

**A FEKETE MŰBŐRKÖTÉSSEN !!!**

# **Doktori (PhD) értekezés (tervezet)**

**Kovács Róbert**

**2022**

**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM  
Katonai Műszaki Doktori Iskola**

**Kovács Róbert**

**A KORSZERŐ 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.....	7
A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKOLÁSA, AKTUALITÁSA .....	9
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA .....	10
KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK.....	16
KUTATÁSI HIPOTÉZISEK.....	17
KUTATÁSI MÓDSZEREK.....	19
A KIDOLGOZÁS SORÁN ÉRVÉNYESÜLT KORLÁTOZÁSOK.....	20
AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE .....	22
RELEVÁNS KUTATÁSI SZINTŰ SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE .....	23
1. A RÖVIDHULLÁMÚ NEMZETBIZTONSÁGI CÉLÚ STRATÉGIAI ADATSZERZÉS KÖRNYEZETI JELLEMZŐI.....	24
1.1 Interdiszciplináris háttér.....	24
1.2 Titkos információgyűjtés és leplezett eszközök alkalmazásának alapja és jogszabályi környezete Magyarországon.....	29
1.3 A nemzetbiztonsági célú stratégiai adatszerzés fogalmának értelmezése az elektronikus hadviselésben .....	33
1.4 A rövidhullámú sáv tartomány specifikus jellemzői.....	34
1.5 Következtetések .....	38
2. TÖBBSZENZOROS HELYMEGHATÁROZÁSI KÉPESSÉGEK HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATA.....	39
2.1 Hatékonyság vizsgálati módszertan .....	39
2.2 Goniobázis vizsgálat Magyarország területén .....	42
2.3 Goniobázis vizsgálat a Visegrádi Együttműködés országai keretében .....	44
2.4 Goniobázis vizsgálat NATO tagság keretében .....	46
2.4.1 Goniobázis vizsgálat NATO tagság keretében USA és Kanada közreműködése nélkül .....	46
2.4.2 Goniobázis vizsgálat a NATO keretében USA és Kanada bevonásával ..	48
2.4.3 Goniobázis vizsgálatok NATO tagság keretében egyéb elrendezésekben	49

2.5	Következtetések .....	51
3.	INNOVATÍV DIVERZITI VÉTELI MÓDSZEREK RÖVIDHULLÁMÚ ALKALMAZHATÓSÁGA .....	53
3.1	Multiszenzoros diverziti vételképesség hatékonyság vizsgálata a rövidhullámú sávtartományban .....	53
3.1.1	A rövidhullámú diverziti vétel történeti fejlődése .....	53
3.1.2	Diverziti vétel vizsgálatának módszertani megközelítései .....	55
3.1.3	Kutatás szempontjából releváns diverziti eljárások .....	58
3.1.3.1	Térdiverziti módszer .....	59
3.1.3.2	Egyéb alkalmazható diverziti típusok .....	60
3.2	Jelkombinációs eljárások átviteli jellemzőinek elemzése/vizsgálata .....	61
3.2.1	Konvencionális jelkombinálási eljárások .....	62
3.2.1.1	Selection Combining .....	63
3.2.1.2	Switching vagy Switch and Stay Combining .....	65
3.2.1.3	Maximal Ratio Combining .....	67
3.2.1.4	Equal Gain Combining .....	70
3.2.2	Evolúciós algoritmus alapú súlyfaktoros jelkombinálási eljárások .....	72
3.2.2.1	Genetic Algorithm (GA) .....	72
3.2.2.2	Imperialist Competitive Algorithm (ICA) .....	73
3.2.2.3	Particle Swarm Optimization (PSO) .....	74
3.3	Diverziti jelkombinációs módszerek szimulációs vizsgálata .....	76
3.3.1	Vizsgálati jellemzők meghatározási módszertana .....	76
3.3.1.1	SNR nyereség változása a diverziti csatornaszám tükrében .....	78
3.3.1.2	BER bithibaarány változása az $E_b/N_0$ függvényében .....	81
3.3.1.3	Vevőantennák távolságának hatása .....	85
3.3.1.4	Jelkombinálás szintű keresztvizsgálat .....	85
3.4	Következtetések .....	87
4.	HÁROM SZENZOROS DIVERZITI VÉTEL VALÓS IDEJŰ TEREPI VIZSGÁLATA .....	89
4.1	Gyakorlati diverziti mérés .....	89
4.1.1	Mérési elv és elrendezés .....	89

4.1.2	Mérések peremfeltételeinek vizsgálata .....	91
4.1.3	Vizsgálati terjedési modell megválasztási szempontjai.....	93
4.1.4	Mérési eredmények értékelési sémája .....	98
4.1.5	Szenzorok egyedi minőségvizsgálata az összes rögzítmény körében ....	101
4.1.6	Vételi pontok egyedi minőségi jellemzőinek vizsgálata.....	108
4.1.7	Szenzor 2-1 diverziti elemzése .....	109
4.1.8	Szenzor 3-1 diverziti elemzése .....	112
4.1.9	Szenzor 3-2-1 diverziti elemzése .....	116
4.2	A diverziti hatékonyság új fogalmi megközelítése .....	124
4.2.1	Diverziti nyereség fogalmának általános értelmezése multiszenzoros vevő rendszerekben .....	124
4.2.2	Relatív diverziti növekmény fogalmának bevezetése.....	127
4.3	Következtetések .....	129
	<b>ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK.....</b>	<b>131</b>
	<b>TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....</b>	<b>132</b>
	<b>AJÁNLÁSOK.....</b>	<b>133</b>
	<b>A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA .....</b>	<b>134</b>
	<b>TOVÁBBFEJLESZTÉSI PERSPEKTÍVÁK .....</b>	<b>135</b>
	<b>A TÉMAKÖRBE KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM JEGYZÉKE.....</b>	<b>136</b>
	<b>IRODALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>137</b>
	<b>RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE .....</b>	<b>154</b>
	<b>ÁBRÁK JEGYZÉKE .....</b>	<b>155</b>
	<b>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....</b>	<b>156</b>
	<b>FOGALMAK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE.....</b>	<b>157</b>
	<b>MELLÉKLETEK.....</b>	<b>158</b>
1.	számú melléklet Feldolgozott tudományos szintű források jegyzéke.....	158
2.	számú melléklet NMHH NRAT RH sáv tartományú kivonata.....	163
3.	számú melléklet RH dekóderek jegyzéke .....	166
4.	számú melléklet RH sávban alkalmazott általános modulációs módok.....	172
5.	számú melléklet Diverziti jelkombinálás szimulációs fájlok.....	173
6.	számú melléklet Szenzor nyers adatok statisztikai becslése .....	186

7. számú melléklet PROPPY\_HF\_Online terjedés predikciós adatlap ..... 187
8. számú melléklet Diverziti terepi mérési eredmények összesítő táblázata .... 189

## 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)*

-nek

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 rátapintva - 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, mozgóképek, adat állományok átvitelén keresztül a társadalmi információs igények egyre inkább eljutnak a „bármilyen típusú, bármekkora mennyiségű információ bárholonnan-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 sáv szélesség 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.

---

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

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 szolgáltatásokat biztosítani képes, gazdaságosabb üzemeltetésű és nem utolsósorban nagyobb információátviteli képességgel rendelkező kommunikációs rendszerek irányába.

A kezdetektől fogva, a távközlésfejlődéssel párhuzamosan a közölt információk megszerzésére vonatkozó igények is folyamatosan megjelentek, mint követelmény.

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 elektronikus 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 sáv tartomány

<sup>3</sup> John Haystead: A The Journal of Electronic Defense folyóirat munkatársa, számos szakmailag mérvadó cikk szerzője az elmúlt években az elektronikus 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 újraértékelődött, ami nem hagyta érintetlenül a nemzetbiztonsági célú adatszerzés új kihívásait sem.

A térdiverziti 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 választ gyakorlati mérési eredmények szakszerű összehasonlítására és analizálására.

A stratégiai adatszerző rendszerek sajátos környezete újszerű követelményeket támaszt, amelyben a többszenzoros vételi lehetőségek kutatási újszerű kihívásokat nyit.

## A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Mint a Bevezetőben már felvezettem, a nemzetbiztonsági célú adatszerzés, mint információ gyűjtő 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 XX. századi telekommunikáció általános fejlődési ívén (analóg információ továbbítás-digitalizáció, elektroncső-félvezető eszközök, alacsonyabb frekvencia sávok- magasabb tartományok alkalmazása, összeköttetések számának növekedése) az ellenőrzési képességek megteremtésében is folyamatos kihívást jelentett az ellenőrzést végző szervezetek számára.

Nem volt ez másképpen a rövidhullámú tartomány rádióellenőrzési képességek 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 ügynökhálózatok működtetésében és természetesen 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 vevő eszközök (egy csatornás kézi hangolású diszkrét vevők egy kezelő személlyel, esetleg néhány egyedi vevő csoportba szervezve, egy kezelővel) jellegű eszközpark működtetésében érte [3]

Erre az időre a megnövekedett egyidejű rádiócsatornaszám ellenőrzési igény már komplett termeket, csarnokokat töltött fel vevőkészülékek (és üzemeltető távirások) tömegével. Az adatszerzés folyamatának elemei ebben a struktúrában térben és időben elkülönültek, adott esetben elszeparáltan folyt a felderítés, rögzítés, iránymérés és helymeghatározás, technikai analízis és 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 felülkerekedésének az elektroncsövek felett.

Évtizedes „szunnyadás”-t 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 átvitelek és nagyságrendileg megnövekedett egyidejű adások ellenőrzése egyedi diszkrét vevőkre alapozottan már nem 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 követelményeket.

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

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

- teljes sáv tartomány folyamatos szélessávú rögzítése
- nagyszámú jelforrás egyidejű feldolgozási képessége
- szuper érzékeny vételi képességek
- nagyérzékenységű irány és helymeghatározása
- 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 képességek 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.

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 szenzor 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 probléma felvetést 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 szervezetek **többszempon t u k i h í v á s o k k a l** szembesíti.

**Egyrészt** a megnövekedett felhasználói igények kielégítése **nagytömegű közlemény megszerzését kell szolgálják**, 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 tárgyszerű 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, azok a stratégiai adatszerző rendszerekben rendszerszinten adaptálhatónak szükséges 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 szerteágzóbban 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.

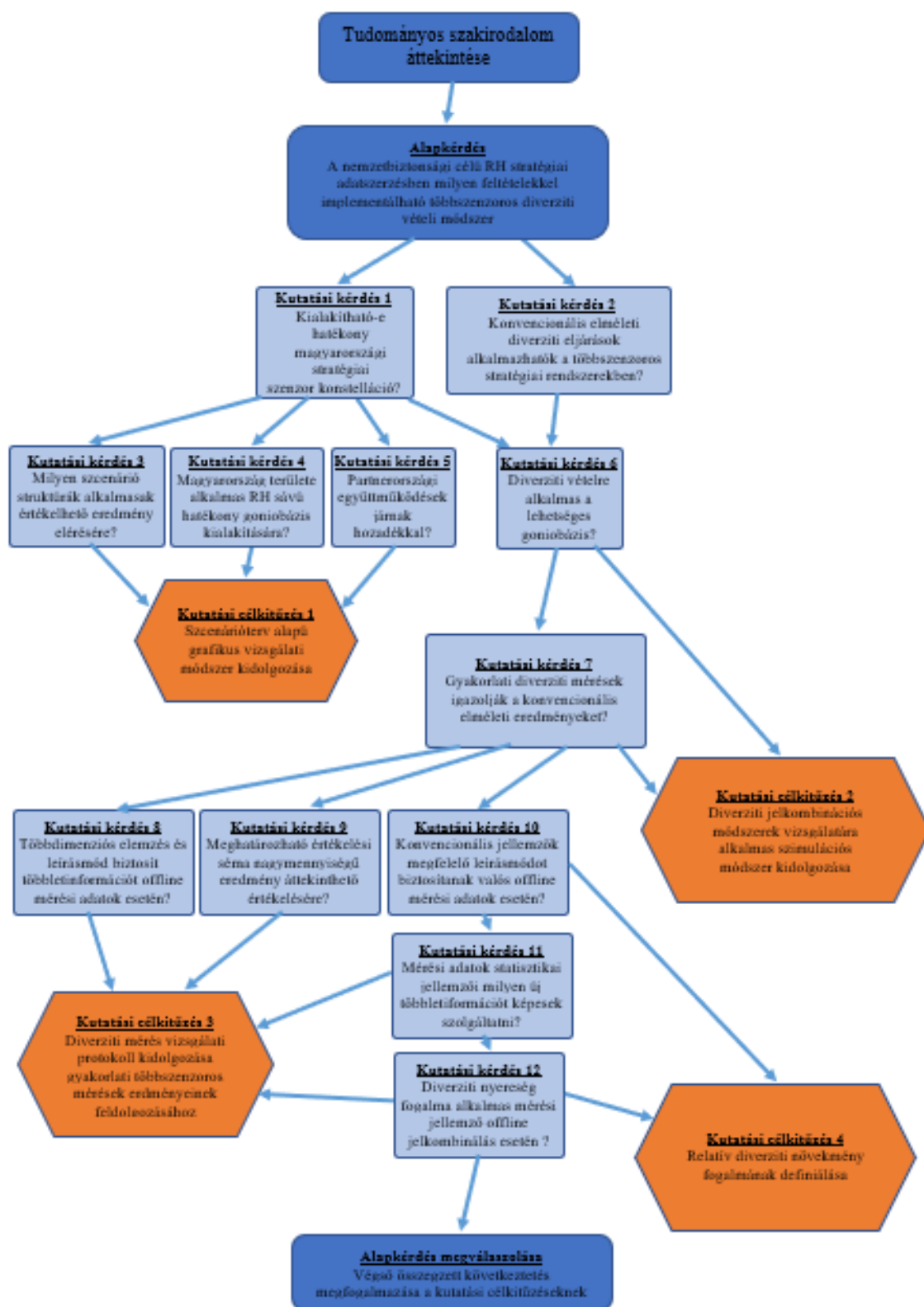
Szimulációk keretében megvizsgálom a diverziti jelkombinációs módszerek elméleti hatékonyságát csatorna jellemzők alapján.

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 alapú szenzor elrendezések alkalmazhatóságának, képességeinek és korlátainak modellszintű vizsgálatára.
2. Céлом egy olyan módszertani ajánlás kidolgozása, amely konvencionális módszerekhez képest alkalmasabb a diverziti jelkombinációs módszerek 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.



## 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 fejlesztéséhez. Feltételezésem, hogy grafikus scenárió alapú vizsgálati eljárás kidolgozásával és alkalmazásával megválaszolható annak kérdése, hogy kialakítható-e olyan rövidhullámú sávú goniobázis alapú szenzor elrendezés, amely Magyarország 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 többszemponútú 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 többszemponútú 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
  - online fórumokon és konferenciákon 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

## **A KIDOLGOZÁS SORÁN ÉRVÉNYESÜLT KORLÁTOZÁSOK**

Kutatási programom keretében, bár érintőlegesen képbe került, de nem tekintettem értekezésem központi tárgykörének számos kapcsolódó témakört. Az értekezés elkészítése 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 adatok;
- 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;
- rendszerszemléletű megközelítést alkalmaztam
- a dolgozat célkitűzése elvek, iránymutatások kidolgozása
- 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 szemlélet nem került hangsúlyos megjelenítésre, a kutatást elsősorban a polgári nemzetbiztonsági adatszerzés szempontjából vizsgálom, amely részben különbözik a katonai szemlélettől

## 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 mérés valós adatainak felhasználásával részleteiben ismertetem az általam kidolgozott mérési adat értékelő 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 rádióveteli 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] - bár nem RH tartományban, értekezésében szintén vizsgálja multiszenzoros hálózatok csatorna modellezési kérdéseit.

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

# 1. A RÖVIDHULLÁMÚ NEMZETBIZTONSÁGI CÉLÚ 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 peremfeltétek rendszere.

## 1.1 Interdiszciplináris háttér

Az RH sáv tartomány a múlt évszázad elején kiemelt jelentőséggel bírt a rádiótávközlés kifejlődésének kezdeti szakaszában, miután számos kezdeti fejlődési elem – a HH<sup>4</sup> tartományt követően - ebben a sávban tudott csak a kor technikai fejlettségének tükrében 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>5</sup> 2014 augusztusában szervezett HF'Geo Proposer's Day találkozáján két korábban indított HFGeo<sup>6</sup> és SLiCE<sup>7</sup> programjának eredményeit foglalta össze a nagy dinamikátartományú 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. [7]

---

<sup>4</sup> HH: hosszúhullámú sáv tartomány

<sup>5</sup> IARPA Intelligence Advanced Research Projects Agency – Fejlett Hírszerzés Kutatási Projektek Ügynöksége

<sup>6</sup> HFGeo: High Frequency Geolocation – Rövidhullámú helymeghatározás

<sup>7</sup> SLiCE: Signal Location in Complex Environments – Jelforrás meghatározás összetett környezetben



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 képességét. Az AOC<sup>8</sup> szervezésében 2020 augusztusában szervezett online webinárium<sup>9</sup> kulcsponti 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. [8], [9]

Az ITU<sup>10</sup> általános besorolása szerint a 3-30 MHz<sup>11</sup>-es frekvenciatartományt lefedő RH vagy 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>12</sup> alapuló térhullám terjedés földrajzi helyben, térben, időben, napszakban, évszakban és frekvenciában is jelentős fluktuációval rendelkezik, ezért az

---

<sup>8</sup> AOC Association of Old Crows-Öreg Varjak Egyesülete. Az elektronikus hadviselés, elektromágneses spektrumgazdálkodás, elektromágneses kiber tevékenységek és információs műveletek témakörében tudományos és üzleti alapú képzéseket és információcserét elősegítő tevékenységet végző szervezet.

<sup>9</sup> An Introduction to Radio Direction Finding (RDF) Methodologies (On-Demand Recording)- Bevezetés a rádióiránymérő módszerekbe, AOC Webinars, 2019.augusztus 8.

<sup>10</sup> ITU: International Telecommunication Union – Nemzetközi Távközlési Egyesület

<sup>11</sup> Az ITU besorolási ajánlástól eltérően gyakran találkozunk a sáv tartomány alsó kiterjesztésére a középhullámú műsorszóró sáv felső széléig (1705 kHz-ig)

<sup>12</sup> refrakció: jelentése törés - A szabad térben létrejövő egyenes vonalú terjedéssel szemben egy módosult irányú hullámterjedési forma

összeköttetések mindkét oldali (adó és vevő oldal) tervezése a vételi viszonyok radikális változása miatt a sávtartományra jellemző egyedi elméleti és technológiai megfontolásokat igényel. A sávtartomány szabályozott felhasználásai rendkívül széleskörűek (2. számú Melléklet), melyek közül nemzetbiztonsági célú ellenőrzés szempontjából kiemelendők az alábbiak: [10]

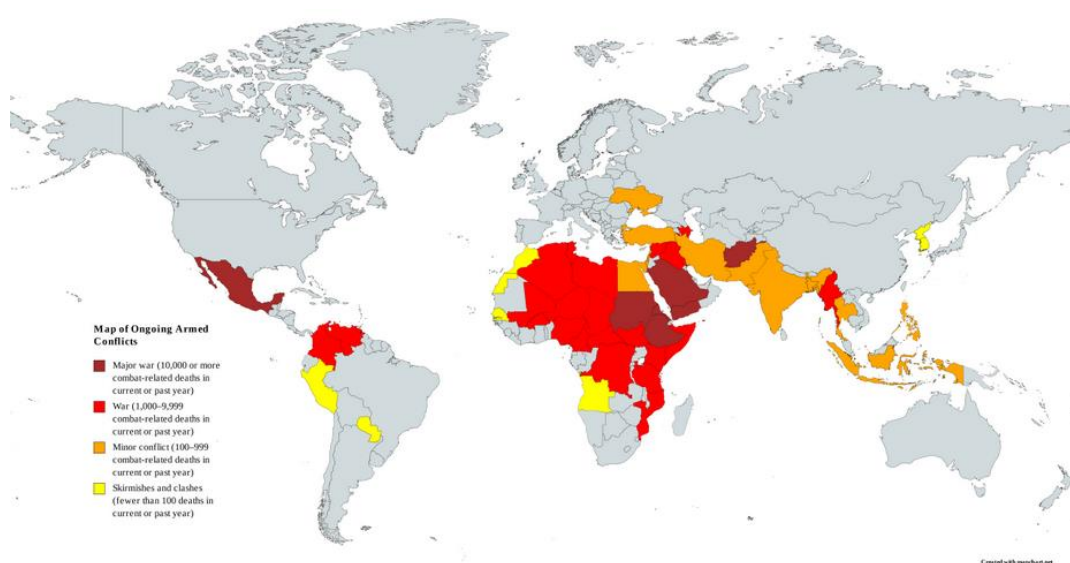
- a készenléti szolgálatok kommunikációja katasztrófa sújtotta területeken
- civil és katonai légi kommunikáció
- tengeri közlekedés nagytávolságú összeköttetései
- az NLOS<sup>13</sup> típusú kormányzati, civil és katonai kommunikáció
- földi mobil rendszerek
- digitális műsorszórás (DRM<sup>14</sup>)
- nemzetközi diplomáciai kommunikációk
- nemzetközi katonadiplomáciai kommunikációk
- nemzetközi szervezetek (segély, ENSZ MSF)
- légiforgalmi irányítás
- belföldi mobil forgalmazások
- belföldi állandó telephelyű forgalmazások
- valamint, természetesen nem szabad figyelmen kívül hagyni a sávban 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.

---

<sup>13</sup> NLOS Non Light of Sight – Látóhatáron túli terjedés

<sup>14</sup> DRM: Digital Radio Mondial – Világszerte Digitális Rádió



**1.1 ábra Fegyveres konfliktusok a Föld országaiban**  
**Forrás: [11] (Letöltve: 2022.01.03.)**

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. [12]

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 sávartomány taktikai harcászati felhasználásai kapcsán megjelenő nemzetbiztonsági szempontú adatszerzés szükségességét.

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 rendelkeznek mind határon belüli, mind országon kívüli viszonylatokban is. [13], [14]

Az Egyesült Államok, 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. [15]

A korszerű RH kommunikációs technológiák már az olyan globális és regionális működési területekkel rendelkező terrorszervezetek, mint az Al Qaeda<sup>15</sup>, később az AQIM<sup>16</sup> (AQMI<sup>17</sup>) vagy az ISIS<sup>18</sup> részére is elérhetővé váltak, az azokból később kialakult csoportok a mai napig terrorfenyegettséget jelentenek. [16]

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. [17]

A terrorellenes küzdelem elektronikus harcszínterén 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 átvitelek, fejlett automatikus frekvencia menedzsment pl. ALE<sup>19</sup>) az információszerzés területén egyre nagyobb támogatottságot kapjanak. [18], [19]

Napjainkban az olyan fejlett technológiák, mint az OFDM<sup>20</sup> csatorna hozzáférés vagy a spektrumszórásos modulációk (pl. DSSS<sup>21</sup>) az RH sávban ugyanolyan hangsúlyos szerepet kapnak, mint ahogyan azok technológiai szinten korábban csak a magasabb frekvencia sávokban voltak hozzáférhetők. [20]

---

<sup>15</sup> Al Qaeda: (arab, jelentése üllök) Al-Káida radikális iszlamista terrorszervezet, Oszáma bin Ládén 2011.május 1-ei likvidálásáig világméretben meghatározó terrorelhárítási célpont volt

<sup>16</sup> AQIM: Al Qaeda in the Islamic Maghreb – Al-Káida az Iszlám Maghreb-ben, az Al-Káida terrorszervezet észak-afrikai szárnya

<sup>17</sup> AQMI: Al-Qaida au Maghreb Islamique – lásd AQIM

<sup>18</sup> ISIS: Islamic State of Iraq and Syria - Iraki és Szíriai Iszlám Állam. szunnita dzsihadista terrorszervezet, vezetője Abu Bakra l-Bagdadi volt

<sup>19</sup> ALE Automatic Link Management- Automatikus Link Menedzsment

<sup>20</sup> OFDM Orthogonal Frequency-Division Multiplexing – Ortogonális Frekvenciaosztású Multiplexálás

<sup>21</sup> DSSS Direct-Sequence Spread Spectrum - Közvetlen Szekvenciájú Szórt Spektrum

## **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) nevesíti meg a tevékenység folytatására jogosult szervezetekként. A fenti szervezetek mellett titkos információgyűjtésre és titkos adatszerzés jogosultak továbbá a TEK<sup>22</sup> és a korábbi TIBEK<sup>23</sup> (2015 előtt NIBEK<sup>24</sup>) feladatköreit 2022-től átvevő információs koordináló szervezet, a NIK<sup>25</sup>. A törvény értelmében a nemzetbiztonsági szolgálatok feladataik teljesítése érdekében titkos információgyűjtést folytathatnak, melyhez speciális eszközöket és módszereket alkalmazhatnak. Ezen szolgálatok főbb feladatai a következők: Az Információs Hivatal megszerzi, elemzi, értékeli és továbbítja a kormányzati döntésekhez szükséges, a külföldre vonatkozó, illetőleg külföldi eredetű, a nemzetbiztonsága érdekében hasznosítható információkat, Az Alkotmányvédelmi Hivatal felderíti és elhárítja a 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,

---

<sup>22</sup> TEK Terrorelhárítási Központ

<sup>23</sup> TIBEK: Terrorelhárítási Információs és Bűnügyi Elemző Központ

<sup>24</sup> NIBEK Nemzeti Információs és Bűnügyi Elemző Központ

<sup>25</sup> NIK Nemzeti Információs Központ

a biztonságpolitika katonai elemét érintő katonapolitikai, hadiipari és katonai információkat. Biztosítja a Honvéd Vezérkar 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 az e 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. [21]

A rádiófelderítés/rádióellenőrzés - mint titkos információgyűjtő és leplezett eszközöket alkalmazó tevékenység – megvalósításához a nemzetbiztonsági szolgálatok a nemzetbiztonsági jelleg leplezésével információt gyűjthetnek, az információgyűjtést 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. [22]

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>26</sup>, a Nemzeti Védelmi Szolgálat<sup>27</sup>, a Terrorrelhárítási Központ<sup>28</sup>, a Nemzeti Adó- és Vámhivatal<sup>29</sup> valamint az Ügyészség<sup>30</sup> - tevékenységi körükhöz kapcsolódó

---

<sup>26</sup> a Rendőrségről szóló 1994. évi XXIV. törvény alapján

<sup>27</sup> a Rendőrségről szóló 1994. évi XXIV. törvény alapján

<sup>28</sup> a Rendőrségről szóló 1994. évi XXIV. törvény alapján

<sup>29</sup> a Nemzeti Adó- és Vámhivatalról szóló 2010. évi CXXII. törvény alapján

<sup>30</sup> az ügyészségről szóló 2011. évi CLXIII. törvény alapján

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>31</sup> által a "különleges titkosszolgálati eszköz és módszer" kifejezést a követő törvények előbb "titkos információgyűjtés", majd a 1998. évi XIX. törvény<sup>32</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. [23], [24]

A Nemzetbiztonsági Szakszolgálat rádiófelderítést (SIGINT és COMINT), a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat pedig rádióelektronikai felderítést (ELINT) hajt végre törvényi felhatalmazás alapján. [25]

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 "elektronikus hírközlési eszközön vagy információs rendszeren folytatott kommunikáció tényének a megállapításához, az elektronikus hírközlési eszköz vagy információs rendszer azonosításához, illetve hollétének megállapításához szükséges adatokat megszerezhetik". Ennek keretében az RH sáv tartományú SIGINT, COMINT tevékenység iránymerési, helymeghatározási feladatai szabadabb feltételek mellett hajthatók végre.

Ezzel szemben az Nbtv. 56.§ d) pontja szerint a feljogosított szervek külső engedély birtokában

---

<sup>31</sup> 1990. évi X. törvény a különleges titkosszolgálati eszközök és módszerek engedélyezésének átmeneti szabályozásáról

<sup>32</sup> 2017. évi XC. törvény a büntetőeljárásról

*”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 méretű adathalmazt eredményez, amelyből feldolgozással, szűréssel, célzott, paraméterezett lekérdezéssel állítható elő a kívánt konkrét tartalom. [26], [27]

Erre vonatkozóan a hatályos jogi keretek titkos információgyűjtés keretében nem adnak lehetőséget, azonban nyílt forrásból történő információgyűjtés keretében (OSINT<sup>33</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. [24]

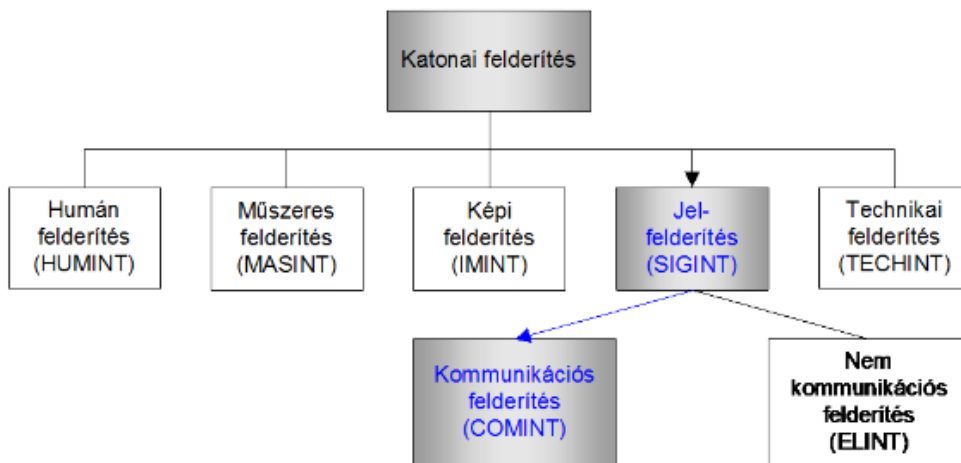
---

<sup>33</sup> OSINT-Open Source Intelligence – Nyílt forrású felderítés



### 1.3 A nemzetbiztonsági célú stratégiai adatszerzés fogalmának értelmezése az elektronikus hadviselésben

A stratégiai nemzetbiztonsági célú adatszerzés helyét, szerepét technikai szinten vizsgálhatjuk NATO alapú elektronikus 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<sup>34</sup> és ezen belül is COMINT<sup>35</sup> 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 [28] 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 rendszer működtetése. [29]

<sup>34</sup> SIGINT: Signal Intelligence- Jelfelderítés, jelhírszerzés

<sup>35</sup> COMINT: Communications Intelligence- Kommunikációs felderítés, tartalomszerzés

## 1.4 A rövidhullámú sáv tartomány specifikus jellemzői

Az adatszerzés megvalósítása a rövidhullámú sáv tartományban a terjedési jellemzők sokrétősége 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 végzik. A mai rendszerekben a vett jelfolyam digitalizálása magukban a szenzorokban megtörténik. [30]

A sávban alapvetően felületi hullámterjedés és az ionoszférikus térhullámok alkalmazása lehetséges, bár arányaiban ez utóbbi terjedési mód alkalmazása dominál. A frekvenciatartomány szerteágazó (időszak, hely, frekvencia és napfolt tevékenységi ciklus függő) anomália elemeinek összegzését az 1.3 ábra tartalmazza.

Ionoszféra csatorna hullámterjedési jellemzője	Kiváltó ionoszféra fizikai változás típusa	Jelminőségre gyakorolt hatás
Reflexió	térfüggő egyenetlenség	Jel késleltetés (msec)
Refrakció (refraktív index függő)	térfüggő inhomogenitás	szóródás az eltérő terjedési csoportsebesség alapján
Abszorpció	Ionoszféra alacsonyabb régiójának (D és E rétegek) ionizációs mértékének hirtelen változása	mélyfédő megjelenése (több tíz dB)
Többszörös reflexió	változó rétegszám (F1,F2)	Idő és helyfüggő többutas fédő
Diffrakció, szóródás	térfüggő inhomogenitás	rövid és hosszú idejű fédő
Doppler jelenség	Ionoszféra rétegek mozgása és az elektronsűrűség eloszlás profilok időbeli változásaid	frekvencia eltolódás és fázistorzítás

1.3 ábra. Terjedési anomáliák a rövidhullámú sáv tartományban  
Forrás: Szerkesztette a szerző, [31] alapján

A terjedési anomáliák elsősorban a taktikai 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 [32], [33]. [34].

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>36</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 szeleteket kell kiszolgáljon, mint például:

- TEP Transequatorial Propagation
- MITRE Arctic propagation Strategy [35]
- szofisztikált ionoszféra csatorna és modem modellek
- WBHF<sup>37</sup> szélessávú IP over HF<sup>38</sup> (STANAG 5066) [36] , Image over HF<sup>39</sup> és Video over HF<sup>40</sup> technológiák
- 4G modem típusok széleskörű elterjedése (Izd. X számú melléklet) [37], [38]
- alkalmazandó gyártó és egyedi moduláció specifikus dekóderek széles spektruma (3. számú Melléklet)
- DRC<sup>41</sup> eljárások alkalmazása (pl. RapidM DRC [39], Trinder [40])
- gyártófüggetlen beépített titkosítási eljárások elterjedése (Pl. Codan) [41], [42],
- 2G-3G-4G ALE és 4G ARQ technológiák [43],
- Burst típusú adásmódok széleskörű elterjedtsége [44]
- DRM technológia [45], [46], [47]

---

<sup>36</sup> MUF: Maximum Usable Frequency – Legmagasabb használható frekvenciaérték

<sup>37</sup> WBHF Wide Band High Frequency – Szélessávú rövidhullámú technológia

<sup>38</sup> IP over HF Internet Protocol over High Frequency – IP alapú átvitel az RH sávban

<sup>39</sup> Image over HF Image over High Frequency – Kép alapú átvitel az RH sávban

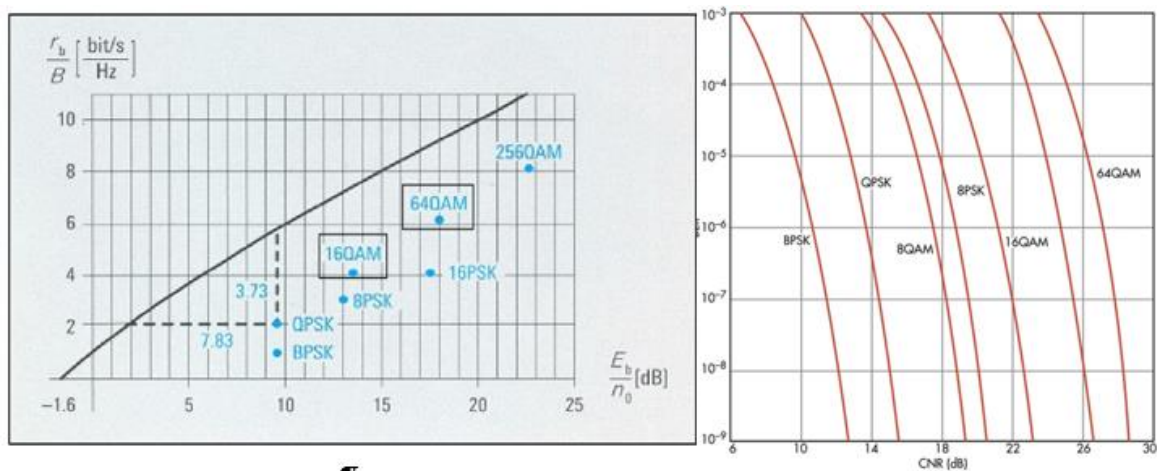
<sup>40</sup> Video over HF Video over High Frequency – Mozgó kép alapú átvitel az RH sávban

<sup>41</sup> DRC Data Range Change – Változó sebességű átvitel

- a jövőben új felhasználási technológiák megjelenése a sávban (Mesh Networking, IoT) [48], [49]
- I-Q alapú jelfeldolgozás alkalmazásának kizárólagossága

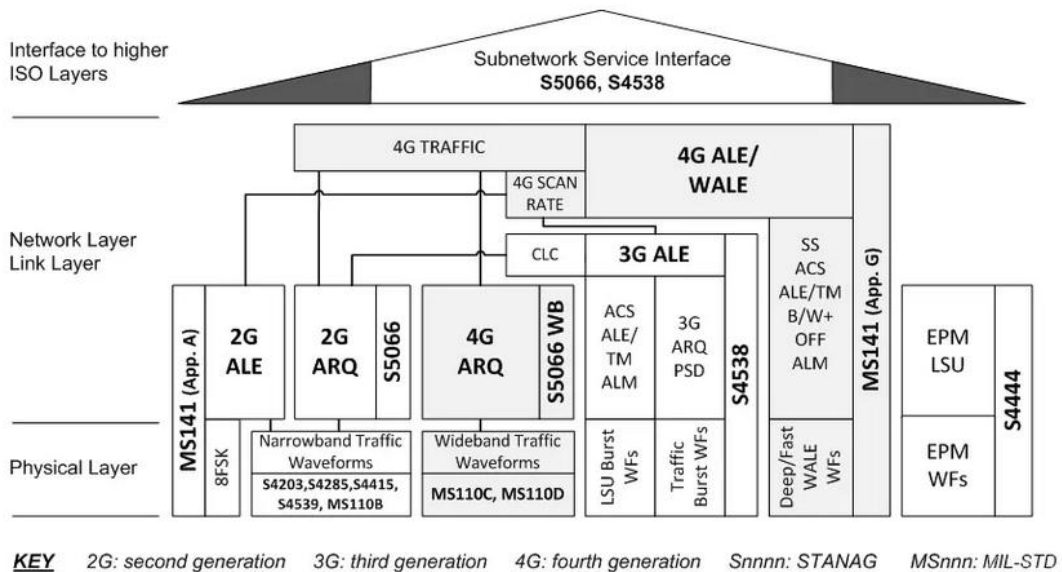
A rövidhullámú tartományban bevezetésre került digitális modulációs módok minőségi változást hoztak az átviteli csatornában megvalósítható csatornapotenciálok értékében.

(1.4 ábra)



**1.4 ábra Digitális modulációs módok**  
**Forrás: [50], [51] (Letöltve: 2020.04.11.)**

Ezzel egyidejűleg az elmúlt néhány évtizedben a digitális modemes összeköttetések területén generációkon átívelő technológiai boom tapasztalható, amely eszközrendszer szintű háttérrel biztosít a szélessávú - akár IP szintű - összeköttetések megvalósításához is. (1.5 ábra)



**1.5 ábra Digitális modemösszeköttetések generációs fejlődése**  
**Forrás: [52] (Letöltve: 2020.04.11.).**

A modern rövidhullámú összeköttetések az RH modemek építőelemként történő felhasználásával olyan magasszintű, interoperábilis adatátviteli rendszer kialakítására képesek, amelyek egységen belül biztosítják az ALE<sup>42</sup> vezérlés, biztonsági architektúra és alkalmazási protokollok integrálhatóságát. Alkalmazási szinten az egyszerű műsorszórástól az ARQ<sup>43</sup>-alapú hibamentes adatátviteli csatornák kialakítására is alkalmasak. Felhasználási szinten alapvetően két szabványosítási főirány alakult ki a katonai (STANAG 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. [53].

Az RH sávban alkalmazott jelentős számú modemes kódolási protokollok összefoglaló táblázatát a 4. számú Melléklet tartalmazza. Hasonlóképpen, a rövidhullámú sáv tartományra legjellemzőbb alkalmazott modulációs módok összesítését a 4. számú melléklet ismerteti.

<sup>42</sup> ALE: Automatic Link Establishment-Automatikus Összeköttetés Létrehozása

<sup>43</sup> ARQ: Automatic Repeat Request- Automatikus Ismétlés Kérés

## 1.5 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, nagy tömegű 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 KÉPESSÉGEK HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATA

A Magyar Köztársaság a Kárpát-medencében, Közép-Európa DK-i 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 abaúji Füzerhez tartozó Nagy-Milic csúcs és Lászlótanya közelében, a legdélebbi a baranyai Beremend határában található.

A köztársaság 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 figyelembe véve, a z 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 nagyrésze "látszik" a határvonalon elhelyezett tetszőleges két pontból. A maradék "kiszészen" természetesen rádiós szempontból ennek nincs érdemi jelentősége.

### 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 grafikus megjelenített elemeket a GeoJavaWa [54] alkalmazással a GeographicLib upletek felhasználásával készítettem. A felhasználói könyvtárállományok az eredeti C++ könyvtárból kerültek leszármaztatásra és alkalmasak több fajta geodéziai és felületi vonal számításra, konverzióra földrajzi UTM<sup>44</sup>, UPS<sup>45</sup>, MGRS<sup>46</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:

---

<sup>44</sup> UTM Universal Transverse Mercator - Univerzális Transzverzális Merkátor

<sup>45</sup> UPS Universal Polar Stereographic - Univerzális Poláris Sztereográfia

<sup>46</sup> MGRS Military Grid Reference System - Katonai koordinátahálózati vonatkozási rendszer



- 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)
- az ortodroma ívek által befoglalt belső érintő körsík (kiskör), ez Mercator vetületen mindig kör alakú, **sárga** színnel, középpontjának felszíni pontvetülete **cl**-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

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°-hoz képest  $\pm$  max. 45°-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

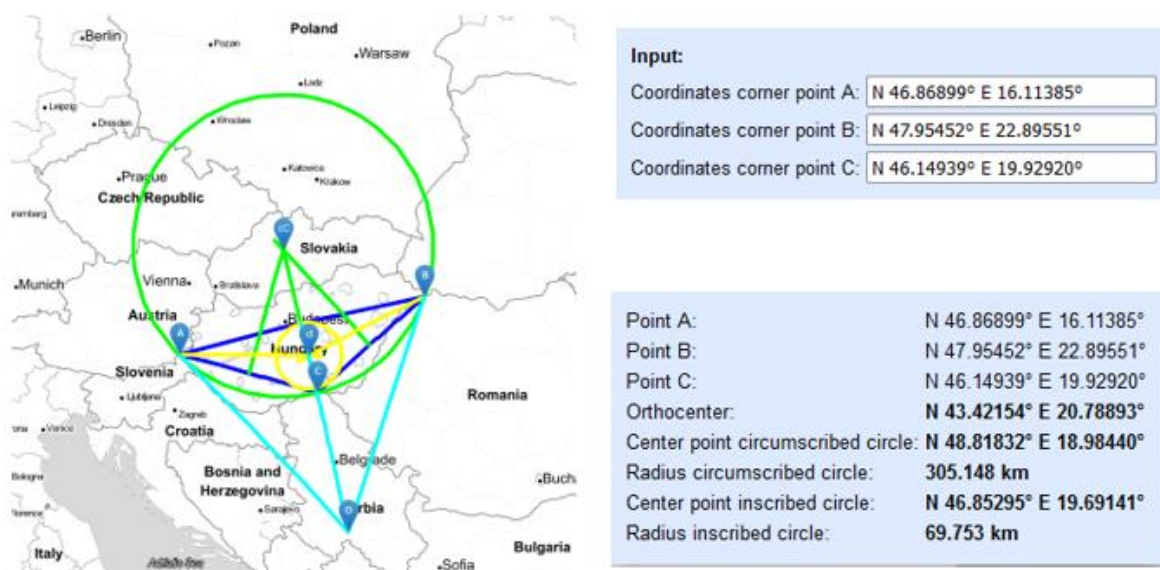
egységek definitívek, alakjuk adott, a rendelkezésre álló terület méretén nem lehetséges változtatni.

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 megcélozva, 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 szükség egy ilyen vizsgálatra. 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 helyének 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 tovább. 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**

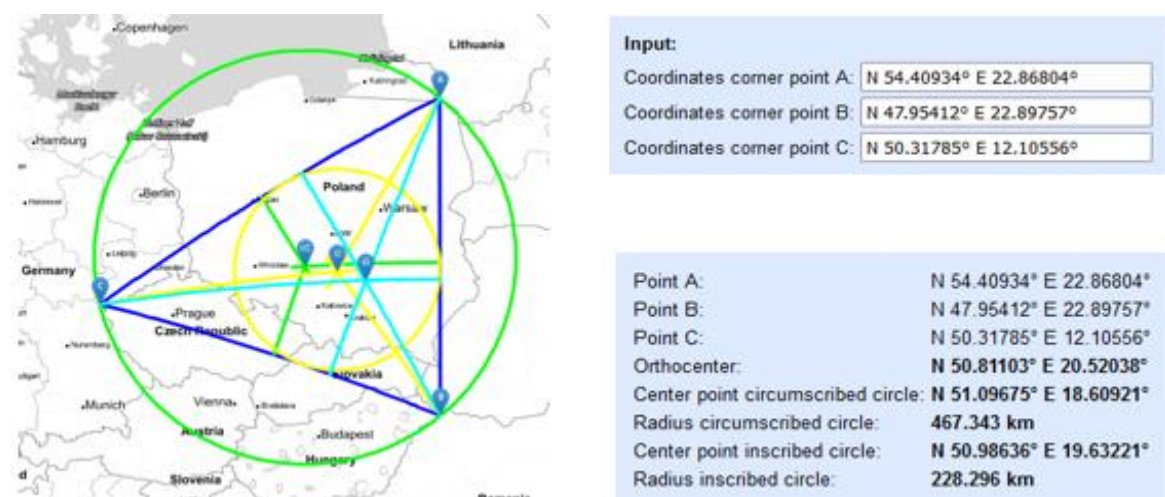
Az elrendezés azonnal megmutatja előnyös képességeit. Belföldi források helymeghatározásában a háromelemű elrendezés az ország közepső észak-északnyugati tengelyű egyharmadában kifejezetten jó goniometrszési szögeket biztosít. Ezt igazából a C állomás pozíciója teszi lehetővé, mivel az A és B goniopontok az ország közepső 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 gonioelrendezés - pontosság szempontjából - legkiemelkedőbb térsége. A déli oldalon Szerbia tekintetében a goniobázis főtengelyétől 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 türése, azonban ezzel párhuzamosan területi mérete rohamosan csökken.

### 2.3 Goniobázis vizsgálat a Visegrádi Együttműködés országai keretében

A Visegrádi Együttműködés országai (Csehország, Lengyelország, Szlovákia és Magyarország) szomszédos államok. Összességükben földrajzi szempontból egy viszonylag kompakt egységet képeznek. Közös területük 4,7-szerese hazánkénak.

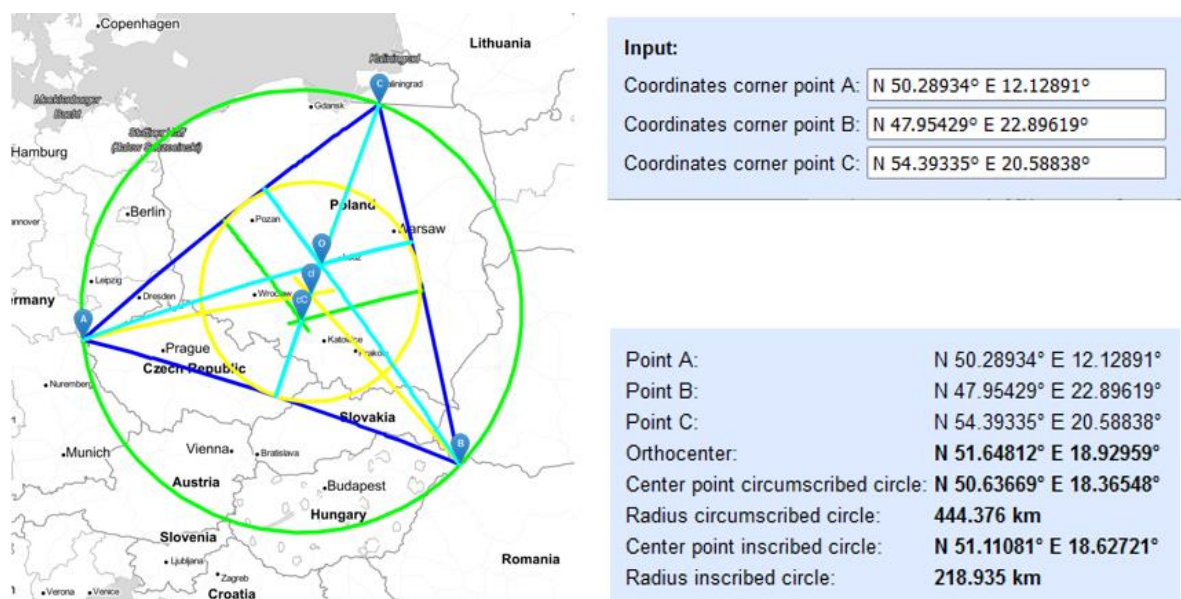
A magyarországi garbolci goniopontot felhasználva és nagykör méretét maximalizálva a négy ország esetében egy nagyon impresszív elrendezés adódik. Közös területükön elhelyezhető, maximalizált kerületű háromszög konstelláció szimulációs eredményeként egy közel ideális háromszög elrendezést kaptam. (2.2 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°-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 gonioelrendezést kapunk. Ebben az esetben a főkörív sugara mindössze 0.95%-al csökken. (2.3 ábra)



**2.3 ábra. Visegrádi együttműködés gonioelrendezés 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)



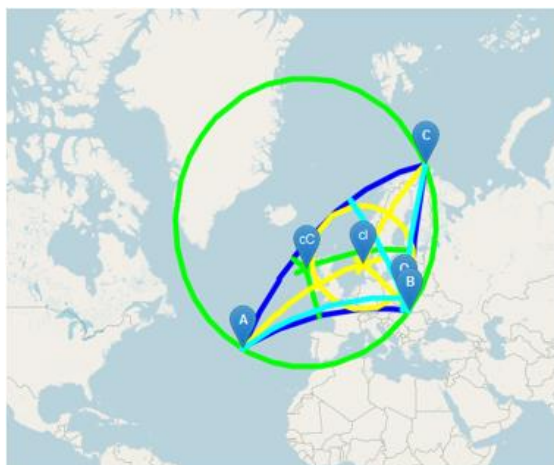
2.4 ábra. NATO tagállamok földrajzi elhelyezkedése

Forrás: [55]

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: N 39.43619° W 31.20117°

Coordinates corner point B: N 48.22467° E 22.67578°

Coordinates corner point C: N 71.08830° E 27.99316°

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 gonioközépponttól 2000-2300 km-re adódik az optimális mérési távolság. Ez alapján a vizsgált elrendezés belső körü területe az Egyesült Királyság, Svédország és Norvégia déli ¾ része, Németország, Benelux-államok és Franciaország. Külső körü 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.

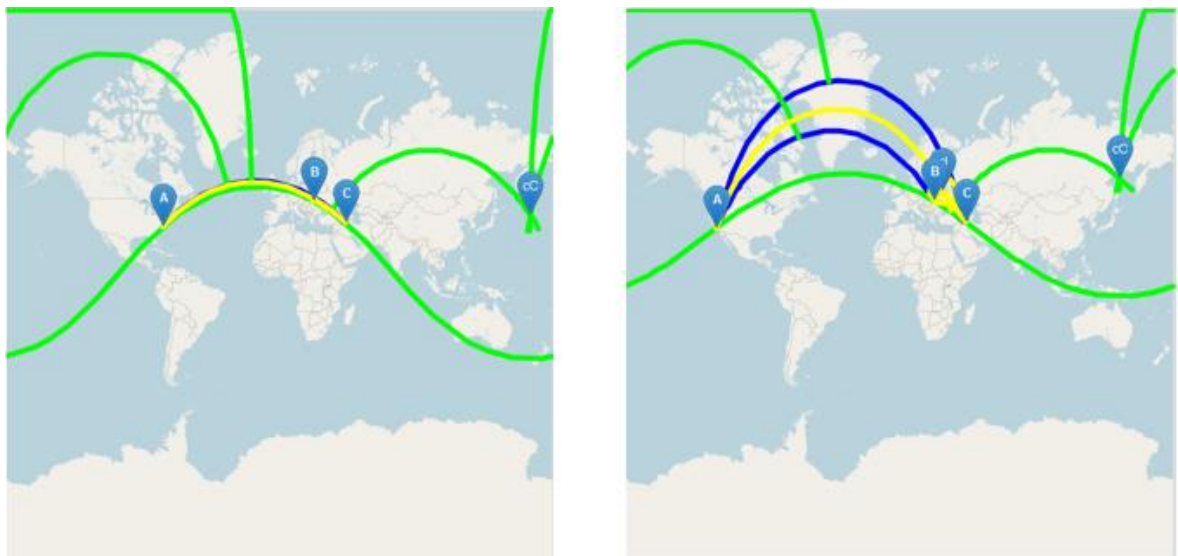
Tekintettel arra, hogy extrém távolságú jelforrások szervezeti keretben történő háromszögeléses méretése gyakorlatilag megvalósíthatatlan, a nagy ortodroma értékek miatt helyénvalónak tartom ez esetben az elrendezés két állomásos képességét is értékelni: Az AB és BC párok Észak- és Közép Afrika, valamint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

Szükséges azonban megjegyezni, hogy  $\pm 1^\circ$  irányszögmérés 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 minősége 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)



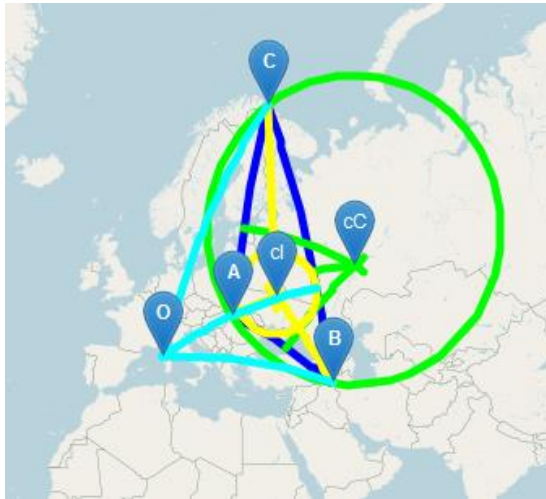
a.,  
2.6 ábra. NATO goniobázis modell geometriai elrendezése USA Keleti-parti (a.) és Nyugati-parti (b.) konstellációk esetén  
b.,  
Forrás: Szerkesztette a szerző



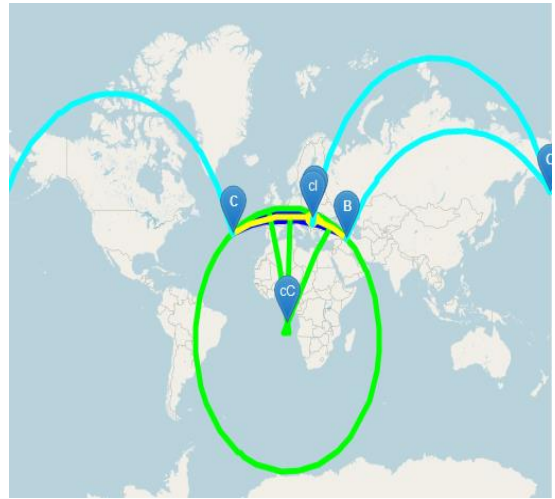
### **2.4.3 Goniobázis vizsgálatok NATO tagság keretében egyéb elrendezésekben**

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)

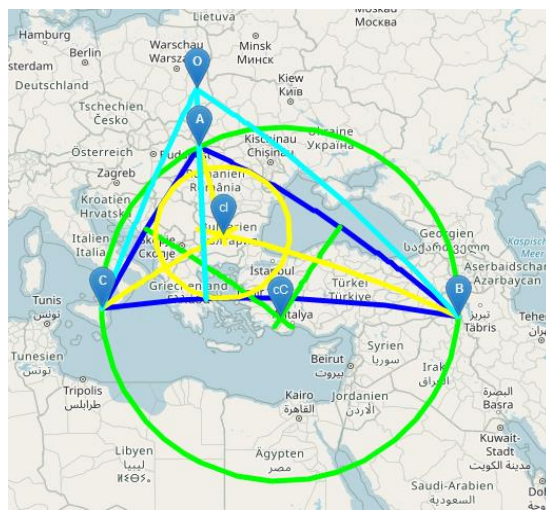
Az európai térségben szimulált elrendezések (norvég-török–magyar, portugál (Azori-szigetek)-török-magyar, olasz-török-magyar, észt-török-magyar, angol-spanyol-magyar, görög-spanyol-magyar) eredményei egyértelműen mutatják, hogy Magyarország földrajzilag központi elhelyezkedése, limitáltan képes módosítani egy NATO(Európa) szintű hárompontos elrendezés „irányultságán”. Az együttműködő partnerországok megválasztásával befolyásolható a kiskörök elhelyezkedés, de azok minden használható esetben gyakorlatilag európai NATO térségbe kerülnek, Magyarországtól jellemzően 500-1000km 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.



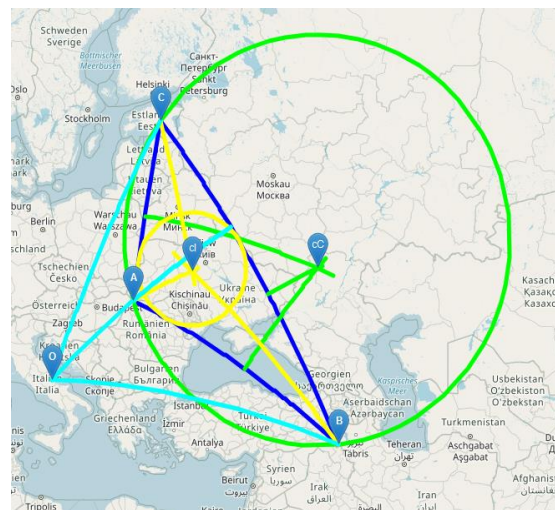
a.,



b.,



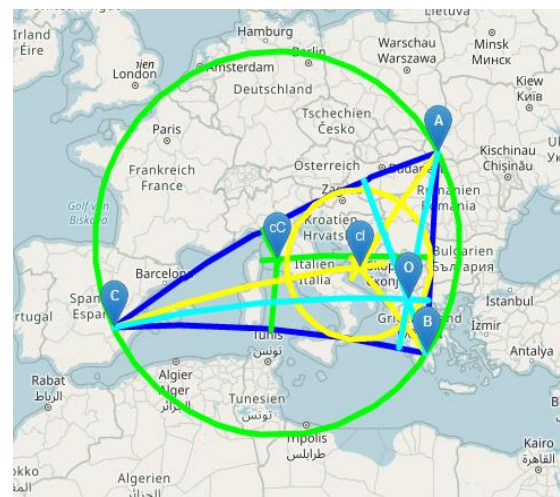
c.,



d.,



e.,



f.,

**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**  
**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 struktúrális 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 belsőköri vizsgálati szempontok szerint - kiváló adottságokkal rendelkeznek egy hárompontos goniobázis kialakítására. Az elrendezés belső köri 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 köri 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 iránymérőállomás 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 vesztés mellett lefedhetők.

Ezzel szemben a tömbből kifelé radiális irányokba történő helymeghatározás vonatkozásában a magyar szenzorok önmagukban, partneri együttműködés nélkül korlátozott lehetőségekkel bírnak. Kivételként megemlítendő 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 pontatlanságot 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, elkerülhetlenné 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 ágot és azok közösítését alkalmazó, diverzitivnek nevezett vételtechnikai módszer kifejlődéséhez.” [56]*

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

Az első tényleges diverziti vétel az RCA<sup>47</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>48</sup> vétel alapjait. [57], [58], [59], [60]

---

<sup>47</sup> RCA: Radio Corporation of America – Amerikai Rádiózási Társulás

<sup>48</sup> különböző földrajzi helyen egyidőben történő azonos rádióforrás jelének vétele

Később létrehozták az első nagytávolságú, megbízható, RCA Diversity Receiving System<sup>49</sup> elnevezésű rádióvevő rendszert, amely először kettő, majd később három elkülönített vevőből állt össze. [61], [62]

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. [63]

Természetesen szükséges megemlíteni, hogy fentiekén túl, voltak más kísérletek is a diverziti vevő megalkotására. A QST<sup>50</sup> 1939 szeptemberi számában S. Gordon Taylor bemutatta egy Hallicrafters SX-17 és egy Skyrider 5-10 vevők együttes alkalmazásán alapuló vételkísérlet eredményeit [64], majd nem sokkal a cikk megjelenése után Karl W. Miles, a Hallicrafters' vezető mérnöke megépítette az első duál diverziti<sup>51</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. [65], [66], [67]

Az ötvenes évek elejétől már a frekvenciatartomány alapú diverzitivitire is születtek sorozatgyártott megoldások a CRC<sup>52</sup> részéről. [68]

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 folyományaként 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. [69]

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.

---

<sup>49</sup> Diversity Receiving System – Diverziti vételi rendszer

<sup>50</sup> QST: QST Amateur Radio Magazin – Amatőr Rádiós Folyóirat, Q amatőr hívójel minden aktív amatőr részére

<sup>51</sup> Két önálló bemenettel rendelkező vevő eszköz beépített jelkombináló képességekkel. A diverzitivitét vétel típus módja a kezelő által választható

<sup>52</sup> CRC: Collins Radio Company – Collins Rádió Vállalat

### 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.

A diverziti vétel koncepcionális alapját az a feltételezés képezi, hogy több, függetlennek tekinthető átviteli csatornán az egyidőben bekövetkező mélyféding valószínűsége statisztikai szempontból csekélynek tekinthető. [70], [71]

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.

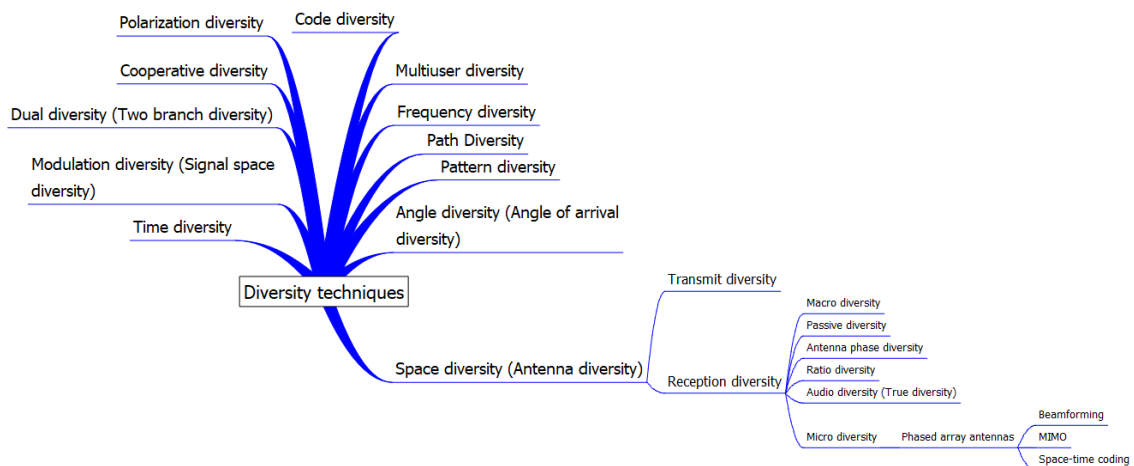
A diverziti vétel definíciójára és típusainak (részben) valamilyen részleges osztályozására számos irodalmi forrás áll rendelkezésre (pl.: [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80]).

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. [81]

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 szó szerinti 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)



<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)	Szögdiverziti (Beesési szög diverziti)	
Audio diversity (True diversity)	Alapsávi diverziti (Valós diverziti)	
Beamforming diversity	Nyaláb diverziti	
Code diversity	Kóddiverziti	
Cooperative diversity	Kooperatív diverziti	Együttműködő diverziti
Dual diversity (two branch diversity)	Kettős diverziti (Kétágú diverziti)	Duál diverziti
Frequency diversity	Frekvencia diverziti	Frekvencia diverziti
Macro diversity (Site diversity)	Makró diverziti (Hely diverziti)	
Micro diversity	Mikro diverziti	
MIMO diversity	MIMO diverziti <sup>53</sup>	
Modulation diversity (Signal space diversity)	Moduláció diverziti (Jeltér diverziti)	
Multiuser diversity	Többfelhasználós diverziti	
Passive diversity	Passzív diverziti	
Pattern diversity	Szórás diverziti	
Path diversity	Útvonal diverziti	
Phased array antenna diversity	Fázisvezérelt antenna diverziti	
Polarization diversity	Polarizációs diverziti	
Reception diversity	Vételi diverziti	Vevőoldali diverziti
Space diversity (Antenna diversity)	Térdiverziti (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	Adásdiverziti	Adóoldali diverziti

**3.1 táblázat Diverziti módszerek magyar nyelvű megfeleltetése**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

<sup>53</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 megnevezését.

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

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

- A felderítendő rádióforrás egyedi és felderítés megkezdésekor ismeretlen földrajzi elhelyezkedésű;
- 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 egy féle lehet);
- A rövidhullámú tartományban a  $\lambda/2$  félhullámhossz még a tartomány legtetjén 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 lehetőségek sokszínűségére, 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>54</sup> kerülnek. A megfelelően megválasztott antenna távolság biztosítja, hogy a vételi ágakon vett jelek korrelálatlannak 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. [82]

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>55</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 hozzáadékkal rendelkezik az egyvevős rendszerhez képest, mint bármelyik további vételi helyek hozzáadásával rendelkező többvevős rendszer járulékos hozzáadéka;

---

<sup>54</sup> Fontos kifejezés, mivel diverziti vétel esetében egyáltalán nem jelösszegzésről beszélünk

<sup>55</sup> A vételi helyek távolsága nagyságrendileg kisebb az adó és vételi helyek távolságához képest

- a több vételi helyet és többutas terjedést is kezelő (tér-idő diverziti) vételi módszerek további nyereséget eredményeznek. [69]

A vevő antennák 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 korrelálatlannak tekinthetők, emiatt az antenna távolság növelésével a mély féding kialakulásának valószínűségi tényezője jelentősen csökken. [72], [75]

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. [83]

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 (Isd.4. fejezet).

### 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. [74]

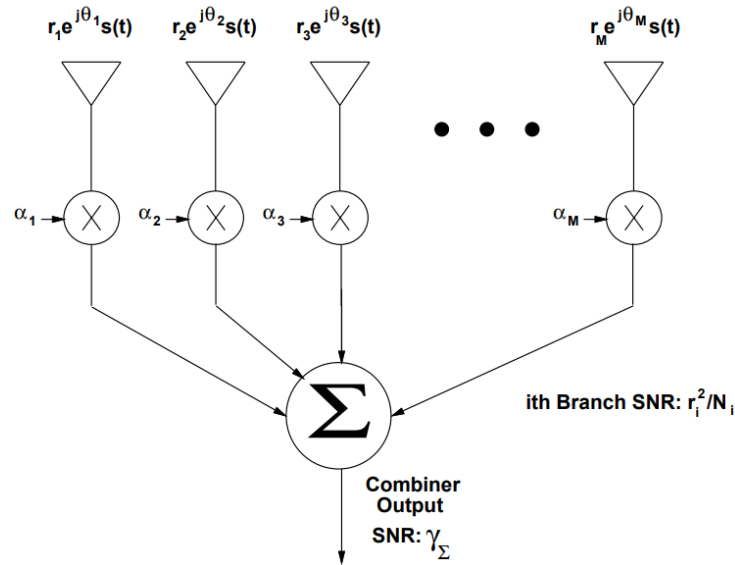
A kutatási feladatom szempontjából fontos megállapítás továbbá, hogy a nyaláb diverziti alkalmazása önálló, elkülönített antennák alkalmazásával tekinthető a makró diverziti egy alváltozatának. (Ez az opció nem került az összefoglaló ábrán feltüntetésre). Továbbá a MIMO technológia szintén vizsgálható, mind az adó-, mind a vételi diverziti típusaként.

Ez utóbbi technológia elsősorban a magasabb frekvencia tartományokban 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. [84]

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 korrelátlansága biztosított. A szórás diverziti önállóan soha nem kerül alkalmazásra, általában a térdiverziti kiegészítéseként fordul elő. [85]

### **3.2 Jelkombinációs eljárások átviteli jellemzőinek elemzése/vizsgálata**

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: [85] , [86] alapján szerkesztette a szerző

A lineáris leírásmódban alapvetően koherens információs csatornák 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 családja, illetve az Evolúciós algoritmus alapú súlyozási módszerek köre.

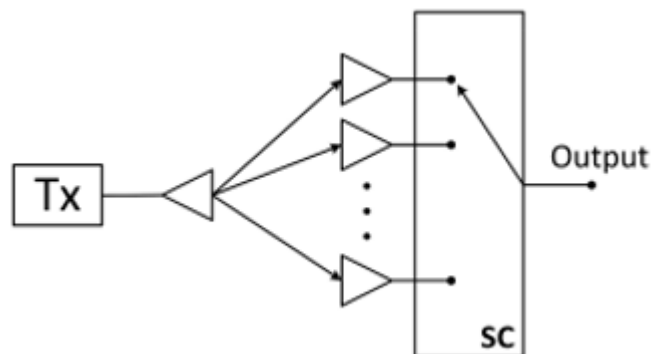
### 3.2.1 Konvencionális jelkombinálási eljárások

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>56</sup> kombinálási eljárásban a jelközösítő a legnagyobb  $SNRr_i^2/N_i$  értékkel rendelkező ágot választja a kimenetre.



3.3 ábra. SC Selection combining eljárás blokkvázlata  
Forrás: [87] 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>57</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 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:

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

<sup>56</sup> SC: Selection Combining - kiválasztó kombináló eljárás

<sup>57</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

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

M águ diverziti esetén  $\gamma_{\Sigma}$ <sup>58</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  $r_i$  korrelátlan 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) [88]

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 kapcsolgatásával 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>58</sup>  $\gamma_{\Sigma}$ : A közösítő eredő kimeneti jel-zaj viszony értéke



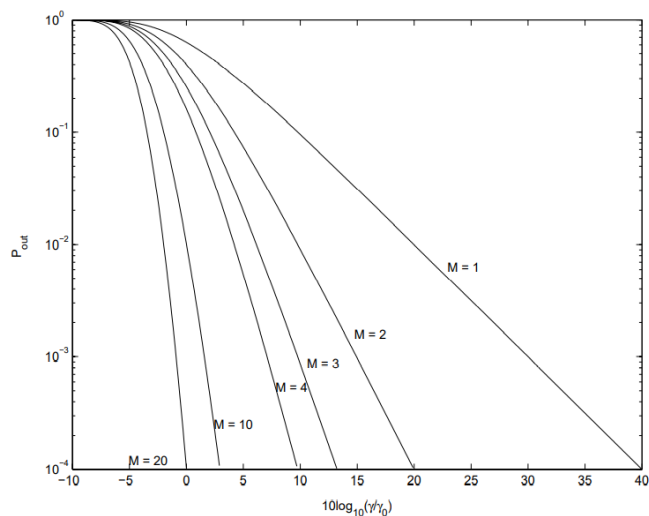


Figure 7.2: Outage Probability of Selection Combining in Rayleigh Fading.

**3.4 ábra. SC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR viszony az ágszám függvényében  
Rayleigh féding esetén  
Forrás: [87] alapján szerkesztette a szerző**

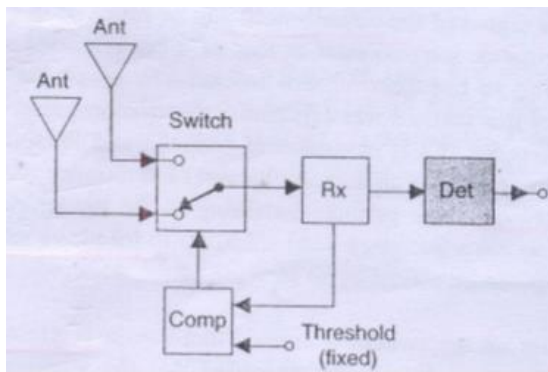
Az ebben az eljárásban elérhető legjobb pillanatnyi SNR érték maximuma az adott időpontban legjobb pillanatnyi SNR-el rendelkező ág minőségének felel meg.

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 hozadékat eredményez, azaz általánosságban az átlagos kimeneti relatív SNR növekedési hányad a vételi csatornaszám növelésével drasztikusan csökken. [89], [90], [91]

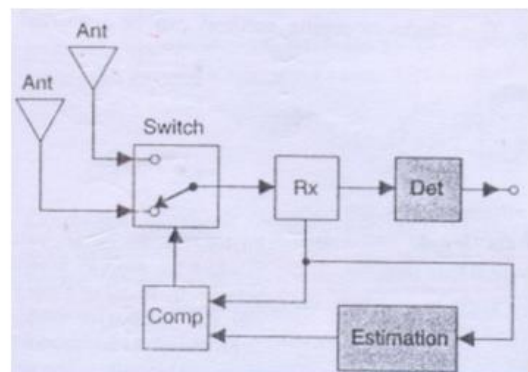
### 3.2.1.2 Switching vagy Switch and Stay Combining

Az SSC folytonos jelátvitelű rendszerben az egyes ágak pillanatnyi saját SNR értékének figyeléséhez a csatornához dedikált vevőkre van szükség. A módszeren belüli TC<sup>59</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.

<sup>59</sup> TC Threshold Combining – Küszöbértékes jelválasztás



a.,



b.,

**3.6 ábra. SSC eljárás blokkvázlata fix (a.) és változó (b.) küszöbérték esetén**  
**Forrás: [92] alapján szerkesztette a szerző**

A kimenetre annak a csatornának a jele kerül, amelyik SNR értéke először meghaladja 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 - ágat választ a kimenetre. A kiválasztásra számos feltétel alapján van lehetőség, melyek közül a legegyszerűbb a véletlenszerű kiválasztás. [93]

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>60</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. [94]

Hátránya, hogy véletlenszerű döntés esetén, amennyiben ágváltáskor a választó nem talál küszöbszint feletti csatornát, úgy folyamatos csatorna keresési ciklusba kerül, amíg

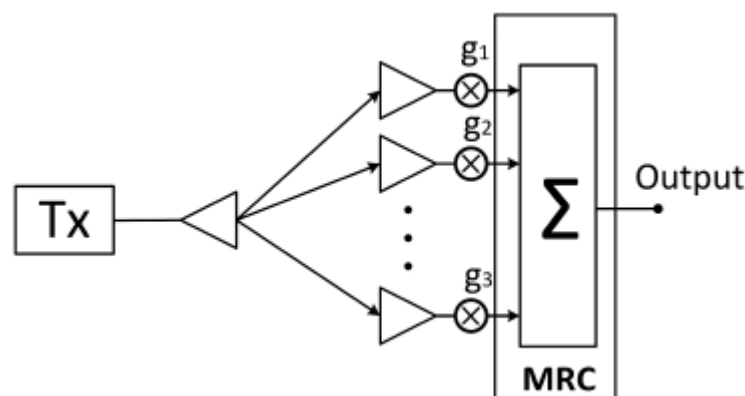
<sup>60</sup> SSC: Switch and Stay Combining - Váltó-tartó jelválasztás

kedvezőbb vételi körülmény be nem áll, ideiglenesen átmeneti küszöbszint alatti vételi helyzetet kényszerítve ezzel az átviteli rendszerre. [95], [96]

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 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 Maximal Ratio Combining

A Maximum Ratio Combining (MRC)<sup>61</sup> eljárás valamennyi bejövő ágat 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.



3.7 ábra. MRC Maximum Ratio Combining eljárás blokkvázlata  
Forrás: [87] alapján szerkesztette a szerző

Mivel a bejövő ágak jelei fázis kiegyenlítettek, minden ágra

<sup>61</sup> MRC - Maximal Ratio Combining – Maximális arányú jelkombináló eljárás

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

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 valószínűséget 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

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

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 eljárásához, 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>62</sup> eloszlást eredményez

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

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

---

<sup>62</sup>  $\chi^2$ , khi-négyzet, Khi<sup>2</sup> eloszlás:  $k$  szabadságfok esetén  $k$  darab független, normális eloszlású valószínűségi változó négyzetösszege

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

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.

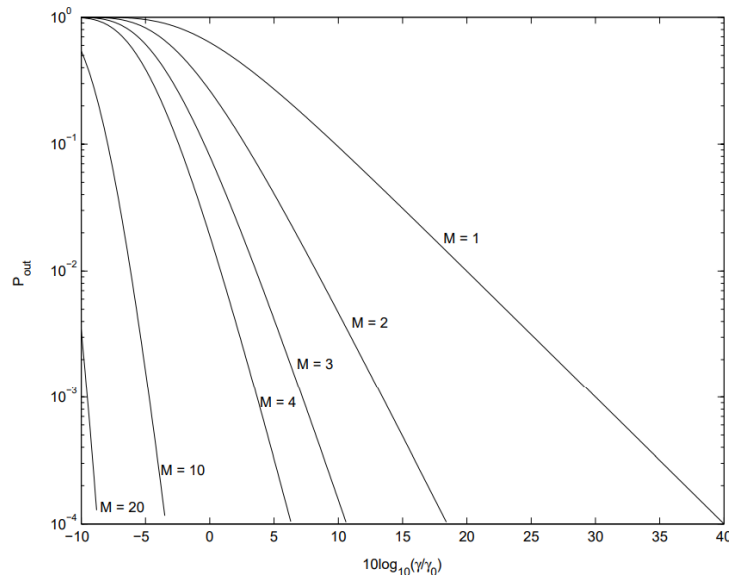


Figure 7.5:  $P_{out}$  for MRC with i.i.d. Rayleigh fading.

### 3.8 ábra. MRC eljárás kimenő teljesítmény és relatív SNR viszony az ágszám függvényében Rayleigh féding esetén

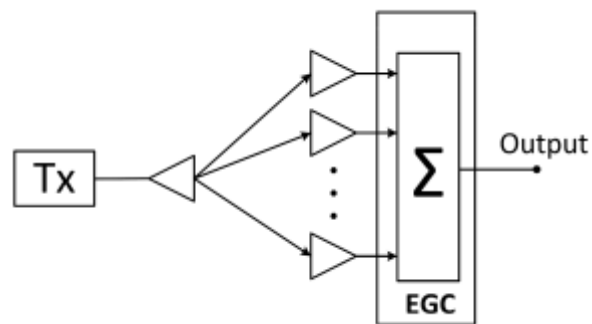
Forrás: [87] alapján szerkesztette a szerző

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. [97], [98], [99]

### 3.2.1.4 Equal Gain Combining

Az Equal Gain Combining (EGC)<sup>63</sup> egy egyszerűbb megoldás, amely a bejövő egyedi csatorna jeleket koherensé teszi és azonos  $\alpha_i = e^{-j\theta_i}$  súlyozással kombinálja azokat.



3.9 ábra. Az EGC eljárás blokkvázlata  
Forrás: [87] 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.

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

<sup>63</sup> EGC: Equal Gain Combining - egyenlő erősítésű jelkombináló eljárás

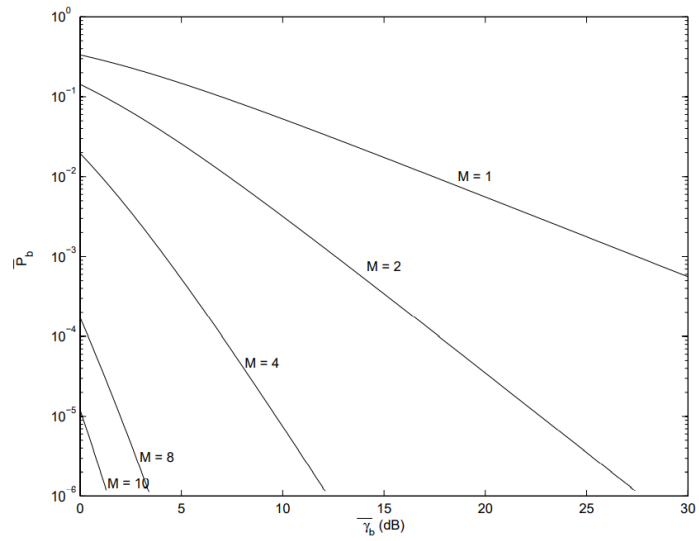


Figure 7.6:  $\bar{P}_b$  for MRC with i.i.d. Rayleigh fading.

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

**Forrás: [87] alapján szerkesztette a szerző**

Megvalósítása komplikált áramköri megfontolásokat igényel, azonban jó hatékonysággal alkalmazható azokban az esetekben, amikor nem, vagy csak korlátozottan lehetséges az egyedi csatornák jellemzőit meghatározni. [90], [91]

### 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)

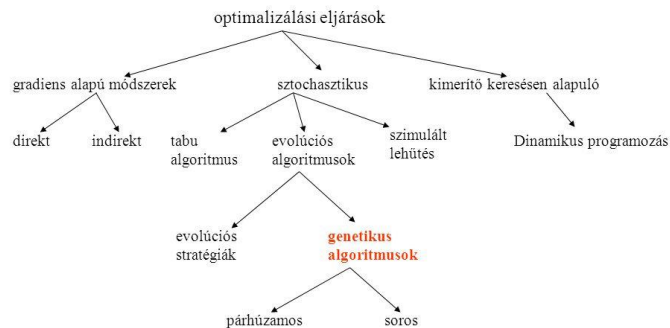
A GA Genetic Algorithm<sup>64</sup> módszer eredetileg a fejlődéstan modellezéséből eredeztethető. Az eljárás lényege, hogy a populáció véletlenszerűen előállított kromoszóma térképének rendszerbe juttatásával vizsgálja egy bizonyos kitűzött célnak (a fejlődési folyamat valamilyen jellemző értéke bizonyos kritérium feltételnek) történő megfelelését.

---

<sup>64</sup> GA: Genetic Algorithm -Genetikai algoritmus



## A genetikus algoritmus helye az optimalizálásban



Álmos A. et.al, Genetikus algoritmusok, Typotex, Budapest, 2002, pp. 21

**3.9 ábra. Genetikus algoritmusok helye az optimalizálásban**  
**Forrás: [100] 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. [101]

Az optimalizációs folyamat során egyre "alkalmasabb" populációk jönnek folyamatosan létre az addig kiformalódott legjobb kromoszómái térkép "túlélésének" elve alapján. A GA folyamat terminológiájában az utód nemzedék létrehozásának evolúciós folyamatának ciklusonkénti eredményét generációnak nevezzük. [102]

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>65</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.

<sup>65</sup> IPA: Imperialist Competitive Algorithm – Birodalmi versenyzéses algoritmus

Működési elvének alapja, hogy a kezdeti birodalmak megalakulása után megkezdődik az evolúció. Az egyes birodalmak gyarmatai elkezdnek 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. [103]

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.

### **3.2.2.3 Particle Swarm Optimization (PSO)**

A Particle Swarm Optimization (PSO)<sup>66</sup> részecske-raj-optimalizálás egy populáció-alapú sztochasztikus optimalizációs algoritmus, amely egyes állatok, például madár-rajok vagy halrajok intelligens kollektív viselkedésén alapszik.

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.

---

<sup>66</sup> PSO: Particle Swarm Optimization – Részecske raj optimalizálás

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. [104]

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

### 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, sáv szélesség, 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>67</sup> - mint minőségi jellemző – kutatásomban célszerűen a jel SNR<sup>68</sup> értékével összefüggő BER<sup>69</sup> bithibaarány értékével vizsgálható a gyakorlatban.

A digitális kommunikációban vagy adatátvitelben a különböző digitális modulációs sémák BER bithibaarány teljesítményének összehasonlításakor előnyösen alkalmazható az  $E_b/N_0$ , 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 sáv szélességére (beleértve a szórt spektrum használatát is). Az  $E_b/N_0$  sáv szélességtől független jellemzőként a jel normalizált jel-zaj arány (SNR) vagy "bitenkénti SNR" értéket adja meg.

Ha azonban a jel sáv szélessége jól meghatározott, akkor az  $E_b/N_0$  is egyenlő a adott sáv szélességen értelmezett SNR jel-zaj viszony érték és a link "bruttó" spektrális hatékonyságával (bit/s·Hz) -ben, ahol a bitek ebben az összefüggésben a hasznos

---

<sup>67</sup> QoS: Quality of Service – szolgáltatás minőség

<sup>68</sup> SNR: Signal to Noise Ratio – Jel-zaj viszony

<sup>69</sup> BER: Bit Error Rate – Bithibaarány

információ adatbitekre vonatkoznak, függetlenül a hibajavításból adódó járulékos sáv szélességtől és a moduláció típusától. [105]

Az  $E_b/N_0$  értéket interferencia korlátozott csatornákon körültekintően kell használni, mivel 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. [106]

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;

#### **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)

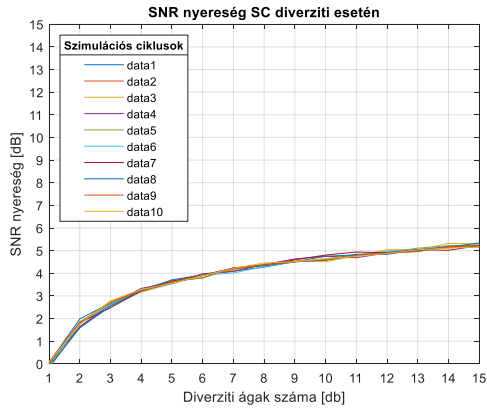
A fenti vizsgálati szempontokhoz a további módszertani célkitűzéseket határoztam meg:

- A szimuláció egyértelmű összefüggések kimutatását célozza meg
- Determinisztikus összefüggések esetén a bemenő és kimenő értékek között stacionárius összefüggések állnak fenn, ezért a modell vizsgálatkor elegendő 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 eredmények szórás képe megállapításához többszörös szimulációs lefutás alkalmazása indokolt
- az eredmények áttekinthetősége érdekében a grafikus megjelenítést célszerű előnyben részesíteni

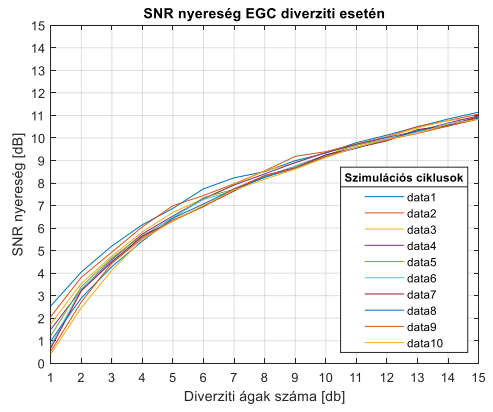
Az egyes jellemzők vagy jellemző csoportok vizsgálatához a MatLab szimulációs környezetet választottam. A szimulációkhoz készített kódok szkripjeit a 5. számú melléklet tartalmazza.

### **3.3.1.1 SNR nyereség változása a diverziti csatornaszám tükrében**

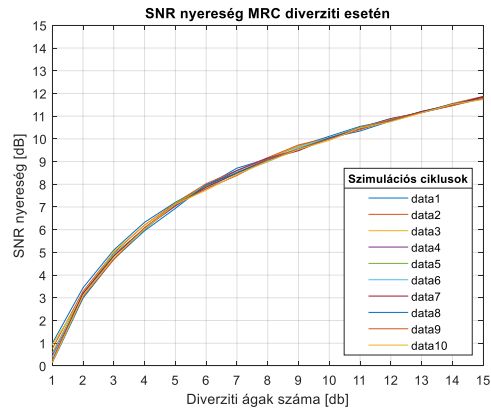
Az elméleti diverziti jellemző szimulációs vizsgálatát egy általános, viszonylag egyszerű modellben végeztem, ahol az SNR változás jellemzőit hasonlítottam össze Rayleigh eloszlású csatornamodellen a legegyszerűbb digitális moduláció (BPSK) alkalmazásával. A különböző kombinációs módok jel-zaj viszonyainak alakulását a diverziti ágak számának függvényében a 3.10 és 3.11 ábrák összegzik.



(a)



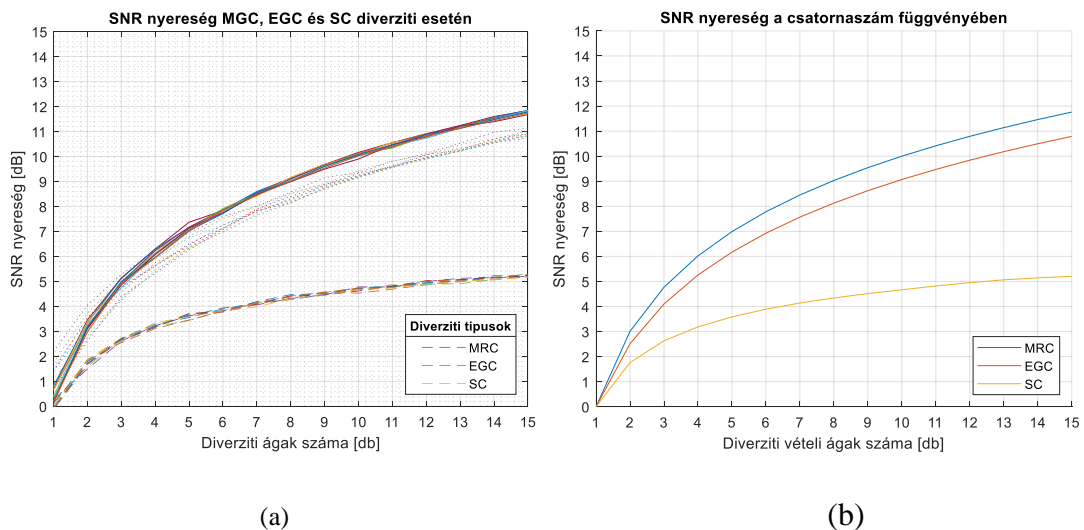
(b)



(c)

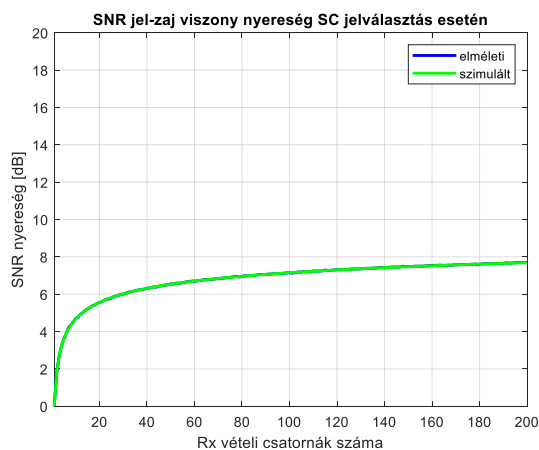
**3.10 ábra. Diverziti nyereség a diverziti vételi ágak száma függvényében (a.,) SC, (b.,) EGC és (c.,) MRC jelkombinálás esetén**

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



**3.11 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 ágyszám növelésének hatása már alacsony értékek esetén is tendenciózus hatékonyságváltozást jelez előre. A determinisztikus és empirikus leírásmódok is igazolják, hogy térddiverziti 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. (3.12 ábra)

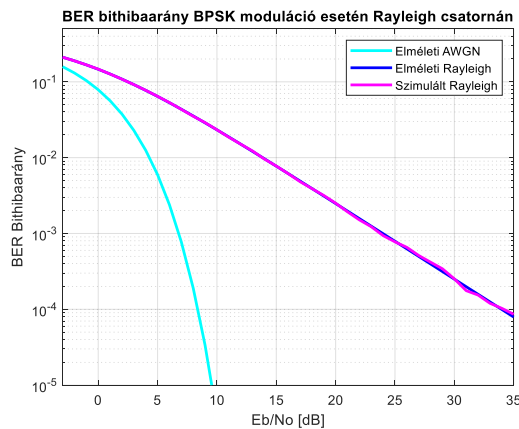


**3.12 ábra. SC diverziti nyereség elméleti és szimulációs értéke a diverziti ágak számának függvényében**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>©</sup> (SC\_SNR\_novekmeny.m)**



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

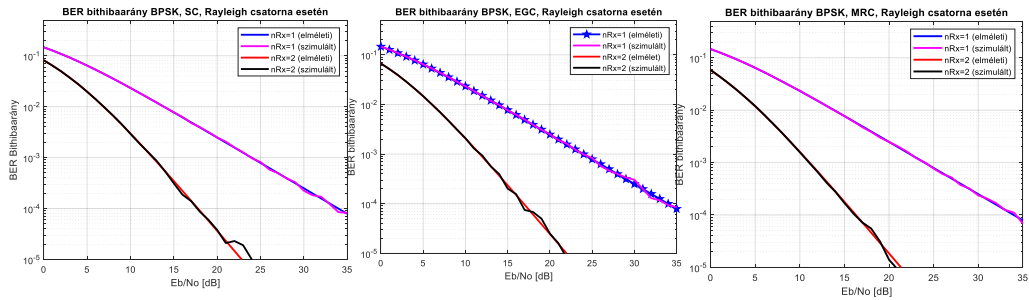
BER bithibaarány változása az  $E_b/N_0$  függvényében különböző rádiócsatorna modellek összevetése szemléletesen tükrözi az egyes modellek átviteli sajátosságait. Ennek keretében a Rayleigh csatornamodell elméleti és szimulációs átviteli karakterisztikáját a 3.14 ábrán mutatom be. Összevetésnek az ábra tartalmazza az elméleti AWGN görbét is.



**3.14 ábra. BER bithibaarány BPSK moduláció és Rayleigh csatorna esetén AWGN viszonyítással**  
Forrás: Szerkesztette a szerző, [107] 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 [108], [109]

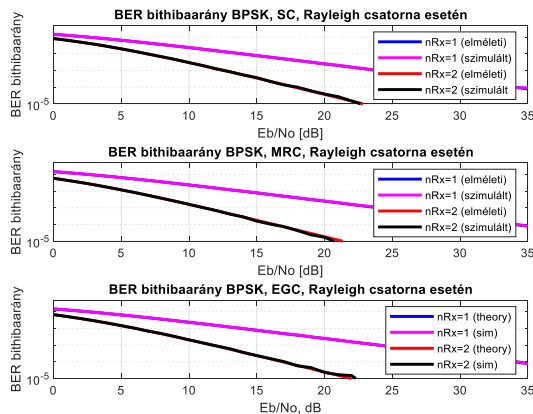
Hasonló átviteli vizsgálatot végezve Rayleigh csatorna esetén, BPSK modulációval, a különböző (SC, és EGC) jelkombinációk esetén a 3.15 ábrát kapjuk. Az egy átviteli utas és két diverziti vételi ágra szimulált eredmények is alátámasztják, hogy már két diverziti vevő alkalmazása is közel akkora vételi "nyereséget" eredményez, mint amekkora egy vételi ág esetén a Rayleigh és AWGN model között kimutatható.



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

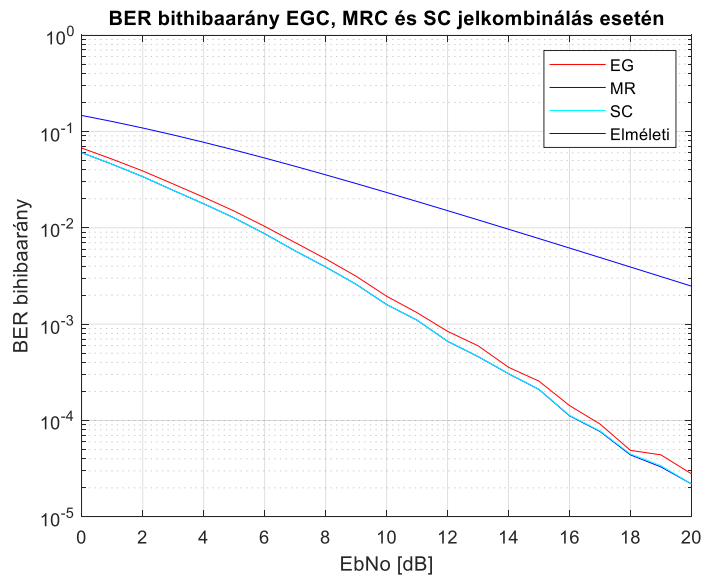
**Forrás: Szerkesztette a szerző, [107] alapján**

Az SC, MRC és EGC jelkombinációk összevethető grafikai megjelenítését egy típusú (itt Rayleigh) csatorna esetén, egy és két vételi ággal a 3.16 ábra , valamint összefoglaló megjelenítésüket a 3.17 ábrák tartalmazzák:



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

**Forrás: Szerkesztette a szerző, [107] alapján**



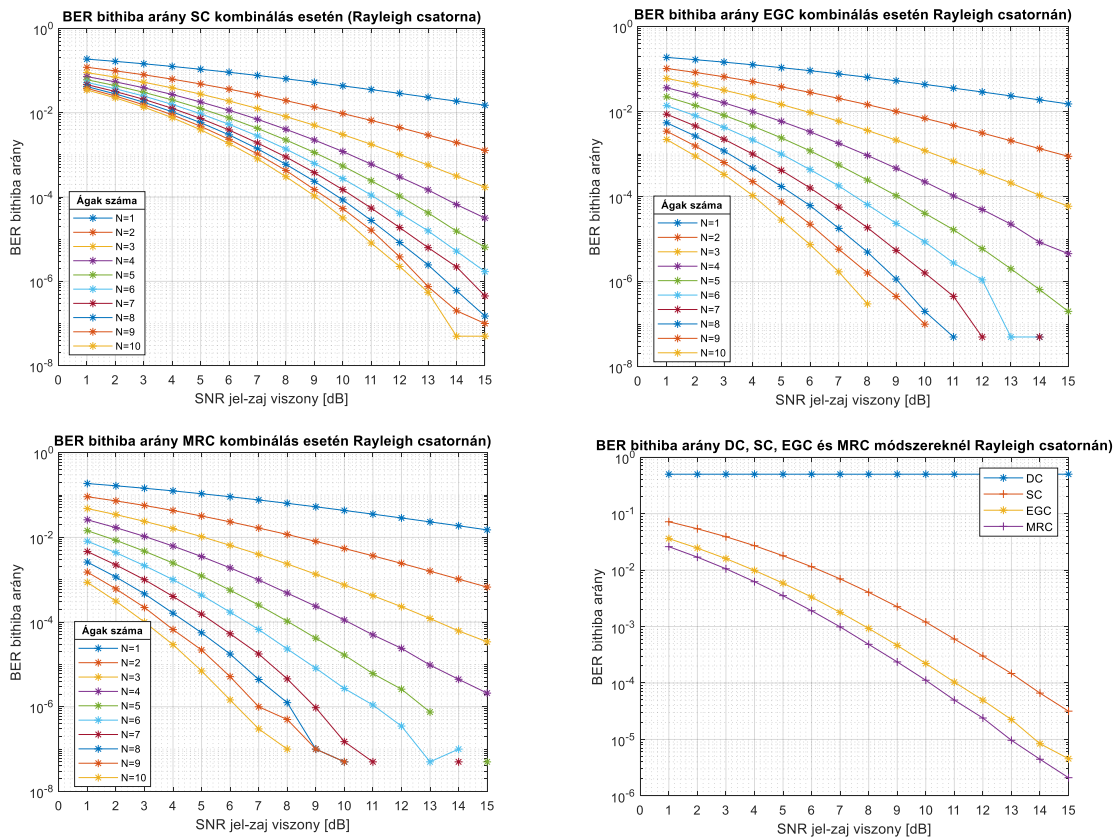
**3.17 ábra. BER bithibaarány, EGC, MRC és SC jelkombinálásokkal**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>®</sup> (BER\_EGC\_MRC\_SC.m)**

A szimulációs modelleknél a csatorna paraméterek valószínűségi számításához a Monte Carlo<sup>70</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 3.18 ábra szemlélteti.

---

<sup>70</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.



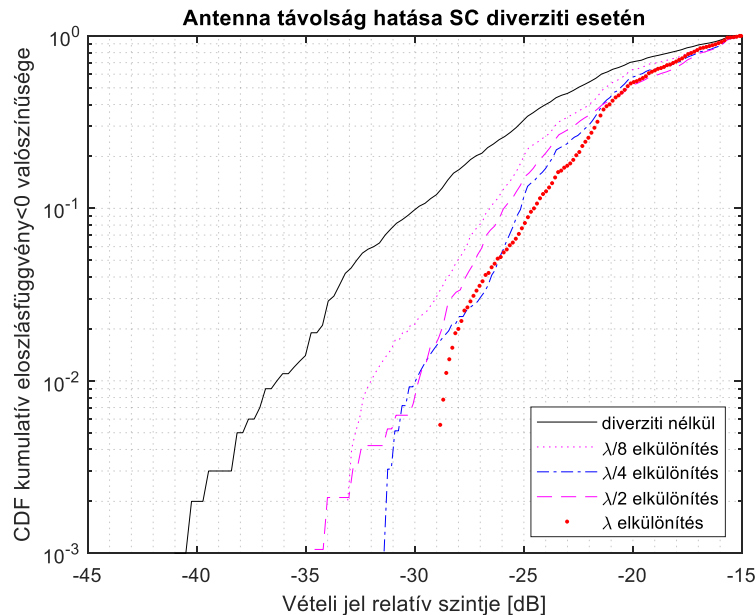
**3.18 ábra. BER bithibaarány SNR függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző, Matlab<sup>©</sup> (QPSK\_BERvsSC\_EGC\_MRC\_Rayleigh\_Rice\_.m)

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.

Érdekessége ez utóbbi ábrának, hogy az ilyen minőségű grafikus eredmény eléréséhez a szimulációs ciklusszámot milliós nagyságrendbe kellett beállítani egy viszonylag erős (AMD 3600x 6 magos, 16 GBRAM, M.2 SSD drive) hardver és Win10, 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. (3.19 ábra)



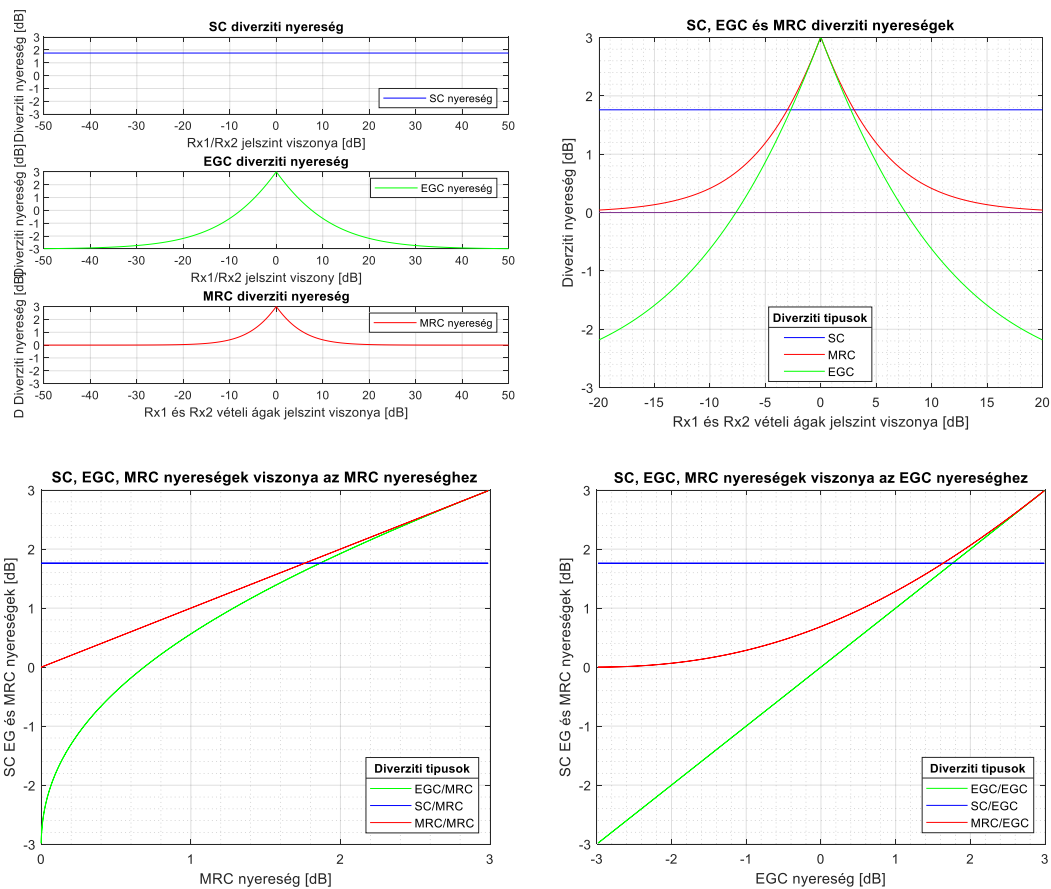
3.19 ábra.  $\lambda$ -szintű diverziti távolság hatása SC jelkombinálás esetén  
Forrás: [110] alapján szerkesztette a szerző

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 keresztlemezés

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

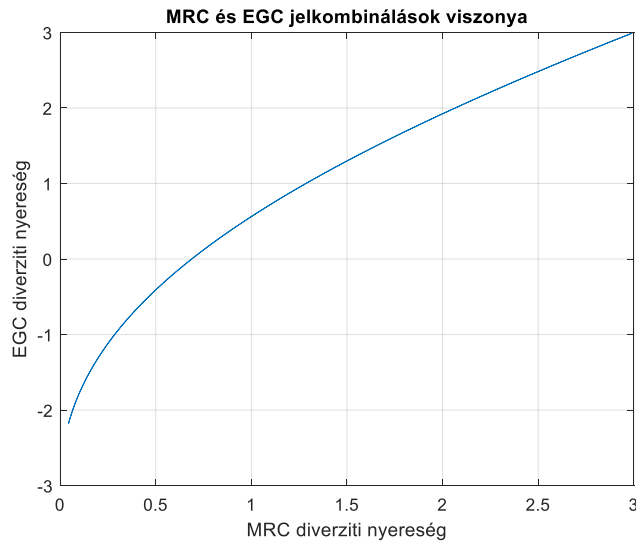
Felmerült bennem a felvetés, hogy lehetséges-e és olyan informatív eredményeket tud-e biztosítani egy megjelenítés vagy megjelenítések, amelyekben nem az egyes kombinációs módok azonos paraméterek mentén történő elemzését végzem, hanem az egyes eljárások nyereségét vizsgálom a diverziti ágak jelszintjének 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 3.20 ábra tartalmaz.



**3.20 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 jelzajviszonyozint 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 3.21 ábra mutatja:



**3.21 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 a következőket:

SNR nyereség változása a diverziti csatornaszám függvényében egyértelmű pozitivitást mutat. Azonban a szimulációk is igazolták, 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 kereszttelemzés 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**

Próbálva annak az alapvetésnek pozitív megválaszolását megtenni, hogy magyarországi területén megvalósítható-e emelt hatékonyságú diverziti alapú stratégiai adatgyűjtő rendszer, magától értetődően adódik az előző fejezetben ismertetett elméleti szimulációs modellek gyakorlati mérésekkel történő alátámasztása.

### **4.1 Gyakorlati diverziti mérés**

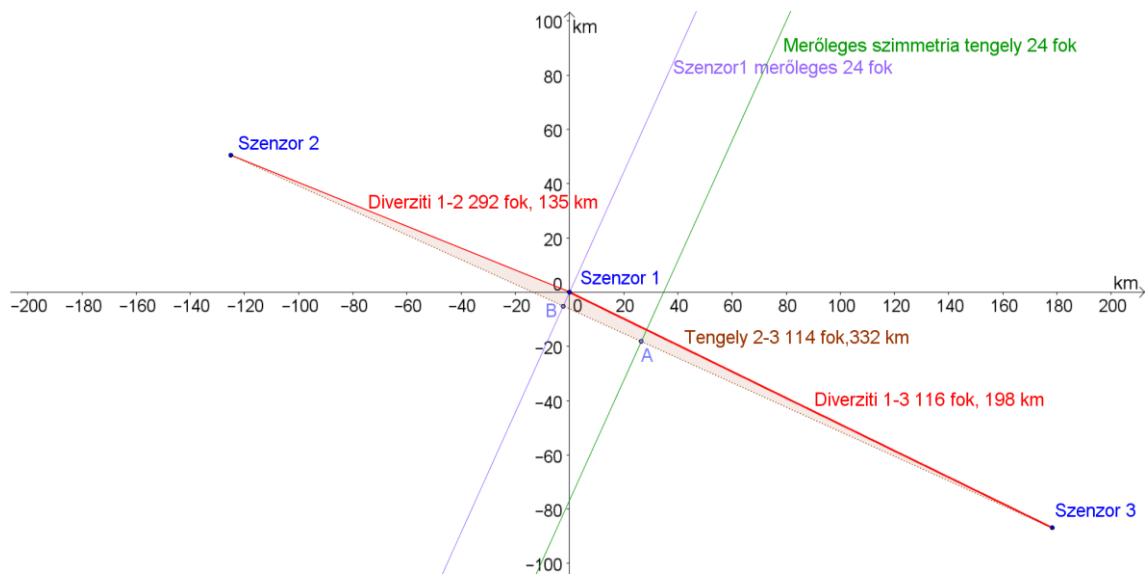
A valós terepi mérések elvégzésének céljaként az előre definiált sáv tartományban jelentkező, ismert adástípusú forgalmazások többnapos folyamatos rögzítését tűztém ki célul, annak érdekében, hogy a mérés eredményeként kiértékelhető és jövőbementató következtetések legyenek megállapíthatók egy egyszerűsített 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)

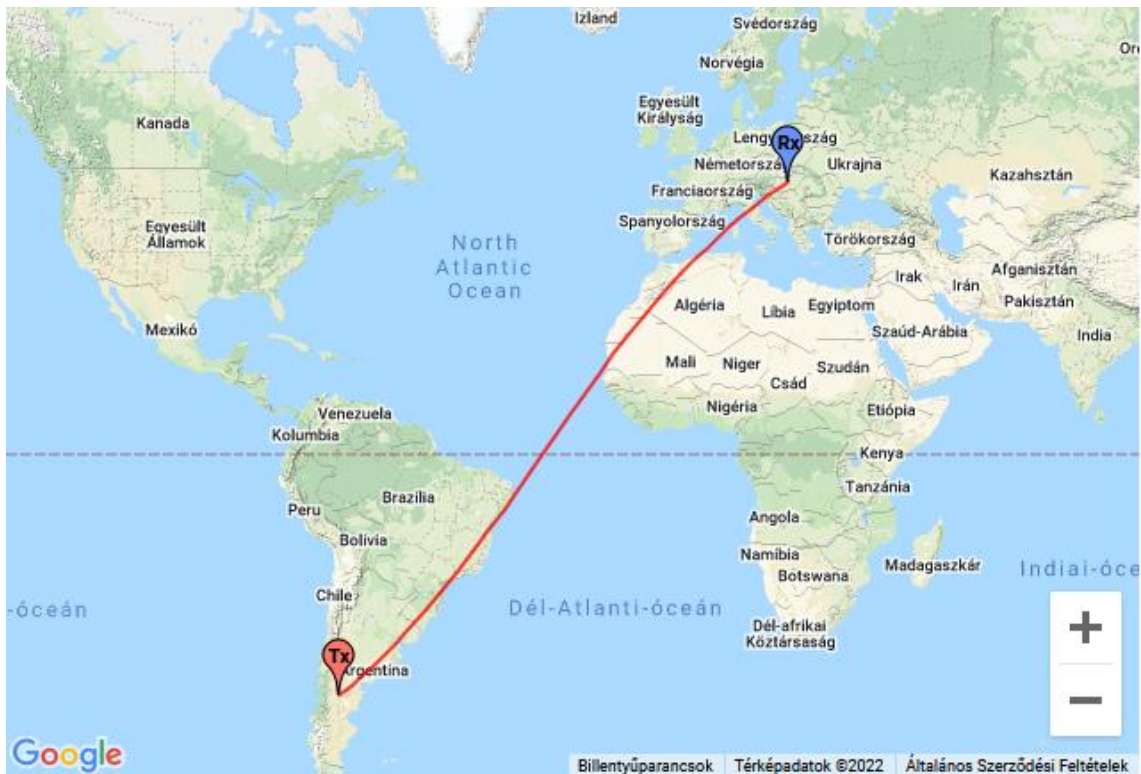


**4.1 ábra. Diverziti mérés földrajzi-geometriai elrendezése**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző, GeoGebra<sup>®</sup> alkalmazással

Az ábra szemlélteti, hogy a sorvonalas elrendezés minimális eltéréssel kialakíthatóvá vált. A Szenzor 1-2 és Szenzor 1-3 tengelyek eltérése 4 fok, amelyeket gyakorlatilag megközelít a Szenzor 2-3 nagytengely egyenese.

Az elrendezés elméleti merőleges szimmetria tengelye Szenzor 1 telephelytől mintegy 29 km-es aszimmetriát jelent, míg a központi Szenzor 1-nek az A és B pontokon átmenő elvi merőlegestől való eltérése 4.7 km-re adódik. Tekintettel Szenzor 2 és Szenzor 3 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.



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°/204°-os merőleges fő tengelyét, a vizsgálandó források körét a Magyarországról 204° ±30° azimut irányszög alatt látható rádióforrások köréből választottam ki.

A mérések lefolytatását rádiótávírással 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 sáv tartományra 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 sáv tartomány ionoszférikus terjedésének számítására, összeköttetés tervezéséhez számos nemzetközi online felület áll rendelkezésre. Jelen tanulmányban 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>71</sup> [111]
- I-ESC Ionospheric Weather Expert Service Centre,<sup>72</sup> [112]
- VOACAP<sup>73</sup> [113]
- SWS<sup>74</sup> Space Weather Services [114]
- Propopy HF Propagation Prediction<sup>75</sup> [115]
- RSGB Online Propagation tools<sup>76</sup> [116]
- RadCom online Propagation Prediction Tools<sup>77</sup> [117]
- Hamwaves Real-Time HF Propagation Prediction Portal [118]

Fentiekén túl figyelembe vettem még az ITU Rec. ITU-R P.533-6<sup>78</sup> HF PROPAGATION PREDICTION METHOD 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.

Predikációs lehetőséget biztosít az E réteg kritikus frekvencia értékének becslésére valamint az E és F2 rétegek LUF<sup>79</sup> és MUF<sup>80</sup> frekvencia értékeinek számítására a 2-30

---

<sup>71</sup> NOAA Space weather Prediction Centre - Az Amerikai Egyesült Államok Atmoszféra Előrejelző Szolgálat

<sup>72</sup> I-ESC Ionospheric Weather Expert Service Centre – Európai Űrügynökség terjedés előrejelző szoftvere

<sup>73</sup> VOACAP: Voice of America Coverage Analysis Program – Amerika Hangja lefedettség elemző szoftver

<sup>74</sup> SWS: Space Weather Services - Az Ausztrál kormány Meteorológiai Hivatala

<sup>75</sup> Propopy: Az ITU ITURHFPROP alapú terjedés szimulációs szoftver ITU-R P.533-14 ajánlás alapján

<sup>76</sup> RSGB: Radio Society of Great Britain – Egyesül Királyság nemzeti rádióamatőr egyesülete

<sup>77</sup> RadCom: Az RSGB online terjedésszámító szoftvere

<sup>78</sup> ITU rövidhullámú összeköttetés paraméter számítási ajánlása

<sup>79</sup> LUF : Lowest Usable Frequency - Használható minimális frekvenciaérték

<sup>80</sup> MUF: Maximum Usable Frequency – Használható maximális frekvenciaérték

MHz sáv tartományban. A számításokhoz alkalmazható tartalmi megközelítése alapján – elsősorban adóoldali tervezés szempontjából kamatoztatható, konkrét időintervallumra csak korlátozottan hasznosítható - elméleti szintű ajánlásokat tartalmaz. [119]

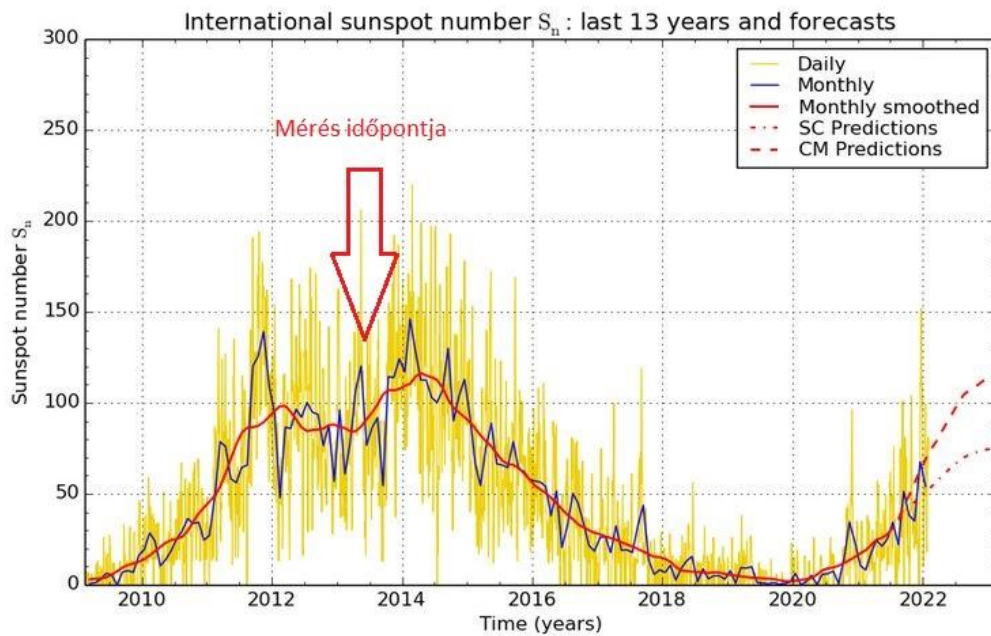
A szoftverek szolgáltatott predikciós adatai alapján a diverziti vizsgálat során a vételi távolságok, azimut és elevációs irányszögek napszaki tervezéséhez a következő feltételeket definiáltam:

- a vételi távolságokból adódóan, általánosságban kizárólagosan csak antenna távolság számítás alkalmazása [120]
- 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> szporadikus 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> szporadikus 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

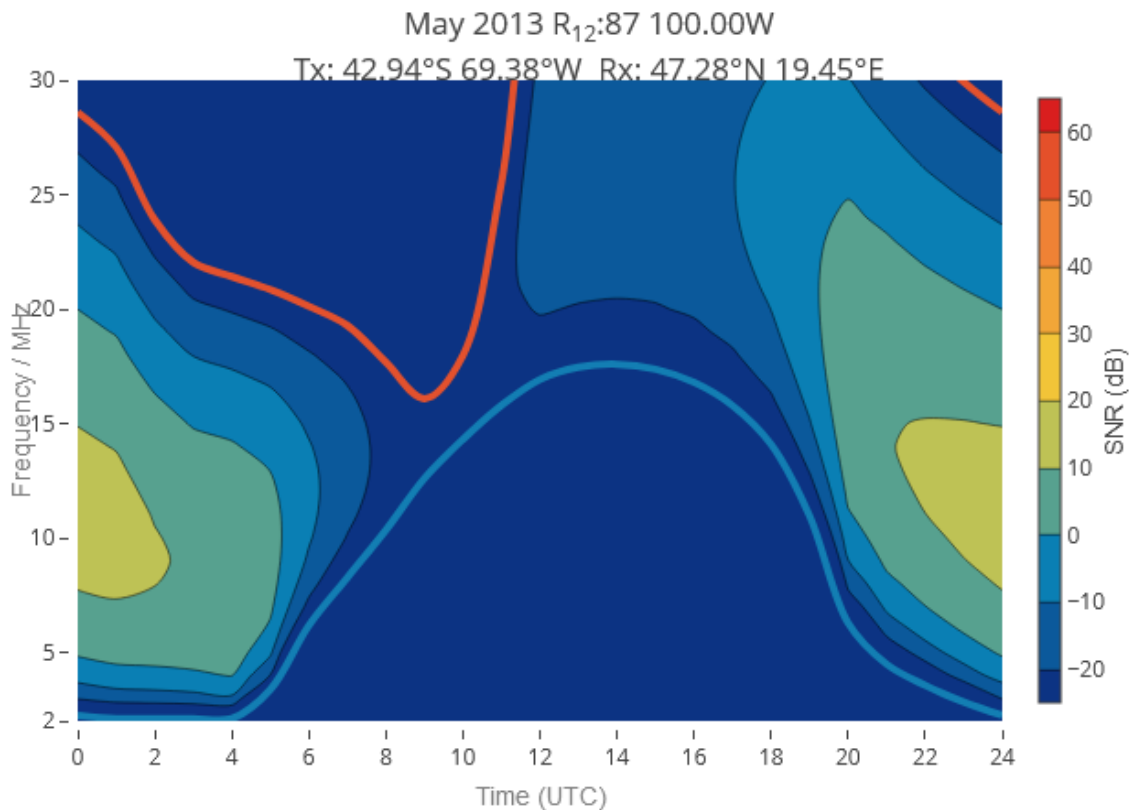
A mérési ütemezés elkészítésekor külön hangsúlyt helyeztem, arra, hogy az adatgyűjtések nappali és éjszakai időszakot is tartalmazzanak. Ebben jelentős kötöttséget adtak az alkalmazott antennák paraméterei, de így is sikerült úgy összeállítani a vételi tervet, hogy bár az alkalmazott antennák a rövidhullámú 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 időszávú 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 Napciklus 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://wwwbis.sidc.be/silso/dayssnplot> alapján



**4.4 ábra. BCR<sup>81</sup> és SNR előrejelzés a mérés idejére**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző, <https://soundbytes.asia/proppy/p2p> alapján**

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>82</sup> nem városi környezetben kisugárzott adóteljesítmény alapján kerültek meghatározásra. A minta számítás bemenő paramétereit és a számítási eredmény összesítő numerikus fájl adatbázis szerkezetét a 7. számú melléklet tartalmazza.

A vételi és kisugárzási pontok földrajzi koordinátái nemzetbiztonsági szempontok miatt csak hozzávetőleges földrajzi pozícióval kerültek szemléltetésre a dolgozatban,

<sup>81</sup> BCR- Basic Circuit Reliability – Alap áramkör megbízhatóság

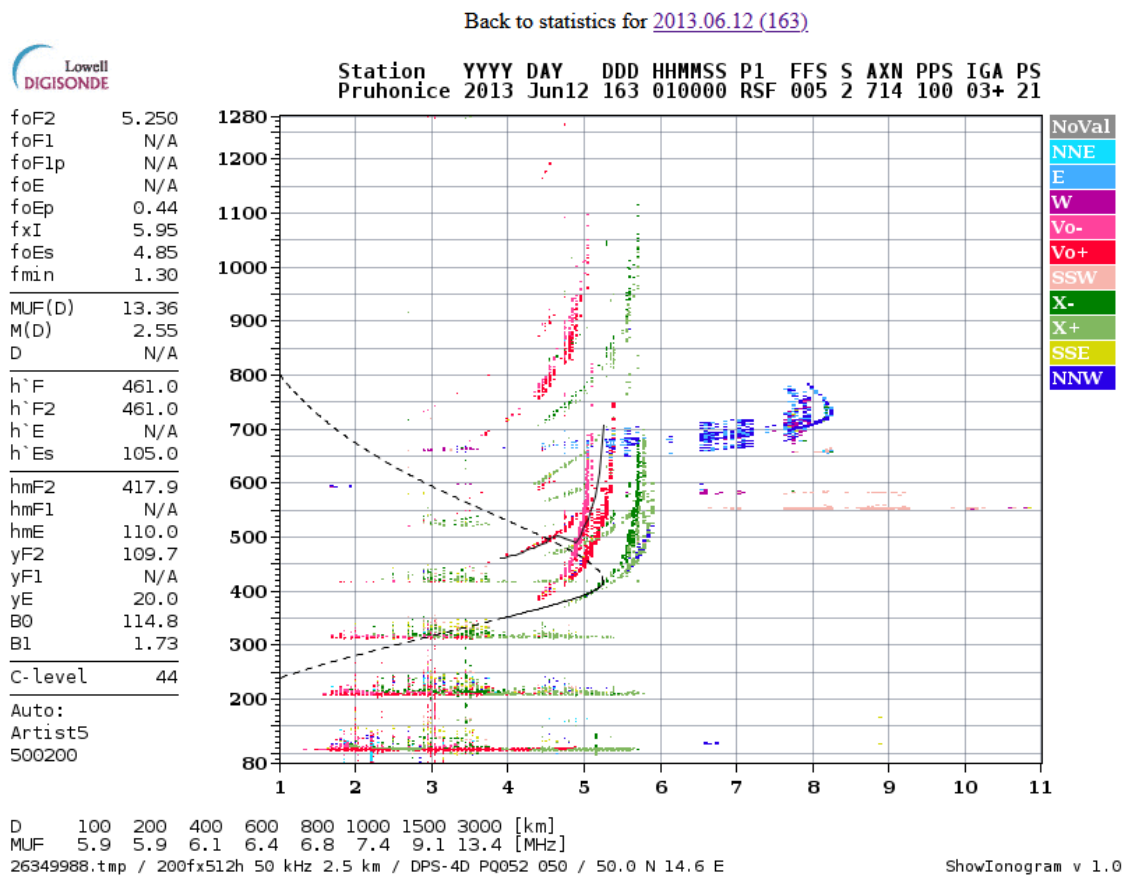
A BCR-t az ITU-R P.842. számú ajánlás határozza meg. Analóg rendszerek esetén a jel/zaj arány alapján kerül kiértékelésre, amely magában foglalja a térerősség és a zajhátér egy órán belüli és napi decilis változásait. A mediánra vonatkozó eloszlás az ITU-R P.842 ajánlás eloszlási formuláját használja.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

<sup>82</sup> EIRP: Effective Isotropic Radiated Power - izotrópikusan sugárzott egyenértékű teljesítmény



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 ionoszondájával**  
Forrás: [121]

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 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.

#### **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 adatbevitellel történt így végső elektronikus adatbázis tartalmazott nyilvánvaló 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 8. 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)
- Szenzor 2-1 és Szenzor 3-1 és Szenzor 3-2-1 diverziti vételek  $GD_{21}$ ,  $GD_{31}$ , és  $GD_{321}$  Diverziti nyereség jellemzője
- Új vizsgálati fogalomként, a Szenzor 2-1, Szenzor 3-1 és Szenzor 3-2-1 diverziti vételek  $D_{21}$ ,  $D_{31}$ , és  $D_{321}$  Diverziti relatív növekmény jellemzője (a következő fejezetben kerül bemutatásra)

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.

Szenzor 1 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 Szenzor 1 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 Szenzor 1, Szenzor 2 vételi helyek önálló sikeres vétele a Szenzor 3-2-1 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 Szenzor 2- Szenzor 3 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 ábra tartalmazza.

Szenzor 1 dekódolás eredmény	Szenzor 2 dekódolás eredmény	Szenzor 1-2 diverziti értékelés	Szenzor 3 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 Eredmények értékelési sémája  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

Ha a központi Szenzor1 „Sikeres”, akkor az értelmezési séma szerint adódik, hogy ezen esetekben (153 db) Szenzor 2-1 diverziti, Szenzor 3-1 diverziti és Szenzor 3-2-1 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) Szenzor 2-1 diverziti és Szenzor 3-2-1 dekódolási eredménye is minden esetben „Sikeres áldiverziti” esetének felel meg.

Ha Szenzor3 „Sikeres”, akkor az értelmezési séma szerint adódik, hogy ezen esetekben (108 db) Szenzor 3-1 diverziti és Szenzor 3-2-1 dekódolási eredménye is minden esetben „Sikeres áldiverziti” esetének felel meg.

	Szenzor 1 dekódolás eredmény	Szenzor 2 dekódolás eredmény	Szenzor 1-2 diverziti értékelés	Szenzor 3 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.

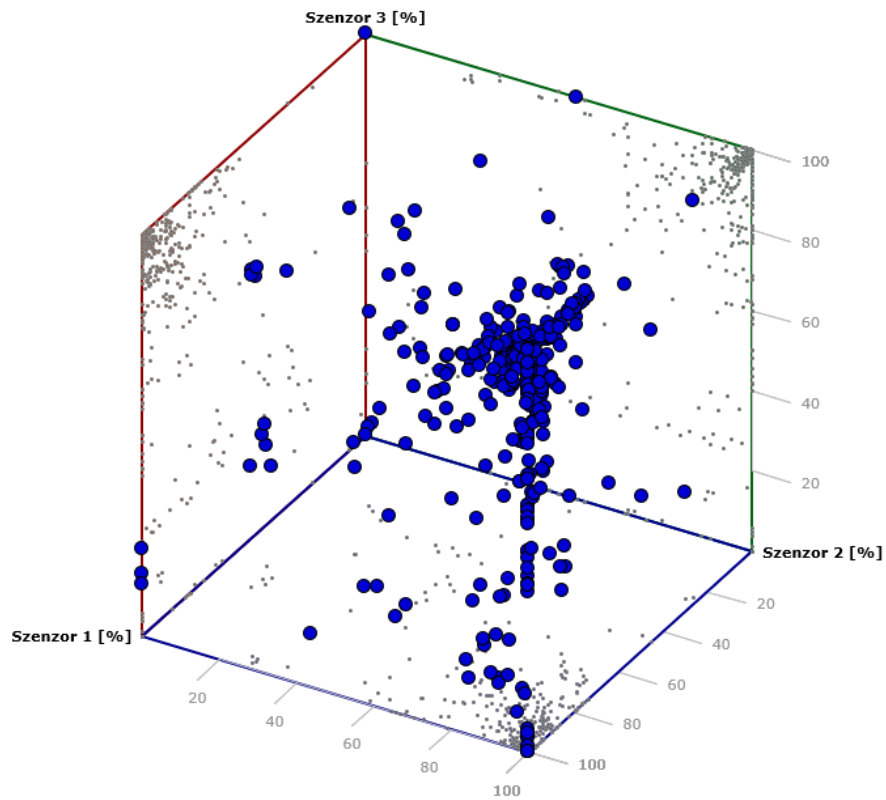
Szenzor3 esetében a vonatkozó értékek 108 (18), 202 és 190.

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

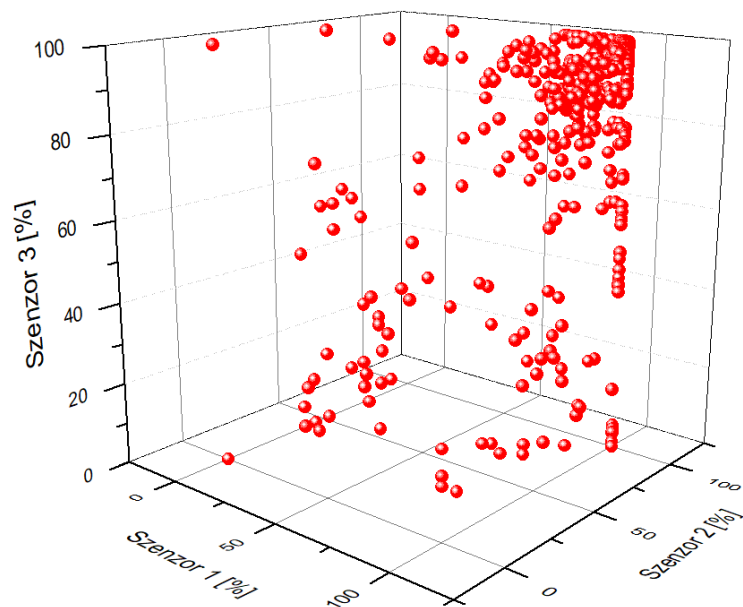
Az 500 elemes egyedi vételi minőségi eredmények áttekintésére a táblázatos formák a nagy elemszám miatt nem nyújtanak megfelelően hatékony lehetőséget. Azonban, ha vizuális módon sikerül úgy elhelyezni az egyes szenzorokon elért minőségi jellemző értékeket, úgy lehetőség nyílik az eredmények átfogó háromdimenziós 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. Szektorok azonos idejű vételi minőségeinek összesített 3D megjelenítése Excel makróval  
Forrás: Szerkesztette a szerző**

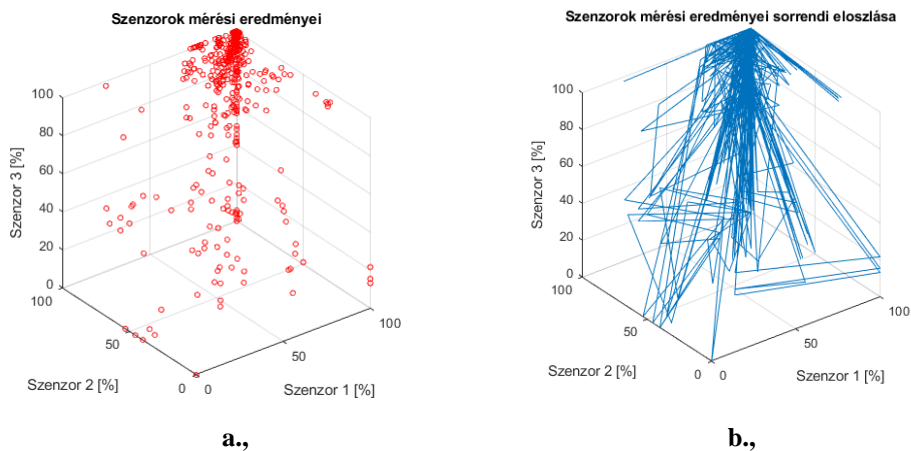


**4.7 ábra. Szenzorok azonos idejű vételi minőségeinek összesített 3D megjelenítése OriginPro alapon**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Az ábrák alapján általánosságban kijelenthető, hogy a mérési eredmények mindhárom szenzor esetében „ornehéz” 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 8. 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. (4.9 ábra)



<b>Szenzorok összesített statisztikai jellemzői a teljes vizsgált közlemények körében</b>			
	<b>Szenzor 1 Minőség</b>	<b>Szenzor 2 Minőség</b>	<b>Szenzor 3 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>Csúcsosság</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		

**4.9 ábra. Szenzorok összesített vételi statisztikai jellemzői**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző**

Az egyes szenzorok vételi mintáinak variancia vizsgálatához az egytényezős ANOVA<sup>83</sup> varianciaanalízis módszert alkalmaztam. Az elemzés arra a hipotézisre ad becslést, hogy az egyes vételi eredmény mintasorok mennyire azonos valószínűség eloszláson alapulnak, szemben állítva azzal az alternatív hipotézissel, miszerint az mögöttes valószínűség eloszlás különbséget mutat az egyes vételi helyek vonatkozásában.

<sup>83</sup> ANOVA: Analysis of Variance – variancia elemzés

E tekintetben kimutatható, hogy a vételi helyek minőség átlagértékéhez hasonlóan a Szenzor 3 esetében itt is markáns eltérés (826 vs. 490 és 453) tapasztalható a másik két vételi helyhez képest, míg a Szenzor 1 és Szenzor 2 helyek egymáshoz képest korreláltabb értékeket mutatnak.

Összességében, -csak az önmagukban vett közlemények minőségi jellemzőit vizsgálva – megállapítható, hogy a vételi helyeken a teljes 500 mintás eredménykort elemezve, a Szenzor 3 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 Szenzor 3 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.

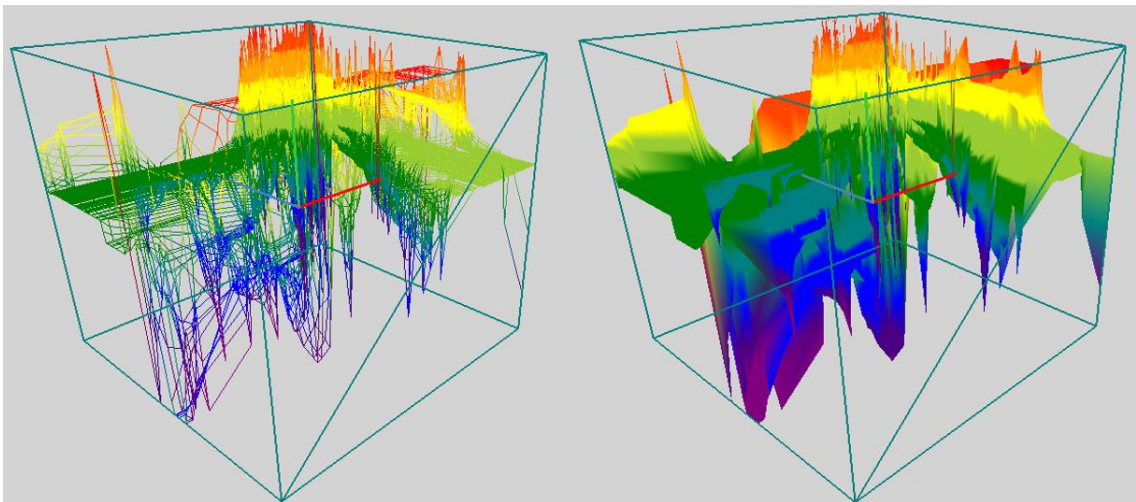
A ferdeségi együttható mindhárom esetben (legkevésbé Szenzor 3 esetében) negatív, ebből következően eloszlásuk sűrűségfüggvénye a szimmetrikushoz képest balra, a negatív tartomány irányába torzult.

A csúcsosság különböző mértékben, de pozitív értékeket mutat, legkevésbé Szenzor 3 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 Szenzor 1 és Szenzor 2 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 elosztású<sup>84</sup> háromdimenziós Mesh-háló legenerálásával az 500 diszkrét 3D mérési érték darabszám nagyságrendileg növelhető háromdimenziós interpolált adatok száma. A 4.10 ábra mintegy 60 ezer Mesh pont alapján szemlélteti a generált Mesh-hálót, illetve az az alapján létrehozott 3D függvény felületet (3 változós skalár függvényt).



**4.10 ábra. Szenzor mérési eredmények Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű - és Mesh approximált felületi szimulációval**

**Forrás: Szerkesztette a szerző**

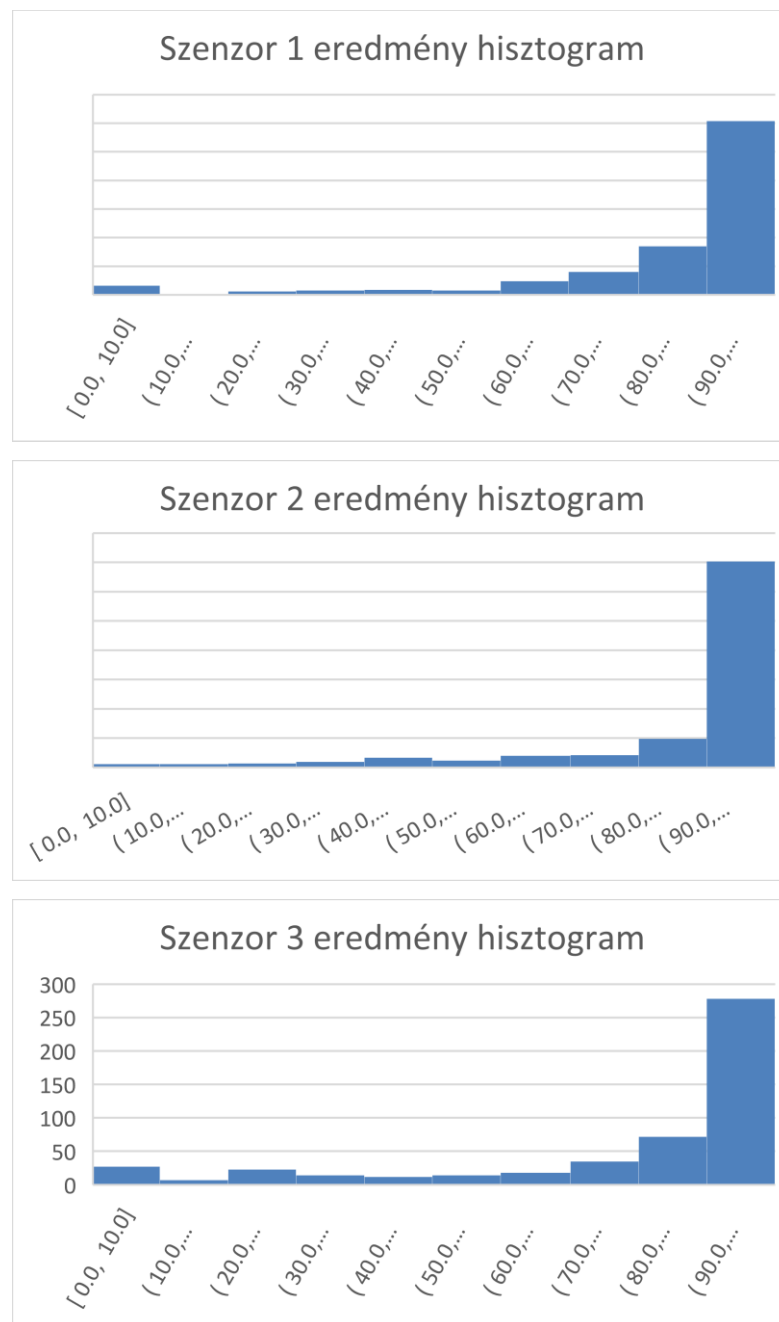
Látható, hogy az eredmények között vannak rosszminőségű vételek, de alapvetően mindhárom szenzor esetében a kvalifikáltabb eredmények dominálnak.

---

<sup>84</sup> A Mesh- háló járulékos elemeinek sűrűsége figyelembe veszi a valós térbeli adatok térbeli eloszlás sűrűség egyenetlenségét, csökkentve ezzel a felületi interpoláció hibáját.

#### 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:

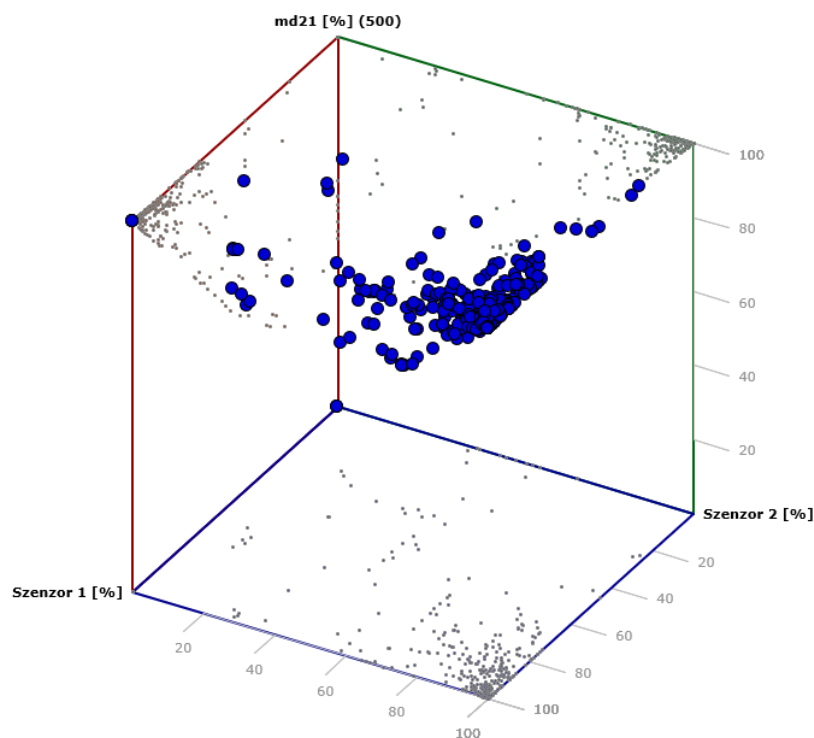


4.11 ábra. Szenzorok decilis bontású eredmény hisztogramja  
Forrás: Szerkesztette a szerző

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 vételek 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 Szenzor 2-1 diverziti elemzése

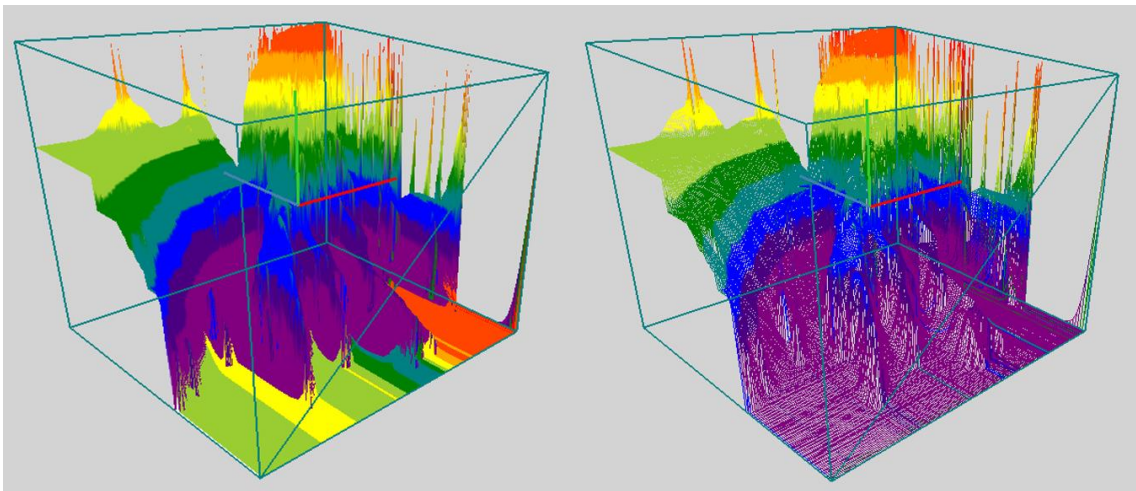
A szenzorok egyedi minőségvizsgálatát követően vizsgálandók a két páros diverziti ág, kezdeként a Szenzor1 és Szenzor2 diverziti eredményei. A két szenzor közös md21 diverziti javított eredményének 500-as összesített 3D-s képletét a 4.12 ábra tartalmazza.



4.12 ábra. Szenzor 2-1 diverziti minőség összesített 3D megjelenítése Excel makróval  
Forrás: Szerkesztette a szerző (Excel makró)

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.

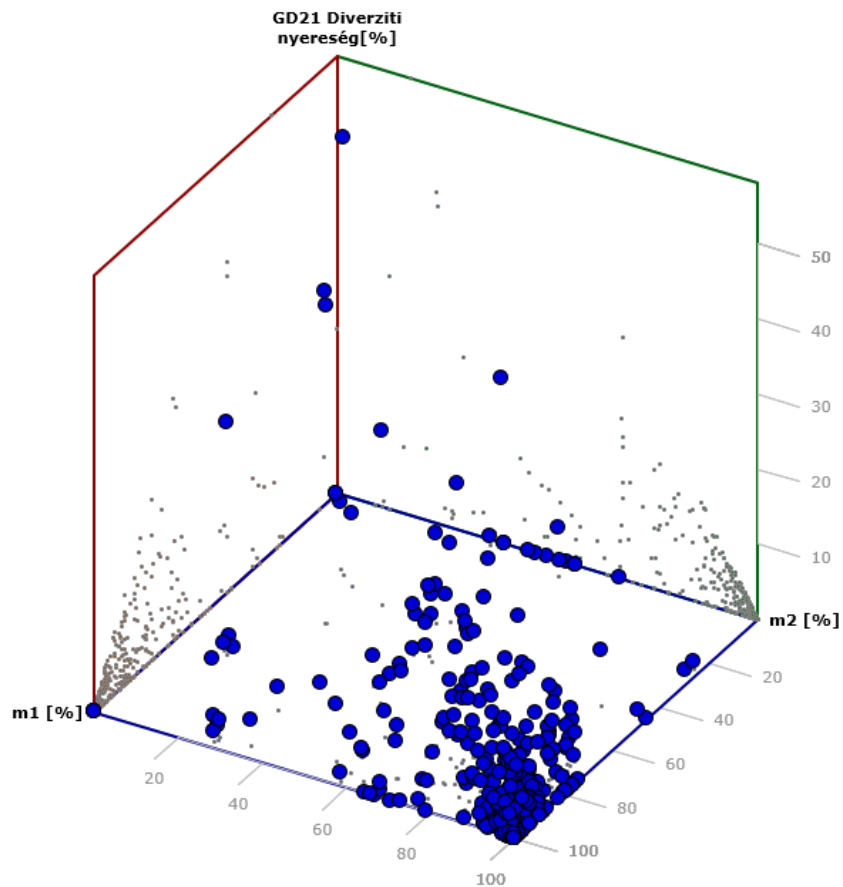
A 4.13 ábrán látható háromváltozós interpolált szimuláció szintén látványosan mutatja a diverziti értékeknek az egyébként is magasabb egyedi értékekhez tartozó koncentrációját.



**4.13 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, 4.14 ábrát kapjuk:

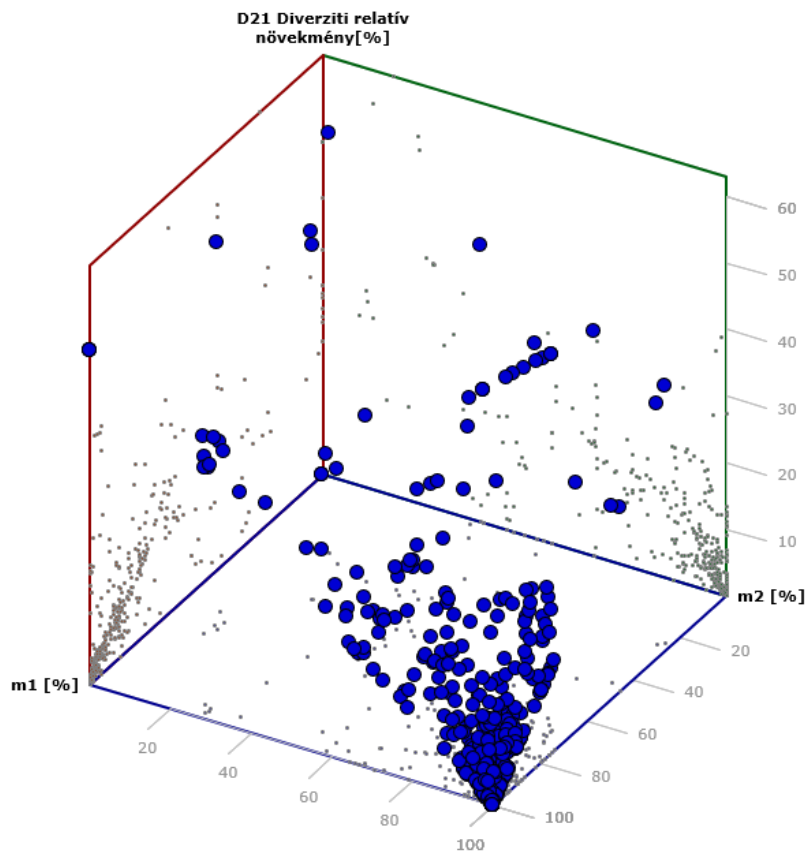


**4.14 ábra. GD21 diverziti nyereség értékek eloszlása**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

Látható, hogy előfordulnak olyan értékpár esetek, amelyeknél a mindkét ágon egyébként viszonylag gyengébb minőségű egyedi jelek esetén is a diverziti alkalmazása jelentős minőség javulást 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 jobban szétkenve, jelentős szórással rendelkeznek.

Előbbi vizsgálatunkat elvégezve a D21 relatív növekmény számítási esetére látványos eredményt kapunk, eszerint jellemző szerint strukturáltá válik értékeloszlás. (4.15 ábra)

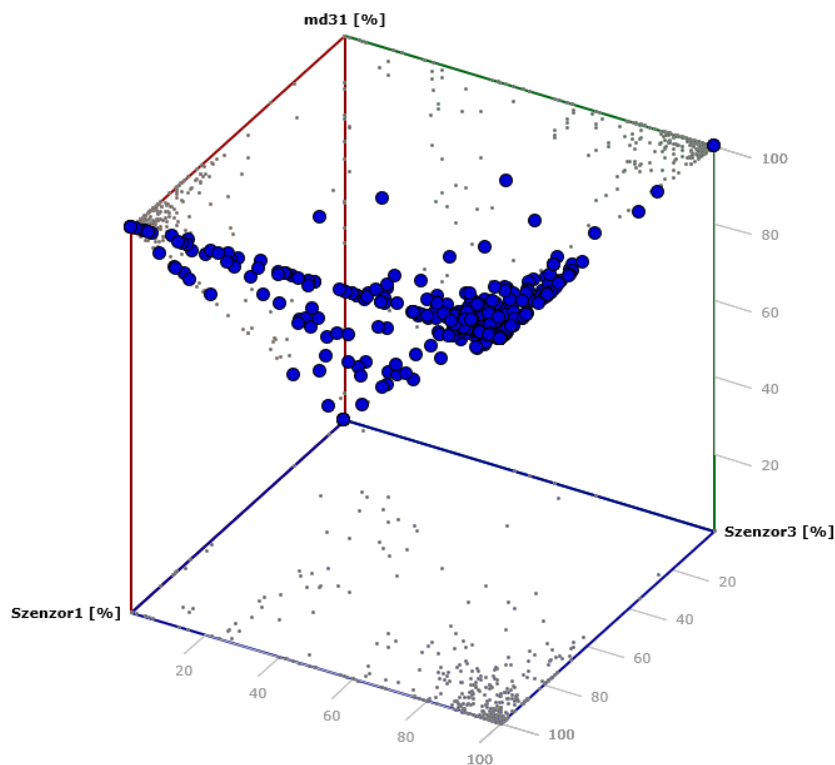


**4.15 ábra. D21 relatív növekmény értékek eloszlása**  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

#### **4.1.8 Szenzor 3-1 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 (4.16 ábra)

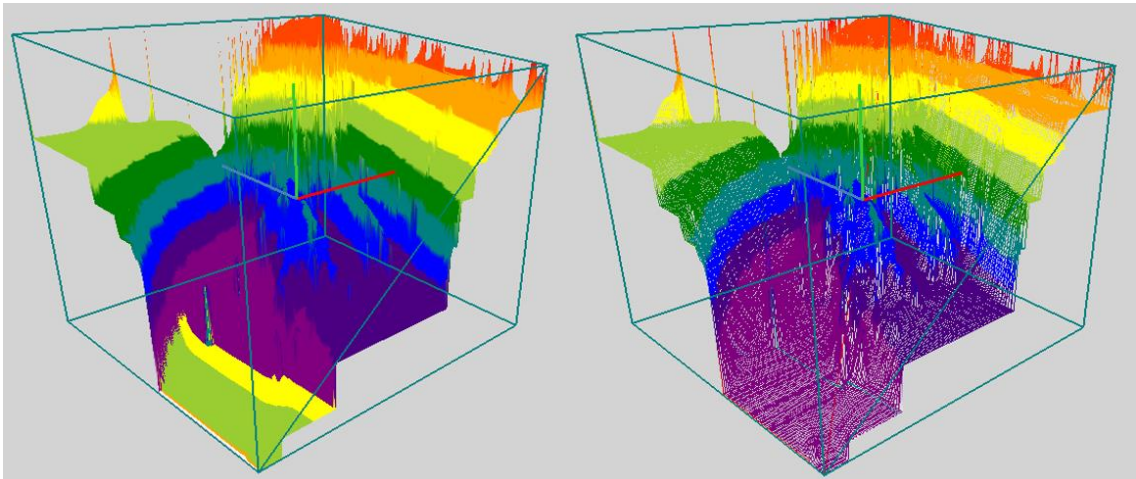




**4.16 ábra. Szenzor3-1 diverziti minőség összesített 3D megjelenítése Excel makróval**  
**Forrás: Szerkesztette a szerző (Excel makró)**

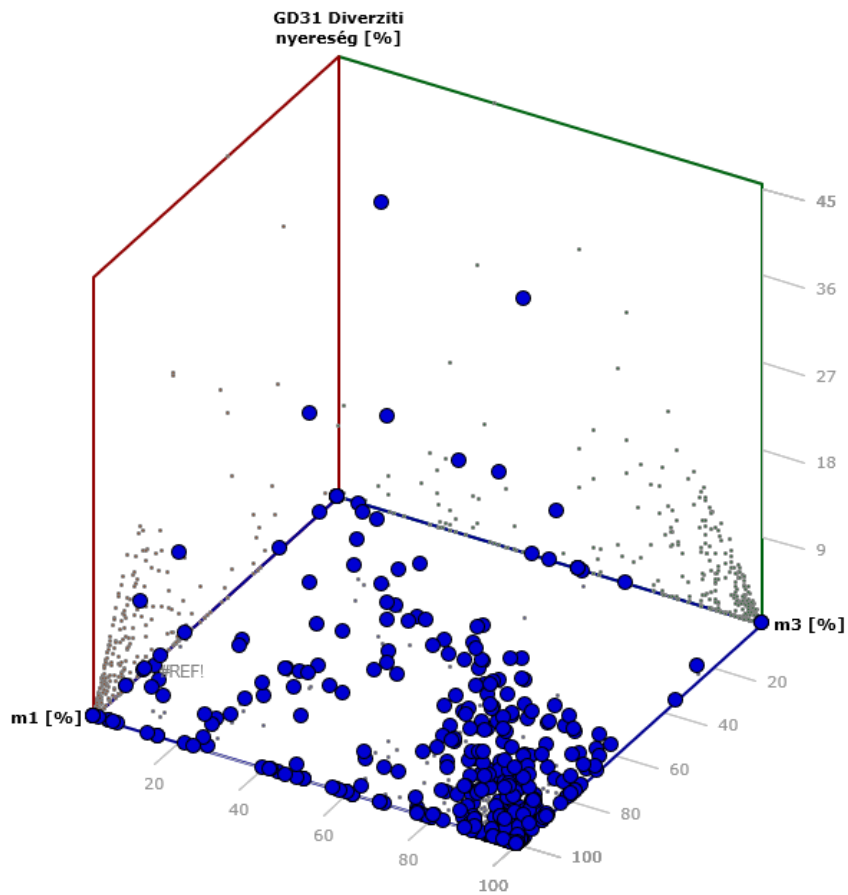
A kapott 3 változós eredmény eloszlás az egyedi szenzor eredmények és a Szenzor 2-1 diverziti md21 értékeihez képest is karakteresebb eloszlást mutat. Többségi eredményei hasonlóan md21-hez a kifejezetten jó minőségű értékek irányába koncentrálnak. Ugyanakkor két érdekes sajátosság is kiolvasható a 3D-s 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 szétválk Szenzor1 és Szenzor3 által dekódolhatóan vett közleményrészletek helye az adott közleményekben. Mivel Szenzor 2 és Szenzor 3

azonos vevőeszközöket és antennákat használt (a központi Szenzor1 más vételi infrastruktúrával rendelkezett), a technikai eszközrendszer nem indokolja az eltérést. Az interpolált Mesh-hálós szimulációk szintén jól mutatják az előbbieken vázolt eltérést az adathalmazban. (4.17 ábra)



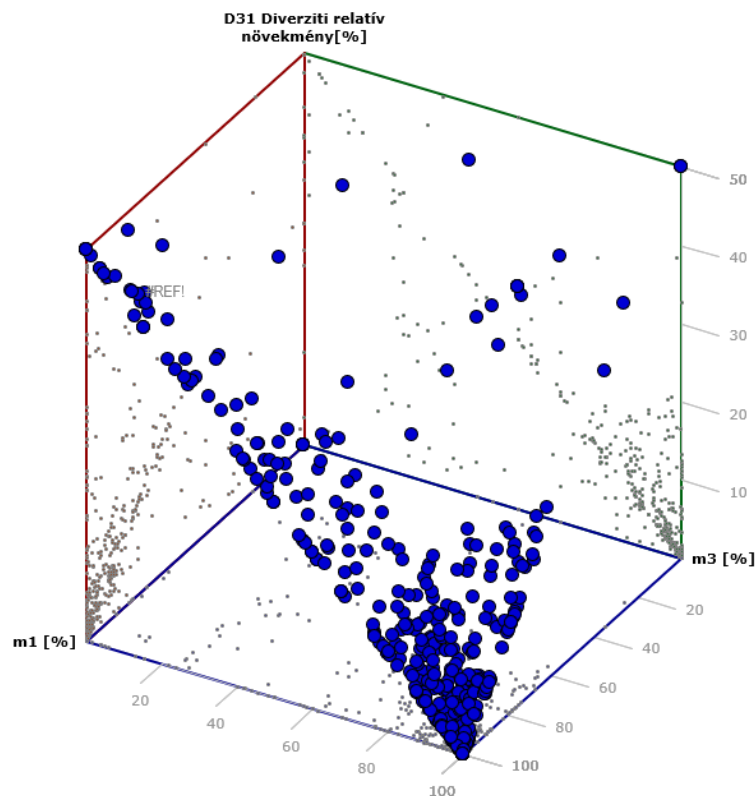
**4.17 ábra. Diverziti md31 mérési eredmények Mesh approximált felületi és Mesh háromszögeléses, diszkrét mintavételezésű szimulációval eredmények**  
Forrás: Szerkesztette a szerző

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 "jóképessége". (4.18 ábra)



**4.18 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. (4.19 ábra)



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

#### 4.1.9 Szenzor 3-2-1 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:

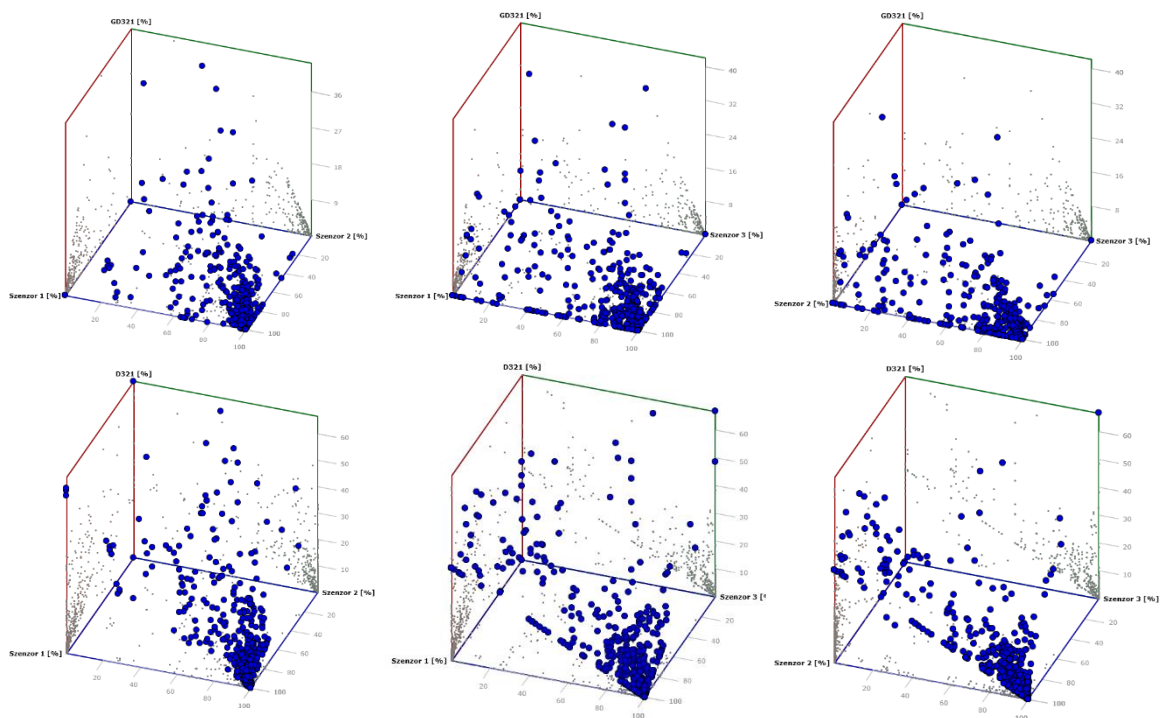
- Vételi pontok saját egyedi m1, m2, m3 minőségi jellemzői
- Két diverziti ág md21, md31 diverziti minőségi jellemzői
- Két diverziti ág GD21, GD31 diverziti nyereség adatai (számított adatok)

- 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.

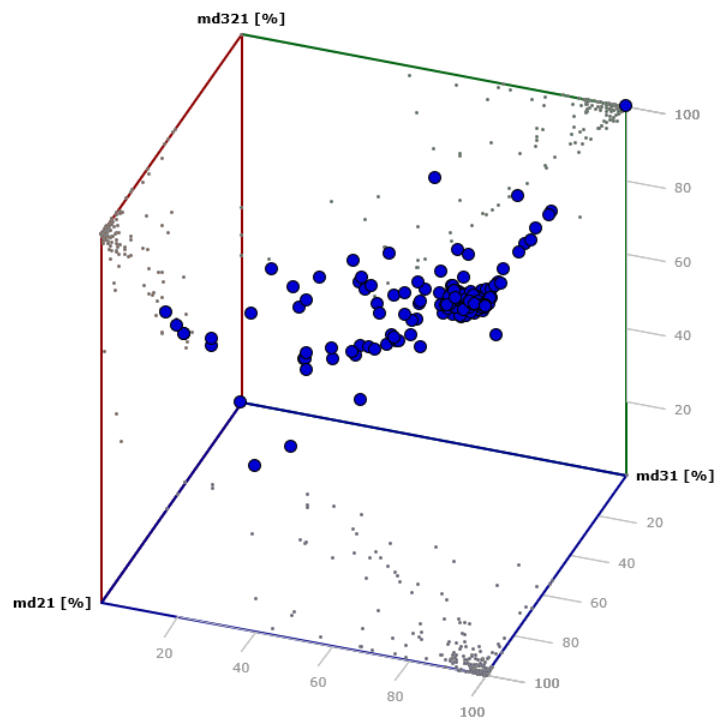
A feltevés igazolására elkészítettem mindkét jellemző, mindhárom lehetséges alapadatpár alapú elemzését. (4.20 ábra)



**4.20 ábra.**  
**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 vizsgálándó, hogy a három vételi helyes diverziti minőségi jellemzője milyen viszonyban van a két darab kétállomásos diverziti megfelelő jellemzőivel. (4.21 ábra)



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

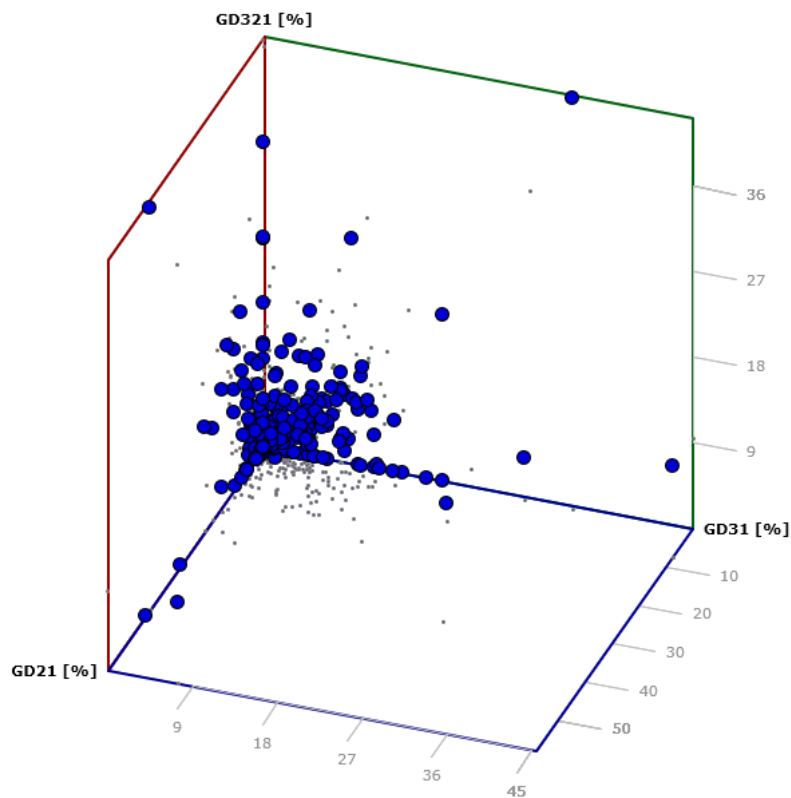
Az ábrán látható, hogy a diverziti minőség értékek nominális koncentrációja nagyon magas, az 500 db rögzítmény mintegy 85%-a esetén a 100%-os vagy ahhoz nagyon közeli sikeres vételt eredményezett három helyszín esetén. Az egyik legfontosabb levonható következtetés azonban az, hogy azoknál az (egyébként eleve gyengébb minőségű, lsd. előző alfejezet pontok) táviratoknál, amelyek a két külön kétpontos diverzitivel sem értek el látványos eredmény javulást, 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 két kétpontos diverziti 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).(4.22 ábra)

	<b>md21 diverziti minőség [%]</b>	<b>md31 diverziti minőség [%]</b>	<b>md321 diverziti minőség [%]</b>
<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		

**4.22 ábra. 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.

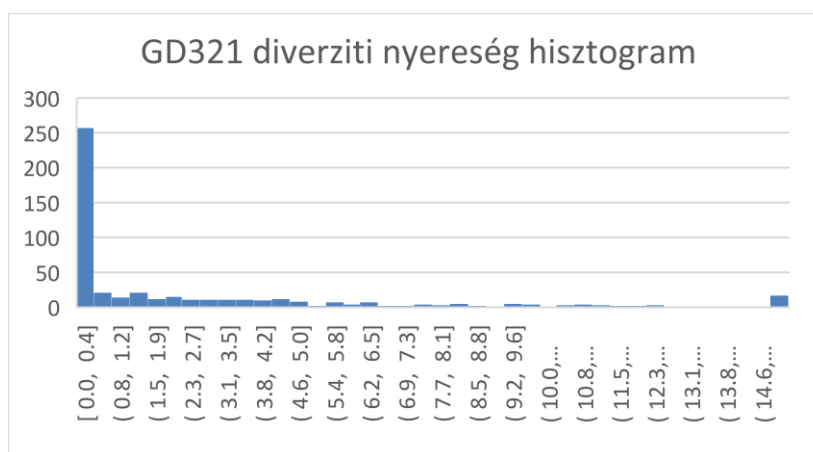
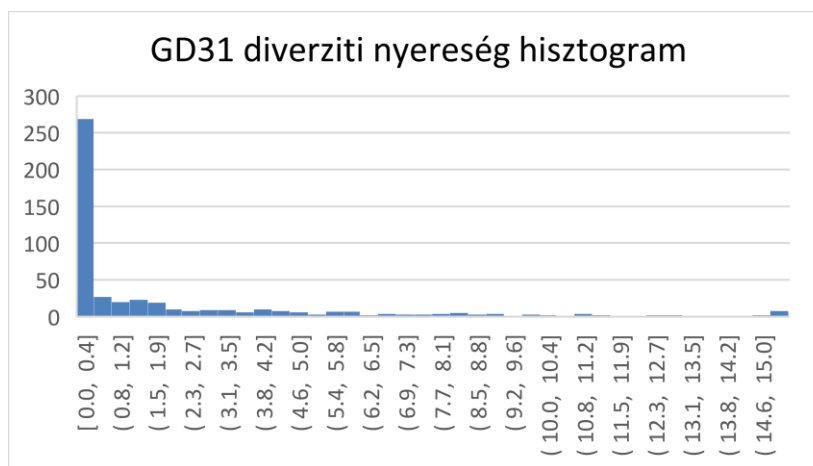
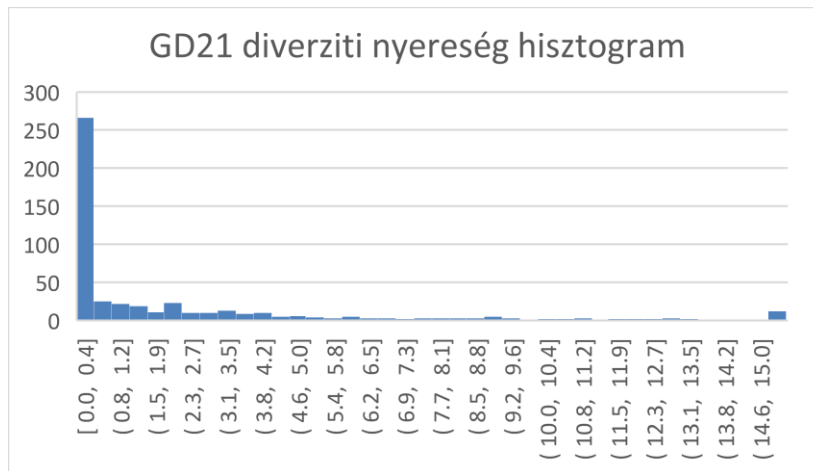
A GD321 hárompontos diverziti nyereség értéket szintén a két db diverziti ág hasonló jellemzőivel célszerű összevetni. (4.23 ábra)



**4.23 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 hármassok 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 4.24 ábra szemlélteti.

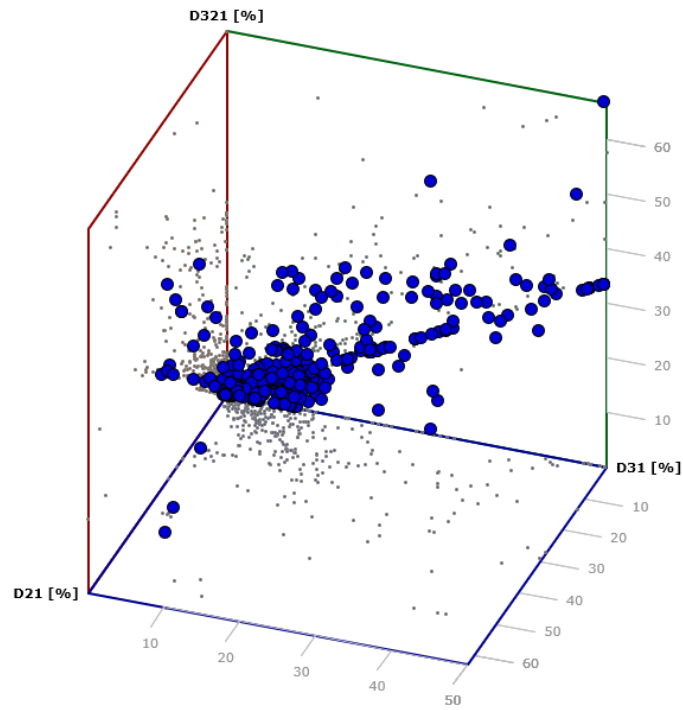




4.24 ábra. Hárompontos és kétpontos diverziti nyereség minőségi jellemzők érték eloszlása  
 Forrás: Szerkesztette a szerző

Látható, hogy az adatok meghatározó hányada a 0-0.4 érték intervallumba esik. A mellékletben szereplő, teljes, részletes nyersadatbázis adatai alapján ezek a közlemények gyakorlatilag 0 értékkel rendelkeznek.

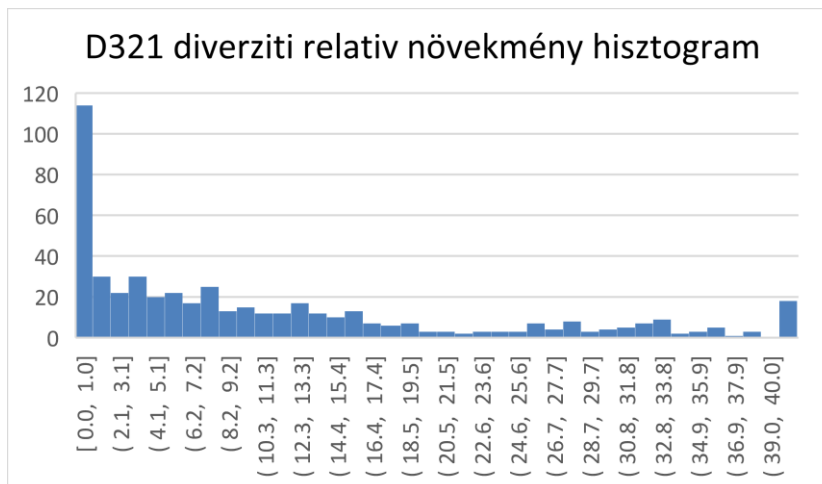
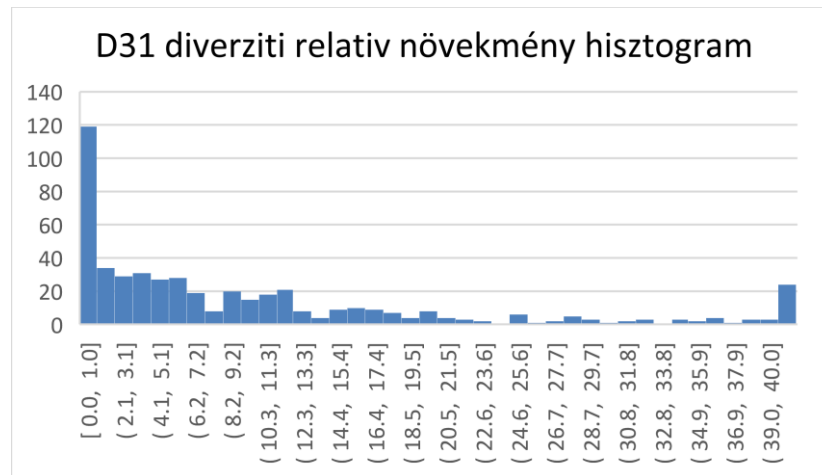
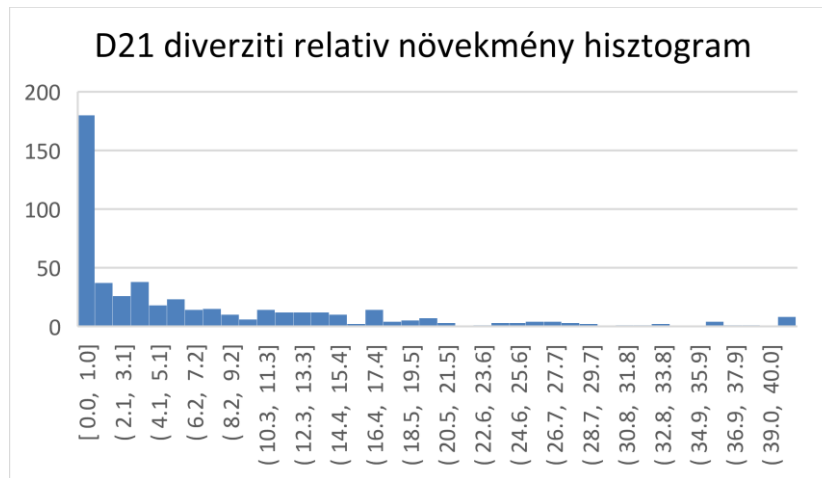
A D321, D21 és D31 diverziti relatív növekmény jellemzők adatainak eloszlását a 4.25 ábra szemlélteti.



**4.25 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 4.26 ábra tartalmazza.



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

Látható, hogy a diverziti relativ 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.

Az értékskála 0-tól eltérő többi tartománysávjai vonatkozásában a D321, D21, és D31 diverziti relatív 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 jel-zaj 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:

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

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

$P_{\text{ág}}$  : 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:

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

ahol

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

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

$\eta_{\text{sugárzás}}$  : sugárzási hatékonyság

$P_{\text{ideális}}$  : 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 sáv szélességtől 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 szenzor 1 [%]
- $m_2$  vételminőség szenzor 2 [%]
- $m_3$  vételminőség szenzor 3 [%]
- $m_{d21}$  diverziti vétel minőség szenzor 2-1 [%]
- $m_{d31}$  diverziti vétel minőség szenzor 3-1 [%]
- $m_{d321}$  diverziti vétel minőség szenzor 3-2-1 [%]

Számított mennyiségek:

- $GD_{21}$  diverziti nyereség szenzor 2-1 [%]
- $GD_{31}$  diverziti nyereség szenzor 3-1 [%]
- $GD_{321}$  diverziti nyereség szenzor 3-2-1 [%]

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

$$m_{d31} \geq m_1 \quad (24)$$

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 mértékegysége is [%].

#### 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, a rögzítmények jelentős részében (pl. GD21 esetén több, mint 250 db távirat esetén) GD értéke 0-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 leírasmódot
- 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 a diverziti 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  $m_n$ ,  $m_m$  minőségértékének aritmetikai középértékére vonatkoztatott jelminőség javulás mértéke.

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

- $D_{21}$  relatív diverziti növekmény szenzor 2-1 [%]
- $D_{31}$  relatív diverziti növekmény szenzor 3-1 [%]
- $D_{321}$  relatív diverziti növekmény 3-2-1 [%]

Ez alapján szenzor1 és szenzor2 vonatkozásában:

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

ahol

$$m_{d21} \geq m_1 \quad (33)$$

és

$$m_{d21} \geq m_2 \quad (34)$$

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

$$m_{d31} \geq m_2 \quad (37)$$

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 eredmény 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 esetben 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 többszemponútú 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 többszemponú 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**.

## AJÁNLÁSOK

Javasolom 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 KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA**

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

## TOVÁBBFEJLESZTÉSI PERSPEKTÍVÁK

- Evolúciós algoritmus alapú súlyfaktoros eljárások modell alapú összevetése SC, EGC, MRC módszerekkel
- Összetett csatorna modellek beépítése a szimulációs folyamatba (Watterson, ITU-R\_HF)
- Diszkrét SDR alapú online mérések végzése két szenzonnal

## A TÉMAKÖRBE KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM JEGYZÉKE

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. 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. Budapest: NKE Szolgáltató Nonprofit Kft, 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



## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Kovács László, Battlefield of the Future, Academic and Applied Research in Military Science 1(2), Ludovika Kiadó, Budapest, 2002., ).
- [2] JohnHaystead, Back to the Future, The Journal of Electronic Defense: 2014, Forrás: <https://fliphtml5.com/wuae/nweh/basic> (Letöltve: 2020.01.01).
- [3] Dr. Dobák Imre- Endrődi Ferenc: A magyar rádióelhárítás nemzetközi együttműködésének története (1955-1990), Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014., ISBN 978-963-08-8575-1.
- [4] Abdull Zubi Bin Ahmad: 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: 2022.07.23.).
- [5] Adnan Ahmed Khan: Symbol Detection Tehniques in a Spacial Multiplexing Systems, Forrás: Symbol Detection Techniques in a Spatial Multiplexing System .
- [6] Amir Torabi: Channel Modelling for Fifth Generation cellular Networks and Wireless Seensor Networks, Forrás: <https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1146&context=etdr> .
- [7] Barry\_Manz, HF SIGINT Battles the Ionosphere, Association of Old Crows: Gainesville, Florida, 2014. augusztus, Forrás: The Journal of Electronic Defense, Vol.37, No. 8.
- [8] A. o. O. 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).

- [9] Mohammed Jameel Hakeem, A Simulation Study of Cooperative Forrás: [https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/3815/Mohammed\\_Hakeem\\_MASc\\_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/3815/Mohammed_Hakeem_MASc_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [10] Bajó József: A nem polgári célú frekvenciagazdálkodás hatékonyságának korlátai, a gazdálkodási hatékonyság fokozásának lehetőségei, PhD értekezés, ZMNE-BJ-KMK-KMDI, Budapest, 2006., (Letöltve: 2020.06.23.): <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>.
- [11] 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).
- [12] Dr. Kobolka István, Nemzetbiztonsági alapismeretek, Nemzeti Közszerzési és Tankönyv Kiadó, Budapest, 2013. p.56. ISBN 978-615-5344-32-9.
- [13] Jilong\_Wang\_Guoru\_Ding\_Haichao\_Wang, HF communications: Past, present, and future, China Institute of Communication: Peking, 2018. szeptember, China Communications 15(9):1-9.
- [14] PaulDenisowski, 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.govevents.com/details/33682/the-lost-art-of-hf-the-rebirth-of-shortwave-in-a-digital-world/> (Letöltve: 2020.10.12).
- [15] Dr.HetesyZsolt, A terrorizmus elleni fellépés és az alapjogok korlátozása Magyarországon, Forrás: <http://www.bmtt.hu/assets/letolt/bttede2011/mr2012XIIkulon.pdf> .
- [16] Hírlapszemle portál, smét iszlamisták öltek francia katonákat, Forrás: <https://hirlapszemle.hu/2021/01/03/ismet-iszlamistak-oltek-francia-katonakat/> (Letöltve:2021.01.03) .

- [17] Dr. Fürjes János, Fodor Zoltán, radioelektronikai 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> .
- [18] Opauszki Pál – Vörös József: Rádióforgalom-ellenőrzés, -In: Csóka Ferenc (szerk.): Szakszolgálat Magyarországon, avagy tanulmányok a hírszerzés és a titkos adatgyűjtés világából. -Bp.: NBSZ, 2012. -ISBN 978-963-08-3211- 3.
- [19] Isode Whitepaper: Isode's HF Vision, Road Map & Products Forrás: <https://www.isode.com/whitepapers/isode-hf-roadmap.html>.
- [20] 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>.
- [21] „Nemzetbiztonsági Szakszolgálat honlapja Forrás: <http://www.nbsz.gov.hu/?mid=28>”.
- [22] „A nemzetbiztonsági szolgálatokról szóló 1995. évi CXXV. törvény”.
- [23] Dr\_Hetesy\_Zsolt, A titkos felderítés, PhD értekezés, PTÁJK: Pécs, 2011, Forrás: <https://ajk.pte.hu/sites/ajk.pte.hu/files/file/doktori-iskola/hetesy-zsolt/hetesy-zsolt-vedes-ertekezes.pdf> .
- [24] D. S. István, A titkos információgyűjtés, elvei, eszközei és módszerei, alkalmazásának lehetőségei a nemzetbiztonsági munkában (PhD) értekezés, NKE HDI: Budapest, 2017, Forrás: <http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/11410/11109> (letöltv.
- [25] „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”.
- [26] VadászPál-SélleiMárton, Az információkeresés magyar jogi környezete, *Hadtudomány* 2017/1-2: Budapest, 2017.
- [27] Dr.BallaLajos, Adalékok a titkos információgyűjtés, valamint a titkos adatszerzés kriminalisztikai és eljárási problémáihoz, Forrás:

[https://debreceniitlotabla.birosag.hu/sites/default/files/field\\_attachment/titkosa\\_datgyujtes.pdf](https://debreceniitlotabla.birosag.hu/sites/default/files/field_attachment/titkosa_datgyujtes.pdf) .

- [28] „Dobák Imre: A nemzetbiztonság általános elmélete, Nemzeti Közszerzői Egyetem, 2014. p.252”.
- [29] Haig Zsolt, Intelligence and electronic Warfare on the Digital Battlefield, Hadmérnök, IV. Évfolyam 3. szám, 209. szeptember, Forrás: 2009\_3\_haig.pdf.
- [30] Fürjes János, Korszerű rádiófelderítés kihívásai az információs műveletekben, Nemzetbiztonsági Szemle 4. évf. 2. sz. (2016) Forrás: 2008\_2\_furjes\_KORSZERŰ RÁDIÓFELDERÍTÉS KIHÍVÁSAI.pdf.
- [31] B.Zolesi,C.Bianchi, A.Meloni J.A Baskaradas,A.Belehaki,DAItadill, E Dalle Mese, "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).
- [32] 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-tag>.
- [33] Keith Rawlings: 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.).
- [34] Barry Manz. HF SIGINT Battles the Ionosphere, The Journal of Electronic Defense, August 2014 p333.
- [35] The Arctic: HF's New Frontier, Monitoring Times, Vol.26, No.12 2007.december, p.28.
- [36] Isode, Architecture for IP Application Services over HF Radio, Forrás: <https://www.isode.com/whitepapers/ip-over-hf-architecture.html>.
- [37] WaveCom Index list, Forrás: <http://www.wavecom.ch/content/ext/DecoderOnlineHelp/default.htm#>.

- [38] Hui Zhang, Huazhong Yang, Rong Luo, Xu Shuzheng, 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).
- [39] Vasco Sequeira, 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).
- [40] S.E. Trinder, D.J. Brown, 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).
- [41] Jinlong Wang, Puoru Ding, Haichao ang, HF communications: Past, present, and future, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8456447>.
- [42] Tony Anselmi, Most important HF milcomms standards, Forrás: <http://i56578-swl.blogspot.com/2015/08/most-important-hf-milcomms-standards.html>.
- [43] RapidM, Wideband HF House, Forrás: <https://www.rapidm.com/overview-page/naval-and-strategic-communications/>.
- [44] M. Albinsson, Burst transmission in the HF band: A system analysis and proposal for improvement Forrás: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1993STIN...9511821A/abstract>.
- [45] Digital Radio Mondial technológiai honlap, Forrás: <https://www.drm.org/>.
- [46] Digital Radio Mondiale ismertető, Forrás: <https://www.ham.hu/radiosatvitel/hang/DRM/>.
- [47] Electronicsnotes, What is DRM- Digital Radio Mondiale, Forrás: <https://www.electronics-notes.com/articles/audio-video/broadcast-audio/what-is-drm-digital-radio-mondiale.php>.
- [48] Eric E Johnson, HF Radio Mesh Networks, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4086783>.

- [49] 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).
- [50] Carsten Roppel: Grundlagen der digitalen Kommunikationstechnik, Carl Hansen Verlag kiadó, München 2006 ISBN-10 3 446 22857 8.
- [51] ElectronicDesign, Understanding Modern Digital Modulation Techniques, Forrás: <https://www.electronicdesign.com/technologies/communications/article/21798737/understanding-modern-digital-modulation-techniques>.
- [52] RapidM honlap, Wideband HF House, Forrás: <https://www.rapidm.com/overview-page/naval-and-strategic-communications/> (Letöltve: 2022.06.10).
- [53] HF Utility & Milcomm Signals honlap, Most important HF Milcomms Standards, Forrás: <http://i56578-swl.blogspot.com/2015/08/most-important-hf-milcomms-standards.html>.
- [54] Geo JavaWA honlap, Forrás: [http://geo.javawa.nl/coordcalc/index\\_en.html](http://geo.javawa.nl/coordcalc/index_en.html).
- [55] Vya, NATO-tagországok, Hír.ma honlap, Forrás: <https://hir.ma/belfold/nato-tagorszagok/433967>.
- [56] 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).
- [57] Pioneering in Electronics. The David Sarnoff Library, Forrás: <http://www.davidsarnoff.org/kil-chapter01.html> (Letöltve:2013.02.23.).
- [58] H. Rogers: Restoration of the Sky rider Diversity DD-1 Concole Receiver. Western Historic Radio Museum., <http://www.radioblvd.com/DiversityDD1.html> – (2013.02.23.).
- [59] Harold H. Beverage and H. O. Peterson. ] Oral-History, [http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:Harold\\_H.\\_Beverage\\_and\\_H.\\_O.\\_PetersonD1.html](http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:Harold_H._Beverage_and_H._O._PetersonD1.html) – (2013.02.23.).

- [60] Oral-History:Harold H. Beverage and H. O. Peterson, [http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:Harold\\_H.\\_Beverage\\_and\\_H.\\_O.\\_Peterson#Space\\_and\\_Polarization\\_Diversity\\_System](http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Oral-History:Harold_H._Beverage_and_H._O._Peterson#Space_and_Polarization_Diversity_System) – (2013.02.23.).
- [61] Harold Henry Beverage, Explorer of the Wavelengths. Radio's 100 Men of Science,1944 ISBN 0-8369-1916-5, [http://www.olderadio.com/archives/people/Harold\\_Beverage](http://www.olderadio.com/archives/people/Harold_Beverage) – (2013.02.23.).
- [62] <http://ok1like.c-a-v.com/soubory/beverage.htm> – (2013.02.23.).
- [63] Diversity Reception and the Hallicrafters DD-1 – Part III. Carson Currents,,April/May 2003.12-13, <http://www.cvrnc.net/members/newsletters/AprMay03.pdf> – (2013.02.23.).
- [64] John J. Nagle K4KJ: Diversity Reception: An Answer to High Frequency Signal Fading. Ham Radio Magazine, September (1979), 48-55, <http://www.epanorama.net/sff/Radio/Receivers/Diversity%20Reception.pdf> – (2013.02.23.).
- [65] Radiomuseum online. [http://www.radiomuseum.org/m/hallicraft\\_usa\\_en\\_1.html](http://www.radiomuseum.org/m/hallicraft_usa_en_1.html) – (2013.02.23.).
- [66] Broadcasting History. [http://www.americanradiohistory.com/Broadcasting\\_Individual\\_Issues\\_Guide.htm](http://www.americanradiohistory.com/Broadcasting_Individual_Issues_Guide.htm) .
- [67] Classic Pre-WWII Ham Gear 1928–1941. Radio Boulevard: Western Historic Radio Museum., <http://www.radioblvd.com/Pre-WWII%20Ham%20Gear.htm> – (2013.02.23.).
- [68] Pentti Stenman: The Muscle Radio: R-390A/URR., <http://www.penan.net/dx/r-390a.htm> – (2013.02.23.).
- [69] Jim H. Derryberry, William D. Gregg, On Optimum Space Diversity of Correlated Multipath,, Electronics Research Center, The University of Texas at Austin, Forrás: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/676276.pdf>.

- [70] Traveset, J.V., 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..
- [71] Tarokh, V., Seshadri, N., Calderbank, A.R. Space-time codes for high data rate wireless communication, *IEEE Trans. Inform. Theory*, 44(2), 744–765..
- [72] Vanja Plicanic: Antenna Diversity Studies and Evaluation. Master of Science Thesis, Department of electrosience, Lund University, Sweden, <http://www.es.lth.se/teorel/Publications/TEAT-5000-series/TEAT-5064.pdf> – (2013.01.26.).
- [73] P. Mattheijssen, Matti H. A. J. Herben, G. Dolmans, L. Leyten: Antenna-Pattern Diversity Versus Space Diversity for Use at Handhelds. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 4 Vol. 53 (2004) 1035-1042, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.60.8790> – (2013.01.26.).
- [74] Space and Frequency Diversity Ceragon Newsletter, December 2008., [http://www.ceragon.com/newsletter\\_page.asp?id=32](http://www.ceragon.com/newsletter_page.asp?id=32) – (2013.01.26.).
- [75] Adam Farson: Note on dual-diversity reception with the IC-7800, <http://www.ab4oj.com/icom/ic7800/7800div.html> – (2013.01.26.).
- [76] Wireless Microphone Systems: Diversity Reception, [http://www.download.n7tgb.net/Misc/wg\\_diversity.pdf](http://www.download.n7tgb.net/Misc/wg_diversity.pdf) – (2013.01.26.).
- [77] The Free Dictionary: Space diversity reception, <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/space+diversity+reception> – (2013.01.26.).
- [78] L. C. Godara, Handbook of Antennas for Wireless Communications. CRC Press, 2002. Receive Diversity, <http://www.comm.utoronto.ca/~rsadve/Notes/DiversityReceive.pdf> – (2013.01.26.).
- [79] Joseph Boutros, 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,  
<http://www.ecse.monash.edu.au/staff/eviterbo/>.
- [80] M. K. Simon, M.-S. Alouini: Digital Communication over Fading Channels, 2nd ed. New York: Wiley, 2005.
- [81] KovácsRóbert, Diversity Reception in Radiocommunication Links, Hadmérnök VIII.1. 2013 március, [http://hadmernok.hu/2013\\_1\\_kovacs\\_1.pdf](http://hadmernok.hu/2013_1_kovacs_1.pdf).
- [82] Diversity Reception, Smart Antennas, and Reliable Communication, Monitoring Times, Vol.26, No.12 2007. december, p.62.
- [83] Yong\_Soo\_Cho, 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.
- [84] <http://www.antenna-theory.com/arrays/diversity.php> – (2019.01.26.).
- [85] Sulonen K., Evaluation of Handset Antenna Configurations, Dept. of Electrical and Communications Engineering, Helsinki University of Technology, March 1999.
- [86] Mathuranathan Viswanathan, Selection Combining –architecture simulation, Forrás: <https://www.gaussianwaves.com/2019/12/receiver-diversity-selection-combining> (Letöltve. 2021.01.17.).
- [87] M.Koohestani, A.Hussain, A.A.Noreira, A.KJ. Skrivervik, Diversity Gain Influenced by Polarization and Spatial Diversity Techniques in Ultrawideband, IEE Access, 2015. április 15, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7083698> .
- [88] Andrea Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
- [89] Chun-HungLiu, Diversity Techniques, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Fall 2014, <https://www.coursehero.com/file/62926241/Lecture4pdf/>.
- [90] Sanjiv Kumar, Khanam Rubina Gupta, Gerald G. Singh és Durg Singh Chauhan, „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).
- [91] Jieling Wang, Hong Yang és 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).
- [92] A.J. Ajal, Diversity techniques for mobile wireless radio systems, Federal Institute of science and Technology (FISAT), India, Forrás: <https://www.slideshare.net/ajal4u/wmc-diversity-16578318> (Letöltve: 2021.08.30.).
- [93] M. Blanco, K. Zdunek, Performance and Optimization of Switched Diversity Systems for the Detection of Signals with Rayleigh Fading, IEEE Trans. Commun. pp.1887-1895. 1979.december.
- [94] M. Simon, M.S. Alouini, Digital Communication over Fading Channels A Unified Approach to Performance Analysis, John Wiley, 2000.
- [95] Manjunath Kashyap Jataprolu, Diomidis S. Michalopoulos és Robert Schober, „Optimal Switch and Stay Combining (SSC) under Switching Rate Constraints”, Forrás: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5779387> .
- [96] Yawgeng A. Chau, Yao-Hua Chen, General Switch-and-Stay Combining for Space Diversity over Rayleigh Fading Channels, <https://www.hindawi.com/journals/ijap/2012/717494/> .
- [97] Moe Z. Win és Jack H. Winters, „Analysis of Hybrid Selection/Maximal-Ratio Combining in Rayleigh Fading”, <http://www.jackwinters.com/00767866.pdf>.
- [98] Yunjing Yin, John P. Fonseka és Israel Korn, „Sensitivity to Timing Errors in EGC and MRC Techniques, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1199273> .
- [99] William C. Barott, „Effect of Beamforming Errors on the Efficacy of Maximal Ratio and Equal Gain Combining”, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6950738> .

- [100] Álmos Attila, Győri Sándor, Dr. Horváth Gábor, Várkonyiné Kóczy Annamária, Genetikai algoritmusok, Typotex Kiadó, Budapest, 2021, ISBN 978-963-9321-07-6.
- [101] R. Annavajjala, L. B. Milstein, 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.
- [102] M. Akbari, M. R. Hossain, M. R. Manesh, A. A. El-Saleh, A. M. Kareem, 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.
- [103] 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.
- [104] Dongshu Wang, Dapei Tan, Lei Liu, Particle swarm optimization algorithm: an overview, SpringerLink, January, 2017. Forrás: <https://doi.org/10.1007/s00500-016-2474-6> (Letöltve:2022.02.11.).
- [105] Chris Heegard, Stephen B. Wicker. Turbo coding. Kluwer,1999. p. 3. ISBN 978-0-7923-8378-9.
- [106] David Forney, Principles of Digital Communication II, Lecture Notes section 4.2, MIT OpenCourseWare, 8 November 2017..
- [107] AdiPersonalWorks, Diversity-Gain-Communication-MATLAB, Forrás: <https://github.com/AdiPersonalWorks/Diversity-Gain-Communication-MATLAB-/find/master>, (Letöltve: 2020.06.07.).
- [108] Said Ghnimi, Adnen Rajhi, Ali Gharsallah, BER performance of GMSK modulation under radio mobile propagation environments, *Mediterranean Microwave Symposium (MMS)*, 08-11. September 2011..
- [109] Philip-Kpae F.O, B.O. Omijeh, 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) .

- [110] F. P. Fontán, P. Marino Espineira. Modeling the Wireless Propagation Channel. A Simulation Approach with MATLAB, John Wiley & Sons,2008, ISBN:9780470727850.
- [111] NOAA Space Weather Prediction Center: HF Prediction Site <https://swe.ssa.esa.int/ionospheric-weather>.
- [112] Ionospheric Weather Expert Service Centre: (I-ESC) Forrás: <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.533/en>.
- [113] VOACAP: Online for Ham Radio Forrás: <https://www.voacap.com/hf/> (Letöltve: 2022.02.18.).
- [114] SWS-Space Weather Services: Forrás: [https://www.sws.bom.gov.au/HF\\_Systems/7/1](https://www.sws.bom.gov.au/HF_Systems/7/1).
- [115] Proppy HF Propagation Prediction, Forrás: <https://soundbytes.asia/propy/>.
- [116] Radio Society of Great Britain, Online Propagation Tools, Forrás: <https://rsgb.org/main/technical/propagation/on-line-propagation-tools/>.
- [117] 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/>.
- [118] Serge Stroobandt: Real-Time HF Propagation Prediction Portal Forrás: <https://hamwaves.com/propagation/en/index.html>.
- [119] ITU-R P.533-61RECOMMENDATION: ITU-R P.533-6HF PROPAGATION PREDICTION METHOD\*(Question ITU-R 223/3), <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.533/en> .
- [120] AR Knowledge Center: Antenna far field distances Forrás:<https://www.arworld.us/html/00000.asp>.

- [121] Digisonde Prohunice, 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).
- [122] „Magyar Honvédség Összhaderőnemi elektronikai doktrínája. Honvédelmi Minisztérium, Honvéd Vezérkar, Felderítő Csoportfőnökség, Budapest, 2004”.
- [123] „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).
- [124] „Haig Zsolt-Várhegyi István: 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.).
- [125] „Balajti, I. – Vass, S.: Elektronikai védelem. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, J-1435. 2000. p. 9.”.
- [126] „Haig Zsolt: Információ társadalom biztonság, NKE Szolgáltató Kft., p.143”.
- [127] „Karl Rothammel: Antenna könyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977”.
- [128] „Haig Zsolt-Kovács Iászló-Ványa László-Vass Sándor: Elektronikai hadviselés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014.”.
- [129] „Molnár Béla, Turi-Kovács Attila: Rádió hullámterjedés és hálózattervezés, Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium, Budapest, 1969”.
- [130] BarthaGáboHavasiIstván, 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).
- [131] SikiZoltán, A térinformatika alapjai. Tantárgy vázlat, <https://docplayer.hu/12018401-A-terinformatika-alapjai-dr-siki-zoltan.html>.
- [132] RemeteyFGábor, A térinformatika és alkalmazásai, Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság 9- 9102, 1993. június.

- [133] 1. 1. International Cartographic association- Nemzetközi Térképészeti Társulás, Térképismeret 1.4.
- [134] Török Zsolt Győző: Térkép a fejünkben: a kartográfiai vizualizáció kognitív vonatkozásai, <http://lazarus.elte.hu/hun/tantort/2013/60/tzs.pdf>.
- [135] Nyulászi Tamás: 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).
- [136] Haig Zsolt: Az elektronikai felderítés tervezése, térinformatikai eszközön. Hadtudományi Tájékoztató, 1996. 2. szám, 79-88 old.
- [137] C. Pohl, J.L.van Genderen: Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. International journal of Remote Sensing, 1998. vol. 19, n 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).
- [138] 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:ysw2kchtgIJ:https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00957754/document+&cd=1&hl=hu&ct=clnk&gl=hu>.
- [139] D. L. Hall, J. Llinas: An introduction to multisensor data fusion. Proceedings of the IEEE, vol. 85, n° 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\\_vis=1&oi=scholart&sa=X&ved=0ahUKEwiLxsjzuffKAhUBOJoKHWE-AiMQgQMIGzAA](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).
- [140] 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.

- [141] Lucien Wald: 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>.
- [142] Nutaq Multi sensor Data Fusion- Introduction, <http://www.nutaq.com/multi-sensor-data-fusion-introduction/>.
- [143] Hugh Durrant-Whyte: A beginners Guide to Decentralised Data Fusion. The University of Sydney NSW 2006, Australia, Australian Centre for Field Robotics, 2000, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.529.9404&rep=rep1&type=pdf>.
- [144] Multiple Sensor Fusion, Sensor Integration and Data Integration.
- [145] Multiple Sensor Fusion, Sensor Integration and Data Integration, <https://sites.google.com/site/apollo17/sensorfusion>.
- [146] 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> .
- [147] ITU-R P.533-61 RECOMMENDATION: ITU-R P.533-6 HF PROPAGATION PREDICTION METHOD\*(Question ITU-R 223/3) Forrás: <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.533/en>.
- [148] Mintaszerző, Mintacím, Mintakiadó, Mintakiadó helye: Forrás: <https://www.startlap.hu> (Letöltve: 2020.04.11.).
- [149] 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).
- [150]
- [151] Rohde & Schwarz, „Introduction into Theory of Direction Finding,” 2011/12.

- [152] D. Kiss, L. Dudás, Á. Szüllő és R. Seller, „SSR alapú monopulse követő rendszer,” *Repüléstudományi közlemények*, pp. 512-513., 2014..
- [153] N. Ahmed, „Radio Direction Finding, Theory and Practices,” 6 január 2016. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/289779492>. [Hozzáférés dátuma: 8 szeptember 2019].
- [154] I. Pellejero, „Adcock/Watson-Watt Radio Direction Finding,” [Online]. Available: <http://www.ipellejero.es/tecnico/adcock/english.php>. [Hozzáférés dátuma: 2. november 2019.].
- [155] Z. Haig , L. Kovács , L. Ványa és S. Vass, Elektronikai hadviselés, Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014, p. 109.
- [156] T. Péter, „Mérőszolgálat a frekvenciák védelmében - Korszerű eljárások és módszerek a Nemzetközi Hírközlési Hatóság gyakorlatában,” 2004..
- [157] Rohde & Schwarz, „Direction Finders,” p. 42.
- [158] M. Torlak, „Spatial Array Processing,” Austin.
- [159] W. A. Gardner és S. V. Schell, „High-Resolution Direction Finding,” Elsevier Science Publishers, 1993.
- [160] H. Van Trees, „Optimum Array Processing,” 2002..
- [161] S. Talwar, „Blind Space-Time Algorithms For Wireless Communication Systems,” 1996..
- [162] P. Tamás, „Több csatornás DVB-T alapú passzív radar,” 2013..
- [163] K. Buckley és B. Van Veen, „Beamforming: a versatile approach to spatial filtering,” *IEEE ASSP Magazine*, 1988..
- [164] K. Buckley, „Spatial/Spectral filtering with linearly constrained minimum variance beamformers,” *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1987..
- [165] J. Capon, „Maximum-likelihood spectral estimation,” Springer.
- [166] F. Andrea, „Adaptív antennarendszerek elmélete I,” Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék, 2007..



- [167] N. András és F. Viktor, „Íránymérés adaptív antennarendszerrel,” Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület.
- [168] K. Växjö, „DOA estimation based on MUSIC algorithm,” 2014..
- [169] H. L. Van Trees, „Optimum Array Processing,” New York, 2002..
- [170] „An Introduction to MUSIC and ESPRIT,” Cincinnati.
- [171] F. B., „A sensitivity analysis of the MUSIC algorithm,” 1990..
- [172] R. Roy és T. Kailath, „ESPRIT - Estimation of Signal Parameters Via Rotational Invariance Techniques,” IEEE, 1989.
- [173] A. T. Y. Lok, „Multiple Signal Detection using the ESPRIT Algorithm,” 2010. [Online]. Available: [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). [Hozzáférés dátuma: 2. március 2020.].
- [174] D. Pradhan és R. Bera, „Direction of Arrival Estimation via ESPRIT Algorithm for Smart Antenna System,” [Online]. Available: [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). [Hozzáférés dátuma: 22. március 2020.].
- [175] „Spherical Coordinates,” [Online]. Available: [https://www.mathworks.com/help/phased/ug/spherical-coordinates.html#bsl6\\_dn](https://www.mathworks.com/help/phased/ug/spherical-coordinates.html#bsl6_dn). [Hozzáférés dátuma: 3 március 2020.].

## **RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE**

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

## **FOGALMAK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE**

## 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 Ionoszféra 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 adatsatorna 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 MATAB környezetben	[]
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/dtic/tr/fulltext/u2/676276.pdf">https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/676276.pdf</a>	Diverziti vétel determinisztikus leírása	[51]
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	[]
10.	Konstantions 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	[]

	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
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	[]
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	[]
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 vezeték nélküli 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 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	[20]
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	[]
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 rádiószolgálati RH terjedés előrejelzés lehetőségei	[]
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=ceandiss">https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&amp;context=ceandiss</a>	I/Q imbalances37	[]
21.	Thepratarn 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	[]

	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
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 diverzítási 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/datasream/PDF_01/view">https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:73303/datasream/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/repozitorium/bitstream/handle/11410/9640/Teljes%20sz%c3%b6veg%21?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/9640/Teljes%20sz%c3%b6veg%21?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Frekvenciagazdálkodás fogalmi rendszerének definiálása 1	[ [10]]
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 idő tartamának digitális modellezése és alkalmazásai csillapítás idősorok előállítására	PhD	magyar	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Magyarország, 2010	<a href="https://repozitorium.omikk.bme.hu/handle/10890/972">https://repozitorium.omikk.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://repozitorium.omikk.bme.hu/handle/10890/972">Hetsy Zsolt PhD értekezés 1102 - hetesy-zsolt-vedes-ertekezes.pdf</a>	Titkos információgyűjtés magyarországi jogszabályi környezete	[23]
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	[24]



	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
38.	Fürjes János Norbert	Kis és közepes sebességű digitális adatátviteli rendszerek automatikus analizésének és dekódolásának lehetőségei	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2010	<a href="#">Kis és közepes sebességű digitális adatátviteli rendszerek automatikus analizésének és dekódolásának lehetőségei: doktori (PhD) értekezés</a>	SDR architektúrák vizsgálati módszere	[]
39.	Gulyás Attila	Különleges műveleti erők vezetésének és irányításának támogatási aspektusai	PhD	magyar	Nemzeti Köszolgálati Egyetem Magyarország, 2016	<a href="#">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/1410/9553?show=full">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9553?show=full</a>	Informatikai hálózatok védelmi megfontolásai	[]
41.	Horváth Sándor József	A Magyar Honvédség elektronikai hadviselési képességének fejlesztése szoftverrádiók alkalmazásával	PhD	magyar	Nemzeti Köszolgálati 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	[]
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 Köszolgálati 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	[]
44.	Károly Krisztián	Automatizált erőkövetési képesség megvalósításának lehetőségei a Magyar Honvédség Híradó-Informatikai rendszerében	PhD	magyar	Nemzeti Köszolgálati 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	[]
45.	Koleszár Béla	Földi robottechnikai eszközök konstrukciós és alkalmazási kérdései, különös tekintettel a békefenntartó missziók biztonságának növelésére	PhD	magyar	Nemzeti Köszolgálati 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	[]
47.	Kovács Zoltán	Az infokommunikációs rendszerek nemzetbiztonsági kihívásai	PhD	magyar	Nemzeti Köszolgálati Egyetem Magyarország, 2015	<a href="http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/10868?show=full">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/10868?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.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9811">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9811</a>	Informatikai rendszerekben alkalmazható védelmi megoldások	[]

	Szerző	Cím	Szint	Nyelv	Kiadás helye, időpontja	Forrás	Téma kapcsolódás	Hiv. szám
50.	Varga Péter János	Kritikus információs infrastruktúrák vezeték nélküli hálózatának védelme	PhD	magyar	Nemzeti Közszerződési Egyetem Magyarország, 2012	<a href="http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9990">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9990</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 ellentévékenységre	PhD	magyar	Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Magyarország, 2001	<a href="http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9518">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9518</a>	Valós idejű iránymérés eljárási módszertana	[]
52.	Zalai Noémi	A humánerőforrás-gazdálkodás kérdéseinek vizsgálata a nemzetbiztonsági szolgálatoknál	PhD	magyar	Nemzeti Közszerződési Egyetem Magyarország, 2012	<a href="http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9705">http://m.ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/1410/9705</a>	Nemzetbiztonsági szolgálatok állományával szemben támasztott kompetencia követelmények	[]

## 2. számú melléklet NMHH NRAT RH sávartományú kivonata

	Rádiószolgálat	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

	Rádiószolgálat	Alkalmazás	Felhasználás célja	Frekvenciasáv
		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 rádióműsorszórás	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 rádióműsorszórás	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 rádióműsorszórás	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
		Keskenysávú távgépíró és SSB rádiótelefon üzemű 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 üzemre	P	12230 - 13200 kHz, 16360 - 17410 kHz, 4063 - 4438 kHz, 6200 - 6525 kHz, 8195 - 8815 kHz
	Űrkutatás	Űrkutatás 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 űrjárművek 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

	Rádiószolgálat	Alkalmazás	Felhasználás célja	Frekvenciasáv
		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, 26510 - 27500 kHz

### 3. számú melléklet RH dekóderek jegyzéke

Rövidhullámú sáv tartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke	
AN/PRC-150C	ASCII-ITA5
Huneeed VSC-870K	ASYNK 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 (Multichannel)	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
BPSK63	Coquelet-13 FEC

<b>Rövidhullámú sáv tartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
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
Coquelet-13 ARQ	Efir-HV
EFR Telemetry	Harris Citadel I Encryption

## Rövidhullámú sáv tartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke

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
Harris ANW2 3G ALE	MAFF v1
Harris AutoLink	MAFF v2
MD-674 Asynchronous FSK	NexREF



<b>Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
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
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

<b>Rövidhullámú sáv tartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke</b>	
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
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

### Rövidhullámú sávtartományban alkalmazott dekóderek jegyzéke

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
	4FSK (F7B)		12 x QPSK
MFSK	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

3.10 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

```

**3.11 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
```

**3.12 ábra. Diverziti nyereség elméleti és szimulációs értéke a diverziti ágak számának függvényében**

**SC SNR novekmény.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));
        EbN0EffThoery(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(EbN0EffThoery),'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');

```

### 3.15 ábra. BER bithibaarány, EGC, MRC és SC jelkombinálásokkal

#### BER EGC MRC SC.m

```
x = 1; % adó jele Eb = 1
Ciklusszam = 100000; %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
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

```

### 3.16 ábra. BER bithibaarány SNR függvényében SC, EGC és MRC jelkombinálásokkal

```

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_ertek = 1:15          %1:15 SNR dB értékek 1-től 15-ig

    SNR_ertek = 10^((SNR_dB_ertek)/10); %SNR 1-15 dB tartományban

    %SNR_ertek = 10^((SNR_dB_ertek+58)/10);%SNR_dB_ertek = 52:64
    %SNR_ertek = 1; % SNR = 0 dB_
    %SNR_ertek = 0.0000001; % SNR = -60 db dB
    %SNR_ertek = 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_ertek; % 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_ertek, N, csatmod+1), result_sc] = ...
        SC_szamol(Gn, Gn_dupl, Rx_adat, mintaszam, adat); % SC

    [BER_MRC(SNR_dB_ertek, N, csatmod+1), result_mrc] =...
        MRC_szamol(Gn_dupl, Rx_adat, mintaszam, adat);% MRC

    [BER_EGC(SNR_dB_ertek, N, csatmod+1), result_egc] =...
        EGC_szamol(Gn_dupl, Rx_adat, mintaszam, adat); %EGC

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

```

### 3.17 ábra. MRC és EGC diverziti nyereségek viszonya

#### MRC vs EGC divnyereseg 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_rel_Rx2_20,MGCdB20,'r');
plot(Rx1_rel_Rx2_20,EGcDb20,'g');
plot(Rx1_rel_Rx2_20,Gd0_20);
legend({'SC','MRC','EGC'},'Location','best');
title(legend,'Diverziti típusok');
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 típusok');
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 típusok');

```



```

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 típusok');
hold off;

```

### **3.18 ábra. 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 Szenzor nyersadatok statisztikai becslése**

## 7. 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  
*****
```

```
Proppy 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  
*****
```

\*\*\*\*\* ITURHFP 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  
\*\*\*\*\*

## 8. számú melléklet Diverziti terepi mérési eredmények összesítő táblázata

Diverziti terepi mérési eredmények																		
Közlemény sorszáma	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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	Szenzor 1		Szenzor 2						Szenzor 3						Szenzor 3-2-1 Diverziti			
			Szenzor 2		Szenzor 2-1 Diverziti				Szenzor 3		Szenzor 3-1 Diverziti				Szenzor 3-2-1		Szenzor 3-2-1 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

