Inventarul bazelor de date, sistemelor expert, modelelor de simulare si tehnicilor de diseminare a rezultatelor accesibile pentru consultanta fermierilor/grupurilor interesate din zonele vulnerabile la poluarea cu nitrati

a) Baze de date la nivel national disponibile pentru caracterizarea conditiilor naturale si economice utilizate pentru definirea zonelor vulnerabile

Pentru evaluarea zonelor vulnerabile la poluarea cu nitrati din surse agricole au fost utilizate urmatoarele straturi de informatii geo-referentiate dezvoltate de diferite institutii:

a. Limita unitatilor teritorial administrative la nivelul Comuna elaborata de IGFCOT.
b. Utilizarea terenurilor utilizind:
    1. clasificarea FAO elaborata de Institutul de Geografie al Academiei Romane in colaborare cu CRUTA si Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie si Protectia Mediului (ICPA)
    2. metodologia CORINE Landcover elaborata de INCDDD-Tulcea
c. Modelul digital de teren (grid cu pasul de 30 m pe baza corectarii datelor GTOPO cu informatii privind curbele de nivel obtinute din hartile la scara 1:10.000) furnizat de Institutul National de Hidrologie si Gospodarirea Apelor.
d. Capacitatea de productie a solului (medie pe serii lungi de ani climatici, evaluata prin utilizarea notelor de bonitare) medie pe comune (bazata pe harta notelor de bonitare 1:50.000 elaborata de Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie si Protectia Mediului (ICPA)
e. Suprafata cultivata pe tip de culturi la nivel de Comuna. Baza de date a fost elaborata de Ministerul Agriculturii, Padurilor si Dezvoltarii Rurale
f. Numarul si tipul de animale din gospodariile individuale la nivel de Comuna. Baza de date a fost elaborata de Ministerul Agriculturii, Padurilor si Dezvoltarii Rurale
g. Numarul si tipul de animale din complexele zootehnice (efective actuale si capacitatea maxima a complexelor) precum si starea echipamentelor de prelucrare a apelor uzate. Baza de date a fost elaborata de Administratia Nationala “Apele Romane”
h. Sol (informatii georeferentiate bazate pe harti de sol la scara 1:1,000,000 si 1:200.000). Functiile de pedotransfer necesare evaluarii dinamicii apei si nutrientilor asociate unitatilor cartografice sunt derivate utilizind algoritmi

specifici utilizind datele continute in SIG al resurselor de sol. Informatia este obtinuta si gestionata de Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie si Protectia Mediului (ICPA). In plus, la acelasi institut exista datele de sol culese din reteaua de monitorizare pan-europeana in sistem de tip grila cu pasul de 16 km.

i. Clima. Serii de date de vreme pentru perioade mari de an sunt furnizate de Agentia Nationala de Meteorologie utilizind datele furnizate de cele 47 staii meteorologice standard de pe teritoriul Romaniei. Utilizind metodologia MARS s-au facut interpolari pentru datele climatice intr-o retea cu pasul 10 x 10' longitudine x latitudine (date furnizate de proiectul european ATEAM cu drept de utilizare in Romania de ICPA)
j. Corpuri de apa subterana: caracteristicile acviferelor si zonei nesaturate. Informatii organizate in SIG de Institutul National de Hidrologie si Gospodarirea Apelor
k. Corpuri de apa subterana: nivel piezometric si concentratiile compusilor azotului. Informatiile sunt obtinute si gestionate de Administratia Nationala "Apele Romane"
l. Corpuri de apa de suprafata: reteaua hidrografica, inclusiv bazinele aferente. Informatia organizata in SIG pe baza cadastrului apelor de catre Administratia Nationala "Apele Romane"

In continuare sunt prezentate imagini ilustrative pentru principalele straturi de informatii utilizate pentru stabilirea zonelor vulnerabile la poluarea cu nitrati din surse agricole.

STRATURI PRIMARE IN SISTEMELE INFORMATICE GEOGRAFICE
SOL

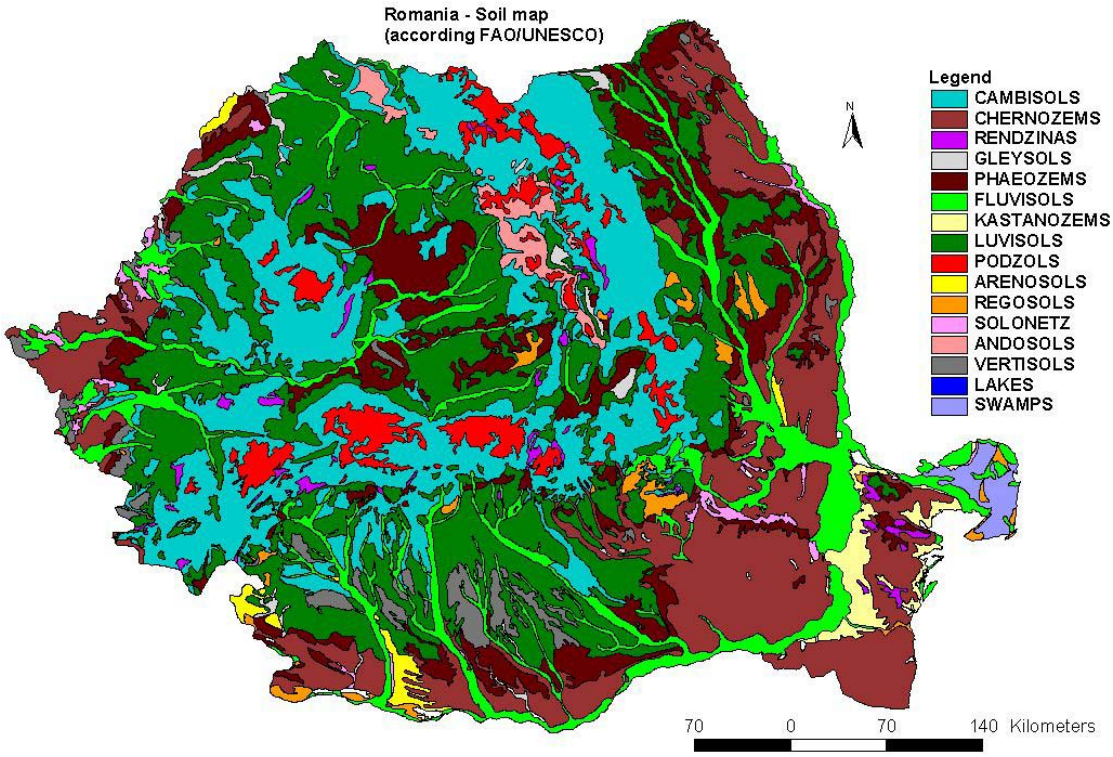


Figura 1 Harta solurilor din Romania – scara 1:1.000.000

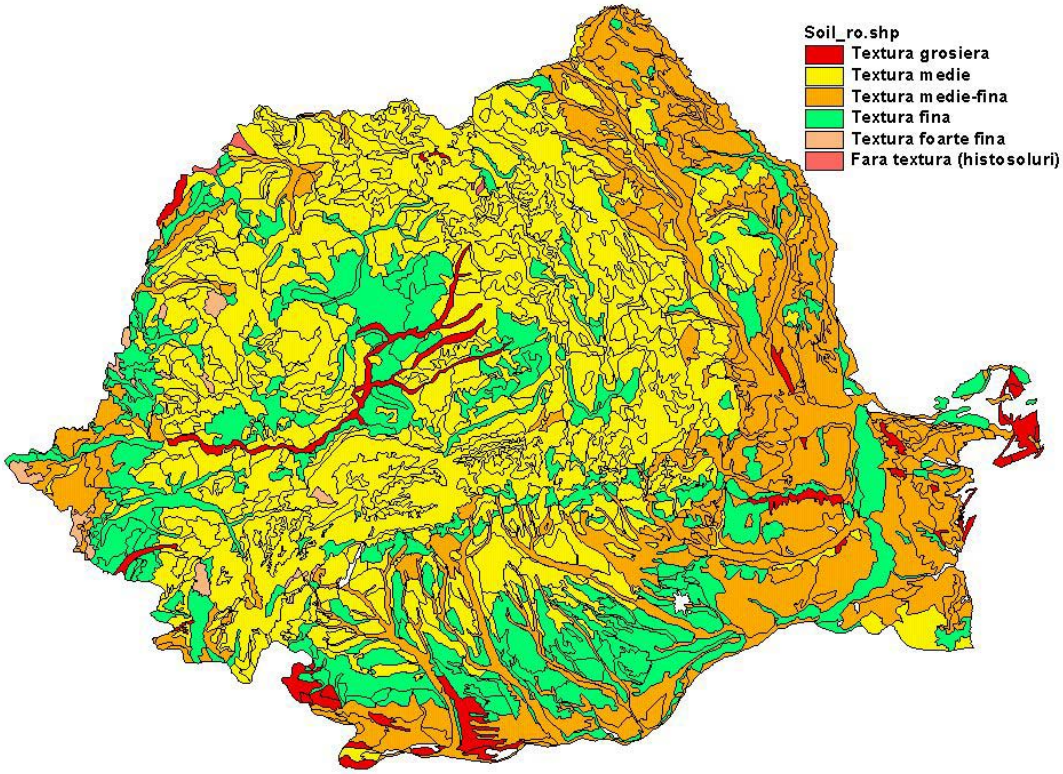


Figura 2. Harta claselor de textura a solului din Romania (scara 1:1.000.000)

Figura 3. Harta solurilor din Romania la nivel de subtip (1:200.00)

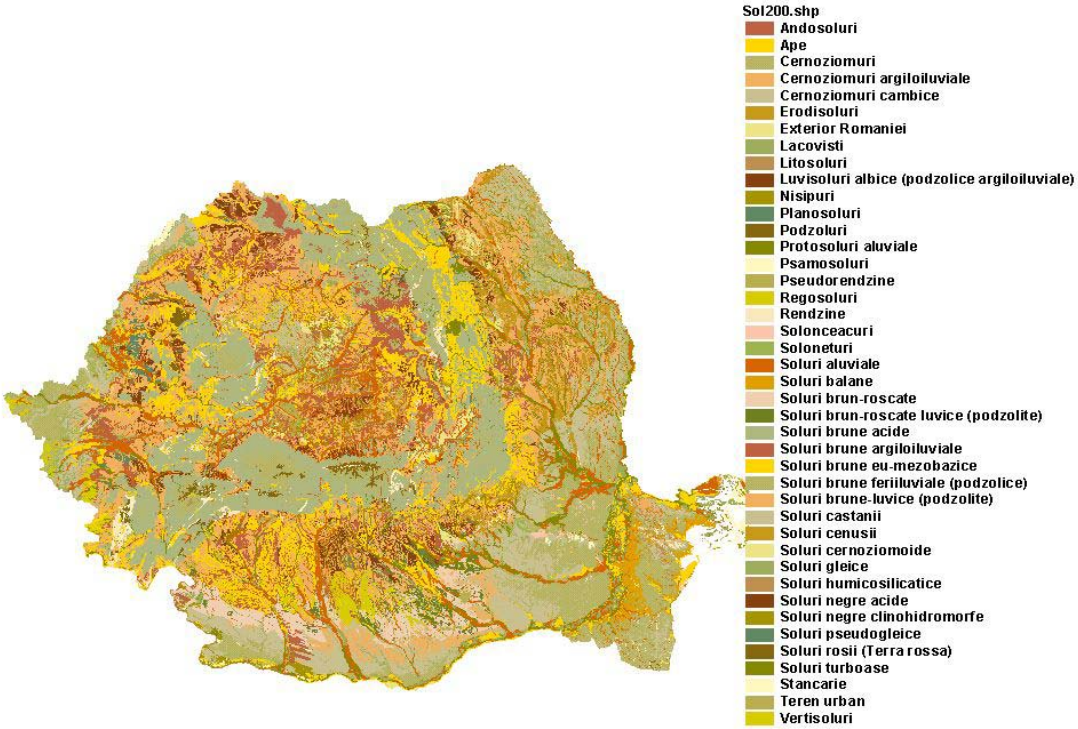


Figura 4. Harta solurilor din Romania (la nivel de tip de sol). Scara 1:200.000

CLIMA

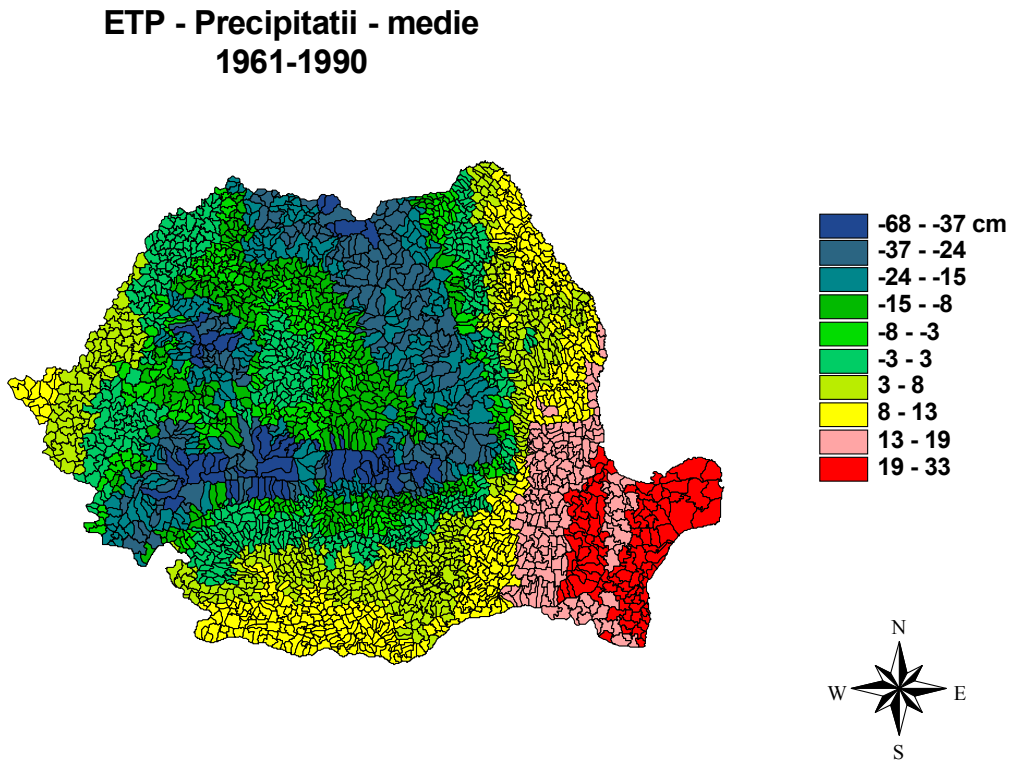


Figura 5. Distributia spatiala (la nivel de comune) a valoarii medi a deficitului cumulat de precipitatii (Evapotranspiratie potentiala – Precipitatii)

APE DE SUPRAFATA

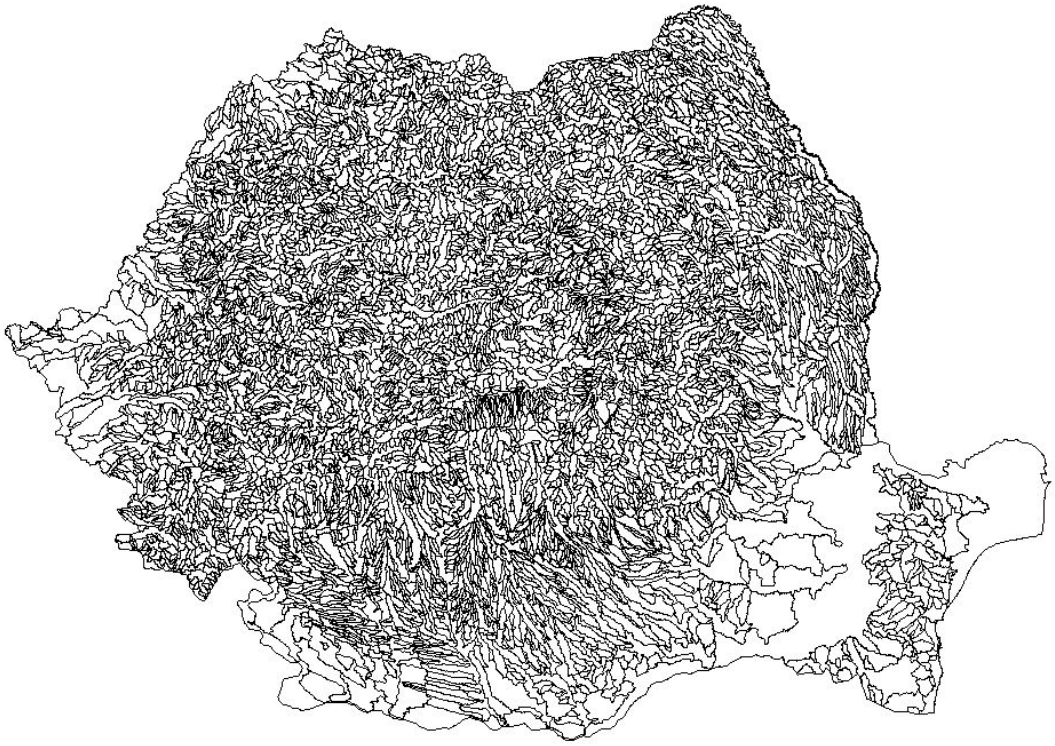


Figura 6. Limitele bazinelor hidrografice

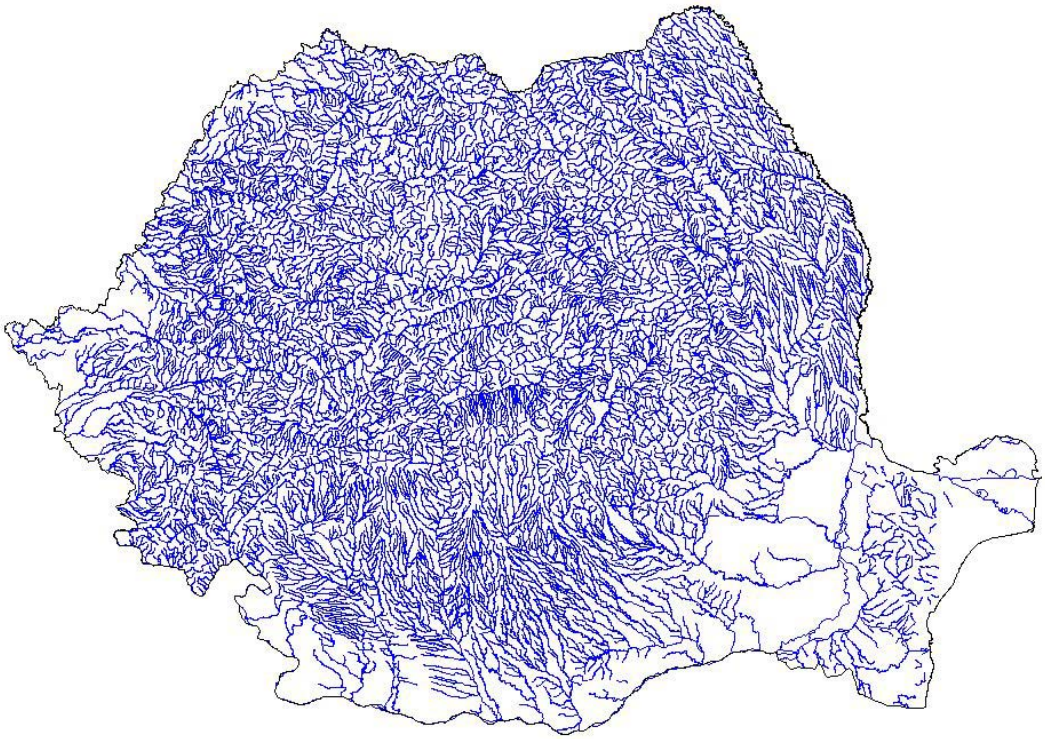


Figura 7. Reteaua apelor de suprafata

APE SUBTERANE

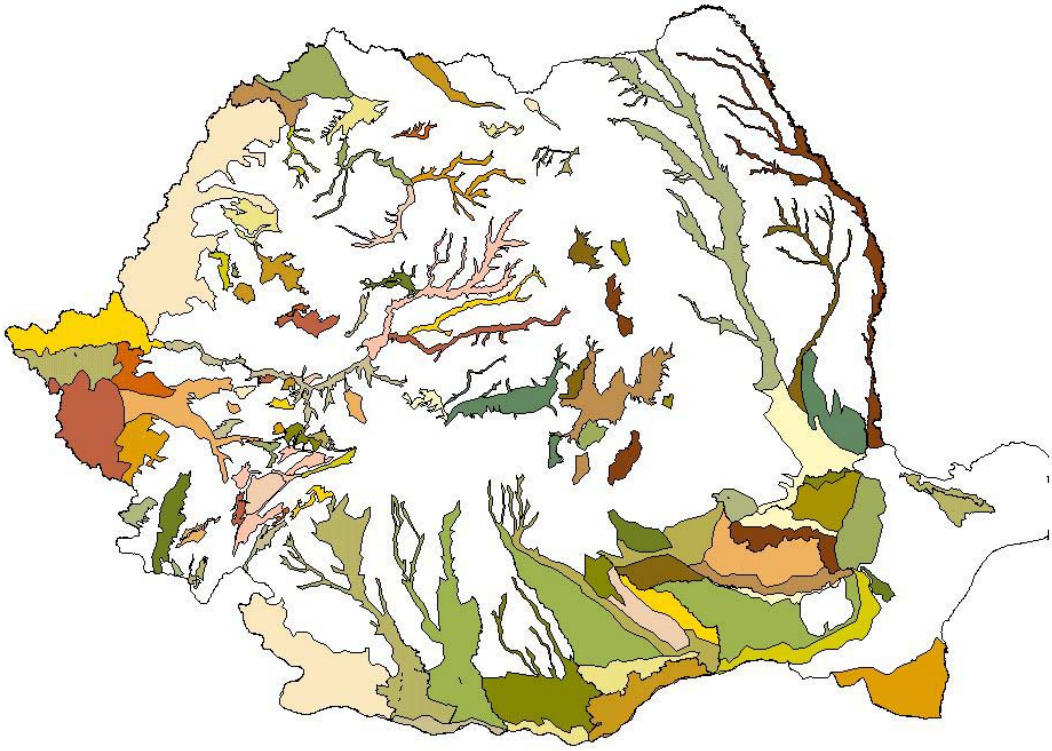


Figura 8. Principalele corpuri de apa subterana

ACOPERIREA TERENURILOR

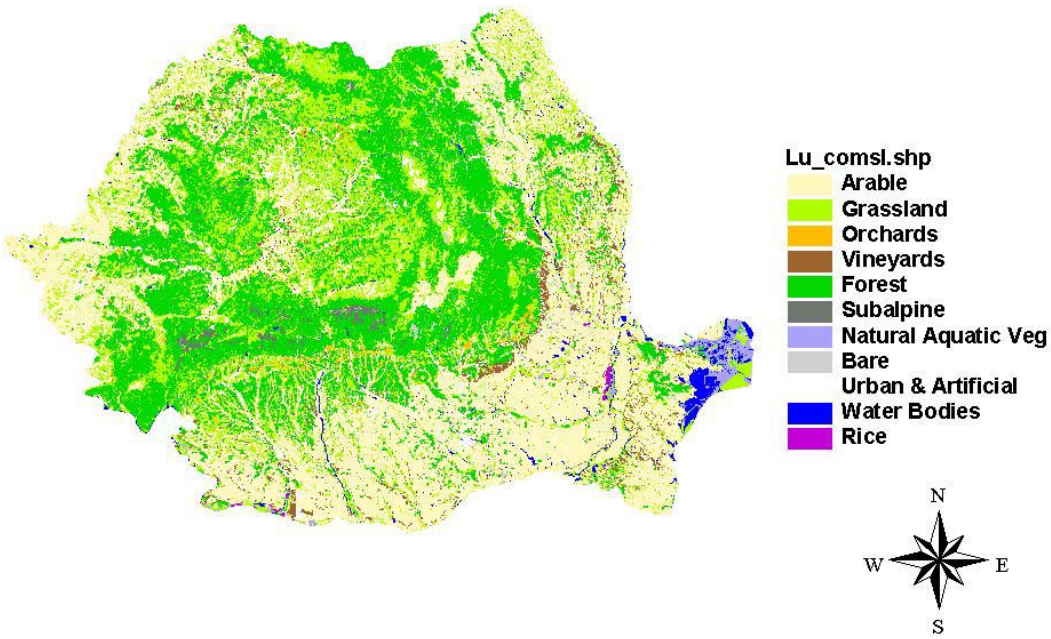


Figura 9 Acoperirea terenurilor conform principalelor clase de utilizare a terenurilor (bazata pe interpretarea datelor satelitare 2002; pasul gridului: 35 m)

CAPACITATEA DE PRODUCTIE A SOLURIOR

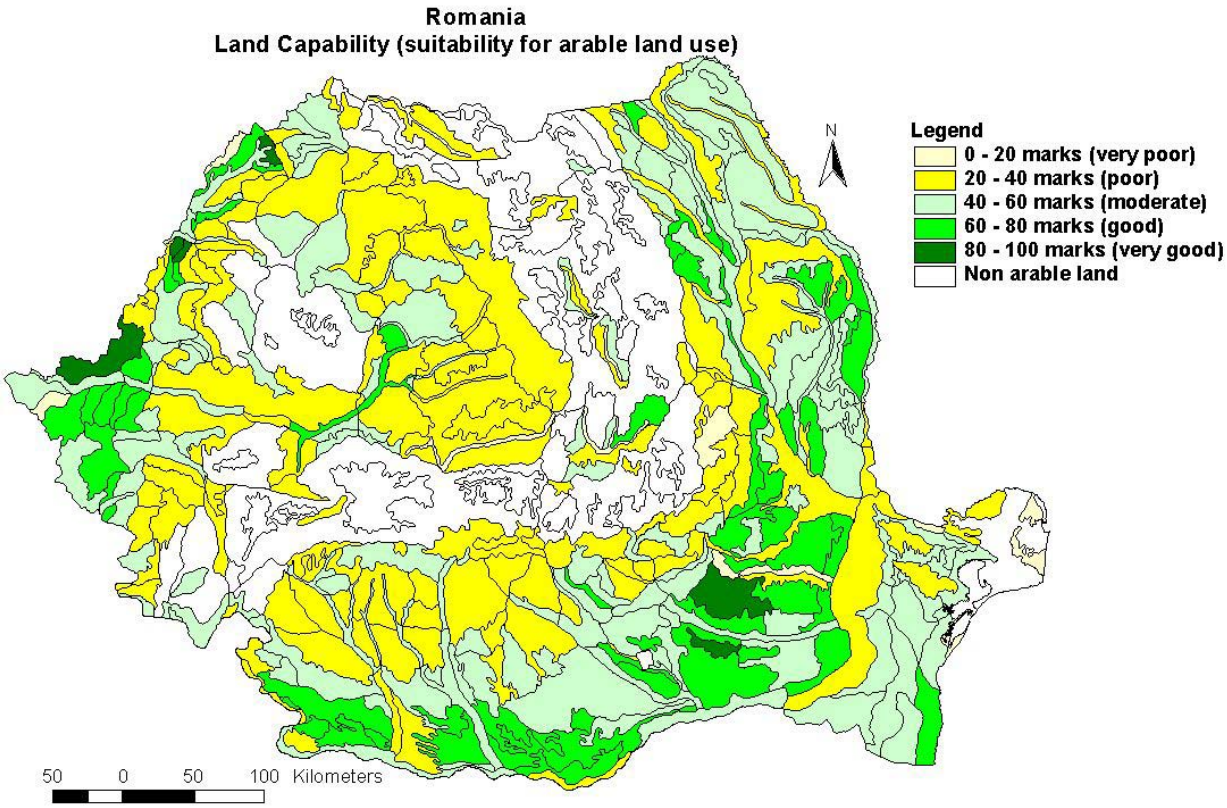


Figura 10. Capacitatea de productie a solurilor in functie de notele de bonitare

ANIMALE

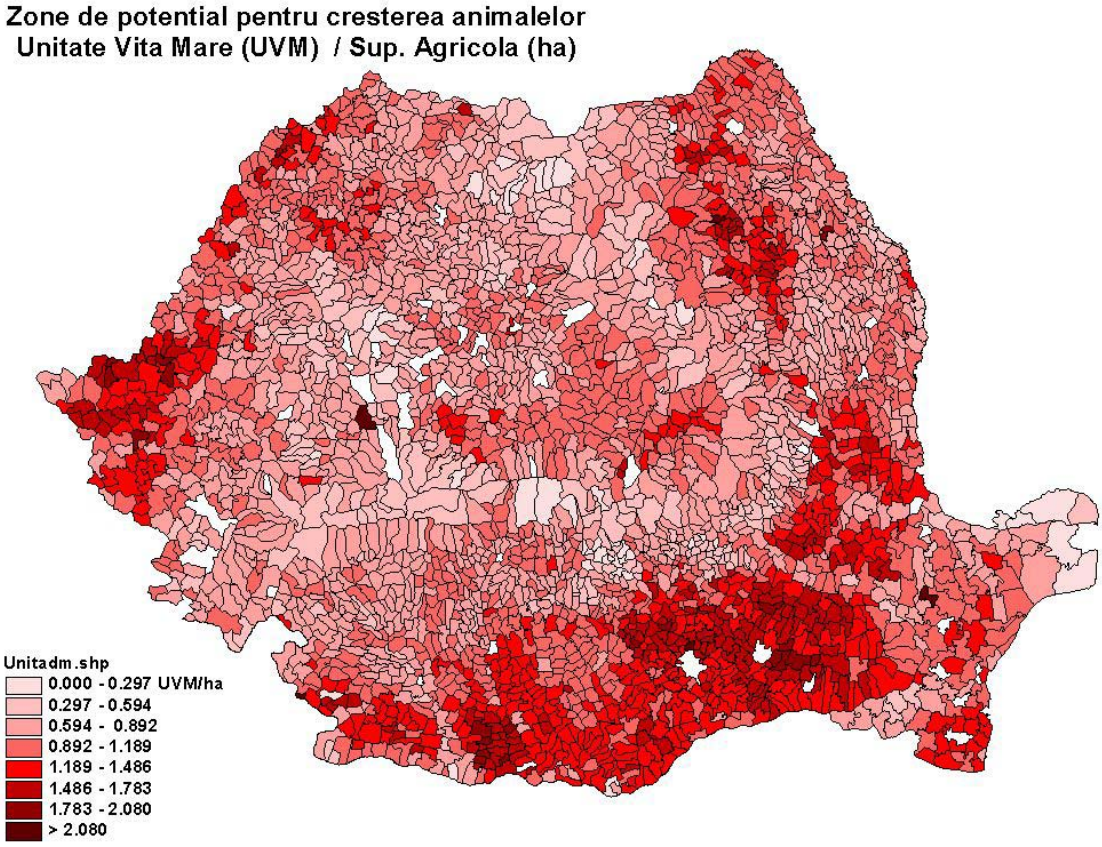
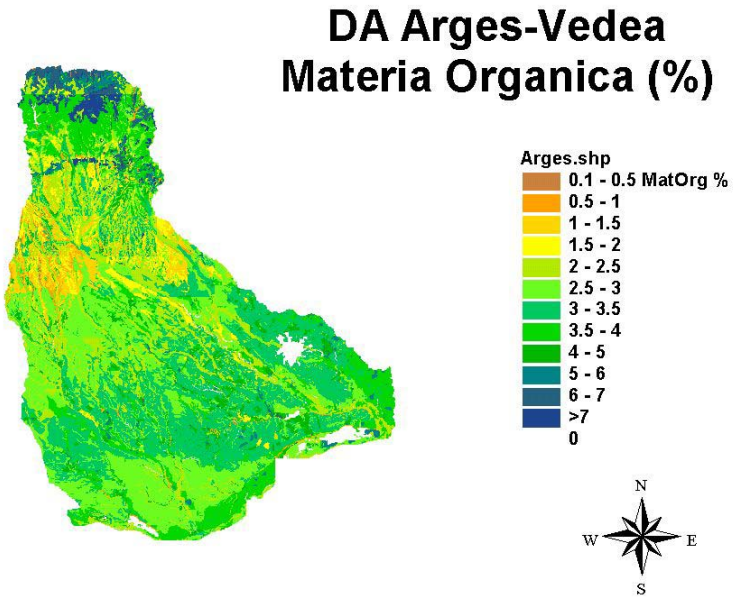
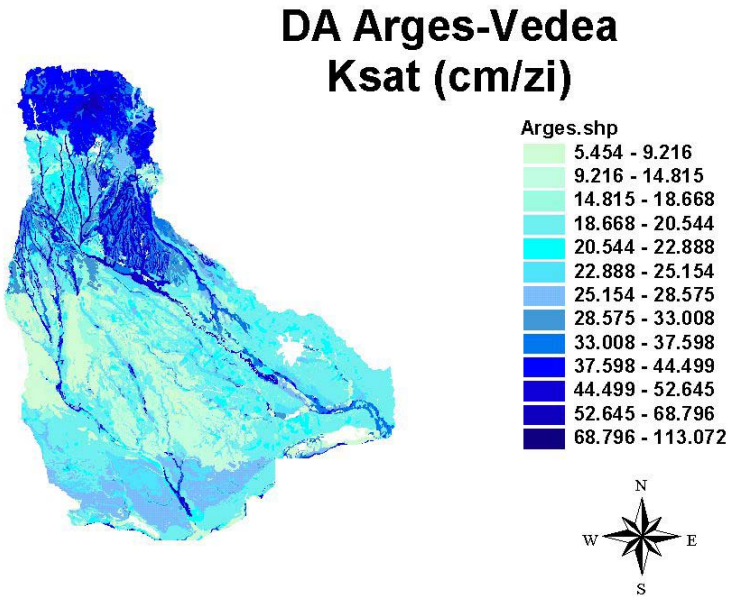


Figura 11. Incarcatura de animale (echivalent Unitati Vita Mare / ha) la nivelul comunelor

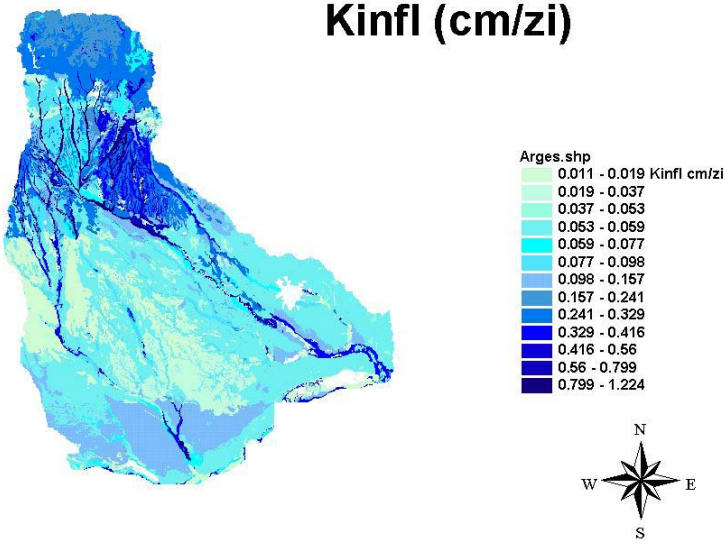
STRATURI DERIVATE PE BAZA INFORMATIILOR DIN STRATURILE DIN SISTEMELE INFORMATICE GEOGRAFICE

Exemplificare pentru b.h. Arges - Vedea

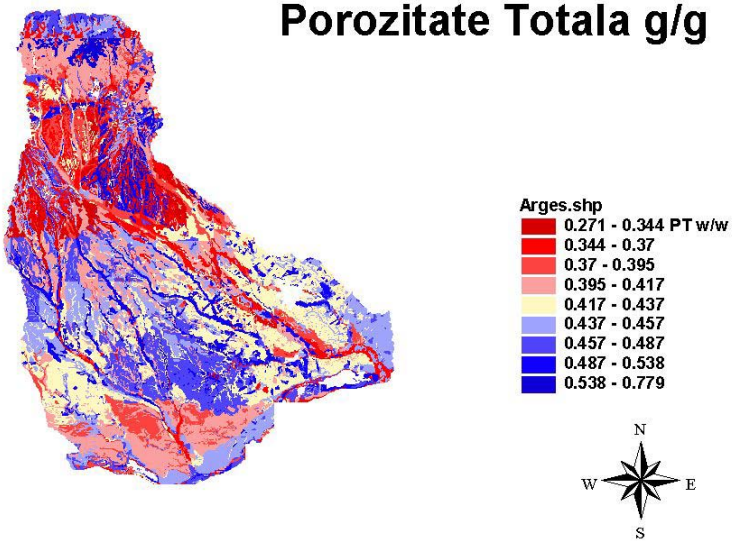




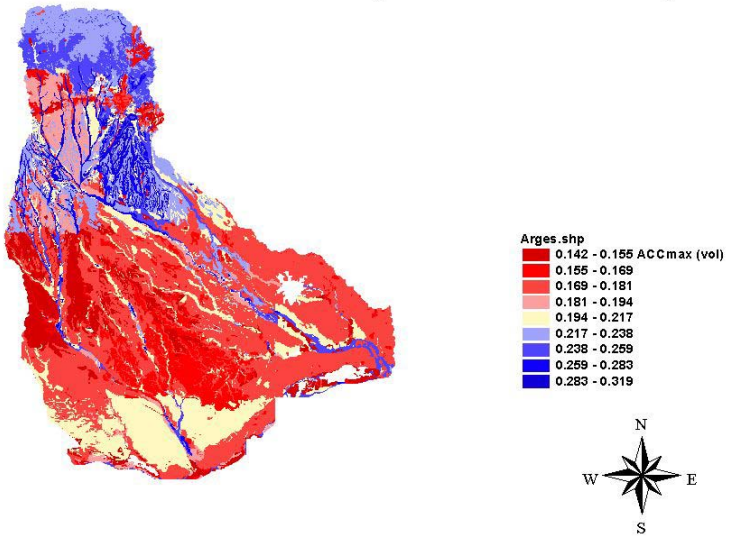
DA Arges-Vedea
Kinfl (cm/zi)



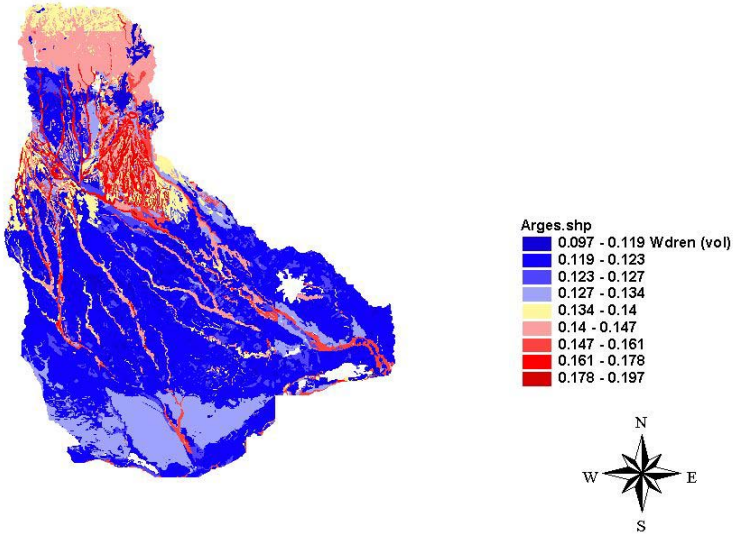
DA Arges-Vedea
Porozitate Totala g/g



DA Arges-Vedea
Cantitate maxima Apa accesibila (vol)



DA Arges-Vedea
Cantitate maxima Apa drenanta (vol)



b) Sisteme expert si modele de simulare

Metode de evaluare a vulnerabilitatii naturale utilizind modele euristice (sisteme expert)

Utilizarea informatiilor din studiile pedologice la scara mica (1:100.000)

Indicatorii privind vulnerabilitatea naturala pentru poluarea corpurilor de apa cu nitrati diferentiati pentru acvifere/straturi freatice (prin procese de percolare sub adincimea stratului radicular) si corpuri de apa de suprafata (prin procese de scurgere pe versanti) pot fi estimati utilizind functii de pedotransfer derivate din atributele asociate unitatilor cartografice de sol in harta digitizata a solurilor la scara 1:1.000.000.

Metoda utilizata asociaza atributelor de sol (sau functiilor de pedotransfer derivate) o valoare cuprinsa intre 0 si 1 (0- fara impact, 1 – impact maxim) care sa ierarhizeze potentialul impact al proprietatii de sol respective asupra transmisiei nitratilor prin percolare catre corpurile de apa subterane, sau scurgere catre corpurile de apa de suprafata.

Indicele de vulnerabilitate prin percolare se calculeaza doar pentru terenurile a caror panta este mai mica decit 8% (in atributele asociate bazei de date georeferentiate: Clasa de panta a terenului: “Neted”). Pentru aceste terenuri, indicele de vulnerabilitate prin percolare se calculeaza utilizind urmatoarele proprietati ale solului si ponderi asociate:

- Limitari principale (dominante) pentru utilizarea agricola a terenului. Daca codurile asociate acestui parametru sunt: “Drenat”, “Inundat semi-permanent”, “Faza freatica” ponderea asociata este “1”.
- Limitari secundare pentru utilizarea agricola a terenului. Daca codurile asociate acestui parametru sunt: “Drenat”, “Inundat semi-permanent”, “Faza freatica” ponderea asociata este “0.5”.
- Conductivitatea hidraulica a frontului de umezire (functie de pedotransfer derivata). Pentru valori mai mari de 10 mm h^{-1} ponderea asociata este “1”, pentru valori in domeniul 4 – 10 mm h^{-1} ponderea asociata este “0.5”.
- Cantitatea maxima de apa accesibila (functie de pedotransfer derivata). Pentru valori mai mici decit 10 cm ponderea este “1”.
- Materialul parental. Pentru materiale parentale nisipoase ponderea este “1”, pentru “Materiale organice” ponderea este 0.8, pentru “Lut nisipos”, “Loess nisipos”, “Aluviuni de riu”, “Aluviuni lacustre” ponderea este “0.75”, pentru depozite fluviatile argiloase ponderea asociata este de “0.5”.

- Clasa texturii in stratul de sol de la suprafata si clasa texturii in subsol. Daca codurile texturii la suprafata si in subsol este ”Grosiera” atunci ponderea asociata este “1”.
- Tipul de sol. Pentru “Gleysol”, “Fluvisol”, “Histosol” sau “Arenosol” ponderea este “1”.

Indicele de vulnerabilitate prin scurgere se calculeaza doar pentru terenurile a caror panta este mai mare decit 8% (in atributele asociate bazei de date georeferentiate: Clasa de panta a terenului: “Ondulat”, “Moderat accidentat”, “Accidentat”). Pentru aceste terenuri, indicele de vulnerabilitate prin percolare se calculeaza utilizind urmatoarele proprietati ale solului si ponderi asociate:

- Limitari principale (dominante) pentru utilizarea agricola a terenului. Daca codurile asociate acestui parametru sunt: “Faza erodata, eroziune”, “Litic” sau “Petrocalcic” ponderea asociata este “1”.
- Limitari secundare pentru utilizarea agricola a terenului. Daca codurile asociate acestui parametru sunt: “Faza erodata, eroziune”, “Litic” sau “Petrocalcic” ponderea asociata este “0.5”
- Conductivitatea hidraulica a frontului de umezire (functie de pedotransfer derivata). Pentru valori mai mici decit 4 mm h^{-1} ponderea corespunzatoare este “1”
- Cantitatea maxima de apa accesibila (functie de pedotransfer derivata). Mai mici decit 10 cm si Conductivitatea hidraulica a frontului de umezire mai mica decit 5 mm h^{-1} ponderea este “1”.
- Materialul parental. Pentru materiale parentale de tipul “Formatii detritice”, “Roci cristaline si magmantice”, “Roci vulcanice” ponderea este “1”.
- Clasa texturii in stratul de sol de la suprafata si clasa texturii in subsol. Daca codurile texturii la suprafata si in subsol este ”Fina” sau “Foarte Fina” atunci ponderea asociata este “1”.
- Tipl de sol. Pentru “Lithosol”, “Andosol”, “Roci la suprafata” ponderea este “1”.
- Prezenta unui strat de sol impermeabil in profilul de sol. Daca stratul impermeabil se afla in primii 40 cm atunci ponderea asociata acestui parametru este “1”.

Pentru fiecare tip de sol din cadrul unitatii cartografice omogena (SMU) se face suma ponderilor asociate diferitelor proprietati luate in calcul pentru evaluarea vulnerabilitatii la percolare si scurgere. Indicele final de vulnerabilitate se evalueaza fie ca indicele maxim dintre indicii asociati tuturor tipurilor de sol din poligon (recomandat) fie ca media ponderata in functie de suprafata ocupata de fiecare tip de sol in unitatea cartografica. Suma ponderilor astfel determinata este transpusa in clase de vulnerabilitate astfel:

Foarte mica : [0.0 – 0.5]

Mica : (0.5 – 1.5]

Moderata : (1.5 – 2.5]

Mare : (2.5 – 3.5]

Foarte Mare : >3.5

Utilizarea informatiilor din studiile pedologice la scara mare

Prin analiza indicatorilor ecopedologici din Metodologia de Elaborare a Studiilor Pedologice, partea a-III-a, 1987 se propun următorii indicatori de încadrare a sistemului sol teren în « zone vulnerabile sau potențial vulnerabile pentru azot» :

CRITERII DE ÎNCADRARE A TERENURILOR AGRICOLE ÎN „ZONE VULNERABILE PENTRU AZOT"

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot în funcție de **textura solurilor***

Cod*	Simbol*	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
		mare	medie	scăzută
11	NG	nisip grosier	-	-
12	NM	nisip mijlociu		
13	NF	nisip fin		
21	UG	nisip lutos grosier		
22	UM	nisip lutos mijlociu		
23	UF	nisip lutos fin		
91	C	sedimente cu peste 40% $caco_3$		
92	P	pietrişuri		
94	H	depozite organice		
31	SG	-	lut nisipos grosier	-
32	SM		lut nisipos mijlociu	
33	SF		lut nisipos fin	
34	SS		lut nisipos prăfos	
35	SP		praf	
41	LN		lut nisipo-argilos	
42	LL		lut mediu	
43	LP		lut prăfos	
51	TN		argilă nisipoasă	
52	TT	-	-	lut argilos mediu
53	TP			lut argilo-prăfos
61	AL			argilă lutoasă
62	AP			argilă prăfoasă
63	AA			argilă medie
64	AF			argilă fină

*ind. 23, MESP 1987

Textura solului fiind însuşire fizică a solului în general nemodificabilă, cu rol important asupra majorității însuşirilor fizice şi unor însuşiri chimice ale solurilor impun adaptarea unor tehnologii sau părți de tehnologii de cultură, inclusiv şi în mod deosebit a tehnologiilor de

fertilizare, la compoziția granulometrică (textura) fiecărui tip de sol, stabilită prin studiu de specialitate.

Se au în vedere în principal clasele texturale şi rolul texturii, respectiv:

a. solurile cu textură grosieră (nisip grosier→ nisip fin, nisip lutos grosier→ nisip lutos fin):
   - capacitate scăzută de reținere a apei accesibilă şi inaccesibilă plantelor;
   - permeabilitate şi porozitate ridicate;
   - ascensiune capilară mică;
   - drenabilitatea ridicată;
   - dispunere la eroziune eoliană.

b. solurile cu textură mijlocie (lut nisipos grosier→praf, lut nisipo-argilos→lut prăfos):
   - capacitate moderată – bună de reținere a apei accesibilă şi inaccesibilă plantelor;
   - permeabilitate şi porozitate mijlocie – mică;
   - ascensiune capilară mijlocie - mare;

c. solurile cu textură fină (argilă nisipoasă→lut argilo-prăfos, argilă lutoasă→argilă fină):
   - capacitate mare-foarte mare de reținere a apei inaccesibilă plantelor;
   - permeabilitate şi porozitate mică-extrem de mică;

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcție de **permeabilitatea solurilor** determinată pe baza conductivității hidraulice saturată determinată în laborator*

Cod*	Simbol*	Valoarea K mm/h**	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
			mare	Medie	scăzută
65.0	EC	< 0,3	-	-	Mică
20.0	FC	0,3-0,5			Foarte mică
05.0	MC	0,6-2,0		Mică	-
01.0	MO	2,1-10,0		Mijlocie	
00.4	MR	10,1-35,0	Mare	-	
00.2	FR	>35,0	Foarte mare		

*ind. 50, MESP 1987; **metoda ICPA de laborator

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcție de **panta terenului***

Cod*	Simbol*	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
		mare	medie	scăzută
01	P_{01}	orizontal		
03	P_{02}	foarte slab înclinat		
07	P_{07}		slab înclinat	
12 17 22	P_{12} P_{17} P_{22}		moderat înclinat	
30 42	P_{30} P_{42}			puternic înclinat
75	P_{75}			foarte puternic înclinat
99	P_{99}			abrupt

*ind. 33, MESP 1987

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcție de **pericolul de eroziune în suprafață** a terenului*

Cod*	Simbol*	Pierderi de sol t/ha an**	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
			mare	Medie	scăzută
01	AB	≤1			Scăzut
06	MC	2-8			mic
13	MO	9-16		moderat	
23	MR	17-30	Mare		
40	FR	≥31	Foarte mare		

*ind. 187, MESP 1987; **cantitatea de sol pierdută şi conținutul solului în azot permite calculul pierderilor de azot prin eroziune.

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcție de **uniformitatea terenului***

Cod*	Simbol*	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
		mare	medie	scăzută
0	U_0			uniform
1	U_1		Foarte slab neuniform	
2	U_2		Slab neuniform	
3	U_3	Moderat neuniform		
4	U_4	Puternic neuniform		
5	U_5	Foarte puternic neuniform		

*ind. 5, MESP 1987

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcție de **inundabilitatea terenului***

Cod*	Simbol*	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
		mare	medie	Scăzută
0	-			neinundabil
1	I_1	inundabil rar		
2	I_2	inundabil frecvent		
3	I_3	inundabil foarte frecvent		

*ind. 40, MESP 1987

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcție de **adâncimea apei pedofreatice* sau freatice***

Cod*	Simbol*	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
		mare	medie	Scăzută
00,2	Q_1	superficială		
00,7	Q_2	extrem de mică		
01,4	Q_3	foarte mică		
02,2	Q_4	mică		
03,5	Q_5		mijlocie	
07,7	Q_6		mare	mare
15,0	Q_7			foarte mare
99,0	Q_8	izvoare de coastă		

* apă pedofreatică – apa din primul orizont acvifer şi oricare alt start saturat în apă evidenţiat în profilul de sol sau imediat sub profilul de sol (MESP, 1987) ; ind. 39, MESP 1987

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcţie de **volumul edafic***

Cod*	Simbol*	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren		
		mare	medie	Scăzută
005	V_1	extrem de mic		
015	V_2	foarte mic		
035	V_3	mic		
063	V_4	mijlociu		
088	V_5		mijlociu	
113	V_6		mare	mare
138	V_7			extrem de mare
175	V_8			excesiv de mare

*ind. 133, MESP 1987

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcţie de **uniformitatea terenului***

*ind. 5, MESP 1987

Motivaţie: - pe terenurile uniforme şi foarte slab neuniforme, fără denivelări sau cu denivelări sub 28 cm aplicarea se poate realiza uniform, fără a se crea pericol de acumulări pe zonele neuniforme.

- cu cât neuniformitatea creşte cu atât pericolul de acumulare în zonele denivelate este mai mare iar pericolul de acumulare, curgere sau levigare a azotului este mai ridicat.

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcţie de **TIPUL ŞI FORMA DE RELIEF***

* numai în condiţiile fertilizării prin târlire, deoarece dejecţiile sunt oarecum fixate de covorul ierbaceu

Motivaţie: - formele de relief pat de vale şi depresiune sunt zone unde se poate acumula azot de pe versanţi, din apa freatică încărcată cu nitraţi, din fertilizarea cu îngrăşăminte organice şi minerale etc., peste limitele maxime admise.

- terenurile slab ondulate pot avea microdepresiuni în care se acumulează azotul (se creează astfel areale cu exces de azot pe fond de conţinut normal sau scăzut) care prin infiltrare sau curgere poate ajunge în ape sau pe terenuri mai joase unde poate creşte conţinutul de azot.
- Pe terenurile ondulate, vălurite, moderat accidentate efectul poate fi cel menţionat mai sus însă cu efect amplificat.

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcţie de **TIPUL ŞI FORMA DE RELIEF***

* numai în condiţiile fertilizării prin târlire, deoarece dejecţiile sunt oarecum fixate de covorul ierbaceu

Motivaţie: - formele de relief pat de vale şi depresiune sunt zone unde se poate acumula azot de pe versanţi, din apa freatică încărcată cu nitraţi, din fertilizarea cu îngrăşăminte organice şi minerale etc., peste limitele maxime admise.

- terenurile slab ondulate pot avea microdepresiuni în care se acumulează azotul (se creează astfel areale cu exces de azot pe fond de conţinut normal sau scăzut) care prin infiltrare sau curgere poate ajunge în ape sau pe terenuri mai joase unde poate creşte conţinutul de azot.

- Pe terenurile ondulate, vălurite, moderat accidentate efectul poate fi cel menționat mai sus însă cu efect amplificat.

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot în funcție de **inundabilitatea terenului***

*ind. 40, MESP 1987

Motivație: terenurile inundabile fertilizate cu îngrăşăminte organice sau minerale prin inundare chiar rar (poate fertilizarea s-a făcut pentru prima dată într-o perioadă când ne se aştepta o inundație) pot constitui o sursă sigură şi majoră de poluare a apei care spală îngrăşămintele de pe solul fertilizat.

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot în funcție de **adâncimea apei pedofreatice* sau freatice***

* apă pedofreatică – apa din primul orizont acvifer şi oricare alt start saturat în apă evidențiat în profilul de sol sau imediat sub profilul de sol (MESP, 1987) ; ind. 39, MESP 1987

Motivație: fertilizarea cu îngrăşăminte organice sau minerale cu doze mari poate produce poluarea apei pedofreatice sau freatice ca urmare a levigării azotului din îngrăşăminte sau a azotului rezultat în urma procesului de transformare a azotului în forme levigabile. Cu cât apa freatică este la adâncime mai mică cu atât pericolul este mai mare. Clasa medie de vulnerabilitate are în vedere situații de soluri cu apa freatică la adâncime de peste 3 metri şi fără un orizont impermeabil care să împiedice levigarea azotului în apa pedofreatică sau freatică. Terenurile cu soluri influențate de izvoare de coastă sunt susceptibile la poluarea cu nitrați ca urmare a transportării odată cu apa a îngrăşămintelor pe terenuri limitrofe unde se creează o supradoză de azot, sau sunt transportate în apele de suprafață, sau sunt transportate în surse de apă potabilă (izvoarele din zonele de deal şi munte), sau în sursele de apă pentru animale sau pentru udarea/irigarea unor culturi (în zonele cu izvoare de coastă culturile fiind preponderent cartof, legume, sfeclă furaj).

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot în funcție de **volumul edafic***

*ind. 133, MESP 1987

Motivație: capacitatea solului de a menține o cantitate mai mare de azot este dependentă şi de grosimea solului-volumului edafic. Solurile subțiri necesită doze mici şi dese. Corelat cu însuşirile fizice ale solului pericolul de levigare a azotului este mare pe soluri subțiri – volum edafic extrem de mic, foarte mic, mic chiar mijlociu, permeabile, cu textură grosieră. Volumul edafic mijlociu, mare, sol cu textură grosieră-mijlocie, permeabile pot constitui pericol moderat mare de levigare a azotului către orizonturile subiacente şi/sau straturile de apă pedofreatică şi freatică.

*Încadrarea terenurilor agricole în **Z**one **V**ulnerabile pentru **A**zot*
*în funcție de **TIPUL ŞI FORMA DE RELIEF***

Cod*	Simbol*	Vulnerabilitatea pentru azot a sistemului sol-teren											
		Mare				medie				scăzută			
		Tip de relief	Forma de relief	Semnificația		Tip de relief	Forma de relief	Semnificația		Tip de relief	Forma de relief	Semnificația	
				ICPA-ICDA 2004	MESP 1987			ICPA-ICDA 2004	MESP 1987			ICPA-ICDA 2004	MESP 1987
P_{01}	01	CÂMPIE „C”	Pat de vale (inclusiv luncă, câmpie de divagare) C_{CL}	neted	Orizontal	CÂMPIE	Pat de vale (inclusiv luncă, câmpie de divagare)			CÂMPIE	Pat de vale (inclusiv luncă, câmpie de divagare)		
P_{03}	03			slab ondulat	foarte slab înclinat								
P_{01}	01		Glacis + piemont C_{G+P}				Glacis + piemont	neted	orizontal		Glacis + piemont		
P_{03}	03							slab ondulat	foarte slab înclinat				
P_{01}	01		Depresiune C_D	neted	Orizontal		Depresiune				Depresiune		
P_{03}	03			slab ondulat	foarte slab înclinat								
P_{01}	01		Platou (inclusiv podiş) C_P				Platou (inclusiv podiş)				Platou (inclusiv podiş)	neted	orizontal
P_{03}	03											slab ondulat	foarte slab înclinat
P_{01}	01		Câmpie (inclusiv terasă) C_{CT}				Câmpie (inclusiv terasă)	neted	orizontal		Câmpie (inclusiv terasă)		
P_{03}	03							slab ondulat	foarte slab înclinat				

M- munte
D-deal, podiş, piemont fragmentat
T- terasă 8în afara câmpiei)
C-câmpie, terasă, podiş, piemont slab fragmentat
L- luncă, câmpie de divagare, câmpie litorală, pat de vale

		DEAL	Platou vălurit (inclusiv pat de vale)	Vălurit	Moderat înclinat	DEAL	Platou vălurit	Slab ondulat			Platou vălurit (max P_{03})	Neted Slab ondulat	Foarte slab înclinat
			Depresiune	Neted Slab ondulat	orizontal Foarte slab înclinat								
			Glacis + piemont				Glacis + piemont	Neted Slab ondulat	orizontal Foarte slab înclinat				
			Deal cu gradient mediu	Moderat accidentat	Moderat – puternic inclinat		Deal cu gradient mediu*	Moderat accidentat	Moderat – puternic inclinat				
			Deal cu gradient mare	Vălurit Moderat accidentat	Slab – moderat inclinat Moderat – puternic inclinat		Deal cu gradient mare*	Vălurit Moderat accidentat	Slab – moderat inclinat Moderat – puternic inclinat				

		MUNTE	Deal cu gradient mediu	Moderat accident at	Moderat – puternic inclinat	MUNTE*	Deal cu gradient mediu	Moderat accident at	Moderat – puternic inclinat		
			Deal cu gradient mare	Moderat accident at Accident at muntos	Moderat – puternic inclinat Moderat – foarte puternic inclinat		Deal cu gradient mare	Moderat accident at Accident at muntos	Moderat – puternic inclinat Moderat – foarte puternic inclinat		
			Munte cu gradient mare	Accident at muntos Foarte accident at	Moderat – foarte puternic inclinat Puternic – foarte puternic înclinat		Munte cu gradient mare	Accident at muntos Foarte accident at	Moderat – foarte puternic inclinat Puternic – foarte puternic înclinat		
			Vale adâncită	Accident at muntos	Moderat – foarte puternic inclinat		Vale adâncită	Accident at muntos	Moderat – foarte puternic inclinat		

* numai în condițiile fertilizării prin târlire, deoarece dejecțiile sunt oarecum fixate de covorul ierbaceu

Formula sistemului sol-teren pentru clasa de vulnerabilitate la azot

Clasa de vulnerabilitate			CZ ca vs gc		T_{Ap}	$T_{INT.}$	T_{INF}	E	U	P	I	Q	VEU	SP
I	II	II	Tip (genetic) de sol; tb. 52 şi ind. 11	Subtip de sol Tb. 5.3. şi ind. 12	Textura în Ap	Textura în oriz. intermediare	Textura în oriz. inferior	Eroziune	Uniformitatea supr. sol	Panta	Inundabilitate	Adâncimea apei freatice	Volum edafic util	Sursa poluării (actuală, istorică, potenţială (ac, is, pt)
Vulnerabilitate mare	Vulnerabilitate moderată	Vulnerabilitate scăzută, nu prezintă pericol												

Clasa de vulnerabilitate:

I – adâncimea apei freatice $Q_1 \rightarrow Q_4$ inclusiv Q_9 + textura NG → SS, inclusiv C, P, H;
II - adâncimea apei freatice $Q_5 \rightarrow Q_6$ + textura SP → TN;
III - adâncimea apei freatice > Q_4 + textura > TT;

Corelarea şi completarea informaţiilor din studiile pedologice şi agrochimice necesare realizării **sistemului de monitorizare sol-teren pentru agricultură** cu informaţii din **monitorizarea de fond** (ex. numărul de animale care sunt concentrate într-un anumit moment pe anumite suprafeţe de teren, clima, în principal cantitatea de precipitaţii, repartiţia acestora pe perioada anului, caracteristicile bazinelor hidrografice în corelaţie cu numărul de animale pe total bazin şi/sau pe anumite areale unde se poate concentra un număr mai mare de animale pe unitatea de suprafaţă, tendinţa utilizării îngrăşămintelor minerale peste necesarul optim stabilit prin planul de fertilizare ş.a.) ***permit*** **stabilirea zonelor potential vulnerabile pentru azot la nivel (ZPVN)** ***comunal şi punctiform în cadrul comunei***.

Modele de evaluare a bilanţului azotului la nivel de fermă si/sua comuna

Modelel de evaluare a bilantului azotului la nivelul teritoriilor ecologic omogene sunt de doua tipuri: statice si dinamice.

Modelele statice determina in principal normele de utilizare a ingrasamintelor organice si minerale avind drept tinta asigurarea unei nutritii echilibrate a culturilor vegetale in conditiile realizarii unui optim economic pentru un nivel de recolta planificat. Aceste modele sunt legate direct de intocmirea planurilor de fertilizare ca parte integranta a monitorizarii zonelor vulnerabile la poluarea cu nitrati. Acest tip de modele nu determina insa fluxurile de nitrati catre corpurile de apa (subterane si de suprafata). Pentru a fi utilizate in scopurile cerintelor Directivei Nitratilor aceste modele trebuie sa utilizeze algoritmi specifici pentru evaluarea recoltelor planificate care sa conduca la un bilant al nitratilor care sa nu conduca la poluarea corpurilor de apa.

Modelele dinamice determina in primul rind fluxurile de azot din sol descriind procesele care guverneaza ciclul azotului in sol. In acest mod ele pot furniza informatii privind fluxurile de nitrati catre corpurile de apa pe baza carora se pot face evaluari ale vulnerabilitatii la poluarea cu nitrati.

Modele statice

Necesarul de azot pentru culturile agricole este deosebit de variată de la o cultură la alta în ceea ce priveşte cantitatea şi perioada la care trebuie asigurat azotul.

Cantitatea de azot necesară culturii trebuie să asigure azotul la nivelul capacității de producție a plantei către care tinde cultivatorul, prin tehnologiile de cultură aplicate.

Fiecare cultură în condițiile nutriției cu azot tinde către un consum maxim care nu este economic în toate cazurile, deoarece peste anumite limite de consum cultura nu mai asigură sporuri de producție sau sporurile realizate nu mai sunt economice în raport cu azotul consumat.

În funcție de restricțiile de mediu şi aspectele economice azotul se poate aplica în cantități care să asigure minimul economic, optimul economic sau optimul tehnic pentru realizarea recoltelor.

În toate cazurile la stabilirea cantității de azot care se va aplica se va avea în vedere **azotul disponibil din anumite surse** (sol, apa de irigații şi/sau atmosferă, activitate biologică, reziduuri de la culturile precedente, îngrăşăminte organice) şi **azotul supus pierderilor productive sau imobilizărilor temporare** (consumat pentru realizarea recoltelor, imobilizat de bacterii, materia organică etc.) sau pierderilor definitive a cărei consecință este poluarea solului, subsolului şi corpurilor de apă (volatilizat şi/sau denitrificat, pierdut prin scurgere de suprafață şi levigare etc.).

În sensul acestor precizări doza de azot va fi corectată cu ajutorul relației (cod de bune practici agricole, 2003):

Doza de N, kg/ha = $N_C - (N_s + N_a + N_b + N_r + N_g) + (N_i + N_{v,d} + N_l)$

unde: N_C – necesarul de azot pentru recolta scontată, kg/ha;

N_s (E_s) – azotul disponibilizat de sol, kg/ha;

N_a – azot provenit din apa de irigație şi din atmosferă, kg/ha;

N_b – azot provenit din activitatea bacteriilor simbiotice, kg/ha;

N_r – azot provenit de la cultura premergătoare, kg/ha;

N_g – azot din îngrăşămintele organice, kg/ha/an;

N_i – azot imobilizat de microorganismele din sol, kg/ha;

$N_{v,d}$ – azot pierdut prin volatilizare şi denitrificare, kg/ha;

N_l – azot pierdut prin levigare şi scurgeri de suprafață, kg/ha.

N_C – necesarul de azot pentru recolta scontată, kg/ha, *se estimează* cu ajutorul cantității de elemente nutritive necesare formării recoltei, anexa 1, Cod de bune practici agricole.

Necesarul de azot al culturii ***se stabileşte prin procedee agrochimice la nivel de necesar optim total (NOT)*** pe baza relațiilor Borlan şi Hera (1984), Irina Vintilă (1984), Borlan, Hera şi colab. (1994) cu ajutorul relațiilor specifice pentru culturi de câmp

$$NOT(kg/haN, P_2O_5, K_2O) = \frac{\lg(2{,}3 * C_e * R_s * \frac{VUR_p + b * VUR_s}{CUi}}{C_e}$$

şi pentru culturi horticole şi unele plante de câmp :

$$NOT(kg/haN, P_2O_5, K_2O) = A(1 - 10^{-c*Rs})$$

unde: C_e – coeficientul de acțiune al elementelor nutritive (C_a pentru azot, C_f pentru fosfor, C_p pentru

potasiu);

R_s – recolta scontată (planificată); se stabileşte prin bonitarea pentru condiții naturale şi

potențate pe baza măsurilor de ameliorare şi a lucrărilor de amenajare concrete condițiilor

la nivel de parcelă şi teritoriu;

VUR_p – valoarea unității de recoltă principală;

VUR_s – valoarea unității de recoltă secundară;

b - cantitatea de recoltă secundară aferentă unității de recoltă secundară

CUî – costul unității de substanță activă de îngrăşământ.

Raportul produs principal : produs secundar la principalele culturi agricole (Borlan-Andres-Glas, 1997)

Nr. crt.	*cultura*	*Raportul produs principal/ produs secundar*	*Nr. crt.*	*cultura*	*Raportul produs principal/ produs secundar*
1	*Grâu de toamnă;*	*1:3; boabe:paie*	*8*	*Grâu de toamnă;*	*1:3; boabe:paie*
2	*Orz, orzoaică ;*	*1:1; boabe:paie*	*9*	*Orz, orzoaică ;*	*1:1; boabe:paie*
3	*Secară;*	*1:5; boabe:paie*	*10*	*Secară;*	*1:5; boabe:paie*
4	*Ovăz*	*1:5; boabe:paie*	*11*	*Ovăz*	*1:5; boabe:paie*
5	*Porumb*	*1:6; boabe:tulpini*	*12*	*Porumb*	*1:6; boabe:tulpini*
6	*Sfeclă de zahar*	*1:1; rădăcini:frunze+colete*	*13*	*Sfeclă de zahar*	*1:1; rădăcini:frunze+colete*
7	*Sfeclă furajeră*	*1:0,5; rădăcini:frunze*	*14*	*Sfeclă furajeră*	*1:0,5; rădăcini:frunze*

Necesarul optim tehnic (NOT) de azot (sau alte elemente nutritive; P sau K) calculat cu ajutorul relației 1.1 sau 1.2 se corectează cu alte surse de azot potențial disponibile din sol de care cultura beneficiază pe perioada de vegetație, respectiv:

- azotul disponibilizat de sol, kg/ha;
- azot provenit din apa de irigație şi din atmosferă, kg/ha;
- azot provenit din activitatea bacteriilor simbiotice, kg/ha;
- azot provenit de la cultura premergătoare, kg/ha;
- azot din îngrăşămintele organice, kg/ha/an;
- azot imobilizat de microorganismele din sol, kg/ha;
- azot pierdut prin volatilizare şi denitrificare, kg/ha;
- azot pierdut prin levigare şi scurgeri de suprafață, kg/ha.

Azotul disponibilizat de sol se estimează ca aport potențial al solului.

Stabilirea aportul de substanțe nutritive eficiente din sol *(Es)*”

Cantitatea de azot (şi alte macroelemente) disponibilizat de sol estimată ca aport potențial al solului, cunoscută în literatura agrochimică românească sub denumirea de „aportul maxim de substanțe nutritive eficiente din sol – **Es** (azot eficient din sol - N_s, fosfor eficient din sol - P_s, potasiu eficient din sol - K_s)” este dependentă în principal de situația agrochimică a solului şi nivelul de recoltă planificată.

Aportul de substanțe nutritive eficiente din sol – **Es** se calculează cu relațiile (Borlan Z. şi colab., 1994):

$$Es, kg/ha/an, N, P_2O_5, K_2O = f + Es_{\max}(1-10^{-e*IA}) + \left[g*\frac{VUR}{CUi} - h\left(\frac{VUR}{CUi}\right)^3 - i \right] * d * Rs$$

unde: - *e, g, h, i, d* sunt coeficienți ai ecuațiilor de regresie pentru aporturile eficiente de substanțe nutritive din sol, parametrizați pe baza datelor din experiențe cu îngrăşăminte efectuate în câmp pe termen lung.

Pentru unele culturi şi elemente nutritive formula de evaluare a aportul de substanțe nutritive eficiente din sol – **Es** este:

$$Es, kg/ha/an, N, P_2O_5, K_2O = a*x - b*x^2$$

unde: x – valoarea indicelui agrochimic (IN, P_{AL}, K_{AL})

Pentru culturile de legume aportul de substanțe nutritive eficiente din sol – **Es** se calculează cu relațiile (Irina Vintilă şi colab., 1984):

$$Es, kg/ha, N, P_2O_5, K_2O = \frac{a*IA\left(1-10^{-d*Rs}\right)}{b*IA+c}$$

unde: IA – valoarea indicelui agrochimic (IN - indicele azot, P_{AL} - conținutul de fosfor mobil, K_{AL} - conținutul de potasiu) determinat prin analiza agrochimică a solului;

a, b, c, d – coeficienți ai ecuațiilor de regresie pentru aporturile eficiente de substanțe nutritive din sol, parametrizați pe baza datelor din experiențe cu îngrășăminte efectuate în câmp pe termen lung.

În toate cazurile cantitatea de azot care se aplică pentru fertilizarea terenului în vederea asigurării în condiții optime din punct de vedere economic (culturi de câmp unde cheltuielile aferente fertilizării depășesc 10% din cheltuielile de producție, pomi, căpșun) sau optime experimental este cea care rezultă din necesarul optim total (**NOT**) pentru realizarea recoltelor scontate diminuat cu aportul de azot eficient din sol – **Es:**

Doza de N, kg/ha s.a. = NOT- Es

Azotul provenit din apa de irigație și din atmosferă – N_a (N_i + N_p)

Apa de irigație poate conține în unele cazuri o anumită cantitate de azot care contribuie la realizarea necesarului de azot pentru plantele cultivate.

Pentru asigurarea prin irigație a umidității necesare în stratul de 20-30 cm (vezi adâncimea de udare la div plante), cantitatea de azot adusă în sol odată cu apa de irigație se poate calcula cu relația:

$$N_i,\ kg/ha = h.Da.C.10^3$$

unde: h – adâncimea de umezire, cm.;

DA – densitatea aparentă a solului, g/cm^3;

C – conținutul de azot din apa de irigație, mg/l;

10^3 – factor de trecere de la mg la kg N.

Precipitațiile la rândul lor aduc în sol o anumită cantitate de azot care este dependentă de cantitatea anuală de precipitații și de conținutul de azot din precipitațiile căzute. Cantitatea de azot din precipitații se poate aproxima cu relația (Lixandru Gh. și colab., 1990):

$$N_p = p\ .\ 0{,}02$$

unde: p - cantitatea anuală de precipitații, mm;

0,02 (0,02-0,03; Davidescu D., 1981) – azotul provenit din atmosferă (100 mm precipitații aduc 2 kg N/ha)

Cooke, 1974 (Davidescu D., 1981) apreciază că prin precipitații sunt aduse în sol circa 17 kg/ha/an azot (10 kg/ha N-NH_4 şi 7 kg/ha N-NO_3).

Azotul provenit din activitatea bacteriilor nesimbiotice - N_i

Această formă de azot se regăseşte în „azotul mineral utilizabil de culturi la un anumit moment”. Pentru aceasta metoda descrisă este sigură şi se recomandă a fi generalizată legislativ, deoarece se stabileşte sigur, la momentul agrochimic impus de necesitățile culturii pentru azot şi de rezerva de azot pe profilul de sol.

Pentru calcule teoretice cantitatea de azot provenit ca urmare a activității bacteriilor nesimbiotice din sol se poate folosi relația de calcul (Davidescu D., 1981):

$N_b = Z \times k_b$, kg/ha/an;

unde: Z = numărul de zile cu temperaturi peste 8^0C;

k_b = coeficient de acumulare zilnică de 0,2 – 0,3 kg N/ha/an.

Pentru aplicarea corespunzătoare a dozei de azot la un anumit moment (primăvara la cerealele păioase care necesită azot aplicat fazial, la culturile semănate primăvara, la legumele cultivate în sere, solarii sau în câmp, pentru speciile floricole etc.) se recomandă determinarea „azotului mineral utilizabil de culturi la un anumit moment” deoarece este dificil de apreciat care este cantitatea de azot disponibil pe profilul de sol după o iarnă cu precipitații variate cantitativ şi din punct de vedere al scurgerilor de suprafață sau infiltrării, în ambele situații azotul fiind supus fie spălării de suprafață, fie levigării pe profilul de sol.

Azotul provenit din activitatea bacteriilor simbiotice - N_b

Culturile leguminoase (mazăre, soia, fasole, lucernă, trifoi) prin creşterea şi dezvoltarea în condiţii de simbioză cu bacterii fixatoare de azot, după desfiinţare lasă în sol prin rădăcini şi nodozităţile de pe rădăcinile acestora importante cantităţi de azot utilizabil de culturile care se amplasează după aceste premergătoare.

Aportul de azot adus în sol de culturile „care trăiesc în simbioză exclusivă (obligată) cu plantele leguminoase" (Borlan Z., Hera Cr. Şi colab. 1994), influenţat de tehnologia de şi productivitatea culturilor, este variat (tabelul 2.6):

Tabel nr. 2.6

Specia de bacterii	Cultura şi forma producţiei	Kg N / tona de produs*
Rhizobium japonicum	Soia - boabe	54 – 56
Rhizobium phaseoli	Fasole - boabe	36 – 38
Rhizobium leguminosarum	Mazăre - boabe	35 – 36
Rhizobium meliloti	Lucernă – fân	22 – 24
Rhizobium trifolii	Trifoi roşu - fân	18 – 22

* kg N / tona de boabe + tulpini şi rădăcini sau fân + colete şi rădăcini

Azotul provenit din mineralizarea humusului

Azotul provenit din mineralizarea humusului este variat, dependent de cantitatea de materie organică din sol (Davidescu D., 1981). Având în vedere conţinutul humusului de 3,5 – 5 % azot şi coeficientul de mineralizare a humusului cantitatea de azot eficient din sol rezultat din mineralizarea humusului se poate calcula cu relaţia (Lixandru Gh. şi colab., 1990)

$$N_H = \frac{H * Cm * k_h}{10}$$

unde: N_H = kg/ha azot provenit din mineralizarea humusului;

H = rezerva solului în humus; (% humus x greutatea stratului de sol arabil cca. 3000 t/ha/0-25 cm);

C_m = conţinutul humusului în azot egal cu 3,5 – 5%, (cca. 4,84% după formula elementară a humusului (Borlan şi colab. 1994), %;

k_h = coeficientul de descompunere anuală a humusului (0,012 pentru culturi neprăşitoare şi 0,018 pentru culturi prăşitoare).

Exemplu

Azotul rezidual provenit de la culturile precedente

Culturile precedente (prin frunză, rădăcini, tulpini etc.) furnizează o anumită cantitate de azot asimilabil, dependentă de (CBPA, 2003) compoziția plantelor, raportul dintre conținutul de azot şi gradul de lignificare al plantelor, modul de încorporare în sol a resturilor, epoca de încorporare şi timpul trecut de la încorporare. Dacă se consideră că în sol rămâne aproximativ 15% azot (N) cu resturile vegetale de la culturile neleguminoase şi 35% de la leguminoase (Lixandru şi colab., 1990), cantitatea de azot rezidual ($_{Nrez}$) se poate aproxima cu relația:

$N_{rez} = P_{pr} . Cs . Cr$, kg/ha/an;

unde: - P_{pr} – producția reziduală de plante;

Cs - consumul specific de azot al culturii;

Cr – coeficient 0,15 pentru culturi neleguminoase, şi 0,35 pentru culturi leguminoase

Pe parcursul proceselor naturale şi tehnologice la care este supus azotul din sol pe lângă aporturi de azot au loc şi imobilizări sau pierderi, adesea în cantități semnificative care devin surse de poluare a solului, apelor freatice şi de suprafață şi implicit a produselor de origine vegetală.

Cele mai importante procese prin care azotul este imobilizat sau pierdut în unele cazuri definitiv din sol (Borlan, 1994)sunt:

- imobilizarea azotului prin consumul productiv pentru realizarea producțiilor;
- imobilizarea temporară a azotului organic şi mineral în humus (în procent de 10-25% pentru toate formele de azot provenit în sol anual, cu excepția azotului organic din gunoiul de grajd la care procesul de imobilirare este de 25-65% în funcție de anul de la aplicare, a îngrăşămintelor minerale la care imobilizarea temporară este de 15-20%, la doze mari fiind de 30-60);
- imobilizarea temporară a azotului în microflora implicată în procesele de biodegradare a materie organice
- imobilizarea azotului sub formă de ioni de amoniu (numai câteva procente; Vintilă, 1974) prin procese de fixare fără schimb în rețeaua mineralelor argiloase;
- pierderea azotului prin denitrificare, hidrolizarea ureei, levigare, spălare, eroziune ş.a.

Azotul imobilizat prin consumul productiv, reprezintă acea parte de azot consumată de plante (consumul specific) pentru realizarea recoltelor şi încorporat în substanţele proteice. Este foarte important de precizat că azotul este utilizat productiv numai în anumite procente care variază în funcţie de forma din care a rezultat azotul (N rezultat din mineralizarea substanţelor humice, din activitatea microorganismelor este utilizat în procent de 70-85%, cel rezultat din precipitaţii atmosferice şi din profilul de sol în procent de 50-60%, cel rezultat din îngrăşămintele naturale în procent de 45-55%, diferenţiat în anii 1, 2 şi 3 iar cel din îngrăşămintele minerale în procent de 45-55%; Borlan, 1994).

Azotul imobilizat de microorganismele din sol în procesul de degradare a reziduurilor vegetale introduse în sol. Fenomenul se datorează sărăciei în elemente nutritive a resturilor vegetale, iar în procesul de degradare a acestora elementele nutritive rezultate nu asigură necesităţile microorganismelor care consumă azot din alte surse.

În cazul resturilor vegetale la care raportul C:N este mai mare de 30:1, cantitatea imobilizată de azot este dependentă de mărimea raportului (Borlan, 1994):

- 10 kg N/tona de resturi vegetale când raportul C:N este de peste 100;
- 9 kg N/tona de resturi vegetale când raportul C:N este de peste 80;
- 7 kg N/tona de resturi vegetale când raportul C:N este de peste 60;
- 3 kg N/tona de resturi vegetale când raportul C:N este de peste 40;

Azotul pierdut prin denitrificare şi hidrolizarea ureei

Denitrificarea este unul din procesele nefavorabile pentru starea de fertilitate a solurilor deoarece nitraţii şi nitriţii sunt descompuşi până la forma de azot elementar (N_2) care se pierde prin evaporare.

Denitrificare se poate considera ca un proces necesar pentru diminuarea concentraţiei de nitraţi din sol şi pentru efectul de creşterea pH-ului solului (Borlan, 1994).

Procesul de denitrificare este amplificat de creşterea conţinutului de materie organică şi argilă, de resturile vegetale din sol, de umiditatea peste capacitatea de câmp pentru apă, temperaturile pozitive şi de îngrăşămintele cu azot aplicate.

Pierderile de azot prin denitrificare pot fi semnificative (5-10 % din azotul rezultat prin mineralizarea humusului la 20-25% chiar 30-40% din îngrăşămintele minerale în mod deosebit aplicate neuniform; Borlan, 1994), cantitatea pierdută fiind influenţată de tehnologiile de cultură.

Hidroliza ureei rezultată din mineralizarea materiei organice din sol sau din ureea aplicată ca îngrăşământ chimic (neincorporată în sol la adâncime mai mare de 5 cm) conduce la pierderea azotului prin volatilizare sub formă de amoniac. Procesul de hidroliză (Hera, 1984; Buboi, 2000) este rapid şi este influenţat de temperatură (optimă 28^0C, scăzută sub 15^0C şi încetinită în jurul a 0^0C), umiditate (maximă la capacitatea de câmp pentru apă, inhibată la ½ din coeficientul de ofilire) şi reacţia solului (pH optim 5,5-7).

Pierderea azotului prin volatilizare ca urmare a procesului de hidroliză (apreciată la până la 30 % din azotul ureei) este parţială deoarece o parte din NH_4 rezultat poate fi fixat în unele minerale argiloase.

Azotul pierdut prin percolare şi prin spălare de pe suprafaţa solului îngheţat sau cu strat de zăpadă, în special sub formă de NO_3 (chiar şi azotul din uree), constituie „principalul agent de poluare difuză a mediului acvatic, provenit din activităţi agricole" (CBPA, 2003). Pierderea de azot nitric prin levigare este dependentă de caracteristicile solului (textura, permeabilitatea, gradul de uniformitate a terenului, panta) şi concentraţia de nitraţi din sol influenţată de chimismul solului şi consumul plantelor (scade în perioada de consum maxim) şi este puternic influenţată de tehnologiile de cultură şi modul de utilizare (folosinţa) solului.

Cantitatea de azot levigată pe profilul de sol poate fi evidenţiată prin determinarea azotului la un moment dat. În condiţii de evapotranspiraţie puternică, odată cu apa care se ridică pe profilul de sol prin capilaritate, o parte din azotul levigat poate ajunge în zona de absorbţie a rădăcinilor de unde este reutilizat de plante.

Azotul sub formă nitrică şi din uree se poate pierde prin spălare de pe suprafaţa solului atunci când se aplică îngrăşăminte pe terenurile în pantă sau pe terenurile înghețate şi cu strat de zăpadă când odată cu apa din precipitaţii şi din topirea zăpezii azotul este spălat poluează direct apele de suprafaţă.

Cantitatea de azot pierdută prin spălare este dependentă de cantitatea de îngrăşăminte cu azot aplicată, cantitatea de precipitaţii căzută, starea solului şi folosinţa acestuia, panta terenului, grosimea stratului de zăpadă şi viteza de topire etc.

Prin **eroziunea** solului odată cu stratul de sol antrenat de apă sau vânt se pierde şi azotul conţinut indiferent de forma în care se află (azot organic şi mineral). Cantitatea de azot pierdută pe această cale este dependentă de intensitatea procesului de eroziune masa de sol erodată (MSE), conţinutul solului în humus (H,%), raportul C:N din humus $(C:N)_h$ şi conţinutul stratului de sol erodat în azot organic $\left(N_{sol}^{org}\right)$ şi se poate calcula cu ajutorul relaţiei (Borlan, 1994):

$$- N_{eroyiune}^{org} = MSE.H.\frac{1}{1,724}.\frac{1}{(C/N)_h}, \text{ kg/ha}$$

$$\text{sau } - N_{eroyiune}^{org} = MSE.N_{sol}^{org}.10, \text{ kg/ha}$$

Aportul de azot din îngrăşămintele naturale

Îngrăşămintele naturale sunt reziduuri diverse (gunoiul de grajd şi alte reziduuri zootehnice, gunoi de păsări, îngrăşăminte verzi, composturi din gunoi de grajd, păsări, porci şi diverse resturi vegetale) care utilizate sub forma în care rezultă sau pregătite prin compostare constituie o importantă sursă de elemente nutritive pentru creşterea şi dezvoltarea culturilor agricole.

Transformate în materie organică prin procesele de descompunere acestea au avantajul că eliberează în raport relativ echilibrat şi treptat azot şi alte elementele nutritive (macro şi microelemente), au capacitate ridicată de tamponare prin care plantele „sunt protejate de efectul concentrațiilor ridicate temporare ale sărurilor din minerale sol, îndeosebi ale îngrăşămintelor cu azot şi potasiu, şi al fluctuațiilor rapide ale reacției solului" (Vintilă, 1984).

Materia organică formată pe seama îngrăşămintelor naturale contribuie la atenuarea efectului poluant al pesticidelor şi metalelor grele, influențează pozitiv „stresul climatic", are efect pozitiv asupra însuşirilor fizice ale solurilor, contribuie la diminuarea eroziunii eoliene şi prin apă.

Prin conținutul echilibrat de azot şi alte elemente nutritive, materia organică din sol diminuează dereglările de nutriție şi măreşte efectul îngrăşămintelor produse industrial aplicate în scopul completării necesarului de elemente nutritive pentru plantele cultivate.

Reducerea cantității de îngrăşăminte produse industrial, prețul ridicat şi avantajele pe care le oferă îngrăşămintele naturale ca sursă de azot şi alte elemente nutritive (fosfor, potasiu, calciu, magneziu, sulf etc.) pentru culturile agricole, prevenirea poluării cu nitrați a apelor freatice şi de suprafață, a solului şi produselor de origine vegetală impune o preocupare tor mai consecventă pentru utilizarea rațională a unor resturi vegetale şi a tuturor reziduurilor zootehnice, *cele mai importante şi în cantitate mare fiind gunoiul de grajd provenit de la bovine, cabaline, ovine, gunoiul de porc, gunoiul de păsări* crescute în sistem gospodăresc ca urmare a schimbării sistemului de proprietate, dar şi dejecții provenite din fermele zootehnice (*tulbureală provenită de la complexele de creştere a porcilor, dejecții, urină etc*. rezultate de la creşterea bovinelor etc.) care vor trebui să corespundă politicii agricole şi de mediu din Uniunea Europeană.

Pentru a se asigura eficiența maximă şi utilizarea corespunzătoare fără a produce poluarea solului cu nitrați (în mod normal conținutul de nitrați se situează la nivel de cca 20 ppm în solurile nefertilizate, 20-40 ppm în solurile fertilizate şi peste 60 - 70 ppm în solurile horticole; Vintilă, 1984), apei freatice şi de suprafață cu materie organică şi în principal cu nitrați (peste 10 mg/l N_NO_3 sau peste 50 mg/l NO_3), îngrăşămintele naturale trebuie aplicate după reguli şi norme agronomice stabilite pe baza experiențelor staționare de lungă durată.

Norma de îngrăşământ natural poate fi *periodică* atunci când îngrăşământul natural este gunoi de grajd semifermentat sau *anuală* când îngrăşământul natural este de tip tulbureală, nămol, compost, urina şi mustul de gunoi de grajd, mranița, gunoiul de păsări ş.a.

Norma periodică de îngrăşământ natural (în principal gunoi de grajd pe aşternut de paie sau resturi vegetale semifermentat) care se recomandă a se aplica odată la 3-4 ani are în vedere:

- asigurarea azotului stabilit ca doză optimă economică (DOE) la nivel de 1/3 – 1/2 din DOE;

- creşterea recoltelor scontate care au în vedere condițiile naturale ale sistemului sol-teren reflectate prin nota de bonitare şi tehnologiile de cultură care au în vedere lucrări agropedoameliorative care potențează nota de bonitare pentru condiții naturale (fertilizare ameliorativă, eliminarea excesului de umiditate de suprafață şi pe alocuri desecare, ameliorarea reacției acidă, afânare-scarificare, pe anumite suprafețe irigare) şi verigi tehnologice de nivel ridicat - intensivizat (sămânță, pesticide, mecanizare cu evitarea sistemelor care tasează-degradează solul ş.a.);

- norma de gunoi creşte cu conținutul de argilă din sol şi scade cu conținutul de azot exprimată prin indicele azot (IN)

şi se calculează cu relația (Borlan şi colab., 1994):

$$NINp = \left(a + \frac{a}{IN}\right)\left(\frac{Rs}{b}\right)\left(c - \frac{d}{A}\right)\left(\frac{e}{N_t}\right), \text{ t/ha.}$$

unde: NIN_p = norma periodică de îngrăşământ natural, t/ha ;

IN = indicele azot calculat cu relația IN=(Humus x V_{Ah})/100;

Rs = recolta scontată, t/ha;

A = conținutul de argilă al solului, %;

N_t = conținutul de azot total al îngrăşământului natural, % din masa umedă;

a, b = coeficienți de regresie specifici fiecărei culturi, (pot fi utilizați corespunzător prin intermediul specialiştilor din OSPA județene unde se fac analizele

de specialitate: humus, argilă, conținutul de azot al lotului de îngrăşământ natural, suma bazelor schimbabile, aciditatea hidrolitică ş.a)

c = coeficient care are valoarea 1,35 sau 1,45 în funcție de răspunsul culturi la fertilizarea cu îngrăşăminte naturale;

d = valoarea 8;

e = conținutul mediu standard al îngrăşământului organic, %;

Valoarea coeficienților de regresie *a, b, c,* din relația pentru fertilizarea terenului la desfundare în vederea înființării plantațiilor de pomi şi arbuşti fructiferi şi viță de vie (Borlan Z. şi colab., 1994)

Cultura sau grupe de culturi		Coeficienții		
		A	b	C
Porumb boabe		40	12,5	1,45
Cartof de toamnă		40	45	1,45
Sfeclă de zahăr		40	65	1,45
Floarea soarelui		30	3	1,45
Tomate timpurii		18	30	1,45
Tomate de vară şi târzii		18	50	1,45
Ardei gogoşar, castraveți, vinete, dovlecei, pepeni galbeni, pepeni verzi*		20 – 30*	30	1,35
Varză timpurie şi târzie		18	38	1,45
Pomi fructiferi, pe terenuri mecanizabile	specii sămânțoase (măr, păr)	20	30	1,45
	specii sâmburoase (prun, piersic, cais, cireş, vişin	20	20	1,45
Viță de vie	Soiuri de masă cu coacere timpurie şi soiuri pentru vinuri roşii şi aromate	18	8	1,45
	Soiuri de masă cu coacere mijlocie şi soiuri pentru vinuri de regiune	18	12	1,45
	Soiuri de masă cu coacere târzie şi soiuri pentru şi vinuri de mare productivitate	18	16	1,45

Fertilizarea anuală cu îngrăşăminte naturale (tulbureală, composturi, nămoluri) se poate efectua pe suprafețele din apropierea fermelor zootehnice (sau locului de

creştere a animalelor), iar norma anuală (NIN_a) care se poate aplica se calculează cu relația (Borlan şi colab., 1994):

$$NINa = \left(\frac{DOEN - \left(N^{s}_{\min} * c \right)}{3{,}3 * N^{in}_{o} + 10 N^{in}_{\min}} \right), \text{ t/ha}$$

unde: DOEN = doza optimă economică de azot necesară pentru formare recoltei scontate, kg/ha;

$N^{s}_{\min}$ = conținutul de azot mineral pe profilul de sol, kg/ha (se determină de către specialiştii OSPA prin metodologia specială de determinare momentană a conținutului de azot mineral pe profilul de sol);

N^{in}_{o} = conținutul de azot organic din îngrăşământul natural, (rezultă ca diferență între N^{in}_{t} şi $N^{in}_{\min}$ din îngrăşământ, %;

$N^{in}_{\min}$ = conținutul de azot mineral (amoniacal şi nitric) din îngrăşământ;

În condițiile aplicării îngrăşămintelor naturale la înființarea plantațiilor pomicole, viticole şi de arbuşti fructiferi, se are în vedere valoarea indicelui azot (IN) şi conținutul de argilă (A) ca medie pentru adâncimile 0-20 şi 20-40 cm, iar norma de îngrăşământ care se aplică, în t/ha sau kg/groapa de plantare, se calculează cu relațiile (Borlan şi colab., 1994):

$$NIN_a = \left(a + \frac{b}{IN} \right) \left(1{,}35 - \frac{8}{A} \right) \left(\frac{0{,}45}{N^{in}_{t}} \right), \text{ t/ha;}$$

unde: a, b = coeficienți de regresie variabili în funcție de modul de fertilizare (pe hectar sau la groapa de plantare)

Valoarea coeficienților de regresie *a, b* pentru fertilizarea terenului la desfundare în vederea înființării plantațiilor de pomi şi arbuşti fructiferi şi viță de vie (Borlan Z. şi colab., 1994)

Specificări	Coeficienții	
	A	b

Pomi şi arbuşti fructiferi			
Pe teren plan		15	50
Pe teren în pantă terasat	1/2 din amonte a terasei	18	72
	1/2 din amonte a terasei	10	32
Pentru nuc, dud, coacăz		25	20
Pentru căpşun, zmeur, agriş		20	25
Pepiniere pomicole		25	37,5
Plantații viticole			
Viță de vie şi portaltoi		20	40
Scoli de viță		15	25
Fertilizare la groapa de plantare, kg/groapă			
Specii de sămânțoase şi sâmburoase	pe teren desfundat şi fertilizat cu îngrăşăminte naturale	8	18
	pe teren nedesfundat şi nefertilizat cu îngrăşăminte naturale	10	30

Utilizarea nămolului rezultat prin epurarea apelor uzate orăşeneşti.

Nămolul rezultat prin epurarea apelor uzate orăşeneşti (ape uzate menajere sau ape uzate menajere în amestec cu ape uzate industriale şi/sau ape meteorice) datorită potențialului agrochimic (conțin materie organică şi elemente nutritive) pot fi folosite pentru fertilizarea terenurilor agricole sau a altor terenuri care necesită completarea resurselor de elemente nutritive necesare plantelor (terenuri forestiere).

Conținutul complex al acestor nămoluri şi în special conținutul de metale grele impune precauții şi reguli speciale de aplicare.

Dacă la acestea se adaugă şi caracteristica zonei privind vulnerabilitatea sau vulnerabilitatea potențială la poluarea cu nitrați precauțiile şi regulile de aplicare a nămolurilor pentru fertilizarea terenurilor agricole devin mult mai stricte.

Borlan, Hera şi colab. (1994) precizează mai multe reguli şi precauții, astfel încât aceste nămoluri să fie folosite în condiții de maximă securitate în ceea ce priveşte prevenirea poluării solului, apelor şi produselor cu metale grele şi nitrați:

a. aplicarea nămolul rezultat prin epurarea apelor uzate orăşeneşti se va face numai pe terenuri cu anumite caracteristici fizico-chimice:

- textură mijlocie şi fină;
- pH-ul soluției solului determinat în suspensie apoasă peste 6,5;
- capacitatea de schimb cationic peste 15 me./100 g sol;

b. pe terenurile pretabile la aplicarea acestor nămoluri se vor aplica anumite elemente tehnologice;

- aplicarea de amendamente calcaroase, de tip agrocalcar pe solurile nesaturate în baze şi fertilizarea abundentă cu îngrăşăminte fosfatice solubile (fosfatarea solurilor) pentru a micşora mobilitatea metalelor grele şi translocarea în produsele agricole sau levigarea acestora în ape;
- stabilirea unor rotații cu plante tehnice industriale (ricin, cânepă, in etc), culturi nealimentare (seminceri, produse supuse chimizării, specii forestiere etc.);

c. se va evita folosirea nămolul rezultat prin epurarea apelor uzate orăşeneşti în ZVN datorită necesității creşterii conținutului de materie organică în sol pentru a crea condiții de imobilizare a metalelor grele în complecşi organominerali care eliberează lent metalele grele;

d. în situații extreme (lipsa oricărei posibilități de utilizare a nămolul rezultat prin epurarea apelor uzate orăşeneşti pe alte terenuri sau în afara ZVN)se vor avea în vedere nivelul de conținut din elementul poluat considerat tolerabil (NCT) în stratul arabil de sol şi aporturile maxime tolerabile (AMT) de elemente poluante din nămol Borlan, 1994 :

Nivelul de conținut din elementul poluant considerat tolerabil (NCT) în stratul arabil de sol şi aportul anual maxim tolerabil (AMT) de elemente din nămolul orăşenesc

Elementul poluant	NCT în statul arat al solurilor când V_{Ah} este		AMT anual pe solurile cu V_{Ah}	
	sub 85	peste 85	sub 85	peste 85
	mg element/g sol (ppm)		G element/ha an	
Arseniu, As	15.CSC/35	20.CSC/35	75.CSC/35	100.CSC/35
Bariu, Ba	300.CSC/35	500.CSC/35	2500.CSC/35	5000.CSC/35
Bor, B	15.CSC/35	25.CSC/35	250.CSC/35	400.CSC/35
Cadmiu, Cd	2,5.CSC/35	5.CSC/35	15.CSC/35	25.CSC/35
Cobalt, Co	30.CSC/35	60.CSC/35	150.CSC/35	250.CSC/35
Crom, Cr	75.CSC/35	100.CSC/35	1700.CSC/35	3400.CSC/35
Cupru, Cu	75.CSC/35	120.CSC/35	1600.CSC/35	3200.CSC/35
Fluor, F	500	500	4500	4500
Mangan, Mn sch.	60.CSC/35	120.CSC/35	3400.CSC/35	6800.CSC/35

Mercur, Hg	1.CSC/35	2.CSC/35	15.CSC/35	30.CSC/35
Molibden, Mo	8.CSC/35	4.CSC/35	200.CSC/35	100.CSC/35
Nichel, Ni	40.CSC/35	80.CSC/35	400.CSC/35	700.CSC/35
Plumb, Pb	75.CSC/35	100.CSC/35	3400.CSC/35	6700.CSC/35
Zinc, Zn	250.CSC/35	350.CSC/35	4000.CSC/35	6700.CSC/35
Zirconiu, Zr	300.CSC/35	400.CSC/35	5000.CSC/35	7000.CSC/35

Norma admisibilă de aplicare se calculează cu relația;

$$NAN_a = \frac{15.CSC}{35.Cd^n} \text{ , t/ha.an}$$

unde: NAN_a - norma admisibilă de nămol de aplicat anual;

Cd^n – conținutul de Cd sau alt element conținut în nămol pentru care se stabileşte NAN, exprimat în g /t (mg/kg).

Cele mai însemnate elemente pentru bilanțul azotului sunt:

- azotul provenit din activitatea bacteriilor simbiotice
- aportul de substanțe nutritive eficiente din sol
- aportul de azot din îngrăşămintele naturale
- aportul de azot din îngrăşămintele produse industrial
- azotul rezidual provenit de la culturile precedente
- azotul pierdut prin consumul productiv cu formarea recoltelor
- azotul pierdut prin denitrificare şi hidroliza ureei
- azotul pierdut prin spălare de pe suprafața solului şi prin eroziunea orizontului superior fertilizat

Mobilitatea azotului, condițiile de mineralizare a azotului organic, formele de azot utilizabile de plante, dinamica azotului în sol şi dificultatea stabilirii exacte a cantității de azot de care pot beneficia plantele din anumite surse de aport (precipitații, irigații, activitatea bacteriilor simbiotice şi nesimbiotice, mineralizarea humusului etc.) sau a cantității de azot pierdută (prin levigare, volatilizare, denitrificare, hidroliza ureei etc.), sunt factori care au impus cunoaşterea cantității de azot de care plantele pot beneficia în momentele sau perioadele de consum şi nevoi maxime.

Astfel a fost pusă la punct metodologia de stabilire a conținutului de azot mineral utilizabil de culturi din sol la un anumit moment

Stabilirea conţinutului de azot mineral utilizabil de culturi din sol la un anumit moment

Prin mineralizarea materiei organice sau din îngrăşămintele minerale aplicate, la un anumit moment în sol există o cantitate de azot mineral (nitric şi amoniacal) care se poate stabilită foarte riguros în laborator pe baza analizelor de sol şi a hărţi solurilor.

Cantitatea de azot din sol la un anumit moment convertită în kg/ha azot disponibil din sol pentru cultura la care se face referire este foarte importantă deoarece aceasta constituie o rezervă de azot care trebuie utilizată sau care în anumite situaţii poate polua cu nitraţi ape de suprafaţă, apa pedofreatică şi freatică sau alte soluri limitrofe sau poate fi acumulat în anumite culturi (în special legume). Se apreciază că pentru condiţiile din România (Irina Vintilă, 1989) pe solurile saturate cu apă, neînghețate, 100 mm precipitaţii deplasează nitraţii pe profil cu „40-50 cm pe solurile nisipoase, cu 30-35 cm pe solurile lutoase şi cu 20-25 cm pe solurile argiloase”, ceea ce înseamnă posibilitatea pierderii unei rezerve importante de azot care poate fi folosită de cultura existentă sau care urmează a fi instalată sau mai grav levigarea azotului pe profilul de sol până la pânza de apă pedofreatică şi/sau freatică contribuind astfel la poluare cu nitraţi.

Rezerva de azotul mineral ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) determinată la un anumit moment pe profilul de sol pe o anumită adâncime dependentă de momentul recoltării probelor, tipul de sol şi cultura pentru care se calculează prezintă importanţă deosebită deoarece aceasta cuprinde azotul provenit din apa de irigaţie sau precipitaţii, azotul remanent din îngrăşămintele organice (aplicate anterior şi aflate în proces de mineralizare) şi minerale, azotul provenit din resturile vegetale şi din activitate microorganismelor simbiotice sau implicate în mineralizarea materiei organice din sol precum şi azotul pierdut din sol şi ecosistem în general prin anumite procese fizico-chimice.

Determinarea rezervei de azot mineral ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) pe profilul de sol la un anumit moment impune unele etape:

- recoltarea probelor de sol;
- analiza probelor de sol (în laboratorul specializat pentru analize chimice de sol);
- calcularea rezervei de azot mineral ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) pe adâncimea stabilită în concordanţă cu tipul de sol din harta solurilor;
- corectarea dozei de azot stabilită anterior (NOT sau DME sau DOE) pentru cultura în cauză cu aportul solului în azot mineral (kg/ha).

Recoltarea probelor de sol

Recoltarea probelor de sol are în vedere adâncimea de înrădăcinare a culturii, tipul de sol, textura solului, viteza de deplasare a nitraților pe profilul de sol în funcție de textura solului, cantitatea de precipitații, perioade de recoltare în funcție de cultura pentru care se calculează rezerva de azot mineral.

Momentul şi adâncimea recoltării probelor de sol (Irina Vintilă şi colab., 1989)

<table>
<tr><th rowspan="2">Cultura</th><th rowspan="2">Momentul optim de recoltare a probelor</th><th colspan="3">Adâncimea (cm) de recoltare a probelor de sol în funcție de tipul de sol</th></tr>
<tr><th>Kastanoziomuri, cernoziomuri, faeoziomuri cambice</th><th>Cernoziomuri argilice, preluvosoluri, luvosoluri, solurile nisipoase</th><th>Planosoluri, vertosoluri</th></tr>
<tr><td>Grâu de toamnă</td><td rowspan="4">15 ianuarie – începutul lunii martie</td><td rowspan="9">0 - 90</td><td rowspan="9">0 - 60</td><td rowspan="9">0 – 30</td></tr>
<tr><td>Orz</td></tr>
<tr><td>Secară</td></tr>
<tr><td>Ovăz</td></tr>
<tr><td>Sfeclă de zahăr</td><td rowspan="6">martie - aprilie</td></tr>
<tr><td>Floarea soarelui</td></tr>
<tr><td>Porumb</td></tr>
<tr><td>Cartof</td><td rowspan="2">0 - 90</td><td rowspan="2">0 - 60</td><td rowspan="2">0 – 30</td></tr>
<tr><td>Soia</td></tr>
</table>

Probele de sol se constituie ca probe medii din minim 15-16 probe parțiale recoltate (eventual în diagonală) de pe 20 – 30 ha sau de pe 2-3 ha, suprafață apreciată ca fiind reprezentativă pentru suprafața de referință pentru proba medie. Recoltarea probelor se face cu sonda, cu minim 10-15 zile înainte de momentul fertilizării (pentru cerealele de primăvară) sau în luna martie pentru culturile de primăvara.

Momentul recoltării probelor de sol, tehnica de recoltare, condiționare, informațiile necesare cu privire la cultură, tehnologia aplicată etc. se stabilesc diferențiat de către specialistul laboratorului zonal de agrochimie.

Analiza probelor de sol

Pe probele de sol la umiditatea de câmp se determină:

- umiditate prin metoda gravimetrică;

- conținutul de azot amoniacal şi nitric pentru fiecare strat de sol din care s-au recoltat probe.

Calculul cantității de azot mineral din utilizabil de culturi din sol la un anumit moment

Cantitatea de azot mineral utilizabil de cultură ca resursă din sol la un anumit moment are în vedere conținutul de azot mineral ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$), grosimea stratului de sol din care s-au recoltat probele, densitatea aparentă a solului uscat şi alte informații agrochimice stabilite de cercetarea românească pe baza unor experiențe de lungă durată cu îngrăşăminte şi se calculează cu relația (Irina Vintilă, 1989):

$$N_NO_3 sau N_NH_4, kg/ha = N_NO_3 sau N_NH_4 * GSS * DA * 0{,}1$$

unde: $N\text{-}NH_4$ sau $N\text{-}NO_3$ – conținutul probei în azot amoniacal sau nitric, ppm (mg/kg sol);

GSS – grosimea straturilor de sol din care s-au constituit probele de sol, cm;

DA – densitatea aparentă a solului uscat pe fiecare din straturile de sol din care s-au recoltat probele, g/cm^3;

Rezerva de azot mineral (Nmin) la un anumit moment se calculează prin însumarea cantității de azot amoniacal ($N\text{-}NH_4$) şi azot nitric ($N\text{-}NO_3$) pe adâncimea 0-30 cm şi cantitatea de azot nitric pe adâncimile 30-60 cm şi 60-90 cm :

Nmin, kg/ha = ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) pe 0-30 cm + $N\text{-}NO_3$ pe 30-60 cm + $N\text{-}NO_3$ pe 60-90 cm: (1.9)

Rezerva de azot mineral (Nmin) determinată în sol la un anumit moment din perioada recomandată (tabel 1) nu este utilizată în totalitate, deoare o parte poate fi utilizată de microorganisme, iar azotul amoniacal poate deveni greu accesibil culturiilor ca urmare a adsorbției acestuia la particulele de sol sau trecerii în forme neschimbabile (Irina Vintilă şi colab., 1989).

Pentru aplicarea cantității corespunzătoare de azot necesar culturilor, rezerva de azot mineral din sol calculată conform precizărilor de mai sus trebuie corectată cu ajutorul unor coeficienți de eficiență (Irina Vintilă şi colab., 1989) prezentați în tabelul urmator:

Adâncimea de recoltare a probelor de sol cm	Coeficienții de eficiență	
	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$
0 - 30	0,50	1,00
30 – 60	0,25	0,75

60 – 90	0,00	0,50*

*pentru stabilirea normei anuale de îngrăşăminte naturale valoarea coeficientului de eficiență este 0,35

Prin determinarea rezervei de azotul mineral ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) determinată la un anumit moment pe profilul de sol pe o anumită adâncime dependentă de momentul recoltării probelor, tipul de sol şi cultura pentru care se calculează, se poate stabili:

- clasa generală de conținut al solului în azot nitric:

Clase de conținut de azot nitric ($N\text{-}NO_3$)

(MESP, 1987)

Nivelul de conținut	Limite $N\text{-}NO_3$ ppm
Extrem de mic	≤ 0,5
Foarte mic	0,6-1,0
Mic	1,1-2,0
Mijlociu	2,1-3,0
Mare	3,1-6,0
Foarte mare	6,1-25,0
Extrem de mare	≥ 25,1

- starea de asigurare a solului cu azot după conținutul de azot accesibil în stratul arat pentru anumite culturi, tabelele urmatoare

Starea de asigurare a solului cu N după conținutul de N accesibil ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) în stratul arat al solului

(Metodologia analizei agrochimice a solurilor; ICPA-1981)

Planta	ppm N*		
	scăzută	Normală	ridicată
Orz	≤ 8	8-15	≥ 15
porumb	≤ 10	10-20	≥ 20

*ppm N x 3 = kg N/ha

Limite de interpretare a stării de aprovizionare a solurilor cu azot

(Lixandru şi colab. 1990)

Starea de aprovizionare	Culturi de câmp		Culturi intensive de legume, pomi, viță de vie	
	Azot total %	$N\text{-}NO_3$+ $N\text{-}NH_4$ ppm	Azot total %	$N\text{-}NO_3$+ $N\text{-}NH_4$ ppm
Scăzută	< 0,10	< 20	< 0,15	< 40
Mijlocie	0,11-0,15	21-40	0,16-0,25	41-70
Normală	0,16-0,20	41-60	0,26-0,35	71-100
Ridicată	0,21-0,30	61-100	0,6-0,45	101-130
Foarte ridicată, exces	> 0,31	> 101	> 0,46	> 131

Mineralizarea azotului organic din solurile României influențată de temperatură, umiditate, aerație se desfăşoară la intensitate mare la sfârşitul primăverii – începutul verii, însă datorită consumului ridicat de azot (nitrați) care de obicei depăşeşte capacitatea solului de a mineraliza azotul organic cu formarea de nitrați, nu există pericol de pierdere prin levigare. Acelaşi lucru se petrece şi pe timpul verii când nitrații formați sunt utilizați în hrana microorganismelor implicate în biodegradarea resturilor vegetale din miriştea cerealelor păioase (Borlan, 1973). Nitrații formați în sol pot fi uşor levigați în solurile menținute ogor negru.

Rezerva de azot mineral (Nmin) determinată în sol la un anumit moment determinată prin metoda prezentată are avantajul că surprinde la momentul determinării formele de azot (din precipitații, apa de irigat, îngrăşăminte organice, azotul rezidual de la culturile premergătoare inclusiv leguminoase, azotul consumat de microorganismele din sol în procesul de biodegradare a resturilor vegetale etc.) care prin relații de calcul capătă un caracter orientativ.

Modele Dinamice

Evaluarea bilantului azotului la nivelul fermelor agricole (vegetale, animale, mixte) este deosebit de importanta pentru desemnarea si monitorizarea zonelor vulnerabile la poluarea cu nitrati din surse agricole in contextul aplicarii Directivei Nitratilor inclusa in dosarul de mediu impus de aderarea Romaniei la UE. Evaluarea bilanturilor la nivelul unitatilor teritorial administrative (comune, sate) se face considerind intregul teritoriu ca o singura ferma (din punctul de vedere al numarului de animale si productiei vegetale)

Pentru evaluarea efectului indus de diferite practici de management agricol (structura culturilor, metode de management a gunoiul de grajd, import/export de produse agricole vegetale si animale la nivelul fermei) sunt utilizate modele matematice de evalure a bilantului de azot la diferite nivele de agregare spatiala (tarla, ferma, localitate).

Modelul utilizat se bazeaza pe descrierea fluxurilor de azot la nivelul fermei agricole (J.J. Schroder , H.F.M. Aarts, H.F.M. ten Berge, H. van Keulen, J.J. Neeteson, 2003, An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use, European J. Agronomy, 20, 33-44). Modelul, numit AGENDA se realizeaza ca o aplicatie de tip workbook (utilizind macrofunctii scrise in limbajul VBA). Modelul de bilant utilizeaza date furnizate de un model de simulare a dinamicii azotului in sol ("DinamicaNitratilorSol.xls").

Modelul bilantului azotului la nivelul fermei "AGENDA"

Fluxurile descrise in cadrul modelului AGENDA sunt:

- Fluxul de azot din sol catre culturile vegetale
- Fluxul de azot dintre productia vegetala de la nivelul fermei si furajele obtinute pentru hrana animalelor. Sunt specificate pierderile provocate de sistemul de prelucrare si stocare a furajelor in interiorul fermei
- Fluxul de azot indus de importul de hrana pentru animale (daca exista) din afara fermei
- Fluxul de azot exportati in afara fermei prin produse de origine animala (carne, lapte, oua, etc.)

- Fluxul de azot asociat producerii, depozitarii si utilizarii gunoiului de grajd. Sunt luate in considerare si pierderile induse de managementul reziduurilor zootehnice, precum si spalarea nitratilor sub adincimea frontului radicular
- Fluxul de azot indus de utilizarea ingrasamintelor minerale, si de acumularea ingrtasamintelor organice in sol.

Fluxurile si principalele surse de azot la nivelul fermei au fost incluse intr-o schema logica cu butoane active pentru evaluarea coeficientilor de transfer si a bilantuli azotului la nivelul fermei (Figura 1).

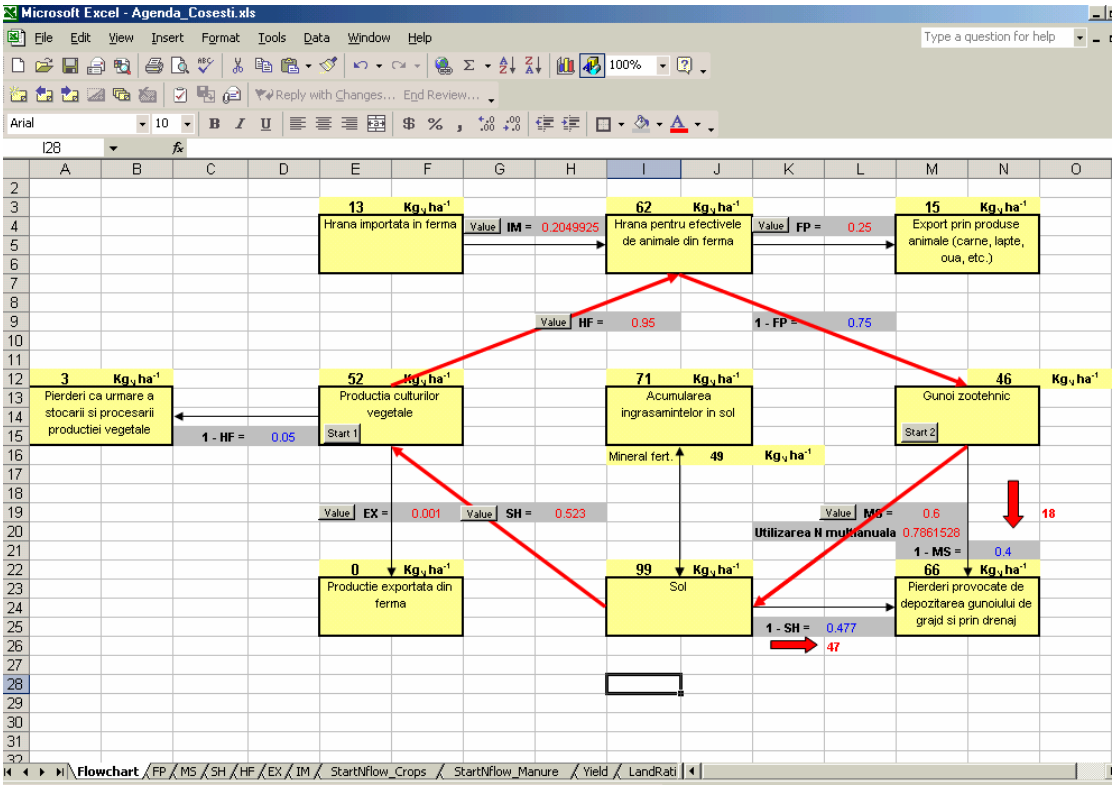
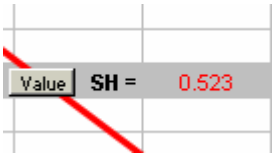


Figura 1. Schema logica cu butoane active pentru evaluarea coeficientilor de transfer si a bilantului de azot la nivelul fermei.

Pentru **initializarea / evaluarea parametrilor de transfer** care caracterizeaza fluxul de azot intre diferitele compartimente ale sistemului a fost realizata o structura flexibila in care pot fi precizate valorile implicite ale parametrului (in general bazate pe date din literatura) sau aceste valori sunt calculate prin intermediul unor modele specifice. Apelarea procedurilor de evaluare ale parametrilor se face prin apasarea butoanelor de tip "Value"



SH reprezinta kg$_N$ ha^{-1} din sol transformate in kg$_N$ ha^{-1} din culturile vegetale. Prin activarea butonului "Value" controlul

aplicatiei este transferat intr-un sheet in care se specifica valoare parametrului SH prin diferite proceduri (valoare implicita, rularea modelului de simulare a dinamicii azotului in sol : “DinamicaNitratilorSol.xls”) – Figura 2

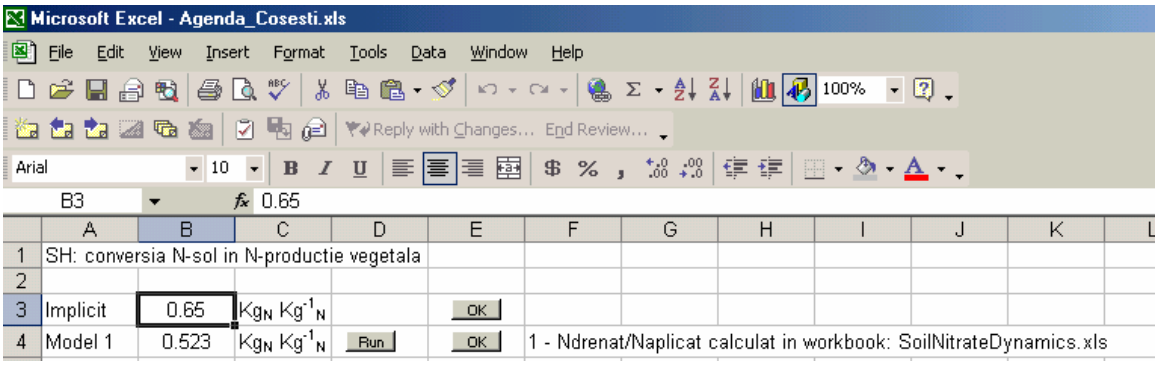
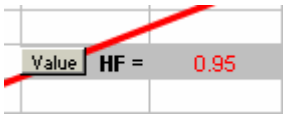


Figura 2. Sheet-ul pentru calculul parametrului SH care descrie fluxul de azot din sol catre culturile vegetale



HF reprezinta $kg_N\ ha^{-1}$ din productia vegetala transformate in $kg_N\ ha^{-1}$ din hrana animala. Valoarea acestui parametru este determinata de pierderile prin procesul de procesare a productiei vegetale si de pierderile induse prin sistemele de hranire a animalelor. In etapa actuala de dezvoltare a modelului sunt specificate doar valori implicite bazate pe date din literatura (Figura 3).

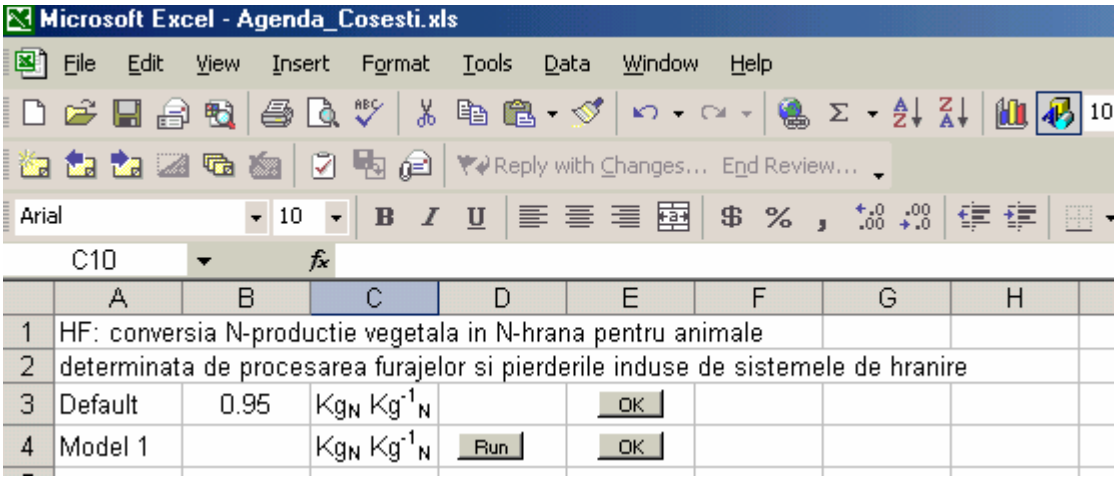
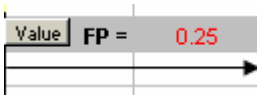
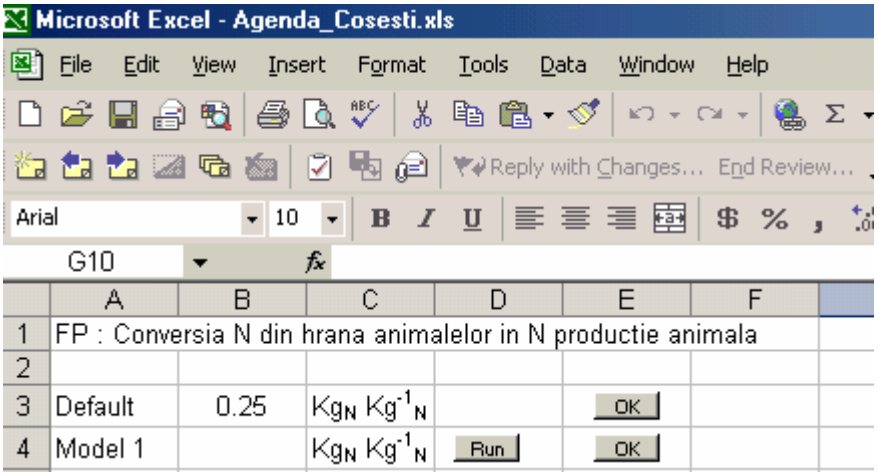


Figura 3. Sheet-ul pentru calculul parametrului HF care descrie fluxul de azot din productia vegetala catre hrana animalelor.



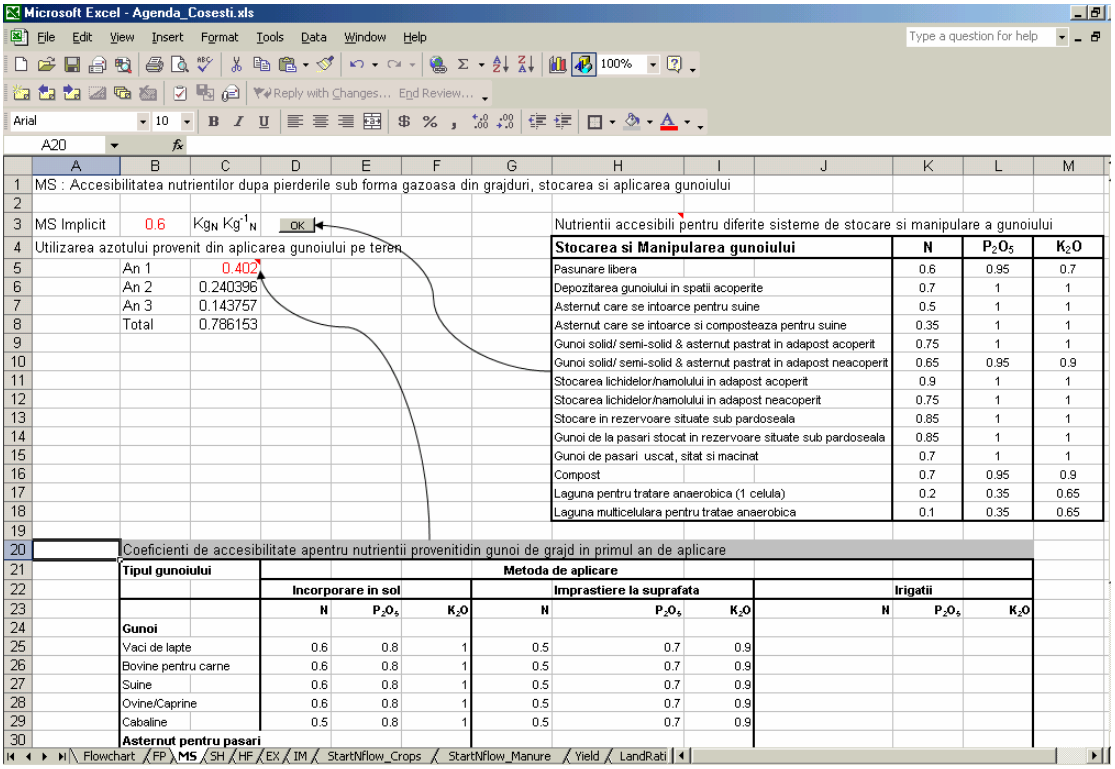
FP reprezinta $kg_N\ ha^{-1}$ din hrana animala transformate in productie animala (carne, lapte, oua, etc.). In etapa actuala de dezvoltare a modelului sunt specificate doar valori implicite bazate pe date din literatura (Figura 4).



	A	B	C	D	E	F
1	FP : Conversia N din hrana animalelor in N productie animala					
2						
3	Default	0.25	$Kg_N\ Kg^{-1}{}_N$		OK	
4	Model 1		$Kg_N\ Kg^{-1}{}_N$	Run	OK	

Figura 4. Sheet-ul pentru calculul parametrului FP care descrie fluxul de azot din hrana animala catre productia animala

MS reprezinta $kg_N\ ha^{-1}$ din dejectiile animale transformate in $kg_N\ ha^{-1}$ aplicate in sol. In etapa actuala de dezvoltare a modelului valorile parametrului MS precum si proportia totala de azot accesibil pentru plante (in timpul a trei ani dupa aplicare) se bazeaza pe date tabelare furnizate in literatura (Figura 5). Procentul de azot utilizat din gunoi in primul an dupa aplicare (input in celula „C5”) se evalueaza utilizind modelul de simulare a bilantului de azot din sol „DinamicaNitratilorSol.xls”.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	MS : Accesibilitatea nutrientilor dupa pierderile sub forma gazoasa din grajduri, stocarea si aplicarea gunoiului												
2													
3	MS Implicit	0.6	$Kg_N\ Kg^{-1}{}_N$	OK				Nutrientii accesibili pentru diferite sisteme de stocare si manipulare a gunoiului					
4	Utilizarea azotului provenit din aplicarea gunoiului pe teren							Stocarea si Manipularea gunoiului			N	P_2O_5	K_2O
5		An 1	0.402					Pasunare libera			0.6	0.95	0.7
6		An 2	0.240396					Depozitarea gunoiului in spatii acoperite			0.7	1	1
7		An 3	0.143757					Asternut care se intoarce pentru suine			0.5	1	1
8		Total	0.786153					Asternut care se intoarce si composteaza pentru suine			0.35	1	1
9								Gunoi solid/ semi-solid & asternut pastrat in adapost acoperit			0.75	1	1
10								Gunoi solid/ semi-solid & asternut pastrat in adapost neacoperit			0.65	0.95	0.9
11								Stocarea lichidelor/namolului in adapost acoperit			0.9	1	1
12								Stocarea lichidelor/namolului in adapost neacoperit			0.75	1	1
13								Stocare in rezervoare situate sub pardoseala			0.85	1	1
14								Gunoi de la pasari stocat in rezervoare situate sub pardoseala			0.85	1	1
15								Gunoi de pasari uscat, sitat si macinat			0.7	1	1
16								Compost			0.7	0.95	0.9
17								Laguna pentru tratare anaerobica (1 celula)			0.2	0.35	0.65
18								Laguna multicelulara pentru tratae anaerobica			0.1	0.35	0.65
19													
20		Coeficienti de accesibilitate apentru nutrientii provenitidin gunoi de grajd in primul an de aplicare											
21		Tipul gunoiului					Metoda de aplicare						
22				Incorporare in sol			Imprastiere la suprafata				Irigatii		
23				N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O		N	P_2O_5	K_2O
24		Gunoi											
25		Vaci de lapte		0.6	0.8	1	0.5	0.7	0.9				
26		Bovine pentru carne		0.6	0.8	1	0.5	0.7	0.9				
27		Suine		0.6	0.8	1	0.5	0.7	0.9				
28		Ovine/Caprine		0.6	0.8	1	0.5	0.7	0.9				
29		Cabaline		0.5	0.8	1	0.5	0.7	0.9				
30		Asternut pentru pasari											

Figura 5. Sheet-ul pentru calculul parametrului MS care descrie fluxul de azot din dejectiile animale in sol

EX reprezinta kg_N ha^{-1} din productia vegetala scoasa in afara fermei raportate la kg_N ha^{-1} din productia vegetala totala din ferma. Alorile acestui coeficient depind de tipul de ferma (vegetala, animala, mixta) – Figura 6.

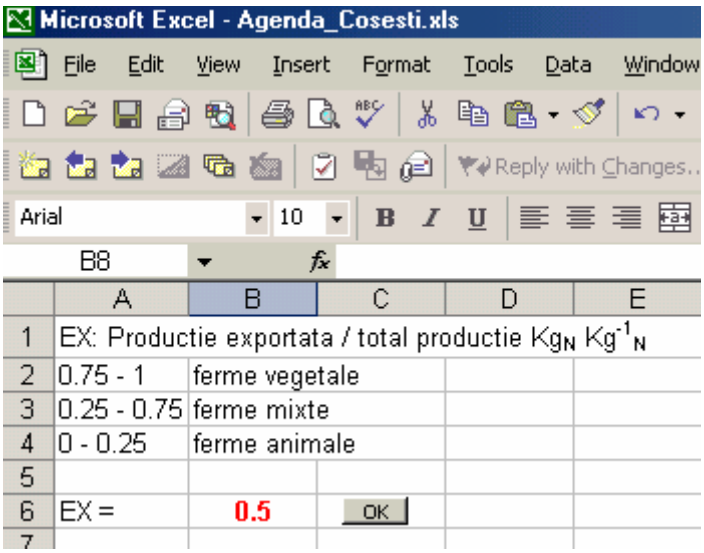
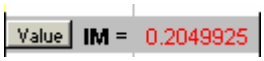


Figura 6. Sheet-ul pentru calculul parametrului EX care descrie fluxul de azot care insoteste exportul produselor agricole vegetale din ferma.

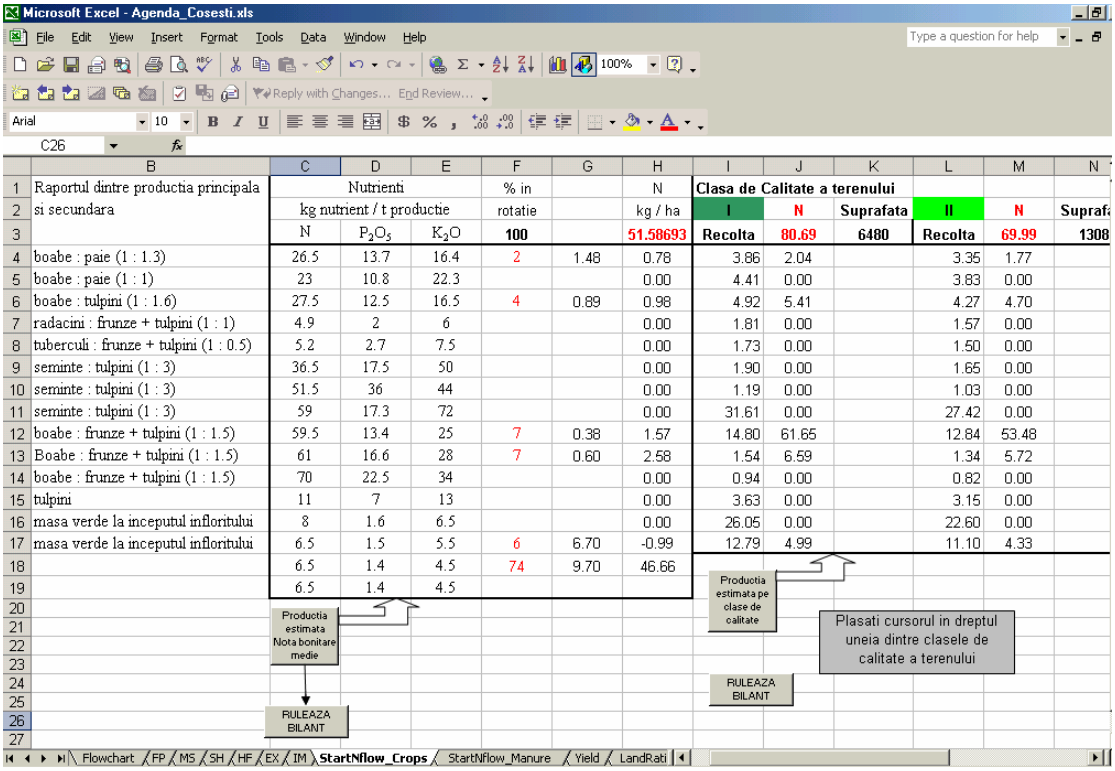


IM reprezinta raportul dintre kg_N ha^{-1} din furajele care sunt aduse (importate) in ferma si sunt utilizate pentru hrana animalelor si kg_N ha^{-1} din furajele totale utilizate in ferma. Acest parametru poate fi modificat in faza de rulare a modelului in cazul in care furajele produse in ferma si cele care sunt importate nu sunt suficiente pentru hrana animalelor existente.

Dupa specificarea parametrilor care descriu fluxurile de azot din interiorul fermei modelul poate fi utilizat pentru evaluarea bilantului de azot in functie de productiile vegetale care se obtin in ferma si de numarul de animale.

Evaluarea bilantului azotului in ferma se face in doua faze diferentiate in functie de sub-sistemul de la care se porneste evaluarea:

√ Pornirea procedurii de evaluare a bilantului de la evaluarea cantitatii de azot din productia vegetala la nivelul fermei se face prin apasarea butonului „Start 1”. Controlul aplicatiei este transferat catre un sheet pentru evaluarea recoltelor (Figura 7).

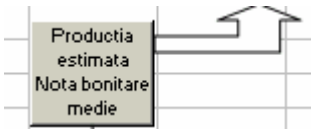


	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Raportul dintre productia principala	Nutrienti			% in		N	Clasa de Calitate a terenului					
2	si secundara	kg nutrient / t productie			rotatie		kg / ha	I	N	Suprafata	II	N	Suprafa
3		N	P_2O_5	K_2O	100		51.58693	Recolta	80.69	6480	Recolta	69.99	1308
4	boabe : paie (1 : 1.3)	26.5	13.7	16.4	2	1.48	0.78	3.86	2.04		3.35	1.77	
5	boabe : paie (1 : 1)	23	10.8	22.3			0.00	4.41	0.00		3.83	0.00	
6	boabe : tulpini (1 : 1.6)	27.5	12.5	16.5	4	0.89	0.98	4.92	5.41		4.27	4.70	
7	radacini : frunze + tulpini (1 : 1)	4.9	2	6			0.00	1.81	0.00		1.57	0.00	
8	tuberculi : frunze + tulpini (1 : 0.5)	5.2	2.7	7.5			0.00	1.73	0.00		1.50	0.00	
9	seminte : tulpini (1 : 3)	36.5	17.5	50			0.00	1.90	0.00		1.65	0.00	
10	seminte : tulpini (1 : 3)	51.5	36	44			0.00	1.19	0.00		1.03	0.00	
11	seminte : tulpini (1 : 3)	59	17.3	72			0.00	31.61	0.00		27.42	0.00	
12	boabe : frunze + tulpini (1 : 1.5)	59.5	13.4	25	7	0.38	1.57	14.80	61.65		12.84	53.48	
13	Boabe : frunze + tulpini (1 : 1.5)	61	16.6	28	7	0.60	2.58	1.54	6.59		1.34	5.72	
14	boabe : frunze + tulpini (1 : 1.5)	70	22.5	34			0.00	0.94	0.00		0.82	0.00	
15	tulpini	11	7	13			0.00	3.63	0.00		3.15	0.00	
16	masa verde la inceputul infloritului	8	1.6	6.5			0.00	26.05	0.00		22.60	0.00	
17	masa verde la inceputul infloritului	6.5	1.5	5.5	6	6.70	-0.99	12.79	4.99		11.10	4.33	
18		6.5	1.4	4.5	74	9.70	46.66						
19		6.5	1.4	4.5									

Figura 7. Sheet-ul pentru evaluarea recoltelor si cantitatii de azot exportata (kg_N ha^{-1}) in functie de notele de bonitare

In cadrul acestui sheet productiile (coloana G din sheet) pot fi introduse de utilizator conform valorilor masurate sau pot fi estimate utilizind intr-o prima aproximatie a modelului evaluarea productiilor prin notele de bonitare.

Evaluarea productiilor prin notele de bonitare a fost cuplata cu baza de date a notelor de bonitare la nivelul comunelor elaborata in ICPA. Productiile sunt evaluate pentru doua grade de detaliere a informatiilor: note de bonitare medii la nivelul comunelor, note de bonitare corespunzatoare celor 5 clase de calitate a solului.



1. Evaluarea productiilor pe baza notei de bonitare medii la nivelul comunei se face in doua optiuni care sunt selectate intr-un sheet special (Figura 8):

- Productia se evalueaza prin **inmultirea** notei de bonitare medii **cu** productia per punct de bonitare (kg ha^{-1} $punct^{-1}$) stabilita pe baza analizei seriilor statistice ale productiilor agricole la nivelulul celor 8 euro-regiuni din Romania;
- Productia se evalueaza prin **inmultirea** notei de bonitare medii **cu** productia per punct de bonitare (kg ha^{-1} $punct^{-1}$) stabilita pe baza analizei seriilor

statistice ale productiilor agricole la nivelului tarii si **cu** un factor reprezentind stresul local de apa numeric egal cu raportul dintre evapotranspiratia potentiala cumulata anuala si precipitatiile anuale cumulate. In aceasta optiune productia se calculeaza pentru regim neirigat sau irigat.

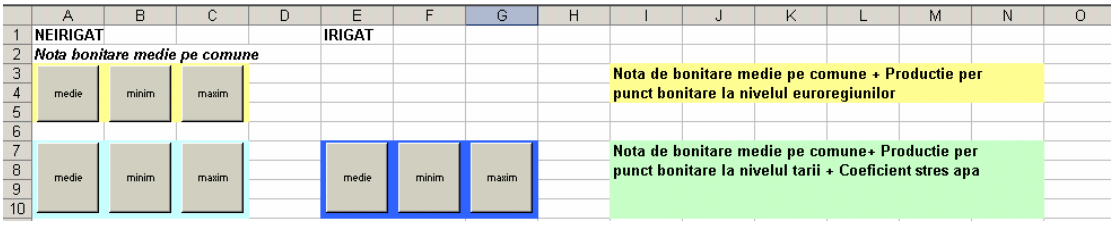
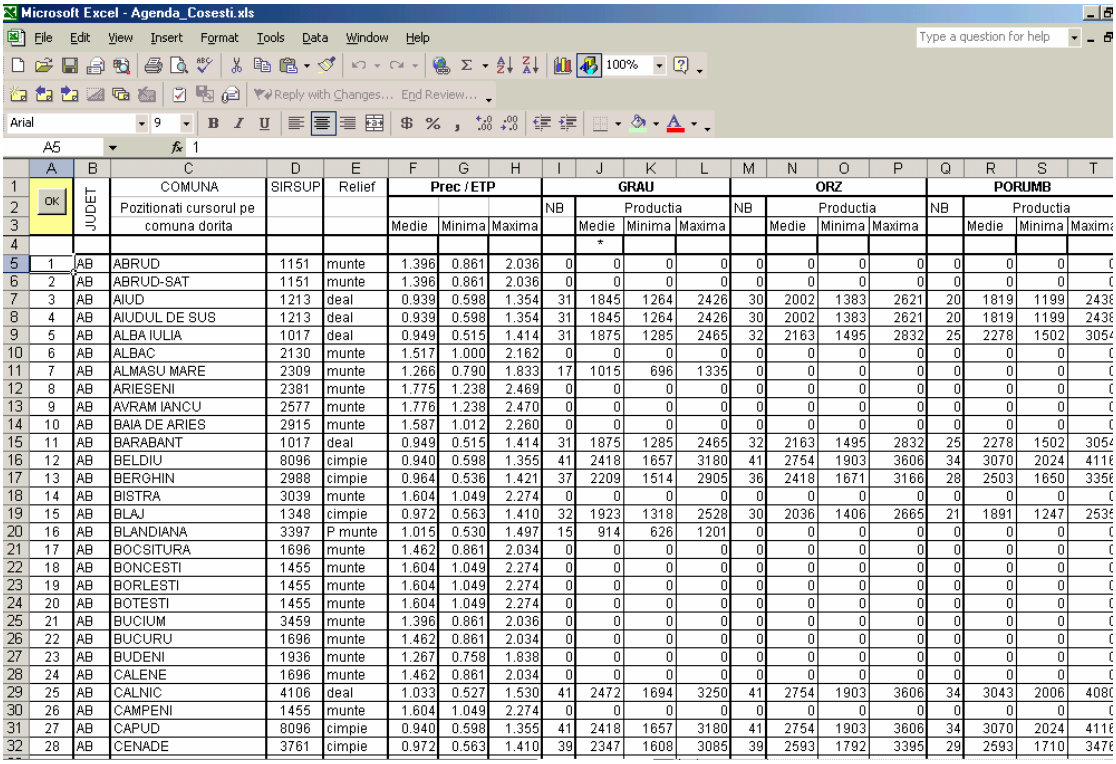


Figura 8. Sheet-ul pentru selectarea optiunilor de calcul pentru productia vegetala bazate pe utilizarea notei de bonitare medii la nivelul comunei

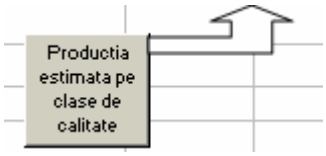
Calculul productiilor se face in trei variante : medie (productia per punct de bonitare calculata utilizind media productiilor pentru seria de ani considerata in statistica agricola), minim (productia per punct de bonitare calculata utlizind diferenta dintre media si abaterea standard a productiilor pentru seria de ani considerata in statistica agricola), maxim (productia per punct de bonitare calculata utlizind suma dintre media si abaterea standard a productiilor pentru seria de ani considerata in statistica agricola).

Dupa selectarea optiunii pentru calculul productiilor controlul aplicatiei este transferat intr-un sheet in care este selectata localitatea dorita. Sheet-ul contine toate comunele din Romania, pentru fiecare comuna fiind specificata productia (medie, minima, maxima) pentru principalele culturi de cimp (Figura 9).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	OK	JUDET	COMUNA	SIRSUP	Relief	Prec / ETP			GRAU				ORZ				PORUMB			
2			Pozitionati cursorul pe						NB	Productia			NB	Productia			NB	Productia		
3			comuna dorita			Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima
4										*										
5	1	AB	ABRUD	1151	munte	1.396	0.861	2.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	AB	ABRUD-SAT	1151	munte	1.396	0.861	2.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	AB	AIUD	1213	deal	0.939	0.598	1.354	31	1845	1264	2426	30	2002	1383	2621	20	1819	1199	2438
8	4	AB	AIUDUL DE SUS	1213	deal	0.939	0.598	1.354	31	1845	1264	2426	30	2002	1383	2621	20	1819	1199	2438
9	5	AB	ALBA IULIA	1017	deal	0.949	0.515	1.414	31	1875	1285	2465	32	2163	1495	2832	25	2278	1502	3054
10	6	AB	ALBAC	2130	munte	1.517	1.000	2.162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	7	AB	ALMASU MARE	2309	munte	1.266	0.790	1.833	17	1015	696	1335	0	0	0	0	0	0	0	0
12	8	AB	ARIESENI	2381	munte	1.775	1.238	2.469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	9	AB	AVRAM IANCU	2577	munte	1.776	1.238	2.470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	10	AB	BAIA DE ARIES	2915	munte	1.587	1.012	2.260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	11	AB	BARABANT	1017	deal	0.949	0.515	1.414	31	1875	1285	2465	32	2163	1495	2832	25	2278	1502	3054
16	12	AB	BELDIU	8096	cimpie	0.940	0.598	1.355	41	2418	1657	3180	41	2754	1903	3606	34	3070	2024	4116
17	13	AB	BERGHIN	2988	cimpie	0.964	0.536	1.421	37	2209	1514	2905	36	2418	1671	3166	28	2503	1650	3356
18	14	AB	BISTRA	3039	munte	1.604	1.049	2.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	15	AB	BLAJ	1348	cimpie	0.972	0.563	1.410	32	1923	1318	2528	30	2036	1406	2665	21	1891	1247	2535
20	16	AB	BLANDIANA	3397	P munte	1.015	0.530	1.497	15	914	626	1201	0	0	0	0	0	0	0	0
21	17	AB	BOCSITURA	1696	munte	1.462	0.861	2.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	18	AB	BONCESTI	1455	munte	1.604	1.049	2.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	19	AB	BORLESTI	1455	munte	1.604	1.049	2.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	20	AB	BOTESTI	1455	munte	1.604	1.049	2.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	21	AB	BUCIUM	3459	munte	1.396	0.861	2.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	22	AB	BUCURU	1696	munte	1.462	0.861	2.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	23	AB	BUDENI	1936	munte	1.267	0.758	1.838	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	24	AB	CALENE	1696	munte	1.462	0.861	2.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	25	AB	CALNIC	4106	deal	1.033	0.527	1.530	41	2472	1694	3250	41	2754	1903	3606	34	3043	2006	4080
30	26	AB	CAMPENI	1455	munte	1.604	1.049	2.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	27	AB	CAPUD	8096	cimpie	0.940	0.598	1.355	41	2418	1657	3180	41	2754	1903	3606	34	3070	2024	4116
32	28	AB	CENADE	3761	cimpie	0.972	0.563	1.410	39	2347	1608	3085	39	2593	1792	3395	29	2593	1710	3478

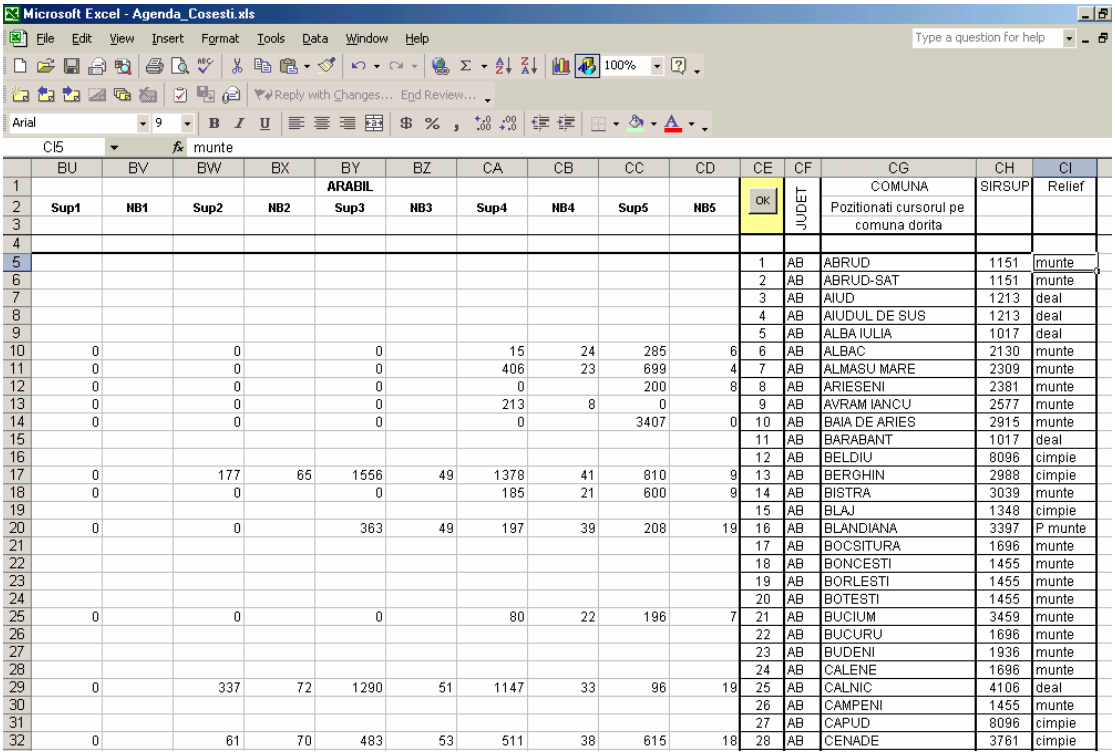
Figura 9. Sheet-ul pentru selectarea localitatii (la nivel de comuna) pentru evaluarea productiilor pe baza notelor de bonitare medii pe comuna.



2. Evaluarea productiilor pe baza notei de bonitare medii la nivelul comunei corespunzatoare celor 5 clase de calitate a terenurilor (Figura 10) se face pentru regim neirigat sau irigat prin **inmultirea** notei de bonitare medii **cu** productia per punct de bonitare (kg ha^{-1} $punct^{-1}$) stabilita pe baza analizei seriilor statistice ale productiilor agricole la nivelulul tarii si **cu** un factor reprezentind stresul local de apa numeric egal cu raportul dintre evapotranspiratia potentiala cumulata anuala si precipitatiile anuale cumulate.

Figura 10. Sheet-ul pentru selectarea optiunilor de calcul pentru productia vegetala bazate pe utilizarea notei de bonitare medii la nivelul comunei pentru fiecare clasa de calitate a terenului

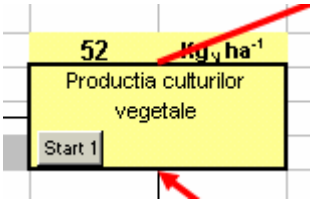
Dupa selectarea optiunii pentru calculul productiilor controlul aplicatiei este transferat intr-un sheet in care este selectata localitatea dorita. Sheet-ul contine toate comunele din Romania, pentru fiecare comuna fiind specificata productia (medie, minima, maxima) pentru principalele culturi de cimp (Figura 11), precum si suprafata corespunzatoare fiecarei clase de calitate a terenului.



	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI
1					ARABIL								COMUNA	SIRSUP	Relief
2	Sup1	NB1	Sup2	NB2	Sup3	NB3	Sup4	NB4	Sup5	NB5	OK	JUDET	Pozitionati cursorul pe comuna dorita		
5											1	AB	ABRUD	1151	munte
6											2	AB	ABRUD-SAT	1151	munte
7											3	AB	AIUD	1213	deal
8											4	AB	AIUDUL DE SUS	1213	deal
9											5	AB	ALBA IULIA	1017	deal
10	0		0		0		15	24	285	6	6	AB	ALBAC	2130	munte
11	0		0		0		406	23	699	4	7	AB	ALMASU MARE	2309	munte
12	0		0		0		0		200	8	8	AB	ARIESENI	2381	munte
13	0		0		0		213	8	0		9	AB	AVRAM IANCU	2577	munte
14	0		0		0		0		3407	0	10	AB	BAIA DE ARIES	2915	munte
15											11	AB	BARABANT	1017	deal
16											12	AB	BELDIU	8096	cimpie
17	0		177	65	1556	49	1378	41	810	9	13	AB	BERGHIN	2988	cimpie
18	0		0		0		185	21	600	9	14	AB	BISTRA	3039	munte
19											15	AB	BLAJ	1348	cimpie
20	0		0		363	49	197	39	208	19	16	AB	BLANDIANA	3397	P munte
21											17	AB	BOCSITURA	1696	munte
22											18	AB	BONCESTI	1455	munte
23											19	AB	BORLESTI	1455	munte
24											20	AB	BOTESTI	1455	munte
25	0		0		0		80	22	196	7	21	AB	BUCIUM	3459	munte
26											22	AB	BUCURU	1696	munte
27											23	AB	BUDENI	1936	munte
28											24	AB	CALENE	1696	munte
29	0		337	72	1290	51	1147	33	96	19	25	AB	CALNIC	4106	deal
30											26	AB	CAMPENI	1455	munte
31											27	AB	CAPUD	8096	cimpie
32	0		61	70	483	53	511	38	615	18	28	AB	CENADE	3761	cimpie

Figura 11. Sheet-ul pentru selectarea localitatii (la nivel de comuna) pentru evaluarea productiilor pe baza notelor de bonitare medii pe clase de calitate a terenului

Dupa evaluarea productiilor se specifica procentul fiecarei culturi in rotatia multianuala (figura 7) si apoi se calculeaza cantitatea de azot extrasa la nivelul fermei/comunei considerate (celula H3 din figura 7).



Aceasta valoare este apoi transferata in sheet-ul de calcul al bilantului azotului la nivelul fermei (Figura 1). Valorile specificate deasupra casetelor care reprezinta sub-sistemul considerat (in acest caz: „Productia culturilor vegetale”) reprezinta cantitatea de azot (in $kg_N\ ha^{-1}$) stocata in respectivul subsistem.

In regimul de calcul al bilantului azotului plecind de la productia vegetala cantitatea de azot continuta in recolta este apoi transformata conform parametrilor specificati anterior petru descrierea fluxurilor de azot intre diferitele sub-sisteme (figura 12).

Modelul indica (celula J16) valoarea azotului din ingrasaminte minerale care trebuie aplicata pentru echilibrarea bilantului pentru productiile estimate.

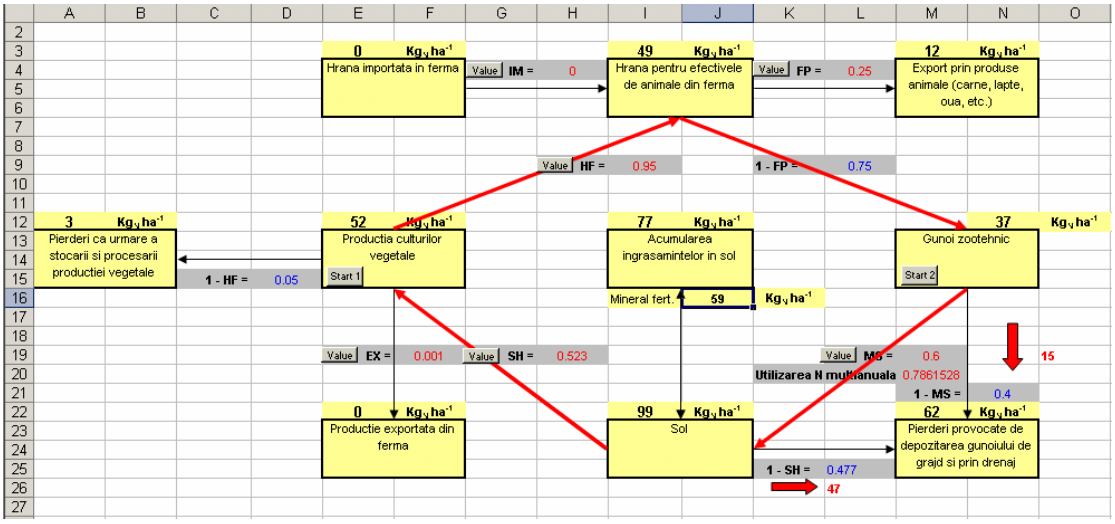
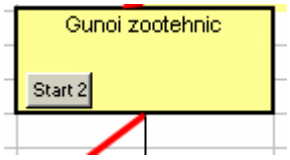


Figura 12. Bilantul azotului la nivelul fermei / unitatii teritorial administrative bazat pe productia culturilor vegetale.



√ Procedura de evaluare a bilantului de azot la nivelul fermei / localitatii continua cu evaluarea bilantului pornind de la numarul de animale din ferma, prin apasarea butonului „Start2”. Controlul aplicatiei este transferat catre un sheet dedicat evaluarii Unitatilor de Vita Medie (UVM) si a productiei de gunoi (kg_N) raportate la unitatea de suprafata (ha) (Figura 13).

Microsoft Excel - Agenda_Cosesti.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Specia	Greutatea	Continutul anual de nutrienti			Echivalent UVM			Numarul de animale	
2		kg	N	P	K	N	P	K	din ferma	
3			kg/an						Nr	UVM
4	Viţei sugari	0-50	20	4	14	0.571	0.8	0.538		0
5	Viţei (0,3–1 an)	50-250	81	15	54	2.314	3	2.077		0
6	Bovine (1- 2 ani)	250-600	55	20	43	1.571	4	1.654		0
7	Vaci de lapte UVM	>400	35	5	26	1	1	1	1385	1385
8	Porci	98	13	4	8	0.371	0.8	0.308	3500	1298.5
9	Porci la îngrăşat	68	11	4	7	0.314	0.8	0.269		0
10	Porci la îngrăşat	90	15	5	10	0.429	1	0.385		0
11	Scroafe gestante	125	10	4	7	0.286	0.8	0.269		0
12	Scroafe cu purcei	170	38	13	25	1.086	2.6	0.962		0
13	Vieri	160	13	4	8	0.371	0.8	0.308		0
14	Oi	45	7	1	5	0.2	0.2	0.192	1170	234
15	Păsări reproducţie	1,8	0.36	0.18	0.18	0.01	0.036	0.007		0
16	Păsări îngrăşat	0,9	0.36	0.07	0.1	0.01	0.014	0.004	19410	194.1
17	Cai	450	45	8	28	1.286	1.6	1.077	322	414.092
18										
19							TOTAL UVM			3525.692
20	Ajustarea bilantului conform structurii de culturi				RULEAZA BILANT		Suprafata agricola		ha	2682
21	*(este necesara rularea prealabila a bilantului de azot*						UVM / ha			1.314576
22	*"StartNFlow" din blocul "Harvestable Crops")*						Gunoi		$Kg_N ha^{-1}$	46.01015
23										

Figura 13. Calculul densitatii de animale (UVM ha^{-1}) si a cantitatii de azot din gunoiul de grajd (kg_N ha^{-1}) in functie de numarul si tipul de animale din ferma si suprafata agricola a acesteia.

Cantitatea de azot din gunoiul de grajd evaluata in acest sheet este transferata in sheet-ul pentru calculul bilantului. In regimul de calcul al bilantului azotului plecind de la densitatea animalelor din ferma cantitatea de azot continuta in gunoiul de grajd produs de efectivele de animale din ferma este apoi transformata conform parametrilor specificati anterior petru descrierea fluxurilor de azot intre diferitele sub-sisteme (figura 14).

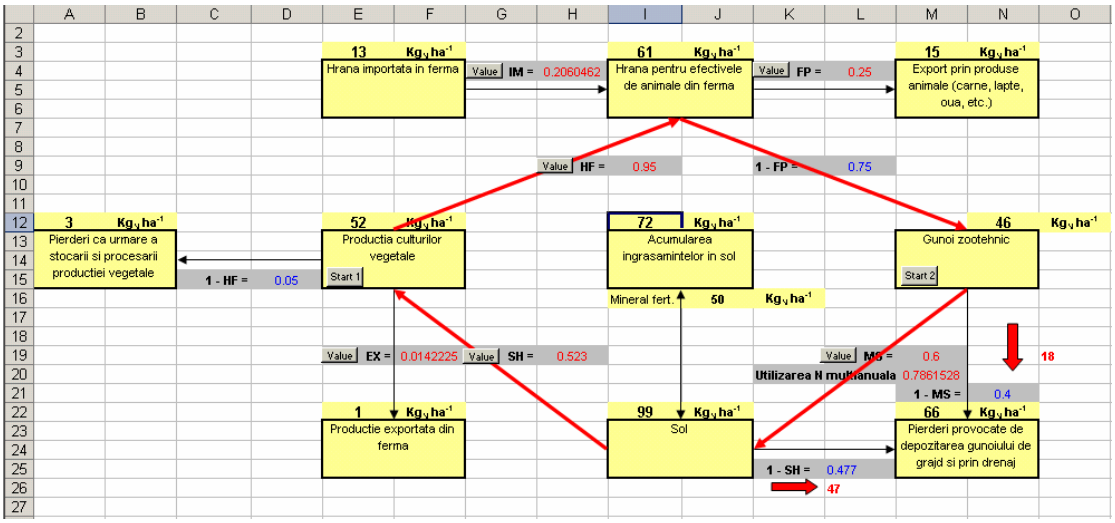


Figura 14. Bilantul azotului la nivelul fermei / unitatii teritorial administrative bazat pe densitatea animalelor din ferma si pe productia culturilor vegetale.

Pentru inchiderea bilantului de azot la nivelul fermei / unitatii teritorial administrative se ajusteaza – in functie de necesarul si disponibilul de azot din productia vegetala interna a fermei - parametrul care descrie importul de furaje. De asemenea se recalculeaza cantitatea de azot care trebuie furnizata prin fertilizare minerala.

Modelul de simulare a dinamicii azotului in sol „DinamicaNitratilorSol"

Modelul se bazeaza pe simularea dinamicii azotului din solutia din sol avind ca pas de timp ziua (24 h). Pentru a putea fi utilizat in situatii in care informatiile de sol sunt minime (provenite din cartari pedologice generale) se considera un singur strat de sol de dimensiunea frontului radicular. Parametri de sol necesari modelului (densitatea aparenta, continutul materiei organice, capacitatea maxima de apa utila, conductivitatea hidraulica saturata, porozitatea drenanta) sunt mediati / cumulati pentru acest strat de sol, fiind furnizati modelului printr-un sheet special (figura 15).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Valori medii / cumulate pe adincimea maxima de inradacinare							
2								
3		Densitate Aparenta		1.45	g cm^{-3}	⟹	Indicator 44	
4		Materie Organica (Humus)		1.43	%	⟹	Indicator 70	
5		Capacitatea de Apa Utila		17.9	cm	⟹	Indicator 49	
6		Cond. Hidraulica saturata		1.2	cm zi^{-1}	⟹	Indicator 50	
7		Porozitate Drenanta		12.6	cm	⟹	Indicator 131	
8								
9		Ad. maxima de inradacinare		90	cm			
10								

Figura 15. Sheet-ul pentru furnizarea datelor de sol necesare rularii modelului de simulare „DinamicaNitratiSol"

Datele meteorologice zilnice necesare rularii modelului se introduc printr-un sheet special (figura 16). Utilizatorul poate introduce datele meteorologice inregistrate, sau poate folosi un software auxiliar („Acc7.6.vbp") pentru generarea seriilor zilnice de date climatice corespunzatoare longitudinii / latitudinii comunei pentru care se executa calculele.

Microsoft Excel - DinamicaNitratilorSol.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	SIRUTA	13668	NUTS3	318	LONG:	24.8666	LAT:	45.0833		Importati datele meteo din fisierul					
2	AN	ZI	Tmedie	Tmin	PREC-cm	ETP-cm				RO_AGENDA_METEO.mto					
3	1961	1	0.1	-1.9	0.01	0				creat cu					
4	1961	2	0	-1.5	0	0				AGENDA\Pregatire Date Meteo\Software					
5	1961	3	1.5	-2.2	0	0.01				dupa completarea fisierului de control					
6	1961	4	0.3	-3.6	0	0				AGENDA\Pregatire Date Meteo\OptAGENDA_RO.ONE					
7	1961	5	0.3	-5.2	0.11	0				cu date referitoare la codul Siruta, NUTS pentru judet, longitudinea					
8	1961	6	1.2	-3.7	0	0.01				si latitudinea comunei conform sheet-ului Long_Lat sheet					
9	1961	7	2	-0.2	0	0.01									
10	1961	8	0.1	-3	0	0									
11	1961	9	1.3	-0.5	0	0.01									
12	1961	10	1.1	-1.2	0.57	0									
13	1961	11	0.9	-3.9	0	0									
14	1961	12	0.1	-5.6	0	0									
15	1961	13	-2.2	-4.8	0.84	0									
16	1961	14	-5.1	-9.9	0	0									
17	1961	15	-3.9	-9.2	0	0									
18	1961	16	-2.7	-4.6	0	0									
19	1961	17	-4.1	-6.2	0	0									
20	1961	18	-11.7	-17.5	0.07	0									
21	1961	19	-10.4	-15.9	0	0									
22	1961	20	-11.7	-15.6	0	0									
23	1961	21	-13.2	-16.9	0	0									
24	1961	22	-11.7	-17.2	0	0									
25	1961	23	-8.6	-15.3	0	0									
26	1961	24	-6.1	-9.1	0	0									
27	1961	25	-4.9	-8.7	0.17	0									
28	1961	26	-9.9	-11.8	0.1	0									
29	1961	27	-12.2	-17.9	0	0									
30	1961	28	-12.2	-20.4	0	0									

Figura 16. Sheet-ul „Meteo” utilizat pentru furnizarea datelor meteorologice zilnice necesare modelului de simulare „DinamicaNitratiSol”

Parametri care caracterizeaza managementul gunoiului de grajd la nivelul fermei / unitatii administrative (intervalul de aplicare, densitatea de animale, tipul de stocare si prelucrare a gunoiului, continutul de azot din gunoi) sunt furnizati modelului printr-un sheet special (figura 17).

Microsoft Excel - DinamicaNitratilorSol.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Aplicarea gunoiului de grajd primavara				Y / N	Y	Pentru 1 UVM		Cantitatea totala de solide in dejectii (suspensie si solutie)				Kg / zi / UVM	4.3092	
2		Prima zi posibila pentru aplicare			60										
3		Ultima zi posibila pentru aplicare			181										
4	Aplicarea gunoiului de grajd toamna				Y / N	N			Cantitatea de azot din dejectii				Kg / zi / UVM	0.163296	
5		Prima zi posibila pentru aplicare			213										
6		Ultima zi posibila pentru aplicare			284										
7								Sistemul de stocare si tratare a gunoiului						N	
8	Numar UVM / ha				1.31		1	Pasunare libera						0.6	
9							2	Depozitarea gunoiului in spatii acoperite						0.7	
10	MACRO	CTRL+N					3	Asternut care se intoarce pentru suine						0.5	
11							4	Asternut care se intoarce si composteaza pentru suine						0.35	
12							5	Gunoi solid/ semi-solid & asternut pastrat in adapost acoperit						0.75	
13							6	Gunoi solid/ semi-solid & asternut pastrat in adapost neacoperit						0.65	
14							7	Stocarea lichidelor/namolului in adapost acoperit						0.9	
15							8	Stocarea lichidelor/namolului in adapost neacoperit						0.75	
16							9	Stocare in rezervoare situate sub pardoseala						0.85	
17							10	Gunoi de la pasari stocat in rezervoare situate sub pardoseala						0.85	
18							11	Gunoi de pasari uscat, sitat si macinat						0.7	
19							12	Compost						0.7	
								Optiunea Dvs.		1					

Figura 17. Sheet-ul pentru furnizarea datelor privind managementul gunoiului de grajd la nivelul fermei / unitatii teritorial administrative

Datele privind fluxurile de apa si azot obtinute prin rularea modelului pe ciclul de ani pentru care sunt furnizate datele meteorologice sunt agregate prin mediere la

nivelul lunilor calendaristice si la nivel anual pentru a putea fi utilizate in modelul de bilant AGENDA (figura 18).

Microsoft Excel - DinamicaNitratilorSol.xls

	A	B	C	D	E
1	Luna	Drenaj / Precipit	Scurgeri	Ndrenat kg/ha/luna	
2	1	0.933	0	1.345	
3	2	0.920	0	0.892	
4	3	0.726	0	43.498	
5	4	0.361	0	4.947	
6	5	0.276	0	5.800	
7	6	0.228	0	2.741	
8	7	0.178	0	0.938	
9	8	0.121	0	6.532	
10	9	0.149	0	4.491	
11	10	0.225	0	4.113	
12	11	0.293	0	22.461	
13	12	0.618	0	76.493	
14					
15	N - drenat	raport fata de N aplicat		0.505	
16	N - utilizat			0.395	
17					

Figura18. Sheet-ul cuprinzind datele de iesire ale modelului „DinamicaNitratiSol”

Valorile calculate pentru raportul dintre azotul drenat si cel aplicat (celula „D15”) sunt utilizate pentru evaluarea parametrului SH din modelul AGENDA (vezi figura 2).

Coeficientul folosit in modelul AGENDA pentru descrierea utilizarii azotului in cursul primului an dupa aplicarea gunoiului (celula „C5” din figura 5) este dat de continutul celulei „D16” din figura 3.b.18.

Utilizarea modelului de bilant la nivelul unei unitati teritorial - administrative

Exemplul de calcul se refera la localitatea Cosesti (jud. Arges) incadrata in zona vulnerabila la poluarea cu nitrati. Sursele de nitrati provin din activitati agricole

actuale. Localitatea se afla situata la confluenta dintre riul Doamnei si Valea Pacurarului.

Intr-o prima abordare bazele de date de sol si cele referitoare la managementul agricol au provenit din baze de date existente la nivel regional sau national. In cadrul proiectului aceste date vor fi completate pe baza studiilor locale care vor fi efectuate.

Principalele informatii utilizate au fost:

- Date generale despre localitate:

	A	B	C	D	E	F	G
1	**siruta**	**15901**		**SIRUTA**	**SIRSUP**	**LOCALITATE**	
2	**localitate**	**Cosesti**		15910	15901	COSESTI	
3	**judet**	**Arges**		15929	15901	JUPANESTI	
4				15938	15901	LAPUSANI	
5	**Populatie**			15947	15901	LEICESTI	
6				15956	15901	PACIOIU	
7	5520			15965	15901	PETRESTI	
8				15974	15901	PRISEACA	
9							
10	Latitudine	45.083333					
11	Longitudine	24.866667					
12							
13							

- Suprafata ocupata de principalele forme de relief:

14										
15	**RELIEF**	deal								
16	Cimpie	Platou	Depresiune	Glacis + Piemont	Pat de vale	Cimpie litorala	Deal gradient mediu	Munte gradient mare	Deal gradient mare	Vale adincita
17	5481	0	0	64	0	0	903	0	0	0
18	< 2% neted-umed	0 - 2(3)% neted	2(3) - 5(8)% slab ondulat	5(8) - 8(12)% ondulat	8(12) - 15(20)% valurit	15(20) - 30% moderat accidentat	30 - 60 % accidentat muntos	> 60 foarte accidentat		
19	0	6480	105	0	0	0	0	0		
20	< 300 m alt. absoluta	300 - 600 m alt. absoluta	< 200 m alt. relativa	200 - 400 m alt. relativa	400 - 600 m alt. relativa	600 - 1500 m alt. relativa	1500 - 3000 m alt. relativa			
21	6319	64	0	58	0	0	0			

- Date climatice:

22	**CLIMA**									
23	**1961-1990**									
24	T10_AV	T10_MIN	T10_MAX	T4_AV	T4_MIN	T4_MAX	COLD#_AV	COLD#_MIN	COLD#_MAX	
25	1203	1014	1412	2506	2285	2714	81	55	101	
26	COLD#_AV	COLD#_MIN	COLD#_MAX	HOT#_AV	HOT#_MIN	HOT#_MAX				
27	81	55	101	0	0	5				
28	DEF_AV	DEF_MIN	DEF_MAX	DEF10_AV	DEF10_MIN	DEF10_MAX				
29	-8.0	-30.5	16.3	11.0	-6.9	32.3				
30	PAR_AV	PAR_MIN	PAR_MAX	PAR10_AV	PAR10_MIN	PAR10_MAX	THR900_10	THR1900_4		
31	2642	2438	2857	1925	1710	2190	0.000	0.000		
32	FrecvSeceta	FrecvExces								
33	0.200	0.900								
34	**1991-2000**									
35	T10_AV	T10_MIN	T10_MAX	T4_AV	T4_MIN	T4_MAX				
36	1251	1055	1462	2531	2233	2816				
37	COLD#_AV	COLD#_MIN	COLD#_MAX	HOT#_AV	HOT#_MIN	HOT#_MAX				
38	83	71	94	0	0	1				
39	DEF_AV	DEF_MIN	DEF_MAX	DEF10_AV	DEF10_MIN	DEF10_MAX				
40	-8.1	-35.9	20.5	11	-13.4	39.3				
41	PAR_AV	PAR_MIN	PAR_MAX	PAR10_AV	PAR10_MIN	PAR10_MAX	THR900_10	THR1900_4		
42	2622	2479	2881	1897	1683	2237	0	0		
43	FrecvSeceta	FrecvExces								
44	0.3	0.8								
45		Prec / ETP medie anuala				Prec / ETP medie aprilie-august				
46		Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima		
47	1961-1990	1.113	0.716	1.520		0.875	0.503	1.384		
48	1991-2000	1.113	0.659	1.585		0.847	0.334	1.542		
49		Coeficient Stress apa				Coeficient Stress apa				
50		Medie	Minima			Medie	Minima			
51	1961-1990	1	0.71555			0.8745273	0.5033837			
52	1991-2000									

- Date privind fondul funciar:

53		**TOTAL**								
54		Total Sup	Total Sup	Arabil	Vii	Livezi	Pasuni			
55		Agricola	Forestiera				Finete			
56		2682	3526	367		320	1995			
57		**EXPLOATATII INDIVIDUALE**								
58		Arabil	Vii	Livezi	Pasuni					
59					Finete					
60		367		320	1995					
61		**ASOCIATIE**								
62										
63		**ARENDA**								
64										
65	**CLASA DE CALITATE**									
66	I		II		III		IV		V	
67	Sup	NP	Sup	NP	Sup	NP	Sup	NP	Sup	NP
68	**ARABIL**									
69							360	22		
70	**PASUNI SI FINETE**									
71							1988	39		
72	**VII**									
73										
74	**LIVEZI**									
75							320	21		
76	**DEGRADAREA TERENULUI - ha**									
77	Eroziune		Eroziune	Exces	Terenuri	Terenuri	Poluare	Alunecari	Excavari	Tasari
78	apa		eoliana	umiditate	saraturate	acide	industr.	Surpari	Halde	
79	suprafata	adincime						Deponii	Deponii	
80	463							43		

- Date privind procentul culturilor:

83	PRINCIPALELE CULTURI CULTIVATE IN ZONA 2001 % arabil									
84	Griu	Secara	Orz	Orzoaica	Ovaz	Porumb	Sorg	Orez	Mazare	Fasole
85	14					30			6	6
86	Fl-Soarelui	Rapita	Soia	Sf.zahar	Cartofi	Legume	Furaje			
87							44			
88	ANIMALE RASPINDITE IN EXPLOATATII INDIVIDUALE									
89	TAURINE		PORCINE		OVINE		PASARI	CABALINE		
90	1385	872	3500	254	1170	950	19410	322		

- Date privind recoltele potentiale in functie de notele de bonitare:

GRAU				ORZ				PORUMB			
NB	Productia			NB	Productia			NB	Productia		
	Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima
23	1262							12	0	0	0
	1476								892	513	

NB * Kg/ha/punct * Wstress

FLOAREA SOARELUI				SOIA				MAZARE			
NB	Productia			NB	Productia			NB	Productia		
	Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima
0	0	0	0	0	0	0	0	22	802	493	1110
	0	0			0	0			604	348	

FASOLE				SFECLA ZAHAR				CARTOF			
NB	Productia			NB	Productia			NB	Productia		
	Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima
22	625	445	805	0	0	0	0	23	11100	6304	15895
	378	217			0	0			8186	4712	

RAPITA				IN ULEI				IN FUIOR			
NB	Productia			NB	Productia			NB	Productia		
	Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima
23	551	364	739	0	0	0	0	20	1523	944	2101
	590	422			0	0			1331	766	

LUCERNA				TRIFOI			
NB	Productia			NB	Productia		
	Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima
0	0	0	0	27	10763	9312	12215
	0	0			6700	4794	

PASUNI				FINETE			
NB	Productia			NB	Productia		
	Medie	Minima	Maxima		Medie	Minima	Maxima
39	9775	8309	11241	31	7800	6630	8970
	9775	6995			7800	5581	

- Date privind parametri de sol (tipul de sol conform clasificarii FAO in care a fost realizata harta de sol georeferentiata la scara 1:1,000,000):

105		AdRadacini	MaterieOrg	DensAp	K	ApaAcc	Poroz.Dren	Suprafata
106	Jcf - Fluvi-Calcaric Fluvisol	100	1.29	1.45	1.54	22.1	13.1	1356
107	Lgs - Stagno-Gleyic Luvisol	60	1.34	1.46	0.55	11.6	5.3	70
108	Jcg - Gleyo-Calcaric Fluvisol	100	2.58	1.45	0.06	11.8	23.5	248
109	Re - Eutric Regosol	100	1.31	1.46	1.84	18.3	16.3	410
110	Lo - Orthic Luvisol	60	1.34	1.46	0.55	11.6	5.3	598
111	MEDIE	90	1.43	1.45	1.20	17.9	12.6	

Modelul de calcul „DinamicaNitratiSol” a fost utilizat pentru evaluarea parametrilor de utilizare ai azotului necesari utilizarii modelului „AGENDA”. Rezultatele obtinute pentru principalele tipuri de sol din localitatea Cosesti sunt :

		N drenat / N aplicat	N utilizat / N aplicat
114	Jcf - Fluvi-Calcaric Fluvisol	0.421	0.479
115	Lgs - Stagno-Gleyic Luvisol	0.57	0.33
116	Jcg - Gleyo-Calcaric Fluvisol	0.566	0.115
117	Re - Eutric Regosol	0.46	0.44
118	Lo - Orthic Luvisol	0.57	0.33
119	**MEDIE**	0.477	0.402

Calculat pentru UVM = 2

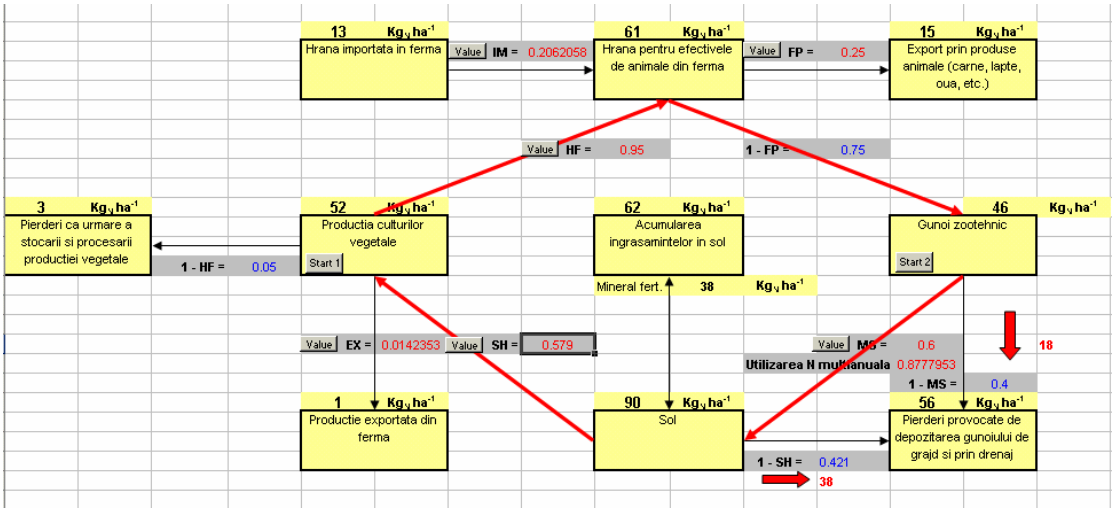
Acesti parametri au fost utilizati in modelul AGENDA pentru o prima evaluare a bilantului de azot la nivelul fermelor din localitate.

Ipotezele in care a fost utilizat modelul sunt:

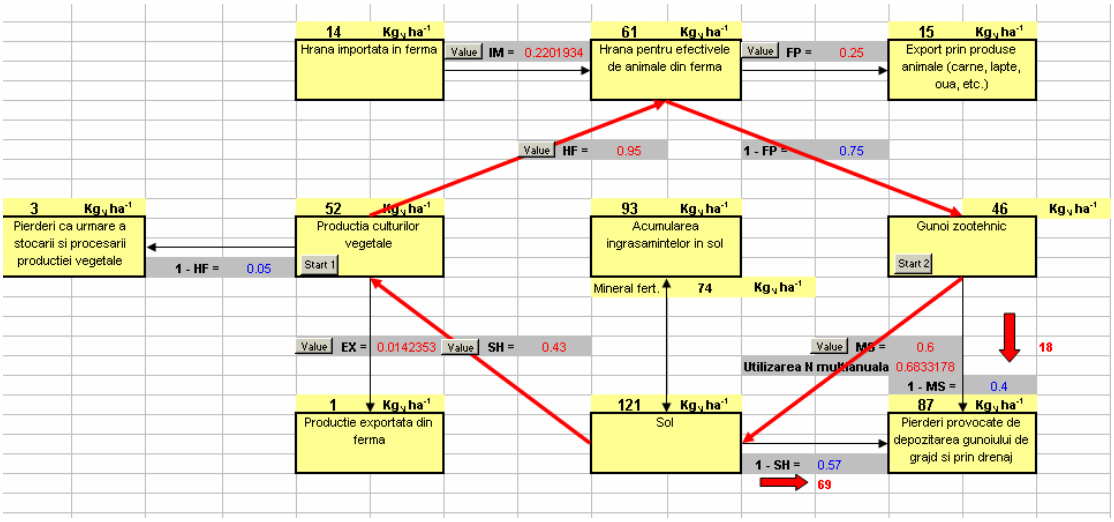
- productia vegetala este cea calculata la nivelul comunei pe baza notelor de bonitare medii;
- densitatea animalelor este uniforma pe intreaga suprafata agricola a comunei.

Bilantul azotului pentru fermele din localitate diferentiate in functie de tipul de sol este prezentat in figurile urmatoare:

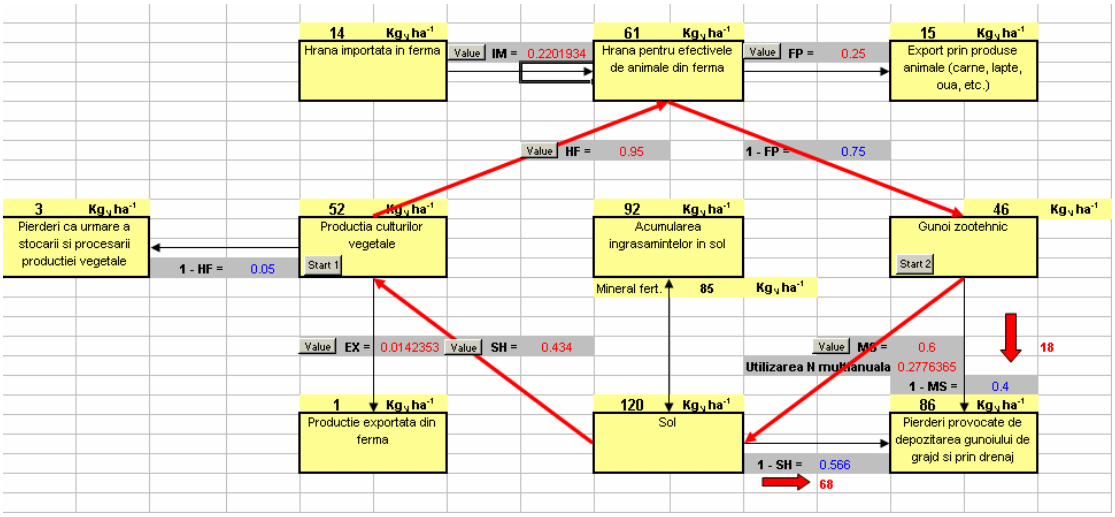
1. Tipul de sol: Jcf – Fluvi-Calcaric Fluvisol



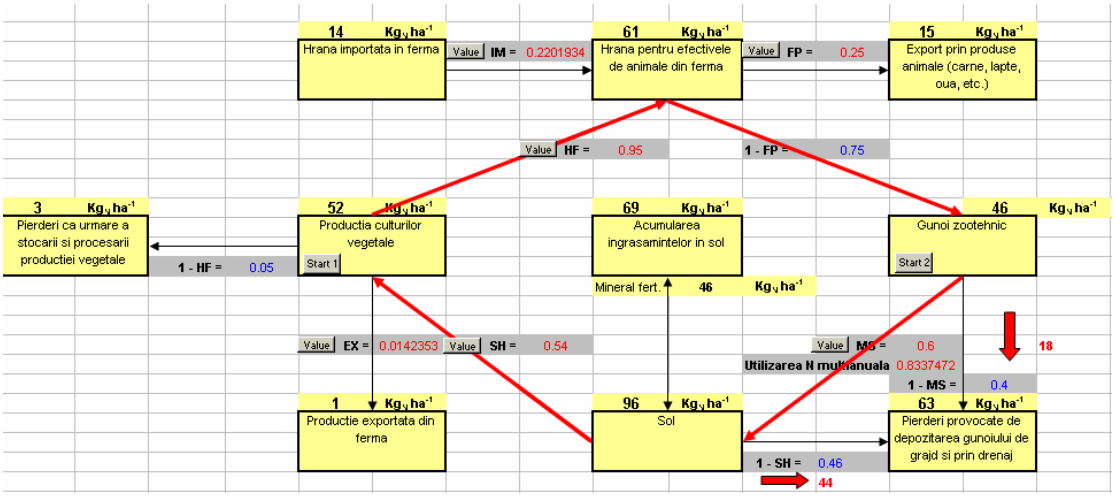
2. Tipul de sol: Lgs – Stagno-Gleyic Luvisol



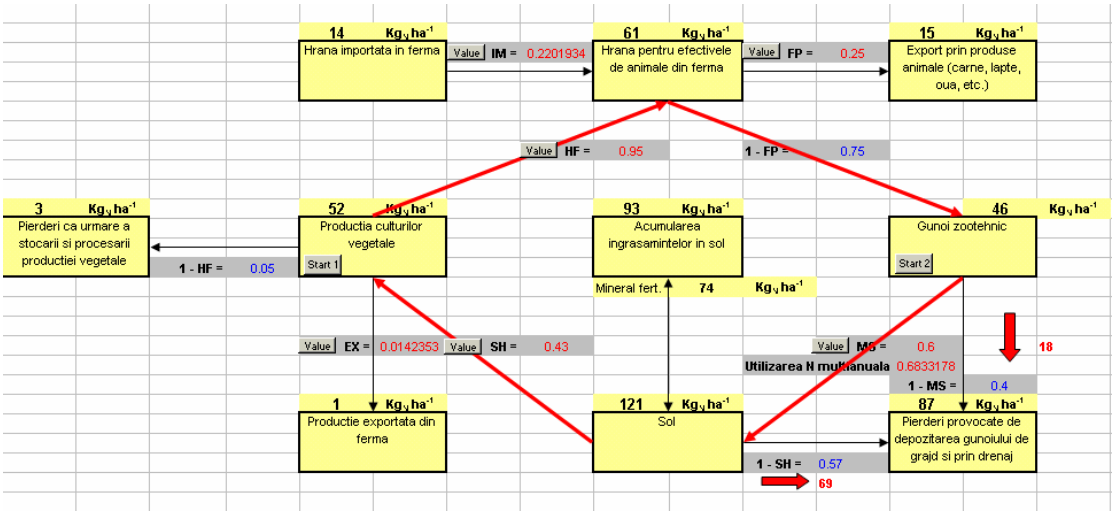
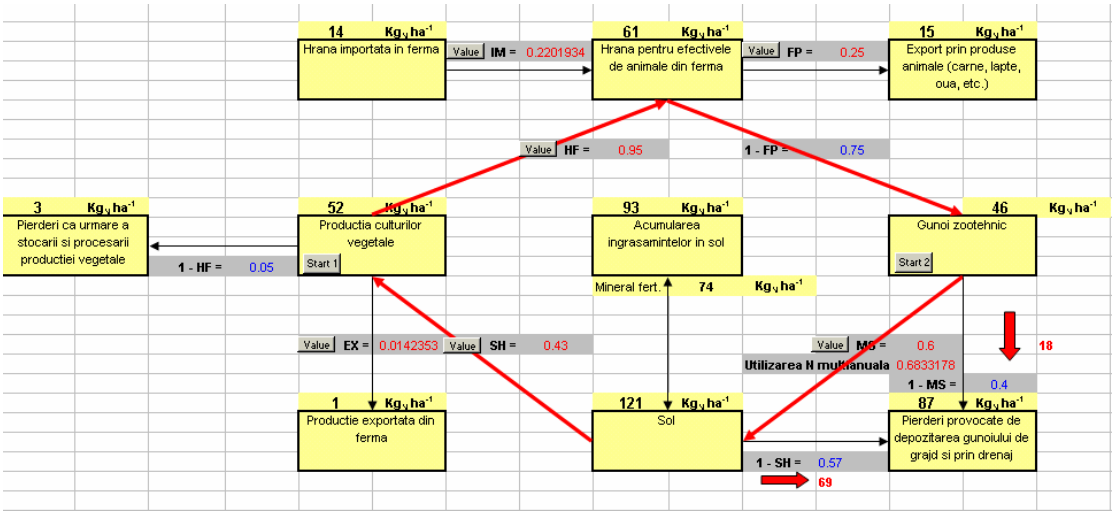
3. Tipul de sol: Jcg – Gleyo-Calcaric Fluvisol



4. Tipul de sol: Re – Eutric Regosol



5. Tipul de sol: Lo – Orthic Luvisol



In cazul in care sunt folositi drept parametri valorile mediate la nivelul comunei (utilizind ponderea suprafetei ocupate de fiecare tip de sol fata de suprafata agricola a comunei) ale parametrilor care descriu fluxul de nitrati prin sol (N_{drenat} / $N_{aplicat}$, $N_{utilizat}$ / $N_{aplicat}$) bilantul azotului este: