabb hozza működésbe. A robbanóelemeket tartalmazó reaktív páncélzat feladata az érkező lövedékek ellenműködéssel történő semlegesítése. Az aktív védelmi rendszerek – mint például a ködgránátvető, infra- és lézerbesugárzás-érzékelők, zavaróberendezések, védőrakéták – a légi és a földi páncéltörő rakétafegyvereket indító egységek célzását, a rakéták célba juttatásának megnehezítését vagy azok semlegesítését végzik. A korszerű páncélozott harcjárművek tömegpusztító fegyverekkel szembeni védelemmel is el vannak látva. A páncéltest a léglökés kivédésére alkalmas. A túlnyomású szűrő-szellőztető berendezés megóvja a kezelőket a radioaktív portól, a vegyi, radioaktív vagy bakteriológiai szennyeződésektől. A káros sugárzás csökkentése érdekében nehézfém-, valamint magas hidrogéntartalmú bélésanyagokat, védőrétegeket alkalmaznak a küzdőtérben. A harcjárművek

dízelesítése, a kevésbé gyúlékony dízelüzemanyag, a ledobható külső- és belső robbanásbiztos üzemanyagtartályok, a küzdőtértől elkülönített, gyengített tetőlemezű lőszertár, illetve az automata tűzoltórendszerek fokozták a tűzvédelmet. A védettségben nagy szerepet játszik az eszköz felderíthetőségének csökkentése is. [2], [6], [11]

Katonai értelemben a mozgékonyság az akadálymentes és gyors helyváltoztatás képességét jelenti a küldetés sikeres végrehajtásának céljából, ami jellemezhető például a harcjármű mozgása során a terepjárás százalékban mért hányadával, vagy a terepen történő mozgás idejével. [40] A mozgékonyság így felbontható harcászati, hadműveleti, illetve stratégiai (hadászati) mozgékonyságra. A harcászati mozgékonyság a harcjármű terepen történő helyváltoztatási képességét jelenti, amit a harchelyzetben történő mozgás közepes sebessége – az eszköz terepjáró tulajdonsága – határoz meg. A hadműveleti mozgékonyság alatt az egy feltöltéssel megtehető távolságot, azaz a hatótávolságot értjük. Ehhez kapcsolható a technikai biztosítás mozgékonyága, amelyet a tartalék alkatrész (a fenntartási anyag) ellátásának minősége, üteme, a szerkezeti elemek és az üzemeltetési anyagok egységesítettségének mértéke (standardizálás – saját szabványok rendszeresítése), a javíthatóság, a tábori viszonyok közötti kiszolgálhatóság stb. határoz meg. [67] A hadászati mozgékonyzágon az erők nagy távolságra történő – akár földrészek közötti – szállíthatóságát értjük közúton, légi vagy vízi úton. Ide sorolandó a deszantolás képessége is. A mozgékonyság műszaki értelemben kettévál a meghajtástól, valamint a futóműtől függő mozgékonyság mentén. Előbbi a motor, az erőátvitel, utóbbi a futómű összefüggéseit tárgyalja a mozgékonyság tükrében. [23/203–205] A mozgékonyság katonai és műszaki vonatkozásai között a kapcsolatot a vezető felkészültsége mellett a harcjármű technikai lehetőségei teremtik meg.

II.2.2. A harcászati tulajdonság-sorrend és a hadászati kultúrák kapcsolata

A második világháború során a szemben álló nagyhatalmakra jellemző mozgáscentrikus, anyagcentrikus, illetve tömeges hadászati kultúrákban eltérő volt a gépesített csapatok szerepe. Az meghatározta – többek között – a harcjárművekkel szemben támasztott mozgékonyság (M), tüzerő (T) és védettség (V) elvárásrendszer sorrendjét, így a harcjármű-fejlesztés irányát is a legnagyobb darabszámban épített típusok tekintetében. [27/9]

Németország – az ellenséges csapatok mélységébe történő behatolásával jellemezhető – mozgáscentrikus hadikultúrája a mozgékonyság–tüzerő–minőség követelményeknek megfelelően, harcjárművek esetén az M→T→V sorrendben talált összhangra. 1943-tól a manőverező hadviselést, az aktív védekezés váltotta fel. Ezzel a sorrend a T→V→M lett, ami

a közepes harckocsik védettségének növelését és a nehéz harckocsik előtérbe kerülését eredményezte. Igaz, a nagy védettségű és tűzerőjű eszközök alkalmazása inkább az anyagcentrikus hadikultúrára jellemző, mégis a támadásokra azonnali ellenlökésekkel válaszoló, manőverező jellegű, rugalmas német hadvezetés alkalmazta azokat, érvényesítve fölényes tűzerőjüket.

Az Egyesült Államokra jellemző – erőit és eszközeit megóvó, kockázatkerülő – anyagcentrikus hadikultúrája az anyagi erőfölény megteremtésére, az ellenség hadiiparának megsemmisítésére, a termelésfokozásra, az erőforrások biztosítására helyezte a hangsúlyt a tűzerő–védettség–mennyiség szemléletnek megfelelően. A harckocsikat a flotta deszant hadműveleteire és a gyalogság támogatására alkalmazta. Rájuk inkább a T→V→M sorrendnek megfelelő könnyű és közepes harckocsik a jellemzők. Megjegyzendő, hogy a világháború második felében a harcjárművek alkalmazási elvei fokozatosan átvettek egyes elemeket a mozgáscentrikus hadikultúrából. Így a harcjárművekre vonatkozó sorrend a T→M→V cserélődött, amellyel elmozdulás tapasztalható a tömeges hadászati kultúra irányába. A szovjetek tömeges hadikultúrájára a kifárasztó jellegű csapások voltak jellemzők. A nagy mennyiségű, tömegesen gyártható harceszközök szemléletnek a tűzerő–mennyiség–mozgékonyosság felelt meg a legjobban. A nagy erejű áttörés megvalósítására az M→V→T sorrendet fokozatosan felváltva a T→M→V sorrendben talált összhangra.

A brit hadászati kultúra átmenetet képezett az anyagcentrikus és a tömeges hadászati kultúra között. A haditengerészeti deszantból és a kontinentális hadviselésből fakadó manőverező feladatoknak egyaránt megfelelő V→M→T sorrend alakult ki. Ez a háború végére a T→M→V sorrendre cserélődött. [27/242-243]

A második világháború után a legnagyobb haderők eltérő következtetést vontak le a mozgékonyosság–tűzerő–védettség harcászati tulajdonságok egyensúlyban tartásával kapcsolatban. A támadáson alapuló stratégiával rendelkező Szovjetunió a megfelelő tűzerővel és jó manőverező képességgel rendelkező gyors harckocsikra helyezte a fő hangsúlyt T→M→V sorrendet eredményezve. A védettség kisebb szerepet játszott, mivel a személyi veszteségeknek nem tulajdonítottak jelentőséget egy olyan haderőben, ahol az előerő-utánpótlás bőséges volt. [11/136] A brit mérnökök a páncélvédettséget, míg az amerikai, német és francia szakemberek a mozgékonytságot tartották elsőrendűnek. Az elmúlt évtizedek fegyveres összecsapásainak tapasztalatai alapján az ezredfordulón a mozgékonyosság és a védettség egyenrangú feltételként kezelhetők (T→M=V). [23/203–204]

II.3. Alkalmazásuk

II.3.1. Az első világháború időszaka

Az első világháborúban, és az azt követő időszakban szerzett tapasztalatok egyértelművé tették, hogy a jövő háborúiban meghatározó szerepet kapnak az áttörést megvalósító, mozgékony páncéloscsapatok. Ennek eredményeként a gépesített háború elméletével többen foglalkoztak. A brit John Fuller vezérőrnagy a gyors győzelem egyedüli eszközének a páncélos- és gépesített csapatokat tartotta, amelyekben a harckocsik áttörik az ellenség védelmét, a gyalogság a birtokba vett terület megszállását hajtja végre. A szintén brit Liddel Hart őrnagy a harckocsik önálló tevékenységének szüksége mellett a gyalogság mozgékonyságának növelését a harckocsikkal együttműködve, páncélozott csapat szállító harcjárművek alkalmazásával képzelte el. Eimannsberger osztrák nyugalmazott tábornok, a harckocsik fontossága mellett a gyalogság gépesítettségének, valamint páncéltörő képességének fokozásában látta a jövőt. A rádió- és távbeszélőkészülékkel ellátott könnyű, közepes és nehéz harckocsik mellett már felvetette az úszó, híradó, hídvető, aknataposó és a gyalogság szállítására alkalmas harckocsik szükségét is. A francia De Gaulle tábornok, elődeihez hasonlóan a páncélos- és gépesített csapatokból álló hadseregben látta a jövőt, és a harckocsikkal történő szoros együttműködésben, felismerte a légierő szerepét. A német Heinz Guderian tábornok 1937-ben megjelent *Achtung Panzer!* c. – az új páncélos fegyvernem jövőbeli alkalmazásával foglalkozó – tanulmányában a meglepetésszerűen, tömegesen, kötelékben bevetett harckocsikat a legfőbb csapásmérő erőként képzelte el, szoros együttműködésben a légierővel. [57] Tuhacsevszkij marsall „mély hadművelet elméletében” foglalkozott a harckocsik tömeges felhasználásával is. A nagy mélységű harcban a harckocsik kísérik és támogatják a gyalogságot. A harckocsik áttörésükkel megsemmisítik az ellenség főerőit, elvágják azokat a tartalékaiktól, elfoglalva a mögöttes területeket. Ő is arra a következtetésre jutott, hogy a kitűzött célok eléréséhez szükség van egy gyorsjáratú harckocsitípusra, amely le tudja küzdeni a terepakadályokat, és képes harcolni az ellenség tüzéségével. A mesterséges akadályok leküzdéséhez egy műszaki harckocsitípus, illetve a gyalogság szállítására egy gyorsjáratú lövészszállító harckocsi létjogosultságát vetette fel. Támogatta J. Walter Christie amerikai harckocsitervező váltott kerekes-lánc talpas futómű elgondolását, továbbá a harckocsik nehéz szállító repülőgépeken történő szállításának kérdései is foglalkoztatták. [24/301–305]

Jól érzékelhetően már a harmincas évek elején felismerték a páncélozott harcjárművek mozgékonyságának fontosságát, mint a sikeres harc megvívásának egyik feltételét. Az egyes elméleteket a következő világháborúban a gyakorlatba ültették át.

II.3.2. A második világháború időszaka

A második világháborúban az egyes nemzetek saját hadikultúrájuknak megfelelően értelmezték a páncélosok alkalmazásának módjait, felhasználva a gépesített háborúval foglalkozó teoretikusok elméleteit. Például az angolszász szövetségesek, a franciák vagy a japánok, harckocsijaikat a gyalogság közvetlen támogatására vetették be. A szovjetek a világháború második felében a harckocsikat már tömegesen indították akcióba. A német hadvezetés a harckocsikat gépesített gyalogsággal támogatva, önálló páncéloshadosztályokba szervezte. [57] Mind az angolszász, mind a német és a szovjet hadseregek rendelkeztek kerekes, lánctalpas, illetve féllánctalpas kialakítású páncélozott harcjárművekkel, amelyek fő feladata a felderítés, a páncélosegységek biztosítása és a gépesített gyalogság szállítása volt. A második világháború végére a haderők gépesítettsége széleskörűvé vált, biztosítva mind a harcoló, mind a támogató alakulatok mozgékonyságának magas szinten tartását és megteremtve a manőverező hadviselést.

II.3.3. A hidegháború időszaka

A második világháború utáni helyi konfliktusokban (Korea, Vietnám, arab–izraeli háborúk, Afganisztán) a kitzűzött harcfeleletet sok esetben a harckocsicsapatok nagy tömegével oldották meg. Olyan területeken, ahol a terepviszonyok nem kedveztek a harckocsik tömeges mozgásának, a harckocsikat kis csoportokban, a gépesített gyalogsággal együttműködve vetették be. Ezekben az esetekben is az ellenség támadó páncélozott eszközeivel vették fel a harcot, és az ellenlökések fő erejét képezték. Azonban a harckocsik és a páncélozott lövészharcjárművek a harctevékenység során a kellő tüzérségi és légi támogatás nélkül nem tudtak eredményesen tevékenykedni, sőt gyakran be is szüntették azok hiányában a harcot.

A szovjet haderő gépesítése – fokozva hadviselése manőverező jellegét – a hatvanas évekre befejeződött. Nagyszámú páncélozott lövészharcjármű rendszeresítésével szinte teljes mértékben gépesítették a gyalogságot. A légideszantcsapatok fejlesztésének fő folyamatát képző légideszant-gépesítés során rendszeresítették például a BMD páncélozott lövészharcjárművet, az ASU–85-ös önjáró páncéltörő lövegeket, valamint a PT–76-os könnyű

harckocsit. [26/139] A szovjetek az ötvenes–hatvanas években támadó feladatra készülve a harckocsik gyártását részesítették előnyben. A szovjet harckocsik átlagosan 10 t-val könnyebbek voltak, mint a nyugati harckocsik, például olyan jelentős tömegcsökkentő újítás felhasználásával, mint az automata töltőberendezés. A hidegháború végén, hadászati szinten a Szovjetunió közel két és félszer több páncélozott harcjárművel rendelkezett, mint a NATO, igaz, eloszlásuk földrajzilag nem volt egyenletes. [11/139] Ugyanakkor a páncélozott harcjárművek váltak az alapvető atom-, biológiai, vegyi védelemmel rendelkező eszközökké, amelyek képesek áthaladni az ellenség saját atomeszközök által rombolt védelmi rendszerén. A nyolcvanas években megváltozott a harckocsicsapatok alkalmazásának elmélete annak a katonai körökben általánosan elfogadottá vált álláspontnak köszönhetően, amely szerint az atomháború nem megnyerhető. [38] Az 1985-ös szovjet–amerikai START I–II. szerződések megkötését követően jelentősen csökkent az atomfegyverek száma. A Szovjetunió új szárazföldi háború doktrínája szerint az atomháború megvívása értelmetlen, és a korszerű légierőre, páncélos- és légideszantcsapatokra támaszkodva sikerrel tevékenykedhet egy hagyományos háborúban. A szovjet páncélos-hadviselés a második világháborútól a nyolcvanas évekig fokozatosan veszítette el tömeges jellegét. [26/140]. Az 1980-as években megfogalmazott „hadművelati manővercsoport” elvében tovább fejlődött Tuhacsevszkij „mély hadművelati elmélete”. Értelmezésével az alapvetően nagy mélységű, manőverező tevékenységen alapuló önálló páncéloserők műveletét a légierő és a légideszant széles körű alkalmazása támogatja. Az új típusú alkalmazási elvek következtében a nyolcvanas évektől a szovjet harckocsifejlesztés az önálló tevékenységre is alkalmas nehéz (40-50 t) harckocsi, mint alap harckocsi kifejlesztésére irányult.

1967-ben a NATO bevezette a „rugalmas reagálás” alapstratégiát. Eredetileg ez halogató harc lett volna egy összefüggő fronton, a lehető legkisebb területet feladva, a szovjeteket anyagharcra kényszerítve úgy, hogy erejük felmorzsolódjon. A szovjetek visszatérése a manőverező hadviseléshez jelzés volt a NATO számára. Az új szovjet elmélet miatt a NATO sebezhetővé vált, ezért új doktrínát hozott létre az egykori német villámháborús, valamint az izraeli és szovjet tapasztalatokat felhasználva. Ez lett a „légi-szárazföldi harc” (Air-Land Battle). Ez a légierő, a légi szállítás és harcjárművek „háromdimenziós harctérben” végrehajtott jelentős méretű harctevékenységből állt, kimozdulva a felmorzsolódást okozó háborúból a manőverező felfogás felé. [11/138] A NATO a minőség fölényét irányozta elő a mennyiségen. A NATO-harckocsiharcászat a nagy távolságról végrehajtott ütközetekre helyezte a hangsúlyt, hogy nagyobb lőtávolságról, minimális veszteség mellett, minél több ellenséges harckocsit pusztítsanak. Így korszerűbb távmérő műszereket és jobb tűzvezető

rendszer kellett alkalmazniuk szovjet ellenfeleik hasonló eszközeinél. [11/140] A második világháborút követő szovjet harckocsifejlesztés konstrukciós megoldásai – mint a 120 mm-es löveg, 40 tonna feletti tömeg, erősen védett torony és páncéltest, illetve a dízelmotor alkalmazása – jelentősen befolyásolták a nyugati harckocsigyártást. Végül ez lett a NATO „harckocsiszabványa” a nyolcvanas évekre. Az 1980-tól érvényes NATO-alkalmazási elvek szerint, a magas mozgékonyági mutatókkal rendelkező nehéz harckocsit (60-70 t) alap harckocsiként alkalmazzák. [26/174–175]

II.3.4. A hidegháborút követő időszak

A hidegháborút követően a NATO stratégiája megváltozott. Az 1991-es új koncepció a „csökkentett előretolt jelenlét” és az „atomfegyverekre való csökkentett mértékű támaszkodás” elvét mondta ki. Így a NATO haderőfejlesztési folyamata és haditechnika-fejlesztési célkitűzései a könnyű, mobil, telepíthető alakulatok felállítására fordult. [60] Ezek eredményeként a nagy állományú és költséges haderőt felváltották a mozgékony, kis létszámú alakulatok. Reagálási idő szempontjából kategorizálták a harci alakulatokat, mint fő védelmi és utánpótlási erőket, valamint azokon belül az azonnali és a gyorsreagálású hadtesteket. A reagáló erők jellemzője, hogy állandóan magas harckészültségi fokon állnak, szükség esetén nagy mozgékonyáguknak köszönhetően rendkívül gyorsan bevetethők. A fő védelmi erők feladata a NATO alapcéljának megvalósítása, vagyis az elrettentést és a védelmet szimbolizálják. [75]

A tömeghadseregekkel vívott harctevékenységeket 1991-ben véglegesen felváltotta a háromdimenziós térben manőverező hadviselés a korábbi időszakhoz képest kisebb létszámú, de magasabb fokon gépesített erők alkalmazásával. Az új, nehéz harckocsikra alapuló harcászati elvek kipróbálására az első, illetve a második Öböl-háborúban került sor.

Az első Öböl-háborúban (1990–1991) a légi hadműveletek eredményei megteremtették a szárazföldi hadműveletek feltételeit, amelyeket 1991. február 24-én amerikai, brit, francia és szaúdi erők közösen indítottak el. A felvonultatott egységek közel 40%-a 60 tonna feletti harckocsi, 20%-a 30 tonna alatti kategóriába sorolható páncélozott harcjármű, a maradék 40% pedig könnyűlövész és könnyű gépesített szervezeti elem volt. Figyelemre méltó, hogy az amerikai és a brit szárazföldi haderő kizárólag M1 Abrams és Challenger alap (nehéz) harckocsikból álló páncéloserővel tevékenykedett. Könnyű páncélosok önálló tevékenységet csak gyorsreagálású magasabbegység kötelékében folytattak a szárnyakon. Megjegyzendő, hogy a megindulási terepszakaszra szállításuk légi úton történt. [25/45,46] A harckocsikból

álló erők ötnapos folyamatos előretörését jellemzően nem az ellenfél ellenállása lassította. A harcok során bebizonyosodott, hogy a szemben álló T-55-ös és T-72-es típusú harckocsikkal felszerelt harckocsicsapatok technikai hátrányban voltak a brit-amerikai harckocsikkal szemben. Ugyanakkor a nagy tömegű, gázturbinával meghajtott nehéz harckocsik manőverező hadviselése miatt folyamatos üzemanyag-ellátási problémák jelentkeztek. Előretörésüket lassította továbbá a por és a magas hőmérséklet. A szövetséges erők az első Öböl-háború során alapvető hadműveleti feladatokat oldottak meg harckocsicsapatok alkalmazásával. A nehéz harckocsi 1991-től a gyakorlatban is alap harckocsivá vált. [26/175] Megvalósult D. Maxwell Taylor tábornok harckocsifejlesztést célzó útmutatása, amely szerint az alap harckocsi létrehozása a nehéz harckocsi kategóriában valósuljon meg, mellette légi szállítható könnyű harckocsitípusok kerüljenek kifejlesztésre. [2/172] A nehéz harckocsik manőverező hadviselési elgondolásának gyenge pontja a folyamatos üzemanyag-ellátás biztosítása volt. Erre reagálva a NATO megfogalmazta az Egységes Üzemanyag Konceptiót (Single Fuel Concept – SFC), amely szerint a többféle üzemanyag helyett, egyetlen egységes üzemanyag alkalmazására törekednek a gép- és harcjárműveknél, illetve a repülőeszközöknél. Továbbá fejlesztéseket végeztek az üzemanyag légi szállítási lehetőségeinek bővítésére. Ezekkel nagymértékben fokozták a páncélozott harcjárművekkel felszerelt csapatok önállóságát, hadműveleti mozgékonyágát. Ezen lépések eredményei a második Öböl-háborúban mutatkoztak meg.

Az 1999. áprilisi washingtoni NATO-csúcstalálkozó döntései kimondták, hogy egyik fő fejlesztési irányként a telepíthetőség és a mobilitás fokozását, lényegében a könnyen szállítható, gyorsreagálású alakulatok létrehozását kell kijelölni. Az Egyesült Államok hadereje 1999-ben, a washingtoni NATO-csúcs megállapításainak megfelelően, gyorsreagálásra alkalmas gépesített egységek felállításáról döntött. [69] Az 1999-től 2002-ig létrehozott 19 tonna tömegű, Stryker típusú, 8 × 8 kerékképletű páncélozott lövész-harcjárművekből felépülő 6 darab „Stryker dandár” harccsoport C-130-as Hercules (1–1 db), illetve C-17-es Globemaster (3–3 db) típusú szállító repülőgépekkel nagy távolságokra szállítható. [25] Az elképzelés szerint a könnyű légideszant-hadosztályok 2–3, a nehézfegyverzetű gépesített erők 15-16 nap alatt képesek eljutni a világ bármely pontján lévő válságövezetbe. A két erő bevetése között eltelt időben közepesen nehézfegyverzetű légi szállítású erő odajuttatásával lehet megerősíteni a könnyű hadosztályokat, és bevárni a nehézfegyverzetet. [53] A dandár a korlátozott támadó hadműveletek végrehajtásának képességével megváltoztatta a légideszant addigi – főként – védekező jellegét. [25]

A 2002. évi prágai NATO-csúcsértekezleten ismét előtérbe került a csapatok gyors telepíthetősége és nagyfokú mozgékonyasága, azaz a mobilitás, illetve ennek egyik összetevőjeként a légi szállítás kérdésköre. [60]

A 2003. évi második Öböl-háborúban az amerikai haderő két szárazföldi seregteste páncélosegységek, légi szállítható könnyűlövész és légideszantegységek, illetve légi támogató egységek kombinációjából tevődött össze. A 3. amerikai gyalogoshadosztály Abrams harckocsikból, önjáró tüzérségből, Bradley páncélozott lövészharcjárművekkel szállított gyalogságból és Apache harci helikopterekből állt. Ezek az egységek gyorsan harccsoportokba tudtak rendeződni a változó harcászati, hadműveleti helyzet igényei szerint. A gépesített erők nagy mélységű, gyors előrenyomulása, közvetlen légi támogatáson és légideszantok széles körű alkalmazásán alapult. Azok során M1-es Abrams harckocsik, M2-es Bradley páncélozott lövészharcjárművek és M-113-as páncélozott szállító harcjárművek légi szállítása is történt. A hadművelet (Baszra, Bagdad, Kirkuk olajmezők) a „mély hadművelet” jegyeit viselte magán. Nem volt összefüggő arcvonal, a támadók általában az utakon és azok mellett haladtak. Az ellenálló gócpontokat többségben menetből küzdötték le. A nagy fogyasztású nehéz harckocsikkal rendelkező 3. gyaloghadosztály a sivatag peremén lendületesen nyomult északnak. Azonban az amerikai erők előrenyomulását a sivatagi homokviharok, illetve a megnyúlt szállítási és utánpótlási útvonalak akadályozták. A repülőgépek leszállására alkalmatlan terepen mozgó hadosztálynak kerek üzemanyagszállító gépjárművekre volt szüksége, csökkentve az ellátás hatékonyságát és így a mozgékonyaságot. [25/55, 62], [26/175–176]

Az aszimmetrikus hadviselés újabb feladatok elé állítja a páncélozott harcjárműveket és a gépesített gyalogságot. A házi készítésű, rögtönzött robbanóanyagok jelentős károkat okozhatnak. Felderítésükre és megsemmisítésükre az MRAP követelményeknek megfelelő könnyűszerkezetes, kerek páncélozott harcjárműveket alkalmazták. Ez tovább növeli a légi szállítás alkalmazásának lehetőségeit. A gerilla (aszimmetrikus) hadviseléssel szembeni városi, illetve hegyi harc szükségessé tette a magas szögtartományban tüzelő fő, vagy másodlagos fegyverek felszerelését, valamint az aknák és a kézi páncéltörő eszközök elleni védelmet biztosító kiegészítő páncélatok, illetve rácsok felszerelését. [70]

A közelmúlt helyi háborúiban a hadműveleti célok elérése és a hadműveleti-harcászati feladatok megoldása nagymértékben a szárazföldi csapatokra hárult. A tapasztalatok bizonyítják, hogy a páncélozott harcjárművek mozgékonyaságra nagy hangsúly helyeződik, hiszen ezek a manőverező összecsapások javarészt nehezen járható terepen bontakoztak ki.

Összességében megállapítható, hogy a második világháborútól napjainkig a nagy mozgékonyssággal rendelkező harckocsik és a páncélozott lövészharcjárművek nemcsak kiemelkedő szerepet játszottak, hanem a harcok végső kimenetelére is döntő befolyással voltak.

II.3.5. A mozgékonysság jelentősége a haderőben – a tüzérő–mozgékonysság olló

A modern hadviselés történetében újra és újra megmutatkozik a teljes haderőre vonatkozóan a tüzérő célban kifejtett hatása és az azt használó eszközök mozgékonysságának (sebességének) kapcsolatában egyfajta aránytalanság a haderő „tüzérő és mozgékonysság közötti olló” néven.

A XIX. században a tüzérség és a gyalogság tűzképességének fejlődési üteme manőverező képessége alatt maradt. Így azok eredményeit a lovasságnak kellett kiaknáznia. A XX. századra a tüzérő fejlődése megelőzte a mozgékonysság növekedését. [25] A tüzérő és a mozgékonysság közötti egyensúly megteremtése – az „olló” zárása – érdekében ezért a korszak hadseregeiben az egyes nemzetek hadvezetése a mind szélesebb körű gépesítésre törekedett. A harctevékenységek lefolyásában a váratlanság elérésének, a kezdeményezés megragadásának és megtartásának, a nagy távolságok gyors leküzdésének, az idővel való gazdálkodásnak, a manőverek végrehajtásának igen nagy szerepe lett. Ezek megvalósításához a hadseregek nagy mennyiségű és jó terepjárási tulajdonsággal rendelkező, korszerű gépállományt igényelnek. [64]

Mégis, míg például egy amerikai gépesített hadosztály tüzének hatékonysága a második világháborúhoz képest az 1970-es évekre közel ötszörösére, addig mozgékonyssága csupán kétszörösére nőtt. (2. táblázat)

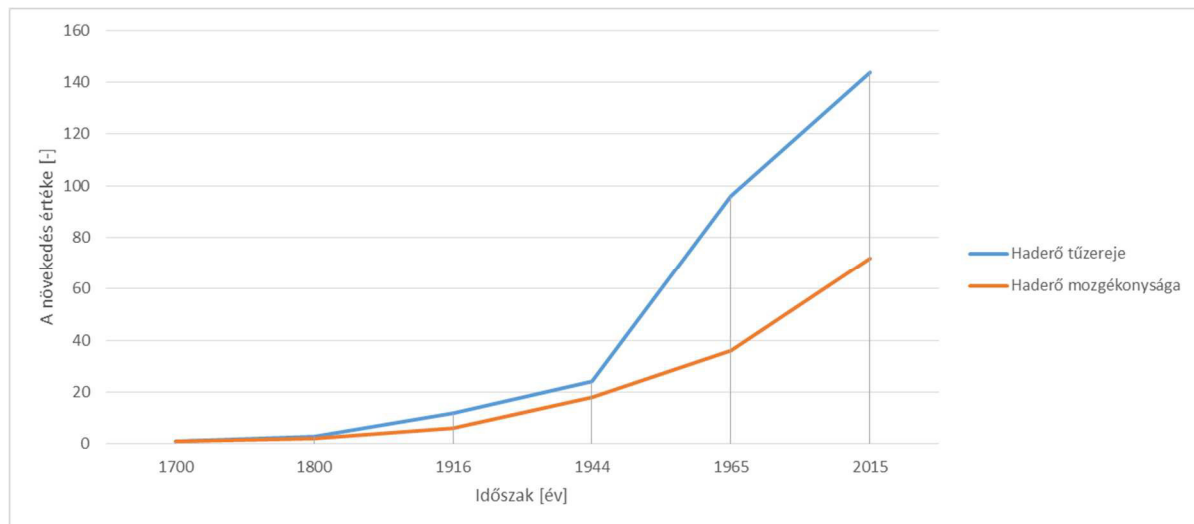
A haderő tüzerő–mozgékonyosság olló alakulása a XVIII. századtól napjainkig [3], [25]

2. táblázat

Haderők tüzerő- és mozgékonyaságnövekedése							
Időszak	Tüzerő			Mozgékonyosság			
	Eszközök	A növekedés viszonyyszáma	értéke	Eszközök	A növekedés viszonyyszáma	értéke	
XVIII. század	1 ágyú/1000 fő	1	1	Haderő 12–15%-a lovaság	1	1	
XIX. század	3 ágyú/1000 fő	3	3	Haderő 25–30%-a lovaság	2	2	
XX. század	I. világháború időszak	Tüzérség ugráссерű növekedése	4	12	Kerékpár 15 km/h, Tüzérségi vontató 20 km/h, Tehergépkocsi 30 km/h, Vasút 50 km/h,	3	6
	II. világháború időszak	Tüzérség, Stratégiai bombázók, Zuhanóbombázók, Rakéta-sorozatvetők	2	24	Féllánctalpas vontató 40 km/h, Harckocsi 50 km/h, Légi szállítás 250 km/h	3	18
	1945–1970	Atomfegyverek, Harcászati rakétacsapatok, Hadműveleti rakétacsapatok	4	96	Teljes haderő gépesítése, Helikopter	2	36
	1970–2015	Precíziós bombák, Precíziós tüzérségi lövedékek, Vezérelt rakéták harcászati szinten (MRLS), Cirkáló robotrepülőgépek (Tomahawk), Páncéltörő rakéták	1,5	144	Új teherszállító repülőgép-generáció 600 km/h (C-17, An-124, Airbus a-400M), Légi szállítású szervezetek (Wiesel dandár, BMD dandár, Stryker dandár), Konvertiplán (V-22, VTOL-Vertical Takle Off & Landing, STOL - Short Takle Off & Landing)	2	72

(készítette: Kovácsházy Miklós)

A mozgékonyosság tényleges harcászati, hadműveleti és hadászati fontossága miatt a hadseregek gépesítettségi szintje folyamatosan emelkedik, de napjainkig a csatarepülőgépeknek és -helikoptereknek, valamint a precíziós bombáknak és a robotrepülőgépeknek köszönhetően a tüzerő ismételtén megduplázódott. [3/123] Ezek a folyamatok jól érzékelhetők az 5. ábrán.



5. ábra. A haderő tüzerő–mozgékonyosság olló alakulása a XVIII. századtól napjainkig (készítette: Kovácsházy Miklós)

Az „olló” nyílása az eszközökre vonatkozóan – mint például a páncélozott harcjárművek – is felfedezhető. Az első világháborúban alkalmazott harckocsik és páncélaútk legnagyob sebessége alig érte el a gyalogló ember sebességét. Ez a második világháború végére a

hajtáslánc elemeinek fejlődésével már 55-65 km/h-ra növekedett. A második világháborútól napjainkig a páncélozott harcjárművek által elérhető legnagyobb sebesség a harcjárművek felépítéséből adódóan alig változott. Lánctalpas eszközöknél 60-75 km/h, kerekes páncélozott harcjárműveknél 90-105 km/h.

A belső égésű motorok fejlesztésének és az emberi tűrőképesség határához érkeztünk. Rohamos fejlődésük eredményeként a fajlagos teljesítménynövelés mindinkább költségesebbé és bonyolultabbá vált. A mind „nagyobb” motorok alkalmazása fizikailag és gazdaságilag is korlátozott, ahogy a vonóerő terepszinten képzése és a kezelőkre ható káros gyorsulások is. A „földhöz kötött” mozgékonyág növelése jelentősen nem fokozható. A 100 éves időtávlatban az „olló” erőteljes záródása után mutatott nyílás oka a földi mozgékonyág fizikai korlátja. Eközben a '30-as években alkalmazott 37-45 mm űrméretű harckocsiágyúk a második világháború alatt 75-85 mm-re, majd a '70-es évekig 120–125 mm-re növekedtek. Megjelent a tűzgyorsaságot növelő és azt hosszú időn keresztül fenntartani képes töltőgép, valamint az egyre nagyobb találati arányt elősegítő, számítógép-vezérelt tűzvezető rendszer stb. A sima falú lövegek megjelenésével, a fő fegyverzetből indítható rakéták, valamint leváló köpenyes nyíllövedékek alkalmazásával a harckocsi tűzereje ismét jelentősen nőtt, és ezzel az „olló” ismét nyílik. Az „olló” zárása, a mozgékonyág növelése a terepi mozgást (aktív cselekvés) meghaladó passzív cselekvéssel, csakis a földtől elszakadva, „térugrással”, azaz a légi mozgékonyág, (szállíthatóság) növelésével idézhető elő, hadműveleti és hadászati szinten.

A felvetést igazolni látszik az a nagydoktori értekezés [26], amely a légi szállíthatóság fontosságára hívta fel a figyelmet, valamint a légi szállítható kerekes páncélozotharcjármű-állomány fejlesztésének üteme, amely az utóbbi évtizedekben megelőzte a (nehéz) lánctalpas állomány fejlődésének tempóját. A kerekes-lánctalpas állományban felfedezhető változások, mint például az Amerikai Egyesült Államok haderejében történő kerekes eszközökre épülő, önálló, gyorsreagálású légi szállítható dandárok (Stryker) felállítása a könnyebb, jobban légiszállítható kerekes eszközök felé fordult.

A nehéz lánctalpas eszközök alkalmazásával szemben a kisebb kerekes páncélozott harcjárművekkel felszerelt kötelékek és a gyalogság alegységeinek összehangolt bevetése került előtérbe. A tapasztalatok bizonyították, hogy a jelenlegi alap harckocsik légi szállítása csak kis számban és nagy költségek mellett lehetséges. A szárazföldi csapatok mozgékonyágának hatásos növelése egyedül – ezzel a „tűzerő és mozgékonyág közötti olló”

zárása – a páncélozott harcjárművek tömegének csökkentésével, így a légi szállíthatóságuk feltételeinek megteremtésével, illetve növelésével lehetséges.

Napjaink páncélozott harcjárművei a korszerű mobilitás irányelveit és a jelenlegi szállítókapaacitással (C–130-as, C–17-es) történő légi szállíthatóságukat figyelembe véve össztömegük alapján két nagy csoportba oszthatók:

- ejtőernyővel deszantolható páncélozott harcjárművek: 7–25 t tömeghatár között (Wiesel, Stryker);
- leszállósávra deszantolható páncélozott harcjárművek: 40–70 t tömeghatár között (M1-es Abrams, Leopard 2A4-es).

Összességében a védettség fokozására különféle aktív, illetve passzív védelmi megoldások léteznek, mint például a páncél- és a kumulatív védettség növelése, aknaállóság javítása, új álcázó eszközök, illetve ködgránátvető felszerelése, vagy lézerbesugárzás-érzékelő telepítése. A tüzérség fokozása nagyobb pusztító erejű lövedékek alkalmazásával, akár páncéltörő rakéták felszerelésével történhet. A mozgékonyaságnak a leírtakból következően igen sok összetevője van, így növelésének útjai is meglehetősen változatosak és összetettek lehetnek. Mégis a harcászati mozgékonyaság a tüzérséghez, valamint a védettséghez hasonló látványos növelése, megtöbbszörözése nem hajtható végre. A mozgékonyaság a legnehezebben változtatható harcászati tulajdonság. Ezért elemzésem a továbbiakban a mozgékonyaságra szűkítem, hiszen ez a harcászati tulajdonság önmagában is olyan jelentős területet ölel fel, hogy vizsgálata önállóan, „környezetéből” kiragadva történhet.

II.4. Következtetések

1. A páncélozott harcjárművek felosztását, harcászati tulajdonságait, valamint éppen százéves alkalmazásait vizsgálva megállapítottam, hogy a kezdetektől egészen napjainkig megtalálhatók ezen eszközök között a változatos kerékképletű kerekes, valamint a lánctalpas harcjárművek. Ezért fontosnak tartom a nagyfokú mozgékonytságot szem előtt tartva a kerekes, illetve lánctalpas futóművel szerelt páncélozott harcjárművek alkalmazása közötti határ kijelölését.
2. A páncélozott harcjárművek háborúban betöltött szerepét vizsgálva megállapítottam, hogy a közelmúlt háborúi igazolták a magas mozgékonytsági mutatókkal rendelkező nehéz (alap) harckocsik létjogosultságát. Igaz, tömegükből adódóan a nagy távolságra történő szállításuk nehézkes műszaki és gazdasági okok miatt. Ezért mellettük előtérbe kerül a könnyebb, ezáltal nagyobb légi mozgékonytsággal rendelkező, jól deszantolható kerekes, illetve lánctalpas páncélozott harcjárművekből felépülő gyors reagálású egységek alkalmazása.
3. Megállapítottam továbbá, hogy a napjainkban ismét nyíló tüzéror–mozgékonytságot olló zárása elsősorban a harcjárművek légi szállíthatóság növelésével, azaz a légi szállítható páncélozott harcjárművek fejlesztésével lehetséges. A gyorsreagálású gépesített egységek fejlesztésével a légi szállíthatóság, a csapatok mozgékonytságának egyik meghatározó elemévé vált.
4. A páncélozott harcjárművek tanulmányozása során megállapítottam, hogy a harcképességet meghatározó harcászati tulajdonságok közül a mozgékonytságot a legnehezebben változtatható. Így annak mélyebb vizsgálata önállóan, „környezetéből” kiragadva, indokolt.
5. Ezekből következően a III. fejezetben a mozgékonytságot katonai és műszaki vonatkozásainak vizsgálatával és rendszerezésével, illetve a kerekes és lánctalpas harcjárművek alkalmazási határainak, azaz a kétfajta futómű közötti választás kérdéseivel foglalkozom.

III. A PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEK MOZGÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

A természettel kölcsönösségben élő ember számára az egyik legnagyobb kihívás a távolság térben és időben történő leküzdése. Ennek természetes módja a járás, mint önerejű haladás. Az ember törzsének továbbítását egybefüggő pálya igénye nélkül, lábainak támaszról-támaszra helyezésével, a talpfelület és a talaj erő- és/vagy alakzáró kényszerkapcsolatával valósítja meg. Adottságai azonban kitartása és teherbírása mellett helyváltoztatása sebességében is korlátozzák. Ezért kezdetben az állatokat és a szánt, majd a kereket – mint az emberiség egyik legnagyobb találmányát – alkalmazta. Napjainkra a mind kifinomultabb gépek és az önjárás lehetőségének párosításával létrejöttek a mozgékony feladataira rendszerezhető járműosztályok.

A szárazföldi harcjárművek jelentős részénél a kerék látja el a hordozó, hajtó és kormányzási feladatokat. Azonban a pályát „letapogatón” folyamatos talajfogása hátrányosnak mutatkozik, a lábak csupán egy-egy támpontra irányuló talajfogásával szemben. Esetenként csökkenhet a kerék „lebegtető” hatása, amelyre a jármű elé folyamatosan fektetett segédpálya alkalmazása, azaz a lánctalp az elterjedten használatos megoldás.

A mozgékonytalp, mint a szabad helyváltoztatás képességével szemben a felhasználó által megfogalmazott igényeket (katonai szempontok), a fizikai adottságokból adódó lehetőségeket (műszaki követelmények) a létrehozott szerkezet, a páncélozott harcjármű (elvárások megvalósítása) kapcsolja össze. A következőkben ezek mentén vizsgálom a mozgékonytalpot, a mozgékonytalp különböző aspektusait összegyűjtve és rendszerezve táblázatot állítok össze, amely alapján elkészíthető a páncélozott harcjárművek összemérhetőségi szempontrendszer.

III.1. Katonai szempontok

A páncélozott harcjárművekkel szemben támasztott katonai igény, hogy az eszköz által hordozott fegyverzet a célban az adott helyen és a megfelelő időben fejtse ki hatását. Ennek mind tökéletesebb megvalósítását szolgálja a páncélozott harcjárművek mozgékonytalpa. E széles területet átölelő fogalmat a katonai szempontok szerint részletezem.

III.1.1. Harcászati mozgékonyság

A helyváltoztatás szükségességének az ellenséggel való érintkezés közben két fő követelménye van. A jó terepjáró képesség, valamint a jó gyorsulást, a nagy sebességet és a hirtelen irányváltás lehetőségét magába foglaló fürgeség, amelyek birtokában megfelelően lehet reagálni az éles helyzetek gyorsan változó körülményeire. [68] Mivel a harcjárművek rendeltetésüknek megfelelően, üzemidejük meghatározó hányadát terepjárással töltik a terepegyenetlenségek megfelelő leküzdésére nagy hangsúly fordítódik. A természet által alakított felszín változatos lehet: árkok, töltések, sziklák, rézsűk, növényzet, hó, jég és az időjárás különböző mértékben nehezítheti az előrejutást. A terepegyenetlenségek besorolása lehetőséget ad a harcjárművek mozgásképességének megítélésére. Mikroakadályoknak nevezzük a 0,25 m-nél kisebb terepegyenetlenségeket. Az ennél nagyobbak a makroakadályok. Az előbbieket leküzdése alapvető elvárásnak tűnik harcjárművek esetén, mégis fontos, hogy azokon milyen sebesség és üzemanyag-fogyasztás mellett képesek áthaladni. A harcjármű mozgékonyságának megítélését jellemzően csupán a makroakadály leküzdő képesség alapján végzik. A mikroakadályokat sebességcsökkentő hatásként veszik figyelembe. [17/20]

Az állandó lengéseket gerjesztő mikroakadályokon áthaladó harcjármű egy időben lejátszódó, összetett bólintó, billegő és szitáló mozgást végez. A függőleges irányú lengéseket jellemzően a terepprofil gerjesztése hozza létre. A vízszintes lengéseket a vonóerő és a páncélozott harcjármű sebességének változása eredményezi. A keresztirányú lengések a terepprofil eltéréseiből és az irányváltásból adódnak. A keletkezett lengésgyorsulás befolyásolja a kerékterhelést, így a kerék gördülősugarát is, miközben minden esetben módosítja a terepprofil, amelyen halad, növelve vontatási teljesítményszükségletét. Ezzel a talaj és a kerék közötti szlip, így a vonóerő-átadás is folyamatosan változik, amellyel a páncélozott harcjármű stabilitása és kormányozhatósága romlik. [17/337] A nagy dinamikus feszültségeket kiváltó rázkódás egyes gépelemekben akár kifáradásos töréshez is vezethet, valamint a kezelőkre és a szállított deszantra is hatással van, harckésztségüket ronthatja. Ezért a sebesség harcjárművek esetén az alábbi módon értelmezhető:

- Műszaki sebességhatár: a legnagyobb sebesség, amely műszaki szempontból megvalósítható. Sok esetben ez az emberi test számára már nem elviselhető, így a vezető kénytelen csökkenteni a sebességet.

- Elviselhető sebességhatár: az a sebesség, amely a személyek és szerelvények szempontjából elviselhető feladataik hatékony elvégzése közben.
- Harcászati sebességhatár: A parancs végrehajtásához szükséges sebesség.

A mikroakadályok leküzdése során tehát a páncélozott harcjármű sebességét a kezelőkre, az utasokra és a rakományra ható függőleges gyorsulások, azaz tűrőképességük és az eszköz műszaki lehetőségei korlátozzák. Így a mikroakadály-leküzdő képesség vizsgálatának célja annak az átlagsebességnek a kiszámítása, amelynél a felépítmény kitüntetett pontjaira (vezetőülés, utasülések) ható lengésgyorsulások (lengésgyorsulás-szórások) még az elviselhető értéken belül maradnak. [17/337] Nagyságát a vizsgálati terepszakaszok terepprofiljából adódó eredő mozgásokat, gyorsulásokat, továbbá a harcjármű a tengelyei körüli elfordulásokat, a keréktengelyek, a páncéltest és a kezelők súlypontjának függőleges elmozdulásait vizsgálva határozzák meg. A kezelők utazási kényelmének határát több szubjektív módszerrel vizsgálják, például a rázóasztalon történő, vagy menet közbeni mérésekkel stb. A VDI 2057 (K), valamint az ISO 2631-es szabványok ajánlásai mértékadók a (D_{Zef} [m/s^2]) lengéskényelmi mutató értékének vonatkozásában. Az ISO szabvány megkülönbözteti az emberi test 8 órás igénybevétele esetén a fáradtság nélkül elviselhető ($D_{Zef}=0,1 m/s^2$), a változatlan munkavégző képességet lehetővé tevő ($D_{Zef}=0,315 m/s^2$) és az egészségkárosodás nélkül elviselhető ($D_{Zef}=0,63 m/s^2$) lengésgyorsulásokat. [35] A többtömegű lengőrendszerként viselkedő páncélozott harcjármű szimulációját számítógép végzi. A számítás az adott terepprofilon a legkisebb sebességtől kiindulva sebességlépcsőkben történik a páncélozott harcjármű által elérhető legnagyobb sebesség eléréséig, vagy a vezetőülésen keletkező lengésgyorsulás megengedhető legnagyobb gyorsulásszórásáig. Az első esetben a jármű utazósebességét a talaj és a járószerkezet között fellépő tapadás vagy a motorteljesítmény, utóbbi esetben az útminőség (terepprofil) korlátozza. [17/337]

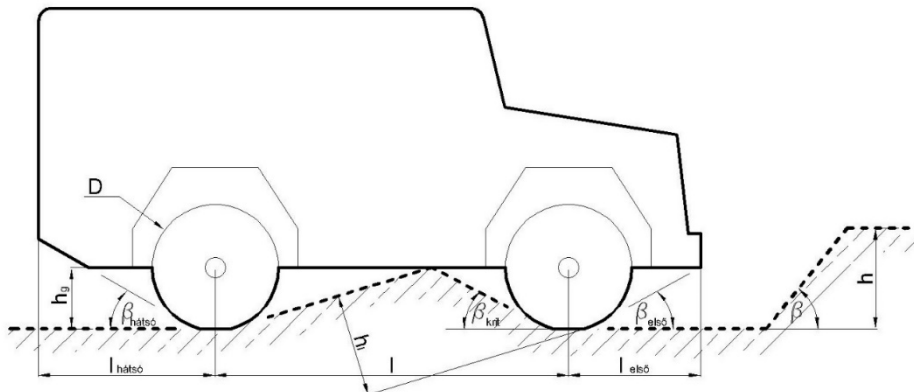
A páncélozott harcjárművek hajtóanyag-fogyasztásának meghatározása közvetett méréssel történik. Ehhez járműtípusonként meghatározandó a hajtóanyag-fogyasztás – kipufogógáz-hőmérséklet függvénykapcsolat különböző járműterheléseknél.

A kifinomult hordmű alkalmazása módot ad az átlagsebesség fokozására, az átlagfogyasztás csökkentésére, nagyobb harcászati mozgékonytságot eredményezve. Következménye a páncéltörő fegyverek találati valószínűségének csökkentése, illetve a túlélőképesség-növelés lehet.

Egy páncélozott harcjármű olyan makroakadályokat tud leküzdni, amelyeken nem akad fenn az alja, orr- és farrésze. Ehhez elengedhetetlen a szükséges vonóerő kifejtésének

feltételezése, hiszen akadályra történő áthaladás közben változhatnak a talajfogás és vele a vonóerő-átadás körülményei.

Kerekes terepjárművek hossz- és keresztirányú makroakadály-leküzdő képessége a Mieczysław Gregory Bekker vezetésével kidolgozott áthatolási (Vehicle Slope Elevation – VSE) függvény segítségével írható le. A páncélozott harcjármű és a terepakadály a 6. ábrán bemutatott geometriai adatai között kapcsolatot létesítő módszer a haladási sebességet figyelmen kívül hagyja.



6. ábra. Négykerekű páncélozott harcjármű és a terepakadályok jellemzői [17,62] (kiegészítette: Kovácsházy Miklós)

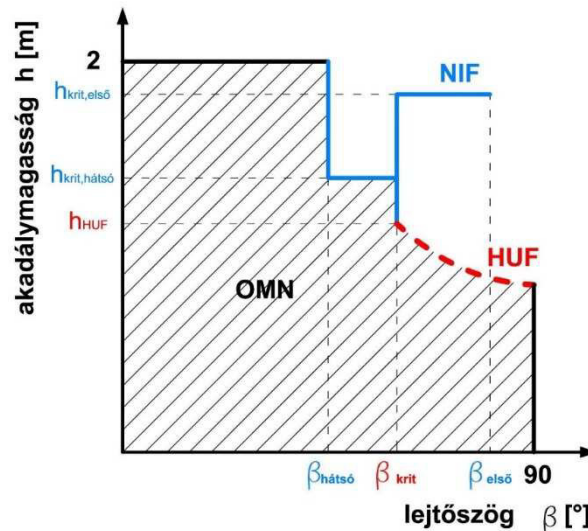
Ahol

- l [m] tengelytávolság;
- $l_{első}$ [m] első, illetve $l_{hátsó}$ [m] hátsó kinyúlás;
- D [m] kerékátmérő és -szélesség;
- h_g [m] hasmagasság.;
- nyomtávolság;
- $\beta_{első}$ [°] első-, (oldalsó-) és $\beta_{hátsó}$ [°] hátsó terepszög;
- β [°] tereplépcső hajlásszög;
- h [m] tereplépcső magassága.

A módszerrel meghatározható a kereszt- és hosszirányú has- (Hang Up Failure – HUF), illetve az orr- és farfelütközés (Nose In Failure – NIF) határgörbéje, azaz, hogy mekkora akadálnál érinti a páncélozott harcjármű alváza és első, valamint hátsó kinyúlása a talajt. A páncélozott harcjármű geometriai adataiból előállított HUF és NIF függvények összeadása eredményezi a 7. ábrán látható teljes áthatolási görbét.

A függvény alatti terület mutatja a páncélozott harcjármű akadályleküzdő képességét, azon akadályok lejtőszögeinek és magasságainak tartományát, ahol a páncélozott harcjármű haladása közben még nem akad el. Minél magasabb a VSE függvény, annál jobb a páncélozott harcjármű akadályleküzdő képessége. A függvény alatti terület meghatározásával

kapott makroakadály-mobilitási szám (Obstacles Mobility Number – OMN) önmagában is alkalmas arra, hogy a járműveket makroakadály-leküzdő képességük szerint minősítsük, rangsoroljuk. [62] A kerekes páncélozott harcjárművek áthatolási görbével nem leírható árokáthidaló képessége korlátozott. Tapasztalat szerint a négykerekű, kéttengelyes eszközé a kerékátmérő kétharmadának, hatkerekű a tengelyek egymástól való távolságának 4/5 részének megfelelő árkon tud áthaladni. [18/31-32]



7. ábra. Páncélozott harcjármű áthatolási (VSE) görbéje [62]

A lánctalpas páncélozott harcjármű esetén a süppedő, laza talajon nehézkesen létrehozható vonóerő mellett az árkok vagy nagyobb buckák leküzdése szintén okozhat nehézséget. Az előzőekhez hasonlóan, némi egyszerűsítéssel itt is meghatározható az OMN-érték. Harckocsiknál a teljes páncéltesten elhelyezett keréksort átölelő lánctalpak miatt hosszirányban csupán a NIF eseményeket lehetne számolni a lánctalp talajtól elváló ágainak szöge alapján. Azonban az „orr- és farpáncél” szöge a lánctalp fellépő szögével legalább párhuzamos, így az orr-, valamint far felütközés esete nem várható. Keresztirányban a HUF számítása változatlan. [17] Lánctalpas eszközök árokáthidaló képessége a harcjármű súlypontjától függően a lánctalp felfekvő hosszúságának 2/3 része. Lánctalpas harcjármű földszánra, lépcsőre, gátra történő felmászásakor a lánctalp talajjal érintkező felülete csökken, a páncélos tömege a lánctalp 1/5–1/6 részére esik. Ez jelentősen megnöveli a fajlagos talajnyomást, amelynek következtében a lánctalp megcsúszhat. Az így, esetleg magát beásó harcjármű mozgásképtelenné is válhat (pl. amikor a haspáncél már „felül” a talajra). [18/31-32]

A talajt borító növényzet benövési sűrűsége, állaga, valamint az időjárási körülmények különböző mértékben nehezíthetik az előrejutást. A fagypont körüli hőmérsékletű hó például jobban tapad, ami vonóerő szempontjából ugyan előny, de a lánctalpakra és a kerekre azonnal ráfagyva már akadályt is jelenthet, akár mozgásképtelenséghez is vezethet.

A páncélozott harcjárművek csupán élettartamuk töredékét üzemelik vízben, ezért vízi sebességük kérdése másodlagos, értéke legalább 8 km/h. Ezt kialakítástól függően hidrodinamikus burkolattal ellátott mozgó lánctalppal, vagy a vízsugaras hajtómű zárt csatornáiban elhelyezett hajócsavarokkal érik el. Fontos a vízi stabilitás hullámzaskor vagy tüzeléskor keletkezett billenések esetén. Az úszóképes páncélozott harcjárművek egyes szerkezeti elemeit (pl. fékszerkezet) vízmentessé, nyílásait vízzáróvá kell tenni. A nagy tömegű harcjármű, (pl. harckocsi) fő méretekből adódó vízkiszorítása nem elégséges az úszáshoz. Így a vízi akadályok leküzdésére víz alatti átkelő berendezés vagy az úszást segítő kiegészítők használatosak. A víz alatti átkeléshez felkészített harckocsi nyílásai vízzáróak. A harckocsikat kiegészítő berendezésekkel kell ellátni a motor és a személyzet levegőellátására. [18/61]

A páncélozott harcjármű harcászati mozgékonyasága a terep jellemzői felől vizsgálva a talajtámasztó képességet (terhelhetőséget) és a járműre jellemző fajlagos talajnyomást együttesen figyelembe vevő VCI² értékkel és a NoGoTerrain³ mutatóval is jellemezhető. Természetesen nagy befolyással van rá az éghajlat, valamint a növényzet változása. Összességében: minél magasabb a VCI vagy az adott eszköz fajlagos talajnyomása, annál kevésbé mozgékony a páncélozott harcjármű az adott terepen.

A páncélozott harcjármű mozgékonyaságát nagymértékben befolyásolják a különböző talajokon történő vontatási, manőverezési körülmények (mint például a száraz, nedves, homokos vagy akár havas talaj, különféle terepakadályokon, árkokon, növényzettel borított, lejtős terepen). A kisebb VCI érték nemcsak a jobb – laza, akár növényzettel fedett talajon megvalósítható – mozgékonyaságot jelenti, hanem a jobb emelkedőmászó és terepakadály-leküzdő képességet is. [40]

A 8. ábrán jól érzékelhető a lánctalpas futómű fölénye a kerekesekhez képest. Az 50–120 kPa fajlagos talajnyomással rendelkező lánctalpasok esetén – szemben a terepgumikkal elérhető

² Vehicle Cone Index = Jármű Kúpos Index: A talaj ellenállását jellemző érték, a kúpos penetrométer mérőkúp alakterületére vetített terhelés kPa-ban mérve.

³ Adott típusú szárazföldi járműre vonatkoztatott járható, illetve járhatatlan szárazföldi terep (terepi mozgékonyaság) százalékban mért megoszlása.

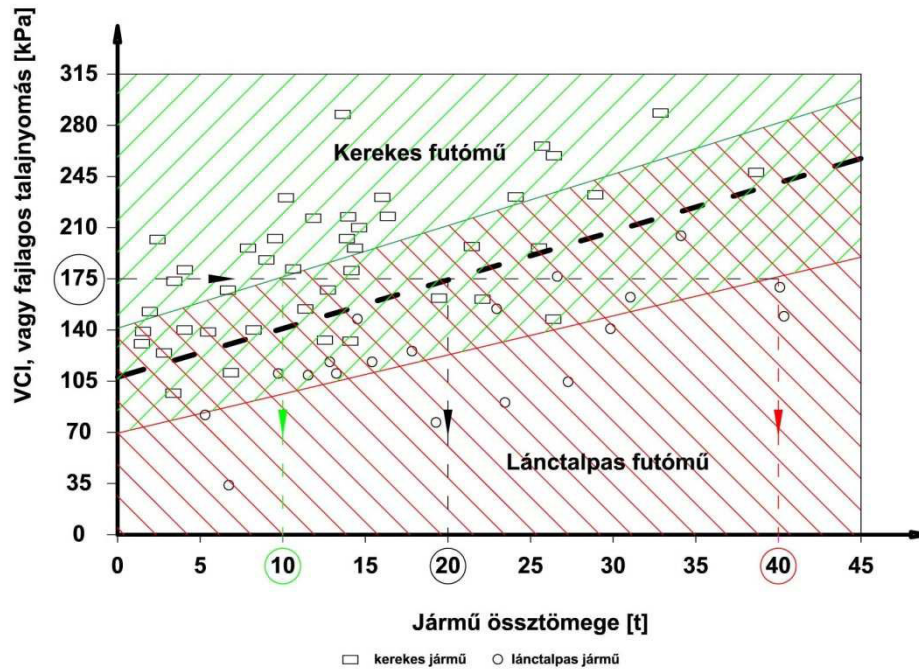
105-300 kPa talajnyomású kerekes páncélozott harcjárművekkel – a járható terep aránya nagyobb, azaz terepjáró képességük, így harcászati mozgékonyaságuk is magasabb.



8. ábra. VCI a NoGoTerrain függvényében [40] (kiegészítette: Kovácsházy Miklós)

A vizsgálatok és a harctéri tapasztalatok alapján a ~18%-os NoGoTerrain (szárazföldi terepek ~12%-a nem járható gépjárművel, azaz ~82% terepi mozgékonyaság) érték a harc közbeni manőverek szempontjából megfelelőnek tekinthető. Ez maximum 175 kPa talajteherbírással párosul nedves időjárási körülmények között. [30/3-22] A mozgékonyaság szempontjából a lánctalpas harcjármű jobb megoldást kínál többcélú – küldetése során, különféle terepeken, bonyolult felszínen tevékenykedő – felépítmény szállítására, mert a lánctalp a keréknél nagyobb felfekvő felülettel rendelkezik, így kisebb VCI-t eredményez. Ha a katonai műveletek épített utakra korlátozódnak, a kerekes harcjárművek kiemelkedő mobilitást és utazósebességet mutatnak, de amikor terepre, nedves, havas talajra kerülnek, mozgékonyaságuk jelentősen lecsökken. [40] További – e dolgozat tartalmi és terjedelmi keretein túlmutató – kutatási területet kínál, a harcászati mozgékonyaság olyan függvénnyel történő értékelése, amelynek változó értékeit a terep jellemzői (terepprofil, VCI, NoGoTerrain), függő értékeit a jármű adottságai (OMN, átlagsebesség, átlagfogyasztás) nyújtják.

A 9. ábra 68 darab kerekes és lánctalpas páncélozott harcjármű eloszlását mutatja az össztömeg és a fajlagos talajnyomás függvényében. A kerekes és lánctalpas járművek között enyhén emelkedő határvonal (vastag szaggatott) húzható. Az egyes járművek eloszlásának átlagát egy-egy, szintén emelkedő vonal mutatja (vékony).



9. ábra. A mozgékony és a harcjármű tömegének kapcsolata [30/3–23]
(kiegészítette: Kovácsházy Miklós)

Megfigyelhető, hogy a lánctalpas harcjárművek talaj teherbírási igénye (vagy fajlagos talajnyomása) jellemzően a ~18%-os NoGoTerrain értékhez tartozó 175 kPa VCI alatti. Ez a VCI érték a fenti diagramban a kerekes harcjárművekre vonatkozó átlagos eloszlásegyenest ~10 t össztömeg közelében metszi. A 10 t fölötti kerekes járműveknek összetettebb/bonyolultabb kialakítással és minimum 6×6 kerékképlettel kell rendelkezniük, hogy fajlagos talajnyomásukat 175 kPa alatti értéken lehessen tartani. A 175 kPa VCI a kerekes és lánctalpas harcjárművek közötti határvonalat a ~20 t össztömegnél metszi. A lánctalpas eszközökre vonatkozó átlagos eloszlás egyenest a VCI=175 kPa, a 40 t össztömeg közelében metszi. Így a tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy a nagy mozgékony kerekes harcjárművek össztömegének felső határa 20 tonna környékén húzható meg. A lánctalpas harcjárművek esetén ez az érték 40 t. A kizárólag kerekes harcjárművek össztömegének felső határa 10 t-nál vonható meg. A 20 – 40 tonna közötti terület jellemzően lánctalpas eszközökre vonatkozik. A 10 – 20 tonna közötti területen nagy számban található

kerekes és lánctalpas harcjármű, így abban a tömegkategóriában az eszközválasztás egyéni döntést igényel, amelyre nagy befolyással van annak rendeltetése. [30/3–23]

Az előzőkhöz jól illeszkedően, az amerikai terminológia szerint három „terepszázalékkal” (t_{sz} – az eszköz üzemideje során terepi – közúti mozgásának százalékos megoszlása, röviden terepi mozgás) kifejezhető, rendeltetéstől függő jellemző harcászati mozgékonyági igénybevétel – terepjárási szint különböztethető meg: a fokozott terepjárási szintje (*Tactical high mobility*, $t_{sz}=60\%$), a közepes terepjárási szintje (*Tactical standard mobility*, $t_{sz}=30\%$) és az alacsony terepjárási szintje (*Tactical support mobility*, $t_{sz}=15\%$). A 3. táblázatban összefoglalt kategóriák közti különbséget az eltérő terepjárási szintek képezik. A súlyponti műveletek, mint például a támadás, az ellenség feltartása, üldözése, jellegéhez illeszkedően 60% terepi mozgással járó ($t_{sz}=60\%$, 60% terepi – 40% közúti mozgás) fokozott terepjárási szintet követelnek meg az eszköztől. Ezt a mozgékonyági követelményt 20 t össztömeg felett a kiemelkedő terepjárási képességük miatt kizárólag a lánctalpas eszközök tudják teljesíteni. 10 és 20 t között a lánctalpas harcjárművek mozgékonyabbak, akadályleküzdő képességük nagyobb. 10 t alatt a kerekes és lánctalpas járművek mozgékonyági tulajdonságai megegyeznek. A közepes terepjárási szinthez a 30% terepi mozgást igénylő területvédő, érdekfenntartó, felderítő, illetve súlyponti műveleteket követő szerepkört betöltő harcjárművek tartoznak. Azok között megtalálhatók kerekes és lánctalpas eszközök egyaránt, mégis 20 t össztömeg alatt e feladatkörre a kerekes harcjárművek alkalmasabbak.

A terepjárási jellemző szintjei [30/1–27, 1-59]

3. táblázat

Terepjárási szint	Rendeltetés		
	Harcoló	Harc támogató	Harc kiszolgáló
Alacsony terepjárási szint ($t_{sz}=15\%$) [Tactical support]	Kerekes		
Közepes terepjárási szint ($t_{sz}=30\%$) [Tactical standard]			
Fokozott terepjárási szint ($t_{sz}=60\%$) [Tactical high]	$m < 10$ t	Kerekes és lánctalpas	
	$10 < m < 20$ t		
	$m > 20$ t		

(kiegészítette: Kovácsházy Miklós)

Az alacsony terepjárási szinthez a 15% terepi mozgást igénylő műveleteket, mint például (segély)szállítványok kíséretét, utánpótlás biztosítását, végrehajtó harcjárművek tartoznak. Ezekre a feladatokra a kerekes harcjárművek alkalmazása előnyösebb. A US Army tapasztalatainak értékeit magába foglaló 3. táblázatból is jól látszik a kerekes, illetve a

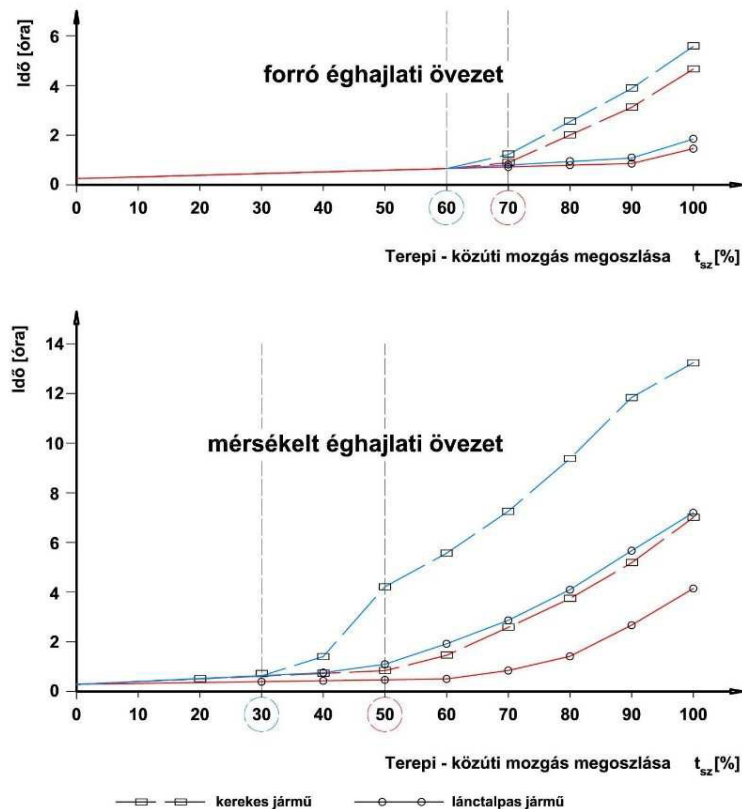
lánctalpas páncélozott harcjárművek alkalmazási, illetve tömegkategória szerint elkülöníthetősége, amely további adalékot nyújt a kétfajta futómű közötti határ kijelöléséhez.

III.1.2. Hadműveleti mozgékonyság

Már a '30-as években próbáltak megoldást találni a harcjárművek nagy hadműveleti mozgékonyságára, amely legjobban az egy feltöltéssel megtehető a hatótávolsággal jellemezhető. Elterjedtté vált az a törekvés, hogy a nagy távolságú meneteket a harcjárművek kerekeken tegyék meg. Az útról letérve kiegészítő lánctalp felszerelésével igyekeztek növelni az eszköz mozgékonyságát. (BT-5, V-3) Ez a megoldás nagy eszköz- és időigénye miatt már feledésbe merült. Napjaink fegyveres konfliktusainak tapasztalata szerint a nagy távolságú és sebességű, kötelékmenetek a műveletek 70-90%-át teszik ki. Ezek során a terepi tevékenység kevesebb, mint az általános mozgás fele, hiszen világszerte növekedik az épített közutak mennyisége. Ez a kerekes harcjárművek előtérbe helyezését eredményezi a hadműveleti mozgékonyság terén, mivel azok zajártalma, és gépezeti rázkódása hosszú távon kevésbé viseli meg a kezelőket, gazdaságosabb fogyasztásuk és nagyobb hatótávuk mellett. Előnye az üzemanyagöltés céljából történő kevesebb megállás és a lánctalpasokéhoz mért nagyobb menetsebesség.

A US Army hadműveleti mozgékonytságot célzó vizsgálatai [30] kimutatták, hogy 10 km-es távolság megtételének ideje a terepi mozgás függvényében hogyan változik (10. ábra).

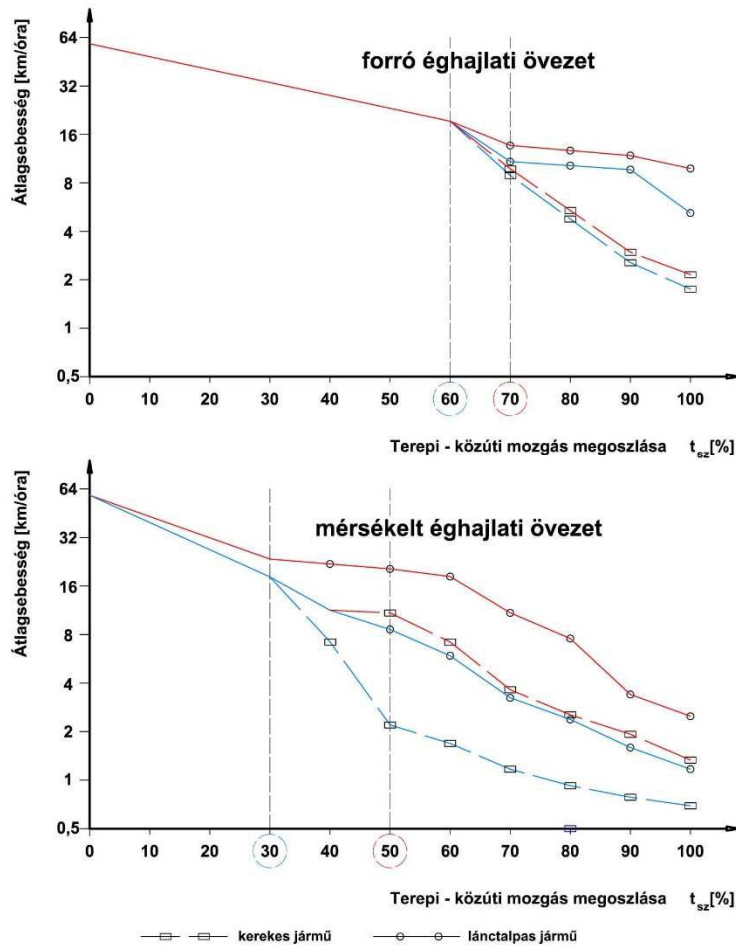
10 km hosszú menet teljesítésének ideje **száraz**, valamint **nedves** időjárás esetén



10. ábra. Lánctalpas és kerekes páncélozott harcjárművek menetidejének alakulása a terepszázalék függvényében [30/3–45_3–52] (kiegészítette: Kovácsházy Miklós)

Több éghajlati övön és változó időjárási viszonyok között különböző talajokon, azonos útvonalakon azonos távolságú menetek idejét mérték meg különféle kerekes, illetve lánctalpas eszközökkel. A vizsgálat magában foglalta a terepi, illetve a közúti sebesség és az árokáthidaló képesség hatásait is a 10 km-es menet során. A diagramokból megállapítható, hogy a különböző típusú futóművel rendelkező harcjárművek menetideje jelentősen eltér egymástól a terepi mozgás mértékének növekedésével, azaz a kiépített úthálózat ritkulásával. Itt is megmutatkozik a lánctalpas futómű jobb terepjáró tulajdonságának köszönhető előnye a kerekes kialakításhoz képest. Mérsékelt égövi területen száraz idő esetén 50%-os, csapadékos időben 30%-os (!) terepi mozgástól jelentős menetidő-eltérés tapasztalható. Hasonlóan alakul a menetidő eltérése száraz égövi területen, igaz, ott ezek az értékek magasabbak: 60, illetve 70%. A vizsgálat eredménye az átlagsebesség – terepi mozgás függvénykapcsolatával szemléletesebbé válik.

10 km hosszú menet átlagsebessége **száraz**, valamint **nedves** időjárás esetén



11. ábra. Lánctalpas és kerekes páncélozott harcjárművek átlagsebességének alakulása a terepszázalék függvényében (készítette: Kovácsházy Miklós)

A 11. ábra a fent említett vizsgálatban résztvevő harcjárművek átlagsebességének alakulása látható a terepi mozgás függvényében az eltérő éghajlati és időjárási viszonyok között. Az átlagsebesség csökkenése jobban érzékelteti a kétfajta futómű kialakítás alkalmazási határát és az azok közötti választás fontosságát az eszköznek szánt rendeltetésnek ismeretében. Hiszen a bemutatott menetidő-, illetve átlagsebesség eltérésekből származó különbségek harci műveletek során jelentősek lehetnek.

A diagramokon jól érzékelhető a kétfajta futómű hadműveleti mozgékonyaságot befolyásoló hatása. E méréseken alapuló görbékből egyértelműen kiolvasható a lánctalp terepen tapasztalható fölénye a kerékkel szemben. A fentiekből megállapítható a kerekes, illetve lánctalpas harcjárműveknek szánt feladatokhoz tartozó célszerű terepi –közúti mozgásának megoszlása, azaz a kétfajta futóművel szerelt harcjárművek rendeltetése, ami elősegíti az alkalmazásuk határainak meghatározását.

III.1.3. Hadászati mozgékonyság

A csapatok mozgékonyságának növelése jellemzően vasúton, ritkábban közúton, illetve vízen történik. Felépítésükből adódóan a kisebb méretű és könnyebb harcjárműveknek nagyobb hadászati mozgékonyságuk. Hiszen nagy távolságokra történő szállításuk kisebb rakteret és kevesebb üzem-, valamint kenőanyag-fogyasztást igényel. [68] Ennek fontossága leginkább a repülőgépekkel történő szállítás területén mutatkozik. Háborús helyzetben nagy jelentősége lehet annak, hogy a szállító repülőgép például két harcjármű helyett egy fordulóban hármat vihet el. [18/61]

A légideszantok fejlesztésének egyre fontosabb eleme a harcjárművekkel történő ellátásuk, azaz a légi gépesítés a kerekes és lánctalpas kategóriában egyaránt. Így az ejtőernyős alakulatok sikeres harci tevékenységeket hajthatnak végre, akár nagyobb mélységben is. A páncélozott harcjárművek deszantolási lehetőségét nagymértékben befolyásolja a rendelkezésre álló légi szállítókapacitás. A repülőeszközökkel szállítható hasznos teher nagysága a szállítóeszköz terhelhetőségétől és a célba juttatás módjától függ [25/149]:

- | | |
|--|-----------|
| • belsőteres helikopteres szállítással | 10–14 t; |
| • helikopterrel függesztve | 12–16 t; |
| • szállító repülőgép ejtőernyősdeszant-módszerével | 16–32 t; |
| • szállító repülőgéppel leszállósávra | 19–78 t; |
| • repülőtérről légi szállítható | 78–100 t. |

Ebből következőn értékes információkkal szolgálhat a szállító eszközök hasznos teherbírására vonatkoztatott szállítótérfogatuk, mint a szállító képesség, valamint a harcjárművek tömegére vonatkoztatott térfoglalásuk, mint a szállíthatóság mutatószáma. A megfelelő hadászati mozgékonyság követelményeinek, azaz a légi szállíthatóságnak jellemzően a 30 t alatti össztömegű harcjárművek felelnek meg.

III.1.4. A mozgékonyság hatása a harci lehetőségekre

A mozgékonyt a többi harcászati tulajdonságtól elkülönítve vizsgálom, mégis szükségesnek érzem annak néhány, a harcjármű harci lehetőségeire, a harc megvívásának sikerességére kiható szempont említését is.

A harcjárművek „tömör” felépítése alatt a páncéltesten belül a hajtásláncelemek egymással célszerűen szoros elhelyezése értendő. Kialakításukból adódóan a lánctalpas páncélozott harcjárművek tömörebbek, mint a kerekesek. Azonos tömeget feltételezve, a kerekesek harcjárműveknél a kerek egyedi hajtását megvalósító szerkezeti elemek által kitöltött térfogat többszöröse a lánctalpasokénak. Általánosan a kerekesek páncélozott harcjárműveknél a tömegkorlátozás miatt nem áll rendelkezésre vastag páncélzat. Ezért már kisebb kaliberű fegyverek, gránátok, repeszek és aknák által is könnyebben sebezhetőek. A legtöbb aktív és reaktív védelmet nyújtó eszköz, eszközrendszer kerekesek vagy lánctalpas járműre is felszerelhető. Mégis a nehezebb védelmi rendszereket 25 tonnát meghaladó össztömegű járművekre tanácsos felszerelni, ugyanis 25 t tömeg felett 1 tonna növekmény már nem játszik különösebb szerepet. [68] Hasonló okból a lánctalpas alvázak kevésbé érzékenyek a nehézfegyverzet hordozására. Mi több, találat esetén a fűvott gumis jármű és a felfüggesztés sérülékenyebb. Bár az öntömítő, vagy laposan is gurulni képes kerekeseknek köszönhetően a kerekesek harcjárművek mozgásképesek maradhatnak. A több kerékkel rendelkező harcjárművek (6 × 6 és 8 × 8) egy, vagy két kerék elvesztésére kevésbé érzékenyek. Ugyanakkor, a lánctalpas páncélozott harcjármű azonnal mozgásképtelenné válhat láncszakadást követően.

A páncélozott harcjárművek jellegzetes nyomot hagynak a talajon. Hiába kisebb a lánctalpas eszközök fajlagos talajnyomása, szerkezeti kialakításuk miatt az irányváltások jelentősen roncsolják a felső talajréteget, növényzetet. Igaz, helyben is képesek megfordulni, növelve a túlélést beépített területen, akár összeszűkülő utakon.

A lánctalp-fejlesztéseknek köszönhetően, mint például a gumibetétes görgős lánccsap, a lánctalpas harcjárművek zaja csökkent, de közel sem a kerekesek harcjárművek szintjére, amelyek így ellenség „zaklatására” alkalmasabbak. [40]

A kerekesek harcjárművek üzemen tartása gazdaságosabb, mint a lánctalpasoké. A fenntartási és javítási költségeik alacsonyabbak, mivel azok jelentős számú polgári célú járműalkatrészt is tartalmaznak, így kevesebb a különleges pótalkatrész igényük. Üzemanyag-felhasználásuk hagyományosan gazdaságosabb a kisebb súrlódási veszteségű járműnek és a lágyabb felfüggesztésnek köszönhetően, ezzel nagyobb hatótávolságot kínálnak. Szem előtt

tartandó, hogy a kerekes harcjárműveket nagyobb részben utakon alkalmazzák, míg a láncetalpasokat terepen. Ezért a kerekes páncélozott harcjárművek kiválóan alkalmasak támogató szerepkörben, ahol a megtett távolság nagy, és elsődlegesen épített úton történik. [40] A kerekes eszközökre történő kiképzés sokkal egyszerűbb és gyorsabb a hétköznapi járművezetési, műszaki ismereteknek és gyakorlatnak köszönhetően, valamint a 100 km-enkénti javítási költsége csupán töredéke a láncetalpasokénak. [18/125]

Az előzőek alapján, a mozgékonyosság páncélozott harcjárművekre vetített fő tényezőit a 4. táblázatban foglaltam össze, kapcsolatot teremtve a mozgékonyosság hadtudományi, illetve műszaki értelmezése között. A haditevékenységek mozgékonyossági szintjeihez, az azokra leginkább hatással lévő fő műszaki jellemzőket rendeltem, rámutatva a mozgékonyosság növelését célzó domináns beavatkozási lehetőségeire.

A mozgékonyosságot meghatározó fő tényezők

4. táblázat

Páncélozott harcjárművek mozgékonyága			
Mozgékonyosság szintjei	Fő jellemzők		A domináns lehetőségek
Harcászati mozgékonyosság	talaj teherbírás	fajlagos talajnyomás	jármű (futófelület) kialakítás fejlesztése
		vonóerő átadás	
	átlagsebesség	mikroakadályleküzdés, lengések	hordmú finomítása
		makroakadályleküzdés, OMN	megfelelő futómű - páncéltest kialakítás
	víziakadály leküzdés	vízi stabilitás és úszási sebesség növelése	
	hordozott tüzérsz célba juttatása	szállított katonák és/vagy a harcjármű által hordozott fegyverzet célban kifejtett hatásának növelése	
Hadműveleti mozgékonyosság	hatótávolság	üzemanyag	"Single Fuel Concept" bevezetése
		üzemanyag fogyasztás	gépezeti- és egyéb veszteségek csökkentése
	üzemanyag ellátás	üzemanyag légi szállítása	motorhatásfok növelése
Hadászati mozgékonyosság	nagy távolságra történő szállíthatóság, közúton, vasúton, vizen és levegőben		üzemanyag légi szállítása
			a haderő légiszállító képességéhez illeszkedő, gazdaságosan légiszállítható járművek arányának növelése

(készítette: Kovácsházy Miklós)

A harcászati mozgékonyosságot a terepjáró képesség befolyásolja, amelynek fokozása a terepi átlagsebesség növelésével, azaz a jármű a terephez célszerűen alkalmazkodó szerkezeti kialakításával lehetséges.

A hadműveleti mozgékonyosságot meghatározó hatótávolságra leginkább a jármű üzemanyag-fogyasztása és az üzemanyag-ellátása van befolyással. Fokozása a vontatási veszteségek csökkentésével, egységes üzemanyag bevezetésével, illetve a hatékony üzemanyag-ellátással történhet.

A hadászati mozgékonyág tekintetében napjainkra egyre inkább a légi szállíthatóság kerül előtérbe. Fokozásának lehetősége az egy repülőgéppel gazdaságosan elszállítható – az adott rendeltetésnek megfelelő – harcjárművek mennyiségében rejlik.

Összességében a haditevékenységek mozgékonyágát vizsgálva, jelentős fokozásának lehetősége a légi szállíthatóság feltételeinek megteremtésében, illetve annak növelésében rejlik.

Mivel napjaink légi szállító kapacitása szűk keretek között mozog, körültekintéssel tanácsos eljárni a légi mozgékony harcjárművek megválasztásakor. Többek között ezért is fontos a kerekes-lánctalpas futómű alkalmazási határainak vizsgálata, amellyel a következő fejezetben foglalkozom.

A mozgékonyágot meghatározó fő tényezőket bemutató táblázatból jól kitűnik a mozgékonyág minősítésének formálódó szempontrendszere, amely műszaki háttérét a III.2., illetve a III.3. fejezetekben tárgyalom bővebben.

III.1.5. A kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművek alkalmazási határai

A páncélozott harcjárművek alkalmazása rendeltetésüknek megfelelően széleskörű. Így mindkét futómű kialakítás katonai célú felhasználása indokolt. Ezért a mozgékonyág katonai vonatkozásainak vizsgálata közben folyamatosan felmerül a kerekes, illetve lánctalpas futómű tulajdonságainak összehasonlítása.

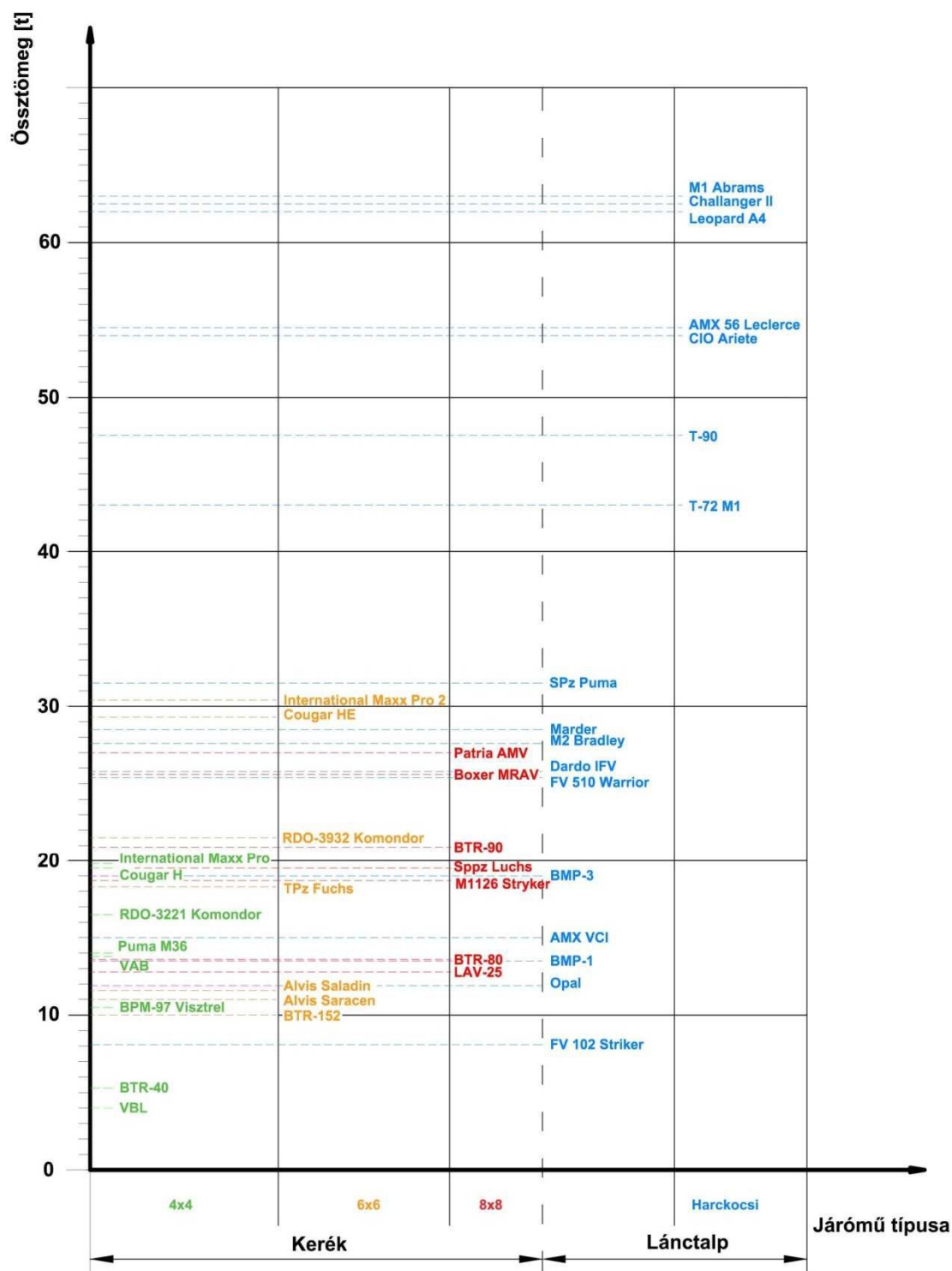
A mozgékonyág összetevői, és azok többi harci tulajdonságra kiható járuléka mentén mutatja az 5. táblázat az azonos tömegkategóriájú (10–30 t) páncélozott harcjárművek kerekes, illetve lánctalpas futóműmegoldásainak egymással szembeni erényeit. Érzékelhetően a lánctalpas eszközök harcászati mozgékonyága kedvezőbb a kerekesekhez képest. Ugyanakkor a hadműveleti, illetve hadászati mozgékonyág inkább az utóbbinak erőssége. A táblázat előrevetíti a kétféle futómű által célszerűen ellátható feladatokat.

10 és 30 t össztömeg közötti páncélozott harcjárművek összehasonlítása [40] 5. táblázat

	Előnyök	Lánctalpas jármű	Kerekes jármű
Harcászati mozgékonyosság	Fajlagos talajnyomás	x	
	Vonóerő-átadás	x	
	Elakadási, beásódási hajlam	x	
	Változatos terepen történő mozgás (makro- és mikroakadály-leküzdő képesség)	x	
	Kormányozhatóság, fordulási sugár	x	
	Terepi mozgékonyosság (különböző talajtípusokon)	x	
	Közúti mozgékonyosság		x
	Vízi mozgékonyosság	x	
	Átlagsebesség		x
	Hadműveleti mozgékonyosság	Üzemanyag-fogyasztás	
Nagy távolságú menetek			x
Magas utazósebesség			x
Menet közbeni kényelem			x
Hadászati mozgékonyosság	Szállíthatóság		x
Védettség	Túlélés	x	
	Védelem	x	
	Zaj		x
	Nyom		x
Tűzerő	Fő fegyverzet űrmérete	x	
Járműszerkezet	Jármű felépítéséből adódó hasznos/összes térfogat aránya	x	
	Többlettömeggel történő terhelhetőség (páncélzat, fegyver)	x	
	Futómű sérülésére vonatkozó érzékenység (mozgásképtelenség)		x
Üzemeltetés, fenntartás	Előállítási, karbantartási és üzemeltetési költségek		x
	Élettartam		x

(kiegészítette: Kovácsházy Miklós)

A 12. ábra jól szemlélteti a napjainkban rendszerben tartott különféle kerekes- és lánctalpas futóművel szerelt páncélozott harcjárművek tömeg szerinti eloszlását. A lánctalpas harcjárművek kategóriában össztömegük alapján kirajzolódik egy könnyű (7–20 tonna tömeghatár közötti), egy közepes (25–32 tonna tömeghatár közötti), valamint az előbbiektől jól elkülönülve, egy nehéz (42 tonna tömeghatár fölötti) csoport. A könnyű és közepes csoportot a páncélozott lövészharcjárművek, páncélozott szállító harcjárművek képezik, míg a nehéz csoportot kizárólag harcokocsi, jellemzően alap harcokocsi alkotják.



12. ábra. A különböző futóművel szerelt páncélozott harcjárművek eloszlása össztömegük függvényében (készítette: Kovácsházy Miklós)

A kerekes páncélozott harcjárművek kategória három csoportra bontható: négy- (3–21 tonna tömeghatár közötti), hat- (9–31 tonna tömeghatár közötti), illetve nyolckerekű (12–28 tonna tömeghatár közötti) harcjárművekre. Ebben a kategóriában, csupán a harcjárművek tömegét vizsgálva átfedések vannak. Például a nagy tömegű négy-, illetve hatkerekű páncélozott

szállító harcjárművek, mint a Cougar vagy az International MaxxPro, kitolják a kategóriájuk tömeghatárát. Ezeket figyelembe véve, a kerekes futóművel rendelkező harcjárművek tömegük szerint csoportosíthatóak:

- könnyű, 4×4 , és 6×6 kerékképletű (3–10 tonna);
- közepes, melyben megtalálhatóak a 4×4 , 6×6 és a 8×8 kerékképletű harcjárművek (10–20 tonna); valamint
- nehéz, 8×8 kerékképletű (20–30 tonna) osztályokba.

Azonban a tömeg szerinti átfogó besorolásban, ami a lánctalpas harcjárműveket is tartalmazza, a nehéz kerekes eszközök még csak a közepes tömegkategóriába tartoznak. Így a páncélozott harcjárművek három tömegkategóriájának határai a következőképpen alakulnak:

- könnyű harcjárművek: 10 tonna össztömeg alatti lánctalpas és kerekes (4×4 , 6×6 , 8×8) eszközök;
- közepes harcjárművek: 10–30 tonna össztömeg közötti lánctalpas és kerekes (6×6 , 8×8) eszközök;
- nehéz harcjárművek: 30 tonna össztömeg fölötti lánctalpas harcjárművek.

Ezért 30 tonna össztömeg alatt a páncélozott harcjárműveket nem lehet csupán a tömegük alapján kerekes, illetve lánctalpas futóműre osztani. A megfelelő futóművel ellátott harcjármű kiválasztásakor megkerülhetetlen az eszköz céljának, rendeltetésének tisztázása, mint például a terepi mozgás mértéke, a bevetési terep jellege, illetve ezeket figyelembe véve, a megkívánt átlagsebesség.

A kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművek alkalmazását jelentős mértékben befolyásolja a rendeltetés fajtája és a bevetési terep minősége. A páncélozott harcjárművek alkalmazási tapasztalatai bizonyították, hogy a 20 tonnát meghaladó össztömeg mellett a lánctalpas kialakítás kiválóan alkalmas a nagy harcászati mozgékonyaságú, fokozott terepjárási szintet igénylő szerepkörre. Nagyobb túlélőképességet biztosít az olyan vállalkozásokban, ahol a terepjárás meghaladja a menetek 60%-át, és időjárás-független, korlátlan terepi mozdulatok szükségesek. [40]

A kerekes és lánctalpas kialakítású páncélozott harcjármű fajtákhoz rendelt katonai alkalmazási területeket ismertető szakirodalom [68] alapján készítettem el a 6. táblázatot. A „könnyű”, „közepes” és „nehéz” harcjárműveket megkülönböztető táblázat összhangban van a 12. ábrán szereplő felosztással. Az egyes eszközfajták alkalmazási területeinél elkülönülnek a fő, illetve a támogató tevékenységek. A fő tevékenység alatt az adott harcjármű

kialakításának és harci lehetőségeinek megfelelő feladatok értendők melyek végrehajtására tervezetten alkalmas.

A kerekes, illetve lánctalpas futóművel épített páncélozott harcjárműcsaládok jellemző katonai alkalmazási területei [68]

6. táblázat

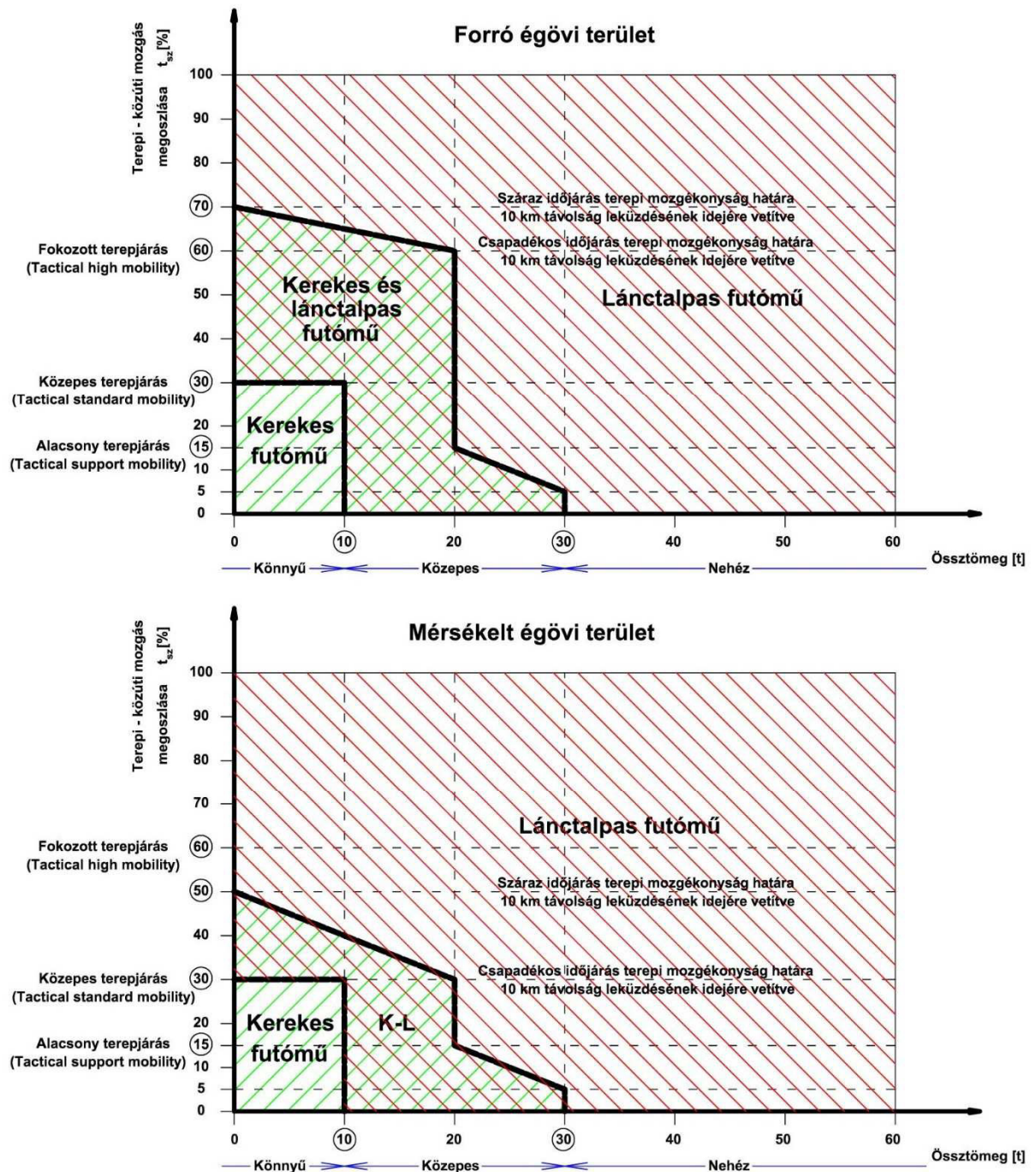
Alkalmazási területek	Páncélozott harcjárművek					
	Könnyű (10 t alatt)		Közepes (10–30 t)		Nehéz (30 t felett)	
	kerekes (4x4 5 t felett, 6x6 10 t felett)	lánctalpas	kerekes (8x8)	lánctalpas	kerekes	lánctalpas
támadó, ellentámadó súlyponti műveletek			T	T		F
katlanba zárt erők felmentése			T	T		F
támogatásnyújtás, humanitárius segélyszállítmányok kísérete háborús vagy erősen fenyegetett területen	F		F			F
békefenntartó műveletek esetén az ellenálló gócok felszámolása				F		F
humanitárius segélyszállítmányok kísérete	F					
védett területek humanitárius védelme	F	F				
védett területek megerősítése		T	T	F		T
baráti erők mozgásának védelme, ellenség feltartása, üldözése		F	T	F		F
felderítés	F		F			
célpont-meghatározás és -megjelölés közvetett tüzelésre	F	F				
másodlagos célok védelme, védekezés irányítása	F	F	F			
területvédelem, érdekenntartás	F	F	F	F		
városi harc		T	T	T		
közvetett tűz támogatása, műveletek követése támadásban és az ellenséges betörés megállítása		T	F	F		

Jelmagyarázat: F – fő tevékenység, T – támogató tevékenység

(készítette: Kovácsházy Miklós)

A támogató tevékenység során az adott eszköz csupán segíteni tudja a fő tevékenységet végző eszközöket a harci feladatai teljesítésében. A táblázatból kiolvasható, hogy a 30 tonna feletti össztömegű „nehéz” katonai harcjárműcsalád tagjai között kerekes járművek nem találhatóak, azt kizárólag lánctalpas alvással rendelkező – jellemzően – nehéz harckocsik alkotják. Feladatuk túlnyomóan változatos terepen történő manőverezéssel a súlyponti támadó műveletek végrehajtása, áttörés, valamint az ellenállási gócok felszámolása. A 10 és 30 tonna össztömeg közötti közepes harcjárműcsaládot alkotó eszközök között jelentős számban megtalálhatók a lánctalpas (25–32 t), illetve a 8 × 8 kerékképletű alvázon (12–28 t) változatos felépítménnyel rendelkező kerekes harcjárművek, mint például nehéz tüzérség, önjáró rakétahordozó, páncélozott lövészharcjármű vagy 6 × 6 kerékképletű (9–19 t) páncélozott szállító harcjárművek. Feladatuk a harckocsik műveleteinek támogatása, védett területek megerősítése, megtartása, személy-, illetve anyagszállítás. A 10 tonna össztömeg alatti könnyű páncélozott harcjármű-családot alkotó eszközök jelentős része 4 × 4 (3–12 t), illetve 6

× 6 (9–12 t) kerékképletű kerekes, illetve lánctalpas (~7 t) harcjármű. Feladataik közé tartozik a felderítés (géppuskával, vagy gépágyúval, aknavetővel, vagy páncéltörő rakétával felszerelve), a gyalogság-, valamint anyagszállítás, páncéelhárítás és légvédelem támogatása.



13. ábra. A páncélozott harcjárművek által használt futóműmegoldások határai az össztömeg és a terepjárás függvényében (készítette: Kovácsházy Miklós)

Az előzőek alapján készítettem el a kerekes és lánctalpas futómű alkalmazási határait szemléltető 13. ábrát a mérsékelt és forró égövi területekre vonatkoztatva. A diagramok által

kijelölt alkalmazási tartományok, az alábbiaknak megfelelően segítséget nyújtanak a kitűzött rendeltetésnek megfelelő futóművű páncélozott harcjármű kiválasztásánál.

A diagramok vízszintes tengelyén a harcjármű „össztömege”, a függőleges tengelyen a terepi – közúti mozgásának megoszlása található. A kerekes eszközök alkalmazási területét zöld, a lánctalpasokét piros vonalkázással ábrázoltam.

A vízszintes tengelyen a könnyű (0-10 t), a közepes (10-30 t) és a nehéz (30 t feletti) tömegkategóriák a hangsúlyosak. Ezek a tartományok 8., 9. ábráknak és a 3. táblázatnak megfelelően lettek meghatározva, magukba foglalván az eszményi 175 kPa talajteherbírást (VCI), így az egyes futómű típushoz és kialakításhoz (kerekek száma) illeszkedő kívánatos fajlagos talajnyomást.

Az alkalmazási területek határait illetően, a függőleges tengelyen három, rendeltetéstől függő jellemző harcászati mozgékonyági igénybevétel, mint terepjárási szint különböztethető meg a 3. és az 6. táblázatban foglaltak összegzett értelmezésével.

Az alacsony terepjárási szint ($t_{sz}=30\%$), esetén átlagosan a páncélozott harcjárművek a teljes élettartamuknak csupán 15%-át töltik terepen, amely során szállítmányok kíséretét, felderítést, célpont-meghatározást, valamint másodlagos célok védelmi feladatait látják el.

A közepes terepjárási szint ($t_{sz}=30\%$) esetén jellemzően az eszközök élettartamuk 30%-át töltik terepen. Ezek a feladatrendszerek a békefenntartás, a közvetett tűztámogatás, a támadó műveletek követése, valamint az ellenséges betörés megállítása lehetnek.

A 60%-os, fokozott terepjárási igénybevétel ($t_{sz}=60\%$) során a páncélozott harcjárművek támadó, ellentámadó súlyponti műveletek, saját, illetve baráti erők felmentése, valamint az ellenség feltartása, üldözése feladatokat végzik.

A kerekes futómű alkalmazási területét felülről az akadályleküzdés ideje korlátozza a 10. és 11. ábrák alapján. Ez jelentősen eltér a száraz és csapadékos időjárási körülmények, és az égövi viszonyok függvényében.

A kizárólag kerekes eszközök alkalmazási területe a 10 t tömegkategória alatti páncélozott harcjárművekre vonatkozik max. 30%-os terepi – közúti mozgás-megoszlás mellett. A kerekes eszközök tömegének felső határa a 9. ábra ajánlása alapján ~20 t. Azonban ez kitolódik ~30 t-ig rendeltetésüknek megfelelően olyan, az útról csak ritkán letérő ($t_{sz}=5\%$) páncélozott járművek miatt, mint az önjáró tűzéréség vagy nehéz szállítójárművek. A 30 t feletti terepjáró járművek célszerűen csakis lánctalpasak lehetnek. A kizárólag lánctalpas eszközök alkalmazási területe az éghajlati viszonyoktól függően 50, illetve 70% terepi mozgás feletti területekről kiindulva, csökkenő tendenciájú az össztömeg emelkedésével a száraz és a csapadékos időjárás korlátozó tényezőit (10., 11. ábrák) figyelembe véve.

A köztes területen (piros és zöld vonalkázás) a kerekes és lánctalpas eszközök egyaránt alkalmazhatók. Az azonos tömegkategóriában a megfelelő futómű kiválasztása megfontolandó, az eszköznek szánt rendeltetés ismeretében egyéni döntést igényel. Ezt segíti elő az 5. táblázat, amely azonos tömegkategóriájú kerekes, illetve lánctalpas eszközök előnyös tulajdonságait hasonlítja össze. Mérlegelendő, hogy a kétfajta futómű előnyei közül az adott feladat ellátásához melyik fontos. Ilyen esetekben a több előnyös tulajdonsággal rendelkező futóműű eszközválasztása a tanácsos.

III.2. Az önjáró harcjárművel szemben támasztott műszaki követelmények

A katonai feladatok végrehajtására a harcjármű hasznos terében a kezelők, a fegyverzet, a lőszer és az egyéb felszerelések helyezkednek el. A kijelölt célok leküzdésének feltétele a harcjármű önálló és célszerű helyváltoztatása az erre alkalmasan kialakított kiegészítőivel. A helyváltoztatás az idő múlásában zajló mozgás, a kiváltó energiája kíséretében. Azonban, a katonai igények megvalósítását a terepjármű rendszer fizikai-műszaki adottságai korlátozzák. Ezért, a továbbiakban a harcjármű mozgékonyságának műszaki szempontú megítélését fizikai szemléletű működési elve vizsgálatával folytatom.

III.2.1. Haladás

A mozgás egy Δt [s] időtartam során bejárt Δs [m] útszakaszon zajló helyváltoztatás $\Delta s/\Delta t = v_{\text{közepes}}$ sebességét mutató m [kg] tömeg arányosságával jellemezhető, összhangban a kiváltó E [J] energiájával. Jelentésével, a $0 \rightarrow v$ növekedés $\Delta v = v/2$ középsebességével $\frac{\Delta E}{(\frac{\Delta v}{v/2} \cdot m)} = v$, így a tömeg bizonyos sebességű mozgásának (lendületének) energiatartalma:

$$E_{\text{lendület}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (1)$$

A tömeget sebességgel ellátva, a jármű mozgását kiváltó lendület bejuttatásának időarányos energiajövedéke $\frac{\Delta E/\Delta t}{P \text{ (energiaáram)}} = v \cdot \frac{\Delta v \cdot m/\Delta t}{F \text{ (lendületáram)}}$, amellyel a járművet mozgó vonóerő teljesítménye:

$$\frac{P_{\text{vontatás}}}{[W]} = \frac{v_{\text{jármű}}}{[m/s]} \cdot \frac{F_{\text{vontatás}}}{[N]} \quad (2)$$

Az energiajövődék kifejezése az egy bizonyos út mentén kifejtett erővel $\underbrace{\Delta E}_{\text{(munka)}} = \underbrace{v \cdot \Delta t}_{\Delta s} \cdot F$, a

munka:

$$W = s \cdot F \text{ [J]} \quad (3)$$

Értelmezésével a teljesítmény az erő munkasebessége.

A forgómozgás perdülete a haladómozgás lendületének központosságával [m] kezelhető. A tengely mentén áramló forgatóerő az M [Nm] (forgató)nyomaték. Az elfordulás φ [rad] szögével mutatott $\Delta\varphi/\Delta t = \underbrace{\omega_{\text{közepes}}}_{\text{[rad/s]}}$ forgássebessége mértékében a forgatás teljesítménye:

$$\underbrace{P_{\text{forgatás}}}_{\text{[W]}} = \underbrace{\omega_{\text{tengely}}}_{\text{[rad/s]}} \cdot \underbrace{M_{\text{(forgatás)}}}_{\text{[m}\cdot\text{N]}} \quad (4)$$

A járműmozgás vizsgálata tehát a mindenkor elvárt lendületéhez szükséges üzemi körülményeinek teljesítmény ellátását és annak megvalósítását tartalmazza.

III.2.2. Lebegtetés

A Föld $g_{\text{grav}} \approx 9,81$ [N/kg] erősségű nehézkedési mezejében bármely tömeg teljes térfogatában állandó lendületgyarapodása $m \cdot g_{\text{grav}} = \frac{(\Delta v \cdot m)}{\Delta t} = F_{\text{grav}}$ zajlik, az F_{grav} [N] jelű súlyereje nevében (általánosan G). Az így, egyre nagyobb sebességű zuhanás képében mutatkozó lendületjövődék $\underbrace{\frac{\Delta v}{\Delta t}}_{a_{\text{grav}}} \cdot m = g_{\text{grav}} \cdot m = F_{\text{grav}}$ kifejezésű, benne az a_{grav} [m/s²] = g_{grav}

[N/kg] azonosságával. Ennek viszonzója a felfekvő felületen az $F_{\text{normális}}$ [N] támasztóerő, mely mintegy „lebegtetésben” tartja a pályára nehézkedő járművet, lendület nélküli nyugalalmát (egyensúlyát) biztosítva.

A járművek lebegtetésének biztosítása a talajra átvihető terhelés nagyságától függ, mely a járműnek a talajjal érintkező A [m²] felületével kifejezve, mint fajlagos talajnyomás használatos:

$$q = \frac{F_{\text{normális}}}{A} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{P[á]} \right] \quad (5)$$

III.2.3. Gördülés

A harcjármű hasznos terét magába foglaló járműtest lebegtetése a járómű – leggyakrabban kerék – közvetítésével történik. A kerék különlegessége, hogy a haladásával együtt – szemben a csúszó szántalppal – forog is, így gördülő átmenetet létesít. Ezzel, a rendre „helyben maradó” talppontján az $F_{\text{normális}}$ erő mellett a pályáérintkezése síkjában $F_{\text{érintő}}$ támaszerő is működik. A két összetevő viszonya az anyagpárosítás minőségét jelző tényező mértékével:

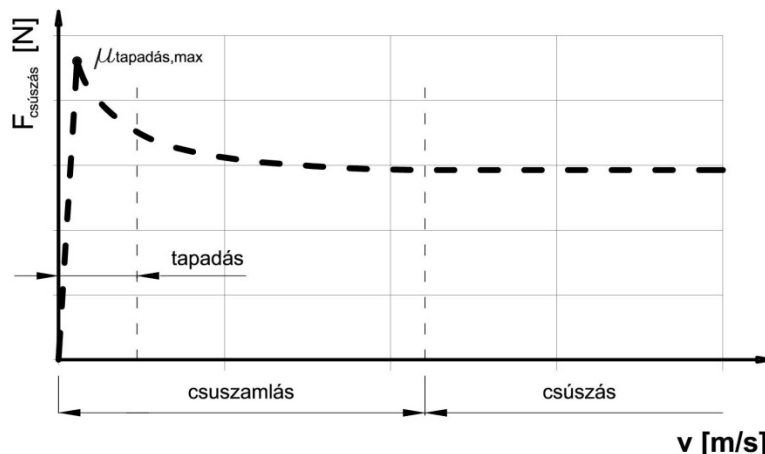
$$\frac{F_{\text{érintő}}}{F_{\text{normális}}} = \mu. \quad (6)$$

A gördüléskor a kerék forgása mindenkor talppontja körüli billenésével történik. Annak során kerületi sebessége így kényszerűen a tömegközepébe – azzal egybeeső tengelyére – helyeződik, közvetítve azt a járműtestre. Eredményeként, a gördülő kerékre érvényesen

$$\underbrace{V_{\text{kerületi}}}_{\omega \cdot r} = V_{\text{haladás}}.$$

III.2.4. Tapadás

Tapasztalattal, az egymáson elmozduló, ún. súrlódó testek csupán az $F_{\text{normális}}$ szorítóerővel arányos nyírás igénybevétele alig változik a csúszás sebességével. Így az annak irányával mindig ellentett $F_{\text{csúszás}} = F_{\text{érintő}} = \mu \cdot F_{\text{normális}}$ erő közel állandó (14. ábra)



14. ábra. A tapadás és a súrlódás (csúszás) értelmezése a sebesség függvényében
(készítette: Kovásházy Miklós)

Azonban, a legkisebb sebesség környezetében ugrásszerűen növekedő $F_{\text{érintő}}$ támaszerő hirtelen megállással jár, a μ viselkedésének változását jelezve. Itt a csúszás sebesség nélküli

($v_{\text{talppont}}=0$) tapadássá vált, az $\frac{F_{\text{tapadás (érintő)}}}{F_{\text{normális}}} \leq \mu_{\text{tapadás}}$ kifejezéssel leírható. Így, az ún. tiszta gördülés feltételezése csakis a tapadás tartományában lehetséges, megkülönböztetve a ($v \neq 0$) súrlódás állapotától $\frac{F_{\text{súrlódás (érintő)}}}{F_{\text{normális}}} = \mu$.

Azonban – tapasztalattal – az $F_{\text{érintő}}$ erő görbájén, a $v=0$ közvetlen környezetében a kapcsolat eszményi állapota nem érvényesül. Az alakváltozó határretegek sajátos közbenső mozgásával fennáll a $v_{\text{kerület}} \neq v_{\text{járműhaladás}}$ sebességkülönbség létesül, a határfelületen megcsuszamlást mutatva, szlip nevén $\frac{v_{\text{kerület}} - v_{\text{jármű}}}{v_{\text{kerület}}} = s$ [%].

Szintén tapasztalattal, a határfelület mentén a gördülés „forgásrésze” is alakváltozást kelt az irányában meghatározott aszimmetriával. Az $\omega_{\text{kerék}} \neq \omega_{\text{gördülés}}$ sebességkülönbség jelentésével mindig fennáll a talppont körüli alakváltozás okozta $M_{\text{gördülés}}$ nyomatékvesztés. Ennek erőalakú kifejezése a keréktengelyen az r [m] gördülősugár külpontosságával $F_{\text{görd}} = M_{\text{görd}}/r$. Így, a gördülés pályatámasztás függvényében leírható mértéke a gördülési tényező:

$$\frac{F_{\text{görd}}}{F_{\text{normális}}} = f_{\text{görd}} \quad (7)$$

III.2.5. Vonóerő

A gördülés jelenségével párosul a jármű lendületellátása is. Az M hajtónyomatékával a kerék nyomatékáramának teljesítménye $\frac{P_{\text{forgás}}}{\omega \cdot m} = \frac{P_{\text{vontatás}}}{v \cdot F_{\text{vontatás}}}$, a jármű vontatási teljesítményeként továbbítódik, benne az ún. vonóerő kifejezésével:

$$F_{\text{vontatás}} = \frac{\omega \cdot m}{v} = \frac{M_{\text{kerék}}}{r} \quad (8)$$

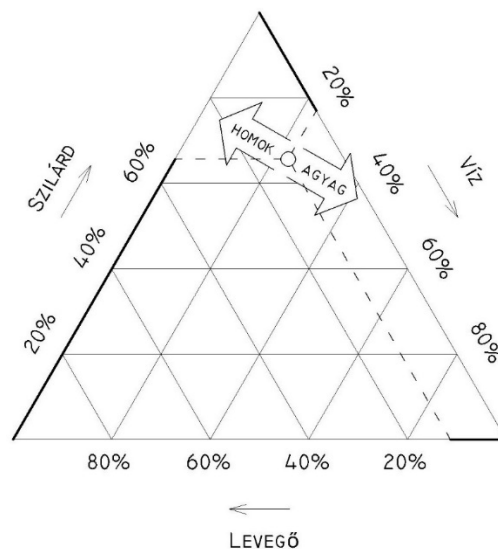
Összegezve: a gördülés jelenségével a kerékben maradó (forgás)energia a (haladás)energia képében létesíti a jármű önálló lendületellátását – a járműhajtás módján. Ezzel járműhajtásra is alkalmas a kerék.

A gördülés tulajdonságai értelemszerűen vonatkoznak a jármű fékezését jelentő szabályozott lendület-kivezetésre is. Itt is a tapadás eszményi tartományában ($v_{\text{talp}}=0$)

maradva, a gördülési ellenálláson túl nincs energiakiáramlás. Ezzel, a keréken létesített fékezési nyomaték teljesítményének „újrahasznosítása” megfontolandó.

III.2.6. Pályajellemzők

A keréktámasztás erőösszetevői mélység- és oldalirányban egyaránt igénybe veszik a talaj ellenálló képességét. A szilárd szemcsék közötti hézagokat kitöltő levegővel és vízzel együtt a három alkotó halmazállapotból (15. ábra) felépülő talaj a terhelés hatására tömörödik. Mértéke leginkább a szemcsék anyagától (geológiai eredet) és megoszlásától, de a hézagkitöltés arányaitól is függ.



15. ábra. A talajállapot háromszögábrája [43]

Terhelés hatására először a levegő távozik, majd a szemcsehézagok átteresztőképességének megfelelően a víz is kiáramlik. Ennek látványos jele a kerék besüllyedése. A terhelés növekedésekor a talaj képlékeny állapotába jut (pl. morzsálódik), amikor a süllyedés állandósul (talajrozkadás), és a talajban jelentős oldalirányú mozgás is kialakul (kitüremkedés). Érzékelhetően, ez az állapot a vonóerő átadását már bizonytalanná teheti. Az igénybevétel további növelése pedig a folyamatot felgyorsítja, és hamarosan megszűnik a talaj támasztóképessége. Ezzel bekövetkezik a talajtörés, amikor egy, az adott talajra jellemző lejtőszögű sík mentén a talaj megcsúszik.

A terhelés mélységi hatása az átadó felület alakjától és méretétől is függ. Ezért, a „közúti” járómű talajjal érintkező felülete kicsi ahhoz, hogy a laza, süppedős talaj a járművet megtartsa.

III.2.7. Emelkedő leküzdése

A nehézkedési mezőerősséggel szemben a jármű Δh [m] magasságkülönbségű emelése

$$\frac{\Delta E_{\text{grav}}}{W_{\text{emelés}}} = \frac{v_{\text{emelkedés}}}{\Delta h / \Delta t} \cdot \Delta p_{\text{grav}} = \Delta h \cdot \frac{\Delta p_{\text{grav}}}{\Delta t} = \Delta h \cdot \underbrace{G}_{m \cdot g_{\text{grav}}} \quad \text{energiával, azaz munkával}$$

lehetséges. Ezzel az α [°] szögemelkedésű pályán a hegymeneti teljesítményigény:

$$P_{\text{hegymeneti}} = \frac{\overbrace{W_{\text{emelés}}^{h \cdot G}}}{t} = \frac{v \cdot \sin \alpha \cdot t}{t} \cdot \underbrace{G}_{F_{\text{normális}} / \cos \alpha} = v \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot F_{\text{normális}} \quad (9)$$

Mivel $\frac{F_{\text{tapadás}}}{G \cdot \sin \alpha} \leq \mu_{\text{tapadás}} \cdot F_{\text{normális}}$ [N] így, a páncélozott harcjármű visszacsúszásának

biztonságos határa a tapadás ereje, a becslésnél jól használhatón:

$$\text{tg} \alpha = \mu_{\text{tapadás}} \cdot [13/25] \quad (10)$$

Ebből következően a mindenkor fennálló tapadás és a működő tapadási súly együtt határozzák meg a páncélozott harcjármű lehetséges legnagyobb vonóerejét. Megjegyzendő, hogy a tapadásnak nincsen sebessége, azaz iránymentes. Megszűnésével sem a hajtó, sem kormányzó támasztéka nincs a keréknek a pálya síkjában.

III.2.8. Kormányzás

A jármű önjárásához a szabályozott iránymódosítás is szükséges. A kormányzás a jármű pályáérintkezéssel meghatározott vontató lendületáramának szimmetriabontása. Ennek, szokásosan egyik módja a kerék – mindig tengelyágyazására merőleges – forgássíkjának kitérítése a járműhaladás párhuzamosságából. Így, a keréktalp érintősíkjában tapadás útján létesül egy, a jármű haladásirányú $F_{\text{vontatás}}$ lendületáramát összetevőjeként viszonzó $F_{\text{kitérítő}}$ erő. Eredőjük, csakis a v sebességű jármű irányváltási középpontjára mutató gyorsulás $F_{\text{eredő}} = m \cdot \frac{\overbrace{a}_{\text{középponti}}}{v^2/R}$ erő lehet, az ívmenetre jellemző R [m] sugáron. Jelentésével, a kanyarodó

járműtömeg sugárirányú erőmérlege $\frac{F_{\text{viszonzó}}}{a \cdot m} = - \frac{F_{\text{eredő}}}{(v^2/R) \cdot m}$. Kanyarodásakor tehát a jármű az

ívközéptől távolító (centrifugális) nehézkedési g_{cf} mezőerősség hatásában mozog, annak

$$F_{\text{centrifugális}} = \frac{v^2}{R} \cdot m \text{ erejével.}$$

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{g_{cf}}$

Benne

$$R \cdot F_{\text{centrifugális}} = \underbrace{m \cdot v^2}_{\sim E_{\text{haladás}}}, \text{ azaz állandó } v \text{ pályasebesség és } R \text{ pályasugár mellett a jármű}$$

$E_{\text{haladás}}$ energiája változatlan.

Szimmetriabontás a jármű kétoldali járóművének sebességkülönbségével – a tapadási erőpár nyomatékát létrehozva – is létesíthető. Ezzel, a szintén egy középponttal jellemzett R ívben haladást eredményezőn másik kormányozási eljárás akár az egyikoldali zérus sebességű „sarkon fordulást”, de ellentett sebességeivel helyben fordulást is lehetővé tesz, igaz az előző megoldáshoz képest jelentős energia befektetés mellett.

III.2.9. Illeszkedés a pályaegyenetlenségekhez

A járműhaladással létesülő mozgások a jármű tömegközepén vont három tengelye mentén, és körül vizsgálhatók. Közülük a kezelőkre és a gépezetre nézve egyaránt a legkellemetlenebbek a függőleges irányú rázás, a hossz tengely körüli billenés és a kereszt tengely körüli bólintás. Gyorsulásaik pedig, személy és anyagkárosítás mellett a jármű stabilitását is veszélyeztetik. Feloldásukat szolgálja a – lebegtetés, hajtás, fékezés és kormányozás feladatait gyakran együtt is ellátó – járómű és a járműtest között elmozduló kapcsolatot megengedő hord(ozó)mű. Feladata a jármű összehangoltan folytonos pályakapcsolatának megteremtése, a rugózás és csillapítás beiktatásával. A rugózás célja a sebesség növekedésével egyre nagyobb pályautés-gyorsulások és gyakoriságuk enyhítése, valamint a stabilitásvesztés megelőzése. A rugózás időben elhúzódó lengéstermészetével, annak háttasos csillapítása is követelmény.

A jármű – jellemzően gumiburkolatú járóműve, a közvetítő hordozórugók, valamint a hasznos tér rugalmasan rögzített szerelvényei által – kapcsolt tömegek közös lengőrendszereként értelmezhető. Befolyással van rá a hajtó- és csatolt gépezetek változó jellemzőjű rezgése, valamint a terhelések üzemvitellel járó változása is.

Az F lendület-beáramlással s alakváltozásra kényszerített rugó W energiával gyarapszik, ami azonban a rugó rögzített végén (ahol, $v=0$) nem távozhat. Így, a „bent maradt” energia

visszaállítja a rugó tömegét ($0 \rightarrow v$) visszatérése során eredeti helyzetébe, legnagyobb sebességét elérve, az $E_{\text{haladás}}=W$ energiahalmozással. Ez kiváltja a rugótömeg további mozgását ($v \rightarrow 0$). Tapasztalással, ez a jelenség a rugó anyagát és alakját egyaránt figyelembe vevő arányossággal, a $\frac{F}{s} = c_{\text{rugó}}$ [N/m] rugójellemzővel írható le.

A járműrugózás lengésvizsgálata az egyszerű rugóval sorba kötött járómű és járműtest „kéttömegű” rendszereként is lehetséges esetenként kiegészítve a járómű és pálya közötti – jellemzően – rugózó kapcsolatával. Ezzel, a járómű pályaegyenetlenséggel gerjesztett lengése a hordozórugó útján továbbítódik a járműtestre. Így mindkettő saját lengéshajlama a teljes járműlengésben érvényesül.

A h [m] magasságra emelkedő kerék F [N] erejű lendületáramának $W = \frac{h}{f/c_{\text{rugó}}} \cdot \frac{F}{m \cdot a_{\text{kerék}}}$ munkájával a rugó megrövidül. Így, összenyomódásával energiája lendületet továbbít a járműtestbe, azon $W = \frac{F}{c_{\text{rugó}}} \cdot m_{\text{kjarműtest}} \cdot a_{\text{jarműtest}}$ munkát végezve. Fordított arányú $\frac{m_{\text{kjarműtest}}}{m_{\text{kerék}}} = \frac{a_{\text{kerék}}}{a_{\text{jarműtest}}}$ viszonyuk lengéseik és egyben gyorsulásaik „áttételét” is jelenti. Ezzel, a teljes járműben mind kisebb tömegarányú kerék és vele mozgó tartozékai (rugózatlan tömeg) növekvő rugózási áttételt és vele nyugodtabb járműmozgást eredményeznek. Jelentősége hatványozott, mert a mind nagyobb járműsebességekkel négyzetesen gyarapodó mozgásenergia, a vele minden résztvevő szerkezeti elem igénybevételét is növelve továbbítódik a járműtestre. A rugózás „kényelmességének” feltétele, hogy a rendszer önlengésszáma egyezzen az ember, sétáló mozgása közbeni 70–110 lépés/perc lengőütemével. Ennél nagyobb frekvenciájú lengés rázásérzetet, a kisebb pedig tengeri betegséget okoz. [13/81–86]

Természetesen, a hordmú pályával gerjesztett folytonos sebességkülönbségei egyúttal a lengések belső csillapodásával is járnak, ami azonban elégtelen a jármű biztonságosan nyugodt futásához. Ezért, a rugózással (szinte) mindig lengéscsillapító szerkezetek is párosulnak.

A járműtest a maga ívmenetű centrifugális mezőhatásában az ívközépponttól távolodó mozgású, szemben a járóműve tapadás okozta támasztásának „helyben maradásával”. Így, a rugózva csatlakozó hordmú aszimmetrikus, keresztirányú igénybevételű emelőhatásával – ahogy fékezés, illetve gyorsításkor hosszirányban is (bólintva) – a járműtest kibillen. Ez a kétoldali terheléskülönbség a jármű menetstabilitását, és a kezelők kényelemérzetét is

veszélyezteteti. Az így létrejövő súlypont-eltolódás megváltoztatja a kerekek függőleges irányú terheléseit, befolyásolva a hajtási és kormányzási tulajdonságokat. Ezért a – szokásosan eltérő szerkezeti kialakítású első és hátsó – hordművek által meghatározott billenési, bólintási központok és velük képzett tengelyeik adta jármű stabilitási tulajdonságokat célszerű vizsgálni. [16/38–51]

III.2.10. Energiaellátás – páncélozott harcjárművek hajtására alkalmazott hőerőgépek üzemi jellegének összehasonlítása

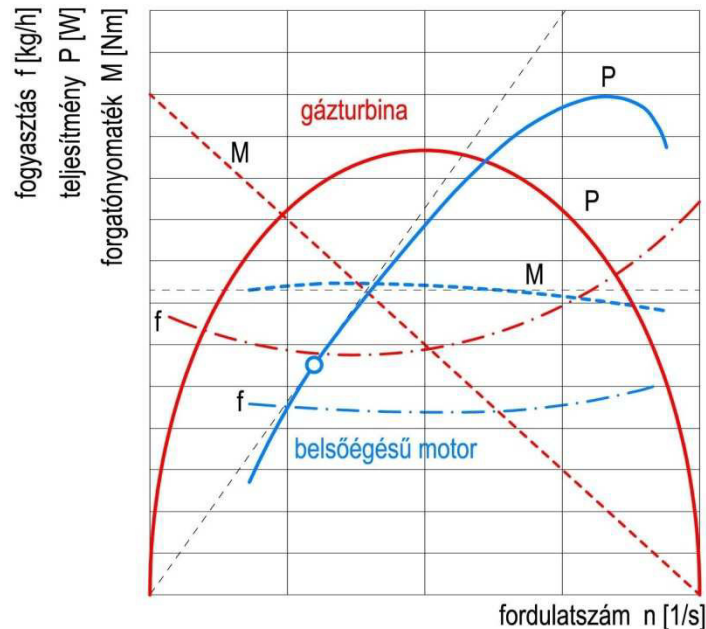
Páncélozott harcjárművek munkaszolgáltatásának elterjedt eszköze a hőerőgép, benne a hőenergia folyamatos helyszíni hasznosításával.

Működésük során, a jól készletezhető és egyszerűen kezelhető folyékony „üzemanyagok” levegővel vegyített elégetésekor, az égéstermék sokszorozott térigénye elmozdulásra kényszeríti határoló környezetét. Mindez a levegőgyűjtés, égetés, elmozdítás és ürítés visszatérő ismétlődésében zajlik, a környezet és az égés feltétlen hőfokkülönbsége mértékében. Alapelvben a magasabb hőmérsékleten zajló terjeszkedés munkaszolgáltatása felülmúlja a kisebb hőfokon végbemenő sűrítés munkaigényét, hasznosítható különbségükkel. Az úgynevezett belsőégésű működési rendszerű hőerőgépek sűrítés, égés, tágulás, majd gázcsere (kipufogás és szívás) folyamatainak ismétlődése egyetlen munkatérben zajlik.

A dugattyú hajtórúdja közvetítésével, a forgattyúhajtású „főtengelyen” áramló M nyomaték is közepes értékén állandó a löket mentén. Így ábrázolása vízszintes egyenes. Vele a nyomaték fordulatszám függésében arányos teljesítménye az origóból induló egyenessel (lenne) ábrázolható. Azonban a belsőégésű motorban megelőző folyamatrésze hiányában tágulás sem létesülhet, így önálló indulásra képtelen. Indítása után is csak bizonyos, ún. üresjárat fordulat számon válik nyomatékszolgáltatása önfenntartóvá, majd, az egyre növekvő fordulattal nyomatékcsökkenést mutat. Ennek eredményeként a belsőégésű motor M nyomatéklefutása felülről domború görbéjű és vele képzett teljesítménye is parabola alakú. Ez jól látszik a 16. ábrán, amelyen a belsőégésű motor és a gázturbina üzemi jellegét összehasonlíthatón, együtt ábrázoltam.

Jól érzékelhető, hogy a motorok főtengelyén mért teljesítménye az ún. „nullponti” érintőjük – mint az eszményi teljesítmény – (O pont) eléréséig gyorsan, majd lassabban növekszik a fordulatszám függvényében. Ennek oka, hogy a fordulatszám növelésével az üzemanyag égésének hatásfoka nő, a tömítetlenségek, valamint a fajlagos hőveszteségek

csökkennek. A nullponti érintő felett az áramlási, súrlódási és tehetetlenségi veszteségek növekednek, ami által a fajlagos fogyasztás megnő. Ez magyarázza a fogyasztás görbék f homorú alakját.



16. ábra. A belsőégésű motor és a gázturbina üzemi jellege (készítette: Kovácsházy Miklós)

Üzemmódja szerint megkülönböztethető az elősűrített levegő-üzemanyag keverék égését szikragyújtással indító Otto (benzin üzemű), vagy az öngyulladásig sűrített levegőbe juttatott üzemanyag égetésével működő Diesel motor (dízel üzemű). Mindkettőnek létezik főtengeley-fordulatonként egy munkavégző löketű (kétütemű), vagy csak minden második főtengeley-fordulatra jutó egy munkavégző löketű (négyütemű) változata.

A hőerőgépek másik elterjedt változata a gázturbina, amiben az állandó nyomású gázelegy tágulása egy közös tengely sugárirányú lapátozását rendre eltolva, folytonos forgás (turbina) létesül. Felépítése szerint a turbinával hajtott kompresszorral áramoltatott levegő az égéstérben üzemanyaggal keveredve, elégve kerül a munkatérbe, azaz a rendszere külsőégésű. A gázáram az álló helyzetű lapátra érkezve a legnagyobb lendületkülbségű, a lapát gyorsulásával csökkenő tendenciájú. Így, sebességkülbségük függvényében a tengelyen létesített M nyomatékárama egyenesen eső jellegű, a vele képzett parabolával ábrázolható teljesítménye mellett.

A járműveknél használatos (ún. kéttengelyű) kivitelében a kihajtó turbina elkülönül a sűrítőhajtás turbinájától, a terhelésváltozástól független gázáramellátással biztosítva a gép

szabályozhatóságát. Így a folyamatos égésével állandó nyomáson üzemelő gázturbina járműindításra is alkalmas, részterheléseknél azonban hatásfoka erősen romló. (16. ábra) [33D/26-27]

A belsőégésű motor és a gázturbina üzemi jellegeit összehasonlító 16. ábrán jól érzékelhető a gázturbina kedvezőbb – a vontatási igényekhez jobban illeszkedő – nyomatéklefutása. Jelleggörbéi nagy tömegű jármű vontatására való alkalmasságát mutatják. Azonban a csábító tulajdonságai ellenére a kialakítása, valamint üzem módja okán a változatos menetsebességet (gyakori üresjárat, lassú menet, roham) megkövetelő harci körülményeket kielégítő harcjárművek erőforrásaként (sem) nem terjedt el. Ennek fő okai a nehéz szabályozhatósága, magas üzemi fordulatszáma, a nagy hőmérsékletű levegő-kibocsátása, valamint az ábrán is megfigyelhető bőséges üzemanyag-fogyasztása. [71]

A járműmotor nyomatékszolgáltatása csak fordulatszáma bizonyos tartományában érvényesíthető. Ezen belül is meghatározók a legnagyobb nyomatékának $n_{M_{max}}$ és legnagyobb teljesítményének (ún. névleges) $n_{P_{max}}$ ($>n_{M_{max}}$) fordulatai. A névleges teljesítményén üzemelő motor járása terhelésnövekedéssel szembesülve lassul. Ilyenkor, a motor a legnagyobb nyomaték (M_{max}) felé növekedő nyomatéka visszagyorsulással ellensúlyoz. Ennek mértékét mutatják a fordulatszám $e_{fordulatszám} = \frac{n_{P_{max}}}{n_{M_{max}}}$ és a nyomaték $e_{nyomatéki} = \frac{M_{max}}{M_{P_{max}}}$ szerinti rugalmassági tényezők.

A hőerőgépek megítélése az $\eta_{hő}$ hőtani hatásfokkal, a gázcsere és hőveszteségek okozta $\eta_{megvalósítás}$ hatásfokkal, valamint a súrlódási és kiszolgálói veszteségek $\eta_{mechanikai}$ hatásfokával szokásos, így együttes minősítőjük, a motorhatásfok:

$$\eta_{motor} = \underbrace{\frac{E_{meleg,hasznosítható}}{E_{meleg,bevezetett}}}_{\eta_{hő}} \cdot \underbrace{\frac{W_{létesült}}{W_{meleg,hasznosítható}}}_{\eta_{megvalósítás}} \cdot \underbrace{\frac{W_{hasznosított}}{W_{létesült}}}_{\eta_{mechanikai}} = \frac{W_{hasznosított}}{E_{meleg,bevezetett}} = \frac{P_{főtengely}}{P_{égés}} \quad (11)$$

III.2.11. Energiaátvitel

A jármű motornyomatékát gépezetek sora – az ún. hajtáslánc – közvetíti a hajtókerekbe. Feladata az energiaközlés nyomatékáramának adott távolságra juttatása, átalakítása, irányítása és elosztása. A belső égésű motorok nem képesek üresjáratban nyomatékot kifejteni, mégis a járműindítás nyomatékigénye a belsőégésű motor „terhelhető” fordulatszámát feltételezi.

Ezért elengedhetetlen annak a járműmozgástól független üzeme. Ennek áthidalását szolgálják a forgó-álló tengelyeket kellő rugalmassággal kapcsoló szerkezetek, szokásosan súrlódással, vagy folyadékáramlással közvetített nyomatékátvitelükkel.

Mivel, a kerekek fordulatszáma egy nagyságrenddel kisebb a motorénál, a motor-kerék-áthajtás munkaáramának sebességcsökkentése szükséges. Ennek mértéke a motor teljesítményszolgáltatásával

$$\frac{P_{\text{motor}}}{\omega_{\text{motor}} \cdot M_{\text{motor}}} = \frac{P_{\text{vontatás}}}{\omega_{\text{kerék}} \cdot M_{\text{kerék}}} \rightarrow \frac{\frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{motor}} / 60}{\omega_{\text{motor}}}}{\frac{\omega_{\text{kerék}}}{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{kerék}} / 60}} = \frac{n_{\text{motor}}}{n_{\text{kerék}}} = i_{\text{kerék}} = \frac{M_{\text{kerék}}}{M_{\text{motor}}}. \quad (12)$$

Megvalósítását a motor és a hajtókerék között elhelyezett hajtómű végzi, különböző be- és kimenő M nyomatékáramával, lassító áttételt létrehozva. Különbségük viszonzó egyensúlyát egy harmadik, a rögzítő nyomatékáram biztosítja $M_{\text{be}} + M_{\text{ki}} + M_{\text{rögzítő}} = 0$.

$$\text{Az energiaáramok mérlege} \quad \frac{P_{\text{be}}}{\omega_{\text{be}} \cdot M_{\text{be}}} + \frac{P_{\text{ki}}}{\omega_{\text{ki}} \cdot M_{\text{ki}}} + \frac{P_{\text{rögzítő}}}{\omega_{\text{rögzítő}} \cdot M_{\text{rögzítő}}} = 0 \rightarrow \frac{P_{\text{be}}}{\omega_{\text{be}} \cdot M_{\text{be}}} = - \frac{P_{\text{ki}}}{\omega_{\text{ki}} \cdot M_{\text{ki}}},$$

(zérus)

$$\text{azaz} \quad \frac{\omega_{\text{be}}}{\omega_{\text{ki}}} = \frac{M_{\text{ki}}}{M_{\text{be}}} = i. \quad (13)$$

Amennyiben, a hajtóműben a különbséget viszonzó nyomatékátmenet helyén is van sebességkülönbség (energiaáram jeleként), úgy a nyomatékosztás mellett energia-elágazás is zajlik. Ennek megvalósítói a bolygóművek.

A fogaskerekes differenciálmű (bolygómű) a geometriájának megfelelően a bejövő energiaáramot (nyomatékot) az emelőelvnek megfelelően két irányba osztja, a kimenő

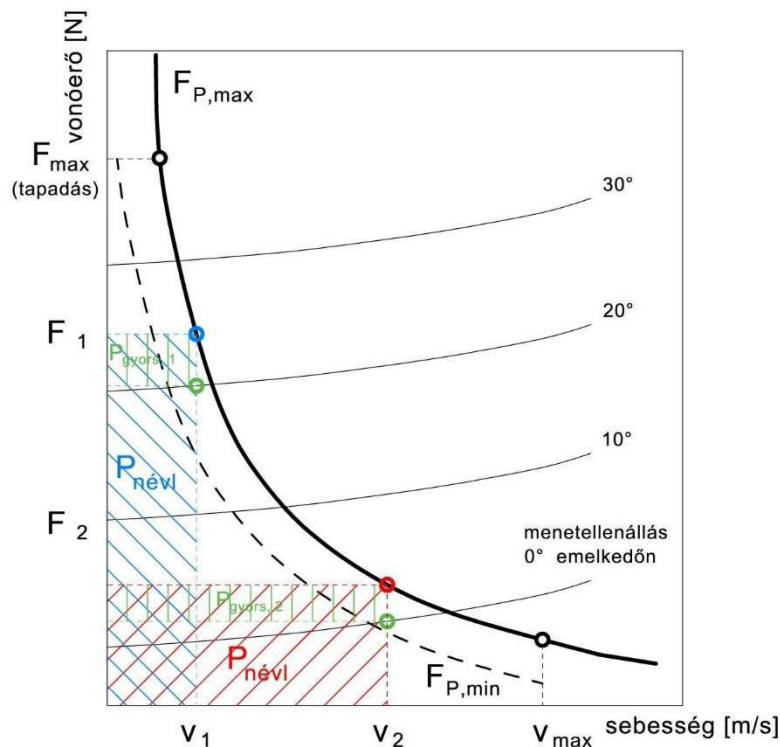
$$\frac{P_{\text{be}}}{M \cdot \omega} = \frac{P_{\text{ki, egyik}}}{\frac{M}{2} \cdot \omega_{\text{egyik}}} + \frac{P_{\text{ki, másik}}}{\frac{M}{2} \cdot \omega_{\text{másik}}}$$

sebességekkel változó arányában. Szimmetrikus kialakítású alkalmazása az ívmenetben a kétoldali különböző sebességű kerék esetén történhet. A több tengelyű hajtás tengelyeinek üzemszerűen eltérő terheléséhez igazodva a nyomatékmegosztás kitérhető az aszimmetrikus emelőelv alkalmazásával.

A differenciálművek előnye azonban egyben hátrányuk is. Mert, a bármelyik kimenetén csökkenő terheléssel – akár a levegőbe emelkedő egyik kerékkel – az egyformán elosztott nyomaték elvén a gyengébb tapadású kerék csökkent hajtónyomatéka érvényesül a másik keréken is. Ez – adott esetben, akár – a hajtás teljes megszűnéséhez is vezethet. A

differentiálmű belső súrlódása adhat (csekély) nyomatéktöbbletet. A belső súrlódás növelésével a hatás fokozható, de teljes megoldást a differentiálmű „zárása” jelent.

A 17. ábrán bemutatott n fordulatszámú, állandó kerékáttételű hajtókeréken (\sim jármű v sebessége) kifejtett M forgatónyomaték (\sim vonóerő) a $P \sim n \cdot M \rightarrow M \sim P \cdot \frac{1}{n} \rightarrow F \sim P \cdot \frac{1}{v}$ összefüggésnek megfelelően hiperbolikus lefutású. Azaz, a nagyobb ellenálláshoz (vonóerő szükséglet) kisebb sebesség párosul. Felső korlátját a jármű-talaj közötti tapadás, illetve az emelkedőmászás mentén összegzett menetellenállások határozzák meg. A motorok teljesítményét, fordulatszámát a vezető gázadással szabályozza, így a motor által szolgáltatott forgatónyomaték a hajtókeréken, mint vonóerő az $F_{P,max} - F_{P,min}$ határok között változhat. Azaz, a jármű $0-v_{max}$ sebességtartományában a mindenkor $P_{vontatás} = v_{jármű} \cdot F_{vontatás}$ teljesítményigényhez a motorjának $P_{névleges}$ teljesítménye áll rendelkezésre. Ezzel bármely sebességhez tartozó üzemi ponton (piros és kék munkapontok) megállapítható vonóerőviszony, a $P_{gyorsítás} = v_{jármű} \cdot \frac{\Delta F}{m \cdot a}$ gyorsítás mindenkor lehetőségét is mutatva (zöld és piros pontok közötti tartomány).



17. ábra. Vontatási diagram (készítette: Kovácsházy Miklós)

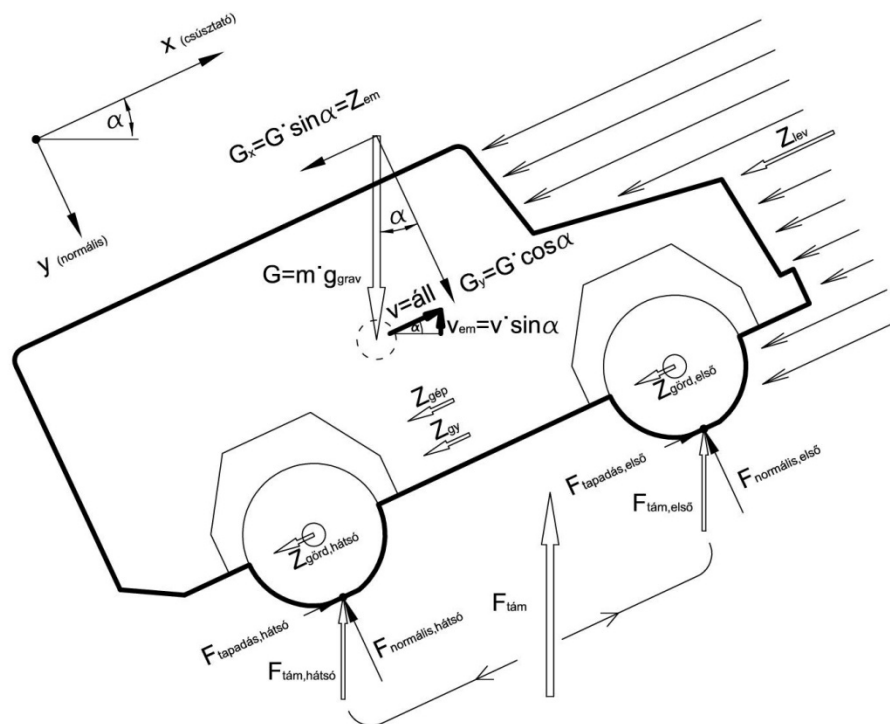
Azonban, jellemzően a motor üzemi fordulatszám-tartománya nem elegendő a jármű elvárt sebességigényeinek kielégítéséhez. Hiszen a terhelés növekedése (menetellenállás) mellett a

motor lassul, jóval nagyobb vonóerőre van szükség rugalmassága mértékében, ám további lassulásával erőtlenné válik. Mivel a nagyobb vonóerőt csak a sebesség rovására lehet elérni, mindez további áthajtás-módosítás(oka)t indokol, az ún. sebességváltó szerkezetek alkalmazásával. Célszerű fokozatválasztása jól szabályozhatón illeszti a motor mindenkor igényelt nyomatékú fordulatszámát a kívánt járműsebességhez.

Elhelyezésében a sebességváltót követő osztómű, hasonlóan a differenciálműhöz, tengelyenként teljesítmény-megosztást végez.

III.2.12. A veszteségek természete – a vontatási teljesítményszükséglet meghatározása

Minden egyes sebességkülönbség egy energiakiáramlási hely. A menetellenállás Z [N] erejével szembeesülő vonóerővel a vontatás erőegyensúlya $F_{\text{vontatás(motor)}} - Z = 0$.



18. ábra. 4×4 hajtású, állandó sebességgel haladó kerekes harcjárműre ható erők $v = \text{áll} \rightarrow a_y = 0$ kezdeti feltételekkel (készítette: Kovács házy Miklós)

A menetellenállás az alábbi tényezőkből adódik össze a 18. ábra jelölései szerint.

- A támasztóerővel arányos gördülési és keréksúrlódási ellenállás:

$$Z_{\text{görd}} = f_{\text{gördülés}} \cdot F_{\text{normális}} \text{ [N]} \quad (14)$$

A sebességtől elhanyagolhatóan függő gördülő ellenállás általában együtt kezelhető a forgó kerék belső súrlódásaival. Megállapítása például a magára hagyott kigördülés úthosszából szokásos.

- A támasztóerővel arányos pályaemelkedési ellenállás:

$$Z_{em} = \underbrace{\text{tg}\alpha}_{\sim \mu_{\text{tap}}} \cdot F_{\text{normális}} \text{ [N]} \quad (15)$$

- A sebességgel négyzetes függésű levegő ellenállás:

$$Z_{lev} = c \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_{\text{homlok}} \cdot v_{\text{jármű}}^2 \text{ [N]} \quad (16)$$

A páncélozott harcjármű alakjára jellemző c [N/N] ellenállási tényező, az A_{homlok} [m²] harcjármű homlokl felület, valamint a ρ [kg/m³] levegő sűrűségének ismeretében a levegőellenállás legyőzésére fordítandó vonóerő. [16/11]

- A járműtömeggel arányos gyorsítási ellenállás:

A páncélozott harcjármű mozgatásához a teljes haladótömegét, valamint a hajtáslánc forgótömegeit is gyorsítani kell. Ennek figyelembevétele összevontan, jó közelítéssel, a páncélozott harcjármű haladótömegének 10%-os növelésével történhet, egyedül a járműsebesség függésében. [13]

$$Z_{gy} = 1,1 \cdot m \cdot \ddot{x} \text{ [N]} \quad (17)$$

- A hajtáslánc súrlódási ellenállásának un. gépezeti vesztesége:

A hajtáslánc mentén, az egymáson dörzsölődő gépelemek sebességlépcsői is energiavesztéssel járnak. Ezek a belső mechanikai veszteségek a motor főtengelyén bevezetett, illetve a vontatást megvalósító teljesítmények különbségeként értelmezhetők:

$$P_{\text{vontatási}} = P_{\text{motor főtengely}} - P_{\text{gép}}. \text{ Hányadosuk a } \eta_{\text{gép}} = \frac{P_{\text{vontatási}}}{P_{\text{motor főtengely}}} \text{ belső gépezeti}$$

hatásfok. Figyelembevételével a belső gépezeti veszteségteljesítmény:

$$P_{\text{gép}} = \frac{1-\eta_{\text{gép}}}{\eta_{\text{gép}}} \cdot P_{\text{vontatási}} \text{ [W]} \quad [46] \quad (18)$$

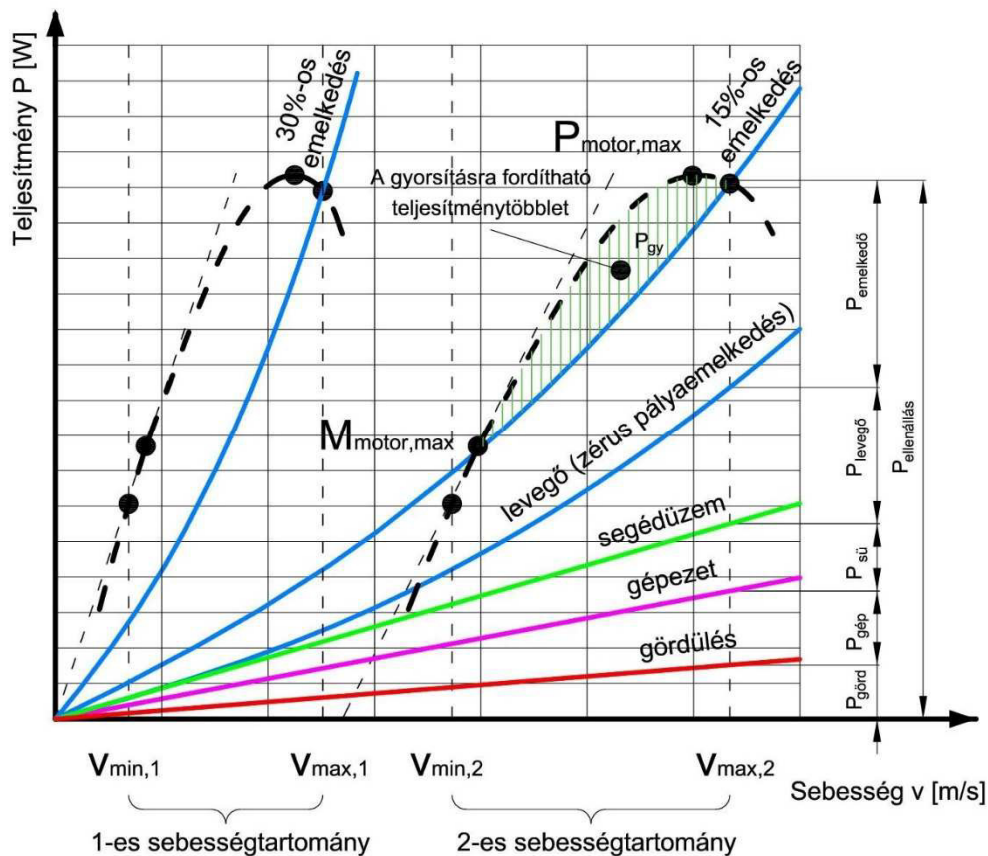
- A jármű segédüzemeinek energiaellátása:

A hűtések, villamosáram-termelés, folyadék- és levegőáramoltatások stb. energiaellátása is a motorra hárul, ami jó közelítéssel a motorteljesítmény ~ 10 %-ával vehető figyelembe.

Így, a teljes járműre vonatkoztatott menetellenállás:

$$Z = \underbrace{Z_{\text{görd}}}_{f(m)} + \underbrace{Z_{\text{em}}}_{f(m,\alpha)} + \underbrace{Z_{\text{gyorsítás}}}_{f(m,a)} + \underbrace{Z_{\text{lev}}}_{f(v^2)} \quad (19)$$

$$Z = (f_{\text{gördülés}} + \underbrace{\text{tg}\alpha}_{\approx \mu_{\text{tap}}}) \cdot \underbrace{F_{\text{normális}}}_{m \cdot g \cdot \cos\alpha} + 1,1 \cdot m \cdot a + c \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_{\text{homlok}} \cdot v_{\text{jármű}}^2 \quad (20)$$



19. ábra. Kerekes páncélozott harcjármű teljesítményszükséglete sebességének függvényében az egyes menetellenállások feltüntetésével [13/26] (kiegészítette: Kovácsházy Miklós)

A $P(v)$ függésábrázolásban összevethető a motor teljesítményszolgáltatása a mindenkori ellenállások teljesítményigényével. Tekintettel a motor-/kerékfordulat nagyságrendi

különbségére, a 19. ábrán a motorteljesítmény jellegének kétféle áttétellel létesített járműsebességi (a vezető rendelkezésére álló szabályozási) tartománya látható, az ellenállások teljesítményigényével párosítva. A motorjelleg mindenkorai többlete mutatja az adott terhelések melletti járműgyorsítás lehetőségeit.

A Z menetellenállásokat leküzdő $P_{\text{ellenállás}} = P_{\text{vontatás}} = v_{\text{jármű}} \cdot Z$ vontatási teljesítménnyel a motorteljesítmény:

$$P_{\text{motor}} = P_{\text{vontatás}} + P_{\text{gép}} + P_{\text{segédüzem}} = P_{\text{vontatás}} + \frac{1-\eta_{\text{gép}}}{\eta_{\text{gép}}} \cdot P_{\text{vontatás}} + 0,1 \cdot P_{\text{motor}} =$$

$$P_{\text{vontatás}} \cdot \left(1 + \frac{1-\eta_{\text{gép}}}{\eta_{\text{gép}}}\right) + 0,1 \cdot P_{\text{motor}} = \frac{P_{\text{vontatás}}}{\eta_{\text{gép}}} + 0,1 \cdot P_{\text{motor}} = \frac{P_{\text{vontatás}}}{0,9 \cdot \eta_{\text{gép}}} \quad (21)$$

Így

$$P_{\text{motor}} = \frac{[(f_{\text{gördülés}} + \mu_{\text{tap}}) \cdot g \cdot \cos \alpha + 1,1 \cdot a] \cdot m + c \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_{\text{homlok}} \cdot v^2}{0,9 \cdot \eta_{\text{gép}}} \cdot v =$$

$$\frac{\left(\left[(f_{\text{gördülés}} + \mu_{\text{tap}}) \cdot g \cdot \cos \alpha + 1,1 \cdot \overset{\approx 0}{\tilde{a}} \right] \cdot m \cdot v \right) + \left[c \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_{\text{homlok}} \right] \cdot v^3}{0,9 \cdot \eta_{\text{gép}}} \quad (22)$$

\approx részesezése kicsiny

A harcjárművek terepjárásánál szokásos sebességek viszonylag csekély légellenállásra fordított teljesítmény elhanyagolását a becslésnél a forgórészek gyorsítására szánt 10%-os tömegnövelés kiterjesztésével ellensúlyozható, amellyel:

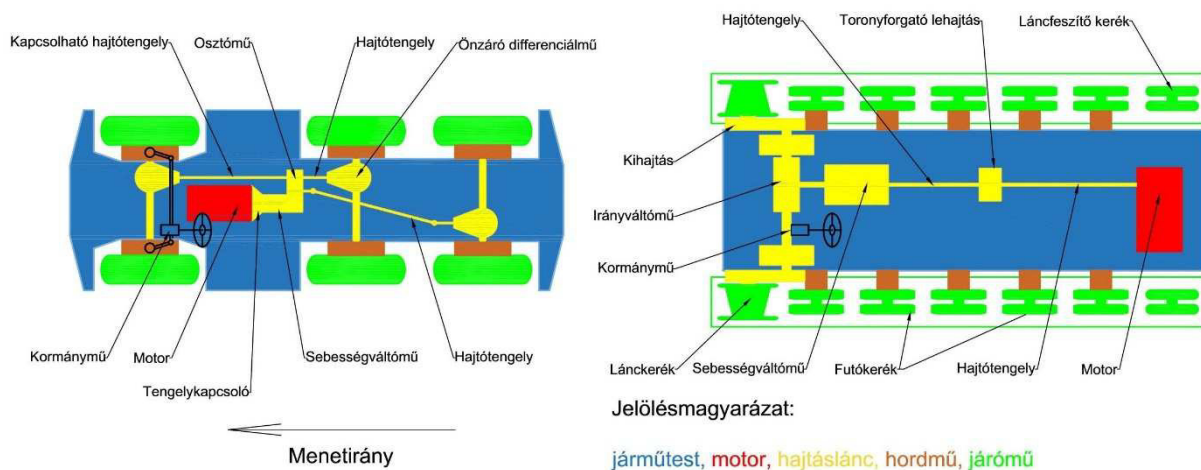
$$P_{\text{motor}} \cong \frac{1,1}{0,9 \cdot \eta_{\text{gép}}} \cdot \underbrace{m \cdot g}_{G} \cdot c \cdot \eta \cdot \sin \alpha \cdot (f_{\text{gördülés}} + \mu_{\text{tap}}) \cdot v \quad (23)$$

Így a szükséges vonóerő jó közelítéssel becsülhető mértéke:

$$P_{\text{motor(becsülhető)}} = \frac{1,1}{0,9 \cdot \eta_{\text{gép}}} \cdot G \cdot c \cdot \eta \cdot \sin \alpha \cdot (f_{\text{gördülés}} + \mu_{\text{tap}}) \cdot v \quad (24)$$

III.3. A harcjárművekkel szembeni elvárások megvalósításának módjai

A katonai igények és a műszaki lehetőségek megvalósítása az adott feladatrendszernek megfelelően tervezett harcjárműben egyesül. Mivel a páncélozott harcjárművek rendeltetése szerteágazó, többféle kialakítás terjedt el. A legszembetűnőbb különbség ezek között a kerekes, illetve lánctalpas futóműben érzékelhető, azok járulékos szerkezeti eltéréseikkel. A III.2 fejezetben tárgyalt műszaki követelmények mentén vizsgálom a mozgékony megvalósításának harcjárművekben szokásos változatait. A kerekes és lánctalpas eszközök egy-egy régebbi, hagyományos elrendezésű szerkezeti egységeit mutatja a 20. ábra. A kétfajta harcjárműnél egyaránt szükséges gépcsoportok eltérő rendeződését a járműüzemük különbözősége indokolja.



20. ábra. Kerekes és lánctalpas páncélozott harcjármű felépítésének lehetséges vázlata (készítette: Kovács házy Miklós)

A továbbiakban a főbb szerkezeti egységek különféle kialakítását tárgyalom.

III.3.1. Járómű

Kerekes kialakítás

A közúti járművek fajlagos talajnyomása általában 300–450 kPa, amit a kisebb teherbírású terepek nem viselnek el. A kerekes páncélozott harcjárművek fajlagos talajnyomása legfeljebb 105–300 kPa lehet. Ennek elérése a felfekvő felület fokozásával érhető el. Egyrészt a kerekek számának, másrészt a kerekek szélességének növelésével. Szokásos megoldása a változtatható keréklégnyomású abroncsok alkalmazása. Az azokhoz kapcsolódó CTIS rendszer a harcjármű kerekeinek nyomását és ezzel a felfekvő felületét a terheléshez és talajviszonyokhoz illeszti. A gördülési és kerékforgási ellenállások megállapítása tapasztalati

úton kigördülési lassulásméréssel szokásos. Az így kapott úthosszakból levont következtetések természetesen a változtatható keréklégnyomású abroncsok befolyását is tartalmazzák, amelyet a mindenkori $f_{görd}$ gördülési tényező megállapításánál veszik figyelembe.

A lebegtetés mellett hajtásfeladatot is ellátó járómű talaj-igénybevétele pályanormális és érintő irányú összetevőkre bontott. Utóbbi növelése – a terhelés nagyobb felületen történő megosztásával – a futófelületeken kialakított kapaszkodó bordákkal lehetséges. A tapadás erőzáró kötése alakzáró támogatását eredményezi. Megjegyzendő, hogy a gumi bordázásának kevésbé szerencsés választása befolyásolhatja a jármű sajtókormányzási tulajdonságait.

A napjainkra már elterjedten használatos „Run-Flat” rendszerrel a gumiköpeny nagyobb sérülése esetén még közel 100 km-es távolság megtétele biztosított, így a pótkerék készletezése szükségtelenné válik.

A kerekes terepjáró harcjárművek minden kereke fékezhető. Fékezéskor a páncéltest lassulása a tengelyterhelések változását eredményezi, bólintásával. Az így tehermentesülő hátsó tengelyen elhelyezett kerekek hamarabb veszítik tapadásukat, gyengébb fékhatást mutatva. Ezért már páncélozott harcjárműveknél is alapfelszereltségnek számít a megcsúszást korlátozó blokkolásgátló fékrendszer (ABS – Anti Block System).

Lánctalpas kialakítás

A kedvezőbb lebegtetést kínáló több és szélesebb kerék alkalmazása helyett a lánctalp nagyobb talpfelületével már elérhető az elfogadhatóan alacsony 50–120 kPa fajlagos talajnyomás érték. A lánctalp alatti talajnyomás nem egyenletes. Hatása legjobban lágy talajon, feszes lánccal érvényesül. Megjegyzendő, hogy a lánctagok csaphajtogatása, továbbá a lánckerekek fogsúrlódása fokozza a gördülőellenállás hatását. Mi több, a lánccal első részén a talajtömörítés, mint homlokellenállás jelensége működik. Így a lánccal futásával fellépő különböző ellenállások egy lánccgördülési ellenállásban összegeződnek.

A lánctalpak bőséges változatából a harckocsi kifejlesztése során kétfajta terjedt el: a csuklós és az összekötő szemes lánccal. A lánctagok mindkettő kivételénél gumiagyazású, vagy anélküli csap-hüvely kapcsolattal kötődnek össze végtelen lánccá.

Az első esetben teljes szélességükben csuklópánt szerűen kapcsolódó lánctagok jelentősen szennyeződnek a talajkapcsolat során. A fokozott koptató igénybevétele miatt élettartamuk (~2000-2500 km). Mind a lánckerek kapcsolódásában, mind a szerelhetőségében a csuklós lánccal kedvezőbbnek mutatkozik.

A második kialakítás, a szomszédos, műanyag–gumi ötvözetekkel borított gumibetétes lánctagokból egyes összekötő idomokkal kapcsoltan végtelenített lánctalp futófelülete zaj és rezgéscsökkentő hatású. Ez a kialakítás előnyös épített úton, azonban tapadás terepen nem kielégítő. [23/242], [73]

A lánc feladata a lebegtetés növelt felületen történő megvalósítása. Ez elérhető a lánctalp szélességének és hosszúságának változtatásával. Szélességét a jármű úrszelvény korlátozza, ami a hosszabb lánctalppal ellensúlyozható. Rajta a páncéltest terhelése futógörgők közvetítésével történik.

A lánctalp másik feladata a vonóerő közvetítése, jellemzően lánchajtó kerék útján. A végtelenített láncpálya egyik fordítóhelyén célszerű azt alkalmazni. A másik fordítóhely a lánzfeszítést szolgálja. Mindkét fordítóhelyen szokásos láncmehajtást alkalmazni a vele járó előnyök és hátrányok ismeretében. A futógörgők kialakításától függően biztosított az előre futó felső ág görgős, vagy egyéb támasztása.

A láncfutás feltétele a megbízható iránytartása. Szokásosan azt, az ennek megfelelően kialakított hajtó, feszítő és futógörgők, valamint célszerű vezetőtarajok biztosítják. A láncmehajtó kerék fogszáma jellemzően páratlan, a lánctagok száma pedig gyakran a fogszám nem egészszámú többszöröse. Haladáskor a láncmehajtó kerék fogaira – mint a fogszámmal megegyező sokszögre – érkező lánctagok jól érzékelhetően a rásimulás folyamán sugárirányban lüktető (ún. ostorozó) mozgást végeznek. Ez a felfutó (feszés) láncág egyenlőtlen, lebegő mozgásával is járó jelentős dinamikai igénybevételt okozó jelenség a lánchajtásokra mindig jellemző poligon (sokszög) hatás. Az egyenletesebb futást segítő nagy fogszámú láncmehajtó kerék igen sok lánctagot igényelne, a túl hosszú lánctag pedig már a harckocsi járását tenné nehézkesé. Ezért a lánctagok használatos hosszúsága aránylag szűk határok között mozog. [44]

A görgők mérete behatárolja a terhelhetőségüket, tengelytávolságukat, így befolyásolja a talppontok közötti láncfelfekvést. A görgők egymás közötti távolságát lehetőség szerint azonos terhelhetőségük szabja meg. [15/48]

A nagyörgős járómű előnyei:

- kisebb gördülési ellenállás, kisebb kopás;
- nyugodtabb „belső futás”;

- védettséget biztosít a hordműelemeknek és az oldalpáncélnak;
- a görgők és a lánc jobb öntisztulása;
- nagy rugózási utak;
- a lánc tartó görgők elmaradnak.

Hátrányai:

- a nagy lánctalp-kerék érintkezési távolságok között erősen csökken a láncterhelés, ingadozhat vonóerő átadás, nő a lánctalp igénybevétele;
- a felső, belengő, futógörgőkön felfekvő láncág növeli a rugózatlan tömeget.

A kiscörgős járómű előnyei:

- a futógörgő és a kapcsolódó részek kisebb (rugózatlan) tömege;
- a görgőtárcsák kisebb hajlító igénybevétele az oldalirányú vezetőerők által;
- több futógörgő jut egységnyi láncfelfekvési hosszra;
- kisebb görgőterhelés (előnyös a csapágyak, a rugómerevség és a gumiabroncs számára);
- egyenletesebb súlyelosztás (talajnyomás);
- 1–2 futógörgő kiesése könnyebben elviselhető.

Hátrányai:

- összetettebb szerkezet, zsúfolt kialakítás;
- lánc tartó görgők alkalmazása;
- nagyobb üzemeltetési, karbantartási igény. [23/203–245]

A két megoldás előnyeit egyesíti a modern harckocsiknál elterjedten alkalmazott közepes görgős járómű, amelynek előnyei:

- kisebb gördülési ellenállás, kisebb kopás, nyugodtabb „belső futás”;
- nagyobb védettséget biztosít a hordműelemeknek és az oldalpáncélnak;
- a görgők és a lánc jobb öntisztulása;
- nagyobb rugózási utak;
- a futógörgő és a kapcsolódó részek kisebb (rugózatlan) tömege;
- a görgőtárcsák kisebb hajlító igénybevétele az oldalirányú vezetőerők által;
- több futógörgő jut egységnyi láncfelfekvési hosszra;
- kisebb görgőterhelés (előnyös a csapágyak, a rugómerevség és a gumiabroncs számára);
- egyenletesebb súlyelosztás (talajnyomás);
- 1–2 futógörgő kiesése könnyebben elviselhető.

Hátrányai:

- lánc tartó görgők alkalmazása;
- zsúfoltabb kialakítás;

- nagyobb üzemeltetési, karbantartási igény.

A láncok előremenő ágában a belógás csökkentését szolgálják a támasztógörgők. Ezek kellő távolságával és számával a belógásból eredő járulékos láncerőket és zavaró lengések tömeghatásait szokás csökkenteni. Gyakran a futó- és támasztógörgők tömörögumi futófelületet kapnak rezgés- és zajcsillapítás céljából. A láncvezető és –hajtó kerekek, a futógörgők és a támasztógörgők egyaránt készülhetnek iker vagy egyedüli kivitelben. Az előbbi esetén a lánctaréj a két görgő közötti résben fut, utóbbinál görgő a dupla láncvezető taréj között halad el és biztosítja az oldalirányú erők felvételét.

A láncalpas harcjárművek esetében jellemzően csak a hajtókerekek fékezhetők, aminek hatása a teljes láncalp talajjal érintkező felületén érvényesül. A fékezés biztonságának ingatag eleme lehet a láncszakadás, amivel megszűnik a fékezett kerék és a talaj közötti kapcsolat.

III.3.2. Kormányzás

A kerekes járművek iránymódosítása jellemzően a kerék forgássíkból történő kitérésével valósul meg kézi erővel, számottevő teljesítményigény nélkül. Az elkormányozás energiaszükségletét nehéz járműveknél ún. szervo rásegítés egészíti ki. [16]

A kétoldali sebességkülönbségen alapuló kormányzás igaz, alkalmazott egyes kerekes harcjárművekben, ám a láncalpas páncélozott harcjárműveknél elengedhetetlen, mivel a láncalp szerkezete nem engedi meg annak ívbefektetését. Kanyarodáskor a láncalp legördülő mozgása mellett hossz tengelye körüli fordulómozgást is végez.

A láncerő változó előjele miatt többfajta kormányművet lehet megkülönböztetni. Ennek folyamán a kanyarodása történhet a belső láncalp lassításával, a harcjármű fékezéssel csökkent ívmeneti sebességét eredményezve, tengelykapcsoló-fékes kormánymű megoldással. Esetében a külső lánc sebessége kanyarodáskor állandó, a páncélozott harcjármű sebessége pedig a kanyarodás sugarával csökken. A fékezéssel létesített sebességkülönbség tengelykapcsoló beépítését teszi szükségessé.

A másik, differenciálműves kormánymű megoldással sebesség-áthelyeződés történik a külső-belső láncalpak között. Vele a páncélozott harcjármű sebessége a fordulási sugártól függetlenül állandó. Azonban, a belső oldali lánchajtókerék fékezéssel történő lassítása arányában a külső lánc nagyobb sebességű, amivel a hajtónyomatéka csökken. Ezt a változatlan járműsebesség megtartása érdekében a járművezetőnek gázadással kell

ellensúlyozni. A lánctalp állóra fékezésekor a páncélozott harcjármű az álló lánc talpközepe körül „sarkon fordul”. [15/26–34], [27/210] Mindkét esetben a fékezés teljesítményt emészt.

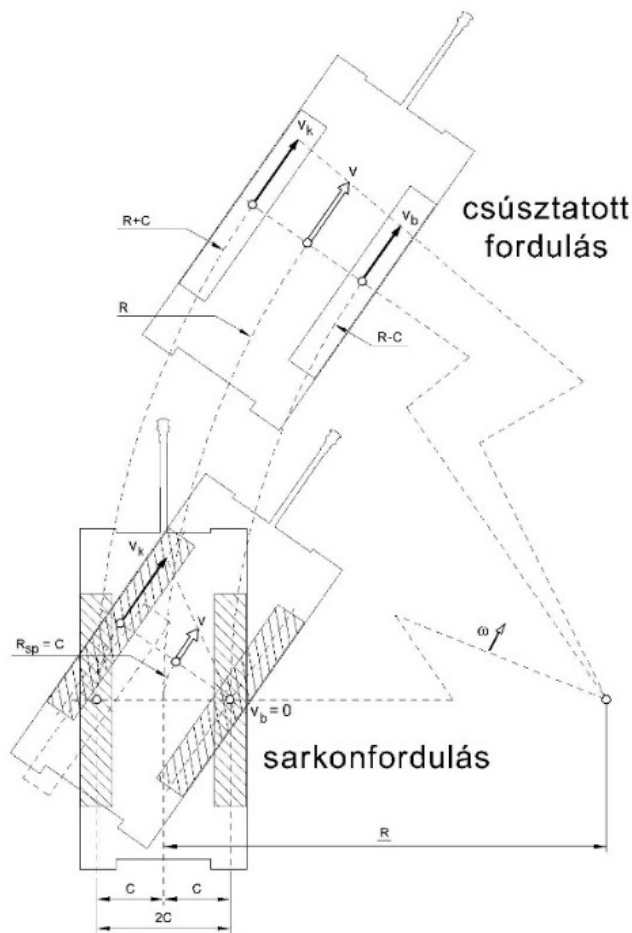
Ezeket a hátrányokat nélkülözi a kiegészítő sebességváltót tartalmazó ívmeneti kormányberendezés alkalmazása. Működésével biztosított a mindenkori ívmeneti vonóerő-többlet szolgáltatása, kisebb sebesség mellett. Az ívmeneti kormányberendezés szükségessége magasabb sebességfokozatú forduláskor jelentkezik. Ívmeneti kormánnyal ellátott páncélozott harcjármű a hajtómű-áttételének megfelelően, állandó sugáron, változatlan sebességgel tud fordulni, amelynél nincs veszteségi teljesítmény. Ezért a rendszert regeneratívnak nevezik. Ilyen berendezéssel a páncélozott harcjármű ugyanolyan megbízhatóan és kényelmesen kormányozható, mint egy kerekes páncélozott harcjármű [15/34–42]

Lánctalpas eszközöknél a hajtáslánc utolsó eleme a hajtótengelyt a páncéltestből a láncmeghajtó kerékre kivezető hajtás, a kihajtás. A láncmeghajtó kerék és a lánctalp takarásában, belövéstől és egyéb mechanikai behatásoktól kellően védve elhelyezett, további homlok-fogaskerékpáros vagy bolygóműves lassító áttételt tartalmazó hajtómű közvetlenül valósítja meg a kerék-hajtást. Ez a megoldás jelentősen tehermentesíti a kormányművet és a féltengelyeket, így azok lényegesen kisebbek lehetnek.

A harcjármű ω [1/s] szögsebességű kanyarodásakor az ívmeneti v [m/s] sebességéhez képest az ívkülső lánc nagyobb sebességű, mint az ívbelső. A 21. ábra segítségével megkülönböztethető:

- az általános ívmenet (csúsztatott): Mindkét lánc hajtott, de eltérő sebességgel, miközben a páncélozott harcjármű súlypontjának mozgási sugara: R [m];
- a sarkon fordulás: Egyik lánc fékezetten áll, a másik hajtott, miközben a súlypont mozgási sugara: $R=C$ [m] a nyomtáv fél távolsága;
- a helyben fordulás: Mindkét lánc azonos sebességgel, de ellentétes irányban hajtott, miközben a súlypont mozgási sugara: $R=0$ [m] a harcjármű R_{sp} súlypontjában van.

[27/206]



21. ábra. Harckocsi kanyarodásakor fennálló mozgásállapotok és sebességviszonyok sarkon fordulás, illetve csúsztatott fékes ívmenet esetében (készítette: Kovácsházy Miklós)

A láncok elfordítása a talajgyúrás miatt erőpár-nyomatékot igényel. Ennek mértéke a láncfelfekvés és a nyomtáv ($L/2C$) viszonyával befolyásolható. A kedvező fajlagos talajnyomás érdekében azonban a nehéz páncélozott harcjármű korlátozott szélessége csak hosszabb láncfekvéssel ellensúlyozható. A kisebb láncerejű kormányozhatóság igényét szolgáló nagyobb nyomtáv szűk lehetőségeken belül választható. A lánctalpas harcjárműveknél elfogadott $L/2C=1,5-1,8$ [28/45] méretviszony növelése többleteljesítmény igényével, csökkentése pedig iránytartási nehézségekkel járhat. Így a harcjármű kanyarodásakor a járómű gördülési ellenállása kiegészül a lánctalp – talaj között létrejövő talajgyúrás és oldal irányú csúsztatás okozta ellenállásból. A forduló harcjármű láncai a maguk tényleges görbülésével elősegítik az ívben haladást. A tapasztalatok alapján az összes – a lánctag és a talaj közt kialakuló –, súrlódási befolyást magába foglaló μ_k kanyarulati tapadási tényező a lánc és a talaj kölcsönös viselkedésének függvénye. [15/29]

Ezeket felhasználva az egész járműre vonatkozó kanyarulati ellenállás a két lánctalpat együtt kezelve:

$$Z_{kanyar} = \left[\frac{F_{normális}}{2} \cdot \left(f_{görd} + \frac{\mu_k}{2} \cdot \frac{L}{C} \right) \cdot \frac{R+C}{R} \right] - \left[\frac{F_{normális}}{2} \cdot \left(f_{görd} - \frac{\mu_k}{2} \cdot \frac{L}{C} \right) \cdot \frac{R-C}{R} \right] [N] \quad (25)$$

A vonóerő-összefüggés (zárójeles) tagjainak második része, a fékezés szükségességét, azaz a láncok kétirányú igénybevételét mutatja ívmenetben. [27/207]

Megjegyzendő, hogy a tárgyalt összefüggés $F_{normális}/2$ szorzótagja csak vízszintes pályán érvényesül, míg a lejtőn keresztben haladás esetében módosul a támaszerő. [15/19]

III.3.3. Hordmú

- Felfüggesztés

A kerekes páncélozott harcjárművek lehetőség szerinti folyamatos talajkapcsolatának fenntartására a merevhidas, illetve a független felfüggesztési hordmú megoldások terjedtek el.

A közös tengelyű kerekeket – az áttételi hajtóművet és a differenciálművet magába foglaló – tengelytest ún. híd kapcsolja össze. A kerekek a felépítményhez a tengelytest felfüggesztésén keresztül párosával kapcsolódnak.

A kialakítás előnyei:

- sérülésállóbb kialakítása;
- kanyarulatban a páncéltestet kifelé billentő nyomatéki kar kisebb.

Hátrányai:

- a szabad hasmagasságot csökkenti;
- a rugózatlan tömeget növeli;
- egyik kerék akadályra futásakor jelentősen megemelkedik a páncéltest.

A merev híddal szemben a független felfüggesztésű hordmú az egyes kerekek egymástól függetlenül szabad emelkedését teszi lehetővé lengőkarok útján. Jellemzően ezeknél a kerékkihajtás és a differenciálmű a rugózott páncéltesttel együtt mozog – csökkentve rugózatlan tömeget.

A független felfüggesztés előnyei:

- egyik kerék buckára lépéskor a páncéltest helyzete nem változik, azaz rossz úton kevésbé ráz;
- kisebb a rugózatlan tömeg.

Hátrányai:

- szerkezete bonyolultabb, karbantartása drágább;
- kanyarulatban a páncéltest hajlamos a megdőlésre. [16/51–87]

A lánctalpas harcjárművek felfüggesztése hasonló a kétoldali független kerékfelfüggesztéshez. Ebben azonban az oldalanként közös lengést biztosító himbakocsis kialakítás háttérbe szorulásával az egyes kerekek külön lengőkaron vannak függetlenül ágyazva.

- Rugózás

A kerekek és a páncéltest között a rugózás létesíti a kapcsolatot. Kerekes páncélozott harcjárműveknél a kerekek rugózására szokásosan fél elliptikus laprugó-kötegeket, vagy tekercsrugókat alkalmaznak. Előbbi megoldás a merevhidas felfüggesztésre jellemző. A berugózás során, az egymáson elmozduló laprugók közötti súrlódás a csillapítás jelentős hányadát is végzi. A független kerékfelfüggesztésre jellemző tekercsrugó minden esetben kiegészül a lengéscsillapítóval.

A lánctalpas harcjárművek jellemzően független felfüggesztésű kerekei egyenként rugóztak lap-, tekercs-, torziós- vagy hidropneumatikus rugókkal.

A kötegekben szerelt laprugókat szokásosan a páncéltesten kívül egy-kettő futógörgőnként, vagy több futógörgőt magába foglaló görgőkocsinként alkalmazzák. A tekercsrugókat a páncéltesten kívül és belül egyaránt elhelyezhetők. A lengőkarokhoz kapcsolt torziós rugózást a páncéltesten kerekenként keresztülvezetett torziós rudak képezik.

A hidropneumatikus rugózás felépítése összetett. A páncéltestre a kerekek által védett helyen rögzített rugóstagok működtetéséhez olajszivattyú, nyomástároló és nagynyomású hidraulikus rendszer kiépítésére van szükség.

Laprugózás előnyei:

- egyszerű felépítés;
- cseréje viszonylag egyszerű és gyors;
- erősítik a harckocsi oldalvédelmét;

- nem kell külön csillapító elem;
- külön belmagassági igénye nincs.

Hátrányai:

- karakterisztikája lengéskényelmi szempontból kedvezőtlen, a lengési frekvenciája fordított arányban terhelésfüggő;
- csökkenti a páncéltest hasznos szélességét.

Csavarrugózás előnyei:

- egyszerű felépítés;
- cseréje viszonylag egyszerű és gyors;
- erősítik a harckocsi oldalvédelmét;
- külön belmagassági igénye nincs.

Hátrányai:

- mindig kell külön csillapító elem;
- csökkenti a páncéltest hasznos szélességét.

A torziós rugózás előnyei:

- nagyobb rugóutak,
- nagy megbízhatóság és karbantartási igénytelenség;
- cseréje viszonylag egyszerű és gyors, amennyiben a sérülése nem jár töréssel, fészek kifordulással, „ledarálódással”;
- a jó anyagkihasználás, kis tömeg;
- megfelelő lengéscsillapító tulajdonságok.

Hátrányai:

- csökkenti a páncéltest hasznos belmagasságát;
- végállás-ütközők szükségesek;
- az első és hátsó görgők esetén csillapítóelemek szükségesek.

A hidropneumatikus rugózás előnyei:

- nagyobb rugóutak és nagyobb munkafelvevő képesség elérése;
- a rugóelemek tömör és az oldalpáncélhoz kapcsolódó építési módja jobb hozzáférhetőséget biztosít a szét-, illetve összeszereléskor;
- megfelelő lengéscsillapító tulajdonságok;
- a páncéltest süllyesztésével és döntésével a fő fegyverzet emelkedésszög-korlátai kitolhatók.

Hátrányai:

- a termikus, mechanikus és tömítési nehézségek miatt alkalmazásuk kényes;
- csökkenti a páncéltest hasznos szélességét;

- bonyolult szerkezetű;
- munkafolyadékot igényel.

A páncélozott lánctalpas harcjárműveknél a harcászati alkalmazás (belövésből, találatból fakadó sérülések) sajátos igényei miatt – mint a megbízhatóság, a gondozás, a karbantartás, a helyreállítás – a torziós rugózás terjedt el széleskörűen. [23/203–245], [73]

- Csillapítás

A csillapító rendszer feladata, a lengő járműtől energia elvonásával a lengéscsökkentés amplitúdóban és frekvenciában egyaránt.

III.3.4. Motor

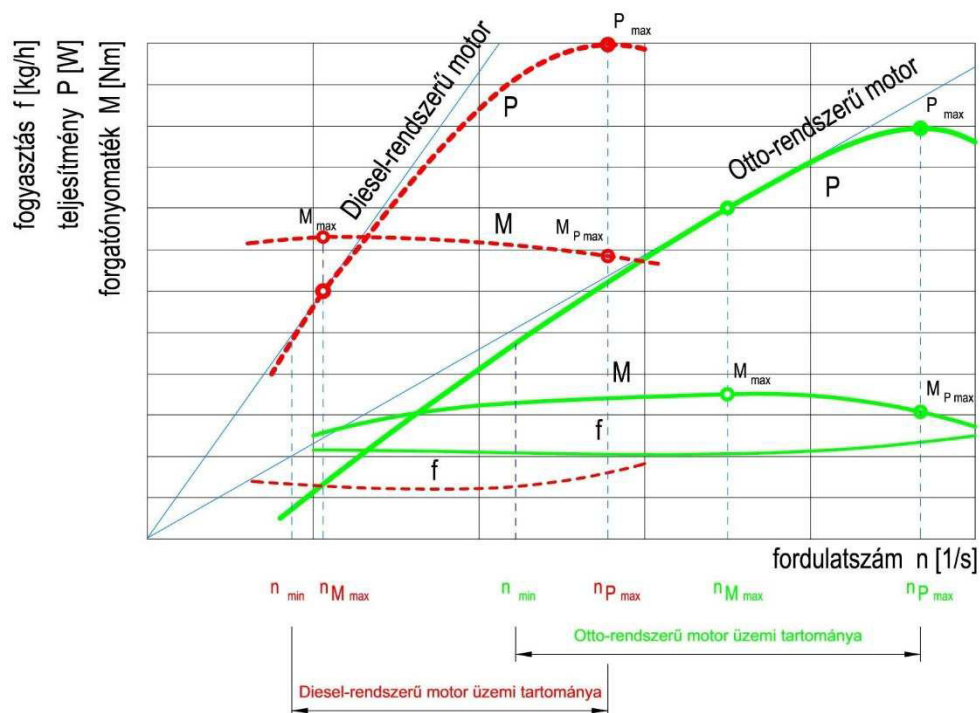
A páncélozott harcjárműmotorok igénybevétele jelentősen eltér a polgári célú járművekbe építettektől. Főbb jellemzői a kialakítás „tömörsege”, illetve a páncélozott harcjármű dinamikusságát mutató tömegre vonatkoztatott fajlagos motorteljesítmény. A páncélozott harcjárművekbe épített erőforrásnak a terepjárás ellenállásai leküzdésén túl, további követelményeknek is meg kell felelnie. Mint például, a szélsőséges időjárásban, éghajlattól függetlenül – akár többféle üzemanyaggal – megbízható üzemelés, tábori körülmények közötti karbantarthatóság, vagy az alacsony hőmérsékletben történő indíthatóság. Mindezekre a hőerőgépek alkalmasak a leginkább.

A folyamatos működésű gázturbinák jelentős erényei a kis teljesítmény–tömeg viszony, egyenletes járás, üzemanyag minőségre érzéketlen, közvetlenül indítható, kisebb helyigényű. Azonban a gázturbina magas hőmérsékleten kibocsájtott égésterméké messziről felderíthető. Rejtőzködéskor nagyobb teljesítményigényű hűtése mellett ellehetetleníti a deszantot, a kíséző gyalogságot. Érzékeny a beszívott levegő minőségére (pormentesség), gyártása és üzemben tartása nagyon jó minőségű, költséges anyagokat, valamint fejlett ipari háttérrel igényel. Elterjedését korlátozza fajlagosan magas üzemanyag-fogyasztása. [61], [71]

A szakaszos működésű (dugattyús) hőerőgépek legelterjedtebb változatai az Otto-rendszerű szikragyújtású, és a dízel rendszerű sűrítéssel öngyulladású ún. belsőégésű motorok. A kétfajta motor üzemi jellemzőit bemutató 22. ábra összehasonlító módon tartalmazza nyomatékuk, teljesítményük és fogyasztásuk jelleggörbéit.

A benzin- és dízelmotorok eltérő működési elve jellegzőbbéik különbözőségében is mutatkozik. A dízelmotor forgatónyomatéki M és vele teljesítmény P görbéje kisebb fordulatszám-tartományt fed le. Csökkenő fordulatszámok felé kevésbé nő a nyomatéka. Így a vontatásra hasznosítható nyomatékváltozása is szűkebb tartományban aknázható ki, kevésbé „rugalmas”, mint a benzinmotor. Azaz a nagyobb „fordulattávolságú” motor M_{max} felé növekedő nyomatéka hatékonyabb visszagyorsulással ellensúlyoz, rugalmasabb.

Így, a benzinüzemű motorok nyomatéki és fordulatszám rugalmassága kedvezőbb, mint a gázolajüzemű motoroké. [27/214–216] Jelentésével a motor hirtelen terhelésváltozása (akadályra fellépés) esetén visszaváltás nélkül rendelkezik annyi nyomaték-tartalékkal, amennyi lehetővé teszi az akadály leküzdését.



22. ábra. Otto- és dízel rendszerű motorok üzemi jellemzői a fordulatszám függvényében

Jelölések:

M_{Pmax} – legnagyobb teljesítmény fordulatszámán leadott forgatónyomaték;

n_{Mmax} – legnagyobb forgatónyomatékhoz tartozó fordulatszám;

n_{Pmax} – legnagyobb névleges teljesítményhez tartozó fordulatszám.

(készítette: Kovácsolás Miklós)

A hengerek friss levegővel történő intenzívebb feltöltésére légsűrítő alkalmazása szokásos. Az égéshez szükséges levegőt nagyobb nyomásra sűrítve, nagyobb tömege jut a hengerbe, így több üzemanyag égethető el. A magas vidékek légritka környezete hasonlóan, légsűrítővel ellensúlyozható. Így egy munkakörmű munkája nagyobb lesz. Ezen a módon nagyobb teljesítmény, vagy éppen fajlagosan kedvezőbb tüzelőanyag-fogyasztás érhető el, ahogy esetenként akár a hőterhelés csökkentése is. [13/27–40] Megoldása különböző ún. feltöltési módszerekkel, mint pl. a mechanikus vagy turbófeltöltés szokásos.

A belsőégésű motorok f [kg/ó] fogyasztásának jellemző kifejezése a (11) egyenletből

$$\eta_{\text{motor}} = \frac{P_{\text{főtengely}}}{\frac{P_{\text{égés}}}{f \cdot H}} = \frac{P_{\text{motor}}}{f \cdot H} \quad (26)$$

Benne a $P_{\text{égés}}$ fűtőtéljesítményt az idő múlásával felhasznált üzemanyag-mennyiség f [kg/h] mértékében elégetett H [Wh/kg] fűtőértékű üzemanyag létesíti. Ebből következően a motor fogyasztása:

$$f = \frac{P}{\eta_{\text{motor}} \cdot H} \text{ [kg/h]} \quad (27)$$

A motorhatásfok magában foglalja a töltési, a légfeslelegből adódó termikus, áramlási és mechanikai veszteségeket. [58] Mivel terepen mozgó járműveknél a vontatási ellenállás szinte sohasem állandó, így az üzemanyag-fogyasztás csak mérésrel határozható meg pontosan.

Igaz, a benzinmotor viszonylag kisméretű és tömegű, a dízel igénybevételei nagyobbak, robosztusabb felépítésű, mégis a második világháború végére egyértelműen bebizonyosodott a dízelmotor alkalmazásának előnye a harcjárművekben az Otto-motorral szemben. Az ok a dízelmotorok fejlődő gyártástechnológiájában, kedvezőbb fogyasztásában (nagyobb hatótávolság), nagyobb nyomatékában és a kevésbé gyúlékony üzemanyagban keresendő.

A gázturbina és a dízelmotor előnyeit kiaknázó kombinált – dízelmotor és egy gázturbina összekapcsolása – megoldás gazdaságos fogyasztást és nagy mozgékonytságot eredményez. A harcjárművet alaphelyzetben a dízelmotor hajtja, harc helyzetben a gázturbina veszi át a szerepét. (Strv-103)

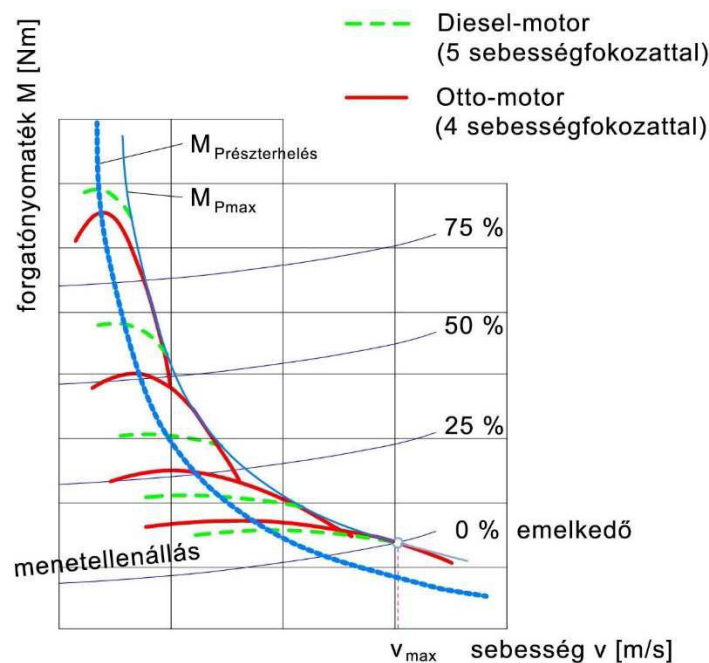
A fejlesztés új iránya lehet a már régen ismert hibrid hajtás, amely két energia-átalakítóból (belső égésű motor, villanymotor) és két energiatárolóból (üzemanyag-tartály, akkumulátor) áll. A párhuzamosan kapcsolt hibrid hajtás esetén vagy a belső égésű vagy a villanymotor képes önállóan hajtani a harcjárművet. A sorba kapcsolt hibrid hajtás esetén a belső égésű motor csak a generátort hajtja, és a termelt elektromos áram a kerekeket meghajtó villanymotort táplálja. A vegyes rendszerű hibrid hajtás esetén a belső égésű motor jó hatásfokú üzemi tartományban közvetlenül hajtja a harcjárművet. Alacsony sebességnél a belső égésű motor kikapcsol, és az elektromos motor hajtja a harcjárművet. Lassításkor az elektromos motor generátorként működik, és a mozgási energiát elektromos árammá alakítja, ami az akkumulátort tölti. Indítási gyorsulásnál nagyobb forgatónyomatéka okán villanymotor

hajtja a járművet. A legnagyobb gyorsulásnál a két motor egyszerre hajt. Álló helyzetben a belső égésű motor lekapcsol. A tisztán elektromos motorú üzem az akusztikai és infravörös hatást a kipufogó-, illetve a hűtőlevegő rendszer környékén szinte a nullára csökkenti, növelve a védettséget. Megjegyzendő, hogy a kerécsapágyak és fékek árulkodó infravörös hatása ezek mellett változatlan. További lehetőségeket rejt magában a hibrid hajtáslánc az elektromos rendszerekkel támogatott tüzéségi eszközök fejlesztése területén, mint például a termál-elektrokémiai lövegek. [61], [74]

III.3.5. Hajtáslánc

- Sebességváltó

A motor korlátozott üzemi fordulatszám-tartományát a mindenkori járműsebességhez igazodó sebességváltó fokozatai illesztik a jármű elvárt sebességéhez. Ennek értelmében, ideális esetben a mindenkori motornyomaték egybeesik az elvárt hajtónyomatékkal. Megvalósítása az egyes hajtóműfokozatokkal létesíthető járműsebesség-tartományban csak engedményekkel lehetséges. A 23. ábra a járműsebesség függvényében ábrázolja a vonóerőszükségletet, illetve a növekvő menetellenállást. Különböző színekkel jelennek meg a Diesel-, illetve az Otto motorok jellemzőiből adódó hajtóműáttétellel módosított motornyomaték görbék.



23. ábra. Menetdiagram, a vonóerő és a menetellenállások a sebesség függvényében, változó hajtómű-áttételeknél (készítette: Kovács házy Miklós)

Egy-egy fokozaton belül a fordulatszámot a felső határáig gázadással lehet szabályozni. Afelett viszont váltani kell egy nagyobb áttételi fokozatra, közelítve az eszményi vontatási görbét (kék). Megvalósítása az erőforrás és a sebességváltómű közötti nyomatékátadást szolgáltatató főtengelykapcsolóval és a sebességváltó berendezéssel történik. A váltás történhet a motor leválasztásával a hajtóműről fokozatonként, mechanikus (súrlódásos) tengelykapcsolókkal, hidrodinamikus, vagy viszko tengelykapcsolókkal.

A tengelykapcsolóból és mechanikus sebességváltóból felépülő mechanikus erőátvitel egyszerű és jó hatásfokú, azonban az áttételi arány csak fokozatonként, időigényes sebességváltással váltható.

A hidrodinamikus nyomatékváltóval kiegészített mechanikus erőátvitel (hidromechanikus erőátvitel) folyamatosan és automatikusan változtatja az áttételi arányt az adott vonóerő-szükségletnek megfelelően.

Egyes harcjárművek, jellemzően harckocsik magas fokú helyreállíthatósága céljából a hajtóműveket (motor, sebességváltó, hűtő) jellemzően egy blokkban építik meg. Ez a csereidők lerövidülését és a jobb helykihasználást segíti elő.

- Differenciálmű

A kiegyenlítő hatású differenciálművek alkalmazása nélkülözhetetlenek mind az egyedi kerékhajtásoknál, mind a tengelyhajtások esetében.

Lánctalpas hajtásoknál a differenciálmű a kormányozás egyik alapvető szerkezete.

- Osztómű

A terepjáró kerekes páncélozott harcjárműveknél az egyes tengelyekre szánt hajtónyomatékot az osztómű különíti el. Gyakori a differenciálművel, közbenső sebesség-, illetve irányváltóval történő egybeépítése is, például a gyorsító, vagy terepfokozatok. Továbbá ezzel történik bizonyos segédhajtások ellátása, mint a csörlőmű és a vízszugárhajtómű meghajtása. Az osztóműben valósul meg az összkerékhajtás kapcsolása is.

- Kerék kihajtás

Kerekes páncélozott harcjárműveknél elterjedten alkalmazzák a további lassító áttételt tartalmazó hajtóművet. A hajtáslánc utolsó eleme a merev hídba, vagy közvetlenül a kerékagyba van építve. Kedvező kialakításával a szabad hasmagasságot is növelheti.

A változatos terepen közlekedő kerekes harcjárművek fékezésére alkalmazható a „motorfék”, illetve az üzemi fék kímélése érdekében az erőátvitel részét képező – jellemzően a – kardántengelyre szerelt ún. retarder egység is. Működése során, kivételnek megfelelően a közvetítőközeg viszkozitása, vagy a generált elektromágneses erőter miatt a forgórész lelassul, és a hajtást továbbító kardántengelyen fékezőhatást vált ki.

III.4. Következtetések – a páncélozott harcjárművek mozgékonyágát meghatározó tényezők rendszerezése

1. A mozgékonyágát meghatározó fő tényezőket bemutató 4. táblázatban műszaki irányból közelítettem meg a mozgékonyágát érintő katonai kérdéseket. Azokból következően, meghatároztam a mozgékonyág növelését célzó beavatkozási lehetőségeket.
2. Elkészítettem a kerekes és a lánctalpas páncélozott harcjárművek alkalmazási területeinek határát meghatározó 13. ábrát. A diagram a terepi mozgás–össztömeg–menetidő összefüggéseit vizsgálva kínál egyszerűen értelmezhető, grafikus választ a mikor kerék?, mikor lánctalp? kérdésre, a rendeltetés, valamint az éghajlati és égövi viszonyokat is figyelembe véve. A diagramok által kijelölt alkalmazási tartományok segítséget nyújtanak a döntéshozóknak a kitűzött rendeltetésnek megfelelő futóművű páncélozott harcjármű kiválasztásához.
3. A mozgékonyágát oly célból tanulmányoztam, hogy a használatban lévő GMP–95-ös mozgékonyági modell vizsgálati szempontjai kiegészíthetők-e további, a mozgékonyágra nagy befolyással bíró jellemzőkkel. Ennek eredményeként a fejezetben tárgyalt páncélozott harcjárművekre vonatkozó önjárást, valamint a mozgékonyágát meghatározó tényezőket és az azokat befolyásoló jellemzőket a 7. összefoglaló táblázatban mutatom be. A páncélozott harcjárművek mozgékonyág-vizsgálati módszerét illetően arra a következtetésre jutottam, hogy a jármű mozgékonyágát alapvetően műszaki és katonai szempontok szerint kell megítélni. Azokon belül a műszaki vonatkozások a mozgékonyágát megvalósító szerkezeti megoldásokra, a katonai vonatkozások a haditevékenységek mozgékonyágának szintjeire bonthatók. Mindkét szempontrendszer esetén felsoroltam a mozgékonyág vizsgálatánál figyelembe veendő viselkedéseket és az azokat befolyásoló jellemzőket.

A lánctalpas és kerekes harcjárművek felépítése jelentősen eltér egymástól, mégsem különíthetőek el élesen az eltérő futóműfajtákra jellemző, meghajtástól függő mozgékonyágát befolyásoló tényezők. A futómű mozgékonyágát befolyásoló elemeinek viselkedése a futómű és a kormányzás tekintetében kettéválk a kerék, illetve a lánctalp mentén.

Az eszköz harcászati mozgékonyágával szemben támasztott igényeket a járműnek szánt rendeltetés, azaz a feladatának ellátásához szükséges terepi mozgás mértéke befolyásolja. Ezért nagy hangsúlyt kap a talaj nyomó-, illetve nyíróerővel szembeni teherbírása, a legnagyobb vonóerő-átadás és lebegtetés megvalósulása, valamint a rendeltetésnek

megfelelő terepprofil (mikro-, makroakadályok) meghatározása. Fontos tényező az eszköz által hordozott tüzérő nagysága, illetve a katonák száma. A hadműveleti mozgékonyaságnál figyelembe kell venni az eszköz egy feltöltéssel megtehető útját, valamint annak idejét. A hadászati mozgékonyaság vizsgálatánál nagy hangsúly tevődik a páncélozott harcjármű nagy távolságokra történő szállíthatóságára.

4. Összefoglalva, a páncélozott harcjárművek mozgékonyaság szempontú kiválasztási, értékelési módszerének –a GMP–95 vizsgálati szempontjait meghaladó – első lépése célszerűen a rendeltetésnek megfelelő terepi mozgás mértékének kijelölése, a terep és a harcjármű-tömeg együttes meghatározójaként a lánctalp, vagy kerék választása. Az értékelés második lépése a GMP–95 mozgékonyasági modell vizsgálati szempontjait kibővítve, a mozgékonyaságot megvalósító szerkezetek viselkedését befolyásoló jellemzők szerint történhet.
5. Így, a 13. ábrán bemutatott diagramok és a 7. táblázat tényezői alapján az alkalmazók a felsorolt tulajdonságok szerint értékelhetik, a döntéshozók összehasonlíthatják eszközeiket a mozgékonyaság mentén egyszerű pontozási táblázat módszerével.
6. A megfelelő többszempontú döntés-előkészítő eljárások alkalmazásával egységes és komplex összevetés, minősítés végezhető el. Ezért a IV. fejezetben a döntés-előkészítő eljárások alkalmazásával állapítom meg a páncélozott harcjárművek mozgékonyaság szerinti sorrendjét.

Mozgékonyág - Műszaki vonatkozások					
Szerkezet			Viselkedése	Jellemzői	
A meghajtás mozgékonyágot befolyásoló elemei	Erőforrás		üzemmód, üzemanyagigény, indíthatóság, elhelyezkedés, térfoglalás, hozzáférhetőség, javíthatóság, hűtés	P/n, M/n, fajlagos motorteljesítmény	
	Erőátvitel		elhelyezkedés, térfoglalás, kezelhetőség, hozzáférhetőség, javíthatóság	mechanikus, hidraulikus, pneumatikus, villamos, vegyes	
A futómű mozgékonyágot befolyásoló elemei	Futómű	Járómű	kerék	lebegtetés, vonóerő átadás, rugózatlan tömeg, alkalmazkodás a változó terepviszonyokhoz	kerékajtás (összes, megosztott), kerekek száma, átmérő, szélesség, abroncs fajtája, rugóállandója, nyomtáv, tengelytáv
			lánctalp	lebegtetés, vonóerő átadás, rugózatlan tömeg, lánctagok és kapcsolódásuk, helyes láncfutás, alkalmazhatóság a változatos terepviszonyokra	kihajtás-, lánckerék elhelyezése, lánckerék mérete, lánctalp talajfekvési hossza, futó-/vezetőkerekek (átmérő, szélesség, száma, kialakítása) lánctalp (szélesség, típus (összekötő szemes/csuklós, csapos/tarajos)) lánccsap (rögztése, ágyazása) lánckerék-fogak száma és láncszemek száma
		Hordmű	felfüggesztés	terepkövetés	kerekenként, tengelyenként független (merev tengely), mérleghimbás, lengőkaros, rugózatlan tömeg nagysága
			rugózás	lengéskép	rugózás fajtája (lap, csavar, torziós, hidropneumatikus, vegyes), rugóállandója, rugóút hossza (statikus, teljes)
	csillapítás		hatékonyság	lengéscsillapítók csillapítási tényezői	
	Kormányzás	fék	működés megbízhatósága, rugózott tömeg vonatkozás	mechanikus, hidraulikus, pneumatikus, villamos, vegyes, tárcsa, dob, szalag	
		kerék	kanyarodó képesség	kormányozott kerekek száma, legkisebb fordulókör sugár	
	lánctalp	kanyarodó képesség	lánctalp felfekvési hossz/nyomtáv arány		
Teljes harcjármű			stabilitás	Méretek: hossz, szélesség, magasság, homlokfelület, térfoglalás, első-, hátsó terepszög, szabad hasmagasság, első-, hátsó kinyúlás, legnagyobb akadálycsúcsszög, hídmagasság	
			dinamika	Menetadatok: V_{max} , $V_{mászó}$, hatótávolság műúton és terepen, lejtőmászó képesség, oldaldőlés	
			sokcélúság	Tömegadatok: össztömeg, tengelyterhelés, üzemanyag-kiszabat	
Mozgékonyág - Katonai vonatkozások					
Szinjte			Viselkedése	Jellemzői	
harcászati			Rendeltetés-mozgási szabadság	a talaj teherbíró képessége, nyírószilárdsága, kohéziója és belső súrlódási tényezője, talajt borító növényzet minősége, talaj-kerék/lánctalp közti tapadás (szlip), gördülési ellenállás, fajlagos talajnyomás	
			Makroakadály-leküzdő képesség	árokáthidaló képesség, gázlóképesség, lépcsőmászó képesség, úszóképesség → OMN kereszt-, illetve hosszirány, megy-nem megy	
			Mikroakadály-leküzdő képesség	referencia terepprofilokat leíró valószínűségi függvények → modellezett lengésgyorsulások, legnagyobb sebesség, átlag üzemanyagfogyasztás	
			Személyzet	kezelők száma, szállított katonák száma, szállított katonákra fajlagosított tömeg és szállított katonákra fajlagosított térfoglalás	
hadműveleti			Hordozott tüzérvő	tüzérvőre fajlagosított tömeg, tüzérvőre fajlagosított térfoglalás	
hadászati			hatótáv	terepszakasz leküzdésének ideje, átlagsebesség, üzemanyag típus, átlagfogyasztás	
			szárazföldi, vízi, légi szállíthatóság	térfoglalásra fajlagosított tömeg, tömegre vonatkoztatott fajlagosított térfoglalás	

IV. TÖBBSZEMPONTÚ VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGA PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEK ÖSSZEVETÉSÉRE

A kiválasztás, összehasonlítás alapja a célok, feladatok tisztázása, az új eszköz rendeltetésének meghatározása. Az összehasonlítás elvégzésekor arra keressük a választ, hogy kettő, vagy akár több eszköz közül melyik alkalmasabb a tervezett feladatkör betöltésére. A haditechnikai eszközök összehasonlítására alkalmazhatók a közgazdaság egyéb területein használatos többszemponos döntés-előkészítő módszerek. Két hasonló, akár megegyező rendeltetésű haditechnikai eszköz közötti választás az azokat jellemző számos tulajdonság miatt többszemponú döntési probléma. Összehasonlításuk esetén a többszemponos döntésemélet alábbi elemei azonosíthatók:

- alternatíva: egy kiválasztható komplex rendszer, mint például a haditechnikai eszköz;
- döntéshozó: a választásra hivatott személy;
- szempont: a haditechnikai eszközök minősítésére szolgáló jellemzők;
- súlyszám: az egyes szempontok fontosságát jelző szám;
- döntési kritérium: olyan szabályok együttese, amely lehetővé teszi a komplex rendszerek összehasonlítását. [9/8–9], [18/56–57], [33J/18-20]

A többszemponú döntéseméleti módszerek segítségével komplex rendszerek összemérése, rangsorolása lehetséges. Ezek az eljárások nagy horderejű és jelentős pénzügyi forrásokat igénylő tevékenység folyamán felmerülő kérdésekre adhatnak választ. Például, új páncélozott harcjárművek beszerzése során a kínálatból kiválasztandó legmegfelelőbb eszköz megnevezésére már bizonyítottan választ tudnak adni.

A haditechnikai eszközök, mint komplex rendszerek összehasonlítása során katonai, műszaki és pénzügyi fő szempontokat kell figyelembe venni. A 8. táblázat egy terepjáró harcjármű kiválasztásának szempontrendszerét mutatja be. Jól érzékelhetően a fő szempontok első-, másod- és akár harmadrendű alszempontokból épülhetnek fel. Mi több, az egyes alszempontok között található olyan összetett jellemzők, amelyek további szerteágazó tulajdonságokkal rendelkeznek. Segítségükkel az adott szempont nagyobb pontossággal mérhető. Ezzel az alszempontok száma olyan nagy lehet, amely már ellehetetleníti az összemérést. Ugyanakkor az alszempontok sokasága miatt alkalmazhatók az egyes fő szempontokra is a komplex rendszerekre vonatkozó szabályok. Így maguk is önálló komplex

rendszerként vizsgálhatók tovább a mind pontosabb összehasonlítás céljából. Ezért a 8. táblázatban látható páncélozott harcjármű, mint komplex rendszer szempontrendszerében a fő szempontok egyenként is önálló komplex rendszerként kezelhetők a többszintű és számos jellemzőt tartalmazó alszempontok miatt.

Páncélozott harcjárművek kiválasztásának szempontrendszere [8/14–15] 8. táblázat

Fő szempontok	Alszempontok első szintje	Alszempontok második szintje	
Katonai	Mozgékonyság	sebesség	
		gyorsulás	
		akadályleküzdő képesség	
		hordozhatóság	
		manőverezőképesség	
		teljesítmény	
	Tűzerő	Tűzerő	alkalmazható tűzvezető rendszer
			felderítőképesség
			lővedék- és rakétatípusok alkalmazása
			pontosság
			tűzgyorsaság
	Védettség	Védettség	páncélvastagság
			geometria
			álcazhatóság
			felderíthetőség
			jelkiszugárzás mértéke
túlélőképesség			
Rendszeresítés kockázata	Rendszeresítés kockázata	harci és üzemeltetési tapasztalatok	
		gyártó	
		szövetségi hovatartozás	
		...	
Kiképzés	Kiképzés	feltételeinek kialakítása	
		időtartama	
		anyagszükséglete	
		...	
Műszaki	Ergonómia	...	
	Megbízhatóság	...	
	Korszerűség	...	
	Tárolhatóság	...	
	Javíthatóság	...	
	Környezetvédelem	...	
Pénzügyi	Beszerzés	költségek	
		fizetési feltételek	
		...	
	Fenntartás	tárolás	
		amortizáció	
		garancia	
...	...		

(kiegészítette: Kovásházy Miklós)

Ezzel egy páncélozott harcjárművet, mint az alszempontok sokaságát tartalmazó komplex rendszert célszerű alrendszerekre bontani a jobb kezelhetőség, a pontosabb összemérés miatt. Így összehasonlítás céljából külön vizsgálhatók a katonai szempontok és azon belül a

mozgékonyági alszempontra, mint önálló rész-komplex rendszer. Ezt a felvetést igazolják a hazai és a külföldi szakirodalomban egyaránt megtalálható mozgékonyági minősítő vizsgálatok. [17, 30, 31, 33A, 40, 49, 50, 51, 59, 62, 68] A 8. táblázatban található szempontokat a 7. táblázatban összegyűjtött mozgékonyágat meghatározó tulajdonságokból készített szempontrendszerrel kiegészítve, a páncélozott harcjárművek – már a mozgékonyág szerint önállóan, mint rész komplex rendszer – többszempontrú döntésméleti módszerekkel összehasonlíthatóvá válhatnak.

IV.1. A többszempontrú döntési modellek

Több eszköz közül az a jobb, amelyik a tulajdonságok vizsgálata szerint összességében jobb. A többszempontrú döntési modell az egymáshoz viszonyított fontosságú vizsgálati szempontok szerint rangsorol. Azok egymástól eltérő fontossága súlyszámok segítségével fejezhető ki. Nagyságuk a szempontok fontosságát fejezi ki. Az a legjobb haditechnikai eszköz, amelyik a súlyozott vizsgálati szempontok alapján összességében a legjobb. [8/3]

A többszempontrú döntések folyamata

- A döntéshozó azonosítása során a döntéshozói csoportban meghatározandó az egyes személyek súlya és befolyása.
- A problémakör és a célok meghatározása során azonosítandó az összehasonlítás célja, amely lehet kiválasztás, vagy összemérés. A pontatlanul megfogalmazott célok félrevezető eredményeket adhatnak.

Kiválasztás esetében a nem teljesen azonos képességekkel rendelkező eszközök közül a legmegfelelőbb vagy a legrosszabb (kivonási prioritás) megjelölése történik egy adott feladatkörre. A feladatkör szempontjából legmegfelelőbb alternatíva a kisebb vagy nagyobb mértékben eltérő tulajdonságokból származó előnyök és hátrányok elemzésével határozható meg.

Összemérés a harcászati feladatok kidolgozásakor mutatkozik. Szükségesek olyan mutatószámok, amelyek segítségével meghatározható a saját és az ellenséges haditechnikai eszköz harci lehetőségei közötti eltérés nagysága.

- Az erőforrások számbavételéhez szükséges a személyi és az anyagi fedezet azonosítása. Az eredmények hitelességét, pontosságát, szakszerűségét jelentős mértékben befolyásolja a ráfordítások mértéke. Meg kell vizsgálni, hogy

összeállítható-e a megfelelő létszámú, megfelelő ismeretekkel rendelkező külső, illetve saját szakértőkből álló bizottság a feladat elvégzéséhez. Számba kell venni, hogy milyen eszközöket és adatgyűjtést igényel a vizsgálat, valamint milyen döntési és statisztikai módszerek használhatók fel az összehasonlítások elvégzésére.

- Az értékelendő alternatívák halmazának meghatározása során ki kell jelölni a vizsgálandó eszközöket. Például, új eszköz fejlesztése vagy beszerzése esetén a meglévő eszközt össze kell hasonlítani a lehetséges ellenfél, egy korszerű, továbbá egy meglévő eszköz korszerűsítése után létrejövő eszközzel. Az így elvégzett összehasonlítás igazolhatja, vagy elvetheti a váltás szükségességét. A saját eszköznek alapvetően az ellenségesnél kell jobbnak lennie. Ha nincs ellenséges eszköz, aminek segítségével az összehasonlítás elvégezhető, akkor az értelmetlenné válhat.
- Az értékelési szempontok meghatározásakor a legfelsőbb döntéshozó céljait fő szempontokra (katonai-felhasználói, műszaki-üzembentartói, pénzügyi, gazdasági), azokat részszerpontokra, majd a részszerpontokat esetenként alszerpontokra, ún. levélszerpontokra kell bontani. Ezek, a kérdéses haditechnikai eszköz meghatározott jellemzőinek segítségével, már összemérhetők egymással. A szempontok halmazainak teljesnek kell lenniük. Egymást nem fedhetik át. A teljesség elve általában növeli a szempontok számát. Ugyan akkor figyelembe kell venni, hogy minden egyes új szempont csökkenteni fogja a meglévők fontosságát. Így tizenkettőnél több szempont alkalmazása csak rendkívül ritka és indokolt esetekben javasolt. Az egyes gyártók által kínált műszaki megoldások ismeretében a szempontokat felhasználói oldalról kell megfogalmazni. A felhasználói követelmények teljesítésének műszaki megvalósítási módja használható értékelési szempontként, mert ismerjük valamennyi lehetséges módozatot, és rendelkezünk annyi műszaki ismerettel, hogy megfelelő szempontok szerint tudjuk értékelni. Amennyiben egy felhasználói igényt, követelményt, vagy funkciót több műszaki megoldással lehet teljesíteni, úgy azok várhatóan más minőségben, költségen, illetve fejlettségi színvonalon látják el az adott feladatot. Ezzel az összehasonlítás pontosságága növekedhet.
- A szempontok mérhetőségének meghatározása történhet szubjektív ítéletek, illetve objektív paraméterek segítségével. Az előbbi lejátszódhat szakértők bevonásával, egy meghatározott skála segítségével, szempontonkénti pontozással vagy egy másik eszközhöz képesti megítéléssel. Utóbbi esetben a szempontok pontosabban

mérhetőek lehetnek. Amennyiben paraméterek segítségével lehet mérni a szempontot, úgy a paraméter mellett meg kell határozni az ide tartozó, ún. hasznossági függvényt. Azonban a szempontok általában összetett tulajdonságokat megtestesítő jellemzők, amelyekhez nehéz keresni olyan függvényt, amely a képességeket pontosan visszatükrözi.

- A szempontok súlyozása fontos lépés, mert a vizsgálati szempontok egymáshoz viszonyított fontossága eltérő lehet. A súlyozás történhet páros összehasonlításokkal és közvetlen becslésekkel. A súlyozás módja jelentősen befolyásolja az eredmények pontosságát.
- A megfelelő döntési modell kiválasztásához a többszemponos döntéselmélet számos, különböző döntési helyzetekre kifejlesztett eljárást kínál. Ezek maguk is különböző tulajdonságokkal rendelkeznek, melyek meghatározzák alkalmazhatósági területüket. Azaz valójában, az adott feladatra a megfelelő módszer kiválasztása is egy többszemponos döntési feladat. A döntési modell kiválasztása a döntéshozói célok és a rendelkezésre álló erőforrások szerint történik. A módszer kiválasztására befolyással van az alkalmazható szakértők száma, az informatikai háttér és a döntés környezete. [8/3], [9/9–10], [32/596], [33J/18-20]

Az alábbiakban három korszerű, széles körben alkalmazott és a haditechnikai eszközök összehasonlítására alkalmas eljárást mutatok be az ún. SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – Erősségek, Gyengeségek, Lehetőségek, Veszélyek) analízis segítségével. Az elemzés során megállapított belső befolyásolható tulajdonságok (erősségek, gyengeségek), illetve külső, nem befolyásolható tényezők (lehetőségek, veszélyek) ismeretében választható(k) ki a döntéshozói környezethez legjobban illeszkedő összemérési módszer(ek).

IV.2. AHP (Analytic Hierarchy Process)

Az Analytic Hierarchy Process eljárással az egyes alternatívák páros összehasonlítása során az egymáshoz viszonyított eredő tulajdonságok kiszámítása történik. Igaz, összetett számítások elvégzését igényli és megfelelően felkészült szakértői csoportot feltételez, mégis a módszer lehetővé teszi a döntési feladatok logikus rendszerbe foglalását.

A számítások eredményei az eszközökhöz rendelt olyan pontszámok, amelyek kifejezik az egymáshoz, vagy egy kiválasztott eszközhöz viszonyított képességek nagyságát. Ezáltal arányskála szintű eredmények nyerhetőek ki. [8/28–29], [20/20–44]

Az AHP eljárás SWOT elemzése [8/28]

9. táblázat

AHP eljárás SWOT elemzése			
Erősségek	Gyengeségek	Lehetőségek	Veszélyek
Arányskálaszintű eredmények.	A többi módszerhez képest jelentős matematikai apparátus szükséges.	Szubjektíven mérhető szempontok alkalmazása.	Szubjektív eredmények. Ennek elkerülése érdekében, ha sok a szubjektíven értékelhető szempont, akkor célszerű több szakértőt alkalmazni.
Információt ad a különbségek nagyságáról, vagyis számítható, hogy az egyik eszköz mennyivel jobb a másiknál.	Az eredmények lényegében páros összehasonlításokból származnak. A páros összehasonlítások elvégzéséhez szakmailag felkészült, ezen felül rendkívül következetes szakértőkre van szükség.	A szakértőnek lehetősége van közvetlenül meghatározni, hogy az egyik eszköz valamely tulajdonsága mennyivel nagyobb egy másikhoz képest. Nem kell hasznossági függvényeket definiálni.	A páros összehasonlítások következetességi igénye magas. Fennáll a kockázat, főleg sok szempont esetében, hogy a kérdőívek eredménytelenek lesznek.
Jól értelmezhető eredmények.			
Érzékenységvizsgálat lehetősége, ami megmutatja az eredmények pontosságát.			

A 9. táblázatban bemutatott SWOT elemzésből kitűnik, hogy a módszer erősségei abban az esetben mutatkoznak meg, amikor a döntési célok megkövetelik a rangsor felállításán túl, az egyes helyezések egymáshoz képesti távolságát. Az érzékenységvizsgálat lehetősége tovább fokozza az összemérés pontosságát. A gyengeségek kiegyenlítésére megoldást nyújt a módszer jelentős szoftvertámogatottsága, amely elvégzi a szükséges számításokat és elősegíti a szakértők következetességének betartását. Az erősségek és a lehetőségek egyidejű jelenléte a jól értelmezhető eredményekben rejlik, amelyek hasznosíthatóságát a műszaki eszközök – mint esetünkben a páncélozott harcjárművek – az objektíven mérhető tulajdonságai adják. Az erősségek mellett a szubjektív eredményekből adódó veszélyek súlya a páncélozott harcjárművek összemérése során csekély, hiszen a szempontok objektíven mérhetők. Szubjektív értékek bekerülése csupán a páros összehasonlítás, illetve a súlyszámok meghatározása során történik. Előbbit a konzisztencia vizsgálat, utóbbit a jól felkészült szakértői csoport összeállítása mérsékelheti. A legfőbb veszélyt a túlzottan sok szempont okozhatja, azonban a körültekintően felépített szempontrendszer és a szoftvertámogatás annak hatását megfelelően képes csökkenteni.

IV.3. PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations)

A PROMETHEE eljárás gyors és egyszerű számításokkal az alternatívák rangsorát képezi. Eredményei az AHP eljáráshoz képest lényegesen kevesebb információval

rendelkeznek, hiába szükséges az eljáráshoz jelentős számú felkészült szakértő. Nem derül ki belőle például, hogy az eredmények közül melyek takarnak közel azonos képességeket, és melyek között van jelentős különbség, így azok további elemzése nehézkes.

A PROMETHEE tehát csak akkor alkalmazható, ha a csekély információtartalmú eredmény elegendő. [8/30] A módszer SWOT elemzését a 10. táblázat foglalja össze.

A PROMETHEE eljárás SWOT elemzése [8/30]

10. táblázat

PROMETHEE eljárás SWOT elemzése			
Erősségek	Gyengeségek	Lehetőségek	Veszélyek
Alkalmas haditechnikai eszközök közötti rangsor meghatározására.	Sorrendi skálaszintű eredmények, vagyis csak sorrendbe helyezi az eszközöket, de nincs információ a különbségek nagyságáról.	Gyors és egyszerű, a többség számára könnyen elvégezhető számítások.	Hasznossági függvényeinek definiálása nehézkes, ezért az eredmények nagymértékben függenek az alkalmazás minőségétől.
Egyszerűen kezelhető matematikai apparátus.	További elemzések lehetősége kicsi.		Nincs lehetőség olyan statisztikai módszer alkalmazására, amely az eredmények helyességére vagy pontosságára vonatkozik.
A számításokhoz MS Office programcsomag elegendő.	Az eredmények információtartalma kevés.		
	Csak olyan levélszempontok használhatók, melyek közvetlenül, objektíven, paraméterek segítségével mérhetők.		
	A szubjektív értékelésre nincs lehetőség.		

Az eljárás erősségei abban a helyzetben mutatkoznak meg, amikor a döntéshez elég egy egyszerű számításokon alapuló, csekély információtartalommal bíró rangsor felállítása. A gyengeségek nem zavaróak olyan döntési környezetben, ahol objektíven mérhető tulajdonságokkal rendelkező műszaki eszközök összemérése történik további elemzés igénye nélkül. Az erősségek és a lehetőségek egyidejű jelenléte a gyorsan és egyszerűen elvégezhető számításokban rejlik. Azonban az erősségek eltörpülhetnek a veszélyek mellett, mivel a nehézkesen meghatározható hasznossági függvények nagy befolyással vannak az eredményekre, továbbá az eredmények pontossága nem mérhető.

IV.4. Kesselring

A termék összehasonlítására, a gépipari termékek, illetve a komplex rendszerek összemérése kifejlesztett módszer a műszaki paramétereket (értékelési tényezők) arány- vagy intervallumskálán méri. Azáltal, hogy az egyes szempontok objektíven mérhetők, olyan alternatívák összemérésénél használatos, amelyek esetében nincsen meg a megfelelő számú, vagy megfelelően felkészült szakértő. Az egyszerű számítások eredménye egy eszményi

alternatívához viszonyított sorrendi skála, amely az egyes alternatívák egymáshoz mért távolságát nem mutatja be. [12/76–79, 111/24-29]

A KESSELRING eljárás SWOT elemzése

11. táblázat

KESSELRING eljárás SWOT elemzése			
Erősségek	Gyengeségek	Lehetőségek	Veszélyek
Egyszerűen kezelhető matematikai apparátus.	Csak olyan levélszempontok használhatók, melyek közvetlenül, objektíven, paraméterek segítségével mérhetők.	Gyors és egyszerű, a többség számára könnyen elvégezhető számítások.	A rendszerek preferencia-sorrendjének megállapításához nem egymáshoz, hanem egy ideális rendszerhez viszonyít.
A számításokhoz MS Office programcsomag elegendő.	Alkalmazásához intervallum-, illetve arányskálán mért szempontokra van szükség.	A szakértőnek lehetősége van közvetlenül meghatározni, hogy az egyik eszköz valamely tulajdonsága mennyivel nagyobb egy másikhoz képest. Nem kell hasznossági függvényeket definiálni.	Az ideális rendszer egyértelmű meghatározása jelenti a legnagyobb nehézséget.
Jól értelmezhető eredmények.	Az átlagos, középsterű tulajdonságokkal rendelkező termék azonos értékűnek mutatkozik azokkal, melyeknek egyes paraméterértékei kiválóak, mások viszont rosszabbak az átlagnál.	Az eljárás már alkalmas preferencia-sorrend felállítására és a legjobb alternatíva kiválasztására.	
Nincs szükség nagyszámú szakértőre.	Nem ad információt a különbségek nagyságáról, vagyis arról, hogy az egyik eszköz mennyivel jobb a máséknál.	Figyelembe vehető az egyes szempontok fontossága.	

(készítette: Kovács házy Miklós)

A módszer erősségei a 11. táblázatból jól kiolvashatóan abban az esetben mutatkoznak meg, amikor a döntéshez elég egy egyszerű számításokon alapuló, jól értelmezhető és további elemzések lehetőségét magában hordozó rangsor felállítása. A gyengeségek nem zavaróak olyan döntési környezetben, ahol objektíven mérhető tulajdonságokkal rendelkező műszaki eszközök összemérése történik. A gyengeségek kiegyenlítésére megoldást nyújt a kisszámú, felkészült, következetes szakértő alkalmazása. Az erősségek és a lehetőségek egyidejű jelenléte a gyorsan és egyszerűen elvégezhető számításokban és a jól értelmezhető eredményekben rejlik. Az erősségek mellett a veszélyek jelenléte csökkenthető egy jól felkészült, következetes szakértői csoport felállításával, amely az ideális rendszer meghatározását végzi.

Mindhárom módszer – igaz eltérő létszámú és felkészültségű – szakértői csoport közreműködését igényli, a döntéshozói környezet (korszerűsítés, fejlesztés, kész eszköz vásárlása), az új eszköz rendeltetésének, a minősítő szempontok egymáshoz viszonyított fontosságának, valamint a súlyszámok meghatározásában. Törekedni kell a mozgékonyág mentén történő minősítő-összemérő folyamat mind nagyobb eredményessége érdekében a megfelelő számú és széles területet lefedő szakértői állomány felállítására. Igaz, a dolgozat keretein túlmutat, mégis említésre érdemesnek találok a szakértői csoport összetételére

vonatkozóan, hogy azt nem csupán katonai területen jártas, megfelelő harci tapasztalatokkal rendelkező páncélos és gépjármű-technikai szakterületet képviselő szakértőkből kell felállítani. A szakértői csoportnak tartalmaznia kell úgy katonai oldalról az üzemeltetéssel, fenntartással, logisztikával, beszerzéssel foglalkozó szakembereket, ahogy a polgári területen tevékenykedő gyártó és fejlesztő szakembereket is.

IV.5. Következtetések

1. A haditechnikai eszközök többszemontú döntéseméleti módszerekkel történő összehasonlítását tanulmányozva megállapítottam, hogy az egyes jellemzők szerteágazó tulajdonságainak nagy száma miatt célszerű bizonyos meghatározó jellemzőket önállóan elemezni. Mivel a terepjáró harcjárművek mozgékonyága egyidejűleg több tulajdonság alapján minősíthető, önálló komplex rendszerként kezelhető.
2. Megállapítottam, hogy a páncélozott harcjármű mozgékonyágát meghatározó jellemzőket fő és alszempontra osztva, a kiválasztott harcjárművek mozgékonyág szerinti összemérése céljából alkalmazhatók a komplex rendszerek többszemontos eljárásai.
3. Három, széleskörűen elterjedt, összemérő módszert vizsgálva megállapítottam, hogy a legpontosabb eredményeket az AHP eljárás szolgáltatja. Amennyiben a matematikai szakértő nem áll rendelkezésre, úgy a PROMETHEE eljárás is használható, viszont ezen eljárás csak preferencia-sorrendet szolgáltat. Ha sem a matematikai, sem a megfelelő számú felkészült szakértő nem áll rendelkezésre, akkor az objektív műszaki adatok összemérésén alapuló KESSELRING eljárás javasolt a harcjárművek mozgékonyág mentén történő összemérésére.
4. A páncélozott harcjárművek mozgékonyágát meghatározó, a 7. táblázatban összegyűjtött tulajdonságait a magasabb szintű, pontosabb összevetést, minősítést eredményező többszemontú döntés-előkészítő eljárások szemléletével csoportosítva kidolgozható az összemérés szempontrendszer. Az V. fejezetben a szempontrendszer felállítását követően, a többszemontú összemérő módszerek alkalmazásával a kiválasztott páncélozott harcjárművek minősítésével, rangsorolásával és összehasonlításával foglalkozom.

V. A SZEMPONTHALMAZOK KEZELÉSE A MOZGÉKONYSÁG CÉLÚ ÖSSZEVETÉSHEZ

Az alábbi fejezetben az általam összemérés céljából kiválasztott kerekes és lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek és páncélozott lövészharcjárművek, illetve harckocsik adatait gyűjtöttem össze, és rendszereztem a III. fejezetben bemutatott, harcjárművek mozgékonyágát befolyásoló tényezőket osztályozó, 7. táblázat alapján. Így az egyes harcjárműveket csoportonként a többszemponutú döntéseméleti módszerekkel mértem össze.

V.1. Az összehasonlítás céljából kiválasztott harcjárművek

Az összehasonlítások elvégzése céljából olyan harcjárműveket választottam ki, amelyek a Magyar Honvédség állományában vannak/voltak, valamint olyan korszerű vagy korszerűsített eszközöket, amelyek jövőbeli beszerzése szövetségi rendszerünkben adódóan lehetséges, valamint amelyekkel közös hadmozdulatok, illetve szembenállás feltételezhető. A típuslisták kiválasztásakor nem zártam ki, hogy esetleg egy „kimaradt” típus/típusok minősítésének, összehasonlításának igénye is felmerülhet. Azonban ez nem befolyásolja az összemérés folyamatát, hiszen azokra is alkalmazható a bemutatott algoritmus. Kíváncsi voltam, hogy az MH használatában lévő eszközök, illetve az új magyar fejlesztésű Komondor mennyire közelítik meg a világ számos országában rendszeresített hasonló rendeltetésű harcjárművek színvonalát. Ezért három kategóriában – mint a kerekes, illetve lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek és harckocsik – végeztem adatgyűjtést.

A kerekes harcjárművek csoportjába kizárólag napjaink MRAP elv szerint épült, önhordó páncéltestű járműveket soroltam, amelyek közül néhány típus az MH használatában is található a missziós területeken. Ez indokolja, hogy a kiemelkedő eredményeket felmutató, Rába H18.240 DAEZ–111-es típusú terepjáróalvázon kialakított, páncélozásra alkalmas vezetőfülkével ellátott VZF védett, logisztikai jármű nem szerepel a vizsgált eszközök között. Az MRAP kategóriájú, magyar fejlesztésű Komondor járműcsalád egy-egy tagját is beemeltem az egymással összehasonlítandó harcjárművek csoportjába. Foglalkoztatott az a kérdés is, hogy az új magyar fejlesztésű páncélozott jármű mozgékonyágának műszaki színvonala milyen mértékben közelíti meg, esetleg szárnyalja túl a már több ország hadseregében rendszeresített hasonló rendeltetésű és kialakítású eszközöket.

A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek és páncélozott lövészharcjárművek, illetve harckocsik csoportjába a Magyar Honvédség állományában lévő, vagy már kivont típusok

mellett a korszerűsített és a világ élvonalába tartozó típusokból válogattam egyet-egyét az összemérés céljából.

- Kerekes páncélozott szállító harcjárművek–páncélozott lövészharcjárművek

RDO–3221 Komondor 4 × 4



Magyar tervezésű és gyártású, összkerék-meghajtású (4 × 4), könnyű páncélvédetségű, aknavédelemmel ellátott, többcélú terepjáró (MRAP) jármű. A jelenlegi kialakítással bázisjárműve a magyar fejlesztésű atom-, biológiai, és vegyi szennyezések mobil felderítésére, analizálására és behatárolására alkalmas komplex rendszernek. [82]



RDO–3932 Komondor

Az RDO–3221 Komondor 4 × 4 alapján létrehozott járműcsalád 6 × 6 kerékképletű, összkerék-meghajtású, meghosszabbított páncéltestű, könnyű páncélvédetségű terepjáró (MRAP) jármű. Változatos felépítményével a típus széleskörű felhasználhatósággal bír. [82]

Cougar H



A Cougar H 4 × 4 kerékképletű, összkerék-meghajtású, lövedék- és aknavédelemmel ellátott páncélozott szállító harcjármű (MRAP). Az Amerikai Egyesült Államokban kifejlesztett és gyártott páncélozott harcjárművet a MH misszióban lévő alakulatai is alkalmazzák. [83]

Cougar HE



A Cougar H harcjármű hatkerekű, összkerék-meghajtású változata. A többcélú páncélozott harcjármű alvázának különleges kialakítása védi a személyzetet, valamint a szállított lövészeket, utászokat, stb. a kis kaliberű lövedékekkel, robbanólövedékekkel, aknákkal, valamint a rögtönzött robbanóeszközökkel szemben (MRAP). [83]

Puma M36 Mk5



A Dél-afrikai Köztársaságban kifejlesztett és gyártott Puma M36 Mk5 egy 4 × 4 kerékképletű, összkerék-meghajtású, lövedék- és aknavédelemmel ellátott páncélozott szállító harcjármű (MRAP). [84]

International MaxxPro 4 × 4



Az International MaxxPro 4 × 4 az Amerikai Egyesült Államokban kifejlesztett és gyártott összkerék-meghajtású, lövedék- és aknavédelemmel ellátott páncélozott szállító harcjármű (MRAP). Az egykori afganisztáni magyar PRT állomány is rendelkezett a típus néhány példányával. [85]

International MaxxPro 6 × 6



Az International MaxxPro 6 × 6 harcjármű hatkerekes, nagy mozgékonyágú, összkerék-meghajtású, többcélú páncélozott szállító harcjármű. A megfelelő felépítménnyel szerelve a típus a műszaki-mentéstől a támogatói feladatokig egyaránt alkalmas. (MRAP). [85]

- Lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek–páncélozott lövészharcjárművek

Schützenpanzer Puma



A Puma páncélozott lövészharcjármű fejlesztése 1996-ban, sorozatgyártása 2009-ben kezdődött Németországban. Előnyei közé sorolható jelentős tűzereje mellett a rugalmas, feladathoz illeszkedően le- és felszerelhető páncéllemezekből álló, háromszintű páncélvédelme, valamint légi szállíthatósága. [86]

Marder



A Marder páncélozott lövészharcjármű a német haderő páncélos lövészeinek fő harcjárműve napjainkig. Tervezése 1960-ra nyúlik vissza. Sorozatgyártása 1971-ben kezdődött Németországban. Fokozatosan fejlesztették páncélvédelmét, felfüggesztését, a hajtáslánc elemeit, valamint a

torony is több módosításon esett át. A német haderőn kívül Chile és az indonéz hadsereg tartja rendszerben. [87]

M2 Bradley



Az M2 Bradley az Amerikai Egyesült Államokban kifejlesztett, és 1981-től gyártott páncélozott lövészharcjármű, vagy könnyű harckocsi. Fő feladatai közé a felderítés, a lövészek szállítása tartozik. A fokozatos módosítások eredményeként napjainkban is rendszerben tartja az amerikai, valamint a szaúd-arábiai haderő. [88]

Opal



A lengyel Opal kételtű páncélozott lövészharcjármű-családot a szovjet MT-LB páncélozott harcjárműből fejlesztették ki. A főbb változtatások a páncéltest orrkiképzésében, a jobb vízi mozgékonyság területén és az új toronyban elhelyezett, erősebb fegyverzetben valósultak meg. Az Opalt a lengyel hadsereg rendszeresítette. Őse, a szovjet MT-LB több változata napjainkban is számos ország haderejében megtalálható. [89]

BMP-1



A BMP-1 úszóképes gyalogsági harcjármű fejlesztése a '60-as évek elején, gyártása 1966-ban kezdődött a Szovjetunióban. Gyártási jogát Csehszlovákia és Románia is átvette. Vízi hajtását is lánctalpai végzik 7–9 km/h-s sebességgel. A közelmúlt több helyi háborújában sikerrel alkalmazták. Korszerűsítésének köszönhetően napjainkban is számos ország haderejében megtalálható. [90]

BMP-3



A BMP-3 kételtű páncélozott harcjármű fejlesztése a '80-as évek elején, gyártása 1987-ben kezdődött a Szovjetunióban. Napjaink egyik legerősebben felfegyverzett páncélozott lövészharcjárműve. Több alváltozata létezik, melyek számos ország haderejében megtalálhatók. [91]

FV 103 Spartan



Az FV 103 Spartan a Scorpion harcfelderítő-járműcsalád légi szállítható, páncélozott szállító harcjármű tagja. Az Egyesült Királyságban fejlesztették ki, és 1975-től gyártják sorozatban. Nagy-Britannián kívül az iraki és a jordániai haderő is alkalmazza.[92]

FV 510 Warrior



Az FV 510 Warrior páncéloscsaládot az Egyesült Királyságban fejlesztették ki, és 1980-tól gyártják sorozatban. Változatai között megtalálható a támogató, páncélvadász, gyalogsági parancsnoki, műszaki mentő, tüzérségi megfigyelő, valamint felderítő harcjármű. Nagy-Britannián kívül a svájci, illetve a kuvaiti haderő is alkalmazza. [93]

- Harckocsik

T-72 M1



A T-72 közepes harckocsi fejlesztése 1967-ben, gyártása 1971-ben kezdődött a Szovjetunióban. Korának egyik legerősebb fegyverzetével ellátott, tömegtámadásra kifejlesztett harckocsija volt. A tüzérvédettség-mozgékonyság harcászati tulajdonságok kiegyensúlyozott összhangot alkot e típusnál. Több továbbfejlesztett változata létezik. Napjainkban is hadrendben áll a világ számos hadseregében. [2/188–190]

Leopard 2 A4



A Leopard harckocsicsalád fejlesztése a '60-es évek elején kezdődött a Német Szövetségi Köztársaságban. A nagy védettségű és jelentős tüzerejű harckocsi többszöri korszerűsítésének eredményeként jöttek létre az A1, A2, A3 és A5 változatok. Utóbbi jelenleg a német haderő alapharckocsi-típusa. A Bundeswehren kívül több más ország hadereje is alkalmazza. [2/168]

Challenger 2



A Challenger 2 a Challenger harckocsi korszerűsített változata. Fejlesztése 1988-ban, gyártása 1993-ban kezdődött az Egyesült Királyságban. Főbb módosítások a löveg és a tűzvezető rendszer

területén történtek. Jelenleg a brit, valamint az ománi haderő alapharckocsi-típusa. [6/160–161]

CIO Ariete



A CIO Ariete harckocsi fejlesztése 1988-ban, gyártása 1995-ben kezdődött Olaszországban. A „nyugati” nehéz harckocsikra emlékeztető kialakítású, nagy védettségű és jelentős tűzerejű harckocsi jelenleg az olasz haderő alapharckocsi-típusa. [94]

AMX 56 Leclerc



Az AMX 56 Leclerc harckocsi a francia hadsereg alap harckocsija. Fejlesztése 1986-ban, gyártása 1989-ben kezdődött Franciaországban. Vetélytársaitól eltérően, a szovjet harckocsik mintájára, automata töltőberendezésének köszönhetően, kezelőszemélyzete 3 főből áll. A beépített számítógépekkel jelentősen automatizált harckocsit a francia haderőn kívül az Egyesült Arab Emírségek hadereje is rendszerben tartja. [2/205–206]

PT-91 Twardy



A PT-91 Twardy harckocsi a T-72 M1 közepes harckocsi lengyel, 1994-ben továbbfejlesztett változata. A változtatások leginkább a tűzvezető rendszert és a reaktív páncélvédelmet érintették. A lengyel haderőn kívül a maláj, valamint az indiai hadsereg is rendszerben tartja. [95]

T-84



A T-84 közepes harckocsi az egykori szovjet gyártású T-80 harckocsi ukrán, 1994-ben továbbfejlesztett változata. A módosítás leginkább a nagy teljesítményű erőforrás beépítésével és az új kialakítású toronnyal valósult meg, ezen felül a tűzvezető rendszert és a reaktív páncélvédelmet érintette. Az Ukrán Fegyveres Erők rendszeresítették. [96]

T-90A



A T-90 harckocsi fejlesztése 1990-ben, sorozatgyártása 1993-ban kezdődött Oroszországban. Jelenleg a legkorszerűbb hadrendben tartott orosz harckocsi, amely átmenetet képez a T-72 és egy modernebb, az elhúzódo fejlesztés alatt álló, 2015-ben bemutatott Armata univerzális

lánctalpas alvázon kialakított T-14 harckocsi között. Az orosz haderőn kívül az indiai hadsereg is rendszerben tartja. [97]

V.2. Az összehasonlítást célzó adatbázis feltöltése

A 7. összesítő táblázat és az egyes kerekes, valamint lánctalpas páncélozott harcjárművek hozzáférhető adatai alapján, valamint fényképeket és többnézeti rajzokat felhasználva állítottam össze (12., 13., 14.) adat- és számolótáblázatokat. [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94], [95], [96], [97], [98], [99]

A táblázatok kitöltése nem sikerült maradéktalanul, hiszen egyes, általam fontosnak tartott paraméterek ismeretlenek maradtak, míg másokat az egyik páncélozott harcjárműnél megtaláltam, a másikonál nem. Bizonyos – számomra – hozzá nem férhető adatokat járműdinamikai számításokkal és becsléssel pótoltam.

Kiszámoltam a harcjárművek által megmászható legmeredekebb lejtőszöveget a 9., 10. és 15. egyenletek szerint agyagos vagy füves talajt feltételezve ($\mu_{kerék}=0,55$, $\mu_{lánctalp}=0,8$). Ezzel közelítettem meg adatok hiányában a legkisebb terepi mászósebességet a 24. egyenlet segítségével, megengedve azt, hogy rövid, meredek emelkedőkön (buckákon, sáncokon) a jármű–talaj tapadása a lehető legjobb, és a talaj nem roskad meg.

Mindhárom harcjármű-típusnál kiszámoltam a menetellenállásokból adódó szükséges vonóerőt (19., 20. egyenletek), majd a valós vontatási teljesítményszükségleteket sík terepen, valamint a gyártómű által előírt legnagyobb emelkedőn (24. egyenlet). Utóbbiból iterációval határoztam meg a legnagyobb emelkedőhöz tartozó mászási sebességet.

A kerekes harcjárművek esetén a makroakadály-leküzdő képesség mutatószámait (HUF, NIF, OMN) a 6. és 7. ábrákon értelmezett módon, a „VSE 4 for Windows” [17/CD melléklet] nevű programmal állítottam elő. A mikroakadály-leküzdő képességet a feltételezett terepszakaszokon történő mozgás sebességcsökkentő hatását (amely magában foglalja a különböző fómű-kialakításokat, a felfüggesztés és csillapítás jellemzőit), a megfelelő szoftveres támogatottság hiányában, becsléssel helyettesítettem. Feltételeztem, hogy a kerekes harcjárművek élettartamuk 80%-át épített úton, 60%-ban a legnagyobb sebességgel, 20%-át pedig terepen töltik, 80%-ban legkisebb sebességükkel, a korábban már számolt mászósebességgel.

A lánctalpas harcjárművek esetén – mivel azokat jellemzően terepi mozgásra tervezik – az előbbtől kissé eltérően, feltételeztem, hogy élettartamuk 30%-át épített úton, 5%-ban a legnagyobb sebességgel, 70%-át terepen, 65%-ban legkisebb sebességükkel üzemelik.

Az így számolt mászó-, illetve a gyári adatok szerinti legnagyobb országúti sebességüket felhasználva és az akadályon történő áthaladás sebességcsökkentő hatásait figyelembe véve, megbecsültem a harcjárművek várható átlagsebességét. A 27. egyenlet segítségével a legnagyobb teljesítményhez tartozó fogyasztást $H=0,11$ Wó/kg (gázolaj) fűtőértéket, valamint a $\eta=0,36$ motorhatásfokot felvéve, az átlagsebesség kiszámításával megegyező arányú igénybevételeket feltételezve, meghatároztam a kiválasztott harcjárművek elképzelt terepszakaszokon várható becsült átlagfogyasztását.

A páncélozott harcjárművek viziakadály-leküzdő képességét az egyes eszközöknek megfelelően, mint gázló-, víz alatti átkelés-, vagy mint úszóképességként értelmeztem.

Kerekes páncélozott szállító harcjárművek–páncélozott lövészharcjárművek										
Típus										
		RDO-3221 Komondor	RDO-3932 Komondor	Cougar H	Cougar HE	Puma	International MaxxPro	International MaxxPro 6x6		
Méretek	hossz [m]	6,4	8,4	6,35	7,52	6,643	6,45	10,97		
	szélesség [m]	2,5	2,5	2,71	2,71	2,551	2,52	2,59		
	magasság [m]	3,28	2,88	3,02	3,02	2,767	3,05	3,2		
	nyomtáv [m]	2,055	2,15	2,322	2,322		2,206	2,206		
	hasmagasság [m]	keresztirányú	0,413	0,413	0,38	0,38	0,3	0,28	0,28	
		hosszirányú	0,5	0,5	0,46	0,46		0,356	0,356	
	kinyúlás [m]	első	1,375	1,375	1,175	1,175		0,97	0,97	
		hátsó	1,425	1,425	0,75	0,85		1,36		
	terepszög [°]	első	30	25	40	40		58	58	
		hátsó	35	35	50	50		46	46	
oldal		90	90	90	90	90	90	90		
legnagyobb akadálycsúcsszög [°]	139	145	150	147		141				
térfogat [m ³]	44,48	49,98	44,05	52,17	46,89	43,79	80,80			
össztömeg [t]	16,50	27,00	19,504	29,257	14	19,731	30,391			
átlagos tengelyterhelés [N]	40466,25	44145,00	47833,56	47835,20	34335,00	48390,28	49689,29			
tengelyterhelés [N]	elől	57192,30	80442,00				71122,50			
	hátsó	73771,20	40711,50				93440,25			
fajlagos talajnyomás [kPa]	268,49	292,89	337,30	337,31	269,15	341,23	350,39			
üzemanyag-kiszárat [l]				386,5	290					
kezelők száma [fő]	2	2	2	2	2	2	2			
szállított katonák száma [fő]	6	10	4	10	10	6	10			
Menetadatok	sebesség [km/h]	V _{max,műve}	100	105	104	104	100	105	105	
		V _{min,adó}	9,89	9,74	7,37	4,91	6,89	7,23	4,7	
		V _{átlag} (80% épített út-aminek 60% át max. sebességgel, 20% terepjárás-aminek 80% át mászva feltételezéssel)	69,36	72,61	71,15	70,31	68,34	71,76	70,90	
	legnagyobb gyorsulás (szép útán 30 km/h-ra) [m/s ²]	1,54	1,52	1,15	0,77	1,07	1,12	0,73		
	hatótáv [km]	műúton	800	800	675,9	563,3	600	600	520	
		terepen	350	320	310	315	300	380	410	
	fordulókör-átmérő [m]	20,3	20,64	20,3	23,9	19,5	18,9	27,43		
	emelkedőmászó képesség	[%]	60	66,7	60	60	60	70	70	
		[°]	27,00	30,02	27,00	27,00	27,00	31,50	31,50	
	max. oldaldőlés [%]	44,45	44,45	30	30	30	30	30		
	lépcsómászó képesség [m]	0,45	0,45	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6		
	árokáthidaló képesség [m]	0,45	0,45	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
	gázlóképeség [m]	0,9	0,9	0,99	0,99	0,75	0,91	0,91		
úszóképesség	nem	nem	nem	nem	nem	nem	nem			
A meghajtás mozgékonyágát befolyásoló elemei	Erőforrás	legnagyobb teljesítmény	[kW]	279	333	246	246	165	244,2	244,2
			[LE]	377,03	450,00	332,43	332,43	222,97	330,00	330,00
		legnagyobb teljesítmény fordulatszáma [ford/perc]	2700	2100	2400	2400	2500	2100	2100	
		legnagyobb forgatónyomaték [Nm]	950	1624	1166	1166	800	1160	1160	
		legnagyobb forgatónyomaték fordulatszáma [ford/perc]	2100	1300	1450	1450	1750	2100	2100	
		üzemanyag fűtőértéke (gázolaj) [kW/kg]	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	
		motor gazdaságossági hatásfoka	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
		legnagyobb teljesítményhez tartozó üzemanyag-fogyasztás [dm ³ /h]	65,13	77,73	57,42	57,42	38,52	57,00	57,00	
		legnagyobb forgatónyomatékhoz tartozó üzemanyag-fogyasztás [dm ³ /h]	55,36	66,07	48,81	48,81	32,74	48,45	48,45	
		átlagfogyasztás (80% épített út-aminek 60%-át max. sebességgel, 20% terepjárás-aminek 80%-át mászva feltételezéssel)	61,80	73,77	54,49	54,49	36,55	54,10	54,10	
	üzemmód	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel		
	üzemanyagigény hűtés									
	tábori körülmények közötti karbantarthatóság									
	fajlagos motorteljesítmény	[kW/t]	16,91	12,33	12,61	8,41	11,79	12,38	8,04	
[LE/t]		22,85	16,67	17,04	11,36	15,93	16,72	10,86		
Erőátvitel és szabályozás	haladás	sebességváltó	félautomata mechanikus 6e 1h	automata, retarderrel (hidraulikus) 6e 1h	hidraulikus	hidraulikus	hidraulikus 6e 1h	hidraulikus 5e 1h	hidraulikus 5e 1h	
		legkisebb áttétel	5,50	4,07	4,72	4,72	4,90	4,09	4,09	
		legnagyobb áttétel	43,23	27,17	40,20	60,34	49,79	59,35	91,30	
irányváltás	mechanikus hidr. ráségítéssel	mechanikus hidr. ráségítéssel				mechanikus hidr. ráségítéssel	mechanikus hidr. ráségítéssel			
Vonóerőképesség	kerékhajtás	összes	összes	összes	összes	összes	összes			
tengelytáv [m]	3,2	3,9	3,58	3,61		3,88	7,47			
A futómű mozgékonyágát befolyásoló elemei	Járómű	kerekek	kerékképlet [hajtott x összes]	4x4	6x6	4x4	6x6	4x4	4x4	6x6
			száma [db]	4	6	4	6	4	4	6
			kormányozott kerekek száma [db]	2	2	2	2	2	2	2
			átmérője [m]	1,16	1,16	1,189	1,189	1,144	1,189	1,189
			görbüléssugara [m]	0,54	0,54	0,542	0,542	0,52	0,542	0,542
			szélessége [m]	0,4	0,4	0,388	0,388	0,368	0,388	0,388
			gumiabroncs típusa	395/85 R20 Michelin XZL2 [®]	395/85 R20 Michelin XZL2 [®]	MICHELIN XZL 395/85 R20	MICHELIN XZL 395/85 R20	365/85-20	395/85 R20	395/85 R20
	gumiabroncs alkalmazkodása az út-, terep- és harci viszonyokhoz	CTIS, Run-Flat	CTIS, Run-Flat	CTIS, Run-Flat	CTIS, Run-Flat	CTIS, Run-Flat	CTIS, Run-Flat	CTIS, Run-Flat		
	gumiabroncs élettartama [km]									
	Hordmű	felfüggesztés	típusa	tengelyenként független (merevhíd)	kerekenként független			tengelyenként független (merevhíd)	tengelyenként független (merevhíd)	
rugózás fajtája			laprugó, parabola	csavarrugó			laprugó, félelliptikus	tekercs		
rugóút hossza [m]										
rugózatlan tömeg nagysága [kg]										
csillapítás	hidraulikus	hidraulikus			hidraulikus	hidraulikus	hidraulikus			
fék	lég	lég			lég	lég	lég			

Makroakadály-lekúzdó képesség	hosszirányban	Kritikus terepszög [°]	31	25	28	30		22	0
		H _{huf} [m]	0,74	0,76	0,81	0,87		0,62	0,00
		H _{krit,első} [m]	1,67	1,70	2,44	2,46		3,57	0,28
		H _{krit,hátsó} [m]	1,94	2,03	2,95	2,98		2,97	0,18
		NIF	62,24	49,86	43,86	40,44		20,66	83,65
		HUF	31,35	33,26	34,45	35,12		29,64	0,00
	keresztirányban	OMN=NIF+HUF	93,59	83,12	78,31	75,56	84,20	50,30	63,40
		Kritikus terepszög [°]	45,00	34,00	43,00	42,00		30,00	
		H _{huf} [m]	1,06	1,02	1,13	1,18		0,90	
		H _{krit,első} [m]	1,68	1,70	2,44	2,46		3,57	
		H _{krit,hátsó} [m]	1,94	2,03	2,95	2,98		2,97	
		NIF	65,17	57,32	79,32	76,18		44,44	
		HUF	33,97	40,69	37,67	38,48		35,40	
		OMN=NIF+HUF	99,14	98,01	116,99	114,66	96,40	79,84	88,90
Számolt értékek	változók	sebesség [km/h]	9,89	7,21	7,37	4,91	6,89	7,23	4,7
		tapadás μ -hosszirány	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
	gyári max. lejtőszög [°]		27,00	30,02	27,00	27,00	27,00	31,50	31,50
	legnagyobb megmászható emelkedő [°] (<stabilitás!)		28,81	28,81	28,81	28,81	28,81	28,81	28,81
	menetellenállások [kN]	levegő (alakfényező c=0,85)	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
		gördülés (gördülési tényező F=0,02)	3,24	5,30	3,83	5,74	2,75	3,87	5,96
	szükséges vonóerő [kN]	emelkedés	78,01	127,65	92,21	138,32	66,19	93,28	143,68
		sík terepen	3,26	5,31	3,84	5,75	2,76	3,89	5,97
	vontatási teljesítményszükséglet [kW]	emelkedőn	81,24	132,94	96,03	144,06	68,93	97,15	149,64
		sík terepen	8,97	10,63	7,87	7,84	5,28	7,80	7,79
	gépezeti ellenállás [kW]	emelkedőn (7) $\eta_{\text{gépezet}}=0,85$	1,58	1,88	1,39	1,38	0,93	1,38	1,38
		emelkedőn (7) $\eta_{\text{gépezet}}=0,8$	55,80	66,56	49,15	49,12	32,98	48,78	48,84
	valós vontatási teljesítményszükséglet [kW]	sík terepen	10,55	12,51	9,25	9,22	6,21	9,18	9,17
		emelkedőn	278,99	332,82	245,75	245,60	164,91	243,89	244,20
gyorsítási teljesítményszükséglet (6mp alatt 35 km/h-ra) [kW]		278,60	332,64	246,73	247,81	164,78	243,09	244,04	
legnagyobb teljesítmény [kW]		279	333	246	246	165	244,2	244,2	
Jelölések:		feltételezés	számolás	iterálás	valós adat				

(készítette: Kovásházy Miklós)

Lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek-páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyágát befolyásoló hozzáférhető és számolt adatai [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93]

13. táblázat









Típus											
Méretek		hossz [m]	teljes kocsitest	7,4 7,4	6,88 6,88	6,55 6,55	6,45 6,45	6,46 6,46	7,14 7,1	4,8 4,8	6,3 6,3
		szélesség [m]	3,9	3,38	3,6	2,86	2,94	3,2	2,4	2,4	3,03
		magasság [m]	3,6	3,015	2,98	1,865	1,881	2,4	2,2	2,2	2,8
		nyomtáv [m]	2,3	2,7	2,98	2,43	2,5	2,6	1,75	1,75	2,79
		hasmagasság [m]	0,4	0,47	0,55	0,415	0,38	0,5	0,33	0,33	0,48
		homlokfelület [m ²]	5,9	6,7	7,68	3,63	4,2	5,9	3,7	3,7	5,9
		térfogat [m ³]	34,00	34,5	36,3	21,6	20,5	32,5	16	16	27,5
		össztömeg [t]	43,00	33,55	27,6	11,9	13,5	18,7	8,1	8,1	25,4
		fajlagos talajnyomás [kPa]	122,63	89,44	61,99	39,44	54,10	52,12	33,78	33,78	84,07
Tömegadatok		üzemanyag-kiszabot [l]	belső tartály külső tartály								
		kezelők száma [fő]	3	3	3	2	3	3	2	2	3
		szállított katonák száma [fő]	6	6	6	11	8	7	5	5	7
		fő fegyverzet ürmérete [mm]	30	20	25	12,7	73	100	7,62	7,62	30
		fő fegyverzet ürméretessza [mm]									
Menetadatok		sebesség [km/h]	V _{max,műt} V _{indult} V _{átlag} (30% épített út-aminek 5%-át max. sebességgel, 70% terepjárás-aminek 65%-át mászva feltételezéssel)	70 8,21 25,51	65 5,8 22,38	66 7,1 23,59	60 6,71 21,63	65 7,18 23,37	72 8,73 26,45	80 7,68 27,93	75 7,07 26,09
		legnagyobb gyorsulás (6mp alatt 35 km/h-ra) [m/s ²]	1,69	1,19	1,46	1,38	1,48	1,79	1,58	1,58	1,455
		fékút max. sebességről [m]									
		hatótáv [km]	műúton úton kiegészítő tartállyal terepen terepen kiegészítő tartállyal	600 300	500 200	483 250	500 250	600 300	600 300	483 240	660 330
		fordulókör-átmérő [m]									
		emelkedőmászó képesség [%]	50	50	50	50	50	50	50	50	50
		max. oldaldőlés [%]	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
		lépcsőmászó képesség [m]	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		árokáthidaló képesség [m]	0,75	0,65	0,6	0,61	0,77	0,78	0,6	0,6	0,6
		gázlóképeség [m]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	2,5
		üzőképeség	1,2	1,2	1,2	0,9	0,57	1,2	0,8	0,8	1
A meghajtás mozgékonyágát befolyásoló elemi		legnagyobb teljesítmény [kW]	800	441	444	181	220	370	141	407	
		legnagyobb teljesítmény fordulatszám [ford/perc]	1081,08	595,95	600,00	244,59	297,30	500,00	190,54	550,00	
		legnagyobb forgatónyomaték [Nm]	4250				2600				
		legnagyobb forgatónyomaték fordulatszám [ford/perc]									
		üzemanyag fűtőértéke (gázolaj) [kW/kg]	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	
		motor gazdaságossági hatásfoka	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
		legnagyobb teljesítményhez tartozó üzemanyag-fogyasztás [dm ³ /h]	186,74	102,94	103,64	42,25	51,35	86,37	32,91	95,00	
		legnagyobb forgatónyomatékhoz tartozó üzemanyag-fogyasztás [dm ³ /h]	158,73	87,50	88,10	35,91	43,65	73,41	27,98	80,75	
		átlagfogyasztás (30% épített út-aminek 5%-át max. sebességgel, 70% terepjárás-aminek 65%-át mászva feltételezéssel)	166,57	98,73	95,87	39,08	47,50	79,89	30,44	87,88	
		üzemmód	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	
		üzemanyagigény					gázolaj				
		hűtés									
		tábori körülmények közötti karbantarthatóság									
		fajlagos motorteljesítmény [kW/t]	18,60	13,14	16,09	15,21	16,30	19,79	17,41	16,02	
		[LE/t]	25,14	17,76	21,74	20,55	22,02	26,74	23,52	21,65	
Erőátvitel és -szabályozás		haladás	sebességváltó legkisebb áttétel legnagyobb áttétel								4 sebességes automata 0,00 0,00
		irányváltás									
Vonóerőképesség		kihajtás elhelyezése	első kihajtású	első kihajtású	első kihajtású	első kihajtású	első kihajtású	hátsó kihajtású	első kihajtású	első kihajtású	első kihajtású
		lánckerék osztó kör átmérője [m]	0,62	0,62	0,56	0,52	0,65	0,62	0,5	0,53	
		lánckerék fogszáma [db]	9	9	11	15	15	15	13	15	

A futómű mozgékonyaságot befolyásoló elemei	Járomű	futómű		közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős
		kerekek	futógörgők száma oldalanként [db] támasztógörgők száma oldalanként [db] futógörgők átmérője [m]	6	6	6	6	6	6	6	6
láncaltp	szélessége [m]	0,43	0,46	0,56	0,4	0,34	0,4	0,42	0,38		
	felfekvési hossza [m]	4	4	3,9	3,7	3,6	4,4	2,8	3,9		
	lánc típusa	azonos tagokból álló összekötő szemes	azonos tagokból álló összekötő szemes	azonos tagokból álló összekötő szemes	azonos tagokból álló csapos	azonos tagokból álló összekötő szemes	azonos tagokból álló csapos	azonos tagokból álló csapos	azonos tagokból álló csapos	azonos tagokból álló csapos	
	lánc tag hossza	0,17	0,17	0,14	0,11	0,16	0,13	0,13	0,19		
	lánc csap fajtája										
	láncszemek száma [db]										
	alkalmazkodása az út-, terep- és harci viszonyokhoz	gumipapucsos acélöntvény	gumipapucsos acélöntvény	gumipapucsos acélöntvény	acélöntvény	acélöntvény	acélöntvény	acélöntvény	gumipapucsos acélöntvény	gumipapucsos acélöntvény	
L/C (1,4>L/C>1,8)		1,74	1,48	1,31	1,52	1,44	1,69	1,60	1,40		
lánc élettartama [km]											
Hordmú	felfüggesztés	felfüggesztés típusa	lengőkaros	lengőkaros	lengőkaros		lengőkaros	lengőkaros	lengőkaros	lengőkaros	lengőkaros
		rugózás fajtája			torziós	torziós	torziós	torziós	torziós	torziós	
		rugóút hossza [m]									
		rugózatlan tömeg nagysága [kg]									
csillapítás											
fék											
Számolt értékek	váltakozók	sebesség [km/h]	8,21	5,8	7,1	6,71	7,18	8,73	7,68	7,07	
		tapadás $f_{\text{hosszterjedő}}$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	kanyarulati sugár R [m]	1E+24	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	
	gyári max. lejtőszög [°]		22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
	legnagyobb megmászható emelkedő [°] (stabilitási)		38,66	38,66	38,66	38,66	38,66	38,66	38,66	38,66	38,66
	menetellenállások [kN]	levegő (alakellenállás $c_w=0,5$)	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
		gördülés (gördülési tényező $f=0,04$)	16,87	13,17	10,83	4,67	5,30	7,34	3,18	9,97	
		kanyarulat, külső lánc	8,44	6,60	5,43	2,34	2,65	3,68	1,59	4,99	
		kanyarulat, belső lánc	8,44	6,57	5,41	2,33	2,64	3,66	1,59	4,97	
		kanyarulat, teljes kocsi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	kanyarulati láncsebesség [km/h]	emelkedés	263,52	205,60	169,14	72,93	82,73	114,60	49,64	155,66	
		belső	8,21	5,80	7,10	6,71	7,18	8,73	7,68	7,07	
	külső	8,21	5,80	7,10	6,71	7,18	8,73	7,68	7,07		
	szükséges vonóerő [kN]	sík terepen	16,88	13,17	10,84	4,67	5,30	7,35	3,18	9,97	
		emelkedőn	280,39	218,77	179,97	77,60	88,03	121,94	52,82	165,62	
	légeellenállási teljesítményszükséglet [kW]	gördülési teljesítményszükséglet [kW]	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	
		gördülési teljesítményszükséglet [kW]	138,53	76,36	76,89	31,33	38,04	64,06	24,41	70,47	
	kanyarulati teljesítményszükséglet [kW]	külső lánc	19,24	10,63	10,70	4,36	5,29	8,92	3,40	9,81	
		belső lánc	19,24	10,58	10,66	4,34	5,27	8,88	3,38	9,77	
	teljes kocsi	0,00	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04		
	emelkedési teljesítményszükséglet [kW]	sík terepen	600,96	331,25	333,58	135,93	165,00	277,90	105,90	305,69	
		emelkedőn	38,50	21,22	21,38	8,71	10,58	17,82	6,79	19,59	
	vontatási teljesítményszükséglet [kW]	emelkedőn	639,44	352,46	354,94	144,63	175,57	295,70	112,68	325,27	
		sík terepen ($\gamma_{\text{emelő}}=0,85$)	6,79	3,74	3,77	1,54	1,87	3,14	1,20	3,46	
	gépezeti ellenállás [kW]	emelkedőn ($\gamma_{\text{gépezet}}=0,8$)	159,86	88,11	88,74	36,16	43,89	73,92	28,17	81,32	
		sík terepen	45,30	24,96	25,15	10,25	12,44	20,96	7,99	23,04	
	valós vontatási teljesítményszükséglet [kW]	emelkedőn	799,30	440,57	443,68	180,79	219,46	369,62	140,85	406,59	
		gyorsítási teljesítményszükséglet (ámp alatt 35 km/h-ra) [kW]	799,37	439,17	443,26	180,64	219,78	368,20	140,78	406,53	
legnagyobb teljesítmény [kW]	számolás	800	441	444	181	220	370	141	407		
	feltételezés	számolás	iterálás	valós adat							

(készítette: Kovácházy Miklós)

Harckocsik mozgékonyaságot befolyásoló hozzáférhető és számolt adatai [94], [95], [96], [97], [99], [100], [101], [102]

14. táblázat

Típus											
			T-72 M1	Leopard 2 A4	Challenger 2	CIO Ariete	AMX 56 Leclerc	PT-91 Twardy	T-84	T-90	
Méretek	hossz [m]	teljes	9,53	9,66	11,5	9,67	9,87	9,67	9,7	9,533	
		kocsitest	6,86	7,7	8,3	7,59	6,88	6,95	7,086	6,917	
	szélesség [m]	3,57	3,7	3,5	3,61	3,3	3,59	3,75	3,78		
	magasság [m]	2,19	3	3,04	2,5	2,53	2,19	2,8	2,228		
	nyomtáv [m]	2,99	2,785	2,98	3	2,47	2,99	2,8	2,79		
	hasmagasság [m]	0,47	0,505	0,53	0,48	0,48	0,395	0,515	0,426		
	homlokfelület [m ²]	5,44	6,7	8,27	7,8	6,51	5,52	6,62	6,44		
Tömegadatok	térfoglalás [m ³]		27,53	40,33	48,47	43,83	35	27,8	28,5	25,15	
	össztömeg [t]		43,00	62,00	62,5	54	54,5	45,9	51	47,5	
	fajlagos talajnyomás [kPa]		81,72	92,99	89,27	88,51	103,61	87,23	99,06	94,08	
	üzemanyag-kiszabot [l]	belső tartály	750	1200	1592		1300	1000	1300	össz 1600	
		külső tartály	495				400				
	kezelők száma [fő]		3	4	4	4	3	3	3	3	
	fő fegyverzet ürmérete [mm]		125	120	120	120	120	125	125	125	
fő fegyverzet ürméret-hossza [mm]		L/80	L/55	L/55	L/44	L/55	L/80	L/80	L/80		
Menetadatok	sebesség [km/h]	V _{max,műt}	60	72	59	65	72	60	70	60	
		V _{max,t}	5,88	7,855	6,32	7,77	8,91	6,1	7,7	5,74	
		V _{átlag} (30% épített út-aminek 5%-át max. sebességgel, 70% terepjárás-aminek 65%-át mászva feltételezéssel)	21,03	25,82	21,07	23,79	26,58	21,19	25,14	20,93	
	legnagyobb gyorsulás (ámp alatt 35 km/h-ra) [m/s ²]		1,21	1,62	1,3	1,48	1,48	1,25	1,58	1,18	
	fékút max. sebességről [m]		35								
	hatótáv [km]	műtön	500	550	450	600	550	650	500	550	
		úton kiegészítő tartállyal	650		550		650	700	540		
		terepen	300	300	250	260	290	300	295	300	
		terepen kiegészítő tartállyal	600								
	emelkedőmászó képesség	fordulókör-átmérő [m]									
		[%]		66,67	60	55	60	60	66	71	66
[°]		30,00	27,00	24,75	27,00	27,00	29,70	31,95	29,70		
max. oldaldőlés [%]		25	30	30	30	30	25	25	25		
lépcsőmászó képesség [m]		0,85	1,1	0,87	1	0,77	0,85	0,8	0,865		
árokáthidaló képesség [m]		2,8	3	3	3	3	2,8	2,8	2,8		
gázlóképeség [m]		1,2	1,2	1,2	1,25	1,3	1,2	1,25	1,25		
űzőképeség		Víz alatt 5m-ig 1000m távolságban, max. 1,5 m/s sebességű vízben	Víz alatt 4m-ig		Víz alatt 4m-ig			Víz alatt 5m-ig	Víz alatt 5m-ig		

A meghajtás mozgékonyágot befolyásoló elemei	Erőforrás	legnagyobb teljesítmény	[kW]	573	1103	895	950	1100	634	890	618	
			[LE]	774,32	1490,54	1209,46	1283,78	1486,49	856,76	1202,70	835,14	
		legnagyobb teljesítmény fordulatszáma [ford/perc]		2000	2600		2300					
		legnagyobb forgatómomáték [Nm]		3160			4615					
		legnagyobb forgatómomáték fordulatszáma [ford/perc]		1350			1600					
		üzemanyag fűtőértéke [gázolaj] [kW/kg]		11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
		motor gazdaságossági hatásfoka		0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
		legnagyobb teljesítményhez tartozó üzemanyag-fogyasztás [dm ³ /h]		133,75	257,47	208,92	221,76	256,77	147,99	207,75	144,26	
		legnagyobb forgatómomátékhoz tartozó üzemanyag-fogyasztás [dm ³ /h]		113,69	218,85	177,58	188,49	218,25	125,79	176,59	122,62	
		átlagfogyasztás (30% épített út-aminek 5%-át max. sebességgel, 70% terepjárás-aminek 65%-át mászva feltételezéssel)		119,31	246,95	193,25	205,12	237,51	136,89	192,17	133,44	
		üzemmód		dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	dízel	
		üzemanyagigény		gázolaj, kerozin, etilmentes benzin								gázolaj, kerozin, benzin
		hűtés		folyadék	folyadék					folyadék	folyadék	
		tábori körülmények közötti karbantarthatóság			teljes motorblokk csere 15 p		motorblokk és váltó csere 1 ó					
		fajlagos motorteljesítmény	[kW/t]	13,33	17,79	14,32	17,59	20,18	13,81	17,45	13,01	
	[LE/t]	18,01	24,04	19,35	23,77	27,27	18,67	23,58	17,58			
Erdőtétel és -szabályozás	haladás	sebességváltó		hidrokinetikus 4e 2h	6e 2h	4e 2h	hidromechanikus 5e 2h	kézi		mechanikus vezérlésű bolygóműves		
		legkisebb áttétel	8,17	8,98	0,00	8,94	0,00	0,00	0,00	0,00		
		legnagyobb áttétel	15,73	0,00	0,00	16,98	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vonóerőképesség	irányváltás											
	kihajtás elhelyezése		hátsó kihajtású	hátsó kihajtású	hátsó kihajtású	hátsó kihajtású	hátsó kihajtású	hátsó kihajtású	hátsó kihajtású	hátsó kihajtású		
	lánckerék osztó kör átmérője [m]		0,65	0,66	0,64	0,67	0,7	0,65	0,63	0,55		
lánckerék fogszáma [db]		16	11	11	12	12	16	12	12			
A futómű mozgékonyágot befolyásoló elemei	Járomű	futómű		közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	közepes méretű-ikergörgős	
		kerekek	futógörgők száma oldalanként [db]		6	7	6	7	6	6	6	6
			támasztógörgők száma oldalanként [db]		3	4	3	4		3		3
			futógörgők átmérője [m]		0,78	0,63	0,8	0,66	0,65	0,78	0,68	0,73
		lánctalp	szélessége [m]		0,58	0,635	0,68	0,63	0,6	0,58	0,59	0,58
			felfekvési hossza [m]		4,45	5,15	5,05	4,75	4,3	4,45	4,28	4,27
			lánctípusa		azonos tagokból álló csapos	azonos tagokból álló összekötő szemes csapos	azonos tagokból álló összekötő szemes csapos	azonos tagokból álló összekötő szemes csapos	azonos tagokból álló összekötő szemes csapos	azonos tagokból álló csapos	azonos tagokból álló csapos	azonos tagokból álló összekötő szemes csapos
			lánctag hossza		0,13	0,18	0,18	0,15	0,21	0,13	0,16	
			lánccsap fajtája									gumiagyazású acél
			lánccsukák száma [db]									
	alkalmazkodása az út-, terep- és harci viszonyokhoz		acélöntvény, gumibetétes	gumipapucsos	gumipapucsos	gumipapucsos	gumipapucsos	acélöntvény	acélöntvény	cserélhető papucsos		
	L/C (1,4>L/C>1,8)		1,49	1,85	1,69	1,58	1,74	1,49	1,53	1,53		
	lánctartó távolsága [km]											
	Hordmű	felfüggesztés	felfüggesztés típusa		lengőkaros	lengőkaros			lengőkaros	lengőkaros	lengőkaros	
			rugózás fajtája		torziós	torziós	hidropneumatikus	torziós	hidropneumatikus	torziós	torziós	
rugóút hossza [m]												
rugózatlan tömeg nagysága [kg]												
csillapítás				hidraulikus	hidraulikus				hidraulikus			
fék												
Számolt értékek	változók	sebesség [km/h]		5,88	7,855	6,32	7,77	8,91	6,1	7,7	5,74	
		tapadás / f-hosszarány		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		kanyarulat sugár R [m]		1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11	1E+11
	gyári max. lejtőszög [°]		30,00	27,00	24,75	27,00	27,00	29,70	31,95	29,70		
	legnagyobb megmászható emelkedő [°] (stabilitási)		38,66	38,66	38,66	38,66	38,66	38,66	38,66	38,66		
	menetellenállások [kN]	levegő (alakfényező c=0,5)		0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	
		gördülés (gördülési tényező f=0,04)		16,87	24,33	24,53	21,19	21,39	18,01	20,01	18,64	
		kanyarulat, külső lánc		8,45	12,20	12,29	10,62	10,72	9,02	10,03	9,34	
		kanyarulat, belső lánc		8,42	12,13	12,23	10,57	10,67	8,99	9,98	9,30	
		kanyarulat, teljes kocsi		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		emelkedés		263,52	379,95	383,02	330,93	333,99	281,29	312,54	291,09	
	kanyarlati láncsebesség [km/h]	belső		5,88	7,85	6,32	7,77	8,91	6,10	7,70	5,74	
		külső		5,88	7,85	6,32	7,77	8,91	6,10	7,70	5,74	
	szükséges vonóerő [kN]	sík terepen		16,88	24,34	24,53	21,20	21,40	18,02	20,02	18,64	
		emelkedőn		280,39	404,28	407,54	352,12	355,38	299,30	332,55	309,73	
	légellenállási teljesítményszükséglet [kW]		0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01		
	gördülési teljesítményszükséglet [kW]		99,21	191,10	155,00	164,64	190,55	109,87	154,10	106,99		
	kanyarlati teljesítményszükséglet [kW]	külső lánc		13,81	26,61	21,58	22,92	26,53	15,29	21,45	14,89	
		belső lánc		13,75	26,47	21,48	22,82	26,40	15,23	21,36	14,83	
	teljes kocsi		0,06	0,14	0,10	0,10	0,13	0,06	0,09	0,06		
	emelkedési teljesítményszükséglet [kW]		430,41	829,03	672,41	714,25	826,63	476,63	668,49	464,13		
	vontatási teljesítményszükséglet [kW]	sík terepen		27,57	53,11	43,07	45,76	52,96	30,53	42,82	29,73	
		emelkedőn		457,97	882,12	715,46	759,98	879,56	507,14	711,30	493,85	
	gépezeti ellenállás [kW]	sík terepen (f _{görd} =0,85)		4,86	9,37	7,60	8,07	9,35	5,39	7,56	5,25	
		emelkedőn (f _{görd} =0,8)		114,49	220,53	178,87	190,00	219,89	126,79	177,82	123,46	
valós vontatási teljesítményszükséglet [kW]	sík terepen		32,43	62,48	50,67	53,83	62,31	35,91	50,38	34,97		
	emelkedőn		572,46	1102,65	894,33	949,98	1099,44	633,93	889,12	617,31		
gyorsítási teljesítményszükséglet (600 alatt 35 km/h-ra) [kW]		572,33	1104,84	893,75	879,12	887,26	631,13	886,38	616,55			
legnagyobb teljesítmény [kW]		573	1103	895	950	1100	634	890	618			
Jelölések:		feltételezés	számolás	iterálás	valós adat							

(készítette: Kovácházy Miklós)

V.3. A vizsgálati szempontok meghatározása

A 12., 13. és 14. táblázatokat a 7. táblázatban bemutatott logika szerint a kiválasztott kerekes és lánctalpas harcjárművek adataival, a mind teljesebb körű összehasonlítás céljából feltöltve, meglehetősen sok vizsgálandó jellemző adódott. Azonban ismert, hogy a későbbiekben az összehasonlítás során minden egyes jellemző csökkenti a többi fontosságát. Így célom a megfelelő számú fő- és alszempontokból álló szempontrendszer meghatározása volt a vizsgálandó jellemzők számának ésszerű csökkentésével.

Ezért az egyes jellemzőket osztályoztam: az adataik mennyiben jellemzik az alkalmazhatóságot, szolgálják-e az összehasonlítást? Ha igen, akkor milyen mértékben? Bizonyos jellemzőket, melyeket az összemérés céljából használhatatlannak ítélt meg az azonos értékek okán (például a harckocsiknál: üzemmód, futókerék-átmérő, kihajtás elhelyezése, láncmeghajtó kerék fogszáma, futómű kialakítása, lánc típusa, felfüggesztés stb.) kihagytam az értékelési szempontok közül, szem előtt tartva, hogy a túl sok szempont inkább rontja, mint javítja a reális összehasonlítás esélyeit. Megjegyzendő, hogy ezen paraméterek hatásai az átlagsebesség meghatározásánál megjelennek. A harcjárművek egyes szerkezeti megoldásai nem feltétlenül ismertek (jellemzően a meghajtástól függő mozgékonyaságot meghatározó jellemzők, mint például a motorparaméterek, hajtáslánc). Ezért egyes műszaki megoldásokat (erőforrás felépítése, váltómű kialakítása stb.) nem vizsgáltam mélyebben, elfogadtam a gyártó „output” adatait (például a motorok esetében a teljesítmény-, nyomaték- és fordulatszámadatokat). Mivel a szempontrendszert felhasználói oldalról kell megfogalmaznom, így az általam meghatározott felhasználói követelmények teljesítésének műszaki megvalósítási módja lehet az értékelési szempont.

Az adatfeltöltés során kirajzolódott, hogy az azonos rendeltetésű páncélozott harcjárművek mozgékonyaságot meghatározó paraméterei csupán kis mértékben térnek el egymástól. A mind pontosabb összemérhetőségük és rangsorolhatóságuk érdekében az alapvető (szokásos) tulajdonságokat ki kell egészíteni a különbségek kimutatására alkalmas értékelési szempontokkal. Bizonyos, önmagukban nem értékelhető adatok felhasználásával hasznosítható, akár fajlagosított, összehasonlításra már alkalmas értékeket nyertem ki. Az egyes paramétereket ilyen módon tettem összehasonlíthatóvá. Ezekből, valamint az önmagukban is összevethető adatokból, mind a kerekes, mind a lánctalpas eszközökre vonatkozóan új vizsgálati szempontrendszert állítottam fel páncélozott harcjármű-kategóriák szerint (15., 16. és 17. táblázatok) Segítségükkel a páncélozott harcjárművek már megnyugtató módon, eredményesen összehasonlíthatóvá válhatnak a mozgékonyaság mentén.

A szempontok számának minimalizálása érdekében egyes fontosnak vélt jellemzőket alszempontokként kezeltem, amelyek mutatószámait összegezve vettem figyelembe a fő szempontok szintjén.

Az átlagsebességet, a GMP-95 modellnek megfelelően, kijelölt referencia terepszakaszokon értelmeztem. A hatótávolság esetén a harcjárművek gyári adataira támaszkodtam. A fordulókör-átmérőt a harcjármű hossz tengelyére vonatkoztattam. A terepjárást jellemző értékeket a gyári adatokra, illetve az OMN értékek számítására alapoztam. Az átlagfogyasztást, a GMP-95 modellnek megfelelően a kijelölt referencia terepszakaszokon értelmeztem. A fajlagosított értékek képzésével az egymáshoz nagyon hasonlóknak tűnő eszközök összeméréséhez beszédes mutatószámok nyerhetők ki. A fajlagos talajnyomás (mint az alkalmazási terület, terepviszonyok jellemző korlátja) és a fajlagos motorteljesítmény (mint a páncélozott harcjármű függesztésére jellemző érték) megszokott alapadatnak számít páncélozott harcjárművek esetében.

A kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek esetén, az összehasonlítás fő, illetve alszempontjai

15. táblázat

Fő szempontok	Alszempontok
Átlagsebesség [km/h]	
Hatótáv [km]	<i>épített úton terepen</i>
Fordulókör-átmérő [m]	
Terepjárási	<i>emelkedőmászó képesség [%]</i>
	<i>legnagyobb oldaldőlés [%]</i>
	<i>lépcsőmászó képesség [m]</i>
	<i>árokáthidaló képesség [m]</i>
	<i>vízakadály-leküzdő képesség [m]</i>
	<i>hosszirányú makroakadály-leküzdő képesség [1]</i>
	<i>keresztirányú makroakadály-leküzdő képesség [1]</i>
Átlagfogyasztás [dm ³ /h]	
Fajlagosított értékek	<i>felfekvőfelületre fajlagosított talajnyomás [kPa] (mint a jármű különböző talajú terepen történő alkalmazhatóságának mutatószáma)</i>
	<i>össztömegre fajlagosított motorteljesítmény [kW/t] (mint a jármű függesztésére vonatkozó mutatószám)</i>
	<i>szállított katonára fajlagosított tömeg [t/fő] (mint a jármű egy katonára célba juttatását szolgáló kocsitömegére vonatkozó mutatószám)</i>
	<i>fajlagos tömeg [t/m³] (mint a jármű önjárására vonatkozó mutatószám)</i>
	<i>fajlagos térfoglalás [m³/t] (mint a jármű szállíthatóságára vonatkozó mutatószám)</i>
	<i>szállított katonára fajlagosított térfoglalás [m³/fő] (mint a jármű egy katonára célba juttatását szolgáló kocsitérfogatára vonatkozó mutatószám)</i>

(készítette: Kovácsházy Miklós)

**A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott
lövészharcjárművek esetén, az összehasonlítás fő, illetve alszempontjai** **16. táblázat**

Fő szempontok	Alszempontok
Átlagsebesség [km/h]	
Hatótáv [km]	épített úton terepen
Kanyarodási képesség [1]	(láncfelfekvés–nyomtáv arány, L/C)
Terepjárás	emelkedőmászó képesség [%] legnagyobb oldaldőlés [%] lépcsőmászó képesség [m] árokáthidaló képesség [m] víziakadály-leküzdő képesség [m] keresztirányú makroakadály-leküzdő képesség [1]
Átlagfogyasztás [dm ³ /h]	
Fajlagosított értékek	felfekvőfelületre fajlagosított talajnyomás [kPa] (mint a jármű különböző talajú terepen történő alkalmazhatóságának mutatószáma) össztömegre fajlagosított motorteljesítmény [kW/t] (mint a jármű fűrgeségére vonatkozó mutatószám) szállított katonára fajlagosított tömeg [t/fő] (mint a jármű egy katona célba juttatását szolgáló kocsi tömegére vonatkozó mutatószám) tűzerőre fajlagosított tömeg [t/mm] (mint a jármű tűzerejét képviselő fő fegyverzet célba juttatását szolgáló kocsi tömegére vonatkozó mutatószám) fajlagos tömeg [t/m ³] (mint a jármű önjárására vonatkozó mutatószám) fajlagos térfoglalás [m ³ /t] (mint a jármű szállíthatóságára vonatkozó mutatószám) szállított katonára fajlagosított térfoglalás [m ³ /fő] (mint a jármű egy katona célba juttatását szolgáló kocsi térfogatára vonatkozó mutatószám) tűzerőre fajlagosított térfoglalás [m ³ /mm] (mint a jármű tűzerejét képviselő fő fegyverzet célba juttatását szolgáló kocsi térfogatára vonatkozó mutatószám)

(készítette: Kovácsházy Miklós)

Harcokocsik esetén az összehasonlítás fő, illetve alszempontjai **17. táblázat**

Fő szempontok	Alszempontok
Átlagsebesség [km/h]	
Hatótáv [km]	épített úton terepen
Kanyarodási képesség [1]	(láncfelfekvés–nyomtáv arány, L/C)
Terepjárás	emelkedőmászó képesség [%] legnagyobb oldaldőlés [%] lépcsőmászó képesség [m] árokáthidaló képesség [m] víziakadály-leküzdő képesség [m] keresztirányú makroakadály-leküzdő képesség [1]
Átlagfogyasztás [dm ³ /h]	
Fajlagosított értékek	felfekvőfelületre fajlagosított talajnyomás [kPa] (mint a jármű különböző talajú terepen történő alkalmazhatóságának mutatószáma) össztömegre fajlagosított motorteljesítmény [kW/t] (mint a jármű fűrgeségére vonatkozó mutatószám) tűzerőre fajlagosított tömeg [t/mm] (mint a jármű tűzerejét képviselő fő fegyverzet célba juttatását szolgáló kocsi tömegére vonatkozó mutatószám) fajlagos tömeg [t/m ³] (mint a jármű önjárására vonatkozó mutatószám) fajlagos térfoglalás [m ³ /t] (mint a jármű szállíthatóságára vonatkozó mutatószám) tűzerőre fajlagosított térfoglalás [m ³ /mm] (mint a jármű tűzerejét képviselő fő fegyverzet célba juttatását szolgáló kocsi térfogatára vonatkozó mutatószám)

(készítette: Kovácsházy Miklós)

Az általam összehasonlítás céljából vizsgált eszközök feladatából adódó szerepkörét tanulmányozva a kerekes, illetve lánctalpas harcjárművek között fontos különbséget lehet tenni. A kiválasztott kerekes eszközök, illetve lánctalpas páncélozott harcjárművek feladata jellemzően a lövészek szállítása. Tüzerejét általánosan a védett toronyba épített önvédelmi fegyveren kívül a szállított harcosok fegyverzete alkotja. Azok célba juttatását a vezető, a parancsnok és az önvédelmi fegyverkezelő a járművet irányítva teszi lehetővé. A harckocsik tüzerejét a hordozott fő fegyverzet alkotja, hatásának célban történő kifejtését a harckocsi személyzete végzi, a rá bízott eszköz segítségével. Ebből következően informatívak az olyan mutatószámok is, amelyek érzékeltetik, hogy egy harcos vagy az adott tüzérő harcba juttatásához mekkora fajlagos tömeg, illetve térfoglalás párosul. Hasonlóan tájékoztatóak a szállíthatóságra, illetve az önjáráásra vonatkozó fajlagos mutatószámok.

V.4 A minősítés és összemérés folyamatának bemutatása

A páncélozott harcjárművek mozgékonyság szerint történő minősítését az alábbi – a GMP–95 mozgékonyági modellre alapuló – lépésekben javaslom.

A bemenő adatok a terep-jármű-vezető paraméterek, -függvénykapcsolatok, a meghatározott – közel homogén talaj- és terepviszonyoknak megfelelő szakaszokra bontott – útvonalak, valamint az alkalmazói elvárások tisztázása a rendeltetés vonatkozásában.

A kimenő adatok az elvárásoknak megfelelő futóműtípus és harcjárműfajta meghatározása, a 15., 16. és 17. táblázatokba foglalt jellemzők szerint a kínálatban szereplő harcjárművek mozgásképeségének minősítésével, majd összevetésével preferencia sorrend felállítása.

Az eljárás lépései a következők:

1. Döntéshozói elvárások, célok tisztázása az új eszköz rendeltetése tekintetében (feladatvégrehajtási gyakorisága, bevetési terület minősége, éghajlata, eszköz szállíthatósága. Ezek alapján a *futóműtípus és harcjárműfajta meghatározása* a 13. ábra szerint. A *harcjárműtípus-kínálat összeállítása*.
2. Az összemérendő harcjárművek vonatkozó *paramétereinek összegyűjtése* (teljesítményadatok, tömegadatok, méretek, felépítés, hatótáv, fordulókör átmérő, emelkedő képesség, oldaldőlés, lépcsőmászó képesség, árokáthidaló képesség, vízi akadály leküzdő képesség.).
3. Referencia terepszakaszok kijelölése, *útprofilok, valamint a talajok teherbíró képességének meghatározása* mérésekkel;
4. Az egyes járművekre vonatkoztatva a terep-járószerkezet kapcsolatában ébredő *vonóerő számítása* a menetellenállások figyelembevételével a 24. képlet segítségével.

5. A 4. pont eredményei szerint megszerkesztett menetdiagram alapján, a referencia terepszakaszokon elérhető *legnagyobb haladási sebesség meghatározása*.
6. Makro akadály leküzdő képesség (OMN) meghatározása, amely alapján az egyes referencia *tereszakaszok leküzdési idejének* – így sebességének – meghatározása.
7. Terepszakaszonként a vonatkozó mikroakadályok okozta lengésgyorsulások sebességcsökkentő hatásának vizsgálata, *átlagsebesség és átlagfogyasztás meghatározása*.
8. *Fajlagosított értékek* képezése.
9. Az egyes járművekre vonatkozó mozgékonytágot minősítő *adatok rendezése* a 15., 16. és 17. táblázatokban bemutatott szempontrendszerek szerint.
10. A járművek *minősítése és rangsorolása* a kiválasztott többszemponos döntéselőkészítő módszer segítségével.

Az összevethető adatokkal ily módon feltöltött szempontrendszer alapján, a megfelelő többszemponú összehasonlító módszer segítségével felállítható egy sorrend. Így a mozgékonytág különböző szempontjait figyelembe véve, komplex értékelés végezhető. Erre a célra – a dolgozat terjedelmi korlátai miatt – a IV. fejezetben tárgyalt három eljárás közül az AHP és a KESSELRING módszereket alkalmaztam. Működésüket a következő alfejezetben mutatom be.

V.4. Harcjárművek összevetése mozgékonytáguk alapján az AHP módszer alkalmazásával

Az AHP eljárás lehetővé teszi a szempontok súlyainak és a döntési alternatívák párosításának meghatározását a többszemponú döntési környezetben. Az AHP döntési problémák megoldásának egyik alapeszköze a páronkénti összehasonlítás, ami a szempontok súlyozására és az alternatívák egyes szempontok szerinti értékelésére egyaránt alkalmazható. A páros összehasonlítás mátrixok segítségével történik. Elemei a páros összehasonlítás során választott két szám hányadosaként adódnak. A páros összehasonlítás mátrixból, az egyes alternatívák „fontossága” a legnagyobb sajátértékhez tartozó sajátvektor meghatározásából következik. A páros összehasonlítások eredményeinek egymással összhangban kell lenniük, azaz konzisztensek minden pár esetén.

A disztributív AHP modellben a (szempont súly \times alternatíva pontszáma) / (az adott szempont szerinti értékelések összege) alakú kifejezéseket összegezzük. Az 1 értéket osztja szét a levélszemponok és az alternatívák között fontosságuknak megfelelően. A disztributív

AHP modell az alternatívák rangsorának megállapítására, az erőforrás szétosztására és a legtöbb szempont szerint névleges értékkel bíró alternatívák közül való választáskor javasolt.

Az ideális AHP modellben döntési táblák esetén hasonlóan járunk el, mint a disztributív modell esetén, de a $(\text{szempont súly} \times \text{alternatíva pontszáma}) / (\text{az adott szempont szerinti maximális pontszámú alternatíva pontszáma})$ alakú kifejezéseket összegezzük. Minden szempont esetén az ott maximális értéket kapott alternatíva vagy alternatívák nyerik meg a szempont teljes súlyát. Ez a módszer a legjobb alternatíva kiválasztására akkor használatos, ha a sejtetően legjobb alternatívák pontszáma több szempont szerint közel azonos.

A tapasztalatok szerint a disztributív és az ideális AHP modellek az esetek nagy százalékában ugyanazt a rangsort adják az alternatívákra.

A minősítő AHP modellek esetében a szempontok súlyozása ugyanúgy történik, mint a disztributív és az ideális AHP modelleknél. A lényeges különbség az alternatívák egyes szempontok szerinti értékelésében van. A minősítő modell alkalmazásával minden alternatívát külön-külön minősítünk a szempontokhoz megadott minősítéslisták alapján. [20/20–47]

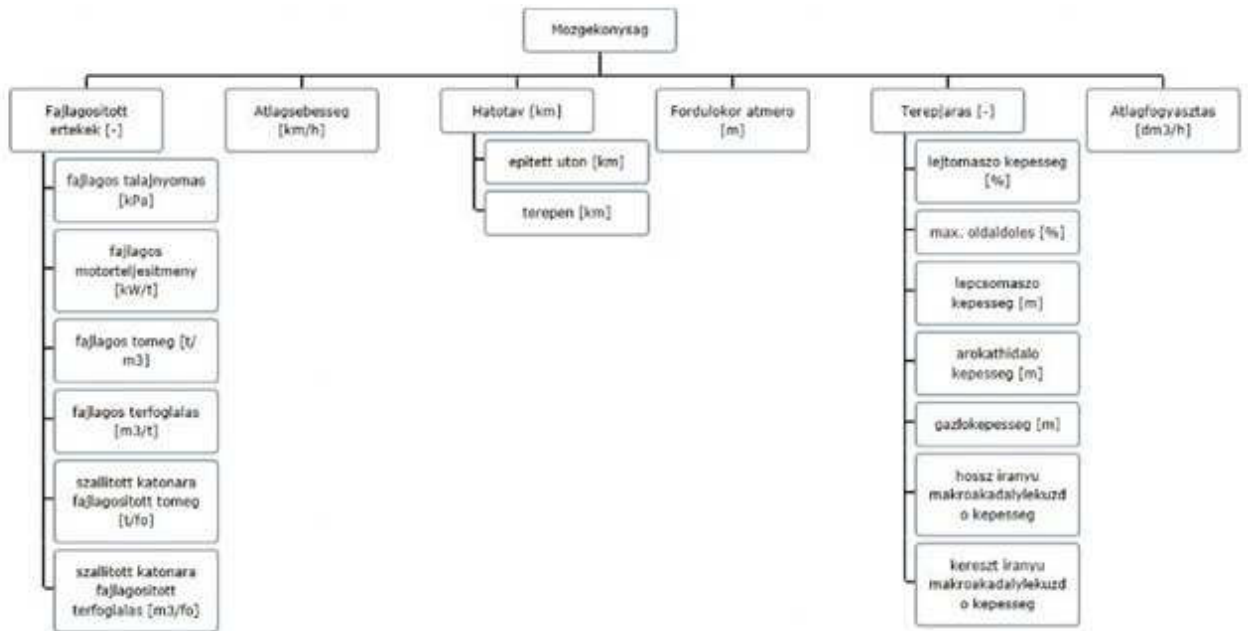
A MakeItRational AHP Software [107] online próbaváltozatával végeztem el a páncélozott harcjárművek disztributív AHP módszer szerinti összemérését, rangsorolását, hogy megállapíthatók legyenek az egyes harcjárművek közötti különbségek. A program alkalmas az ideális AHP modell szerinti összemérésre is. A program öt lépésre bontja a folyamatot.

1. Döntési fa létrehozása

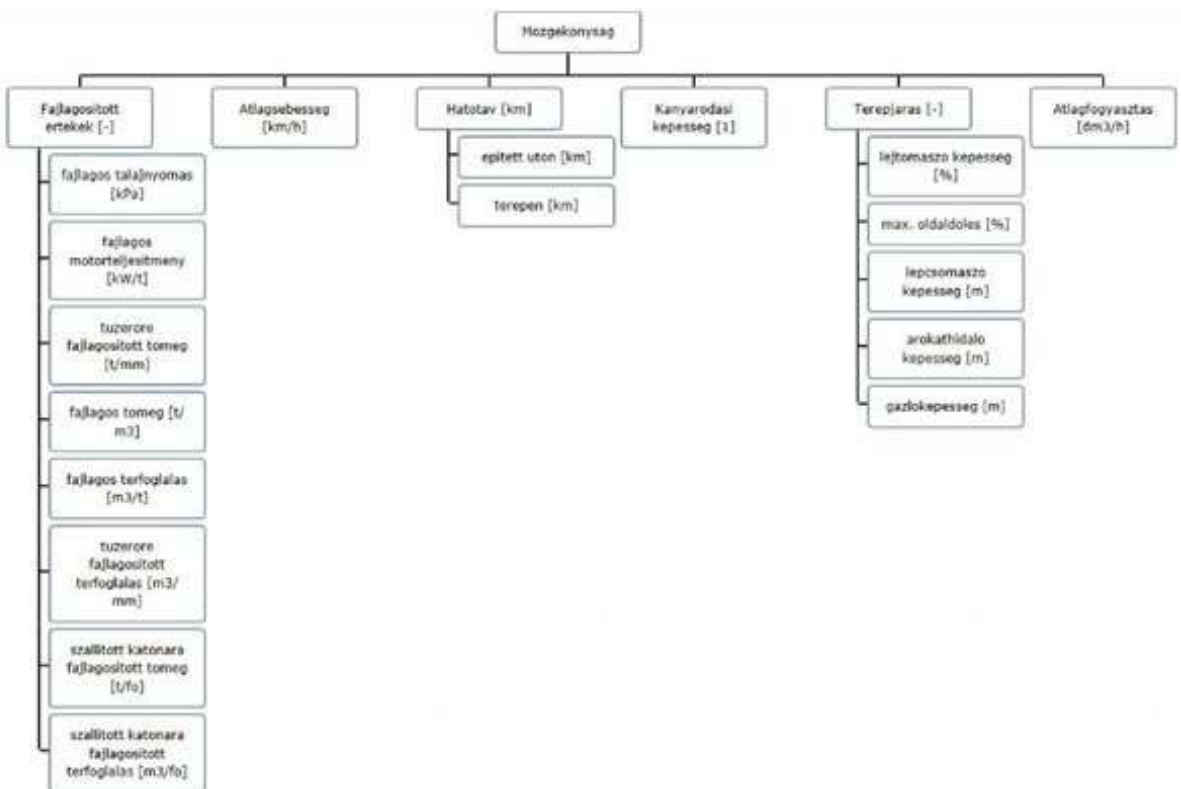
Az első lépésben (Alternatives – Választások) megneveztem az összemérendő harcjármű-típusokat.

2. Döntési fa felépítése

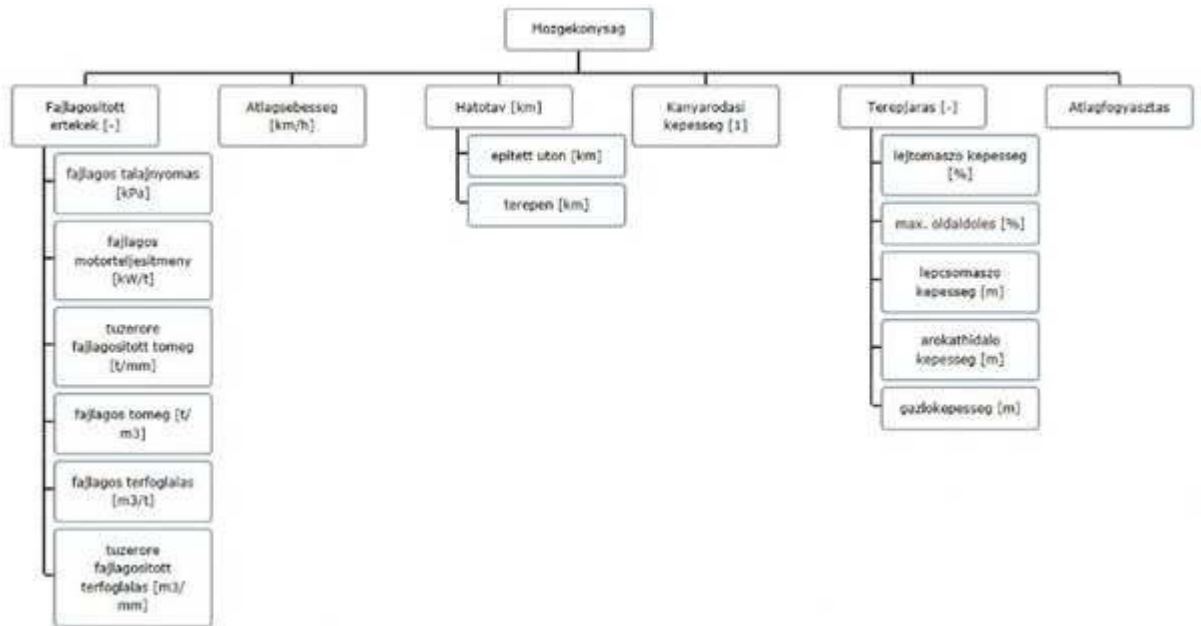
Második lépésként felépítettem (Criteria – Szempont) a szempontrendszer fastruktúráját és feltöltöttem adatokkal. Ezek alapján a program automatikusan kirajzolja a döntési fát. (24., 25., és 26. ábrák)



24. ábra. Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyág szerinti összehasonlítási szempontrendszerének fastruktúrája (készítette: Kovácsházy Miklós)



25. ábra. A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyág szerinti összehasonlítási szempontrendszerének MakeItRational fastruktúrája (készítette: Kovácsházy Miklós)



26. ábra. Harckocsik mozgékonyaság szerinti összehasonlítási szempontrendszerének fastruktúrája (készítette: Kováchszázy Miklós)

3. A szempontok súlyainak meghatározása, páros összehasonlítási mátrix előállítása

A harmadik lépésben (Preferences–Egymáshoz viszonyított fontosság) meghatároztam az egyes szempontok és alszempontok egymáshoz viszonyított fontosságát. A fő szempontok súlyait közvetlenül adtam meg. Az azonos szinteken lévő alszempontok egymáshoz viszonyított fontosságát tartalmazó páros összehasonlítás-mátrixok legnagyobb sajátértékeihez tartozó sajátvektorai szolgáltatják az azonos szinteken elhelyezkedő szempontok súlyait.

A páros összehasonlítások 1-től 9-ig terjedő értékhatárok között történnek annak függvényében, hogy az egyik szempont mennyivel fontosabb a másiknál. A program jelzi az esetleges inkonzisztenciákat (következetlenségek), amelyek egyszerűen kiküszöbölhetők. A program ezek alapján elvégzi a szükséges sajátérték- és sajátvektor-számításokat.

A program automatikusan értékeli az alternatívákat, és az adott pontszámokból, illetve a súlyokból számítja ki a pontértékeket.

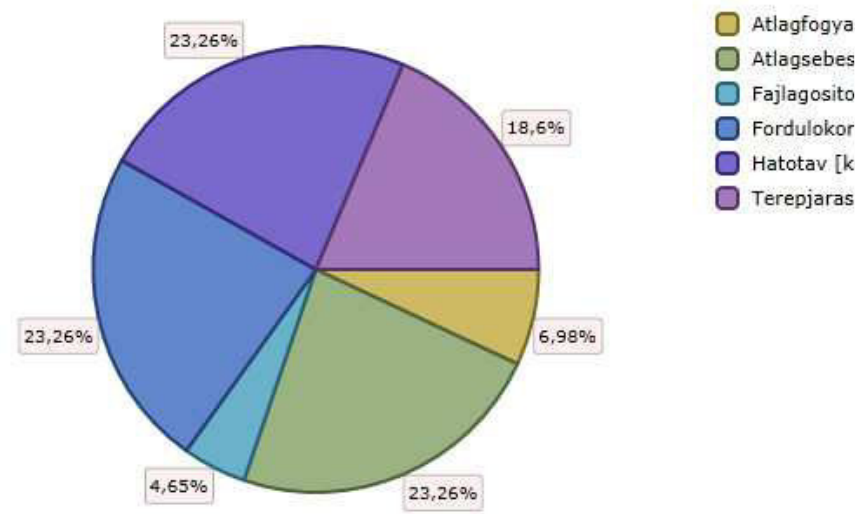
4. Eredmények és az értékelés összegzése

A negyedik lépésben (Results – Eredmények) az összemérés eredményeként bemutatja az alternatívák rangsorát oszlopdiagramban, különböző színekkel jelezve egy oszlopon belül az egyes szempontok nagyságát. Továbbá, sugárdiagramban ábrázolja az alternatívák összehasonlítását a felépített szempontrendszer alapján, valamint kördiagramban a szempontok egymáshoz viszonyított súlyát.

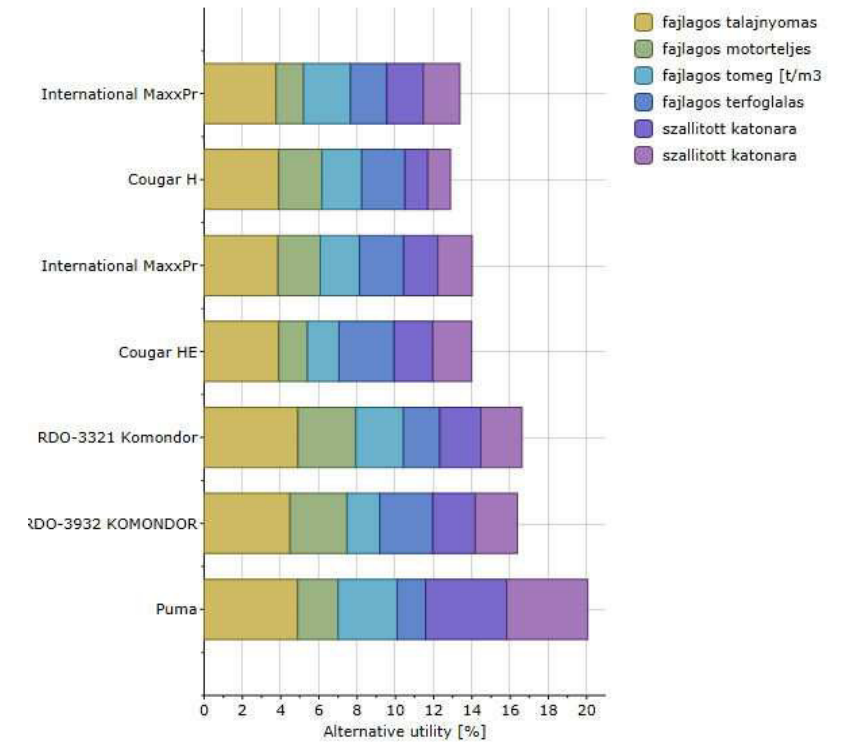
5. Beszámoló készítése

Az ötödik és egyben utolsó lépésként (Report – Jelentés) a program felkínálja az összemérés eredményeit tartalmazó jelentés különböző formátumú kimentését.

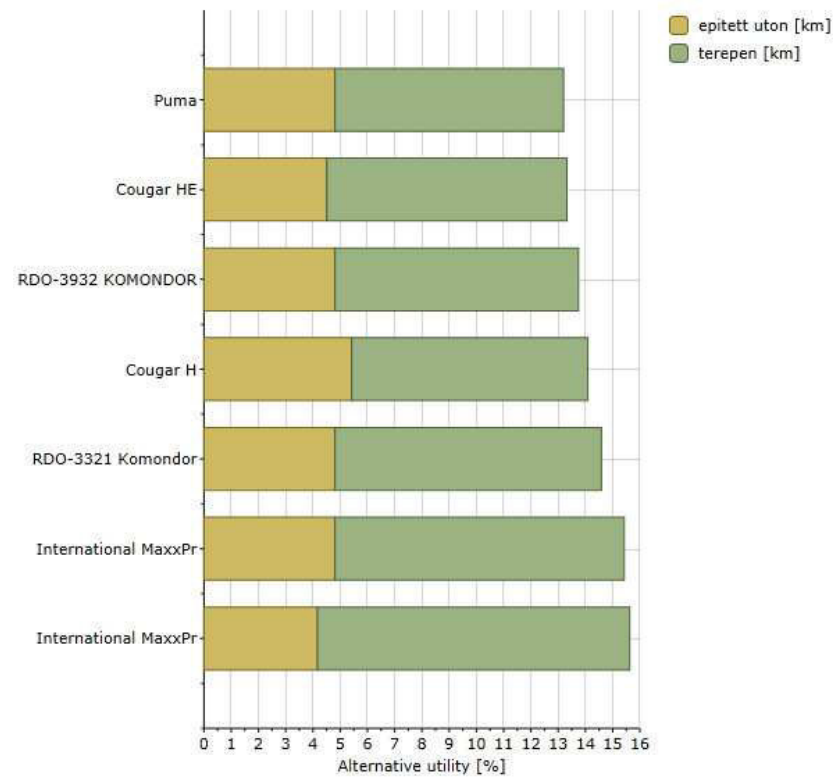
Természetesen a program lehetőséget ad arra, hogy több szakértő/értékelő bevonásával történjen az összemérés. Ez esetben az egyes értékelések összegzésre kerülnek. A kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek, a lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek, valamint a harckocsik MakeItRational AHP Software-rel készített összeméréseinek eredményét a 27–31., 32–36. és a 37–41. ábrák mutatják be.



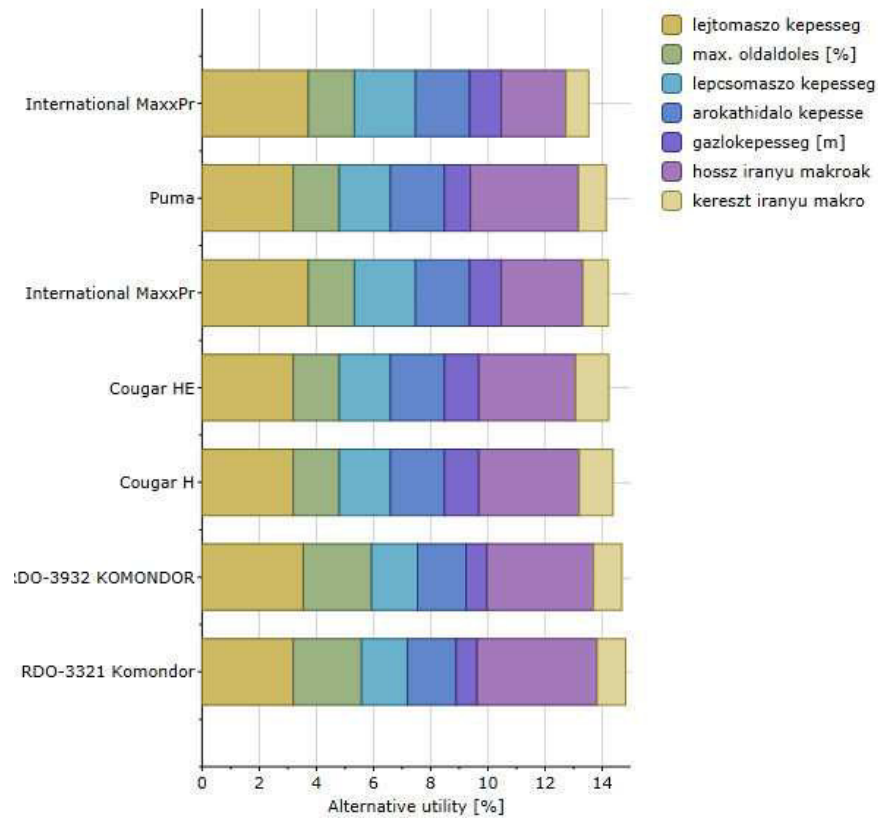
27. ábra. Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítás fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovács házy Miklós)



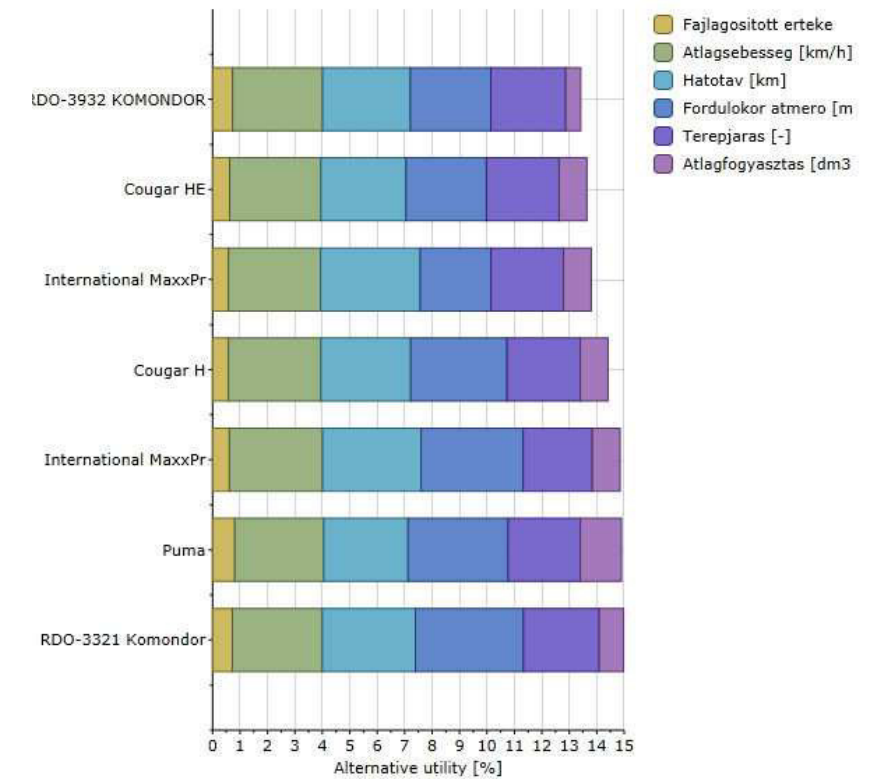
28. ábra. Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítása. Fajlagosított értékek fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovács házy Miklós)



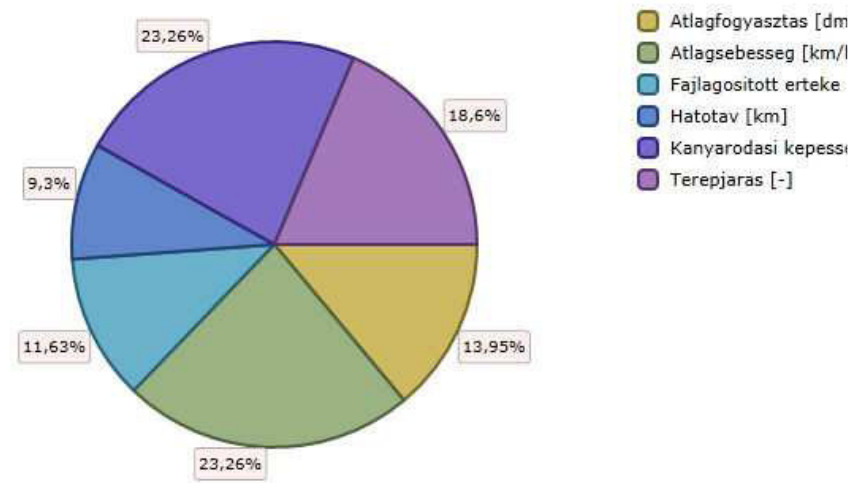
29. ábra. Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítása. Hatótávolság fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovács házy Miklós)



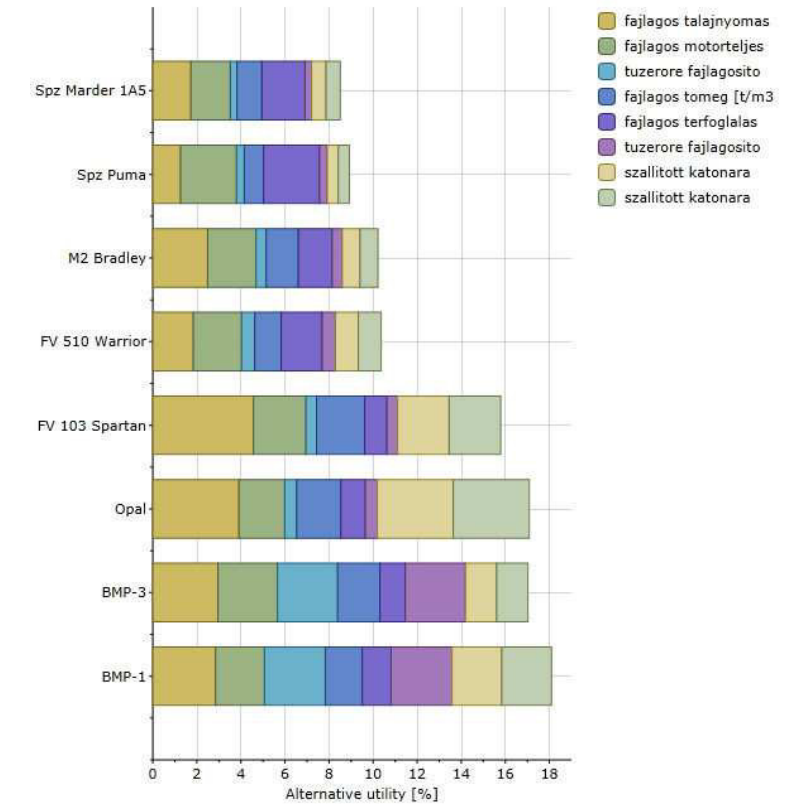
30. ábra. Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítása. Terepjáras fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovács házy Miklós)



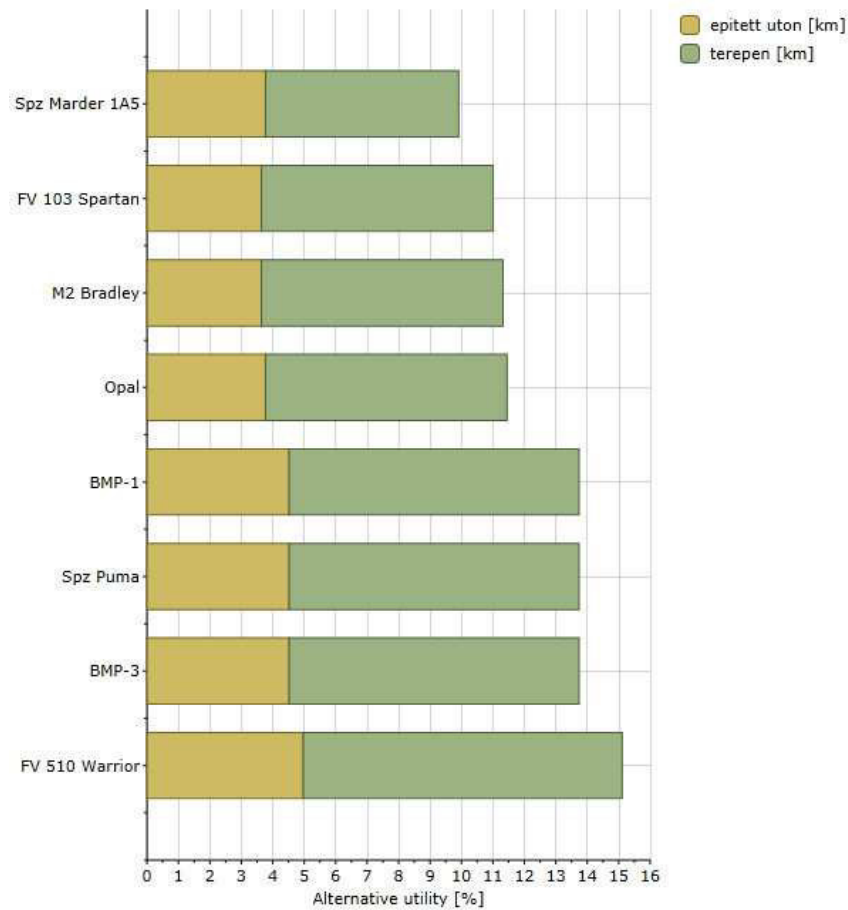
31. ábra. Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti rangsorolása (készítette: Kovács házy Miklós)



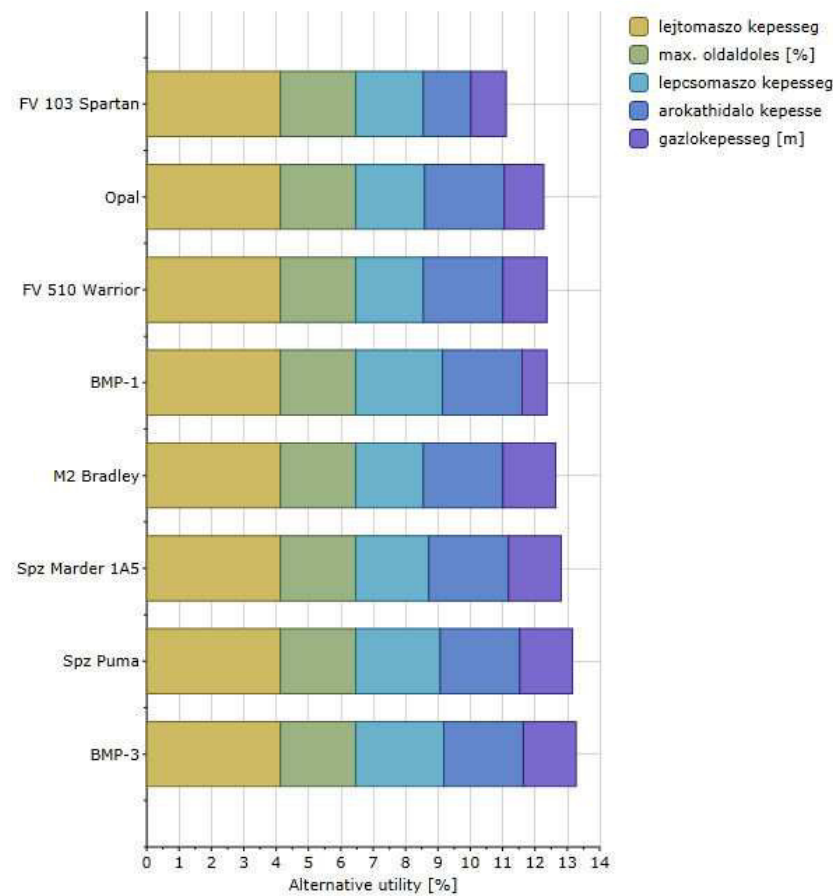
32. ábra. A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítása fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



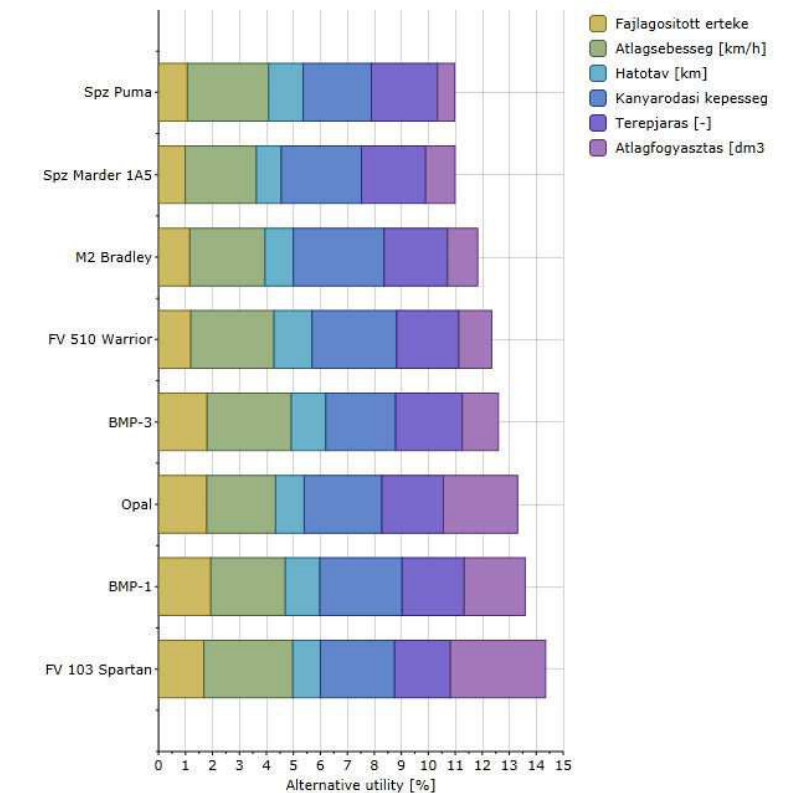
33. ábra. A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítása. Fajlagosított értékek fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



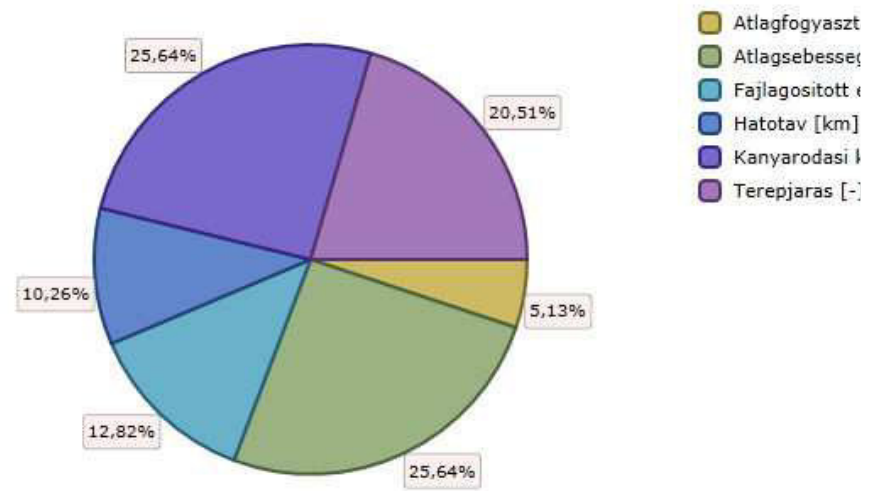
34. ábra. A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítása. Hatótávolság fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



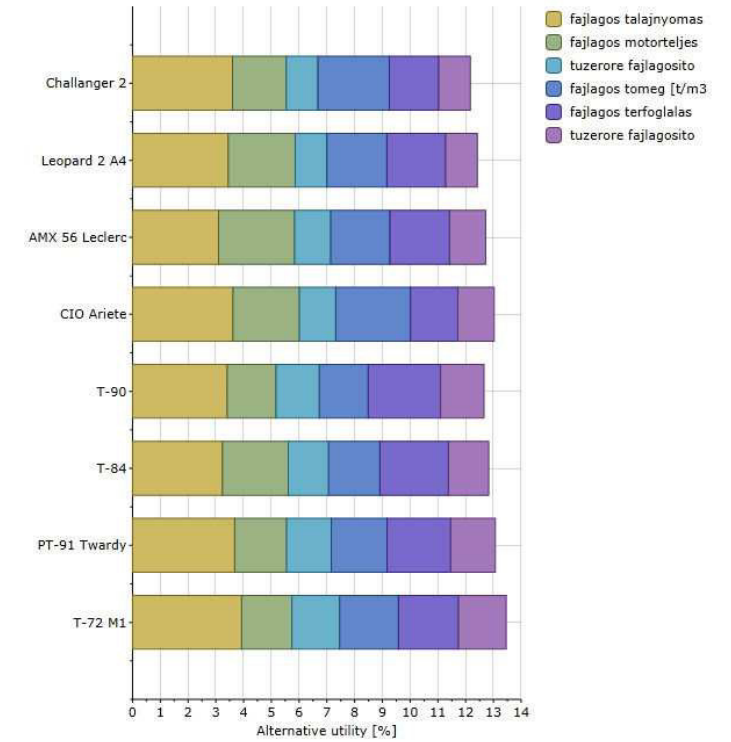
35. ábra. A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti összehasonlítása. Terepjáras fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



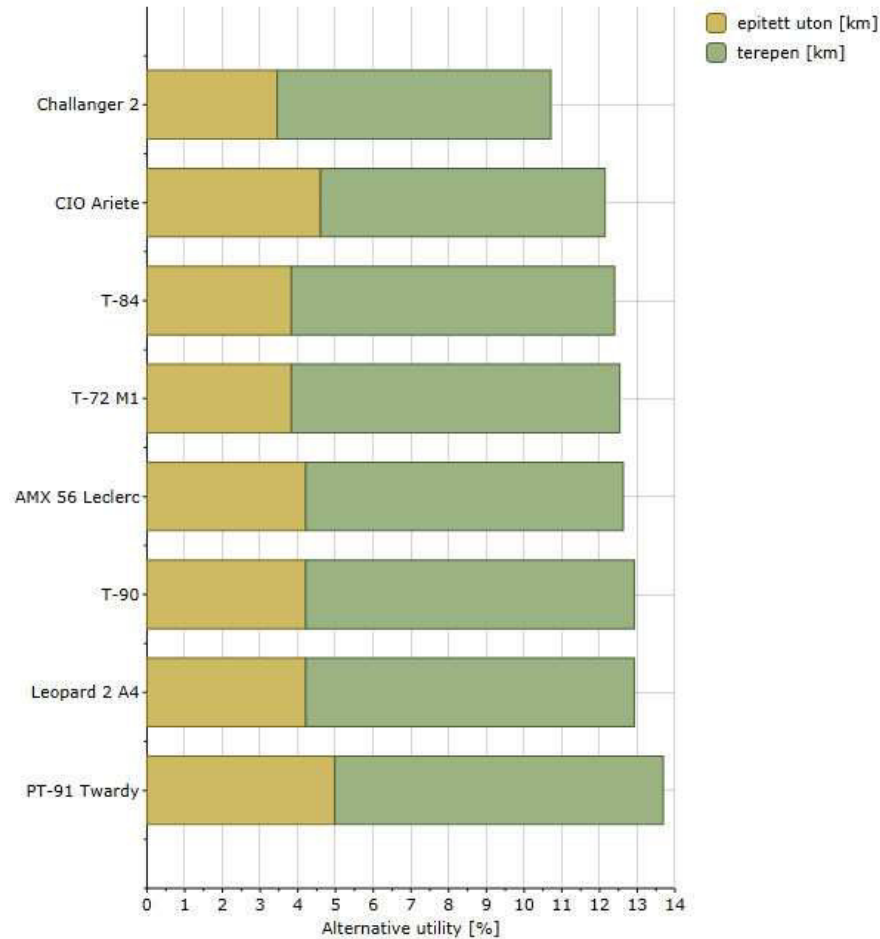
36. ábra. A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek mozgékonyaság szerinti rangsorolása (készítette: Kovácsházy Miklós)



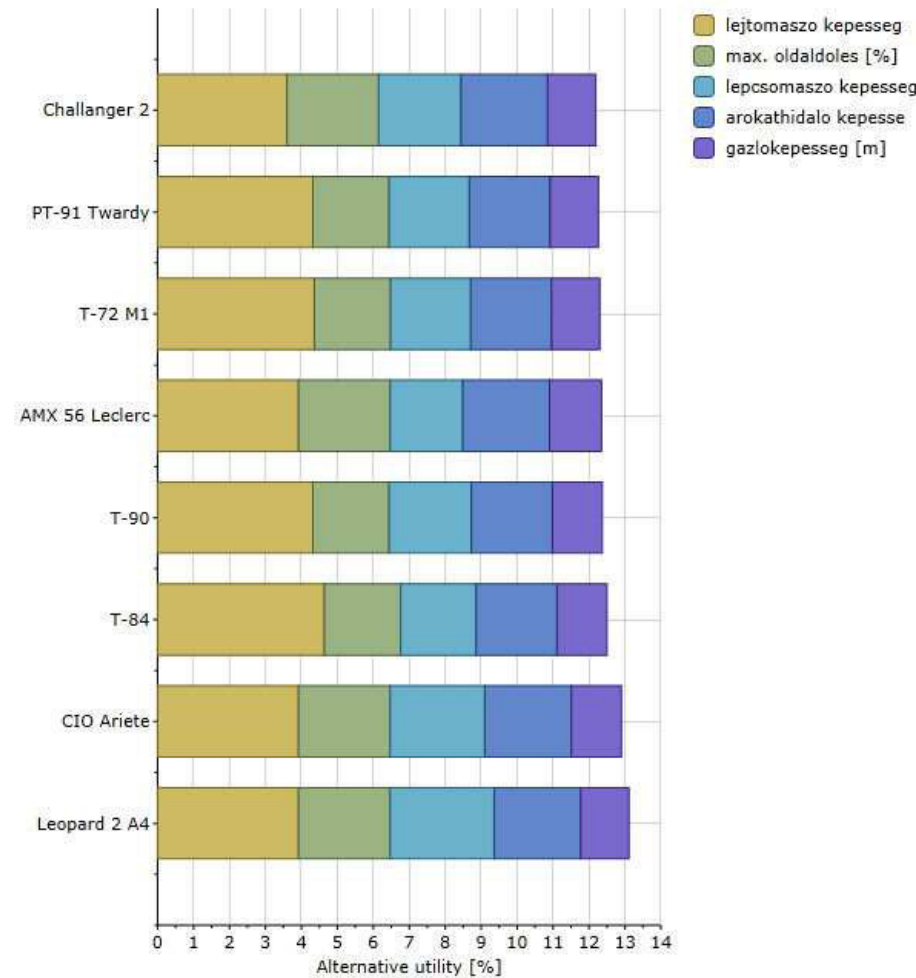
37. ábra. Harckocsik mozgékonyág szerinti összehasonlítása fő szempontjainak súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



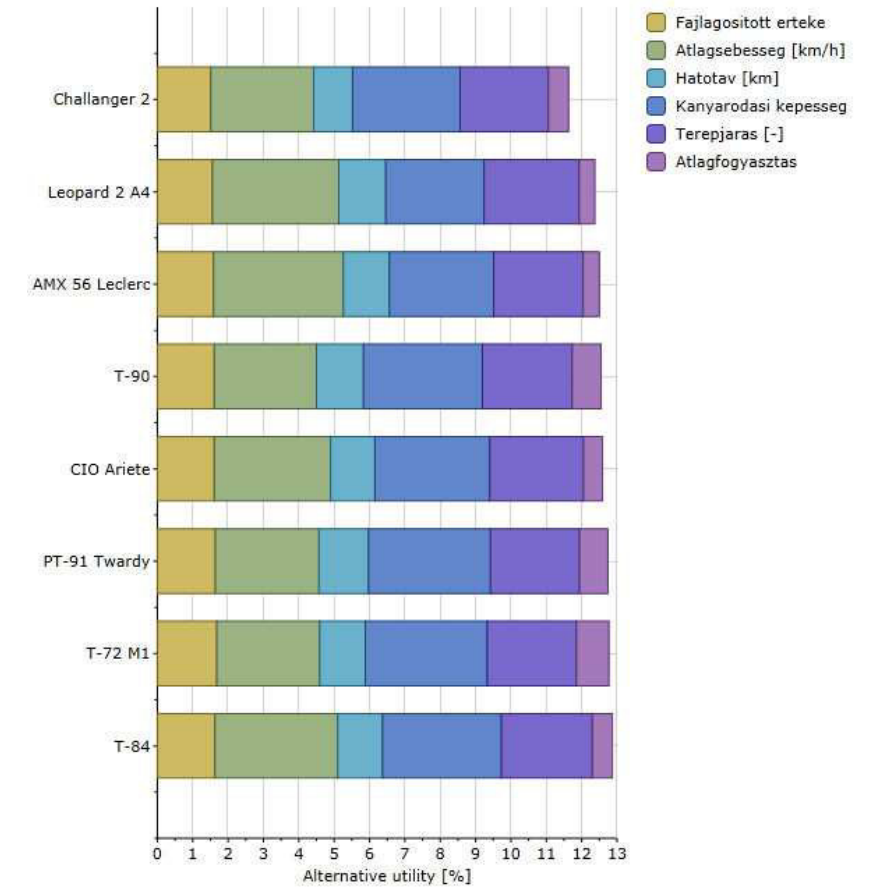
38. ábra. Harckocsik mozgékonyág szerinti összehasonlítása. Fajlagosított értékek fő szempont alszempontjainak súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



39. ábra. Harckocsik mozgékonyág szerinti összehasonlítása. Hatótáv fő szempont alszempontjainak súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



40. ábra. Harckocsik mozgékonyág szerinti összehasonlítása. Terepjarás fő szempont alszempontjainak készített súlyozása (készítette: Kovácsházy Miklós)



41. ábra. Harckocsik mozgékonyág szerinti rangsorolása (készítette: Kovácsházy Miklós)

V.5. Harcjárművek összevetése mozgékonyaságuk alapján a KESSELRING módszer alkalmazásával

A KESSELRING módszert az egyszerűbb matematikai háttérigénye miatt a Microsoft EXCEL programban saját készítésű számolótáblák segítségével használtam. Az eljárást az alábbi lépésekben végeztem el.

1. A kiválasztott eszközök szempontonkénti értékelése

Az egymástól eltérő paramétereket közös nevezőre kell hozni. Így a szempontok objektív paraméterek segítségével pontosabban mérhetők. A mozgékonyaságokat befolyásoló jellemzők értékelésére 10 fokozatot alkalmaztam egy elfogadhatatlanul alacsony (0) és egy maximálisan lehetséges (10) érték között:

- 1: nem kielégítő (nagyon gyenge);
- 3: elfogadható (gyenge);
- 5: kielégítő (közepes);
- 7: jó (megfelelő);
- 9: nagyon jó (kiváló).

Az eljárás egy elméleti ideális (kívánatos) termékhez, megoldáshoz viszonyítja a vizsgálandó eszközöket, amely az összes jellemző paraméter legkedvezőbb értékeivel (p_{imax}) rendelkezik. A módszer valamennyi termék tényleges paraméterértékét ehhez az ideális megoldáshoz viszonyítja, és eszerint ad az egyes termékeknek minden egyes értékelt paraméter után valamilyen (p_i) pontszámot. Ennek megfelelően szempontonként meghatároztam az észszerűség határain belüli legnagyobb, és a már elfogadhatatlan legkisebb értékeket. Az intervallumot 10 egyenlő részre osztva kialakult a műszaki színvonalat meghatározó skála. A 0–10 pontszámhatárok között kell értékelni az egyes eszközökhöz tartozó paramétereket, figyelembe véve, hogy milyen mértékben érik el, illetve közelítik meg az eszményi termék paramétereinek szintjét. Így, az összemérendő eszközök adott szempontja szerint, meghatároztam minden egyes harcjármű esetén egyazon szempontozáshoz tartozó, ideális értékhez viszonyított tényleges értékét. Ezzel a lépéssel egyben „közös nevezőre” hoztam az összehasonlítható szempontok mértékegységeit. Az egyes paraméterek közös nevezőre hozása érdekében alkalmazott pontozással a paraméterek mérési szintjét az eddigi, többnyire arányskála mérési szintről a sorrendi skála mérési szintjére helyeződött át elveszítve azon információ többletet, hogy mennyivel előzi meg az egyik termék a másikat. Ez nem tekinthető

mindenképpen hibásnak, mivel a rangsorolással járó esetleges információvesztés az összehasonlíthatósággal nyert információtöbblet kiegyenlítheti, sőt még meg is haladhatja. [12/76–79]

2. A vizsgálati szempontok súlyozása, a műszaki érték mutatószám képzése

A módszer figyelembe veszi a különböző paraméterek eltérő súlyát a (v_i) súlyozótényezők alkalmazásával, amik 2–10 értéket vehetnek fel a paraméterek eltérő sajátosságaitól függően. A szempontok helytálló súlyozása kiemelten fontos. A súlyszámok jelentősen befolyásolják az összehasonlítás eredményét, mivel azok képviselik a döntéshozó által az új eszköz tervezett rendeltetésnek megfelelően megfogalmazott – a jövőben rendszeresíteni kívánt harcjárművekkel szemben támasztott – igényeket. E módszernél a súlyszámok meghatározásakor figyelembe vettem az elsőként bemutatott AHP eljárásnál a fő szempontokra alkalmazott súlyszámokat, valamint az alszempontok páros összehasonlítása során kialakult súlyarányokat a két módszer eredményei összehasonlíthatóságának érdekében. Így az egyes harcjárművek műszaki értékének mutatószáma:

$$X' = \frac{\sum_i (p_i \cdot v_i)}{\sum_i (p_{i_{\max}} \cdot v_i)} \quad (28)$$

X' legnagyobb értéke 1 lehet, ezért ez a mutatószám a harcjármű relatív rangsorolása mellett az abszolút rangsoroláshoz is felhasználható. A páncélozott harcjármű műszaki színvonala a 18. táblázat szerint értékelhető.

A KESSELRING eljárás műszakiszínvonal-értékelése [12/77]

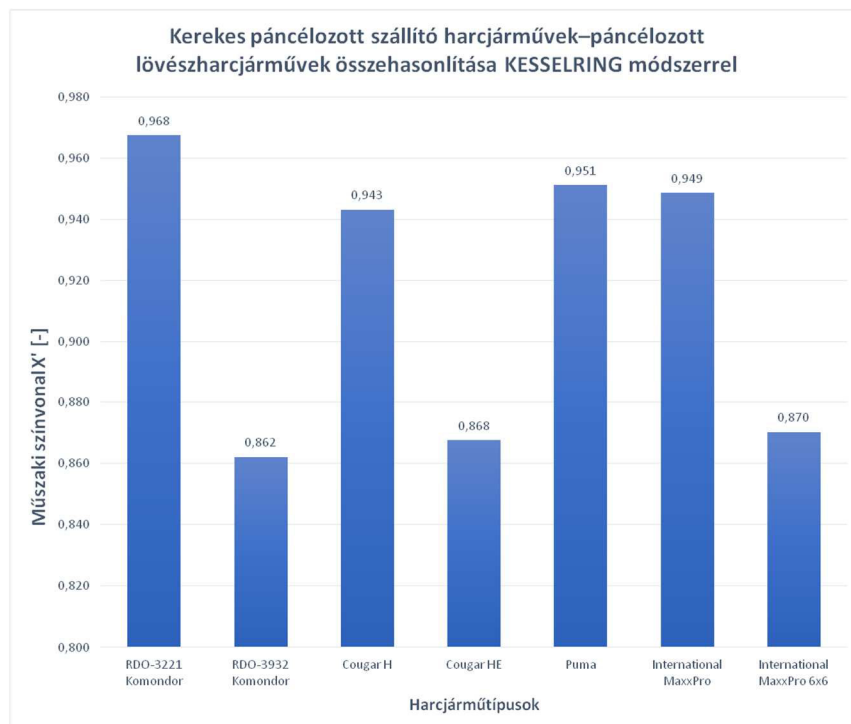
18. táblázat

X'	A termék műszaki színvonala
$0,8 < X' < 1$	nagyon jó
$0,6 < X' < 0,8$	jó
$X' < 0,5$	nem kielégítő

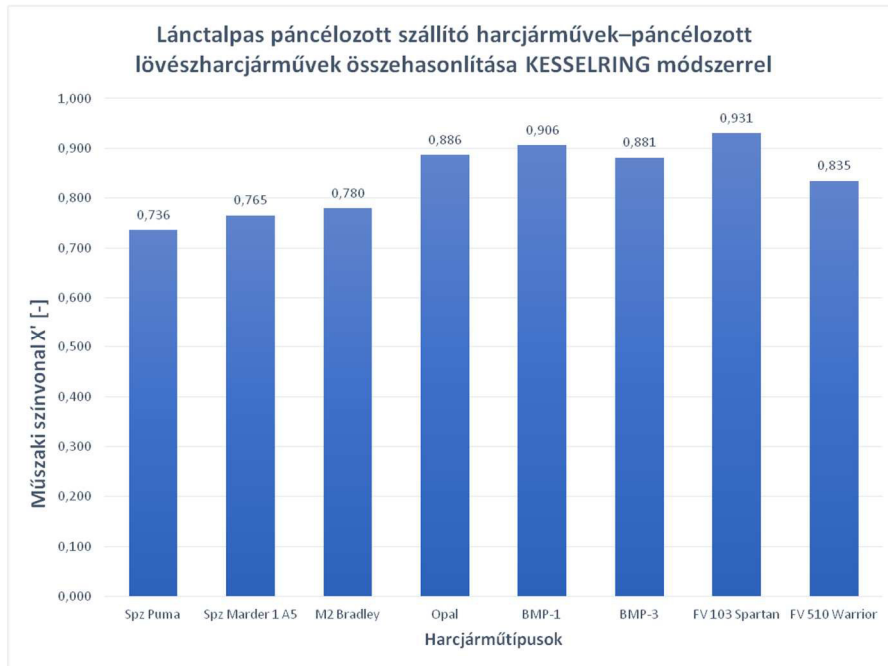
A folyamatot minden járműre elvégeztem, majd kiszámoltam az egyes harcjárművek összes szempontját összegző és azok súlyát figyelembe vevő műszaki színvonal mutatószámát. [12/76–79]

3. A szempontenkénti eredmények összegzése

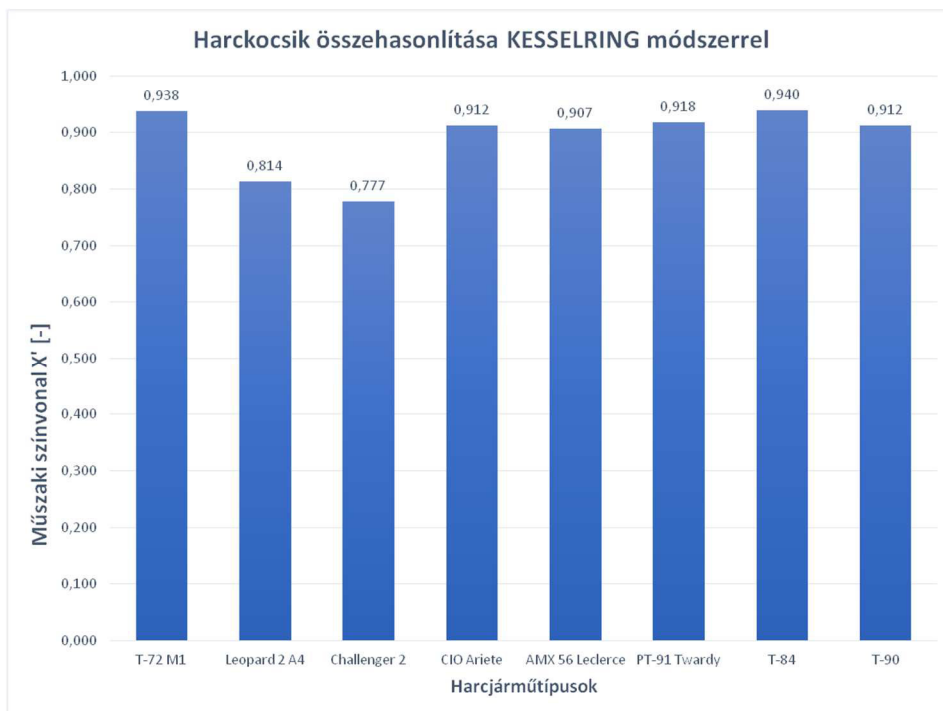
Az egyes alszempontok műszakiszínvonal-mutatószámát a súlyszámok figyelembevételével a 28. egyenlet alapján határoztam meg. A fő szempontok esetében hasonlóan eljárva, az eredményül kapott műszaki színvonalat mutató X' értékeket vizsgálva felállítható egy sorrend. Mivel célom az adott eszközök közül az ideálishoz viszonyítva legjobbnak ítélt harcjármű kiválasztása, ezért a legmagasabb műszaki értékkel rendelkező páncélozott harcjármű az 1. helyezést kapta, a hozzá képest alacsonyabb műszaki színvonalú eszközök pedig a 2., 3. stb. helyezéseket. Ezzel egyértelműen kiválasztható a döntéshozó számára legkedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező eszköz. Az egyes harcjárművek ideálishoz viszonyított értékét jól érzékeltetik a műszaki színvonalat jelző mutatószámok. Ezek alapján megállapítható, hogy a vizsgált eszközök közül melyik mennyire közelíti meg a meghatározott ideális értékeket. Így a preferenciasorrend nem az egyes eszközök egymáshoz viszonyítása alapján, hanem az ideális eszközhöz képest alakul. Ezért az ideális eszköz értékeinek megváltoztatása a sorrend módosulását rejtheti megában. A kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek, a lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek, valamint a harckocsik összeméréseinek eredményét a 42., 43. és 44. ábrák oszlopdiagramjai, illetve a 19., 20. és 21. táblázatok mutatják be.



42. ábra. Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek összehasonlításának eredménye (készítette: Kovácsházy Miklós)



43. ábra. Lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek összehasonlításának eredménye (készítette: Kovácsházy Miklós)



44. ábra. Harckocsik összehasonlításának eredménye (készítette: Kovácsházy Miklós)

Kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek									
Típus								súlyozótényező	
	RDO-3221 Komondor	RDO-3932 Komondor	Cougar H	Cougar HE	Puma	International MaxxPro	International MaxxPro 6x6		
Átlagsebesség [km/h]	69,36	71,75	71,15	70,31	68,34	71,76	70,90	10	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00		
Hatótáv [km]	0,76	0,72	0,76	0,68	0,68	0,84	0,84	10	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	7,00	8,00	7,00	7,00	8,00	8,00		
Fordulókör-átmérő [m]	20,30	20,64	20,30	23,90	19,50	18,90	27,43	10	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	7,00	8,00	7,00	9,00	9,00	6,00		
Terepjárás	0,89	0,89	0,85	0,82	0,81	0,76	0,82	8	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	9,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00		
Átlagfogyasztás [dm ³ /h]	61,80	73,77	54,49	54,49	36,55	54,10	54,10	3	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	6,00	3,00	7,00	7,00	10,00	7,00	8,00		
Fajlagosított értékek	0,88	0,92	0,75	0,76	0,95	0,78	0,74	2	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	9,00	8,00	8,00	9,00	8,00	7,00		
műszaki színvonal	X'	0,968	0,862	0,943	0,868	0,951	0,949	0,870	
Helyezés	1	7	4	6	2	3	5		
Hatótáv [km]	épített úton	800	800	675,9	563,3	600	600	520	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	7,00	8,00	7,00	7,00	7,00	6,00	
	terepen	350	320	310	315	300	380	410	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	5,00	4,00	3,00	3,00	3,00	7,00	9,00	
műszaki színvonal	X'	0,76	0,72	0,76	0,68	0,68	0,84	0,84	
Terepjárás	lejtőmászó képesség [%]	60,00	66,70	60,00	60,00	60,00	70,00	70,00	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00	
	max. oldaloldós [%]	44,45	44,45	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	10,00	10,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
	lépcsőmászó képesség [m]	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	9,00	9,00	
	árokáthidaló képesség [m]	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
	gázlóképeség [m]	0,90	0,90	0,99	0,99	0,75	0,91	0,91	3
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	6,00	6,00	10,00	10,00	7,00	9,00	9,00	
	hosszirányú makroakadály-leküzdő képesség	93,59	83,12	78,31	75,56	84,20	50,30	63,40	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	8,00	8,00	7,00	8,00	4,00	6,00	
keresztirányú makroakadály-leküzdő képesség	99,14	98,01	116,99	114,66	96,40	79,84	88,90	3	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	8,00	10,00	9,00	8,00	6,00	7,00		
műszaki színvonal	X'	0,89	0,89	0,85	0,82	0,81	0,76	0,82	
Fajlagosított értékek	fajlagos talajnyomás [kPa]	268,49	292,89	337,30	337,31	269,15	341,23	350,39	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	7,00	6,00	6,00	9,00	6,00	6,00	
	fajlagos motor teljesítmény [kW/t]	16,91	12,33	12,61	8,41	11,79	12,38	8,04	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	9,00	6,00	3,00	6,00	6,00	3,00	
	szállított katonára fajlagosított tömeg [t/fő]	2,75	2,70	4,88	2,93	1,40	3,29	3,04	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	8,00	6,00	8,00	10,00	7,00	8,00	
	fajlagos tömeg [t/m ³]	0,37	0,54	0,44	0,56	0,30	0,45	0,38	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	7,00	8,00	6,00	9,00	8,00	8,00	
	fajlagos térfoglalás [m ³ /t]	2,70	1,85	2,26	1,78	3,35	2,22	2,66	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	9,00	8,00	9,00	5,00	8,00	7,00	
szállított katonára fajlagosított térfoglalás [m ³ /fő]	7,41	5,00	11,01	5,22	4,69	7,30	8,08	3	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	6,00	8,00	4,00	8,00	9,00	5,00	6,00		
műszaki színvonal	X'	0,88	0,92	0,75	0,76	0,95	0,78	0,74	

Szempontonkénti értékelés fokozatai										
	nagyon gyenge	gyenge	közepes	megfelelő	jó	jeles	kiemelkedő	kiváló		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	30,5	36	41,5	47	52,5	58	63,5	69	74,5	80
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
50	46,5	43	39,5	36	32,5	29	25,5	22	18,5	15
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
120	111	102	93	84	75	66	57	48	39	30
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
350	385	420	455	490	525	560	595	630	665	700
250	270	290	310	330	350	370	390	410	430	450
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	34,5	39	43,5	48	52,5	57	61,5	66	70,5	75
15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
0,1	0,155	0,21	0,265	0,32	0,375	0,43	0,49	0,54	0,595	0,65
0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4	0,44	0,48	0,52	0,56	0,6
0,1	0,19	0,28	0,37	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,91	1
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100
20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
500	473	446	419	392	365	338	311	284	257	230
4	5,4	6,8	8,2	9,6	11,0	12,4	13,8	15,2	16,6	18
10	9,1	8,2	7,3	6,4	5,5	4,6	3,7	2,8	1,9	1
1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
5	4,65	4,3	3,95	3,6	3,25	2,9	2,55	2,2	1,85	1,5
15	13,8	12,6	11,4	10,2	9	7,8	6,6	5,4	4,2	3

Lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek										
Típus									súlyozótényező	
Átlagsebesség [km/h]	25,51	22,38	23,59	21,63	23,37	26,45	27,93	26,09	10	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00	9,00	8,00		
Hatótáv	0,88	0,52	0,64	0,68	0,88	0,88	0,64	1,00	4	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	5,00	6,00	7,00	9,00	9,00	7,00	10,00		
Kanyarodási képesség (L/C arány)	1,74	1,48	1,31	1,52	1,44	1,69	1,60	1,40	10	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	9,00	9,00	10,00	10,00	8,00	9,00	8,00		
Terepjárás	1,00	0,97	0,95	0,90	0,91	1,00	0,80	0,90	8	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	10,00	10,00	9,00	9,00	9,00	10,00	8,00	9,00		
Átlagfogyasztás [dm ³ /h]	166,57	98,73	95,87	39,08	47,50	79,89	30,44	87,88	6	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	2,00	5,00	5,00	9,00	9,00	6,00	10,00	6,00		
Fajlagosított értékek	0,63	0,62	0,75	0,84	0,89	0,86	0,83	0,72	5	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	6,00	6,00	8,00	9,00	9,00	9,00	9,00	6,00		
műszaki színvonal	X'	0,736	0,765	0,780	0,886	0,906	0,881	0,931	0,835	
Helyezés		8	7	6	3	2	4	1	5	
Terepjárás	lejtőmászó képesség [%]	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
	max. oldaloldós [%]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	6
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
	lépcsőmászó képesség [m]	0,75	0,65	0,60	0,61	0,77	0,78	0,60	0,60	6
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	6,00	5,00	5,00	7,00	7,00	5,00	5,00	
	árokáthidaló képesség [m]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	1,50	2,50	6
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	5,00	8,00		
gázlóképeség [m]	1,20	1,20	1,20	0,90	0,57	1,20	0,80	1,00	4	
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	9,00	9,00	6,00	4,00	9,00	5,00	6,00	
műszaki színvonal	X'	1,00	0,97	0,95	0,90	0,91	1,00	0,80	0,90	
Fajlagosított értékek	fajlagos talajnyomás [kPa]	122,63	89,44	61,99	39,44	54,10	52,12	33,78	84,07	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	3,00	5,00	8,00	9,00	9,00	8,00	10,00	5,00	
	fajlagos motor jesítmény [kW/t]	18,60	13,14	16,09	15,21	16,30	19,79	17,41	16,02	9
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	6,00	7,00	7,00	7,00	9,00	8,00	7,00	
	szállított katonára fajlagosított tömeg [t/fő]	7,17	5,59	4,60	1,08	1,69	2,67	1,62	3,63	7
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	5,00	6,00	7,00	9,00	9,00	8,00	9,00	7,00	
	tűzerőre fajlagosított tömeg [t/mm]	1,43	1,68	1,10	0,94	0,18	0,19	1,06	0,85	4
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	5,00	4,00	6,00	7,00	10,00	10,00	6,00	7,00	
	fajlagos tömeg [t/m ³]	1,26	0,97	0,76	0,55	0,66	0,58	0,51	0,92	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	9,00	9,00	7,00	
	fajlagos térfoglalás [m ³ /t]	0,79	1,03	1,32	1,82	1,52	1,74	1,98	1,08	6
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	8,00	7,00	6,00	7,00	6,00	5,00	8,00	
	szállított katonára fajlagosított térfoglalás [m ³ /fő]	5,67	5,75	6,05	1,96	2,56	4,64	3,20	3,93	4
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	5,00	5,00	5,00	10,00	8,00	6,00	8,00	7,00	
tűzerőre fajlagosított térfoglalás [m ³ /mm]	1,13	1,73	1,45	1,70	0,28	0,33	2,10	0,92	4	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	6,00	7,00	6,00	10,00	9,00	5,00	8,00		
műszaki színvonal	X'	0,63	0,62	0,75	0,84	0,89	0,86	0,83	0,72	
Hatótáv [km]	épített úton	600	500	483	500	600	600	483	660	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	7,00	6,00	7,00	8,00	8,00	6,00	9,00	
	terepen	300	200	250	250	300	300	240	330	10
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	3,00	5,00	5,00	7,00	7,00	5,00	8,00		
műszaki színvonal	X'	0,88	0,52	0,64	0,68	0,88	0,88	0,64	1,00	

Szempontenkénti értékelés fokozatai											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nagyon gyenge											
gyenge											
közepes											
megfelelő											
kiálló											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
200	182	164	146	128	110	92	74	56	38	20	
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	
10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	
0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	
0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3	
0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
160	147	134	121	108	95	82	69	56	43	30	
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
15	13,5	12	10,5	9	7,5	6	4,5	3	1,5	0	
3	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0	
3,2	2,9	2,6	2,3	2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2	
3,5	3,2	2,9	2,6	2,3	2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
4,2	3,8	3,4	3	2,6	2,2	1,8	1,4	1	0,6	0,2	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
100	160	220	280	340	400	460	520	580	640	700	
100	130	160	190	220	250	280	310	340	370	400	

(készítette: Kovácsházy Miklós)

Típus	Harcokcsik								súlyozótényező	
Átlagsebesség [km/h]	21,03	25,82	21,07	23,79	26,58	21,19	25,14	20,93	10	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	8,00	6,00	8,00	9,00	7,00	8,00	7,00		
Hatótáv	0,88	0,92	0,77	0,88	0,92	1,00	0,88	0,92	4	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	9,00	8,00	9,00	9,00	10,00	9,00	9,00		
Kanyarodási képesség (L/C arány)	1,49	1,85	1,69	1,58	1,74	1,49	1,53	1,53	10	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	10,00	6,00	7,00	9,00	9,00	10,00	10,00	10,00		
Terepjárás	0,83	0,92	0,81	0,88	0,84	0,83	0,86	0,85	8	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	9,00	8,00	9,00	8,00	8,00	9,00	8,00		
Átlagfogyasztás [dm ³ /h]	119,31	246,95	193,25	205,12	237,51	136,89	192,17	133,44	2	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	2,00	5,00	5,00	3,00	8,00	5,00	9,00		
Fajlagosított értékek	0,92	0,86	0,81	0,87	0,87	0,90	0,88	0,87	5	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	9,00	8,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00		
műszaki színvonal	X'	0,938	0,814	0,777	0,912	0,907	0,918	0,940	0,912	
Helyezés		2	7	8	4	6	3	1	5	
Terepjárás	lejtómászó képesség [%]	66,67	60,00	55,00	60,00	60,00	66,00	71,00	66,00	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	8,00	6,00	7,00	7,00	9,00	10,00	9,00	
	max. oldaldőlés [%]	25,00	30,00	30,00	30,00	30,00	25,00	25,00	25,00	6
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	10,00	10,00	10,00	10,00	7,00	7,00	7,00	
	lépcsómászó képesség [m]	0,85	1,10	0,87	1,00	0,77	0,85	0,80	0,87	6
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	10,00	8,00	9,00	7,00	8,00	7,00	8,00	
	árokáthidaló képesség [m]	2,80	3,00	3,00	3,00	3,00	2,80	2,80	2,80	6
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	7,00	
	gázlóképeség [m]	1,20	1,20	1,20	1,25	1,30	1,20	1,25	1,25	4
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	7,00	7,00	8,00	8,00	7,00	8,00	8,00		
műszaki színvonal	X'	0,83	0,92	0,81	0,88	0,84	0,83	0,86	0,85	
Fajlagosított értékek	fajlagos talajnyomás [kPa]	81,72	92,99	89,27	88,51	103,61	87,23	99,06	94,08	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	8,00	9,00	9,00	7,00	9,00	7,00	8,00	
	fajlagos motorteljesítmény [kW/t]	13,33	17,79	14,32	17,59	20,18	13,81	17,45	13,01	8
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	6,00	8,00	6,00	8,00	9,00	6,00	8,00	6,00	
	tűzerőre fajlagosított tömeg [t/mm]	0,34	0,52	0,52	0,45	0,45	0,37	0,41	0,38	4
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	6,00	6,00	7,00	7,00	9,00	8,00	9,00	
	fajlagos tömeg [t/m ³]	1,56	1,54	1,29	1,23	1,56	1,65	1,79	1,89	7
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	8,00	9,00	9,00	8,00	8,00	8,00	7,00	
	fajlagos térfoglalás [m ³ /t]	0,64	0,65	0,78	0,81	0,64	0,61	0,56	0,53	7
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	9,00	9,00	7,00	7,00	9,00	9,00	9,00	10,00	
tűzerőre fajlagosított térfoglalás [m ³ /mm]	0,22	0,34	0,40	0,37	0,29	0,22	0,23	0,20	4	
Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	10,00	8,00	7,00	7,00	8,00	10,00	10,00	10,00		
műszaki színvonal	X'	0,92	0,86	0,81	0,87	0,87	0,90	0,88	0,87	
Hatótáv [km]	épített úton	500	550	450	600	550	650	500	550	5
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	7,00	8,00	6,00	9,00	8,00	10,00	7,00	8,00	
	terepen	300	300	250	260	290	300	295	300	10
	Az ideális paraméterhez viszonyított tényleges érték	8,00	8,00	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
műszaki színvonal	X'	0,88	0,92	0,77	0,88	0,92	1,00	0,88	0,92	

Szempontkénti értékelés fokozatai										
	nagyon gyenge	gyenge		közepes		megfelelő		kielégő		10
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
280	263	246	229	212	195	178	161	144	127	110
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75
10	12,1	14,2	16,3	18,4	20,5	22,6	24,7	26,8	28,9	31
0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1
1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5
0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
0,9	0,84	0,78	0,72	0,66	0,6	0,54	0,48	0,42	0,36	0,3
4	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1
1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
0,8	0,74	0,68	0,62	0,56	0,5	0,44	0,38	0,32	0,26	0,2
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	95	160	225	290	355	420	485	550	615	680
20	53	86	119	152	185	218	251	284	317	350

(készítette: Kovács házy Miklós)

V.6 Az eredmények értékelése

A kerekes páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek összevetés során a Magyar Honvédség által használt Cougar H, valamint International MaxxPro 4 × 4 harcjárműveket hasonlítottam össze a magyar fejlesztésű Komondorokkal, valamint a Dél-afrikai Pumával. Az eredmény biztató: a súlyszámok által megfogalmazott céloknak, rendeltetésnek megfelelően a legjobbnak mindkettő módszerrel az RDO–3221-es Komondor bizonyult. Lényeges visszajelzés lehet ez a fejlesztőknek, hogy az új eszköz mozgékonyaságra vonatkozó mutatói a feltételezett honvédségi igények szerint súlyozva a világ élvonalát képviselő és jelentősebb gyártási, valamint harctéri tapasztalatokkal rendelkező gyártók termékeihez igen közel áll, sőt – igaz kevéssel, de – meg is előzi azokat. Második és a harmadik helyen az amerikai MaxxPro és a Dél-afrikai Puma áll, a Cougar a negyedik helyet foglalja el. Megjegyzendő, hogy az első helyezést elérő Komondor prototípust már kiforrott, nagy sorozatban gyártott eszközökkel hasonlítottam össze. A sorozatgyártást megelőző próbák korai szakaszában kiadott és általam felhasznált gyártóműi adatok bizonyos tekintetben eltérőek lehetnek a későbbiekben a véglegesített, sorozatban gyártott eszközökétől.

A láthatóan a többtől jól elkülönülő 6 × 6-os kategóriában a Cougar HE és a 6 × 6-os MaxxPro áll az ötödik és hatodik helyen. Az utolsó, hetedik helyen egyértelműen az RDO–3932-es 6 × 6-os Komondor áll, alig elmaradva az előtte lévőtől. Igaz, vizsgálatát a prototípus építése közben, elégtelen mennyiségű adat ismerete mellett, olykor becsléssel végeztem.

A lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek – páncélozott lövészharcjárművek esetén az általam felállított feltételrendszert képviselő súlyszámok szerint az összehasonlítandó harcjárművek között az AHP és a KESSERLING módszert alkalmazva megegyező sorrend szerint az FV 103 Spartan került az első helyre. A második, harmadik és a negyedik helyezéseket a BMP–1-es, az Opal és a BMP–3-as kapta. A Bradley 6. helyezésének oka a 20. táblázat szerinti alacsony fajlagosított értékei. Meglepő módon a sort az egyik legmodernebb német harcjármű, a Puma zárja. A Puma gyengeségeit a mozgékonyág szempontjából a jelentős pótpáncélzat okozta többlettömeg eredményezi.

Az összehasonlított harckocsik közül az AHP és a Kesserling módszerrel vizsgálva a műszaki színvonal mutatószámok alapján a mozgékonyág szempontjából a legjobb a T–84-es. Mindkettő eljárás esetén mögötte helyezkednek el, közel azonos műszaki értékekkel a

második és harmadik helyen a T-72M1-es és a PT-91-es Twardy. A CIO Ariete és a T-90-es a negyedik és ötödik helyezést kapta. Az utolsó két helyre a Leopard 2 A4-es és a brit Challenger 2 került. Ennek okai kiolvashatóak a 21. táblázatból. A Challenger 2 szerényebb hatótávolsággal rendelkezik, mint a többi harcjármű, valamint a fajlagosított értékei is a legalacsonyabbak. Továbbá a „terepjárás” alszemponban a legkisebb emelkedőmászó képességgel rendelkezik, valamint a „fajlagosított értékek” alszemponban a tüzérőre fajlagosított tömeg és a tüzérőre fajlagosított térfoglalása is a legalacsonyabb az összegyűjtött eszközök között. Igaz, a fő fegyverzetének űrmérete a nála jobb helyezést elérő nyugati harckocsiéival megegyező, mégis ugyanannak a tüzérőnek (harckocsiágyúnak) a célba juttatásához nagyobb méret és tömeg áll rendelkezésre, mint a többi harckocsinak.

V.7 Az eszközönként kapott végeredmények összevetése

Az eljárások a rendelkezésre álló adatok alapján ábrázolják a preferencia-sorrendet, helyezéseket. Jól érzékelhetően mindhárom páncélozott harcjárműfajtnál az AHP és a Kesselring eljárások megnyugtatóan közeli sorrendet eredményeztek. Igaz, a KESSELRING eljárás a harckocsiknál a T-90-es és a CIO ARIETE esetében azonos műszaki színvonal értékeket eredményezett.

A preferencia-sorrend megállapításához az AHP páros összehasonlítással egymáshoz, a KESSELRING módszer egy eszményi harcjárműhöz viszonyítja az összemért harcjárművek tulajdonságait. Előbbinél a nagyfokú következetesség igénye, utóbbinál az eszményi eszköz paramétereinek meghatározása okozza a legnagyobb nehézséget.

A KESSELRING eljárás érzékelhető hiányossága, hogy nem mutatja ki azt, hogy az egyik eszköz mennyivel jobb a többihez képest, azaz, hogy mekkora közöttük a különbség, csupán az ideálshoz viszonyított egyes paraméter értékekből lehet erre következtetni a „közös nevezőre hozást” megelőzően. Így a módszer csak a helyezési sorrend meghatározására használható. Ezzel szemben az AHP eredményeiből megállapíthatóak a preferencia sorrenden túl, az összemért harcjárművek közötti tartalmi különbségek, azaz, hogy azok mennyivel múlják felül egymást.

Az összevetések közel azonos eredményei e kettő alkalmazott eljárás használhatóságát. A beszédesebb rangsor miatt az AHP eredményei kezelhetőbbek, igaz lehetséges olyan döntéshozói cél is, amelynél elegendő csupán a KESSELRING eljárás információmélysége.

Az általam kidolgozott módszer lehetőséget kínál a páncélozott harcjármű-kategóriák közötti, kerekes és lánctalpas futóművel szerelt eszközök mozgékonyság szerint történő összemérésére is. Ezt célszerűen a 13. ábrán feltüntetett 10 – 30 t tömegkategóriába tartozó kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművek közötti választás esetén érdemes alkalmazni, amely tartomány a kerekes és a lánctalpas futómű alkalmazását egyaránt kínálja. Így, a döntéshozót az azonos tömegkategóriájú és – sok esetben – tűzerejű harcjárművek vonatkozásában, a kerekes és lánctalpas futómű közötti választás elé állítja.

A kerekes, illetve lánctalpas páncélozott harcjárművek mozgékonyságához kapcsolható eredményeket bemutató táblázat (5. táblázat) és a harcjármű kategóriák összehasonlítási szempontrendszerének (15., 16., 17. táblázatok) összevetése összhangot mutat. Mindkettőből kidomborodik a lánctalpas futómű legfőbb erénye, a fokozott terepjáró képesség, azaz a kiváló harcászati mozgékonyság. A kerekes futóművel szerelt eszközök esetében kiemelkedő a tágabb értelemben hatótávolságként és szállíthatóságként értelmezett hadműveleti, illetve hadászati mozgékonyság. Az azonos kategóriájú harcjárművek bemutatott összehasonlításával szemben a két futómű-kialakítás közötti választás e három mozgékonyság szint a kitűzött rendeltetésnek megfelelő fontossági sorrendjén múlik. A kétfajta eszköz műszaki színvonalát meghatározva, és azokat az igényekhez (eszményi műszaki színvonal) mérve, megállapítható a rendeltetéshez jobban illeszkedő eszközfajta. Ezen megfontolások alapján, a kerekes és lánctalpas futóművű harcjárműveket összemérve, kiválasztható a kérdéses kategóriában a megfelelő futóművel rendelkező eszköz. A kitűzött rendeltetésnek leginkább megfelelő futómű típus kiválasztásához az összehasonlításnál kiemelten fontos a döntéshozói célok, elvárások pontos ismerete, a viszonyítási alap definiálása (pl.: a súlysúlyszámok helyes megválasztása, az ideális műszaki színvonal meghatározása). Hiszen ez esetben nem az a kérdés, hogy melyik futómű a jobb, hanem az, hogy az adott feladatrendszernek melyik felel meg jobban.

Megjegyzendő, hogy az értekezésben bemutatott vizsgálat csak a mozgékonyssággal kapcsolatos szempontok szerint rangsorol. A teljes értékű rangsorolás, összemérés kizárólag a többi harcászati tulajdonsággal együtt végezhető el! A szempontonkénti értékelés fokozatainak alsó és felső határának – milyen paraméterértékeket számítanak nagyon gyengének, és mihez vannak viszonyítva az összemérendő eszközök – helyes megállapítása nagyban hozzájárulhat a megfelelő döntés meghozásához, valamint az ideálishoz, továbbá az egymáshoz viszonyításhoz.

V.8 Következtetések

1. A mozgékonyág vizsgálatának céljából kiválasztott harcjárművek 7. táblázatban összegyűjtött jellemzőinek valós adatokkal történő feltöltése során meghatároztam a megfelelő vizsgálati szempontrendszer szerkezetét és tartalmát páncélozott harcjármű-kategóriánként. Ezzel a kijelölt haditechnikai eszközök – konkrét jellemzői segítségével – már összemérhetővé váltak egymással.
2. Bemutattam, hogy a többszempontú döntéselmélet módszereivel elvégezhető a kerekes, illetve lánctalpas páncélozott harcjárművek kategóriánkénti összehasonlítása, rangsorolása és közülük a számunkra legelőnyösebb tulajdonsággal rendelkező kiválasztása. A módszer alkalmazható a különböző kategóriájú (kerekes-lánctalpas) harcjárművek összevetésére is.
3. Az összehasonlításokat az AHP és a Kesselring módszerekkel elvégezve megállapítottam, hogy célszerű több módszert alkalmazni az adott döntési probléma megoldására és az eredmények tükrében elemezni azokat a megfelelő döntéshozatal érdekében. Továbbá az AHP eljárás azon tulajdonságát kihasználva – nemcsak a sorrendiségre ad választ, hanem megmutatja, hogy az egyes eszközök mennyivel jobbak, vagy rosszabbak egymáshoz képest – meghatározható pl. egy új eszköz fejlesztési, vagy egy már rendszeresített páncélozott harcjármű korszerűsítési iránya. Akár elvégezhető egy lehetséges ellenséges eszközzel történő összemérés is. Ellentétes rangsort felállítva, a kivonásra ítélt járművek sorrendisége is meghatározható ily módon.
4. Összességében így, a harcjárművek komplex értékelése és a harcjármű-kínálat döntéshozói igényekhez illeszkedő sorrendbe állítása napjaink elvárásainak megfelelően végezhető el, részletesebb elemzést és szemléletes összehasonlíthatóságot eredményezve.

Természetesen ezzel az eljárással nem célszerű a nagyszámú, szóba jöhető eszközök közül kizárólagosan egyetlen típus kiválasztása. Mégis nagy fontosságú lehet a választék e módszerrel történő leszűkítése kettő, esetleg három harcjárműre. Ezek eredményeként csupán az első, második – esetleg harmadik – helyezést elérő járművek próbapályán történő, valós körülmények közötti vizsgálata szükséges. Így a kiválasztási eljárás nagyban hozzájárulhat a beszerzés költségeinek és a beszerzési folyamat időtartamának csökkentéséhez. Összességében így végezhető el nagy biztonsággal a legmegfelelőbb eszköz kiválasztása.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatási tevékenység összegzése

Az **első fejezetben** áttekintő helyzetelemzést végeztem a Magyar Honvédség páncélozott harcjármű-eszközpark mozgékonyaság szempontból történő korszerűsítésének szükségességéről, irányairól a NATO-irányelvek, valamint az MH célkitűzéseinek figyelembevételével. Bemutattam a MH-ben rendszeresített páncélozott harcjárművek állapotát, valamint a jövőbeli típusválasztás nehézségeit a kerekes-lánctalpas eszközök arányának tekintetében. Felhívtam továbbá a figyelmet a jelenlegi magyar járműgyártásban hordozott lehetőségekre az új típusok kiválasztása során.

A **második fejezetben** áttekintettem a lánctalpas és kerekes páncélozott harcjárművek alkalmazását, csoportosítását és harcászati tulajdonságát a modern hadviselésben. A mozgékonyaságot a többi tulajdonságtól elkülönítve tanulmányoztam, hangsúlyozva annak fontosságát. Megvizsgáltam a haderő tüzerő – mozgékonyaság olló alakulását.

A **harmadik fejezetben** tanulmányoztam a harcászati, hadműveleti és hadászati mozgékonyaság fogalmát, mint a haditevékenységek mozgékonyasági szintjeit, Vizsgáltam továbbá az egyes mozgékonyasági szintek jellemzőit, illetve azok fokozási lehetőségeit. (4. táblázat) Bemutattam a katonai célú terepjárás fizikai hátterét a terepi mozgás, illetve az önjárás kérdéseinek elemzésén keresztül. Elemeztem a terepjárást lehetővé tevő kerekes, illetve lánctalpas harcjárművek felépítését, hangsúlyozva a megegyező, illetve a különböző kialakításokat. Meghatároztam azokat a jellemzőket, amelyek a legfontosabb szerepet játsszák a mozgékonyaság növelésében. (4. táblázat) Grafikus megoldást kínáltam a kerék és lánctalp alkalmazási határait kereső kérdésre. (13. ábra) Műszaki és katonai megfontolások alapján rendszereztem a lánctalpas és kerekes harcjárművek terepi mozgását meghatározó jellemzőket, amely során új tényezőket tártam fel, kiegészítve a GMP-95 mozgékonyasági modell szempontrendszerét. Így lehetővé vált a korszerű döntéseméleti módszerek alkalmazása a járművek pontosabb minősítése és egymással történő összemérése érdekében. (7. táblázat)

A **negyedik fejezetben** abból indultam ki, hogy a katonai harcjárművek – mint komplex rendszerek – tulajdonságait meghatározó jellemzők, komplex alrendszerekként önállóan is vizsgálhatók többszemponútú döntési környezetben. Áttekintést nyújtottam a terepjáró harcjárművek összehasonlításának, rangsorolásának lehetséges korszerű döntéseméleti

módszereiről. Kiválasztottam a páncélozott harcjárművek mozgékonyság mentén történő összemérését megalapozó eljárásokat.

Az **ötödik fejezetben** a GMP–95 mozgékonyági modell szempontjait az új, feltárt jellemzőkkel kiegészítve felállítottam az összehasonlítás alapját képező adatbázist. Ezt a kiválasztott kerekes és lánctalpas páncélozott szállító harcjárművek, páncélozott lövészharcjárművek, valamint harckocsik – szakirodalmi válogatás alapján összegyűjtött – adataival feltöltve vizsgálhatósági bázist teremtettem. Az összevetésre alkalmas adatok alapján felépítettem a páncélozott harcjárművek mozgékonyság mentén történő összehasonlításának új vizsgálati szempontrendszerét a páncélozott harcjármű-kategóriák szerint mind a kerekes, mind a lánctalpas harcjárművekre. Ennek során figyelembe vettem a döntéseméleti módszerek szükséges és elégséges követelményeit a teljesség és a kezelhetőség tekintetében. Ezek alapján – a páncélozott harcjárművek mozgékonyság mentén történő összehasonlítására eddig még nem alkalmazott módszerekkel – elvégeztem napjaink korszerű páncélozott harcjárműveinek és a magyar hadiipar új termékének, a Komondornak minősítését összemérését és rangsorolását. Ezzel bizonyítottam, hogy a harcjárművek mozgékonyága az általam kidolgozott szempontrendszer szerint számszerűsíthető és értékelhető, továbbá igazoltam az újszerűen kidolgozott eljárás használhatóságát.

Az általam kidolgozott eljárás az MH által használt mozgékonyági modell továbbfejlesztésével pontosabb minősítést, és így jobb összemérhetőséget eredményez. Az eljárás GMP–95 modellt meghaladó – így a minősítés pontosságát fokozó – pontjai az alábbiak:

- a kitűzött rendeltetésnek megfelelő futóműtípus és harcjárműfajta meghatározása, harcjárműtípus-kínálat összeállítása;
- vonóerő gyors számítása a 24. egyszerűsített képlet segítségével;
- olyan fajlagosított értékek képezése, amelyek alkalmazásával a mozgékonyág vizsgálata részletesebbé válik;
- az egyes járművekre vonatkozó mozgékonyágot minősítő adatok rendezése a bemutatott szempontrendszereknek megfelelően;
- a járművek pontosabb minősítését és rangsorolását lehetővé tevő többszempontos döntés-előkészítő módszerek alkalmazása.

Összefoglaló végkövetkeztetések

Megállapítottam, hogy az MH korábbi haderő fejlesztési intézkedései (GBP, Rába-beszerzés) nem érintették az MH páncélozott harcjármű állományát, az MH még mindig új harcjárművekkel történő felszerelése előtt áll. E nagy horderejű döntést megelőzően választ kell adni azokra a kérdésekre, hogy milyen eszközök beszerzésére kerüljön sor, milyen arányban szükséges kerekes, illetve lánctalpas harcjárművek üzemben tartása, azaz milyen feladatkör betöltéséhez kell kerekes, illetve lánctalpas páncélozott harcjármű.

A páncélozott harcjárművek harctevékenységekben betöltött szerepét vizsgálva arra következtettem, hogy a magas mozgékonyági mutatókkal rendelkező nehéz (alap) harckocsik mellett előtérbe kerülnek a könnyebb, ezáltal nagyobb légi szállíthatósággal rendelkező, jól deszantolható kerekes, illetve lánctalpas páncélozott harcjárművek. Megállapítottam, hogy a napjainkban ismét nyíló „tűzerő–mozgékonyág olló” jelentős mértékű zárása egyedül a légi szállíthatóság növelésével, azaz a légi szállítható páncélozott harcjárművek fejlesztésével lehetséges. A páncélozott harcjárművek tanulmányozása során megállapítottam továbbá azt is, hogy a harcászati tulajdonságait meghatározó harcászati tulajdonságok közül legnehezebben a mozgékonyág változtatható. Ezért annak mélyebb vizsgálata önállóan, „környezetéből” kiragadva indokolt. Mozgékonyági szintenként meghatároztam azokat a jellemzőket, amelyek domináns szerepet játszanak a mozgékonyág növelésében. (4. táblázat)

Megállapítottam, hogy meghúzható a kerekes-lánctalpas futóművel szerelt páncélozott harcjárművek alkalmazási határa a terepi mozgás-össztömeg összefüggéseit vizsgálva a rendeltetés, valamint az éghajlati és égövi viszonyok figyelembevételével. (13. ábra) A páncélozott harcjárművek mozgékonyág vizsgálati módszerét illetően arra a következtetésre jutottam, hogy a GMP-95 modell kiegészíthető további műszaki és katonai szempontokkal, amelyek az egyes szerkezeti megoldásokat, továbbá azok viselkedését jellemzik. (7. táblázat)

Megállapítottam, hogy a mozgékonyág olyan sajátosságokkal rendelkező, összetett harcászati tulajdonság, amelyre alkalmazhatók a komplex rendszerek többszemponos összemérő eljárásai. Arra a következtetésre jutottam, hogy az egyszerű pontozási tábla alapján történő rangsoroláshoz képest a többszemponú, csoportos döntéseken alapuló összemérési eljárások jelentik az összehasonlítás további, és egyúttal komplex lehetőségét. Megállapítottam, hogy célszerű több módszert alkalmazni az adott döntési probléma megoldására a meggyőző eredmények kinyerésének érdekében.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A tüzérő és a mozgékonyág harci tulajdonságokat vizsgálva a harckocsik fejlődése során **megállapítottam**, hogy napjainkra a harcjárművekre vonatkozóan a tüzérő-mozgékonyág olló zárásának egyetlen hatásos lehetősége a légi mozgékonyáguk feltételeinek megteremtése, illetve annak növelése. Arra a **következtetésre jutottam**, hogy a légi szállíthatóság a korszerű viszonyok között a harcjárművek, és ez által a csapatok mozgékonyágának egyik meghatározó elemévé vált.
2. A harcászati, hadműveleti és a hadászati mozgékonyágra vonatkoztatva **meghatároztam azokat a jellemzőket**, amelyek a legfontosabb szerepet játsszák az adott szinten megvalósítható mozgékonyág növelésében.
3. **Grafikus módszert dolgoztam ki** annak gyors megállapítására, hogy milyen feladatrendszer esetén egyértelmű a kerekes-, illetve lánctalpas futómű választása, továbbá milyen feltételek mellett szükséges mélyebb vizsgálat a megfelelő futómű kiválasztásához.
4. **Továbbfejlesztettem** a gépjárművek mozgékonyágára kidolgozott GMP-95 mozgékonyági modellt, amely keretében **kidolgoztam** a katonai, fizikai és műszaki értékelő szempontok új rendszerét.
5. Egyes mozgékonyági jellemzők vizsgálatának egyszerűsítésére és gyorsítására **dolgoztam ki**:
 - a belsőégésű motorok és a gázturbinák üzemi jellegének grafikus összehasonlítását megkönnyítő ábrát;
 - egyszerűsített számítási formulát a katonai üzemeltetési gyakorlatban kiemelkedő szerepet játszó vontatás teljesítményszükségletének meghatározására.
6. Az általam kidolgozott új szempontrendszer páncélozott harcjármű csoportok mozgékonyág szerinti összehasonlíthatóságát a többparaméteres rendszerek vizsgálatára alkalmas módszerek felhasználásával **igazoltam**.

AJÁNLÁSOK AZ ÉRTEKEZÉS FELHASZNÁLÁSÁRA

1. Az értekezés egyben és az egyes fejezetek külön-külön is felhasználhatók a szárazföldi haderőfejlesztés témájában érintett szakemberek támogatására, képzésére.
2. A kerekes és lánctalpas terepjáró (harc)járműveket üzemben tartó civil és katonai szakemberek, mérnökök képzéséhez, továbbképzéséhez ajánlom a tanulmányban összegyűjtött hadtudományi, műszaki ismereteket, illetve a mozgékonyság minősítésének továbbfejlesztett módszertanát.
3. Ajánlom e munka járműfejlesztésnél alkalmazható részeit a Rába H18.240 DAEZ-111 típusú terepjáróalvázon kialakított VZF védett, logisztikai jármű és a KOMONDOR páncélozott járműcsalád további tagjainak kidolgozásához. A tanulmány segítségével szolgálhat a jövőbeli fejlesztési irányok meghatározásához.
4. Ajánlom a bemutatott összehasonlító, rangsoroló és minősítő eljárás alkalmazását az alábbi területeken a döntés-előkészítéshez, döntéstámogatáshoz, valamint egyéb hadtudományi kutatás céljából:
 - kerekes és lánctalpas páncélozott harcjárművek alkalmazási területeinek meghatározása;
 - a rendszeresített eszközök összemérése egymással;
 - az új igények és a meglévő eszközök összemérése egymással;
 - a rendszeresített és a szövetséges hadseregek által alkalmazott eszközök összemérése egymással;

a rendszeresített páncélozott harcjárművek összehasonlítása a lehetséges ellenfelek eszközeivel.

Az általam kidolgozott eljárás alkalmazása a nagyszámú kínálat 2-3 db páncélozott harcjárműre történő leszűkítésére javasolt, amit célszerűen követ azok gyakorlati összehasonlítása.

AJÁNLÁSOK A TOVÁBBI KUTATÁSOKRA

1. További kutatási területet kínál, a harcászati mozgékonyág olyan függvénnyel történő vizsgálata és értékelése, amelynek változó értékeit a terep jellemzői (terepprofil, VCI, NoGoTerrain), függő értékeit a jármű adottságai (OMN, átlagsebesség, átlagfogyasztás) nyújtják. Ezzel grafikus megoldást lehetne kínálni a páncélozott harcjárművek kiválasztására a terep által meghatározott adottságok és a jármű lehetőségének függvényében.
2. A napjainkra egyre nagyobb figyelmet kiváltó légi szállíthatóság mozgékonyág szempontjából játszott szerepe további vizsgálatokat igényel. Meghatározható a mozgékonyág légi szállíthatóságra vonatkozó minősítő szempontrendszer. Célszerűnek látszik ennek érdekében kidolgozni a mérőszámait.
3. További kutatás céljából ajánlom a tüzérő mérőszámokkal történő értékelhetőségi bázisának megteremtését, hasonlóan ahhoz, ahogy azt a mozgékonyággal kapcsolatban tanulmányomban elvégeztem.
4. Ajánlom további kutatásra a páncélozott harcjárművek komplex értékeléséhez a védettség és tüzérő az általam kidolgozott módszertannal (harcászati tulajdonság – katonai, fizikai, műszaki háttér – meghatározó jellemzők – szempontrendszer – többszempontú eljárások alkalmazása) történő elemzését. Az eljárás teljes képet adna a vizsgált, értékelt és összehasonlított eszközökről. Így a tüzérő–védettség–mozgékonyág harcászati tulajdonságok területein elvégzett összehasonlítással, rangsorolással kép kapható az egykori, a meglévő, a rendszerből kivonandó, a felújítandó, a jövőben rendszerbe állítandó, valamint a szövetséges, mi több, más harcjárművek minőségéről, egymáshoz viszonyított harcászati tulajdonságaikról.

TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

Folyóiratban megjelent cikkek:

1. Kovácsházy Miklós: A lánctalp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója, Hadmérnök, IV. évfolyam 2. szám, 2009. június, 246–258. o., http://hadmernok.hu/2009_2_kovacshazy.pdf (Letöltés időpontja: 2010. január 08.)
2. Kovácsházy Miklós: A lánctalpas járószerkezet kialakítása, Hadmérnök, IV. évfolyam 3. szám, 2009. szeptember, 140–150. o., http://www.hadmernok.hu/2009_3_kovacshazy.pdf (Letöltés időpontja: 2010. január 08.)
3. Kovácsházy Miklós: A Csepel 300 katonai tehergépkocsi ismertetése I. rész, Haditechnika, XLVI. évfolyam 3. szám, 2012/3., 16–20. o.
4. Kovácsházy Miklós: A Csepel 300 katonai tehergépkocsi ismertetése II. rész, Haditechnika, XLVI. évfolyam 4. szám, 2012/4., 11–15. o.
5. Kovácsházy Miklós: A 43M Tas nehézpáncélos 1:16 léptékű modellje, Haditechnika, XLVI. évfolyam 5. szám, 2012/5., 43–46. o.
6. Kovácsházy Miklós: A harckocsik ABV védelme, Hadmérnök, VII. évfolyam 2. szám, 2012. június, 150–159. o., http://hadmernok.hu/2012_2_kovacshazy1.pdf (Letöltés időpontja: 2012. november 05.)
7. Kovácsházy Miklós: A harckocsik önmentésének kérdései, Hadmérnök, VII. évfolyam 2. szám, 2012. június, 65–76. o., http://hadmernok.hu/2012_2_kovacshazy2.pdf (Letöltés időpontja: 2013. március 15.)
8. Kovácsházy Miklós: A Zrínyi járműcsalád története I. rész, Haditechnika, XLVII. évfolyam 6. szám, 2013/6., 10–16. o.
9. Kovácsházy Miklós: Az új holtak ütege, Haditechnika, XLVII. évfolyam 6. szám, 2013/6., 38. o.
10. Kovácsházy Miklós: A Zrínyi járműcsalád története II. rész, Haditechnika, XLVIII. évfolyam 1. szám, 2014/1., 52–57. o.
11. Kovácsházy Miklós: A Zrínyi járműcsalád története III. rész, Haditechnika, XLVIII. évfolyam 2. szám, 2014/2., 41–44. o.

12. Kovácsházy Miklós: A páncélozott harcjárművek kiválasztásával kapcsolatos kérdések a mozgékonyág tükrében, Hadmérnök, IX. évfolyam 2. szám, 2014. június, 91–102. o., http://www.hadmernok.hu/142_09_kovacshazym_1.pdf (Letöltés időpontja: 2014. május 09.)
13. Kovácsházy Miklós: Kovácsházy Ernő páncélozott harcjármű- és motortervező száz éve, Haditechnika, XLVIII. évfolyam 5. szám, 2014/5, 35–36.
14. Kovácsházy Miklós: Mikor kerék, mikor lánctalp?, Hadmérnök, IX. évfolyam 2. szám, 2014. június, 103–127. o., http://www.hadmernok.hu/142_10_kovacshazym_2.pdf (Letöltés időpontja: 2014. június 05.)
15. Kovácsházy Miklós: Az RDO Komondor többcélú páncélvédett járműcsalád I. rész, Haditechnika, XLIX. évfolyam 4. szám, 2015/4., 50–53. o.
16. Kovácsházy Miklós: Az RDO Komondor többcélú páncélvédett járműcsalád II. rész, Haditechnika, XLIX. évfolyam 5. szám, 2015/5., 27–32. o.
17. Kovácsházy Miklós: Magyar páncélautó-gyártás és –fejlesztés 1916-2016, Haditechnika, L. évfolyam 1. szám, 2016/1., 26–30. o.

Idegen nyelven megjelent cikkek:

18. Kovácsházy Miklós: The Modernization of the Armored Combat Vehicle Fleet of the Hungarian Defense Forces in Terms of Mobility, AARMS, Bp., 2014, p. 337–346.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Könyvek:

- [1] Bekker, M. G.: Theory of land locomotion: the mechanics of vehicle mobility, University of Michigan Press, 1956.
- [2] Bombay – Gyarmati – Turcsányi: Harckocsik 1916-tól napjainkig, Zrínyi Kiadó, Bp., 1999.
- [3] Brabenec, Miloš: Csapás a harmadik dimenzióból, Zrínyi Katonai Kiadó, Bp., 1972.
- [4] Clementis Gyula: A terepjárás elméleti és gyakorlati vonatkozásai, Felsőoktatási Jegyzetellátó, Bp., 1953.
- [5] Clementis Gyula: Lánctalpas járművek vonóerő-kérdései, Mérnöki Továbbképző Intézet, Bp., 1955.
- [6] Ford, Roger: A világ híres harckocsijai: 1916-tól napjainkig, HAJJA BOOK KFT., Debrecen, 2003.
- [7] Foss, Christopher F.: Jane's Armour and Artillery 2009–2010, Jane's Information Group, 2009.
- [8] Dr. Gyarmati József okl. mk. alezredes: Haditechnikai eszközök összehasonlítása (útmutató), Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Logisztikai Tanszék, Bp., 2008, 14–15. o.
- [9] Gyarmati József: Többszemponos döntéselmélet alkalmazása haditechnikai eszközök összehasonlításában, PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Haditechnikai és Minőségügyi Tanszék, Bp., 2003.
- [10] Dr. Ilosvai Lajos: Gépjárműmechanika, Előadásvázlat, BME Gépjárművek Tanszék, Bp., 2012, www.gjt.bme.hu/sites/default/files/gepjarmumechanika2012.pdf (Letöltés időpontja: 2013. május 17.)
- [11] Jorgensen, Christer – Mann, Chris: Harckocsi-hadviselés, A harckocsik szerepe a háborúban, 1914–2000, Hajja és Fiai Könyvkiadó, Debrecen, 2001.
- [12] Dr. Kindler József – Dr. Papp Ottó: Komplex rendszerek vizsgálata, Összemérési módszerek, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1977.
- [13] Kovácsházy Ernő: A gépjárműtervezés és méretezés elvei, Tankönyvkiadó, Bp., 1952.
- [14] Kovácsházy Ernő: Lánctalpas és kerekes terepjáró gépjárművek tervezése, Kézirat, Tankönyvkiadó, Bp., 1952.

- [15] Kovács házy Ernő: Lánctalpas járművek hajtóműve, Járműfejlesztési Intézet, Bp., 1951.
- [16] Közúti járműrendszerek, BME Gépjárművek Tanszék, Bp., 2010, www.gjt.bme.hu/sites/default/files/kozutijarmurendszerekbschallgatoi_0.pdf (Letöltés időpontja: 2013. szeptember 16.)
- [17] Dr. Laib Lajos (szerk.): Terepen mozgó járművek, Szaktudás Kiadó Ház Rt., Bp., 2002.
- [18] Lőrincz István – Poór István: Lövészpáncélosok, páncélos lövészek, Zrínyi Katonai Kiadó, Bp., 1971.
- [19] Lőrincz István – Poór István: Páncélosok reneszánsza, Zrínyi Katonai Kiadó, Bp., 1968.
- [20] Rapcsák Tamás: Többszempon t ú döntési problémák, Egyetemi oktatáshoz segédanyag, MTA SZTAKI, 2007.
- [21] Sitkei György: Mezőgazdasági és erdészeti járművek modellezése, Akadémia Kiadó, Bp., 1986.
- [22] Szabó József (főszerk.): Hadtudományi Lexikon, Magyar Hadtudományi Társaság, Bp., 1995.
- [23] Történelem páncélban, külö nszám, Bolyai Szemle, 1999.
- [24] Tuhacsevszkij válogatott művei, Zrínyi Katonai Kiadó, Bp., 1975.
- [25] Turcsányi Károly – Hegedűs Ernő: A légideszant II., Ejtőernyős-, helikopteres- és repülőgépes deszantok a modernkori hadviselésben (1945–2010), Püedlo Kiadó, Bp., 2011.
- [26] Turcsányi Károly: A haderő harc kocs i igény kielégítési folyamatának makroszemléletű vizsgálata, Doktori Értekezés, Bp., 2008.
- [27] Turcsányi Károly: Nehéz harc kocs i k, Összehasonlító értékelések, műveleti alkalmazások és a magyar TAS tervezése, Püedlo Kiadó, Debrecen, 2008.
- [28] Tytler, I. F. B. – Thomson, N. H. – Jones, B. E. – Wormell, P. J. H. – Ryley, C. E. S.: Vehicles and Bridging, Brassey's Defence Publishers, London, 2000.
- [29] Dr. Varga A. József (szerk.): A magyar harc- és gépjárműfejlesztések története, Honvédelmi Minisztérium, Bp., 2004.
- [30] Wheeled Versus Tracked Vehicles Study, Final Report, Studies and Analysis Activity Headquarters, US Army Training and Doctrine Command Fort Monroe, Virginia 23651–5000, March 1985.
- [31] Wong, J. Y.: Theory of Ground Vehicles, John Wiley & Sons, 2008.
- [32] Zoltayné Paprika Zita: Döntésmélet, Alinea Kiadó, Bp., 2005.
- [33] Zombori János: Traktor-lánctalpak kialakulása és fejlesztése, Felsőoktatási Jegyzetellátó, Bp., 1955.

- [33A] Mastinu, Giampiero-Ploechl, Manfred (szerk.) Road and off-road vehicle system dynamics HANDBOOK, CRC Press 2014. Boca Raton, Florida
- [33B] Magyar Tudományos Akadémia: A magyar helyesírás szabályai, tizenkettedik kiadás, Akadémiai Kiadó, Budapest 2015.
- [33C] Szabó Miklós, Berkáné Danesch Marianne, Eszes Boldizsár, Mészáros Károly: Katonai helyesírási szótár, 2., bővített, átdolgozott kiadás, Zrínyi Kiadó, Budapest, 2013.
- [33D] Kovácsházy Ernő: Gépkocsi-hajtóművek, Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.
- [33E] The International Institute for Strategic Studies: The Military Balance 2016, Routledge Taylor & Francis Group, London 2015.
- [33F] Matlab/Simulink Module AS²TM, User's Guide Version 1.12 AESCO GbR, Hamburg 2003., 2005.
- [33G] Baylot E. A. Jr., Gates B. Q., Green J., G., Richmond P., W., Goerger N., C., Manson G., L., Cummins C., L., Bunch L., S.: Standard for Ground Vehicle Mobility, Geotechnical and Structures Laboratory U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, 2005.
- [33H] Kiss Zsolt Péter: Mezőgazdasági gumiabroncsok talajfizikai hatásainak vizsgálata, Doktori (Ph.D.) értekezés, Debreceni Egyetem, Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola, Debrecen, 2002.
- [33I] Kavas László: Harcászati repülőgép kiválasztásának módszere gazdasági – hatékonysági mutatók alapján, kis létszámú haderő légierejének korszerűsítésére, Doktori (Ph.D.) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Műszaki Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Szolnok, 2009.
- [33J] Temesi József: A döntéelmélet alapjai, AULA Kiadó, Budapest, 2002.

Folyóiratcikkek, tanulmányok:

- [34] A terepjáróképeség növelésének újabb irányai, Haditechnikai Szemle, 7. évfolyam, 1973. január–március, 28–29. o.
- [35] Balogh Levente: Negyedjármű-modell lengéseinek laboratóriumi vizsgálata, <http://www.auto.bme.hu/sites/default/files/negyedmodelllaborprezentacio.pdf> (Letöltés időpontja: 2015. március 05.)
- [36] Bodoróczki János: A Magyar Honvédség a XXI. Században (Gondolatok az új kihívásokról) Hadtudományi Szemle, 6. évfolyam 2. szám, Bp., 2013, <http://uni->

- nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/hadtudomanyi_szemle/szamok/2013/2013_2/2013_2_hm_bodoroczki_janos_1_9.pdf (Letöltési időpontja: 2014. január 22.)
- [37] Czoller Ernő: Korszerű szárazföldi haderő az ezredforduló után in: Válogatás a Honvédelmi Minisztérium 1996. évi kutatási eredményeit összegező tanulmányokból, Tanulmánygyűjtemény, Honvédelmi Minisztérium Oktatási és Tudományszervező Osztály, Bp., 1997, 206–218. o.
- [38] Deák János: Napjaink és a jövő háborúja, *Hadtudomány*, XV. évfolyam 1. szám, 2005. március, 40.
- [39] Gyarmati József: Haditechnikai eszközök összehasonlítása közbeszerzési eljárás során, *Hadmérnök*, I. évfolyam 2. szám, 2006. szeptember, 68–93. o., http://hadmernok.hu/archivum/2006/2/2006_2_gyarmati.pdf (Letöltés időpontja: 2012. január 08.)
- [40] Hornback, Paul: The Wheel Versus Track Dilemma, *ARMOR*–March–April 1998, pp. 33–34.
- [41] Kálmánfi Gábor: Újra kell építenünk a magyar hadiipart, 2012-05-11, <http://www.honvedelem.hu/cikk/31735/%E2%80%9Eujra-kell-epitenunk-a-magyar-hadiipart%E2%80%9D> (Letöltés időpontja: 2014. január 22.)
- [42] Kovácsházy Miklós: A harckocsik önmentésének kérdései, *Hadmérnök*, VII. évfolyam 2. szám, 2012. június, 65–76. o., http://hadmernok.hu/2012_2_kovacshazy2.pdf (Letöltés időpontja: 2013. március 15.)
- [43] Kovácsházy Miklós: A lánctalp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója, *Hadmérnök*, IV. évfolyam 2. szám, 2009. június, 246–258. o., http://hadmernok.hu/2009_2_kovacshazy.pdf (Letöltés időpontja: 2010. január 08.)
- [44] Kovácsházy Miklós: A lánctalpas járószerkezet kialakítása, *Hadmérnök*, IV. évfolyam 3. szám, 2009. szeptember, 140–150, http://www.hadmernok.hu/2009_3_kovacshazy.pdf (Letöltés időpontja: 2010. január 08.)
- [45] Kovácsházy Miklós: Az RDO Komondor többcélú páncélvédett járműcsalád I. rész, *Haditechnika*, XLIX. évfolyam 4. szám, 2015/4., 50–53. o.
- [46] Kovácsházy Miklós: Mikor kerék, mikor lánctalp?, *Hadmérnök*, IX. évfolyam 2. szám, 2014. június, 103–127. o., http://www.hadmernok.hu/142_10_kovacshazym_2.pdf (Letöltés időpontja: 2014. június 05.)
- [47] Kunos Bálint – Turcsányi Károly – Tóth Bálint: A Magyar Honvédség haditechnikai korszerűsítésének elvei, lehetőségei és követelményei in: Válogatás a Honvédelmi Minisztérium 1996. évi kutatási eredményeit összegező tanulmányokból,

- Tanulmánygyűjtemény, Honvédelmi Minisztérium Oktatási és Tudományszervező Osztály, Bp., 1997, 188–205. o.
- [48]Kunos Bálint: A haderőreform haditechnikai aspektusai, *Hadtudomány*, X. évfolyam 3. szám, 2000. szeptember, http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2000/3_3.html (Letöltés időpontja: 2014. február 03.)
- [49]Dr. Laib Lajos – Dr. Kománcsi György: *Katonai Gépjárművek Terepjárása*, VI. kötet, Agrártudományi Egyetem Páncélozott Harcjármű- és Hőtechnika Tanszék, Gödöllő, 1986.
- [50]Dr. Laib Lajos: *Katonai járművek terepjárása–Mozgékonyági modell pontosságának meghatározása*, *Haditechnika*, XIX. évfolyam 3. szám, 1985/3., 2–9. o.
- [51]Dr. Laib Lajos: *Terepjáró járművek mozgékonyági vizsgálata*, Agrártudományi Egyetem Páncélozott Harcjármű- és Hőtechnika Tanszék, Gödöllő, 1993.
- [52]Nowody Antal: *A hernyóvontatás*, *Műszaki Szemle*, Bp., 1925.
- [53]Sándor Tamás: *A Stryker dandár harccsoport: a gyorsan bevethető ütőképes haderő lehetőségei*, *Regiment*, I. évfolyam 1. szám, 2005/1, 24–26. o.
- [54]Soltész László: *Természetes harckocsi akadályok leküzdése*, *A páncélos*, *Katonai folyóirat*, I. évfolyam, Bp., 1949, 53. o.
- [55]Stefancsik Ferenc: *Haderőkörkép Európából*, *Új Honvédségi Szemle*, LIX. évfolyam, Bp., 2005/11., 76–82. o.
- [56]Szabados Péter: *Az új páncélozott RÁBA védett zárt felépítményű csapatszállító gépjármű missziós feladatokra I. rész*, *Haditechnika*, XLVIII. évfolyam 2. szám, 2014/2., 50–54. o.
- [57]Szabó Miklós: *A páncélos (gépesített) háború elméletének főbb kidolgozói, továbbfejlesztői, valamint az elmélet fontosabb tételei*, *Honvédségi Szemle*, 140. évfolyam 5. szám, 2012/5., 45–47. o.
- [58]Dr. Sente Márk: *A motor teljesítményének számítása, mérése, jelleggörbék felvétele*, *FVMMI GM Kht.*, http://gt3.bme.hu/oktatas/BsC/GEAGME_MG_erogek/Sente2.pdf (Letöltés időpontja: 2014. május 12.)
- [59]Tracks Versus Wheels, [www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/eng8171](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/eng8171) (Letöltés időpontja: 2013. december 06.)
- [60]Turcsányi Károly –Hegedűs Ernő: *A légideszant csapatok fejlesztésének irányai*, *Hadtudomány*, XVI. évfolyam 1–2. szám, 2006. június, http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2006/1_2/2006_1_2_6.html (Letöltés időpontja: 2014. október 22.)

- [61]Turcsányi Károly – Hegedűs Ernő: A légi gépesítés megvalósítása a második Öböl-háborúban, Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2009, www.repulestudomany.hu/kulonszam/2009.cikkek/hegedus_erno_turcsanyi_karoly.pdf (Letöltés időpontja: 2013. december 03.)
- [62]Turcsányi Károly – Vartman György: Járűűvek akadálylekűűdűű képesséűűnek összehasonlítása a VSE módszer alkalmazásával, Haditechnika, XXXVII. évfolyam 3. szám 2003/3., 14–19. o.
- [63]Turcsányi Károly: A harckocsik alkalmazásának fejlődése megjelenésétűűl napjainkig, Katonai Logisztika, 2000/4. szám, 174–175. o.
- [64]Turcsányi Károly: A harckocsik modernizálásának lehetűűségei, Honvédelem, 1986/8., 58–64. o.
- [65]Turcsányi Károly: A katonai makro-minűűségűű szerepe a hadtudományban és a katonai műszaki tudományokban, Hadtudomány, XIX. évfolyam 3–4. szám, 2009. december, 21.
- [66]Turcsányi Károly: Harckocsik a modernkori hadviselésben, Mindenki hadtudománya, MHTT, 2013. november 14.
- [67]Turcsányi Károly: Hazai gyártásűű katonai terepjárűű gépjárűűűvek a Magyar Honvédséűűnél, Hadtudomány, VII. évfolyam 1. szám, 1997/1., 113–118. o.
- [68]Unterseher, Lutz: Wheels or Tracks? Project on Defense Alternatives, Briefing Memo #16, July 2000 (revised December 2001.) www.comw.org/pda/0007wheels.html (Letöltés időpontja: 2012. március 05.)
- [69]Várhegyi István: Organikus és programvezérelt haderűűfejlésűűtés a 21. században, Hadtudomány, XIII. évfolyam 3–4. szám, 2003/3–4., 23. o.
- [70]Véűűh Ferenc: A harckocsizűű fegyvernem jelene és jűűvűűje, A magyar harckocsizűű fegyvernem 60 éve és a harckocsi 80 éve, Konferencia Kiadvány, Bp., 1996, 45–52. o.
- [71]Véűűh Ferenc: Motorcsere az M1 Abrams harckocsiknál, Haditechnika, XLIII. évfolyam 3. szám, 2009/3., 14–18. o.
- [72]Viniczai Ferenc – Kozma Bertalan: A 2K12 KUB légvédelmi rakéta komplexum modernizálásának lehetűűségei I., Bolyai Szemle, 2001/2., <http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle/techn0402.html> (Letöltés időpontja: 2014. november 29.)
- [73]Wűűst, H.: Kraftfahrzeugtechnik des Kampfpanzers, Soldat und Technik, 1976/12., pp. 650–656.
- [73A] Dr. Kiss Péter: A járűűű-terep kapcsolat befolyásolűű hatása a terepi balesetekre és a járűűű sebességére, Járűűűvek és Mobilgéűűpek, II. évf. 2009. 459–473. o.

- [73B] Hartleb, Jörg Dr., Ketting, Michael Prof. Dr.: Traktion Kettengeführter Baumaschinen, Tiefbau, 2007/4, pp. 215–220.
- [73C] Sohajda Béla: A harckocsikezelőket kifárasztó mechanikai és akusztikai hatások, Haditechnika 1971. 03.
- [73D] Dr. Völgyi Kálmán: Katonai járművek terepjárása, Haditechnika 1983. október-december XVII évfolyam
- [73E] Al-Milli, S., Althoefer, K., Senevirante, L., D.: Dynamic analysis and traversability prediction of tracked vehicles on soft terrain, IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, London, 2007.
- [73F] Huh, K., Cho, B., H., Choi, J., H.: Development of a track tension monitoring system in tracked vehicles on flat ground, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering 2001.
- [73G] Khalil, G., Hitchcock, J.: Ground Vehicle Mobility Requirements. Meeting the Challenge with Electric Drives, RTO AVT Symposium on „Gas Turbine Engine Combustion, Emissions and Alternative Fuels”, Lisbon, 1998.
- [73H] Grant, R. Gerhart: The Bekker Model Analysis for Small Robotic Vehicles, U.S. Army TACOM, Warren, 2004.
- [73I] Prof. Dr. Laib Lajos: Az off-road járművek mozgásának elemzése puha talajon, XXXV. Gépjármű Szakértői Szeminárium és Járműakadémia, Tata, 2010.
- [73J] Békési Bertold - Kavas László - Prof. Dr. Óvári Gyula: Harcászati repülőgépek összehasonlítására használható matematikai módszerek, Repüléstudományi Közlemények, különszám, „Fél évszázad forgószárnyakon a magyar katonai repülésben” 2005.
- [73K] Hunger, Werner: Track Facts – New Tendencies in the Development of Modern Tracks, Military Technology, ISSN 0722-3226, Vol. XXX, Issue 6

Egyéb internetes források:

[74] A hibrid hajtás

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kmljJyZtjDEJ:jp1.estis.net/includes/file.asp%3Fsite%3Desteasthu%26file%3D1DE7EC6C-AB50-465F-8731-B2F38D672D29+hibrid+hajt%C3%A1s&cd=8&hl=hu&ct=clnk&gl=hu> (Letöltés időpontja: 2010. november 02.)

- [75] A NATO katonai stratégiája, Biztonságpolitikai szemle, Corvinus Külügyi és Kulturális Egyesület
http://biztpol.corvinusembassy.com/?module=corvinak&module_id=4&cid=109
(Letöltés időpontja: 2014. október 22.)
- [76] 11. Harckocsi Hadosztály Bajtársi Egyesület: MH szárazföldi erői fegyverzete
<http://www.hkho.eoldal.hu/cikkek/mh-szarazfoldi-eroi-fegyverzete.html> (Letöltés időpontja: 2014. január 24.)
- [77] 12. Arrabona Légvédelmi Rakétaezred: A 2K12 KUB – kis hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer (SA–6, GAINFUL)
<http://raketaezred.hu/index.php/rolunk/haditechnika/80-kub> (Letöltés időpontja: 2014. november 29.)
- [78] COMBAT GEAR BLOG: RÁBA Védett Zárt Felépítmény
http://combatgear.blog.hu/2013/09/12/raba_vedett_zart_felepitmeny (Letöltés időpontja: 2015. május 04.)
- [79] Gamma Műszaki Zártkörű Részvénytársaság: Hazai gyártású páncélozott ABV felderítő jármű fejlesztése <http://gammatech.hu/?module=news&newsid=7&lang=hun> (Letöltés időpontja: 2014. január 21.)
- [80] Papp Tibor: Meg kell hogy öljelek, Menetpróba: RDO–3211 Komondor
http://totalcar.hu/tesztek/2012/11/07/rdo-3211_komondor_meg_kell_oljelek/2/ (Letöltés időpontja: 2014. január 21.)
- [81] Gammatech: Komondor <http://respirator.hu/komondor/> (Letöltés időpontja: 2014. január 21.)
- [82] Respirátor Vegyvédelmi és Tűzvédelmi zrt.: Komondor
http://respirator.hu/?lang=hun&mnuGrp=mnuProducts|mnuProducts_gepjarmu&module=products&group=sajatkatonaiharcjarmu (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [83] General Dynamics Land Systems: Cougar 4 × 4
<http://www.gdls.com/index.php/products/mrap-family/cougar4x4> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [84] OTT Technologies: PUMA M36 Mk5 http://www.militarysystems-tech.com/files/militarysystems/supplier_docs/Puma%20M36%20Mk5%20MRAP.pdf
(Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [85] NAVISTAR DEFENSE: MaxxPro MRAP
http://www.navistardefense.com/navistardefense/vehicles/maxxpromrap/maxxpro_mrap
(Letöltés időpontja: 2014. május 14.)

- [86] Army-technology: Puma AIFV Tracked Armoured Infantry Fighting Vehicle, Germany http://www.army-technology.com/projects/puma_tracked/ (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [87] Panzerbaer: SPz Marder 1 A1 (Bw) http://www.panzerbaer.de/types/bw_spz_marder_1a1-a.htm (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [88] Armedforces-int: M2, M3 Bradley Fighting Vehicles http://www.armedforces-int.com/projects/m2_m3_bradley_fighting_vehicles.html (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [89] Mulcahy, Paul: Polish MT-LB Versions http://www.pmulcahy.com/tracked_apcs/polish_tracked_apcs.htm (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [90] БОЕВАЯ МАШИНА ПЕХОТЫ БМП-1 (об.765Сп1) http://web.archive.org/web/20071218004708/http://otvaga.vif2.ru/Otvaga/armour-rus-bmp1/a_bmp1.htm (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [91] Army Recognition: BMP-3 Véhicule blindé de combat d'infanterie http://www.armyrecognition.com/index.php?option=com_content&task=view&id=335 (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [92] Military today: FV103 Spartan http://www.military-today.com/apc/fv103_spartan.htm (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [93] Army Guide: WARRIOR <http://www.army-guide.com/eng/product.php?prodID=662> (Letöltés időpontja: 2014. október 14.)
- [94] Military today: Ariete <http://www.military-today.com/tanks/ariete.htm> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [95] Moderní tanky: PT-91A Twardy <http://mainbattletanks.czweb.org/Tanky/pt91.htm> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [96] Army Technology: Oplot-M Main Battle Tank (MBT), Ukraine <http://www.army-technology.com/projects/oplot-m-main-battle-tank-ukraine/> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [97] Army Technology: T-90S Main Battle Tank, Russia <http://www.army-technology.com/projects/t90/> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [98] JALOPNIK: Chicago Auto Show: International MaxxPro <http://jalopnik.com/354281/chicago-auto-show-international-maxxpro> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)

- [99] Valka: CZK – T-72M1 <http://forum.valka.cz/viewtopic.php/t/39078> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [100] Army Recognition: Leopard 2A4 main battle tank
http://www.armyrecognition.com/germany_german_army_heavy_armoured_vehicle_tank_uk/leopard_2a4_main_battle_tank_technical_data_sheet_specifications_description_pictures_video.html (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [101] Army Technology: Challenger 2 Main Battle Tank, United Kingdom
<http://www.army-technology.com/projects/challenger2/> (Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [102] Military-today: AMX Leclerc <http://www.military-today.com/tanks/leclerc.htm>
(Letöltés időpontja: 2014. május 14.)
- [103] Dr. Hajma Lajos: A világ fegyveres erői, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Műveleti Támogató Tanszék
<http://193.224.76.2/downloads/konyvtar/digitgy/vilag/digitgy4.html> (Letöltés időpontja: 2010. január 23.)
- [104] AeroWeb: MRAP-Vehicles <https://www.bga-aeroweb.com/Defense/MRAP-Vehicles.html> (Letöltés időpontja: 2014. május 09.)
- [105] PEO CS&CSS: Project Manager Mine Resistant Ambush Protected
<http://www.peocscss.army.mil/PMMRAP.html> (Letöltés időpontja: 2014. május 09.)
- [106] Carrol, Ward, DEFENSETECH: A Primer in MRAP Variants
<http://defensetech.org/2007/10/23/a-primer-in-mrap-variants/> (Letöltés időpontja: 2014. május. 09.)
- [107] MakeItRational: Analytical Hierarchy Process Software
<http://makeitrational.com/analytic-hierarchy-process/ahp-software> (Letöltés időpontja: 2015. március 14.)
- [108] NKE: KMDI módszertani kézikönyv (http://hhk.uni-nke.hu/kutatas-es-tudomanyos-élet/doktori-iskolak/katonai-muszaki-doktori-iskola/szabalyzok_-dokumentumok)
(Letöltés időpontja: 2015. január 11.)
- [109] Hadtudomány A Magyar hadtudományi Társaság folyóirata
(<http://mhht.eu/index.php#>)
- [110] Haditechnika folyóirat (<http://uni-nke.hu/konyvtar/magyar-hadtudomanyi-folyoiratok-tartalomjegyzekai/haditechnika>)
- [111] Tóth Georgina Nóra: Oktatási segédlet Folyamatfejlesztés, minőségsszabályozás című tárgyhoz Óbudai egyetem, Budapest 2010.
http://old.bgk.uni-obuda.hu/ggyt/targyak/seged/bagff14nnf/segedlet_1.pdf