

# **Doktori (PhD) értekezés**

**Kovács Róbert Sándor**

**2022**



**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM  
Katonai Műszaki Doktori Iskola**

**Kovács Róbert Sándor**

**A KORSZERŰ RÖVIDHULLÁMÚ TÁVKÖZLÉSI  
RENDSZEREKBE FOLYTATOTT NEMZETBIZTONSÁGI  
CÉLÚ STRATÉGIAI ADATGYŰJTÉS KIHÍVÁSAI ÉS  
MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI**

Doktori (PhD) értekezés

**Témavezető:**

**Prof. Dr. Ványa László ny. mk. ezredes (PhD)**

.....

**BUDAPEST, 2022**

# TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS .....	5
A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKOLÁSA, AKTUALITÁSA.....	7
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA .....	8
KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK .....	13
KUTATÁSI HIPOTÉZISEK .....	14
KUTATÁSI MÓDSZEREK .....	16
TÉMASZŰKÍTÉS KERETEI.....	17
AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE .....	19
RELEVÁNS KUTATÁSI SZINTŰ SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE.....	20
1. NEMZETBIZTONSÁGI CÉLŰ RÖVIDHULLÁMÚ STRATÉGIAI ADATSZERZÉS KÖRNYEZETI JELLEMZŐI.....	22
1.1 Interdiszciplináris háttér .....	22
1.2 Titkos információgyűjtés és leplezett eszközök alkalmazásának alapja és jogszabályi környezete Magyarországon .....	26
1.3 A nemzetbiztonsági célú stratégiai adatszerzés fogalma az elektronikai hadviselésben 30	
1.4 A rövidhullámú sáv tartomány specifikus jellemzői.....	31
1.5 Iránymérési és helymeghatározási terminológia használata .....	36
1.6 Térinformatikai követelmények stratégiai többszenzoros adatfúziós rádiófelderítő rendszerekben.....	37
1.6.1 Rádiófelderítő rendszerek információs környezete.....	38
1.6.2 A térinformatika fogalmi rendszere és felhasználásai COMINT rendszerekben	39
1.7 Következtetések.....	45
2. TÖBBSZENZOROS HELYMEGHATÁROZÁSI KÉPESSÉG HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATA .....	47
2.1 Hatékonyság vizsgálati módszertan .....	47
2.2 Goniobázis vizsgálat Magyarország területén.....	50
2.3 Goniobázis vizsgálat a Visegrádi Együttműködés országai keretében .....	52
2.4 Goniobázis vizsgálat NATO tagság keretében.....	53

2.4.1	Goniobázis vizsgálat NATO tagság keretében USA és Kanada közreműködése nélkül	54
2.4.2	Goniobázis vizsgálat a NATO keretében USA és Kanada bevonásával	56
2.4.3	Goniobázis vizsgálatok NATO tagság keretében egyéb elrendezésekben	56
2.5	Következtetések	59
3.	INNOVATÍV DIVERZITI VÉTELI MÓDSZEREK RÖVIDHULLÁMÚ ALKALMAZHATÓSÁGA	61
3.1	Multiszenzoros diverziti vételképesség hatékonyság vizsgálata a rövidhullámú sáv tartományban	61
3.1.1	A rövidhullámú diverziti vétel történeti fejlődése	61
3.1.2	Diverziti vétel vizsgálatának módszertani megközelítései	62
3.1.3	Kutatás szempontjából releváns diverziti eljárások	66
3.2	Jelkombinációs eljárások átviteli jellemzőinek elemzése	69
3.2.1	Konvencionális jelkombinálási eljárások	70
3.2.2	Evolúciós algoritmus alapú súlyfaktoros jelkombinálási eljárások	77
3.3	Diverziti jelkombinációs módszerek szimulációs vizsgálata	82
3.3.1	Vizsgálati jellemzők meghatározási módszertana	83
3.4	Következtetések	92
4.	HÁROM SZENZOROS DIVERZITI VÉTEL VALÓS IDEJŰ TEREPI VIZSGÁLATA	94
4.1	Gyakorlati diverziti mérés	94
4.1.1	Mérési elv és elrendezés	94
4.1.2	Mérések peremfeltételeinek vizsgálata	96
4.1.3	Vizsgálati terjedési modell megválasztási szempontjai	97
4.1.4	Mérési eredmények értékelési sémája	102
4.1.5	Szenzorok egyedi minőségvizsgálata az összes rögzítmény körében	105
4.1.6	Vételi pontok egyedi minőségi jellemzőinek vizsgálata	110
4.1.7	Szenzor2-1 diverziti elemzése	112
4.1.8	Szenzor3-1 diverziti elemzése	115
4.1.9	Szenzor3-2-1 diverziti elemzése	118
4.2	A diverziti hatékonyság új fogalmi megközelítése	126
4.2.1	Diverziti nyereség fogalmának általános értelmezése multiszenzoros vevő rendszerekben	126

4.2.2	Relatív diverziti növekmény fogalmának bevezetése.....	129
4.3	Következtetések.....	131
	ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK.....	132
	TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	133
	TOVÁBBFEJLESZTÉSI PERSPEKTÍVÁK.....	134
	AJÁNLÁSOK A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLÁSÁRA	135
	MEGJELENT PUBLIKÁCIÓIM JEGYZÉKE.....	136
	IRODALOMJEGYZÉK.....	138
	ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	157
	TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	161
	FOGALMAK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE.....	162
	MELLÉKLETEK.....	166
1.	számú melléklet. Feldolgozott tudományos szintű források jegyzéke.....	166
2.	számú melléklet. NMHH NRAT RH sávtartományú kivonata.....	171
3.	számú melléklet. RH dekóderek jegyzéke.....	171
4.	számú melléklet. RH sávban alkalmazott általános modulációs módok.....	177
5.	számú melléklet. Diverziti jelkombinálás szimulációs fájlok.....	178
6.	számú melléklet. PROPPY_HF_Online terjedés predikciós adatlap.....	189
7.	számú melléklet. Diverziti terepi mérési eredmények összesítő táblázata.....	191

# BEVEZETÉS

*„Aki első a mezőn és várja az ellenség eljövételét, friss lesz a harcra;  
aki második a mezőnyben és sietnie kell a csatába, kimerülten érkezik.”*

*(Szun Cu i.e. 544 - i.e. 496)*

A mai korban, 2022-ből visszatekintve, már távlati múltnak számít 2002, amikor Dr. Kovács László „Battlefield of the Future<sup>1</sup>” írásában – fontosságára nagyon jól rávilágítva – fogalmazta meg az információs korszak XXI. századi új, felgyorsult szakaszának jelentőségét. [1]

A vezetékes és vezeték nélküli kommunikációs módok a távközlés hőskora, a múlt század kezdete óta két párhuzamos, egymással rivalizáló, de ugyanakkor egymást ki is egészítő technológiai fejlődési világ részeként keresték a megoldásokat a folyamatosan megjelenő információátviteli igények kiszolgálására.

A Föld felszínén a kiszolgálási igények alapvetően a helyhez kötött pont-pont, pont-multipont és mobil összeköttetések vonatkozásában jelentek és a mai napig jelennek meg. Ugyanakkor, a társadalom fejlődésével a jelentős mértékben megnövekedett számú szolgáltatási formák megjelenése is folyamatos kihívást támasztanak. A kezdeti írott információtól a hang, kép, mozgókép, adatállományok átvitelén keresztül a társadalmi információs igények egyre inkább eljutnak a bármilyen típusú, bármekkora mennyiségű információ bárholnan bárhová történő, lehetőleg késlekedés mentes, változatlan tartalmú eljuttatási követelményének irányába.

A digitális információátvitel, az egy- vagy többirányú felhasználói tömegkiszolgáló struktúrák vezetékes és vezeték nélküli irányában is nagyságrendi szolgáltatás volumen növekedést hoztak.

A műholdas kommunikáció és optikai hírközlés megjelenésével a kommunikációs sávszélesség és a szolgáltatások térbeli kiterjeszhetősége tovább katalizálta az összeköttetési igények fejlődését. Megjelentek az olyan hibrid technológiák is, melyek ötvözték a korábban határozottabban elkülönült vezetékes és vezeték nélküli összeköttetési módok szegmenseinek előnyeit, átjárást biztosítva a technológiák között. Mindennek eredményeképpen a mai korban már nem választhatók szét a csak analóg, digitális, IP alapú technológiák, a platformok határai összemosódnak, a szolgáltatások az univerzális kiszolgálás irányába tendálnak.

Az információs korszak nem hagyta érintetlenül az információszerzés világát sem. A kommunikációs rendszerek technológiai fejlődése folyamatosan táplálta az információáramlás világszintű áthelyeződését az új, nagyobb szolgáltatási megbízhatósággal, szélesebb körű

---

<sup>1</sup> Battlefield of the Future – A jövő harctere

szolgáltatásokat biztosítani képes, gazdaságosabb üzemeltetésű és nem utolsó sorban nagyobb információátviteli képességgel rendelkező

kommunikációs rendszerek irányába.

A kezdetektől fogva, a távközlés fejlődésével párhuzamosan a közölt információk megszerzésére vonatkozó igények is folyamatosan növekedni kezdtek.

A XXI. századdal beköszöntött újszerű környezet a különböző hullámtartományok felhasználási igényének változására és az azokban folytatott kutatás-fejlesztési beruházásokra is jelentős hatással bírt, beleértve az RH<sup>2</sup> sáv tartományt is.

John Haystead<sup>3</sup> 2014 augusztusában megjelent, „Vissza a jövőbe” című írásában [2] empatikus és szakmai érvekkel alátámasztott módon foglalja össze a rövidhullámú sáv tartomány felhasználási szerepének alakulását a megelőző évtizedekben. Vizsgálati szempontja elsősorban a hullámsáv elektronikai hadviselés szempontjából hordozott jelentőségének tendenciáit elemzi. Összefoglaló értékelése jól tükrözi a rövidhullámú sáv tartomány kommunikációs jelentőségének pozitív változását, újjászületését a XXI. század első évtizedeiben.

Mindezek alapján a fenti példák is jól mutatják, hogy a rövidhullámú sáv tartomány az új, XXI. századi minőségében már technológiájában, szolgáltatási spektrumában, tartalmában egy teljesen újszerű elvárási környezetnek (újra)megfelelve nyújtja összeköttetési megoldásait, melyek felhasználásának, ellenőrzésének napjaink nemzetbiztonsági műveleteiben is komoly szerepe van.

---

<sup>2</sup> RH: Rövidhullámú frekvenciatartomány

<sup>3</sup> John Haystead: A The Journal of Electronic Defense folyóirat munkatársa, számos szakmailag mérvadó cikk szerzője az elmúlt években az elektronikai hadviselés különböző területeire vonatkozóan. Véleményalkotó és formáló munkássága a NATO tagállamok országaiban szakmai körökben széles körben nyert elismerést.



## A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKOLÁSA, AKTUALITÁSA

A tudományos szakirodalom széleskörű tanulmányozása alapján arra a megállapításra jutottam, hogy a rövidhullámú sáv tartomány kommunikációs felhasználása a XXI. században újra értékelődött, ami nem hagyta érintetlenül a nemzetbiztonsági célú adatszerzés új kihívásait sem. A térdiverziti<sup>4</sup> vétel elméleti kutatásában többek számos tudományos eredményt értek el. Ezek elsősorban a hullámterjedési modellek fejlesztése, kód szimulációs módszerek alkalmazása, forrás feldolgozási módszertan és csatorna szimulációs módok témaköreire terjednek ki.

Ugyanakkor a tanulmányozott források egyike sem adott módszertant a gyakorlati mérési eredmények szakszerű összehasonlítására és analizálására.

A stratégiai adatszerző rendszerek sajátos környezete újszerű követelményeket támaszt, amelyben a többszenzoros<sup>5</sup> vételi lehetőségek kutatása újszerű kihívásokat nyit.

---

<sup>4</sup> A diverziti kifejezés leegyszerűsítve, több eszközzel való egyidejű mérést jelent, ami jelenthet több vevőt, több antennát stb.

<sup>5</sup> A szakmai berkekben a vevő, iránymérő stb. érzékelő berendezéseket szenzoroknak hívják, ezért ezeket a továbbiakban magam is szenzor kifejezéssel használom. Jelen esetben a szenzor szó a hétköznapi egy-két jellemző érzékelésére használt egyszerű eszköznél jóval többet jelent.

## A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Mint a Bevezetőben már felvezettem, a nemzetbiztonsági célú adatszerzés, mint információgyűjtő tevékenység hosszú történelmi múlttal rendelkezik. Ahogyan a rádiótávközlésben az évtizedek során folyamatosan jelentek meg az új, fejlettebb kommunikációs módok, ezeket követték az újabb és újabb átviteli eljárásokon alapuló rádiófrekvenciás átviteli csatornákon továbbított közlemények elfogásának és azok tartalmi megismerésének igényei. A rádiókommunikáció XX. századi általános fejlődése során (analóg információtovábbítás, digitalizáció, elektroncsövek, félvezető eszközök, alacsonyabb frekvenciasávok, magasabb tartományok alkalmazása, összeköttetések számának növekedése) az adatszerzési képességek megteremtésében is folyamatos kihívás jelent meg az ellenőrzést végző szervezetek számára.

Nem volt ez másképpen a rövidhullámú tartomány rádióellenőrzési képességeinek fejlesztési kényszere esetében sem. Az RH frekvenciatartomány különösen a II. világháborút követő hidegháborús időszakban lépett nagyot a prioritási listán. A 60-as, 70-es évek időszakára a két nagy ellenoldal gyakorlatilag az egész világot behálózó ügynökhálózat működtetésében és természetesen az ellenoldali felderítésében volt érdekelt és fordított ezért a tevékenységre társadalmilag is kiemelkedő nagyságú erőforrásokat.

A szocialista országok rendszerváltási időszakát a rádióellenőrzési technológia nagyrésztben még mindig a csöves (egycsatornás, egykezelős kézi hangolású diszkrét vevők, esetleg néhány egyedi vevő csoportba szervezve, egy kezelővel) jellegű vevő eszközpark működtetésében érte.

[3]

Erre az időre a megnövekedett egyidejű rádiócsatornaszám ellenőrzési igénye már komplett termeket, csarnokokat töltött fel vevőkészülékek (és üzemeltető távirászok) tömegével. Az adatszerzés folyamatának elemei ebben a struktúrában térben és időben elkülönültek, adott esetben elszeparáltan folyt a felderítés, a jelrögzítés, az iránymérés és helymeghatározás, a technikai analízis és az off-line jelelemzés.

A rendszerváltozás két környezeti körülményben hozott nagy változást. Egyrészt a hidegháborús feszültség megszűnése csökkentette a rövidhullámú spektrum fontosságát, ugyanakkor az időszak egybeesett a félvezető technológia végleges felülkerekedésével az elektroncsövek felett.

Évtizedes „szunnyadást” követően azonban a XXI. század első évtizedei ismét a régi jelentősége felé tendáló, de műszaki, technológiai tartalmában újszerű szerepkörrel szembesítette az RH sáv tartományú adatszerzést. Az új típusú digitális adásmódok és a nagyságrendileg megnövekedett egyidejű adások ellenőrzése egyedi diszkrét vevőkre alapozottan már nem volt biztosítható. A megnövekedett átviteli kapacitások, a forgalmi hálózatok növekvő száma, valamint a megrendelői igények változása egyenként is, de összességükben hatványozottan változtatták meg a nemzetbiztonsági célú adatszerzéssel szemben támasztott mennyiségi és minőségi követelményeket.

Az SDR<sup>6</sup> és szélessávú vételi technológiák időközbeni elterjedése és a sáv tartomány új típusú szolgáltatás tartalmi feltöltődése egyenes utat nyitottak a stratégiai szintű adatszerzési igény magasabb szintű megjelenésének.

A stratégiai rendszerekkel szemben dimenzióban is újszerű műszaki követelmények jelentek meg, mint:

- teljes sáv tartomány folyamatos szélessávú rögzítése;
- nagyszámú jelforrás egyidejű feldolgozási képessége;
- szuperérzékeny vételi képességek;
- nagyérzékenységgű irány és helymeghatározás;
- komplex csatorna kezelési módszerek;
- automatikus forrás detektálás;
- automatikus jelosztályozás, moduláció felismerés;
- automatikus kód felismerés;
- automatikus nyelv, beszéd és beszélő felismerés;
- fejlett automatikus technikai elemzés;
- automatikus kriptóanalízis;
- minta alapú jelfelismerés;
- kiterjedt analízis képességek.

Fentiek közül a vételi képességekre és iránymérési pontosságra vonatkozó követelmények a rendszer vételi oldalán, a frontend elemeknél alkotnak döntő követelmény tényezőket.

A stratégiai rendszerek ezek alapján a korábbiaktól eltérő szemléletmódú fejlesztési, konstrukciós és üzemeltetés megközelítést igényelnek.

---

<sup>6</sup> SDR: Software Defined Radio – Szoftver alapú rádió

Joggal merül fel tehát a kérdés, hogy a rövidhullámú sáv tartomány egyébként is unikális jegyei (hullámterjedési sajátosságok, sáv tartományi anomáliák, zsúfolt frekvenciakiosztás) milyen hatással vannak a sávban jelentkező adatszerzési feladatok teljesíthetőségére. A kérdés megválaszolásához rögtön két különböző fajta szempontrendszert szükséges figyelembe venni. Egyrészt az új, szélessávú frontend egységek olyan architektúra mentén szerveződnek, melyek SDR szoftverrádió adaptációkat tartalmaznak. Ezek a platformok képesek és biztosítják a nagytömegű közlemény rögzítését.

Ugyanakkor a stratégiai adatszerző rendszerek rendelkezhetnek egynél több vevő egységgel is. Ebben az esetben felvetődik annak a kérdése, hogy a térben és időben elkülönülten keletkező – eltérő minőségű, de azonos – közlemények hogyan, milyen módszerrel közösíthetők abból a célból, hogy az eredő rögzítmény minőségi jellemzői jobbak legyenek az egyenkénti jegyekhez képest.

További problémafelvetést jelent az a körülmény, hogy stratégiai rendszerek esetén a szélessávú rögzítésből adódóan az egyedi közlemény párok közösítése offline módon adott esetben időben eltolva történik.

Módszertani megfontolást igényel annak eldöntése is, hogy a megszerzett rögzítmények közösítése az információ milyen szintjén történjen. Digitális átvitelek esetén a közlemények összefésülése történhet bit, szimbólum, szócsoport vagy kódsor egységek alapján.

A digitális modem kommunikációs közlemények minőségi jellemzőjeként alapvetően a dekódolt tartalom mennyiségi hozzáférhetősége a meghatározó, azaz a százalékos érték, amely megadja, hogy a tényleges közlemény tartalom mekkora része tartalmaz sikeresen demodulált és dekódolt információt.

A **vázolt trend** a nemzetbiztonsági célú adatszerzést végző szervezet **többszempon-tú kihívásokkal** szembesíti.

**Egyrészt** a megnövekedett felhasználói igények kielégítése **nagytömegű közlemény megszerzését kell szolgálja**, lehetővé téve számukra, hogy feladataikat magasabb hatékonysági fokon tudják végezni. Ennek mérőszámát lehetséges a kiterjesztett képességek mennyiségi jellemzőiben (vett közlemények darabszáma, megszerzési/közlemény előállítás időtartam hossza, egyidejűleg feldolgozható rádiócsatornák száma stb.), illetve minőségi mutatókban (a vett táviratok/közlemények valamilyen minőségi mutatójának javítása) kifejezni. Az előbbi mutatókra a jelenleg rendelkezésre álló vevőeszközök és műszaki technológiák lehetőséget biztosítanak. **Ugyanakkor** a megszerzett közlemények **minőségi mutatóinak javítására**, azok jellemzőinek tárgyyszerű minőségi vizsgálatára **jelenleg nem áll**

**rendelkezésre** kidolgozott vizsgálati módszer vagy ajánlás. **Külön aspektust ad a kérdéskör megoldásának, hogy a hiányzó minőségi javítás folyamatának szükségszerűen meg kell felelnie az automatizálhatóság kritériumának, azoknak a stratégiai adatszerző rendszerekben rendszerszinten adaptálhatónak kell lenniük.**

Kutatásom fő vezérvonalaként azt a hiánypótló célt határoztam meg vizsgálni, hogy a rövidhullámú sáv tartományban offline rögzített közlemények többszenzoros, diverziti elvű minőségi javítása milyen valós értékek mentén jellemezhető hatásosan, illetve milyen eljárás dolgozható ki, amely a gyakorlati értékek alapján minél szerteágazóbban jellemzi a diverziti vételi módszer hatékonyságát.

Erre alapozva, kutatási vizsgálatom egymásra épülő, főbb elemeit a következők szerint állítottam össze:

Elővizsgálat keretében a hazai és nemzetközi tudományos szakirodalom átfogó, elemző feldolgozásával feltérképezem a rövidhullámú sáv tartományra vonatkozó tudományos irodalmi hátteret.

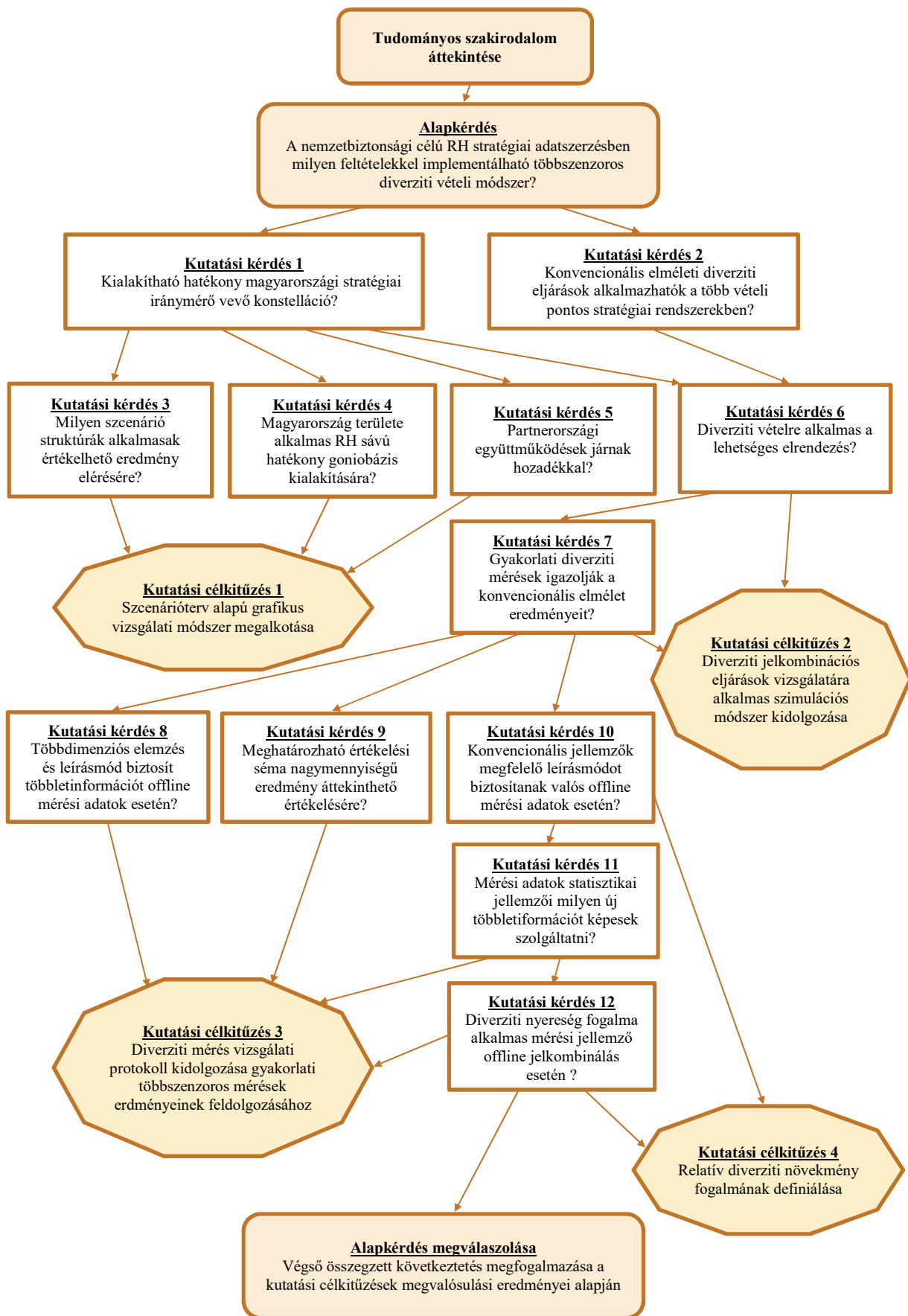
Szimulációk keretében megvizsgálom a diverziti jelkombinációs módszerek elméleti hatékonyságát csatorna jellemzők alapján.

Választ keresek arra a kérdésre, hogy a rövidhullámú sáv tartományban Magyarország alkalmas-e hatékony többszenzoros diverziti vételképesség működtetésére.

Eddig rendelkezésre nem álló, gyakorlati diverziti méréseket folytatok, melyek eredményeinek elemzésével megvizsgálom a jelkombinációs eljárások gyakorlati hatékonyságát, az adatok elemzésére alapozott vevő diverziti vizsgálati és értékelési módszerek képességeit és továbbfejlesztési lehetőségeit.

A kapott eredmények alapján kidolgozok egy olyan vizsgálati protokollt és definiálok minőségi jellemzőt, amely egyértelmű leírást nyújt az offline rögzített közlemények diverziti hatékonysági jellemzőiről.

A kutatási koncepcióm logikai struktúráját az 1. ábra szemlélteti.



1. sz. ábra Kutatási koncepció struktúrája  
Forrás: Szerkesztette a szerző

## KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

1. Célkitűzésem, hogy **kidolgozok egy scenárió tervet** és olyan **grafikus vizsgálati módszert**, amely alkalmas rövidhullámú sávú **goniobázis<sup>7</sup> alapú szenzor elrendezések** alkalmazhatóságának, képességeinek és korlátjainak **modell szintű vizsgálatára**.
2. Céлом egy olyan **módszertani ajánlás kidolgozása**, amely konvencionális módszerekhez képest alkalmasabb a diverziti jelkombinációs **módok összehasonlító elemzésére**.
3. Célkitűzésem egy vevő **diverziti mérési vizsgálati minta protokoll kidolgozása és valós mért eredményeken történő tesztelése**, amely tetszőleges diverziti típuson alkalmas a **diverziti vételi jellemzők közleményszintű adatai alapján történő vizsgálatára**.
4. Célkitűzésem **definiálni a Relatív diverziti hatékonyság fogalmát**, bemutatni a diverziti nyereséghez viszonyított relatív tartalmi többletet, különbséget és leíró képességét.

---

<sup>7</sup> A goniobázis egy szintén szakmai körökben általánosan elfogadott és alkalmazott szakkifejezés, amely más irodalmakban iránymérő alapként értelmezett. A továbbiakban én a szakmában alkalmazott goniobázis kifejezést fogom használni. A goniobázis alapú szenzorelrendezés azt jelenti, hogy a kihelyezett szenzorokat (vevők, iránymérők, stb.) iránymérő alapokat képező geometriai elrendezésben telepítetem.

## KUTATÁSI HIPOTÉZISEK

A vizsgált tudományos probléma és kitűzött kutatási célok alapján a következő hipotéziseket állítom fel:

1. Magyarország rövidhullámú **iránymérő és helymeghatározó képessége** a stratégiai adatszerzés szempontjából eddig **nem vizsgált**, illetve **nem állnak rendelkezésre olyan adatok, amelyek döntési alapot szolgáltatnának egy rendszerszintű fejlesztéshez**. Feltételezésem, hogy grafikus scenárió alapú vizsgálati eljárás kidolgozásával és alkalmazásával **megválaszolható** annak kérdése, **hogyan kialakítható-e olyan rövidhullámú sávú goniobázis alapú szenzor elrendezés**, amely Magyarországon területén, stratégiai adatszerző rendszer részeként önállóan vagy nemzetközi együttműködés keretében **biztosítani képes nagytömegű jelforrások felderítését, iránymérését és sugárzási pozíciójának meghatározását**.
2. A rövidhullámú többszenzoros vevőrendszerek **vételminőségi javíthatósági opciói nem ismertek**. Hipotézisem szerint **többszempontrú vizsgálati koncepció kidolgozásával** bevezethető egy olyan **hiánypótló módszertani követelményrendszer**, amely egyenszilárdságúan **alkalmas a diverziti jelkombinációs módszerek összehasonlító szimulációs elemzésére**, illetve szintézis alapú feldolgozással tartalmilag definiálható rövidhullámú sáv tartományra adaptált, mérési adatok feldolgozására alapozott vevő diverziti vizsgálati és értékelési módszer jön általa létre.
3. Megítélésem szerint jelenleg **nem áll rendelkezésre olyan általánosan alkalmazható eljárásrend**, amely vevő diverziti struktúrák esetén egzakt értékelési eredményt szolgáltat a valós, közleményszintű nyereség jellemzőkről. Feltételezésem, hogy a szenzorok egyedi és közös diverziti tulajdonságait vizsgáló **offline elemzési módszer a konvencionális eljárásokhoz képest részletesebb és többszempontrú értékelési lehetőségeket képes nyújtani**.
4. Feltételezésem szerint a diverziti jelkombinációs módszerek hatásosságának mérésére a konvencionális megközelítésben a **Diverziti nyereség rendszerjellemező** a vevő diverziti eljárások közleményalapú vizsgálata esetében **nem tükrözi a valós nyereségviszonyokat**. A szenzor adatok új típusú feldolgozási módszerével **bevezethető a Diverziti hatékonyság fogalma**, amely kvantitatív alapokon a



nyereségnél szemléletesebben tükrözi a diverziti alapú jelkombinálás valós viszonyait, hatásfokát.

# KUTATÁSI MÓDSZEREK

Értekezésem elkészítése során az alábbi kutatási módszereket alkalmaztam:

- irodalomkutatás:
  - hazai és idegennyelvű (angol, német, orosz, szerb, bosnyák, horvát) releváns szakirodalom feldolgozása, ezen belül kiemelten tanulmányozva a kutatási tárgykörbe illeszkedő tudományos értékű munkákat;
  - írott és elektronikus kiadványok, szabványok, ajánlások, konferencia- és szeminárium anyagok elemzése;
  - online fórumokon és konferenciákon való részvétel;
  - egyéb források kutatása, feldolgozása;
- szakmai rendezvényeken, konferenciákon való részvétel előadóként és résztvevőként;
- mérési eredmények logikai elemzése, analitikus feldolgozása és értékelése, ebből következtetések levonása után javaslatok megfogalmazása;
- primer kutatási adatok kvalitatív és kvantitatív feldolgozása;
- numerikus analízis;
- induktív és deduktív következtetési megközelítések;
- általánosítás;
- összehasonlító elemzés;
- összefüggések feltárása;
- kutatások másodelemzése;
- modellalkotás;
- szakértői konzultáció;
- több évtizedes szakmai tapasztalat empirikus úton történő felhasználása;
- kutatási eredmények publikálása, oktatása.

## TÉMASZŰKÍTÉS KERETEI

Kutatási programom keretében, bár érintőlegesen képbe került, de nem tekintettem központi tárgykörnek számos kapcsolódó tématerületet. A kutatás során jelentkezett, illetve fennálló korlátok alapvetően két fő kategóriába csoportosíthatók.

A kutatási téma kitűzésénél elsődleges áttekintést igényelt annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy a témakör milyen módon tárgyalható egy titokvédelmi szempontból nyílt – azaz, nem minősített – tudományos értékű értekezés keretében. Kihívást jelentett a témakör olyan formában történő megfogalmazása, hogy a tudományos értékeket nem csorbítva, megfeleljen a jelenleg érvényben lévő titokvédelmi szabályozásnak.

Ezért a dolgozatban mellőztem az alábbi elemek tárgyalását:

- olyan konkrét technológiai elemek megjelenítése, melyek Magyarország nemzetbiztonsági célú adatszerző képességére vonatkozó adatokat tartalmaznak;
- helyhez, időponthoz, beazonosítható rádióhálózathoz köthető adatok, azonban azok műszaki szempontból releváns jellemzői megfelelnek a vizsgált valós körülményeknek;
- nemzetbiztonsági, titokvédelmi szempontból érzékeny konkrét információk mellőzése, ez bizonyos kérdéskörökben korlátozott mozgásteret biztosított a tartalmi kifejtéshez;
- titkosított dekódolt közlemény tartalmak;
- végponti titkosítási módszerek kriptológiai kérdései;
- nemzetközi helymeghatározó goniobázis tárgyalása esetében vizsgálatomban eltekintettem a külföldi, ismert és jelenleg is aktív polgári és/vagy katonai nemzetbiztonsági iránymérő- és helymeghatározó infrastruktúrák figyelembevételétől;
- technológiák kutatói vizsgálata annak ellenére, hogy számos esetben más hullámsávokban is és azokban kifejezetten az RH tartományra nem jellemző vagy ott nem alkalmazható átviteli technológiák esetén is csak a rövidhullámú tartomány szempontjából került megjelenítésre;
- hasonlóképpen, az alkalmazható technológiák feldolgozása elsősorban elméleti szempontból történt, és annak ellenére, hogy a kutatás során jelentős mennyiségű gyártói katalógus, termék ismertető feldolgozása történt meg, a kutatásnak nem volt célkitűzése a gyártói piacon már elérhető termékek funkcionális vizsgálata, azok minősítése, ajánlása;

- egyes mérési helyszínek, mérési csatornák tényszerű megjelenítése szintén mellőzésre kényszerült, azonban a műszaki, kutatási szempontból fontos és értékelhető eredmények bemutatása maradéktalanul megvalósult (szenzorok konkrét földrajzi helye, rögzített adások konkrét napi forgalmazási adatai, típusai);
- terjedelem korláti okokból szintén mellőzésre került az SDR rádiótechnológia részletesebb tárgyalása, annak ellenére, hogy egy nagykapacitású, szélessávú stratégiai felderítő/adatszerző rendszer a gyakorlatban csak ezen a platformon valósítható meg hatékonyan és gazdaságosan;
- központi és szenzor telephelyek összeköttetésének üzem- adat- információ- és egyéb adatai;
- stratégiai feldolgozó rendszerek infrastrukturális, információbiztonsági elemzése;
- stratégiai adatszerzés kriptológiai kérdéseinek vizsgálata;
- nagy mennyiségű modemes átvitel típusok részletes elemzése;
- iránymérési- és helymeghatározási elemzések során műszaki szempontú megközelítést alkalmaztam, nélkülöztem minden politikai szempont figyelembevételét, amelyek egy szenzor elrendezés szempontjából befolyással lehetnek egy komplex rendszer megtervezésénél;
- a katonai EW<sup>8</sup> szemlélet szerint, a kutatást elsősorban a polgári nemzetbiztonsági adatszerzés szempontjából vizsgálom, amely részben különbözik a katonai szemlélettől;
- kutatásomban nem tértem ki az utóbbi időszak katonai szempontból meghatározó katonai konfliktusainak szakmai elemzésére, mint pl. a Krím félsziget annektálása, a grúz-orosz háború vagy akár az orosz-ukrán háború elemzésére. Álláspontom szerint, ha kutatómunkával fel is kutatható értekezésem szakmai tárgykörébe tartozó, tudományos szempontból feldolgozható és értékkel bíró információ, akkor azok nyilvános dokumentumokban, forrásokban nem hozzáférhetők;
- az utóbbi években előtérbe kerültek az AI<sup>9</sup> -re alapozott újszerű fejlesztési lehetőségek, melyek tudományágtól függetlenül érdekes kihívásokat jelenthetnek a kutatásokban. Az általam végzett kutatómunkában terjedelmi és időkorlátok miatt azonban önállóan is fajsúlyos jelentősége miatt, nem tértem ki a kérdéskör feldolgozására.

---

<sup>8</sup> EW: Electronic Warfare – Elektronikai hadviselés

<sup>9</sup> AI: Artificial Intelligence – Mesterséges intelligencia

## AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE

Értekezésem szerkezeti felépítésében a tudományos problémák, kutatási célkitűzések, hipotézisek és módszerek logikai kapcsolódására építve törekedtem a témakör rendszerszemléletű megközelítésére.

Tárgyalási menetemben a hipotéziseim és kutatási céljaim felépítésénél a ráépülés elvét követtem.

Ezek alapján, az **első fejezetben** áttekintem a rövidhullámú nemzetbiztonsági célú stratégiai adatszerzés általános környezeti feltételrendszerét, amely keretet ad kutatásomnak. Bemutatom a rövidhullámú távközlés korunk kommunikációs igényeinek rendszerében betöltött szerepét, a titkos információgyűjtés jogi keretrendszerét és az adatszerzés sávspecifikus jellemzőit, újszerű technológiai kihívásait.

A **második fejezetben** jellemző megvalósíthatósági scenáriók és prioritásos szempontrendszer definiálásával becslést adok egy magyarországi rövidhullámú iránymérő és helymeghatározó rendszer elérhető képességeire és korlátjaira.

A **harmadik fejezetben** a diverziti vételi módszerek rendszertani összegzésére építve bemutatom a konvencionális és evolúciós algoritmus alapú jelkombinációs eljárások ismérveit és részletesen ismertetem azok szimulációs vizsgálatának módszerét.

A **negyedik fejezetben** vevő diverziti mérések valós adatainak felhasználásával részleteiben ismertetem az általam kidolgozott mérési adatértékelő eljárás módszertani felépítését és alkalmazásának eredményeit és javaslatot teszek a diverziti hatékonyság új fogalmi meghatározására.

Az értekezés elkészítése során feldolgozott és részben hivatkozott tudományos források rendszerezett összefoglaló táblázata, az RH sáv tartomány felhasználási táblázata, a rövidhullámú dekóderek és modulációs módok összesített jegyzéke, a készített jelkombináció szimulációs futtatások szkript tartalmai, a diverziti mérési nyersadatok tételes összesítő táblázata és kiegészítő technikai adatlapok a mellékletekben kerültek elhelyezésre.

# RELEVÁNS KUTATÁSI SZINTŰ SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

A rövidhullámú sáv és a diverziti rádióvételek kérdéskörében számos tudományos értekezés született. Több kutatás a rádiócsatorna gyakorlati vizsgálatának aspektusai köré csoportosul. Abdull Zubi Bin Ahmad [4] a malajziai Parit Rajában végzett szimulációs és gyakorlati vizsgálatokat az ionoszféra F2 rétegének frekvencia szelektív Rayleigh féding csatorna modellezésére. Hasonlóképpen Adnan Ahmed Khan [5] is foglalkozik diverziti és jelkombinálási módszerek vizsgálatával, ezen belül meta-heurisztikus optimalizációs módszerek elemzésére fókuszálva. Amir Torabi [6] – nem az RH tartományban – de értekezésében szintén vizsgálja multiszenzoros hálózatok csatorna modellezési kérdéseit.

Najmafshar, M. a magasabb szélességi körökön tapasztalható ionoszféra állapotváltozások szimulációs lehetőségeit vizsgálta. Eredmény megállapításában igazolta, hogy szimulációs módszere tükrözi a felső F1-F2 rétegek szcintillációs<sup>10</sup> jelenségeinek hatását és a módszer alkalmas azok reprodutív modellezésére. [7] Hasonlóképpen, Prior-Jones Michael szintén a magasabb szélességi körökön alkalmazható modemes átviteli lehetőségeket elemezve támasztotta alá állítását, mely szerint a PCC-OFDM<sup>11</sup> és a hagyományos OFDM modulációk alkalmazásával kiemelkedő adatátviteli sebesség érhető el a MIL-STD-188-110B<sup>12</sup> szabványos modem sáv szélességeihez képest. [8] A MIL-STD 188 modem átviteli csatorna kapacitás növelésének módszertanában Otnes Roald is dolgozott ki 2-3 dB-es SNR érték javítási módszert. [9] RH rádiócsatornák átviteli karakterisztikájának meghatározása tekintetében átfogó értekezést készített Davies Nigel Clement, meghatározva az akkori modemes átvitelekben alkalmazható maximális sáv szélességet. [10] Diverziti vételi vizsgálatokat Dong Xiaodai [11] és Vukotić Selenia [12] is végzett, mindketten a rövidhullámú tartományon kívül, magasabb frekvenciasávban alkották meg hipotéziseiket. A diverziti és jelkombinációs eljárások determinisztikus leírásában fontos megemlíteni Pelekanakis Konstantinos személyét, aki értekezésében vízalatti, hangfrekvenciás tartományú, nagy adatátviteli sebességű, longitudinális hullámterjedés tartományában vizsgálja a több vevős vételi elrendezések alkalmazhatóságát. [13]

---

<sup>10</sup> Az ionoszféra réteg szerkezetében a napszél sugárzás változásának hatására bekövetkező időbeli változás

<sup>11</sup> PCC-OFDM: Polynomial Cancellation Coding OFDM – Polinóm alapú tartalékolt OFDM

<sup>12</sup> MIL-STD-188-1 10B: Szabványosított 589.87 kbit/sec átviteli sebességű modemes adatátvitel

Kutatásom jelentős szelete a Matlab alapú rádiócsatorna és jelkombinálási módok szimulációjára fókuszál. Ebben a témakörben is elérhető nemzetközi szintű kutatási eredmény, Aboklosa, Hassan Utham rádiócsatornák Matlab szimulációs környezetben történő vizsgálatának eredményeit ismerteti. [14]

Magyar nyelvű forrásmunkák tekintetében a valós idejű iránymerés és eljárás módszertana tárgyában Ványa László készített átfogó értekezést. [15] „Rádióhullámok tartományában működő korszerű elektronikai felderítő eszközök” címmel Kovács László értekezett korszerű elektronikai felderítő eszközök vizsgálata [16] témakörben.

Szenzorhálózatok adatainak integrálási lehetőségeit vizsgálta Károly Krisztián „Automatizált erőkövetési képesség megvalósításának lehetőségei a Magyar Honvédség Híradó-Informatikai rendszerében” című értekezésében. [17]

Kutatásomban nem tárgyalt, azonban a stratégiai adatszerző rendszerek szempontjából kulcsfontosságú SDR technológia témakörében Fürjes János Norbert „Kis és közepes sebességű digitális adatátviteli rendszerek automatikus analízisének és dekódolásának lehetőségei” [18], és Horváth Sándor József „A Magyar Honvédség elektronikai hadviselési képességének fejlesztése szoftverrádiók alkalmazásával” [19] címmel készített PhD szintű tudományos munkát.

Frekvenciagazdálkodás területén Bajó József készített a fogalmi rendszerek definiálása és a nem polgári célú frekvenciagazdálkodás hatékonysági korlátjainak vizsgálata tárgy körében összefoglaló értekezést. [20]

A magyarországi nemzetbiztonsági célú adatszerzés jogi aspektusai szempontjából két meghatározó értekezést szükséges megemlíteni. Dr. Hetesy Zsolt és Dr. Solti István „A titkos felderítés” [21] és „A titkos információgyűjtés, elvei, eszközei és módszerei, alkalmazásának lehetőségei a nemzetbiztonsági munkában” [22] című disszertációikban hiánypótló összefoglalásaikat adják a titkosszolgálati tevékenységek vonatkozó jogi feltételrendszeréről, ismérveiről.

A tudományos szintű, feldolgozott irodalom (PhD értekezések, kutatási beszámolók) tételes összefoglaló táblázatát az 1. számú melléklet tartalmazza.

# 1. NEMZETBIZTONSÁGI CÉLÚ RÖVIDHULLÁMÚ STRATÉGIAI ADATSZERZÉS KÖRNYEZETI JELLEMZŐI

A dolgozatban tárgyalt specifikumú adatszerzési környezet számos meghatározó egyediséggel rendelkezik. Ezek közül a vizsgálati szempontokat három fő tényező befolyásolja, melyek a rövidhullámú sáv tartomány terjedési specialitásai, a nagytömegű, automatizált adatszerzést lehetővé tevő stratégiai rendszer kategória vizsgálati célja, valamint az adatszerzés nemzetbiztonsági céljából adódó peremfeltételek rendszere.

## 1.1 Interdiszciplináris háttér

Az RH frekvenciatartomány a múlt évszázad elején kiemelt jelentőséggel bírt a rádiótávközlés kifejlődésének kezdeti szakaszában, miután számos kezdeti fejlődési elem – a HH<sup>13</sup> tartományt követően – ebben a sávban tudott csak a kor technikai fejlettségének megfelelően megvalósulni. A második világháborút követő hidegháborús korszakban a Szovjetunió, mint legnagyobb felhasználó lendületet adott a rövidhullámú sáv tartomány felhasználásának. Ez az aranykor egészen az ország szétbomlásáig tartott, bár az utódállamok a mai napig alkalmazzák a különböző RH sávú hálózataikat.

Az IARPA<sup>14</sup> 2014 augusztusában szervezett HF'Geo Proposer's Day találkozáján két korábban indított HFGeo<sup>15</sup> és SLiCE<sup>16</sup> programjának eredményeit foglalta össze a nagy dinamikatarományú vevők, adaptív jelfeldolgozás, antenna fejlesztési technológiák és ionoszférikus terjedési nyomvonal prediktív számítási lehetőségei témakörökben. A vizsgálatok eredményei alátámasztották, hogy az RH sáv tartomány felhasználásainak száma jelentős növekedésnek indult és egyre növekvő jelentőséggel bír. [23]

Korszakunk mai szempontjait tekintve, már abban a korban élünk, amikor az információ és a tudás olyan értéket képvisel, amely meghatározza a társadalom értékteremtő és értékvédelmi

---

<sup>13</sup> HH: Hosszúhullámú sáv tartomány

<sup>14</sup> IARPA: Intelligence Advanced Research Projects Agency – Fejlett Hírszerzés Kutatási Projektek Ügynöksége

<sup>15</sup> HFGeo: High Frequency Geolocation – Rövidhullámú helymeghatározás

<sup>16</sup> SLiCE: Signal Location in Complex Environments – Jelforrás helymeghatározása összetett környezetben



képességét. Az AOC<sup>17</sup> szervezésében 2020 augusztusában szervezett online webinárium<sup>18</sup> kulcsponeti témakörében – egy másik megközelítésben – szintén rávilágított a rövidhullámú sáv tartomány újra felértékelődésére. Mottójának középpontját annak megállapítására helyezte, hogy az évtizedeken át „feledésbe merült” hullámtartomány nemhogy egyre meghatározóbbá vált az elmúlt időszakban a celluláris mobil, műholdas, WiFi és mikrohullámú összeköttetések mellett, de azok versenytársává is vált ismét. Ennek okaként az előadás arra a kérdésre keresett választ, hogy az „RH újjászületése” mennyiben alapszik az olyan széles körű technológiai területek, mint antenna tervezés, digitális modulációk fejlődése vagy a hullámterjedési módok egyre precízebb leírhatóságának minőségi fejlődésén és megjelenésén az RH tartományban. Emellett a webinárium azt is vizsgálta, hogy az RH iránymérési és helymeghatározási képességek jellemzői és potenciáljai milyen jelentős mértékben fejlődtek az utóbbi időszakban, valamint, hogy maga az iránymérési tevékenység, mint korszerű kommunikációs technológia milyen katalizátor szerepet játszott a rövidhullámú sáv tartomány szerepének ismételt jelentőssé válásában. [24], [25]

Az ITU<sup>19</sup> általános besorolása szerint a 3-30 MHz<sup>20</sup>-es frekvenciatartományt lefedő rövidhullámú sáv tartomány egy fontos vezeték nélküli összeköttetési paradigmát jelent, amely kiemelt jelentőséggel bír a horizonton túli vagy akár a több ezer km-es távolságú, költséghatékony, globális kommunikáció területén. Ugyanakkor az ionoszférikus refrakción<sup>21</sup> alapuló térhullám terjedés földrajzi helyben, térben, időben, napszakban, évszakban és frekvenciában is jelentős fluktuációval rendelkezik, ezért az összeköttetések mindkét oldali (adó és vevő oldal) tervezése a vételi viszonyok radikális változása miatt a sáv tartományra jellemző egyedi elméleti és technológiai megfontolásokat igényel. A sáv tartomány szabályozott felhasználási módjai rendkívül széleskörűek (2. számú melléklet), melyek közül nemzetbiztonsági célú ellenőrzés szempontjából kiemelendők az alábbiak: [20]

---

<sup>17</sup> AOC: Association of Old Crows – Öreg Varjak Egyesülete. Az elektronikai hadviselés, elektromágneses spektrumgazdálkodás, elektromágneses kibertevékenységek és információs műveletek témakörében tudományos és üzleti alapú képzéseket és információcserét elősegítő tevékenységet végző szervezet.

<sup>18</sup> An Introduction to Radio Direction Finding (RDF) Methodologies (On-Demand Recording) – Bevezetés a rádióiránymérő módszerekbe, AOC Webinars, 2019. augusztus 8.

<sup>19</sup> ITU: International Telecommunication Union – Nemzetközi Távközlési Egyesület

<sup>20</sup> Az ITU besorolási ajánlástól eltérően, gyakran találkozunk a sáv tartomány alsó kiterjesztésére a középhullámú műsorszóró sáv felső széléig (1705 kHz-ig)

<sup>21</sup> refrakció: Fizikai jelentése fénytörés, esetünkben rádióhullám terjedési törés. A szabad térben létrejövő egyenes vonalú terjedéssel szemben egy módosult irányú hullámterjedési forma.

- a készenléti szolgálatok kommunikációja katasztrófa sújtotta területeken;
- civil és katonai légi kommunikáció;
- tengeri közlekedés nagytávolságú összeköttetései;
- az NLOS<sup>22</sup> típusú kormányzati, civil és katonai kommunikáció;
- földi mobil rendszerek;
- digitális műsorszórás (DRM<sup>23</sup>);
- diplomáciai kommunikációk;
- nemzetközi szervezetek (segély, ENSZ MSF);
- légiforgalmi irányítás;
- belföldi mobil forgalmazások;
- belföldi állandó telephelyű forgalmazások;
- valamint, természetesen nem szabad figyelmen kívül hagyni a frekvenciasávban jelentős mennyiségben jelen lévő rádióamatőr forgalmazást sem.

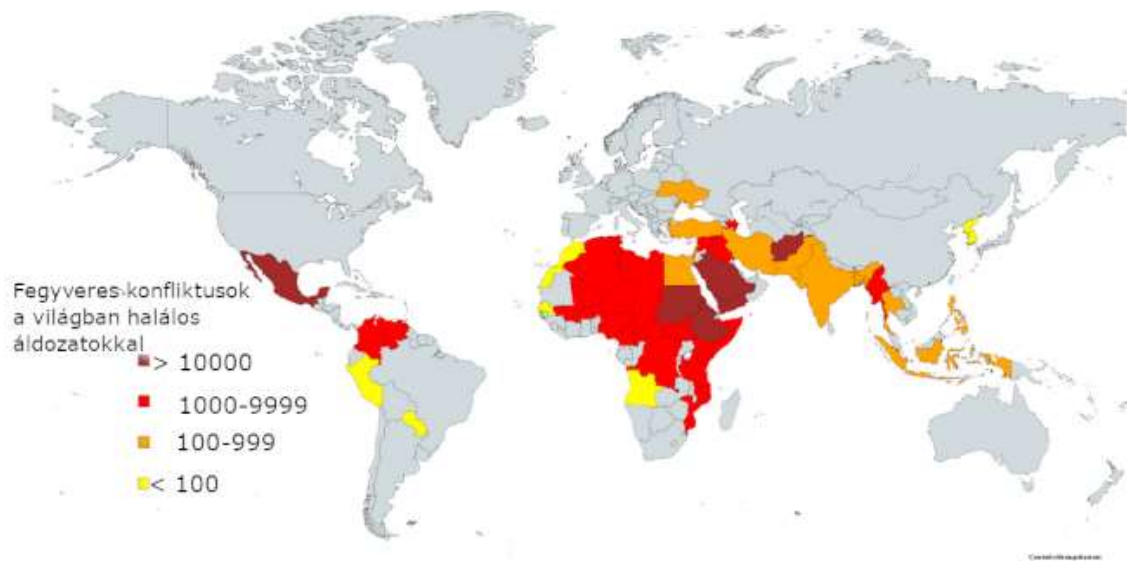
A fegyveres konfliktusok, lokális vagy nagyobb területre kiterjedő harci tevékenységek száma a második világháborút követő viszonylagos stagnálást, enyhe emelkedést követően az utóbbi évtizedekben általánosan emelkedő tendenciát mutatnak, amelyek jelentős hatással bírnak az elmúlt időszakban tapasztalható nagytömegű menekült hullámok ismétlődő kialakulására is. Jelenleg számos ország érintett valamilyen aktív katonai műveletben. Ezek a katonai összeütközések – legyenek azok totális vagy regionális területszerző agressziók, katonai nyomásgyakorló tevékenységek vagy akár kisebbségek elleni erőteljes fellépések – az áttevődő veszélyeztetés formájában egyaránt érintetté képesek tenni a konfliktusban közvetlenül nem érintett harmadik felet is. [27]

Korunk legfrissebb aktualitását támasztják alá továbbá Magyarország geopolitikai környezetében a jelenleg a szomszédos Ukrajnában zajló katonai cselekmények is, melyek egyik napról a másikra felértékelték a sávtartomány harcászati felhasználásai kapcsán megjelenő nemzetbiztonsági szempontú adatszerzés szükségességét

---

<sup>22</sup> NLOS: Non Light of Sight – Látóhatáron túli terjedés

<sup>23</sup> DRM: Digital Radio Mondial – Digitális Világ Rádió



**1.1 ábra Fegyveres konfliktusok a Föld országaiban**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző [26] alapján

Ugyanakkor, ezek az újszerű kommunikációs képességek olyan csoportok részére is rendelkezésre állnak, amelyek ellenőrzése, a kommunikációs csatornájuk felderítése és a kommunikációs tartalom megszerzése és megismerése adott kormányzati információszerző és védelmi szervezetek részéről nemzetbiztonsági szempontból kiemelt jelentőséggel bírnak mind határon belüli, mind országon kívüli viszonylatokban is. [28], [29]

Az Egyesült Államokban lezajlott 2001. szeptember 11-i események, majd a más országokban (Spanyolország, Törökország, Nagy Britannia) végrehajtott merényletek hatására megváltozott a terrorizmus fogalma. Azon túlmenően, hogy a korábbiakhoz képest sokkal jobban hatással volt a jogalkotás, emberi viszonyok és biztonság fogalmi hármására, átalakította az államok geopolitikai kapcsolatait és nemzetbiztonsági prioritásait. [30]

A korszerű RH kommunikációs technológiák már az olyan globális és regionális működési területekkel rendelkező terrorszervezetek, mint az Al Qaeda<sup>24</sup>, később az AQIM<sup>25</sup> (AQMI<sup>26</sup>) vagy az ISIS<sup>27</sup> részére is elérhetővé váltak, az azokból később kialakult csoportok a mai napig terrorfenyegetettséget jelentenek. [31]

<sup>24</sup> Al Qaeda: (arab, jelentése ülők), Al-Káida radikális iszlamista terrorszervezet, Oszáma bin Ládén vezetése alatt világméretben meghatározó terrorelhárítási célpont volt.

<sup>25</sup> AQIM: Al Qaeda in the Islamic Maghreb – Al-Káida az Iszlám Maghreb-ben, az Al-Káida terrorszervezet észak-afrikai szárnya.

<sup>26</sup> AQMI: Al-Qaida au Maghreb Islamique – lásd AQIM.

<sup>27</sup> ISIS: Islamic State of Iraq and Syria – Iraki és Szíriai Iszlám Állam. Szunnita dzsihádisták terrorszervezet, vezetője Abu Bakra l-Bagdadi volt.

Természetesen napjaink aktualitásából nem hagyható ki a migráció okozta válsághelyzethez kapcsolódó törvényben előírt nemzetbiztonsági feladatok rádiófelderítésre és adatszerző tevékenységre kiterjedő köre, melyben a rövidhullámú sáv tartomány szintén meghatározó szerephez jut. Rendészeti információk alapján a Magyarországra az elmúlt évek során illegális bejutási kísérletet végrehajtó személyek száma több száz ezres nagyságrendbe esik. [32]

A terrorellenes küzdelem vonatkozásában mind a hírszerző kormányzati szervek, mind az ipari szereplők részéről jelen van az az egyesítendő igény, hogy az újszerű RH technológiák (emelt sebességű digitális modem átvitek, fejlett automatikus frekvencia menedzsment pl. ALE<sup>28</sup>) az információszerezés területén egyre nagyobb támogatottságot kapjanak. [33], [34]

Napjainkban az olyan fejlett technológiák, mint az OFDM<sup>29</sup> csatorna hozzáférés vagy a spektrumszórásos modulációk (pl. DSSS<sup>30</sup>) az RH sávban ugyanolyan hangsúlyos szerepet kapnak, mint ahogyan azok technológiai szinten korábban csak a magasabb frekvencia sávokban voltak hozzáférhetők. [35]

## **1.2 Titkos információgyűjtés és leplezett eszközök alkalmazásának alapja és jogszabályi környezete Magyarországon**

A titkos információgyűjtés jelenlegi kereteit – a nemzetbiztonsági szolgálatok vonatkozásában az Nbtv. szabályozza, amely az Információs Hivatalt, az Alkotmányvédelmi Hivatalt, a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálatot, valamint a Nemzetbiztonsági Szakszolgálatot (együtt: nemzetbiztonsági szolgálatok) nevezi meg a tevékenység folytatására jogosult szervezetekként. A fenti szervezetek mellett titkos információgyűjtésre és titkos adatszerzés jogosultak továbbá a TEK<sup>31</sup> és a korábbi TIBEK<sup>32</sup> (2015 előtt NIBEK<sup>33</sup>) feladatköreit 2022-től átvevő információs koordináló szervezet, a NIK<sup>34</sup>. A törvény értelmében a nemzetbiztonsági szolgálatok feladataik teljesítése érdekében titkos információgyűjtést folytathatnak, amelyhez speciális eszközöket és módszereket alkalmazhatnak. Ezen szolgálatok főbb feladatai a következők:

---

<sup>28</sup> ALE: Automatic Link Establishment – Automatikus Összeköttetés Menedzsment

<sup>29</sup> OFDM: Orthogonal Frequency–Division Multiplexing – Ortogonális Frekvenciaosztású Multiplexálás

<sup>30</sup> DSSS: Direct–Sequence Spread Spectrum – Közvetlen Szekvenciájú Szórt Spektrum

<sup>31</sup> TEK: Terrorelhárítási Központ

<sup>32</sup> TIBEK: Terrorelhárítási Információs és Bűnügyi Elemző Központ

<sup>33</sup> NIBEK: Nemzeti Információs és Bűnügyi Elemző Központ

<sup>34</sup> NIK: Nemzeti Információs Központ

- az Információs Hivatal megszerzi, elemzi, értékeli és továbbítja a kormányzati döntésekhez szükséges, a külföldre vonatkozó, illetőleg külföldi eredetű, a nemzet biztonsága érdekében hasznosítható információkat;
- az Alkotmányvédelmi Hivatal felderíti és elhárítja Magyarország függetlenségét, politikai, gazdasági, védelmi vagy más fontos érdekét sértő vagy veszélyeztető külföldi titkosszolgálati és Magyarország törvényes rendjének törvénytelen eszközökkel történő megváltoztatására vagy megzavarására irányuló leplezett törekvéseket és tevékenységet;
- a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat hírszerző, elhárító, védelmi és ellenőrzési feladatok elvégzésével, a nyílt és a titkos információgyűjtés eszközrendszerével működési területén elősegíti Magyarország nemzetbiztonsági érdekeinek érvényesítését. Közreműködik ezáltal az ország függetlenségének és törvényes rendjének védelmében, megszerzi, elemzi és továbbítja a kormányzati döntésekhez szükséges, a külföldi eredetű, a biztonságpolitika katonai elemét érintő katonapolitikai, hadiipari és katonai információkat. Biztosítja a Magyar Honvédség hadászati-hadműveleti tervező munkájához szükséges információkat, működteti Magyarország katonai felderítő rendszerét;
- a Nemzetbiztonsági Szakszolgálat a jogszabályok keretei között a titkos információgyűjtés, illetve a leplezett eszközök alkalmazásának módszereivel – írásbeli megkeresésre – szolgáltatást végez a titkos információgyűjtésre, illetve a leplezett eszközök alkalmazására feljogosított szervek titkos információgyűjtő, valamint leplezett eszközöket alkalmazó tevékenységéhez. A törvény által titkos információgyűjtésre, valamint leplezett eszközök alkalmazására feljogosított szervek igényei alapján biztosítja a tevékenységhez szükséges különleges technikai eszközöket és anyagokat. A technikai felderítés keretében hírközlő hálózaton folytatott kommunikáció tartalmának megismerését és rögzítését végzi. Bizonyos eseteket kivéve, a titkos információgyűjtés eszközeit és módszereit saját kezdeményezésre nem alkalmazhatja. [36]

A rádiófelderítés/rádióellenőrzés – mint titkos információgyűjtő és leplezett eszközöket alkalmazó tevékenység – megvalósításához a nemzetbiztonsági szolgálatok a nemzetbiztonsági jelleg leplezésével információt gyűjthetnek, az információ gyűjtését elősegítő információs rendszereket hozhatnak létre és alkalmazhatnak. Hírközlési rendszerekből és egyéb adattároló eszközökből információkat gyűjthetnek, továbbá elektronikus hírközlési szolgáltatás útján továbbított kommunikáció tartalmát megismerhetik, az észlelteket technikai eszközzel rögzíthetik. Számítástechnikai eszköz vagy rendszer útján továbbított vagy azon tárolt adatokat megismerhetik és azok tartalmát technikai eszközzel rögzíthetik, továbbá felhasználhatják. [37]

Fontos megjegyezni, hogy az Nbtv. alapján a polgári és a katonai titkosszolgálatok a fentiek szerint „alanyi” jogon élhetnek a titkos információgyűjtés lehetőségével.

Emellett az egyéb ágazati törvények alapján feljogosított további öt szervezet – a Rendőrség<sup>35</sup>, a Nemzeti Védelmi Szolgálat<sup>36</sup>, a Terrorelhárítási Központ<sup>37</sup>, a Nemzeti Adó- és Vámhivatal<sup>38</sup> valamint az Ügyészség<sup>39</sup> – tevékenységi körükhöz kapcsolódó nyomozati cselekmények körében – szintén élhetnek a titkos információgyűjtés és leplezett eszköz használatának alkalmazásával, azonban ezek az esetek a stratégiai jellegű rövidhullámú felderítés és adatszerzés vonatkozásában – jellegüknél fogva – nem képeznek súlyponti szerepet.

Az NBSZ szolgáltatásai a másik három nemzetbiztonsági szolgálat részére teljeskörűen hozzáférhetőek és elérhetőek. Tekintettel arra, hogy bár az NBSZ koncentrált titkos információgyűjtő és leplezett eszköz használati kapacitással bír, a feljogosított nemzetbiztonsági szolgálatok saját eszközeiket is – a törvényi keretek korlátai között – felhasználhatják feladataik végrehajtása során.

A korábban a 1990. évi X. törvény<sup>40</sup> által a „különleges titkosszolgálati eszköz és módszer” kifejezést a követő törvények előbb „titkos információgyűjtés”, majd a 1998. évi XIX. törvény<sup>41</sup> (Be.) 2002. évi, valamint az Alkotmány 2007. évi módosítása a „titkosszolgálati eszközök és módszerek” fogalmát konzerválta, ezért ezt követően a „titkos felderítés” fogalma a titkos információgyűjtés és titkos adatszerzés összefoglaló megnevezéseként értelmezhető. [21], [22] A Nemzetbiztonsági Szakszolgálat rádiófelderítést (SIGINT<sup>42</sup> és COMINT<sup>43</sup>), a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat pedig rádióelektronikai felderítést (ELINT<sup>44</sup>) hajt végre törvényi felhatalmazás alapján. [38]

A nemzetbiztonsági célú rádiófelderítés a célhoz kötöttség értelmében az Nbtv. alapján történhet külső engedélyhez nem kötötten vagy külső engedély alapján.

Az Nbtv. 54.§ (1) j) pontja alapján a nemzetbiztonsági szolgálatok külső engedély nélkül

---

<sup>35</sup> a Rendőrségről szóló 1994. évi XXIV. törvény alapján

<sup>36</sup> a Rendőrségről szóló 1994. évi XXIV. törvény alapján

<sup>37</sup> a Rendőrségről szóló 1994. évi XXIV. törvény alapján

<sup>38</sup> a Nemzeti Adó- és Vámhivatalról szóló 2010. évi CXXII. törvény alapján

<sup>39</sup> az ügyészségről szóló 2011. évi CLXIII. törvény alapján

<sup>40</sup> 1990. évi X. törvény a különleges titkosszolgálati eszközök és módszerek engedélyezésének átmeneti szabályozásáról

<sup>41</sup> 2017. évi XC. törvény a büntetőeljárásról

<sup>42</sup> SIGINT: Signal Intelligence – Rádióelektronikai felderítés

<sup>43</sup> COMINT: Communications Intelligence – Kommunikációs felderítés, tartalomszerzés

<sup>44</sup> ELINT: Electronic Intelligence – Elektronikai (nem-kommunikációs) felderítés

*„elektronikus hírközlési eszközön vagy információs rendszeren folytatott kommunikáció tényének a megállapításához, az elektronikus hírközlési eszköz vagy információs rendszer azonosításához, illetve hollétének megállapításához szükséges adatokat megszerzethetik”.*

Ennek keretében az RH sávtartományú SIGINT, COMINT tevékenység iránymérési, helymeghatározási feladatai szabadabb feltételek mellett hajthatók végre.

Ezzel szemben az Nbtv. 56.§ d) pontja szerint a feljogosított szervek külső engedély birtokában *„elektronikus hírközlési szolgáltatás keretében elektronikus hírközlő hálózat vagy eszköz útján, illetve információs rendszeren folytatott kommunikáció tartalmát titokban megismerhetik és rögzíthetik”.*

Ez utóbbi szabályrend biztosít lehetőséget a konkrét személyhez köthető kommunikációs tartalom rádiócsatornából történő megszerzésére és rögzítésére.

Előbbiek szerint, nemzetbiztonsági szempontból felvetődik az információk korlátok nélküli kereshetőségének lehetősége, azaz a célhoz kötöttség nélküli információgyűjtés kérdése is. Ezalatt az olyan, nem konkrét célszemélyekre, szervezetekre irányuló információgyűjtés értendő, amely egy valamilyen kritériumrendszer szerint (ez lehet többféle szempontú) begyűjtött nagy volumenű adathalmazt eredményez, amelyből feldolgozással, szűréssel, célzott, paraméterezett lekérdezéssel állítható elő a kívánt konkrét tartalom. [39], [40]

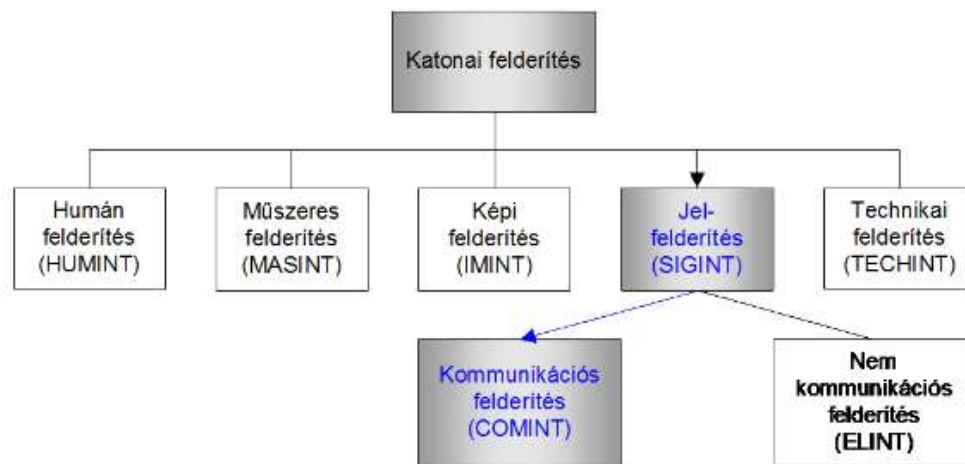
Erre vonatkozóan a hatályos jogi keretek titkos információgyűjtés keretében nem adnak lehetőséget, azonban nyílt forrásból történő információgyűjtés keretében (OSINT<sup>45</sup>) – titkos felderítés eszközeként – kötetlenebb szabályok mellett gyűjthetőek háttér adatok is. Ennek jelenleg némiképpen ellentmond, hogy az NBtv. 54.§ (1) j) pontja alapján folytatható rádiófelderítés, amely nem teszi lehetővé az adatgyűjtést. [22]

---

<sup>45</sup> OSINT: Open Source Intelligence – Nyílt forrású felderítés

### 1.3 A nemzetbiztonsági célú stratégiai adatszerzés fogalma az elektronikai hadviselésben

A stratégiai nemzetbiztonsági célú adatszerzés helyét, szerepét technikai szinten vizsgálhatjuk NATO alapú elektronikai hadviselési fogalmi rendszerben is. Tekintve, hogy jelen esetben a felderített és rögzített információk kizárólag beszéd, adat és közleményekben továbbított képi tartalmat jelentenek a katonai terminológia szerint SIGINT és ezen belül is COMINT tevékenységet végeznek. A tevékenység rendszerszintű helyét a 1.2 ábra szemlélteti.



1.2 ábra. Stratégiai adatszerzés helye a katonai terminológiai rendszerben  
Forrás: Szerkesztette a szerző [41] alapján

Annak ellenére, hogy polgári titkosszolgálati rendszert vizsgálunk, esetében is megállapítható, hogy az információs hadszíntéren az információs fölény megszerzése a cél és ennek érdekében szükséges a nagytömegben megszerzett és feldolgozott információk kezelése. Ehhez szükséges a technológiai és módszertani tekintetben is korszerű, a kor rádióhálózataival szemben versenyképes adatszerző rendszer működtetése. [42]

Az elektronikai hadviselés és rádióelektronikai felderítés viszonyrendszerét az MH Összhaderőnemi Elektronikai Hadviselés Doktrínája a következőképpen definiálja:

„A rádióelektronikai felderítés a kommunikációs felderítés és a nem-kommunikációs felderítés összefoglaló megnevezése. A kommunikációs felderítés a rádióelektronikai felderítés azon része, amely az elektromágneses spektrumban működő kommunikációs rendszerek felfedésével és elemzésével a technikai, települési és a lehallgatott információkból állít elő felderítési adatokat. A nem-kommunikációs felderítés a rádióelektronikai felderítés azon része, amely az



elektromágneses spektrumban működő nem-kommunikációs kisugárzó eszközök felfedésével és elemzésével, valamint azok technikai és települési információiból állít elő felderítési adatokat.” [43]

Polgári nemzetbiztonsági adatszerzési szempontból vizsgálva a jelforrások felfedése, azonosítása általános SIGINT tevékenységként értelmezhető. A közlemény tartalmak lehallgatása és tartalmi elemzése a COMINT tevékenység klasszikus tartalmával azonosítható.

## 1.4 A rövidhullámú sáv tartomány specifikus jellemzői

Az adatszerzés megvalósítása a rövidhullámú sáv tartományban a terjedési jellemzők sokrétűsége miatt más hullámtartományokhoz képest jelentős kihívásokat hordoz magában.

Emellett a változó biztonságpolitikai környezet folyamatosan új technikai, technológiai követelményeket támaszt az információs technológia RH sávú tartományában is. Ugyanúgy, mint más sáv tartományokban is, az ellenőrzésre kerülő jelforrások felderítését, azok detektálását szenzorok<sup>46</sup> végzik. A mai rendszerekben a vett jelfolyam digitalizálása magukban a szenzorokban megtörténik. [44]

A sávban alapvetően felületi hullámterjedés és az ionoszférikus térhullámok alkalmazása lehetséges, bár arányaiban ez utóbbi terjedési mód alkalmazása dominál.

A terjedési anomáliák elsősorban a harcászati és rádióamatőr vételi képességek esetén jelentenek nehézséget, azonban ezen kihívások stratégiai felderítő rendszerek tervezése és alkalmazása során is megfontolásokat, célzott technikai és módszertani megoldásokat igényelnek [46], [47], [48].

A frekvenciatartomány szerteágazó (időszak, hely, frekvencia és napfolt tevékenységi ciklus függő) anomália elemeinek összegzését az 1.1 táblázat tartalmazza.

<b>Ionoszféra csatorna hullámterjedési jellemzője</b>	<b>Kiváltó ionoszféra fizikai változás típusa</b>	<b>Jelminőségre gyakorolt hatás</b>
---	---	---

---

<sup>46</sup> Szenzorok részletes fogalmi értelmezését a dolgozatban, lásd az 1.5 fejezetben

Reflexió	Térfüggő egyenetlenség	Jel késleltetés (ms)
Refrakció (refraktív index függő)	Térfüggő inhomogenitás	Szóródás az eltérő terjedési csoportsebesség alapján
Abszorpció	Ionoszféra alacsonyabb régiójának (D és E rétegek) ionizációs mértékének hirtelen változása	Mélyfédning megjelenése (több tíz dB)
Többszörös reflexió	Változó rétegszám (F1, F2)	Idő és helyfüggő többutas féding
Diffrakció, szóródás	Térfüggő inhomogenitás	Rövid és hosszú idejű féding
Doppler jelenség	Ionoszféra rétegek mozgása, az elektronsűrűség eloszlás profilok időbeli változásai	Frekvencia eltolódás, fázistorzítás

**1.1 táblázat. Terjedési anomáliák a rövidhullámú sáv tartományban**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, [45] alapján**

A terjedési anomáliák elsősorban a harcászati és rádióamatőr vételi képességek esetén jelentenek nehézséget, azonban ezen kihívások stratégiai felderítő rendszerek tervezése és alkalmazása során is megfontolásokat, célzott technikai és módszertani megoldásokat igényelnek [46], [47], [48].

Az RH sávra jellemző térhullámú terjedésmódot a szakirodalom általánosan a sugárzott jel rétegekről történő „visszaverődésével” modellezi. Megjegyzendő azonban, hogy a rétegszemléletben tulajdonképpen nem is „rétegek” vesznek részt, hanem a változó sűrűségű közeg határfelületén változó ionkoncentráció hatására az elektromágneses hullámterjedés irányát folyamatában változtatja, illetve bizonyos frekvenciaértékig (MUF)<sup>47</sup> vissza is fordul a Föld irányába, miközben az inhomogén közeg jellemzői számos más paramétertől is függenek. A sáv tartományban megvalósított minőségi rádió vétel számos specifikus technológiai szelektet kell kiszolgáljon, mint például:

- TEP<sup>48</sup> Transequatorial Propagation;
- MITRE Arctic Propagation Strategy [49];
- szofisztikált ionoszféra csatorna és modem modellek;
- WBHF<sup>49</sup> szélessávú IP over HF<sup>50</sup> (STANAG 5066) [50], Image over HF<sup>51</sup> és Video over HF<sup>52</sup> technológiák;
- 4G modem típusok széleskörű elterjedése (3. számú melléklet) [51], [52];
- alkalmazandó gyártó és egyedi moduláció specifikus dekóderek széles spektruma (4. számú melléklet);
- DRC<sup>53</sup> eljárások alkalmazása (pl. RapidM DRC [53], Trinder [54]);
- gyártófüggő beépített titkosítási eljárások elterjedése (Pl. Codan) [55], [56];
- 2G-3G-4G ALE és 4G ARQ<sup>54</sup> technológiák [57];
- Burst típusú adásmódok széleskörű elterjedtsége [58];
- DRM technológia [59], [60], [61];
- a jövőben új felhasználási technológiák megjelenése a sávban (Mesh Networking, IoT) [62], [63];
- I-Q alapú jelfeldolgozás alkalmazásának kizárólagossága.

A rövidhullámú tartományban bevezetésre került digitális modulációs módok minőségi változást hoztak az átviteli csatornában megvalósítható csatornakapacitások értékében. (1.3 ábra)

---

<sup>47</sup> MUF: Maximum Usable Frequency – Legmagasabb használható frekvenciaérték

<sup>48</sup> TEP: Transequatorial Propagation – Egyenlítőn keresztüli terjedés. Az Egyenlítő térségében

<sup>49</sup> WBHF: Wide Band High Frequency – Szélessávú rövidhullámú technológia

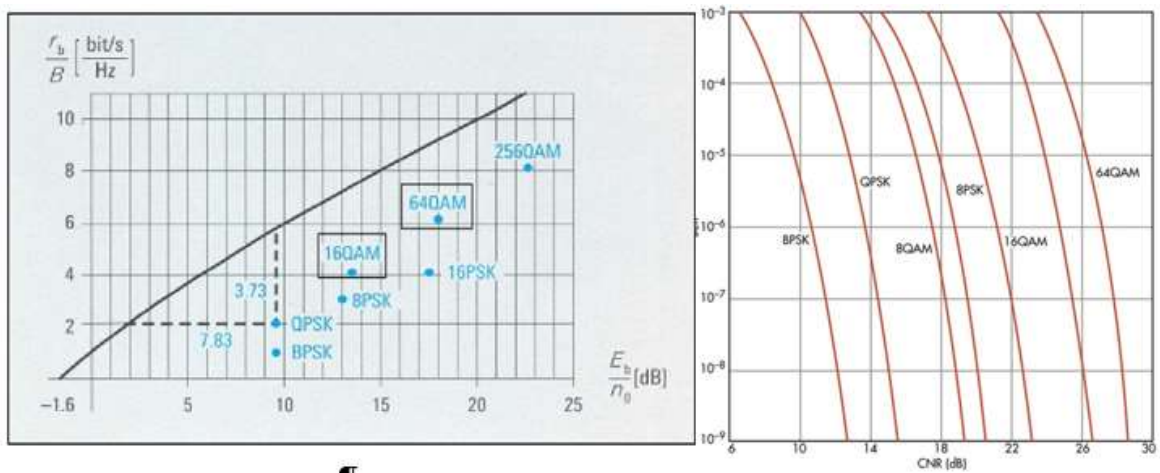
<sup>50</sup> IP over HF: Internet Protocol over High Frequency – IP alapú átvitel az RH sávban

<sup>51</sup> Image over HF: Image over High Frequency – Kép alapú átvitel az RH sávban

<sup>52</sup> Video over HF: Video over High Frequency – Mozdó kép alapú átvitel az RH sávban

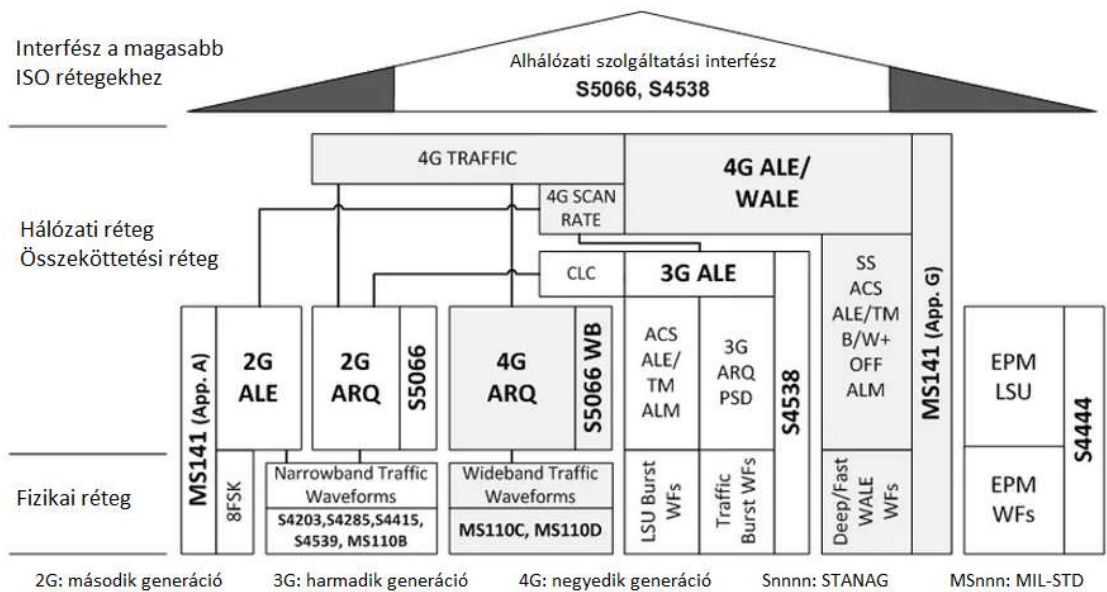
<sup>53</sup> DRC: Data Range Change – Változó sebességű átvitel

<sup>54</sup> ARQ: Automatic Repeat Request – Automatikus Ismétlés Kérés



**1.3 ábra Digitális modulációs módok**  
 Forrás: [64], [65] (Letöltve: 2020.04.11.)

Ezzel egyidejűleg az elmúlt néhány évtizedben a digitális modemes összeköttetések területén generációkon átívelő technológiai felfutás tapasztalható, amely eszközrendszer szintű háttérrel biztosít a szélessávú – akár IP szintű – összeköttetések megvalósításához is. (1.4 ábra)



**1.4 ábra Digitális modemösszeköttetések generációs fejlődése**  
 Forrás: [66] (Letöltve: 2020.04.11.)

A modern rövidhullámú összeköttetések az RH modemek építőelemként történő felhasználásával olyan magas szintű, interoperábilis adatátviteli rendszerek kialakítására képesek, amelyek egységen belül biztosítják az ALE vezérlés, biztonsági architektúra és alkalmazási protokollok integrálhatóságát. Alkalmazási szinten az egyszerű műsorszórástól az ARQ-alapú hibamentes adatátviteli csatornák kialakítására is alkalmasak. Felhasználási szinten

alapvetően két szabványosítási főirány alakult ki a katonai (STANAG<sup>55</sup> 5066) és kormányzati (STANAG 4538) hibamentes összeköttetések kialakításához. Mindkét szabvány biztosítja az adathibamentes, csatorna adaptív, változó átviteli sebességű adat, fájl, email és IP alapú átvitelt. [67].

Mint azt a fejezet korábbi részében kifejtettem, a rövidhullámú kommunikáció a múlt évszázad második felében kezdett veszíteni jelentőségéből, amely tendencia azonban a XXI. század elejére megfordult.

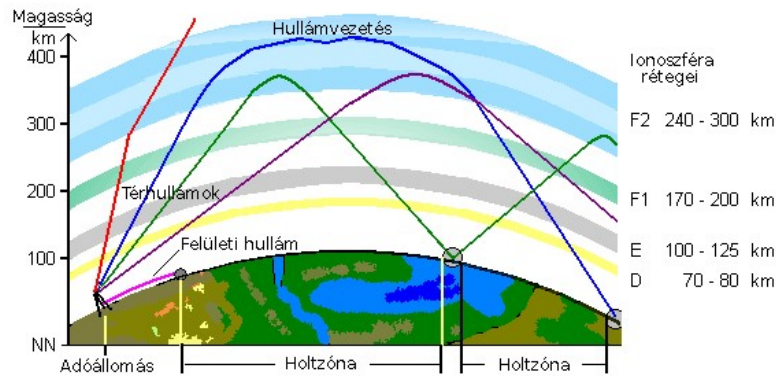
Egy nukleáris háború esetén a légkörben kialakuló megemelkedett ionkoncentráció miatt a magasabb frekvencia tartományok (VHF/UHF és mikrohullámú tartományok ) már nem képesek rádióösszeköttetések biztosítására, nagyfokú távolterjedés lép fel, amely rádiózavarokat okoz, azonban a kutatási adatok szerint az RH bizonyíthatóan stabil marad, ezért stratégiai szempontból a frekvenciatartomány megőrizte jelentőségét. [68]

Az RH sávban alkalmazott jelentős számú modemes kódolási protokollok összefoglaló táblázatát a 3. számú melléklet tartalmazza. Hasonlóképpen, a rövidhullámú sáv tartományra legjellemzőbb alkalmazott modulációs módok összesítését a 4. számú melléklet ismerteti. A rövidhullámú frekvenciatartományban az átlag felhasználók is szembesülhetnek a sávban tapasztalható bonyolultabb hullámterjedési kihívásokkal. A korábbi évtizedekben még a távolkeleti és dél-amerikai irányultságú, magyar nyelvű, nyílt műsorszórási jellegű sugárzások is előzetesen megtervezett frekvenciákat igényeltek. A külön éjszakai és nappali frekvenciákon tervezett adásokat is a műsorszóró sávban a terjedési viszonyok egyedisége, a terjedést befolyásoló tényezők sokasága (rövid- és hosszú idejű féding jelenségek<sup>56</sup> miatt, napszak-, időszak-, frekvencia- és földrajzi helyfüggő egyedi terjedési viszonyok jellemzik. A napfolttevékenység, a folyamatosan változó ionoszférikus rétegviszonyok és a nagytávolságú összeköttetések szempontjából meghatározó ionoszférikus refrakció feltételek az ionoszféra különböző rétegei esetén alapvetően befolyásolják a rádiócsatorna tulajdonságait. (1.5 ábra)

---

55 STANAG: Standardization Agreement for Procedures and Systems and Equipment Components – Egységesítési egyezmény az eljárások, rendszerek és felszerelés elemekről. A NATO működési hatékonyságának növelését célzó ajánlás rendszer a közös katonai műveletek, adminisztrációs feladatok és logisztika területén.

<sup>56</sup> Féding: fading – a jel több úton való terjedése és eltérő időben való beérkezése által okozott vételi szint hullámlás. A rádióhullámterjedési viszonyokban bekövetkező időfüggő változási jelenség. Időbeni lefolyást tekintve lehetnek kismértékű, gyors lefolyásúak (small scale fading), illetve nagy mértékűek (large scale fading)



**1.5 ábra Ionoszféra réteg szerkezete**  
**Forrás: [69] (Letöltve: 2022.10.07.)**

Ahogy az adóoldalon, a rövidhullámú tartományban a vételi oldalon is hasonló megfontolások szükségesek. Adatszerzési szempontból a lehallgató oldalról vizsgálva, vételi szempontból ugyanazokat a frekvencia tervezési eljárásokat és megfontolásokat, például a frekvenciaugratásos csatorna felépítési módokat is szükséges követni, alkalmazni a rádió vétel minőség javításának céljából.

A többváltozós vételi feltételek paramétereinek javítására az egyik alkalmazható módszer az egyidejűleg több vevő eszköz alkalmazásának lehetősége, amelyet a szakirodalom diverziti vételként tárgyal. Kutatásom ennek a vételi lehetőségnek vizsgálatára összpontosul.

## 1.5 Iránymérési és helymeghatározási terminológia használata

A kutatási, módszertani kifejtéseket megelőzően szükségesnek tartom a jelforrások földrajzi beazonosítása, sugárzási pozíciójának megállapítása kapcsán az alkalmazott terminológiák értelmezését részletesebben definiálni.

A rádióforrások *sugárzási azimut szögének* egy vizsgálati földrajzi pontból, irányszög alapján történő meghatározását célzó tevékenységre az *iránymérés*, *rádióirányszög meghatározás* kifejezések alkalmazottak. A megszokott terminológia szerint ez a tevékenység *iránymérő vevő* berendezésekkel végezhető. Természetesen – műszaki végeredményként szolgáltatott irányszög információt – ilyen értelemben azok is – iránymérő képességgel kiegészített – *rádió vevőknek* tekintendők. Földrajzi szempontból elkülönített, több iránymérő vevőből álló eszközrendszerrel, egynél több helyszínrű, egyidejű irányszögméréssel a jelforrás földrajzi pozíciójának megállapítása *helymeghatározással* történik. Ebben az esetben a rádióvevők elrendezésének összességét az *iránymérési alap* kifejezés takarja.

Ugyanakkor, hagyományosan az iránymérés és helymeghatározás – digitális világ nélküli – múltjából, amikor az egyes iránymérők irányszögeit még kézi módszerrel, térképen mozgatott kifeszített zsinórok használatával összesítették, az eredeti görög szakszó *gónia* ('zug, szöglet, szög') és *metron* ('mérték') elemekből a *goniométer*, mint „síkok hajlásszögének mérésére való műszer” kifejezés is széleskörűen elterjedt használatba került. Ennek megfelelően a több pontból egyidejű iránymérést végző mérési alapot *goniobázis*, *gonioalap* kifejezések is tükrözik. [70]

Tekintettel, hogy kutatásomban – helymeghatározás szempontjából – kifejezetten a legalább három iránymérési ponttal rendelkező elrendezések adottságait vizsgálom, a fenti fogalmi megfelelésekhez illeszkedve, alapvetően az utóbbi terminológia rendszert alkalmazom.

Hasonló terminológiai kérdést vet fel a rádióvevő kifejezés használata. A stratégia adatszerző rendszerekben a jelforrások felderítése, rádióforgalmazásuk tartalmi rögzítése és feldolgozása több földrajzi helyen kialakított vételi pontok alkalmazásával történik. A vételi pontok adatszerző és iránymérő-helymeghatározó funkciót is betöltnek, ahol az SDR technológiának és nagyfelbontású elektronikus iránymérő képességeknek köszönhetően a két funkció – front-end vételi felületen – akár fizikailag is egy eszközt jelenthetnek. A két elkülönülő funkcióra a dolgozatomban ezért a *szenzor* általánosított megnevezést alkalmazom, nem értve rajta az eredetileg és más kontextusban *elemi érzékelő*ként, a környezet valamilyen tulajdonságát vagy változását érzékelő, és erről információt továbbító eszközt. [71]

Ennek megfelelően a 2. fejezetben a „szenzor” kifejezés az iránymérő és helymeghatározási képesség szempontjából jelent általánosított vételi pontot, míg a 4. fejezetben azt kizárólag adatszerzési funkció szemszögéből alkalmazom.

## **1.6 Térinformatikai követelmények stratégiai többszenzoros adatfúziós rádiófelderítő rendszerekben**

A többforrású rádiófelderítő rendszerek specifikus szerepet töltenek be az elektronikai hadviselés (EW)<sup>57</sup> rendszerében. A XXI. század információtechnológiai fejlődése gyökeresen új típusú technológiai környezetével - megnövekedett szerephez juttatta a térinformatikát az elektronikai hadviselésben is. A mai magyarországi nemzetbiztonsági célú adatgyűjtéshez kapcsolódóan szükséges megvizsgálni, hogy a térinformatikai alapfogalmi rendszer elemei

---

<sup>57</sup> EW-Electronic Warfare

hogyan illeszkednek, milyen értelmezést nyernek a rádiófelderítés keretei között. Erre ráépítve, meghatározhatók azok az összefüggések, melyek információt adnak az elektronikai hadviselés lehetséges informatikai felhasználásainak és azok rádiófelderítő rendszerekben való alkalmazhatóságának viszonyáról, lehetőségeiről. A rádiófelderítés tartalmi információgyűjtő feladata mellett jelentős szerepet kapnak a rádiólokációhoz, (írányméréshez, helymeghatározáshoz) kapcsolódó térbeli helyzetinformációk megszerzése, kezelése és megjelenítése. Ezen információk térinformatikai rendszerek, eljárások, módszerek nélkül nem, vagy csak nagyon korlátozott hatékonysággal dolgozhatók fel.

Szükségesnek tartom ezért áttekinteni azokat az általános érvényű elveket és összefüggéseket, amelyek a stratégiai adatszerző rendszerek vonatkozásában rádiófelderítés szempontjából meghatározóak a térinformatikai és többforrású adatszerzés fogalmi rendszerében. További célkitűzés az analógia megkeresése az elektronikai hadviselés és a rádiófelderítés térinformatikai tervezése, valamint irányítási aspektusai között. Az előbbi vonatkozásában számos forrás áll rendelkezésre szakirodalomként (pl. Dr. Haig Zsolt és Dr. Ványa László kutatási munkássága eredményeként). Céлом továbbá, megkeresni az azonosságokat, illetve különbségeket a különböző típusú rádiófelderítő rendszerek térinformatikai felhasználási rendszerében.

### **1.6.1 Rádiófelderítő rendszerek információs környezete**

A rádiófelderítő rendszereknek általánosan alapvető feladata a rádiófrekvenciás spektrumból történő információgyűjtés.

Távolabbról vizsgálva helyüket, szerepüket az elektronikai hadviselés kontextusában, azt az elektromágneses környezetben, a fegyveres küzdelem elektronikai színterén találjuk meg.

Közelebbről vizsgálva, a rádiófrekvenciás spektrumban folytatott rádióelektronikai felderítés vagy SIGINT<sup>58</sup> az ellenség által kisugárzott elektromágneses jelek érzékelését és feldolgozását foglalja magában. Ezek a források az ellenség elektronikai berendezései által nem kommunikációs céllal kisugárzottak, melyek elemzéséből a rádiótechnikai felderítés vagy

---

<sup>58</sup> SIGINT- Signal Intelligence



ELINT<sup>59</sup> szolgáltat információt, illetve lehetnek az ellenség által működtetett kommunikációs rendszereiből származó közlemények, üzenetek, adattovábbítások. A nemzetbiztonsági célú stratégiai adatszerzés szempontjából ez utóbbi jelek felfedése, beazonosítása, lehallgatása képezi a kommunikációs felderítés (COMINT)<sup>60</sup> vagy más néven rádiófelderítés tartalmát.

### **1.6.2 A térinformatika fogalmi rendszere és felhasználásai COMINT rendszerekben**

A térinformatika definíciójára számos lehetőség kínálkozik. Az egyik legalapvetőbb megközelítésben *"a térinformatika a Föld felszínén és annak közelében elhelyezkedő objektumok és a földrajzi jelenségek, valamint folyamatok hely- és állapot rögzítésére, váltoásaik és hatásaik időben és térben való nyomon követésére, továbbá a különböző formában és tartalommal rendelkezésre álló attribútum és kiegészítő adatok befogadására, tárolására, kezelésére, elemzésére, megjelenítésére alkalmas eljárás és eszköz."* [17]

Ugyanakkor, a térinformatika az a tudomány is egyben, amely a megoldandó feladatban együttesen tudja kezelni a térinformatikai rendszer alapegységeinek tekintett entitások geometriai jellemzőit és az azokat jellemző leíró adatbázisokat, valamint különböző elemzésekre képes, továbbá a kapott eredményeket a felhasználók számára grafikus formában is meg tudja jeleníteni. Ebben a kontextusban entitás fogalmán a térinformatikai modellalkotás legkisebb egységét szokás érteni. [18]

A térinformatikában az említett geometriai jellemzőket, térbeli vonatkozású geodéziai rendszerekben helyezzük el. A geodéziai vonatkoztatási rendszereknek számos fajtája létezik, ezért a megfelelő, adott feladathoz illeszkedő geodéziai rendszer kiválasztásához geodéziai ismeretekre van szükség.

Az áttekinthető adatok, adathalmazok jellege széles spektrumot ölelhet fel, alapvetően több ágazatból származhatnak, mint a gazdasági vagy a társadalmi szféra. Ezen kívül természetesen számos tudomány területe is adatforrása lehet a térinformatikai rendszereknek. A sokszínű adattípus áttekinthetőségének megteremtéséhez, az adatbázisokban található adatok rendszerezési, feldolgozási módjának kidolgozásához tematizálási ismeretek szükségesek, ezért a térinformatika tudományági összetevőjeként a tematika is nélkülözhetetlen.

---

<sup>59</sup> ELINT- Electronic Intelligence

<sup>60</sup> COMINT- Communications Intelligence

A tematizált adathalmaz geodéziai keretekben történő megjelenítéséhez informatikai eszközre van szükség. A megfelelő eszköz meghatározását, az eszköz hatékony alkalmazását informatikai tudásháttér képes csak biztosítani.

Ennek megfelelően a térinformatika háttértudományait a geodézia, az adatok tematizálási képessége és az informatika alkotják. A térinformatikai rendszerek különböznek az egyéb grafikus feldolgozó rendszerektől. A térinformatikai adathalmaz minden eleme általában valamilyen földrajzi helyre vonatkozik, ezáltal az adathalmaz belső tulajdonságai a feldolgozás eredményeként a földfelszínre vetített térbeli összefüggéseket tesz láthatóvá. Sajátossága továbbá, hogy különböző tartalmi jellemzővel rendelkező réteg adatbázisokat képes integrálni és az adott földrajzi pontra vonatkoztatva új, eredeztetett összefüggéseket szemléltetni. A térinformatika a helyhez kötött jelenségekkel és a köztük levő, elsősorban térbeli kapcsolatokkal foglalkozik, melynek alapja, hogy a világban jelenlévő adatok döntő többsége helyhez vagy térképhez köthető. [19]

Létezik egy ma széleskörűen elterjedt másik terminológia is, a GIS<sup>61</sup> kifejezés, amely a kezdetekben az angolszász irodalomban jelent meg és a térinformatikával került azonosításra. Az információs rendszerek fejlődésével a két terminológia világosan elkülönült egymástól, így a GIS ma létező számos értelmezésében a térinformatikánál jelentősen szűkebb fogalomként a térinformatika valós, termék jellegű alkalmazásban megjelenő megvalósulását nevezzük. [17] A GIS a földrajzi vonatkozású, különböző forrásokból származó adatokat a felhasználó számára értelmezhető formában jeleníti meg. Az alkalmazás fajtájától függően az egyszerű tér, idő, mennyiségi jellemzőktől kezdve estenként a bonyolult számítási igényű, összetett, eredeztetett eredmények vizuális megjelenítését és interaktív kezelését teszik lehetővé térképi alapon.

A térkép fogalmának meghatározására számos lehetőség létezik. A „reprezentációs” definíciója szerint a Földön, más égitesten (felszínén vagy a felszínére vonatkoztatottan) vagy a világűrben található természeti, társadalmi típusú tárgyak, jelenségek vagy folyamatok méretarányosan kisebbitett, meghatározott matematikai szabályok vagy mértani törvények szerint a képfelületre vetített, generalizált (általánosított), magyarázó (sajátos grafikai jelrendszerrel bemutatott) ábrázolása a síkban. [20]

---

<sup>61</sup> GIS:Geographic Information System-Földrajzi Információs Rendszer

Hake és Klinghammer 1991-ben megjelent „strukturális” definíciója alapján a térkép a térvonatkozású információ mértékhez kötött strukturális modellje. [21]

A térinformatikai rendszerekben az úgynevezett vizualizáció<sup>62</sup> eredményeként a térbeli adatok és információk rétegekbe szerveződnek, amelyek elemzésével, feldolgozásával földfelszíni eloszlások, háromdimenziós ábrázolások, táblázatok és folyamatok időbeni változása jeleníthetők meg térkép alapon. A vizualizáció lényege a képi megjelenítés. Mint absztrakció ősidők óta jelen van az emberiség történetében, kezdve az ősember barlangrajzaitól a kezdeti kalligrafikus (japán, kínai, koreai) írásformákig, melyek jelei fogalmakhoz, összefüggésekhez társítanak képi információt. Később a képi információ leválása a kommunikáció fejlődéséhez vezetett, mivel a képi információ ugyan segíti a megértést, azonban csökkenti a kifejezés lehetőségét. Egyik különös sajátossága az univerzalitása (egy adott fogalmat képviselő képi elemhez több nyelvi forma tartozhat, illetve fordítva, különböző képi megjelenítések is bírhatnak ugyanazzal a fogalmi tartalommal. Ugyanakkor a képi információ megjelenési formájában általában is, de tudatos alakítást követően jellemzően nyelvfüggetlen.

Kognitív megközelítésben a vizualizáció egy mentális folyamat, amely az információ kognitív feldolgozásával (adatok analizálása, feldolgozó eljárások alkalmazása) a technológiai eszközrendszer külső megjelenítő képességének felhasználásával (formalizmus) szemlélteti az információhalmaz szerkezetét és összefüggéseit. Az adat vizualizáció vagy vizualizálás általános értelemben véve mindazon technológiák, eljárások leírását jelenti, melyek célja szervezetek vezetőinek, végfelhasználóinak „látható” adatokkal történő ellátása, megjelenítése a vezetői vagy egyéb információs rendszerekben, a döntések előkészítése és meghozatalának támogatásához. Infografikai értelemben az élet legkülönbözőbb területeiről származó, hatalmas mennyiségű, emberi ésszel nem értelmezhető, különböző típusú adatok, olyan – a vizuális ábrázolást, mint módszert felhasználó – megvalósított feldolgozását értjük, amelynek eredményeként már értelmezhető, áttekinthető összefüggések, következtetések, eredmények azonosíthatók be. A vizualizáció az adatok szemléltetett formában történő bemutatása. Az információs társadalom meghatározó sajátossága, hogy az információ kezelését, elemzését informatikai rendszerek és eszközök használatával végezzük. Az információ megtekintése, szemléltetése, értelmezése döntően kétdimenziós síkban, monitorok képernyőjén valósul meg.

---

<sup>62</sup> lat. *visus* ”látás”- képi megjelenítés, szemléltetés

A vizuális megjelenítési igények az adat tulajdonságától és az információ sajátosságától függően különböző szemlélési/szemléltetési közegben, úgynevezett adatterekben kategorizálhatóak.

Rádióadások vonatkozásában az alábbi adattér fajtákat különböztethetünk meg:

1. Geoinformációs/térinformatikai adattér  
(pl. adatszerző szenzorok, valamint felderített jelforrások iránymérési és helymeghatározási eredményeinek térképen történő tér- és időtartománybeli megjelenítése)
2. Kapcsolati adattér  
(pl. több állomásból álló, multiplex forgalmazást végző rádióhálózatok kommunikációs relációit szemléltető kapcsolati ábrája)
3. Szöveg adattér  
(pl. szöveges információ, szövegtartalom megjelenítése olvasható formában)
4. Hang adattér  
(pl. hangtartományú információ hallhatóvá tétele, hangállományok editálhatósága, paraméterek alapján történő feldolgozása (szűrése), editálása, időbeni lefolyásának képi megjelenítése)
5. Képi adattér  
(pl. képinformációk, képállományok megjelenítése, paraméterek alapján történő feldolgozása (szűrése), editálása, időbeni lefolyásának megjelenítése)

Természetesen a vizualizációs követelmények adott esetben az egyes adattér típusokhoz tartozó képi megjelenítési formák kombinációját is tartalmazhatják (pl. esőábrában kurzorral kijelölhető adáshoz tartozó technikai paraméterek vagy tartalom azonos ablakban történő megjelenítése). A kombinált és beágyazott információ megjelenítésnek a kezelői képernyő mérete, felbontása, valamint az emberi látás felbontási korlátja szab tartalmi határt.

Amennyiben a térinformatika fogalmi rendszerét katonai műveletek szempontjából vizsgáljuk, meghatározó körülmény, hogy a polgári felhasználásokhoz hasonlóan a katonai feladatok végrehajtásának is nélkülözhetetlen elemévé vált. Ennek oka, hogy az elmúlt időszakban végbement tudományos-technikai fejlődés technológiai eredményei a hadszíntéren folyó

műveletek tervezése és végrehajtása során alkalmazott széleskörű és nagy mennyiségű adatbázisokra alapozott információ feldolgozását tette lehetővé.

A térinformatika katonai jellegű felhasználásai közül – az elektronikai hadviselésre fókuszáltan- mindenképpen szükséges megemlíteni az alábbiakat:

- műveletek tervezése, vezetése
- vezetés-irányítási rendszerek (C2)<sup>63</sup> támogatása
- megjelenítés, modellezés, szimuláció
- digitális térkép állományok kezelése
- EW tervezése
- EW objektumok, eszközök, létesítmények menedzsmentje
- ellenséges EW erők felderítése, lefigyelése
- terepelemzések készítése
- EW haderők megóvása
- biztonsági feltételek kialakításának támogatása
- gyakorlatok tervezése, lebonyolítása
- kiképzések tervezése, lebonyolítása [22]

A XXI. századi elektronikai hadviselés nélkülözhetetlen elemévé tette a térinformatika által elérhető információs szolgáltatásokat. A vezetési pontok a digitális térkép és domborzati modellből álló grafikus adatbázisok és az elektronikai helyzetértékeléshez szükséges aktuális hadműveleti helyzetet leíró alfanumerikus adatbázisok adatai alapján képesek a hadműveleti helyzet felmérésére és a szükséges lépések meghatározására. Mindkét adatbázis tartalmaz állandó (időben nem változó vagy az elektronikai helyzetértékeléshez szükséges) adatokat, illetve az aktuális összefegyvernemi helyzetre vonatkozó hadműveleti adatokat. Az elektronikai helyzetértékelés a térinformatika alkalmazásával lehetővé tette a térképi vonatkozású hadműveleti elemek időben és térben történő folyamatos megjelenítését és nyomon követését. A grafikus adatbázisok állandó elemeként folyamatos hozzáférést biztosítanak azokhoz a kiegészítő információkat hordozó diagramokhoz és grafikonokhoz, melyek megalapozzák az elektronikai helyzetértékelés pontosságát. Ugyanakkor, a grafikus adatbázisok aktuális elemei

---

<sup>63</sup> C2- Command Control

az elektronikai hadműveleti helyzet változásának megfelelően folyamatosan változnak. Ezek az aktuális elemek lehetnek pl.:

- a hadműveleti feladat
- az ellenség elektronikai hadviselési eszközrendszerének települési helyei
- saját erők elektronikai hadviselési erőinek elhelyezkedése
- ellenséges és saját vezetési pontok elhelyezkedése
- ellenséges és saját erők elektronikai hatósugara, lefedettsége
- az elektronikai hadviselés helyzetértékelésének grafikusán megjeleníthető, aktuális adatai, számított vagy származtatott eredményei.

Az alfanumerikus adatbázisok állandó elemként tartalmazzák az elektronikai helyzetértékeléshez szükséges minden olyan elektronikai eszköz adatát, melyet figyelembe szükséges venni.

Az aktuális elemek alapesetben az elektronikai eszközök állandó adataiból kerülnek feltöltésre, azzal, hogy egyidejűleg a hadműveleti helyzet függvényében a grafikus adatbázisban tárolt objektumokhoz kerülnek hozzárendelésre ez utóbbi alfanumerikus adatai.

A térinformatikai alapon tárolt fenti adatok – kiegészítve matematikai számításokkal, alkalmazott algoritmusokkal - teszik lehetővé az elektronikai hadviselés feladatainak térinformatikai alapú sikeres végrehajtását. [23]

A fentiekben taglalt adatbázis felépítéseket és megállapításokat az EW rendszerek, mint teljes komplexumok általános áttekintése szempontjából vizsgálva kijelenthető, hogy az előző megállapítások általános formában helytállóak. Az elektronikai hadviselésen belül a felderítési szegmenst a SIGINT-re, azon belül a rádiófelderítésre szűkítve, már árnyaltabb képet kapunk. Az egyes EW térinformatikai felhasználások összevetését a katonai-polgári, illetve taktikai-stratégiai rendszerek bontásában - külön megvizsgálva a rövidhullámú rendszereket - az 1. számú táblázat foglalja össze.

Általánosságban kijelenthető, hogy alapvetően két jellemző mentén jelennek meg különbségek.

Attól függően, hogy katonai vagy polgári jellegű<sup>64</sup> rádiófelderítési tevékenység tekintünk, jelentős különbség mutatkozik a vizsgált EW térinformatikai felhasználások alkalmazhatóságában. Míg a katonai rádiófelderítő rendszerek „aktív” hadviselési szerepkörük miatt a térinformatikai felhasználások jellemzően igen széles spektrumát képesek hasznosítani,

---

<sup>64</sup> polgári rádiófelderítés törvényi szabályozás alapján csak nemzetbiztonsági jelleggel értelmezhető

addig a polgári rendszerek békeidőhöz rendelt, a magyarországi jogszabályi környezetben kizárólag nemzetbiztonsági jellegű felhatalmazással bíró környezetben - értelemszerűen - jelentősen korlátozottabb keretek között hasznosíthatók. Ennek legfőbb oka, hogy a polgári nemzetbiztonsági feladatrendszerben a harcászati, hadműveleti jellegű tevékenységek nem értelmezhetők, ezért szignifikáns különbség mutatkozik a katonai rendszerek javára.

Egy másik, bár kevésbé markáns elválasztó vonal a térinformatikai felhasználások hasznosulásában a COMINT rendszerek felhasználási módjából ered. Összehasonlítva a harcászati-taktikai, valamint stratégiai jellegű tevékenységeket, adódik, hogy a földrajzi helyhez kötöttség meghatározó az elektronikai hadviselés tervezése, az EW objektumok, eszközök és létesítmények menedzselése, a biztonsági feltételek kialakításának támogatása vagy a gyakorlatok tervezése és lebonyolítása szempontjából.

Mindemellett, tovább árnyalja a képet, hogy a rádiófrekvenciás sávban milyen hullámtartományú rádiófelderítő rendszerről van szó. Ez abból a szempontból fontos megállapítás, hogy jelen kutatásom kizárólag az RH sáv tartományra fókuszál, amely esetében a hullámterjedés, illetve rádióösszeköttetések kevésbé érzékenyek a földfelszín tagoltságára, földrajzi tulajdonságaira.

## **1.7 Következtetések**

A nemzetbiztonsági célú, rövidhullámú sáv tartományú, magyarországi rádiófelderítés szempontjából a sávspecifikus jellemzőkkel bíró ionoszférikus terjedés a Magyarország területén lokalizálható, kisugárzott rádióforgalmazások mellett, elsősorban a nagy távolságban található (külföldi) rövidhullámú rádióforrások jeleinek vételét, rádiólokációs helymeghatározását és a sáv tartományban üzemelő pont-pont vagy pont-több pont jellegű kommunikációs összeköttetési rendszerek felderítését és rádióellenőrzését teszi lehetővé, illetve ad nemzetbiztonsági célú ellenőrzésének keretét.

A jogi környezet lehetővé teszi külső engedélyhez kötött és ahhoz nem kötött formában történő rádióforgalom ellenőrzését, abból információ gyűjtését.

Ugyanakkor, a sáv tartományban üzemelő rádiórendszerek – legyen szó mobil, stratégiai vagy taktikai alkalmazásokról – a XXI. században már olyan fejlett technológiai elemekkel rendelkeznek, amelyek korábban csak a magasabb (URH és mikrohullámú) frekvenciatartományokban üzemelő kommunikációs rendszerekben kerültek adaptálásra.

Az összeköttetések korábbiakhoz képest megnövekedett rendszerjellemzői (pl. megnövekedett sáv szélesség és csatornkapacitás, adaptív összeköttetés menedzsment, összetett digitális modulációk alkalmazása, fejlett automatikus tömörítési és kriptológiai eljárások alkalmazása, nagyságrendekkel megnövekedett adatforgalom) önmagában is újszerű technikai kihívásokat támaszt a titkos adatszerzést végző eszközrendszer képességeivel szemben.

Emellett a sáv tartományban üzemelő forgalmazások nagy száma, az alkalmazott digitális adatmodemek és kódspecifikus átvitelek sokszínűsége szerteágazó és komplex műszaki kihívást jelentenek egy – a teljes sáv tartományt lefedő, nagytömegű adatforrás felderítésére, helymeghatározására és forgalmának automatikus ellenőrzésére, feldolgozására képes felderítő és adatszerző rendszer számára.

Mindezt összevetve, ebben a környezetben az RH sáv tartományú stratégiai adatszerző rendszerek iránymérő és helymeghatározó képességének, valamint a nagytávolságú összeköttetésekből származó jelek vételi minőségének javítása elengedhetetlen feltétele a hatékony adatszerzési folyamat kialakításának, fenntartásának. Egyúttal ezen jellemzők meghatározóak az adatszerző rendszer minősítése szempontjából is.



## 2. TÖBBSZENZOROS HELYMEGHATÁROZÁSI KÉPESSÉG HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATA

Magyarország a Kárpát-medencében, Közép-Európa délkeleti szegletében, a keleti hosszúság  $16^{\circ} 05'$  és  $22^{\circ} 58'$ , valamint az északi szélesség  $45^{\circ} 48'$  és  $48^{\circ}35'$  között helyezkedik el, csaknem egyenlő távolságra az Egyenlítő és az Északi-sark között.

A mai államterület legészakibb pontja az abaúj-i Füzérhez tartozó Nagy-Milic csúcs és Lászlótanya közelében, a legdélebbi a baranyai Beremend határában található.

Az ország legkeletibb településén, a szatmári Garbolcon a nap 27 perccel hamarabb kel fel, mint a legnyugatibb településünk, a Vas megyei Felsőszölnök fölött.

Területe észak-déli irányban 268 km-re, kelet-nyugati irányban 528 km-re terjed ki.

Az értékekből adódó észak-déli és kelet-nyugati távolság aszimmetriának még lesz jelentősége a későbbi vizsgálataimban. Magyarország jelenlegi államhatár nyomvonalának formáját figyelembevéve, az említett utóbbi két településünk (pontosabban a települések mellett található osztrák-szlovén-magyar hármashatár, valamint az ukrán-román-magyar hármashatár pontok adják a Magyarország területén elméletileg kijelölhető, két egymástól legtávolabbi földrajzi pontok pozícióit is.

A határnyomvonal vezetése olyan kitűzésű, hogy az ország területformája – néhány minimális határmenti területrésztől eltekintve – gyakorlatilag egyszeresen összefüggő formát képez, azaz az ország nagy része „látszik” a határvonalon elhelyezett tetszőleges két pontból. Elméleti szempontból helytálló megjegyezni, de a maradék „kisrészén” természetesen rádiós szempontból ennek nincs érdemi jelentősége kutatásom során.

### 2.1 Hatékonyság vizsgálati módszertan

Kutatási vizsgálataim során arra a kérdésre kerestem választ, hogy – figyelembe véve – Magyarország elhelyezkedését, területi nagyságát és alakját, lehetséges-e és milyen kondíciók mellett, többszenzoros rövidhullámú goniométeres helymeghatározási készséget/képességet kialakítani.

A vizsgálatokhoz a következő öt földrajzi scenáriót definiáltam:

- goniobázis vizsgálat Magyarország területén;
- goniobázis vizsgálat a Visegrádi Együttműködés területén;
- goniobázis vizsgálat a NATO tagság keretében (USA és Kanada közreműködése nélkül);
- goniobázis vizsgálat a NATO tagság keretében (USA és Kanada bevonásával);
- goniobázis vizsgálat a NATO tagság keretében egyéb konstellációval.

Primer kutatómunkával feltérképeztem azon elérhető szoftveres felületeket, amelyek képesek három földrajzi koordináta háromszögelési pontként történő kezelésére. Az elérhető források többsége csak a descartes-i koordináta rendszerben képes ilyen funkciókra. Teszteléseket követően választásom egy Java alapú nyílt hozzáférésű alkalmazásra esett.

A számításokat és a grafikusan megjelenített elemeket a GeoJavaWa [72] alkalmazással a GeographicLib upletek felhasználásával készítettem. A felhasználói könyvtárállományok az eredeti C++ könyvtárból kerültek leszármaztatásra és alkalmasak többfajta geodéziai és felületi vonal számításra, konverzióra földrajzi UTM<sup>65</sup>, UPS<sup>66</sup>, MGRS<sup>67</sup>, geocentrikus és derékszögű koordináta rendszerek között, valamint gravitációs és geomágneses mező számítására maximum három vételi hellyel (háromszögelés). A szimulációs alapadatok bevihetők numerikus formában vagy grafikus kijelöléssel.

Az alkalmazott eljárás figyelembe veszi a Föld bolygó globoid (forgási ellipszoid) jellegét is. A kurzor mozgatásával grafikus iterációs módszer alkalmazásával, hatékonyan teszi lehetővé grafikai szélsőérték pontok megkeresését. A mérési grafikus információ térkép layer nélkül, műholdkép, utca szintű fekete-fehér vagy Openstreetmap<sup>©</sup> alapon jeleníthető meg. (A szimulációkat ez utóbbi layer felett végeztem el.)

A kiválasztott szimulációs mód grafikus felületén az ábrákon a következő elemek jelennek meg:

- a vételi szenzorok elhelyezkedése (**A**, **B**, **C** jelölés);
- a háromszögelési pontokat összekötő legrövidebb egyenes körív szakaszok (ortodromák, **kékkel**);
- az ortodromák által létre hozott földfelszíni háromszög mértani középpontja, **türkizzel** szerkesztve (**O** jelölés);

---

<sup>65</sup> UTM: Universal Transverse Mercator – Univerzális Transzverzális Merkátor vetületi rendszer

<sup>66</sup> UPS: Universal Polar Stereographic – Univerzális Poláris Sztereográfia vetületi rendszer

<sup>67</sup> MGRS: Military Grid Reference System – Katonai koordinátahálózati vonatkozási rendszer

- az ortodroma ívek által befoglalt belső érintő körsík (kiskör), ez Mercator vetületen mindig kör alakú, **sárga** színnel, középpontjának felszíni pontvetülete **cI**-el jelölve;
- a háromszögelési pontokat egy térbeli síkban összekötő leghosszabb, de a pontokat egy közös körsíkban tartalmazó kerületív (legnagyobb gömbi körsík vagy főkörív), **zölddel** jelölve, középpontjának felszíni pontvetülete **cC**-vel jelölve;
- a numerikus adatok adatbeviteli és kijelző ablaka angol nyelvű.

Vizsgálatom során a goniobázis pontok optimális helyszíneinek kijelöléséhez a következő prioritási sorrendű általános szempontrendszerrel állítottam össze:

1. Az elméleti modellezésemet szélsőérték vizsgálat keretében folytatom. Az adott rendelkezésre álló földrajzi területen a goniobázis pontok a lehető legtávolabbra kerüljenek egymástól, biztosítva ezzel a belső közrefogott terület maximális méretét. Ezzel az irányelvvel ahhoz is hozzá lehet járulni, hogy az egyes iránymérő állomások által a mérendő jelforrás irányban meghatározott azimut értékek (irányvonalak) közül legalább kettő az esetek nagyrésztében a metszési pontban az ideális  $90^\circ$ -hoz képest  $\pm \max. 45^\circ$ -al tér el.

2. Az 1. ponttal ellentmondó feltételeket igénylő, de szintén fontos prioritású követelményként értékeltem a helymeghatározás bizonytalansági tényezőjének minimalizálására való törekvést. Ez a feltétel – amennyiben a minél nagyobb területen való érvényesítésére törekszünk – a goniobázis elrendezést a minél inkább szimmetrikus elhelyezkedés irányába mozdítaná. Az ideális elrendezés ebből a szempontból egy egyenlőoldalú háromszög konstelláció kialakítása lenne. Ennek persze objektív fizikai korlátai vannak, hiszen a vizsgált földrajzi területi egységek definitívek, alakjuk adott, a rendelkezésre álló terület méretén nem lehetséges változtatni.

3. Amennyiben szükséges, az 1. pontban meghatározott feltételen csak abban az esetben célszerű módosítani, ha a módosítás eredménye területi növekményt eredményez a „jól” mérhető földrajzi területen vagy ha területi csökkenés nélkül az átlagos iránymérő állomás távolság csökken. Ez az egyes adott iránymérési azimut szöghibákból adódóan az eredő helymeghatározásban – területi alapon – pontosság növekedést eredményez.

4. A háromelemű goniobázis elrendezés esetében törekszem az ideális elrendezés geometriájának elérésére.

5. A vizsgálatot elméleti síkon, a legjobb teoretikus megoldást megcélózva, az egyéb gyakorlati feltételeket figyelmen kívül hagyva végzem.

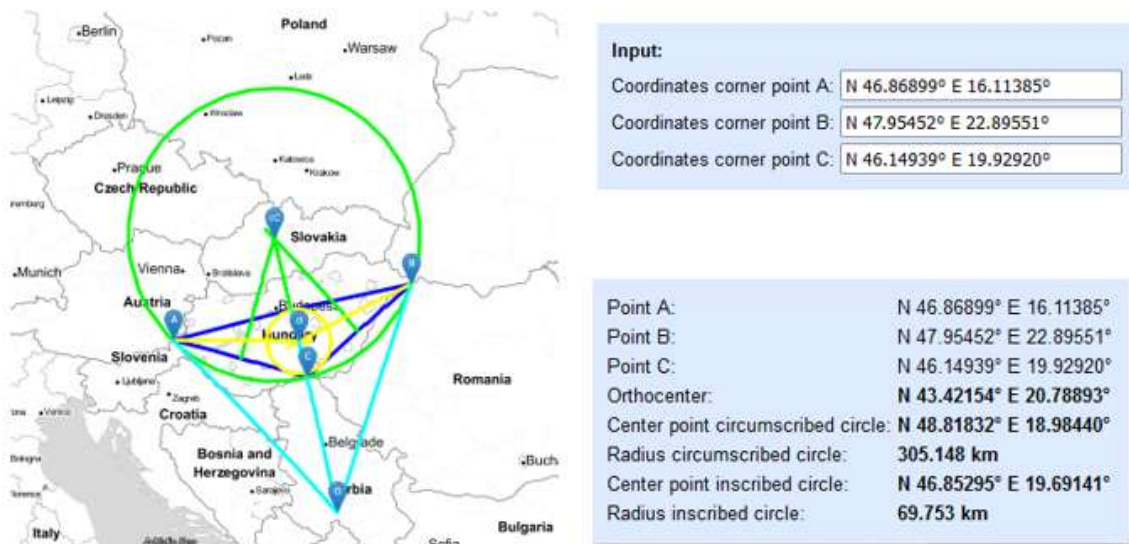
6. A szimulációs vizsgálatokat minden esetben három gonioállomás viszonylatában végzem.

7. A modellezés során hullámterjedési szempontból nem teszek különbséget a felületi hullámterjedés és ionoszférikus terjedés között.

## **2.2 Goniobázis vizsgálat Magyarország területén**

Kutatásom tárgyalása a vizsgált frekvenciatartomány szempontjából a rövidhullámú sávra korlátozódik. Mivel a rövidhullámú sáv tartományú adatszerzés – főleg stratégiai rendszerek vonatkozásában – elsősorban nagyobb távolságú összeköttetések – döntően külföldi rádióforrások – felderítésére és elemzésére helyezi a hangsúlyt, ezért a magyarországi goniobázis önálló elemzése esetén felvetődik annak kérdése, hogy van-e indokoltsága egy ilyen vizsgálatnak. Az a szempont, hogy amennyiben külföldi források helymeghatározására fókuszálunk vizsgálatunk során és előáll valamilyen goniobázis elrendezés irányvonal, gazdaságossági szempontból mindenképpen indokolttá teszi annak áttekintését, hogy a struktúra milyen hazai mérőképességi hozadékkal rendelkezik.

Természetesen egy szenzor egység, iránymérő képesség telepítési helye kialakításának számtalan objektív peremfeltétel szab határt. Az előző fejezetpontban jelzett elvek alapján a kutatást tisztán elméleti síkon végezve, az A és B jelű szenzorokat a modellben Magyarország két lehetséges legtávolabbi pontjára definiáltam. A C jelű szenzor optimális helyének megválasztása már kényszerpályán történik, a geometriából következően az A-B főtengely középmerőlegese vonalában, ideális esetben attól lehetőleg minél távolabb. Ebből a feltételből a C szenzor helyére déli határunknál, Szegedtől délre eső pozíció adódik. A kapott elrendezést az alábbi ábra szemlélteti:



**2.1 ábra. Magyarországi önálló goniobázis modell optimalizált geometriai elrendezése és adatai**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Az elrendezés azonnal megmutatja előnyös képességeit. Belföldi források helymeghatározásában a háromelemű elrendezés az ország középső észak-északnyugati tengelyű egyharmadában kifejezetten jó goniometriszi szögeket biztosít. Ezt igazából a C állomás pozíciója teszi lehetővé, mivel az A és B goniopontok az ország középső nagy részében gyakorlatilag „szembe mérnek”. Ebben az esetben a háromszögelési módszer elvi alapjai sem teljesülnek, így csak kettőjük közös eredménye nagy helymeghatározási hibabizonytalanságot valószínűsített. Az észak-déli és kelet-nyugati távolság aszimmetriából adódóan az ország keleti és nyugati részének nagy részén, valamint a déli határvidékeken a három iránymérőből nagyjából mindig csak kettő hasznosul érdemben. Országhatáron kívüli célforrásokat tekintve az elrendezés az északnyugat-délkelet tengely vonalában mutatja legjobb tulajdonságait, a konstellációból adódóan az észak-északkeleti irányban rendelkezik a legjobb mutatókkal. Ezen belül is Csehország keleti része, Lengyelország déli tartománya és Szlovákia adódik a konfiguráció leghatékonyabb célterületének. Ez utóbbi szomszédunk gyakorlatilag teljes területe összességében is a vizsgált, tisztán magyar gonióelrendezés – pontosság szempontjából – legkiemelkedőbb térsége. A déli oldalon Szerbia tekintetében a goniobázis főtengeletétől számított mintegy 250-300 km távolságnál a leghatékonyabb a konfiguráció. A vizsgált elrendezés konfigurációjának módosításával (pl. a B pont északnyugati irányba történő mozgatásával) javul a középső tartomány mérési pontosság túrése, azonban ezzel párhuzamosan területi mérete rohamosan csökken.

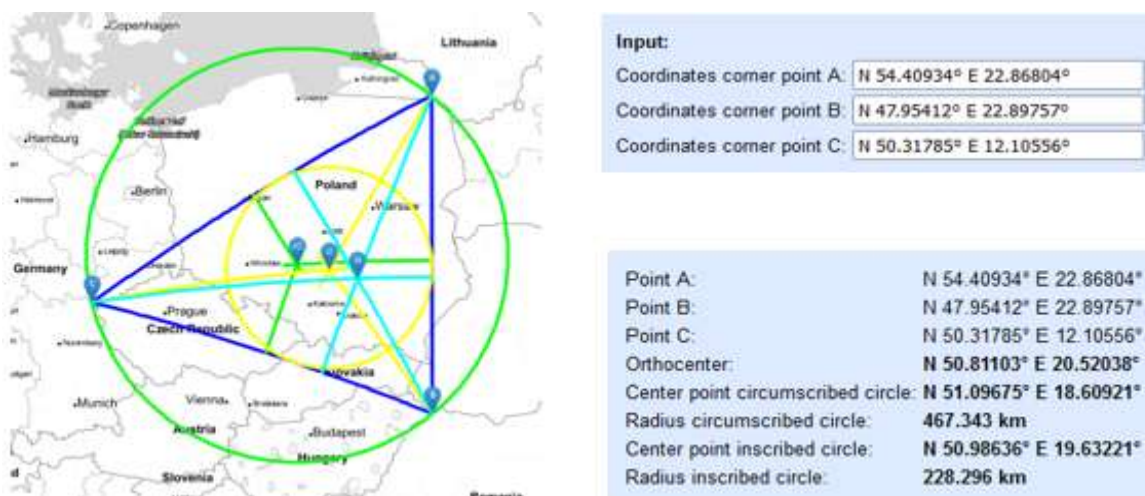
Fontos megfontolás, hogy amennyiben csak az A és B pontokat vizsgáljuk, mint lehetséges iránymérő pontok, akkor a szembemérés miatt Magyarország területének majdnem teljes

hányada a kritikus  $\pm 20^\circ$  szögtartományon belülré esik, így két iránymérővel, magyarországi lokációk meghatározása csak jelentős hiba mellett valósítható meg.

## 2.3 Goniobázis vizsgálat a Visegrádi Együttműködés országai keretében

A Visegrádi Együttműködés országaiból három (Csehország, Lengyelország és Szlovákia) szomszédos államok. Hozzájuk Magyarország Szlovákiával közös határvonalával csatlakozik. Összeségükben földrajzi szempontból egy viszonylag kompakt egységet képeznek. Közös területük 4,7-szerese hazánkénak.

A magyarországi garbolci goniopontot felhasználva és nagykör méretét maximalizálva a négy ország esetében egy nagyon impresszív elrendezés adódik. Közös területükön elhelyezhető, maximalizált kerületű háromszög konstelláció szimulációs eredményeként egy közel ideális háromszög elrendezést kaptam. (2.2 ábra)



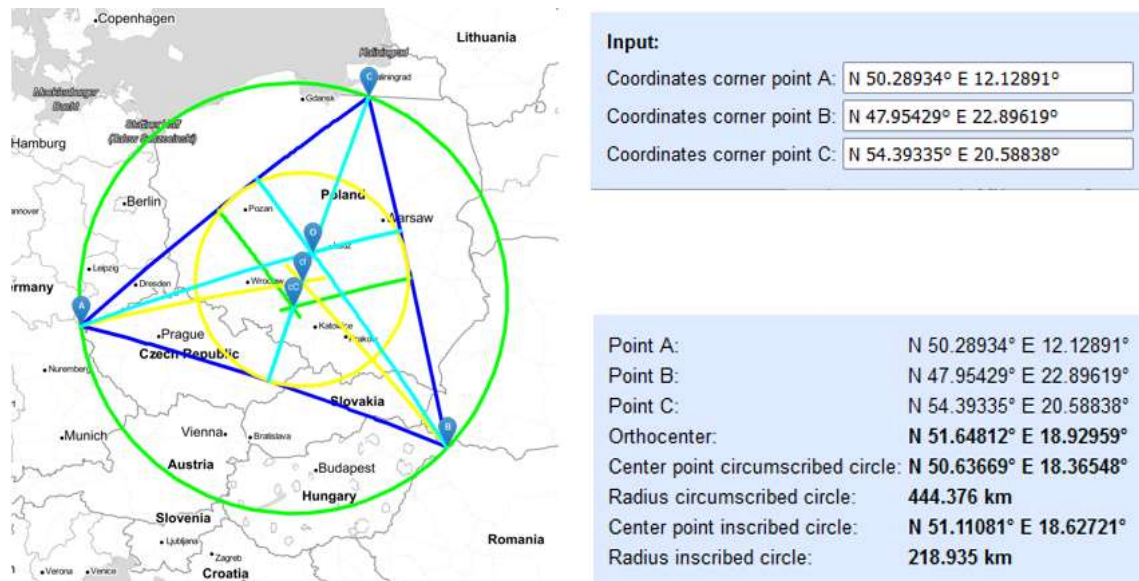
2.2 ábra. Visegrádi együttműködés goniobázis modell optimalizált geometriai elrendezése és adatai maximális szenzor távolság esetén

Forrás: Szerkesztette a szerző

Az elrendezés lefedettségi területe jelentősen terjedelmesebb, mint az előző esetben vizsgált, a legnagyobb gömbi síkkör sugara 1,5-szerese a tisztán magyarországi vizsgálatban kapott értéknek. Helymeghatározási pontosság szempontjából legjobban teljesítő területe Lengyelország középső része. A kialakítás jelentős előnnyel bír, mivel külső, radiális irányokban közel  $120^\circ$ -onként is eredményez kiemelt lokalizációs területeket. Ezek Dánia teljes területe, Svédország legdélebbi része, Németország északi-északkeleti tartományai és délkeleti

része, Belarusz területe (északi részét leszámítva), Ukrajna nyugati és északi fele (beleértve Oroszország keleti határvidékét is), valamint Ausztria, Szlovénia, Horvátország és Bosznia-Hercegovina földrajzi egységei.

Érdekessége a kapott elrendezésnek, hogy a lengyelországi C pont 150 km-nyi nyugatra mozdításával egy ideális goniorendezést kapunk. Ebben az esetben a főkörív sugara mindössze 0.95 %-al csökken. (2.3 ábra)



2.3 ábra. Visegrádi együttműködés goniobázis modell geometriai elrendezése és adatai szimmetrizálás esetén

Forrás: Szerkesztette a szerző

Amennyiben a háromszögelést végző iránymérő állomások olyan, más funkciót is ellátnak, ahol a vételi antenna elrendezésnek szükséges a szabályos mértani elrendezést teljesítenie, ott az utóbbi módosítás alkalmazása megfontolásra érdemes.

## 2.4 Goniobázis vizsgálat NATO tagság keretében

Magyarország esetében iránymérési-helymeghatározási együttműködés szempontjából a jelenlegi legszélesebb körű lehetőséget a NATO szervezeti tagságunk nyújtja. A szervezet 30 tagállamából 28 ország Európában (Törökországot is ideértjük), míg további kettő az észak-amerikai kontinensen található. Az Amerikai Egyesült Államok és Kanada földrajzi szempontból egységes tömböt alkot, míg az európai kontinensen található összesített teljes földrajzi terület amorf és szabdalt. (2.4 ábra)



2.4 ábra. NATO tagállamok földrajzi elhelyezkedése  
 Forrás: [73]

Helymeghatározás szempontjából a kontinens nagyságrendű távolság különbség minőségi különbségtételt igényel a csak európai szintű és az amerikai kontinensre is kiterjedő vizsgálataimban.

### 2.4.1 Goniobázis vizsgálat NATO tagság keretében USA és Kanada közreműködése nélkül

Amennyiben megvizsgáljuk a csak európai NATO tagállamok elhelyezkedést, akkor a legnagyobb főkörív Norvégia északi végének és Portugália legnyugatibb pontjának bevonásával nyerhető ki. (2.5 ábra)





**Input:**

Coordinates corner point A:

Coordinates corner point B:

Coordinates corner point C:

Point A: N 39.43619° W 31.20117°

Point B: N 48.22467° E 22.67578°

Point C: N 71.08830° E 27.99316°

Orthocenter: N 50.94614° E 21.04783°

Center point circumscribed circle: N 56.57894° W 10.69915°

Radius circumscribed circle: 2424.237 km

Center point inscribed circle: N 57.39889° E 7.65481°

Radius inscribed circle: 978.978 km

**2.5 ábra. NATO goniobázis modell optimalizált geometriai elrendezése és adatai (USA és Kanada nélkül)  
Forrás: Szerkesztette a szerző**

Ebben az esetben (2500-4700 km ortodroma hosszakkal) a gonio középpontól 2000-2300 km-re adódik az optimális mérési távolság. Ez alapján a vizsgált elrendezés belső köri területe az Egyesült Királyság, Svédország és Norvégia déli ¾ része, Németország, Benelux-államok és Franciaország. Külső köri szempontból az elrendezés Izland, Grönland és az Északi-tenger térségére használható a legkisebb mérési pontatlansággal. A már korábbi konstellációnál is tárgyalt tengely aszimmetria miatt a másik két külső tartományban az elrendezés három állomás figyelembevételével nem használható érdemben.

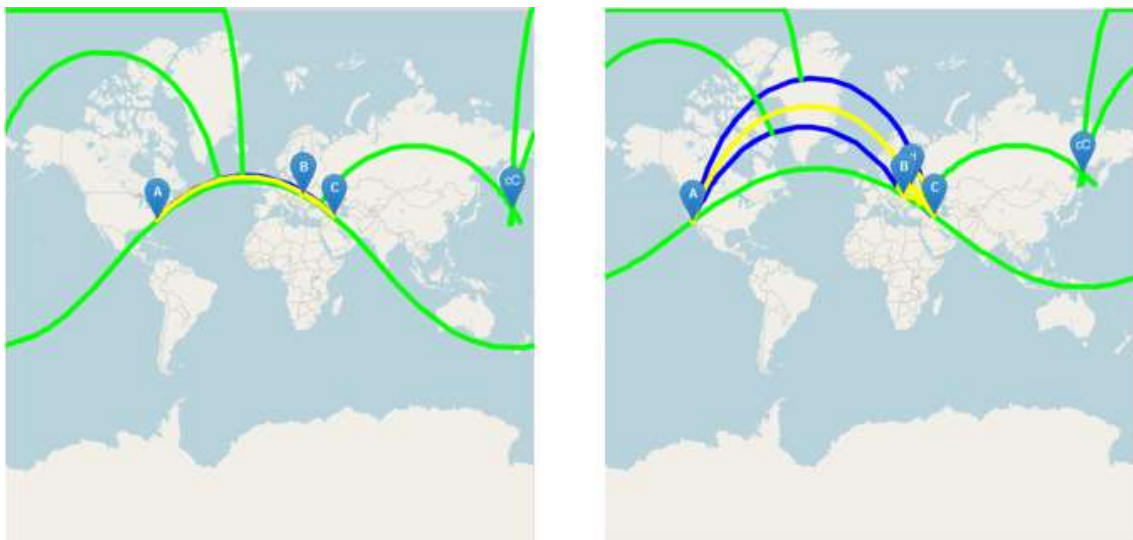
Tekintettel arra, hogy extrém távolságú jelforrások szervezeti keretben történő háromszögeléses méretése gyakorlatilag megvalósíthatatlan, a nagy ortodroma értékek miatt helyénvalónak tartom ez esetben az elrendezés két állomásos képességét is értékelni: Az AB és BC párok Észak- és Közép Afrika, valamint Oroszország Európai és Közép-Szibériai részéről képesek önálló párként nagyobb bizonytalansággal ugyan, de értékelhető koordinátákat szolgáltatni.

Szükséges azonban megjegyezni, hogy  $\pm 1^\circ$  irányzögmérés pontatlanság 10000 km távolságban 350 km oldalirányú hibahatárt eredményez. A hagyományos iránymérési módszerekkel ekkora távolságban a helymeghatározás nagyságrendileg Magyarország méretű, rendszerszintű területi hibát okoz. Ebben a dimenzióban a helymeghatározás nagyobb térségek, esetleg forrás országok behatárolásban limitált képességekkel bír.

Ugyanakkor, ilyen extra nagytávolságú, együttműködésben kivitelezett mérések esetén a hatékonyság szempontjából a magyar iránymérő állomás országon belüli tényleges elhelyezkedése a helymeghatározás képesség minőséget pontosság tekintetében érdemben nem befolyásolja.

## 2.4.2 Goniobázis vizsgálat a NATO keretében USA és Kanada bevonásával

Az előző pont európai térségű vizsgálatait után az amerikai kontinens szélsőérték számításomba történő bevonása minőségi, lépték nagyságú különbséget eredményez a konfigurációs geometria alakulásában. Amerika keleti partjának legközelebbi pontja is nagyságrendileg 4000 km-re található van az Európai szárazföldtől. Ugyanez az érték a Nyugati part esetében kb. 8000 km. Hasonlóképpen a 2.4.1 pontban jelzettekhez, a nagy diverziti távolságok az optimális mérési területeket a nagyjából Kelet-Nyugat szenzorpont elrendezések miatt az Északi- és Déli Sarkkör térségébe, nagyjából lakatlan óceáni területre vetítik. Ezzel együtt a lokalizációs bizonytalanság mértéke is kimagasló, így nagyságrendi, többszáz km-es kiterjedésű pontatlansági térségeket eredményezve a helymeghatározásban. (2.6 ábra)



a., b.,  
2.6 ábra. NATO goniobázis modell geometriai elrendezése USA Keleti-parti (a.) és Nyugati-parti (b.) konstellációk esetén

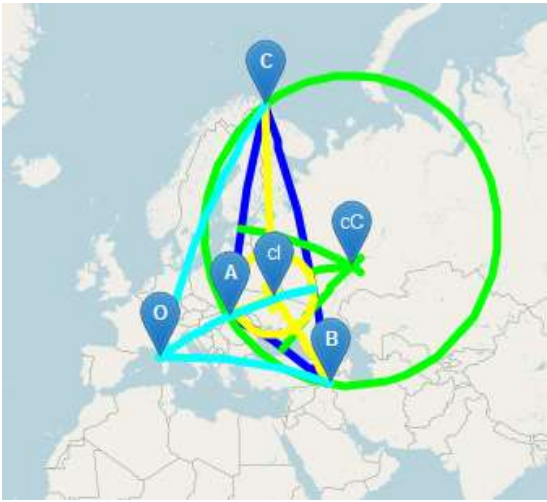
Forrás: Szerkesztette a szerző

## 2.4.3 Goniobázis vizsgálatok NATO tagság keretében egyéb elrendezésekben

Az előző pontokban kapott eredmények alapján érdemes kiegészítő vizsgálatot végezni a NATO területen tetszőleges elrendezésű (nem diverziti távolság maximalizáló) gonio elrendezés tulajdonságaira vonatkozóan. (2.7 ábra)

Az európai térségben szimulált elrendezések (norvég-török-magyar, portugál (Azori-szigetek)-török-magyar, olasz-török-magyar, észt-török-magyar, angol-spanyol-magyar, görög-spanyol-magyar) eredményei egyértelműen mutatják, hogy Magyarország földrajzilag központi

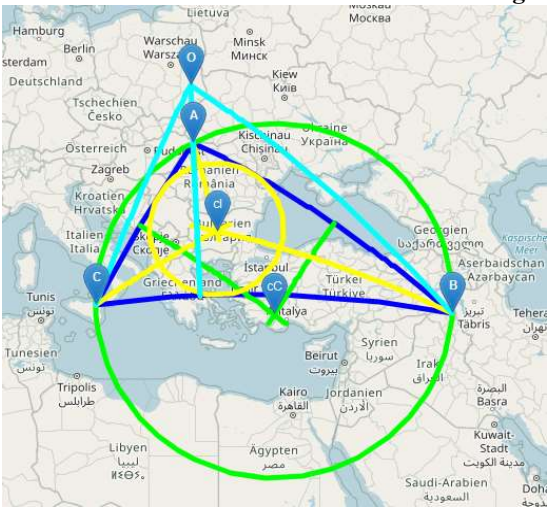
elhelyezkedése, limitáltan képes módosítani egy NATO (Európa) szintű hárompontos elrendezés „irányultságán”. Az együttműködő partnerországok megválasztásával befolyásolható a kiskörök elhelyezkedése, de azok minden használható esetben gyakorlatilag európai NATO térségbe kerülnek, Magyarországtól jellemzően 500-1000 km távolságra. Külső radiális irányultságok kapcsán kiemelendők a Norvégia-Törökország párosra építkező elrendezések. Annak ellenére, hogy a pároshoz csatlakozva Magyarország összességében korlátozott hozadékot ad, ezek az elrendezések kiváló pozíciókat biztosítanak Oroszország és Ukrajna területén történő lokalizáláshoz. Utóbbi ország esetében a magyar iránymérő kisebb távolság miatt jelentősen képes pontosítani a norvég-török tengely helymeghatározó képességét.



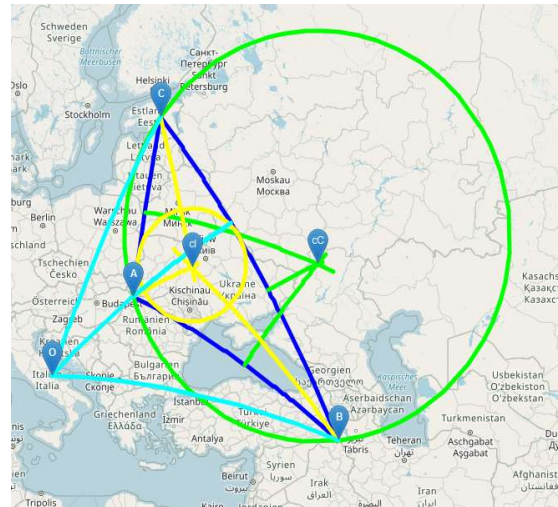
2.7 ábra. Egyéb nem szélsőérték NATO goniobázis

modell geometriai elrendezések

- a.,
- b.,
- c.,
- d.,
- e.,
- f.,



a.,



norvég-török-magyar, b., portugál (Azori-szigetek)-török-magyar, c., olasz-török-magyar,

d.,  
ész-török-



magyar, e., angol-spanyol-magyar, f., görög-spanyol-magyar

Forrás: Szerkesztette a szerző

## 2.5 Következtetések

Megállapítható, hogy egy önálló magyarországi stratégiai rendszer szenzorai nagyobb távolságú külföldi jelforrások goniobázis alapú helymeghatározásában jelentősen korlátozott hatékonysággal bírnak. A kelet-nyugat jellegű strukturális elrendezés Szlovákia és Szerbia térségében biztosítja a legnagyobb mérési pontosságot. Itt figyelembe veendő, hogy ez a képesség is csak változó mélységgel, de Magyarország határaitól számított nagyságrendileg max. 250-300 km-ig igazolható.

A Visegrádi Megállapodás területi vizsgálata alapján az országok területi elrendezése – a belső körű vizsgálati szempontok szerint – kiváló adottságokkal rendelkezik egy hárompontos goniobázis kialakítására. Az elrendezés belső körű nyertese Lengyelország, de a többi tagország területe is kamatoztatható, mint iránymérési célterület. Ezen belül is vizsgálva a Visegrádi Megállapodás országai térségét, nagy pontossággal elsősorban Szlovákia, Csehország és Lengyelország kamatoztatható az iránymérési adatainkból. A közel ideális elrendezés számos külső körű ország lefedésére is alkalmas.

Magyarország területén elhelyezett iránymérő szenzor NATO nemzetközi együttműködésben, NATO tagállamok területén kívüli rádióforrások helymeghatározásában kizárólag nagy pontosságú iránymérési adatok szolgáltatásával képes érdemben hozzájárulni. Keleti irányban elsősorban Ukrajna, Oroszország keleti része irányában mutatkozik hozzájárulási lehetőség. Déli irányban a Balkán területe, távolabbi célterületek tekintetében Afrika, ezen belül is főként az észak-afrikai országok térsége, amelyhez hasznos hozzájárulás tud nyújtani. Egy darab magyar iránymérővel végezve a modellezést, a Balkánt, Ukrajnát és Kelet-Oroszországot leszámítva nagyjából indifferens a magyar iránymérő állomás Magyarországon belüli földrajzi elhelyezkedése.

A kutatási eredmények a maximalizált iránymérő távolság elve alapján készültek, természetesen a NATO közelebbi iránymérő állomásaival történő együttműködés egyes célzott térségekre fókuszálva jelentősen növeli a helymeghatározási pontossághoz hozzáadott magyarországi irányszög értékét. Ebből adódóan NATO területen belüli – elhárítási célú – iránymérési együttműködésben viszont Magyarországnak – földrajzi pozíciójából adódóan van kedvező potenciálja.

A NATO partneri együttműködési modellezések egyik legfontosabb eredménye azon következtetést támasztja alá, hogy magyarországi szenzorállomás NATO együttműködésbe történő bevonása összességében kettős tulajdonságot hordoz.

A kölcsönös hasznosulás mutatót tekintve jelentős az aszimmetria a magyar szenzor(ok) érdekeltségi szintje javára. Közelebbi NATO országokkal (gonioalap távolság 1000-1500 km) vizsgálva a nemzetközi együttműködésen alapuló helymeghatározásokat, belátható, hogy Magyarország NATO csoportbeli – földrajzi szempontból központi – elhelyezkedése miatt, nagyrészen csak olyan területek ellenőrzésében képes hatékony hozzájárulást adni, amelyek területileg a tömb belső országai területére esnek. Ezek a területek ugyanakkor más országok partnerségi részvételével magyar közreműködés nélkül is csekély pontosság veszteséssel lefedhetők.

Ezzel szemben a tömbből kifelé radiális irányokba történő helymeghatározás vonatkozásában a magyar szenzorok önmagukban, partneri együttműködés nélkül korlátozott lehetőségekkel bírnak. Kivételként megemlíthető itt Ukrajna és Oroszország nyugati területe, amelyek vonatkozásában a magyar szenzor érdemi lokalizációs pontosság növekedést eredményezhet.

A modell számítások felületi hullámú és ionoszférikus terjedés figyelembevételével is érvényesek, azzal a kiegészítéssel, hogy térhullámú terjedés esetén az adott földrajzi pozícióhoz tartozó hullámterjedési távolság nagyobb értékű, mint felületi hullám esetén. Ugyanakkor, ez a különbség (néhány %) a nagy távolságból adódó hibafaktor érték miatt hagyományos iránymérő rendszerek esetén elhanyagolható.

A nagytávolságú iránymérő képességre vonatkozóan megállapítható, hogy hagyományos iránymérési módszerek alkalmazásával ( $\pm 2-3^\circ$  irányszögmérés pontatlanság) a helymeghatározási lehetőségek többszáz km-es rendszerszintű mérési bizonytalanságot visznek be a helymeghatározás folyamatába.

Ez alapján hangsúlyos eredménye a szimulációs vizsgálatnak, hogy stratégiai adatszerző rendszer nagytávolságú goniobázisban történő hatékony használatának feltétele a hagyományos iránymérő eszközöknél jelentősen nagyobb pontosságú iránymérési képesség implementálása a szenzor(ok)ba.

### 3. INNOVATÍV DIVERZITI VÉTELI MÓDSZEREK RÖVIDHULLÁMÚ ALKALMAZHATÓSÁGA

A rövidhullámú sáv tartomány szofisztikált vételi feltételrendszere felveti azt a kérdést, hogy lehet-e és milyen módszerekkel vizsgálni és értékelni a vételi lehetőségeket. Ezen belül az egyik legfontosabb tényező a többszenzoros vételi körülmények elméleti és gyakorlati minőségvizsgálata és értékelése.

#### 3.1 Multiszenzoros diverziti vételképesség hatékonyság vizsgálata a rövidhullámú sáv tartományban

*„Ahogyan a rádiókommunikációs technológia fejlődése megoldásokat kezdett kínálni a hosszúhullámú, majd később rövidhullámú összeköttetések számára, elkerülhetetlenné vált a terjedési anomáliák felfedezése és tanulmányozása a rövidhullámú sávokban. A féding jelenségének, valamint tér-, idő- és polarizációfüggő viselkedésének felismerése, a vett jel minőségének javítása érdekében egyenes utat képezett az egyidejűleg több vételi ágat és azok közösítését alkalmazó, diverzitivnek nevezett vételtechnikai módszer kifejlődéséhez.” [74]*

##### 3.1.1 A rövidhullámú diverziti vétel történeti fejlődése

Az első tényleges diverziti vétel az RCA<sup>68</sup> két mérnökének, Harold Henry Beverage és H.O Peterson nevéhez fűződik, akik az 1920-as években empirikus módszereket alkalmazva vizsgálták először egy adott rádióadó jelének egyidejű, párhuzamos vételi lehetőségét két különböző helyszínen. Vizsgálatuk eredményeként megállapították, hogy a két helyszínen vett jelek eltérő féding tulajdonsággal rendelkeznek, megteremtve ezzel a térdiverziti<sup>69</sup> vétel alapjait. [75], [76], [77], [78]

Később létrehozták az első nagytávolságú, megbízható, RCA DRS<sup>70</sup> néven szabadalmaztatott rádióvevő rendszert, amely először kettő, majd később három elkülönített vevőből állt össze. [79], [80]

---

<sup>68</sup> RCA: Radio Corporation of America – Amerikai Rádiózási Társulás

<sup>69</sup> különböző földrajzi helyen egyidőben történő azonos rádióforrás jelének vétele

<sup>70</sup> DRS: Diversity Receiving System – Diverziti vételi rendszer

A harmincas évek közepén Dr. James M. B. Hard nevéhez kötődik az XE1G vevőkészülék kifejlesztése, amelyik lánc áttételes hangoló rendszerével elsőként volt képes négy alsávban a teljes 1,7-30 MHz RH tartományt átfogni. [81]

Természetesen szükséges megemlíteni, hogy fentiekén túl, voltak más kísérletek is a diverziti vevő megalkotására. A QST<sup>71</sup> 1939 szeptemberi számában S. Gordon Taylor bemutatta egy Hallicrafters SX-17 és egy Skyrider 5-10 vevők együttes alkalmazásán alapuló vételkísérlet eredményeit [82], majd nem sokkal a cikk megjelenése után Karl W. Miles, a Hallicrafters' vezető mérnöke megépítette az első duál diverziti vevőt<sup>72</sup> (DD-1). Ez a berendezés a további újításoknak köszönhetően több átalakításon ment át, amelyeknek köszönhetően a készülékből – két sorozatban – összesen mintegy 125 sorozatgyártott példány talált gazdára. [83], [84], [85] Az ötvenes évek elejétől már a frekvenciatartomány alapú diverzitivitire is születtek sorozatgyártott megoldások a CRC<sup>73</sup> részéről. [86]

A félvezető technológia megjelenése és rohamos fejlődése lehetőséget adott az egyre kisebb méretű és tömeggyártásban előállítható vevőkészülékek megjelenésére, melyek a későbbi, több vételi csatorna bemenettel rendelkező vevőkészülékek elődjeinek tekinthetők.

A technológiai váltás hatására a múlt század második felében az elméleti kutatások is új lendületet vettek, melynek folyamányaként olyan új tudományos eredmények is születtek már, mint pl. a térdiverziti általános érvényű determinisztikus leírásmódja egy és több elemes vételi struktúrában koherens és többutas terjedési környezetben. [87]

A digitális korszak újszerű szolgáltatásaiban a diverziti vétel alkalmazása már alapelemmé vált az – elsősorban magasabb, UHF és SHF frekvenciasávokban üzemelő – komplex digitális modulációkat alkalmazó mobil technológiákban.

### **3.1.2 Diverziti vétel vizsgálatának módszertani megközelítései**

A diverziti vétel célja alapvetően az analóg vagy digitális formájú – rádiócsatornán megvalósított jelátvitel – megbízhatóságának, minőségi jellemzőjének javítása. Ennek elérésére számos módszer áll rendelkezésre, melyek közös jellemzője, hogy a különböző vételi ágakon megvalósított jeltovábbítást önálló, egyedi csatornaként kezeljük az adott csatorna saját féding, interferencia és egyéb jellemzőivel.

---

<sup>71</sup> QST: QST Amateur Radio Magazin – Amatőr Rádiós Folyóirat, Q amatőr hívójel minden aktív rádióamatőr részére.

<sup>72</sup> Két önálló bemenettel rendelkező vevő eszköz beépített jelkombináló képességekkel. A diverziti vétel típus módja a kezelő által választható.

<sup>73</sup> CRC: Collins Radio Company – Collins Rádió Vállalat



A diverziti vétel koncepcionális alapját az a feltételezés képezi, hogy több, függetlennek tekinthető átviteli csatornán az egyidőben bekövetkező mélyféding valószínűsége statisztikai szempontból csekélynek tekinthető. [88], [89]

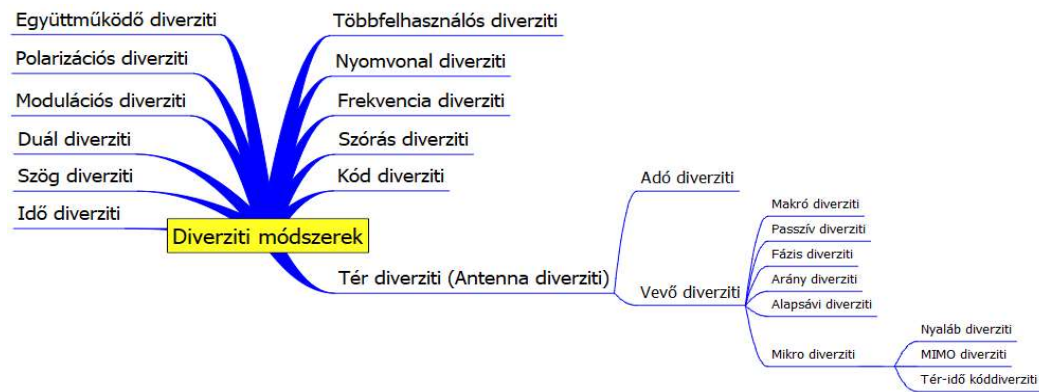
A csatorna elkülönítés megvalósítható különböző tartományokban, mint például tér, frekvencia, fázis, idő, polarizáció, beesési szög vagy digitális jelek esetén és akár modulációban és kódtávolságban is.

A diverziti vétel definíciójára és típusainak (részben) valamilyen részleges osztályozására számos irodalmi forrás áll rendelkezésre (pl.: [90], [91], [92], [93], [94], [95], [96], [97], [98]). A diverziti módszerek többféleképpen is csoportosíthatóak, legáltalánosabb az a megközelítés, amikor a féding csatornán áthaladó elkülönített jelek valamilyen tartománybeli vizsgálatát végezzük.

Kutatásomban a szakirodalmi források feldolgozása során megállapítottam, hogy a XXI. századi diverziti vételi módszerekre vonatkozó kutatási anyagok jelentős mennyiségben elérhetők, azonban azok kizárólag frekvenciasáv, technológia és szolgáltatás specifikus kutatói megközelítéseket tükröznek. Átfogó, teljeskörű rendszerezést és összehasonlító elemzést tartalmazó forrás nem lelhető fel. A megcélzott kutatási célkitűzéseim megvalósításához szükségesnek véltem egy olyan, hiánypótló elemzés elkészítését, amely strukturált szerkezeti keretben foglalja össze a diverziti kommunikációs technológiák és módozatok általános, sávfüggetlen szemléletű fogalmi keretrendszerének létrehozását. A hiánypótlásra a fenténél jelentősen szélesebb körű forrás feldolgozáson alapuló – egyes típusok tételes áttekintését és rendszerezését – összefoglalását a „Diversity Reception in Radiocommunication Links” című írásomban dolgoztam fel és adtam közre. [99]

Szükséges megjegyezni, hogy bizonyos esetekben a diverziti osztályok tartalmi jegyei bizonyos átfedéssel rendelkeznek, ezért egy tökéletes, minden jellemzőre kiterjedő, örök érvényű, egzakt fogalmi osztályozás, amelyben minden egyes diverziti osztálykategória kizárólagos jellemzőkkel rendelkezik, nem valósítható meg.

A kutató munka grafikus végeredményét a 3.1 ábra szemlélteti.



**3.1 ábra Diverziti vételi módszerek rendszere**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Hivatkozott cikkemben áttekintettem az angolszász szakirodalomban kutató munkám során feltárt típusokat és kategória megnevezéseket. Magyar nyelvű források korlátozott mértékben és elsősorban csak a korszerű mobil technológiák (4G, WiFi, WIMAX, MIMO) vonatkozásában érhetőek el, melyek gyakorlatilag kizárólag csak a vételi oldal szempontjából közelítik meg a diverziti csatorna tulajdonságokat. A hiány pótlásaként indokoltnak és helyénvalónak látom ezért ajánlasként egy összesítő magyar nyelvű megfeleltetéseket tartalmazó terminus rendszer megalkotását. Az egyes vételi módszerek tartalmi áttekintése alapján megállapítottam, hogy a magyar nyelvű szószerinti fordítások bizonyos esetekben nem fedik az adott eljárás tartalmát vagy azok használata félrevezető értelmezésekre adhatnak lehetőséget. Ezen esetekben az adott módszer tényleges tartalmára jobban utaló megnevezéseket vezettem be. (3.1 táblázat)

A megfelelő magyar elnevezések alkalmazásánál lényeges szempontnak tartom az adott módszer tartalmára történő egyértelmű utalást, mivel egyes esetekben a szószerinti magyar fordítás nem tükrözi legalkalmasabban a közvetítendő szükséges tartalmi párhuzamot.

A 3.1 táblázatban felsorolt diverziti módszerek közül a rövidhullámú stratégiai adatszerző rendszerek esetén számos esetében nem, vagy csak jelentős korlátozással lehetséges alkalmazásuk, mivel az alábbi peremfeltételekkel kell esetünkben számolni:

- a felderítendő rádióforrás egyedi és felderítés megkezdésekor ismeretlen földrajzi elhelyezkedésű;

<b>Diverziti technológiák magyar nyelvű értelmezése</b>		
<b>Angol nyelvű feltárt megnevezések</b>	<b>Alkalmazott magyar nyelvű fordítások</b>	<b>Ajánlott magyar nyelvű megfeleltetések</b>
Angle diversity (Angle of arriving diversity)	Szög diverziti (Beesési szög diverziti)	
Audio diversity (True diversity)	Hangtartományú diverziti (Valós diverziti)	Alapsávi diverziti
Beamforming diversity	Nyaláb diverziti	
Code diversity	Kód diverziti	
Cooperative diversity	Kooperatív diverziti	Együttműködő diverziti
Dual diversity (two branch diversity)	Kettős diverziti (Kétágú diverziti)	Duál diverziti
Frequency diversity	Frekvencia diverziti	
Macro diversity (Site diversity)	Makró diverziti (Hely diverziti)	
Micro diversity	Mikro diverziti	
MIMO diversity	MIMO diverziti <sup>74</sup>	
Modulation diversity (Signal space diversity)	Moduláció diverziti (Jeltér diverziti)	Modulációs diverziti
Multiuser diversity	Többfelhasználós diverziti	
Passive diversity	Passzív diverziti	
Pattern diversity	Szórás diverziti	
Path diversity	Nyomvonal diverziti	
Phased array antenna diversity	Fázisvezérelt antenna diverziti	Fázis diverziti
Polarization diversity	Polarizációs diverziti	
Ratio diversity	Arány diverziti	

<sup>74</sup> MIMO: Multiple Input Multiple Output – Többszörös bemenet – többszörös kimenet. A MIMO adó és vevő oldalon is több antennát alkalmazó eljárás a magyar terminológiában megőrizte az eredeti angol rövidítés magyar fonetikus megnevezését.

Reception diversity	Vételi diverziti	Vevő diverziti
Space diversity (Antenna diversity)	Tér diverziti (Antenna diverziti)	
Space-time coding diversity (STC diversity)	Tér-idő kóddiverziti	
Time diversity (Time and multipath diversity) (Audio switching diversity)	Idődiverziti (Idő- és többutas diverziti) (Hangválasztásos diverziti)	
Transmit diversity	Adás diverziti	Adó diverziti

**3.1 táblázat Diverziti módszerek magyar nyelvű megfeleltetése**

**Forrás: Szerkesztette a szerző**

- a stratégiai (de akár taktikai is) vételi rendszernek nincs ráhatása az adási jellemzők változtatására;
- a vételi polarizáció meg kell egyezzen a kisugárzott adás polarizációjával (egy db adó esetén ez csak egyféle lehet);
- a rövidhullámú tartományban a  $\lambda/2$  félhullámhossz még a tartomány legtetején is 4.5-5 méterre adódik, alacsonyabb frekvenciákon pedig mintegy 40 méter;
- a sáv tartomány sajátosságai ugyan elérhetővé teszik már az olyan korszerű modulációs módok hatékony alkalmazását, mint amelyek az URH és mikrohullámú sávban más technológiákban már széles körben elterjedtek, azonban a hullámhossz méretből adódóan ezek egy része csak korlátozottan alkalmazható.

Fentiek következményeként a rövidhullámú sáv tartományban a diverziti módszereknek csak egy szűkített köre alkalmazható RH rádióvételi eljárások kidolgozására.

### **3.1.3 Kutatás szempontjából releváns diverziti eljárások**

Tekintettel az előző pontban bemutatott diverziti lehetőségekre, részletesebben csak a kutatási téma szempontjából jelentőséggel bíró osztályokat tárgyalom. Ezek alapvetően a térdiverziti nagyobb csoportjába, valamint az egyéb kategóriába sorolhatók.

### 3.1.3.1 Térdiverziti módszer

A legáltalánosabb – és egyben talán a legegyszerűbb – módja diverziti vételi ágak létrehozására a tér- vagy antenna diverzitinek nevezett eljárás. Alapdefiníció szerint ez olyan rádióvételi eljárást jelent, amelyben kettő vagy több, egymástól néhány hullámhossz távolságra elhelyezett vevő antennák egyedi vevőket táplálnak és a vevők kimenő jelei valamilyen eljárás alkalmazásával kombinálásra<sup>75</sup> kerülnek. A megfelelően megválasztott antenna távolság biztosítja, hogy a vételi ágakon vett jelek korrelálatlanak tekinthetők. A vételi ágak a változó terjedési jellemzők és terjedési úthossz miatt különböző féding tulajdonságokkal rendelkeznek, azonban az eljárásnak köszönhetően a rendszer eredő kimenő jele javított és időben kevésbé változó átviteli jellemzőkkel fog rendelkezni. [100]

Determinisztikus leírásmóddal igazolható, hogy:

- a rendszer teljesítménye javul a vételi helyek  $D$  szeparációs távolságának növelésével;
- két elemű vételi elrendezés jobb vételi teljesítményt eredményez közel azonos beesési szög<sup>76</sup> feltételezése mellett, amennyiben

$$D \geq \frac{\lambda}{B} \quad (1)$$

teljesül, ahol  $B$  a véletlenszerűnek tekinthető sztochasztikus jel sávszélessége bármely többutas terjedési környezetben;

- a diverziti vételi nyereség csökken a többutas terjedésből adódó fázis eltolódás növekedése függvényében;
- a diverziti vételi nyereség csökken, a késleltetést szenvedő terjedési úton terjedő jel energiájának növekedése függvényében;
- egyutas terjedést feltételezve a két vételi hellyel rendelkező rendszer nagyobb hozadékkal rendelkezik az egyvevős rendszerhez képest, mint bármelyik további vételi helyek hozzáadásával rendelkező többvevős rendszer járulékos hozadéka;
- a több vételi helyet és többutas terjedést is kezelő (tér-idő diverziti) vételi módszerek további nyereséget eredményeznek. [87]

A vevők antennáinak minimális távolsága adott vételi frekvencián mintegy  $\lambda/2$  kell legyen. Ennél kisebb érték esetén más diverziti mechanizmusok negatív hatásai jelentkeznek. Nagyobb antenna elkülönítés esetén a többutas terjedés csatornái teljesen korrelálatlanak tekinthetők,

---

<sup>75</sup> Jelkombinálás: Fontos kifejezés, mivel diverziti vétel esetében egyáltalán nem aritmetikai jelösszegzésről beszélünk, hanem az egyedi jelek logikai elvű közösítéséről.

<sup>76</sup> A vételi helyek távolsága nagyságrendileg kisebb az adó és vételi helyek távolságához képest.

emiatt az antenna távolság növelésével a mély féding kialakulásának valószínűségi tényezője jelentősen csökken. [90], [93]

Megjegyzendő ugyanakkor, hogy léteznek olyan – a determinisztikus leírásmódtól eltérő – tudományos megközelítések is, amelyekben a vételi csatornák teljes függetlenségét csak a

$$D > 10\lambda \quad (2)$$

feltétel teljesülése esetén tartják valósnak. [101]

Amennyiben a vételi helyek távolsága  $\lambda$  nagyságrendjébe esik, mikrodiverzitiről, amennyiben a távolság  $\lambda$  többszörösét teszi ki, úgy makró- vagy helydiverzitiről beszélünk.

Vizsgálataim szempontjából szükséges megemlíteni még az alapsávi, vagy valós diverziti módszerét, amely esetében a vételi ágak kimenő alapsávi jelei kerülnek valamilyen módszer szerint kombinálásra, feldolgozásra. Ez utóbbi módszer valós idejű mérések keretében történő gyakorlati vizsgálata és elemzése részét képezte kutatási tevékenységemnek.

### 3.1.3.2 Egyéb alkalmazható diverziti típusok

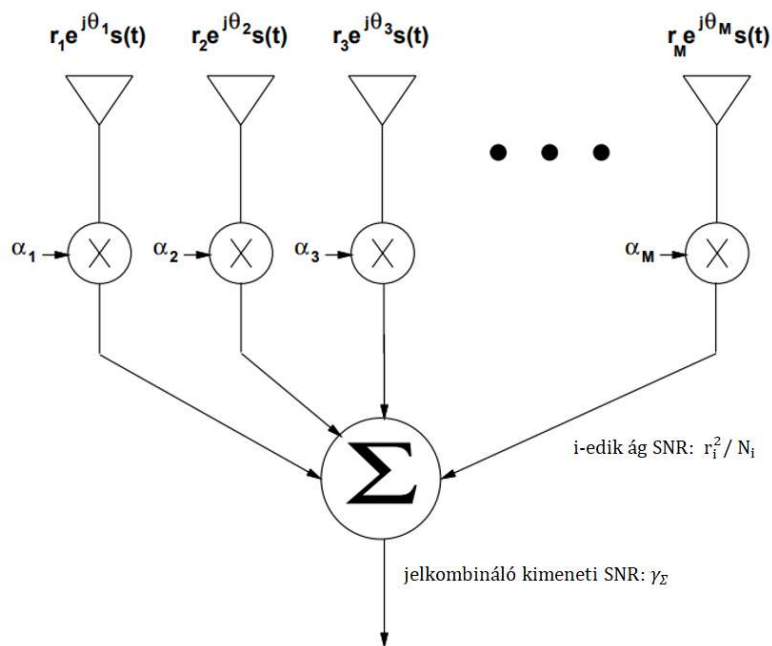
Fontos megemlíteni, hogy az – elsősorban fázisvezérelt antenna rendszerek esetében – alkalmazott nyaláb diverziti – amennyiben az antennarács elemeit egyedi vevőantennaként vizsgáljuk – adott esetben tekinthető a mikrodiverziti egy változatának is. [92]

A kutatási feladatom szempontjából fontos megállapítás továbbá, hogy a nyaláb diverziti alkalmazása önálló, elkülönített antennák alkalmazásával tekinthető a makró diverziti egy alváltozatának. (Ez az opció nem került az összefoglaló ábrán feltüntetésre). Továbbá a MIMO technológia szintén vizsgálható, mind az adó, mind a vételi diverziti típusaként is. Ez utóbbi technológia elsősorban a magasabb frekvencia tartományokban (VHF, UHF tudott költséghatékony és széles körűen elterjedt rendszerek alkotó elemévé válni, azonban megjegyzendő, hogy az RH sáv vonatkozásában is folynak már olyan kutatások, amelyek kétdimenziós rács alapon elrendezett antenna rendszereken vizsgálják a diverziti vétel hatékonyságát. [102]

Szórás diverziti szintén alkalmazható módszer többszenzoros adatszerző rendszerek esetében, amennyiben a vételi pontokban különböző iránykarakterisztikájú antennákat alkalmazunk. Ez esetben az antennákon vett jelek különböző beérkezési irányokhoz fognak tartozni, így az egyes ágak vételi jeleinek korrelálatlansága biztosított. A szórás diverziti önállóan soha nem kerül alkalmazásra, általában a térdiverziti kiegészítéseként fordul elő. [103]

## 3.2 Jelkombinációs eljárások átviteli jellemzőinek elemzése

A diverziti eljárások matematikai leírásmódja, valamint gyakorlati megvalósítása az ún. jelkombinálási módszerek alkalmazásával lehetséges. Ennek célja, hogy az egyes egyedi vételi ágakon megjelenő – különböző csatorna jellemzőkkel rendelkező vételi jelek valamilyen algoritmus alapján történő kombinálásával előállítsunk egy olyan eredő kimenő jelet, amely minőségi jellemzői jobbak, mintha csak egy vételi águnk lenne.



3.2 ábra Lineáris jeldiverziti vételi módszer elvi sémája

Forrás: [103], [104] alapján szerkesztette a szerző

A lineáris leírásmódban alapvetően koherens információcsatornák szabályrendszer alapú összegzéséről/időalapú kiválasztásáról beszélünk, azonban a jelválasztás módja, annak bemenő paraméterei különböznek az egyes megközelítési módokban. Ennek következményeként az egyes eljárások technológiai és gyakorlati megvalósítása eltérő bonyolultságú és kiépítettségű eszközrendszert igényel, meghatározva ezzel a technológia szükséges finansziális háttérét is. A jelkombinálás leírásmódjának feltétele, hogy az egyedi ágak féding viszonyai függetleneknek, a csatornák jeleit korrelálatlanok tekintsük.

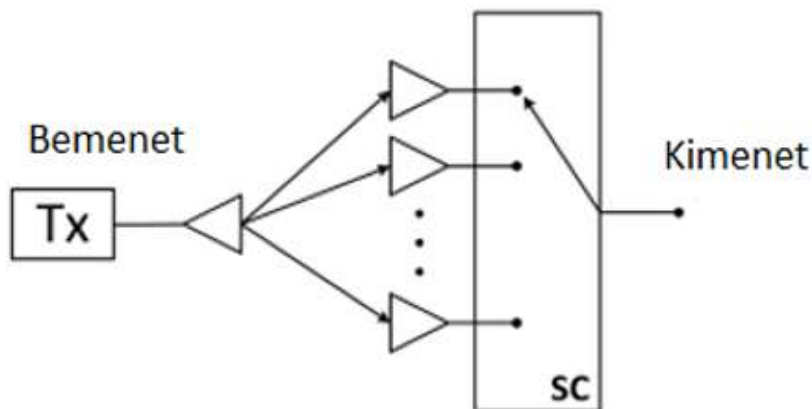
A jelkombinációs eljárások alapvetően két nagyobb kategóriába sorolhatók, melyek a Konvencionális jelkombinációk családjába, illetve a heurisztikus megközelítésű, valamilyen (pl. Evolúciós) algoritmus alapú súlyozási módszerek köre.

### 3.2.1 Konvencionális jelkombinálási eljárások

A konvencionális jelválasztási módszerek általános közös sajátossága, hogy a bejövő jelcsatornák jelei közül a kimenetre az az ág kerül kiválasztásra, amelyik valamilyen jellemzője megfelel egy, a kombinálásba beépített döntési algoritmus pillanatnyi feltételeinek. A döntés értéke függhet pl. a bejövő jelek valamilyen jellemzőjének aktuális értékétől, előre definiált jellemző küszöbértéktől vagy az előbbiekből számított, áttételes döntési küszöbértéktől. Jelmódosítást igénylő változatok esetén a bejövő jelek aktív, egyedi módosításával történhet meg a döntési feltételek teljesítése.

#### 3.2.1.1 Selection Combining

A Selection Combining (SC)<sup>77</sup> kombinálási eljárásban a jelkölcsösítő a legnagyobb  $SNRr_i^2/N_i$  értékkel rendelkező ágot választja a kimenetre.



3.3 ábra. SC Selection combining eljárás blokkvázlata  
Forrás: [105] alapján szerkesztette a szerző

Az elv azonos azzal a feltételrendszerrel, mintha a legnagyobb  $r_i^2 + N_i$  értékkel rendelkező ágot választanánk, amennyiben az ágak mindegyikén  $N_i = N$  zajteljesítményt feltételezünk.<sup>78</sup> Mivel egyidőben mindig csak egy bemeneti ág kerül a kimenetre választásra, az SC eljárás gyakran csak egy darab vevőt igényel, amely az aktuális aktív bemeneti ágra kerül csatlakoztatásra. Ugyanakkor, a folyamatos üzemmódú átviteli rendszerekben minden egyes antennaágon szükség van dedikált vevő/mérőszonda alkalmazására, amelyek feladata az egyes

<sup>77</sup> SC: Selection Combining – Kiválasztó kombináló eljárás

<sup>78</sup> A gyakorlatban  $r_i^2 + N_i$  könnyebben mérhető, mint az SNR jel-zaj viszony értéke, mivel esetében elégséges a jel teljes teljesítményének meghatározása.



csatornák SNR értékeinek egyidejű és folyamatos mérése. Az SC jelválasztó alkalmazásával a mindenkor  $SNR_{out}$  kimeneti jel-zaj viszony érték a bemeneti SNR értékek maximumának fog megfelelni:

$$SNR_{out} = \max(SNR_i) \quad (3)$$

Mivel egyidőben mindig csak egy bemeneti ág kerül a kimenetre kapcsolásra, a bemeneti ágak fáziskiegyenlítése nem szükséges, így a jelválasztó módszer egyaránt alkalmas koherens és differenciális modulációkat alkalmazó átviteli rendszerekben történő alkalmazásra is.

M ágú diverziti esetén  $\gamma_\Sigma$ <sup>79</sup>-ra fennáll:

$$P_{\gamma_\Sigma}(\gamma) = p(\gamma_\Sigma < \gamma) = \prod_{i=1}^M p(\gamma_i < \gamma) \quad (4)$$

A bemenő M ágak mindegyikén  $r_i$  korrelálatlan Rayleigh-féding amplitúdó eloszlást feltételezve és az i-edik ágon mérhető átlagos jel-zaj viszony értékét  $\bar{\gamma}_i = E[\gamma_i]$ -vel definiálva, az SNR eloszlás exponenciális jellegű lesz:

$$p(\gamma_i) = \frac{1}{\bar{\gamma}_i} e^{-\gamma_i/\bar{\gamma}_i} \quad (5)$$

Amennyiben az átlagos SNR érték minden ágon egyforma ( $\bar{\gamma}_i = \bar{\gamma}$  minden i-re), az átlagos kimeneti jel-zaj viszony értékére

$$\bar{\gamma}_\Sigma = \bar{\gamma} \sum_{i=1}^M \frac{1}{i} \cong \bar{\gamma} \left( C - \ln M + \frac{1}{2M} \right) \quad (6)$$

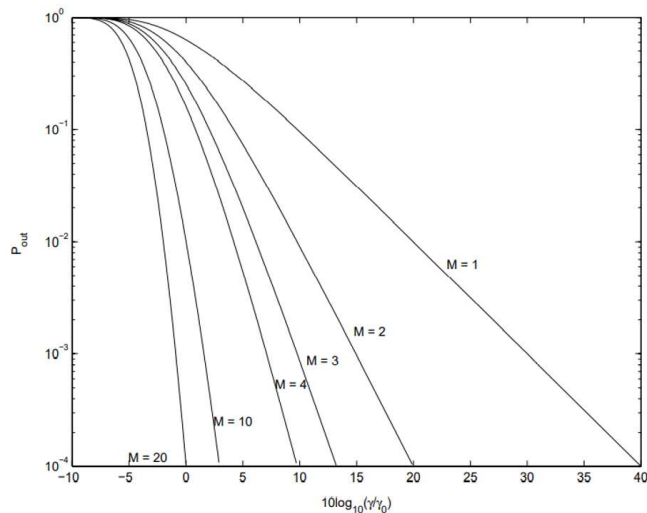
adódik, ahol C az Euler állandó. (A közelítő kifejezés  $M \geq 3$  esetén érvényes) [106]

Megjegyzendő, hogy még abban az esetben is, ha a bemenetek mindegyikén Rayleigh eloszlású féding tulajdonságú jellel számolunk, a jelközösítő kimenő jele nem lesz Rayleigh eloszlású.

Az SC módszer a legegyszerűbb kombinálási módszer, amelynek során a választó egység mindig a pillanatnyi legjobb minőségi jellemzővel – tipikusan a legjobb pillanatnyi SNR értékkel – rendelkező vételi ág jelét választja ki a kimenetre. Elvileg, mivel egyidőben mindig csak egy ág kerül kiválasztásra, több ág vétele akár egy darab vevő bemenetének kapcsolásával is megvalósítható lenne. Azonban, ha a kimeneten folyamatos, koherens jelfolyamot igénylünk – az adatátviteli rendszerek, digitális modulációkat alkalmazó átviteli csatornák minden esetben igénylik ezt – úgy a vételi ágak pillanatnyi SNR értékének méréséhez az ágak mindegyikén egyedi vétel funkciót szükséges biztosítani.

---

<sup>79</sup>  $\gamma_\Sigma$ : A közösítő eredő kimeneti jel-zaj viszony értéke.



**3.4 ábra. SC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR érték az ágszám függvényében Rayleigh féding esetén**

**Forrás: [105] alapján szerkesztette a szerző**

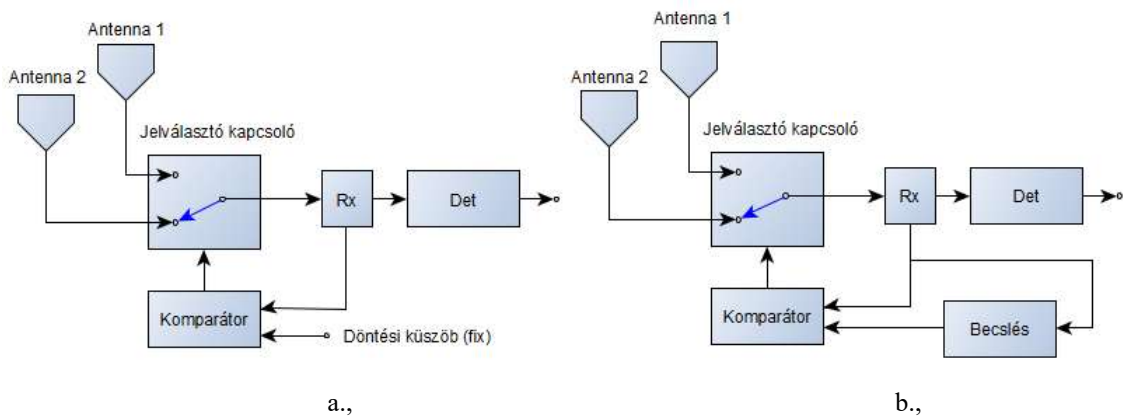
Az ebben az eljárásban elérhető legjobb pillanatnyi SNR érték maximuma az adott időpontban legjobb pillanatnyi SNR-el rendelkező ág minőségének felel meg.

Fentiek alapján látható, hogy az átlagos SNR nyereség az ágak M számával növekszik, azonban nem lineárisan. Az egy csatornából kettőre történő váltás jelentősen több nyereséget hoz, mint kettőről háromra növelése az ágak számának. Az ágak számának további növelése azonban egyre kevesebb hozadékot eredményez, azaz általánosságban az átlagos kimeneti relatív SNR növekedési hányad a vételi csatornaszám növelésével drasztikusan csökken. [107], [108], [109]

### 3.2.1.2 Switching vagy Switch and Stay Combining

Az SSC folytonos jelátvitelű rendszerben az egyes ágak pillanatnyi saját SNR értékének figyeléséhez a csatornához dedikált vevőkre van szükség. A módszeren belüli TC<sup>80</sup> Threshold Combining alapeljárás megoldást nyújt a csatornánkénti vevők multiplikált szükségességére, mivel ebben az esetben az egyes ágak jel-zaj viszony értékének meghatározását az ágak szekvenciális, egymást követő, ciklikus lekérdezésével végzi. (3.5 ábra)

<sup>80</sup> TC: Threshold Combining – Küszöbértékes jelválasztás



3.5 ábra. SSC eljárás rendszer felépítése fix (a.) és változó (b.) küszöbérték esetén  
 Forrás: [110] alapján szerkesztette a szerző

A kimenetre annak a csatornának a jele kerül, amelyik SNR értéke először haladja meg egy adott  $\gamma_T$  küszöbértékét. Az SC módszerhez hasonlóan itt sincs szükség a csatornák fáziskiegyenlítésére.

Amennyiben a kiválasztott ág jelének SNR értéke küszöbszint alá csökken, a jelválasztó egy másik – a küszöb SNR értéknél kedvezőbb – ágot választ a kimenetre. A kiválasztásra számos feltétel alapján van lehetőség, melyek közül a legegyszerűbb a véletlenszerű kiválasztás. [111] Kettő darab bemeneti ág esetén az átváltás akkor történik, amikor a korábban kiválasztott csatorna SNR értéke a  $\gamma_T$  küszöbszint alá csökken. Ebben az esetben a módszer SSC<sup>81</sup> Switch and Stay Combining változatáról beszélünk. Habár az SSC módszer kevésbé komplex, az nem képes folyamatában a legmagasabb SNR értékű csatorna kiválasztására, ezért kimeneti eredő SNR nyeresége elmarad az SC jelválasztás elméleti hasonló jellemzőjétől.

Bizonyítható, hogy az optimálisan megválasztott  $\gamma_T$  küszöbszint esetén az SSC jelválasztó kimenő SNR értékének valószínűségi eloszlása megegyezik az ideális SC eljárás értékével. [112]

Hátránya, hogy véletlenszerű döntés esetén, amennyiben ágváltáskor a választó nem talál küszöbszint feletti csatornát, úgy folyamatos csatorna keresési ciklusba kerül, amíg kedvezőbb vételi körülmény be nem áll, ideiglenesen átmeneti küszöbszint alatti vételi helyzetet kényszerítve ezzel az átviteli rendszerre. [113], [114]

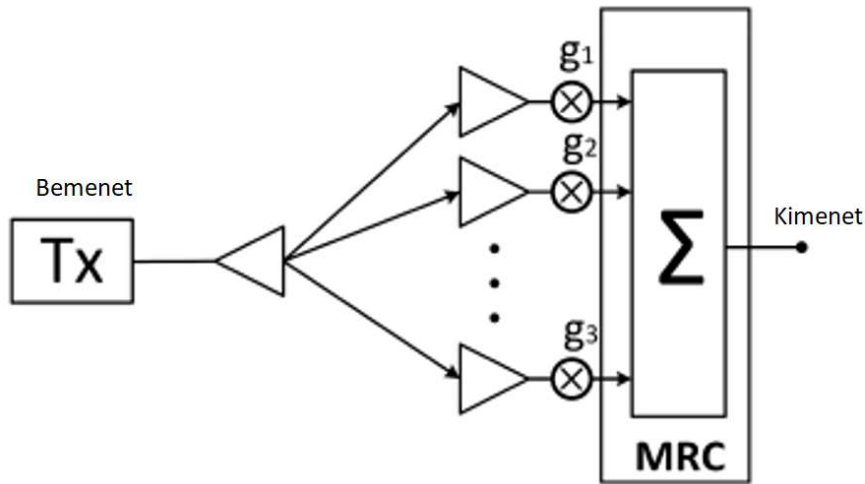
Az aritmetikai műveletek és a csatornák aktuális jel-zaj arányának (SNR) folyamatos becslése idő- és energiaigényesek, ami egyes vezeték nélküli kommunikációs rendszerek esetében nem praktikus. A diverziti vételi rendszer megvalósításának bonyolultsági foka további csökkentése

<sup>81</sup> SSC: Switch and Stay Combining – Váltó-tartó jelválasztás

érdekében a kapcsoló és tartó jelkombinációs (SSC) sémát vették fontolóra. Az SSC rendszerben a vevőnek csak az éppen használt egyetlen ág csatornaállapotát kell figyelnie és megbecsülnie. A kapcsolóalapú SSC módszer kifejezetten előnyösen alkalmazható olyan vevő eszközök esetében (pl. mobil eszközök), amelyekben a feldolgozási képesség egyéb körülmények miatt (pl. korlátozott energiaellátás) csak limitáltan biztosítható.

### 3.2.1.3 Maximum Ratio Combining

A Maximum Ratio Combining (MRC)<sup>82</sup> eljárás valamennyi bejövő ágot súlyozottan veszi figyelembe, ezért ennél a módszernél  $\alpha_i$  értékeinek egyike sem nulla. Azok az ágak, amelyek egyedi SNR értéke rosszabb, azok kisebb aránnyal, amely csatornák SNR értéke jobb, azok pedig nagyobb súllyal kerülnek figyelembevételre az eredő kimenő jel előállításában. (3.6 ábra)



3.6 ábra. MRC Maximum Ratio Combining eljárás blokkvázlata  
Forrás: [105] alapján szerkesztette a szerző

Mivel a bejövő ágak jelei fázis kiegyenlítettek, minden ágra

$$\alpha_i = a_i e^{-j\theta_i} \quad (7)$$

ahol  $\theta_i$  az  $i$ -edik ág jelének fázisa. A jelközösítő kimeneti jelének  $r$  burkolója:

$$r = \sum_{i=1}^M a_i r_i \quad (8)$$

A bemeneti ágak mindegyikén azonos zajspektrum eloszlási valószínűségét feltételezve, a jelközösítő kimeneti teljes pillanatnyi zajteljesítménye

$$N_{tot} = \sum_{i=1}^M a_i^2 N_0 \quad (9)$$

melyből a kimeneti SNR értékére

<sup>82</sup> MRC: Maximum Ratio Combining – Maximális arányú jelkombináló eljárás. Az angol nyelvű forrásokban gyakran alkalmazott a Maximal Ratio Combining megnevezés is, mindkettő azonos tartalmat fed le. Magyar fordításban azonban az „valamilyen arányú” nyelvtani szerkezet jelzöt igényel, ezért mindkét angol megnevezésre a jelzett fordítás alkalmazása ajánlott.

$$\gamma_{\Sigma} = \frac{r^2}{N_{tot}} = \frac{1}{N_0} \frac{(\sum_{i=1}^M a_i r_i)^2}{\sum_{i=1}^M a_i^2} \quad (10)$$

adódik.

Az optimális kimeneti jel előállításának feltétele az egyes  $\alpha_i$ -k olyan módon történő megválasztása, hogy  $\gamma_{\Sigma}$  maximális értéket vegyen fel. Látható, hogy ehhez a magasabb SNR értékkel rendelkező ágak nagyobb, míg az alacsonyabb értékkel rendelkezők kisebb súllyal kell figyelembevételre kerüljenek, így az ágak  $a_i^2$  súlyozási tényezői arányosak lesznek az egyes ágak  $r_i^2/N_0$  SNR értékeivel.

Az optimális súlyozású  $a_i^2 = r_i^2/N_0$  mellett a kimeneti zaj értéke

$$\gamma_{\Sigma} = \sum_{i=1}^M r_i^2 / N_0 = \sum_{i=1}^M \gamma_i = \sum_{i=1}^M \gamma_i \quad (11)$$

lesz.

Ebből következik, hogy optimális súlyozás esetén a kimeneti SNR zajtényező a bemeneti ágak egyedi zajtényezőjének összegével fog megegyezni.

Látható, hogy az SC és SCC módszerekkel szemben az MRC jelközösítő átlagolt SNR zajtényezője egyenes arányban növekszik a vételi ágak M számával. Hasonlóképpen az SC eljáráshoz, a kimeneti csatorna bármilyen számú bemeneti Rayleigh típusú csatorna esetén sem lesz Rayleigh eloszlású.

Minden ágon azonos Rayleigh típusú  $\bar{\gamma}$  átlagos SNR értéket feltételezve, a  $\gamma_{\Sigma}$  eredő zaj eloszlása  $2M$ -ed szabadságfokú  $\chi^2$ -es<sup>83</sup> eloszlást eredményez

$$\bar{\gamma}_{\Sigma} = M\bar{\gamma} \quad (12)$$

várható értékkel és  $2M\bar{\gamma}$  szórásnégyzettel:

$$p_{\gamma_{\Sigma}}(\gamma) = \frac{\gamma^{M-1} e^{-\gamma/\bar{\gamma}}}{\bar{\gamma}^M (M-1)!}, \quad \gamma \geq 0 \quad (13)$$

Az ehhez tartozó kimeneti teljesítmény valószínűségi értéke adott  $\gamma_0$  küszöbérték paraméter függvényében:

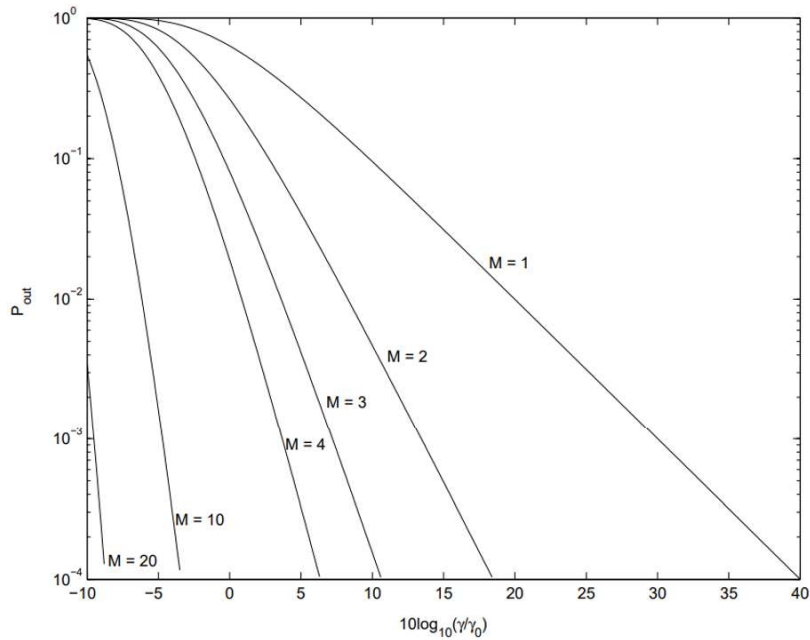
$$P_{out} = p(\gamma_{\Sigma} < \gamma_0) = 1 - e^{-\gamma_0/\bar{\gamma}} \sum_{k=1}^M \frac{(\gamma_0/\bar{\gamma})^{k-1}}{(k-1)!} \quad (14)$$

Az összefüggés mutatja, hogy az MRC eljárás jelentősen hatékonyabb az SNR érték javításában, mint az SC vagy SCC módszerek.

Az MRC eljárásban szükség van az egyes ágakra jellemző pillanatnyi SNR értékek ismeretére, amely mennyiség folyamatos mérése nem valósítható meg egyszerű módszerekkel. (3.7 ábra)

---

<sup>83</sup>  $\chi^2$ , khi-négyzet, (Khi<sup>2</sup>) eloszlás: k szabadságfok esetén k darab független, normális eloszlású valószínűségi változó négyzetösszege.



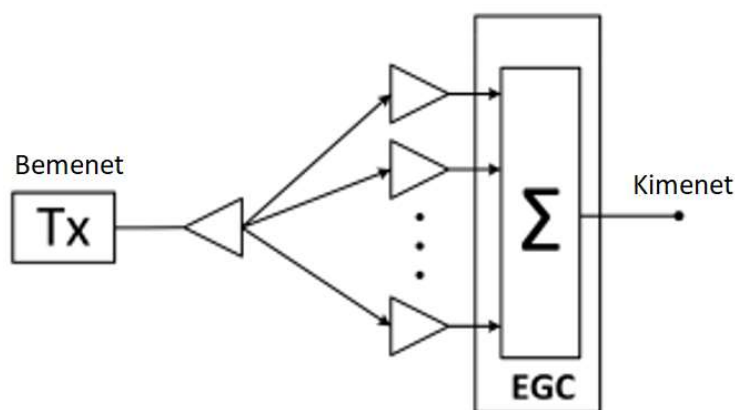
**3.7 ábra. MRC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR viszony az ágszám függvényében Rayleigh féding esetén**  
**Forrás: [105] (Letöltve: 2022.10.01)**

Az MRC eljárás matematikai modelljéből levezethető, hogy a jelkombináló eredő SNR nyereség értéke egyenlő lesz az egyedi csatornák SNR nyereség értékének összegével. A kombináló átlagos SNR nyeresége a diverziti ágak számával – az SC eljárással ellentétben – egyenes arányossággal nő. Figyelembe veendő azonban, hogy annak ellenére, hogy az egyedi ágak féding eloszlása Rayleigh jellegű, a kimenet már nem fog ezzel a tulajdonsággal rendelkezni ( $\chi^2$ -es eloszlású lesz). Ennél az eljárásnál a vételi ágszám növelése jelentősebb SNR nyereséget hoz az SC és EGC eljárásokhoz képest, azonban megvalósítása bizonyos esetekben nehézségekbe ütközik, mivel az időfüggő egyedi SNR értékek folyamatos mérése minden csatornán bonyolult lehet. [115], [116], [117]

### 3.2.1.4 Equal Gain Combining

Az Equal Gain Combining (EGC)<sup>84</sup> egy egyszerűbb megoldás, amely a bejövő egyedi csatorna jeleket koherensé teszi és azonos  $\alpha_i = e^{-j\theta_i}$  súlyozással kombinálja azokat. (3.8 ábra)

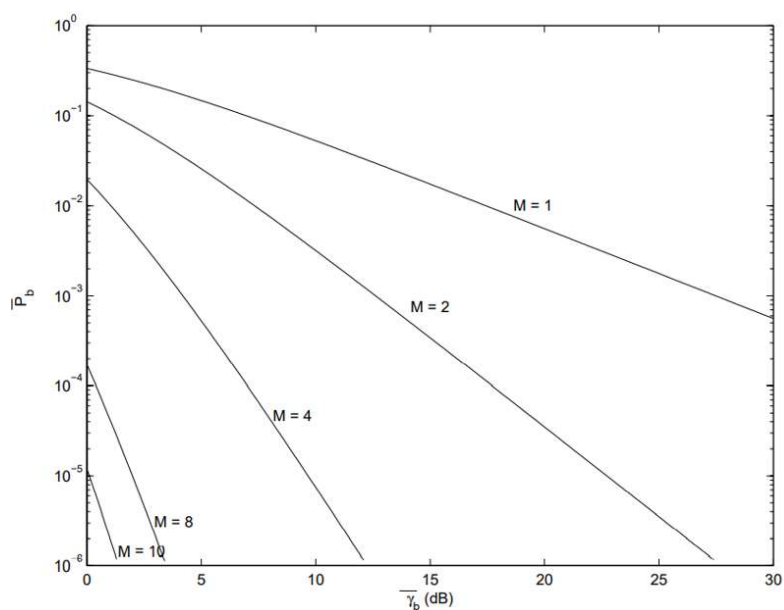
<sup>84</sup> EGC: Equal Gain Combining – Egyenlő nyereségű jelkombináló eljárás



**3.8 ábra. Az EGC eljárás blokkvázlata**  
**Forrás: [105] alapján szerkesztette a szerző**

Azonos nagyságú saját zajteljesítmény spektrum eloszlás valószínűségeket feltételezve minden egyes ágon, az eredő kimeneti SNR érték jobb lesz, mint bármelyik egyedi csatorna SNR értéke.

$$\gamma_{\Sigma} = \frac{1}{N_0 M} (\sum_{i=1}^M r_i)^2 \quad (15)$$



**3.9 ábra. EGC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR viszony az ágszám függvényében**  
**Rayleigh féding esetén**

**Forrás: [105] (Letöltve: 2022.10.01)**

Megvalósítása komplikált áramköri megfontolásokat igényel, azonban jó hatékonysággal alkalmazható azokban az esetekben, amikor nem, vagy csak korlátozottan lehetséges az egyedi csatornák jellemzőit meghatározni. [108], [109]

### 3.2.2 Evolúciós algoritmus alapú súlyfaktoros jelkombinálási eljárások

Az előző pontokban tárgyalt jelválasztó módszerek döntési hatékonysága, illetve alkalmazásukkal elérhető jel-zajviszony érték növekmény szükséges feltétele a bejövő ágak

pillanatnyi SNR értékének folyamatos mérése a döntési feltétel teljesítéséhez. Mint azt kimutattam, ez a csatornánként dedikált egyedi vevők alkalmazását igényli.

Felmerül a kérdés, hogy lehetséges-e valamilyen minden ágra kiterjedő, újgenerációs elvi alapokon nyugvó elemzési módszer megalkotása, amely alkalmas a bejövő ágak pillanatnyi SNR viszonyaihoz tartozó, ideális súlyozási faktor algoritmikus becslésére/megállapítására a jelkombinálás legnagyobb SNR nyereségének elérése érdekében, anélkül, hogy a döntéshez szükség lenne a csatornánkénti SNR értékek folyamatos mérésére.

Az elmúlt időszakban számos elméleti kutatás folyt olyan magasabb szintű matematikai vektortér számítási optimalizációs módszerek feltérképezésére, amelyek diverziti vizsgálati adaptálása lehetőség nyújthat a keresett súlyfaktorok megállapítására.

### 3.2.2.1 Genetic Algorithm (GA)

A GA Genetic Algorithm<sup>85</sup> módszer eredetileg a fejlődéstan modellezéséből eredeztethető. Az eljárás lényege, hogy a populáció véletlenszerűen előállított kromoszóma térképének rendszerbe juttatásával vizsgálja egy bizonyos kitűzött célnak (a fejlődési folyamat valamilyen jellemző értéke bizonyos kritérium feltételnek) történő megfelelését. (3.10 ábra)



3.10 ábra. Genetikus algoritmusok helye az optimalizálásban

Forrás: [118] alapján szerkesztette a szerző

A kezdeti kiindulási populáció – egyenlet szerint meghatározott kritérium szerinti értékelése alapján (esetünkben a kimeneti SNR értéke) új, módosított kromoszóma (vonatkozásunkban a bemeneti csatornánkénti súlyfaktorok) új kromoszóma térkép kerül meghatározásra, melyet követően az újbóli értékelés és kromoszóma térkép módosítás ciklikusan folytatódik a meghatározott feltételünk teljesüléséig. [119]

Az optimalizációs folyamat során egyre „alkalmasabb” populációk jönnek folyamatosan létre az addig kifomálódott legjobb kromoszómái térkép „túlélésének” elve alapján. A GA folyamat

<sup>85</sup> GA: Genetic Algorithm – Genetikai algoritmus



terminológiájában az utód nemzedék létrehozásának evolúciós folyamatának ciklusonkénti eredményét generációnak nevezzük. [120]

A létrehozásra kerülő generációk száma lehet előre definiált vagy az optimalizációs célfeltétel teljesüléséhez kötött. Vizsgálatunkban ez utóbbi feltétel ekvivalense tehető a kimeneti SNR érték maximalizálási feltételével.

### 3.2.2.2 Imperialist Competitive Algorithm (ICA)

Az Imperialist Competitive Algorithm (ICA)<sup>86</sup> egy fejlődő algoritmus, amely a birodalmi verseny és az ember társadalmi-politikai evolúcióját mintául véve, a társadalmi élet kulturális oldalát alkalmazza a hasznos eredmények elérése érdekében.

Működési elvének alapja, hogy a kezdeti birodalmak megalakulása után megkezdődik az evolúció. Az egyes birodalmak gyarmatai elkezdenek mozogni a megfelelő imperialista ország felé. Ez a mozgás az asszimilációs politika egyszerű modelljét szemlélteti, amelyet néhány imperialista állam folytatott. Az asszimiláció mellett a forradalom egy másik operátora ennek az algoritmusnak. A forradalom egyes gyarmatokon úgy történik, hogy véletlenszerű változtatásokat hajtanak végre a társadalmi-politikai tengelyen elfoglalt pozíciójukon. Egy birodalom teljes hatalma függ mind a hatalom, mind a birodalmi ország és gyarmatainak hatalmától.

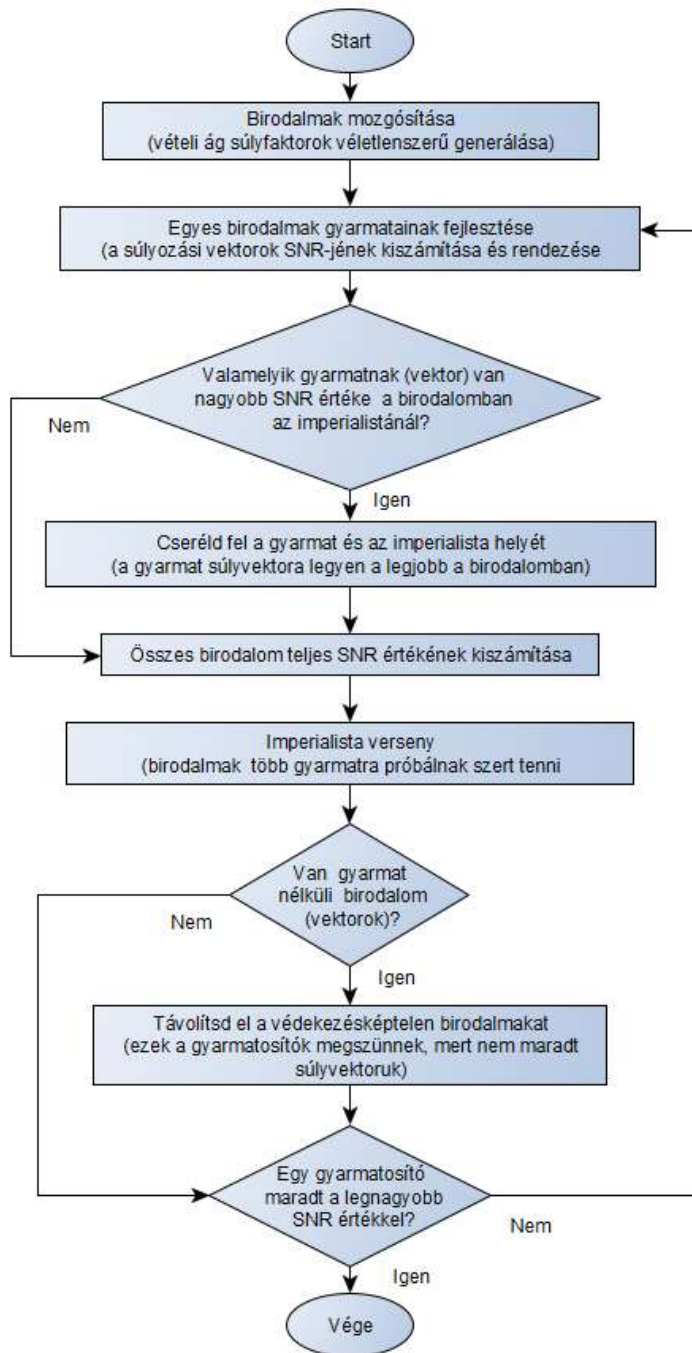
Az imperialista verseny az algoritmus egy másik lépése. Minden birodalom megpróbálja megszerezni a többi birodalom gyarmatainak birtoklását és ellenőrzését. Az imperialista verseny fokozatosan a gyengébb birodalmak hatalmának csökkenését és az erősebb birodalmak hatalmának növekedését eredményezi. Az imperialista versenyt úgy modellezzük, hogy a birodalmak néhány (általában egy) gyarmatát kiválasztják és az összes birodalom között versenyt indítanak ezen gyarmatok birtoklásáért. [121]

A fenti lépések addig folytatódnak, amíg egy elfogadható szuboptimális megoldás elérésével egy megállási feltétel nem teljesül (egy domináns birodalom marad a versenyben a leginkább kiegyensúlyozott birodalmi versenyben). Vizsgálatomban ez az összességében legnagyobb SNR nyereséghez tartozó csatorna súlyfaktorok értékeit eredményezik.

Az ICA algoritmus folyamatát a diverziti vételre adaptált jellemzők megjelenítésével a 3.11 ábra szemlélteti.

---

<sup>86</sup> IPA: Imperialist Competitive Algorithm – Birodalmi versenyzéses algoritmus



3.11 ábra. ICA algoritmus a vételi diverzitiben  
Forrás: Szerkesztette a szerző

### 3.2.2.3 Particle Swarm Optimization (PSO)

A Particle Swarm Optimization (PSO)<sup>87</sup> részecske-raj-optimalizálás egy populációalapú sztochasztikus optimalizációs algoritmus, amely egyes állatok, például madár-rajok vagy hal-rajok intelligens kollektív viselkedésén alapszik.

<sup>87</sup> PSO: Particle Swarm Optimization – Részecske raj optimalizálás

Az egyedek egy rajnak nevezett összessége lépésekben mozog egy területen. Az algoritmus minden egyes lépésnél kiértékeli a célfüggvényt minden egyes részecske esetében. Ezt az értékelést követően az algoritmus dönt az egyes részecskék új sebesség vektoráról. A részecskék ez alapján új pozíciót vesznek fel, majd az algoritmus újraértékeli a raj helyzetét.

A PSO algoritmusban minden egyes egyed a saját, valamint a csoport tudása alapján működik. Minden egyedet egy időpillanatban két fő jellemzője azonosítja: annak pozíciója és a sebessége. Minden egyes iterációban a legjobb pozícióra vonatkozó információk az egyedek között kölcsönösen kicserélődnek.

Minden egyes részecske bizonyos mértékig vonzódik az általa eddig talált legjobb helyhez, valamint a raj bármelyik tagjának legjobb helyéhez. Néhány lépés után a populáció egyesülhet egy hely körül, vagy egyesülhet néhány hely körül, vagy tovább mozoghat. [122]

A pozíciók súlyfaktorok és SNR változás sebesség vektor megfeleltetéssel, iterációs eljárással megoldás kereshető az optimális súlyfaktorok számítására.

A fentiekben említett evolúciós módszereken túl – elméleti síkon – számos más, algoritmus alapú megközelítés is lehetséges.

A heurisztikus módszerek algoritmus alapú alkalmazása új megközelítésével, széleskörű lehetőségeket nyithat a diverziti vétel során jelentkező jelkombinációs eljárásokban. A konvencionális eljárásokkal szembeni előnyük a diverziti áganként dedikált vevők alkalmazásának szükségtelenségében jelenik meg. Természetesen, ezen módszerek elvi alapjához követelményként hozzátartozik, hogy alkalmazásuk csak koherens jelek esetén lehetséges, ezért peremfeltételként jelenik meg a bemeneti jelek kötelező fáziskiegyenlítése.

Összegezve a kutatásba bevont jelkombinációs módszerek jellemzőinek összefoglalását, az egyes jelkombinációs módozatok rendszerezett ismérveit a 3.2 táblázat tartalmazza.

Jelkombináció megnevezése	Típus	Döntés elve	Fázis-kiegyenlítés szükségessége	Ágankénti dedikált SNR mérési igény	SNR <sub>out</sub> értéke	Megvalósíthatóság
SC Selection Combining	Konvencionális	pillanatnyi legjobb SNR érték	nem	nem	max(SNR <sub>i</sub> )	egyszerű
SSC Switching combining	Konvencionális	bemenetek ciklikus lekérdezése	nem	igen	$\gamma_T$ küszöbszint	bonyolult

<b>MRC Maximum Ratio Combining</b>	Konvencionális	bemenetek súlyozott figyelembevétele	igen	igen	$\sum_{i=1}^M \gamma_i$	csatornánkénti vevő
<b>EG Equal Gain combining</b>	Konvencionális	bemenetek azonos súlyozású figyelembevétele	igen	nem	min(SNR <sub>i</sub> )	bonyolult
<b>GA Genetic Algorithm</b>	Heurisztikus	evolúciós algoritmus	igen	nem	a kutatásban nem vizsgált	a kutatásban nem vizsgált
<b>ICA Imperialist Competitive Algorithm</b>	Heurisztikus	evolúciós algoritmus	igen	nem	a kutatásban nem vizsgált	a kutatásban nem vizsgált
<b>PSO Particle Swarm Optimization</b>	Heurisztikus	evolúciós algoritmus	igen	nem	a kutatásban nem vizsgált	a kutatásban nem vizsgált

**3.2 táblázat Jelkombinálás módszerek tulajdonságai**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Kutatásomban a diverziti vételek valós mérési adatai a demodulált és dekódolt közlemények szintjén jelennek meg. Jelkombinációs szempontból az általam alkalmazott off-line közösítési eljárás (alapsávi és egyidejűleg vevő diverziti) a fenti jelkombinálási módszerek közül megközelítőleg az SC Selection Combining módszernek feleltethető meg, ezért vizsgálataimat ebben a kategóriában értelmezem.

### 3.3 Diverziti jelkombinációs módszerek szimulációs vizsgálata

A jelkombinációs módszerek kvantitatív vizsgálatát olyan jellemzők elemzésével lehetséges és célszerű végezni, amelyek egyértelmű és értékelhető mennyiségi adatokat szolgáltatnak az eljárás hatékonyságáról. A diverziti eljárások definiált feladata a lehetséges többcsatornás vétel alapján olyan kimeneti jel előállítás, amely információ átviteli jellemzőiben magasabb értéket képvisel, mint az egyes csatornák saját jellemzői. Ez alapján az eljárás hatékonyságát a bemeneti és kimenő jel paramétereinek összevetésével lehetséges mérni.

### 3.3.1 Vizsgálati jellemzők meghatározási módszertana

A jelek jellemzői lehetnek (amplitúdó, frekvencia, fázis információk, sávszélesség, modulációs mód, illetve az alapjellemzőkből származtatható magasabb szintű leírók, mint pl. spektrális hatékonyság, jel-zaj viszony. Digitális átviteli rendszerek esetén a rendszer (jelen esetben a jelközösítő) „jóságát” minősítő QoS<sup>88</sup> – mint minőségi jellemző – kutatásomban célszerűen a jel SNR<sup>89</sup> értékével összefüggő BER<sup>90</sup> bithibaarány értékével vizsgálható a gyakorlatban.

A digitális kommunikációban vagy adatátvitelben a különböző digitális modulációs sémák BER bithibaarány teljesítményének összehasonlításakor előnyösen alkalmazható az  $E_b/N_0$ <sup>91</sup>, az egységnyi bitidőre jutó hasznos jelenergia és zaj spektrális teljesítménysűrűségének aránya. Az  $E_b/N_0$  közvetlenül a rendszer teljesítményhatékonyságát jelzi, tekintet nélkül a moduláció típusára, a hibajavító kódolásra vagy a jel sávszélességére (beleértve a szórt spektrum használatát is). Az  $E_b/N_0$  sávszélességtől független jellemzőként a jel normalizált jel-zaj arány (SNR) vagy „bitenkénti SNR” értéket adja meg.

Ha azonban a jel sávszélessége jól meghatározott, akkor az  $E_b/N_0$  is egyenlő a adott sávszélességen értelmezett SNR jel-zaj viszony érték és a link „bruttó” spektrális hatékonyságával (bit/s-Hz-ben), ahol a bitek ebben az összefüggésben a hasznos információ adatbitekre vonatkoznak, függetlenül a hibajavításból adódó járulékos sávszélességtől és a moduláció típusától. [123]

Az  $E_b/N_0$  értéket interferencia korlátozott csatornákon körültekintően kell használni, mivel alkalmazásánál a teljes csatorna sávszélességben additív fehér zajt (állandó  $N_0$  zajsűrűséggel) feltételezünk, viszont az interferencia nem mindig zajszerű. A szórt spektrumú rendszerekben az interferencia eléggé zajszerű ahhoz, hogy  $I_0$ -ként ábrázolható legyen, és hozzáadva az  $N_0$  termikus zajhoz, az  $E_b/(N_0 + I_0)$  teljes arányt kapjuk. [124]

Fentiek alapján a diverziti módszerek elemzését az alábbi jellemzők vizsgálatával folytathatjuk:

#### Diverziti ágak számának hatékonysági vizsgálata

- kimeneti SNR jel-zaj viszony vagy jel-zaj viszony nyereség változása a diverziti ágak számának függvényében;

---

<sup>88</sup> QoS: Quality of Service – Szolgáltatás minőség

<sup>89</sup> SNR: Signal to Noise Ratio – Jel-zaj viszony

<sup>90</sup> BER: Bit Error Rate – Bithibaarány

<sup>91</sup>  $E_b/N_0$ : Ratio of Energy per Bit ( $E_b$ ) to the Spectral Noise Density ( $N_0$ ) – Bitidőnyi energia és a zajteljesítmény spektrális eloszlásának, azaz az egységnyi sávszélességre eső zajteljesítmény aránya. Mértékegysége az SI mértérendszerben [W/Hz], amely megfeleltethető a [Ws] vagy [Joule] mértékegységeknek is.

### **Kimeneti SNR érték és $E_b/N_0$ kapcsolata**

- BER bithibaarány változása az  $E_b/N_0$  függvényében különböző rádiócsatorna modelleken vizsgálva;

### **Antenna diverziti távolságának vizsgálata**

- antennák diverziti távolságának hatása az időtartományú viselkedésre;
- antennák diverziti távolságának hatása a kimeneti SNR értékre;
- antennák diverziti távolságának  $\lambda$  nagyságrendű vizsgálata;

### **Módszer szintű elemzés**

- diverziti módszerek azonos jellemzőinek összehasonlító értékelése;
- diverziti nyereségek módszerenkénti összevetése;
- diverziti hatékonyságok relatív viszonyainak elemzése;
- diverziti nyereségek vizsgálata a csatorna ágak relatív teljesítménye függvényében;

### **Egyéb lehetséges vizsgálati megközelítések**

- elméleti és szimulált értékek összevetése;
- modulációs módok diverziti összehasonlítása a csatorna modellek függvényében (Rayleigh, Rician, AWGN<sup>92</sup>).

A fenti vizsgálati szempontokhoz a további módszertani célkitűzéseket határoztam meg:

- a szimuláció egyértelmű összefüggések kimutatását célozza meg;
- determinisztikus összefüggések esetén a bemenő és kimenő értékek között stacionárius összefüggések állnak fenn, ezért a modell vizsgálatkor elégséges egy darab szimulációs ciklus lefuttatása;
- empirikus modelleknél (pl. modulációtól függő), vagy olyan esetekben, ahol a szimuláció során a bemeneti és kimeneti jelek valamilyen saját, valószínűségi leírással rendelkeznek (pl. bemeneti jel álvéletlen modulációs tartalommal) a szimulációs

---

<sup>92</sup> AWGN: Additive White Gaussian Noise – Additív Gaussi eloszlású fehérzaj

eredmények szórási képe megállapításához többszörös szimulációs lefutás alkalmazása indokolt;

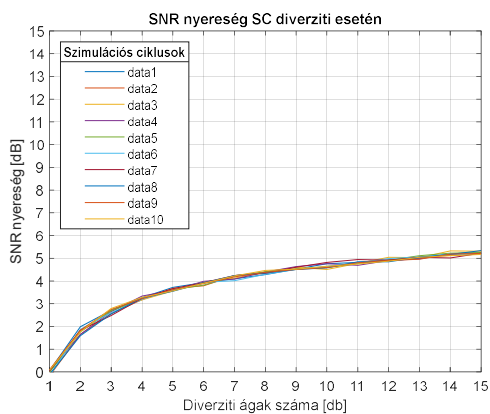
- az eredmények áttekinthetősége érdekében a grafikus megjelenítést célszerű előnyben részesíteni.

Az egyes jellemzők vagy jellemző csoportok vizsgálatához a MatLab szimulációs környezetet választottam. A szimulációkhoz készített kódok szkripjeit az 5. számú melléklet tartalmazza.

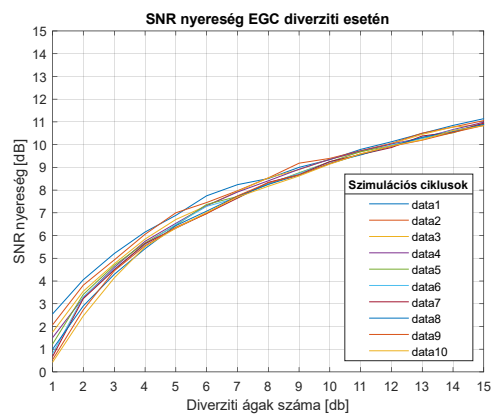
### 3.3.1.1 SNR nyereség változása a diverziti csatornaszám tükrében

Az elméleti diverziti jellemző szimulációs vizsgálatát egy általános, viszonylag egyszerű modellben végeztem, ahol az SNR változás jellemzőit hasonlítottam össze Rayleigh eloszlású csatornamoddellen a legegyszerűbb digitális moduláció (BPSK) alkalmazásával.

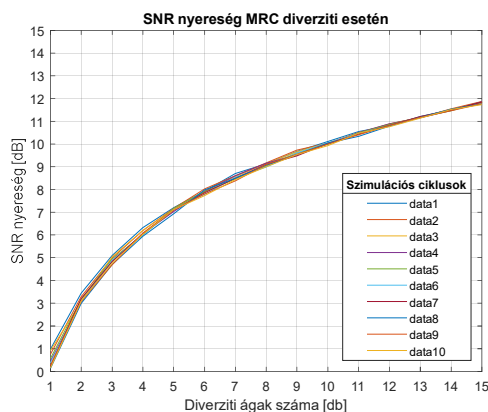
A különböző kombinációs módok jel-zaj viszonyainak alakulását a diverziti ágak számának függvényében a 3.12 és 3.13 ábrák összegzik.



(a)



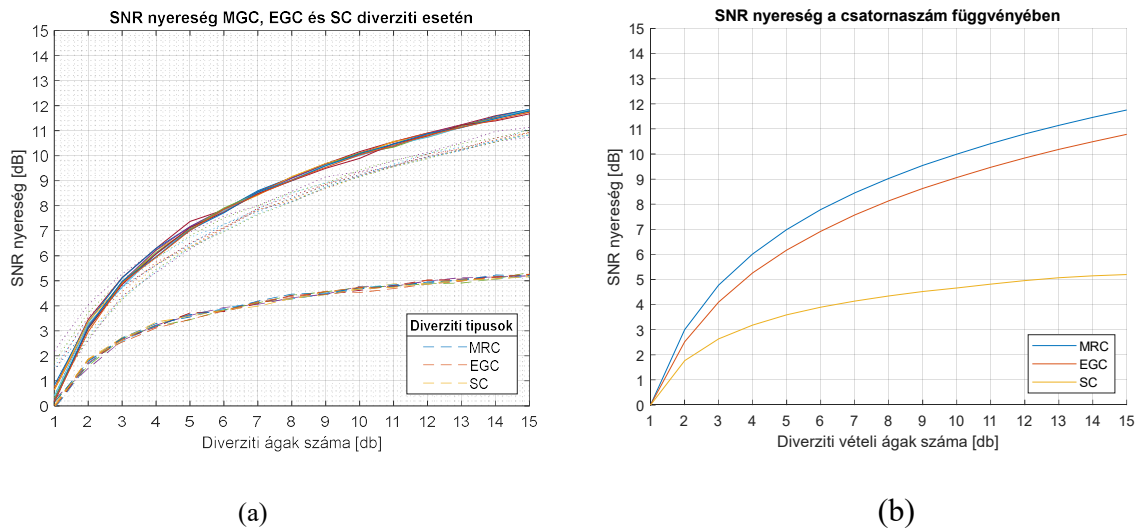
(b)



(c)

3.12 ábra. Diverziti nyereség a diverziti vételi ágak száma függvényében (a.,) SC, (b.,) EGC és (c.,) MRC jelkombinálás esetén

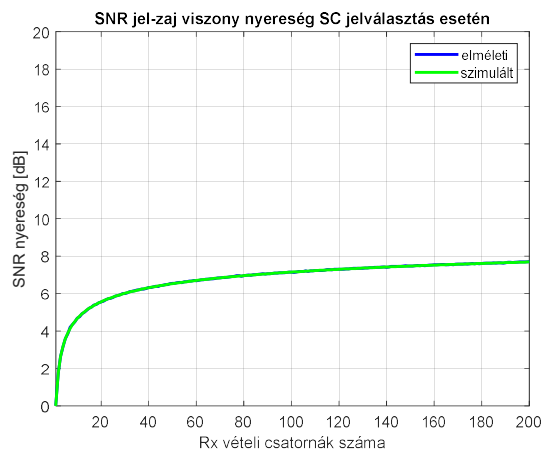
Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>®</sup> (BPSK\_SC\_EGC\_MRC\_AWGN\_SNR\_vs\_nRX.m)



3.13 ábra. Diverziti nyereség a diverziti vételi ágak száma függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálás (a.,) empirikus, (b.,) determinisztikus modellezés esetén

Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>®</sup> (BPSK\_SC\_EGC\_MRC\_AWGN\_SNR\_vs\_nRX.m), (SNR\_divcsatszam.m)

Elméleti szempontból vizsgálva, a diverziti ágszám növelésének hatása már alacsony értékek esetén is tendenciózus hatékonyságváltozást jelez előre. A determinisztikus és empirikus leírasmódok is igazolják, hogy térdiverziti esetén elméleti és erőforrás oldalról is jelentősen limitáltak a nyereségnövelés lehetőségei. A feldolgozási ágak számának mérték nélküli növelése messze nem eredményezi a befektetett erőforrások és ráfordítások rentábilis megtérülését. (3.14 ábra)



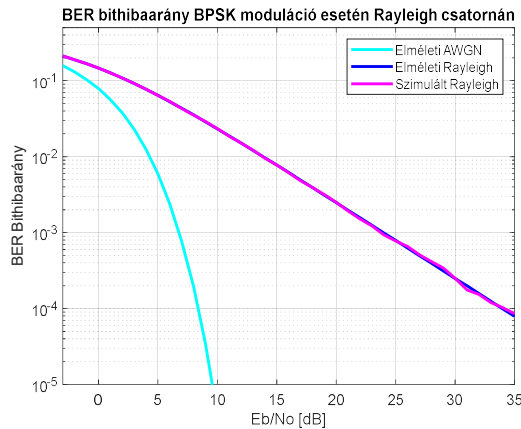
3.14 ábra. SC diverziti nyereség elméleti és szimulációs értéke a diverziti ágak számának függvényében

Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>®</sup> (SC\_SNR\_novekmeny.m)



### 3.3.1.2 BER bithibaarány változása az $E_b/N_0$ függvényében

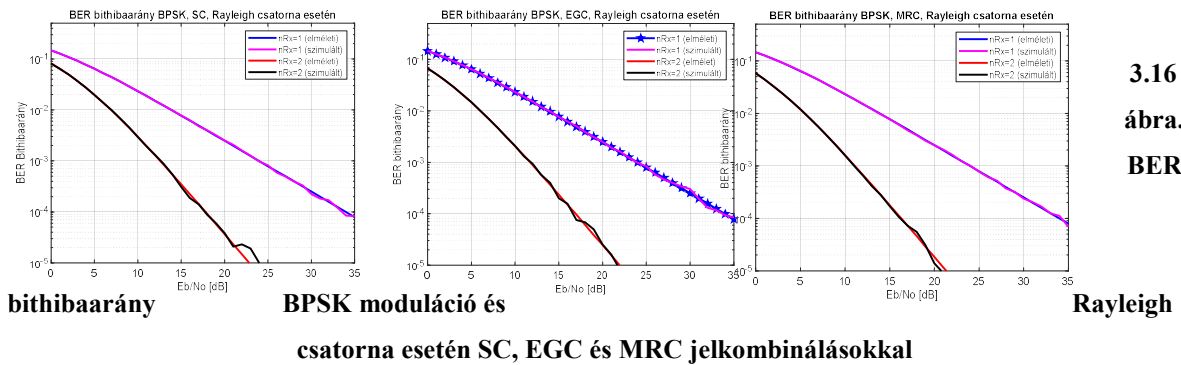
BER bithibaarány változása az  $E_b/N_0$  függvényében különböző rádiócsatorna modellek összevetése szemléletesen tükrözi az egyes modellek átviteli sajátosságait. Ennek keretében a Rayleigh csatornamodell elméleti és szimulációs átviteli karakterisztikáját a 3.15 ábrán mutatom be. Összevetésnek az ábra tartalmazza az elméleti AWGN görbét is.



**3.15 ábra. BER bithibaarány BPSK moduláció és Rayleigh csatorna esetén AWGN viszonyítással**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, [125] alapján**

Az ábrán egyértelműen látható a két csatornamodell átviteli képességének különbsége, egy adott bithibaarány biztosítása AWGN modell esetén már sokkal alacsonyabb jelzajviszony esetén is lehetséges [126], [127],

Hasonló átviteli vizsgálatot végezve Rayleigh-csatorna esetén, BPSK modulációval, a különböző (SC, és EGC) jelkombinációk esetén a 3.16 ábrát kapjuk. Az egy átviteli utas és két diverziti vételi ágra szimulált eredmények is alátámasztják, hogy már két diverziti vevő alkalmazása is közel akkora vételi „nyereséget” eredményez, mint amekkora egy vételi ág esetén a Rayleigh és AWGN modell között kimutatható.

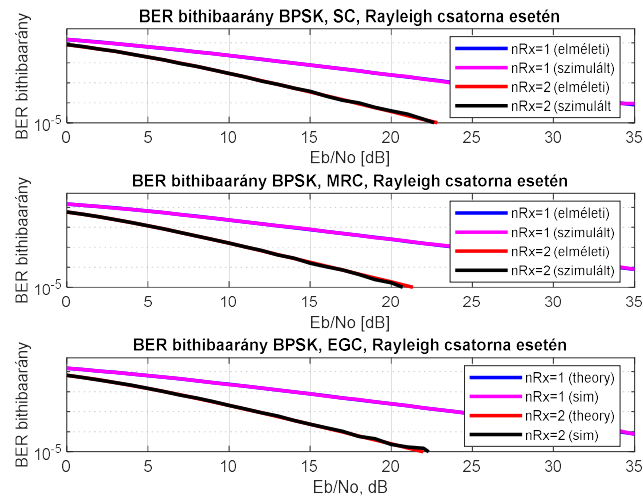


**3.16 ábra. BER**

**csatorna esetén SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal**

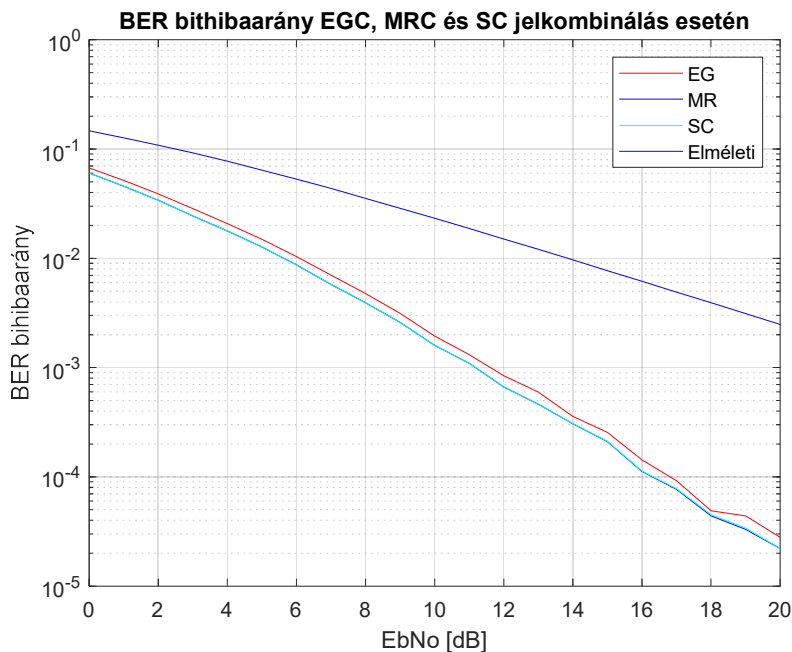
**Forrás: Szerkesztette a szerző, [125] alapján**

Az SC, MRC és EGC jelkombinációk összevethető grafikai megjelenítését azonos típusú (itt Rayleigh) csatorna esetén, egy és két vételi ággal a 3.17 ábra, valamint összefoglaló megjelenítésüket a 3.18 ábrák tartalmazzák:



**3.17 ábra. BER bithibaarány BPSK moduláció és Rayleigh csatorna esetén SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal**

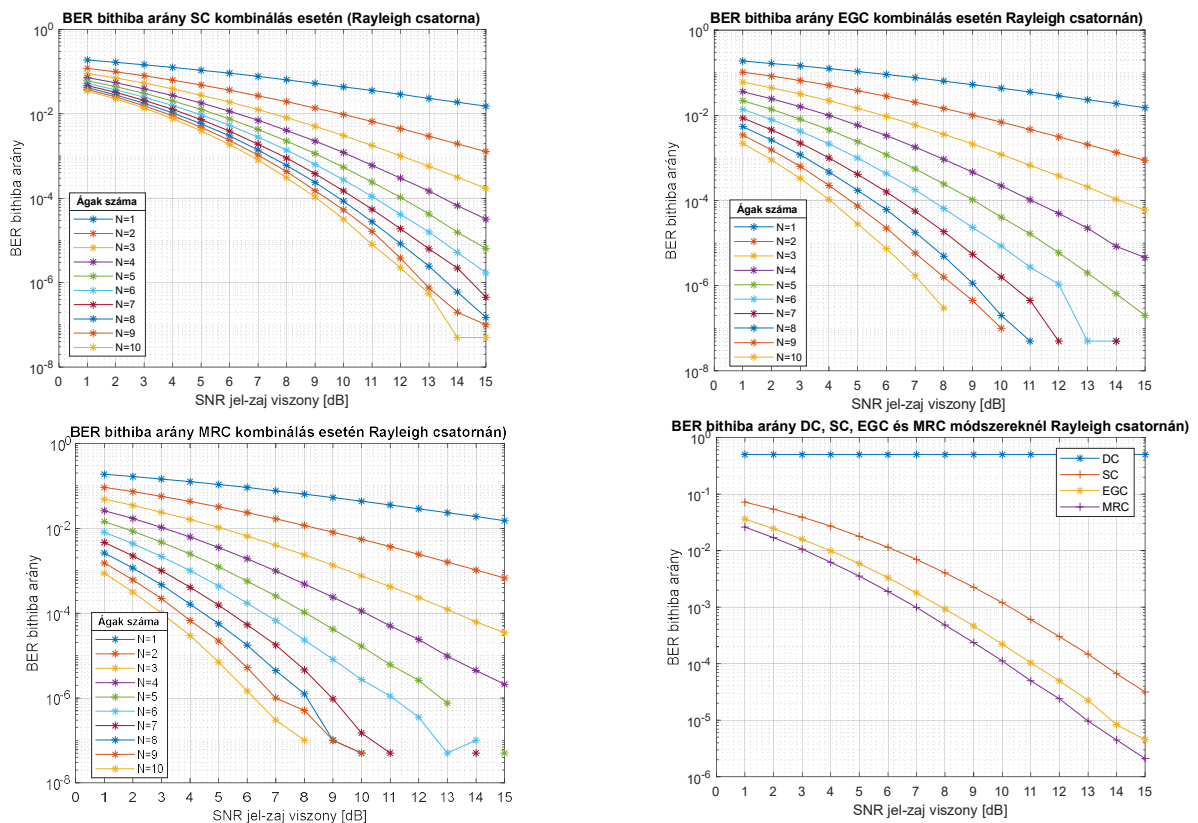
Forrás: Szerkesztette a szerző, [125] alapján



**3.18 ábra. BER bithibaarány, EGC, MRC és SC jelkombinálásokkal**  
Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>®</sup> (BER\_EGC\_MRC\_SC.m)

A szimulációs modelleknél a csatorna paraméterek valószínűségi számításához a Monte Carlo<sup>93</sup> módszert alkalmaztam, amelynek előnye, hogy a bemeneti modulációs tartalmat álvéletlen számokkal előállítva az eredmény hibája a szórás számításával történhet.

A fenti elemzéseken túl érdemes még megvizsgálni, hogy az összefüggések hogyan viselkednek különböző jelkombinációs mód esetén a diverziti csatornaszám emelésének függvényében. Az SC, EGC és MRC eljárások eredményeit 1-10-ig terjedő diverziti vételi ág esetén a 3.19 ábra szemlélteti.



**3.19 ábra. BER bithibaarány SNR függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>®</sup> (QPSK\_BERvsSC\_EGC\_MRC\_Rayleigh\_Rice\_.m)**

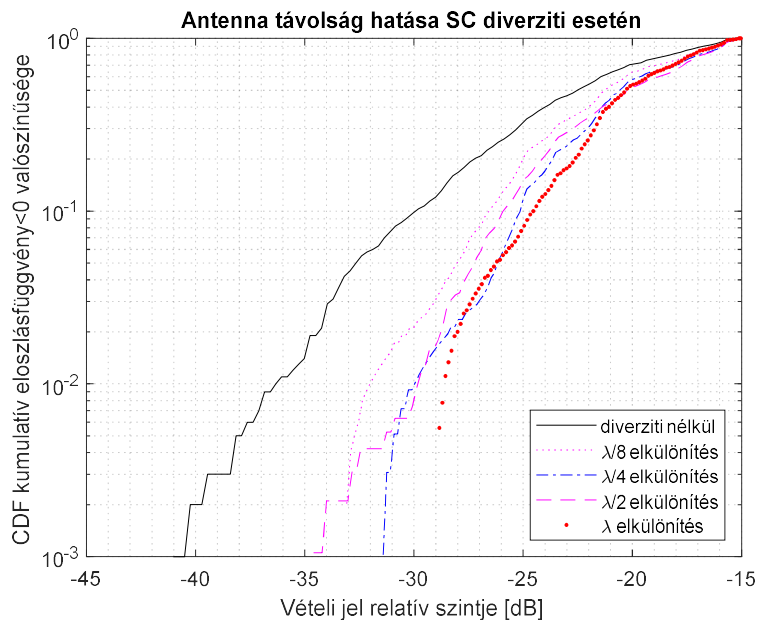
Látható, hogy az ágak számának növelésével a hozadék egyre kisebb mindegyik kombinációs módszernél. Ugyanakkor a szimulációs eredmények is alátámasztják, hogy diverziti nyereség szempontjából a (növekvő) hatékonysági sorrend a kombinációs eljárások között: SC, EGC és MRC.

<sup>93</sup> Monte Carlo: Sztochasztikus szimulációs módszer. Eredetileg Nicolas Metropolis fejlesztette ki fizikai modellezések kapcsán (sűrű folyadékok viselkedésének szimulációjára). Nevét onnan kapta, hogy a módszerrel generált véletlenszámok szerencsejáték modellek matematikai szimulációjára is alkalmas lehet, mint például a rulett.

Érdekessége ez utóbbi ábráknak, hogy az ilyen minőségű grafikus eredmény eléréséhez a szimulációs ciklusszámot milliós nagyságrendbe volt szükséges beállítani egy viszonylag erős (AMD 3600x 6 magos, 16 GBRAM, M.2 SSD drive) hardver és Windows 10, MatLab 2022b szoftver platformon. A négy ábraelem szimuláció lefutási időigénye így is több, mint 4 órára adódott.

### 3.3.1.3 Vevőantennák távolságának hatása

Diverziti hatékonyság szempontjából szimulációs szinten vizsgálandó a diverziti antennák egymástól mért fizikai távolságának hatása is. (3.20 ábra)



**3.20 ábra.**  $\lambda$ -szintű diverziti távolság hatása SC jelkombinálás esetén  
**Forrás:** [128] alapján szerkesztette a szerző

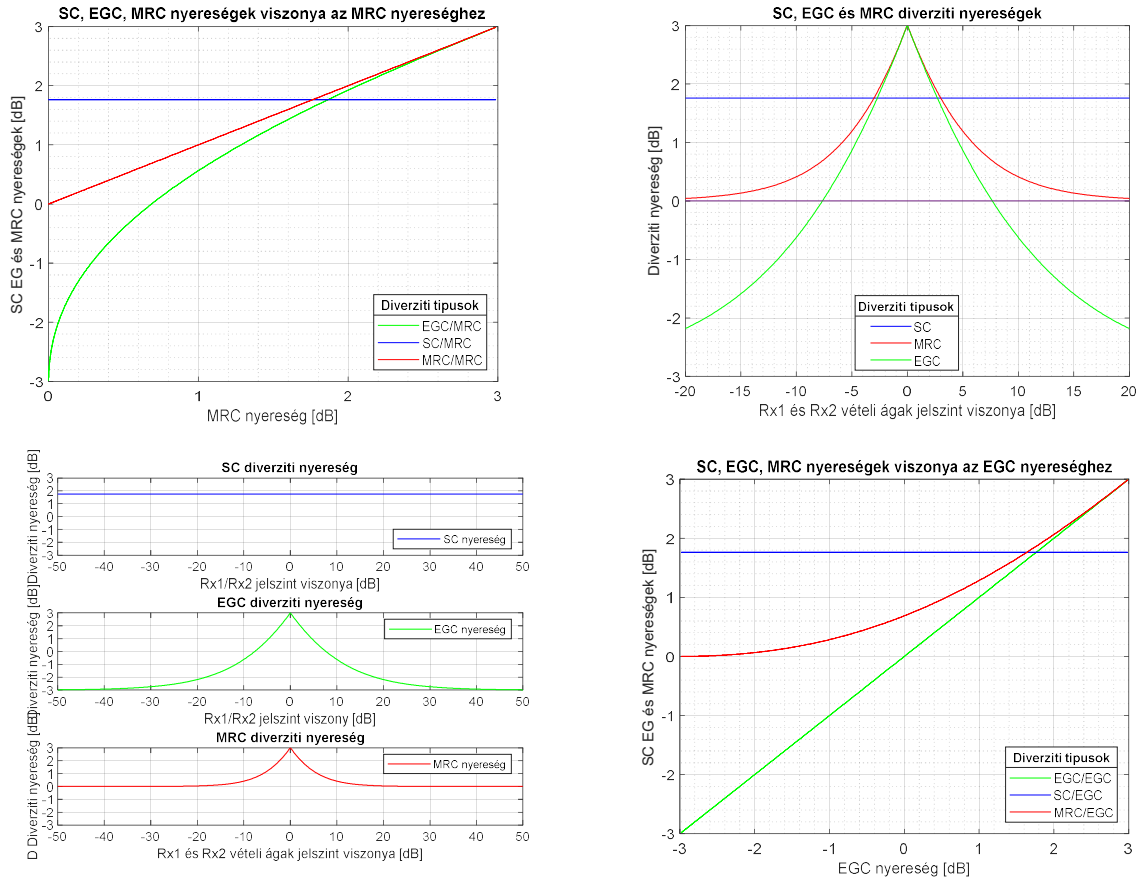
Az SC jelválasztás esetén látható, hogy a nyereség változás  $\lambda/8$ -ad távolságig a domináns, majd ettől jobban növelve a diverziti távolságot, a hozadék egyre kevesebb.

### 3.3.1.4 Jelkombinálás szintű keresztelemzés

Fenti vizsgálataim során az egyes jelkombinációs módszerekről alapvetően az egyébként szakirodalomban elterjedt bithibaarány-jel-zajviszony tengelyek mentén végeztem szimulációs vizsgálatot.

Felmerült bennem a felvetés, hogy lehetséges-e és olyan informatív eredményeket tud-e biztosítani egy megjelenítés vagy megjelenítések, amelyekben nem az egyes kombinációs módok azonos paraméterek mentén történő elemzését végzem, hanem az egyes eljárások

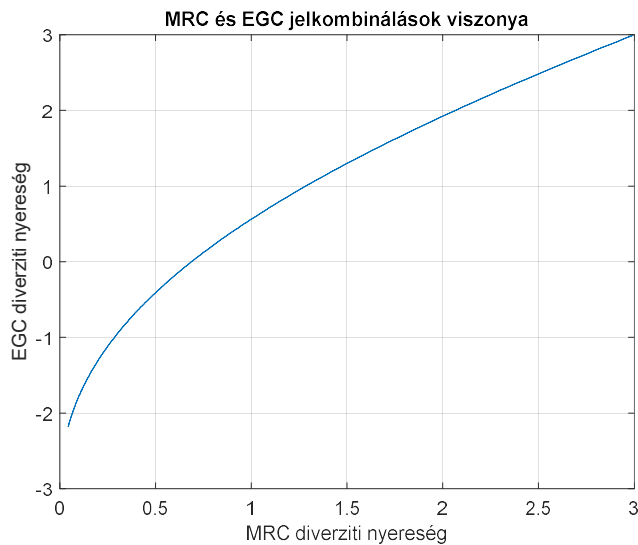
nyereségét vizsgálom a diverziti ágak jelszintjének függvényében. Hasonlóképpen felvetődik, hogy az eljárások saját nyereségeinek egymáshoz viszonyított értékelése eredményez-e új hasznosítható értéket. A szakirodalomban ilyen jellegű közelítésekkel nem találkoztam, ezért készítettem egy új perspektívájú kiértékelési megjelenítést, amelyet a 3.21 ábra tartalmaz.



**3.21 ábra. Diverziti nyereségek relatív viszonya SC, EGC és MRC jelkombinálások esetén**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>®</sup> (SC\_EGC\_MRC\_divnyereseg\_viszonya.m)**

Az ábrák két diverziti ág esetén mutatják be a fent jelzett hiányosságokat, újszerű elemzési módszerelemeket. Látható, hogy a technikai megvalósítás szempontjából lényegesen egyszerűbb SC eljáráshoz képest az EGC és MRC módok érzékenységgel bírnak a diverziti ágak jelzajviszonyzint különbségére. Annak ellenére, hogy ez az érzékenységi meredekség EGC és MRC esetén is azonos a 0 értéknél, mégis, a különbség növekedésével jelentős eltérést mutatnak egymáshoz képest is. A nyereségek relatív összevetése is mutatja, hogy az EGC csak bizonyos SNR különbség értékig képes pozitív nyereség értéket produkálni, míg az MRC (bár az is maximum csak 3 dB elméleti diverziti nyereséget hoz) azonban semmilyen nagyobb csatorna eltérés esetén sem eredményez „negatív nyereséget”.

A két komplexebb kombinációs technika egymáshoz viszonyított relatív alakulását a 3.22 ábra mutatja:



**3.22 ábra. MRC és EGC diverziti nyereségek viszonya**  
Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab© (MRC\_vs\_EGC\_divnyereseg viszonya.m)

### 3.4 Következtetések

A diverziti vételek elméleti hatékonysága alapvetően az alkalmazható jelkombinálási eljárások elméleti vizsgálata alapján lehetséges. A konvencionális jelkombinációs technikák közül térdiverziti esetén az SC, EGC és MRC módszerek jöhetnek többnyire szóba.

A jelkombinálási eljárások vizsgálatára bemutatott szimulációs vizsgálataim igazolták hogy a SNR nyereség változása a diverziti csatornaszám függvényében egyértelmű pozitivitást mutat. Ugyanakkor a szimulációk azt is igazolták, hogy e tekintetben a legnagyobb növekményt az első járulékos ág rendszerbe integrálása hozza, a további ágszám növelés fajlagosan egyre kevesebb hozadékkal bír. Emiatt térdiverziti esetén elméleti és erőforrás oldalról is jelentősen limitáltak a nyereségnövelés lehetőségei.

A bithibaarány és bitidőnyi SNR különböző csatorna modelleken vizsgálva hasonló tendenciákat mutat, de az AWGN és Rayleigh-csatornákat összevetve, az AWGN kedvezőbb értékeivel.

A csatornaparaméterek valószínűségi szimulációs vizsgálatához alkalmazott Monte Carlo módszer álvéletlen bemeneti modulációs bitsorozat esetén alkalmas a diverziti csatorna

vizsgálatok szimulációs algoritmusaként. A vizsgálatok eredménye azt is igazolta, hogy nagyobb számú vételi ág és több típusú jelkombinációs módszer egyidejű vizsgálatakor a kiértékelhető eredmények megjelenítéséhez  $10^6$  nagyságrendű szimulációs ciklus futtatását igényli, ami jelentősen megnövekvő számítási kapacitás igényt jelent.

A diverziti vételi antennák távolságának növelése a diverziti nyereség szempontjából  $\lambda/8$ -ad távolsáig meghatározó, afölött a nyereség növekmény meghatározóan csökken.

Az általam bemutatott, szakirodalomban eddig nem ismert kombinálás szintű keresztelemzés értékelhető és újszerű információk egyszerű kimutathatóságára ad lehetőséget. A kombinációs módok egymáshoz viszonyított nyereségérzékenysége az SNR változás függvényében ezzel a módszerrel egyszerűen és szemléletesen, míg a konvencionális korábbiakban használt azonos paraméter alapú összehasonlításokkal nem volt kimutatható.

A fejezetben bemutatott térdiverziti alapú kombinációs eljárások vizsgálatára kidolgozott és továbbfejlesztett szimulációs eljárási rendszer a korábbiaknál részletesebb értékelési lehetőséget biztosít a diverziti vizsgálatokhoz.

## 4. HÁROM SZENZOROS DIVERZITI VÉTEL VALÓS IDEJŰ TEREPI VIZSGÁLATA

A 3. fejezetben ismertetett elméleti szimulációs modellek gyakorlati mérésekkel történő összevetése választ adhat arra a kérdésre, hogy Magyarország területén megvalósítható-e egy emelt hatékonyságú, diverziti alapú stratégiai adatgyűjtő rendszer.

### 4.1 Gyakorlati diverziti mérés

A valós terepi mérések elvégzésének céljaként az előre definiált sávtartományban jelentkező, ismert adástípusú forgalmazások többnapos folyamatos rögzítését tűztem ki célul, annak érdekében, hogy a mérés eredményeként kiértékelhető és jövőbemutató következtetések legyenek megállapíthatók egy egyszerűsített hárompontos diverziti vétel hatékonyságának megállapítására. A mérések során új források felderítése nem képezte célját a vizsgálatnak, a közlemények gyűjtése előre meghatározott modemes (digitális) adástípusok vételére koncentrált.

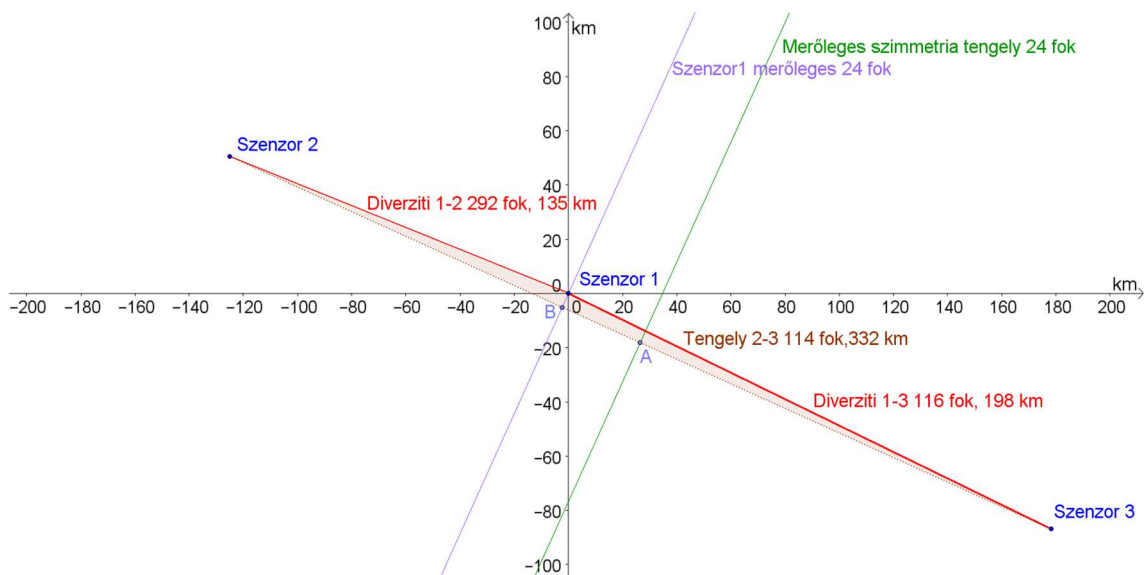
#### 4.1.1 Mérési elv és elrendezés

A mérési elrendezés kialakítása során szükségesnek láttam megtervezni egy olyan mérőpont konfigurációt, amely a következő szempontoknak felel meg:

- Magyarország földrajzi területén megvalósítható;
- térdiverziti mérések végzésére alkalmas;
- a szenzorok geometriai elrendezése lehetőleg szimmetrikus, vonalas jellegű;
- ideiglenes működtetése a nemzetbiztonsági feltételeknek megfelelő.

Az infrastrukturális kialakítási lehetőségek figyelembevételével az elméleti optimális megoldástól némileg eltérő, azonban ahhoz közelítő földrajzi, geometriai kialakítást sikerült elérni. (4.1 ábra)





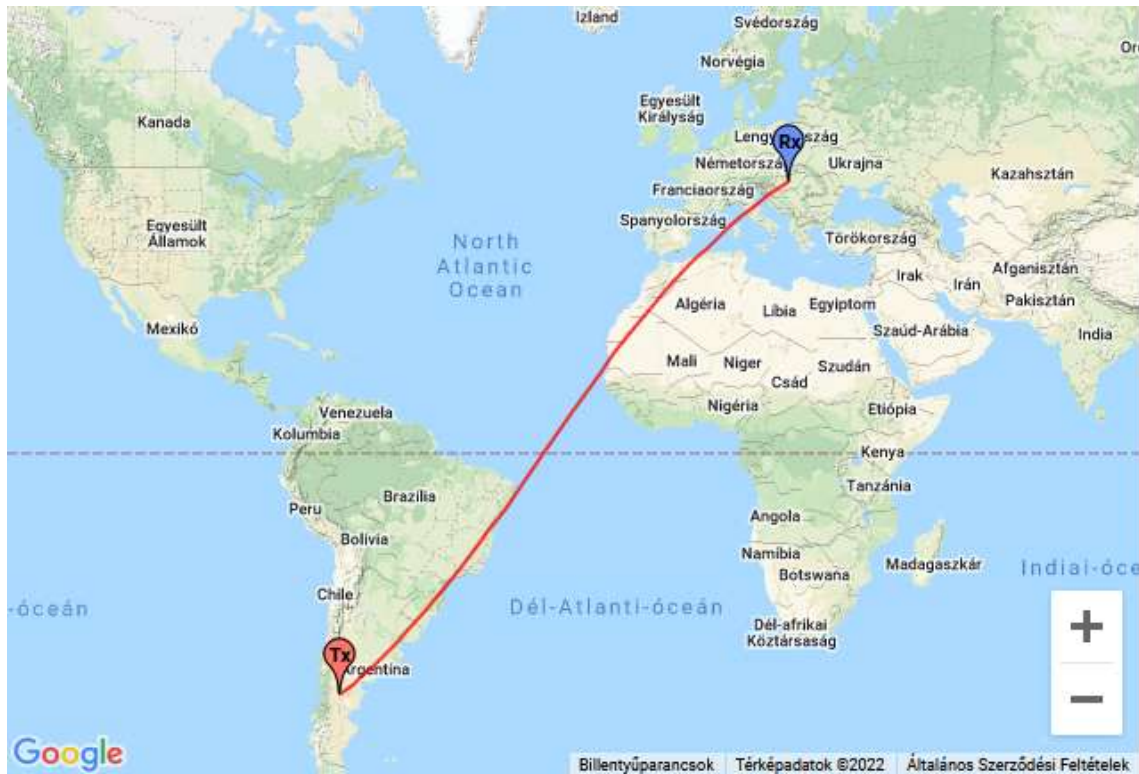
**4.1 ábra. Diverziti mérés földrajzi-geometriai elrendezése**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, GeoGebra<sup>®</sup> alkalmazással**

Az ábra szemlélteti, hogy a sorvonalas elrendezés minimális eltéréssel kialakíthatóvá vált. A Szenzor1-2 és Szenzor1-3 tengelyek eltérése 4 fok, amelyeket gyakorlatilag megközelít a Szenzor2-3 nagytengely egyenese.

Az elrendezés elméleti merőleges szimmetria tengelye Szenzor1 telephelytől mintegy 29 km-es aszimmetriát jelent, míg a központi Szenzor1-nek az A és B pontokon átmenő elvi merőlegetől való eltérése 4,7 km-re adódik. Tekintettel Szenzor2 és Szenzor3 mintegy 330 km-es távolságára a végül kialakításra került elrendezés közelítőleg teljesíti az előzetes tervekben lefektetett elveket.

Egy tipikus átlagos irányszögű és nagyobb távolságú összeköttetés földrajzi elrendezését a 4.2 ábra szemlélteti.

Az elrendezés kialakításánál az elméleti követelmények teljesítése mellett meghatározó volt a rendelkezésre álló, igénybe vehető ingatlanok földrajzi pozíciója is. Ennek tükrében sikerült egy közel optimális elrendezésben végrehajtani a méréseket.



4.2 ábra. Nagytávolságú vételi összeköttetés tervezése  
 Forrás: Szerkesztette a szerző, <https://soundbytes.asia/proppy/p2p> alapján

#### 4.1.2 Mérések peremfeltételeinek vizsgálata

Mérések megtervezési mozgásterét számos peremfeltétel határozta meg:

- mérési cél pontos meghatározása;
- méréshez szükséges három szenzor magyarországi kiépítésének infrastrukturális korlátai;
- diverziti típusának megvalósíthatósági keretei;
- a mérésbe allokálható rádióvevő és rögzítő készülékek technikai képessége és darabszáma;
- rendelkezésre álló antennák fajtája, típusa és sáv tartományi jellemzői;
- a vizsgált adások típusának meghatározása a mérésben rendelkezésre álló modem eszközök vonatkozásában;
- a mérés lefolytatásának időkorlátai;
- a mérésbe bevonható humán erőforrás korlátai;
- egyidejű, online kiértékelhetőség megvalósításának feltétel hiánya;
- a rögzítmény gyűjtés és rögzítmények kiértékelésében közreműködő állomány eltérő képzettségi igényköre;

- rögzítendő adástípusok megfelelő megválasztása.

Figyelembe véve a diverziti mérés földrajzi elrendezéséhez rendelkezésre álló infrastrukturális lehetőségeket és a mérési helyszínek  $24^\circ/204^\circ$ -os merőleges főtengelyét, a vizsgálandó források körét a Magyarországról  $204^\circ \pm 30^\circ$  azimut irányszög alatt látható rádióforrások köréből választottam ki.

A mérések lefolytatását rádiótávírász és utóelemző munkatársak bevonásával, egyidejűleg három helyszínen, 7 munkanap időtartamban, folyamatos munkarendben szerveztem meg.

A logisztikai kitelepülési és lebontási feladatokat leszámítva a mérés megszervezésénél célkitűzés volt az öt teljes nap 24 órás adatgyűjtési időintervallum biztosítása.

A rögzítendő adások forrásaiként – alap célkitűzésként – döntő többségében ismert adás struktúrával, adástervvel és adástípussal rendelkező forrásokat határoztam meg.

Másodlagos forrásokként felhasználásra kerültek még olyan – a méréssel egyidőben, de nem célzottan a mérés keretében felderítésre került rádióforrások rögzítményei is, amelyek a vizsgált modem protokollok és vételi irányszögek szempontjából beilleszthetők voltak a rögzítési feldolgozási folyamatba. Ez utóbbi adások száma a feldolgozott anyagok vonatkozásában nem érte el az 5 %-ot.

A források kiválasztásánál szerepet játszott a méréshez rendelkezésre álló vételi antennarendszerek jellemzője, alkalmazhatósága, a vételi periódusban az adott sávtartományra előzetesen tanulmányozott terjedési jellemzők várható prognosztizált alakulása is.

A forrás kiválasztásnál továbbá kifejezetten nem volt szempont a számíthatóan jó/kiváló vételi minőségben elérhető adók jeleinek rögzítése, mivel ezek a diverziti vizsgálat szempontjából nem vagy kevés hozadékot szolgáltatott volna.

Alap kritériumként határoztam meg továbbá, hogy lehetőleg minél távolabbi, zajosabb vételi csatornán, az adott napszaki időszakokban vételi szempontból nem ideális jelforrások képezzék az elemzésre kerülő rögzítmények meghatározó hányadát.

#### **4.1.3 Vizsgálati terjedési modell megválasztási szempontjai**

A rövidhullámú sávtartomány ionoszférikus terjedésének számítására, összeköttetés tervezéséhez számos nemzetközi online felület áll rendelkezésre. Jelen tanulmánynak nem volt célkitűzése ezen források mélyreható vizsgálata, összevetése, ezért vizsgálatomban csak a legelterjedtebben használt alkalmazások eredményeit vettem figyelembe.

A mérési terv elkészítéséhez a következő RH hullámterjedés előrejelző platformok, adatbázisok felhasználási lehetőségeit vizsgáltam meg:

- NOAA Space Weather Prediction Center<sup>94</sup> [129];
- I-ESC Ionospheric Weather Expert Service Centre, <sup>95</sup> [130];
- VOACAP<sup>96</sup> [131];
- SWS<sup>97</sup> Space Weather Services [132];
- Proppy HF Propagation Prediction <sup>98</sup> [133];
- RSGB Online Propagation tools<sup>99</sup> [134];
- RadCom online Propagation Prediction Tools<sup>100</sup> [135];
- Hamwaves Real-Time HF Propagation Prediction Portal [136];

Fentiekén túl figyelembe vettem még az ITU Rec. ITU-R P.533-6 HF Propagation Prediction Method <sup>101</sup> RH terjedés előrejelző ajánlását is. Az ajánlás hullámterjedési alapú számításokat tartalmaz a maximum 7000 km összeköttetési távolságokig, valamint empirikus megközelítéseket ad a 9000 km távolság érték felett. A kettő közötti 7-9000 km távolságban a két számítási módszer ötvözetét alkalmazza.

Predikciós lehetőséget biztosít az E réteg kritikus frekvencia értékének becslésére, valamint az E és F2 rétegek LUF<sup>102</sup> és MUF<sup>103</sup> frekvencia értékeinek számítására a 2-30 MHz sáv tartományban. A számításokhoz alkalmazható tartalmi megközelítése alapján – elsősorban adóoldali tervezés szempontjából kamatoztatható, konkrét időintervallumra csak korlátozottan hasznosítható – elméleti szintű ajánlásokat tartalmaz. [137]

A szoftverek által szolgáltatott predikciós adatok alapján a diverziti vizsgálat során a vételi távolságok, azimut és elevációs irányszögek napszaki tervezéséhez a következő feltételeket definiáltam:

- a vételi távolságokból adódóan, általánosságban kizárólagosan csak antenna távolság számítás alkalmazása [138];

---

<sup>94</sup> NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration Space Weather Prediction Centre – Az Amerikai Egyesült Államok Atmoszféra Előrejelző Szolgálat

<sup>95</sup> I-ESC: Ionospheric Weather Expert Service Centre – Európai Űrügynökség Terjedés Előrejelző szoftvere

<sup>96</sup> VOACAP: Voice of America Coverage Analysis Program – Amerika Hangja lefedettség elemző szoftver

<sup>97</sup> SWS: Space Weather Services – Az Ausztrál kormány Meteorológiai Hivatala

<sup>98</sup> Proppy: Az ITU ITURHFPROP alapú terjedés szimulációs szoftver ITU-R P.533-14 ajánlás alapján

<sup>99</sup> RSGB: Radio Society of Great Britain – Egyesült Királyság Nemzeti Rádióamatőr Egyesülete

<sup>100</sup> RadCom: Az RSGB online terjedésszámító szoftvere

<sup>101</sup> ITU-R P.533-6: HF Propagation Prediction Method – Rövidhullámú összeköttetés paraméter számítási ajánlása

<sup>102</sup> LUF : Lowest Usable Frequency – Használható minimális frekvenciaérték

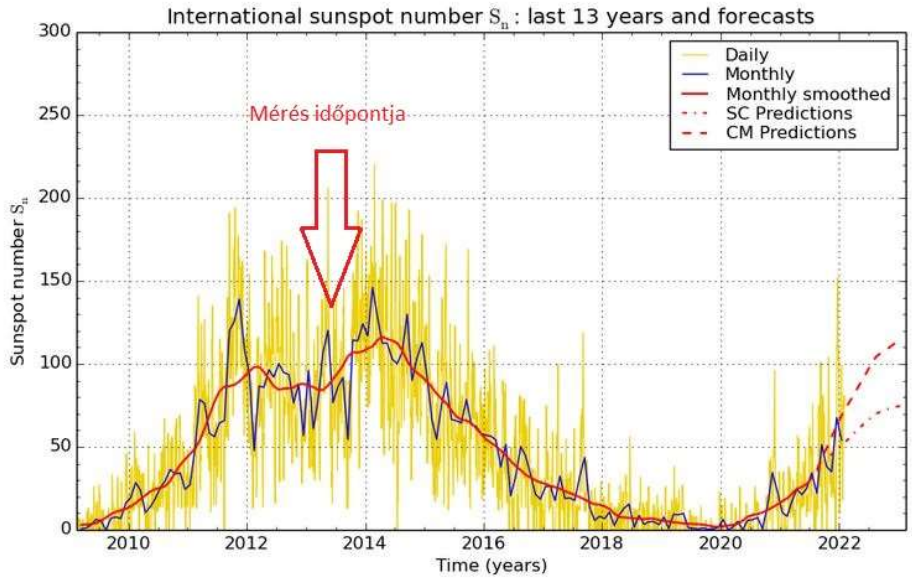
<sup>103</sup> MUF: Maximum Usable Frequency – Használható maximális frekvenciaérték

- 1R kategóriájú terjedés, egyszeres visszaverődésű ionoszférikus terjedési jellemzőkkel, nappali időszakban D, E, F1, F2, éjszakai időszakban E<sub>s</sub>, és F rétegű terjedést figyelembe véve került meghatározásra;
- nappali időszakban elsősorban D vagy E rétegű, egy vagy kétszeres reflexiójú 1D, 1D1D, 1E1D típusú összeköttetéseket céloztam meg;
- éjszaka az E<sub>s</sub> sporadikus E réteget, valamint az éjszakai masszív F réteget felhasználó többszörös visszaverődéses terjedést részesítettem előnyben;
- kora hajnali időszakban Magyarországról a délnyugati irányszögekre nagytávolságú vételi összeköttetések létesítéséhez előnyös 1F1E<sub>s</sub>1F, az E<sub>s</sub> sporadikus E réteget, valamint szintén az éjszakai F réteget felhasználó többszörös visszaverődéses nagytávolságú összeköttetésekkel terveztem;
- napnyugtát követő néhány órában az E<sub>s</sub> és F1 rétegekre alapozott egyszeres vagy többszörös terjedéssel számoltam.

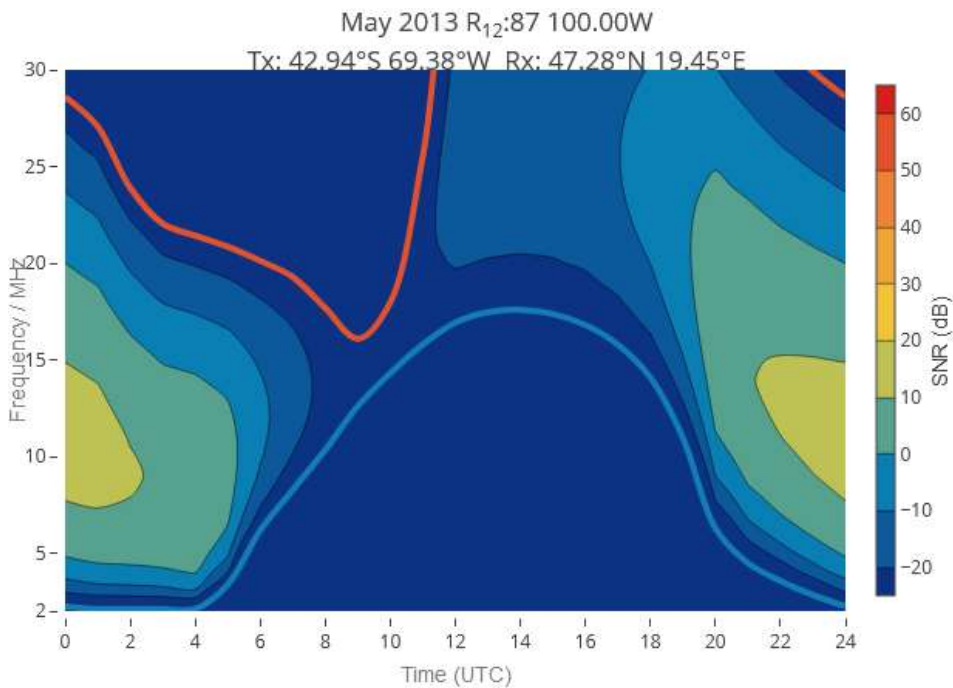
A mérési ütemezés elkészítésekor külön hangsúlyt helyeztem, arra, hogy az adatgyűjtések nappali és éjszakai időszakot is tartalmazzanak. Ebben jelentős kötöttséget adtak az alkalmazott antennák paraméterei, de így is sikerült úgy összeállítani a vételi tervet, hogy bár az alkalmazott antennák a rövidhullámú sávon belül is korlátozott sáv szélességgel rendelkeztek, de a működési frekvenciatartományon belüli tervezhetően elkülöníthető volt két különálló sáv tartomány, amelyek a mérés célkitűzései szempontjából lehetővé tették a célzott éjszakai és nappali idősávú adatgyűjtést.

Mivel a mérés kifejezett célja a „nem ideális” vételi körülmények vizsgálata volt, a források és frekvenciatartományok kiválasztásánál külön tekintettel voltam arra, hogy az adatgyűjtés során lehetőleg megfelelő számú „nem tökéletes” rögzítmény keletkezzen.

A mérések kivitelezési időszaka a nappali tevékenységek kifejezetten magasabb aktivitású időtartományára esett, ezért az ionoszféra állapotának meghatározása és a hullámterjedési viszonyok predikciós modellezése fokozott fontossággal bírt. (4.3 ábra)



**4.3 ábra. Napfolt tevékenység aktivitási eloszlása a mérés időszakában**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző, <https://www.bis.sidc.be/silso/dayssnplot> alapján  
 (Letöltve: 2018. 04.06.)



**4.4 ábra. BCR<sup>104</sup> és SNR előrejelzés a mérés idejére**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző, <https://soundbytes.asia/proppv/p2p> alapján  
 (Letöltve: 2018. 04.06.)

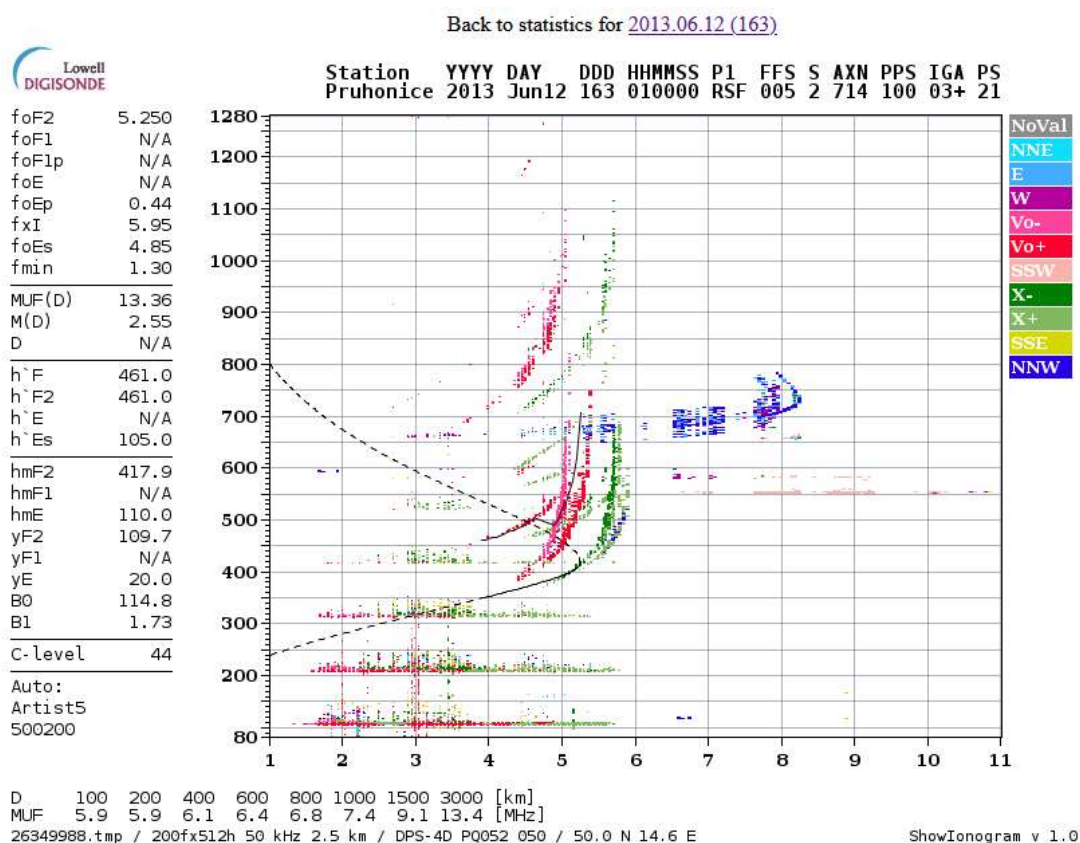
<sup>104</sup> BCR: Basic Circuit Reliability – Alap áramkör megbízhatóság

A BCR-t az ITU-R P.842. számú ajánlás határozza meg. Analóg rendszerek esetén a jel/zaj arány alapján kerül kiértékelésre, amely magában foglalja a télerősség és a zajhátter egy órán belüli és napi decilis változásait. A mediánra vonatkozó eloszlás az ITU-R P.842 ajánlás eloszlási formuláját használja. A digitális modulációs rendszerekre olyan kifejezések is alkalmazhatók, amelyek idő- és frekvenciaszóródási paramétereket foglalnak magukban.

Az 4.4 ábra egy nagyobb távolságú (nagyságrendileg a mérési főtengely irányába eső) vételi lehetőség modellezését szemlélteti izotróp ( $G_a=G_v=2.16$  dBi) adó és vevő oldali sugárzók és 9600 bps/MIL-STD 110B adatátvitel ( $BW=3000$  Hz/  $SNR=33$ dB) figyelembevételével. A vételi jellemzők a ITU-R P.533-6 ajánlás szerint, adó oldalon 100 Watt EIRP<sup>105</sup> nem városi környezetben kisugárzott adóteljesítmény alapján kerültek meghatározásra. A minta számítás bemenő paramétereit és a számítási eredmény összesítő numerikus fájl adatbázis szerkezetét a 6. számú melléklet tartalmazza.

A vételi és kisugárzási pontok földrajzi koordinátái nemzetbiztonsági szempontok miatt csak hozzávetőleges földrajzi pozícióval kerültek szemléltetésre a dolgozatban, mindemellett a tényleges modellezés szempontjából az ebből adódó hibatényező elhanyagolható.

A mérés időszakában Magyarországon még nem működött a soproni automata online terjedésmérő digisound állomás, ezért a tervezéshez a szenzor helyszínekhez legközelebb eső csehországi Pruhonice állomás által szolgáltatott ionogram adatokat használtam fel. (4.5 ábra)



4.5 ábra. Mérési időszak ionogramja Pruhonice(CZ) állomás ionosondájával

Forrás: [139] (Letöltve: 2022. 08. 11)

Az ionogram alapján látható, hogy SNR jel-zaj viszony szempontjából jelentős különbség mutatkozik a 2-6 MHz és 6-8 MHz frekvencia sávok között. Ugyanakkor szemléletes, hogy

<sup>105</sup> EIRP: Effective Isotropic Radiated Power – Izotrópikusan sugárzott egyenértékű teljesítmény

nagyobb távolságú összeköttetésekre kizárólag a 6 MHz feletti tartomány alkalmas a vizsgálati időszakban, különös tekintettel az éjszakai időszak vonatkozásában.

Ennek megfelelően a mérések során az adatgyűjtésre (500-1500 km összeköttetési távolságokkal) a nappali időszakban a 2-6 MHz tartományban került sor. Éjszakai terminusokban nagytávolságú (1500-15000 km) rádióforrások körében szerveztem az adatgyűjtést a 8-13 MHz tartományban. [147]

#### **4.1.4 Mérési eredmények értékelési sémája**

A mérési projekt során 5 nap/24 óra alatt összességében rögzített nyers közlemények előfeldolgozását, tételes manuális adatbevitelét és műveleti szempontú szűrését a közreműködő rádióforgalom ellenőrző szakértői állomány tételes manuális adatbevittelé történt így a végső elektronikus adatbázis tartalmazott nyilvánvalóan adminisztratív tévedésből létrejött tételeket is. Tekintettel arra, hogy maguk a rögzítmények a nemzetbiztonsági törvény értelmében a dolgozat elkészítésének időpontjában már nem álltak rendelkezésre, ezen tételsor utólagos ellenőrzésére és korrekciójára már nem volt lehetőségem. Következésképpen, a mindhárom vételi pontra alkalmazott alsó- és felső 5%-os percentilis elhagyását, és darabszám kerekítést követően a kutatásba 500 db rögzített és elemzett adásközlemény jellemzőit vontam be. Ez a mennyiség még bőségesen elégséges ahhoz, hogy tudományos értékű elemzéshez képezzenek alapot.

A rögzített és a kutatási elemzésbe bevont adások teljeskörű összefoglaló táblázatát az 7. számú melléklet tartalmazza.

A vizsgálat az adások alábbi jellemzőire terjedt ki:

- 3 db egyedi vételi helyen rögzített adások dekódolhatósági szintje ( $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  vétel minőségi jellemző [%]);
- 3 db egyedi vételi helyen rögzített adások dekódolhatósági szintje (Dekódolás eredménye);
- Szenzor2-1 és Szenzor3-1 és Szenzor3-2-1 diverziti vételek  $GD_{21}$ ,  $GD_{31}$ , és  $GD_{321}$  Diverziti nyereség jellemzője;
- Új vizsgálati fogalomként, a Szenzor2-1, Szenzor3-1 és Szenzor3-2-1 diverziti vételek  $D_{21}$ ,  $D_{31}$ , és  $D_{321}$  Diverziti relatív növekmény jellemzője.

A vizsgálatban minden vételi hely vonatkozásában csak a 100%-osan dekódolt üzeneteket tekintettem sikeres vételnek. Amennyiben az adott rögzítmény valamennyi hányada dekódolható volt (diverziti feldolgozáshoz felhasználható, úgy azokat „töredék” jelzővel



azonosítottam, míg a vételi jellemzők miatt még demodulálásra sem alkalmas táviratok a „sikertelen” attribútumot kapták.

Szenzor1 vételi pont a mérésben központi szerepet játszott, így, amennyiben ezen a vételi helyen megtörtént a hibamentes vétel, úgy a 2-es, illetve 3-as vételi hellyel történő diverziti vizsgálatban az eredő eredményt „sikeres áldiverziti” megjelöléssel kategorizáltam, függetlenül attól, hogy a másik (2-es vagy 3-as) vételi pontnak volt-e hozzájárulása a vétel minőségi jellemzőjének javításához.

Fontos megjegyezni, hogy az 1-es számú vételi hely a mérésben a kitüntetett bázis pontot képezte, a diverziti vétel alkalmazásának hozadékát az itteni önálló vétel 2-es vagy 3-as szenzor, vagy mindkettő bevonásának eredményességével vizsgáltam.

Amennyiben a központi Szenzor1 vételi helyen készített rögzítmények dekódolása eredményként csak töredék közleményt vagy teljesen sikertelen vételt eredményezett, úgy a 2-3 helyeken a 100%-os vétel „sikeres diverziti”-nek minősült.

A Szenzor1, Szenzor2 vételi helyek önálló sikeres vétele a Szenzor3-2-1 Diverziti szempontjából szintén „sikeres áldiverziti”-nek számított.

A mindhárom vételi hely diverziti elemzésében csak azon esetek kerültek „sikeres diverziti” értékelésre, amelyek esetében az egyedi szenzorok mindegyike önállóan töredék közleményt vagy sikertelen vételt produkált, azaz szükséges volt mindhárom vételi pont bevonása a hibátlan közlemény sikeres előállításához.

A Szenzor2- Szenzor3 vételi helyek páros diverziti vételének értékelésére a már említett humán erőforrás és rendelkezésre álló értékelő technikai eszköz kapacitás korlátai miatt nem volt lehetőség sort keríteni, a kutatásba bevonni.

Az egyedi minőségi jellemzők értékelési összefoglalását a 4.1 táblázat tartalmazza.

Szenzor1 dekódolás eredmény	Szenzor2 dekódolás eredmény	Szenzor 1-2 diverziti értékelés	Szenzor3 dekódolás eredmény	Szenzor 1-3 diverziti értékelés	Szenzor 1-2-3 diverziti értékelés
Sikeres	Töredék/Sikertelen	Sikeres áldiverziti			Sikeres áldiverziti
Töredék/Sikertelen	Sikeres	Sikeres áldiverziti			Sikeres áldiverziti
Sikeres	Sikeres	Sikeres áldiverziti			Sikeres áldiverziti
Töredék/Sikertelen	Töredék/Sikertelen	Sikeres diverziti			Sikeres áldiverziti
Sikeres			Töredék/Sikertelen	Sikeres áldiverziti	Sikeres áldiverziti
Töredék/Sikertelen			Sikeres	Sikeres áldiverziti	Sikeres áldiverziti
Sikeres			Sikeres	Sikeres áldiverziti	Sikeres áldiverziti
Töredék/Sikertelen			Töredék/Sikertelen	Sikeres diverziti	Sikeres áldiverziti
Töredék/Sikertelen	Töredék/Sikertelen		Töredék/Sikertelen		Sikeres diverziti

4.1 táblázat Egyedi mérési eredmények értékelési sémája  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

Ha a központi Szenzor1 „Sikeres”, akkor az értelmezési séma szerint adódik, hogy ezen esetekben (153 db) Szenzor2-1 diverziti, Szenzor3-1 diverziti és Szenzor3-2-1 diverziti dekódolási eredménye is minden esetben „Sikeres áldiverziti” esetének felel meg.

Ha Szenzor2 „Sikeres”, akkor az értelmezési séma szerint adódik, hogy ezen esetekben (171 db) Szenzor2-1 diverziti és Szenzor3-2-1 dekódolási eredménye is minden esetben „Sikeres áldiverziti” esetének felel meg.

Ha Szenzor3 „Sikeres”, akkor az értelmezési séma szerint adódik, hogy ezen esetekben (108 db) Szenzor3-1 diverziti és Szenzor3-2-1 dekódolási eredménye is minden esetben „Sikeres áldiverziti” esetének felel meg.

	Szenzor1 dekódolás eredmény	Szenzor2 dekódolás eredmény	Szenzor 1-2 diverziti értékelés	Szenzor3 dekódolás eredmény	Szenzor 1-3 diverziti értékelés	Szenzor 1-2-3 diverziti értékelés
Sikeres	153	171		108		
Töredék	268	219		190		
Sikertelen	79	110		202		
Sikeres diverziti			67		62	56
Sikeres áldiverziti			194		187	287
Töredék diverziti			150		142	90
Sikertelen diverzit			89		109	67

**4.2 táblázat Minőségi kategóriák tételes eredményei**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

A fenti 4.2 táblázat kategóriáinak számszaki eloszlásai vonatkozásában a következők állapíthatók meg:

Szenzor1 esetében az 500 db közleményből 153 db volt sikeres (ebből 18 esetben csak ez a szenzor teljesített sikeres vételt a három vételi helyből). Sikertelen volt 79 db, töredék 268 és a maradék 79 pedig töredék minőségű volt.

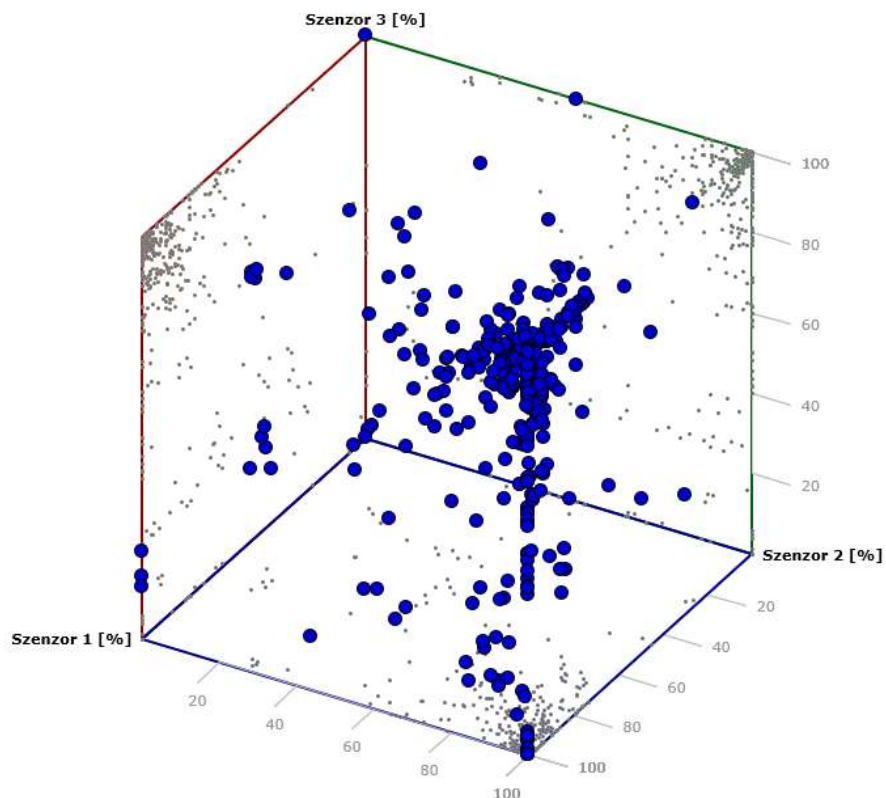
Szenzor2 esetében 171 db sikeres dekódolás (ebből 24 db, amikor csak ez a szenzor volt sikeres). A sikertelen és töredék közlemények száma 110 db, illetve 219 db.

Szenzor3 esetében a vonatkozó értékek 108 (18), 202 és 190 db.

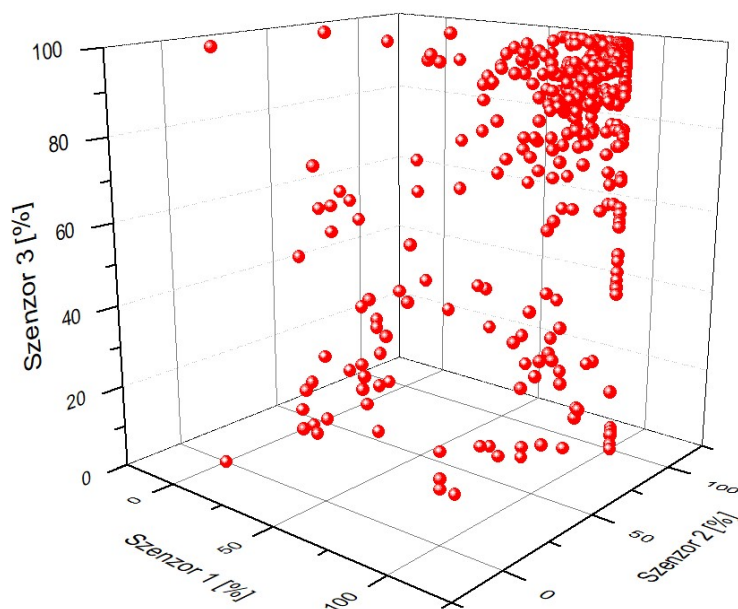
#### **4.1.5 Szenzorok egyedi minőségvizsgálata az összes rögzítmény körében**

Az 500 elemes egyedi vételi minőségi eredmények áttekintésére a táblázatos formák a nagy elemszám miatt nem nyújtanak megfelelően hatékony lehetőséget. [158] Ugyanakkor, ha vizuális módon sikerül úgy elhelyezni az egyes szenzorokon elért minőségi jellemző értékeket, úgy lehetőség nyílik az eredmények átfogó háromdimenziós értelmezésére.

Ehhez a mérés valamennyi eredményét elhelyeztem egy Descartes-féle háromdimenziós koordináta rendszerben, ahol a tengelyeket az egyes szenzorok minőségi skálája adja. Az eredményeket két különböző perspektívából Excel makró és OriginPro platformokon a 4.6. és 4.7 ábrák szemléltetik.



4.6 ábra. Szensorok azonos idejű vételi minőségeinek összesített 3D megjelenítése Excel makróval  
 Forrás: Szerkesztette a szerző



4.7 ábra. Szensorok azonos idejű vételi minőségeinek összesített 3D megjelenítése OriginPro alapon  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

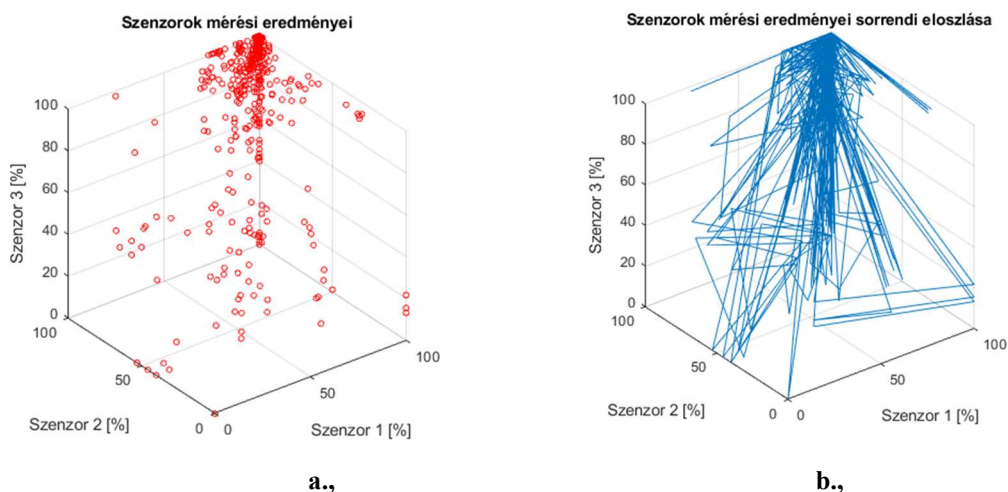
Az ábrák alapján általánosságban kijelenthető, hogy a mérési eredmények mindhárom szenzor esetében „ornnehéz” eloszlást mutatnak, azaz, az egyidejű vételi minőségek meghatározó

többsége a felső 1/3-ad tartományban található. Ezen belül egyik szenzorról sem mondható el, hogy a vételi minőségi jellemzője szignifikánsan eltér a másik kettőtől. Ugyanakkor, látszik, hogy jelentős mennyiségű azon vételek száma, amelynél Szenzor1 és Szenzor2 is önállóan 100% vagy azt nagyon megközelítő vételt produkált, annak ellenére, hogy Szenzor3 ez esetekben jelentősen mérsékeltebb, akár kifejezetten gyenge minőséget hozott.

Ugyanez viszont Szenzor1 és Szenzor3 összevetésével az ábrák alapján nem igazolható.

A 7. számú mellékletben található részletes táblázatos összesítésben az egyes sorok vételi időrendiséget is tartalmaznak. Ebből adódóan, érdekes felvetés annak megvizsgálása, hogy az 500 db mérés időrendi minőség változásának tendenciájában van-e különbség az egyes szenzorok között. Ennek eldöntéséhez Matlab szimuláció keretében létrehoztam a 3 dimenziós eredmény adatbázist (4.8 a., ábra), majd szimulációs algoritmust készítettem az egymást követő mérések minőség pontjai közötti változások megjelenítésére.

Időrendben vonalasan ábrázolva az egymás utáni mérések közti átmeneteket a 4.8 b., ábra szemlélteti.



**a.,** **b.,**  
**4.8 ábra. Szenzor mérési eredmények sorrendi MatLab szimulációja**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Szenzor1-et, mint relatív alapvételi pontot figyelembevéve megállapítható, hogy mind Szenzor1-Szenzor2 és Szenzor1-Szenzor3 vételi pár vonatkozásában is előfordultak bizonyos időrendi ciklikusságok a vételi minőség időbeli változásában. Ezek az esetek jellemzően akkor fordultak elő, amikor valamelyik vételi ág jelentősen gyengébb vételt produkált a párjához képest. Ugyanakkor látható, hogy a két diverziti ág párosnál ezek az esetek nem mutatnak időbeli egybeesést, azok láthatóan más rögzítési időpontokhoz tartoznak.

A diszkrét mérési adathalmaz statisztikai jellemzőinek meghatározása további ismeretek megszerzésére ad lehetőséget az egyes szenzorok vételi képességéről, minőségi mutatóiról. (4.3 táblázat)

<b>Szenzorok összesített statisztikai jellemzői a teljes vizsgált közlemények körében</b>			
	<b>Szenzor1 Minőség</b>	<b>Szenzor2 Minőség</b>	<b>Szenzor3 Minőség</b>
	<b>[%]</b>	<b>[%]</b>	<b>[%]</b>
<b>Várható érték</b>	86.33706	87.6382	79.77
<b>Standard hiba</b>	0.990375	0.952148	1.285872
<b>Medián</b>	95.9	97.4	93.7
<b>Módusz</b>	100	100	100
<b>Szórás</b>	22.14546	21.29068	28.75297
<b>Minta variancia</b>	490.4213	453.2929	826.7333
<b>Csúcosság</b>	5.838994	4.576527	1.336496
<b>Ferdeség</b>	-2.42912	-2.24479	-1.60174
<b>Tartomány</b>	100		
<b>Minimum</b>	0		
<b>Maximum</b>	100		
<b>Adatszám összeg</b>	43168.53	43819.1	39885
<b>Mintavétel darabszám</b>	500		

4.3 táblázat. Szenzorok összesített vételi statisztikai jellemzői  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

Az egyes szenzorok vételi mintáinak variancia vizsgálatához az egytényezős ANOVA<sup>106</sup> varianciaanalízis módszert alkalmaztam. Az elemzés arra a hipotézisre ad becslést, hogy az egyes vételi eredmény mintasorok mennyire azonos valószínűség eloszláson alapulnak,

<sup>106</sup> ANOVA: Analysis of Variance – Variancia elemzés

szemben állítva azzal az alternatív hipotézissel, miszerint az mögöttes valószínűség eloszlás különbséget mutat az egyes vételi helyek vonatkozásában.

E tekintetben kimutatható, hogy a vételi helyek minőség átlagértékéhez hasonlóan a Szenzor3 esetében itt is markáns eltérés (826 vs. 490 és 453) tapasztalható a másik két vételi helyhez képest, míg a Szenzor1 és Szenzor2 helyek egymáshoz képest korreláltabb értékeket mutatnak. [175], [176]

Összességében, – csak az önmagukban vett közlemények minőségi jellemzőit vizsgálva – megállapítható, hogy a vételi helyeken a teljes 500 mintás eredménysort elemezve, a Szenzor3 vételi hely átlagosan mintegy 6-7 %-al alacsonyabb minőségi jellemzővel, a minták eloszlásának jelentősen nagyobb szórásával (29% és 34 %) biztosította a vételi eredményeket. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy az egyes minták Szenzor3 helyen tapasztalt magasabb (3-4%) szórása – a jelentős variancia eltérés ellenére is – az azonos rögzített mintavételi értékek – medián értékében csak lényegesen enyhébb (2%-nyi) eltérést eredményezett.

Mindhárom szenzor produkálta a vételi minőség teljes skáláját, teljesen használhatatlan táviratoktól a hibátlan vételig bezárólag.

Kérdést vet fel, hogy az egyes helyszíneken milyen megoszlású a kifejezetten rossz és kifejezetten jó vételű közlemények számának alakulása. [184]

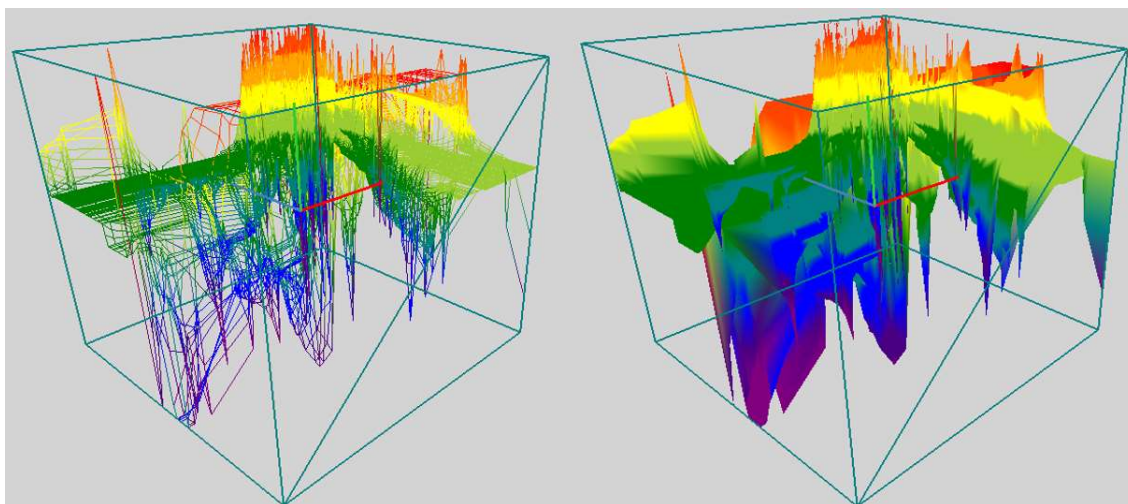
A ferdeségi együttható mindhárom esetben (legkevésbé Szenzor3 esetében) negatív, ebből következően eloszlásuk sűrűségfüggvénye a szimmetrikushoz képest balra, a negatív tartomány irányába torzult.

A csúcosság különböző mértékben, de pozitív értékeket mutat, legkevésbé Szenzor3 esetében, így még mindig a rosszabb jellemzőkkel rendelkező 3-as vételi hely közelít jobban nyers eredmények tekintetében a normális eloszlású minőségi vételi mintasor felé. Más megközelítésből a módusz jellemzőt vizsgálati szempontjából jelen kutatásomban nem, mint valószínűségi változó sűrűségfüggvényének maximum értékét vizsgáltam (több is lehet), hanem mint diszkrét statisztikai adatmintákon alapuló helyzeti középérték változóként értelmeztem, azaz a mintavételi eredmények leggyakrabban előforduló értékeként értékeltem ki.

Bár a mérés megtervezésénél a deklarált cél kifejezetten a nem ideális vételi körülmények létrehozása volt a diverziti hatékonyság vizsgálatának előtérbe helyezési célja miatt, azonban, az egyedi, nyers vételi adatok alapján alátámasztható/igazolható, hogy Szenzor1 és Szenzor2 mérési helyek megválasztása némiképp kedvezőbbre sikerült az eredetileg tervezettnél.

Természetesen a helyszínek egyéb más szempontú korlátokba is ütköző kiválasztásnál nem álltak rendelkezésre valós apriori mérési adatok a tervezéshez.

Az 500 darabos vizsgálati elemszám már elég nagy szám ahhoz, hogy statisztikai alapú modellezéssel is megvizsgáljuk az egyedi eredmények alapján a közös minőségi vizsgálatok várható tendenciáját. A szenzor eredmények háromdimenziós diszkrét értékeinek vizsgálatán túl érdemes megvizsgálni az egyes diszkrét elemekre vetített háromváltozós közelítő eloszlási függvényt is. Egy dinamikus elosztás<sup>107</sup> háromdimenziós Mesh-háló legenerálásával az 500 diszkrét 3D mérési érték darabszám nagyságrendileg növelhető háromdimenziós interpolált adatok száma. A 4.9 ábra mintegy 60 ezer Mesh pont alapján szemlélteti a generált Mesh-hálót, illetve az az alapján létrehozott 3D függvény felületet (3 változós skalár függvényt).



**4.9 ábra. Szenzor mérési eredmények Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű - és Mesh approximált felületi szimulációval**  
Forrás: Szerkesztette a szerző

Látható, hogy az eredmények között vannak rosszminőségű vételek, de alapvetően mindhárom szenzor esetében a kvalifikáltabb eredmények dominálnak.

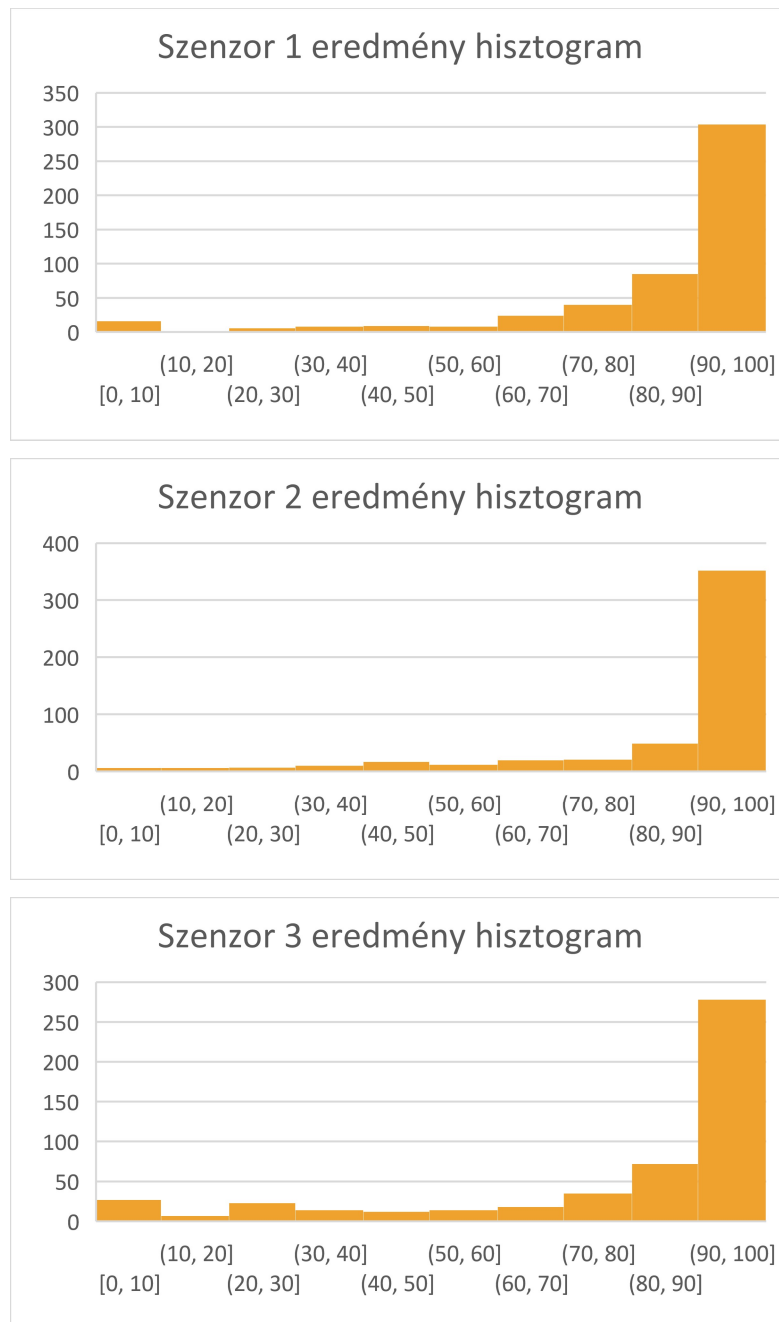
#### **4.1.6 Vételi pontok egyedi minőségi jellemzőinek vizsgálata**

Ha megvizsgáljuk a három vételi pont minőségi értékeit ( $m_1$ ,  $m_2$  és  $m_3$ ), mint egy-egy önálló, független, 500 elemű adatkészlet értékeinek előfordulási gyakoriságát, az értéktartomány (0-100%) tíz egyenlő intervallumra kvantálásával az alábbi eloszlásokat kapjuk: (4.10 ábra)

---

<sup>107</sup> A Mesh- háló járulékos elemeinek sűrűsége figyelembe veszi a valós térbeli adatok térbeli eloszlás sűrűség egyenetlenségét, csökkentve ezzel a felületi interpoláció hibáját.





**4.10 ábra. Szenzorok decilis bontású eredmény histogramja**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

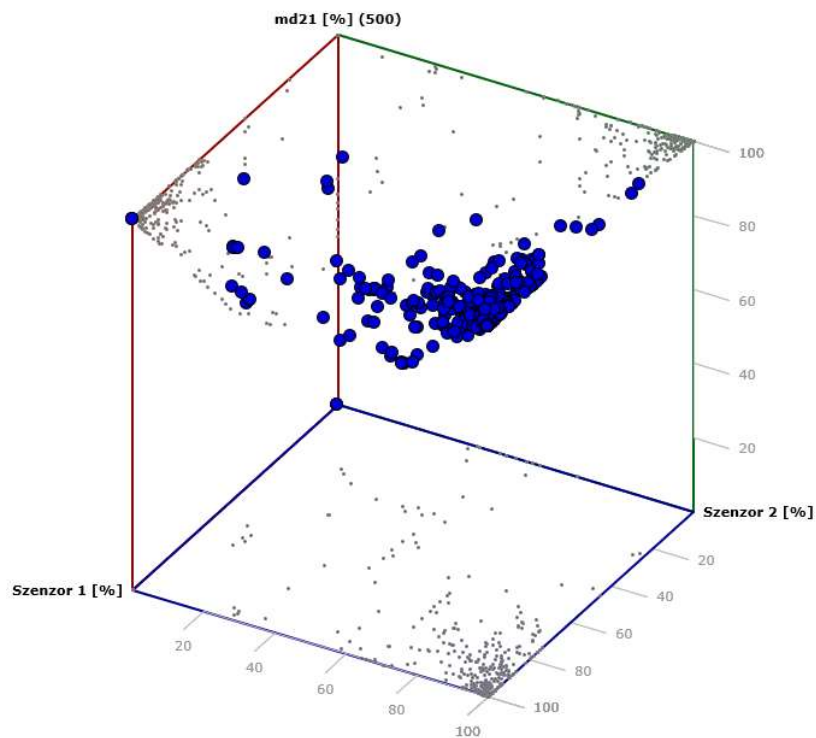
Látható, hogy az egyes szenzorok kvantált minőségi eloszlásai hasonlóak, ugyanakkor némi egyértelmű minőségi eltérések is mutatkoznak. Közös jellemzőjük, hogy mindhárom helyszínen általánosan az egyre jobb vételi jellemzőkkel rögzített közlemények sokasága a domináns, a 90% feletti eredmények a szignifikánsak.

Ezzel együtt azonban jelentős különbségek is beazonosíthatóak a kifejezetten gyenge vétel mennyiségi eltéréseiben. Míg ezen a téren a Szenzor2 alig eredményezett vételi darabszámot, addig Szenzor3 esetében ez az érték az összes vett közlemény mennyiségére vetítve eléri az

5%-ot. A földrajzi szempontból központi vételi helyet betöltő Szenzor1 ebből a vizsgálati szempontból köztes helyet foglal el.

#### 4.1.7 Szenzor2-1 diverziti elemzése

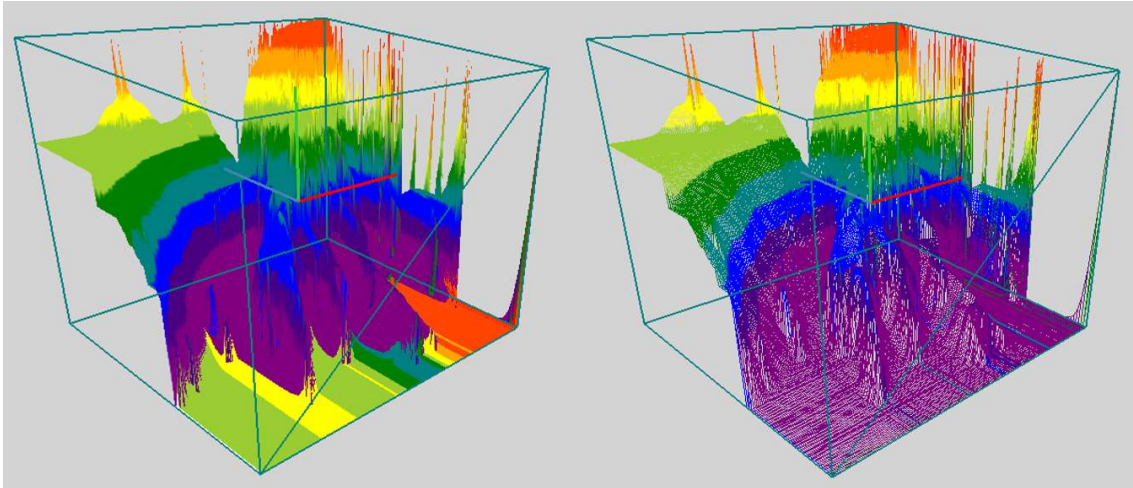
A szenzorok egyedi minőségvizsgálatát követően vizsgálandók a két páros diverziti ág, kezdésként a Szenzor1 és Szenzor2 diverziti eredményei. A két szenzor közös md21 diverziti javított eredményének 500-as összesített 3D-s képletét a 4.11 ábra tartalmazza.



4.11 ábra. Szenzor2-1 diverziti minőség összesített 3D megjelenítése Excel makróval  
Forrás: Szerkesztette a szerző

Összevetve a 4.6 ábra egyedi szenzor eredmények eloszlásával, már első ránézésre is gyökeres különbség fedezhető fel. Míg az egyedi eredmények viszonylagos heterogén eloszlást mutattak, addig md21 értékei kifejezetten magas értékeket vesznek fel és mindemellett még az is kimutatható, hogy azok kifejezetten a magasabb egyedi m1 és m2 értékekhez tartoznak.

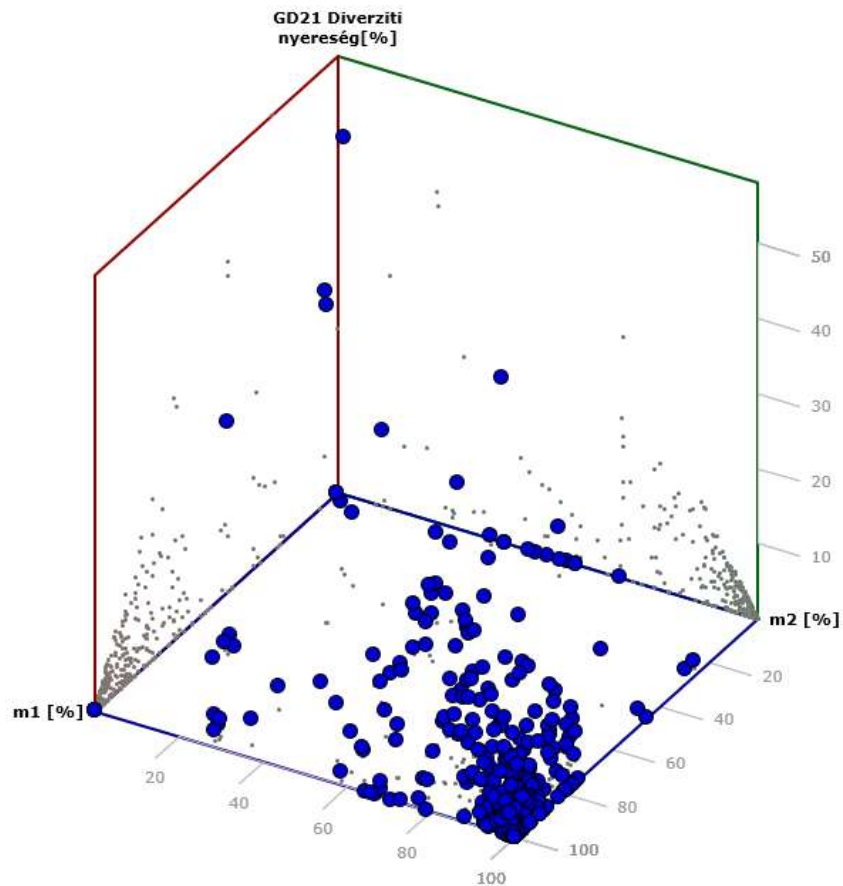
A 4.12 ábrán látható háromváltozós interpolált szimuláció szintén látványosan mutatja a diverziti értékeknek az egyébként is magasabb egyedi értékekhez tartozó koncentrációját.



**4.12 ábra. Diverziti md21 mérési eredmények Mesh approximált felületi és Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű szimulációval eredmények**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

A Szenzor1-Szenzor2 vételi pontokon rögzített közlemények minőségi vizsgálatának jelentős részében (felső 80x80%) feletti tartományban mutat ki vételi növekményt.

Amennyiben md21 ismeretében megvizsgáljuk GD21 Diverziti nyereség alakulását, a következő, 4.13 ábrát kapjuk:



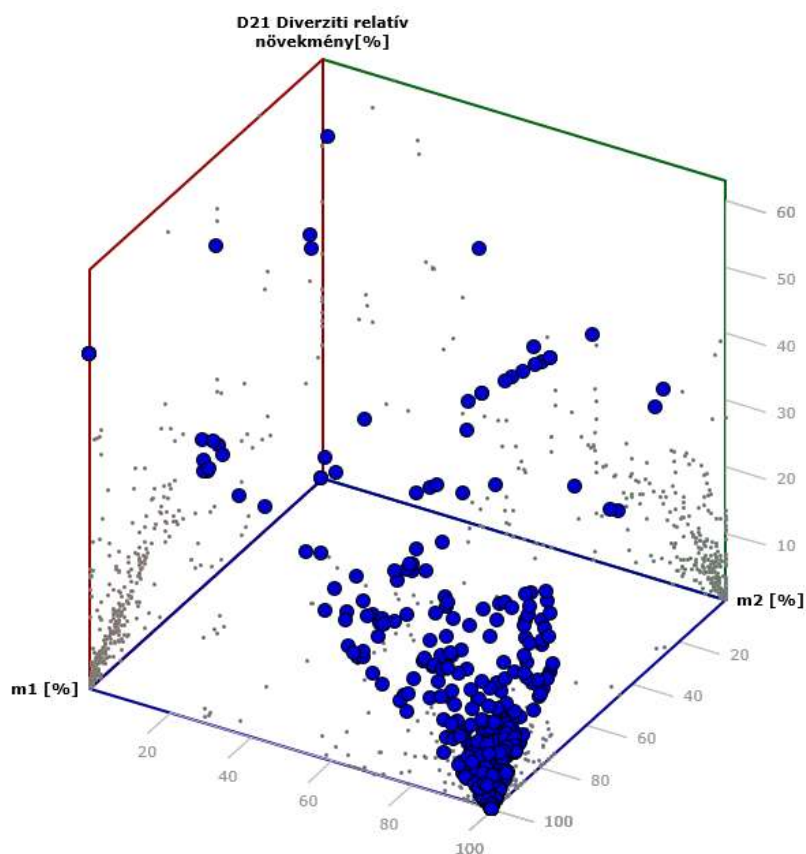
**4.13 ábra. GD21 diverziti nyereség értékek eloszlása**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Látható, hogy előfordulnak olyan értékpár esetek, amelyeknél a mindkét ágon egyébként viszonylag gyengébb minőségű egyedi jelek esetén is a diverziti alkalmazása jelentős minőségjavulást eredményezett. Ugyanakkor a nagytömegű és nem sikeres, de jó minőségű egyedi vételi értékek esetében jelentősen szerényebb diverziti nyereség értékek adódnak.

A 3 dimenziós koordináta rendszer „falain” szürke pontokként látszanak a „parciális” (változó páronkénti) adatpár értékek eloszlásai. Szembetűnő, hogy amellet, hogy a parciális adatpárok viszonylag hasonló, a 100%-os egyedi értékek irányába kicsúcsosodó

jellegeket mutatnak, addig az ugyanezen alapadatokhoz tartozó GD21 értékek a 3D térben sokkal nagyobb térbeli eloszlással, jelentős szórással rendelkeznek.

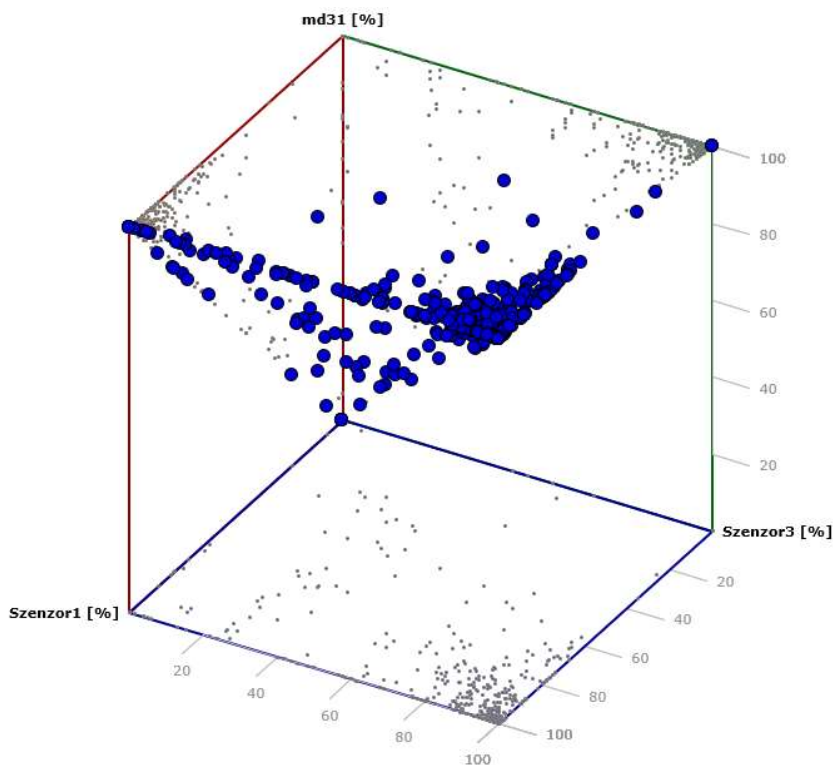
Előbbi vizsgálatunkat elvégezve a D21 relatív növekmény számítási esetére látványos eredményt kapunk, a jellemző szerint strukturálttá válik értékeloszlás. (4.14 ábra)



4.14 ábra. D21 relatív növekmény értékek eloszlása  
Forrás: Szerkesztette a szerző

#### 4.1.8 Szenzor3-1 diverziti elemzése

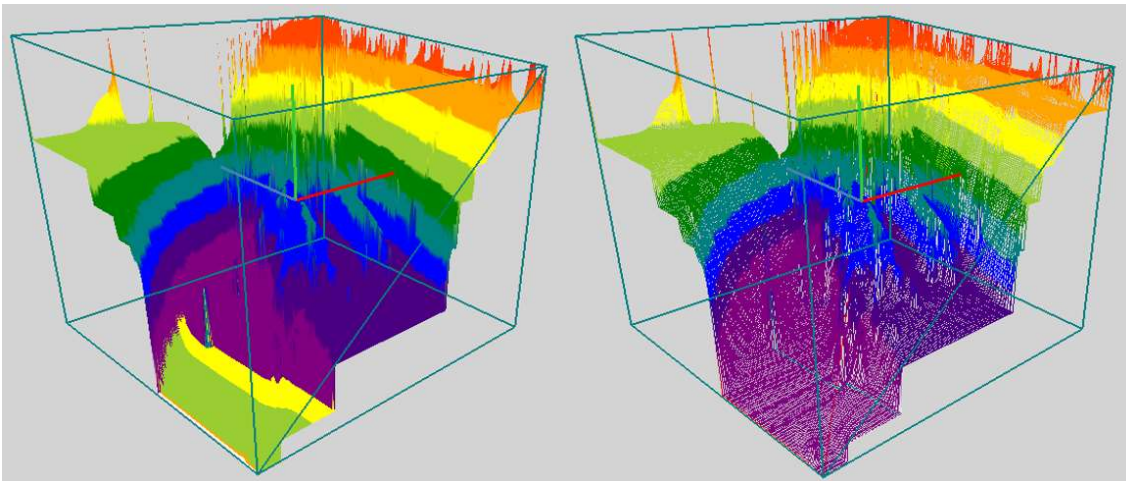
Az előző alfejezet pontban alkalmazott vizsgálati módszert követve a Szenzor1 és Szenzor3 diverziti eredményeinek tanulmányozásához a két szenzor közös md31 diverziti javított eredményének 500-as összesített 3D-s megjelenítésére a következőt kapjuk (4.15 ábra)



4.15 ábra. Szenzor3-1 diverziti minőség összesített 3D megjelenítése Excel makróval  
Forrás: Szerkesztette a szerző (Excel makró)

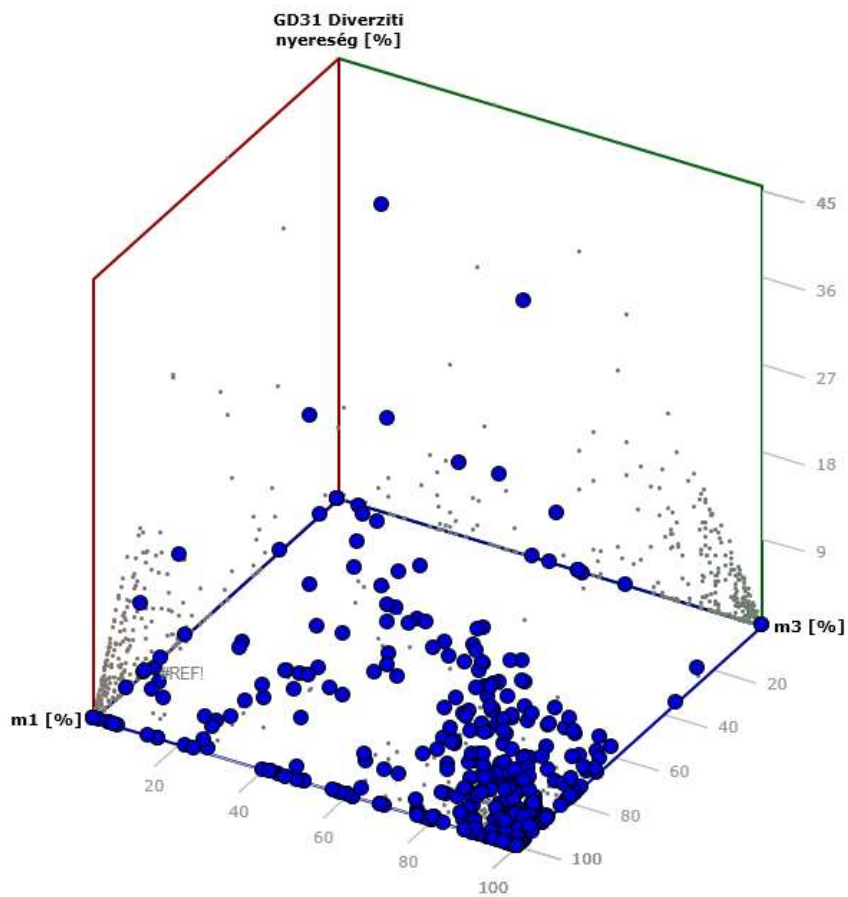
A kapott 3 változós eredmény eloszlás az egyedi szenzor eredmények és a Szenzor2-1 diverziti md21 értékeihez képest is karakteresebb eloszlást mutat. Többségi eredményei hasonlóan md21-hez a kifejezetten jó minőségű értékek irányába koncentrálnak. Ugyanakkor két érdekes sajátosság is kiolvasható a 3D-s ábrából. Egyrészt, eltérően md21 adataitól, ennél az adathalmaznál határozottan felismerhető az azonos tendencia a parciális adatsor párokkal, amely ráadásul felismerhető linearitást is hordoz magán. Másrésztől további értelmezésre és magyarázat keresésre okot adó tulajdonság mutatkozik, miszerint a (közel) 100%-os md31 eredmények egy láthatóan kimutatható része Szenzor1 igen széles tartományú vagy mondhatjuk, akár igen gyenge vételi minősége esetén is Szenzor3 magas jelminősége mellett képes volt eredőben magas md31 diverziti értékeket eredményezni. Erre magyarázat lehet a Szenzor3 valamilyen frekvencia és napszaki adások esetében a két másik vételi helyhez kedvezőbb vevőpozíciója. A másik magyarázat lehet még a jelenségre, hogy bizonyos

közlemények esetében sokkal határozottabban szétválík Szenzor1 és Szenzor3 által dekódolhatóan vett közleményrészletek helye az adott közleményekben. Mivel Szenzor2 és Szenzor3 azonos vevőeszközöket és antennákat használt (a központi Szenzor1 más vételi infrastruktúrával rendelkezett), a technikai eszközrendszer nem indokolja az eltérést. [193] Az interpolált Mesh-hálós szimulációk szintén jól mutatják az előbbieken vázolt eltérést az adathalmazban. (4.16 ábra)



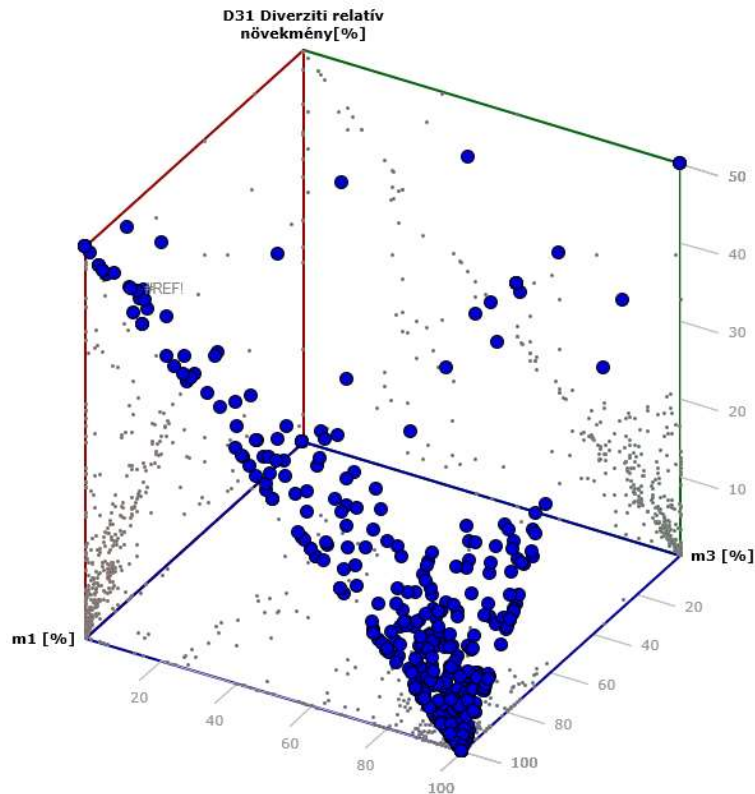
**4.16 ábra. Diverziti md31 mérési eredmények Mesh approximált felületi és Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű szimulációval eredmények**  
Forrás: Szerkesztette a szerző

A Diverziti nyereség GD31 értékeit ábrázolva megállapítható, hogy GD21 adathalmazhoz képest szórásban és eloszlásban egy dolgot leszámítva nem mutat látványos eltérést. A Diverziti nyereség számítási módjából fakadóan azonban GD31 karakterisztikájában is megjelenik a Szenzor3 tárgyalt eseti „jóképesége”. (4.17 ábra)



**4.17 ábra. GD31 diverziti nyereség értékek eloszlása**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

A D31 relatív növekmény adateloszlása D21 értékeihez hasonló struktúrájú, azonban látványosan jobban tükrözi a Szenzor3 anomáliát. (4.18 ábra)



4.18 ábra. D31 relatív növekmény értékek eloszlása  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

#### 4.1.9 Szenzor3-2-1 diverziti elemzése

A kettőnél több vételi helyű (jelen kutatásban hárompontos) diverziti jellemzők vizsgálati módszerének, a legmegfelelőbb jellemzést adó viszonyítási adatoknak a megválasztása megfontolást igényel. Amíg a kétpontos diverzitinél bázisértéknek értelemszerűen adódik az egyedi vételi helyek saját önálló vételi képességéhez viszonyítani a kapott eredményeket, addig ennél több vételi pont esetén kérdéses, hogy az egyedi pontok teljesítményéhez való viszonyítás ad-e átfogó és korrekt jellemzést a diverziti hatékonyságáról.

Mint azt korábban definiáltam, jelen kutatásban az elemzéshez a következő adatok állnak rendelkezésre:

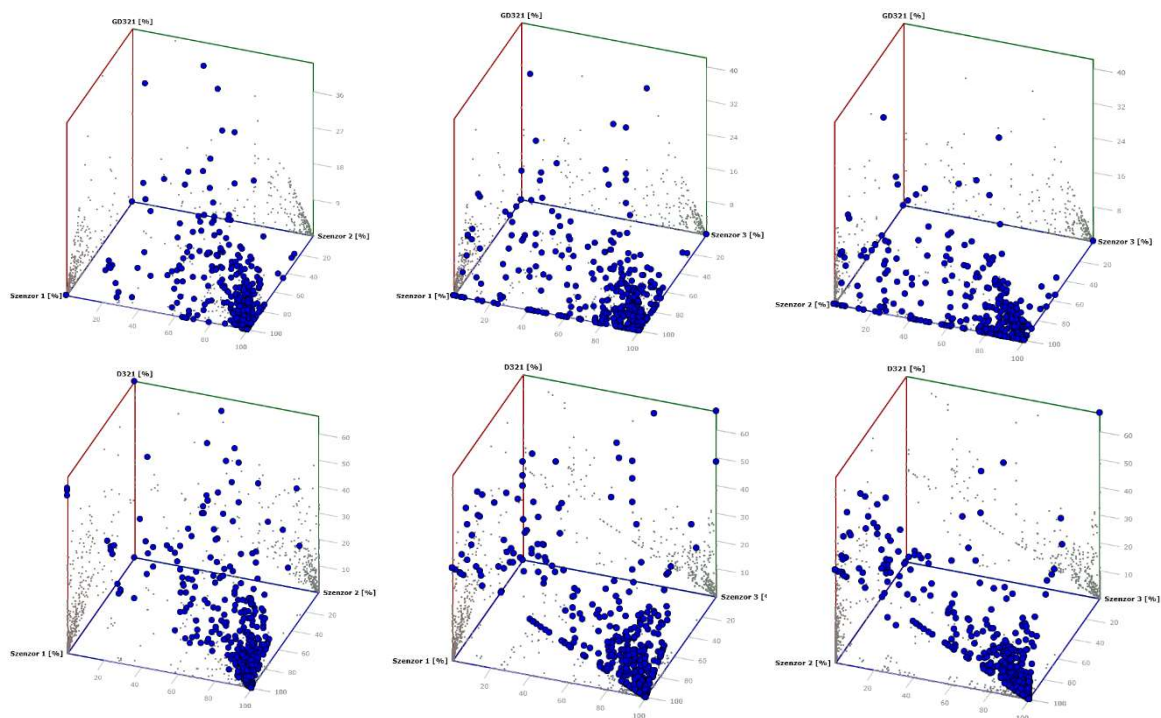
- vételi pontok saját egyedi m1, m2, m3 minőségi jellemzői;
- két diverziti ág md21, md31 diverziti minőségi jellemzői;
- két diverziti ág GD21, GD31 diverziti nyereség adatai (számított adatok);
- két diverziti ág D21, D31 diverziti relatív növekmény adatai (számított adatok).

A három pontos diverziti eljárást hasonlóképpen három adat (md321 diverziti minőség, GD321 diverziti nyereség és D321 diverziti relatív növekmény adat) jellemzi.



A hárompontos diverziti GD321 nyereség és D321 relatív növekmény adatok az előző alfejezet pontokban megismert Szenzor1-Szenzor2 és Szenzor1-Szenzor3 eredmények ismeretében feltételezhető, hogy nem érdemes új információ, elemzési érték megszerzése céljából a vételi pontok saját egyedi minőségi adataihoz viszonyítani. Eleve kérdéses, hogy melyik szenzorpár képezze a viszonyítás alapját, a vizsgált két diverziti ág eredményei, bár eltérést mutatnak, szignifikáns különbség nem igazolható köztük.

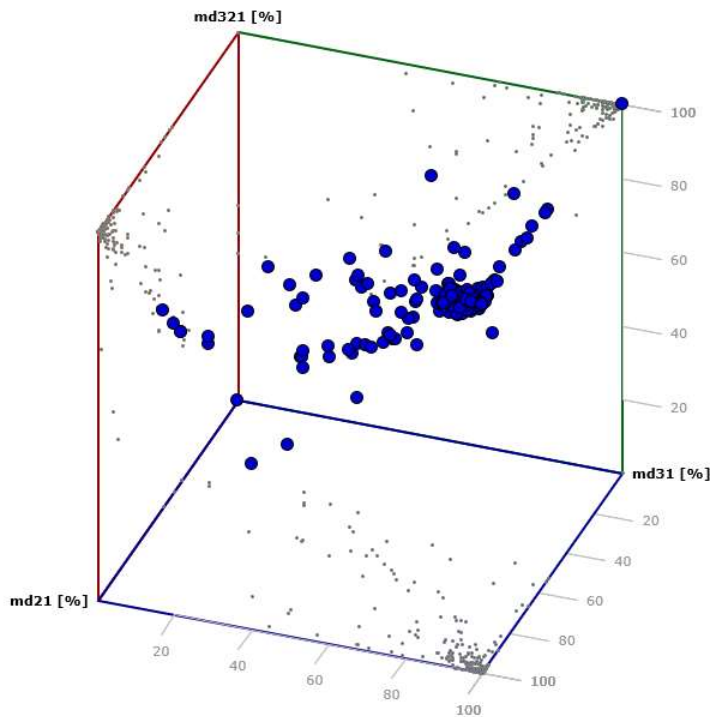
A feltevés igazolására elkészítettem mindkét jellemző, mindhárom lehetséges alapadatpár alapú elemzését. (4.19 ábra)



**4.19 ábra. GD321 és D321 értékek eloszlása a szenzor alapjellemező tulajdonság párok függvényében**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Az ábrán látható összesített áttekintő eredmények alátámasztják előzetes várakozásomat, érdemi új következtetést nem lehet a megjelentekből levonni.

Az md321 jellemző vonatkozásában vizsgálandó, hogy a három vételi helyes diverziti minőségi jellemzője milyen viszonyban van a két darab kétállomásos diverziti vétel megfelelő jellemzőivel. (4.20 ábra)



**4.20 ábra. Md321 hárompontos diverziti és kétpontos diverziti minőségi jellemzők viszonya**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

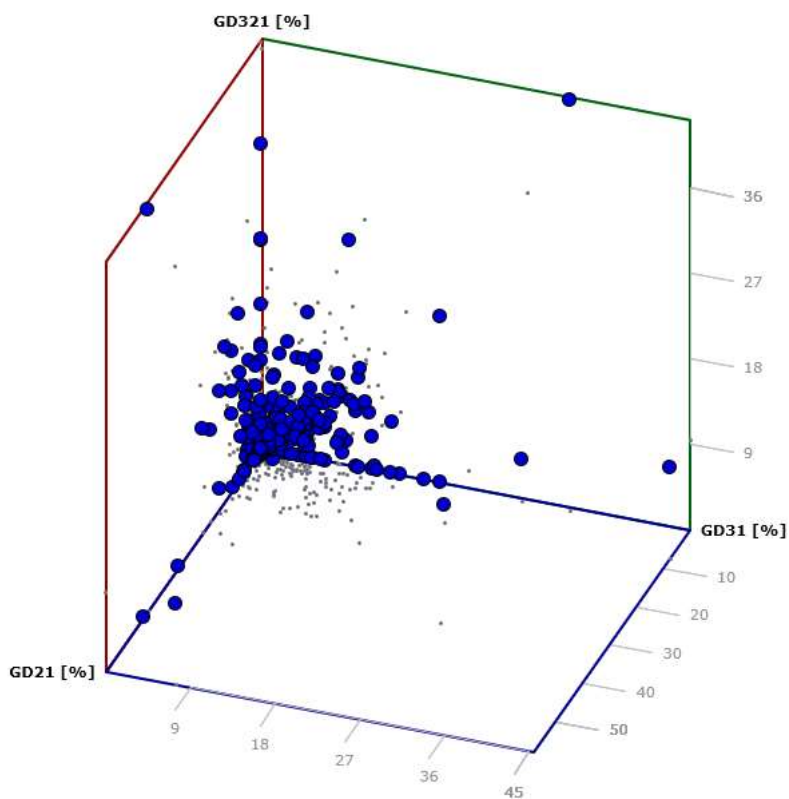
Az ábrán látható, hogy a diverziti minőség értékek nominális koncentrációja nagyon magas, az 500 db rögzítmény mintegy 85%-a esetén a 100%-os vagy ahhoz nagyon közeli sikeres vételt eredményezett három helyszín esetén. Az egyik legfontosabb levonható következtetés azonban az, hogy azoknál az (egyébként eleve gyengébb minőségű, ld. előző alfejezet pontok) táviratoknál, amelyek a két külön kétpontos diverzitivvel sem értek el látványos eredményjavulást, ott a hárompontos diverziti sem eredményezett átütő járulékos minőségi fejlődést. A 3D adatok tanulmányozásával megerősíthető, hogy azok eloszlása viszonylag szimmetrikus, így ez utóbbi megállapítás szempontjából a kettő darab kétpontos diverziti vételi ág nem mutat eltérő érzékenységet. A statisztikai adatok igazolják a harmadik helyszín bevonásának fő eredményeit: Igen magas diverziti minőségi mutató értékek mellett, kisebb szórással, látványosan csökkent a variancia értéke (az állomások önálló variancia értékei 490, 453 és 826 voltak). (4.4 táblázat)

	<i>md21 diverziti minőség [%]</i>	<i>md31 diverziti minőség [%]</i>	<i>md321 diverziti minőség [%]</i>
<b>Várható érték</b>	94.0578	93.0582	95.7718
<b>Standard hiba</b>	0.643978	0.762996	0.568572704
<b>Medián</b>	100	99.9	100
<b>Módusz</b>	100	100	100
<b>Szórás</b>	14.3998	17.06112	12.71367216
<b>Minta varianciája</b>	207.3541	291.0818	161.6374597
<b>Csúcsosság</b>	11.46234	12.846	15.13229045
<b>Ferdeség</b>	-3.24542	-3.4831	-3.77378573
<b>Tartomány</b>	100		
<b>Minimum</b>	0		
<b>Maximum</b>	100		
<b>Összeg</b>	47028.9	46529.1	47885.9
<b>Darabszám</b>	500		

**4.4 táblázat. Md321 hárompontos diverziti és kétpontos diverziti minőségi jellemzők viszonya**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

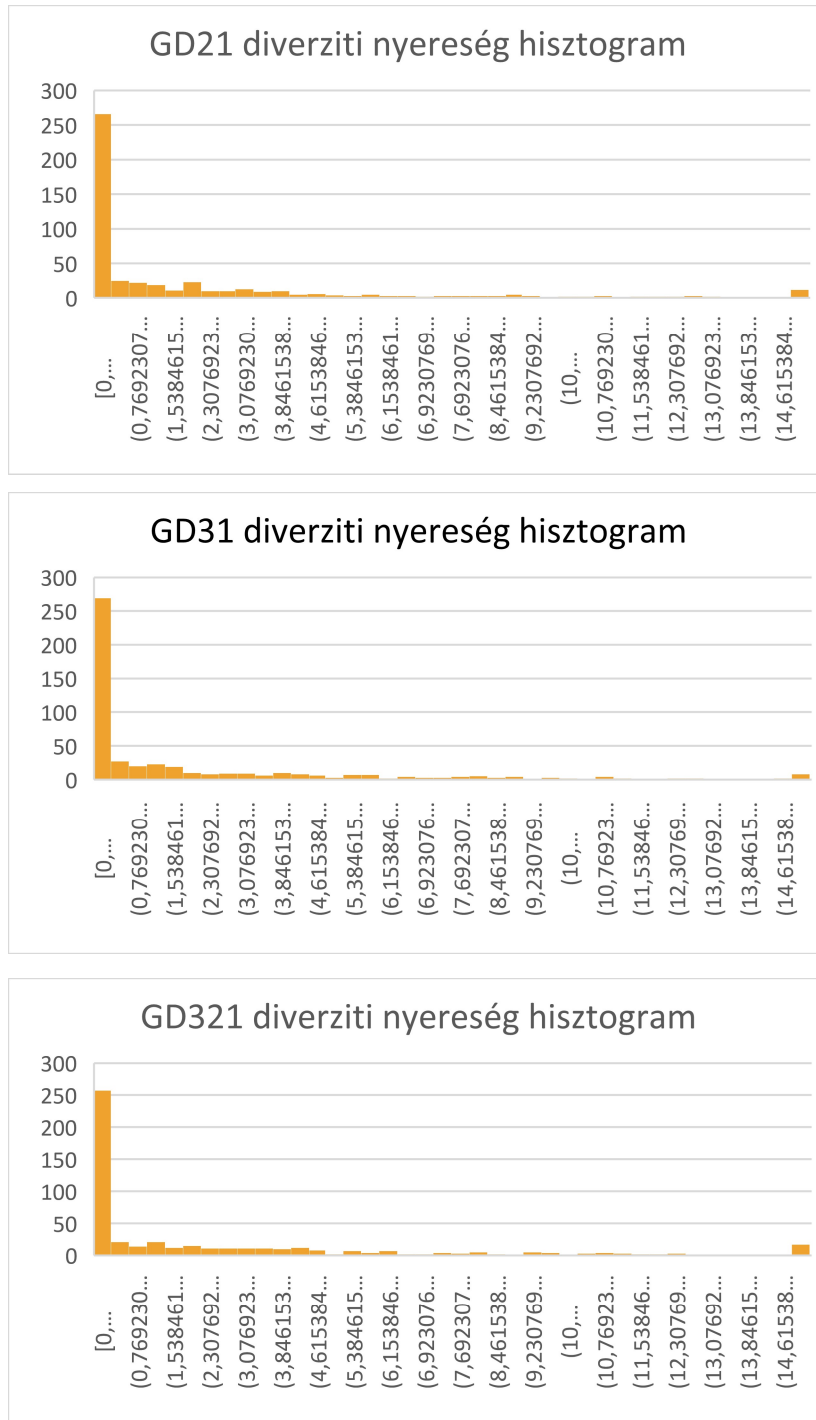
A hárompontos diverziti esetében elsősorban annak kiegyenlítő hatása igazolható, a „gyengébbik” kettős diverziti ágon valamivel többet segített, mint a jobb paraméterekkel rendelkezőn és a tovább javuló csúcsossági érték alapján még inkább karcsúbb lett az eredményminták eloszlása a normális eloszláshoz képest.

A GD321 hárompontos diverziti nyereség értéket szintén a két db diverziti ág hasonló jellemzőivel célszerű összevetni. (4.21 ábra)



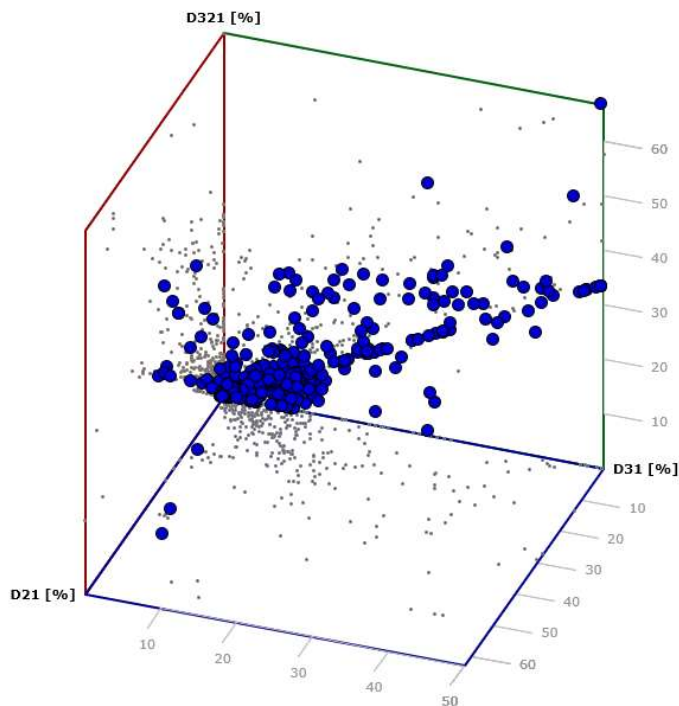
**4.21 ábra. GD321 hárompontos diverziti nyereség és kétpontos diverziti minőségi jellemzők viszonya**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Az ábra alapján GD 21, GD31 és GD321 hárompontos diverziti nyereség érték hármaskok kimagasló aránnyal a kb. 5%-os érték alatt, szintén nagyon koncentrált eloszlásúak, mindegyik esetében 0 érték centrummal. A mérési adatok nagyjából térszimmetrikusnak tekinthetők, egyik diverziti ág irányban sem mutatnak specifikus eltérést. A jellegükben hasonló érték eloszlásokat a 4.22 ábra szemlélteti. Látható, hogy az adatok meghatározó hányada a 0-0,4 érték intervallumba esik. A 7. számú mellékletben szereplő, teljes, részletes nyersadatbázis adatai alapján ezek a közlemények gyakorlatilag 0 értékkel rendelkeznek.



**4.22 ábra. Hárompontos és kétpontos diverziti nyereség minőségi jellemzők érték eloszlása**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

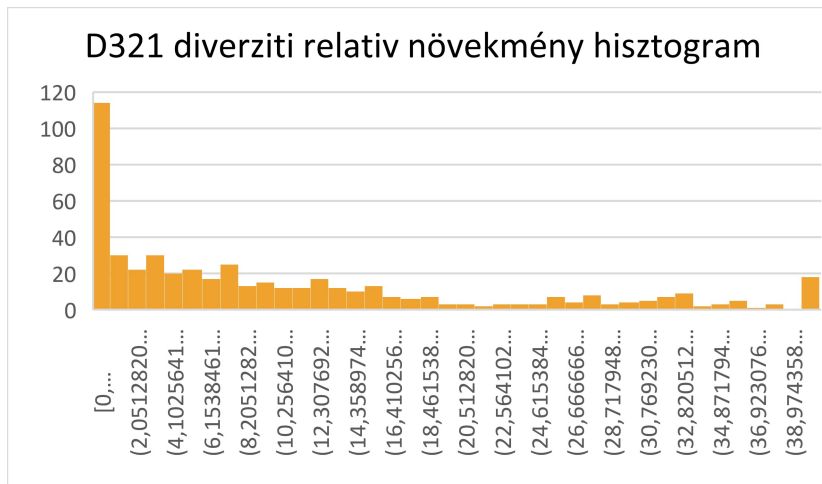
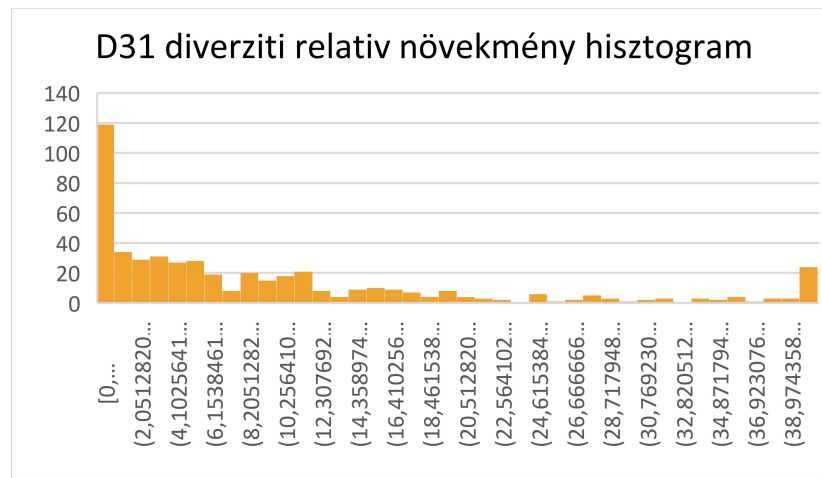
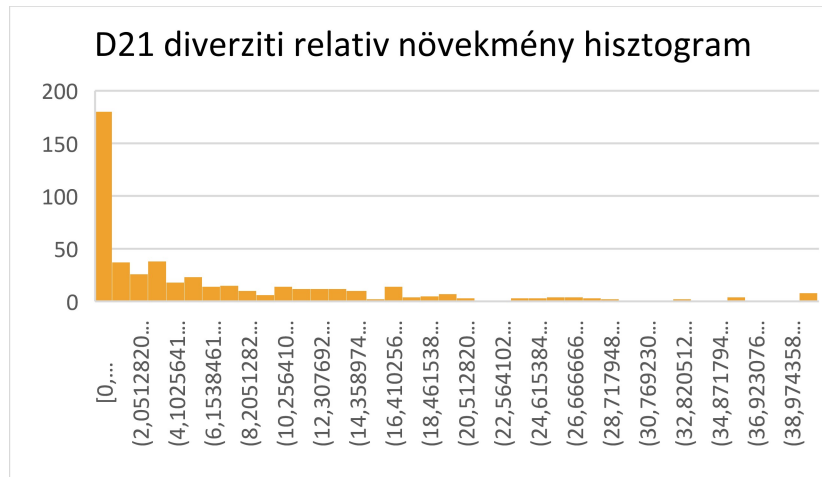
A D321, D21 és D31 diverziti relatív növekmény jellemzők adatainak eloszlását a 4.23 ábra szemlélteti.



**4.23 ábra. Hárompontos és kétpontos diverziti nyereségek minőségi jellemzők viszonya**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Az adatok a GD diverziti nyereség jellemzőkhöz hasonlóan, összességében szintén 0 érték centrikus, koncentrált eloszlást mutatnak. Az ábrán azonban megjelenik a rögzítmények egy meghatározó hányada, amelyik eltér az adatok jellemző, viszonylag szimmetrikus eloszlásától. Ezek a rögzítmény jellemző eltérések a GD321, GD21 és GD31 hasonló 3D adatábrázolásban nem jelennek meg.

A diverziti relatív növekmény adatok értéktartomány szerinti eloszlásait a 4.24 ábra tartalmazza. Látható, hogy a diverziti relatív növekmény értékeknél is megfigyelhető a nagyszámú 0 értékű diverziti rögzítmény, azonban az a GD diverziti nyereség adatokhoz képest jelentősen eltérő, kevesebb számú közlemény esetén állt elő. Ennek kétféle magyarázata lehet. Amennyiben azonos közleményekhez tartoznak a 0 értékű adatok, akkor a GD diverziti nyereség és D diverziti relatív növekmény jellemzők nem kompatibilisek, mivel nagyszámú távirat esetén eltérő értelmezésű leíró értéket eredményeznek minőségi jellemzőként. Másik opcióként, amennyiben eltérő rögzítmény halmazhoz tartoznak a 0 értékű adatok, úgy a GD diverziti nyereség és D diverziti relatív növekmény jellemzők eltérő értelmezési tartalommal kell rendelkezniük.



**4.24 ábra. Hárompontos és kétpontos diverziti nyereség minőségi jellemzők érték eloszlása**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

Az értékkála 0-tól eltérő többi tartománysávjai vonatkozásában a D321, D21, és D31 diverziti relativ növekmény érték eloszlások láthatóan szélesebb értékspektrumú, részletesebb képet mutatnak.

## 4.2 A diverziti hatékonyság új fogalmi megközelítése

A diverziti módszer alapvető célja a vételi jel minőségének javítása. Mint azt az előző fejezetpontokban bemutattam, a diverziti eljárások minőségi/hatékonysági leírása több síkon is megközelíthető.

### 4.2.1 Diverziti nyereség fogalmának általános értelmezése multiszenzoros vevő rendszerekben

A konvencionális jelkombinálási eljárások a pillanatnyi kimenő jelet a bemenő jelek SNR jelzaj viszony értékei alapján állítják elő, amely eljárásnak célja a kimenő jel SNR értékének javítása, maximalizálása. A jelkombináló kimenetén elért SNR érték növekedés az *SNR nyereség* vagy *diverziti nyereség*. Az adott alkalmazott rádiócsatorna modellnek megfelelően a jelválasztóra kerülő bemeneti jelek és így az SNR értékük is valószínűségi változók formájában írhatók le. Ennek megfelelően önmaguknak, a jelkombinálási eljárások különböző változatainak elméleti leírásai, képességei matematikai modelljei több évtizede jól definiáltak és publikáltak.

Jelteljesítmény szintjén minden egyes jelkombináló eljárásnál az egyes ágak diverziti nyereség DG értéke megadható az alábbi összefüggéssel:

$$DG = \frac{P_{div}}{P_{ág}} \quad (16)$$

ahol  $P_{div}$  : a teljes jelkombináló eljárás teljesítménye

$P_{ág}$  : az éppen vizsgált ág teljesítménye

A kapott DG érték egy hasznos mérőszáma lehet a rendszernek, viszont fontos kiemelni, hogy nem tükrözi a valóságos viszonyokat, hiszen nem veszi figyelembe az antennák különböző veszteségeit, amit a sugárzási hatékonysággal lehet jellemezni. Ezért került bevezetésre a *hatásos diverziti nyereség* fogalma:

$$DG_{hatásos} = \left[ \frac{P_{div}}{P_{ág}} \right] \cdot \eta_{sugárzás} = \left[ \frac{P_{div}}{P_{ideális}} \right] \quad (17)$$

ahol

$P_{div}$  : a teljes jelkombináló eljárás teljesítménye

$P_{ág}$  : az éppen vizsgált ág teljesítménye

$\eta_{sugárzás}$  : sugárzási hatékonyság

$P_{ideális}$  : az ág teljesítménye korrigálva a sugárzási hatékonysággal



Segítségével lehetővé válik a diverziti antennák DG értékének összehasonlítása. Ezzel a korrigált mérőszámmal jól összehasonlítható és eldönthető melyik eljárás használata a legideálisabb az adott körülményekhez. [26]

A digitális kommunikációban a csatorna jóságát a BER bithibaarány teljesítménye határozza meg. Leírására praktikus szempontok miatt célszerűen alkalmazható az  $E_b/N_0$ , az egységnyi bitidőre jutó hasznos jelenergia és zaj spektrális teljesítménysűrűségének aránya, amely közvetlenül a rendszer teljesítményhatékonyságát jelzi. Moduláció típustól, hibajavító kódolástól sávszélességtől független jellemzőként a jel *normalizált jel-zaj viszony* (SNR) vagy „*bitenkénti SNR*” értéket adja meg. Digitális modulációt feltételezve, a diverziti eljárás minősége jól leírható a BER bithibaarány  $E_b/N_0$  függvényében történő változásának vizsgálatával (ld. 3.3 fejezet szimulációs elemzések).

Kutatásomban a gyakorlati mérések során a három szenzoron történő egyidejű vétellel az antenna diverziti kategória feltételei (megfelelő antennatávolság, független vevőkészülékek) teljesültek, így a keletkezett egyedi rögzítmények korrelálatlan jelekből származónak tekinthetők. A diverziti megvalósítása a 4.1 fejezetben ismertetett offline módon, a különböző minőségű egyedi demodulált közlemények tartalmának utólagos, közlemény szintű összefésülésével történt. Kérdésként merül fel, hogy ebben a feldolgozási rendszerben hogyan definiálható a diverziti nyereség fogalma.

A vizsgálathoz rendelkezésre álló mért mennyiségek a következők voltak:

- $m_1$  vételminőség szenzor1 [%];
- $m_2$  vételminőség szenzor2 [%];
- $m_3$  vételminőség szenzor3 [%];
- $m_{d21}$  diverziti vétel minőség szenzor2-1 [%];
- $m_{d31}$  diverziti vétel minőség szenzor3-1 [%];
- $m_{d321}$  diverziti vétel minőség szenzor3-2-1 [%].

Számított mennyiségek:

- $GD_{21}$  diverziti nyereség szenzor2-1 [%];
- $GD_{31}$  diverziti nyereség szenzor3-1 [%];
- $GD_{321}$  diverziti nyereség szenzor3-2-1 [%].

Az elméleti SNR értékek alapján számított jel minőségi jellemző javulás dB-ben kifejezett értékének analógiájára, amely esetünkben nem alkalmazható, a diverziti nyereséget a következőképpen definiáltam:

Két szenzorra vonatkozó  $GD_{nm}$  diverziti nyereségnek tekintem a diverziti alkalmazásával elért, a minőségi jellemző értékében a szenzorok egyedi  $m_n$ ,  $m_m$  minőségértékének legjobbjára vonatkoztatott jelminőség javulás mértékét.

Ez alapján szenzor1 és szenzor2 vonatkozásában:

$$GD_{21} = |m_{d21} - \max(m_1, m_2)| \quad (18)$$

ahol

$$m_{d21} \geq m_1 \quad (19)$$

és

$$m_{d21} \geq m_2 \quad (20)$$

mindig fennáll.

Hasonlóképpen

$$GD_{31} = |m_{d31} - \max(m_1, m_3)| \quad (21)$$

ahol

$$m_{d3} \geq m_1 \quad (24)$$

és

$$m_{d31} \geq m_3 \quad (25)$$

feltétel szintén mindig teljesül.

Három szenzor esetén

$$GD_{321} = |m_{d321} - \max(m_1, m_2, m_3)| \quad (26)$$

ahol

$$m_{d321} \geq m_1 \quad (27)$$

$$m_{d321} \geq m_2 \quad (28)$$

$$m_{d321} \geq m_3 \quad (29)$$

szintén értelemszerűen mindig teljesül.

Általánosságban, az általam végzett feldolgozási értelmezésben egy  $n$  elemű szenzor hálózat diverziti nyereség jellemzője az alábbi kifejezéssel írható le:

$$GD_{n\dots 1} = |m_{dn\dots 1} - \max(m_1, m_2, \dots, m_n)| \quad (30)$$

ahol

$$m_{dn\dots 1} \geq m_1, m_2, \dots, m_n \quad (31)$$

mindig teljesül.

Mivel esetünkben minden mért és számított mennyiség lineáris viszonyszám [%], így a diverziti nyereség dimenziója is [%]. Megjegyzendő, hogy a számítási leírasmódban – amennyiben eltekintünk az olyan nem reális eredményektől, amikor a diverziti kombinálás eredménye

alacsonyabb értékű, mint az egyedi hatékonyságok értéke, az abszolútérték számítása nem indokolt.

#### 4.2.2 Relatív diverziti növekmény fogalmának bevezetése

A 4.1 fejezetben ismertetett GD diverziti nyereségérték eloszlásoknál (két és hárompontos diverzitinél egyaránt) kiemelt jelentősége volt annak, hogy a rögzítmények jelentős részében (pl. GD21 esetén több, mint 250 db távirat esetén) GD értéke O-ra adódott. Ennek oka az, hogy azoknál a rögzítményeknél, amelyeknél – akár csak egy vételi helyen – sikeres (100%-os) vétel történt – azaz a diverziti sikeres áldiverzitinék minősült – ott a DG értéke nem fog információt adni a többi szenzor minőségi jellemzőjéről. Ez a hiányosság fennáll az eredeti, elméleti, SNR alapú definíciónál is, a dB-ben kifejezett nyereség csak a kimeneti jelminőség javulást jellemzi. Ahhoz, hogy a jelminőség javulás mérhetőségét megtartva információt kapjunk arról, hogy az adott diverziti kimeneti jelminőség összességében milyen egyedi bemeneti jelminőségekből állt elő, szükségesnek látom a növekmény viszonyítási alapját megváltoztatni. Amennyiben a kimeneti jel minőségi jellemzőjét nem a legnagyobb bemeneti  $m_n$  egyedi minőségi jellemzőre vetítve határozzuk meg, hanem a bemeneti minőségi jellemzők számtani átlagára, úgy az új relatív diverziti növekményt kifejező diverziti leíróra igaz lesz, hogy:

- az diverziti nyereség fogalmához hasonlóan jellemzi a diverziti eljárás hatékonyságát;
- megőrzi a lineáris leírásmódot;
- rendelkezik mindazon tulajdonságokkal, mint a diverziti nyereség fogalom;
- a diverziti nyereség fogalmával ellentétben értékében tükröződik, hogy a kimeneti minőségi jellemző összességében milyen bemeneti minőségi jellemző értékekből adódott;
- értéke csak abban az esetben lesz 0, ha az adott diverziti vétel minden egyes szenzorán sikeres (esetünkben 100%-os) vétel történt.

A relatív diverziti növekmény fogalmát a következőképpen definiálom:

Két szenzorra vonatkozó  $D_{nm}$  relatív diverziti növekmény a diverziti alkalmazásával elért, a minőségi jellemző értékében a szenzorok egyedi  $m_n$ ,  $m_m$  minőség értékének aritmetikai középértékére vonatkoztatott jelminőség javulás mértéke.

A 4.1.1. fejezetben definiált bemeneti minőségi jellemzők felhasználásával számított mennyiségek:

- $D_{21}$  relatív diverziti növekmény szenzor2-1 [%];
- $D_{31}$  relatív diverziti növekmény szenzor3-1 [%];

-  $D_{321}$  relatív diverziti növekmény szenzor3-2-1 [%].

Ez alapján szenzor1 és szenzor2 vonatkozásában:

$$D_{21} = \left| m_{d21} - \frac{m_1+m_2}{2} \right| \quad (32)$$

ahol

$$m_{d2} \geq m_1 \quad (33)$$

és

$$m_{d2} \geq m_2 \quad (34)$$

mindig fennáll.

Hasonlóképpen

$$D_{31} = \left| m_{d31} - \frac{m_1+m_3}{2} \right| \quad (35)$$

ahol

$$m_{d31} \geq m_1 \quad (36)$$

és

$$m_{d31} \geq m_3 \quad (37)$$

feltétel szintén mindig teljesül.

Három szenzor esetén

$$D_{321} = \left| m_{d321} - \frac{m_1+m_2+m_3}{3} \right| \quad (38)$$

ahol

$$m_{d321} \geq m_1 \quad (39)$$

$$m_{d321} \geq m_2 \quad (40)$$

$$m_{d321} \geq m_3 \quad (41)$$

szintén értelemszerűen mindig teljesül.

Általánosságban egy  $n$  elemű szenzor hálózat relatív diverziti növekmény jellemzője az alábbi kifejezéssel írható le:

$$D_{n...1} = \left| m_{dn...1} - \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} \right| \quad (42)$$

ahol

$D_{n...1}$  az  $n$  elemű szenzor rendszer relatív diverziti növekménye és

$$m_{dn...1} \geq m_1, m_2, \dots, m_n \quad (43)$$

mindig teljesül.

### 4.3 Következtetések

A szenzorok által rögzített közlemények dekódolhatósági szintje szempontjából – a töredék közlemények túlsúlyával – Szenzor1 (268 db) és Szenzor2 (219) viszonylag kiegyenlített eredményt mutatott, míg Szenzor3 esetében a sikertelen dekódolások (202 db) dominált.

Vétel minőségi szempontból tekintve a szenzorok egyedi minőségi mutatóit, annak ellenére, hogy a mérési eredmények mindhárom szenzor esetében többsége a felső 1/3-ad tartományban található, Szenzor3 dekódolási eredménye kevésbé volt sikeres, mint az indokolt lett volna. A kifejezetten gyenge minőségű ( $\leq 10\%$ ) vételek számában szintén Szenzor3 emelkedik ki (25 db).

Páros diverziti tekintetében a Szenzor1-Szenzor2 páros az – egyébként mindkét ágon gyengébb minőségű egyedi jelminőségek ellenére – a diverziti eredményeként jelentős minőség javulást mutatott.

Szenzor1-Szenzor3 diverziti vételi ág sajátosságaként megállapítható, hogy Szenzor3 gyengébb saját mutatója ellenére bizonyos rögzítmények vonatkozásában Szenzor3 eseti magas jelminőségének köszönhetően jobb eredményt mutatott, mint a Szenzor1-Szenzor2 páros.

A három vételi helyes diverziti vonatkozásában megmutatkozik annak kiegyenlítő hatása a páros diverziti vétel eredményeire, valamint diverziti nyereség szempontjából nem volt képes látványosan javítani a páros diverziti eljárások eredményein.

Mindhárom diverziti esetében igazolásra került, hogy a diverziti nyereség, mint mérő jellemző a közlemények szintjén nagyon korlátozottan képes csak átfogó képet nyújtani a diverziti hatékonyságáról. Definíciójából adódóan az áldiverziti esetekben értéke 0-ra adódik akár már egy sikeres szenzor vétel esetén is, ezért nem képes minőségi információt biztosítani arra vonatkozóan, hogy milyen egyedi szenzor minőségi értékek mellett jött létre a sikeres dekódolás.

A diverziti nyereség definíció szerinti fogalma mellett indokolt egy olyan új mérőmennyiség meghatározása, amelyik kiküszöböli a a diverziti nyereség leíró korlátosságát. A mérések kiértékelése során bevezetett relatív diverziti növekmény fogalma az egyedi minőségi ágjellemzők számtani átlagát alapul véve 0-tól eltérő, értékelhető információt szolgáltat az áldiverziti kategória eseteiben is.

## ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

1. A feldolgozott tudományos szintű szakirodalomban csak korlátozott mértékben található olyan tudományos eredmények, amelyek önmagukban alkalmasak a vevő diverziti eljárások közleményszintű hatékonysági vizsgálatára és értékelésére.
2. Magyarország területe rövidhullámú iránymérő goniobázis elemként hasznosulása földrajzi szempontból kettős megítélést eredményez. Önálló és Visegrádi 4 hárompontos szenzor rendszer vonatkozásában szomszédos országok területére adódik a maximális pontossággal lokalizálható célterület, ugyanakkor egy magyarországi iránymérő szenzor NATO együttműködés keretében, keleti irányban érdemi hozzájárulási potenciállal rendelkezik a helymeghatározás eredmények megbízhatósága szempontjából.
3. A kidolgozott újszerű szimuláció alapú vizsgálati módszer a konvencionális módokhoz viszonyítva átfogóbb információkat képes adni a diverziti jelkombinációs eljárások rádiócsatorna jellemzőinek elemzése és többszemponú vizsgálata során.
4. A kidolgozott vevő diverziti vizsgálati minta protokoll eddig nem publikált módszertani hiátust pótol. Az elemzési eljárás olyan újszerű vizsgálati lehetőséget is lefed, amelyekre a korábbi konvencionális módszerek nem alkalmasak diverziti vételi jellemzők közleményszintű adatai alapján történő vizsgálata keretében.
5. Vevő diverziti eljárások közleményszintű elemzésében indokolt a *Relatív diverziti növekmény* fogalmának használata a *Diverziti nyereség* jellemző mellett.

## TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az elvégzett tudományos kutatómunkámat és vizsgálataimat az alábbiak szerint foglalom össze:

1. **Kidolgoztam** egy többszempontú scenárió **tervet** és olyan grafikus **vizsgálati módszert**, amely alkalmas rövidhullámú sávú goniobázis alapú szenzor elrendezések alkalmazhatóságának, képességeinek és korlátainak modellszintű vizsgálatára.
2. **Elkészítettem** egy olyan **módszertani protokollt**, amely alkalmas a diverziti jelkombinációs módszerek szimulációs elvű összehasonlító elemzésére.
3. **Kidolgoztam** és **valós mérési adatokon teszteltem** a diverziti jelkombinálásokban általánosan alkalmazható kvantitatív és kvalitatív elemeket is tartalmazó **értékelő-elemző módszert**.
4. A vevő diverziti közlemény szintű elemzések egzaktabb leírásához új terminológiai elemként **meghatározást adtam a *Relatív diverziti növekmény* fogalmára**.

## TOVÁBBFEJLESZTÉSI PERSPEKTÍVÁK

Az evolúciós algoritmus alapú súlyfaktoros eljárások modell alapú összevetése az SC, EGC, MRC módszerekkel olyan új összehasonlítási eredményeket biztosítana, amelyek, új dimenziót nyitnának meg a diverziti hatékonyság elemzési rendszerében. A heurisztikus módszerek egyik kiemelkedő előnye, hogy predikciós módszerrel, a súlyfaktorok algoritmus alapú módosításával érik el a diverziti vétel kimeneti jelének minőség javítását. Az adaptív algoritmusok alkalmasak arra, hogy becsléssel, folyamatában módosított változó paraméterek alkalmazásával, optimális értékeket kalkuláljanak az egyes diverziti ágak jeleinek súlyarányos figyelembevételéhez.

Napjainkban az AI alkalmazása egyre elterjedtebb a műszaki élet minden területén. A mesterséges képesség önállóan, kezelői beavatkozás nélkül képes döntést hozni a jobb minőségű eredmény (esetünkben növekvő kimeneti SNR érték) elérése érdekében. Ebből adódóan, különös perspektívát nyithat a jelkombináló eljárások mesterséges intelligencia alapú kutatása is. Forráskutatásom során a diverziti jelválasztási döntéselmélet tanulmányozása vonatkozásában nem talákoztam ilyen jellegű tudományos publikációkkal, ezen a területen potenciális kutatási továbblépési lehetőségeket látok. Véleményem szerint ez a terület úttörő kutatási irányvonalat mutat.

Az összetett csatorna modellek beépítése a szimulációs folyamatba szintén újszerű megközelítést jelenthet. Kutatásomban alap rádiócsatorna modelleket vizsgáltam, melyek empirikus leírásmódokkal rendelkeznek. A rövidhullámú jelterjedés elméleti szintű vizsgálatára rendelkezésre állnak már olyan kutatási eredmények (Watterson modell, ITU-R-HF modellek), melyek kifejezetten a 3-30 MHz frekvenciatartományban vizsgált rádiócsatorna jellemzők leírását modell szinten lehetővé teszik. Mindkét modell Matlab alapú szimulációs vizsgálata a kutatási eredményeken túl, az oktatásban is kamatoztatható értékeket eredményezhetnek.

Diszkrét, SDR alapú online mérések végzése két szenzorral szintén hozzájárulna a mért, valós eredmények értékelési módszertanához.



# **AJÁNLÁSOK A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLÁSÁRA**

Javaslom a doktori értekezésben foglaltak oktatási célú felhasználását BSc, MSc és PhD képzési szinteken a távközlési, infokommunikáció, híradó és nemzetbiztonsági szakok és specializációk körében önálló oktatási anyagként, forrásmunkaként vagy ajánlott szakmai irodalomként.

A további hasznosítást illetően nem csak az oktatásban lehetne az anyagot használni, hanem akár a nemzetbiztonsági szolgálatok szakmai munkájában is ezen a területen.

A megalkotott szimulációs elemzési módszer alkalmas más, mért adatokon végzett értékelési folyamathoz – alkalmazható sablonként – történő felhasználásra.

**Budapest, 2022. október .**

.....

**Kovács Róbert Sándor**

## MEGJELENT PUBLIKÁCIÓIM JEGYZÉKE

### A témakörben készült tudományos publikációim:

1. Kovács Róbert: The History of First High Frequency Diversity Reception Techniques, Hadmérnök, VIII. évf. 1. szám, pp.225-232. (2013), ISSN 1788-1919  
Forrás: [http://hadmernok.hu/2013\\_1\\_kovacs\\_2.php](http://hadmernok.hu/2013_1_kovacs_2.php) (Letöltve: 2022.07.13)
2. Kovács Róbert: Diversity Reception in Radiocommunication Links, Hadmérnök, VIII. évf. 1. szám, pp. 215-224. (2013) ISSN 1788-1919  
Forrás: [http://hadmernok.hu/2013\\_1\\_kovacs\\_1.php](http://hadmernok.hu/2013_1_kovacs_1.php) (Letöltve: 2022.07.13)
3. Kovács Róbert: Nemzetbiztonsági célú rövidhullámú stratégiai COMINT rendszerek elektronikai védelmi megfontolásai, Nemzetbiztonsági Szemle. III. évf. 2. szám (2015) pp. 52-70. HU ISSN 2064-3756
4. Kovács Róbert: Diversity as a Novel, Widespread Receiving Technology, Társadalom és Honvédelem, XVII. évf. 3-4. szám, pp.149-171. (2013), ISSN 1417-7293
5. Kovács Róbert: Aspects of Propagation Prediction Methods, Nemzetbiztonsági Szemle. (2016) HU ISSN 2064-3756 /Befogadó nyilatkozat/
6. Kovács Róbert: Az akusztikus közegből történő információgyűjtés fejlődése, In: Boda-Dobák: A nemzetbiztonság technikai kihívásai a 21. században, NKE Egyetemi jegyzet, 5.3 fejezet, pp.58-67. NKE Szolgáltató Nonprofit Kft, Budapest, 2015., 174 p. ISBN 978-615-5527-74-6
7. Kovács Róbert: Térinformatikai fogalmak és felhasználási lehetőségek a többforrású adatfúziós rádiófelderítő rendszerekben, Nemzetbiztonsági Szemle 2016/2 szám, pp. 83-100. ISSN 2064-3756

### **Egyéb tudományos publikációim:**

8. Kovács Róbert, Kún Gergely, Nádai László, Varga Péter János, Gyányi Sándor, Wühl Tibor, Mészáros Kristóf: 5G Research in Kandó

In: Szakál, Anikó (szerk.) 21th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI 2021)

Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok: IEEE (2021) 273 p. pp. 217-222., 6 p.

9. Kún Gergely, Kovács Róbert, Wühl Tibor, Mészáros Kristóf, Nádai László, Gyányi Sándor, Varga Péter János: Introduction of 5G in Education

In: Nádai, László 2021 IEEE 4rd International Conference and Workshop in Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE)

Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok: IEEE (2021) 197 p. pp. 147-152., 6 p.

10. Varga Péter János, Nádai László, Tóth András Bálint, Kail Eszter, Wühl Tibor, Gyányi Sándor, Kún Gergely, Kovács Róbert, Bánáti Anna, Kozlovsky Miklós: 5G RAN Research in Óbuda University

In: Szakál, Anikó (szerk.) IEEE 20th Jubilee World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics SAMI (2022): Proceedings, Poprad, Szlovákia: IEEE (2022) 507 p. pp. 359-365., 7 p.

11. Kún Gergely, Varga Péter János, Wühl Tibor, Wühl Dóra, Gyányi Sándor, Nádai László, Kovács Róbert: „Opened” or „Closed” RAN in 5G

In: Szakál, Anikó (szerk.) IEEE 20th Jubilee World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics SAMI (2022): Proceedings

Poprad, Szlovákia: IEEE (2022) 507 p. pp. 347-351., 5 p.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Kovács László: Battlefield of the Future. Academic and Applied Research in Military Science I:(2) pp. 195-208. Budapest, 2002. Forrás:  
<http://hdl.handle.net/20.500.12944/1891> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [2] Haystead John: Back to the Future, The Journal of Electronic Defense: 2014, Forrás:  
<https://fliphtml5.com/wuae/nweh/basic> (Letöltve: 2020.01.01.)
- [3] Dobák Imre – Endrődi Ferenc: A magyar rádióelhárítás nemzetközi együttműködésének története (1955-1990), Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2014., ISBN 978-963-08-8575-1.
- [4] Zubi Abdull Ahmad Bin: Characterization of the Equatorial F2-Region Plasma Drift Using Doppler Interferometry at Parit Raja, Forrás:  
[http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/5458/1/ABDULL\\_ZUBI\\_BIN\\_AHMAD.pdf](http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/5458/1/ABDULL_ZUBI_BIN_AHMAD.pdf)  
(Letöltve: 2018.07.23.)
- [5] Ahmed Adnan Khan: Symbol Detection Tehniques in a Spatial Multiplexing System, Pastic Dspace Repository, Forrás:  
<http://173.208.131.244:9060/xmlui/handle/123456789/1124> (Letöltve: 2022.10.10.)
- [6] Torabi Amir: Channel Modelling for Fifth Generation cellular Networks and Wireless Sensor Networks, Forrás:  
<https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1146&context=etdr> . (Letöltve: 2022.10.08.)
- [7] Maryam Najmafshar: Modeling High-Latitude Ionospheric Scintillations for Radio Occultation GPS Receiver Performance Analysis Forrás:  
<https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3681> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [8] Michael Prior-Jones: Digital HF communications for autonomous instrumentation in the polar regions. Forrás: <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/16645/> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [9] Otnes Roald: Improved receivers for digital High Frequency communications: Iterative channel estimation, equalization, and decoding (adaptive turbo equalization, Forrás:

- [https://www.zmailer.org/m/ham/HF-data/nbn\\_no\\_ntnu\\_diva-86.pdf](https://www.zmailer.org/m/ham/HF-data/nbn_no_ntnu_diva-86.pdf) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [10] Davies Nigel Clement: Digital Radio and Its Application in the HF (2-30 MHz) Band, Forrás: [http://etheses.whiterose.ac.uk/637/1/uk\\_bl\\_ethos\\_414156.pdf](http://etheses.whiterose.ac.uk/637/1/uk_bl_ethos_414156.pdf) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [11] Dongi Xiaodai: Coherent Signalling and Receiver Diversity for Fading Channels, Forrás: <https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk3/ftp04/NQ56075.pdf> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [12] Vukotić Selena: Združena detekcija i klasifikacija OFDM signala na bazi cikličnih obeležja i skrivenih Markovljevih modela. Forrás: <http://union.edu.rs/wp-content/uploads/2018/04/Teza-Selena-Vukotic.pdf> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [13] Konstantinos Pelekanakis: Harvesting Time-Frequency-Space Diversity with Coded Modulation for Underwater Acoustic Communications. Forrás: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/50587> (Letöltve 2022.10.08.)
- [14] Aboklosa Hassan Utham: Development of a MATLAB Toolbox for Mobile Radio Channel Simulators, Forrás: <http://hdl.handle.net/11250/137535> (Letöltve 2022.10.08.)
- [15] Ványa László: Valós idejű iránymérés eljárási módszertana, Forrás: <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/9518> (Letöltve: 2022.10.09.)
- [16] Kovács László: Az elektronikai felderítés korszerű eszközei, eljárásai és azok alkalmazhatósága a Magyar Honvédségben, (PhD) értekezés Forrás: [https://doktori.hu/index.php?menuid=192&lang=HU&sz\\_ID=6456](https://doktori.hu/index.php?menuid=192&lang=HU&sz_ID=6456) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [17] Károly Krisztián: Automatizált erőkövetési képesség megvalósításának lehetőségei a Magyar Honvédség Híradó-Informatikai rendszerében, (PhD) értekezés Forrás: <http://hdl.handle.net/20.500.12944/13724> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [18] Fürjes János Norbert: Kis és közepes sebességű digitális adatátviteli rendszerek automatikus analízisének és dekódolásának lehetőségei, (PhD) értekezés Forrás: <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/12221> (Letöltve: 2022.10.08.)

- [19] Horváth Sándor József: A Magyar Honvédség elektronikai hadviselési képességének fejlesztése szoftverrádiók alkalmazásával, (PhD) értekezés Forrás: <https://doktori.hu/index.php?menuid=193&lang=HU&vid=19678> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [20] Bajó József: A nem polgári célú frekvenciagazdálkodás hatékonyságának korlátai, a gazdálkodási hatékonyság fokozásának lehetőségei, <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/static/pdfjs/web/viewer.html?file=https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/12033/Teljes%20sz%c3%b6veg%21.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Letöltve: 2020.06.23.)
- [21] Hetesy Zsolt: A titkos felderítés, (PhD) értekezés Forrás: <https://ajk.pte.hu/sites/ajk.pte.hu/files/file/doktori-iskola/hetesy-zsolt/hetesy-zsolt-vedes-ertekezes.pdf> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [22] Solti István, A titkos információgyűjtés, elvei, eszközei és módszerei, alkalmazásának lehetőségei a nemzetbiztonsági munkában (PhD) értekezés, Forrás: <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/12393> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [23] Manz Barry: HF SIGINT Battles the Ionosphere, Association of Old Crows: Gainesville, Florida, 2014. augusztus, Forrás: The Journal of Electronic Defense, Vol.37, No. 8.
- [24] Association of Old Crows: The Lost Art of HF: The rebirth of Shortwave in Digital World, Online Konferencia, Forrás: <https://www.govevents.com/details/33682/the-lost-art-of-hf-the-rebirth-of-shortwave-in-a-digital-world/> (Letöltve: 2020.10.12.)
- [25] Hakeem Mohammed Jameel: A Simulation Study of Cooperative, Forrás: [https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/3815/Mohammed\\_Hakeem\\_MA\\_Sc\\_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/3815/Mohammed_Hakeem_MA_Sc_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [26] Maps on the Web: Map of Ongoing armed Conflicts, Forrás: <https://mapsontheweb.zoom-maps.com/post/666575087790604290/map-of-ongoing-wars-with-number-of-deaths> (Letöltve: 2022.07.03.)
- [27] Kobolka István: Nemzetbiztonsági alapismeretek, Nemzeti Közsolgálati és Tankönyv Kiadó, Budapest, 2013. p.56. ISBN 978-615-5344-32-9.
- [28] Wang Jilong – Ding Guoru – Wang Haichao: HF communications: Past, present, and future Forrás: <https://www.semanticscholar.org/paper/HF-communications%3A->

- [Past%2C–present%2C–and–future–Wang–Ding/1f7191e9609862534e542e390d44177d0f16b61f](#) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [29] Denisowski Paul: The Lost Art of HF: The Rebirth of Shortwave in a Digital World, 57th Annual AOC International Symposium & Convention: , 2020.08.06 14:00-15:00 EDT online konferencia, Forrás: <https://www.crows.org/page/LostArtofHF–ondemand> (Letöltve: 2020.10.12.)
- [30] Hetesy Zsolt: A terrorizmus elleni fellépés és az alapjogok korlátozása Magyarországon, Forrás: [https://www.hamvasintezet.hu/wp-content/uploads/2018/09/el%C5%91ad%C3%A1sok\\_a\\_bel%C3%BCgyi\\_tudom%C3%A1nyos\\_tan%C3%A1cs\\_konferenci%C3%A1in\\_1.pdf](https://www.hamvasintezet.hu/wp-content/uploads/2018/09/el%C5%91ad%C3%A1sok_a_bel%C3%BCgyi_tudom%C3%A1nyos_tan%C3%A1cs_konferenci%C3%A1in_1.pdf) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [31] 24.hu portál: Ismét iszlamisták ölték francia katonákat, <https://24.hu/kulfold/2021/01/03/terror–mali–franciaország–iszlamistak/> Forrás: (Letöltve: 2021.01.03.)
- [32] Fürjes János, Fodor Zoltán: Rádielektronikai felderítő- és zavaróeszköz fejlesztésének lehetőségei, Felderítő Szemle, XV. évfolyam 1. szám, 2016. április, p.170, Forrás: <https://www.knbsz.gov.hu/hu/publikaciok.html#fsz2016–4> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [33] Opauszki Pál, Vörös József: Rádióforgalom-ellenőrzés, In: Csóka Ferenc (szerk.): Szakszolgálat Magyarországon, avagy tanulmányok a hírszerzés és a titkos adatgyűjtés világából. Budapest, NBSZ, 2012. ISBN 978-963-08-3211- 3
- [34] Isode Whitepaper: Isode’s HF Vision, Road Map & Products Forrás: <https://www.isode.com/whitepapers/isode–hf–roadmap.html> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [35] Pau Bergadá Caramés: Oblique Sounding and HF Communication Techniques for Very Long Haul Ionospheric Links, PhD értekezés, Ramon Llull University, Spanyolország, 2014. Forrás: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/285837#page=1> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [36] Nemzetbiztonsági Szakszolgálat honlapja: Forrás: <http://www.nbsz.gov.hu/?mid=28>. (Letöltve: 2022.10.08.)
- [37] A nemzetbiztonsági szolgálatokról szóló 1995. évi CXXV. törvény
- [38] Csóka Ferenc: Szakszolgálat Magyarországon, avagy tanulmányok a hírszerzés és titkos adatgyűjtés világából 1785-2011., Nemzetbiztonsági Szakszolgálat, Budapest, 2013. p. 491, ISBN 978-963-08-3211-3

- [39] Vadász Pál, Séllei Márton: Az információkeresés magyar jogi környezete, Hadtudomány 2017/1-2: Budapest, 2017.
- [40] Balla Lajos: Adalékok a titkos információgyűjtés, valamint a titkos adatszerzés kriminalisztikai és eljárási problémáihoz, Forrás: [https://debreceniitlotabla.birosag.hu/sites/default/files/field\\_attachment/titkosadatgyujtes.pdf](https://debreceniitlotabla.birosag.hu/sites/default/files/field_attachment/titkosadatgyujtes.pdf) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [41] Dobák Imre: A nemzetbiztonság általános elmélete, Nemzeti Közszerzői Egyetem, 2014. p.252.
- [42] Haig Zsolt: Intelligence and electronic Warfare on the Digital Battlefield, Hadmérnök, IV. Évfolyam 3. szám, 209. szeptember, Forrás: <https://tudasportal.unike.hu/xmlui/handle/20.500.12944/2068> . (Letöltve: 2022.10.08.)
- [43] Magyar Honvédség Összhaderőnemi Elektronikai Hadviselés Doktrína 2. kiadás, 2014, MH.
- [44] Fűrjes János: Korszerű rádiófelderítés kihívásai az információs műveletekben, Forrás: [http://hadmernok.hu/archivum/2008/2/2008\\_2\\_furjes.pdf](http://hadmernok.hu/archivum/2008/2/2008_2_furjes.pdf) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [45] Zolesi B., Bianchi C., Meloni A., Baskaradas J.A , Belehaki A., Altadill D, Mese E Dalle: SWING: A Euran project for a new application of an ionospheric network, Forrás: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2016RS006037> (Letöltve 2022.05.20.)
- [46] Szűcs György Csaba: A rádióamatőr szolgálat tevékenysége a rövidhullámú sávokban, Forrás: <https://docplayer.hu/1229503-A-radioamator-szolgalat-tevekenysege-a-rovidhullamu-savokban-szucs-gyorgy-csaba-ha6igm-radioamator-a-radioamator-keszenleti-szolgalat-tagja.html> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [47] Rawlings Keith: An Aerial for Ukraine and Trap Dipole, RadioUser, May,2022 p.50-51 Forrás: <https://www.radioentusiast.co.uk/store/latest-issue/radio-user/> (Letöltve: 2022.05.20.)
- [48] Manz Barry: HF SIGINT Battles the Ionosphere, The Journal of Electronic Defense, August 2014 p.333.
- [49] The Arctic: HF's New Frontier, Monitoring Times, Vol.26, No.12 2007.december, p.28.



- [50] Isode: Architecture for IP Application Services over HF Radio, Forrás: <https://www.isode.com/whitepapers/ip-over-hf-architecture.html> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [51] WaveCom Index list, Forrás: <http://www.wavecom.ch/content/ext/DecoderOnlineHelp/default.htm#> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [52] Zhang Hui ,Yang Huazhong, Luo Rong, Shuzheng xu: Design considerations of a new HF modem and performance analysis, Forrás: [https://www.researchgate.net/publication/224632754\\_Design\\_considerations\\_of\\_a\\_new\\_HF\\_modem\\_and\\_performance\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/224632754_Design_considerations_of_a_new_HF_modem_and_performance_analysis) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [53] Sequeira Vasco: Data Rate Change Algorithms for HF Band Efficient Communications Using the E/R GRC–525 Radio, Forrás: [https://www.researchgate.net/publication/325384857\\_Data\\_Rate\\_Change\\_Algorithms\\_for\\_HF\\_Band\\_Efficient\\_Communications\\_Using\\_the\\_ER\\_GRC-525](https://www.researchgate.net/publication/325384857_Data_Rate_Change_Algorithms_for_HF_Band_Efficient_Communications_Using_the_ER_GRC-525). (Letöltve: 2022.10.08.)
- [54] Trinder S.E. Trinde, Brown D.J.: Algorithms for the adaption of data rate using STANAG 5066, Forrás: [https://digital-library.theiet.org/content/conferences/10.1049/ic\\_19990076](https://digital-library.theiet.org/content/conferences/10.1049/ic_19990076) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [55] Wang Jinlong, Ding Puoru, Wang Haichao: HF communications: Past, present, and future, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8456447> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [56] Anselmi Tony: Most important HF milcomms standards, Forrás: <http://i56578-swl.blogspot.com/2015/08/most-important-hf-milcomms-standards.html> . (Letöltve: 2022.10.08.)
- [57] RapidM, Wideband HF House, Forrás: <https://www.rapidm.com/overview-page/naval-and-strategic-communications/> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [58] Albinsson M.: Burst transmission in the HF band: A system analysis and proposal for improvement Forrás: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1993STIN...9511821A/abstract> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [59] Digital Radio Mondial technológiai honlap, Forrás: <https://www.drm.org/> (Letöltve: 2022.10.08.)

- [60] Digital Radio Mondiale ismertető, Forrás: <https://www.ham.hu/radiosatvitel/hang/DRM/> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [61] Electronics Notes: What is DRM– Digital Radio Mondiale, Forrás: <https://www.electronics-notes.com/articles/audio-video/broadcast-audio/what-is-drm-digital-radio-mondiale.php> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [62] Johnson Eric E.: HF Radio Mesh Networks, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4086783> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [63] KNL\_Networks: Looking Toward the Future of HF Technology, Forrás: <https://knlnetworks.com/wp-content/uploads/2019/06/KNL-White-Paper-HF.pdf> (Letöltve: 2018.02.23.)
- [64] Roppel Carsten: Grundlagen der digitalen Kommunikationstechnik, Carl Hansen Verlag kiadó, München 2006 ISBN-10 3 446 22857 8.
- [65] ElectronicDesign: Understanding Modern Digital Modulation Techniques, Forrás: <https://www.electronicdesign.com/technologies/communications/article/21798737/understanding-modern-digital-modulation-techniques> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [66] RapidM honlap: Wideband HF House, Forrás: <https://www.rapidm.com/overview-page/naval-and-strategic-communications/> (Letöltve: 2022.06.10.)
- [67] HF Utility & Milcomm Signals honlap: Most important HF Millcomms Standards, Forrás: <http://i56578-sw1.blogspot.com/2015/08/most-important-hf-milcomms-standards.html> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [68] Schaefer Bernd., Jones Nate. Fischer Benjamin: Forecasting nuclear war, Forrás: <https://www.wilsoncenter.org/publication/forecasting-nuclear-war> (Letöltve 2022.10.08.)
- [69] HamWiki Online: Rádiófrekvenciás hullámterjedés, Forrás: [https://wiki.ham.hu/index.php?title=R%C3%A1di%C3%B3frekvenci%C3%A1s\\_hull%C3%A1mterjed%C3%A9s](https://wiki.ham.hu/index.php?title=R%C3%A1di%C3%B3frekvenci%C3%A1s_hull%C3%A1mterjed%C3%A9s) (Letöltve: 2022.10.07.)
- [70] Arcanum: Magyar etimológiai szótár, Forrás: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-magyar-etimologiai-szotar-F14D3/> (Letöltve: 2022.10.02.)
- [71] Lexiq: online szótár, Forrás: <https://lexiq.hu/szenzor> (Letöltve: 2022.10.02.)
- [72] Geo JavaWA honlap, Forrás: [http://geo.javawa.nl/coordcalc/index\\_en.html](http://geo.javawa.nl/coordcalc/index_en.html) (Letöltve: 2022.10.08.)

- [73] Vya, NATO-tagországok, Hír.ma honlap, Forrás: <https://hir.ma/belfold/nato-tagorszagok/433967> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [74] Kovács Róbert: The History of First High Frequency Diversity Reception Techniques Hadmérnök, VIII. 1.2013 március, Forrás: [http://hadmernok.hu/2013\\_1\\_kovacs\\_2.pdf](http://hadmernok.hu/2013_1_kovacs_2.pdf) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [75] Pioneering in Electronic.: The David Sarnoff Library, Forrás: <http://www.davidsarnoff.org/kil-chapter01.html> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [76] Rogers Henry: Restoration of the Skyrider Diversity DD-1 Concole Receiver. Western Historic Radio Museum., Forrás: <http://www.radioblvd.com/DiversityDD1.html> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [77] Beverage Harold H. and Peterson H. O.: Oral-History, Forrás: [https://ethw.org/Oral-History:Harold\\_H.\\_Beverage\\_and\\_H.\\_O.\\_Peterson](https://ethw.org/Oral-History:Harold_H._Beverage_and_H._O._Peterson) (Letöltve: 2013.02.23.)
- [78] IEEE Cincinnati Section: Harold H. Beverage, Forrás: <https://ieeecincinnati.org/2005/10/04/harold-h-beverage/> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [79] Beverage Harold Henry: Explorer of the Wavelengths. Radio's 100 Men of Science, 1944 ISBN 0-8369-1916-5, Forrás: [http://www.olderadio.com/archives/people/Harold\\_Beverage](http://www.olderadio.com/archives/people/Harold_Beverage) (Letöltve: 2013.02.23.)
- [80] Beverage Harold Henry: Forrás, <http://oklike.c-a-v.com/soubory/beverage.htm> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [81] Diversity Reception and the Hallicrafters DD-1 – Part III. Carson Currents,,April/May 2003.12-13, Forrás: <http://www.cvrc.net/members/newsletters/AprMay03.pdf> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [82] Nagle John J. K4KJ: Diversity Reception: An Answer to High Frequency Signal Fading. Ham Radio Magazine, September (1979), 48-55, Forrás: <http://www.epanorama.net/sff/Radio/Receivers/Diversity%20Reception.pdf> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [83] Radiomuseum online: Forrás: [http://www.radiomuseum.org/m/hallicraft\\_usa\\_en\\_1.html](http://www.radiomuseum.org/m/hallicraft_usa_en_1.html) (Letöltve: 2013.02.23.)
- [84] Broadcasting History: Forrás: [http://www.americanradiohistory.com/Broadcasting\\_Individual\\_Issues\\_Guide.htm](http://www.americanradiohistory.com/Broadcasting_Individual_Issues_Guide.htm) (Letöltve: 2022.10.08.)

- [85] Classic Pre-WWII Ham Gear 1928-1941. Radio Boulevard: Western Historic Radio Museum., Forrás: <http://www.radioblvd.com/Pre-WWII%20Ham%20Gear.htm> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [86] Pentti Stenman: The Muscle Radio: R-390A/URR., Forrás: <http://www.penan.net/dx/r-390a.htm> (Letöltve: 2013.02.23.)
- [87] Derryberry Jim H. – Gregg William D.: On Optimum Space Diversity of Correlated Multipath,, Electronics Research Center, The University of Texas at Austin, Forrás: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0676276.pdf> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [88] Traveset J.Ventura – Caire G.–Biglieri,E. – Taricco G.,Impact of diversity reception on fading channels with coded modulation. Part I: coherent detection. IEEE Trans. Commun., 45(5), 563-572, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/document/592556> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [89] Tarokh V. – Seshadri N. – Calderbank A.R.: Space-time codes for high data rate wireless communication, IEEE Trans. Inform. Theory, 44(2), 744-765, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/document/661517> (Letöltve: 2022.10.08.)
- [90] Plicanic Vanja: Antenna Diversity Studies and Evaluation. Master of Science Thesis, Department of electrosience, Lund University, Sweden, Forrás: <http://www.es.lth.se/teorel/Publications/TEAT-5000-series/TEAT-5064.pdf> (Letöltve: 2013.01.26.)
- [91] Mattheijssen Paul – Herben Matti H. A. J. – Dolmans Guido – Leyten Lukas Leyten: Antenna-Pattern Diversity Versus Space Diversity for Use at Handhelds. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 4 Vol. 53 (2004) 1035-1042, Forrás: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.60.8790> (Letöltve: 2013.01.26.)
- [92] Space and Frequency Diversity Ceragon Newsletter, December 2008., Forrás: [http://www.ceragon.com/newsletter\\_page.asp?id=32](http://www.ceragon.com/newsletter_page.asp?id=32) (Letöltve: 2013.01.26.)
- [93] Farson Adam: Note on dual-diversity reception with the IC-7800, Forrás: <http://www.ab4oj.com/icom/ic7800/7800div.html> (Letöltve: 2013.01.26.)
- [94] Wireless Microphone Systems: Diversity Reception, Forrás: [http://www.download.n7tgb.net/Misc/wg\\_diversity.pdf](http://www.download.n7tgb.net/Misc/wg_diversity.pdf) (Letöltve: 2013.01.26.)

- [95] The Free Dictionary: Space diversity reception, Forrás: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/space+diversity+reception> (Letöltve: 2013.01.26.).
- [96] Godara L. C.: Handbook of Antennas for Wireless Communications. CRC Press, 2002. Receive Diversity, Forrás: <http://www.comm.utoronto.ca/~rsadve/Notes/DiversityReceive.pdf> (Letöltve: 2013.01.26.)
- [97] Viterbo Emmanuele Viterbo: Signal Space Diversity: A Power- and Bandwidth-Efficient Diversity Technique for the Rayleigh Fading Channel. IEEE Trans. Inform Theory, Vol. 44. No. 4, july (1998) 1453-1466, Forrás: <http://www.ecse.monash.edu.au/staff/eviterbo/> (Letöltve: 2013.01.26.)
- [98] Simon Marvin. K. – Alouini Mohamed-Slim: Digital Communication over Fading Channels, 2nd ed. New York: Wiley, 2005.
- [99] Kovács Róbert: Diversity Reception in Radiocommunication Links, Hadmérnök VIII.1. 2013 március, Forrás: [http://hadmernok.hu/2013\\_1\\_kovacs\\_r\\_1.pdf](http://hadmernok.hu/2013_1_kovacs_r_1.pdf) (Letöltve: 2022.10.08.)
- [100] Monitoring Times : Diversity Reception, Smart Antennas and Reliable Communication, Vol. 26, No. 12. 2007. december, p.62.
- [101] Cho Yong Soo, Jaekwon Kim, Won Young Yang, Chung G. Kang: MIMO-OFDM Wireless Communications with Matlab, John Wiley & Sons, Singapore, 2010, ISBN 978-0-470-82561-7, p.281.
- [102] Antenna theory online: Antenna Diversity, Forrás: <http://www.antenna-theory.com/arrays/diversity.php> (Letöltve: 2019.01.26.)
- [103] Sulonen K.: Evaluation of Handset Antenna Configurations, Department of Electrical and Communications Engineering, Helsinki University of Technology, March 1999.
- [104] Mathuranathan Viswanathan: Selection Combining architecture simulation, Forrás: <https://www.gaussianwaves.com/2019/12/receiver-diversity-selection-combining> (Letöltve: 2021.01.17.).
- [105] Koohestani M. at all: Diversity Gain Influenced by Polarization and Spatial Diversity Techniques in Ultrawide band, IEEE Access, 2015. április 15, Forrás:

- <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7083698> (Letöltve: 2022.10.09.)
- [106] Goldsmith Andrea: Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005. Forrás: <https://www.cambridge.org/core/books/wireless-communications/800BA8A8211FBECB133A7BB77CD2E2BD>, (Letöltve: 2022.10.09.), ISBN 9780511841224
- [107] Chun-Hung Liu: Diversity Techniques, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Fall 2014, <https://www.coursehero.com/file/62926241/Lecture4pdf/> . (Letöltve: 2022.10.09.)
- [108] Sanjiv Kumar at all: Performance Comparison of Various Diversity Techniques using Matlab Simulation, Forrás: <http://www.mecs-press.org/ijitcs/ijitcs-v5-n11/IJITCS-V5-N11-6.pdf> (Letöltve: 2019.01.09).
- [109] Jieling Wang, Hong Yang, Kechu Yi: Multipath Combining Scheme in Single-Carrier Transmission Systems, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5282378> (Letöltve: 2019.01.09.)
- [110] Ajal A. J.: Diversity techniques for mobile wireless radio systems, Federal Institute of science and Technology, India, Forrás: <https://www.slideshare.net/ajal4u/wmc-diversity-16578318> (Letöltve: 2021.08.30.)
- [111] Blanco M., Zdunek K.: Performance and Optimization of Switched Diversity Systems for the Detection of Signals with Rayleigh Fading, IEEE Trans. Commun. pp.1887-1895. 1979.december.
- [112] Simon M., Alouini M.S.: Digital Communication over Fading Channels A Unified Approach to Performance Analysis, John Wiley, 2000. p.551 Forrás: <https://www.amazon.com/Digital-Communication-over-Fading-Channels/dp/0471317799> (Letöltve: 2022.10.09.)
- [113] Jataprolu M. K., Michalopoulos D. S, Schober R.: Optimal Switch and Stay Combining (SSC) under Switching Rate Constraints, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5779387> (Letöltve: 2022.10.09.)

- [114] Chau Y. A., Chen Y.H.: General Switch-and-Stay Combining for Space Diversity over Rayleigh Fading Channels, Forrás: <https://www.hindawi.com/journals/ijap/2012/717494/>, (Letöltve: 2022.10.09.)
- [115] Win M. Z., Winters J. H.: Analysis of Hybrid Selection/Maximal-Ratio Combining in Rayleigh Fading, Forrás: <http://www.jackwinters.com/00767866.pdf> (Letöltve: 2022.10.09.)
- [116] Yin Y., Fonseka J. P., Korn I.: Sensitivity to Timing Errors in EGC and MRC Techniques, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1199273> (Letöltve: 2022.10.09.)
- [117] Barott W. C.: Effect of Beamforming Errors on the Efficiency of Maximal Ratio and Equal Gain Combining, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6950738> (Letöltve: 2017.02.11.)
- [118] Álmos Attila, Győri Sándor, Horváth Gábor, Várkonyiné Kóczy Annamária: Genetikai algoritmusok, Typotex Kiadó, Budapest, 2021, ISBN 978-963-9321-07-6.
- [119] Annavajjala R., Milstein L. B.: Performance analysis of linear diversity combining schemes on Rayleigh fading channels with binary signaling and Gaussian weighting errors, IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 4, no. 5, pp. 2267-2277, 20.
- [120] Akbari M., Hossain M. R., Manesh M. R., El-Saleh A. A., Kareem A. M.: Minimizing sensing decision error in cognitive radio networks using evolutionary algorithms, KSII Transactions on Internet and Information Systems, Vol.6, No.9, pp. 2037-2051, 2.
- [121] Behad Abdi, Hamid Mozafari, Amram Ayob, Roya Kohandel: Imperialist Competitive Algorithm and its Application in Optimization of Laminated Composite Structures, European Journal of Scientific Research, Vol.55 No.2 (2011), pp.174-187 ISSN 1450-216X.
- [122] Dongshu Wang, Dapei Tan, Lei Liu: Particle swarm optimization algorithm: an overview, Springer Link, January, 2017. Forrás: <https://doi.org/10.1007/s00500-016-2474-6> (Letöltve:2022.02.11.).
- [123] Heegard C., Wicker S.B.: Turbo coding. Kluwer, 1999. p. 3. ISBN 978-0-7923-8378-9.

- [124] Forney D.: Principles of Digital Communication II., Lecture Notes Section 4.2, MIT OpenCourseWare, 8 November 2017.
- [125] AdiPersonalWorks, Diversity Gain Communication MATLAB, Forrás: <https://github.com/AdiPersonalWorks/Diversity-Gain-Communication-MATLAB-/find/master>, (Letöltve: 2020.06.07.)
- [126] Ghnimi S., Rajhi A., Gharsallah A.: BER performance of GMSK modulation under radio mobile propagation environments, Mediterranean Microwave Symposium (MMS), 08-11. September 2011.
- [127] Philip-Kpae F.O., Omijeh B. O.: Bit Error Rate and Signal to Noise Ratio Performance Evaluation of OFDM System with QPSK and QAM M-array Modulation Scheme in Rayleigh, Rician and AWGN Channel Using MATLAB/Simulink, Innovative Systems Design and Engineering, Vol.8, No.4, 2017, ISSN 2222-1727 (Paper), ISSN 2222-2871 (Online)
- [128] Fontán F. P., Espineira P. M.: Modeling the Wireless Propagation Channel. A Simulation Approach with MATLAB, John Wiley & Sons, 2008, ISBN 9780470727850.
- [129] NOAA Space Weather Prediction Center: HF Prediction Site, Forrás: <https://swe.ssa.esa.int/ionospheric-weather> (Letöltve: 2020.08.14.)
- [130] Ionospheric Weather Expert Service Centre (I-ESC): Forrás: <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.533/en> (Letöltve: 2021.09.23.)
- [131] VOACAP: Online for Ham Radio, Forrás: <https://www.voacap.com/hf/> (Letöltve: 2022.02.18.).
- [132] SWS Space Weather Services online: Forrás: [https://www.sws.bom.gov.au/HF\\_Systems/7/1](https://www.sws.bom.gov.au/HF_Systems/7/1) (Letöltve: 2022.01.07.).
- [133] Proppy online: HF Propagation Prediction, Forrás: <https://soundbytes.asia/propy/> (Letöltve: 2022.07.07.)
- [134] Radio Society of Great Britain: Online Propagation Tools, Forrás: <https://rsgb.org/main/technical/propagation/on-line-propagation-tools/> (Letöltve: 2022.05.14.)



- [135] Radio Society of Great Britain: RadCom Online Prediction Tools, Forrás: <https://rsgb.org/main/technical/propagation/on-line-propagation-tools/radcom-online-propagation-prediction-tools/> (Letöltve: 2022.09.30.)
- [136] Stroobandt S.: Real-Time HF Propagation Prediction Portal Forrás: <https://hamwaves.com/propagation/en/index.html> (Letöltve: 2022.10.07.)
- [137] ITU-R P.533-61 RECOMMENDATION: ITU-R P.533-6 HF PROPAGATION PREDICTION METHOD (Question ITU-R 223/3), <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.533/en> (Letöltve: 2022.10.09.)
- [138] AR Knowledge Center: Antenna far field distances, Forrás: <https://www.arworld.us/html/00000.asp> (Letöltve: 2022.10.09.)
- [139] Digisonde Prohunce online: Ionogram, Forrás: [https://lgdc.uml.edu/common/ShowIonogramPage?mid=15252681&ursiCode=PQ052&time=2013.06.12%20\(163\)%2001:00:00.000](https://lgdc.uml.edu/common/ShowIonogramPage?mid=15252681&ursiCode=PQ052&time=2013.06.12%20(163)%2001:00:00.000) (Letöltve: 2022.07.12.)
- [140] Magyar Honvédség Összhaderőnemi elektronikai doktrínája. Honvédelmi Minisztérium, Honvéd Vezérkar, Felderítő Csoportfőnökség, Budapest, 2014.
- [141] Frater M., Ryan M.: Communications Electronic Warfare and the Digitised Battlefield, 2001., Forrás: [http://army.gov.au/Our-future/LWSC/Our-publications/Working-Papers/~media/Files/Our%20future/LWSC%20Publications/WP/pdfs/wp116-Comms%20EW%20and%20Digitised%20Battlefield\\_Michael%20Frater\\_Michael%20Ryan.pdf](http://army.gov.au/Our-future/LWSC/Our-publications/Working-Papers/~media/Files/Our%20future/LWSC%20Publications/WP/pdfs/wp116-Comms%20EW%20and%20Digitised%20Battlefield_Michael%20Frater_Michael%20Ryan.pdf) (Letöltve: 2015.05.24.)
- [142] Haig Zs., Várhegyi I.: A cybertér és a cyberhadviselés értelmezése, Forrás: [www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2008\\_e\\_2.pdf](http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2008_e_2.pdf) (Letöltve: 2015.05.24.)
- [143] Balajti I., Vass S.: Elektronikai védelem, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, J-1435. 2000. p. 9.
- [144] Haig Zs.: Információ társadalom biztonság, NKE Szolgáltató Kft., p.143.
- [145] Rothammel K.: Antenna könyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
- [146] Haig Zs. at all: Elektronikai hadviselés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014.
- [147] Molnár B., Turi-Kovács A.: Rádió hullámterjedés és hálózattervezés, Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium, Budapest, 1969.

- [148] Bartha G., Havasi I.: Térinformatikai alapismeretek. Digitális Egyetem,  
[https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033\\_SCORM\\_MFGGT6002/sco\\_01\\_01.htm](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFGGT6002/sco_01_01.htm) (Letöltve: 2022.07.12.)
- [149] Siki Z.: A térinformatika alapjai. Tantárgy vázlat, <https://docplayer.hu/12018401-A-terinformatika-alapjai-dr-siki-zoltan.html> (Letöltve: 2018.11.22.)
- [150] Remetey F.G.: A térinformatika és alkalmazásai, Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság 9- 9102, 1993. június.
- [151] International Cartographic association – Nemzetközi Térképészeti Társulás:  
 Térképismeret1.4.
- [152] Török Zs. Gy.: Térkép a fejünkben: a kartográfiai vizualizáció kognitív vonatkozásai, Forrás: <http://lazarus.elte.hu/hun/tantort/2013/60/tzs.pdf> (Letöltve: 2017.01.03.)
- [153] Nyulászi T.: Térinformatika alkalmazási lehetőségei a harcmező felderítő előkészítése során. Hadmérnök, IV. évfolyam 2. szám, 2009. június,  
[http://hadmernok.hu/2009\\_2\\_nyulaszi.pdf](http://hadmernok.hu/2009_2_nyulaszi.pdf) (Letöltve: 2017.03.24.)
- [154] Haig Zs.: Az elektronikai felderítés tervezése térinformatikai eszközön. Hadtudományi Tájékoztató, 1996. 2. szám, pp.79-88.
- [155] Pohl C., L.van Genderen J.: Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. International journal of Remote Sensing, 1998. vol. 19, Nr 5, p. 823-854,  
[https://www.researchgate.net/publication/200459274\\_Multisensor\\_Image\\_Fusion\\_in\\_Remote\\_Sensing\\_Concepts\\_Methods\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/200459274_Multisensor_Image_Fusion_in_Remote_Sensing_Concepts_Methods_and_Applications) (Letöltve: 2017.03. 23.)
- [156] M. Mangolini: Apport la fusion d'images satellitaires multicateurs au niveau pixel en télédétection et photo-interprétation.. Université Nice - Sophia Antipolis, France, 1994. p. 174.,  
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ysw2kchtcgIJ:https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00957754/document+&cd=1&hl=hu&ct=clnk&gl=hu>  
 (Letöltve: 2017.03.21.)
- [157] Hall D. L., Llinas J.: An introduction to multisensor data fusion. Proceedings of the IEEE, vol. 85, Nr 1, pp. 6-23, 1997,  
[https://scholar.google.hu/scholar?q=D.+L.+Hall,+J.+Llinas:+An+introduction+to+multisensor+data+fusion.+Proceedings+of+the+IEEE,+vol.+85,+n&hl=hu&as\\_sdt=0&as](https://scholar.google.hu/scholar?q=D.+L.+Hall,+J.+Llinas:+An+introduction+to+multisensor+data+fusion.+Proceedings+of+the+IEEE,+vol.+85,+n&hl=hu&as_sdt=0&as)

[vis=1&oi=scholart&sa=X&ved=0ahUKEwiLxsjzuffKAhUBOJoKHWE-AiMQgQMIGzAA](#) (Letöltve: 2017.03.30.)

- [158] Fenyves Péter: A rádióelektronikai felderítés és az elektronikus célobjektum tervezés hatékonyságának növelését biztosító fúziós elven alapuló adatfeldolgozási technológia vizsgálata. Kandidátusi értekezés. 45. old., Budapest, 1994.
- [159] Wald L.: Some terms of reference in data fusion. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 1999, 37 (3), pp.1190-1193, <https://core.ac.uk/download/pdf/51234265.pdf> (Letöltve: 2017.03.10.)
- [160] Nutaq: Multi sensor Data Fusion - Introduction, <http://www.nutaq.com/multi-sensor-data-fusion-introduction/> (Letöltve: 2017.10.09.)
- [161] Durrant-Whyte H.: A beginners Guide to Decentralised Data Fusion. The University of Sydney NSW 2006, Australia, Australian Centre for Field Robotics, 2000, Forrás: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.529.9404&rep=rep1&type=pdf> (Letöltve: 2017.03.23.)
- [162] Multiple Sensor Fusion, Sensor Integration and Data Integration. Basics.
- [163] Multiple Sensor Fusion, Sensor Integration and Data Integration, <https://sites.google.com/site/apollo17/sensorfusion>. (Letöltve: 2017.03.12.)
- [164] Lott, Gus K., Jr.: High Frequency (HF) radio signal amplitude characteristics, HF receiver site performance criteria, and expanding the dynamic range of HF digital new energy receivers by strong signal elimination, Forrás: <https://calhoun.nps.edu/handle/10945/34806> (Letöltve: 2017. 05.02.)
- [165] Rohde U. L., Boegl T.: The Perfect HF Receiver. What Would it Look Like Today?, Microwave Journal Online, Forrás: <https://www.microwavejournal.com/articles/38120-the-perfect-hf-receiver-what-would-it-look-like-today> (Letöltve: 2022. 10.02.)
- [166] Visor online: Radar Remote Sensing Forrás: <https://www.visorcorp.com/digital-receiver> (Letöltve: 2022. 10.02.)
- [167] Maps on the Web, Map of Ongoing Armed Conflicts Forrás: <https://mapsontheweb.zoom-maps.com/post/666575087790604290/map-of-ongoing-wars-with-number-of-deaths> (Letöltve: 2022.07.03).

- [168] Morcom International Inc.: PC-Based Receivers, Forrás:  
<https://www.morcom.com/pc-based-receivers> (Letöltve: 2022.03.10.)
- [169] Rohde & Schwarz: Introduction into Theory of Direction Finding, 2011/12.
- [170] Kiss D., Dudás L., Szüllő Á., Seller R.: SSR alapú monopulse követő rendszer, *Repüléstudományi közlemények*, pp. 512–513., 2014.
- [171] Ahmed N.: Radio Direction Finding, Theory and Practices, Forrás:  
<https://www.researchgate.net/publication/289779492> (Letöltve: 2017.03.10.)
- [172] Pellejero I.: Adcock/Watson-Watt Radio Direction Finding, Forrás:  
<http://www.ipellejero.es/tecnico/adcock/english.php> (Letöltve: 2017.03.23.)
- [173] Nisar A.: Working diagram of Watson-Watt Method Forrás:  
[https://www.researchgate.net/figure/Working-diagram-of-Watson-Watt-Method\\_fig3\\_289779492](https://www.researchgate.net/figure/Working-diagram-of-Watson-Watt-Method_fig3_289779492) (Letöltve: 2017.03.23.)
- [174] Tomka P.: Mérőszolgálat a frekvenciák védelmében – Korszerű eljárások és módszerek a Nemzetközi Hírközlési Hatóság gyakorlatában, 2004. Forrás:  
<https://docplayer.hu/3528864-Meroszolgalat-a-frekvenciak-vedelmeben-korszeru-eljarasok-es-modszerek-a-nemzeti-hirkozlesi-hatosag-gyakorlataban.html> (Letöltve: 2017.03.23.)
- [175] Rohde & Schwarz: Direction Finders, p. 42.
- [176] Torlak M.: Spatial Array Processing, Austin. Forrás:  
<https://dokumen.tips/documents/spatial-array-processing-signal-and-image-processing-seminar-murat-torlak.html?page=1> (Letöltve: 2017.03.23.)
- [177] Gardner W. A., Schell S. V.: High-Resolution Direction Finding, Elsevier Science Publishers, 1993.
- [178] Van Trees H.: Optimum Array Processing, 2002. Forrás:  
<https://www.amazon.com/Optimum-Array-Processing-Estimation-Modulation/dp/0471093904> (Letöltve: 2022.03.21.)
- [179] Talwar S.: Blind Space-Time Algorithms For Wireless Communication Systems, 1996. Forrás: [https://www.researchgate.net/publication/2643172\\_Blind\\_Space-Time\\_Algorithms\\_For\\_Wireless\\_Communication\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/2643172_Blind_Space-Time_Algorithms_For_Wireless_Communication_Systems) (Letöltve: 2022.10.07.)

- [180] Petó T.: Több csatornás DVB-T alapú passzív radar, Forrás: <https://docplayer.hu/19045942-Tobb-csatornas-dvb-t-alapu-passziv-radar.html> (Letöltve: 2017.03.23.)
- [181] K. Buckley és B. Van Veen: Beamforming: a versatile approach to spatial filtering, IEEE ASSP Magazine, 1988. Forrás: <https://www.semanticscholar.org/paper/Beamforming%3A-a-versatile-approach-to-spatial-Veen-Buckley/cc1c0876c066b2e11bad73c71c27632872a68ae0> (Letöltve: 2017.03.07.)
- [182] K. Buckley: Spatial/Spectral filtering with linearly constrained minimum variance beamformers, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1987. Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1165142> (Letöltve: 2017.03.07.)
- [183] Capon J.: Maximum-likelihood spectral estimation, Springer Online Link, January, 2005. Forrás: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-12386-5\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-12386-5_12) (Letöltve: 2017.03.07.)
- [184] F. Andrea: Adaptív antennarendszerek elmélete I., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék, 2007.
- [185] Németh A., Folkmann V.: Iránymérés adaptív antennarendszerrel, Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület. Forrás: <https://docplayer.hu/18978163-Iranymeres-adaptiv-antennarendszerrel.html> (Letöltve: 2022.03.07.)
- [186] Váxjö K.: DOA estimation based on MUSIC algorithm, 2014. Forrás: <https://docplayer.net/38761334-Doa-estimation-based-on-music-algorithm.html> (Letöltve: 2022.03.07.)
- [187] Van Trees H. L.: Optimum Array Processing, New York, 2002. Forrás: <https://www.wiley.com/en-us/Optimum+Array+Processing:+Part+IV+of+Detection,+Estimation,+and+Modulation+Theory-p-9780471093909>, (Letöltve: 2022.03.07.)
- [188] Gird Systems: An Introduction to MUSIC and ESPRIT, Cincinnati, Ohio. Forrás: <https://pdfcoffee.com/gird-systems-intro-to-music-esprit-pdf-free.html> (Letöltve: 2022.03.07.)
- [189] Friedlander, B.: A sensitivity analysis of the MUSIC algorithm, IEEE Transactions on acoustics, speech, and signal processing, 38(10), 1740-1751. Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/60105> (Letöltve: 2022.03.07.)

- [190] Roy R., Kailath T.: ESPRIT – Estimation of Signal Parameters Via Rotational Invariance Techniques, IEEE, 1989. Forrás:  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/32276/similar#similar> (Letöltve: 2022.03.07.)
- [191] Lok A. T. Y.: Multiple Signal Detection using the ESPRIT Algorithm, 2010. Forrás:  
[https://www.researchgate.net/publication/45534497\\_Multiple\\_Signal\\_Detection\\_using\\_the\\_ESPRIT\\_Algorithm](https://www.researchgate.net/publication/45534497_Multiple_Signal_Detection_using_the_ESPRIT_Algorithm) (Letöltve: 2022.03.07.)
- [192] Pradhan D., Bera R.: Direction of Arrival Estimation via ESPRIT Algorithm for Smart Antenna System, Forrás:  
[https://www.researchgate.net/publication/277906765\\_Direction\\_of\\_Arrival\\_Estimation\\_via\\_ESPRIT\\_Algorithm\\_for\\_Smart\\_Antenna\\_System](https://www.researchgate.net/publication/277906765_Direction_of_Arrival_Estimation_via_ESPRIT_Algorithm_for_Smart_Antenna_System) (Letöltve: 2022.03.07.)
- [193] Mathworks documentations online: Spherical Coordinates  
<https://www.mathworks.com/help/phased/ug/spherical-coordinates.html> (Letöltve: 2022.03.07.)

# ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra	Kutatási koncepció struktúrája .....	12
1.1 ábra	Fegyveres konfliktusok a Föld országában .....	26
1.2 ábra	Stratégiai adatszerzés helye a katonai terminológiai rendszerben .....	32
1.3 ábra	Digitális modulációs módok .....	36
1.4 ábra	Digitális modemösszeköttetések generációs fejlődése .....	36
1.5 ábra	Ionosféra réteg szerkezete .....	38
2.1 ábra	Magyarországi önálló goniobázis modell optimalizált geometriai elrendezése és adatai .....	45
2.2 ábra	Visegrádi együttműködés goniobázis modell optimalizált geometriai elrendezése és adatai maximális szenzor távolság esetén .....	46
2.3 ábra	Visegrádi együttműködés goniobázis modell geometriai elrendezése és adatai szimmetrizálás esetén .....	47
2.4 ábra	NATO tagállamok földrajzi elhelyezkedése .....	48
2.5 ábra	NATO goniobázis modell optimalizált geometriai elrendezése és adatai (USA és Kanada nélkül) .....	49
2.6 ábra	NATO goniobázis modell geometriai elrendezése (a.)USA Keleti-parti és (b.) Nyugati-parti konstellációk esetén .....	50
2.7 ábra	Egyéb nem szélsőérték NATO goniobázis modell geometriai elrendezések a., norvég-török-magyar, b., portugál (Azori-szigetek)-török-magyar, c., olasz-török-magyar, d., észt-török-magyar, e., angol-spanyol-magyar, f., görög-spanyol-magyar .....	52
3.1 ábra	Diverziti vételi módszerek rendszere .....	58
3.2 ábra	Lineáris jeldiverziti vételi módszer elvi sémája .....	63
3.3 ábra	SC Selection combining eljárás blokkvázlata .....	64
3.4 ábra	SC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR érték az ágszám függvényében Rayleigh féding esetén .....	66
3.5 ábra	SSC eljárás rendszer felépítése fix (a.) és változó (b.)	

	küszöbérték esetén .....	67
3.6 ábra	MRC Maximum Ratio Combining eljárás blokkvázlata .....	68
3.7 ábra	MRC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR viszony az ágszám függvényében Rayleigh féding esetén .....	70
3.8 ábra	Az EGC eljárás blokkvázlata .....	71
3.9 ábra	EGC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR viszony az ágszám függvényében Rayleigh féding esetén .....	71
3.10 ábra	Genetikus algoritmusok helye az optimalizálásban .....	72
3.11 ábra	ICA algoritmus a vételi diverzitivben .....	74
3.12 ábra	Diverziti nyereség a diverziti vételi ágak száma függvényében (a.,) SC, (b.,) EGC és (c.,) MRC jelkombinálás esetén .....	80
3.13 ábra	Diverziti nyereség a diverziti vételi ágak száma függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálás (a.,) empirikus, (b.,) determinisztikus modellezés esetén .....	80
3.14 ábra	SC diverziti nyereség elméleti és szimulációs értéke a diverziti ágak számának függvényében .....	81
3.15 ábra	BER bithibaarány BPSK moduláció és Rayleigh csatorna esetén AWGN viszonyítással .....	81
3.16 ábra	BER bithibaarány BPSK moduláció és Rayleigh csatorna esetén SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal .....	82
3.17 ábra	BER bithibaarány BPSK moduláció és Rayleigh csatorna esetén SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal .....	82
3.18 ábra	BER bithibaarány, EGC, MRC és SC jelkombinálásokkal .....	83
3.19 ábra	BER bithibaarány SNR függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal .....	84
3.20 ábra	$\lambda$ -szintű diverziti távolság hatása SC jelkombinálás esetén .....	85
3.21 ábra	Diverziti nyereségek relatív viszonya SC, EGC és MRC jelkombinálások esetén .....	86
3.22 ábra	MRC és EGC diverziti nyereségek viszonya .....	87
4.1 ábra	Diverziti mérés földrajzi-geometriai elrendezése .....	90
4.2 ábra	Nagytávolságú vételi összeköttetés tervezése .....	92
4.3 ábra	Napfolt tevékenység aktivitási eloszlása a mérés időszakában .....	95
4.4 ábra	BCR és SNR előrejelzés a mérés idejére .....	95



4.5 ábra	Mérési időszak ionogramja Prohunice(CZ) állomás ionoszondájával ....	96
4.6 ábra	Szenzorok azonos idejű vételi minőségeinek összesített 3D megjelenítése Excel makróval .....	101
4.7 ábra	Szenzorok azonos idejű vételi minőségeinek összesített 3D megjelenítése OriginPro alapon .....	101
4.8 ábra	Szenzor mérési eredmények sorrendi MatLab szimulációja .....	102
4.9 ábra	Szenzor mérési eredmények Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű - és Mesh approximált felületi szimulációval .....	105
4.10 ábra	Szenzorok decilis bontású eredmény hisztogramja .....	106
4.11 ábra	Szenzor2-1 diverziti minőség összesített 3D megjelenítése Excel makróval .....	107
4.12 ábra	Diverziti md21 mérési eredmények Mesh approximált felületi és Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű szimulációval eredmények .....	108
4.13 ábra	GD21 diverziti nyereség értékek eloszlása .....	109
4.14 ábra	D21 relatív növekmény értékek eloszlása .....	110
4.15 ábra	Szenzor3-1 diverziti minőség összesített 3D megjelenítése Excel makróval .....	111
4.16 ábra	Diverziti md31 mérési eredmények Mesh approximált felületi és Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű szimulációval eredmények .....	112
4.17 ábra	GD31 diverziti nyereség értékek eloszlása .....	113
4.18 ábra	D31 relatív növekmény értékek eloszlása .....	114
4.19 ábra	GD321 és D321 értékek eloszlása a szenzor alapjellemező tulajdonság párok függvényében .....	115
4.20 ábra	Md321 hárompontos diverziti és kétpontos diverziti minőségi jellemzők viszonya .....	116
4.21 ábra	GD321 hárompontos diverziti nyereség és kétpontos diverziti minőségi jellemzők viszonya .....	118
4.22 ábra	Hárompontos és kétpontos diverziti nyereség minőségi jellemzők érték eloszlása .....	119
4.23 ábra	Hárompontos és kétpontos diverziti nyereségek minőségi jellemzők viszonya .....	120

4.24 ábra	Hárompontos és kétpontos diverziti nyereség minőségi jellemzők érték eloszlása .....	121
-----------	--	-----

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1.1 táblázat	Terjedési anomáliák a rövidhullámú sáv tartományban ..... 34
3.1 táblázat	Diverziti módszerek magyar nyelvű megfeleltetése ..... 59
3.2 táblázat	Jelkombinációs módszerek tulajdonságai ..... 76
4.1 táblázat	Egyedi mérési eredmények értékelési sémája ..... 99
4.2 táblázat	Minőségi kategóriák tételes eredményei ..... 100
4.3 táblázat	Szenzorok összesített vételi statisztikai jellemzői ..... 103
4.4 táblázat	Md321 hárompontos diverziti és kétpontos diverziti minőségi jellemzők viszonya ..... 117

## FOGALMAK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Rövidítés	Angol megnevezés	Magyar megnevezés
AI	Artificial Intelligence	Mesterséges intelligencia
ALE	Automatic Link Establishment	Automatikus Összeköttetés Létrehozás
ANOVA	Analysis of Variance	Variancia elemzés
AOC	Association of Old Crows	Öreg Varjak Egyesülete
AQIM	Al Qaeda in the Islamic Maghreb	Al-Káida az Iszlám Maghreb-ben, az Al- Káida terrorszervezet észak-afrikai szárnya
AQMI	Al-Qaida au Maghreb Islamique	lásd AQIM
ARQ	Automatic Repeat Request	Automatikus Ismétlés Kérés
AWGN	Additive White Gaussian Noise	Additív Gaussi eloszlású fehérzaj
BCR	Basic Circuit Reliability	Alap áramkör megbízhatóság
BER	Bit Error Rate	Bithibaarány
COMINT	Communications Intelligence	Kommunikációs felderítés, tartalomszerzés
CRC	Collins Radio Company	Collins Rádió Vállalat
DRC	Data Range Change	Változó sebességű átvitel
DRM	Digital Radio Mondial	Világ Digitális Rádió
DRS	Diversity Receiving System	Diverziti vételi rendszer
DSSS	Direct-Sequence Spread Spectrum	Közvetlen Szekvenciájú Szórt Spektrum
$E_b/N_0$	Ratio of Energy per Bit ( $E_b$ ) to the Spectral Noise Density ( $N_0$ )	Bitidőnyi energia és a zajteljesítmény spektrális eloszlásának, azaz az egységnyi sávszélességre eső zajteljesítmény aránya
EGC	Equal Gain Combining	Egyenlő nyereségű jelkombináló eljárás
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power	Izotrópikusan sugárzott egyenértékű teljesítmény
ELINT	Electronic Intelligence	Elektronikai (nem-kommunikációs) felderítés

<b>Rövidítés</b>	<b>Angol megnevezés</b>	<b>Magyar megnevezés</b>
EW	Electronic Warfare	Elektronikai hadviselés
GA	Genetic Algorithm	Genetikai algoritmus
HFGeo	High Frequency Geolocation	Rövidhullámú helymeghatározás
HH		Hosszúhullámú sávtartomány
IARPA	Intelligence Advanced Research Projects Agency	Fejlett Hírszerzés Kutatási Projektek Ügynöksége
I-ESC	Ionospheric Weather Expert Service Centre	Európai Űrügynökség Terjedés Előrejelző szoftvere
IPA	Imperialist Competitive Algorithm	Birodalmi versenyzéses algoritmus
ISIS	Islamic State of Iraq and Syria	Iraki és Szíriai Iszlám Állam. Szunnita dzsihádisták terrororganizációja
ITU	International Telecommunication Union	Nemzetközi Távközlési Egyesület
ITU-R P.533-6	HF Propagation Prediction Method	Rövidhullámú összeköttetés paraméter számítási ajánlása
LUF	Lowest Usable Frequency	Használható minimális frekvenciaérték
1MGRS	Military Grid Reference System	Katonai koordinátahálózati vonatkozási rendszer
MIMO	Multiple Input Multiple Output	Többszörös bemenet – többszörös kimenet
MRC	Maximum Ratio Combining	Maximális arányú jelkombináló eljárás
MUF	Maximum Usable Frequency	Legmagasabb használható frekvenciaérték
MUF	Maximum Usable Frequency	Használható maximális frekvenciaérték
NIBEK		Nemzeti Információs és Bűnügyi Elemző Központ
NIK		Nemzeti Információs Központ
NLOS	Non Light of Sight	Látóhatáron túli terjedés
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration Space Weather Prediction Centre	Az Amerikai Egyesült Államok Atmoszféra Előrejelző Szolgálat

<b>Rövidítés</b>	<b>Angol megnevezés</b>	<b>Magyar megnevezés</b>
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing	Ortogonalis Frekvenciaosztású Multiplexálás
OSINT	Open Source Intelligence	Nyílt forrású felderítés
Proppy		Az ITU ITURHFPROP alapú terjedés szimulációs szoftver
PSO	Particle Swarm Optimization	Részecske raj optimalizálás
QoS	Quality of Service	Szolgáltatás minőség
QST	QST Amateur Radio Magazin	Amatőr Rádiós Folyóirat, Q amatőr hívójel minden aktív rádióamatőr részére
RadCom		Az RSGB online terjedésszámító szoftvere
RCA	Radio Corporation of America	Amerikai Rádiózási Társulás
RH		Rövidhullámú frekvenciatartomány
RSGB	Radio Society of Great Britain	Egyesült Királyság Nemzeti Rádióamatőr Egyesülete
SC	Selection Combining	Kiválasztó kombináló eljárás
SDR	Software Defined Radio	Szoftver alapú rádió
SIGINT	Signal Intelligence	Rádióelektronikai felderítés
Slice	Signal Location in Complex Environments	Jelforrás helymeghatározása összetett környezetben
SNR	Signal to Noise Ratio	Jel-zaj viszony
SSC	Switch and Stay Combining	Váltó-tartó jelválasztás
STANAG	Standardization Agreement for Procedures and Systems and Equipment Components	Egységesítési egyezmény az eljárások, rendszerek és felszerelés elemekről
SWS	Space Weather Services	Az Ausztrál kormány Meteorológiai Hivatala
TC	Threshold Combining	Küszöbértékes jelválasztás
TEK		Terrorelhárítási Központ
TIBEK		Terrorelhárítási Információs és Bűnügyi Elemző Központ

<b>Rövidítés</b>	<b>Angol megnevezés</b>	<b>Magyar megnevezés</b>
UPS	Universal Polar Stereographic	Univerzális Poláris Sztereográfia vetületi rendszer
UTM	Universal Transverse Mercator	Univerzális Transzverzális Merkátor vetületi rendszer
VOACAP	Voice of America Coverage Analysis Program	Amerika Hangja lefedettség elemző szoftver
WBHF	Wide Band High Frequency	Szélessávú rövidhullámú technológia

## MELLÉKLETEK

### 1. számú melléklet. Feldolgozott tudományos szintű források jegyzéke

	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
1.	Abdull Zubi Bin Ahmad	Characterization of the equatorial F2-region plasma drift using doppler interferometry at parit raja	PhD	angol	University Tun Hussein Onn, Malajzia, 2013	<a href="http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/5458/1/ABDULL_ZUBI_BIN_AHMAD.pdf">http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/5458/1/ABDULL_ZUBI_BIN_AHMAD.pdf</a>	Térdiverziti vétel paraméter fejlesztés Ionosféra csatorna model vizsgálata	[4]
2.	Adnan Ahmed Khan	Symbol Detection Techniques in a Spatial Multiplexing System	PhD	angol	University of Engineering and Technology Taxila Pakisztán 2008	<a href="#">Symbol Detection Techniques in a Spatial Multiplexing System</a>	Diverziti és jelkombinálási módszerek vizsgálata, meta-heurisztikus optimalizációs módszerek elemzése	[5]
3.	Amir Torabi	Channel modeling for fifth generation cellular networks and wireless sensor networks	PhD	angol	Michigan Technological University Egyesült Államok, 2016	<a href="https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&amp;httpsredir=1&amp;article=1146&amp;context=etdr">https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&amp;httpsredir=1&amp;article=1146&amp;context=etdr</a>	Multiszenzoros hálózatok csatorna modellezése	[6]
4.	Curtis M. Watson	Signal Detection and Digital Modulation Classification-Based Spectrum Sensing for Cognitive Radio	PhD	angol	Northeastern University Boston Egyesült Államok, 2013	<a href="https://ece.northeastern.edu/personal/meleis/watson-thesis.pdf">https://ece.northeastern.edu/personal/meleis/watson-thesis.pdf</a>	Jeldetektálás és automatikus moduláció felismerés	[]
5.	Dirk Kolb	Efficient and Trainable detection and Classification of Radio Signals	PhD	angol	Der Technischen Fakultät der Universität Erlangen Nürnberg Németország, 2012	<a href="https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/year/2012/docId/2356">https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/year/2012/docId/2356</a>	Intelligens jeldetektálás és automatikus jelosztályozás lehetőségei	[]
6.	David Jonathan Brown	Link Maintenance and Channel Evaluation Techniques for HF Radiocommunication Links	PhD	angol	Egyesült Királyság, 2001	<a href="https://leicester.figshare.com/articles/thesis/Link_maintenance_and_channel_evaluation_techniques_for_HF_radiocommunication_links/10151729">https://leicester.figshare.com/articles/thesis/Link_maintenance_and_channel_evaluation_techniques_for_HF_radiocommunication_links/10151729</a>	Ionoszférikus adatcsatorna paraméter vizsgálata	[]
7.	Hassan Utham Aboklosa	Development of a MATLAB Toolbox for Mobile Radio Channel Simulators	BsC	angol	University of Agder Norvégia, 2011	<a href="https://www.researchgate.net/publication/340294770_Development_of_a_MATLAB_Toolbox_for_Mobile_Radio_Channel_Simulators">https://www.researchgate.net/publication/340294770_Development_of_a_MATLAB_Toolbox_for_Mobile_Radio_Channel_Simulators</a>	Rádiócsatornák szimulációs lehetőségei Matlab környezetben	[14]
8.	Jim H.Derryberry, William D. Gregg	On Optimum Space Diversity of Correlated Multipath	BSc	angol	The University of Texas at Austin Egyesült Államok, 1968	<a href="https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD0676276">https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD0676276</a>	Diverziti vétel determinisztikus leírása	[87]
9.	John Martin Wilson	A low Power HF Communication System	PhD	angol	University of Manchester Egyesült Királyság, 2011	<a href="https://www.escholar.manchester.ac.uk/api/datastream?publicationPid=uk-ac-man-scw:156816&amp;datastreamId=FULL-TEXT.PDF">https://www.escholar.manchester.ac.uk/api/datastream?publicationPid=uk-ac-man-scw:156816&amp;datastreamId=FULL-TEXT.PDF</a>	RH modemes átviteli rendszerek vizsgálata	[]



	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
10.	Konstantinos Pelekanakis	Harvesting Time-Frequency-Space Diversity with Coded Modulation for Underwater Acoustic Communications	PhD	angol	Massachusetts Institute of Technology Egyesült Államok, 2009	<a href="https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/50587">https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/50587</a>	Vétel diverziti és jelkombinációs eljárások determinisztikus leírása	[13]
11.	Lott, Gus K., Jr.	High Frequency (HF) radio signal amplitude characteristics, HF receiver site performance criteria, and expanding the dynamic range of HF digital new energy receivers by strong signal elimination	PhD	angol	Naval Postgraduate School Egyesült Államok, 1990	<a href="https://calhoun.nps.edu/handle/10945/34806">https://calhoun.nps.edu/handle/10945/34806</a>	RH sávartomány jelforrás karakterisztikája	[]
12.	Maryam Najmafshar	Modeling High-Latitude Ionospheric Scintillations for Radio Occultation GPS Receiver Performance Analysis	PhD	angol	University of Calgary Kanada, 2017	<a href="https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3681">https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3681</a>	Ionoszféra terjedési jellemzői	[7]
13.	Michael Prior-Jones	Digital HF communications for autonomous instrumentation in the polar regions	PhD	angol	University of Leicester Egyesült Királyság, 2010	<a href="http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/16645/1/Michael%20Prior-Jones%202011.pdf">http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/16645/1/Michael%20Prior-Jones%202011.pdf</a>	Ionoszférikus hullámterjedés	[8]
14.	Munir A. Abbasi	Interoperability of wireless communication technologies in hybrid networks: Evaluation of end-to-end interoperability issues and quality of service requirements	PhD	angol	Brunel University London Egyesült Királyság, 2011	<a href="https://www.researchgate.net/publication/277206852_Interoperability_of_wireless_communication_technologies_in_hybrid_networks_Evaluation_of_end-to-end_interoperability_issues_and_quality_of_service_requirements">https://www.researchgate.net/publication/277206852_Interoperability_of_wireless_communication_technologies_in_hybrid_networks_Evaluation_of_end-to-end_interoperability_issues_and_quality_of_service_requirements</a>	Forrás feldolgozási módszertan vezetéknélküli kommunikációs rendszerekben	[]
15.	Nigel Clement Davies	Digital Radio and Its Application in the HF (2-30 MHz) Band	PhD	angol	The University of Leeds Egyesült Királyság, 2004	<a href="http://etheses.whiterose.ac.uk/637/1/uk_bl_ethos_414156.pdf">http://etheses.whiterose.ac.uk/637/1/uk_bl_ethos_414156.pdf</a>	RH csatorna karakterisztikájának meghatározása	[]
16.	Pau Bergadá Caramés	Oblique Sounding and HF Communication Techniques for Very Long Haul Ionospheric Links	PhD	angol	Ramon Llull University Spanyolország, 2014	<a href="https://www.tesisenred.net/handle/10803/285837?page=1">https://www.tesisenred.net/handle/10803/285837?page=1</a>	Nagytávolságú RF összeköttetések létesítésének kísérleti eredményei	[35]
17.	Peter James Vial	On an approach to provide space diversity to an ultra wideband time hopping pulse position modulated wireless communication system	PhD	angol	University of Wollongong Ausztrália, 2009	<a href="https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1811&amp;context=theses">https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1811&amp;context=theses</a>	Térdiverziti, ortogonális kód szimuláció és csatorna átvitel számítása empirikus módszerekkel	[]
18.	Roald Otnes	Improved receivers for digital High Frequency communications: Iterative channel estimation, equalization, and decoding (adaptive turbo equalization)	PhD	angol	Norwegian University of Science and Technology Norvégia, 2002	<a href="https://www.zmailer.org/m/ham/HF-data/nbn_no_ntnu_diva-86.pdf">https://www.zmailer.org/m/ham/HF-data/nbn_no_ntnu_diva-86.pdf</a>	RH modem átvitelek vizsgálati módszertana	[9]
19.	Samuel Esteban Ritchie	The impact of SSC on High-Latitude HF Communications	PhD	angol	Lancaster University Egyesült Királyság, 2009	<a href="https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/28099/1/thesis_86.pdf">https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/28099/1/thesis_86.pdf</a>	RH sávartomány frekvencia felhasználói rádiószolgáltatási RH terjedés előrejelzés lehetőségei	[]

	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
20.	Shichuan Ma	Exploration of Spatial Diversity in Multi-Antenna Wireless Communication Systems	PhD	angol	University of Nebraska Egyesült Államok, 2011	<a href="https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&amp;context=ceendiss">https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&amp;context=ceendiss</a>	I/Q imbalances	[]
21.	Thepratan Ruchirapha	An Evaluation of HF Modem Performance	PhD	angol	University of Adelaide Ausztrália, 2003	<a href="https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/80081/1/01front.pdf">https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/80081/1/01front.pdf</a>	RH adatmodemek átviteli jellemzőinek elemzése	[]
22.	Timothy C. Giles	On the Design of Radio Modems	PhD	angol	University of Adelaide Ausztrália, 1995	<a href="https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/18674/4/02whole.pdf">https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/18674/4/02whole.pdf</a>	RH modemek csatorna szimulációja	[]
23.	Umair I. Khan	Statistical Modelling and Performance Evaluation of TOA for Localization inside the Human Body using Computational Techniques	PhD	angol	Worcester Polytechnic Institute Egyesült Királyság, 2018	<a href="https://web.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-041218-150335/unrestricted/Khan.pdf">https://web.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-041218-150335/unrestricted/Khan.pdf</a>	TOA lokalizációs alkalmazás modellezése	[]
24.	Xiaodai Dong	Conerent Signalling an Receiver Diversity for Féding Channels	PhD	angol	Queen's University Kingstone Kanada, 2000	<a href="#">NQ56075.pdf</a>	Koherens vételi csatornák vizsgálata diverziti módszerek alkalmazásával	[]
25.	Ankit Jain	Detection on HF radio transmitters using passive geolocation techniques	PhD	francia, angol	Bretagne Loire University Franciaország, 2019	<a href="https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02133926/file/2019IMTA0128_Jain-Ankit.pdf">https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02133926/file/2019IMTA0128_Jain-Ankit.pdf</a>	ToA és TDoA geolokációs vételi módszerek vizsgálata	[]
26.	Francois Quitin	Channel modeling for polarized MIMO systems	PhD	francia, angol	Université Libre de Bruxelles Belgium, 2011	<a href="https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:73303/datastream/PDF_01/view">https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:73303/datastream/PDF_01/view</a>	Csatorna modellezési megközelítések elemzése	[]
27.	Mohamed Laaraiedh	Contributions on Hybrid Localization Techniques	PhD	francia, angol	Université de Rennes, Franciaország	<a href="https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TCBNvT354eMJ:https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00624436&amp;cd=3&amp;hl=hu&amp;ct=clnk&amp;gl=hu&amp;client=firefox-b-d">https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TCBNvT354eMJ:https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00624436&amp;cd=3&amp;hl=hu&amp;ct=clnk&amp;gl=hu&amp;client=firefox-b-d</a>	Helymeghatározási módszerek vizsgálata és modellezése	[]
28.	Davor Mance	Development of Electronic System for Sensing and Actuation of Test Mass of the Inertial Sensor LISA	PhD	horvát, angol	University of Split, Horvátország, 2012	<a href="http://spaceserv1.ethz.ch/aeil/download/Davor_Mance_Thesis_text.pdf">http://spaceserv1.ethz.ch/aeil/download/Davor_Mance_Thesis_text.pdf</a>	Szenzor forrásjelek feldolgozási módszertana	[]
29.	Aleksandar Minja	Determining Performance of Channel Decoders	PhD	szerb	University of Belgrade Szerbia, 2018	<a href="https://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/10760/Disertacija19376.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/10760/Disertacija19376.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Digitális csatorna átviteli jellemzők meghatározása	[]
30.	Nenad J. Jevtić	Automatic configuration of distributed measurement systems based on transducer electronic data sheets	PhD	szerb	University of Belgrade Szerbia, 2015	<a href="https://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/5810/Disertacija3739.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/5810/Disertacija3739.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Intelligens vevő szenzorok alkalmazása monitoring rendszerekben	[]
31.	Selena Vukotić	Združena detekcija i klasifikacija OFDM signala na bazi cikličnih obeležja i skrivenih Markovljevih modela	PhD	szerb	Union University Szerbia, 2018	<a href="http://union.edu.rs/wp-content/uploads/2018/04/Teza-Selena-Vukotic.pdf">http://union.edu.rs/wp-content/uploads/2018/04/Teza-Selena-Vukotic.pdf</a>	Digitális jelek egyesített detektálása és demodulálása	[]
32.	Bajó József	A nem polgári célú frekvenciagazdálkodás hatékonyságának korlátai, a gazdálkodási hatékonyság fokozásának lehetőségei	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2006	<a href="http://m.ludita.uni-nke.hu/repositorium/bitstream/handle/11410/9640/Teljes%20sz%23%b6veg%21?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://m.ludita.uni-nke.hu/repositorium/bitstream/handle/11410/9640/Teljes%20sz%23%b6veg%21?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Frekvenciagazdálkodás fogalmi rendszerének definiálása 1	[20]

	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
33.	Bárkányi Pál	Katonai elektronikai felderítő rendszerek műszaki megbízhatósága	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2012	<a href="https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/barkanyi_pal_laszlo.pdf">https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/barkanyi_pal_laszlo.pdf</a>	Elektronikai felderítő rendszer műszaki megbízhatósági vizsgálati módszerei	[]
34.	Busics György	A műholdas helymeghatározás geodéziai alkalmazásának technológiai és minőségi kérdései	PhD	magyar	Óbudai Egyetem Magyarország, 2007	<a href="https://adoc.pub/a-mholdas-helymeghatarozas-geodeziai-alkalmazasanak-technolo.html">https://adoc.pub/a-mholdas-helymeghatarozas-geodeziai-alkalmazasanak-technolo.html</a>	Statikus mérésen alapuló szenzor technológiák vizsgálata	[]
35.	Csurgai-Horváth László	Nagyfrekvenciás rádióösszeköttetések féding és interféding időtartamának digitális modellezése és alkalmazásai csillapítás idősorok előállítására	PhD	magyar	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Magyarország, 2010	<a href="https://repozitorium.o.mikk.bme.hu/handle/10890/972">https://repozitorium.o.mikk.bme.hu/handle/10890/972</a>	Rádiócsatornák statisztikai jellemzése	[]
36.	dr. Hetesy Zsolt	A titkos felderítés	PhD	magyar	Pécsi Tudományegyetem Magyarország, 2011	<a href="https://www.researchgate.net/publication/311021102-Hetesy-Zsolt-PhD-ertekezes-1102-hetesy-zsolt-vedes-ertekezes.pdf">Hetesy Zsolt PhD értekezés 1102 - hetesy-zsolt-vedes-ertekezes.pdf</a>	Titkos információgyűjtés magyarországi jogszabályi környezete	[21]
37.	dr. Solti István	A titkos információgyűjtés, elvei, eszközei és módszerei, alkalmazásának lehetőségei a nemzetbiztonsági munkában	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2017	<a href="http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/11410/11109">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/11410/11109</a>	Titkos információgyűjtés magyarországi jogi környezete	[22]
38.	Fürjes János Norbert	Kis és közepes sebességű digitális adatátviteli rendszerek automatikus analízisének és dekódolásának lehetőségei	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2010	<a href="https://www.researchgate.net/publication/311021102-Kis-es-kozepes-sebességű-digitális-adatátviteli-rendszerek-automatikus-analízisének-és-dekódolásának-lehetőségei-doktori-PhD-ertekezes">Kis és közepes sebességű digitális adatátviteli rendszerek automatikus analízisének és dekódolásának lehetőségei: doktori (PhD) értekezés</a>	SDR architektúrák vizsgálati módszere	[18]
39.	Gulyás Attila	Különleges műveleti erők vezetésének és irányításának támogatási aspektusai	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2016	<a href="https://www.researchgate.net/publication/311021102-Különleges-műveleti-erők-vezetésének-és-irányításának-támogatási-aspektusai-doktori-PhD-ertekezes">Különleges műveleti erők vezetésének és irányításának támogatási aspektusai: doktori (PhD) értekezés</a>	RH rádiós üzemmódok alkalmazása hang- és adatkapcsolati rendszerek kialakítására	[]
40.	Gyányi Sándor	Túlterheléses informatikai támadási módszerek és velük szemben alkalmazható védelem	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2011	<a href="http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/11410/9553?show=full">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/11410/9553?show=full</a>	Informatikai hálózatok védelmi megfontolásai	[]
41.	Horváth Sándor József	A Magyar Honvédség elektronikai hadviselési képességének fejlesztése szoftverrádiók alkalmazásával	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2018	<a href="https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=19678">https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=19678</a>	Elektronikai hadviselés és rádiófelderítés kapcsolati rendszere	[19]
42.	Horváth Zoltán	Digitális Domborzat Modell alkalmazása a kis- és közepes méretű pilóta nélküli repülőgépek biztonságának növelése, képességeinek fejlesztése terén	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2009	<a href="https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=19678">https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=19678</a>	Rádiócsatorna féding jelenségeinek kétdimenziós modellezése	[]
43.	Illési Zsolt	Információtechnológiai környezetben elkövetett támadások és bűncselekmények krimináltechnikai vizsgálata	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2012	<a href="https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=10538">https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=10538</a>	Támadások információtechnológiai környezetben	[]

	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
44.	Károly Krisztián	Automatizált erőkövetési képesség megvalósításának lehetőségei a Magyar Honvédség Híradó-Informatikai rendszerében	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2019	<a href="https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=EN&amp;vid=20811&amp;popup=1">https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=EN&amp;vid=20811&amp;popup=1</a>	Szenzorhálózatok adatainak integrálási lehetőségei	[17]
45.	Koleszár Béla	Földi robottechnikai eszközök konstrukciós és alkalmazási kérdései, különös tekintettel a békefenntartó missziók biztonságának növelésére	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2011	<a href="https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=7124">https://doktori.hu/index.php?menuid=193&amp;lang=HU&amp;vid=7124</a>	A GIS alapú felderítés katonai műveleti alkalmazása	[]
46.	Kovács László	Az elektronikai felderítés korszerű eszközei, eljárásai és azok alkalmazhatósága a Magyar Honvédségben	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2003	<a href="https://doktori.hu/index.php?menuid=192&amp;lang=HU&amp;sz_ID=6456">https://doktori.hu/index.php?menuid=192&amp;lang=HU&amp;sz_ID=6456</a>	Rádióhullámok tartományában működő korszerű elektronikai felderítő eszközök	[16]
47.	Kovács Zoltán	Az infokommunikációs rendszerek nemzetbiztonsági kihívásai	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2015	<a href="http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/10868?show=full">http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/10868?show=full</a>	Nemzetbiztonsági célú munkahelyi számítástechnikai infrastruktúra biztonsági kérdései	[]
48.	Krasznay Csaba	A magyar elektronikus közigazgatási alkalmazások információbiztonsági megoldásai	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2011	<a href="https://doktori.hu/index.php?menuid=192&amp;lang=HU&amp;sz_ID=10375">https://doktori.hu/index.php?menuid=192&amp;lang=HU&amp;sz_ID=10375</a>	Elvárt védelmi intézkedések a kritikus alkalmazásokban	[]
49.	Póserné Oláh Valéria	Közigazgatási informatikai rendszerek informatikai biztonsági kérdései	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2011	<a href="http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9811">http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9811</a>	Informatikai rendszerekben alkalmazható védelmi megoldások	[]
50.	Varga Péter János	Kritikus információs infrastruktúrák vezeték nélküli hálózatának védelme	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2012	<a href="http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9990">http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9990</a>	Kritikus infrastruktúrák információ biztonsági megfontolásai	[]
51.	Ványa László	Az elektronikai hadviselés eszközeinek, rendszereinek és vezetésének korszerűsítése az új kihívások tükrében, különös tekintettel az elektronikai ellentevékenységre	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2001	<a href="http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9518">http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9518</a>	Valós idejű iránymérés eljárási módszertana	[15]
52.	Zalai Noémi	A humán erőforrás-gazdálkodás kérdéseinek vizsgálata a nemzetbiztonsági szolgálatoknál	PhD	magyar	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Magyarország, 2012	<a href="http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9705">http://m.ludita.unike.hu/repozitorium/handle/11410/9705</a>	Nemzetbiztonsági szolgálatok állományával szemben támasztott kompetencia követelmények	[]

## 2. számú melléklet. NMHH NRAT RH sávartományú kivonata

Rádiószolgáltatás	Alkalmazás	Felhasználás célja	Frekvenciasáv
Állandóhelyű	CB alkalmazások	P	26510 - 27500 kHz
	Katonai állandóhelyű rendszerek	E,N	2000 - 2045 kHz, 2045 - 2160 kHz, 2160 - 2170 kHz, 2502 - 2625 kHz, 2650 - 2850 kHz, 3155 - 3200 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3230 - 3400 kHz, 3500 - 3800 kHz, 3800 - 3900 kHz, 4000 - 4063 kHz, 4438 - 4650 kHz, 4750 - 4995 kHz, 5005 - 5212 kHz, 5215 - 5250 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5730 - 5900 kHz, 6765 - 7000 kHz, 7450 - 8100 kHz, 8100 - 8195 kHz, 9040 - 9400 kHz, 9900 - 9995 kHz, 10100 - 10150 kHz, 10150 - 11175 kHz, 11400 - 11600 kHz, 12100 - 12230 kHz, 13360 - 13410 kHz, 13410 - 13570 kHz, 13870 - 14000 kHz, 14350 - 14990 kHz, 15800 - 16360 kHz, 17410 - 17480 kHz, 18030 - 18068 kHz, 18168 - 18780 kHz, 19020 - 19680 kHz, 19800 - 19990 kHz, 20010 - 21000 kHz, 21850 - 21870 kHz, 21870 - 21924 kHz, 22855 - 23200 kHz, 23200 - 23350 kHz, 23350 - 24000 kHz, 24000 - 24890 kHz, 25010 - 25070 kHz, 25210 - 25550 kHz, 26175 - 26510 kHz, 27,5 - 28 MHz, 2194 - 2498 kHz, 29,7 - 37,5 MHz, 5250 - 5450 kHz
	Pont-pont, pont-többpont rendszerek	E,N	2502 - 2625 kHz, 2650 - 2850 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3230 - 3400 kHz, 3500 - 3800 kHz, 3800 - 3900 kHz, 4000 - 4063 kHz, 4438 - 4650 kHz, 4750 - 4995 kHz, 5005 - 5212 kHz, 5215 - 5250 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5730 - 5900 kHz, 6765 - 7000 kHz, 7450 - 8100 kHz, 8100 - 8195 kHz, 9040 - 9400 kHz, 9900 - 9995 kHz, 10100 - 10150 kHz, 10150 - 11175 kHz, 11400 - 11600 kHz, 12100 - 12230 kHz, 13360 - 13410 kHz, 13410 - 13570 kHz, 13870 - 14000 kHz, 14350 - 14990 kHz, 15800 - 16360 kHz, 17410 - 17480 kHz, 18030 - 18068 kHz, 18168 - 18780 kHz, 19020 - 19680 kHz, 19800 - 19990 kHz, 20010 - 21000 kHz, 21850 - 21870 kHz, 21870 - 21924 kHz, 22855 - 23200 kHz, 23200 - 23350 kHz, 23350 - 24000 kHz, 24000 - 24890 kHz, 25010 - 25070 kHz, 25210 - 25550 kHz, 27,5 - 28 MHz, 29,7 - 37,5 MHz, 5250 - 5450 kHz
Amatőr	Amatőrrádiózás	P	3500 - 3800 kHz, 5250 - 5450 kHz, 7000 - 7200 kHz, 10100 - 10150 kHz, 14000 - 14350 kHz, 18068 - 18168 kHz, 21000 - 21450 kHz, 24890 - 24990 kHz, 28 - 29,7 MHz
Földi mozgó	Egyfrekvenciás rendszerek	N	2045 - 2160 kHz, 2160 - 2170 kHz, 3800 - 3900 kHz, 4750 - 4995 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5730 - 5900 kHz, 24000 - 24890 kHz
	Katonai mozgó rendszerek	N	2045 - 2160 kHz, 3800 - 3900 kHz, 4750 - 4995 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5730 - 5900 kHz, 24000 - 24890 kHz
Hiteles frekvencia és órajel	Hiteles frekvencia és órajel alkalmazások	P	2498 - 2502 kHz, 4995 - 5005 kHz, 9995 - 10005 kHz, 14990 - 15010 kHz, 19990 - 20010 kHz, 24990 - 25010 kHz
Légi mozgó	Beszéd- és adatátviteli rendszerek (levegő-föld)	E	2850 - 3025 kHz, 3400 - 3500 kHz, 4650 - 4700 kHz, 5480 - 5680 kHz, 6525 - 6685 kHz, 8815 - 8965 kHz, 10005 - 10100 kHz, 11275 - 11400 kHz, 13260 - 13360 kHz, 17900 - 17970 kHz, 21924 - 22000 kHz
	Katonai légi mozgó rendszerek	E,N	2850 - 3025 kHz, 3025 - 3155 kHz, 3400 - 3500 kHz, 3800 - 3900 kHz, 3900 - 3950 kHz, 4650 - 4700 kHz, 4700 - 4750 kHz, 4750 - 4995 kHz, 5480 - 5680 kHz, 5680 - 5730 kHz, 6525 - 6685 kHz, 6685 - 6765 kHz, 8815 - 8965 kHz, 8965 - 9040 kHz, 10005 - 10100 kHz, 11175 - 11275 kHz, 11275 - 11400 kHz, 13200 - 13260 kHz, 13260 - 13360 kHz, 15010 - 15100 kHz, 17900 - 17970 kHz, 17970 - 18030 kHz, 21924 - 22000 kHz, 23200 - 23350 kHz
	Katonai mozgó rendszerek	N	5450 - 5480 kHz
	Légiforgalmi rendszerek (levegő-föld-levegő) (levegő-levegő)	N	23200 - 23350 kHz
	Nagy távolságú beszéd- és adatátviteli rendszerek (levegő-föld-levegő) (levegő-levegő)	N	3025 - 3155 kHz, 3800 - 3900 kHz, 3900 - 3950 kHz, 4700 - 4750 kHz, 4750 - 4995 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5680 - 5730 kHz, 6685 - 6765 kHz, 8965 - 9040 kHz, 11175 - 11275 kHz, 13200 - 13260 kHz, 15010 - 15100 kHz, 17970 - 18030 kHz
Légi rádió navigáció	Légi rádió navigációs rendszerek	N	2000 - 2045 kHz, 2045 - 2160 kHz, 2194 - 2498 kHz, 2502 - 2625 kHz, 2625 - 2650 kHz, 2650 - 2850 kHz, 3500 - 3800 kHz
Meteorológia	Meteorológiai alkalmazások	E	27,5 - 28 MHz
Mozgó	CB alkalmazások	P	26510 - 27500 kHz
	Egyfrekvenciás rendszerek	N	2000 - 2045 kHz, 2502 - 2625 kHz, 2650 - 2850 kHz, 3155 - 3200 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3500 - 3800 kHz, 4438 - 4650 kHz, 5005 - 5212 kHz, 5215 - 5250 kHz, 6765 - 7000 kHz, 7450 - 8100 kHz, 10150 - 11175 kHz, 13410 - 13570 kHz, 13870 - 14000 kHz, 14350 - 14990 kHz, 18168 - 18780 kHz, 20010 - 21000 kHz, 22855 - 23200 kHz, 2194 - 2498 kHz, 29,7 - 37,5 MHz
	GMDSS	E	2173,5 - 2190,5 kHz
	Katonai mozgó rendszerek	N	2000 - 2045 kHz, 2502 - 2625 kHz, 2650 - 2850 kHz, 3155 - 3200 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3230 - 3400 kHz, 3500 - 3800 kHz, 4438 - 4650 kHz, 5005 - 5212 kHz, 5215 - 5250 kHz, 6765 - 7000 kHz, 7450 - 8100 kHz, 10150 - 11175 kHz, 13410 - 13570 kHz, 13870 - 14000 kHz, 14350 - 14990 kHz, 18168 - 18780 kHz, 20010 - 21000 kHz, 22855 - 23200 kHz, 23350 - 24000 kHz, 25010 - 25070 kHz, 25210 - 25550 kHz, 26175 - 26510 kHz, 27,5 - 28 MHz, 2194 - 2498 kHz, 29,7 - 37,5 MHz, 29,7 - 37,5 MHz, 5250 - 5450 kHz
	Nemzetközi vészfrekvencia	E	2173,5 - 2190,5 kHz
	NVIS alkalmazások	N	5212 - 5215 kHz, 2194 - 2498 kHz, 5250 - 5450 kHz
Műholdas amatőr	Műholdas amatőrrádiózás	P	7000 - 7200 kHz, 14000 - 14350 kHz, 18068 - 18168 kHz, 21000 - 21450 kHz, 24890 - 24990 kHz, 28 - 29,7 MHz
Műsorszórás	Földfelszíni rádió-műsorszórás	P	3950 - 4000 kHz, 5900 - 6200 kHz, 7200 - 7300 kHz, 7300 - 7350 kHz, 7350 - 7450 kHz, 9400 - 9500 kHz, 9500 - 9900 kHz, 11600 - 12100 kHz, 13570 - 13870 kHz, 15100 - 15800 kHz, 17480 - 17900 kHz, 18900 - 19020 kHz, 21450 - 21850 kHz, 25670 - 26100 kHz
	RH analóg rádió-műsorszórás	P	3950 - 4000 kHz, 5900 - 6200 kHz, 7200 - 7300 kHz, 7300 - 7350 kHz, 7350 - 7450 kHz, 9400 - 9500 kHz, 9500 - 9900 kHz, 11600 - 12100 kHz, 13570 - 13870 kHz, 15100 - 15800 kHz, 17480 - 17900 kHz, 18900 - 19020 kHz, 21450 - 21850 kHz, 25670 - 26100 kHz
	RH digitális rádió-műsorszórás	P	3950 - 4000 kHz, 5900 - 6200 kHz, 7200 - 7300 kHz, 7300 - 7350 kHz, 7350 - 7450 kHz, 9400 - 9500 kHz, 9500 - 9900 kHz, 11600 - 12100 kHz, 13570 - 13870 kHz, 15100 - 15800 kHz, 17480 - 17900 kHz, 18900 - 19020 kHz, 21450 - 21850 kHz, 25670 - 26100 kHz
Rádiócsillagászat	Rádiócsillagászat alkalmazásai	P	13360 - 13410 kHz, 25550 - 25670 kHz
Rádiólokáció	Rádiólokációs rendszerek	N	2160 - 2170 kHz
Tengeri mozgó	GMDSS	P	4063 - 4438 kHz, 6200 - 6525 kHz, 8195 - 8815 kHz, 12230 - 13200 kHz, 16360 - 17410 kHz, 19680 - 19800 kHz, 22000 - 22855 kHz, 26100 - 26175 kHz
	Katonai belvízi mozgó rendszerek	E	2170 - 2173,5 kHz, 2190,5 - 2194 kHz, 2625 - 2650 kHz, 8100 - 8195 kHz

Rádiószolgálat	Alkalmazás	Felhasználás célja	Frekvenciasáv
	Keskenysávú távgépíró és SSB rádiótelefon üzemi parti állomások	E,P	2190,5 - 2194 kHz, 2625 - 2650 kHz, 4000 - 4063 kHz, 4063 - 4438 kHz, 6200 - 6525 kHz, 8100 - 8195 kHz, 8195 - 8815 kHz, 12230 - 13200 kHz, 16360 - 17410 kHz, 18780 - 18900 kHz, 19680 - 19800 kHz, 22000 - 22855 kHz, 25070 - 25210 kHz, 26100 - 26175 kHz, 2170 - 2173,5 kHz
	MSI	P	12230 - 13200 kHz, 16360 - 17410 kHz, 4063 - 4438 kHz, 6200 - 6525 kHz, 8195 - 8815 kHz, 4063 - 4438 kHz
	Nemzetközi vészfrekvencia	P	12230 - 13200 kHz, 16360 - 17410 kHz, 4063 - 4438 kHz, 6200 - 6525 kHz, 8195 - 8815 kHz, 12230 - 13200 kHz, 16360 - 17410 kHz, 4063 - 4438 kHz, 6200 - 6525 kHz, 8195 - 8815 kHz
	Speciális vivőfrekvencia rádiótelefon üzemi	P	12230 - 13200 kHz, 16360 - 17410 kHz, 4063 - 4438 kHz, 6200 - 6525 kHz, 8195 - 8815 kHz
Úrkutatás	Úrkutatás rendszerei	P	2498 - 2502 kHz, 4995 - 5005 kHz, 9995 - 10005 kHz, 14990 - 15010 kHz, 18030 - 18068 kHz, 19990 - 20010 kHz, 24990 - 25010 kHz, 29,7 - 37,5 MHz
	Aktív orvosi implantátumok	PN	29,7 - 37,5 MHz
	Általános alkalmazások	PN	13410 - 13570 kHz, 26510 - 27500 kHz
	Ember által vezetett úrművek kutatási és mentési műveletei	PN	9995 - 10005 kHz, 10005 - 10100 kHz, 14990 - 15010 kHz, 19990 - 20010 kHz, 2173,5 - 2190,5 kHz, 2850 - 3025 kHz, 8195 - 8815 kHz, 5480 - 5680 kHz, 5680 - 5730 kHz
	GMDSS	PN	2850 - 3025 kHz, 5480 - 5680 kHz, 5680 - 5730 kHz
	Induktív alkalmazások	PN	2000 - 2045 kHz, 2045 - 2160 kHz, 2160 - 2170 kHz, 2170 - 2173,5 kHz, 2173,5 - 2190,5 kHz, 2190,5 - 2194 kHz, 2194 - 2498 kHz, 2498 - 2502 kHz, 2502 - 2625 kHz, 2625 - 2650 kHz, 2650 - 2850 kHz, 2850 - 3025 kHz, 3025 - 3155 kHz, 3155 - 3200 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3230 - 3400 kHz, 3400 - 3500 kHz, 3500 - 3800 kHz, 3800 - 3900 kHz, 3900 - 3950 kHz, 3950 - 4000 kHz, 4000 - 4063 kHz, 4063 - 4438 kHz, 4438 - 4650 kHz, 4650 - 4700 kHz, 4700 - 4750 kHz, 4750 - 4995 kHz, 4995 - 5005 kHz, 5005 - 5212 kHz, 5212 - 5215 kHz, 5215 - 5250 kHz, 5250 - 5450 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5480 - 5680 kHz, 5680 - 5730 kHz, 5730 - 5900 kHz, 5900 - 6200 kHz, 6200 - 6525 kHz, 6525 - 6685 kHz, 6685 - 6765 kHz, 6765 - 7000 kHz, 7000 - 7200 kHz, 7200 - 7300 kHz, 7300 - 7350 kHz, 7350 - 7450 kHz, 7450 - 8100 kHz, 8100 - 8195 kHz, 8195 - 8815 kHz, 8815 - 8965 kHz, 8965 - 9040 kHz, 9040 - 9400 kHz, 9400 - 9500 kHz, 9500 - 9900 kHz, 9900 - 9995 kHz, 9995 - 10005 kHz, 10005 - 10100 kHz, 10100 - 10150 kHz, 10150 - 11175 kHz, 11175 - 11275 kHz, 11275 - 11400 kHz, 11400 - 11600 kHz, 11600 - 12100 kHz, 12100 - 12230 kHz, 12230 - 13200 kHz, 13200 - 13260 kHz, 13260 - 13360 kHz, 13360 - 13410 kHz, 13410 - 13570 kHz, 13570 - 13870 kHz, 13870 - 14000 kHz, 14000 - 14350 kHz, 14350 - 14990 kHz, 14990 - 15010 kHz, 15010 - 15100 kHz, 15100 - 15800 kHz, 15800 - 16360 kHz, 16360 - 17410 kHz, 17410 - 17480 kHz, 17480 - 17900 kHz, 17900 - 17970 kHz, 17970 - 18030 kHz, 18030 - 18068 kHz, 18068 - 18168 kHz, 18168 - 18780 kHz, 18780 - 18900 kHz, 18900 - 19020 kHz, 19020 - 19680 kHz, 19680 - 19800 kHz, 19800 - 19990 kHz, 19990 - 20010 kHz, 20010 - 21000 kHz, 21000 - 21450 kHz, 21450 - 21850 kHz, 21850 - 21870 kHz, 21870 - 21924 kHz, 21924 - 22000 kHz, 22000 - 22855 kHz, 22855 - 23200 kHz, 23200 - 23350 kHz, 23350 - 24000 kHz, 24000 - 24890 kHz, 24890 - 24990 kHz, 24990 - 25010 kHz, 25010 - 25070 kHz, 25070 - 25210 kHz, 25210 - 25550 kHz, 25550 - 25670 kHz, 25670 - 26100 kHz, 26100 - 26175 kHz, 26175 - 26510 kHz, 26510 - 27500 kHz, 27,5 - 28 MHz, 28 - 29,7 MHz, 29,7 - 37,5 MHz
	ISM alkalmazások	PN	13410 - 13570 kHz, 26510 - 27500 kHz, 6765 - 7000 kHz
	Modellirányító alkalmazások	PN	26510 - 27500 kHz, 29,7 - 37,5 MHz
	Rádiómeghatározó alkalmazások	PN	29,7 - 37,5 MHz
	Rádiómikrofon alkalmazások és vezeték nélküli audio- és multimédia-streaming alkalmazások	PN	3155 - 3200 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3230 - 3400 kHz, 29,7 - 37,5 MHz
	RFID alkalmazások	PN	13410 - 13570 kHz
	SRD	PN	2000 - 2045 kHz, 2045 - 2160 kHz, 2160 - 2170 kHz, 2170 - 2173,5 kHz, 2173,5 - 2190,5 kHz, 2190,5 - 2194 kHz, 2194 - 2498 kHz, 2498 - 2502 kHz, 2502 - 2625 kHz, 2625 - 2650 kHz, 2650 - 2850 kHz, 2850 - 3025 kHz, 3025 - 3155 kHz, 3155 - 3200 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3230 - 3400 kHz, 3400 - 3500 kHz, 3500 - 3800 kHz, 3800 - 3900 kHz, 3900 - 3950 kHz, 3950 - 4000 kHz, 4000 - 4063 kHz, 4063 - 4438 kHz, 4438 - 4650 kHz, 4650 - 4700 kHz, 4700 - 4750 kHz, 4750 - 4995 kHz, 4995 - 5005 kHz, 5005 - 5212 kHz, 5212 - 5215 kHz, 5215 - 5250 kHz, 5250 - 5450 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5480 - 5680 kHz, 5680 - 5730 kHz, 5730 - 5900 kHz, 5900 - 6200 kHz, 6200 - 6525 kHz, 6525 - 6685 kHz, 6685 - 6765 kHz, 6765 - 7000 kHz, 7000 - 7200 kHz, 7200 - 7300 kHz, 7300 - 7350 kHz, 7350 - 7450 kHz, 7450 - 8100 kHz, 8100 - 8195 kHz, 8195 - 8815 kHz, 8815 - 8965 kHz, 8965 - 9040 kHz, 9040 - 9400 kHz, 9400 - 9500 kHz, 9500 - 9900 kHz, 9900 - 9995 kHz, 9995 - 10005 kHz, 10005 - 10100 kHz, 10100 - 10150 kHz, 10150 - 11175 kHz, 11175 - 11275 kHz, 11275 - 11400 kHz, 11400 - 11600 kHz, 11600 - 12100 kHz, 12100 - 12230 kHz, 12230 - 13200 kHz, 13200 - 13260 kHz, 13260 - 13360 kHz, 13360 - 13410 kHz, 13410 - 13570 kHz, 13570 - 13870 kHz, 13870 - 14000 kHz, 14000 - 14350 kHz, 14350 - 14990 kHz, 14990 - 15010 kHz, 15010 - 15100 kHz, 15100 - 15800 kHz, 15800 - 16360 kHz, 16360 - 17410 kHz, 17410 - 17480 kHz, 17480 - 17900 kHz, 17900 - 17970 kHz, 17970 - 18030 kHz, 18030 - 18068 kHz, 18068 - 18168 kHz, 18168 - 18780 kHz, 18780 - 18900 kHz, 18900 - 19020 kHz, 19020 - 19680 kHz, 19680 - 19800 kHz, 19800 - 19990 kHz, 19990 - 20010 kHz, 20010 - 21000 kHz, 21000 - 21450 kHz, 21450 - 21850 kHz, 21850 - 21870 kHz, 21870 - 21924 kHz, 21924 - 22000 kHz, 22000 - 22855 kHz, 22855 - 23200 kHz, 23200 - 23350 kHz, 23350 - 24000 kHz, 24000 - 24890 kHz, 24890 - 24990 kHz, 24990 - 25010 kHz, 25010 - 25070 kHz, 25070 - 25210 kHz, 25210 - 25550 kHz, 25550 - 25670 kHz, 25670 - 26100 kHz, 26100 - 26175 kHz, 26175 - 26510 kHz, 26510 - 27500 kHz, 27,5 - 28 MHz, 28 - 29,7 MHz, 29,7 - 37,5 MHz
	Vasúti alkalmazások	PN	2000 - 2045 kHz, 2045 - 2160 kHz, 2160 - 2170 kHz, 2170 - 2173,5 kHz, 2173,5 - 2190,5 kHz, 2190,5 - 2194 kHz, 2194 - 2498 kHz, 2498 - 2502 kHz, 2502 - 2625 kHz, 2625 - 2650 kHz, 2650 - 2850 kHz, 2850 - 3025 kHz, 3025 - 3155 kHz, 3155 - 3200 kHz, 3200 - 3230 kHz, 3230 - 3400 kHz, 3400 - 3500 kHz, 3500 - 3800 kHz, 3800 - 3900 kHz, 3900 - 3950 kHz, 3950 - 4000 kHz, 4000 - 4063 kHz, 4063 - 4438 kHz, 4438 - 4650 kHz, 4650 - 4700 kHz, 4700 - 4750 kHz, 4750 - 4995 kHz, 4995 - 5005 kHz, 5005 - 5212 kHz, 5212 - 5215 kHz, 5215 - 5250 kHz, 5250 - 5450 kHz, 5450 - 5480 kHz, 5480 - 5680 kHz, 5680 - 5730 kHz, 5730 - 5900 kHz, 5900 - 6200 kHz, 6200 - 6525 kHz, 6525 - 6685 kHz, 6685 - 6765 kHz, 6765 - 7000 kHz, 7000 - 7200 kHz, 7200 - 7300 kHz, 7300 - 7350 kHz, 7350 - 7450 kHz, 7450 - 8100 kHz, 8100 - 8195 kHz, 8195 - 8815 kHz, 8815 - 8965 kHz, 8965 - 9040 kHz, 9040 - 9400 kHz, 9400 - 9500 kHz, 9500 - 9900 kHz, 9900 - 9995 kHz, 9995 - 10005 kHz, 10005 - 10100 kHz, 10100 - 10150 kHz, 10150 - 11175 kHz, 11175 - 11275 kHz, 11275 - 11400 kHz, 11400 - 11600 kHz, 11600 - 12100 kHz, 12100 - 12230 kHz, 12230 - 13200 kHz, 13200 - 13260 kHz, 13260 - 13360 kHz, 13360 - 13410 kHz, 13410 - 13570 kHz, 13570 - 13870 kHz, 13870 - 14000 kHz, 14000 - 14350 kHz, 14350 - 14990 kHz, 14990 - 15010 kHz, 15010 - 15100 kHz, 15100 - 15800 kHz, 15800 - 16360 kHz, 16360 - 17410 kHz, 17410 - 17480 kHz, 17480 - 17900 kHz, 17900 - 17970 kHz, 17970 - 18030 kHz, 18030 - 18068 kHz, 18068 - 18168 kHz, 18168 - 18780 kHz, 18780 - 18900 kHz, 18900 - 19020 kHz, 19020 - 19680 kHz, 19680 - 19800 kHz, 19800 - 19990 kHz, 19990 - 20010 kHz, 20010 - 21000 kHz, 21000 - 21450 kHz, 21450 - 21850 kHz, 21850 - 21870 kHz, 21870 - 21924 kHz, 21924 - 22000 kHz, 22000 - 22855 kHz, 22855 - 23200 kHz, 23200 - 23350 kHz, 23350 - 24000 kHz, 24000 - 24890 kHz, 24890 - 24990 kHz, 24990 - 25010 kHz, 25010 - 25070 kHz, 25070 - 25210 kHz, 25210 - 25550 kHz, 25550 - 25670 kHz, 25670 - 26100 kHz, 26100 - 26175 kHz

### 3. számú melléklet. RH dekóderek jegyzéke

Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke	
AN/PRC-150C	ASCII-ITA5
Huned VSC-870K	ASYNC FSK
R-101-5	AT-3004D
4+4	AT-3004D novyy
9600bd X.25 (FM subcarrier)	AT-3014D
ACARS	Auriga
ACARS VHF	Autocab
ACS-C v2 Vishnya	Autocab Ver D
ACS-C Vishnya	AW-448 (16 variants)
AIS (e)	AW448 4FSK
Akula	AX.25
Akula-II	AX.25 AFSK (FM subcarrier)
AN/PRC-138	AX.25 FSK
AN/PRC-525 ALIS	AX.25 Packet VHF
AN/USC-42	Barrett Selcall
APCO25 (P25) Phase 2 Digital Voice	Baudot-ITA2 Synchronous / Asynchronous
APCO-25 add (P25)	Bozon-2M
APCO-25	BPSK AX.25
APRS	BPSK10
ARQ-E	BPSK1200
ARQ-E3	BPSK124F FEC
ARTEK-0.5	BPSK125
ARTEK-1HF	BPSK220
ARTEK-OTAR	BPSK220F FEC
ASCII/ITA5	BPSK31

<b>Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
BPSK63	Coquelet-13 FEC
BPSK63F	COSMOS
CCIR-1 tonal mode	CTCSS Tonal System
CCIR-1 Tonal System	CV-786
CCIR-7 tonal mode	CW (Morse)
CCIR-7 Tonal System	Cyrillic (all)
CCITT tonal mode	Datron SC3 Secall
CCITT Tonal System	Datron TransCall / TransAdapt Selcall
Chayka	Datron X-Tor
ChVK-W	DBPSK Burst modem
CIS MFSK v1 / v2	DGPS x.25
CIS MFSK16	Dicom R-1505 F1D
CIS MFSK16 v2	DMR (Mode 1, Mode 2, Mode 3 of Tier 1)
CIS MFSK-20	DMR ARC4 EP
Clover2000	DNP3 SCADA Protocol
Clover2500	DOZVEI tonal mode
Codan ChirpCall	dPMR (aka dPMR446) - Tiers I and II
Codan EmergCall	DPRK-ARQ Keguri
Codan GPS	DSP-QUIC I
Codan PageCall	DSP-QUICK II
Codan Selcall	D-Star
Codan Status	D-Star Digital Voice
Codan TelCall	DTMF Tonal System
Code Beacon	DZVEI Tonal System
Collins Aerospace HF-9000	EEA
Coquelet Mk1	EEA tonal modes
Coquelet Mk2	EEA Tonal System



<b>Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
Coquelet-13 ARQ	Efir-HV
EFR Telemetry	Harris Citadel I Encryption
EIA	Harris Citadel II Encryption
EIA tonal mode	Harris RF-3560 TIU
EIA Tonal System	Hart SMART
EURO tonal mode	HF Datalink (HF DL) ARINC 635
EURO Tonal System	HF DL modem (auto updating)
Facsimile (all modes)	HF DL squitters
Facsimile (FAX) 60-90-120-240 LPM	Hytera DMR Positions
Facsimile (FAX) APT Weather	ICAO tonal system
Facsimile (FAX) B&W - Gray Scale	Icom IDAS
FAX (Image Data)	ICS Electronics v4
Fed-Std 1052	IRA-ARQ (ASCII-ARQ)
FLEX	ITA2 (Baudot)
FlexNet	ITA2 FSK
Generic AFSK (FM subcarrier)	IVSU
Generic Synchronous FM / PCM (Direct FM)	Jenal/Schuemperlin Selcall (CCIR493-4)
GJB 2077-94 2G ALE	JFRC-F70 ALE
GL-5100 FSK	JFRC-F70 Data
GL-5100 PSK	JRS-900
GMDSS ATIS	KAN X.25
GMDSS HF DSC	KFF-61
GMDSS VHF	KL-43
GMDSS VHF DSC	LPC-10 Vocoder
Grintek DT200 / TR-250	LPC-10e Vocoder
G-Tor ARQ / FEC	M150
HAL P-Mode Selcall	M823 differential GPS

<b>Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
Harris ANW2 3G ALE	MAFF v1
Harris AutoLink	MAFF v2
MD-674 Asynchronous FSK	NexREF
MDC1200	Nokia M/90 (supports two variants and 5 speed settings)
MDC-1200	NxDN
Mil.Std 188-110B App C	OLIVIA
Mil-Std 188-110A App A 16DPSK	Packet - 1200bd / 9600 bd
Mil-Std 188-110A App B	Packet AX.25
Mil-Std 188-110A/B/C/D serial	Pactor-FEC
Mil-Std 188-141A ALE	Pactor-I
Mil-Std 188-141A/B RAW ALE	Pactor-I, II, III variants
Mil-Std 188-141B 3G ALE (BW0-BW5)	Pactor-II
Mil-Std 188-141B ALE	Pactor-II FEC
MIR	PakNet
Mitsubishi JFRC-F70 (Data)	PBO Page
Mitsubishi JFRC-F70 ALE	PCCIR
MODAT tonal mode	PCCIR tonal system
MODAT Tonal System	PDZVEI tonal system
Motorola (MotoTRBO) DMR Proprietary Data	Piccolo
Motorola (MotoTRBO) DMR TMS (SMS)	PIRS PEARSE
MotoTRBO (DMR)	POCSAG
MPT1317	POCSAG Telemetry
MSTC X.25	PRC/PLAADF 4+4
MVU-202	PZVEI tonal system
MVU-211	Q-Mac QM9080
NATEL tonal mode	QMAC Selcall

<b>Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
NATEL Tonal System	QPSK31 FEC
Necode 321AR & 322AR Selcalls	QPSK63 FEC
Necode 322ARX Selcall	R&S ALIS v10
NexEDGE	R&S ALIS v30
R&S ALIS v40	Selex HF AIS
R&S ALIS v50 Adaptive+Hopping	Serdolik Carnelian Sarah
R&S ALIS v50 Hopping	Siemens CHP-200 Selcall
R&S ALIS-2000	Sitor-A
R-169 Granit	Sitor-B
R-187A/B Azart	Spectra OFDM
R-785 OTAR	Spectratek Selcall
Racal MEROD MA-4420/MA-4450	STANAG 4285 serial
Racal TRA-3910 OTAR	STANAG 4481
REACH HI tonal mode	STANAG 4529
REACH LO tonal mode	STANAG 5065
ReFLEX	STANAG 5066
RFSM 110A	SYNC FSK
RFSM 110B	SYNC FSK Precision
RFSM Chat	Synchronous FSK
RFSM FLARQ	T-206
RH5-478	T-206 2MT WESNA
RN Bikini Type-1 Alert/Selcall	T-206 3M WESNA
RN Bikini Type-2 Alert/Selcall	T-206 3M1 WESNA
Rockwell URG-III HF Chat	T-206 MT WESNA
RSX.25	T-207
RTIG	T-208
RU DGPS	T-222
RU OTAR	T-310

<b>Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
SATIR Link-Z	T-310/50 ADRIA
Selex CM117E	T-310/50 ARGON
Selex Elsag HF2000 ALE	T-310/51 SAGA
Selex H700	T-325/-353 DUDEK
T-600	Thales Selcall
TADIL-B	Tone Selcalls
Tadiran COSMEC	Trimble DGPS
Tadiran FLASH	VDEW tonal mode
Tadiran RT-2001	VDEW tonal system
Tadiran SpectraLink	Voice Inversion
Tadiran SuperNeT ST2300	Vyshka
TE-204/USC-11	WA2 Selcall
TEAC KV-7 VARIANT	X.25 Packet
TEAC-ALE	XClover2000
TEAC-KV11	Yaesu / Vertex Standard C4FM Smart Fusion (YSF)
TEAC-KV11V2	Yaesu/Vertex Standard Selcall
TEAC-KV11W	ZVEI-1 tonal mode
TEAC-KV7	ZVEI1 tonal system
TEAC-KV8	ZVEI-2 tonal mode
TETRA	ZVEI2 tonal system
TgS-3	ZVEI3 tonal system

#### 4. számú melléklet. RH sávban alkalmazott általános modulációs módok

Moduláció típusa		Moduláció típusa	
CW	CW	PSK	BPSK
	OOK		DBPSK
FSK	FEK		QPSK
	FSK		DQPSK
	MSK		mPSK / OFDM
	AFSK		$\pi/4$ DQPSK
	GFSK		8PSK
	GMSK		8DBPSK
	DFSK		2 x 4QPSK
	FS FSK (Freq-Stepped FSK)		12 x BPSK
MFSK	4FSK (F7B)		12 x QPSK
	6FSK		16PSK
	7FSK		16DPSK
	8FSK		16DBPSK
	8DFSK		31BPSK
	11FSK		31QPSK
	13FSK		63BPSK
	16FSK		125BPSK
	20FSK		220BPSK
	32FSK		16QAM
Hybrid	Chirp	QAM	32QAM
	AM FAX		64QAM
	FM FAX		
Egyéb	FSK FAX		

## 5. számú melléklet. Diverziti jelkombinálás szimulációs fájlok

3.12 ábra. Diverziti nyereség a diverziti vételi ágak száma függvényében (a.,) SC, (b.,) EGC és (c.,) MRC jelkombinálás esetén

### BPSK SC EGC MRC AWGN SNR vs nRX.m:

```
function BPSK_SC_EGC_MRC_AWGN_SNR_vs_nRX
close all;
clear all;
clc;

N=10^3;
data=randi([0,1],1,N);
x=2*data-1;

nRx_max=15; %Diverziti ágak száma
nRx=[1:nRx_max];
snr_dB=1:10;

%%%SC

snr_sim_SC=zeros([length(snr_dB) nRx_max]);

for j=1:nRx_max
    for k=1:length(snr_dB)
        h=randn(j,N)+(randn(j,N)*1i);
        x_kron=kron(ones(nRx(j),1),x);
        c_in=h.*x_kron;
        y=awgn(c_in,snr_dB(k),'measured');
        hPower = h.*conj(h);

        [hMaxVal ,ind] = max(hPower,[],1);
        hMaxValMat = kron(ones(nRx(j),1),hMaxVal);

        y_rec = y(hPower==hMaxValMat);
        hSel = h(hPower==hMaxValMat);

        snr_sim_SC(k,j) = mean(hSel.*conj(hSel));

    end
end

snr_sim_log_SC=10*log10(snr_sim_SC)-3;

%%%EGC

snr_sim_EGC=zeros([length(snr_dB) nRx_max]);

for j=1:nRx_max
    for k=1:length(snr_dB)
        h=randn(j,N)+(randn(j,N)*1i);
        x_kron=kron(ones(nRx(j),1),x);
        c_in=h.*x_kron;
        y=awgn(c_in,snr_dB(k),'measured');
        %y_rec =sum(conj(h).*y,1);
        y_rec = y.*exp(-1i*angle(h)); % csatorna fázisértékek eltávolítása
        y_rec = sum(y_rec,1); % vételi lánc összes elemének összegzése
        snr_sim_EGC(k,j) = mean(y_rec.*conj(y_rec))/nRx(j);

    end
end

snr_sim_log_EGC=10*log10(snr_sim_EGC)-3;
```

```

%MRC

snr_sim_MRC=zeros([length(snr_dB) nRx_max]);
for j=1:nRx_max
    for k=1:length(snr_dB)
        h=randn(j,N)+(randn(j,N)*1i);
        x_kron=kron(ones(nRx(j),1),x);
        c_in=h.*x_kron;
        y=awgn(c_in,snr_dB(k),'measured');
        y_rec =sum(conj(h).*y,1);
        snr_sim_MRC(k,j)=mean(abs(y_rec));
    end
end
snr_sim_log_MRC=10*log10(snr_sim_MRC)-3;

plottolo(nRx,snr_sim_log_SC);
set(legend,'Location','northwest');
plottolo(nRx,snr_sim_log_EGC);

xlabel('Diverziti ágak száma [db]');
ylabel('SNR nyereség [dB]');
title('SNR nyereség EGC diverziti esetén');

plottolo(nRx,snr_sim_log_MRC);
xlabel('Diverziti ágak száma [db]');
ylabel('SNR nyereség [dB]');
title('SNR nyereség MRC diverziti esetén');

figure;
plot(nRx,snr_sim_log_SC,'--');
title(legend,'Diverziti típusok');
hold on;
plot(nRx,snr_sim_log_EGC,':');
hold on;
plot(nRx,snr_sim_log_MRC);
hold on;
legend('MRC','EGC','SC');
xlabel('Diverziti ágak száma [db]');
ylabel('SNR nyereség [dB]');
title('SNR nyereség MGC, EGC és SC diverziti esetén');
set(legend,'Location','southeast');
title(legend,'Diverziti típusok');
xticks(1:1:15)
yticks(0:1:15)
grid on
axis([1 15 0 15]);
grid minor

```

#### **plottolo.m:**

```

function plottolo_SC(X1, YMatrix1)
%CREATEFIGURE(X1, YMatrix1)
% X1: vector of x data
% YMATRIX1: matrix of y data

```

% Auto-generated by MATLAB on 17-Jan-2021 15:45:23

```

% Create figure
figure1 = figure;

```

```

% Create axes
axes1 = axes('Parent',figure1);
hold(axes1,'on');

```

```

% Create multiple lines using matrix input to plot

```

```

plot(X1,YMatrix1,'Parent',axes1);

% Create ylabel
ylabel('SNR nyereség [dB]');

% Create xlabel
xlabel('Diverziti ágak száma [db]');

% Create title
title('SNR nyereség SC diverziti esetén');

box(axes1,'on');
grid(axes1,'on');
hold(axes1,'off');
% Set the remaining axes properties
set(axes1,'XMinorGrid','on','XTick',[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15],...
    'YMinorGrid','on');
% Create legend
legend1 = legend(axes1,'show');
set(legend1,'Location','southeast');
title(legend1,'Szimulációs ciklusok');
%title(legend,'Diverziti típusok');
xticks(1:1:15)
yticks(0:1:15)
grid on
axis([1 15 0 15]);
grid minor

```

**3.13 ábra. Diverziti nyereség a diverziti vételi ágak száma függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálás (a.,) empirikus, (b.,) determinisztikus modellezés esetén**

**SNR\_divcsatszam.m:**

```

close all;
clear all;
clc;
N=1:15;
SC=[0 1.761 2.632 3.187 3.585 3.892 4.138 4.342 4.516 4.667 4.8179 4.9521 5.065
5.1435 5.2037];
EGC=10*log10(1+(N-1)*(pi/4));
MRC=10*log10(N);

hold on
plot(N,MRC)
hold on
plot(N,EGC)
hold on
plot(N,SC)
grid
axis([1 10 0 10]);
title('SNR nyereség a csatornaszám függvényében')
xlabel('Diverziti vételi ágak száma [db]')
ylabel('SNR nyereség [dB]')
legend('MRC','EGC','SC')
%legend1 = legend(axes1,'show');
set(legend,'Location','southeast');
xticks(1:1:15)
yticks(0:1:15)
grid on
axis([1 15 0 15]);
%grid mino

```



3.14 ábra. Diverziti nyereség elméleti és szimulációs értéke a diverziti ágak számának függvényében

**SC SNR\_novekmenv.m:**

```

% SNR nyereség SC, BPSK, Rayleigh esetén

clear
N = 10^4; % bitek vagy szimbólumok száma

% Adó
ip = rand(1,N)>0.5; % azonos valószínűségű álvéletlen 0,1 generálás
s = 2*ip-1; % BPSK moduláció 0 -> -1; 1 -> 0

nRx = [1:200]; %100 csatorna
Eb_N0_dB = [25]; % többszörös Eb/N0 értékek

for jj = 1:length(nRx)
    for ii = 1:length(Eb_N0_dB)

        n = 1/sqrt(2)*[randn(nRx(jj),N) + j*randn(nRx(jj),N)]; % AWGN, 0dB szórással
        h = 1/sqrt(2)*[randn(nRx(jj),N) + j*randn(nRx(jj),N)]; % Rayleigh csatorna

        % Additív zaj a csatornához
        sD = kron(ones(nRx(jj),1),s);
        y = h.*sD + 10^(-Eb_N0_dB(ii)/20)*n;

        % csatornateljesítmény mérés minden Rx ágon
        hPower = h.*conj(h);

        % Max. csatorna teljesítmény
        [hMaxVal ind] = max(hPower,[],1);
        hMaxValMat = kron(ones(nRx(jj),1),hMaxVal);

        % Max. csatorna kiválasztása
        ySel = y(hPower==hMaxValMat);
        hSel = h(hPower==hMaxValMat);

        % effektív SNR
        EbN0EffSim(ii,jj) = mean(hSel.*conj(hSel));
        EbN0EffTheory(ii,jj) = sum(1./[1:nRx(jj)]);

    end
end

% plot
close all
figure

plot(nRx,10*log10(EbN0EffSim),'b-','LineWidth',2);
hold on
plot(nRx,10*log10(EbN0EffTheory),'g-','LineWidth',2);
axis([1 200 0 20])
grid on
legend('elméleti', 'szimulált');
xlabel('Rx vételi csatornák száma');
ylabel('SNR nyereség [dB]');
title('SNR jel-zaj viszony nyereség SC jelválasztás esetén');

```

3.18 ábra. BER bithibaarány, EGC, MRC és SC jelkombinálásokkal

### BER EGC MRC SC.m

```
x = 1; % adó jele Eb = 1
Ciklusszam = 1000000; %EbN0-ra eso ciklusok száma %50000
for EbN0 = 0:1:20 %dB
    linear_EbN0 = 10^(EbN0/10); nvar = 1/(linear_EbN0); %N0 számolása, Eb = 1
megjegyzése
    hiba1 = 0; % hibaszamlalo nullazas
    hiba2 = 0;
    hiba3 = 0;
    for trial = 1:Ciklusszam % monte carlo, hibák számolása
        n1 = sqrt(nvar/2)*randn; %kezdő zaj
        n2 = sqrt(nvar/2)*randn; %kezdő zaj
        h1 = sqrt(0.5)*abs(randn + j*randn); %Rayleigh
        h2 = sqrt(0.5)*abs(randn + j*randn);
        %EGC
        y1 = x*h1+n1; % Signal 1
        y2 = x*h2+n2; % Signal 2
        y_equal = 0.5*(y1+y2);
        %MRC
        a1 = (abs(h1))^2;
        a2 = (abs(h2))^2;
        y_maximal = x*(a1*h1+a2*h2)+a1*n1+a2*n2;
        %SC
        P1 = chi2rnd(4);
        P2 = chi2rnd(4);
        as1 = P1*(abs(h1))^2;
        as2 = P2*(abs(h2))^2;
        if as1 >= as2
            y_selection = x*(as1*h1)+as1*n1;
        end
        if as1 < as2
            y_selection = x*(as2*h2)+as2*n2;
        end
        if y_equal < 0 %döntési küszöb=0
            hiba1 = hiba1 + 1;
        end
        if y_maximal < 0
            hiba2 = hiba2 + 1;
        end
        if y_selection < 0
            hiba3 = hiba2 + 1;
        end
    end
    BER1(EbN0+1) = hiba1/(Ciklusszam);
    BER2(EbN0+1) = hiba2/(Ciklusszam);
    BER3(EbN0+1) = hiba3/(Ciklusszam);
end

figure
EbNo=0:1:20; %10-ről változtatva
mu = 10.^(EbNo./10);
ber_elmeleti = (1/2)*(1 - sqrt(mu ./ (mu + 1)));
semilogy(EbNo,BER1,'r-',EbNo,BER2,'b-',EbNo,BER3,'c-',EbNo,ber_elmeleti,'b');
legend('EG','MR','SC','Elméleti');
xlabel('EbNo [dB]')
ylabel('BER bithibaarány')
title('BER bithibaarány EGC, MRC és SC jelkombinálás esetén');
grid
```

3.19 ábra. BER bithibaarány SNR függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal

### QPSK BERvsSC EGC MRC Rayleigh Rice .m

```
clc;
clear all;
```

```

close all;

tic

mintaszam = 1000000; % minta bitsorozat hossza

% BER mátrix létrehozása és nullázása
BER_SC = zeros(5, 4, 2); % SC
BER_MRC = zeros(5,4, 2); % MRC
BER_EGC = zeros(5,4, 2); % EGC
%BER_DC = zeros(5,4, 2); % DC
%
% Futási idő          Számítás          Számítás+plot készítés
% mintaszam 100      0.29 sec          3.8 sec
% mintaszam 1000     1.9 sec           4.8 sec
% mintaszam 10000    13.9 sec          16.85 sec
% mintaszam 100000   137 sec           141 sec
% mintaszam 1000000  25 perc           20 perc
% mintaszam 10000000 4h11'9"sec        4h11'18"

tic

for csatmod =0:1 % Rayleigh:0 ; Rice:1

if csatmod == 0
    szoras = 1/sqrt(2); %szórásnégyzetek
else
    szoras = 1/2;
end
for SNR_dB_ertekek = 1:15      %1:15 SNR dB értékek 1-től 15-ig

    SNR_ertekek = 10^((SNR_dB_ertekek)/10); %SNR 1-15 dB tartományban

    %SNR_ertekek = 10^((SNR_dB_ertekek+58)/10);%SNR_dB_ertekek = 52:64
    %SNR_ertekek = 1; % SNR = 0 dB_
    %SNR_ertekek = 0.0000001; % SNR = -60 db dB
    %SNR_ertekek = 1000000; % SNR = 60 db dB

    % álvéletlen QPSK konstelláció sor generálás
    adat = rand(2,mintaszam);
    adat = 2*(adat > 0.5)-1; % (-1, 1 készletekbe)

    E_szimb = sqrt(2); % szibólum energia
    E_zaj = E_szimb/SNR_ertekek; % zaj energia
    for N = 1:10
        % komplex zaj létrehozása
        zaj = normrnd(0,sqrt(E_zaj/2),2,mintaszam,N) +...
            1i*normrnd(0,sqrt(E_zaj/2),2,mintaszam,N);

        % Fading nyereség (R=0: Rayleigh; R=1: Rice
        Gn = normrnd(csatmod/2,szoras,1,mintaszam,N) +...
            1i*normrnd(csatmod/sqrt(2),1/2,1,mintaszam,N);
        Gn_dupl = repmat(Gn,2,1,1); % duplikálás 2 bitre (QPSK)

        Tx_adat = repmat(adat,1,1,N); % többszörözés N ágra

        Rx_adat = Gn_dupl.*Tx_adat + zaj; % received signal

        [BER_SC(SNR_dB_ertekek, N, csatmod+1), result_sc] = ...
            SC_szamol(Gn, Gn_dupl, Rx_adat, mintaszam, adat); % SC

        [BER_MRC(SNR_dB_ertekek, N, csatmod+1), result_mrc] =...
            MRC_szamol(Gn_dupl, Rx_adat, mintaszam, adat);% MRC

        [BER_EGC(SNR_dB_ertekek, N, csatmod+1), result_egc] =...
            EGC_szamol(Gn_dupl, Rx_adat, mintaszam, adat); %EGC
    end
end
end

```

```

        end
    end

end

toc

% Rayleigh megjelenítés

plot_abra_formazva ([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15],...
    BER_SC(:, :, 1))%SC

plot_abra_formazva ([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15],...
    BER_MRC(:, :, 1))%MRC
title('BER bithiba arány MRC elv esetén Rayleigh csatornán');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

plot_abra_formazva ([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15],...
    BER_EGC(:, :, 1))%EGC
title('BER bithiba arány EGC elv esetén Rayleigh csatornán');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

% Rice megjelenítés

plot_abra_formazva ([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15],...
    BER_SC(:, :, 1))%SC
title('BER bithiba arány SC elv esetén Rice csatornán');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

plot_abra_formazva ([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15],...
    BER_MRC(:, :, 2))%MRC
title('BER bithiba arány MRC elv esetén Rice csatornán');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

plot_abra_formazva ([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15],...
    BER_EGC(:, :, 2))%EGC
title('BER bithiba arány EGC elv esetén Rice csatornán');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

% Kombinálások öh. megjelenítés % Rayleigh

figure, plot([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_SC(:, 4, 1), '-+', ...
    [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_EGC(:, 4, 1), '-*', ...
    [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_MRC(:, 4, 1), '-+')
set(gca, 'YScale', 'log', 'YMinorGrid', 'on')
grid minor
set(gca, 'GridColor', [0 0 0], 'XGrid', 'on', 'XMinorGrid', 'on', 'XTick', ...
    [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], 'YGrid', 'on', 'YMinorGrid', 'on', ...
    'YMinorTick', 'on', 'YScale', 'log', 'ZMinorGrid', 'on');
title('BER bithiba arány SC, EGC, MRC elv esetén Rayleigh csatornán');
legend('SC', 'EGC', 'MRC');
set(legend, 'Location', 'eastoutside');
title(legend, 'Diverziti típusok');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

% Kombinálások öh. megjelenítés % Rice

figure, plot([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_SC(:, 4, 2), '-+', ...

```

```

[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_EGC(:,4,2), '-*',...
[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_MRC(:,4,2), '-+')
set(gca, 'YScale', 'log', 'YMinorGrid', 'on')
grid minor
set(gca, 'GridColor', [0 0 0], 'XGrid', 'on', 'XMinorGrid', 'on', 'XTick',...
[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], 'YGrid', 'on', 'YMinorGrid', 'on',...
'YMinorTick', 'on', 'YScale', 'log', 'ZMinorGrid', 'on');
title('BER bithiba arány SC, EGC, MRC elv esetén Rice csatornán');
legend('SC', 'EGC', 'MRC');
set(legend, 'Location', 'eastoutside');
title(legend, 'Diverziti típusok');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

%EGC öh. Rayleigh és Rice között
figure, plot([1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_EGC(:,4,1), '-*',...
[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], BER_EGC(:,4,2), '-+')
set(gca, 'YScale', 'log', 'YMinorGrid', 'on')
grid minor
set(gca, 'GridColor', [0 0 0], 'XGrid', 'on', 'XMinorGrid', 'on', 'XTick',...
[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15], 'YGrid', 'on', 'YMinorGrid', 'on',...
'YMinorTick', 'on', 'YScale', 'log', 'ZMinorGrid', 'on');
title('BER bithiba arány Rayleigh és Rice csatorna modellekben');
legend('Rayleigh', 'Rice');
set(legend, 'Location', 'eastoutside');
title(legend, 'Csatorna modellek');
xlabel('SNR jel-zaj viszony [dB]');
ylabel('BER bithiba arány');

toc

```

3.21 ábra. Diverziti nyereségek relatív viszonya SC, EGC és MRC jelkombinálások esetén

**SC EGC MRC divnyereség viszonya.m:**

```

close all;
clear all;
clc;

Rx1N0=10;
Rx1_rel_Rx2=linspace(-50,50,1000);
Rx1_rel_Rx2_20=linspace(-20,20,400);

for i=1:length(Rx1_rel_Rx2)
    Rx2N0=Rx1N0/(10^(Rx1_rel_Rx2(1,i)*0.1));
    if Rx1N0>Rx2N0
        Cmax=Rx1N0;
    else
        Cmax=Rx2N0;
    end
    SC(1,i)=(1+0.5);
    SCdB(1,i)=10*log10(1+0.5);
    EGC(1,i)=0.5*Rx1N0+0.5*Rx2N0+(sqrt(Rx1N0)*sqrt(Rx2N0));
    EGCdB(1,i)=10*log10(EGC(1,i)/Cmax);
    MRC(1,i)=Rx1N0+Rx2N0;
    MRCdB(1,i)=10*log10(MRC(1,i)/Cmax);
    MRC_EGC(1,i)=MRC(1,i)/EGC(1,i);
    MRC_EGCdB(1,i)=10*log10(MRC_EGC(1,i));

    Gd0(1,i)=0;
end

```

```

% SC, EGC, MRC egy ábrában
figure
subplot(3,1,1);
plot(Rx1_rel_Rx2,SCdB,'b');
axis([-50 50 -3 3])
title('SC diverziti nyereség')
ylabel('Diverziti nyereség [dB]');
xlabel('Rx1/Rx2 jelszint viszonya [dB]');
set(legend,'Location','southeast');
legend('SC nyereség');
xticks(-60:10:60)
yticks(-3:1:3)
grid on;

subplot(3,1,2);
plot(Rx1_rel_Rx2,EGCdB,'g');
axis([-50 50 -3 3])
title('EGC diverziti nyereség')
ylabel('Diverziti nyereség [dB]');
xlabel('Rx1/Rx2 jelszint viszony [dB]');
set(legend,'Location','northeast');
legend('EGC nyereség');
xticks(-60:10:60)
yticks(-3:1:3)
grid on;

subplot(3,1,3);
plot(Rx1_rel_Rx2,MRCdB,'r');
axis([-50 50 -3 3])
title('MRC diverziti nyereség')
ylabel('D Diverziti nyereség [dB]');
xlabel('Rx1/Rx2 vételi ágak jelszint viszonya [dB]');
set(legend,'Location','northeast');
legend('MRC nyereség');
xticks(-60:10:60)
yticks(-3:1:3)
grid on;

```

%SC, EGC, MRC diverziti nyereségek közös ábrában

```

Rx1_rel_Rx2=linspace(-20,20,400);

for i=1:length(Rx1_rel_Rx2_20)
    Rx2N0=Rx1N0/(10^(Rx1_rel_Rx2_20(1,i)*0.1));
    if Rx1N0>Rx2N0
        Cmax=Rx1N0;
    else
        Cmax=Rx2N0;
    end
    EGC20(1,i)=0.5*Rx1N0+0.5*Rx2N0+(sqrt(Rx1N0)*sqrt(Rx2N0));
    EGCdB20(1,i)=10*log10(EGC20(1,i)/Cmax);
    MGC20(1,i)=Rx1N0+Rx2N0;
    MGCdB20(1,i)=10*log10(MGC20(1,i)/Cmax);
    SDDb20(1,i)=10*log10(1+0.5);
    MGC_EGC20(1,i)=MGC20(1,i)/EGC(1,i);
    MGC_EGCdB20(1,i)=10*log10(MGC_EGC20(1,i));
    Gd0_20(1,i)=0;
end

figure
plot(Rx1_rel_Rx2_20,SDDb20,'b');
title('SC, EGC és MRC diverziti nyereségek')
ylabel('Diverziti nyereség [dB]');
xlabel('Rx1 és Rx2 vételi ágak jelszint viszonya [dB]');
grid on;

```

```

grid minor
hold on
plot(Rx1_re1_Rx2_20,MGCdB20,'r');
plot(Rx1_re1_Rx2_20,EGCdB20,'g');
plot(Rx1_re1_Rx2_20,Gd0_20);
legend({'SC','MRC','EGC'},'Location','best');
title(legend,'Diverziti tipusok');
hold off;

%subplot(311)
figure
plot(MRCdB,EGCdB,'g');
hold on;
plot(MRCdB,SCdB,'b')
plot(MRCdB,MRCdB,'r')

title('SC, EGC, MRC nyereségek viszonya az MRC nyereséghez')
ylabel('SC EG és MRC nyereségek [dB]')
xlabel('MRC nyereség [dB]')
xticks(-3:1:3)
yticks(-3:1:3)
grid on;
grid minor
legend({'EGC/MRC','SC/MRC','MRC/MRC'},,'Location','southeast');
title(legend,'Diverziti tipusok');
hold off;

%subplot(312)
figure
plot(EGCdB,EGCdB,'g');
hold on;
plot(EGCdB,SCdB,'b')
plot(EGCdB,MRCdB,'r')
title('SC, EGC, MRC nyereségek viszonya az EGC nyereséghez')
ylabel('SC EG és MRC nyereségek [dB]')
xlabel('EGC nyereség [dB]')
xticks(-3:1:3)
yticks(-3:1:3)
grid on;
grid minor
legend({'EGC/EGC','SC/EGC','MRC/EGC'},,'Location','southeast');
title(legend,'Diverziti tipusok');
hold off;

%subplot(313)
figure
plot(SCdB,EGCdB,'g');
hold on;
plot(SCdB,SCdB,'b')
plot(SCdB,MRCdB,'r')
title('SC, EGC, MRC nyereségek viszonya az SC nyereséghez')
ylabel('SC EGC és MRC nyereségek [dB]')
xlabel('SC nyereség [dB]')
xticks(-3:1:3)
yticks(-3:1:3)
grid on;
grid minor
legend({'EGC/SC','SC/SC','MRC/SC'},,'Location','southeast');
title(legend,'Diverziti tipusok');
hold off;

```

### 3.22. ábra MRC és EGC diverziti nyereségek viszonya

MRC vs EGC divnyereseg viszonya.m

```
close all;
```

```

clear all;
clc;

C1N0=10;

C1C2=linspace(-20,20,500);
for i=1:length(C1C2),
    C2N0=C1N0/(10^(C1C2(1,i)*0.1));
    if C1N0>C2N0
        Cmax=C1N0;
    else
        Cmax=C2N0;
    end
    EGC(1,i)=0.5*C1N0+0.5*C2N0+(sqrt(C1N0)*sqrt(C2N0));
    EGCdB(1,i)=10*log10(EGC(1,i)/Cmax);
    MGC(1,i)=C1N0+C2N0;
    MGCdB(1,i)=10*log10(MGC(1,i)/Cmax);
    SDdB(1,i)=10*log10(1+0.5);
    MGC_EGC(1,i)=MGC(1,i)/EGC(1,i);
    MGC_EGCdB(1,i)=10*log10(MGC_EGC(1,i));
end

figure;
plot(MGCdB,EGCdB)
title('MRC és EGC jelkombinálások viszonya')
ylabel('EGC diverziti nyereség')
xlabel('MRC diverziti nyereség')
grid on;

```



## 6. számú melléklet. PROPPY\_HF\_Online terjedés predikciós adatlap

```
-----  
-----  
International Telecommunications Union - Radiocommunication Sector  
(ITU-R)  
  ITURHFProp      Ver Feb 11 2022  
  HF Model (P533) Ver 14.2  
  Noise Model (P372) Ver 14.3  
  Analysis Prepared Fri Feb 25 07:25:58 2022  
-----  
-----  
***** P533 Input Parameters  
*****  
  
  Propy Online HF Circuit Prediction: Point-to-Point  
  Year           : 2013  
  Month          : May  
  Hour           : 1 (hour UTC)  
  SSN (R12)     : 87  
  Distance       : 13272.460980 (km)  
  dmax          : 4000.000000 (km)  
  Tx power      : -10.000000  
  Tx Location    Transmitter  
  Tx latitude   : 42.940300 S  
  Tx longitude  : 69.375000 W  
  Rx Location    Receiver  
  Rx latitude   : 47.279200 N  
  Rx longitude  : 19.453100 E  
  local time Rx : 2 (hour UTC)  
  local time Tx : 21 (hour UTC)  
  Frequency     : 2.000000  
  Bandwidth     : 3000.000000  
  Modulation    : ANALOG  
  Required signal-to-noise ratio : 33.000000  
  Required % of month signal-to-noise ratio : 90  
  Required signal-to-interference ratio : 0.000000  
  Man-made noise : RURAL  
  Antenna configuration : Transmitter main beam to receiver main  
beam  
  Path Direction : SHORTPATH  
  Transmit antenna      ISOTROPIC  
  Transmit antenna bearing : 51.101540  
  Transmit antenna gain offset : 2.160000  
  Receive antenna      ISOTROPIC  
  Receive antenna bearing : 237.118007  
  Receive antenna gain offset : 2.160000  
  
***** End P533 Input Parameters  
*****  
  
***** ITURHF Input Parameters  
*****  
  
  Upper left (North West) latitude : 47.279200 N
```

Upper left (North West) longitude : 19.453100 E  
Lower right (South East) latitude : 47.279200 N  
Lower right (South East) longitude : 19.453100 E  
Number of frequencies : 29  
Number of hours : 24  
Number of months : 1  
Latitude increment : 57.295780 (deg)  
Longitude increment : 57.295780 (deg)

\*\*\*\*\* ITURHFP Input Parameters  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* Data Format  
\*\*\*\*\*

Column 01: Month  
Column 02: Hour  
Column 03: Frequency (MHz)  
Column 04: OPMUF - Operation MUF (MHz)  
Column 05: Pr - Median receiver power (dB)  
Column 06: SNR - Median signal-to-noise ratio (dB)  
Column 07: BCR - Basic circuit reliability (%)  
Column 08: Free-space Field Strength 3 MW e.i.r.p. (dB(1uV/m))  
Column 09: Increased Long Distance Field Strength due to Focusing (dB)  
Column 10: "Not otherwise included loss" (dB)  
Column 11: Upper Reference Frequency (MHz)  
Column 12: Lower Reference Frequency (MHz)  
Column 13: Correction Factor at T + d0/2  
Column 14: Correction Factor at R - d0/2  
Column 15: Max Antenna Gain G<sub>tl</sub> (0 - 8 deg)  
Column 16: Max Antenna Gain G<sub>rw</sub> (0 - 8 deg)  
Column 17: Mean gyrofrequency  
Column 18: Scale factor f(f, fL, fM, fH)

\*\*\*\*\* End Data Format  
\*\*\*\*\*

7. számú melléklet. Diverziti terepi mérési eredmények összesítő táblázata

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
1	95.2	töredék	25.6	töredék	97.6	töredék diverziti	2.4	37.2	96.0	töredék	99.0	töredék diverziti	3.0	3.4	100.0	sikeres diverziti	4.0	27.7
2	100.0	sikeres	97.9	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.1	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.7
3	2.0	sikertelen	37.5	sikertelen	38.6	sikertelen diverziti	1.1	18.9	6.2	sikertelen	6.7	sikertelen diverziti	0.5	2.6	37.5	sikertelen diverziti	0.0	22.3
4	22.4	töredék	47.9	töredék	48.6	töredék diverziti	0.7	13.5	56.8	töredék	89.8	töredék diverziti	33.0	50.2	100.0	sikeres diverziti	43.2	57.6
5	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	33.3
6	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	43.6	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	28.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	18.8
7	79.3	sikertelen	72.7	sikertelen	89.7	sikertelen diverziti	10.4	13.7	0.0	sikertelen	79.3	sikertelen diverziti	0.0	39.7	79.3	sikertelen diverziti	0.0	28.6
8	73.3	töredék	86.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	13.3	20.0	86.7	töredék	95.7	töredék diverziti	9.0	15.7	100.0	sikeres áldiverziti	13.3	17.8
9	62.4	töredék	44.7	sikertelen	66.4	töredék diverziti	4.0	12.9	97.3	sikertelen	98.2	töredék diverziti	0.9	18.4	98.2	töredék diverziti	0.9	30.1
10	34.7	sikertelen	50.0	sikertelen	52.7	sikertelen diverziti	2.7	10.4	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	32.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	38.4
11	93.6	sikertelen	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	3.2	87.9	töredék	97.6	töredék diverziti	4.0	6.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.2
12	97.9	töredék	97.9	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.1	2.1	95.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.1	3.2	100.0	sikeres áldiverziti	2.1	2.8
13	87.0	töredék	87.0	sikertelen	87.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	85.8	töredék	89.8	töredék diverziti	2.8	3.4	98.7	sikertelen diverziti	11.7	12.1
14	83.6	töredék	77.8	töredék	94.5	töredék diverziti	10.9	13.8	86.5	töredék	97.8	töredék diverziti	11.3	12.8	99.1	töredék diverziti	12.6	16.5
15	92.3	töredék	84.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	7.7	11.6	92.3	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	7.7	7.7	100.0	sikeres áldiverziti	7.7	10.3
16	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
17	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	97.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.8
18	100.0	sikeres	66.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	16.7	95.9	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	12.5
19	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
20	98.0	töredék	94.8	sikertelen	99.5	töredék diverziti	1.5	3.1	94.5	töredék	99.7	töredék diverziti	1.7	3.5	100.0	sikeres diverziti	2.0	4.2
21	97.1	sikertelen	97.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.9	2.9	97.1	sikertelen	98.2	sikertelen diverziti	1.1	1.1	100.0	sikeres áldiverziti	2.9	2.9
22	88.4	töredék	97.8	sikertelen	99.2	sikertelen diverziti	1.4	6.1	97.6	töredék	99.7	töredék diverziti	2.1	6.7	99.8	töredék diverziti	2.0	5.2
23	60.0	töredék	9.1	töredék	60.0	töredék diverziti	0.0	25.5	30.0	sikertelen	60.0	sikertelen diverziti	0.0	15.0	60.0	sikertelen diverziti	0.0	27.0
24	86.3	sikertelen	86.3	sikertelen	89.3	sikertelen diverziti	3.0	3.0	89.0	sikertelen	92.8	sikertelen diverziti	3.8	5.1	92.7	sikertelen diverziti	3.7	5.5
25	48.1	töredék	50.5	töredék	59.5	töredék diverziti	9.0	10.2	66.0	töredék	88.0	töredék diverziti	22.0	31.0	67.8	töredék diverziti	1.8	12.9
26	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
27	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	97.3	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.9
28	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
29	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
30	86.9	sikertelen	95.5	töredék	99.5	töredék diverziti	4.0	8.3	94.4	töredék	99.8	töredék diverziti	5.4	9.1	99.6	töredék diverziti	4.1	7.3
31	97.3	töredék	98.0	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.0	2.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.6

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
32	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
33	75.0	sikertelen	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	12.5	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	12.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	8.3
34	59.7	sikertelen	85.2	töredék	85.2	töredék diverziti	0.0	12.8	96.3	töredék	97.8	töredék diverziti	1.5	19.8	97.8	töredék diverziti	1.5	17.4
35	99.4	töredék	92.6	töredék	99.8	töredék diverziti	0.4	3.8	96.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.6	2.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.6	4.0
36	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
37	83.1	sikertelen	93.8	sikertelen	96.9	sikertelen diverziti	3.1	8.5	82.4	sikertelen	95.8	sikertelen diverziti	12.7	13.1	98.7	sikertelen diverziti	4.9	12.3
38	83.4	sikertelen	89.2	sikertelen	89.2	sikertelen diverziti	0.0	2.9	88.8	sikertelen	90.7	sikertelen diverziti	1.9	4.6	89.6	sikertelen diverziti	0.4	2.5
39	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	61.5	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	19.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	12.8
40	93.0	sikertelen	88.4	sikertelen	93.0	sikertelen diverziti	0.0	2.3	11.6	sikertelen	96.7	sikertelen diverziti	3.7	44.4	95.6	sikertelen diverziti	2.6	31.3
41	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	98.9	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4
42	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	93.3	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.2
43	87.4	sikertelen	81.6	sikertelen	87.8	sikertelen diverziti	0.4	3.3	77.2	sikertelen	93.7	sikertelen diverziti	6.3	11.4	93.7	sikertelen diverziti	6.3	11.6
44	94.1	töredék	92.2	töredék	97.0	töredék diverziti	2.9	3.8	86.9	töredék	99.7	töredék diverziti	5.6	9.2	99.8	töredék diverziti	5.7	8.7
45	99.8	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.1	99.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.2	0.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.1
46	98.2	töredék	99.8	töredék	99.9	töredék diverziti	0.1	0.9	98.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.8	1.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.2	1.3
47	100.0	sikeres	99.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2	99.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3
48	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
49	98.0	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.7
50	91.7	sikertelen	67.2	sikertelen	96.7	sikertelen diverziti	5.0	17.3	86.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	8.3	10.8	100.0	sikeres áldiverziti	8.3	18.1
51	77.8	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	11.1	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	11.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.4
52	83.8	sikertelen	97.8	töredék	98.9	töredék diverziti	1.1	8.1	94.1	sikertelen	98.6	sikertelen diverziti	4.5	9.7	100.0	sikeres diverziti	2.2	8.1
53	96.2	töredék	97.2	töredék	97.6	töredék diverziti	0.4	0.9	95.7	töredék	99.6	töredék diverziti	3.4	3.6	100.0	sikeres diverziti	2.8	3.6
54	98.5	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.8	87.7	töredék	99.5	töredék diverziti	1.0	6.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.6
55	67.0	sikertelen	69.7	sikertelen	82.8	sikertelen diverziti	13.1	14.5	1.2	sikertelen	76.6	sikertelen diverziti	9.6	42.5	86.5	sikertelen diverziti	16.8	40.5
56	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	80.0	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.7
57	98.9	sikertelen	98.8	töredék	99.6	sikertelen diverziti	0.7	0.8	98.5	sikertelen	99.7	sikertelen diverziti	0.8	1.0	99.4	sikertelen diverziti	0.5	0.7
58	95.2	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	2.4	81.0	töredék	100.0	sikeres diverziti	4.8	11.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.9
59	94.7	sikertelen	57.9	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	5.3	23.7	26.3	sikertelen	96.7	sikertelen diverziti	2.0	36.2	100.0	sikeres áldiverziti	5.3	40.4
60	82.4	sikertelen	83.7	sikertelen	95.4	sikertelen diverziti	11.7	12.4	25.3	sikertelen	89.6	sikertelen diverziti	7.2	35.8	99.3	sikertelen diverziti	15.6	35.5
61	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
62	65.2	töredék	93.9	sikertelen	98.5	töredék diverziti	4.6	19.0	93.9	töredék	96.7	töredék diverziti	2.8	17.2	100.0	sikeres diverziti	6.1	15.7
63	0.0	sikertelen	40.0	sikertelen	40.0	sikertelen diverziti	0.0	20.0	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	40.0	sikertelen diverziti	0.0	26.7
64	35.0	sikertelen	39.1	sikertelen	39.6	sikertelen diverziti	0.5	2.6	39.6	sikertelen	45.7	sikertelen diverziti	6.1	8.4	45.6	sikertelen diverziti	6.0	7.7
65	0.0	sikertelen	50.0	sikertelen	50.0	sikertelen diverziti	0.0	25.0	56.8	töredék	56.8	töredék diverziti	0.0	28.4	78.7	töredék diverziti	21.9	43.1
66	80.0	töredék	90.8	töredék	95.0	töredék diverziti	4.2	9.6	71.5	sikertelen	92.7	sikertelen diverziti	12.7	17.0	98.6	sikertelen diverziti	7.8	17.8

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
67	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	3.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	48.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	32.1
68	95.2	sikertelen	95.9	töredék	99.4	töredék diverziti	3.5	3.8	93.6	töredék	99.6	sikertelen diverziti	4.4	5.2	99.6	töredék diverziti	3.7	4.7
69	88.2	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	5.9	85.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	11.8	13.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	8.7
70	100.0	sikeres	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	15.4	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	42.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	61.5
71	27.3	sikertelen	17.5	sikertelen	85.4	sikertelen diverziti	58.1	63.0	21.6	sikertelen	34.7	töredék diverziti	7.4	10.3	35.7	töredék diverziti	8.4	13.6
72	80.4	töredék	32.4	sikertelen	83.3	sikertelen diverziti	2.9	26.9	0.0	sikertelen	87.8	sikertelen diverziti	7.4	47.6	85.4	sikertelen diverziti	5.0	47.8
73	95.9	töredék	98.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.5	2.8	62.0	sikertelen	98.7	töredék diverziti	2.8	19.8	100.0	sikeres áldiverziti	1.5	14.5
74	80.0	sikertelen	93.3	sikertelen	93.3	sikertelen diverziti	0.0	6.6	60.0	sikertelen	94.8	sikertelen diverziti	14.8	24.8	100.0	sikeres diverziti	6.7	22.2
75	98.4	töredék	95.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.6	3.2	89.1	töredék	99.2	töredék diverziti	0.8	5.5	100.0	sikeres áldiverziti	1.6	5.7
76	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
77	99.2	töredék	97.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.8	1.7	76.3	sikertelen	99.6	töredék diverziti	0.4	11.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.8	9.0
78	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	50.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	66.7
79	84.0	töredék	92.6	töredék	96.3	töredék diverziti	3.7	8.0	85.2	sikertelen	96.3	töredék diverziti	11.1	11.7	100.0	sikeres diverziti	7.4	12.7
80	66.0	sikertelen	90.0	sikertelen	97.8	sikertelen diverziti	7.8	19.8	26.3	sikertelen	66.6	sikertelen diverziti	0.6	20.5	98.7	sikertelen diverziti	8.7	37.9
81	89.5	sikertelen	91.9	sikertelen	98.8	töredék diverziti	6.9	8.1	92.8	töredék	99.4	töredék diverziti	6.6	8.3	100.0	sikeres diverziti	7.2	8.6
82	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
83	99.7	töredék	98.4	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.3	0.9	99.2	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	0.3	0.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.3	0.9
84	95.1	töredék	95.1	töredék	95.1	töredék diverziti	0.0	0.0	95.1	töredék	96.7	töredék diverziti	1.6	1.6	98.6	töredék diverziti	3.5	3.5
85	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
86	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	50.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	25.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	16.7
87	100.0	sikeres	99.5	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3	99.2	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4
88	72.2	töredék	69.4	sikertelen	77.7	töredék diverziti	5.5	6.9	73.8	töredék	84.7	töredék diverziti	10.9	11.7	100.0	sikeres diverziti	26.2	28.2
89	90.8	sikertelen	95.1	sikertelen	98.7	töredék diverziti	3.6	5.8	80.0	sikertelen	96.6	sikertelen diverziti	5.8	11.2	98.6	töredék diverziti	3.5	10.0
90	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	60.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	20.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	13.3
91	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	90.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.3
92	93.9	töredék	96.8	töredék	97.2	töredék diverziti	0.4	1.9	96.6	töredék	98.4	töredék diverziti	1.8	3.2	100.0	sikeres diverziti	3.2	4.2
93	93.9	töredék	95.7	töredék	99.0	töredék diverziti	3.3	4.2	92.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	6.1	6.7	100.0	sikeres áldiverziti	4.3	5.9
94	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	91.2	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.9
95	87.3	töredék	89.3	sikertelen	98.8	töredék diverziti	9.5	10.5	93.5	töredék	95.6	töredék diverziti	2.1	5.2	100.0	sikeres diverziti	6.5	10.0
96	69.3	sikertelen	94.6	töredék	99.6	töredék diverziti	5.0	17.7	91.4	sikertelen	97.5	sikertelen diverziti	6.1	17.2	100.0	sikeres diverziti	5.4	14.9
97	98.0	töredék	99.2	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.8	1.4	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.9
98	98.8	töredék	98.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.2	1.5	98.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.2	1.5	100.0	sikeres áldiverziti	1.2	1.5
99	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
100	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
101	96.8	töredék	27.7	sikertelen	98.7	töredék diverziti	1.9	36.5	96.0	töredék	99.2	töredék diverziti	2.4	2.8	99.2	töredék diverziti	2.4	25.7

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
102	100.0	sikeres	98.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.7	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.5
103	34.6	sikertelen	43.7	sikertelen	55.7	sikertelen diverziti	12.0	16.6	31.8	sikertelen	35.6	sikertelen diverziti	1.0	2.4	62.9	sikertelen diverziti	19.2	26.2
104	33.6	sikertelen	30.1	sikertelen	56.7	töredék diverziti	23.1	24.9	23.2	sikertelen	37.1	sikertelen diverziti	3.5	8.7	49.6	töredék diverziti	16.0	20.6
105	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	33.3
106	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	40.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	30.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	20.0
107	89.6	töredék	74.6	töredék	93.6	töredék diverziti	4.0	11.5	93.8	töredék	96.9	töredék diverziti	3.1	5.2	100.0	sikeres diverziti	6.2	14.0
108	78.9	töredék	87.5	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	12.5	16.8	86.7	töredék	93.3	sikertelen diverziti	6.6	10.5	100.0	sikeres áldiverziti	12.5	15.6
109	56.7	sikertelen	45.6	sikertelen	56.8	sikertelen diverziti	0.1	5.6	97.3	sikertelen	97.3	sikertelen diverziti	0.0	20.3	97.3	sikertelen diverziti	0.0	30.8
110	0.0	sikertelen	54.6	töredék	54.6	töredék diverziti	0.0	27.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	50.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	48.5
111	96.6	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.7	87.9	töredék	98.3	sikertelen diverziti	1.7	6.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.2
112	98.4	töredék	98.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.4	1.5	95.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.6	2.9	100.0	sikeres áldiverziti	1.4	2.4
113	88.7	töredék	87.1	sikertelen	93.7	sikertelen diverziti	5.0	5.8	82.9	sikertelen	88.9	töredék diverziti	0.2	3.1	100.0	sikeres diverziti	11.3	13.8
114	88.6	töredék	76.5	töredék	96.7	töredék diverziti	8.1	14.2	86.5	töredék	96.0	töredék diverziti	7.4	8.5	98.6	töredék diverziti	10.0	14.7
115	95.7	sikertelen	85.6	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.3	9.3	92.3	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.3	6.0	100.0	sikeres áldiverziti	4.3	8.8
116	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
117	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
118	99.2	töredék	67.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	0.8	16.6	89.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.8	5.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.8	14.5
119	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
120	98.7	töredék	95.7	sikertelen	99.8	töredék diverziti	1.1	2.6	94.5	töredék	99.9	töredék diverziti	1.2	3.3	100.0	sikeres diverziti	1.3	3.7
121	98.6	sikertelen	98.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.4	1.4	97.1	sikertelen	98.6	sikertelen diverziti	0.0	0.8	100.0	sikeres áldiverziti	1.4	1.9
122	89.6	töredék	98.3	töredék	99.0	töredék diverziti	0.7	5.1	97.6	töredék	99.4	töredék diverziti	1.8	5.8	99.9	töredék diverziti	1.6	4.7
123	69.6	sikertelen	10.6	sikertelen	69.6	sikertelen diverziti	0.0	29.5	30.0	sikertelen	69.6	sikertelen diverziti	0.0	19.8	69.6	sikertelen diverziti	0.0	32.9
124	93.7	töredék	89.6	sikertelen	93.7	sikertelen diverziti	0.0	2.1	89.0	töredék	96.4	töredék diverziti	2.7	5.1	95.7	töredék diverziti	2.0	4.9
125	56.6	töredék	63.6	sikertelen	65.7	töredék diverziti	2.1	5.6	66.0	sikertelen	69.7	töredék diverziti	3.7	8.4	71.9	töredék diverziti	5.9	9.8
126	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
127	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	97.3	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.9
128	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
129	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
130	92.6	sikertelen	96.7	töredék	99.8	töredék diverziti	3.1	5.1	94.4	töredék	98.4	töredék diverziti	4.0	4.9	100.0	sikeres diverziti	3.3	5.4
131	98.6	töredék	99.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.3	0.8	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.6
132	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
133	87.6	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	6.2	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	6.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.1
134	67.6	sikertelen	89.6	töredék	92.1	töredék diverziti	2.5	13.5	96.3	töredék	97.7	töredék diverziti	1.4	15.8	98.9	töredék diverziti	2.6	14.4
135	99.5	töredék	93.6	töredék	99.6	töredék diverziti	0.1	3.1	96.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.5	2.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.5	3.6
136	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
137	88.6	sikertelen	97.1	sikertelen	97.7	sikertelen diverziti	0.6	4.9	82.4	sikertelen	90.6	sikertelen diverziti	2.0	5.1	97.9	sikertelen diverziti	0.8	8.5
138	87.6	sikertelen	91.6	sikertelen	92.7	sikertelen diverziti	1.1	3.1	88.8	sikertelen	88.8	sikertelen diverziti	0.0	0.6	91.6	sikertelen diverziti	0.0	2.3
139	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	61.5	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	19.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	12.8
140	91.3	sikertelen	89.7	sikertelen	94.6	sikertelen diverziti	3.3	4.1	11.6	sikertelen	93.0	sikertelen diverziti	1.7	41.6	93.0	sikertelen diverziti	1.7	28.8
141	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	98.9	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4
142	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	93.3	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.2
143	89.6	sikertelen	72.2	sikertelen	89.6	sikertelen diverziti	0.0	8.7	77.2	sikertelen	89.6	sikertelen diverziti	0.0	6.2	89.6	sikertelen diverziti	0.0	9.9
144	97.6	töredék	93.7	töredék	98.7	töredék diverziti	1.1	3.1	86.9	töredék	99.1	töredék diverziti	1.5	6.8	100.0	sikeres diverziti	2.4	7.3
145	99.6	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.2	99.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.2	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2
146	98.9	töredék	99.6	töredék	99.6	töredék diverziti	0.0	0.3	98.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.1	1.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.4	1.1
147	98.6	töredék	99.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.7	1.1	99.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.4	0.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.4	0.8
148	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
149	98.7	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.7	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4
150	88.9	töredék	76.8	sikertelen	97.6	sikertelen diverziti	8.7	14.8	86.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	11.1	12.2	100.0	sikeres áldiverziti	11.1	15.9
151	87.6	sikertelen	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	6.2	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	6.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.1
152	87.6	sikertelen	84.6	töredék	99.6	töredék diverziti	12.0	13.5	94.1	sikertelen	96.2	sikertelen diverziti	2.1	5.4	99.5	töredék diverziti	5.4	10.7
153	98.6	töredék	87.4	töredék	98.6	töredék diverziti	0.0	5.6	95.7	töredék	99.0	töredék diverziti	0.4	1.8	98.6	töredék diverziti	0.0	4.7
154	97.7	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.2	87.7	sikertelen	97.7	töredék diverziti	0.0	5.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.9
155	76.5	sikertelen	76.7	sikertelen	87.8	sikertelen diverziti	11.1	11.2	1.2	sikertelen	76.5	sikertelen diverziti	0.0	37.7	84.8	sikertelen diverziti	8.1	33.3
156	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	80.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.7
157	89.2	sikertelen	97.7	töredék	99.3	sikertelen diverziti	1.6	5.8	98.5	sikertelen	99.5	sikertelen diverziti	1.0	5.7	99.8	sikertelen diverziti	1.3	4.7
158	97.6	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.2	81.0	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	2.4	10.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.1
159	98.5	töredék	67.4	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	1.5	17.1	26.3	sikertelen	98.5	sikertelen diverziti	0.0	36.1	100.0	sikeres áldiverziti	1.5	35.9
160	87.6	sikertelen	78.5	sikertelen	96.7	sikertelen diverziti	9.1	13.7	25.3	sikertelen	88.2	sikertelen diverziti	0.6	31.8	98.0	sikertelen diverziti	10.4	34.2
161	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
162	76.5	töredék	67.7	sikertelen	97.8	töredék diverziti	21.3	25.7	93.9	töredék	95.5	töredék diverziti	1.6	10.3	98.5	töredék diverziti	4.6	19.1
163	78.7	töredék	56.8	töredék	82.1	töredék diverziti	3.4	14.4	96.7	töredék	98.1	töredék diverziti	1.4	10.4	100.0	sikeres diverziti	3.3	22.6
164	47.6	sikertelen	45.7	sikertelen	48.4	sikertelen diverziti	0.8	1.7	39.6	sikertelen	47.6	sikertelen diverziti	0.0	4.0	48.4	töredék diverziti	0.8	4.1
165	0.0	sikertelen	56.8	sikertelen	56.8	sikertelen diverziti	0.0	28.4	50.0	sikertelen	50.0	sikertelen diverziti	0.0	25.0	78.9	töredék diverziti	22.1	43.3
166	88.6	töredék	92.8	töredék	98.7	töredék diverziti	5.9	8.0	71.5	töredék	91.7	töredék diverziti	3.1	11.7	100.0	sikeres diverziti	7.2	15.7
167	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	3.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	48.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	32.1
168	97.6	sikertelen	94.6	töredék	99.8	töredék diverziti	2.2	3.7	93.6	sikertelen	98.9	sikertelen diverziti	1.3	3.3	100.0	sikeres diverziti	2.4	4.7
169	94.5	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.8	85.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	5.5	9.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.6
170	100.0	sikeres	98.5	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.8	15.4	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	42.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	28.7
171	45.6	sikertelen	23.8	sikertelen	87.8	sikertelen diverziti	42.2	53.1	21.6	sikertelen	45.6	töredék diverziti	0.0	12.0	87.8	töredék diverziti	42.2	57.5

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
172	91.6	töredék	67.5	töredék	98.7	töredék diverziti	7.1	19.2	97.1	töredék	98.2	töredék diverziti	1.1	3.9	100.0	sikeres diverziti	2.9	14.6
173	97.5	töredék	99.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.3	1.4	62.0	sikertelen	97.9	sikertelen diverziti	0.4	18.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.3	13.6
174	83.6	sikertelen	94.6	sikertelen	96.7	sikertelen diverziti	2.1	7.6	60.0	sikertelen	93.3	sikertelen diverziti	9.7	21.5	98.1	sikertelen diverziti	3.5	18.7
175	98.9	töredék	94.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.1	3.2	89.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.1	6.0	100.0	sikeres áldiverziti	1.1	5.8
176	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
177	99.6	töredék	98.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.4	0.9	76.3	sikertelen	99.6	töredék diverziti	0.0	11.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.4	8.5
178	76.8	töredék	89.6	töredék	95.9	töredék diverziti	6.3	12.7	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	11.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	11.2
179	88.3	töredék	94.6	töredék	98.7	töredék diverziti	4.1	7.3	85.2	sikertelen	96.3	töredék diverziti	8.0	9.6	100.0	sikeres diverziti	5.4	10.6
180	75.6	sikertelen	94.7	sikertelen	98.3	sikertelen diverziti	3.6	13.2	26.3	sikertelen	75.6	sikertelen diverziti	0.0	24.7	97.2	sikertelen diverziti	2.5	31.7
181	94.6	töredék	95.7	sikertelen	97.5	töredék diverziti	1.8	2.3	92.8	töredék	99.4	töredék diverziti	4.8	5.7	100.0	sikeres diverziti	4.3	5.6
182	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
183	99.5	töredék	99.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.4	0.5	99.2	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	0.5	0.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.4	0.6
184	96.7	töredék	97.6	töredék	98.1	töredék diverziti	0.5	0.9	95.1	töredék	98.1	töredék diverziti	1.4	2.2	98.1	töredék diverziti	0.5	1.6
185	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
186	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	50.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	25.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	16.7
187	100.0	sikeres	99.8	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.1	99.2	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3
188	76.5	töredék	77.8	sikertelen	78.8	töredék diverziti	1.0	1.6	73.8	töredék	81.3	töredék diverziti	4.8	6.1	82.7	töredék diverziti	4.9	6.7
189	98.6	töredék	97.2	sikertelen	99.4	töredék diverziti	0.8	1.5	80.0	sikertelen	98.6	sikertelen diverziti	0.0	9.3	100.0	sikeres diverziti	1.4	8.1
190	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	60.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	20.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	13.3
191	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	90.0	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.3
192	94.6	töredék	97.4	töredék	99.6	töredék diverziti	2.2	3.6	96.6	töredék	98.7	töredék diverziti	2.1	3.1	100.0	sikeres diverziti	2.6	3.8
193	94.6	töredék	96.4	töredék	99.6	töredék diverziti	3.2	4.1	92.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	5.4	6.3	100.0	sikeres áldiverziti	3.6	5.4
194	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	91.2	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.9
195	88.6	töredék	93.6	sikertelen	97.6	töredék diverziti	4.0	6.5	93.5	töredék	95.4	töredék diverziti	1.9	4.4	100.0	sikeres diverziti	6.4	8.1
196	72.5	sikertelen	96.5	töredék	99.8	töredék diverziti	3.3	15.3	91.4	töredék	96.5	töredék diverziti	5.1	14.6	100.0	sikeres diverziti	3.5	13.2
197	98.9	töredék	99.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.2	0.7	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4
198	99.2	töredék	99.4	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.6	0.7	98.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.8	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.6	1.0
199	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
200	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
201	97.8	töredék	27.2	sikertelen	99.1	töredék diverziti	1.3	36.6	96.5	töredék	99.3	töredék diverziti	1.5	2.1	99.1	töredék diverziti	1.3	25.3
202	100.0	sikeres	98.1	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.6
203	32.1	sikertelen	41.0	sikertelen	41.0	sikertelen diverziti	0.0	4.5	12.1	sikertelen	32.1	sikertelen diverziti	0.0	10.0	56.2	töredék diverziti	15.2	27.8
204	32.7	töredék	45.7	töredék	56.2	töredék diverziti	10.5	17.0	33.2	sikertelen	37.4	sikertelen diverziti	4.2	4.5	49.6	töredék diverziti	3.9	12.4
205	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	33.3
206	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	41.9	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	29.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	19.4



Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
207	72.4	töredék	67.9	sikertelen	91.3	sikertelen diverziti	18.9	21.2	0.0	sikertelen	72.4	töredék diverziti	0.0	36.2	81.9	töredék diverziti	9.5	35.1
208	72.6	töredék	87.4	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	12.6	20.0	76.3	töredék	89.4	sikertelen diverziti	13.1	15.0	100.0	sikeres áldiverziti	12.6	21.2
209	52.1	sikertelen	45.3	sikertelen	52.1	sikertelen diverziti	0.0	3.4	74.3	sikertelen	74.3	sikertelen diverziti	0.0	11.1	74.3	sikertelen diverziti	0.0	17.1
210	0.0	sikertelen	47.4	sikertelen	47.4	sikertelen diverziti	0.0	23.7	67.9	töredék	67.9	töredék diverziti	0.0	34.0	100.0	sikeres diverziti	32.1	61.6
211	45.3	sikertelen	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	27.4	77.8	töredék	96.8	sikertelen diverziti	19.0	35.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	25.6
212	95.4	töredék	96.9	töredék	100.0	sikeres diverziti	3.1	3.8	94.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	4.6	5.1	100.0	sikeres áldiverziti	3.1	4.4
213	85.7	töredék	82.2	sikertelen	86.5	sikertelen diverziti	0.8	2.6	93.5	sikertelen	98.4	töredék diverziti	4.9	8.8	98.9	töredék diverziti	5.4	11.8
214	80.8	töredék	67.8	töredék	98.3	töredék diverziti	17.5	24.0	79.7	töredék	96.1	töredék diverziti	15.3	15.9	98.1	töredék diverziti	17.3	22.0
215	91.8	töredék	82.1	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	8.2	13.1	87.8	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	8.2	10.2	100.0	sikeres áldiverziti	8.2	12.8
216	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	92.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.5
217	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
218	100.0	sikeres	64.3	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	17.9	93.7	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	14.0
219	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
220	97.3	töredék	95.1	sikertelen	99.5	töredék diverziti	2.2	3.3	93.7	töredék	99.7	töredék diverziti	2.4	4.2	100.0	sikeres diverziti	2.7	4.6
221	94.6	töredék	97.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.9	4.2	96.9	sikertelen	98.4	sikertelen diverziti	1.5	2.7	100.0	sikeres áldiverziti	2.9	3.8
222	88.4	töredék	97.8	töredék	99.2	töredék diverziti	1.4	6.1	97.3	töredék	98.8	töredék diverziti	1.5	6.0	99.6	töredék diverziti	1.8	5.1
223	63.7	sikertelen	12.4	sikertelen	63.7	sikertelen diverziti	0.0	25.7	27.8	sikertelen	63.7	sikertelen diverziti	0.0	18.0	63.7	sikertelen diverziti	0.0	29.1
224	85.3	töredék	84.3	sikertelen	88.1	sikertelen diverziti	2.8	3.3	85.4	sikertelen	85.9	sikertelen diverziti	0.5	0.6	89.9	töredék diverziti	4.5	4.9
225	46.3	töredék	48.6	sikertelen	57.8	töredék diverziti	9.2	10.4	53.1	sikertelen	54.3	töredék diverziti	1.2	4.6	56.8	töredék diverziti	3.7	7.5
226	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
227	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	94.8	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.7
228	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
229	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
230	85.6	sikertelen	96.7	töredék	99.3	töredék diverziti	2.6	8.1	94.4	töredék	98.4	töredék diverziti	4.0	8.4	100.0	sikeres áldiverziti	3.3	7.8
231	97.3	töredék	98.0	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.0	2.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.6
232	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
233	73.4	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	13.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	13.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	8.9
234	54.8	sikertelen	78.8	töredék	78.8	töredék diverziti	0.0	12.0	85.5	töredék	85.5	töredék diverziti	0.0	15.4	87.1	töredék diverziti	1.6	14.1
235	99.3	töredék	92.3	töredék	99.6	töredék diverziti	0.3	3.8	98.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.7	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.7	3.4
236	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
237	82.3	töredék	92.1	sikertelen	95.3	sikertelen diverziti	3.2	8.1	78.4	sikertelen	89.4	sikertelen diverziti	7.1	9.1	96.8	töredék diverziti	4.7	12.5
238	80.1	töredék	87.9	töredék	88.2	töredék diverziti	0.3	4.2	86.7	töredék	87.9	töredék diverziti	1.2	4.5	90.9	töredék diverziti	3.0	6.0
239	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	57.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	21.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	14.1
240	91.9	sikertelen	87.9	sikertelen	92.1	sikertelen diverziti	0.2	2.2	9.4	sikertelen	94.3	sikertelen diverziti	2.4	43.7	95.1	sikertelen diverziti	3.2	32.0
241	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	97.4	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.9

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
242	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	91.4	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.9
243	85.3	sikertelen	94.8	sikertelen	94.8	sikertelen diverziti	0.0	4.8	75.3	sikertelen	86.5	sikertelen diverziti	1.2	6.2	94.8	töredék diverziti	0.0	9.7
244	93.1	töredék	91.3	töredék	96.9	töredék diverziti	3.8	4.7	85.4	töredék	99.0	töredék diverziti	5.9	9.8	99.6	töredék diverziti	6.5	9.7
245	98.8	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.6	97.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.2	1.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.1
246	98.1	töredék	99.7	töredék	99.8	töredék diverziti	0.1	0.9	96.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.9	2.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.3	1.9
247	100.0	sikeres	99.2	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.4	97.5	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.1
248	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
249	97.5	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.8
250	96.7	töredék	75.3	töredék	96.7	töredék diverziti	0.0	10.7	86.2	töredék	100.0	sikeres diverziti	3.3	8.6	100.0	sikeres áldiverziti	3.3	13.9
251	75.9	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	12.1	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	12.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	8.0
252	82.1	töredék	95.3	töredék	96.7	töredék diverziti	1.4	8.0	92.8	töredék	94.9	töredék diverziti	2.1	7.5	99.4	töredék diverziti	4.1	9.3
253	95.2	töredék	96.4	töredék	96.4	töredék diverziti	0.0	0.6	95.7	töredék	98.2	töredék diverziti	2.5	2.8	98.6	töredék diverziti	2.2	2.8
254	97.0	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.5	85.7	sikertelen	97.0	töredék diverziti	0.0	5.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.8
255	64.3	sikertelen	67.8	sikertelen	80.7	sikertelen diverziti	12.9	14.7	1.1	sikertelen	64.9	sikertelen diverziti	0.6	32.2	83.3	sikertelen diverziti	15.5	38.9
256	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	78.1	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	11.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.3
257	97.3	töredék	97.4	töredék	99.3	töredék diverziti	1.9	2.0	96.8	töredék	99.0	töredék diverziti	1.7	2.0	99.5	töredék diverziti	2.1	2.3
258	93.2	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.4	78.9	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	6.8	14.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	9.3
259	92.3	töredék	53.1	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	7.7	27.3	23.9	sikertelen	92.8	sikertelen diverziti	0.5	34.7	100.0	sikeres áldiverziti	7.7	43.6
260	80.3	sikertelen	81.3	sikertelen	94.9	sikertelen diverziti	13.6	14.1	23.4	sikertelen	86.2	sikertelen diverziti	5.9	34.4	97.9	sikertelen diverziti	16.6	36.2
261	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
262	63.2	töredék	92.1	töredék	97.2	töredék diverziti	5.1	19.6	91.3	töredék	94.9	töredék diverziti	3.6	17.7	97.9	töredék diverziti	5.8	15.7
263	0.0	sikertelen	40.0	sikertelen	40.0	sikertelen diverziti	0.0	20.0	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	40.0	sikertelen diverziti	0.0	26.7
264	33.2	sikertelen	37.2	sikertelen	38.3	sikertelen diverziti	1.1	3.1	37.9	sikertelen	37.9	sikertelen diverziti	0.0	2.4	39.8	sikertelen diverziti	1.9	3.7
265	0.0	sikertelen	39.3	sikertelen	61.1	sikertelen diverziti	21.8	41.5	46.0	sikertelen	46.0	sikertelen diverziti	0.0	23.0	56.9	sikertelen diverziti	10.9	28.5
266	78.6	töredék	88.9	töredék	93.8	töredék diverziti	4.9	10.1	67.8	töredék	89.9	töredék diverziti	11.3	16.7	97.6	töredék diverziti	8.7	19.2
267	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	1.3	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	49.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	32.9
268	93.6	töredék	93.3	töredék	99.2	töredék diverziti	5.6	5.8	95.3	töredék	97.6	töredék diverziti	2.3	3.2	100.0	sikeres diverziti	4.7	5.9
269	86.3	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.8	83.9	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	13.7	14.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	9.9
270	100.0	sikeres	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	13.1	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	43.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	62.3
271	25.9	töredék	15.8	töredék	34.8	töredék diverziti	8.9	14.0	19.6	töredék	29.9	töredék diverziti	4.0	7.2	37.9	töredék diverziti	12.0	17.5
272	83.2	töredék	80.6	töredék	90.6	töredék diverziti	7.4	8.7	78.5	töredék	89.9	töredék diverziti	6.7	9.1	96.8	töredék diverziti	13.6	16.0
273	93.2	töredék	97.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.2	4.5	60.2	sikertelen	95.9	sikertelen diverziti	2.7	19.2	100.0	sikeres áldiverziti	2.2	16.3
274	78.2	töredék	90.9	töredék	95.5	töredék diverziti	4.6	11.0	56.9	töredék	90.6	töredék diverziti	12.4	23.1	100.0	sikeres diverziti	9.1	24.7
275	97.9	töredék	92.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.1	4.7	87.8	töredék	97.9	töredék diverziti	0.0	5.1	100.0	sikeres áldiverziti	2.1	7.2
276	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
277	97.1	töredék	94.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.9	4.2	74.5	sikertelen	97.8	töredék diverziti	0.7	12.0	100.0	sikeres áldiverziti	2.9	11.3
278	70.1	töredék	80.5	töredék	92.3	töredék diverziti	11.8	17.0	95.8	töredék	97.6	töredék diverziti	1.8	14.7	100.0	sikeres diverziti	4.2	17.9
279	82.2	töredék	89.4	töredék	96.3	töredék diverziti	6.9	10.5	83.7	töredék	93.9	töredék diverziti	10.2	11.0	100.0	sikeres diverziti	10.6	14.9
280	64.1	sikertelen	87.5	sikertelen	89.6	sikertelen diverziti	2.1	13.8	24.6	sikertelen	64.1	sikertelen diverziti	0.0	19.8	94.9	sikertelen diverziti	7.4	36.2
281	87.2	töredék	89.6	töredék	98.8	töredék diverziti	9.2	10.4	90.2	töredék	97.5	töredék diverziti	7.3	8.8	100.0	sikeres diverziti	9.8	11.0
282	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
283	99.5	töredék	95.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.5	2.3	97.2	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	0.5	1.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.5	2.5
284	93.2	töredék	92.3	töredék	94.2	töredék diverziti	1.0	1.5	92.3	töredék	93.4	töredék diverziti	0.2	0.7	97.9	töredék diverziti	4.7	5.3
285	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
286	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	48.3	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	25.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	17.2
287	100.0	sikeres	97.1	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.5	97.1	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.9
288	70.1	töredék	67.5	sikertelen	70.1	töredék diverziti	0.0	1.3	70.6	töredék	78.8	töredék diverziti	8.2	8.5	80.0	töredék diverziti	9.4	10.6
289	87.9	töredék	94.5	töredék	96.5	töredék diverziti	2.0	5.3	78.5	töredék	93.1	töredék diverziti	5.2	9.9	100.0	sikeres diverziti	5.5	13.0
290	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	58.3	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	20.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	13.9
291	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	89.4	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.5
292	91.6	töredék	94.0	töredék	99.3	töredék diverziti	5.3	6.5	95.4	töredék	96.3	töredék diverziti	0.9	2.8	100.0	sikeres diverziti	4.6	6.3
293	90.8	töredék	92.5	töredék	98.7	töredék diverziti	6.2	7.1	90.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	9.2	9.5	100.0	sikeres áldiverziti	7.5	8.8
294	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	89.3	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.6
295	85.1	töredék	96.4	töredék	96.7	töredék diverziti	0.3	6.0	90.3	töredék	90.3	töredék diverziti	0.0	2.6	100.0	sikeres diverziti	3.6	9.4
296	68.2	töredék	90.2	töredék	99.5	töredék diverziti	9.3	20.3	89.4	töredék	93.3	töredék diverziti	3.9	14.5	100.0	sikeres diverziti	9.8	17.4
297	96.7	töredék	97.4	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.6	2.9	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.0
298	95.9	töredék	95.9	töredék	100.0	sikeres diverziti	4.1	4.1	97.2	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.8	3.4	100.0	sikeres áldiverziti	2.8	3.7
299	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
300	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
301	95.6	töredék	27.3	töredék	97.8	töredék diverziti	2.2	36.4	97.5	töredék	99.4	töredék diverziti	1.9	2.9	99.5	töredék diverziti	2.0	26.0
302	100.0	sikeres	98.2	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.9	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.6
303	7.1	sikertelen	40.3	sikertelen	40.3	sikertelen diverziti	0.0	16.6	0.0	sikertelen	7.1	sikertelen diverziti	0.0	3.6	40.3	sikertelen diverziti	0.0	24.5
304	24.9	sikertelen	97.3	sikertelen	97.3	sikertelen diverziti	0.0	36.2	26.3	sikertelen	43.6	sikertelen diverziti	17.3	18.0	97.3	sikertelen diverziti	0.0	47.8
305	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	33.3
306	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	41.6	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	29.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	19.5
307	81.6	töredék	75.3	sikertelen	97.4	sikertelen diverziti	15.8	19.0	82.9	töredék	83.5	töredék diverziti	0.6	1.3	100.0	sikeres diverziti	17.1	20.1
308	76.0	sikertelen	87.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	12.7	18.4	88.9	töredék	94.8	sikertelen diverziti	5.9	12.4	100.0	sikeres áldiverziti	11.1	15.9
309	67.3	töredék	49.3	sikertelen	69.9	sikertelen diverziti	2.6	11.6	97.8	töredék	97.8	töredék diverziti	0.0	15.3	97.8	töredék diverziti	0.0	26.3
310	87.3	sikertelen	97.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.4	7.6	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	6.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.0
311	96.3	sikertelen	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.8	88.9	töredék	99.4	töredék diverziti	3.1	6.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.9

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
312	98.5	töredék	98.1	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.5	1.7	97.4	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.5	2.1	100.0	sikeres áldiverziti	1.5	2.0
313	87.3	töredék	87.9	sikertelen	96.4	sikertelen diverziti	8.5	8.8	99.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.2	6.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.2	8.3
314	83.4	töredék	80.2	töredék	96.3	töredék diverziti	12.9	14.5	89.5	töredék	97.8	töredék diverziti	8.3	11.4	99.3	töredék diverziti	9.8	14.9
315	95.1	sikertelen	87.2	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.9	8.8	95.5	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.5	4.7	100.0	sikeres áldiverziti	4.5	7.4
316	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
317	89.8	töredék	92.8	töredék	98.6	töredék diverziti	5.8	7.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	5.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.8
318	100.0	sikeres	70.4	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	14.8	82.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	8.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	15.7
319	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
320	98.1	töredék	96.3	sikertelen	99.7	töredék diverziti	1.6	2.5	95.3	töredék	99.9	töredék diverziti	1.8	3.2	100.0	sikeres diverziti	1.9	3.4
321	97.3	töredék	98.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.7	2.2	98.4	sikertelen	98.6	sikertelen diverziti	0.2	0.8	100.0	sikeres áldiverziti	1.6	2.0
322	88.9	töredék	98.9	sikertelen	99.6	sikertelen diverziti	0.7	5.7	97.9	töredék	99.5	töredék diverziti	1.6	6.1	99.4	töredék diverziti	0.5	4.2
323	65.3	sikertelen	11.0	sikertelen	66.1	sikertelen diverziti	0.8	28.0	35.8	sikertelen	65.3	sikertelen diverziti	0.0	14.8	65.3	sikertelen diverziti	0.0	27.9
324	87.3	töredék	89.1	sikertelen	92.3	töredék diverziti	3.2	4.1	93.6	sikertelen	93.6	sikertelen diverziti	0.0	3.2	93.6	töredék diverziti	0.0	3.6
325	5.6	töredék	55.8	sikertelen	62.2	töredék diverziti	6.4	31.5	61.1	töredék	62.7	töredék diverziti	1.6	29.3	63.7	töredék diverziti	2.6	22.9
326	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
327	78.6	töredék	97.9	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.1	11.8	98.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.3	11.4	100.0	sikeres áldiverziti	1.3	8.3
328	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
329	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
330	89.3	sikertelen	97.3	töredék	99.7	töredék diverziti	2.4	6.4	96.7	töredék	99.6	töredék diverziti	2.9	6.6	99.5	töredék diverziti	2.2	5.1
331	97.6	töredék	98.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.7	2.1	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	1.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.4
332	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
333	76.3	sikertelen	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	11.9	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	11.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.9
334	62.0	sikertelen	87.0	töredék	89.3	töredék diverziti	2.3	14.8	97.8	töredék	97.8	töredék diverziti	0.0	17.9	98.3	töredék diverziti	0.5	16.0
335	99.5	töredék	93.1	töredék	99.6	töredék diverziti	0.1	3.3	98.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.5	0.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.5	2.9
336	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
337	85.3	sikertelen	95.2	sikertelen	97.4	sikertelen diverziti	2.2	7.2	85.9	sikertelen	94.7	sikertelen diverziti	8.8	9.1	98.6	sikertelen diverziti	3.4	9.8
338	84.3	sikertelen	89.8	sikertelen	89.8	sikertelen diverziti	0.0	2.8	94.7	sikertelen	94.7	sikertelen diverziti	0.0	5.2	94.7	sikertelen diverziti	0.0	5.1
339	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	78.8	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.1
340	95.4	sikertelen	89.2	sikertelen	95.4	sikertelen diverziti	0.0	3.1	23.7	sikertelen	97.7	sikertelen diverziti	2.3	38.2	95.6	sikertelen diverziti	0.2	26.2
341	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	99.5	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2
342	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	95.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.4
343	89.4	sikertelen	96.3	sikertelen	96.3	sikertelen diverziti	0.0	3.5	79.9	sikertelen	89.4	sikertelen diverziti	0.0	4.8	96.3	sikertelen diverziti	0.0	7.8
344	96.8	töredék	94.3	töredék	99.4	töredék diverziti	2.6	3.9	88.9	sikertelen	99.7	töredék diverziti	2.9	6.9	99.7	töredék diverziti	2.9	6.4
345	99.8	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.1	99.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.2	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2
346	98.6	töredék	98.3	töredék	99.8	töredék diverziti	1.2	1.4	99.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.3	0.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.3	1.1

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
347	98.3	töredék	99.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.3	1.0	99.4	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.6	1.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.3	0.9
348	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
349	98.4	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.8	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.5
350	99.1	töredék	72.4	sikertelen	99.1	töredék diverziti	0.0	13.4	89.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	0.9	5.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.9	12.9
351	79.4	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	10.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.9
352	86.9	töredék	98.1	töredék	99.3	töredék diverziti	1.2	6.8	96.7	sikertelen	97.5	töredék diverziti	0.8	5.7	99.7	töredék diverziti	1.6	5.8
353	97.5	töredék	98.4	töredék	98.4	töredék diverziti	0.0	0.5	97.8	töredék	99.2	töredék diverziti	1.4	1.6	100.0	sikeres diverziti	1.6	2.1
354	99.3	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3	94.6	sikertelen	99.3	töredék diverziti	0.0	2.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.0
355	78.3	sikertelen	75.3	sikertelen	86.4	sikertelen diverziti	8.1	9.6	23.6	sikertelen	78.3	sikertelen diverziti	0.0	27.4	89.6	sikertelen diverziti	11.3	30.5
356	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	89.6	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.5
357	99.3	sikertelen	99.1	töredék	99.7	sikertelen diverziti	0.4	0.5	99.7	sikertelen	99.8	sikertelen diverziti	0.1	0.3	99.8	sikertelen diverziti	0.1	0.4
358	96.7	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.7	85.8	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	3.3	8.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.8
359	96.0	töredék	61.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.0	21.2	45.7	sikertelen	96.0	sikertelen diverziti	0.0	25.2	100.0	sikeres áldiverziti	4.0	32.2
360	85.3	sikertelen	86.3	sikertelen	96.4	sikertelen diverziti	10.1	10.6	31.7	sikertelen	89.5	sikertelen diverziti	4.2	31.0	98.6	sikertelen diverziti	12.3	30.8
361	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
362	69.3	töredék	95.5	sikertelen	99.0	töredék diverziti	3.5	16.6	95.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	4.3	17.5	100.0	sikeres áldiverziti	4.3	13.2
363	0.0	sikertelen	53.1	töredék	53.1	töredék diverziti	0.0	26.6	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	53.1	töredék diverziti	0.0	35.4
364	43.3	sikertelen	46.3	sikertelen	46.3	sikertelen diverziti	0.0	1.5	41.7	sikertelen	45.7	sikertelen diverziti	2.4	3.2	47.7	sikertelen diverziti	1.4	3.9
365	0.0	sikertelen	67.3	sikertelen	67.3	sikertelen diverziti	0.0	33.7	56.8	sikertelen	56.8	sikertelen diverziti	0.0	28.4	78.2	töredék diverziti	10.9	36.8
366	86.3	töredék	96.3	töredék	98.4	töredék diverziti	2.1	7.1	77.8	töredék	95.5	töredék diverziti	9.2	13.5	98.4	töredék diverziti	2.1	11.6
367	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	5.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	47.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	31.4
368	96.3	töredék	97.7	töredék	99.7	töredék diverziti	2.0	2.7	95.7	töredék	99.6	töredék diverziti	3.3	3.6	99.6	töredék diverziti	1.9	3.0
369	89.9	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.1	88.3	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	10.1	10.9	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.3
370	100.0	sikeres	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	21.6	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	39.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	59.5
371	30.2	töredék	21.2	töredék	39.8	töredék diverziti	9.6	14.1	27.8	töredék	31.6	töredék diverziti	1.4	2.6	36.6	töredék diverziti	6.4	10.2
372	86.3	sikertelen	89.3	sikertelen	89.3	sikertelen diverziti	0.0	1.5	0.0	sikertelen	86.3	sikertelen diverziti	0.0	43.2	91.7	töredék diverziti	2.4	33.2
373	96.3	töredék	98.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.5	2.6	66.8	sikertelen	98.9	sikertelen diverziti	2.6	17.4	100.0	sikeres áldiverziti	1.5	12.8
374	81.8	sikertelen	93.3	sikertelen	96.3	sikertelen diverziti	3.0	8.8	68.0	sikertelen	96.6	sikertelen diverziti	14.8	21.7	100.0	sikeres diverziti	6.7	19.0
375	99.2	töredék	96.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.8	2.1	93.8	töredék	99.7	töredék diverziti	0.5	3.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.8	3.5
376	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
377	99.5	töredék	98.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.5	1.1	79.9	sikertelen	99.7	töredék diverziti	0.2	10.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.5	7.4
378	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0
379	86.3	töredék	93.4	töredék	99.3	töredék diverziti	5.9	9.5	88.9	töredék	97.4	töredék diverziti	8.5	9.8	100.0	sikeres diverziti	6.6	10.5
380	68.3	sikertelen	91.1	sikertelen	98.4	sikertelen diverziti	7.3	18.7	32.7	sikertelen	69.9	sikertelen diverziti	1.6	19.4	98.6	sikertelen diverziti	7.5	34.6
381	89.8	töredék	93.7	sikertelen	99.5	töredék diverziti	5.8	7.8	95.8	töredék	99.7	töredék diverziti	3.9	6.9	100.0	sikeres diverziti	4.2	6.9

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
382	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
383	99.8	töredék	99.0	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.2	0.6	99.6	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	0.2	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.2	0.5
384	94.0	töredék	90.6	töredék	96.5	töredék diverziti	2.5	4.2	96.4	töredék	96.8	töredék diverziti	0.4	1.6	96.6	töredék diverziti	0.2	2.9
385	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
386	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	56.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	21.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	14.4
387	100.0	sikeres	99.7	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2	99.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2
388	74.4	töredék	76.2	sikertelen	78.5	töredék diverziti	2.3	3.2	75.6	töredék	86.7	töredék diverziti	11.1	11.7	87.6	töredék diverziti	11.4	12.2
389	92.5	töredék	98.2	töredék	98.9	töredék diverziti	0.7	3.6	87.7	töredék	97.4	töredék diverziti	4.9	7.3	99.7	töredék diverziti	1.5	6.9
390	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	68.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	15.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.4
391	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	95.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.4
392	95.3	töredék	98.3	töredék	99.9	töredék diverziti	1.6	3.1	98.9	töredék	99.0	töredék diverziti	0.1	1.9	100.0	sikeres diverziti	1.1	2.5
393	95.6	töredék	96.5	töredék	99.6	töredék diverziti	3.1	3.6	96.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	3.4	3.9	100.0	sikeres áldiverziti	3.4	3.8
394	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	94.6	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.8
395	89.4	töredék	92.1	töredék	99.0	töredék diverziti	6.9	8.3	96.0	töredék	96.5	töredék diverziti	0.5	3.8	100.0	sikeres diverziti	4.0	7.5
396	71.8	sikertelen	96.2	töredék	99.7	töredék diverziti	3.5	15.7	96.4	sikertelen	96.4	töredék diverziti	0.0	12.3	100.0	sikeres diverziti	3.6	11.9
397	98.3	töredék	99.3	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.7	1.2	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.8
398	99.3	töredék	98.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.7	1.1	99.2	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.7	0.8	100.0	sikeres áldiverziti	0.7	1.0
399	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
400	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
401	95.3	töredék	34.7	sikertelen	98.6	töredék diverziti	3.3	33.6	98.5	töredék	99.8	töredék diverziti	1.3	2.9	99.8	töredék diverziti	1.3	23.6
402	100.0	sikeres	98.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.7	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.5
403	23.5	sikertelen	56.8	sikertelen	56.8	sikertelen diverziti	0.0	16.7	0.0	sikertelen	23.5	sikertelen diverziti	0.0	11.8	59.3	sikertelen diverziti	2.5	32.5
404	43.7	sikertelen	96.8	töredék	96.8	töredék diverziti	0.0	26.6	34.5	sikertelen	55.8	sikertelen diverziti	12.1	16.7	97.2	töredék diverziti	0.4	38.9
405	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	0.0	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	50.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	33.3
406	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	45.6	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	27.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	18.1
407	83.4	töredék	79.5	sikertelen	93.6	töredék diverziti	10.2	12.2	56.8	töredék	91.9	töredék diverziti	8.5	21.8	97.7	töredék diverziti	14.3	24.5
408	76.4	töredék	94.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	5.4	14.5	87.8	töredék	97.8	töredék diverziti	10.0	15.7	100.0	sikeres áldiverziti	5.4	13.7
409	66.8	sikertelen	34.7	sikertelen	66.8	sikertelen diverziti	0.0	16.1	99.7	sikertelen	99.7	sikertelen diverziti	0.0	16.5	99.7	sikertelen diverziti	0.0	32.6
410	62.9	töredék	67.8	töredék	78.6	töredék diverziti	10.8	13.3	79.8	töredék	87.8	töredék diverziti	8.0	16.5	100.0	sikeres diverziti	20.2	29.8
411	78.8	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.6	86.4	töredék	98.8	sikertelen diverziti	12.4	16.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	11.6
412	98.7	töredék	98.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.3	1.3	96.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.3	2.3	100.0	sikeres áldiverziti	1.3	2.0
413	84.2	töredék	94.6	sikertelen	94.6	sikertelen diverziti	0.0	5.2	80.1	sikertelen	89.8	töredék diverziti	5.6	7.6	99.4	sikertelen diverziti	4.8	13.1
414	82.6	töredék	87.6	töredék	96.4	töredék diverziti	8.8	11.3	87.8	töredék	97.6	töredék diverziti	9.8	12.4	99.5	töredék diverziti	11.7	13.5
415	95.5	sikertelen	89.6	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.5	7.5	95.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.3	4.4	100.0	sikeres áldiverziti	4.3	6.4
416	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
417	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	96.7	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.1
418	100.0	sikeres	78.9	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.6	87.9	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	11.1
419	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
420	98.5	töredék	57.9	sikertelen	99.7	töredék diverziti	1.2	21.5	96.7	töredék	99.6	töredék diverziti	1.1	2.0	100.0	sikeres diverziti	1.5	15.6
421	98.5	töredék	98.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.4	1.5	98.4	sikertelen	98.8	sikertelen diverziti	0.3	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	1.4	1.5
422	91.3	töredék	98.6	töredék	99.6	töredék diverziti	1.0	4.7	98.7	töredék	98.7	töredék diverziti	0.0	3.7	99.6	töredék diverziti	0.9	3.4
423	66.7	sikertelen	12.5	sikertelen	97.6	sikertelen diverziti	30.9	58.0	39.7	sikertelen	66.7	sikertelen diverziti	0.0	13.5	66.7	sikertelen diverziti	0.0	27.1
424	87.5	sikertelen	87.6	sikertelen	93.7	sikertelen diverziti	6.1	6.2	95.7	sikertelen	95.7	sikertelen diverziti	0.0	4.1	95.7	sikertelen diverziti	0.0	5.4
425	53.7	töredék	67.9	sikertelen	67.9	töredék diverziti	0.0	7.1	76.8	sikertelen	76.8	töredék diverziti	0.0	11.6	87.5	töredék diverziti	10.7	21.4
426	78.9	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.6	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	10.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.0
427	100.0	sikeres	97.2	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.4	98.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.4
428	89.9	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.1	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	5.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.4
429	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
430	23.7	sikertelen	98.6	töredék	99.7	töredék diverziti	1.1	38.6	98.6	töredék	99.4	töredék diverziti	0.8	38.3	99.4	töredék diverziti	0.8	25.8
431	93.5	töredék	99.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.4	3.5	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	3.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.3
432	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
433	77.6	sikertelen	98.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	1.4	11.9	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	11.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.9
434	65.6	sikertelen	89.6	töredék	89.6	töredék diverziti	0.0	12.0	98.7	töredék	98.7	töredék diverziti	0.0	16.6	99.6	töredék diverziti	0.9	15.0
435	99.3	töredék	97.5	töredék	99.4	töredék diverziti	0.1	1.0	98.0	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.7	1.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.7	1.7
436	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
437	86.5	sikertelen	95.7	sikertelen	96.4	sikertelen diverziti	0.7	5.3	89.6	sikertelen	93.7	sikertelen diverziti	4.1	5.7	98.7	sikertelen diverziti	3.0	8.1
438	89.6	töredék	92.6	töredék	92.6	töredék diverziti	0.0	1.5	93.7	töredék	93.7	töredék diverziti	0.0	2.1	98.7	töredék diverziti	5.0	6.7
439	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	76.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	11.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.8
440	95.7	sikertelen	92.7	sikertelen	98.5	sikertelen diverziti	2.8	4.3	23.7	sikertelen	95.7	sikertelen diverziti	0.0	36.0	96.7	sikertelen diverziti	1.0	26.0
441	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	99.5	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2
442	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	95.6	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.5
443	89.5	sikertelen	96.7	sikertelen	96.7	sikertelen diverziti	0.0	3.6	78.8	sikertelen	94.9	sikertelen diverziti	5.4	10.8	96.7	sikertelen diverziti	0.0	8.4
444	96.4	töredék	93.7	töredék	96.4	töredék diverziti	0.0	1.3	89.6	sikertelen	99.6	töredék diverziti	3.2	6.6	99.8	töredék diverziti	3.4	6.6
445	98.4	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.8	99.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.5	1.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.7
446	99.5	töredék	99.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.4	0.5	99.4	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.5	0.5	100.0	sikeres áldiverziti	0.4	0.5
447	100.0	sikeres	99.7	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2	99.8	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2
448	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
449	89.5	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.3	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	5.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.5
450	95.4	töredék	76.7	sikertelen	97.6	töredék diverziti	2.2	11.6	89.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	4.6	7.4	99.3	sikertelen diverziti	3.9	12.0
451	82.0	sikertelen	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	9.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	9.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.0

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
452	87.5	sikertelen	98.6	töredék	99.4	töredék diverziti	0.8	6.4	96.7	sikertelen	97.8	sikertelen diverziti	1.1	5.7	99.8	töredék diverziti	1.2	5.5
453	98.5	töredék	98.6	töredék	98.6	töredék diverziti	0.0	0.0	96.7	töredék	99.3	töredék diverziti	0.8	1.7	98.9	töredék diverziti	0.3	1.0
454	99.4	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3	89.7	sikertelen	99.7	töredék diverziti	0.3	5.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.6
455	76.5	sikertelen	76.8	sikertelen	93.5	töredék diverziti	16.7	16.9	67.9	töredék	76.8	töredék diverziti	0.3	4.6	89.6	sikertelen diverziti	12.8	15.9
456	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	87.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.2	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	4.1
457	88.6	sikertelen	99.2	töredék	99.5	töredék diverziti	0.3	5.6	99.7	sikertelen	99.7	sikertelen diverziti	0.0	5.6	99.7	sikertelen diverziti	0.0	3.9
458	89.6	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	5.2	87.7	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	10.4	11.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	7.6
459	67.5	sikertelen	67.8	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	32.2	32.4	32.6	sikertelen	95.7	sikertelen diverziti	28.2	45.7	100.0	sikeres áldiverziti	32.2	44.0
460	45.5	sikertelen	89.3	sikertelen	96.7	sikertelen diverziti	7.4	29.3	36.7	sikertelen	91.0	sikertelen diverziti	45.5	49.9	98.8	sikertelen diverziti	9.5	41.6
461	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
462	66.7	sikertelen	95.4	sikertelen	99.0	töredék diverziti	3.6	18.0	96.7	töredék	96.8	töredék diverziti	0.1	15.1	99.8	töredék diverziti	3.1	13.5
463	0.0	sikertelen	45.6	sikertelen	45.6	sikertelen diverziti	0.0	22.8	0.0	sikertelen	0.0	sikertelen diverziti	0.0	0.0	45.6	sikertelen diverziti	0.0	30.4
464	54.7	sikertelen	47.2	sikertelen	54.7	sikertelen diverziti	0.0	3.8	45.7	sikertelen	54.7	sikertelen diverziti	0.0	4.5	54.7	sikertelen diverziti	0.0	5.5
465	0.0	sikertelen	56.8	sikertelen	56.8	sikertelen diverziti	0.0	28.4	56.7	sikertelen	56.7	sikertelen diverziti	0.0	28.4	66.1	töredék diverziti	9.3	28.3
466	87.5	sikertelen	96.5	töredék	96.7	töredék diverziti	0.2	4.7	75.8	sikertelen	95.7	sikertelen diverziti	8.2	14.1	98.6	töredék diverziti	2.1	12.0
467	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	4.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	47.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	31.8
468	96.7	sikertelen	96.0	töredék	99.8	töredék diverziti	3.1	3.5	98.8	sikertelen	99.6	sikertelen diverziti	0.8	1.8	99.6	töredék diverziti	0.8	2.4
469	93.6	töredék	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	3.2	87.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	6.4	9.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	6.3
470	100.0	sikeres	65.8	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	17.1	23.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	38.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	36.8
471	45.6	sikertelen	23.6	sikertelen	89.6	sikertelen diverziti	44.0	55.0	27.7	sikertelen	45.6	töredék diverziti	0.0	9.0	45.6	töredék diverziti	0.0	13.3
472	78.5	sikertelen	86.7	sikertelen	88.7	sikertelen diverziti	2.0	6.1	0.0	sikertelen	78.5	sikertelen diverziti	0.0	39.3	96.2	töredék diverziti	9.5	41.1
473	95.9	töredék	97.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	2.2	3.2	69.8	sikertelen	98.4	sikertelen diverziti	2.5	15.6	100.0	sikeres áldiverziti	2.2	12.2
474	67.7	sikertelen	95.6	sikertelen	96.5	sikertelen diverziti	0.9	14.9	67.8	sikertelen	95.7	sikertelen diverziti	27.9	28.0	100.0	sikeres diverziti	4.4	23.0
475	78.8	töredék	96.4	töredék	100.0	sikeres diverziti	3.6	12.4	94.7	töredék	99.4	töredék diverziti	4.7	12.7	100.0	sikeres áldiverziti	3.6	10.0
476	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
477	98.6	töredék	98.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	1.4	1.4	85.8	sikertelen	99.8	töredék diverziti	1.2	7.6	100.0	sikeres áldiverziti	1.4	5.7
478	87.8	töredék	56.8	töredék	88.9	töredék diverziti	1.1	16.6	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	6.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	18.5
479	87.8	töredék	93.6	töredék	98.5	töredék diverziti	4.9	7.8	89.8	sikertelen	97.5	töredék diverziti	7.7	8.7	100.0	sikeres diverziti	6.4	9.6
480	78.8	sikertelen	93.5	sikertelen	98.8	sikertelen diverziti	5.3	12.7	36.8	sikertelen	78.8	sikertelen diverziti	0.0	21.0	98.6	sikertelen diverziti	5.1	28.9
481	95.7	töredék	94.4	töredék	95.7	töredék diverziti	0.0	0.6	94.7	töredék	99.8	töredék diverziti	4.1	4.6	100.0	sikeres diverziti	4.3	5.1
482	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
483	99.6	töredék	98.6	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.4	0.9	99.9	sikertelen	100.0	sikeres diverziti	0.1	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.1	0.6
484	96.8	töredék	96.4	töredék	98.5	töredék diverziti	1.7	1.9	98.6	töredék	98.6	töredék diverziti	0.0	0.9	98.6	töredék diverziti	0.0	1.3
485	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
486	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	67.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	16.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.7



Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor1		Szenzor2						Szenzor3						Szenzor3–2–1 Diverziti			
			Szenzor2		Szenzor2–1 Diverziti				Szenzor3		Szenzor3–1 Diverziti				Szenzor3–2–1		Szenzor3–2–1 Diverziti	
	Minőség m <sub>1</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>2</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d21</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>21</sub> [%]	Diverziti 2–1 relatív növekmény D <sub>21</sub>	Minőség m <sub>3</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Minőség m <sub>d31</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>31</sub> [%]	Diverziti 3–1 relatív növekmény D <sub>31</sub>	Minőség m <sub>d321</sub> [%]	Dekódolás eredménye	Diverziti nyereség GD <sub>321</sub> [%]	Diverziti 3–2–1 relatív növekmény D <sub>321</sub>
487	100.0	sikeres	99.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.2	98.6	töredék	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.6
488	79.6	töredék	75.6	sikertelen	83.6	töredék diverziti	4.0	6.0	78.8	töredék	88.5	töredék diverziti	8.9	9.3	87.7	töredék diverziti	8.1	9.7
489	90.8	sikertelen	97.7	sikertelen	99.6	töredék diverziti	1.9	5.3	86.8	sikertelen	96.4	sikertelen diverziti	5.6	7.6	99.8	töredék diverziti	2.1	8.0
490	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	67.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	16.1	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	10.7
491	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	94.7	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	2.7	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.8
492	97.5	töredék	97.5	töredék	99.6	töredék diverziti	2.1	2.1	95.9	töredék	98.9	töredék diverziti	1.4	2.2	100.0	sikeres diverziti	2.5	3.0
493	91.8	töredék	97.3	töredék	99.7	töredék diverziti	2.4	5.2	94.8	töredék	100.0	sikeres diverziti	5.2	6.7	100.0	sikeres áldiverziti	2.7	5.4
494	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	96.8	sikertelen	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.6	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	1.1
495	89.6	töredék	91.6	töredék	99.1	töredék diverziti	7.5	8.5	95.8	töredék	95.8	töredék diverziti	0.0	3.1	100.0	sikeres diverziti	4.2	7.7
496	78.6	töredék	95.7	töredék	99.8	töredék diverziti	4.1	12.7	93.8	sikertelen	97.3	töredék diverziti	3.5	11.1	100.0	sikeres diverziti	4.3	10.6
497	99.5	töredék	99.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.3	0.4	100.0	sikeres	100.0	sikeres diverziti	0.0	0.3	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.3
498	93.7	töredék	95.7	töredék	100.0	sikeres diverziti	4.3	5.3	99.5	töredék	100.0	sikeres diverziti	0.5	3.4	100.0	sikeres áldiverziti	0.5	3.7
499	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0
500	100.0	sikeres	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0	100.0	sikeres áldiverziti	0.0	0.0

