

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ A BANATULUI - TIMIȘOARA**

CONTRACT NR. 215/1.10.2007

Programul: IDEI

Categoria de proiect: Proiect de cercetare exploratorie

Cod CNCSIS 889

Perioada 2007-2010

**“CREAREA UNOR MODELE DE PREDICȚIE
A RĂSPANDIRII GEOGRAFICE A SPECIEI
INVAZIVE *DIABROTICA VIRGIFERA* ÎN
FUNCTIE DE FACTORII ECOLOGICI”**



**DIRECTOR DE PROIECT
Prof. dr. ing. Ioana Grozea**

TIMIȘOARA, 2010

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ A BANATULUI - TIMIȘOARA**

**SINTEZA LUCRĂRII
2007-2010**

**DIRECTOR DE PROIECT
Prof. dr. Ioana GROZEA**

**TIMIȘOARA
2010**

CREAREA UNOR MODELE DE PREDICȚIE A RĂSPÂNDIRII GEOGRAFICE A SPECIEI INVAZIVE *DIABROTICA VIRGIFERA* ÎN FUNCȚIE DE FACTORII ECOLOGICI

Ioana Grozea, Ramona Chiriță (căs. Ștef), Alin Flavius Cărăbeș, Ana-Maria Badea (căs. Vîrteiu), Unipan Laura, Codruta Chiș

Cercetările care au făcut obiectul prezentei lucrări au avut ca scop elaborarea unor modele matematice de predicție a răspândirii adulților de *Diabrotica virgifera virgifera* dar și cunoașterea arealelor de răspândire în partea vestică a țării.

OBIECTIVE ȘTIINȚIFICE

“Organizarea activității practice”

În organizarea activității practice (fig. 1,2,3,4,5,6,7,8) desfășurate pe perioada iunie, 2008-septembrie, 2010 s-au stabilit locațiile optime în vederea amplasării capcanelor. Această alegere s-a bazat pe deplasări în direcții diferite pornind de la o altitudine joasă (Gătaia – 115 m) până la o altitudine mai înaltă (Domașnea – 557 m) care a permis creșterea și dezvoltarea plantelor de porumb. Astfel ca în 8 județe (Timiș, Arad, Hunedoara, Bihor, Cluj, Satu Mare, Sălaj, Caraș Severin). Altitudinile alese corespund cu 19 localități (varianțe): Timișoara (110 m), Gătaia (115 m), Șimand (115 m), Covăsânț (134 m), Chelmac (140 m), Șoimi (145 m), Blaja (150 m) Gura Văii (164 m), Gurasada (183 m), Nușfalău (214 m), Vârfurile (228 m), Prisaca (270 m), Reșița (305 m), Negreni (388 m), Teregova (401 m), Budureasa (392 m), Vălișoara (447 m) și Domașnea (557 m).

În urma studierii posibilităților de amplasare, la fața locului am instalat câte 2-3 capcane adezive cu feromon sexual de tip Csalomon® *Diabrotica virgifera* v. / (tip panou/2 buc. (produse în Ungaria) în fiecare cultură de porumb (considerată variantă experimentală). Distanța dintre cele 2 capcane a fost de 100 m între ele, acolo unde loturile de porumb au suficient de mari, iar acolo unde acestea erau mai mici am amplasat capcanele la o distanță de 50 m între ele.



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto-8

Foto 1-vizualizarea și stabilirea locurilor optime de amplasare a capcanelor

Foto 2- pregătirea materialelor în vederea pichetării parcelelor experimentale și a capcanelor feromonale

Foto 3-fixarea capcanelor pe planta de porumb; Foto 4 - evidențierea altitudinii prin utilizarea GPS ului; Foto 5 -citirea zilnică a capcanelor; Foto 6- înregistrarea datelor în registrul de evidență aferent proiectului; Foto 7- îndepărtarea exemplarelor vechi; Foto 8- schimbarea periodică a capcanelor

În comparație cu anul 2008, în anul 2009 și respectiv 2010 numărul variantelor experimentale a crescut din necesitatea de a acoperi un areal cât mai mare de cercetare. Deplasarea la variantele experimentale a fost facilitată de autolaboratorul, achiziționat din prezentul contract. Stabilirea altitudinilor s-a făcut cu ajutorul GPS-ului. Citirea capcanelor (C_1 , C_2 , C_3) s-a efectuat zilnic iar înregistrarea datelor a fost realizată la fața locului, în registre speciale. Capcanele feromonale au fost instalate (respective schimbate) în perioada iunie-septembrie. Citirea lor s-a realizat zilnic, iar schimbarea panourilor și feromonilor la 2 săptămâni. Observațiile zilnice au fost centralizate în computer în vederea interpretărilor statistice. Detalii cuprinzând date brute și reprezentări grafice sunt prezentate în sintezele anuale.

“Identificarea factorilor ecologici din arealele infestate și neinfestate de dăunator din țara noastră”

Temperatura aerului, temperatura solului, umiditatea relativă a aerului precum și precipitațiile au constituit factorii ecologici care au stat la baza corelațiilor dintre numărul de adulți de *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte și factorii ecologici la diferite altitudini. În acest sens au fost preluate date climatice de la Stațiile Meteorologice care acoperă punctele de control în care noi am instalat capcanele în vederea capturării adulților de *Diabrotica virgifera*; date furnizate de Arhiva Centrului Meteorologic Regional Banat-Crișana pentru Stațiile: Timișoara, Șiria, Gurahonț, Reșița și Caransebeș, Stei și Arhiva Centrului Meteorologic Regional Transilvania pentru stațiile Sălaj, Deva, Negreni și Satu Mare.

Datele au fost înregistrate zilnic și au fost centralizate și interpretate în rapoartele aferente fiecărui an de cercetare.

“Elaborarea de modele de răspândire în concordanță cu factorii ecologici”

Analizarea datelor obținute în concordanță cu factorii climatici abordați

La nivelul localităților aflate în studiu, pe perioada luată în studiu au fost observate diferențe semnificative de la un an la altul între valorile medii (indivizi) pe parcursul celor trei respectiv ani doi ani de înregistrări în localitățile: Timișoara ($F=31,00$; $p=0,000$), Gătaia ($F=23,74$; $p=0,000$), Șimand ($F=24,32$; $p=0,000$), Covăsânț ($F=16,48$; $p=0,000$), Chelmac ($F=13,29$; $p=0,000$), Gura Văii ($F=4,08$; $p=0,000$), Varfurile ($F=10,45$; $p=0,000$), Prisaca ($F=20,41$; $p=0,000$), Negreni ($F=4,75$; $p=0,031$), Teregova ($F=4,65$; $p=0,010$), Budureasa ($F=8,50$; $p=0,004$), Domașnea ($F=7,44$; $p=0,001$).

În localitățile Șoimi ($F=2,76$; $p=0,065$), Blaja ($F=0,22$; $p=0,641$), Gurasada ($F=0,17$; $p=0,679$), Nusfalău ($F=2,05$; $p=0,154$), Reșița ($F=0,15$; $p=0,865$), Vălișoara ($F=1,12$; $p=0,291$) diferențele observate au fost nesemnificative (Anexa 1).

Prelucrarea descriptivă pe baza căreia a fost făcută analiza de mai sus este redată în tabelele și graficele următoare, punând în evidență valorile minime, valorile maxime, media valorilor și abaterea standard a capturilor înregistrate la nivelul localităților aflate în studiu pe parcursul celor trei ani: 2010 (tabelul 1), 2009 (tabelul 2), 2008 (tabelul 3).

Tabelul 1

Analiza descriptivă a datelor înregistrate (exemplare/capcane) pe localități/altitudini, în anul 2010

Interpretarea statistică					
Varianta Localitatea/altitudine	N Nr. de zile	Valori minime	Valori maxime	Media	Abaterea Standard
Timișoara 2010 (110 m)	91	,00	101,00	24,0626	28,98939
Gataia 2010 (115 m)	91	,00	109,00	25,4835	30,35907
Simand 2010 (116 m)	91	,00	197,00	53,5788	58,02334
Covasant 2010 (134 m)	91	,00	103,00	25,1576	32,60499
Chelmac 2010 (140m)	91	,00	99,00	20,3438	23,65601
Șoimi 2010 (145 m)	91	,00	87,33	17,1132	20,91012
Blaja 2010 (150 m)	91	,00	98,33	28,7873	29,65500
Gura Văii 2010 (164 m)	91	,00	37,67	8,4581	9,51687
Gurasada 2010 (183 m)	91	,00	54,00	16,7069	14,74208
Nusfalău 2010 (214 m)	91	,00	31,33	9,7656	8,64566
Varfurile 2010 (228 m)	91	,00	39,67	6,5200	8,99153
Prisaca 2010 (270 m)	91	,00	55,33	13,1685	14,42088
Reșița 2010 (305 m)	91	,00	36,00	10,2338	10,52781

Negreni 2010 (388)	91	,00	21,67	7,1831	7,38151
Teregova 2010 (401 m)	91	,00	32,33	7,1280	8,63412
Budureasa 2010 (392 m)	91	,00	26,00	5,2341	7,08566
Valisoara 2010 (435 m)	91	,00	17,00	4,1464	4,98641
Domasnea 2010 (557)	91	,00	22,33	4,3114	6,14333

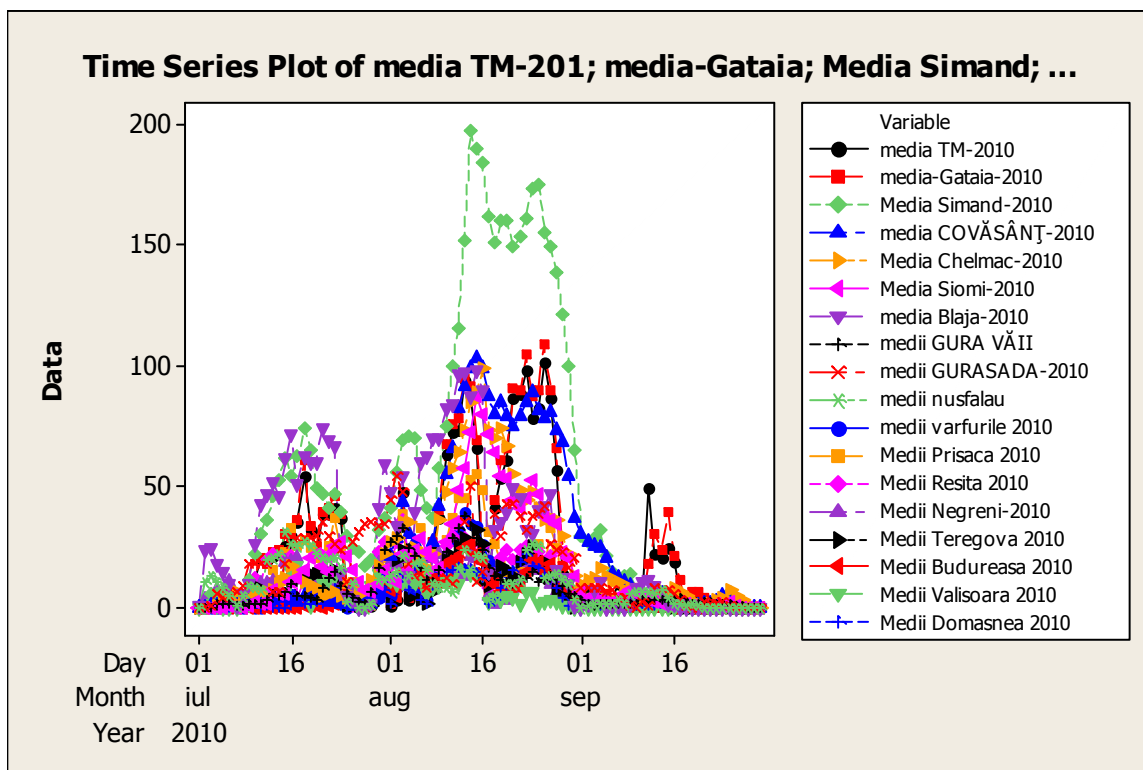


Fig. 1 Serii cronologice asociate înregistrărilor zilnice în localitățile aflate în studiu în anul 2010

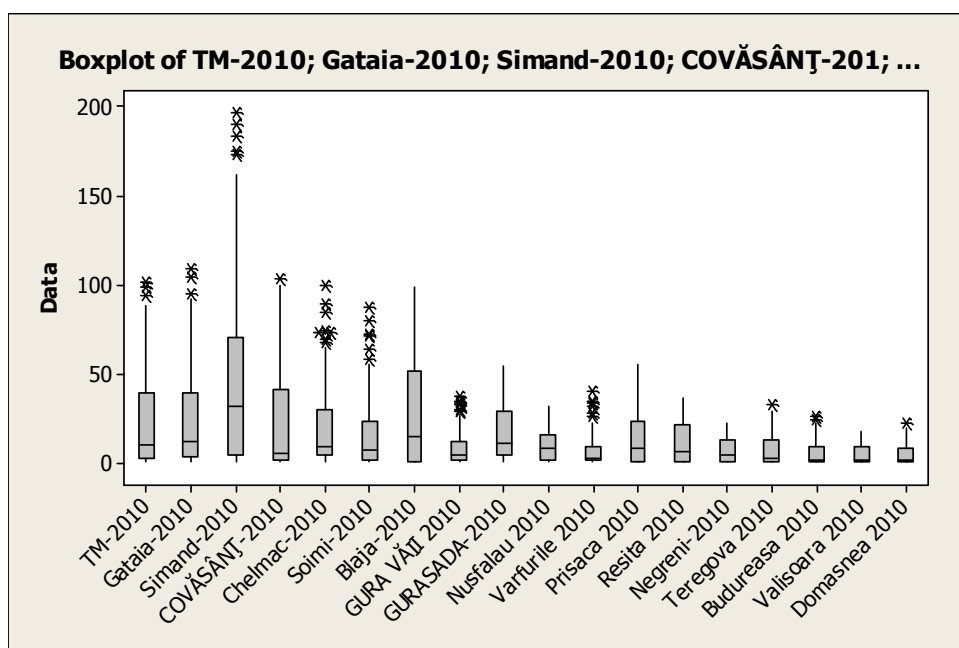


Fig. 2. Diagramele Box-Plot corespunzătoare înregistrărilor din 2010

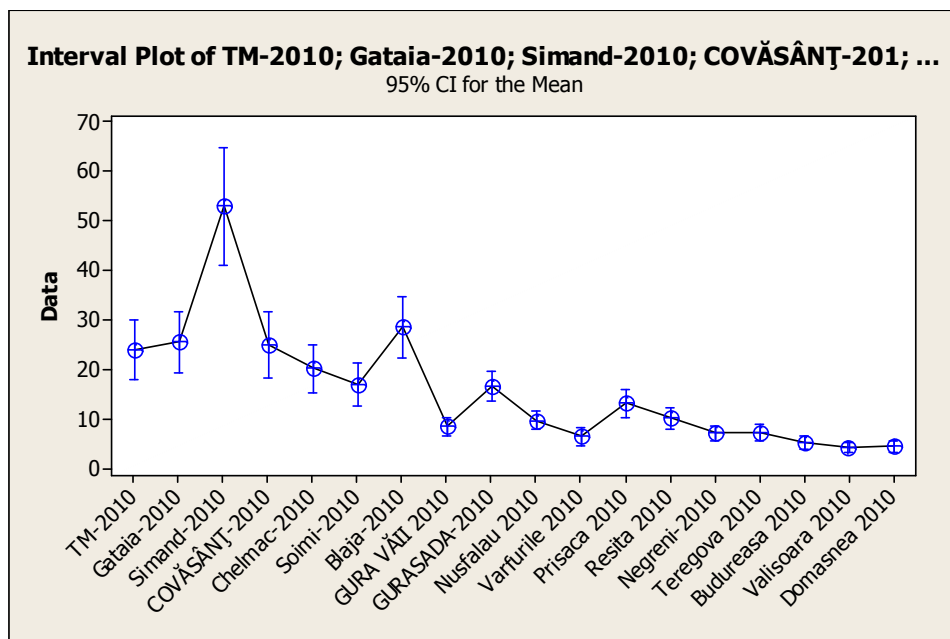


Fig. 3 Mediile si intervalele de incredere pentru valorile medii inregistrate pentru anul 2010

Tabelul 2

Analiza descriptiva a datelor înregistrate (exemplare/capcane) pe localitati/ altitudini)i, in anul 2009

Interpretarea statistica					
Varianta Localitatea/altitudine	N Nr. de zile	Valori minime	Valori maxime	Media	Abaterea Standard
+++++ Timisoara 2010 (110 m)	76	,00	174,67	60,1362	57,34459
Gataia 2010 (115 m)	82	,00	178,67	59,2767	52,04210
Simand 2010 (116 m)	82	,00	37,67	8,7321	8,82580
Covasant 2010 (134 m)	82	,00	42,33	9,1139	9,60292
Chelmac 2010 (140)	82	,00	29,33	9,4590	8,47562
Soimi 2010 (145 m)	82	,00	162,00	44,1500	45,23348
Blaja 2010 (150 m)	82	,00	155,00	47,0937	46,73307
Gura Văii 2010 (164 m)	82	,33	231,00	86,6788	57,13773
Gurasada 2010 (183 m)	82	,00	48,00	8,3009	10,78475
Nusfalau 2010 (214 m)	82	,00	55,00	17,4306	15,16814
Varfurile 2010 (228 m)	82	,00	120,00	24,8699	27,69564
Prisaca 2010 (270 m)	82	,00	31,00	8,7643	9,12349
Resita 2010 (305 m)	82	,00	81,67	19,7850	18,85553
Negreni 2010 (388)	82	,00	63,33	15,6096	14,34025
Teregova 2010 (401 m)	82	,00	19,67	4,9310	5,35359
Budureasa 2010 (392 m)	82	,00	30,67	9,7565	8,65784
Valisoara 2010 (435 m)	82	,00	47,00	11,7359	10,44653
Domasnea 2010 (557)	82	,00	102,67	26,6263	21,38874

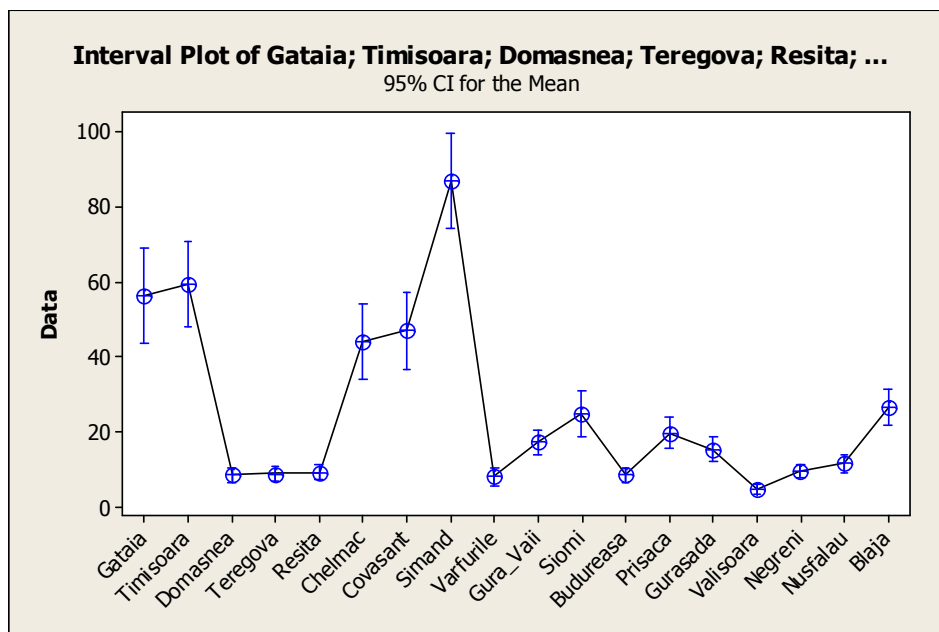


Fig. 4 Mediile si intervalele de încredere pentru valorile medii înregistrate pentru anul 2009

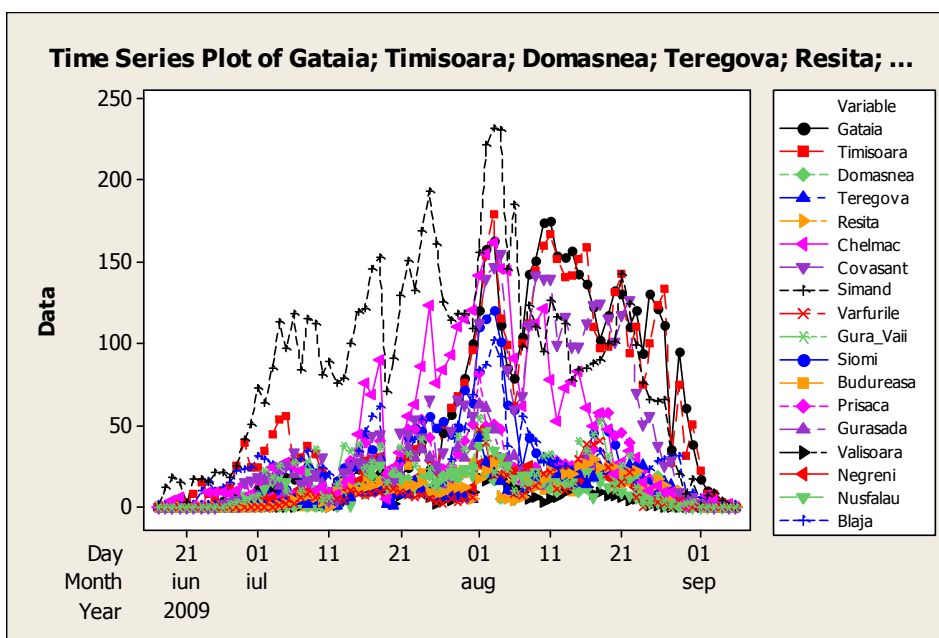


Fig. 5 Serii cronologice asociate înregistrărilor zilnice în localitățile aflate în studiu în 2009

Analiza descriptiva a datelor (exempare adulti/capcana) înregistrate la diferite altitudini (localitati), in anul 2008

Interpretarea statistica					
Varianta Localitatea/altitudine	N Nr. de zile	Valori minime	Valori maxime	Media	Abaterea Standard
Timisoara 2010 (110 m)	65	1,00	66,50	30,5231	17,42807
Gataia 2010 (115 m)	65	,00	48,00	14,3846	12,69189
Simand 2010 (116 m)	65	,00	46,50	16,4000	10,61257
Covasant 2010 (134 m)	65	,00	55,50	17,0615	12,44535
Chelmac 2010 (140)	65	,00	31,00	10,4000	10,33962

Soimi 2010 (145 m)	65	,00	18,50	4,9769	5,94666
Blaia 2010 (150 m)	65	,00	24,50	6,1462	7,62486
Gura Vaii 2010 (164 m)	65	,00	90,00	18,5308	19,76421
Gurasada 2010 (183 m)	65	,00	66,50	22,1538	16,64025
Nusfalau 2010 (214 m)	65	,00	14,00	4,6308	4,28959

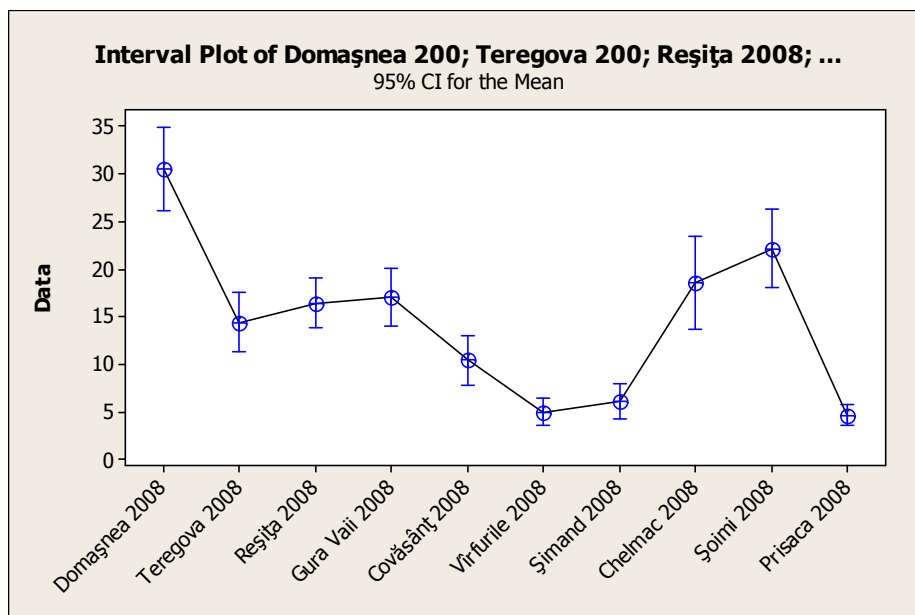


Fig. 6 Mediile si intervalele de încredere pentru valorile medii înregistrate pentru anul 2008

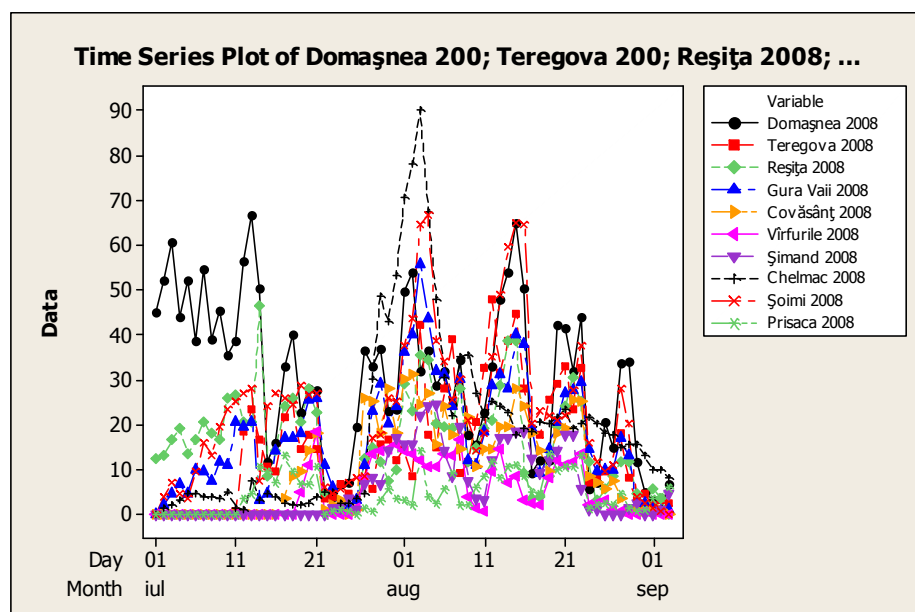


Fig. 7 Serii cronologice asociate înregistrărilor zilnice in localitățile aflate in studiu in 2008

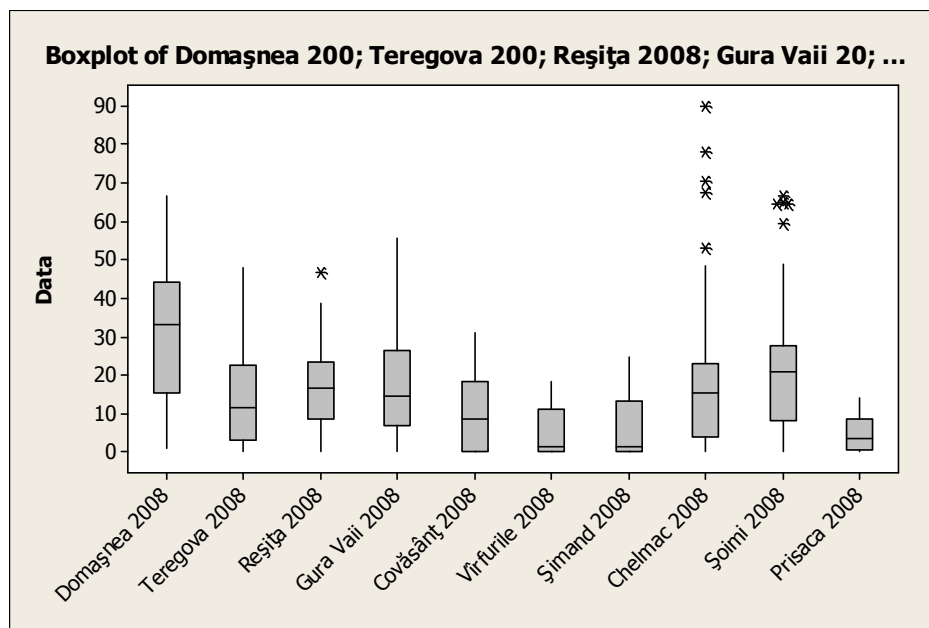


Fig. 8 Diagramele *Box-Plot* corespunzătoare înregistrărilor din 2008

Analiza corelațiilor cu factorii de mediu

În urma analizei factorilor de mediu asupra numărului mediu de capturi zilnice se observa ca la nivelul tuturor localitatilor (altitudinilor) aflate în studiu s-au înregistrat corelații directe pozitive de intensitate medie către mare (în raport cu temperaturile medii), negative de intensitate medie (în raport cu umiditatea relativă a aerului) și respectiv corelații negative slabe (în raport cu precipitațiile). Pentru evidențierea acestor corelații vom exemplifica 2 localități situate la altitudini extreme (de altitudine joasă, Timisoara și de altitudine înaltă, Domaşnea).

În Timișoara (100 m altitudine) din analiza corelațiilor cu factorii climatici se observa corelații pozitive față de temperatura aerului ($r=0,324$; $p=0,005$), față de temperatura solului ($r=0,373$, $p=0,015$) și negative față de umiditate ($r=-0,279$, $p=0,015$). În Domaşnea (557 m altitudine) analiza corelațiilor cu factorii de mediu ne arată corelații directe de intensitate medie cu temperatura aerului ($r=0,489$; $p=0,000$) respectiv temperatura solului ($r=0,622$; $p=0,000$) și corelații inverse față de umiditate ($r=-0,546$; $p=0,000$) respectiv precipitații ($r=-0,284$; $p=0,013$).

Având în vedere cei doi factori temperatura și umiditatea observăm ca valorile înregistrate cresc atunci când umiditatea este scăzută și temperatura ridicată, respectiv scad în cazul în care crește umiditatea și scade temperatura.

Detalii privind Analiza regresiei polinomiale sunt evidențiate în Anexa 3, iar în tabelul 4 sunt centralizate curbele de regresie obținute pentru fiecare localitate:

Tabelul 4

Curbele de regresie a înregistrărilor medii zilnice în funcție de factorii climatici/localități/altitudini

Localitatea/altitudine	Curba de regresie a înregistrărilor medii zilnice în funcție de temperatura medie	Curba de regresie a înregistrărilor medii zilnice în funcție de umiditate
Timisoara 2010 (110 m)	Valori Timisoara = $-57,38 + 51,17 \text{ Temp aer Timisoara}$ Timisoara = $1,002 \text{ Temp aer Timisoara}^{**2}$	Valori Timisoara = $-77,8 + 5,330 \text{ Umiditate Timisoara}$ Timisoara = $0,04604 \text{ Umiditate Timisoara}^{**2}$
Simand 2010 (116 m)	Valori medii zilnice Simand = $-67,6 + 5,46 \text{ Temperatura medie aer Simand}$ $0,0284 \text{ Temperatura medie aer Simand}^{**2}$	Valori medii zilnice Simand = $1780 - 39,20 \text{ Umiditate Simand}$ $+ 0,2170 \text{ Umiditate Simand}^{**2}$

Covasant 2010 (134 m)	Valori medii zilnice Covasant = - 54,35 + 5,973 Temperatura medie aer Covasant - 0,0959 Temperatura medie aer Covasant**2	Valori medii zilnice Covasant = 963,3 - 21,41 Umiditate Covasant + 0,1193 Umiditate Covasant**2
Chelmac 2010 (140m)	Valori medii zilnice Chelmac = - 29,57 + 2,678 Temperatura medie aer Chelmac - 0,0088 Temperatura medie aer Chelmac**2	Valori medii zilnice Chelmac = 668,0 - 14,74 Umiditate Chelmac + 0,08189 Umiditate Chelmac**2
Soimi 2010 (145 m)	Valori medii zilnice Soimi = 1,89 - 1,184 Temperatura medie aer Soimi + 0,1006 Temperatura medie aer Soimi**2	Valori medii zilnice Soimi = 273,7 - 5,073 Umiditate Soimi + 0,02317 Umiditate Soimi**2
Blaja 2010 (150 m)	Valori medii zilnice Blaja = 33,91 - 6,985 Temperatura medie aer Blaja + 0,3338 Temperatura medie aer Blaja**2	Valori medii zilnice Blaja = 325,1 - 5,367 Umiditate Blaja + 0,01989 Umiditate Blaja**2
Gura Vaih 2010 (164 m)	Valori medii zilnice Gura Vaih = 9,05 - 1,704 Temperatura medie aer Gura Vaih + 0,08323 Temperatura medie aer Gura Vaih**2	Valori medii zilnice Gura Vaih = 119,9 - 2,015 Umiditate Gura Vaih + 0,00817 Umiditate Gura Vaih**2
Gurasada 2010 (183 m)	Valori medii Gurasada = - 26,26 + 2,703 Temperatura medie aer Gurasada - 0,02127 Temperatura medie aer Gurasada**2	Valori medii Gurasada = - 274,9 + 7,515 Umiditate Gurasada - 0,04786 Umiditate Gurasada**2
Nusfalau 2010 (214 m)	Valori medii Nusfalau = 3,840 - 1,231 Temperatura medie aer Nusfalau + 0,07654 Temperatura medie aer Nusfalau**2	Valori medii Nusfalau = 54,33 - 0,546 Umiditate Nusfalau - 0,00033 Umiditate Nusfalau**2
Varfurile 2010 (228 m)	Valori medii Varfurile = 4,97 - 0,909 Temperatura medie aer Varfurile + 0,04916 Temperatura medie aer Varfurile**2	Valori medii Varfurile = 239,4 - 4,803 Umiditate Varfurile + 0,02408 Umiditate Varfurile**2
Prisaca 2010 (270 m)	Valori medii Prisaca = 51,09 - 7,511 Temperatura medie aer Prisaca + 0,2785 Temperatura medie aer Prisaca**2	Valori medii Prisaca = 50,2 + 0,018 Umiditate Prisaca - 0,00592 Umiditate Prisaca**2
Resita 2010 (305 m)	valori Resita = - 63,21 + 5,483 Temp Resita - 0,0928 Temp Resita**2	valori Resita = - 90,49 + 2,988 umiditate Resita - 0,02140 umiditate Resita**2
Teregova 2010 (401 m)	valori Teregova = - 121,5 + 10,89 Temp Teregova - 0,2181 Temp Teregova**2	valori Teregova = - 97,89 + 3,210 umiditate Teregova- 0,02321 umiditate Teregova**2
Budureasa 2010 (392 m)	Valori medii Budureasa = 3,94 - 0,781 Temperatura medie Budureasa + 0,04298 Temperatura medie Budureasa**2	Valori medii Budureasa = 88,71 - 1,650 Umiditate Budureasa + 0,007533 Umiditate Budureasa**2
Domasnea 2010 (557)	Valori Domasnea = - 72,12 + 5,915 Temp aer Domasnea - 0,0962 Temp aer Domasnea**2	Valori Domasnea = - 0,18 + 0,758 Umiditate Domasnea - 0,008235 Umiditate Domasnea**2

In graficul urmator (fig. 9) este exemplificata curba de regresie pentru o varianta din tabelul centralizator de mai sus, reprezentarea grafica in acest caz evidentiind in mod expresiv evolutia pozitiva a inregistrarilor in functie de temperatura medie a aerului.

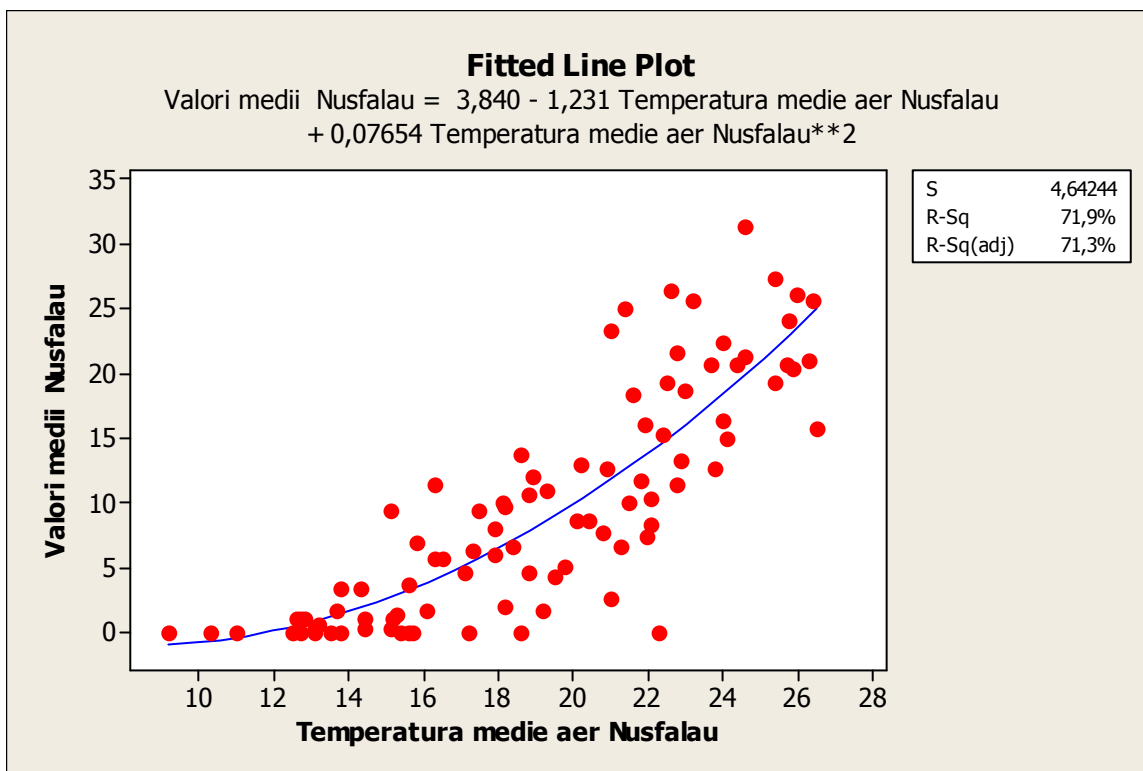


Fig. 9 Curba de regresie a inregistrarilor medii zilnice in functie de temperatura medie in localitatea Nusfalau (214 m altitudine)

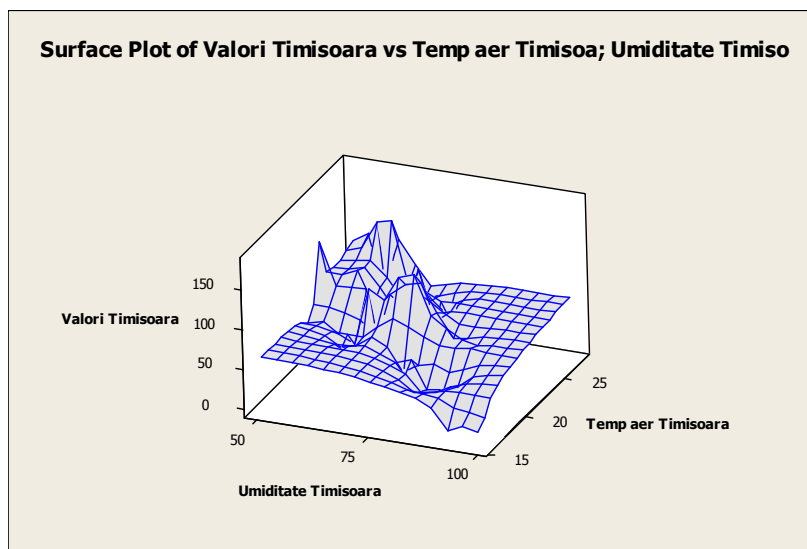


Fig.10 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Timisoara

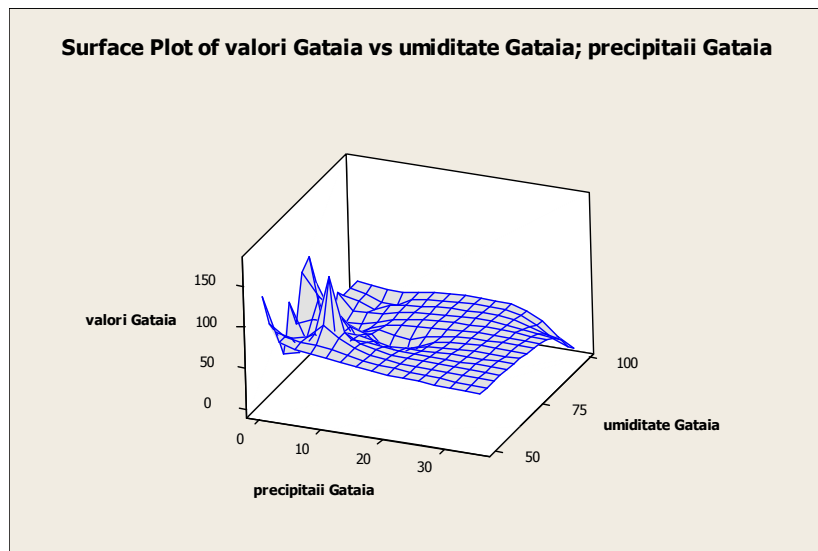


Fig.11 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Gataia

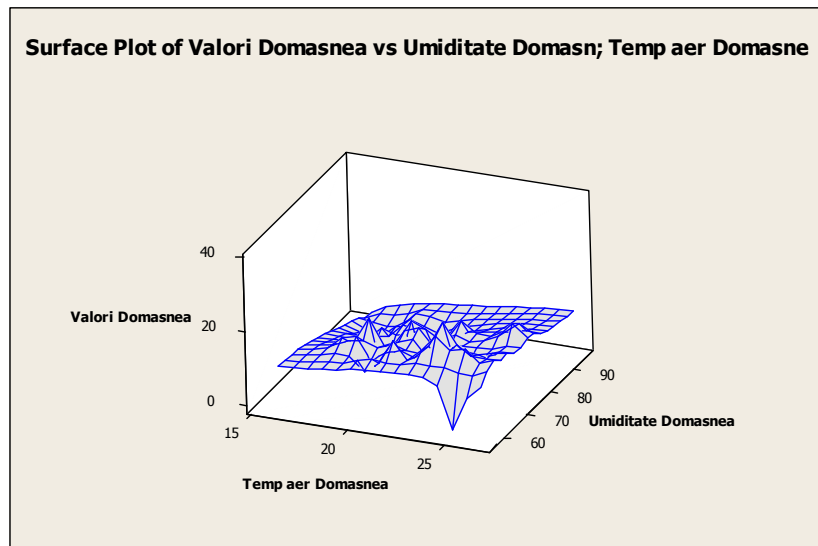


Fig.12 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Domasnea

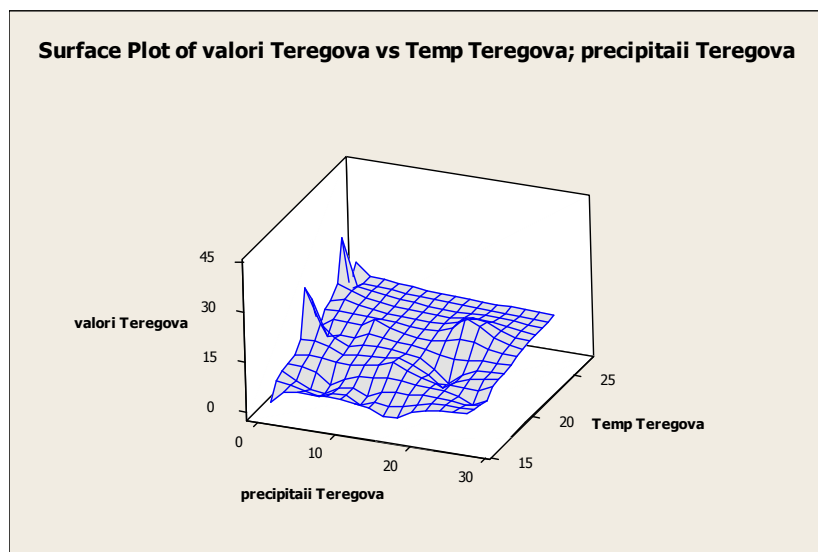


Fig.13 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Teregova

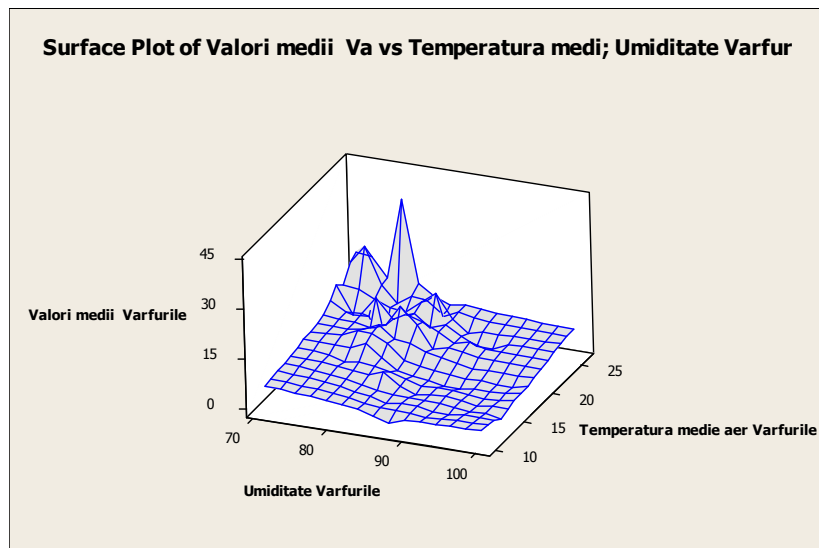


Fig.14 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Varfurile

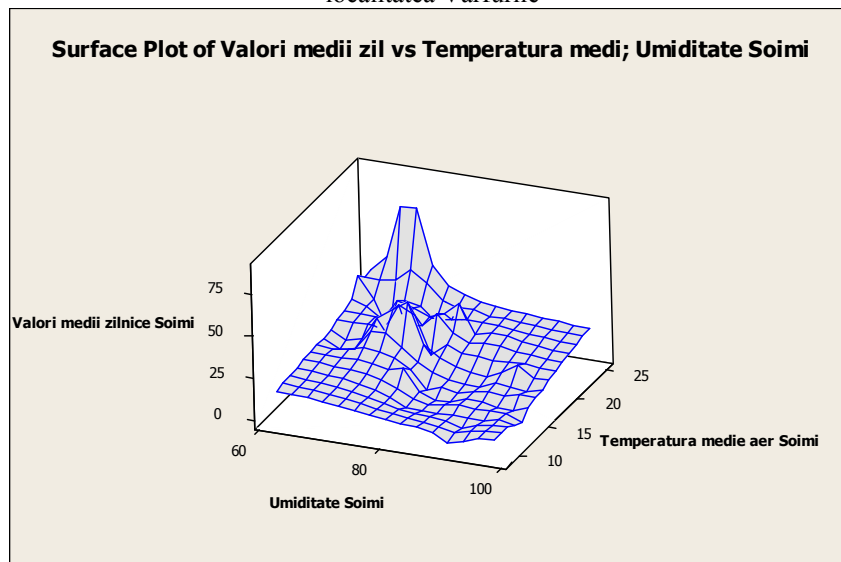


Fig.15 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Soimi

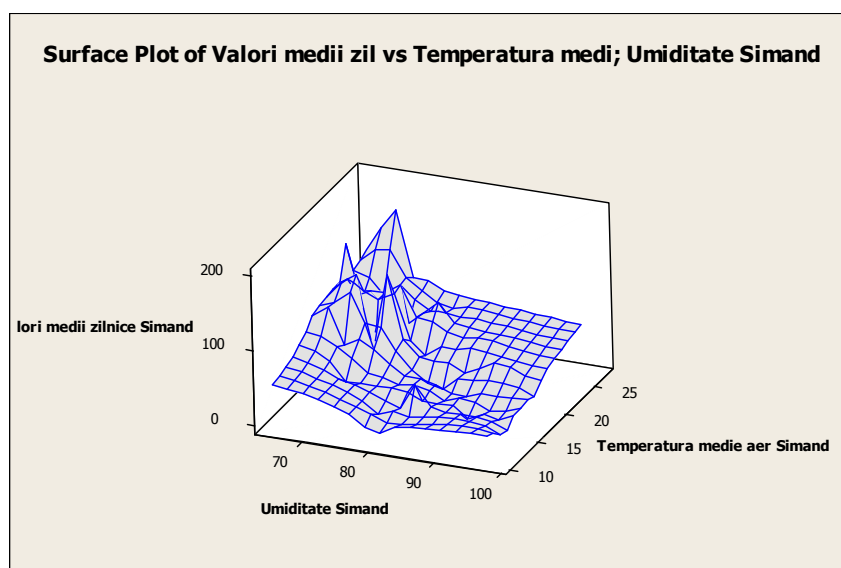


Fig.16 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Simand

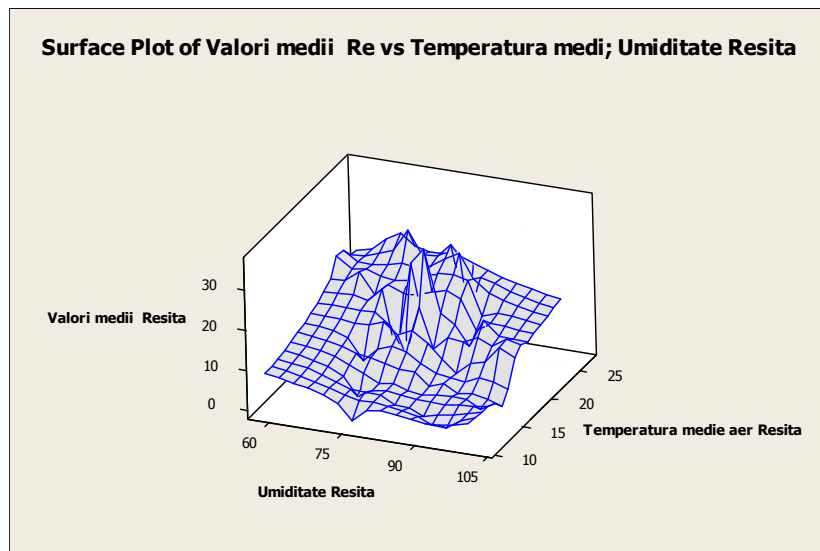


Fig.17 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Resita

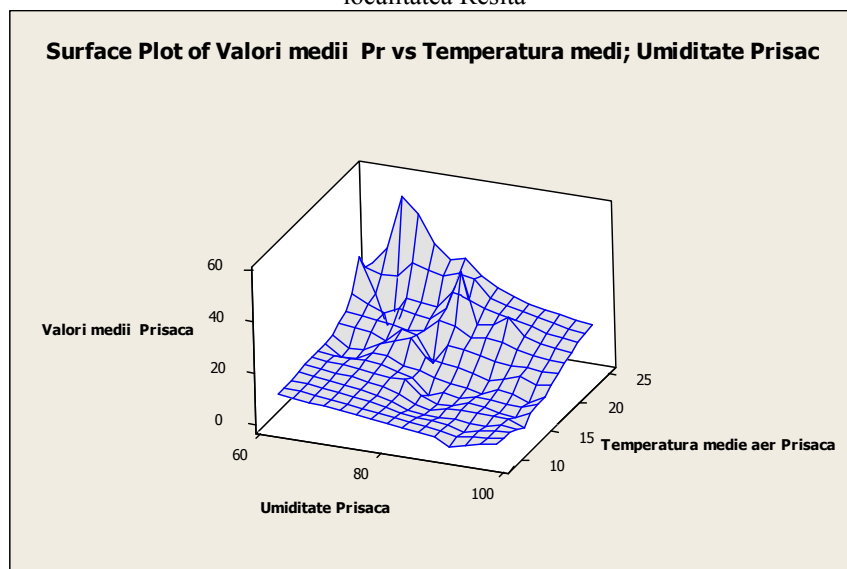


Fig.18 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Prisaca

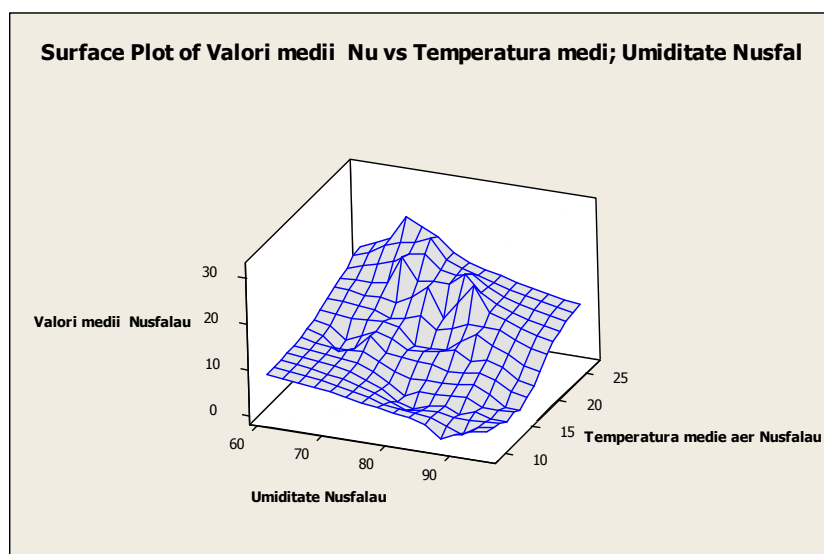


Fig.19 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Nusalau

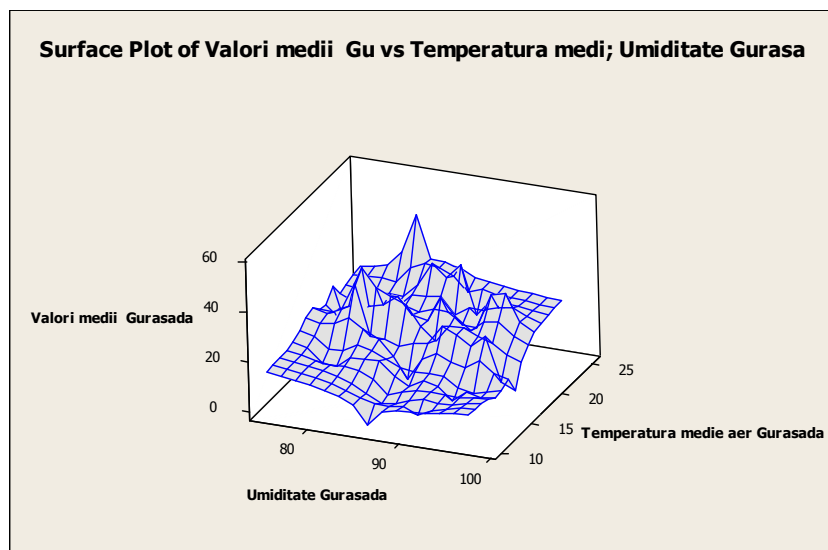


Fig.20 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Gurasada

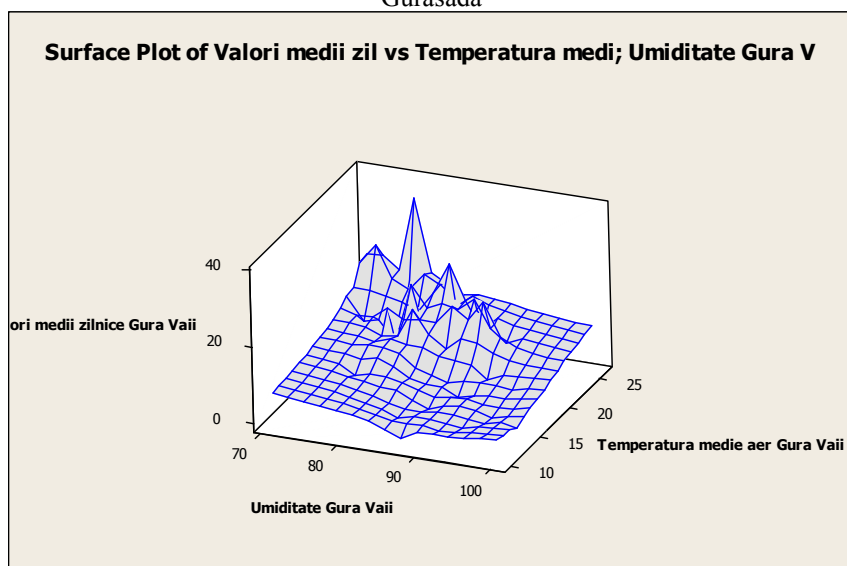


Fig.21 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Gura Vaii

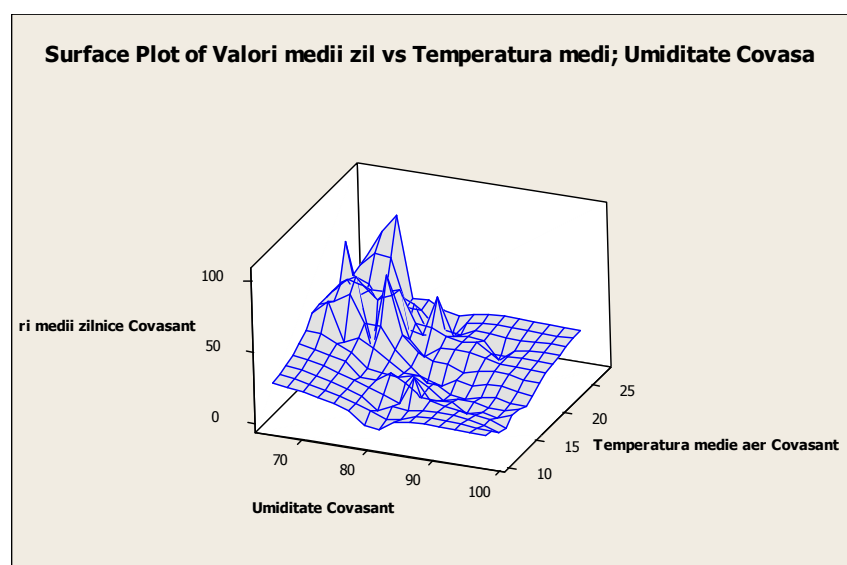


Fig.21 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Covasant

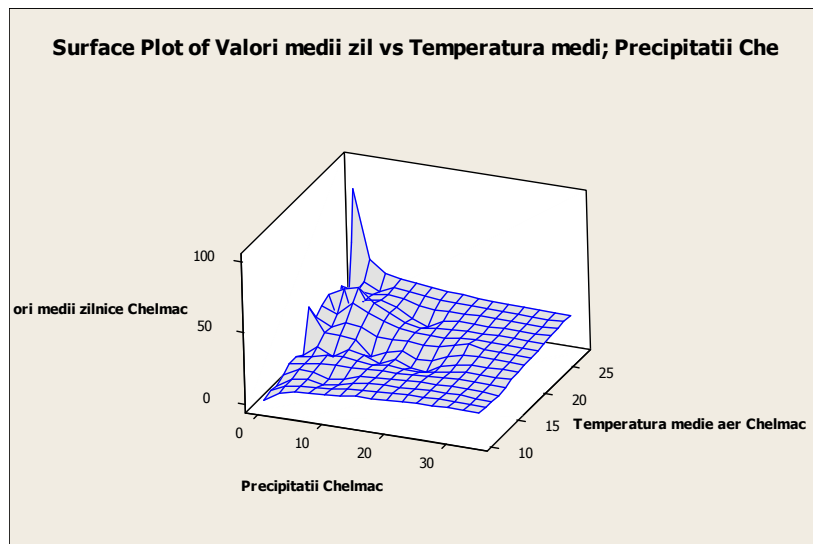


Fig.22 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Chelmac

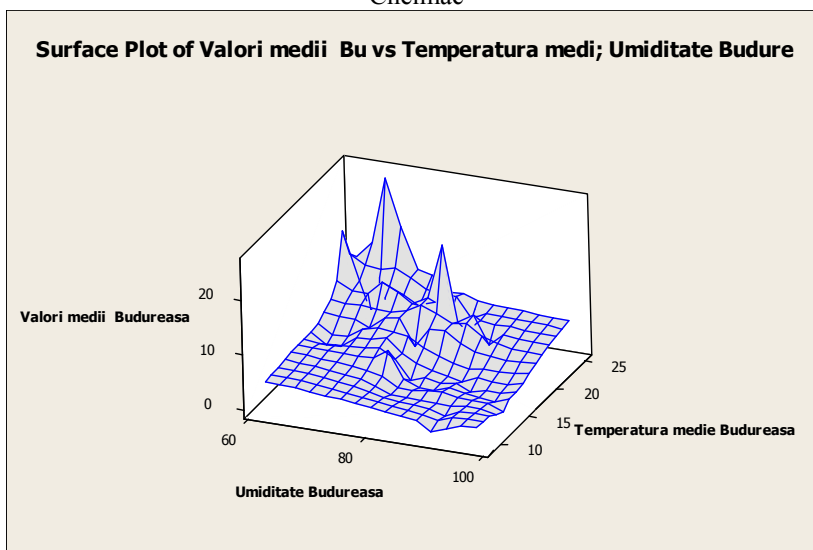


Fig.23 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Budureasa

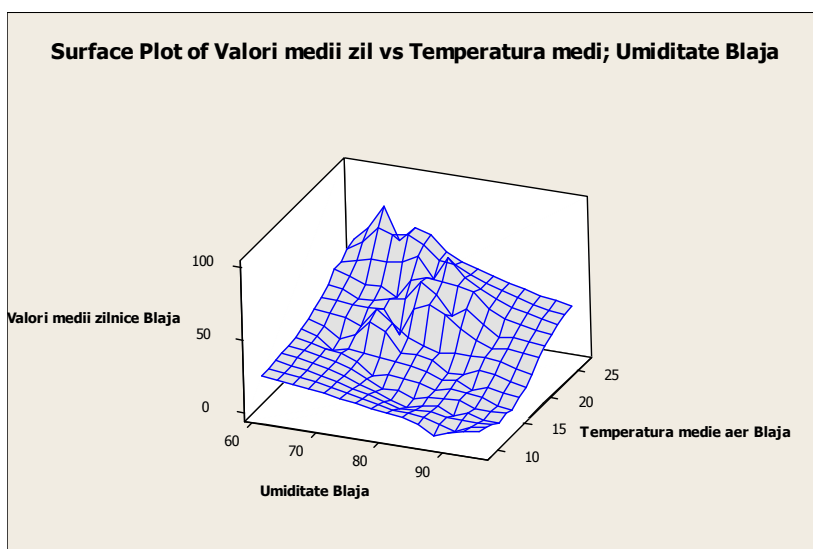


Fig.24 Evolutia inregistrarilor medii zilnice in functie de temperaturile medii zilnice si de umiditate in localitatea Blaja

Urmărind evoluția corelativă (în modelele anterioare) a numărului de înregistrări (indivizi) cu factorii climatici observăm că pe măsură ce crește umiditatea și volumul precipitațiilor numărul înregistrărilor scade (fig. 9- 24).

Vizualizarea capcanelor feromonale și înregistrarea datelor brute (nr. de indivizi/C1, C2 și C3) care au stat la baza analizelor descriptive și a modelelor matematice



Foto 9 – 24 Cuantificarea adulților de *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte la diferite altitudini 115 m (Gătaia) (foto 9), 116 m (Șimand) (foto 10), 134 m (Covăsânt) (foto 11), 140 m (Chelmac) (foto 12), 145 m (Șoimi) (foto 13), 150 m (Blaja) (foto 14), 183 m (Gurasada) (foto 15), 214 m (Nușfălău) (foto 16), 214 m (Virfurile) (foto 17), 270 m (Prisaca) (foto 18), 305 m (Reșița) (foto 19), 388 m (Negreni) (foto 20), 392 m (Budureasa) (foto 21), 401 m (Teregova) (foto 22), 447 m, (Vălișoara) (foto 23), 557 m (Domașnea) (foto 24)

Modele finale matematice de predicție a răspândirii cu ajutorul progamelor matematice Maple 14, Matlab

Modelul propus este de tip funcție de interpolare care ia în punctele (x_i, y_i) valorile corespunzătoare $\alpha_i, i = \overline{1, n}$:

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \left(\prod_{j=1, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} a + \prod_{j=1, j \neq i}^n \frac{y - y_j}{y_i - y_j} (1 - a) \right)$$

Unde:

x este longitudinea localității

y este latitudinea localității

α_i numărul de capturi în localitatea de coordonate (x_i, y_i) , la un anumit moment dat t pentru toate localitățile

n =numarul de localități

a = ponderea longitudinii în influențarea valorilor α_i .

Gradientul ∇f al funcției dată mai sus indică direcția de creștere a valorilor funcției. Derivatele parțiale ale funcției construite mai sus sunt:

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \sum_{i=1}^n \left(\alpha_i a \sum_{k=1, k \neq i}^n \frac{1}{x_k - x_i} \prod_{j=1, j \neq i, k}^n \frac{x - x_i}{x_i - x_j} \right)$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \sum_{i=1}^n \left(\alpha_i (1 - a) \sum_{k=1, k \neq i}^n \frac{1}{y_k - y_i} \prod_{j=1, j \neq i, k}^n \frac{y - y_i}{y_i - y_j} \right)$$

Cu ajutorul lor construim vectorul gradient cu ajutorul căruia se poate determina direcția de creștere a valorilor funcției aproximând prin:

$$f(x + \Delta x, y + \Delta y) \approx f(x, y) + \frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \Delta y.$$

$$\nabla f(x_0, y_0) = \left(\frac{\partial f}{\partial x}(x_0, y_0), \frac{\partial f}{\partial y}(x_0, y_0) \right)$$

Modelul de mai sus se poate completa luând în considerare și factorul timp obținând astfel:

$$F(x, y, z) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{i,j} \left(a \prod_{k=1, k \neq i}^n \frac{x - x_k}{x_i - x_k} + b \prod_{k=1, k \neq i}^n \frac{y - y_k}{y_i - y_k} + c \prod_{l=1, l \neq i}^d \frac{t - t_l}{t_i - t_l} \right)$$

n = numărul de localități,

d = numărul de zile,

$\alpha_{i,j}$ numărul de capturi în localitatea de coordonate (x_i, y_i) , la data d_j ,

a = ponderea longitudinii,

b = ponderea latitudinii,

$c=1-a-b$ ponderea datei calendaristice

Derivatele parțiale ale funcției construite mai sus sunt:

$$\frac{\partial F}{\partial x} = a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d \alpha_{i,j} \sum_{m=1, m \neq i}^n \frac{1}{x_i - x_m} \prod_{k=1, k \neq i, m}^n \frac{x - x_i}{x_i - x_k}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y} = b \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d \alpha_{i,j} \sum_{m=1, m \neq i}^n \frac{1}{y_i - y_m} \prod_{k=1, k \neq i, m}^n \frac{y - y_i}{y_i - y_k}$$

$$\frac{\partial F}{\partial t} = c \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d \alpha_{i,j} \sum_{m=1, m \neq j}^d \frac{1}{t_j - t_m} \prod_{l=1, l \neq j, m}^d \frac{t - t_l}{t_j - t_l}$$

Obținem astfel vectorul gradient:

$$\nabla F = \left(\frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial F}{\partial y}, \frac{\partial F}{\partial t} \right)$$

cu ajutorul căruia putem determina direcția de creștere a valorilor funcției.

Pentru toate localitățile au fost luate în considerare coordonatele geografice și înregistrările medii ale capcanelor pentru data de 11 iulie 2008. Prelucrarea datelor a fost făcută cu programul Maple 14, obținând astfel verificarea ca funcția este corect construită : valoarea medie a capturilor obținută pentru Gătaia la data de 11 iulie 2008 este 2,5 și ea coincide cu datele înregistrate în teren.

Vectorul gradient pentru Gătaia obținut astfel este:

$\nabla f_{Gataia} = (-3201,017922; 17443,38411)$, ceea ce indică direcția de creștere S-E.

Iar pentru Timișoara:

$\nabla f_{Timisoara} = (5517,82921; 5686,576112)$, indicând direcția de creștere N-E.

Calcululele în detaliu sunt prezentate în output-ul Maple prezentat în Anexa 2.

Concluzii

- La nivelul localităților, pe perioada luată în studiu au fost observate diferențe semnificative ale numărului mediu de indivizi, ceea ce evidențiază influența factorilor de mediu/altitudini diferite.
- În urma analizei factorilor ecologici asupra numărului mediu de capturi zilnice s-au evidențiat corelații directe pozitive de intensitate medie către mare (în raport cu temperaturile medii), negative de intensitate medie (în raport cu umiditatea relativă a aerului) și respectiv corelații negative slabe (în raport cu precipitațiile).
- Având în vedere cei doi factori, temperatura aerului și umiditatea relativă a aerului observăm că valorile înregistrate cresc atunci când umiditatea este scăzută și temperatura ridicată, respectiv scad în cazul în care crește umiditatea și scade temperatura.
- Modelul matematic elaborat (de tip funcție de interpolare)

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \left(\prod_{j=1, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \alpha + \prod_{j=1, j \neq i}^n \frac{y - y_j}{y_i - y_j} (1 - \alpha) \right)$$
 are aplicabilitate practică fiind influențat de longitudinea și latitudinea ariei de studiu și nr. de capturi/locatie cercetată.

Director proiect,
Prof. dr. ing. Ioana Grozea