

Estimarea valorilor prognozate al intensității câmpului în zona de acoperire cu semnal DVB-T2

Mihail IACOB¹, Iurie Demciuc¹, Ion AVRAM²

¹"Radiocomunicații" State Enterprise
Chisinau, The Republic of Moldova

²Technical University of Moldova
Chisinau, The Republic of Moldova
mihail.iacob@radiocom.md
iurie.demciuc@radiocom.md
ion.avram@rc.utm.md

Abstract Completed a comparative assessment of the qualitative parameters of DVB-T2 signal in the coverage area of a synchronous network. The analysis is based on the results of field measurements executed in Central zone of digital terrestrial television in the Republic of Moldova, operating in 31 television channel.

Keywords— arie de acoperire, emisie terestră, DVB-T2, SFN, puterea aparent radiată, ITU-R P.370, ITU-R P.1546, ITU-R P.1812, intensitatea minimală mediană câmpului.

I. INTRODUCERE

Aria de acoperire cu semnal de emisie terestră este o suprafață, la hotarele căreia este garantată o recepție cu calitate normală. În rețele de emisie terestră această calitate normală este definită prin intensitatea minimală mediană a câmpului, care, la rândul său, depinde de parametrii tehnici standardului de emisie și receptorului.

Calitatea recepției depinde de mai mulți factori: caracteristicile tehnice ale semnalului de emisie, caracteristicile tehnice ale instalației de recepție, relieful, landsaftul, condițiile în care sunt amplasate construcțiile în locul de recepție, timpul zilei și a anului, condițiile meteorologice, etc. Din cauza că este dificil de a evidenția toți factorii care influențează calitatea recepției putem vorbi numai despre prognozarea zonei de acoperire. Chiar și cele mai complexe metode de calcul nu pot oferi un model fizic absolut precis al propagării undelor electromagnetice. Calculul zonei de acoperire este o operațiune dificilă și consumatoare de timp, care se realizează mai eficient, cu un software special care efectuează calculele cu o precizie înaltă, ca de exemplu peste fiecare 1 grad pe direcție de la antena de emisie.

Pentru proiectarea zonelor de acoperire cu semnal terestru pot fi utilizate mai multe metode de calcul inclusiv și modele „punct-la suprafață” descrise în Recomandările Uniunii Internaționale a Telecomunicațiilor ITU-R. Specialiștii Î.S. “Radiocomunicații” timp îndelungat, cu succes, utilizează recomandările ITU-R P.370, ITU-R P.1546 și ITU-R P.1812 care demonstrează o precizie satisfăcătoare. Totodată, efectuând calcule cu ajutorul recomandărilor menționate, putem observa că, având la bază aceleași parametri de configurare al rețelei terestre, valorile prognozate al intensității câmpului în interiorul ariilor de acoperire, suprafața și forma acestor arii prognozate diferă una de alta. Ca exemplu, în fig. I.1, I.2 și I.3

sunt prezentate rezultatele prognozei unei arii de acoperire cu semnal DVB-T2 (Digital Video Broadcasting Terrestrial), având la bază aceleași parametrii tehnici de configurare.

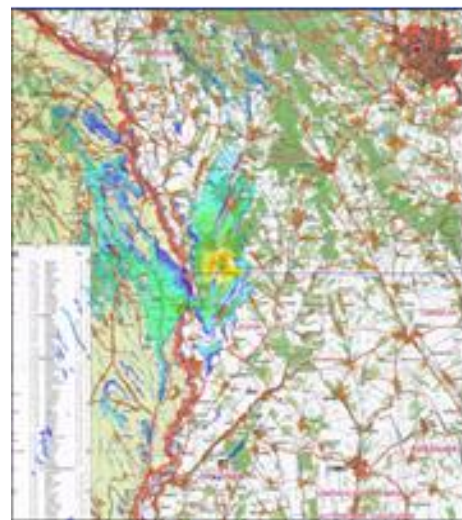


Fig. I.1 Prognozul ariei de acoperire emițătorului DVB-T2 pentru posibilă amplasare la Mingir conform ITU-R P.1812-3

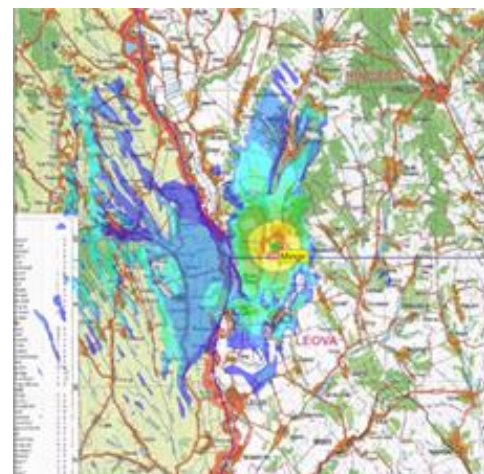


Fig. I.2 Prognozul ariei de acoperire emițătorului DVB-T2 pentru posibilă amplasare la Mingir conform ITU-R P. 370-7

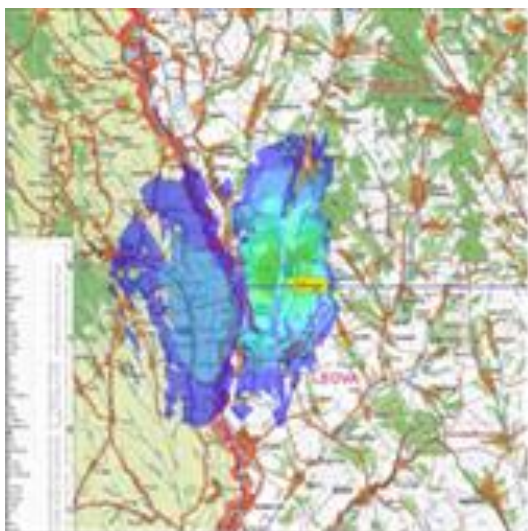


Fig. I.3 Prognozul ariei de acoperire emițătorului DVB-T2 pentru posibilă amplasare la Mingir conform ITU-R P.11546-5

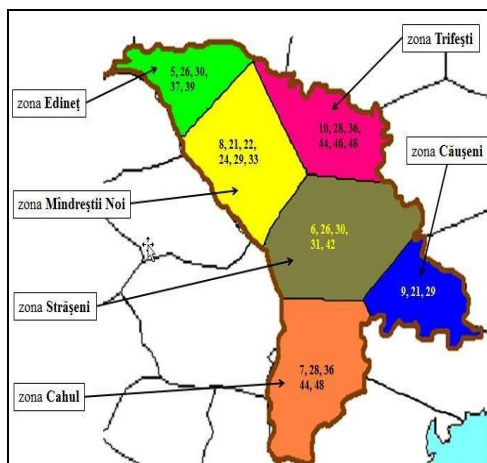


Fig. I.4 Harta zonelor de televiziune digitală terestră în Republica Moldova

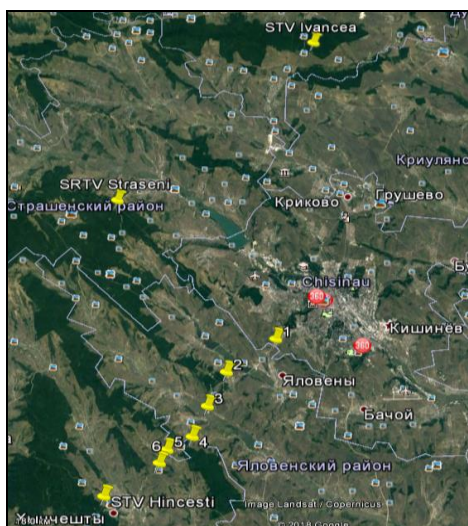


Fig. I.5 Amplasarea geografică punctelor de emisie și recepție

II. PROCESAREA DATELOR NECESARE PENTRU PROGNOZAREA INTENSITĂȚII CÎMPULUI

II.1 PARAMETRII TEHNICI PUNTELOR DE EMISIE ȘI PUNTELOR DE RECEPȚIE

Pentru calcularea intensității cîmpului este necesar să cunoaștem: puterea aparent radiată PAR al antenelor de emisie; coordonatele geografice și altitudinile reliefului în punctele de emisie și recepție; înălțimile de suspendare și parametrii de directivitate antenelor de emisie și recepție; profilurile reliefului între punctele de emisie și recepție; landsaftul în locul de recepție.

Puterea aparent radiată PAR se calculează în conformitate cu formula (II.1):

$$PAR \text{ (dBW)} = P_{tx} \text{ (dBW)} + G_a \text{ (dBd)} - A_f \text{ (dB)}, \quad (\text{II.1.1})$$

unde: P_{tx} - puterea de emisie a emițătorului; G_a - câștigul maximal al antenei de emisie; A_f - atenuarea semnalului în feeder. Valorile PAR, au fost calculate cu ajutorul software specializat și în comun cu alți parametri tehnici punctelor de emisie sunt în Tabelul II.1.1.

TABELUL II.1 PARAMETRII TEHNICI PUNTELOR DE EMISIE

Stația	Strășeni	Hîncești	Ivancea
Coordonatele geografice	E 28.33°57.7" N 47.07°17.5"	E 28.34°02.1" N 46.49°26.9"	E 28.48°51.2" N 47.17°45.6"
Altitudinea bazei pylonului,m	329	273	202
Înălțimea suspendării antenei,m	283	70	110
Polarizarea antenei	H	H	H
Tipul antenei	Omni	Omni	Omni
PAR (dW)	34.04	30.51	25.93

Parametrii tehnici punctelor de recepție (p.r.) sunt prezentate în Tabelul II.1.2, unde H_r – altitudinea punctului, dar H_a – înălțimea suspendării antenei.

TABELUL II.1. 2 PARAMETRII TEHNICI PUNTELOR DE RECEPȚIE

№ p.r.	Coordonatele geografice	H_r m	H_a , m
1	28E46'14.05" 46N58'40.61"	188	10
2	28E42'37.24" 46N56'41.44"	216	10
3	28E41'16.79" 46N54'40.18"	93	10
4	28E40'13.9" 46N52'53.22"	245	10
5	28E38'26.22" 46N52'08.12"	161	10
6	28E37'55.06" 46N51'21.92"	161	10

În Tabelul II.1.3 este descris landsaftul în punctele de recepție.

TABELUL II.1.3 LANDȘAFTUL ÎN PUNCTELE DE RECEPȚIE

N ^o p. r.	Caracteristica landșaftului în punctele de recepție
1	Cîmp, intrare în localitate
2	Pădure, cîmp, intrare în localitate
3	Cîmp, în partea de sud este amplasată localitatea
4	Drumul trece prin pădure
5	Copaci rare, case cu 1 etaj amplasate rar
6	Cîmp, în partea de Sud-Est pădurea

În Tabele II.1.4 – II.1.6 sunt prezentate azimuturile din punctele de recepție spre punctele de emisie și distanțele între punctele de recepție și emisie.

TABELUL II.1.4 AZIMUT ȘI DISTANȚA ÎNTRE PUNCTELE DE RECEPȚIE ȘI EMITĂTORUL STRĂȘENI

N ^o p.r.	Azimut, grad	Distanța, km
1	315	22,3
2	330	22,6
3	337	25,2
4	342	27,9
5	347	28,7
6	349	30

TABELUL II.1.5 AZIMUT ȘI DISTANȚA ÎNTRE PUNCTELE DE RECEPȚIE ȘI EMITĂTORUL HÎNCEȘTI

N ^o p.r.	Azimut, grad	Distanța, km
1	221	23,1
2	218	17,3
3	222	13,4
4	230	10,2
5	227	7,5
6	233	6,1

TABELUL II.1.6 AZIMUT ȘI DISTANȚA ÎNTRE PUNCTELE DE RECEPȚIE ȘI EMITĂTORUL IVANCEA

N ^o p.r.	Azimut, grad	Distanța, km
1	4	35,5
2	10	39,8
3	11	43,9
4	12	47,4
5	14	49,3
6	15	50,8

II.2 INTENSITATEA MINIMALĂ MEDIANĂ AL CÎMPULUI LA HOTARELE ARIEI DE ACOPERIRE

Calculul pragului intensității câmpului electromagnetic al zonei de acoperire Strășeni a fost efectuat pentru configurările sistemului de emisie DVB-T2 și anume: lărgimea benzii de frecvențe a canalului de emisie - 8 MHz; frecvența purtătoare a canalului 31 - 554 MHz; constelația PLP - QAM-256; setările frecvențelor purtătoare - 32K extended; setările frecvențelor pilot - PP6; viteza codului de protecție - 2/3. Calcule sunt efectuate pentru recepția staționară, la o antena fixă amplasată la înălțimea 10 m de la suprafața solului. Totodată a fost

utilizat modelul canalului radio Ricean (recepționarea semnalului direct și a semnalului reflectat).

La baza calculului valorilor pragului de intensitate a câmpului electromagnetic sunt luate rapoartele de protecție semnal/zgomot. Aceste valori depind de modul de operare al sistemului, parametrii de modulație și tipul de recepție. Valorile specifice pentru standardul DVB-T2 sunt prezentate în documentul ETSI TS 102831. Aceste valori de protecție pentru setările emițătoarelor rețelei sunt prezentate în Tabelele II.2.1 și II.2.2, și constituie în total 18,58 dB.

TABELUL II.2.1 RAPORTUL DE PROTECȚIE EMITĂTOARELOR

Necesar (C/N) ₀ (dB) pentru BER = 1 x 10 ⁻⁷ după LDPC decodare		
Constelația	Viteza codului	Ricean channel
256-QAM	2/3	18,1

TABELUL II.1.3 FACTORUL DE CORECȚIE ΔBP PENTRU SEMNALE PILOT

ΔBP	PP6
32K	0,48
Ext.	

Calculul pragului de intensitate a câmpului are la bază recomandările din anexa 3.4 al Acordului Regional de la Geneva-06. La baza acestor calcule sunt puși mai mulți parametri tehnici ai sistemului de recepție cum ar fi: nivelul de zgomot al receptorului; valoarea minimă a puterii semnalului la intrarea receptorului; apertura efectivă a antenei de recepție; pierderile în feeder; coeficientul de credibilitate, etc. În urma calculelor efectuate a fost obținută valoarea $E_{med} = 54 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$.

III. RECOMANDĂRILE ITU-R PENTRU PROGNOZAREA INTENSITĂȚII CÎMPULUI

Ce ține de semnale terestre, recomandările ITU-R P.370, ITU-R P.1546, ITU-R P.1812 sunt metode „punct-la suprafață” care permit efectuarea prognozei intensității câmpului în toate benzile de televiziune I-V. În condițiile Republicii Moldova raza de acoperire cu semnal DVB-T2, de regulă, constituie câteva zeci de kilometri.

În recomandările ITU-R P.370 și ITU-R P.1546 forma așa-numitelor curbe de propagare generalizează rezultatele multiplelor măsurări pe teren efectuate în Europa și America de Nord. Curbe de propagare sunt construite pentru diferite probabilități de recepție, diferite benzi de frecvențe, diferite regiuni ale Pământului și pentru diferite altitudini de suspendare a antenei de emisie. Aceste două recomandări prevăd utilizarea simplificată a reliefului în procesul de calculare a ariilor de acoperire, ce dă posibilitate de a folosi hărțile geografice cu o precizie joasă. În cazul semnalelor de televiziune terestră pentru calcule, de regulă, sunt folosite curbe care asigură intensitatea câmpului în punctul de recepție cu o probabilitate de 50% din numărul de locuri și 50% din timp. Totodată se consideră că înălțimea antenei de recepție este de 10 m. Înălțimea antenei de emisie este estimată prin înălțimea efectivă de suspendare care corespunde înălțimei de

suspendare în raport cu înălțimea medie a reliefului la distanța 3-15km în direcția punctului de recepție. Intensitatea câmpului obținută în cursul calculului este o valoare medie pentru o suprafață elementară de teren. Așadar recomandările ITU-R P.370 și ITU-R P.1546 nu fac posibilă efectuarea unui calcul "punct la punct", pentru acest caz putem vorbi despre calcul "punct-la-suprafața elementară". Totodată recomandarea ITU-R P.1546 elimină unile limitări inerente recomandării ITU-R P.370. Ca exemplu, în fig. III.1 sunt prezentate curbele de propagare pentru regiunea europeană: frecvența 600 MHz; probabilitatea de recepție 50% locuri, 50% timp.

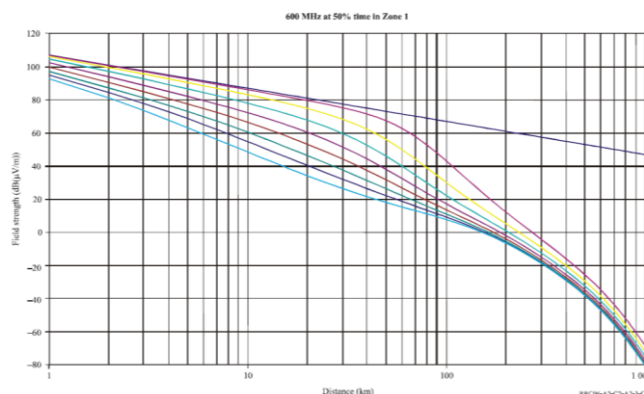


Fig. III.1 Curbele de propagare pentru Zona 1: frecvența 600MHz; Probabilitatea de recepție 50% locuri, 50% timp.

Recomandarea ITU-R P.1812 este o metodă de estimare al intensității câmpului cu o probabilitate $1\% \leq pL \leq 99\%$ din numărul de locuri și probabilitatea $1\% \leq p \leq 50\%$ din timp. Această metodă prevede efectuarea analizei detaliate a traseului pe baza profilului suprafeței pământului. Predicțiile pentru rețele "punct la suprafață", efectuate prin intermediul acestei metode, sunt compuse dintr-un șir de predicții pentru linii "punct – la punct", care sunt uniform distribuite în aria de acoperire proiectată. Numărul de puncte în acest caz trebuie să fie suficient de mare pentru ca valorile estimate ale intensității câmpului în mediu să prezinte o estimare rezonabilă a câmpului în cadrul unei suprafețe elementare. Așadar, pentru utilizarea acestui model sunt necesare hărți geografice digitalizate de precizie înaltă.

Pentru realizarea sarcinei propuse, a fost efectuată calcularea intensității câmpului în 6 puncte de test, menționate anterior în Tabelul II.1.2. Toate calcule au fost efectuate în conformitate cu recomandările ITU-R P.370-7, ITU-R P.1546-5 și ITU-R P.1812-3.

IV. MĂSURAREA INTENSITĂȚII CÂMPULUI ÎN PUNCTELE DE RECEPȚIE

Măsurarea intensității câmpului (totodată și altor parametri de calitate a semnalului) au fost efectuate cu ajutorul echipamentului ETL, în conformitate cu schema prezentată în fig. IV.1.

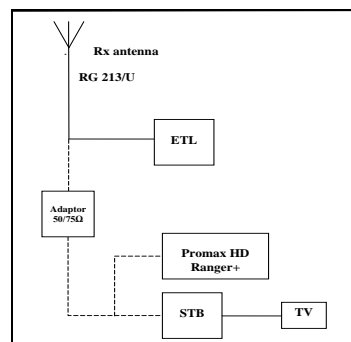


Fig. IV.1 Schema măsurării intensității câmpului

Măsurările intensității câmpului, create în punctele de recepție de un emițător, au fost efectuate cu condiția deconectării altor 2 emițătoare.

Diagrama de directivitate al antenei de recepție de tip R&S HL 040 este prezentată în fig. IV.2.

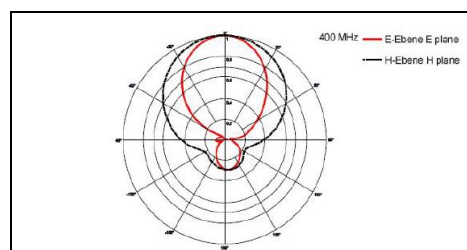


Fig. IV.2 Diagrama de directivitate a antenei R&S HL 040

Este de menționat, că diagrama de directivitate antenelor de emisie, indicate în Tabelul II.1, este circulară. Acest fapt permite neuniformitatea câștigului antenei în planul orizontal până la 3 dB, ce poate influența precizia valorilor intensității câmpului prognozate.

V. CERCETAREA INTENSITĂȚII CÂMPULUI ÎN PUNCTELE DE TEST

V.1 CERCETAREA INTENSITĂȚII CÂMPULUI RECEPȚIONAT DE LA STAȚIA STRĂȘENI

În urma deplasării în teren s-a reușit de a efectua măsurările intensității câmpului în punctele de recepție 2,3,4,5 și 6. Valorile prognozate E_{ITU-R} și valorile măsurate E ale intensității câmpului sunt prezentate în Tabelul V.1.1. În tabelul V.1.2 este dată diferența între E_{ITU-R} și E .

TABELUL V.1.1 VALORILE PROGNOZATE ȘI MĂSURATE ALE INTENSITĂȚII CÂMPULUI EMIȚĂTORULUI STRĂȘENI

Nr. p.r.	Valorile E_{ITU-R} prognozate, dB(μ V/m)			Valorile E măsurate, dB(μ V/m)
	ITU R P.370 - 7	ITU R P.1546 - 5	ITU R P.1812 - 3	
1	75,6	69	81,1	
2	70,2	65,3	65,8	60,3
3	62,8	59,3	49,2	52
4	72,9	65,6	78,3	48,1

5	57	54,4	44,8	51,9
6	67,9	64	63,9	63,8

TABELUL V.1.2 DIFERENȚA ÎNTRE VALORILE PROGNOZATE ȘI MĂSURATE ALE INTENSITĂȚII CÎMPULUI EMITĂTORULUI STRĂȘENI

№ p.r.	(E _{ITU-R} - E), dB		
	ITU R P.370 - 7	ITU R P.1546 - 5	ITU R P.1812 - 3
2	9,9	5	5,5
3	10,8	7,3	-2,8
4	24,8	17,5	30,2
5	5,1	2,5	-7,1
6	4,1	0,2	0,1

Observăm că în punctul 4 valorile prognozelor nu coincid cu rezultatele măsurărilor. Analizând relieful și relieful în acest punct de recepție (vezi fig.V.1.1 și fig.V.1.2) facem presupunere că semnalul recepționat a fost atenuat din cauza influenței pădurii. Din aceste considerente cazul dat a fost eliminat din analiza finală.

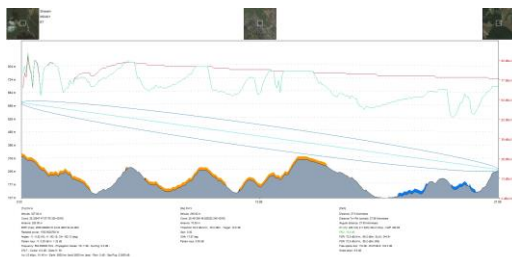


Fig. V.1.1 Relieful între Stația Strășeni și punctul de recepție №4



Fig. V.1.2 Landsaful în punctul de recepție №4

V.2 CERCETAREA INTENSITĂȚII CÎMPULUI RECEPȚIONAT DE LA STAȚIA HÎNCEȘTI

Măsurarea intensității cîmpului în punctele de recepție a fost efectuată în toate 6 puncte planificate. Valorile prognozate E_{ITU-R} și valorile măsurate E ale intensității cîmpului sunt prezentate în Tabelul V.2.1. În Tabelul V.2.2 este dată diferența între E_{ITU-R} și E.

TABELUL V.2.1 VALORILE PROGNOZATE ȘI MĂSURATE ALE INTENSITĂȚII CÎMPULUI EMITĂTORULUI HÎNCEȘTI

№ p.r.	Valorile E _{ITU-R} prognozate, dB(μV/m)			Valorile E măsurate, dB(μV/m)
	ITU R P.370 - 7	ITU R P.1546 - 5	ITU R P.1812 - 3	
1	43,8	39,2	49,6	
2	44,5	38	49	49
3	28,7	26,9	30,4	41,1
4	44,3	33,1	51,4	43,7
5	19	17,2	27,9	41
6	41,5	30,7	48,6	51,1

1	62,8	56,7	67,7	70,7
2	69,3	62	80,2	63,4
3	58,8	54,6	47,7	48,8
4	73,3	68,8	70,7	71,4
5	62,7	55,3	50,4	56,1
6	89,9	77	88,4	88,7

TABELUL V.2.2 DIFERENȚA ÎNTRE VALORILE PROGNOZATE ȘI MĂSURATE ALE INTENSITĂȚII CÎMPULUI EMITĂTORULUI HÎNCEȘTI

№ p.r.	(E _{ITU-R} - E), dB		
	ITU R P.370 - 7	ITU R P.1546 - 5	ITU R P.1812 - 3
1	-7,9	-14	-3
2	5,9	-1,4	16,8
3	10	5,8	-1,1
4	1,9	-2,6	-0,7
5	6,6	-0,8	-5,7
6	1,2	-11,7	-0,3

Observăm că toate recomandările au demonstrat o precizie de prognozare satisfăcătoare.

V.3 CERCETAREA INTENSITĂȚII CÎMPULUI RECEPȚIONAT DE LA STAȚIA IVANCEA

În urma deplasării în teren s-a reușit de a efectua măsurările intensității cîmpului în punctele de recepție 2,3,4,5 și 6. Valorile prognozate E_{ITU-R} și valorile măsurate E ale intensității cîmpului sunt prezentate în Tabelul V.3.1. În Tabelul V.3.2 este dată diferența între E_{ITU-R} și E.

TABELUL V.3.1 VALORILE PROGNOZATE ȘI MĂSURATE ALE INTENSITĂȚII CÎMPULUI EMITĂTORULUI IVANCEA

№ p.r.	Valorile E _{ITU-R} prognozate, dB(μV/m)			Valorile E măsurate, dB(μV/m)
	ITU R P.370 - 7	ITU R P.1546 - 5	ITU R P.1812 - 3	
1	43,8	39,2	49,6	
2	44,5	38	49	49
3	28,7	26,9	30,4	41,1
4	44,3	33,1	51,4	43,7
5	19	17,2	27,9	41
6	41,5	30,7	48,6	51,1

TABELUL V.3.2 DIFERENȚA ÎNTRE VALORILE PROGNOZATE ȘI MĂSURATE ALE INTENSITĂȚII CÎMPULUI EMITĂTORULUI IVANCEA

№ p.r.	(E _{ITU-R} - E), dB		
	ITU R P.370 - 7	ITU R P.1546 - 5	ITU R P.1812 - 3
2	4,5	-11	0
3	-12,4	-14,2	-10,7
4	0,6	-10,6	7,7
5	-22	-23,8	-13,1
6	-9,6	-20,4	-2,5

Din datele Tabelului V.3.2 observăm că toate 3 recomandări au demonstrat o scădere esențială a preciziei de prognozare în raport cu cazurile descrise în capitole V.1 și V.2. Acest fapt poate fi explicat prin scăderea intensității cîmpului în punctele de recepție din cauza distanțelor mai mari între

punctul de emisie și punctele de recepție (vezi Tabelele II.1.4 - II.1.6). Totodată este de menționat faptul că intensitatea minimală mediană a câmpului pentru zona de acoperire Strășeni este estimată printr-o valoare de 54 dB(μ V/m), dar toate valorile intensității prezentate în Tabelul V.3.1 nu ating acest nivel și nu pot fi definite ca șirul valorilor ariei de acoperire DVB-T2. Din această cauză datele Tabelului V.3.2 au fost eliminate din analiza finală.

V.4 ESTIMAREA ERORILOR DE PROGNOZARE AL INTENSITĂȚII CÂMPULUI ÎN ZONA DE ACOPERIRE CU SEMNAL DVB-T2

Pentru efectuarea analizei finale ce ține de estimarea erorilor de prognozare al intensității câmpului în zona de acoperire cu semnal DVB-T2 vom selecta datele din Tabele V.1.2 și V.2.2 conform Tabelului V.4.1

TABELUL V.4.1 ESTIMAREA ERORILOR DE PROGNOZARE AL INTENSITĂȚII CÂMPULUI ÎN ZONA DE ACOPERIRE DVB-T2

Definirea evenimentului	Numărul evenimentelor			
	$N_{P.370}$	$N_{P.1546}$	$N_{P.1812}$	$\sum N_{P.}$
$ E_{ITU-R} - E \leq 3 \text{ dB}$	2	5	6	13
$3 < E_{ITU-R} - E \leq 6 \text{ dB}$	3	2	2	7
$6 < E_{ITU-R} - E \leq 10 \text{ dB}$	4	1	1	6
$10 \text{ dB} < E_{ITU-R} - E $	1	2	1	4

V.5 CONCLUZII

În urma estimării erorilor de prognozare al intensității câmpului în zona de acoperire Strășeni facem următoarele concluzii:

1. Valoarea reală al intensității câmpului într-o arie de acoperire cu semnal terestru depinde de mai mulți factori, influența cărora nu poate fi întotdeauna reflectată corect și pe deplin în modele matematice utilizate pentru calcule. În urma utilizării modelelor de prognozare obținem rezultate finale cu o anumită precizie și o anumită probabilitate;

2. Pentru analiza finală a fost admis un masiv de date prognozate $(4+6) \times 3 = 30$ și $(4+6) = 10$ valori obținute în urma măsurărilor din teren;

3. Modele ITU-R P.1812 și ITU-R P.1546 au demonstrat o

probabilitate de prognozare circa 50% în diapazonul valorilor de precizie

$$|E_{ITU-R} - E| \leq 3 \text{ dB.}$$

Aceste valori de precizie sunt perfecte, deoarece pot fi comparate cu valoarea erorii de măsurări;

4. Modele ITU-R P.1812 și ITU-R P.1546 au demonstrat o probabilitate de prognozare circa 70%-80% în diapazonul valorilor

$$|E_{ITU-R} - E| \leq 6 \text{ dB;}$$

5. Modelul ITU-R P.370 a demonstrat o probabilitate de prognozare 70% în diapazonul valorilor

$$3 < |E_{ITU-R} - E| \leq 10 \text{ dB;}$$

6. În unele cazuri precizia de prognozare a depășit valoarea de 10dB și poate fi considerată eronată. Probabilitatea acestor cazuri constituie circa 10-20%;

7. La proiectarea ariilor de acoperire cu semnal de televiziune digitală terestră este oportun de a utiliza nu mai puțin de două recomandări: ITU-R P.1546 (sau ITU-R P.370) și ITU-R P.1812. În acest caz recomandarea ITU-R P.1546 (sau ITU-R P.370) va permite identificarea mai clară a presupuselor hotare ale ariei de acoperire proiectate, iar metoda ITU-R P.1812 va face posibilă dezvăluirea mai detaliată a zonelor de umbră.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ETSI TS 102 831. Technical Specification Digital Video Broadcasting; Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting sistem (DVB-T2).
- [2] ITU-R P.1546 Method for point-to area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz.
- [3] ITU-R P.370-7 VHF and UHF propagation curves for the frequsny.
- [4] Рекомендация МСЭ-R P.1812 Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб «из пункта в зону» в диапазонах УВЧ и ОБЧ.
- [5] Final acts of the regional radiocommunication conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 and 470-862 MHz (RRC-06).