

A Marcus-H harcászati szimulációban használt térinformatikai alapú kiértékelések.

Szabó Tamás mk. alezredes, PhD hallgató

Bevezetés

Vélhetőleg sokan vagyunk olyanok, akik különböző harcászati (hadászati), hadműveleti és törzsvezetési gyakorlatok keretében heteket, hónapokat töltöttek szobányi méretű térképek megrajzolásával, az aktuális harcászati helyzet térképen történő megjelenítésével. Jól tudjuk, hogy „a térkép sok mindent kibír”. Azonban ezeknek a megtervezett és térképre rávezetett helyzeteknek az objektivitása gyakran megkérdőjelezhető.

A számítógép elterjedésével és a térinformatika fejlődésével eljutottunk egy következő - magasabb szintre, ahol központi szerepet tölthet be az objektivitás.

A térinformatika egy olyan új szemléletváltás, amelynek lényege a térbeli, térképi numerikus adatok és a hozzá tartozó attribútum adatok egységes tárolási, kezelési, lekérdezési lehetőségét eredményezi a GIS segítségével. Ez egy komplex rendszer digitálisan. A digitális térkép a számítógépes térképészet kialakulásával adva van. Leíró adatbázis pedig nagyon sok van már számítógépen. Olyan adatbázist pedig, ami ezen, komplex kezelést igényelné nem nehéz találni, hiszen ha belegondolunk az adataink túlnyomó része (60-70%) helyhez kötött. Kezdvé a klasszikus földhivatalos nyilvántartástól a fejlett repülőgép navigáción keresztül a honvédségnél alkalmazott harcászati szimulációs rendszerekig.

Ebben az írásban a térinformatikának csupán egy szűk, de katonai szempontból fontos ágával kívánok foglalkozni. Ez nem más, mint a harcászati szimulátorokban rendelkezésre álló megjelenítési és kiértékelési funkciók. Bemutatom, hogy a jelenlegi programfejlesztési szint milyen nagyrésztességű és hiteles kiértékeléseket tesz lehetővé, ezzel rávezetve a hozzáértő olvasót a rendszer lehetőségeinek jobb megértésére.

Ahhoz, hogy a címben megfogalmazott téma kibontásra kerüljön elengedhetetlenül szükséges egy rövid áttekintés MARCUS-H szimuláció rendeltetéséről, alkalmazási lehetőségeiről, az általa végrehajtható főbb szimulációs feladatokról.

A katonai szimulációs térinformatikai programfejlesztésekben meghatározó szerepet tölt be az Artifex Kft. A cég 1989 óta végezi a Magyar Honvédséggel szorosan együttműködve és annak megbízásából, a honvédségnél alkalmazásban lévő szimulátorok és ezek szoftvereinek fejlesztését. A MARCUS-H szimulátor ennek a másfél évtizedes együttműködésnek eredményeként jött létre.

1. A MARCUS-H magyar fejlesztésű harcászati szimulátor

1.1. A MARCUS-H általános jellemzése

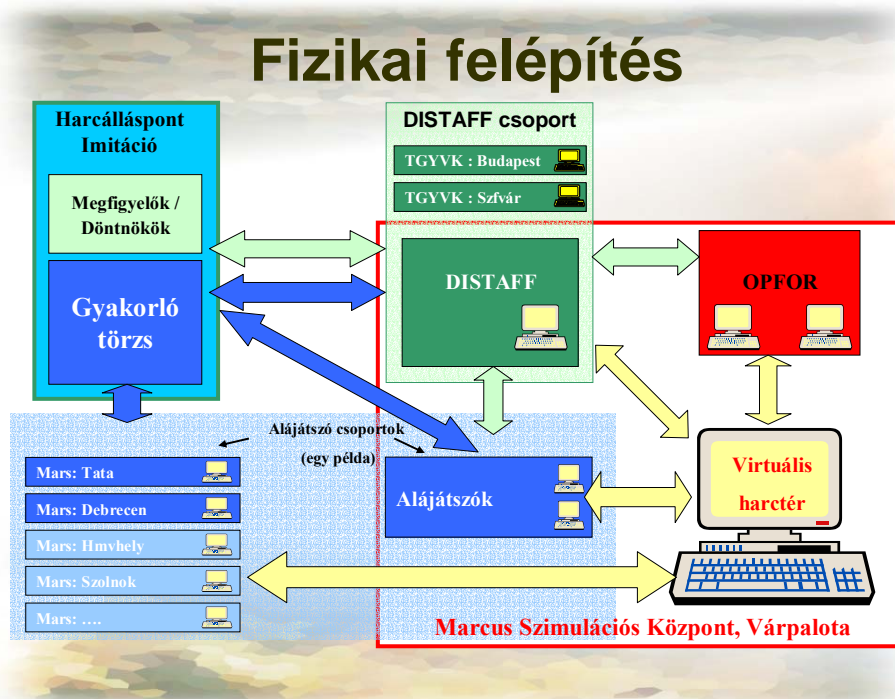
A MARCUS-H CAX szimuláció egy századrésztességű, valóság-hű szimuláció, amelyben a hadtest/hadosztályparancsnokok és törzseik, továbbá alárendeltjeik tudják gyakorolni a hadműveleti és harcászati tevékenységek előkészítését és végrehajtását.

A szimulátor alapvető rendeltetése egy- és kétfokozatú hadtest-hadosztály szintű törzsvezetési CAX gyakorlatok kiszolgálása.

A MARCUS-H szimulátor alkalmazásával az alábbi feladatokat lehet megvalósítani:

- A szimulátor telepítési helyén (Várpalotán) egyfokozatú gyakorlást, gyakorlatot végrehajtani (~50 munkaállomáson).

- Elosztott egyfokozatú gyakorlást, gyakorlatot végrehajtani összekapcsolódva a az elosztottan telepített MARS szimulátorok és a távoli gyakorlatvezető készültek (TGyVK) munkaállomásain futtatott MARCUS-H modulokkal.
- Kétfokozatú gyakorlást, gyakorlatot végrehajtani összekapcsolódva a MARCUS-D szimulátor számára kijelölt munkaállomásokkal (amely egy alárendelt dandárparancsnok és törzse eszközszerű részletes szimulációs támogatását végzi) és a bekapcsolódó, elosztottan telepített MARS szimulátorok és a távoli gyakorlatvezető készültek (TGyVK) munkaállomásain futtatott MARCUS-H modulokkal. (Az összekapcsoláshoz felhasznált szimulációs adatkapcsolatnak a kommunikáció-igénye a magyarországi telefontársaságok által biztosított közvetlen ISDN2 kapcsolatét (128 kbps) nem haladja meg nyílt adatátvitel mellett.)



1. ábra Marcus-H fizikai felépítése

A szimulátor az objektív modellezéshez tartalmaz:

- Nagy felbontású digitalizált terepadatbázist (40×40 méteres cellaszerű és vektoriális terepábrázolást vegyesen alkalmazva). A szimulátor képes fogadni az MH harcászati adatokkal bővített digitális terepadatbázisát, amely Magyarország teljes területét tartalmazza. A MARCUS-H szimulátor ebből az adattartalomból a számításokhoz és a megjelenítéshez csak a hadtest/hadosztály szintnek megfelelő részletességű információkat használja. A szimuláció terepadatbázis kezelő alrendszere több (csak a rendelkezésre álló számítási és tárolási kapacitás korlátoktól behatárolt), Magyarország területével megegyező méretű összefüggő területet képes kezelni kiinduló (háttér) adatbázisként (jelenleg kb. 100,000 km² területet). A feladatok tervezése során ezekből a területekből lehet kijelölni a gyakorlat működési területét, amely maximálisan 300x300 km méretű lehet. A magassági adatbázis felbontása ezen a területen 40x40 méteres. Kétfokozatú gyakorlás esetén a választott működési területből egy darab 100x100 km-es területet lehet kiválasztani a részletesen szimulált dandár számára. Ezen a területen a felbontás és az adattartalom

megegyezik a MARCUS-D szimulátorban használttal. A terepadatbázis bővíthető DMA-DTED, DMA-DFAD szabványos digitális terepadatbázis formátum felhasználásával.

- Feltöltött, bővíthető harcászati adatbázist, amely több száz saját és ellenséges eszköz, harcjármű, fegyver, lőszer, stb. katonai szakértők által meghatározott adatait tárolja. A szimulációban résztvevő kötelekek, harcászati eszközök leírásakor a szimulátor a MARCUS-D szimulátorban megadott objektum típusokat és tulajdonságokat kezeli.

A szimuláció tartalmazza továbbá:

- Az adatbázisok kapcsolódó lényeges adatait, találati valószínűségeket, megsemmisítési együtthatókat, a pillanatnyi állapotokat figyelembe vevő harcászati veszteségszámító algoritmusokat;
- Készletek fogyásának, szállításának, utántöltésének modellezését;
- Sebesülés, sérülés, egészségügyi ellátás, javítás, elektronikai harc modellezését;
- Napszak, időjárási és környezeti hatások (fény viszonyok, szél, eső, hó, hőmérséklet) beszámítását;
- Emberi tényezők paramétereit: pszichikai megterhelés, felépülés, állóképesség, képzettségi szint, fáradtság, lefogás.

A feladatkészítés modullal gyakorlatilag megkötések nélkül összeállíthatók a szimulált századszintű elemi kötelekek a MARCUS-D szimulátorban használt, megszokott entitásokból (harc- és szállító járművek, fegyverek, deszantok, katonák, repülő eszközök, stb.). Az így összeállított századszintű elemi kötelekekből (kivételes esetekben egy-egy, vagy kisszámú egyedi eszközből, – harc- és szállító járműből, és/vagy repülő eszközből –) álló tetszőleges szervezeti struktúrát lehet felépíteni mind a saját erők, mind az ellenfél, valamint a szituációban megadott többi résztvevő fél számára. A szimulációs szervezeti felépítés tartalmazza a szervezeti hierarchiát, az alegységek számát, fegyverzetét, készleteit, állományát, állapotát, stb. A feltöltött típusszervezetek és az építőelemek listája felhasználóbarát adatmegadást tesz lehetővé. Mennyiségi korlátként csak a szimulációt futtató számítógépek teljesítménye jelentkezik, ami jelenleg a teljes szituációra (saját fél, szomszédok, tartalékok, ellenfél, további felek erői, egyedi eszközök, stb.) vonatkoztatva maximum 1200 századszintű elemi kötelek.

1.2. Végrehajtható tevékenységek

Mozgás, manőver:

- A szimulátor lehetővé teszi, hogy a századrészletességű modellezés tetszőlegesen kiválasztott elemeinek (zászlóalj szintig bezárólag) lehessen meghatározott alakzatban végrehajtandó mozgást kiváltani, a megadott menetvonalon, adott vagy az eszközeire jellemző maximális sebességgel. Lehet továbbá meghatározott irányba, adott sebességgel, a parancs szerinti alakzatban mozgást kiváltani.
- Lehet alakzatot váltani a pillanatnyi alakzattól a megadott alakzatba, a parancs szerinti paraméterek (térföld, távföld, alakzattípus) figyelembe vételével.

Tüzelés:

- Az automatikus (közvetlen irányzású) tüzelés két fajtája került megvalósításra
 - A századszintű elemek képesek – a fegyverhasználati szabályok (ROE), a beállított fontossági és löszerválasztási paraméterek figyelembe vételével – automatikusan célt kiválasztani és a célt a rendelkezésre álló leghatékonyabb közvetlen irányzású tüzellel leküzdeni.

- A fenti tevékenységet csak alájátszó/operátori engedélyezés után lehet automatikusan megkezdeni és végrehajtani.
- Megosztott tüzelést a századszintű kötelékek operátori utasításra az előre beállítható paraméterek felhasználásával képesek végrehajtani.
- Az automatikus tüzelés végrehajtását az operátor által beállítható fegyverhasználati szabályok (ROE, "Rules Of Engagement") korlátozhatják.

Lehetőség van a századszintű szimulációs elemekhez kötődő egyes logisztikai tevékenységek "félautomatikus" lefolytatására a modellezésben. Részletes kezelői beavatkozás nélkül ki lehet váltani az összevont századon belül:

- lőszer és üzemanyag utántöltést;
- EÜ ellátást;
- Szállítást;
- raktárak üzemeltetését;
- vontatást.

Az ellátópontokat megközelítő összevont századok automatikusan képesek

- lőszer és üzemanyag utántöltést;
- EÜ ellátást igénybe venni.

A szimulátor segítségével különböző típusú felderítési feladatok is végrehajthatók félautomatikusan, úgymint:

- Harcászati felderítés;
- Műszaki felderítés;
- Vegyi felderítés;
- Aknamező felderítés.

Egyes műszaki tevékenységek végrehajthatódnak kötelék szinten is a kiadott parancsok (kezelői beavatkozások) hatására. Ezen tevékenységek (lásd részletes modellezésű terület hasonló funkciói) a következők:

- Műszaki zár- és akadályrendszerek telepítése;
- Átjárónyitás;
- Hídvetés;

Egészségügyi ellátás:

A bekövetkezett sérülések a behatás függvényében fajtájukban és mértékükben (az ellátás szükséges helye, a gyógyulási idő, a gyógyításhoz felhasználandó anyagok mennyisége) különböznek és a különböző szintű ellátó helyeken gyógyíthatók.

Javítás modellezése:

A szimulációs modellezésben az objektumokban az ellenség tevékenységének és a környezeti behatások hatására a következő (egymástól független) hibák, sérülések következhetnek be, amelyek a megfelelő képzettségű szakcsapatok és javítóanyagok felhasználásával megjavíthatók.

Átalárendelés, átvezénylés, alkalmi harci kötelék (AHK) létrehozása:

Hadtest/hadosztályszintű feladat végrehajtása közben szükség lehet a katonai erők dinamikus átcsoportosítására feladatvégrehajtás közben, amelynek megvalósítása a szimulátorban kétféleképpen történhet:

- Átalárendelés, átvezénylés;
- Alkalmi harci kötelék létrehozása.

A veszteségpótlást, a személyi/technikai feltöltést is az átalárendelés, átvezénylés funkció felhasználásával lehet megoldani.

Az elektronikai hadviselés:

Az elektronikai hadviselés szimulációja a híradó, rádió felderítő, bemérő és zavaró eszközök működtetését és azoknak az összefegyvernemi harcra gyakorolt lényeges hatásait modellezi, nem foglalkozik a rádióforgalmazás kérdéseivel.

A szimulátor modellezi a légi hadviseléshez kapcsolódó tevékenységeket is, mint a légi eszközök használatának tervezését, a repülőket és repülő kötelékek mozgásának kiváltását, tűztevékenységének végrehajtását, deszant ledobást, csomagok és eszközök ledobását és a légi felderítést.

Végrehajtás elemzése (After Action Review AAR):

A feladat végrehajtás elemzése a felkészítés, illetve az elsajátított tudás ellenőrzésének elengedhetetlen része. A MARCUS-H az AAR előkészítésének és megtartásának minden eleméhez kiterjedt szolgáltatási eszköztárat nyújt. A visszakeresést, elemzést segítő modul felhasználásával a tárolt adatok statisztikák, különböző szempontok szerint kiválogathatóak, megjeleníthetőek és kinyomtathatóak.

2. A MARCUS-H szimuláció egyes térinformatikai megoldásai

A speciális igények és követelmények speciális megoldásokat tesznek szükségessé. Ehhez elengedhetetlenül szükséges a saját térinformatikai alkalmazások fejlesztése.

A továbbiakban a teljesség igénye nélkül bemutatom azokat a feladatokat, amelyeket a térinformatikai alapokon a MARCUS harcászati szimuláció képes kezelni:

2.1. Terepértékelési funkciók

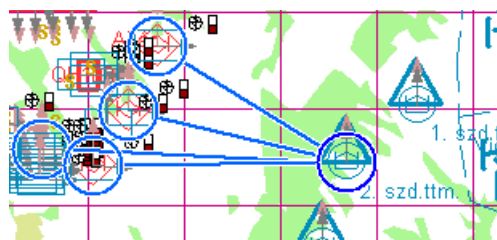
A terepértékelési funkciók segítségével olyan elemzéseket végezhetünk, amelyek eredményeképpen felmérhetjük, hogy az egyes alegységek milyen pozíciókat foglaltak el a terepen (láthatósági elemzések), milyen nehézségekkel találkozhatnak a terep leküzdése során (járhatósági elemzések), s az álcázás szempontjából jól települtek-e stb.

2.1.1 Láthatóság elemzés

A láthatóság vizsgálat során információkat szerezhetünk a terep látható és nem látható pontjairól, elősegítve ezzel a tájékozódást. A bemutatásra kerülő funkciók csupán egy töredéke állt rendelkezésre a kezdeti időszakban, de az alkalmazó újabb és újabb igényei és követelményei szükségessé tették ennek a jelentős mennyiségű funkciónak a kifejlesztését. A MARCUS-H az alábbi láthatóság elemzéseket biztosítja:

Figyelőpontok megjelölése: A kiértékelés megmutatja, hogy egy adott tereppont a megadott terület mely pontjaiból látszik.

Cél láthatósága: A funkció megmutatja, hogy a megadott célobjektumot mely nem baráti objektumok látják. A program megjelöli azokat az egységeket, amik látják a kijelöltet, és azzal „nem baráti” viszonyban vannak. (2. ábra)



2. ábra Cél láthatósága

Megfigyelt területek: Lehetőség van több felderítő egység által lefedett, megfigyelhető területek együttes kirajzolására. A program valamennyi kiválasztott megfigyelő szemszögéből megvizsgálja a terepet, és jelöli azokat a helyeket, amiket a megfigyelők közül legalább egy lát.

Láthatóság vizsgálat pontból területre: A funkció arra szolgál, hogy eldöntsük, hogy egy adott tereppontból egy kijelölt terület mely pontjai látszanak, és melyek nem. A program kiszámolja a nézőpont és a terület pontjainak összeláthatóságát átszínezéssel jelölve az eredményt.

Láthatóság vizsgálat objektumból területre: A funkció arra szolgál, hogy eldöntsük, hogy az adott egység pozíciójából egy kijelölt terület mely pontjai látszanak, és melyek nem. A program kiszámolja az aktív elemi egység helyének és a terület pontjainak összeláthatóságát, átszínezéssel jelölve az eredményt.

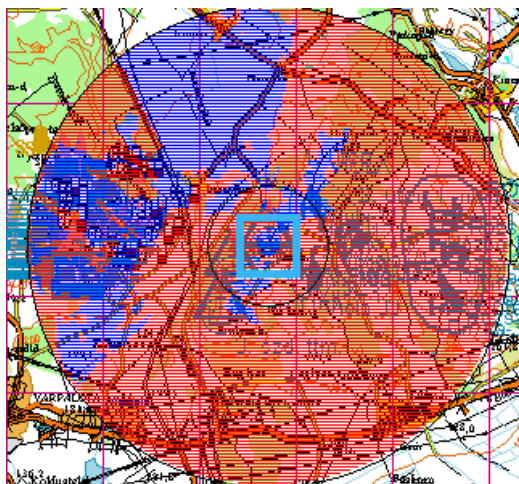
Láthatóság vizsgálat vonalon: A funkció arra szolgál, hogy egy nézőpont és a belőle kiinduló terepvonal pontjainak összeláthatóságát elemezzük. Pl. Megvizsgálhatjuk, hogy egy katonai egység egy adott irányban meddig lát el. A program megadja a kezdőpont és a terepszakasz többi pontja közötti összeláthatóságot, és kiszínezi a látható szakaszokat és a nem láthatóakat.

Legjobb nézőpont keresése területről területre: A funkció segítségével lehetőségünk nyílik arra, hogy egy adott területről (forrásterület) eldöntsük azt, hogy melyik pontja az, ahonnan egy kijelölt célterület a legnagyobb mértékben látszik. A program a forrásterületen belül megjelöli azt a pontot, ahonnan a célterület legnagyobb részben látszik, és ebből a pontból a célterületre elvégez egy láthatósági elemzést.

Legjobb nézőpont keresése útvonalról területre: A funkció segítségével lehetőségünk nyílik arra, hogy egy meghatározott útvonalról (forrásterület) eldöntsük azt, hogy melyik pontja az, ahonnan egy kijelölt célterület a legnagyobb mértékben látszik. A program az útvonalon megjelöli azt a pontot, ahonnan a célterület legnagyobb részben látszik, és ebből a pontból a célterületre elvégez egy láthatósági elemzést.

Objektum környék láthatósága: Ez a funkció lényegében azt a távolságot adja meg, ameddig a megadott egység legfeljebb elláthat, és, hogy a látótávolságon belül mely pontokat látja a kijelölt egység.

A **nagyobb körrel** jelölt területen belül esnek azok a pontok, ahol a kijelölt egység észlelni tudja a lehetséges egységet, meg tudja határozni a típuscsoportját (pl. gyalogsági harcjármű), a **kisebb körrel** jelölt területen belül pedig, azonosítani is tudja a típusát (pl. BTR-80). A kék színnel jelölt pontok láthatóak, az adott pontban lévő objektumok észlelhetőek, a pirosak nem a kijelölt egység számára. (3 ábra)



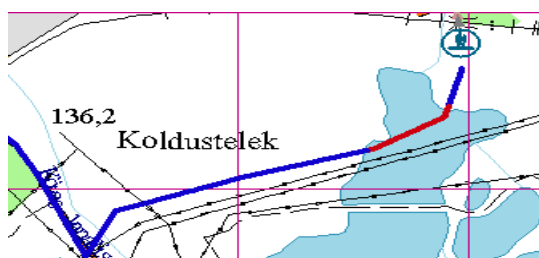
3. ábra Objektum környék láthatósága

Horizontális megfigyeléssel szembeni rejtő tulajdonságok: A funkció egy adott területet értékel aszerint, hogy a domborzat, ill. a terepen elhelyezkedő tereptárgyak mennyire biztosítanak rejtést az egységek számára, az ellenséges erőkkel szemben. A program minősíti, majd a térképen színekkel jelöli a terület pontjait, aszerint, hogy a rejtés megfelelő, vagy gyenge.

2.1.2. Járhatóság vizsgálat

A járhatóság, az élőerő és a technikai eszközök terepen való mozgásának lehetősége, melynek vizsgálata különösen fontos az erdős, hegyes nehezen járható részeken éppúgy, mint az utakon. Hasonlóan a láthatósági funkciókhoz itt is új igények fogalmazódnak meg és ezek bővítése, fejlesztése folyamatosan zajlik. A MARCUS-H az alábbi járhatóság elemzéseket biztosítja:

Járhatóság vizsgálat megadott útvonalon: A funkció segítségével megvizsgálhatjuk, hogy egy létező jármű vagy kötelék, ill. egy adott típusú jármű egy megadott útvonal mely részein képes haladni és melyeken nem. A program elvégzi a járhatósági elemzést és az útvonal járható szakaszait kékre, a járhatatlanokat pirosra színezi ki. (4 ábra)



4. ábra Járhatóság vizsgálat megadott útvonalon

Járhatóság vizsgálat megadott területen: A funkció segítségével megvizsgálhatjuk, hogy egy létező jármű vagy kötelék, ill. egy adott típusú jármű, egy kijelölt terület mely részein képes haladni és melyeken nem. A program elvégzi a járhatósági elemzést és a terület járható és járhatatlan pontjait kiszínezi. Járhatóság kiértékelésénél a program figyelembe veszi egyrészt a hidak teherbírását, másrészt a járművek gázlókéességét és árok áthidaló képességét!

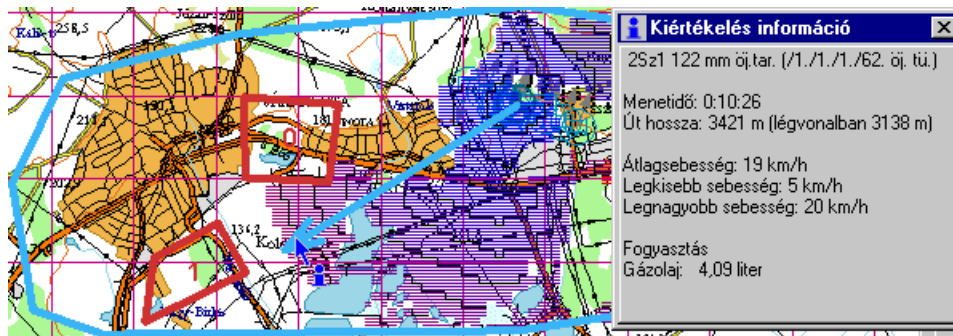
Hatótávolság kijelzése: A csapatok, egységek mozgásának tervezése során nagyszámú körülményt kell figyelembe venni a legcélszerűbb útvonal kiválasztásához, úgymint: technikai eszközök képességei, terepakadályok, műszaki akadályok, elkerülendő területek, stb. A kiértékelés, automatikus útkereséssel segíti a felhasználót egy összetett szempontrendszer alapján az optimális manőverezési útvonal kiválasztásában. (5 ábra)

Az útvonaltervezéshez, az alábbi adatokat kell megadni:

- **Egység kiválasztás:** Annak az egységnek a kiválasztása, akinek az útvonalát keressük.
- **Kezdőpont kijelölése:** Az útvonal első pontjának megadása
- **Célpont kijelölése:** A célpont kijelölése során, meg lehet adni olyan pontokat, amelyeket érinteni kell. (A pontok érintési sorrendje figyelembe van véve).
- **Az útvonal keresés területe:** Opcionálisan meg lehet adni egy tetszőleges alakú és méretű területet, melyen kívül nem vezethet az útvonal. Amennyiben nincs megadva ilyen terület (terepek kerülése), a teljes működési területen keresi a lehetséges útvonalat a program.
- **Elkerülendő területek:**
 - Települések elkerülése;
 - Erdők elkerülése;
 - Múutak elkerülése;
 - Földutak elkerülése;
 - Terep elkerülése;
 - Ellátópontok elkerülése.
- **Menetsebesség:** megadható, hogy az útvonalon mekkora lehet a járművek megengedett maximális sebessége. Ha nincs megadva (0), akkor a járműtípustól és a talajminőségtől függő legnagyobb sebességgel számol a program.
- **Tiltott zónák:** tetszőlegesen kijelölt területek, amiken keresztül az útvonal nem vezethet.

5. ábra Hatótávolság kijelzése

Az összes szükséges adat megadása után a program kézzel jelöli azt a területet, amerre a kiválasztott célpont elérhető. Számos információt megtudhatunk az adott pozícióról, és az eszközeiről. (6 ábra)



6. ábra Elérhető célok megjelenítése

CCM térkép: A CCM térkép, fontos szereppel bír a feladattervezés során, hiszen az összes fegyvernem járműveinek szempontjából, a feladat majdani végrehajtásában a terep járhatósága kiemelt jelentőségű. A terepjárhatóság tematikájának létrehozása során a következő fő tényezőket veszik figyelembe:

- talajtípusok;
- a terep lejtőszögei;
- vízi akadályok;
- települések akadályai;
- domborzati akadályok.

A terület meghatározása után, dönthetünk, hogy a terepjárhatóság meghatározásakor mely tényezőket (talaj, lejtőszög, folyók, települések, domborzati akadályok) vegye figyelembe a program.

Miután minden szükséges tényezőt megadtunk, a program végrehajtja kiértékelést:

- **Talajjárhatóság:** 6 fokozatban, a legkönnyebben járható fehér, a második és harmadik barna árnyalatokkal, a többi lila árnyalatokkal.
- **Lejtőszög szerinti járhatósági kategóriák:** 4 fokozatú megjelenítés, a legjobban járható fehér (0-10%-os lejtő) marad, a második piros csíkozást (10-25%-os lejtő), a harmadik barna rácsozást kap (25-50%-os lejtő), a legrosszabb járhatóságot pedig, lila rácsozással (>50%-os lejtő) jelöljük.
- **Folyó kategóriák, vízi akadályok:** 6 fokozat szélesség és mélység szerint (1 táblázat)
- **Települések:** barna kiemelés, további kategorizálás nélkül

Mélység	Szélesség
1,2 - 2,2 m	3-20 m
2,3 - 4 m	3-20 m
>4m	3-20 m
1,2 - 2,2 m	>20 m
2,3 - 4 m	>20 m
>4m	>20 m

1. táblázat Folyók kategorizálása

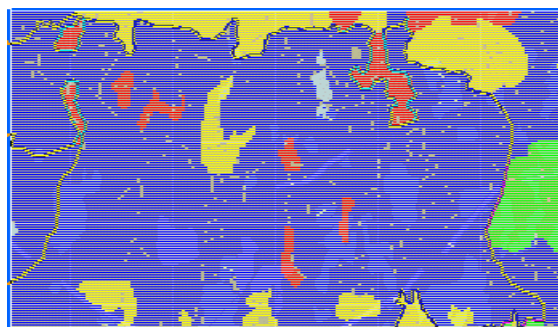
Talajjárhatóság: A számvetéseknél az eddig figyelembe vett tényezőkön túl, lényeges befolyásoló tényező a talajtípus. Esős időben, felázott talajon növekszik a menetek, manőverek végrehajtási ideje, nő az üzemanyag fogyasztás, és a gépek meghibásodási valószínűsége. A talajtípus nagymértékben befolyásolja a műszaki munkák végrehajthatóságát is.

A járművek mozgását alapvetően meghatározzák az egyes talajtípusok hidrológiai viszonyai. Ha a jármű alatt a talaj nedves, vizes, sáros, akkor a járhatósági viszonyai romlanak. Ha a talaj száraz, akkor egy határértékig javulnak a járhatósági viszonyok, majd egyes speciális körülmények között, bizonyos talajok ismét nehezen járhatóvá válnak. Számít, hogy milyen hőmérsékleti tendenciák, illetve csapadékosági intenzitásokkal jellemezhető az adott terület.

Egy adott területre elvégzett talaj járhatósági kiértékelés, az egyes vizsgálandó felületeken (a talaj fizikai jellemzői, és az időjárási viszonyok függvényében) a következő eredményeket szolgáltathatja:

- Jól járható terület (kék);
- Közepesen járható terület (sárga);
- Gyengén járható terület (zöld);
- Járhatatlan terület (vörös).

A kiértékelés egy könnyűpáncélos jármű járhatósági viszonyait jeleníti meg. (7 ábra)



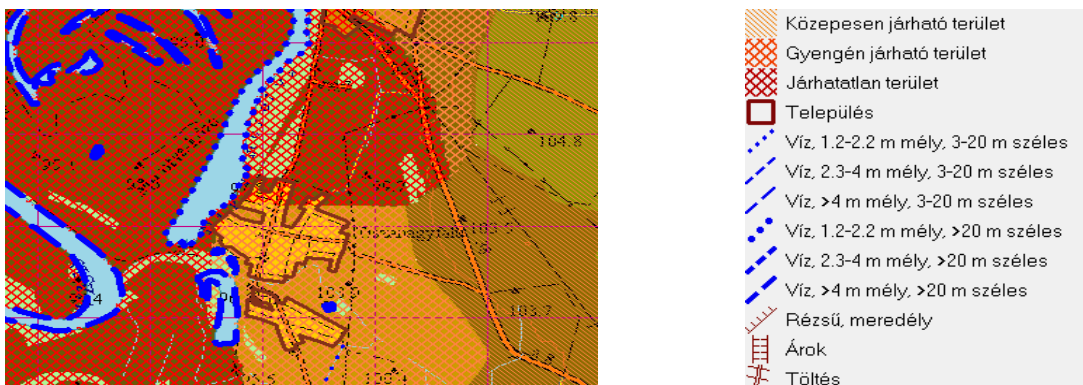
7. ábra terület járhatóság megjelenítése

Az egyes járhatósági jellemzők:

1. Többnyire járható száraz és nedves időszakban egyaránt.
2. Többnyire járható száraz időszakban, nehezen járható nedves időszakban.
3. Nehezen járható száraz időszakban, nagyon nehezen járható nedves időszakban.
4. Nagyon nehezen járható száraz időszakban, járhatatlan nedves időszakban.
5. Járhatatlan száraz és nedves időszakban egyaránt

Járhatósági térkép: A terepjárhatósági térképek alkalmasak járható irányok meghatározására és a különféle természetes akadály (folyó, domborzati akadályok) leküzdhetőségének vizsgálatára. A terep járhatósága számtalan közlekedési eszköz vizsgálatára alkalmazható.

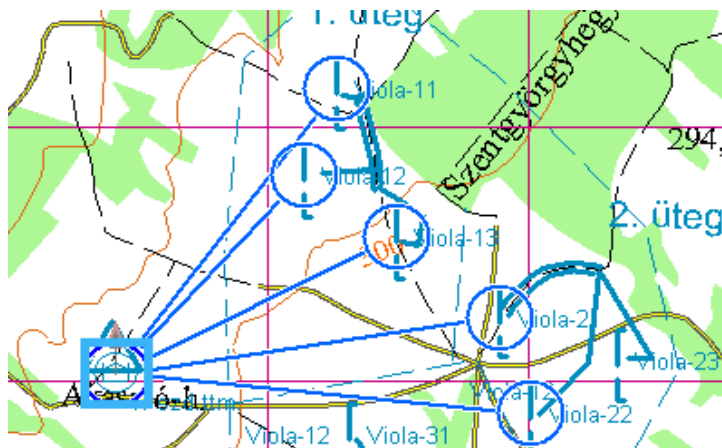
A kiértékelés eredményeként, a program a térképi területen berajzolja a járhatósági térképet a megadott opcióknak megfelelően. (8 ábra)



8. ábra Járhatósági térkép

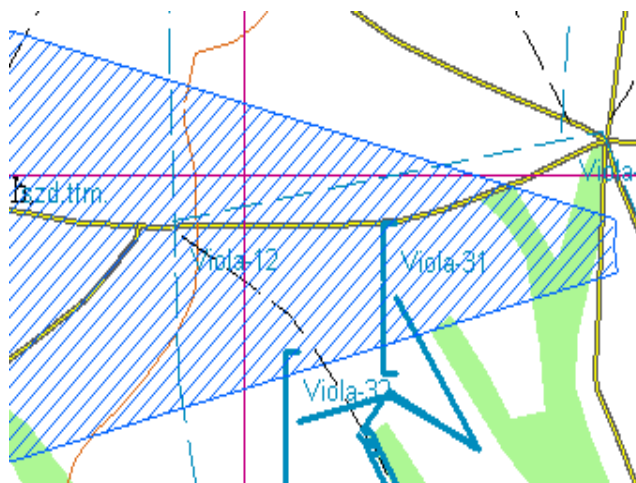
2.2. Tüzelőállás

A program távolság alapján határozza meg, hogy egy tűzalegység látja-e a célt, vagy sem. Amely üteg, ezen távolságon belül van eléri a célt, a többi nem. A kiértékelés eredményeként a térképen láthatjuk, hogy a beállított alegységek lőhetik a célt. (9 ábra)



9. ábra Pusztítható célok megjelenítése

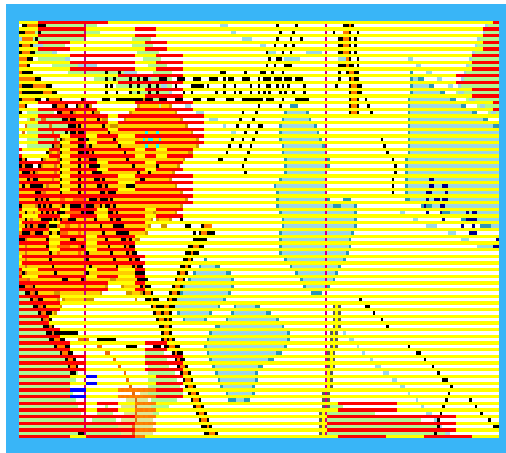
Tűzér tüzelési szektorok: A funkció a megadott tüzelőállások tüzelési szektorát jelöli meg. A térképen láthatjuk, hogy a beállított tüzelőállások tüzelési szektora mekkora, a megosztott irány, maximális lőtávolság, a minimális lőtávolság, ill. a tüzelési irány max. eltérés függvényében. (10 ábra)



10. ábra, Tüzelési szektor megjelenítése

2.3. Fedettség vizsgálat

A funkció segítségével megvizsgálhatjuk, hogy egy terület pontjai milyen fedettséget adnak, azaz az ott tartózkodó egységek részére milyen természetes álcázást nyújtanak. A fedettséget a terep egy adott pontján azzal jellemezzük, hogy ott milyen magas, takarásra alkalmas vegetáció, tereptárgy stb. található. (11 ábra)



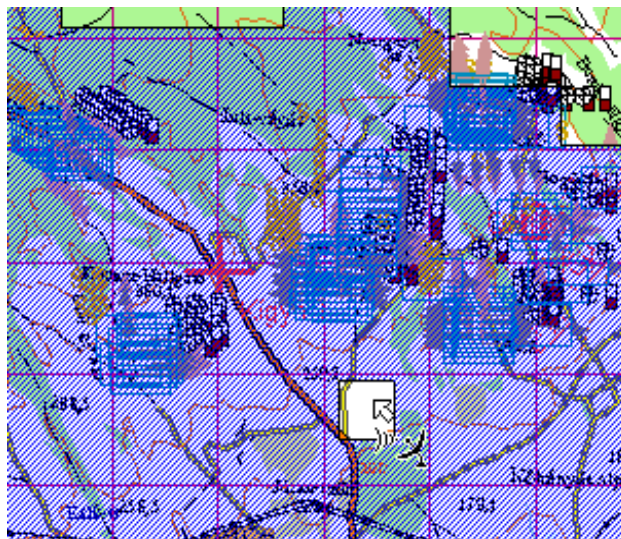
0 m : sárga
 1 - 2 m: narancs
 3 - 4 m: bíbor
 5 - 10 m: piros
 >10 m: kék

11. ábra fedettség vizsgálat

2.4. Radar

A radar közvetlen rálátással bíró járműveket tud felderíteni. A MARCUS-H az alábbi radar elemzéseket biztosítja:

Radar látvány: A radar látvány, megadott pozícióban lévő radar maximális felderítési távolságát adja meg, adott magasságra vonatkozóan. Az adatok megadása után, a kiértékelés készítésekor a térképen látható lesz, hogy a radar a megadott magasságban mely területeket látja. (12 ábra)



12. ábra Radar látvány

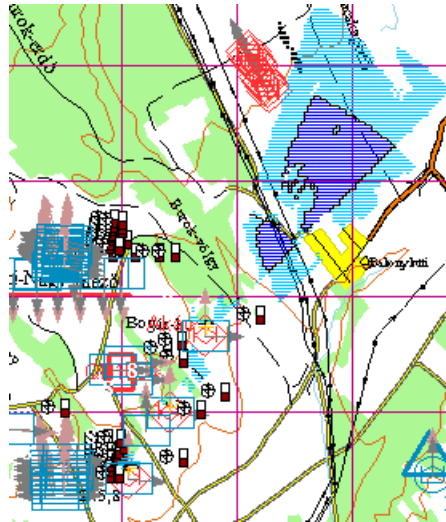
Radar térkép: A kiválasztott radarok maximális felderítési távolságán belül megmutatja a látható területeket, adott magasságra vonatkozóan.

Radar metszet: Megjelöli egy útvonallal megadott függőleges metszet területén, mely pontokat látja legalább egy radar a kiválasztottak közül.

2.5. Tüzeléssel kapcsolatos kiértékelések

A közvetlen irányzású fegyverek tűzrendszerének ellenőrzését el lehet végezni adott/feltételezett célokra, illetve területekre. A MARCUS-H az alábbi tüzeléssel kapcsolatos elemzéseket biztosítja:

Tűzrendszer elemzése: A közvetlen irányzású fegyverek tűzrendszerének ellenőrzését el lehet végezni adott/feltételezett célokra, illetve területekre. A program elkészíti a tűzrendszer értékelését, az eszközök adatainak megfelelően (lőtávolság, páncélatütő képesség, stb.), megjeleníti a térképen azokat a területeket, ahol a kijelölt eszközök a várható ellenséget pusztítani tudják. (13 ábra)



13. ábra Pusztítható célok megjelenítése

Tűz elleni védelem: A tűz elleni védelem kiértékelés megmutatja, hogy megosztott irányzású tűz, - választott tüzelési eszközre nézve -, és a kézfegyverekből leadott tűz esetén, melyek azok a területek, amelyek védelmet nyújtanak:

- **Megosztott irányzású tűzzel szembeni védelem:** egyszerűsített röppályaszámítás, a tüzelő eszköz típusának és a tüzelés helyének megadása után a kijelölt területre a domborzat függvényében láthatóak, hogy mely területek löhetőek és melyek nem. A nem löhető területek jó védelmet nyújtanak, a löhető területek közül a relatív magassággal bírók (erdő, település) megfelelő védelmet, a maradék gyenge védelmet ad.
- **Kézfegyverekből leadott tűzzel szembeni védelem:** a kijelölt területen minden egyes pontról megvizsgálja, hogy a környező terület mekkora részéről lehet rá lőni (összeláthatóság). A tereppont minősítése attól függ, hogy a teljes terület mekkora hányadáról látható. Egy mélyedés jó minősítést kap, egy síkság közepe viszont nem.

2.6. Repülők

A program segítséget ad a repülők, helikopterek települési helyének kiválasztásához. A MARCUS-H az alábbi elemzéseket biztosítja:

Fedélzeti levegő-levegő rakéta alkalmazási területe: A kiértékelés informál arról, hogy adott magasságon, adott pozícióból hová lehet lőni a rakétával. A kiértékelés eredményeként látható lesz a térképen az a terület, ahol a levegő-levegő rakéta alkalmazható.

Fedélzeti levegő-föld rakéta alkalmazási területe: Megmutatja a program, hogy adott magasságon, adott pozícióból hová lehet lőni.

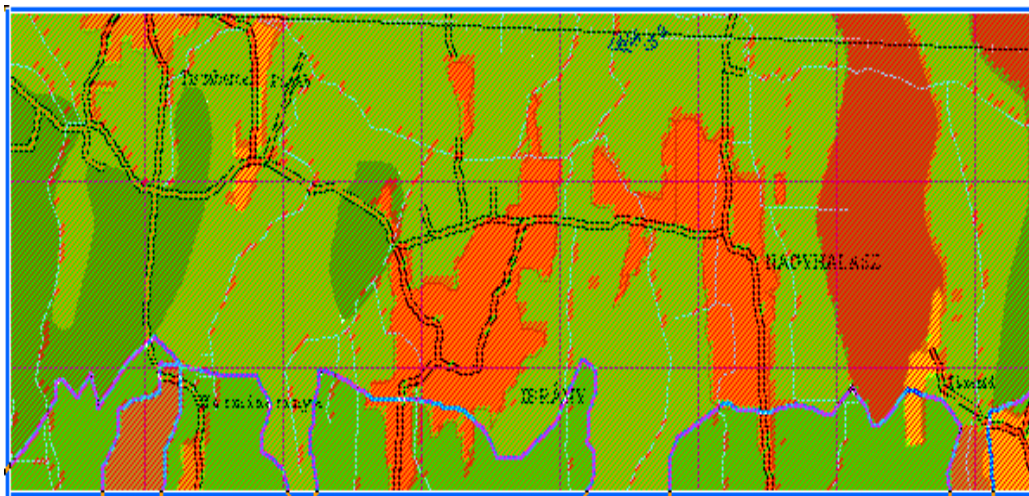
Repülőök harci hatósugarának kijelzése: Harcászati hatósugár az a legnagyobb távolság, amelyre az egyes repülőgép vagy helikopter egy teljes tüzelőanyag feltöltéssel az adott feltételek vagy viszonyok között, közbenső leszállás nélkül képes elrepülni úgy, hogy a leszállást a kiindulóponton (repülőök repülőtéren) hajtja végre. A program is lehetőséget ad a repülő eszközök (repülőök, helikopterek) harcászati hatósugarának kiértékelésére, számos tényező figyelembevételével, úgymint repülési profil (sebesség, magasság), utántöltés, póttartály, esetleges köztes repülőtér.

Helikopter leszállóhely: A helikopterek elvileg „bárhol” le tudnak szállni a terepen, de akadnak tényezők, amelyek ezt meggátolhatják. A funkció segítségével megvizsgálhatjuk, hogy egy létező jármű, élőerő vagy egyszerűsített kötelék, ill. egy adott típusú jármű, egy kijelölt terület mely részein képes leszállni és melyeken nem.

A leszállást befolyásoló tereptárgyak: erdők, települések, vizek, távvezetékek

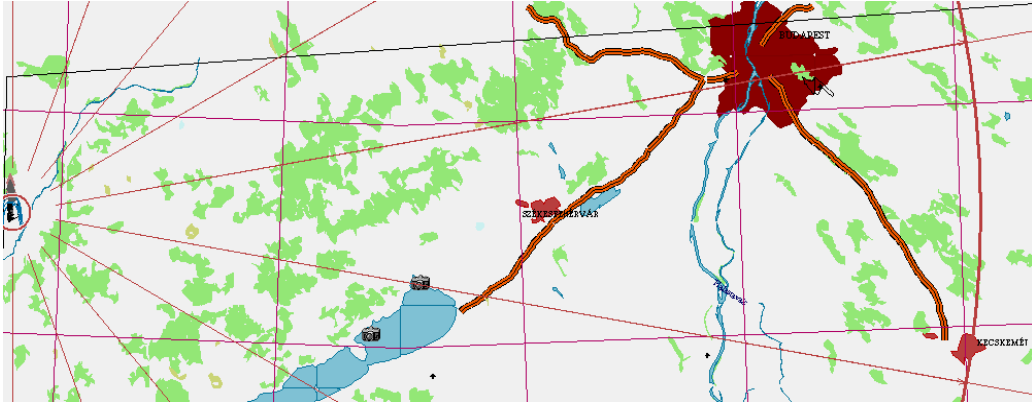
Egyéb, leszállást gátló tényezők: Leszállóhely talajnyomása, ha a talajnyomás kisebb, mint az adott helikopter fajlagos talajnyomása; Látótávolság, ha 800m-nél kisebb; Felhőalap, ha 300 m alatt van; Szélsebesség, ha nagyobb, mint a helikopter maximális szélsebessége; Pilóta kiképzettsége (1., 2., 3. osztályú vagy aranykoszorús 1. osztályú)

A kiértékelés eredményeként láthatóvá válik zölddel, hogy mely terület alkalmas helikopter leszállóhelynek, és pirossal, melyek alkalmatlanok. (14 ábra)



14. ábra Helikopter leszállásra alkalmas területek megjelenítése

Vadászgépek elérési lehetőségei: A program biztosítja a vadászrepülőök települési helyeinek, és elérési lehetőségeinek (lehetséges harcbevétési terepszakaszainak) megjelenítését a térképen, különböző készenléti fokoknak megfelelően. A fenti lehetőségek meghatározásánál figyelembe veszi a program a különböző függesztési változatokat, (póttartállyal, vagy nélküle) és profilokat is. A 15 ábrán látható, hogy kis piros kör jelzi a vadászgépek felszállási helyét, míg a nagy kör a megtehető távolságot.



15. ábra Vadászgépek elérési lehetőségeinek megjelenítése

Vadászgépek őrjáratozási lehetőségei: A program biztosítja a vadászpülők őrjáratozási lehetőségeinek megjelenítését a térképen, és táblázatos formában.

2.7. Légvédelmi rakéták

A program segítséget ad a légvédelmi rakétaalegységek települési helyének kiválasztásához. A MARCUS-H az alábbi elemzéseket biztosítja:

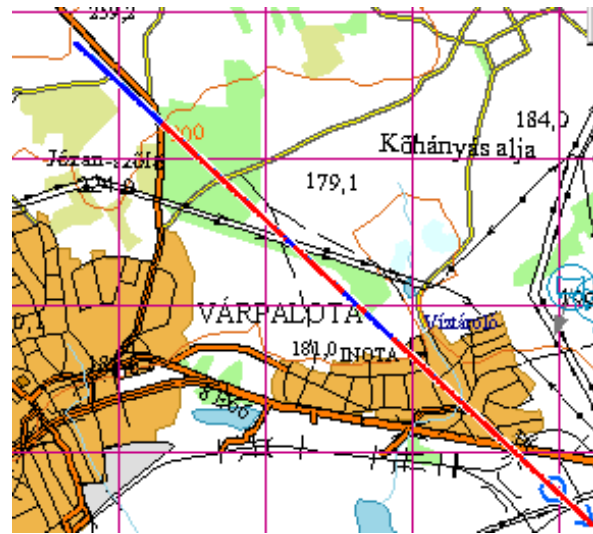
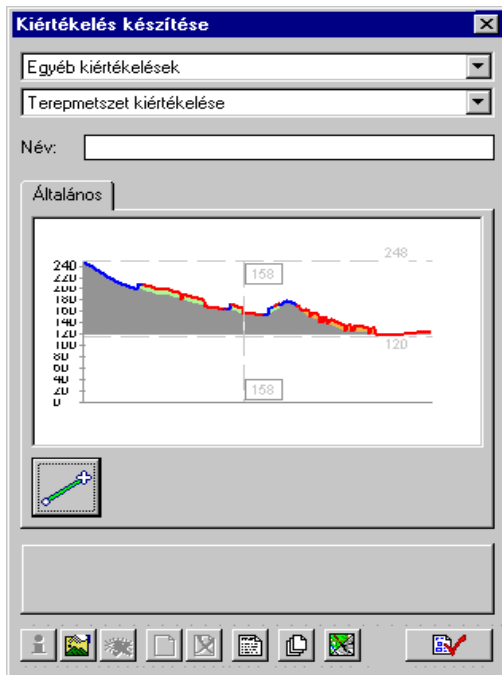
Légvédelmi rakéta megsemmisítési zóna térkép: Megmutatja, hogy hová tudnak lőni a légvédelmi rakéták, hol található együttes megsemmisítési zónájuk.

Légvédelmi rakéta megsemmisítési zónakép metszet: Megmutatja egy útvonallal megadott függőleges metszet területén, hová képesek lőni a kijelölt egységek, adott magassági határok között.

2.8. Egyéb kiértékelések

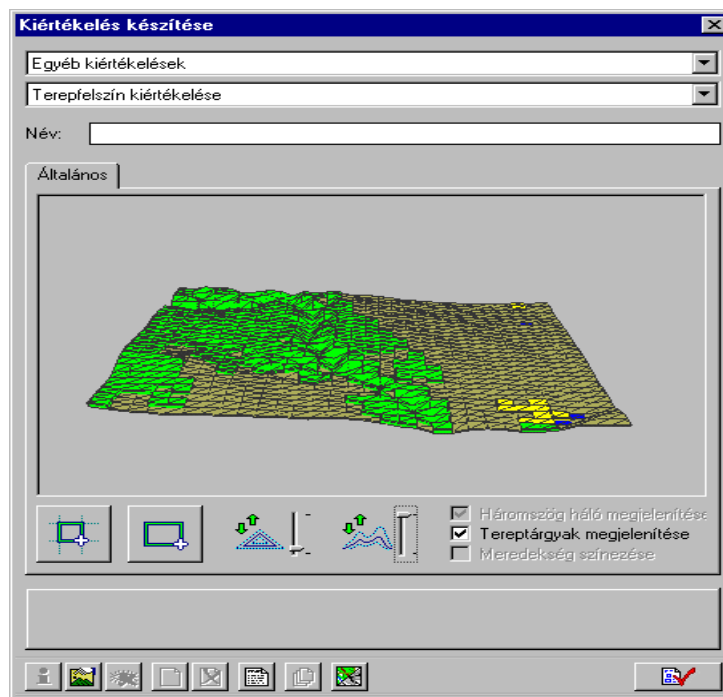
Fordulóidő számítás: Felrajzolt útvonal(ak)ról megtudhatjuk, hogy mennyi időt vesz igénybe, ha a teljes hosszukat oda-vissza bejárjuk. Az útvonal azon szakaszait, ahol az egység nem képes mozogni a térképen, azonosíthatjuk.

Terepmetszet magasságokkal: A Magasságmérés a terep domborzati és láthatósági viszonyainak megjelenítését biztosítja. A funkció a térkép bármely két pontja között készít egy metszeti ábrát. A program kiszámolja az egység és a terepszakasz pontja közötti láthatóságot, és a látható pontokat késsel, míg a nem láthatóakat pirossal jelöli ki. A pontok közötti metszeti ábrán pontosan méterben megadva látszik a terepszakasz tengerszint feletti magassága. Jól szemlélteti a vastag, piros és kék vonal a terepszakasz látható és nem látható részeit is. Ha a metszeti ábra fölött húzzuk az egeret, akkor mutatja az aktuális metszetben a magasságot, a térképen pedig a hozzá tartozó pozíciót egy kis körrel, abban az esetben, ha kattintunk a metszeti ábra tetszőleges pontján, azt a szimuláció megmutatja a térképen. (16 ábra)



16. ábra Magassági adatok megjelenítése

Terepfelszín kiértékelés: A funkció segítségével lehetőség van arra, hogy egy adott területen megállapítsuk, hogy mely részek alkalmasak leginkább lőállásnak. Segítséget nyújt a menetvonal megválasztásában. (17 ábra) A terepfelszín képe forgatható is, ill. nagyíthatjuk és kicsinyíthetjük a képet.



17. ábra Terepfelszín megjelenítése

Szintvonal generálás: A funkció elkészíti a magassági vonalakat, 10 méterenként alszintvonalként, 50 méterenként főszintvonalként. Az alszintvonalak 1:25000, vagy annál kisebb nagyításban látszanak.

Akadályvázlat: Az akadályvázlat tulajdonképpen azon területek megjelölése, melyek valamilyen okból kifolyólag járhatatlanok, vagy nehezen járhatók közepes harcjármű számára. A járhatóságot korlátozhatja:

- növényzet vagy domborzat (meredekség);
- felszíni víz;
- mesterséges akadály (pl. települések).

A kiértékelés eredménye az aktuális vázlatra létrehozott korlátozottan vagy nagyon korlátozottan járható terület méretarányos jelek. A jelek megjelenése változik a korlátozás mértékétől és a korlátozás típusától (okától). (2.táblázat)

	Járható	Korlátozottan járható	Nagyon korlátozottan járható
Merekség	16° alatt	16°-26° között	26° felett
Erdő	5cm-nél vékonyabb törzsű fák, térköz nagyobb 5m-nél	15cm-nél kisebb a fák szélessége, a térköz 5m-nél kisebb	15cm-nél nagyobb a fák szélessége, a térköz kisebb 5m-nél
Tó	Mélysége 60 cm-nél kisebb	Mélysége 60 cm és 120 cm között van	Mélysége 120 cm felett van
Folyó	Mélysége 60 cm-nél kisebb és a szélessége 150 cm-nél kisebb	Mélysége 120 cm-nél kisebb és a szélessége 250 cm-nél kisebb	Mélysége 120 cm-nél nagyobb és a szélessége 250 cm-nél nagyobb
Mesterséges akadály			Minden esetben nagyon korlátozottan járható

2. táblázat Egyes akadályok járhatóságot befolyásoló hatása

Áteresztő képesség vizsgálat: A program azt vizsgálja, hogy két terepakadály között milyen, - általunk választott - alegységszintből mennyi tud szétbontakozva elmenni. A vizsgálat a század, zászlóalj, ezred, és dandár kötelékekre terjed ki. Az áteresztő képesség vizsgálat a korábban létrehozott korlátozottan járható területek alapján lehetséges. A létező (és kijelölt) mozgási folyosók kötelekszint és kötelék darabszám áteresztő képességét mutatja a program.

A vizsgálat az aktív vázlaton történik. Az eredményből megtudhatjuk, hogy a megadott méretű kötelékből mennyi tud egyszerre mozogni az egyes mozgási folyosókon.

Felszíni alakzatok vázlat: Lehetőség van kiválasztott tereptárgyak (árok, egyoldalú töltés, kétoldalú töltés, lejtő, meredély, bevágás egyoldalú, bevágás kétoldalú) körvonalait felmásolni bármelyik vázlatra.

Vegetáció vázlat: A funkció egy választott vázlatra másolja az összes növényzetet, ami az alábbiakat foglalja magába: Mocsár, Szőlő, Vegyes erdő, Gyümölcsös, Lombhullató erdő, Örökzöld erdő

Természetvédelmi vázlat: A természetvédelmi vázlat tartalmazza, mindazokat a tervező által készített PAM térképeket (védett területekről), amelyekre a későbbiekben a feladattervezés során szüksége lehet. A PAM térképek szempontjából azokat a területeket nevezzük

védettnek, amelyeken a katonai gyakorlatok, kiképzési tevékenységek és mozgások korlátozva vannak. A tematikus tartalomra, a barna szín jellemző. Területi színezésben általában 3 fokozat különböztethető meg, melyek közül a legsötétebb színnel azokat a területeket jelölik, ahol a személyi állomány és a technikai felszerelések elhelyezése tilos. A védett területek a törvény által rögzített határok közötti területek, melyek az alábbi három kategóriába vannak sorolva:

1. kategória: Korlátozott katonai gyakorlati tevékenységek.
2. kategória: Szigorúan korlátozott katonai gyakorlati tevékenységek.
3. kategória: Katonai gyakorlati tevékenységek tiltva.

Kulturális értékek vázlat: A program a kiértékelés során összegyűjti a kulturális értékeket, ezeknek a megjelenített változata, a kulturális értékek vázlat.

Összegzés:

A felvázolt kiértékelések jelentős részét pillanatnyilag is tartalmazza a MARCUS-H szimulátor programrendszere. Bizonyos elemei a közeljövőben kerülnek installálásra.

Az alkalmazói igények változásának függvényében szükségszerű a rendszer folyamatos karbantartása és a program szolgáltatásainak bővítése. Ennek érdekében a térinformatikai fejlesztések szünetmentesen zajlanak és biztosítanak egyre több megoldást a szimuláció teljes körű megvalósításához.

Bár a szimulátor eredetileg az alegység, egység és magasabb egység törzseinek harcászati gyakoroltatására lett létrehozva, a digitalizált térképnek, magának a hadszíntérnek ilyen mélységű ismerete, az elemzések időben történő, mindenre kiterjedő és teljes körű végrehajtása nagyságrendekkel megnöveli egy megvívandó harc eredményességének esélyét. Ugyanakkor fontosnak tartom kiemelni, hogy a rendszer sokrétű szolgáltatása lehetővé teszi kísérleti harcászati szituációk létrehozását és ezek objektív mutatók közötti lejátszását a dinamikában. Ezeknek a gyakorlatoknak, kísérleteknek kiértékelésével, elemzésével fejleszthetők, finomíthatók és módosíthatók a ma alkalmazott harcászati-hadászati elvek, ami önmagában is felmérhetetlen előnyt biztosít a szakemberek részére.

Irodalomjegyzék:

1. MARCUS-H harcászati szimulátor felhasználói kézikönyv (Artifex Kft. 2006)
2. Szabó Tamás mk alez. „A MARCUS-H harcászati szimulátor alkalmazása a Magyar Honvédségnél”.- Tanulmány (2003)
3. Dr. Sárközy Ferenc: „Térinformatika” GIS figyelő
http://gisfigyelo.geocentrum.hu/sarkozy_terinfo/13
4. Dr. Remetey F. Gábor - Dr. Fekete János – Dr. Márkus Béla – Dr. Mihály Szabolcs – Dr. Szabó Szilárd „A térinformatika és alkalmazásai” (1993) –Tanulmány