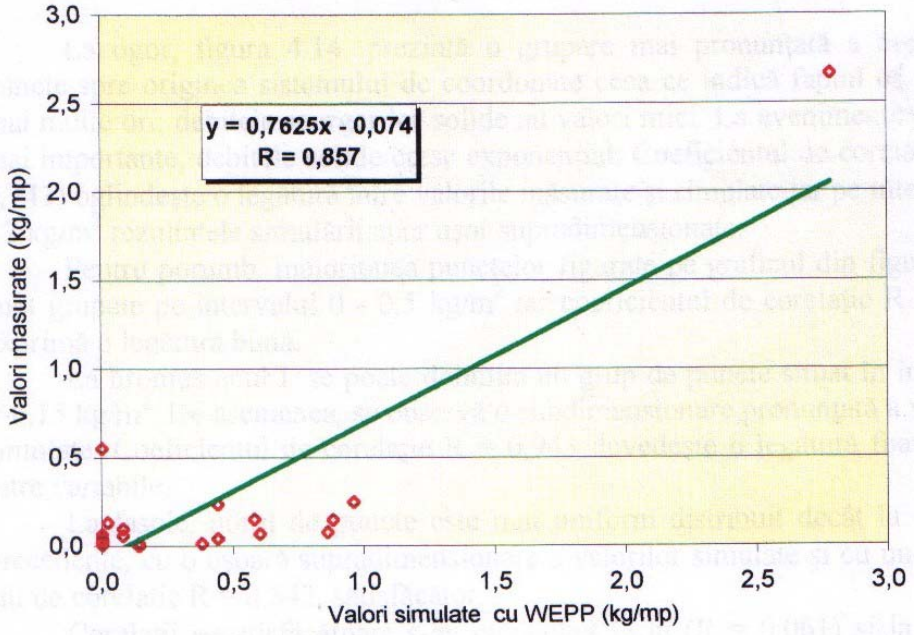

Figura 3.14. Eroziunea la parcelele cu porumb

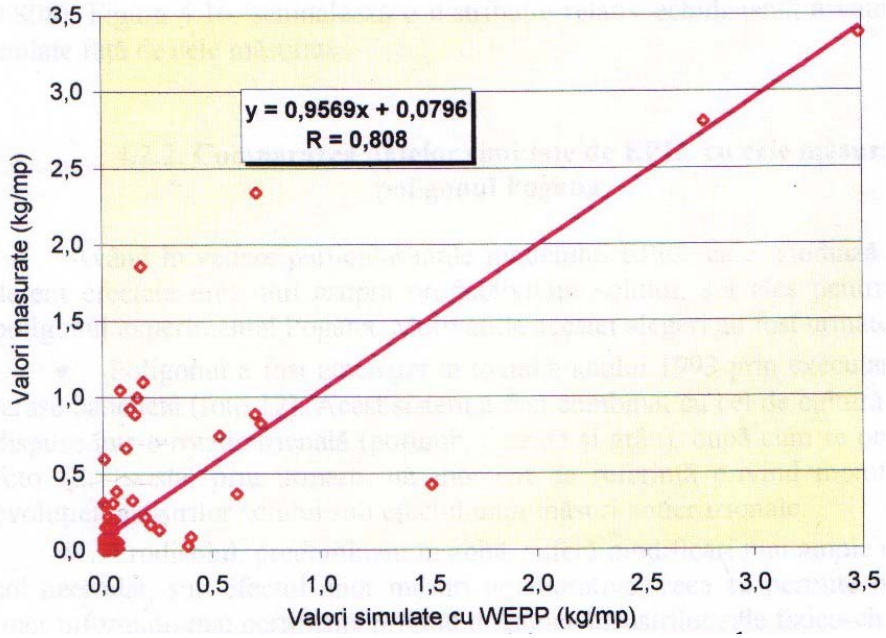

Figura 3.15. Eroziunea la parcelele cu ogor, porumb, grâu, in ulei şi bromus

împotriva eroziunii scurgerile sunt relativ mici şi depind în mare măsură de parametrii de vegetaţie. Variabilitatea mare a acestora în funcţie de soiurile cultivate conduce la o diminuare a preciziei simulării. Analiza globală, prezentată în figura 3.12. a pierderilor de apă şi sol prin eroziune pentru toate cele 177 elemente de calcul înregistrate în perioada studiată, relevă o legătură acceptabilă (R=0,604) între elementele simulate şi măsurate, cu uşoare supradimensionări pentru valorile simulate.

b) Eroziunea

La ogor, figura 3.13. prezintă o grupare mai pronunţată a norului de puncte spre originea sistemului de coordonate ceea ce indică faptul că, de cele mai multe ori, pierderile de sol au valori mici. La evenimente pluviale mai importante, acestea cresc exponenţial. Coeficientul de corelaţie (R = 0,741) oglindeşte o legătură între valorile măsurate şi simulate iar pe intervalul 0 - 2 kg/m^2 rezultatele simulării apar uşor supradimensionate.

Pentru porumb, majoritatea punctelor figurate pe graficul din figura 3.14. sunt grupate pe intervalul 0 - 0,5 kg/m^2 iar coeficientul de corelaţie R = 0,857 exprimă o legătură bună.

La bromus anul I, se poate delimita un grup de puncte situat în intervalul 0-0,15 kg/m^2. De asemenea, se observă o subdimensionare pronunţată a valorilor simulate. Coeficientul de corelaţie R = 0,943 dovedeşte o legătură foarte bună între variabile.

La fasole, norul de puncte este mai uniform distribuit decât la culturile precedente, cu o uşoară supradimensionare a valorilor simulate şi cu un coeficient de corelaţie R = 0,842, satisfăcător.

Corelaţii nesatisfăcătoare s-au evidenţiat la in (R = 0,061) şi la bromus anul II (R = 0,546), cu aceeaşi explicaţie ca pentru scurgerile de apă.

Analiza globală a înregistrărilor privind pierderile de sol la ogor, porumb, grâu, in şi bromus, indică o legătură satisfăcătoare între elementele studiate (R = 0,808). Figura 3.15. semnalează o distribuţie relativ echidistantă a valorilor simulate faţă de cele măsurate.

3.2.2. Compararea datelor simulate de EPIC cu cele măsurate în poligonul Pogana

Având în vedere particularităţile modelului EPIC, care studiază preponderent efectele eroziunii asupra productivităţii solului, s-a ales pentru testare poligonul experimental Pogana. Motivaţiile acestei alegeri au fost următoarele:

- Poligonul a fost amenajat în toamna anului 1993 prin executarea unor terase banchetă (foto 12). Acest sistem a fost combinat cu cel de cultură în fâşii, dispuse într-o rotaţie trienală (porumb, mazăre şi grâu), după cum se observă în foto 13. Există, prin urmare, un moment de referinţă privind monitorizarea evoluţiei însuşirilor solului sub efectul unor măsuri antierozionale.

- Erodisolul, predominant în zonă, suferă modificări mai ample decât un sol neerodat, sub efectul unor măsuri ameliorative, ceea ce permite obţinerea unor informaţii mai pertinente privind dinamica însuşirilor sale fizico-chimice.

- Sistemul adoptat, de prelevare a probelor de sol după o reţea de puncte uniform distribuită pe suprafaţa poligonului, aşa cum rezultă din figura 3.16., aduce informaţii suplimentare privind variabilitatea spaţială a proprietăţilor solului.

- Perimetrul experimental, cum s-a mai menţionat, este rezultatul comasării unor parcele de teren arabil, dispuse iniţial pe direcţia deal-vale. El constituie deci, un model zonal de amenajare şi exploatare antierozională ce poate fi comparat uşor cu parcelele învecinate, atât în privinţa protecţiei solului cât şi a producţiilor agricole obţinute.

Terasele banchetă, dispuse paralel cu direcţia curbelor de nivel, au divizat poligonul în şapte fâşii dintre care cinci au forme şi suprafeţe aproximativ egale. Cele 84 de puncte de recoltare a probelor de sol sunt amplasate la intervale egale, pe 14 aliniamente paralele cu terasele. Dispunerea nodurilor reţelei permite obţinerea unor informaţii din zona mediană a fiecărei fâşii precum şi din platforma agroteraselor.

Măsurătorile şi analizele s-au efectuat de fiecare dată în aceeaşi perioadă a anului, de regulă, înainte de arătura de toamnă.

S-a urmărit cu precădere evoluţia conţinutului principalelor elemente fertilizante din sol (humusul, azotul şi fosforul) însă nu s-au omis măsurătorile referitoare la conţinutul de potasiu, pH-ul, compoziţia granulometrică, etc.

În figurile 3.17.- 3.20. se prezintă distribuţia în plan orizontal a valorilor pH-ului, conţinutului de humus (%), azot total (%) şi fosfor mobil (ppm) din sol în primul an de experimentare. De asemenea, în figura 3.21 se poate examina granulometria stratului superficial de sol, în punctele de control stabilite.

O primă observaţie asupra acestor reprezentări este variabilitatea extrem de ridicată a valorilor analizate. Aceasta se datorează, întâi de toate,

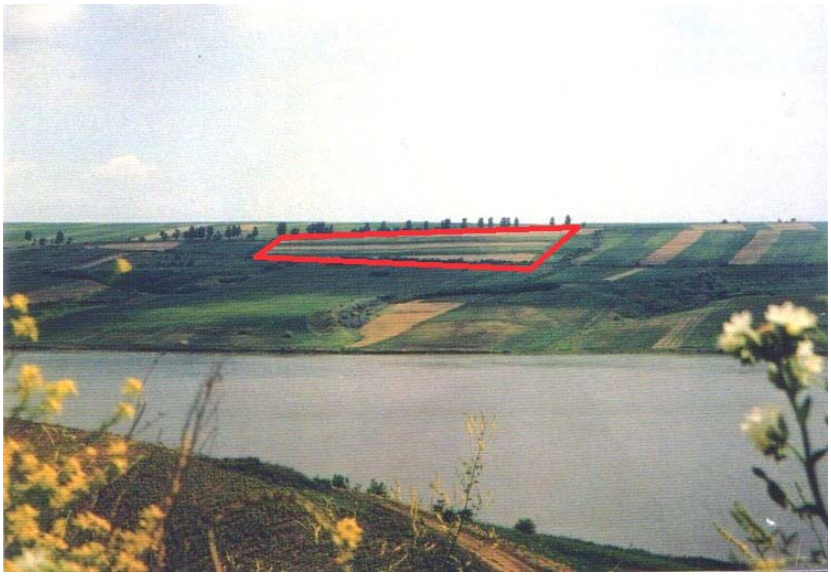

Foto 12 Poligonul experimental Pogana, bazinul hidrografic Tutova

Foto 13 Culturi de porumb şi grâu în poligonul Pogana

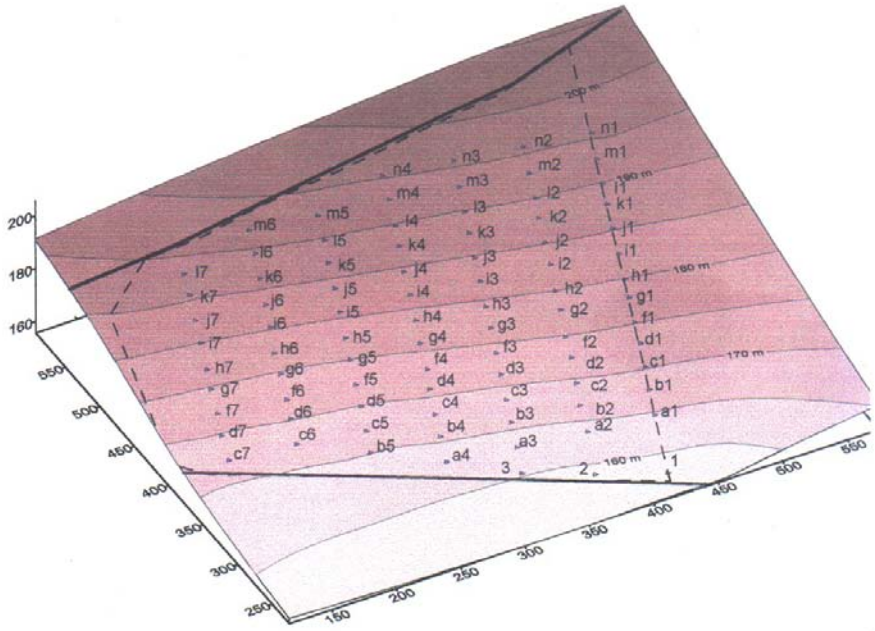

Figura 3.16. Reţeaua punctelor de prelevare a probelor de sol din poligonul Pogana, bazinul inferior al Tutovei

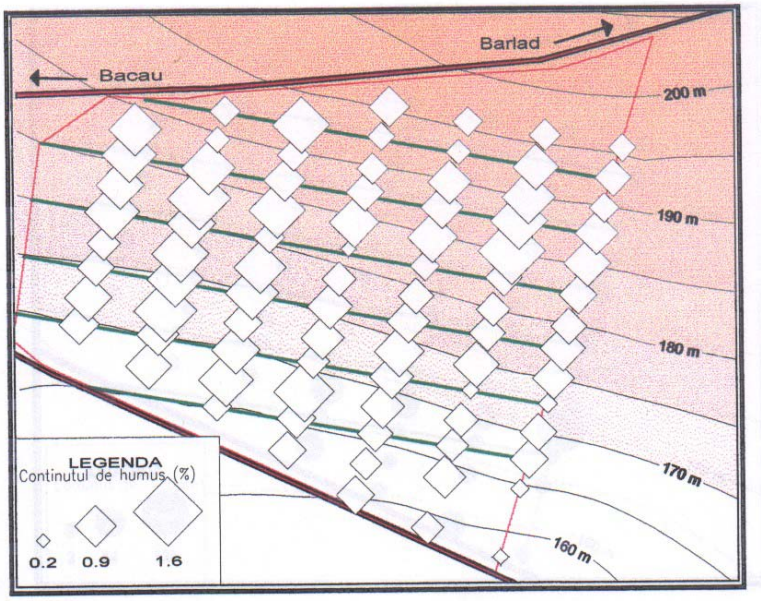

Figura 3.17. Variabilitatea conţinutului de humus (%) în stratul superficial de sol, în noiembrie 1993, poligonul Pogana

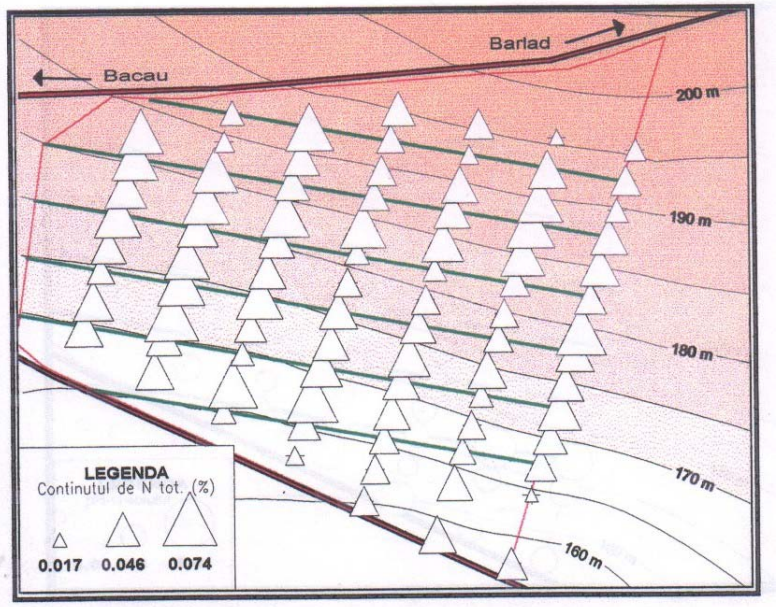

Figura 3.18. Variabilitatea conţinutului de azot (%) în stratul superficial de sol, în noiembrie 1993, poligonul Pogana

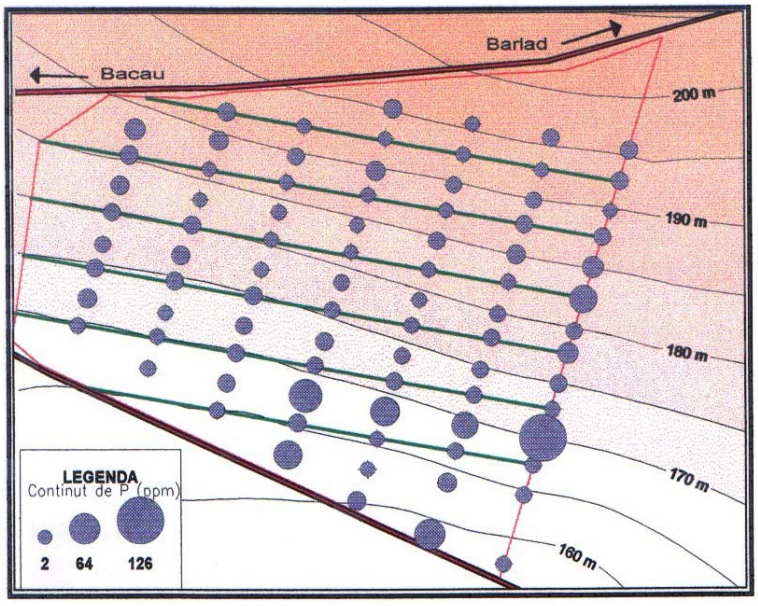

Figura 3.19. Variabilitatea conţinutului de fosfor (ppm) în stratul superficial de sol, în noiembrie 1993, poligonul Pogana

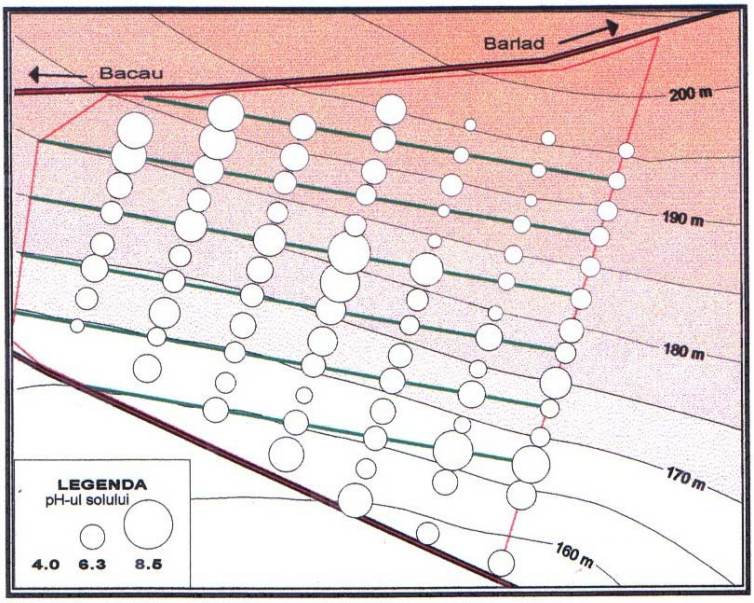

Figura 3.20. Variabilitatea pH-ului în stratul superficial de sol, în noiembrie 1993, poligonul Pogana

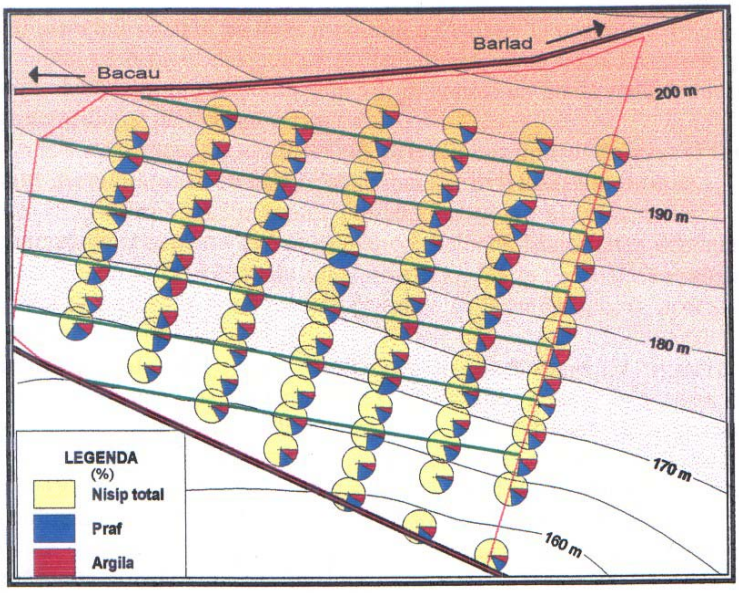

Figura 3.21. Analiza granulometrică (%) în stratul superficial de sol, în noiembrie 1993, poligonul Pogana

aspectului de mozaic al solului, obţinut după executarea unor lucrări de nivelare-modelare mai vechi.

Conţinuturile de elemente chimice analizate se încadrează în categoria cea mai defavorabilă de aprovizionare a solului cu substanţe nutritive. Din acest motiv, valorificarea agricolă a acestor terenuri necesită, în mod obligatoriu, aplicarea combinată de îngrăşăminte naturale (gunoi de grajd) cu îngrăşăminte chimice, în doze medii de azot şi fosfor. Experienţele iniţiale, efectuate de *C. Agache*, au dovedit că, dintre variantele experimentale desfăşurate pe una din fâşiile poligonului, cea fertilizată cu 40 t/ha gunoi de grajd şi $N_{100}P_{70}$, a dat producţiile cele mai mari la grâu şi porumb.

Analiza individuală, efectuată în fiecare din cele 84 de noduri ale reţelei, nu a oferit o imagine coerentă asupra tendinţei de evoluţie a însuşirilor solului. În schimb, analiza statistică a relevat câteva aspecte interesante. În tabelul 3.11 sunt redate valorile medii, pe fiecare aliniament, ale parametrilor determinaţi în 1993 şi 1996 (după încheierea rotaţiei de culturi, de trei ani). La humus, se observă că diferenţele dintre valorile din 1993 şi 1996 sunt negative pe aliniamentele 1; a; c; e; g; i. Dacă exceptăm aliniamentele "1" şi "a", situate în extremitatea din aval a poligonului, aceasta înseamnă că humusul a avut o tendinţă de scădere în punctele situate pe linia mediană a fâşiilor. O posibilă explicaţie ar consta în faptul că o parte din humus se deplasează odată cu sedimentele şi se acumulează, după cum reiese şi din foto 14, în zonele cu pantă redusă din platforma agroteraselor şi de la baza versantului.

Cu unele mici excepţii, modificările privind conţinutul de azot şi fosfor din sol sunt asemănătoare cu cele relatate mai sus privitoare la humus.

Foto 15 confirmă că, în avalul poligonului (zona aliniamentelor "1" şi "a"), depunerea de sedimente este mult mai consistentă. Majoritatea depunerilor provin din orizonturile inferioare de sol ajunse la zi, foarte de sărace în substanţe nutritive, fapt ce explică în bună măsură conţinutul scăzut de humus, azot şi fosfor din materialul depus.

Analiza pH-ului din sol nu a indicat o tendinţă clară de creştere sau scădere a valorilor medii pe aliniamentele studiate. Este posibil ca aceasta să se contureze după trecerea unui număr mai mare de ani de activitate experimentală.

În tabelul 3.12. şi figura 3.22. sunt prezentate comparativ rezultatele măsurate în 1993 şi 1996 precum şi cele simulate cu EPIC în 14 puncte din fâşia a patra a poligonului Pogana. Se apreciază că, în cazul humusului, valoarea coeficientului de corelaţie (R^2=0,846) exprimă o legătură relativ de

Foto 14. Depuneri de sedimente pe platforma terasei a patra din poligonul Pogana

Foto 15. Depuneri de sedimente datorate scurgerilor din topirea zăpezii martie 1996 (pe platforma din aval a poligonului Pogana

Tabelul 3.11.

Valorile medii, calculate pentru fiecare aliniament, ale pH-ului, conţinutului de humus, azot total şi fosfor mobil din sol în poligonul experimental Pogana

Aliniament	pH-94	pH-97	pH-difenţa	Humus-1993	Humus-1996	Humus diferenţa	N total-1993	N total-1996	N total diferenţa	P-1993	P-1996	P diferenţa
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
1	6,56	6,91	**0,35**	0,601	0,547	**-0,054**	0,044	0,034	**-0,011**	30,527	28,243	**-2,283**
a	6,53	6,57	**0,04**	0,701	0,651	**-0,050**	0,032	0,029	**-0,003**	22,785	21,593	**-1,193**
b	6,78	6,70	**-0,09**	0,759	0,820	**0,061**	0,039	0,041	**0,002**	11,132	11,926	**0,794**
c	5,95	5,96	**0,01**	1,039	1,032	**-0,007**	0,054	0,048	**-0,006**	55,238	54,058	**-1,180**
d	5,95	6,43	**0,48**	0,761	0,801	**0,040**	0,047	0,054	**0,007**	11,121	12,704	**1,583**
e	6,39	6,58	**0,20**	1,071	1,035	**-0,036**	0,054	0,048	**-0,006**	14,220	13,554	**-0,666**
f	6,24	6,58	**0,34**	1,027	1,084	**0,057**	0,051	0,056	**0,004**	16,234	17,933	**1,699**
g	6,26	5,97	**-0,29**	0,901	0,837	**-0,064**	0,049	0,050	**0,001**	10,859	10,133	**-0,726**
h	6,65	6,77	**0,12**	0,796	0,878	**0,082**	0,045	0,047	**0,002**	15,376	16,770	**1,394**
i	5,90	6,16	**0,26**	1,263	1,163	**-0,100**	0,060	0,059	**-0,002**	14,383	14,409	**0,026**
j	6,10	5,91	**-0,19**	1,079	1,118	**0,039**	0,054	0,057	**0,003**	9,594	11,403	**1,809**
k	6,39	6,37	**-0,01**	0,846	0,847	**0,000**	0,046	0,045	**-0,001**	16,071	14,764	**-1,307**
l	6,08	5,94	**-0,15**	0,815	0,835	**0,020**	0,042	0,046	**0,004**	8,308	10,502	**2,193**
m	5,68	5,80	**0,12**	0,696	0,702	**0,005**	0,034	0,036	**0,002**	14,100	15,475	**1,375**

Tabelul 3.12. Conţinutul de humus, azot şi fosfor din sol, măsurat şi simulat cu EPIC pentru intervalul 1993-1996, în fâşia a patra din poligonul experimental Pogana

Puncte de recoltare probe sol	Humus			Azot			Fosfor		
	Măsurat '93 (%)	Măsurat '96 (%)	Simulat '96 (%)	Măsurat '93 (%)	Măsurat '96 (%)	Simulat '96 (%)	Măsurat '93 (ppm)	Măsurat '96 (ppm)	Simulat '96 (ppm)
F1	1,033	0,924	0,959	0,052	0,047	0,069	28,10	30,10	25,60
F2	0,795	0,975	0,933	0,040	0,058	0,075	13,79	18,44	22,40
F3	0,980	1,076	1,055	0,049	0,069	0,082	8,10	14,35	15,94
F4	1,022	1,164	1,255	0,052	0,059	0,051	11,01	16,94	15,47
F5	1,237	1,252	1,385	0,063	0,051	0,065	17,78	16,33	15,69
F6	1,296	1,274	1,397	0,065	0,059	0,060	17,40	15,42	18,32
F7	0,824	0,921	1,046	0,037	0,046	0,052	17,46	13,95	14,81
G1	0,792	0,741	0,826	0,069	0,053	0,061	12,31	11,33	7,03
G2	0,733	0,902	1,135	0,038	0,045	0,048	10,87	9,87	8,02
G3	0,782	0,675	0,812	0,039	0,034	0,044	7,04	8,05	9,53
G4	0,748	0,438	0,477	0,038	0,042	0,040	10,46	9,23	12,90
G5	1,196	1,067	0,963	0,050	0,043	0,041	4,63	5,22	7,29
G6	1,329	1,149	1,087	0,062	0,058	0,066	20,04	18,18	14,33
G7	0,725	0,885	0,852	0,047	0,075	0,083	10,66	9,05	10,03

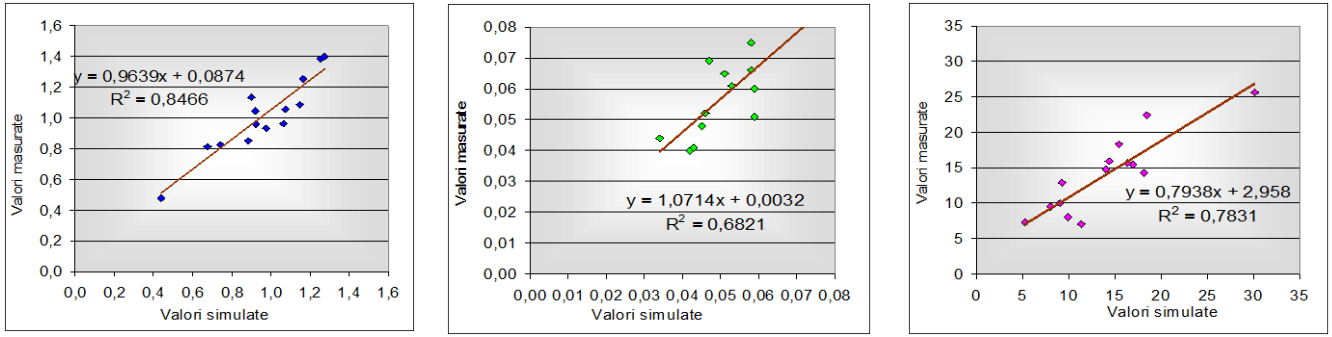

Figura 3.22. Valorile măsurate şi simulate ale conţinuturilor de humus (%), azot (%) şi fosfor (ppm) din sol

strânsă între valorile măsurate şi cele simulate în timp ce la azot şi fosfor acesta are valori sunt ceva mai mici (R^2=0,6821 respectiv R^2=0,7831). O explicaţie a acestei legături mai slabe ar putea fi aceea că azotul şi fosforul, ce provin din fertilizări aplicate anual, variază în cursul perioadei de vegetaţie cu o amplitudine mai mare faţă de cea a humusului.

În comparaţie cu sistemul antierozional din poligonul Pogana, pe parcelele vecine, s-a generalizat sistemul de lucrare a solului pe direcţia deal - vale. Aceasta se datorează aplicării Legii 18 / 1991 care prevede ca atribuirea dreptului de proprietate asupra pământului să se facă, de regulă, pe vechile amplasamente, adică din deal în vale. Foto 16 şi 17 relevă două aspecte semnificative referitoare la concentrarea scurgerii de suprafaţă provenite din topirea zăpezii în luna martie 1996, pe zona de încheiere a arăturii, respectiv pe rândurile de porumb.

3.2.3. Analiza senzitivităţii modelelor

Un utilizator al modelelor de prognozare a eroziunii solului este puţin probabil să posede cunoştinţe temeinice din toate domeniile parcurse de model. Se poate chiar afirma că marea majoritate a datelor nici nu ar putea fi introduse deoarece, de cele mai multe ori, ele sunt rezultatul unor măsurători de fineţe ce necesită aparatură şi personal specializat. Cel ce doreşte să alcătuiască o bază de date referitoare la fenomenele studiate este bine să cunoască ponderea principalilor factori influenţi asupra rezultatului final. În acest fel, el va acorda importanţa cuvenită unui anumit gen de măsurători şi mai puţină importanţă măsurătorilor de parametri ce influenţează mai puţin eroziunea solului. Utilizatorul trebuie deci, să ştie de la început care sunt principalele date de care are nevoie, cât de exacte trebuie să fie ele şi care sunt datele de care, la nevoie, se poate lipsi fără a pierde prea mult din precizia simulării. Pentru a obţine astfel de informaţii s-a efectuat analiza senzitivităţii modelului, parcurgându-se următoarele etape:

- S-a introdus un set complet de date.
- S-au executat mai multe rulări, modificând cu +10% şi -10% un singur parametru, în timp ce toţi ceilalţi au rămas constanţi. S-a considerat că acest interval acoperă în mod rezonabil majoritatea erorilor afectează datele de intrare.
- S-a efectuat reprezentarea grafică şi s-au interpretat rezultatele.

Analiza senzitivităţii modelului s-a realizat pentru condiţiile geomorfologice şi pedologice din Valea Ţarinei - Staţiunea Perieni. În acest scop s-a efectuat un număr total de 74 de rulări al programului WEPP.

Foto 16 şi17 Scurgeri erozionale din topirea zăpezii (martie 1996) în parcelele lucrate necorespunzător, pe direcţia deal-vale, în vecinătatea poligonului Pogana

Simularea a cuprins o perioadă de trei ani şi a avut în vedere o parcelă cultivată anual cu porumb, pe un cernoziom cambic, moderat erodat.

În tabelul 3.13. se prezintă ponderea influenţei unor factori asupra rezultatelor simulării cu WEPP, în condiţiile naturale din Valea Ţarinei.

Referitor la parametrii de ieşire s-a considerat că doar patru dintre ei prezintă o relevanţă deosebită: scurgerea medie anuală (mm), scurgerea medie anuală ce are loc iarna (mm), eroziunea medie anuală (kg/m^2) şi eroziunea maximă (kg/m^2).

Tabelul 3.13.

Ponderea unor factori, afectaţi de o eroare de +10% sau -10%, asupra rezultatelor finale ale simulării cu WEPP, în Valea Ţarinei.

Parametri de ieşire / Parametri de intrare	Scurgerea (%din total)	Scurg. iarna (%din total)	Eroziunea med. (%din total)	Eroziunea max. (%din total)
Pantă versant	31,9	22,7	49,5	41,8
Lungime versant	0,5	0,0	4,3	2,9
Orientare versant	0,0	4,6	0,1	0,2
Conc. nisip din sol	20,2	25,5	14,9	19,4
Conc. argilă din sol	23,3	6,2	5,7	7,5
Ki	0,0	0,0	0,1	0,0
Kr	0,0	0,0	14,3	10,0
TAUc	0,0	0,0	4,7	11,8
Albedo	1,2	1,7	0,8	0,7
Saturaţia în apă a solului	0,4	0,0	0,0	0,0
Conduct. hidraulică	18,3	30,4	4,3	4,8
Conţinut de mat. organică	1,6	1,7	0,7	0,6
Capacit.de sch.cationic	2,6	7,3	0,4	0,4
TOTAL	100	100	100	100

Semnificaţiile notaţiilor din tabelul de mai sus sunt următoarele: Ki este coeficientul de erodabilitate între rigole, Kr este coeficientul de erodabilitate în rigole iar TAUc este rezistenţa la forfecare.

În figura 3.23. se observă că parametrul cel mai influent asupra scurgerii lichide medii anuale din Valea Ţarinei este panta terenului. Se detaşează apoi o grupare de trei parametri mai importanţi, cu ponderi apropiate: conţinutul procentual de argilă şi nisip din sol şi conductivitatea hidraulică efectivă a solului (mm/h). O a treia grupare ce trebuie subliniată este reprezentată de parametrii cu pondere mai redusă asupra rezultatelor finale

(capacitatea de schimb cationic, conţinutul de materie organică din sol, albedoul şi saturaţia cu apa a solului).

Scurgerea lichidă din perioada rece a anului, după cum rezultă din figura 3.24, este influenţată în principal de trei factori: conductivitatea hidraulică, procentul de nisip din sol şi panta terenului. O influenţă medie o exercită următorii factori: orientarea versantului faţă de direcţia nord, capacitatea de schimb cationic a solului şi conţinutul de argilă din sol. Influenţa puternică a orientării versatului se explică prin faptul că zăpada de pe versanţii cu expoziţie sudică se topeşte mult mai repede decât în celelalte cazuri. De asemenea, conţinutul de argilă din sol afectează intens capacitatea de infiltraţie a apei rezultate din topirea zăpezii şi implicit scurgerea lichidă de suprafaţă.

În ceea ce priveşte variaţia eroziunii medii anuale şi a eroziunii maxime a solului se remarcă influenţa puternică a pantei terenului, apoi a parametrilor fizico-mecanici (textură, coeficient de erodabilitate în rigole, rezistenţa la forfecare) şi în final a parametrilor ce reflectă însuşirile chimice ale solului. Figurile 3.25 şi 3.26 sunt relevante în acest sens.

Analiza senzitivităţii modelului EPIC a necesitat prelucrarea unui volum de date aproape dublu faţă de cel pentru WEPP întrucât, pe lângă scurgerea lichidă şi solidă, s-au simulat şi procesele referitoare la dezvoltarea vegetaţiei, asimilarea elementelor nutritive de către plante, etc.

La fel ca şi la WEPP, s-a urmărit depistarea acelor parametri care, afectaţi de anumite erori ce variază între +10%şi -10%, induc cele mai mari variaţii ale principalilor parametri de ieşire, cum sunt: scurgerea lichidă şi solidă, producţia vegetală, bilanţul azotului şi fosforului în sol.

Nu s-au mai expus tabelele şi graficele ce reflectă senzitivitatea modelului EPIC deoarece s-a considerat că ele nu ar oferi informaţii procedurale sensibil diferite de cele corespunzătoare modelului WEPP. Este suficient să menţionăm că, pentru Valea Ţarinei, parametrii de intrare ce au influenţat cel mai mult scurgerea lichidă şi solidă au fost: numărul de indexare a scurgerii (CN2), panta terenului, capacitatea de câmp pentru apă, adâncimea profilului de sol, temperatura aerului, etc.

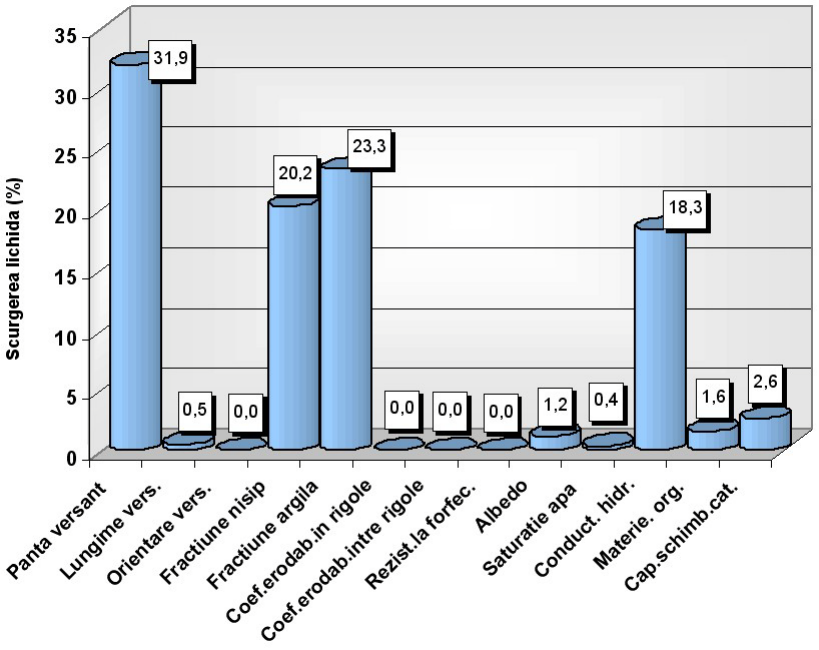

Figura 3.23. Diferenţierea influenţei unor factori asupra scurgerii lichide medii anuale

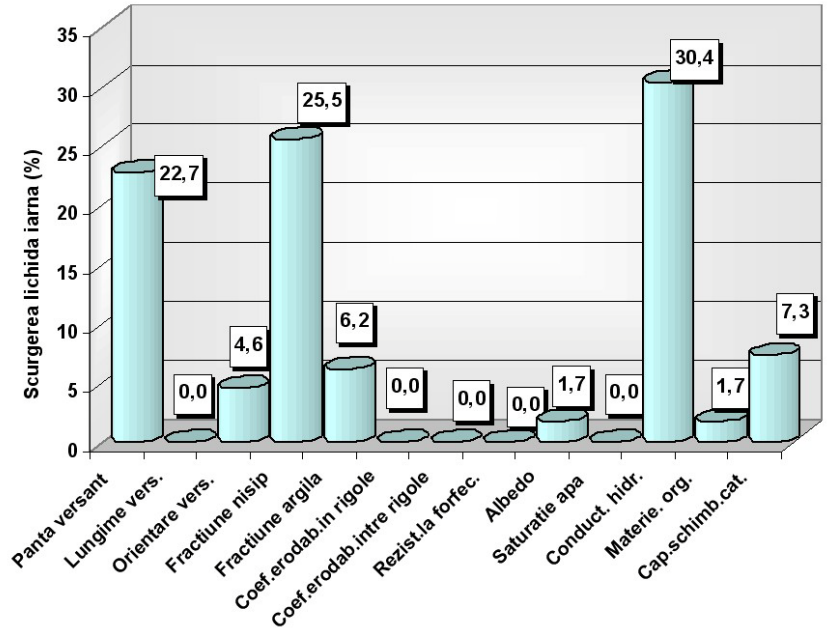

Figura 3.24. Diferenţierea influenţei unor factori asupra scurgerii lichide medii anuale provenite din topirea zăpezii