



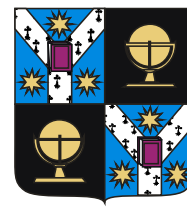
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
Facultatea de Geografie și Geologie
Departamentul de Geografie

Bd. Carol I. Nr.20A, 700505 – Iași, România

Tel.: +4.0232.20.1075,

e-mail: geografie@uaic.ro

<http://www.geo.uaic.ro/>



REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Riscuri pedo-climatice în bazinul pomicol
Fălticeni

Coordonator științific:

Prof. univ. dr. em. Constantin Rusu

Doctorand:
Vasile Jitariu

Iași, 2020

Cuprins

Cuvânt înainte	1
1. Introducere	1
1.1 Noțiuni și concepte de risc	2
1.2 Localizarea zonei de studiu	3
2. Metodologia de lucru.....	4
2.1 Etapa preliminară	4
2.2 Etapa de teren	4
2.3 Etapa de procesare a datelor a presupus analiza și prelucrarea datelor și ca perioadă de timp s-a suprapus și peste etapa de teren.	4
2.4 Etapa de birou a presupus realizarea hărților tematice, a reprezentărilor grafice tematice și redactarea lucrării finale.	4
3. Condițiile fizico-geografice ale bazinului pomicol Fălticeni	6
3.1 Considerații geologice.....	6
3.2 Relieful	6
3.2.1 Morfografia.....	6
3.2.2 Morfometria.....	6
3.3 Condiții climatice de ansamblu	9
3.4 Hidrografia	9
3.4.1 Apele de suprafață	9
3.4.2 Apele subterane	10
3.5 Îvelișul de soluri.....	10
3.5.1 Distribuția spațială a solurilor	10
4. Evoluția spațială a bazinului pomicol Fălticeni.....	11
4.1 Bazinul pomicol Fălticeni în secolul XX	12
4.2 Evoluția spațială a livezilor în a doua jumătate a secolului XX și începutul secolului XXI.....	14
5. Particularități și riscuri climatice în bazinul pomicol Fălticeni.....	18
5.1 Radiația solară	18
5.2 Temperatura aerului	19
5.2.1 Înghețul târziu de primăvară.....	19
5.2.2 Maximele termice	21
5.2.3 Înghețul timpuriu de toamnă	22
5.2.4 Scenarii privind evoluția temperaturii.....	23

5.3	Precipitațiile atmosferice	26
5.3.1	Precipitațiile solide sub formă de zăpadă	27
5.3.2	Grindina.....	28
5.3.3	Seceta	30
6.	Riscuri și restricții pedologice in bazinul pomicol Fălticeni	32
6.1	Textura solului	33
6.2	Adâncimea apei freatice	34
6.3	Reacția solului (pH)	35
6.4	Carbonatul de calciu total.....	37
6.5	Conținutul în humus.....	38
6.6	Elementele nutritive (N, P, K)	39
6.6.1	Azotul total	39
6.6.2	Fosforul mobil	40
6.6.3	Potasiul mobil	41
Concluzii		42
Bibliografie selectivă		45

Cuvânt înainte

Lucrarea Riscuri pedoclimatice în bazinul pomicol Fălticeni își propune evaluarea efectelor negative induse de elementele meteo-climatice și pedologice asupra plantațiilor de măr din zona bazinului pomicol Fălticeni.

Lucrarea vizează tratarea a trei aspecte: prima parte caută să evidențieze etapele evoluției suprafețelor cu livezi și tendințele acestora pe baza atestărilor documentare și pe baza unei suite de materiale cartografice din mai multe perioade. A doua parte tratează fenomenele meteorologice capabile să creeze probleme la nivelul plantațiilor de măr, fie prin caracterul extrem de care dau dovadă, fie prin tendințele pe care par să le urmeze în mod natural. S-a avut în vedere și analiza unor scenarii climatice privind temperatura aerului și efectele pe care aceste modificări le pot avea asupra livezilor din zona analizată. În cea de-a treia parte a lucrării se discută despre relația dintre învelișul de sol și cultura mărului, punându-se accent pe o serie de parametri fizici și chimici ai solului care ar putea impune restricții la nivelul plantațiilor de măr, cu repercusiuni asupra producției de fructe.

Această teză caută să îmbine într-o manieră cât mai clară noțiuni și concepte aparținând domeniului geografic (SIG, teledetecție) cu noțiuni ce aparțin domeniului agronomic (ecologia și particularitățile pomilor), lucrarea având un caracter interdisciplinar.

Totodată, mi se pare firesc ca în partea de început să fie exprimate și mulțumirile către cei care mi-au oferit sfaturi și m-au îndrumat pe parcursul elaborării acestei lucrări. Astfel, o serie de mulțumiri se îndreaptă către Prof. univ. dr. em. Rusu Constantin, cel care m-a coordonat și mi-a oferit sprijin necondiționat în tot demersul aferent finalizării acestei lucrări. Mulțumiri se îndreaptă și către membrii comisiei de îndrumare, Conf. dr. Lilian Niacșu, Lect. dr. Vasiliniuc Ionuț și CS3 dr. Roșca Bogdan, care mi-au răspuns cerințelor avute, oferindu-mi suport cu privire la abordarea teoretică și practică a subiectului analizat pe toată perioada studiilor doctorale.

Gânduri și sentimente pline de recunoștință s-au format și s-au intensificat față de familie, față de colegii de birou, dar și față de mai tinerii colegi studenți cu care am colaborat în ultimii 4 ani.

Deasemenea, aș dori să mulțumesc și OJSPA Suceava pentru datele de natură pedologică puse la dispoziție.

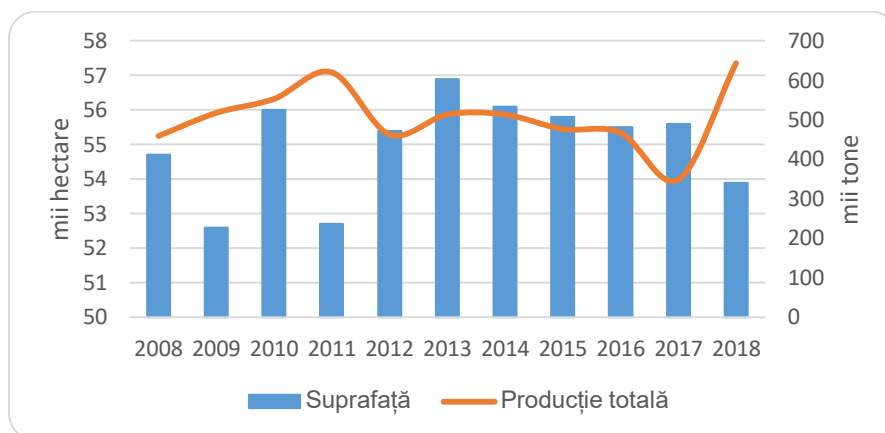
1. Introducere

Pomicultura reprezintă un domeniu al agriculturii care prin interacțiunea parametrilor ecologici cu factorii antropici are ca rezultat obținerea unor produse agricole (fructele) (Sumedrea, 2011). Faptul că fructele au un important rol în nutriția și buna funcționare a organismului uman (și nu numai), face ca acestea să aibă un rol deosebit în cadrul societății umane. Aspectele menționate anterior fac din această ramură a agriculturii o piesă importantă și în mediul economic, prin implicațiile sale atât în sectorul secundar cât și în sectorul terțiar.

În România, suprafețele cultivate cu pomi sau arbuști fructiferi au fluctuat, fiind influențate în mod direct de evenimente socio-economico-politice. Aceste suprafețe au scăzut în urma celui de-al II-lea Război Mondial și a colectivizării forțate din anii 60, însă în anul 1970 a fost atins apogeul, cu 328,4 mii ha. După adoptarea legii nr.18, Legea fondului funciar din 1991, suprafața cultivată și producția obținută de noii proprietari au fost mai greu de apreciat.

Cu toate că o suprafață mai mare cultivată induce ideea obținerii unei producții mai mari, acest fapt nu constituie o regulă. Spre exemplu, în cazul culturii mărului, în anul 2009, se observă o discrepanță între suprafața cultivată, care era la cel mai scăzut nivel din ultimul

deceniu (52,7 mii ha), și producția obținută, care a fost a 2-a cea mai mare din ultimul deceniu (620,4 mii tone). O situație antagonică a avut loc în anul 2017, când pe o suprafață de 55.6 mii ha s-a obținut o producție de 348.6 mii tone, aceasta fiind cea mai scăzută din ultimul deceniu. (fig. 1)



Figură 1 Evoluția suprafețelor și a producțiilor culturii mărului (sursa: *madr.ro*)

Clima, alături de factorii pedologici, reprezintă unul din parametrii determinanți în creșterea sau descreșterea productivității agro-ecosistemelor pomicole, iar acești factori cheie permit și o abordare fizico-geografică a acestui domeniu. Istrate (2007) precizează strânsă legătură dintre factorii de mediu și plantațiile pomicole, evidențiind două categorii principale ale factorilor de mediu care acționează asupra pomilor și arbuștilor fructiferi: factori climatici (lumina, temperatura, apa, aerul) și factori edafici (proprietățile fizice și chimice ale solului; starea de aprovizionare cu elemente nutritive, apă și aer; activitatea microbiană).

Altfel spus, rezultatele multumitoare din punct de vedere calitativ și cantitativ al producțiilor agricole rezultă din interrelaționarea dintre informația genetică a speciilor pomicole, practicile agricole și condițiile de mediu optime. Astfel, studiarea mai în detaliu a relației dintre particularitățile pomilor și elementele climatice și pedologice poate avea ca rezultat evidențierea unor zone cu potențial diferit față de diversitatea speciilor pomicole. (Păltineanu, 2017).

Actuala abordare a distribuției speciilor pomicole în raport cu mediul înconjurător alături de presiunea antropică ar putea fi considerată o măsură care poate prezenta, pe lângă caracterul științific un caracter orientativ, studiul oferind informații de care s-ar putea ține cont la o potențială proiectare de livezi cu soiuri poate mai pretabile pentru acele amplasamente în urma modificărilor de ordin pedo-climatic.

1.1 Noțiuni și concepte de risc

Problematica deosebit de complexă a riscurilor, abordată într-o varietate considerabilă de domenii, a reprezentat de-a lungul timpului o preocupare deosebită a societății umane. Cu toate acestea, termenul de „risc” apare pentru prima oară în secolul al XVII-lea ca fiind posibilitatea unui rezultat nefavorabil în cadrul asigurărilor maritime, ca mai apoi, în secolul al XVIII-lea, să fie asociat unei teorii a probabilităților cu privire la jocurile de noroc (Mareș, 1996).

Riscul este definit în IDNDR (International Decade for Natural Disaster Reduction) ca fiind *“speranța matematică a pierderilor de vieți omenești, răniți, pagube materiale și atingeri aduse activităților economice în decursul unei perioade de referință și într-o regiune dată, pentru un anumit hazard.”* În funcție de această definiție riscul poate fi interpretat ca fiind nefericitul caz de expunere la un hazard a unui anumit sistem natural și antropic, iar măsurile de siguranță pe care și le impune să fie depășite de violența de manifestare a celui dintâi.

Riscul poate fi interpretat și ca un produs matematic, simplu, dintre hazard și vulnerabilitate:

$$R=H*V$$

Conform dicționarului de termeni editat de ONU și Secretariatul IDNDR (International Decade for Natural Disaster Reduction) în 1992, hazardul este „un eveniment amenințător sau probabilitatea de apariție, într-o anumită perioadă, a unui fenomen cu potențial distructiv”, iar vulnerabilitatea reprezintă ”gradul de pierderi (de la 0 la 100%) rezultate dintr-un fenomen cu potential distructiv”.

Stângă (2007) menționa despre posibilitatea unei reprezentări grafice, dar și matriciale a acestui produs, care să reprezinte dimensiunea pagubelor posibile în valori procentuale de la 1 la 100 (fig.2)

	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	100
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	90
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	80
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	70
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	50
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	40
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100

Figură 2 Matricea riscului și dimensiunea pagubelor posibile (Stângă, 2007)

Prin urmare, riscul există în funcție de mărimea hazardului (cutremur, alunecare de teren, inundație etc.), de elementele expuse la risc (populație, bunuri materiale, activități economice etc.) și de vulnerabilitatea lor, cuantificată prin gradul de expunere a omului și bunurilor în fața hazardelor (Bălțeanu, 2001).

În lucrarea de față, atenția noastră se va concentra asupra riscurilor naturale de ordin meteo-climatic (înghețul târziu de primăvară, înghețul timpuriu de toamnă, temperaturile ridicate din timpul verii, seceta, grindina etc.) și pedologic (textura solului, adâncimea apei freatice, reacția solului, prezența carbonaților în orizonturile superioare, conținutul în humus, elementele nutritive- N, P, K) care pot influența negativ culturile pomicole din arealul studiat.

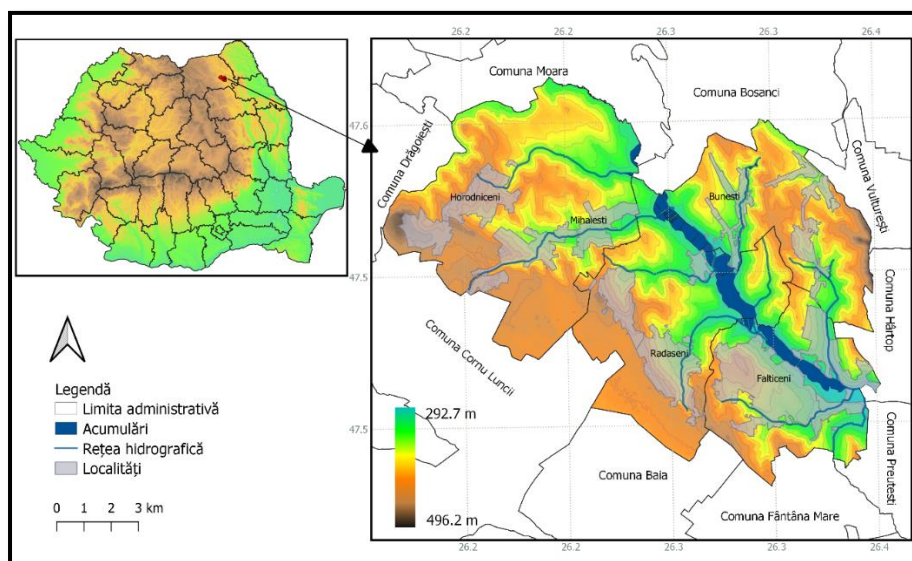
În ceea ce privește hazardul climatic, Bogdan (1999) îl definește ca fiind un fenomen climatic aleatoriu de mare amploare, care sugerează mai mult condițiile lui genetice întâmplătoare (în timp ce consecințele lui rămân de subînțeles), ceva ce pare de neexplicat și deci, greu de prevăzut (un taifun, uragan, ciclonii tropicali etc.).

În referințele bibliografice consultate este întâlnită o abordare unitară a proceselor de risc care au loc la suprafața scoarței terestre sub eticheta ”riscurilor pedo-geomorfologice”, ipoteză susținută de legătura dintre procesele geodinamice (geomorfologice) și procesele de degradare internă a solurilor (proprietățile fizico-chimice) (Rusu et al. 2008, Stângă, 2012; Niacșu, 2009).

1.2 Localizarea zonei de studiu

Teritoriul studiat face parte din unitatea ce poartă denumirea de Podișul Sucevei, fiind situat, mai exact, în compartimentul sudic al acestuia, Podișul Fălticeniilor. În cadrul acestui areal, teritoriul se poziționează în Podișul Șomuzurilor, în vecinătatea depresiunii sculpturale Liteni, dezvoltată în bazinul mijlociu și superior al Șomuzului Mare. Podișul Șomuzurilor este o subunitate geografică extinsă între culoarele de vale ale Siretului și

Moldovei, traversată de la vest la est de arterele hidrografice ale Șomuzului Mare și Șomuzului Mic (Băcăuanu, 1980) (fig. 3).



Figură 3 Localizarea zonei de studiu

Arealul mai sus menționat are o recunoaștere la nivel național prin prisma faptului că și-a căpătat un renume aparte ca urmare a îndeletnicirii oamenilor în domeniul pomiculturii și a negustoriei cu fructe. Acest lucru a condus la apariția sintagmei „mere de Rădășeni”, care a persistat în timp, până în zilele noastre, plantațiile de măr fiind cele mai numeroase și reprezentative în acest areal.

2. Metodologia de lucru

Elaborarea acestei lucrări a presupus parcurgerea a 4 etape de lucru principale în care sunt precizate metodologiile specifice de lucru și modalitățile de realizare a bazei de date.

2.1 Etapa preliminară a constat în căutarea, alegerea și parcurgerea surselor bibliografice ce tratează domeniile abordate în această lucrare (noțiuni de geografie fizică, noțiuni de pomicultură), în elaborarea unei scheme de lucru, dar și în obținerea unei baze de date.

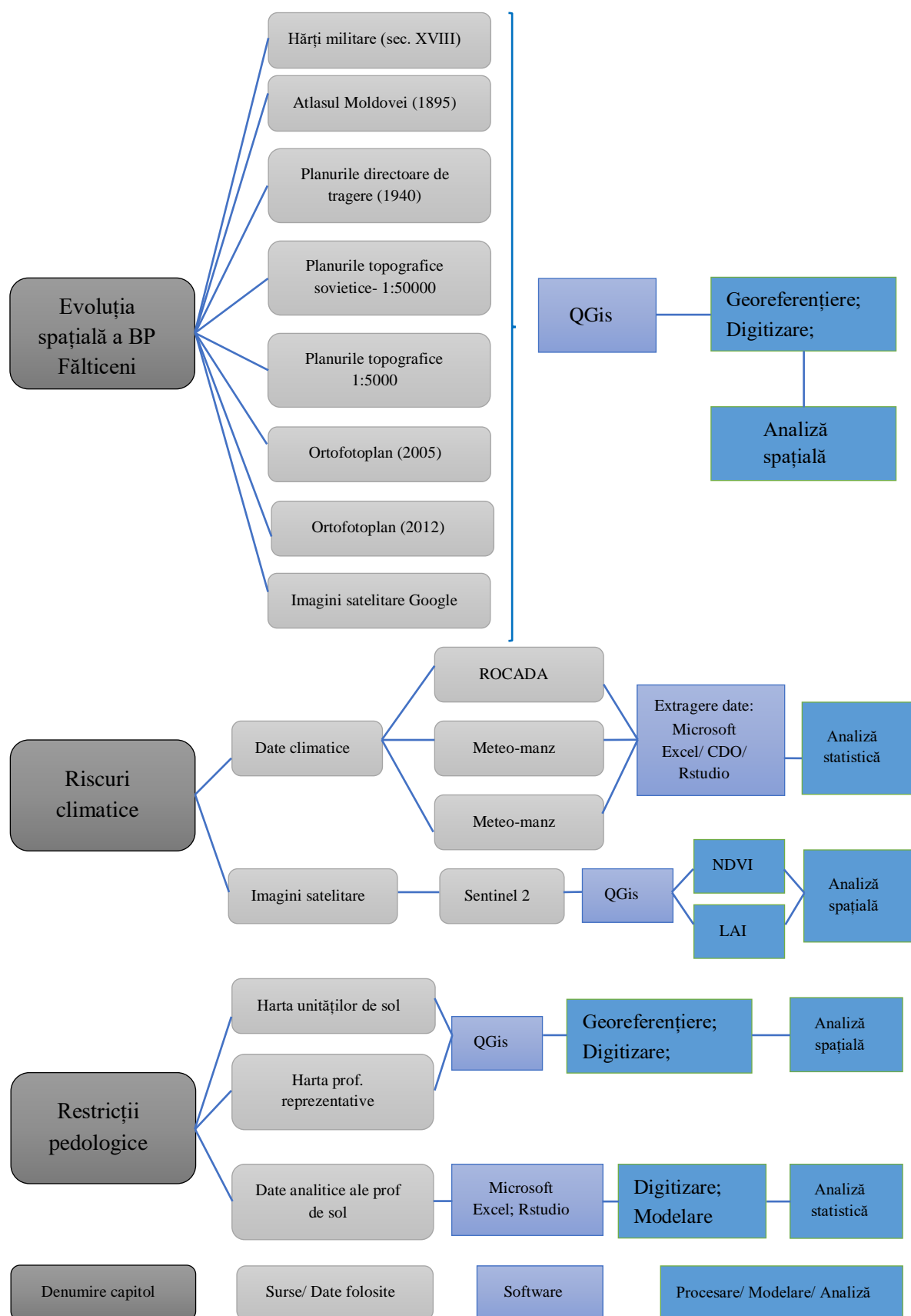
2.2 Etapa de teren a presupus o serie de ieșiri în teren care să vizeze 3 aspecte principale:

- Colectarea de informații cu privire la evoluția bazinului pomicol Fălticeni din a 2-a jumătate a secolului XX care a presupus întâlniri cu ingineri care au activat ca membri ai Stațiunii de cercetare și producție pomicolă Fălticeni, sau care au administrat ferme pomicole în perioada comunistă;
- Validarea prezenței, absenței sau a stării în care se află livezile din zona de studiu. Această acțiune a avut loc în mai multe etape în 2018 și 2019;
- Colectarea informațiilor cu privire la evenimentele meteorologice extreme care s-au concretizat în fenomene de risc.

2.3 Etapa de procesare a datelor a presupus analiza și prelucrarea datelor și ca perioadă de timp s-a suprapus și peste etapa de teren.

2.4 Etapa de birou a presupus realizarea hărților tematice, a reprezentărilor grafice tematice și redactarea lucrării finale.

În ilustrațiile mai jos este prezentat într-o manieră succintă fluxul de lucru pentru capitolele de referință ale acestui studiu



3. Condițiile fizico-geografice ale bazinului pomicol Fălticeni

3.1 Considerații geologice

Din punct de vedere structural și litologic, regiunea din care face parte bazinul pomicol Fălticeni reprezintă un sector al Platformei Moldovenești, situat în partea nord-vestică a acesteia (prin Platforma Moldovenească se înțelege sectorul care revine teritoriului românesc din Platforma Europei Orientale).

În arealul peste care se suprapune bazinul pomicol Fălticeni află pe cea mai mare suprafață din teritoriu formațiuni aparținând Volhinianului, ce se remarcă din punct de vedere litologic, în cea mai mare parte din argile, argile nisipoase și nisipuri în care apar câteva nivele de gresii calcaroase și calcare oolitice (Ionesi, 1964). Aferent Cuaternarului identificăm depozitele de terasă de vârstă Pleistocen Superior, localizate în regiunea vestică și sud-vestică, înspre culoarul râului Moldova

3.2 Relieful

Tipic regiunii Platformei Moldovenești, relieful este în concordanță cu structura geologică de monoclin, iar valea Șomuzului Mare este o vale ușor piezișă, local consecventă ce se caracterizează printr-o relativă monotonie a versantului drept, cel mai adesea afectat doar de eroziunea în suprafață, pe când versantul stâng, mai neuniform, poate prezenta atât alunecări de teren cât și ravenări în diverse stadii, pe lângă eroziunea în suprafață.

3.2.1 Morfografia

Din punct de vedere morfografic, zona de studiu este caracterizată de prezența predominantă a reversurilor de cuestă ce au o orientare predominant sudică și estică, cu extinderi variabile în funcție de prezența celorlalte văi din teritoriu. Prezența văilor subsecvente tributare Șomuzului Mare dinspre vest și est au dus la conturarea unui relief asimetric, cu formarea unor frunți de cuestă pe partea dreaptă a afluenților de dreapta și pe partea stângă a afluenților de stânga (asimetrie de ordinul II). Aceste frunți de cuestă sunt afectate cu precădere de procese geomorfologice de tipul alunecărilor de teren (fig. 4)



Figură 4 Vedere asupra versantului drept al Pârâului Lămășeni în dreptul Dealului Frăsinelu

3.2.2 Morfometria

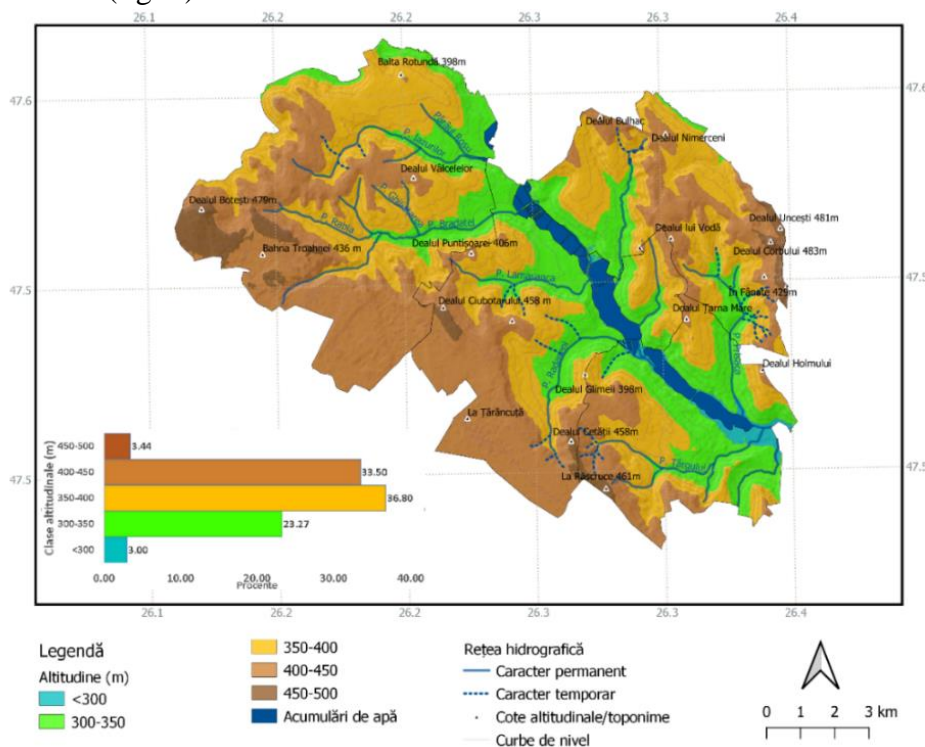
Tratarea indicatorilor morfometrici s-a realizat pe baza modelului digital al elevației de pe care s-au putut extrage o serie de informații cantitative care permit trasarea unor particularități ale factorilor ecologici ce influențează cultura pomilor.

3.2.2.1 Hipsometria

Din punct de vedere hipsometric se remarcă o creștere în altitudinea zonei de studiu din partea centrală, de pe valea Șomuzului Mare, spre est, spre interfluviul ce face legătura cu Șomuzul Mic și spre vest, spre interfluviul dintre bazinul Șomuzului Mare și valea râului

Moldova, evidențiindu-se o altitudine de aproximativ 300 de m pe valea principală a zonei de interes (Șomuzul Mare) și depășind 400 de m pe interfluviile din estul și vestul văii.

Din acest punct de vedere, teritoriul studiat este extrem de favorabil pentru plantațiile pomicole, îndeosebi ecartul altitudinal cuprins între 300 și 450m, mai ales la nivelul reversurilor de cuestă, dar și pe frunțile de cuestă unde cel mai adesea s-au realizat ample lucrări de terasare (fig. 5).

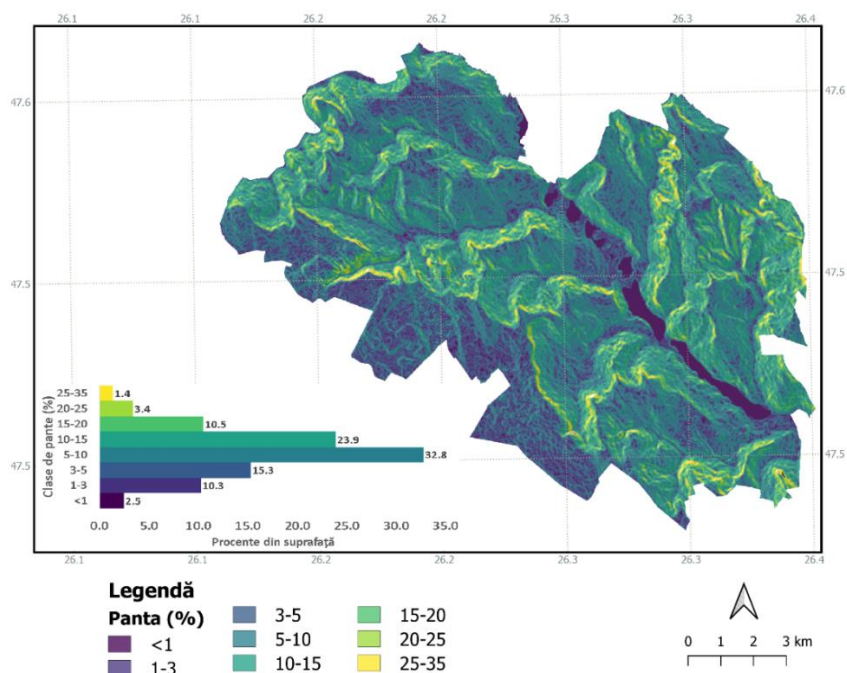


Figură 5 *Harta hipsometrică a bazinului pomicol Fălțiceni*

3.2.2.2 Pantele (declivitatea)

Înclinarea terenurilor prezintă un rol deosebit atât prin particularitățile de ordin topoclimatic, cât și prin faptul că influențează în mod hotărâtor procesele de eroziune la nivelul versanților, punând adesea restricții în ceea ce privește modul de utilizare a terenurilor, cele cu o declivitate ridicată fiind destinate pășunatului sau pentru fânează.

Din punct de vedere al favorabilității pentru pomicultură se remarcă clasele intermediare (5-10%, 10-15% și 15-20%), în timp ce plantațiile mai noi s-au extins și pe pante mai mici (3-5% și chiar 1-3%), iar cele vechi sunt poziționate mai ales pe clasele mai mari de pantă, însă și în funcție de expoziție (fig. 6).

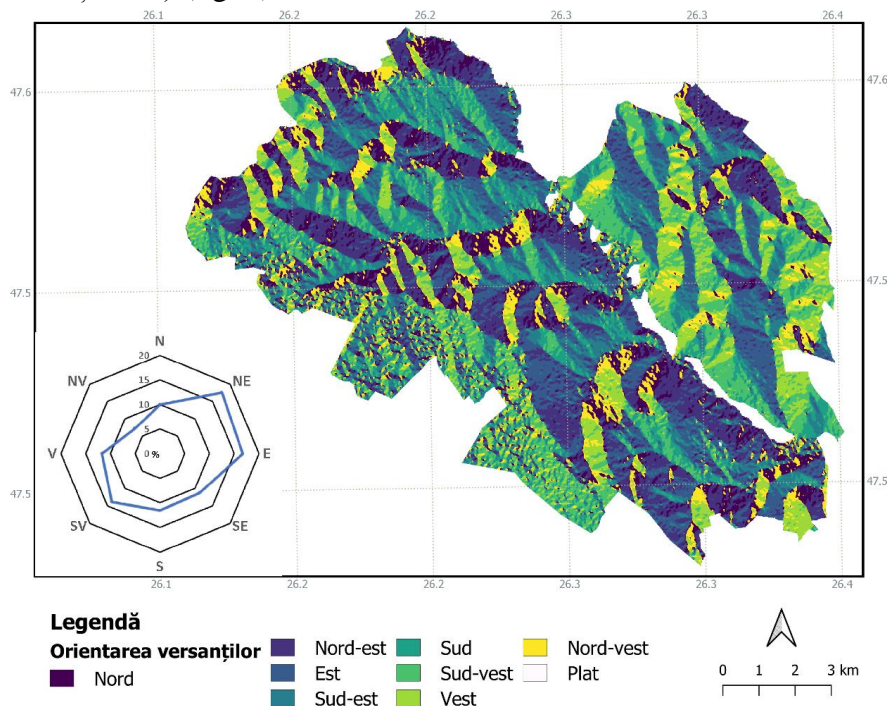


Figură 6 *Harta pantelor pentru bazinul pomicol Fălticeni*

3.2.2.3 Orientarea versanților

Importanța cunoașterii orientării versanților în domeniul pomiculturii (și nu numai) este susținută de faptul că această caracteristică a terenurilor influențează microclimatul, atât prin gradul diferit de captare a radiației solare, cât și prin faptul că o parte din versanți pot fi expuși maselor de aer reci, brumelor, înghețurilor etc.

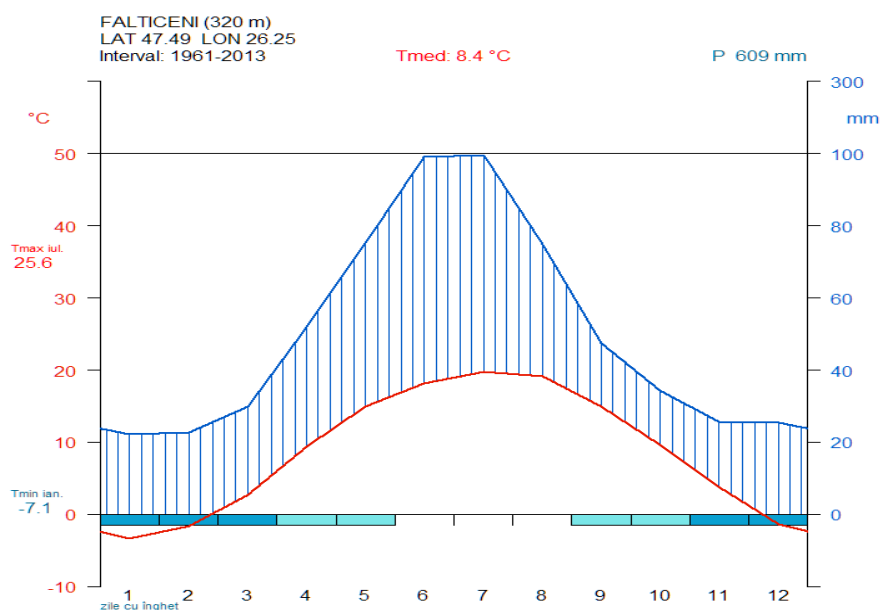
Valorile expoziției versanților justifică existența asimetriilor de relief de ordinul I și II, favorizând practicarea pomiculturii, expozițiile nord-vestică și vestică având cele mai mici ponderi (între 7,5 și 10%) (fig. 7).



Figură 7 *Orientarea versanților în bazinul pomicol Fălticeni*

3.3 Condiții climatice de ansamblu

Zona beneficiază de condiții climatice relativ omogene impuse de dispunerea altimetrică redusă a acesteia. Întreg teritoriul este reprezentat de datele de la stația meteorologică Fălticeni (320m). Pe baza acestora menționăm că temperatura medie multianuală este de 8,4° C, iar temperatura medie a minimelor multianuale este de -7,1 °C, pe când media maximelor multianuale este de 25,6°C. Precipitațiile medii multianuale (1961-2013) la stația din Fălticeni sunt de 609 mm, iar conform informațiilor din setul de date ROCADA perioadele cele mai bogate în precipitații sunt specifice în lunile iunie-iulie, iar perioadele cu precipitații reduse sunt caracteristice lunilor de iarnă (fig. 8). În general, condițiile climatice de pe teritoriul zonei studiate îndeplinesc cerințele culturilor pomicole întâlnite în acest areal, însă sunt identificate și fenomene meteorologice extreme ce pot influența negativ dezvoltarea pomilor sau producția de fructe.

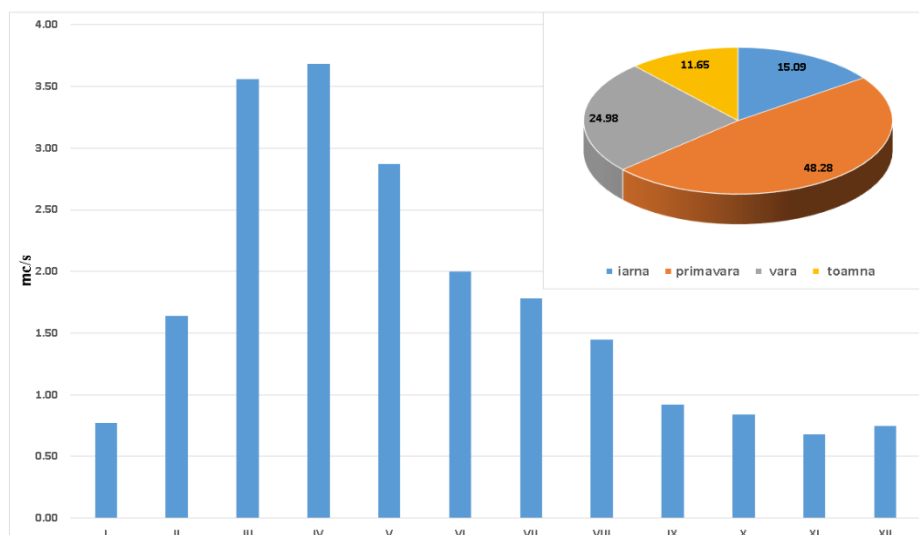


Figură 8 Climograma Walter-Lieth

3.4 Hidrografia

3.4.1 Apele de suprafață

Pentru colectorul principal al zonei studiate (Șomuzul Mare), curgerea medie multianuală diferă de la o lună la alta, valorile cele mai mari fiind înregistrate în lunile martie, aprilie și mai, iar cele mai scăzute în lunile noiembrie, decembrie și ianuarie. Pe anotimpuri, remarcăm contribuția diferită la volumul anual al scurgerii, primăvara având ponderea cea mai mare (48,28%), fiind urmată apoi de vară (24,98%), iarnă (15,09%) , iar cea mai mică pondere aparține anotimpului toamna (11,65%). Valoarea medie anuală a debitelor lichide este de 1,75 mc/s (fig. 9).



Figură 9 *Debitele medii lunare multianuale și ponderea procentuală anotimpuală (1950-2018), sursa: Administrația Bazinală pentru apa Siret-Bacau*

3.4.2 Apele subterane

Apele freatice din zona studiată sunt poziționate la adâncimi diverse în funcție de forma de relief pe care se găsesc. Pe culmile deluroase largi se regăsesc la adâncimi cuprinse între 5 și 10m. Pe versanți adâncimea variază între 3 și 7 metri, iar pe fundul văilor prezența apelor poate fi întâlnită și la adâncimi mai mici de 1 m. Foarte rar, nivelele hidrostatice afectează baza profilelor de sol prin apariția proceselor de gleizare (nivelele hidrostatice de la adâncimi de 1-2m).

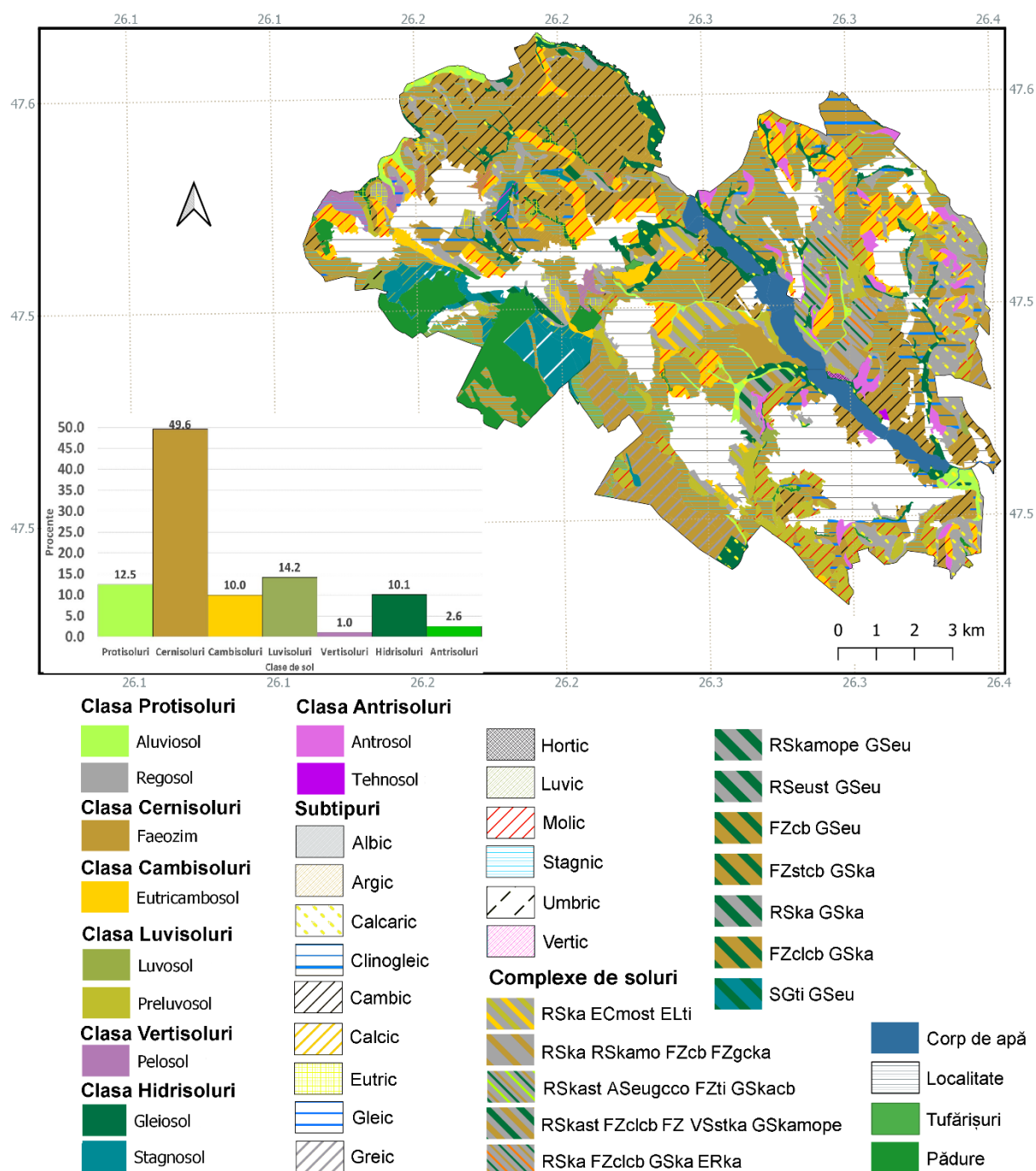
3.5 Îvelișul de soluri

În lucrarea de față o abordare mai în detaliu va trebui realizată asupra învelișului de soluri deoarece, prin proprietățile sale fizico-chimice, solul constituie principalul factor ecopomologic ce poate influența cultura mărului, în situația în care condițiile climatice sunt asigurate.

3.5.1 Distribuția spațială a solurilor

În arealul studiat, distribuția spațială a solurilor este rezultatul manifestării pe o perioadă lungă de timp a factorilor externi (relief, climă, vegetație) suprapus peste contextul litologic existent. Spre exemplu, pe versanții puternic înclinați, procesul de solificare este îngreunat sau chiar oprit de procesele gravitaționale precum eroziunea de suprafață sau în adâncime. Sub acest tipar identificăm regosolurile care sunt caracterizate ca fiind într-un stadiu incipient de evoluție. Pe de altă parte, pe culmile cu aspect de platou sau chiar și pe versanții cu o declivitate redusă procesul de formare a solurilor cunoaște o dezvoltare continuă, rezultând soluri evolute cum sunt faeoziomurile, reprezentative pentru zona tratată în cadrul acestui studiu.

Din perspectiva varietății unităților de sol, se remarcă în zona bazinului pomicol Fălticeni 11 tipuri de sol, distribuite în șapte clase (fig. 10)



Figură 10 Harta solurilor pentru bazinul pomicol Fălticeni (Sursa: OJSPA Suceava)

4. Evoluția spațială a bazinului pomicol Fălticeni

În acest capitol se urmărește dinamica suprafețelor cu livezi de pe teritoriul zonei de studiu, pe baza informațiilor întâlnite în literatură, fie pe baza unei suite de surse cartografice.

Studiul acesta se bazează pe o serie de atestări documentare legate de prezența livezilor în arealul studiat și pe o serie de materiale cartografice. Scara sau gradul de detaliu al hărților avute la dispoziție a determinat ca abordarea noastră asupra zonelor cu pomi fructiferi să se dezvolte în două direcții, una descriptivă și cealaltă cantitativă.

Cu toate că prezența livezilor este menționată în diverse documente încă din perioada secolelor XV -XVIII, din păcate, singurul material cartografic de care am dispus și se apropie cronologic de acea perioadă este reprezentat de hărțile Imperiului Austro-Ungar realizate în

secolul XVIII, între 1788-1790. De pe aceste materiale nu se poate evidenția o suprafață bine delimitată a livezilor, întrucât acestea nu au fost cartate pe acest set de materiale.

Din bibliografia consultată pentru secolul al XIX-lea, informațiile cu privire la livezile din zona de studiu sunt numeroase și cu un grad de detaliere satisfăcător. Astfel, Niculaiasa (1975) citează două documente, din care unul din 1803 spune că „răzeșii din Lămășeni se îndeletnicesc din vechime cu neguătoria de fructe, mere, pere, cireșe, vișine”. În planul orașului Fălticeni din 1850 se atestă existența a 22 livezi (printre care și a lui Iftimie Stamate „de 13 fălci, 21 de prăjini, 35 stânjeni”, circa 19 ha din vatra satului Fălticeni Vechi) (Costăchescu, 1941). Nicu Gane (1838-1916), care a fost președinte al Academiei Române, citat de V. Costăchescu în volumul „Zile trăite”, relatează următoarele despre Fălticeni: *”Cele mai întinse livezi de pomi sunt în partea de apus a orașului... din vârful dealului și se deschide o panoramă imensă, de o frumusețe rară parcă ar fi un decor de teatru , anume făcut să-ți farmece vederea. În toată Țara Românească nu cred că se va găsi o priveliște mai minunată ca aceea din împrejurimile Fălticeniilor.”*

Am încercat să confruntăm informațiile din atestările documentare cu informații din materialul cartografic pe care l-am avut la dispoziție și care să corespundă perioadei respective, Atlasul Moldovei (cu planșele ce ne interesează realizate în 1895), însă nu am remarcat suprafețe clare care să fie asociate livezilor. Conform mențiunilor de mai sus, ar trebui să se observe în Fălticeni Vechi areale cu plantații de pomi, însă nu se poate deduce o situație concretă de pe aceste materiale (fig. 11).



Figură 11 Harta topografică din Atlasul Moldovei (1895)

4.1 Bazinul pomicol Fălticeni în secolul XX

Din istoria orașului Fălticeni (Costăchescu, 1941) aflăm că pepiniera de pomi denumită Rădășeni a luat ființă în anul 1908/1909 pe un teren al d-lui învățător pensionar V. Lovinescu, cu care statul a convenit pe un termen de 10 ani (lăsându-i terenul plantat). Luând în considerare și alte documente (Acțiunea pomicolă, 1937) trebuie să menționăm că în perioada 1908-1910/11 a funcționat ca pepinieră particulară și apoi ca pepinieră de stat. Din constatăările noastre a rezultat că pepiniera s-a înființat în groapa Rădășeni, la circa 3-4 km de Fălticeni, spre nord.

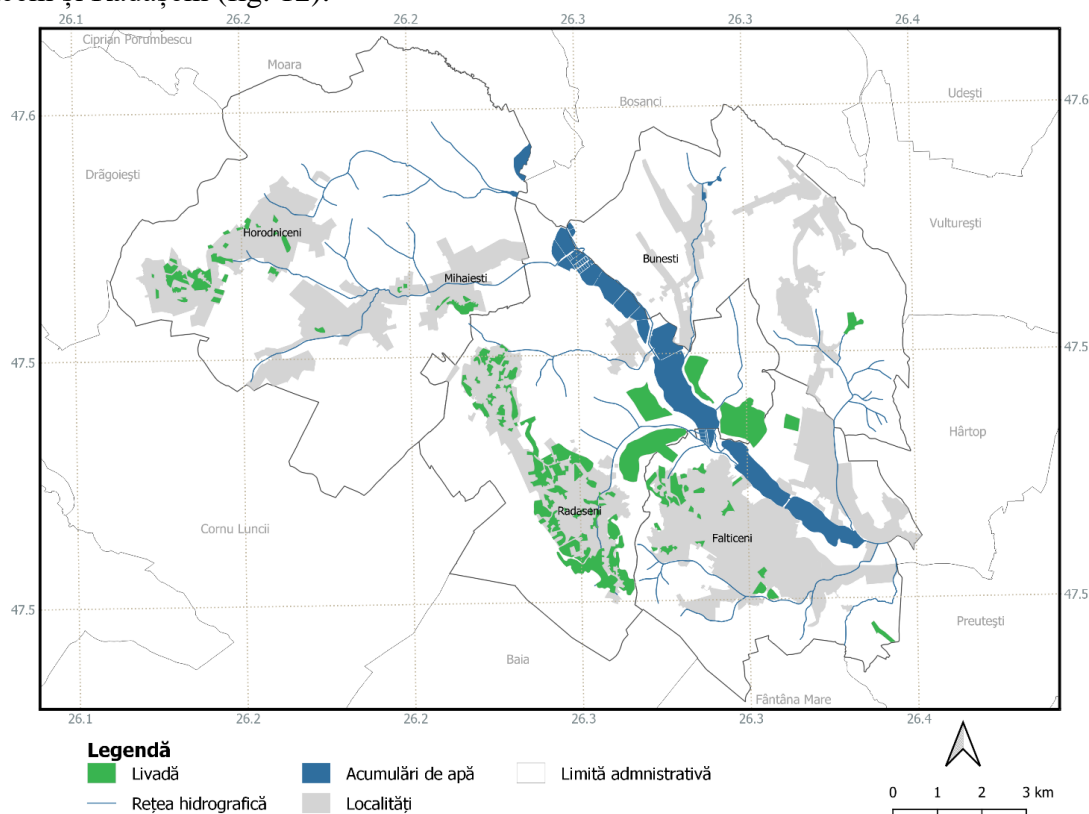
În perioada 1920-1939 pepiniera a lucrat pe principiul autofinanțării. Sub influența pozitivă a pepinierii de stat Rădășeni-Fălticeni și a celei a lui V. Lovinescu din Groapa Rădășeni (după mutarea la Fălticeni a pepinierii de stat, a devenit particulară), cât și a amplificării cererii de material săditor pomicol, în perioada anilor 1922-1935 s-au mai instituit opt pepiniere, dintre care mai importante erau două: una a ing. agr. Gh. C. Năstase, din Fălticeni (peste Șomuz), intitulată de proprietar și alta a lui C. Mercore, la Pocoleni- Rădășeni, contribuind la dezvoltarea pomiculturii bazinului și a zonei (Acțiunea pomicolă, 1937).

În perioada anilor 1942 și 1950 ca urmare a celui de-al II-lea Război Mondial, nu s-au mai înființat noi plantații, fiind afectate și activitățile pomicole din acele timpuri. „...Acum, când apar din nou zorile liniștei și toți românii se întorc la bunurile părăsite, găsim necesar să le transmitem sfaturile și încurajările noastre, cu îndemnul să-și îngrijească pomii mai mult prin propriile mijloace, căci statul și organele agricole nu dovedesc să acopere alte nevoi mai importante, cum sunt însămânțările de toamnă rămase în urmă din cauza războiului” (Revista Acțiunea Pomicolă, mai- decembrie, 1944).

Pentru prima jumătate a secolului XX, o bază cartografică la o scară foarte bună este reprezentată de către planurile directe de tragere din 1940, realizate la o scară de 1:20000, însă de pe care livezile nu pot fi evidențiate, întrucât acestea nu au fost desenate pe planșele de interes pentru noi, decât în zona Fălticeni Vechi și Buciumeni.

Cu toate că sunt la o scară mai generală, mai folosite au fost hărțile topografice sovietice 1:50000. Deși au fost finalizate la începutul anilor 1960, datele de pe ele ar putea fi corelate cu perioada 1950- 1960, având la baza planurile directe de tragere.

Din aceste materiale se poate observa expansiunea suprafețelor cu livadă din zona noastră de studiu, care arată că cele mai mari schimbări au avut loc doar în Fălticeni și Comuna Rădășeni, putând fi identificate de pe materialul de față și corpuri compacte de livadă de dimensiuni mai mari. Suprafața totală peste care se regăsesc plantații cu pomi, conform hărților topografice 1:50000, este de 679,3 ha. Pentru această perioadă în comunele Horodniceni și Bunești nu sunt semnalate înființări de noi livezi, dovedind prin aceasta că nucleul de la care a avut să pornească în anii următori bazinul pomicol Fălticeni a fost în Fălticeni și Rădășeni (fig. 12).

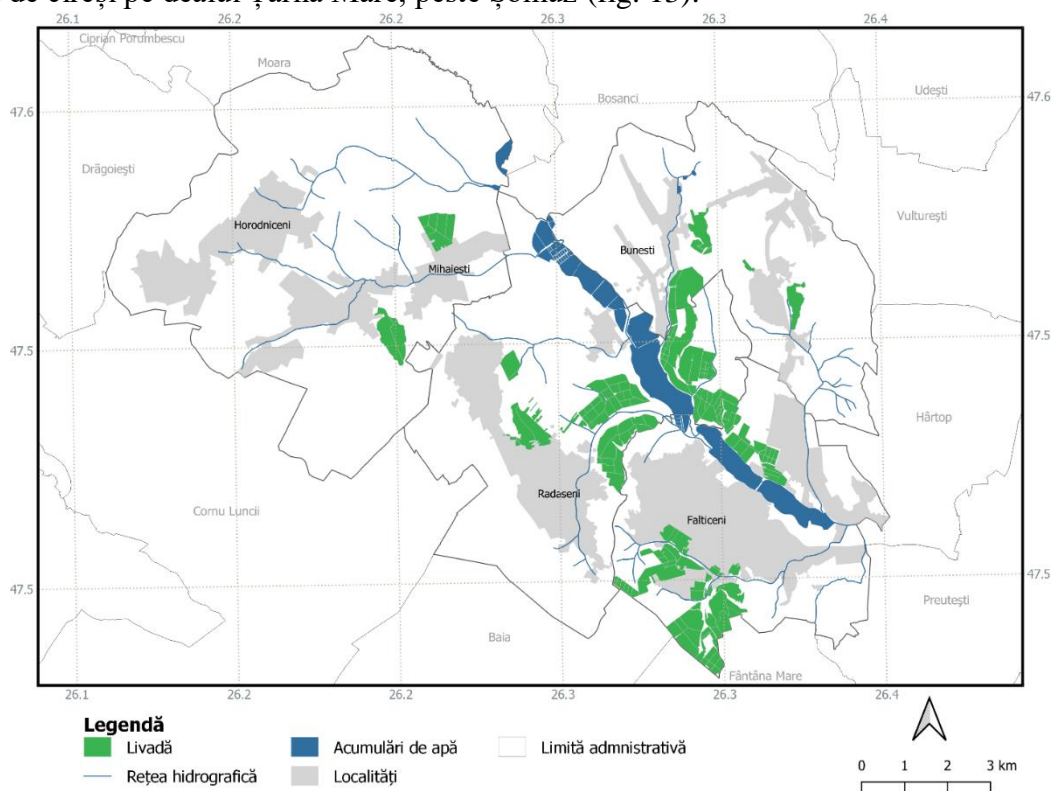


Figură 12 Harta livezilor 1960 (de pe hărțile topografice sovietice 1:50000)

4.2 Evoluția spațială a livezilor în a doua jumătate a secolului XX și începutul secolului XXI

În demersul evidențierii modului de evoluție al suprafețelor cu livezi pentru perioadele mai recente am avut în vedere analiza a patru materiale cartografice ce au pus la dispoziție detalii care ne-au permis să facem constatări și de natură cantitativă, și nu doar descriptivă. Materialele folosite au constatat în: hărțile topografice cu scara 1:5000, ortofotoplanurile cu informații din teren aferente anilor 2005 și 2012 și imaginile satelitare Google, care pentru zona noastră au rezultat dintr-un mozaic de scene din anii 2018 și 2019.

Astfel, pentru perioada colectivizării, ca sursă cartografică, am folosit hărțile topografice 1:5000, cu informații din teren din 1981. Comparând rezultatul obținut cu datele din 1960 (hărțile sovietice, scara 1:50000) se face remarcată apariția unor suprafețe cu livezi compacte, de mari dimensiuni nu doar în Fălticeni și comuna Rădășeni, dar și în comunele Horodniceni și Bunești. De altfel, în acea perioadă au fost înființate ferme pomicole nu doar în teritoriul studiat de noi, dar și în proximitatea acestuia, în comunele Preutești și Hârtop. Pe baza acestor s-a putut estima (cu aproximație) hărți că în arealul studiat suprafața totală cu livezi (s-au luat în calcul doar livezile de mari dimensiuni și am exclus livezile din intravilan) ar fi ajuns la 1156,1 ha. Cea mai mare suprafață cu plantații de pomi aparținea comunei Rădășeni (528,32 ha), urmată de municipiul Fălticeni (365,9 ha), comuna Bunești (158,78 ha) și comuna Horodniceni (102,8 ha), cele mai multe dintre ele fiind livezi de meri și pruni și o livadă de cireși pe dealul Țarna Mare, peste Șomuz (fig. 13).

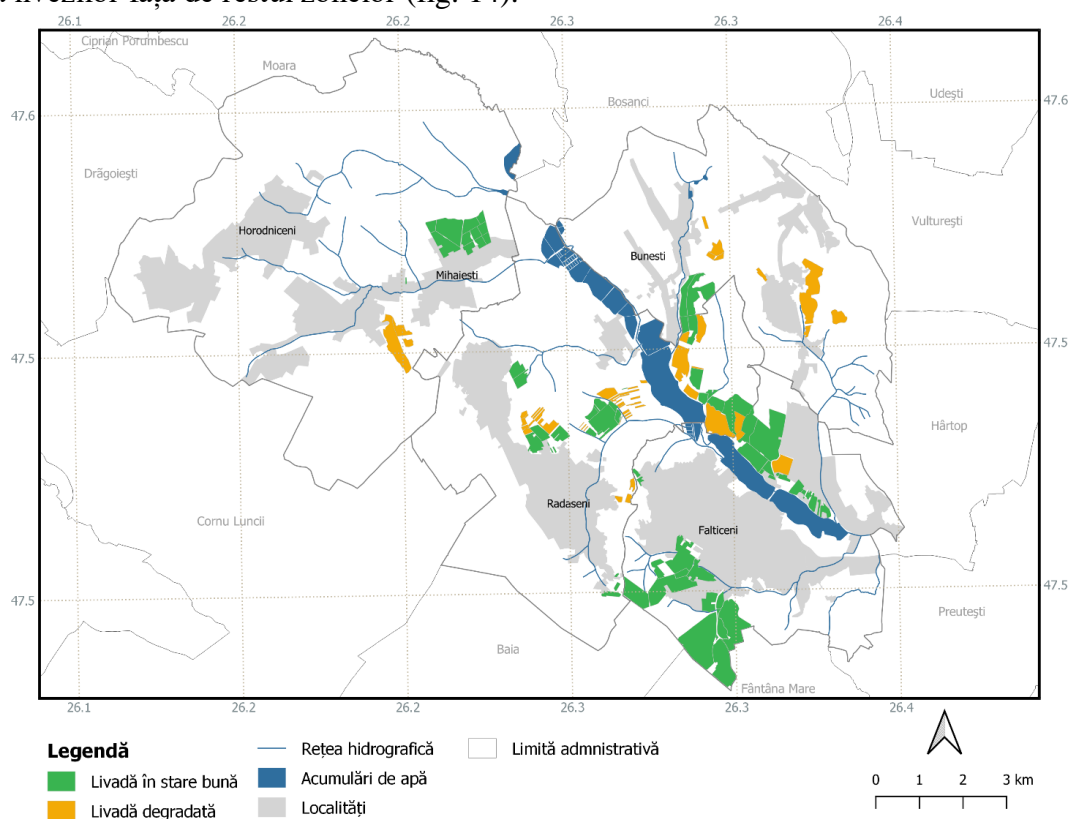


Figură 13 *Harta livezilor 1981 (de pe hărți topografice 1:5000, 1981)*

Cel de-al doilea material folosit este un ortofotoplan obținut în urma unui zbor realizat în anul 2005, sursă care a oferit informații foarte detaliate atât despre suprafața ocupată cu livezi, dar și despre modul în care au evoluat acestea în contextual schimbării regimului politic și în urma adoptării Legii fondului funciar nr.18/1991.

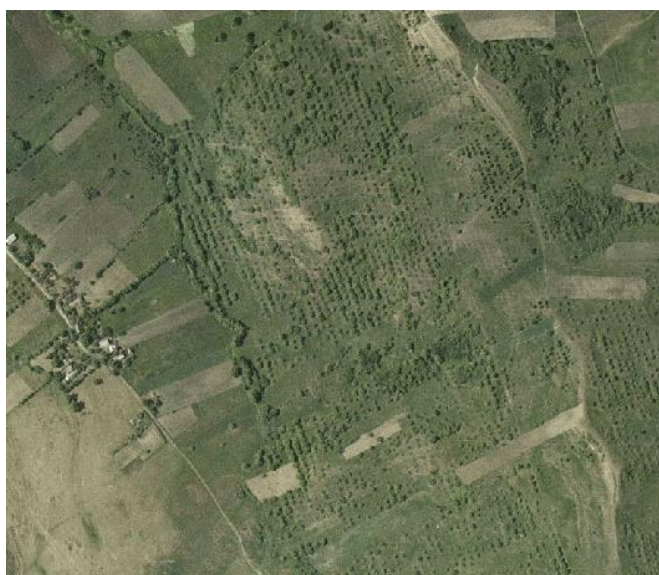
În anul 2005 cele mai întinse suprafețe cu livezi aparțin municipiului Fălticeni (437,2 ha), mai apoi comuna Rădășeni cu 301,3 ha, comuna Horodniceni cu 134,5 ha și comuna

Bunești cu 112,4 ha. Menținerea suprafețelor cu livadă din Fălticeni s-a datorat și faptului că o bună parte din aceste plantații au aparținut Stațiunii de cercetare și dezvoltare pomicolă Fălticeni, instituție cu structură și organizare coerente, care a conservat mai bine suprafețele și starea livezilor față de restul zonelor (fig. 14).



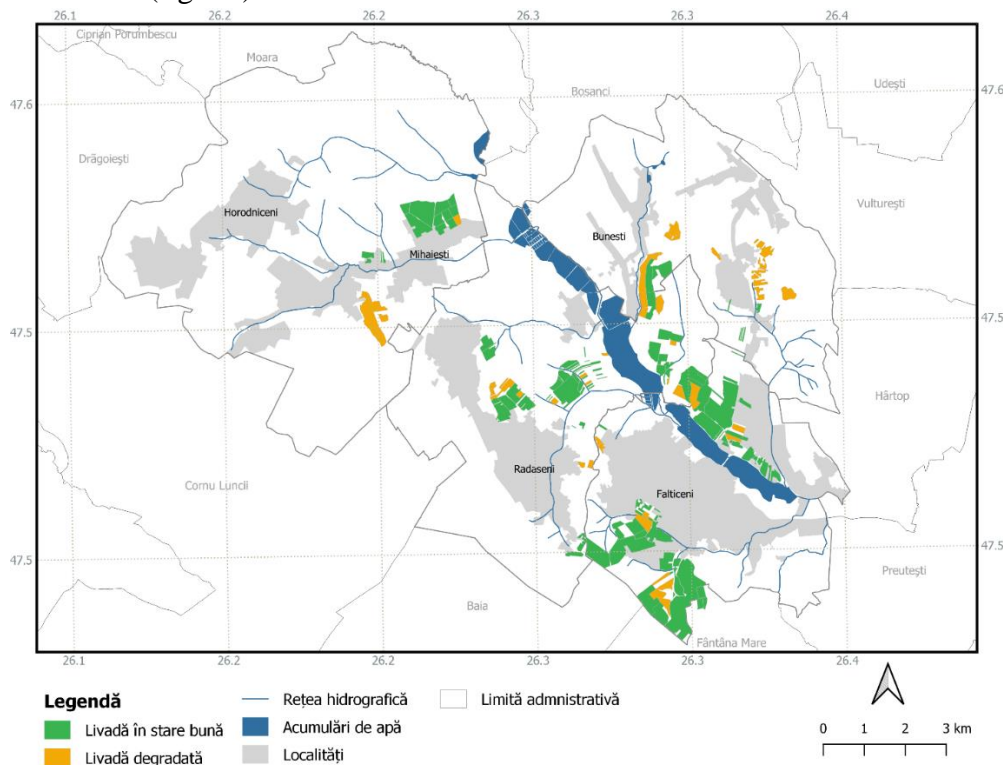
Figură 14 Harta livezilor 2005 (de pe ortofotoplan, 2005)

Imaginile mai recente, ortofotoplanurile și imaginile satelitare, au evidențiat câteva concluzii și asupra stării livezilor, evidențiindu-se trăsături diferite din perspectiva densității pomilor sau a organizării livezilor din zona țintă. Suprafața livezilor degradate digitizate de pe ortofotoplanurile din 2005 se regăsește pe 260 ha (aprox, 26%) dintr-un total de estimat la 990 ha (fig. 15).



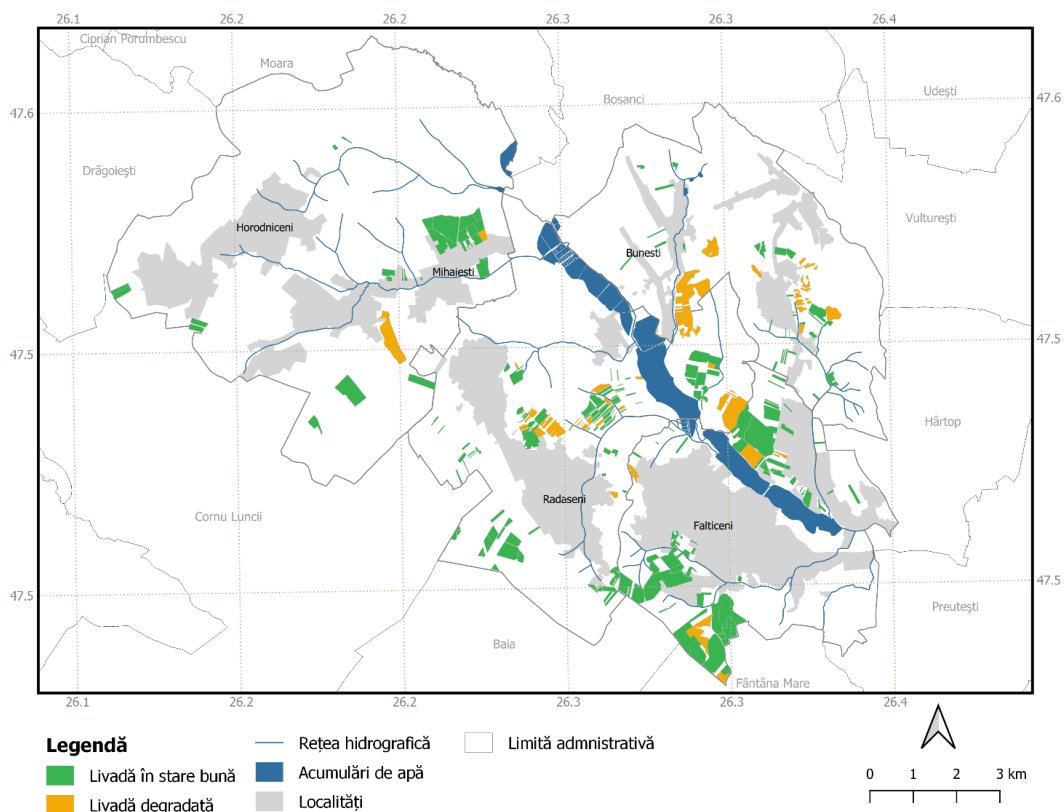
Figură 15 Livadă degradată în sud-vestul localității Mihăești

Situația din 2012 a suprafețelor cultivate cu pomi fructiferi urmează un trend descendent pentru toate unitățile administrative din zona de studiu, cu excepția comunei Horodniceni care înregistrează o creștere cu 6.7 ha, ajungând la 141,17 ha. De pe aceste imagini rezultă că în municipiul Fălțiceni se regăseau 434 ha de livadă, în Rădășeni 260,6 ha, iar în Bunești 95,2 ha. Livezile într-o stare degradată ocupau 214,2 ha dintr-un total de aproximativ 934 ha (fig. 16).



Figură 16 Harta livezilor 2012 (de pe ortofotoplan, 2012)

În perioada 2018-2019 plantațiile de pomi fructiferi ocupau o suprafață de 382 ha din teritoriul municipiului Fălțiceni, iar în comuna Rădășeni, livezile se regăseau pe 276,3 ha. În comuna Horodniceni livezile ocupă 194 ha, iar în comuna Bunești 129,1 ha. Cu excepția municipiului Fălțiceni, arealele cu livezi au înregistrat o creștere în ultima perioadă luată în considerare în fiecare UAT. Zonele cu livezi degradate ocupă o suprafață de aproximativ 240 ha dintr-un total de aproximativ 972 ha. Pentru această perioadă se remarcă apariția unui număr considerabil de livezi pe rama vestică a zonei de studiu, pe teritoriul comunei Rădășeni și Horodniceni, dar și pe teritoriul comunei Bunești din partea estică a zonei de studiu (fig. 17).



Figură 17 Harta livezilor 2018-2019 (de pe imagini satelitare Google)

Din punct de vedere al evoluției suprafețelor cu livezi din zona de studiu putem formula câteva constatări generale.

- Hartile militare austriece din secolul XVIII, ca prim material cartografic, nu indică informații despre prezența livezilor, iar de pe planșele Atlasului Moldovei (1895) nu se pot identifica suprafețe care să fie asociate cu livezi.
- Până în 1940, an de referință pentru Planurile directoare de tragere (1:20000), de pe care nu am putut identifica areale de interes, nu am putut trage decât niște concluzii cu caracter descriptiv și nu cantitativ, care, întărite de relatări bibliografice, susțin ipoteza cum că nucleul de la care a pornit acest bazin pomicol s-ar fi aflat pe teritoriul comunei Rădășeni.
- După înființarea Pepinierii de stat de către Vasile Lovinescu în 1909 și mai ales după ce în 1937 apare subsecția de pomicultură în cadrul ICAR, iar în arealul studiat ia ființă și Stațiunea experimentală pomicolă, apar suprafețe noi în Țarna Mare, pe lângă cele existente din Groapa Rădășenilor. Toate aceste schimbări se observă și pe hărțile sovietice 1:50000.
- Perioada celui de-al doilea Război Mondial pune mari probleme pomiculturii, iar mai apoi în perioada colectivizării se complică situația pomiculturii de la acea vreme, întrucât investițiile mari, dar fără succes, au fost făcute în livezi pe terenuri, în general, nepretabile.
- După 1965 a avut loc un „bum” în materie de livezi, apărând ferme pomicole și în comunele limitrofe, Moara, Preutești, Hârtop, abia în anii 70 ai sec. XX putându-se discuta despre termenul de bazin pomicol și nu centru pomicol.
- După 1991, în urma schimbării sistemelor de guvernare și implicit a unor legi specifice, suprafețe considerabile au fost retrocedate proprietarilor de drept care din lipsă de interes sau neștiință nu au executat lucrările specifice la timp, livezile degradându-se. În ultimii ani se constată un anumit reviriment cu apariția unor intravilane, reînnoirea unei părți din livezile vechi, alături de apariția unor noi sole, semn că pomicultura pare să capete din nou interes pentru populația din zonă și pentru potențiali investitori.

5. Particularități și riscuri climatice în bazinul pomicol Fălticeni

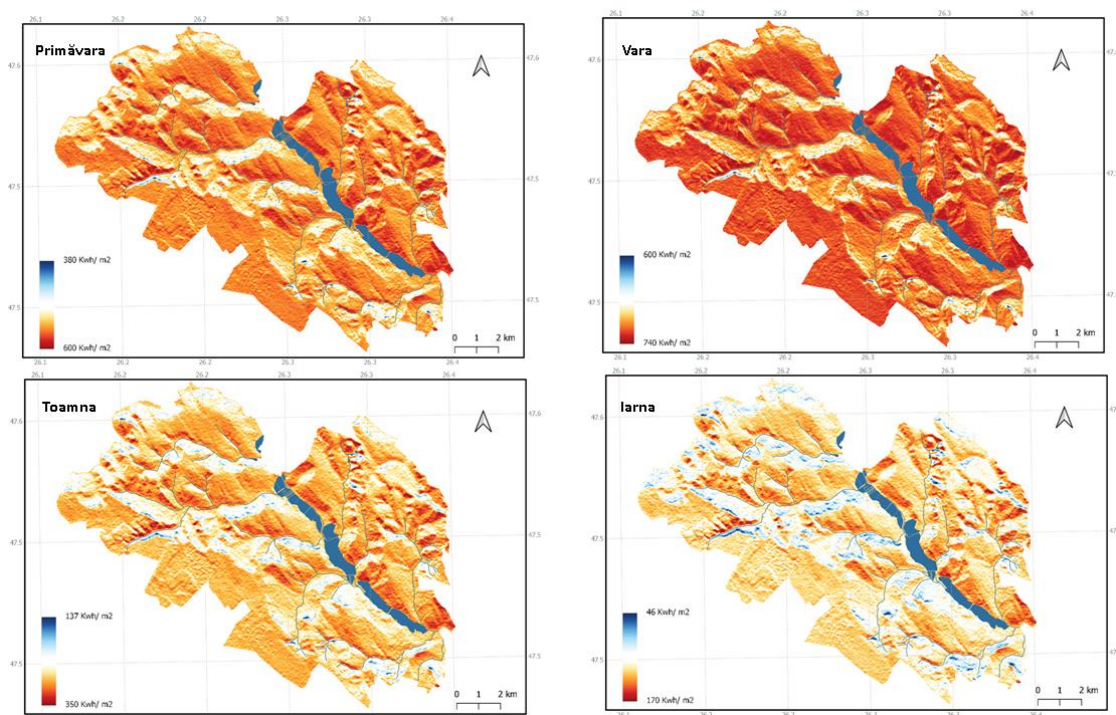
Din perspectiva condițiilor climatice, cultura mărului nu prezintă cerințe foarte mari, cu toate acestea, în contextul actualelor schimbări de natură climatică, o atenție sporită trebuie acordată acestui parametru. În același timp și anumite fenomene extreme precum grindinile, secetele sau înghețuri de primăvară pot provoca daune pomilor, organelor vegetative și implicit producției.

Pentru un studiu care să vizeze riscurile climatice care se manifestă asupra culturilor pomicole din zona Fălticeni a fost necesară aprofundarea cunoștințelor legate de pomicultură, mai exact de parcurgere a fenofazelor, de limite termice extreme ale pomilor și ale organelor vegetative. În lucrările din domeniul pomiculturii sunt menționați următorii factori ecopomologici: lumina, temperatura și apa, însă abordarea din studiul de față va fi una geografică, punctând factorii menționați într-o ordine și sub o organizare tipică domeniului de geografie fizică (radiația solară, durata de strălucire a soarelui, temperatura aerului, precipitațiile, regimul eolian).

5.1 Radiația solară

Pentru bazinul pomicol Fălticeni cele mai mici valori ale radiației solare globale sunt înregistrate iarna și sunt cuprinse între 46 și 170 kwh/m². Primăvara, radiația solară globală fluctuează între aproximativ 380 și 600 kwh/m². Toamna, mediile lunare ale radiației solare globale sunt cuprinse între 137 și 350 kwh/m², valorile fiind mai mici decât în cazul celui alt anotimp de tranziție. Valorile medii lunare cele mai ridicate sunt înregistrate vara (de regulă în lunile iunie și iulie) și sunt cuprinse între 600 și 740 kwh/m².

Pentru fiecare scenariu se poate observa rolul reliefului în distribuția spațială a radiației solare globale, cele mai scăzute valori fiind regăsite pe văile pâraielor din zona de studiu și pe versanții abrupti cu orientare nordică. Cele mai mari valori se observă ca aparținând versanților cu orientare sudică și platourilor din teritoriu (fig. 18).



Figură 18 Distribuția spațială a radiației globale pe anotimpuri

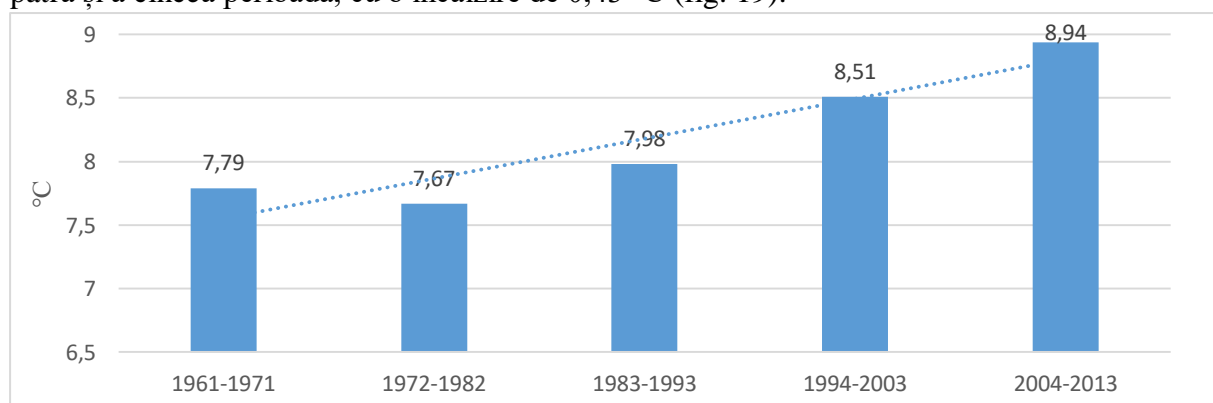
Insuficiența radiației solare poate avea o suită de efecte negative asupra procesului de diferențiere a mugurilor de rod, dar poate duce și la inhibarea procesului de maturare a fructelor, lucru care se reflectă și asupra calității acestora, însă în condițiile țării noastre acest aspect nu poate fi luat în calcul întrucât, în condițiile unui conținut normal de CO₂ în atmosferă, fotosinteza atinge pragul superior la 1/3 până la 1/2 din cantitatea de radiație totală (Istrate, 2007).

5.2 Temperatura aerului

Temperatura aerului, în contextul pomiculturii, are un rol important regăsindu-se ca fiind unul din principalii factori limitativi ce pot contura arealul pe care se poate desfășura cultura pomilor fructiferi.

Despre riscul climatic în pomicultură, în studii mai recente se menționează despre schimbări cu privire la evoluția fenologică a pomilor, despre o expunere mai accentuată la înghețul târziu de primăvară, despre fenomene de secetă mai intense, toate acestea conturate în contextul subiectului de actualitate legat de schimbările climatice.

Pe baza datelor climatice avute la dispoziție s-a încercat evidențierea sau urmărirea unor tendințe ale temperaturii (temperatura medie, temperatura minimă și temperatura maximă). Pentru a face acest lucru am împărțit șirul de date în intervale de timp aproximativ egale (3 intervale de 11 ani și 2 intervale de 10 ani) cu scopul de a urmări mai ușor șirul de date. În cazul analizei pe intervalele de timp menționate mai sus a temperaturii medii multianuale se observă o tendință de încălzire de aproximativ 1°C, cea mai accentuată treaptă fiind cea dintre al 3-lea și al 4-lea interval de timp, de aproximativ 0,53 °C, și mai apoi între a patra și a cincea perioadă, cu o încălzire de 0,43 °C (fig. 19).



Figură 19 *Evoluția temperaturilor medii multianuale (1961-2013)*

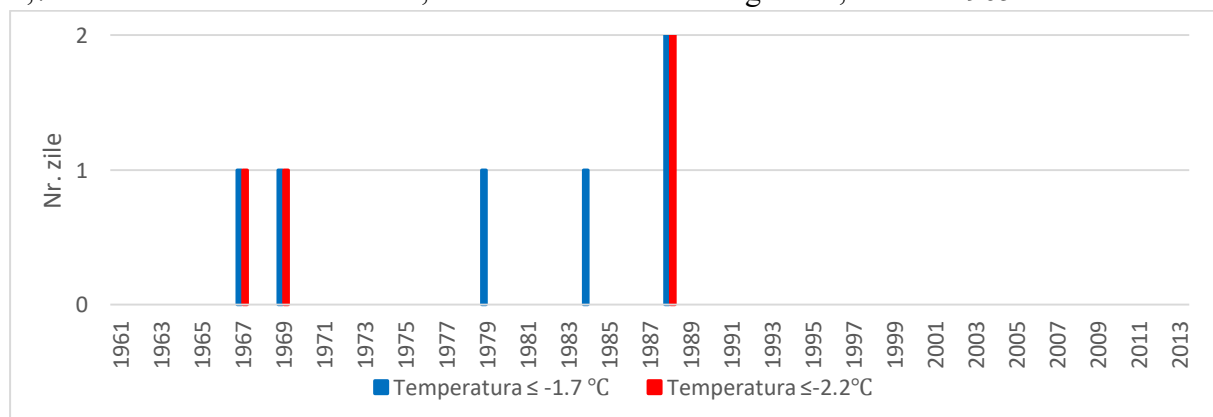
5.2.1 Înghețul târziu de primăvară

Din analiza temperaturii medii pe anotimpuri (în intervalele de timp mai sus menționate) rezultă că temperaturile medii din timpul primăverii înregistrează doar creșteri de la un interval de timp la altul, fapt ce nu este întâlnit și în cazul celorlalte anotimpuri.

Temperaturile mai ridicate din timpul primăverii pot induce o parcurgere mai alertă a fenofazelor, așadar o deschidere a florilor mai timpurie sau legarea fructelor mai timpurie. Acest lucru poate expune organele de rod ale pomilor unui îngheț târziu de primăvară. De regulă, deschiderea florilor pentru măr, în arealul studiat începe în jurul datei de 1 mai și în funcție de soi, această fază poate avea loc și mai târziu. Limita rezistenței la îngheț pentru faza de plină înflorire la măr este de -2,2°C, iar pentru faza de fructe tinere limita de îngheț la măr este de -1,7°C.

Pentru perioada 1961-2013, frecvența zilelor cu temperaturi mai mici sau egale cu -2,2°C sunt foarte reduse, regăsindu-se câte o zi pentru anii 1967 și 1969 și două zile pentru anul 1988. Frecvența temperaturilor mai mici sau egale cu -1,7°C este ușor mai ridicată decât

cea menționată anterior, identificând în plus câte o zi cu astfel de temperaturi în anii 1979 și 1984 (fig.20). Pentru prima decadă a lunii mai, frecvența unor minime termice mai mici de $-1,7^{\circ}\text{C}$ este una extrem de redusă, fiind întâlnit doar un singur caz, în anul 1965.

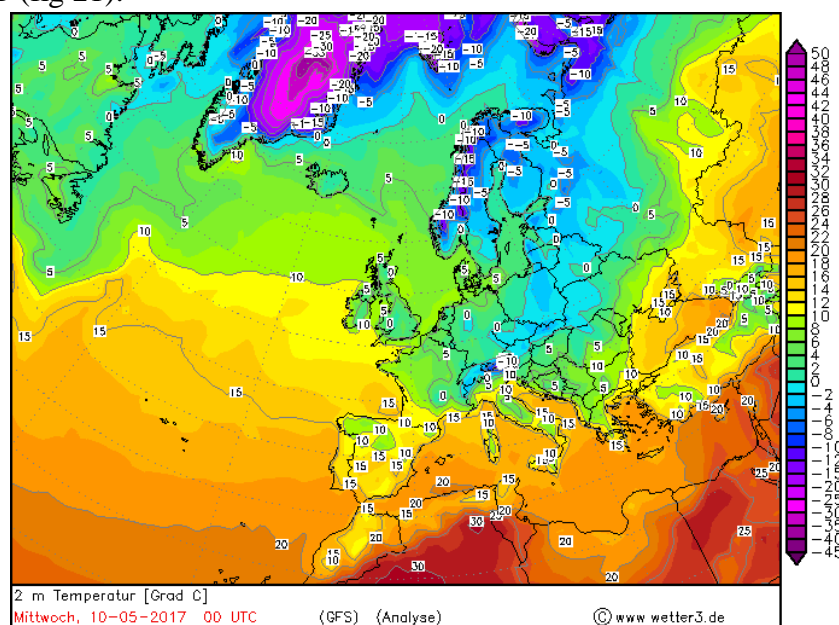


Figură 20 Frecvența zilelor cu temperaturi mai mici de $-2,2^{\circ}\text{C}$ și $-1,7^{\circ}\text{C}$ pentru a treia decadă a lunii aprilie

Pentru bazinul pomicol Fălticeni, prezența temperaturilor negative în a 3-a decadă a lunii aprilie are o probabilitate de a se produce de 49%, iar pentru luna mai, probabilitatea de producere a unui îngheț este de 20%. În a 2-a și a 3-a decadă a lunii mai, probabilitatea apariției unui îngheț este de 3%. Aceste înghețuri târzii de primăvară pun mai multe probleme livezilor situate pe valea Moldovei și speciilor de pomi cu cerințe mai mari față de temperatură.

5.2.1.1 Studiu de caz- 10-11 Mai 2017

Un astfel de eveniment a avut loc în noaptea dinspre 10 spre 11 mai 2017, când s-a înregistrat o temperatură estimată la -2 grade de către pomicultorii din zonă, la stația meteorologică Suceava s-a înregistrat o minimă de -1°C , iar la stația meteorologică Târgu Neamț, $-1,4^{\circ}\text{C}$ (fig 21).



Figură 21 Temperatura la 2m în Europa 10.05.2017

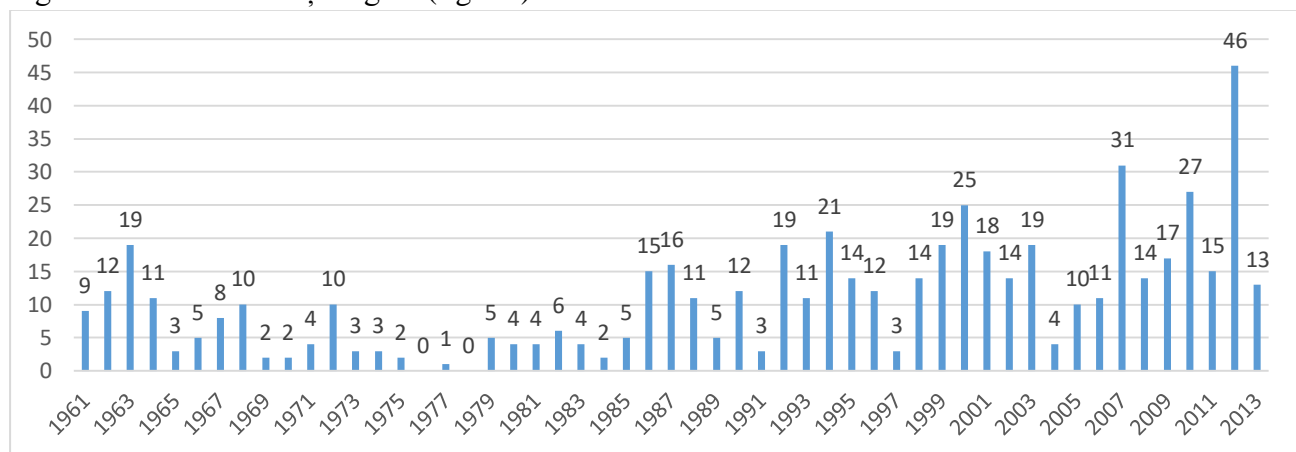
Christian Unterberger (2018) și Vitasse (2018) menționează despre înghețul târziu de primăvară din 2017 că a adus pagube producțiilor de mere din partea central și central-estică a

Europei, valul de frig generând pagube și pe teritoriul Austriei, Elveției și Germaniei, fenomen ce s-a reflectat asupra producției și implicit asupra prețului merelor la nivelul Uniunii Europene

5.2.2 Maximele termice

Procesul de fotosinteză se desfășoară în condiții optime la o temperatură de 10 – 19°C pentru măr; 18 – 25°C la cais, piersic, nuc (V. Balan și colab, 2001). Această creștere a temperaturii ne-a îndreptat atenția și asupra numărului de zile tropicale (zile în care s-au înregistrat temperaturi de peste 30°C), întrucât temperaturile excesive, de 35 – 40°C sunt nefavorabile pentru desfășurarea normală a funcțiilor vitale ale plantelor (Drobotă, 1996).

Astfel, în privința zilelor cu temperaturi mai ridicate de 30°C, pentru stația meteorologică Fălticeni, se remarcă un caracter oscilant, însă care arată că după anul 1985 și până în 2013 doar 4 ani (1989, 1991, 1997, 2004) se remarcă cu mai puțin de zece zile tropicale, în condițiile în care din 1961 până în 1985 doar 5 ani au avut mai mult de 10 zile tropicale. Anul 2012 este anul cu cele mai multe zile cu temperaturi mai mari de 30°C, 46 (zile), fiind urmat apoi de anul 2007 cu 31 de zile și apoi anul 2000 cu 25 de zile tropicale. În perioada pe care s-a făcut analiza (1961-2013), întâlnim și ani fără nicio zi cu temperaturi de peste 30°C (1976, 1978). Aproximativ 73% din zilele cu temperaturi mai ridicate de 30°C se regăsesc în lunile iulie și august (fig. 22)



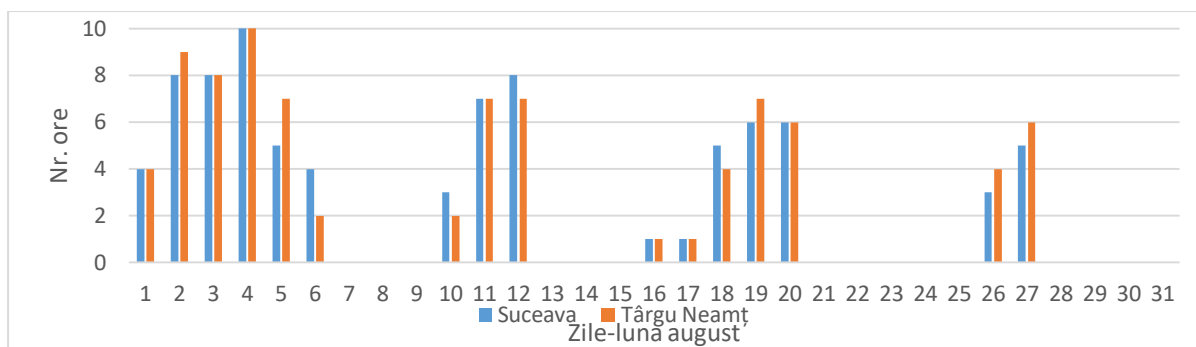
Figură 22 Numărul de zile tropicale pentru perioada 1961-2013 (stația meteorologică Fălticeni)

5.2.2.1 Studiu de caz: Vara anului 2017

Lunile de vară ale anului 2017 au avut o medie termică de aproximativ 19,5°C și la stația din Suceava s-au înregistrat 132 mm precipitații.

Luna august s-a remarcat prin maxime termice de peste 30°C care s-au manifestat în 16 zile la stația meteorologică din Suceava și Târgu Neamț. S-a menționat mai sus că procesul de fotosinteză este afectat de temperaturile mai ridicate de 25°C, iar pentru a vedea dacă putem discuta despre un stres termic am analizat și datele termice orare cu temperaturi peste 30°C de la stațiile Suceava și Târgu Neamț.

Media de ore cu temperaturi mai ridicate de 30 ar fi de 2 ore pe zi, însă acestea nefiind distribuite uniform distingem câteva particularități. August 2017 debutează cu 6 zile cu temperaturi mai ridicate de 30°C, evidențiindu-se ziua de 2 august cu aproximativ 9 ore în care temperatura a depășit 30 °C, sau apogeul atins pe data de 4 august, zi în care 10 ore s-au înregistrat temperaturi mai ridicate de 30°C (fig. 23).

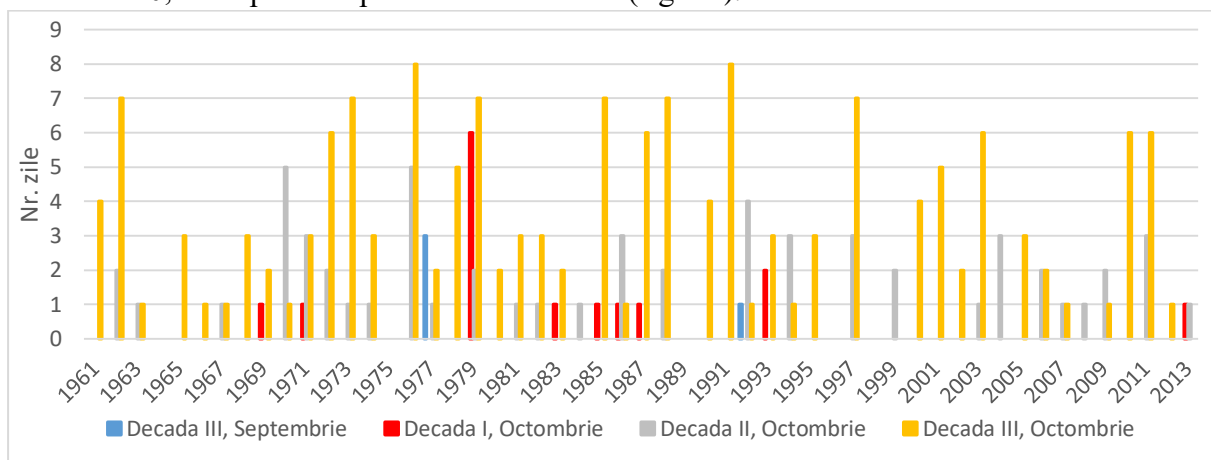


Figură 23 Nr. de ore cu temperaturi mai mari de 30 °C în luna august 2017

5.2.3 Înghețul timpuriu de toamnă

În cazul toamnei, înghețurile timpurii pot pune probleme culesului, întrucât, dacă temperaturile negative au afectat fructul, acesta trebuie lăsat până își revine. Pentru șirul de date avut la dispoziție a rezultat o probabilitate de apariție a temperaturilor mai mici de 0°C de 11,3% în a treia decadă a lunii septembrie, iar pentru luna octombrie, în prima decadă există o probabilitate de 33,9%, de 66% pentru a doua decadă, iar pentru a3a decadă a lunii octombrie se estimează o probabilitate de 92,4 %.

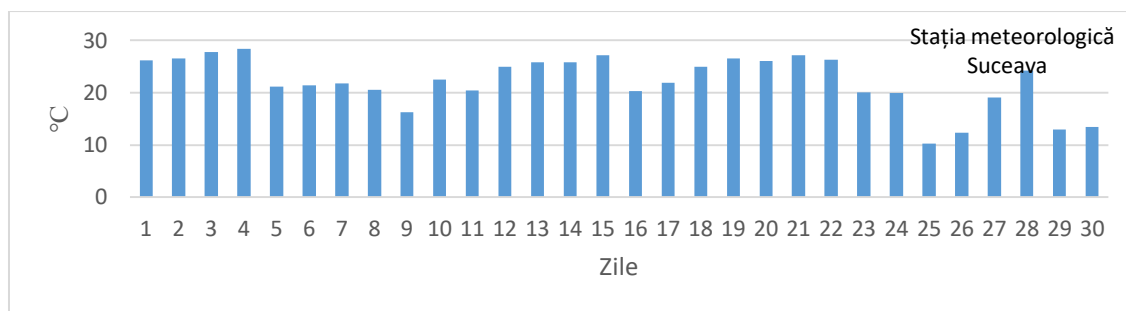
Pentru perioada 1961-2013, frecvența zilelor cu temperaturi mai mici de 0°C pentru a treia decadă a lunii septembrie este una scăzută, întâlnind un astfel de scenariu doar în anii 1977 și 1992. Pentru luna octombrie se remarcă o creștere a numărului de zile cu temperaturi mai mici de 0°C, frecvența cea mai mare fiind întâlnită în cea de a treia decadă, cu o medie de trei zile pe an, pe când, în cea de a doua decadă a lunii octombrie media este de o zi pe an, scăzând la 0,2 zile pe an în prima decadă a lunii (fig. 24).



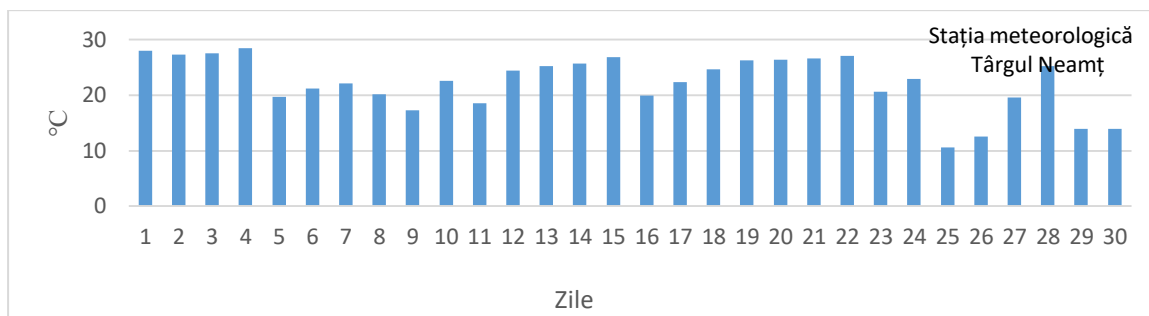
Figură 24 Frecvența zilelor cu temperaturi mai mici de 0°C

Înghețurile de la sfârșitul lunii octombrie și cele din timpul lunii noiembrie și chiar decembrie sunt esențiale pentru bunăstarea pomilor, trecându-i pe aceștia prin procesul de călire și pregătindu-i pentru gerurile din timpul iernii.

Mai problematice sunt toamnele mai călduroase care conduc către o a doua înflorire a pomilor. La temperaturi de peste 25 °C în septembrie, mugurii floriferi care au diferențiat în luna august și care ar fi trebuit să înflorească în primăvară, s-au deschis și au făcut floare. Acest lucru s-a întâmplat și în Rădășeni, pe versanții vestici, în septembrie 2018. Pentru stația meteorologică Suceava maximele termice ale lunii septembrie arată un număr de 11 zile cu temperaturi mai mari de 25 °C, iar pentru stația meteorologică de la Târgu Neamț identificăm tot 11 zile cu maxime mai mari de 25°C (fig. 25,26).



Figură 25 Temperaturile maxime pentru luna septembrie 2018



Figură 26 Temperaturile maxime pentru luna septembrie 2018

5.2.4 Scenarii privind evoluția temperaturii

În literatura de specialitate există o serie de lucrări științifice care să puncteze problematica schimbărilor climatice prin intermediul unor scenarii climatice puse la dispoziție de proiectul EURO-CORDEX (Jacob, 2014; Jansson, 2015). Modelul de scenariu folosit pentru acest studiu este Aladin 53 (Regional climate model Aladin 53), scenariu folosit în mai multe studii de pe teritoriul Europei Centrale și Europei de Est (Farda, 2010; Szabó-Takács et al., 2015). Aceste predicții au la bază evoluția temperaturii în contextul concentrației de gaze cu efect de seră din atmosferă, ele diferențiindu-se în mai multe scenarii posibile (**Representative Concentration Pathway (RCP)**). Analiza noastră se va axa pe două direcții, cele ale proiecțiilor moderat (RCP4:5) și pesimist (RCP8.5).

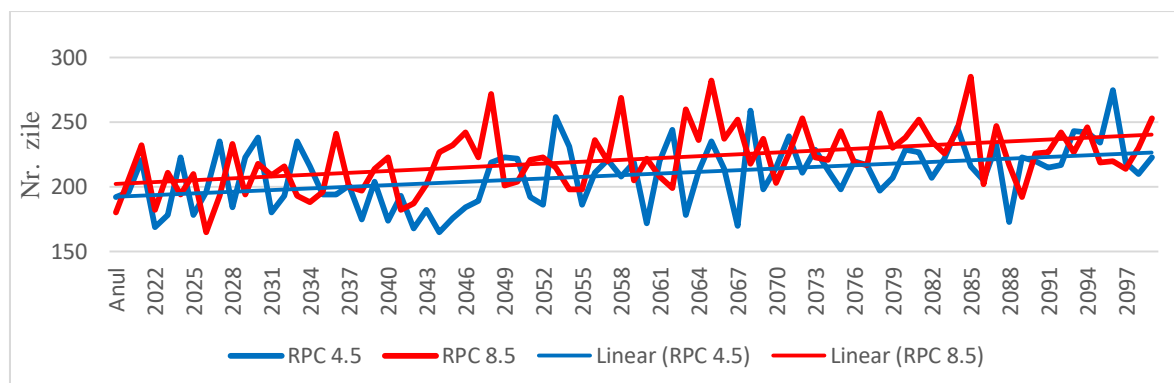
Pentru acest studiu a fost necesar să analizăm unii parametri care pot influența starea livezilor.

Tabel 1 Lista indicatorilor analizați

Durata perioadei de vegetație	Perioada dintre pragul biologic al speciei (8°C) și prima zi cu temperatura sub 0 °C din al doilea semestru al anului.
Înghețul de primăvară	Numărul de zile cu temperatura minimă zilnică mai mică de -2,2 °C pentru luna aprilie și -1,7°C pentru luna mai.
Înghețul de toamnă	Numărul de zile cu temperatura minimă zilnică mai mică de 0 °C (septembrie, octombrie, noiembrie)
Zile tropicale	Numărul de zile cu temperatura maximă zilnică mai mare de 30 °C

Cercetând riscul climatic în pomicultură, studii mai recente menționează schimbări în evoluția fenologică a pomilor, o expunere mai proeminentă la înghețul de primăvară târziu, fenomene de secetă mai intense, toate subliniate în contextul temei privind schimbările climatice (Blanke, 2008; Gabaldon-Leal et al., 2017).

În literatură se menționează că perioada de vegetație durează în jur de 190 de zile. Atât RCP 4.5, cât și RCP 8.5 dezvăluie o tendință ascendentă a acestui indicator, până la 240 de zile pentru RCP 8.5 și 220 de zile pentru RCP 4.5 (fig. 27).

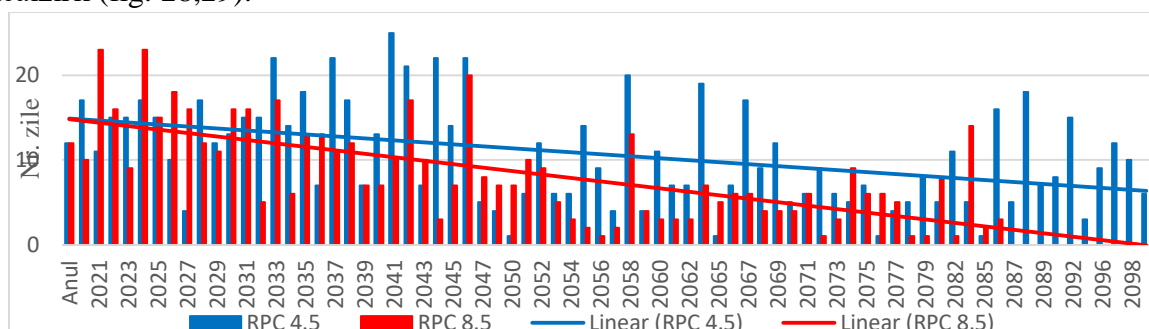


Figură 27 *Durata sezonului de vegetație (zile)*

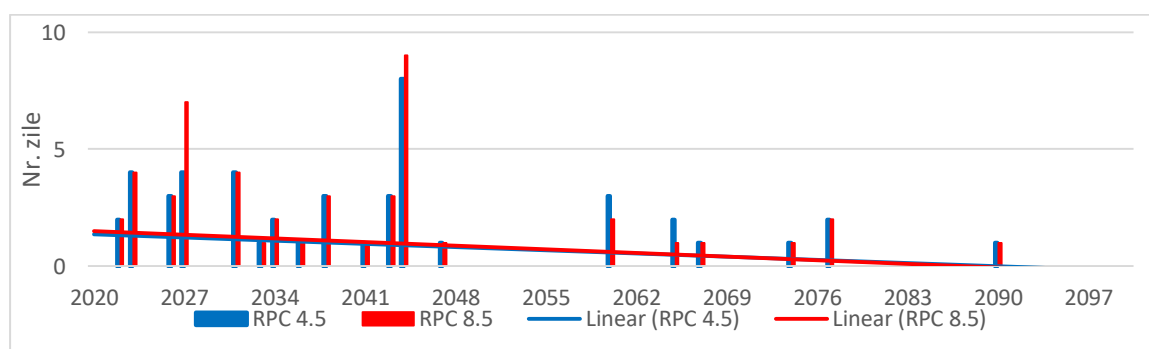
Durata mai lungă a perioadei de vegetație poate fi cauzată de temperaturi mai ridicate de primăvară, care pot induce o trecere mai rapidă a fenofazelor, deci o deschidere mai timpurie a florilor sau formarea fructelor mai devreme. Acest lucru poate conduce la expunerea florilor/ fructelor la fenomenele de îngheț înregistrate primăvara.

După cum am menționat și mai sus, în mod normal, fenomenul de înflorire în zona studiată, începe în jurul datei de 26 aprilie și 1 mai și în funcție de varietatea mărului, această fază poate avea loc și mai târziu, iar limita de rezistență la îngheț pentru floarea mărului este de $-2,2^{\circ}\text{C}$, iar pentru faza de fructe tinere, limita de îngheț la măr este de $-1,7^{\circ}\text{C}$.

Setul de date arată o scădere a numărului de zile cu temperaturi mai mici de $-2,2^{\circ}\text{C}$ pentru luna aprilie, scenariul pesimist (RCP 8.5) estimând că valoarea nu se va mai înregistra la sfârșitul perioadei. Pentru luna mai, potrivit previziunilor, tendința zilelor cu o temperatură minimă mai mică de $-1,7^{\circ}\text{C}$ este, de asemenea, în scădere, atât pentru RCP4.5 cât și pentru RCP8.5. Subliniem faptul că aceste valori par să se regăsească aproximativ pe toată perioada prognozată, fapt ce conturează apariția acestui fenomen chiar și în contextul general al încălzirii (fig. 28,29).

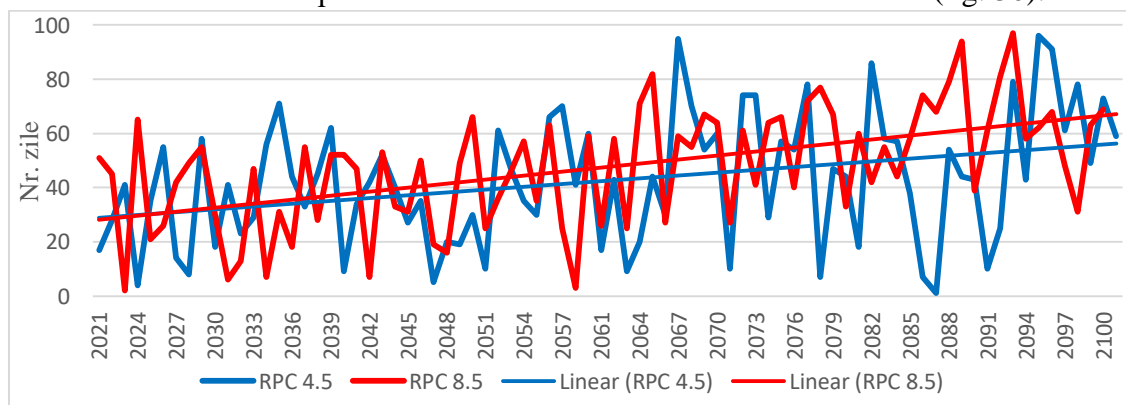


Figură 28 *Numărul de zile cu temperatura minimă zilnică mai mică de $-2,2^{\circ}\text{C}$ pentru luna aprilie*



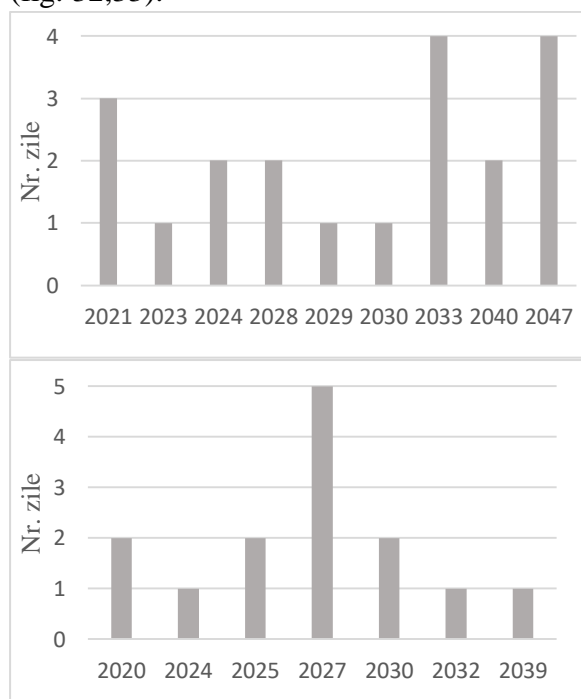
Figură 29 *Număr de zile cu temperatura minimă zilnică mai mică de $-1,7^{\circ}\text{C}$ pentru luna mai*

Pentru scenariile utilizate în studiul de față, numărul de zile tropicale ajunge să se dubleze, dar este de remarcat caracterul oscilant al acestui fenomen, evidențiind pentru RCP 4.5 un fenomen care tinde spre ambele extreme într-o manieră contrastantă (fig. 30).

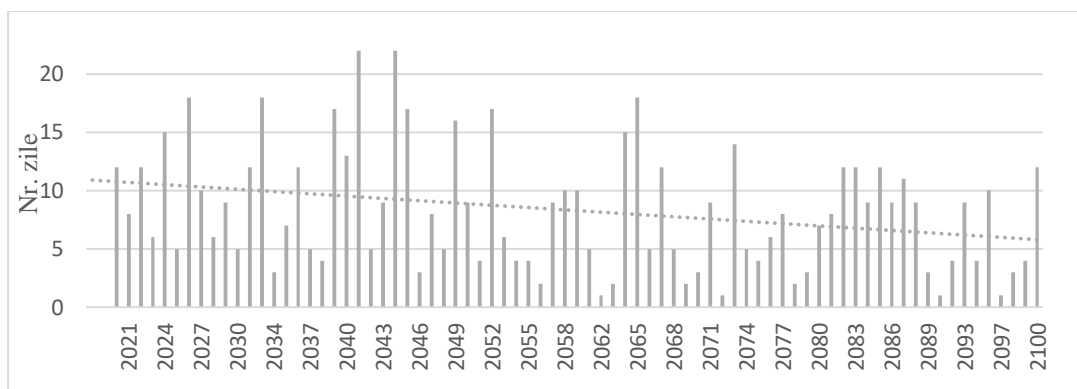


Figură 30 Numărul de zile tropicale

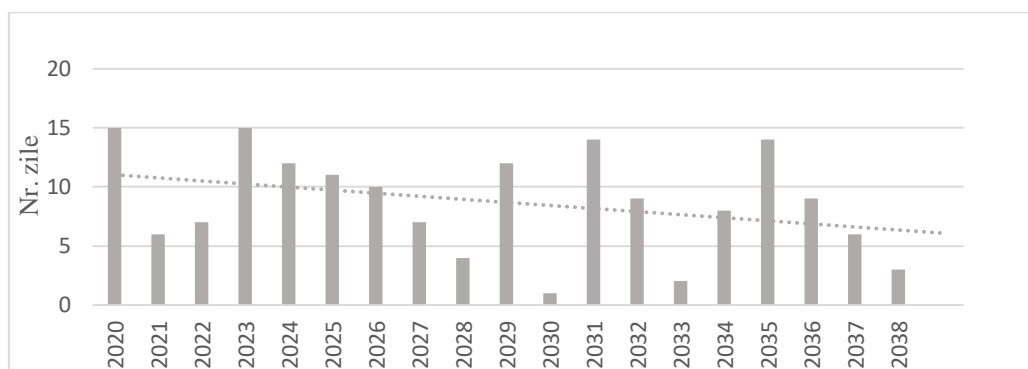
Situația temperaturilor sub limita înghețului din timpul toamnei din registrul scenariilor analizate prezintă pentru luna septembrie valori oscilante, însă care apar până la jumătatea perioadei prognozate (fig.31). Pentru octombrie, RCP 4.5 prezice o direcție descendentă pentru întreaga perioadă de timp (2020-2100), când pentru RCP 8.5 (scenariul pesimist), aceeași tendință descendentă se oprește la jumătatea perioadei mai sus menționate (fig. 32,33).



Figură 31 Numărul de zile cu temperatura sub 0 °C pentru septembrie (stânga RCP 4.5; dreapta RCP 8.5)



Figură 32 Numărul de zile cu temperatura sub 0 °C pentru octombrie (RCP 4.5)



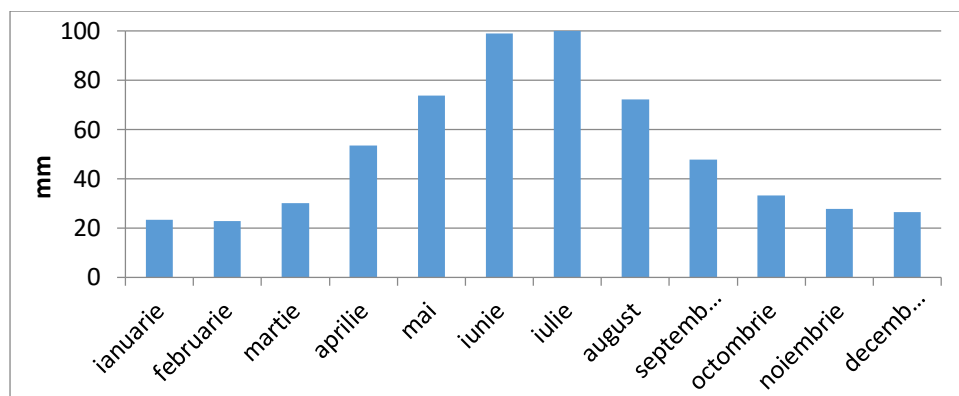
Figură 33 Numărul de zile cu temperatura minimă sub 0 °C pentru octombrie (RCP 8.5)

Aceste predicții urmează tendințele șirului de date din Rocada, iar prin cele două scenarii, moderat (RCP4.5) și pesimist (RCP8.5) se observă o continuitate a tendințelor de încălzire, însă se observă în același timp și prezența fenomenelor de îngheț în lunile aprilie și mai, care în contextul parcurgerii mai alerte a fazelor vegetative pot produce daune considerabile, amplificând apariția fenomenelor de risc (Jitariu et al., 2019).

Toate aceste schimbări, deși numai în stadiul de predicție, pot fi un punct de referință în vederea orientării modului de gestionare a culturii mărului într-un climat mai cald, pentru a viza noi perspective privind obținerea de noi soiuri de mere, sau poate pentru a modifica tipul de cultură.

5.3 Precipitațiile atmosferice

Privind distribuția precipitațiilor lunare multianuale, pentru zona Fălticeni se remarcă o diferențiere între sezonul cald și sezonul rece, sezonul cald (aprilie, mai, iunie, iulie, august, septembrie) este cel în care se înregistrează o cantitate medie de 446,6 mm, iar în cel rece (ianuarie, februarie, martie, octombrie, noiembrie, decembrie) se înregistrează în medie 163,7 mm. Maximul anual de precipitații se înregistrează în lunile iunie și iulie, iar minimum în lunile ianuarie, februarie (fig. 34).



Figură 34 Distribuția precipitațiilor lunare multianuale.

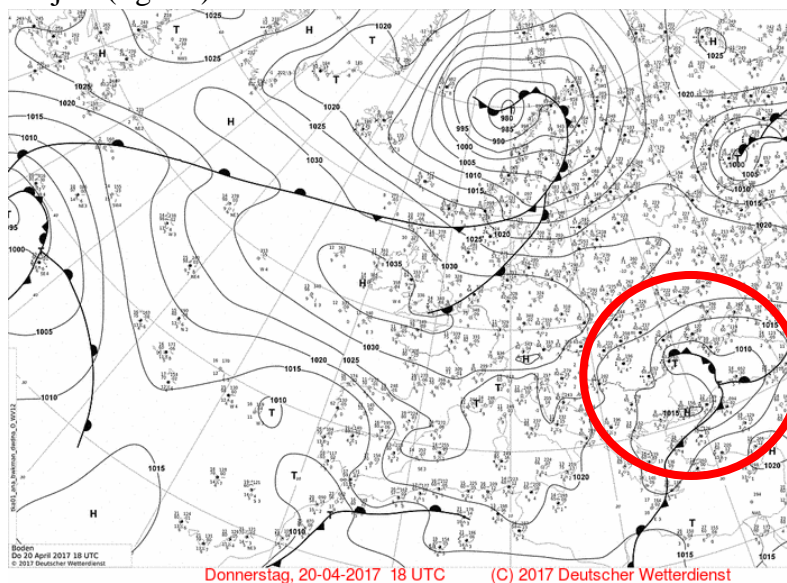
În ideea de a evidenția anumite fenomene de risc meteo-climatic cauzate de precipitații se vor lua în considerare formele de precipitații, prezența sau absența lor și modul în care acestea pot afecta cultura pomilor din bazinul pomicol Fălticeni.

5.3.1 Precipitațiile solide sub formă de zăpadă

Precipitațiile solide din timpul iernii sunt esențiale plantațiilor pomicole, atât pentru rezervele de apă din sol, prin topirea lentă a zăpezii, dar și pentru protejarea rădăcinilor de gerurile din timpul iernii. Căderile de zăpadă pot deveni problematice atunci când sunt în cantități mari, și în afara sezonului hibernal, întrucât pot rupe ramuri ale pomilor, sau pomii din plantații tinere, dar pot produce și degerături la nivelul florilor.

5.3.1.1 Studiu de caz: 20 Aprilie 2017

Sinoptic, ziua de 20 aprilie 2017 a fost descrisă din punct de vedere sinoptic de extinderea peste regiunile central-vestice ale Europei a unei formațiuni anticiclonice. În același timp, peste sud-estul continentului activa o zonă depresionară de proveniență mediteraneană foarte bine organizată. Aceasta a staționat în cursul zilei de 20 aprilie în nord-estul Bulgariei și sud-estul României, o poziție favorabilă în vederea regenerării cu umezeala din bazinul vestic al Mării Negre (meteo moldova.ro), ilustrat și pe distribuția centrilor barici la nivel european, pe imaginea de mai jos. (fig. 35)



Figură 35 Contextul sinoptic în Europa 20.04.2017

Conform ANM, la Suceava, stratul de zăpadă avea o grosime între 10 și 20 de cm, lucru valabil și la Târgu Neamț, Roman și Rădăuți. Probleme au fost semnalate la plantațiile

tinere unde s-au mai rupt ramuri sub zăpada apoasă și grea, însă fenomenul nu a fost considerat ca fiind unul cu repercusiuni majore asupra plantațiilor de pomi din bazinul pomicol Fălticeni.

5.3.2 Grindina

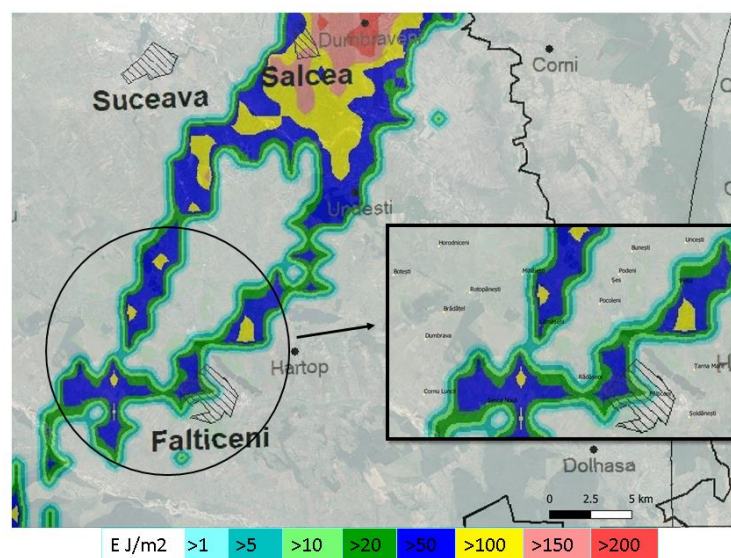
Precipitațiile sub formă de grindină pot afecta grav culturile pomicole deoarece greloanele (bucățile de gheață ce formează grindina) au viteze mari și rănesc părțile aeriene ale plantelor, ducând la expunerea acestora la bolile criptogamice. Privitor la fenofaze, cele mai grave efecte sunt cele produse în perioada de înflorire și coacere a culturilor.

5.3.2.1 Studiu de caz: 18 iunie 2016

Pentru zona de studiu, din informațiile colectate pe teren, de remarcat sunt evenimentele cu grindină cele mai însemnate fiind înregistrate în data de 25 iulie 1987, 13 iunie 1993, 23 mai 2010 (care a pus probleme unei livezi de anul trei, lezând coaja pomilor) și 18 iunie 2016, când grelonul (globule sau bucăți de gheață) a avut un diametru estimat la 1,5-2 cm.

Pe data de 18 iunie 2016 la stația meteorologică Suceava s-au înregistrat 20,8mm, iar la stația Târgu Neamț 15,8 mm de precipitații, pe fondul unor maxime termice de 27,8, respectiv 28,7°C.

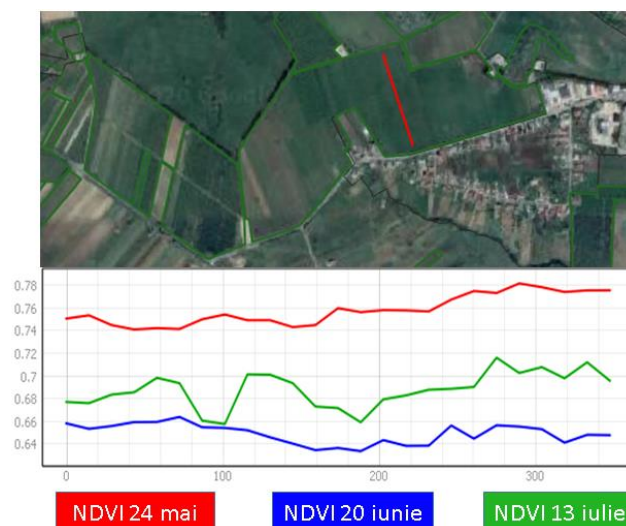
Pentru zona Fălticeni se observă de pe harta energiei cinetice valori de peste 100 j/m² între Lămășeni și Mihăești și în dreptul localității Petia (comuna Bunești). Aceste valori sunt asociate cu dimensiunea grelonului de 1,5 cm (fig. 36).



Figură 36 *Energia cinetică 18 iunie 2016 (sursa: Autoritatea pentru administrarea serviciului național antigrindină și de creștere a precipitațiilor din România)*

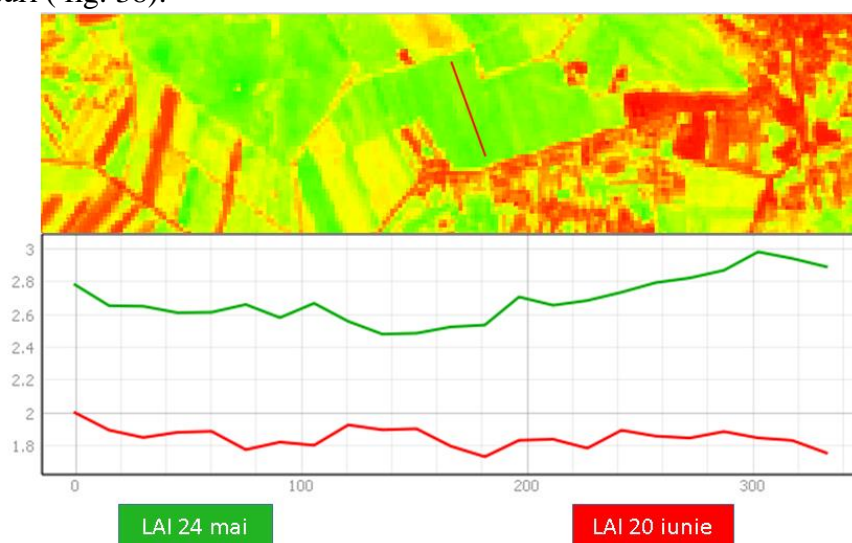
Pentru a suplini lipsa de informații s-a avut în vedere și folosirea teledetecției cu scopul de a surprinde urmări ale evenimentului din data de 18 iunie 2016 cu ajutorul imaginilor satelitare Sentinel 2, prin intermediul indicelui de vegetație (NDVI). Am folosit imagini surprinse din data de 24 mai și apoi 20 iunie, la 2 zile după ce fenomenul a avut loc și, mai apoi, o imagine din 13 iulie pentru a vedea dacă este evidentă o revenire a nivelului activității clorofilene.

În cazul în care aria prezentată a fost afectată de grindină, o revenire a cantității de clorofilă ar trebui să dureze mai mult, întrucât vorbim de daune fizice ale pomilor. Pentru acest lucru am realizat un profil într-o livadă din zona Tâmpaști pentru cele 3 date: 24 mai 2016, 20 iunie 2016, 13 iulie 2016 (fig. 37)



Figură 37 Profil într-o livadă din zona Tâmpesți pentru cele 3 date: 24 mai 2016, 20 iunie 2016, 13 iulie 2016

Leaf area index (LAI) reprezintă un indicator care poate fi obținut de pe urma imaginilor satelitare și poate oferi informații cu privire la starea vegetației, fie din ecosistemele agricole, fie din cele naturale (Wang et al., 2010). După calcularea indiceului LAI și realizarea unui profil pe aceeași livadă, pentru scenele din 24 mai și 20 iunie, a rezultat un scenariu asemănător celui provenit din analiza NDVI-ului. Scena din 20 iunie, la 2 zile după fenomenul cu grindină, se identifică cu valori mai scăzute ale LAI decât scena din 24 mai, marcând aceleași trăsături (fig. 38).



Figură 38 Profil realizat pe indicele LAI

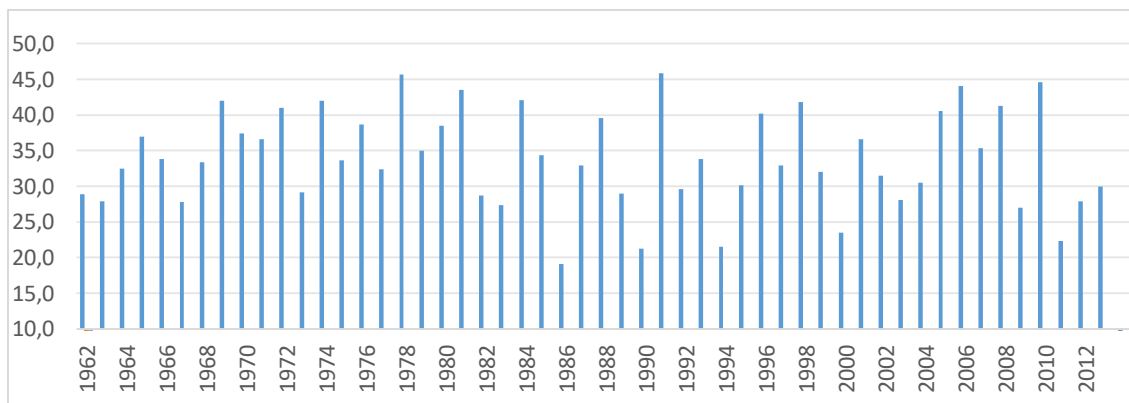
Fenomenul de grindină și pagubele induse de acesta la nivelul plantațiilor de pomi sunt dificil de surprins și analizat prin intermediul imaginilor satelitare. Dacă evenimentul climatic nu a fost destul de violent, capacitatea de revenire a aparatului foliar este una rapidă, acesta fiind și mai dens decât în cazul altor culturi. Spre exemplu, în cazul culturilor de porumb sau cartof, pagubele sunt mai ușor de observat deoarece dacă densitatea aparatului foliar scade, vor fi remarcate valori ce aparțin solului necultivat (eng. bare soil) (Jinling et al., 2012).

5.3.3 Seceta

În agricultură a fost introdus termenul de secetă pedologică, ce reprezintă un șir mai mare de 10 zile consecutive (în lunile calde ale anului) lipsite de precipitații sau cu cantități de precipitații mai mici de 3mm. (Enache 2009).

Pentru identificarea anilor secetoși, normali sau ploioși, pentru șirul de date luat în calcul, s-a ales calcularea indicelui de Martonne (IDM), dezvoltat de către geograful francez Emm. de Martonne, indice ce este definit de raportul dintre precipitații și temperatură, la care se adaugă valoarea convențională de 10 pentru a nu avea valori negative (fig. 39).

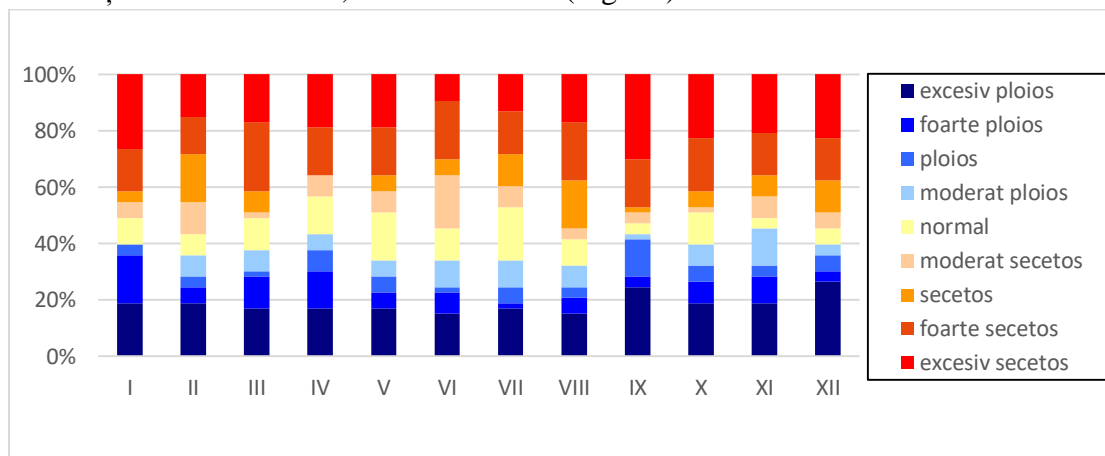
$$IDM = \frac{Precipitații}{T.med + 10}$$



Figură 39 Indicele de Martonne pentru 1961-2013

Conform Indicelui de Martonne, din șirul de date analizat, rezultă faptul că 41% din anii luați în calcul ar fi avut caractere ce i-ar fi încadrat în tipul de climat umed, după care un procent de 39% revine anilor cu caractere tipice tipului de climat foarte umed, iar mai apoi 9,4% tipului de climat semi-umed, 7,5% tipului de climat mediteranean și 1,9% tipului semi-arid. Cel din urmă tip menționat îi revine anului 1986, cel în care s-a înregistrat o cantitate de precipitații de 341,6 mm.

Pentru caracterizarea pluviometrică a fiecărei luni s-a utilizat criteriul Hellman în funcție de care lunile din perioada pe care se grefează studiul (1961-2013) au fost grupate în 9 categorii. Lunile care prezintă o frecvență ridicată a fenomenului de secetă însumând categoriile excesiv de secetos, foarte secetos și secetos sunt: august-55%, martie-50%, septembrie și decembrie-49%, octombrie-48% (Fig.40).



Figură 40 Indicele Hellman (1961-2013)

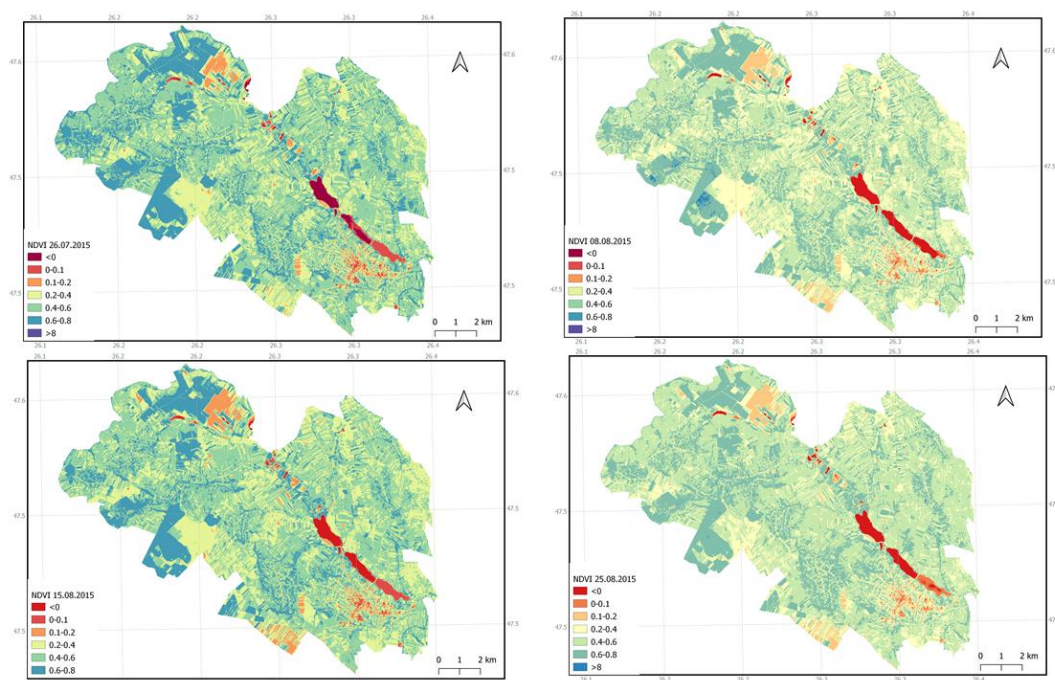
5.3.3.1 Studiu de caz: Anul 2015

Pentru anul 2015 la stația meteorologică Suceava s-a înregistrat o cantitate de precipitații de 345,3 mm, iar la stația meteorologică din Târgu Neamț 407,3 mm. În perioada 1 august- 3 septembrie (34 zile) s-au înregistrat doar 4 zile cu precipitații, care au ajuns la suma de 23 mm, în condițiile a 19 zile cu maxime termice ce au depășit 30°C, favorizând procesul de evapotranspirație. Pentru aceeași perioadă, la stația meteorologică Suceava s-au înregistrat 5 zile cu precipitații, în care s-au cumulat 23,6 mm, pe fondul tot a 19 zile cu maxime de peste 30°C.

Președintele Asociației Pomicultorilor din zona Fălticeni a confirmat că în anul 2015 producția a fost afectată de secetă, acesta fiind cea mai slabă producție din ultimii zece ani. S-a estimat că producția pentru acel an ar fi fost de 20 t/ha, în condițiile în care în anul precedent s-au recoltat în jur de 30- 35t/ha. Chiar și suprafețele irigate au avut pierderi de 30-35% în comparație cu anul 2014, iar livezile bătrâne au avut și pierderi de până la 50 %.

Am încercat să surprindem și prin intermediul metodelor de teledetecție satelitară dacă seceta din anul 2015 a putut fi surprinsă la nivelul pomilor. Acest lucru s-a dovedit a fi mai dificil, întrucât la nivel fiziologic pomii reacționează mai lent decât formațiunile vegetale întâlnite în pajiște sau pe terenurile arabile, dificultate întâmpinată și de Iordache (2016).

Scenele folosite au fost surprinse pe data de 26 iulie 2015, 8 august 2015, 15 august 2015 și 25 august 2015, când am remarcat fluctuații ale activității clorofilene pe baza indicelui de vegetație NDVI. Se remarcă scăderi ale valorilor NDVI în lipsa precipitațiilor, însă se evidențiază și rapiditatea apariției unui răspuns chiar și în prezența unor cantități reduse de precipitații, marcând gradul ridicat de eficiență ale acestui indicator în astfel de studii (Fig. 41).



Figură 41 Indicele NDVI în perioada 26.07-25.08.2015

În acest interval de 31 de zile s-au identificat ca evenimente pluviale mai însemnate cele din perioada 26-31 iulie (12,8 mm la stația meteorologică din Târgu Neamț, iar la Suceava 13,3), după care, preț de 13 zile nu s-au înregistrat precipitații la niciuna din stațiile menționate mai sus. Din aceste 13 zile, 10 au fost caracterizate de maxime termice de peste 30°C, iar NDVI de pe data de 8 august apare cu valori mai scăzute față de situația din data de 26 iulie.

Precipitațiile din data de 14 august (6,9 mm la Suceava) induc o revenire a activității clorofilene, fapt surprins în scena de pe data de 15 august .

Anul 2015 se prezintă ca fiind unul dintre cei mai secetoși ani, maximele termice din perioada iulie-august fiind descrise de serii de zile cu caracter saharian, ca urmare a blocării unei mase de aer cald în Depresiunea Panonică și cea Carpato-Balcanică (Dicu, 2017).

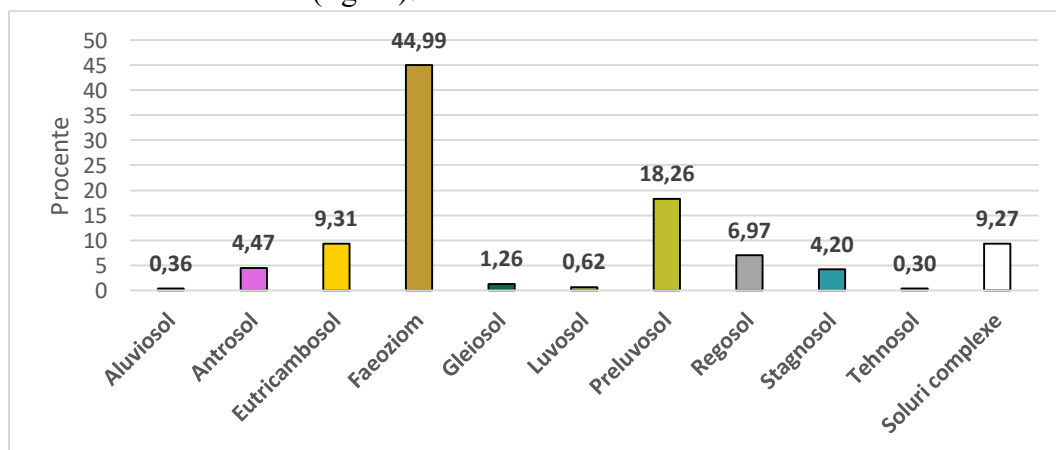
Încercând să conturăm niște trăsături generale ale interacțiunii fenomenelor meteo-climatice asupra plantațiilor pomicole din arealul studiat, se observă că în cazul temperaturii aerului tendința este una de creștere, fapt ce poate induce modificări de ordin fenologic, aspect care se manifestă însă pe o perioadă mai lungă de timp, ne reprezentând un caracter spontan și violent. Acest lucru nu se poate spune și despre fenomenele de îngheț din perioada aprilie-mai care pot apărea aleatoriu, sau despre evenimentele de grindină care se produc brusc și violent, fără însă o predicție clară, având însă capacitatea de a produce pagube însemnate dacă manifestarea are loc în anumite fenofaze ale pomilor.

6. Riscuri și restricții pedologice în bazinul pomicol Fălticeni

Resursa de sol reprezintă unul din parametrii ecologici de bază care fundamentează un mediu de viață atât pentru o parte din fauna și flora spontană, cât și pentru culturile agricole. Sumedrea (2011) menționează că solul, prin particularitățile sale, reprezintă unul din factorii cheie de care depinde producția de fructe, aspect valabil în condițiile în care cerințele climatice ale culturilor respective sunt îndeplinite.

Pentru lucrarea de față vom avea în vedere doar analiza unor parametri ai învelișului de sol: de natură fizică: textura solului și adâncimea apei freactice; inclusiv indicatori chimici: reacția solului (pH), CaCO₃ total, conținutul în humus și elemente nutritive (N,P,K).

Suprafețele cultivate cu pomi fructiferi din zona de studiu sunt amplasate în proporție de aproximativ 45% pe faeoziomuri, 18,26 % pe preluvosoluri și 9,3% pe eutricambosoluri. În proporții mai reduse suprafețe cu livezi se suprapun și peste alte tipuri de sol: regosoluri (6,97%), antrosoluri (4,47%), stagnosoluri (4,20), gleiosoluri (1,26), luvosoluri (0,62), aluviosoluri (0,36), tehnosoluri (0,30). Aproximativ 9,3% din suprafețele cu livezi sunt situate pe soluri complexe, zone care, în teritoriu, se regăsesc pe frunțile de cuestă care au fost afectate de alunecări de teren (fig.42).



Figură 42 Ponderea tipurilor de sol din plantațiile pomicole

Datele pedologice preluate de la OJSPA Suceava nu indică însă și prezența în teritoriu a solurilor specifice planțiilor pomicole, îndeosebi, intensive și superintensive, realizate prin desfundarea adâncă a solului. În vechile sisteme de clasificare (SRCS, 1980) aceste soluri erau cunoscute sub denumirea de soluri desfundate, echivalente în SRTS, 2012 cu antrosoluri arice. Aceste soluri sunt identificate în studiile pedologice cu diferite tipuri de

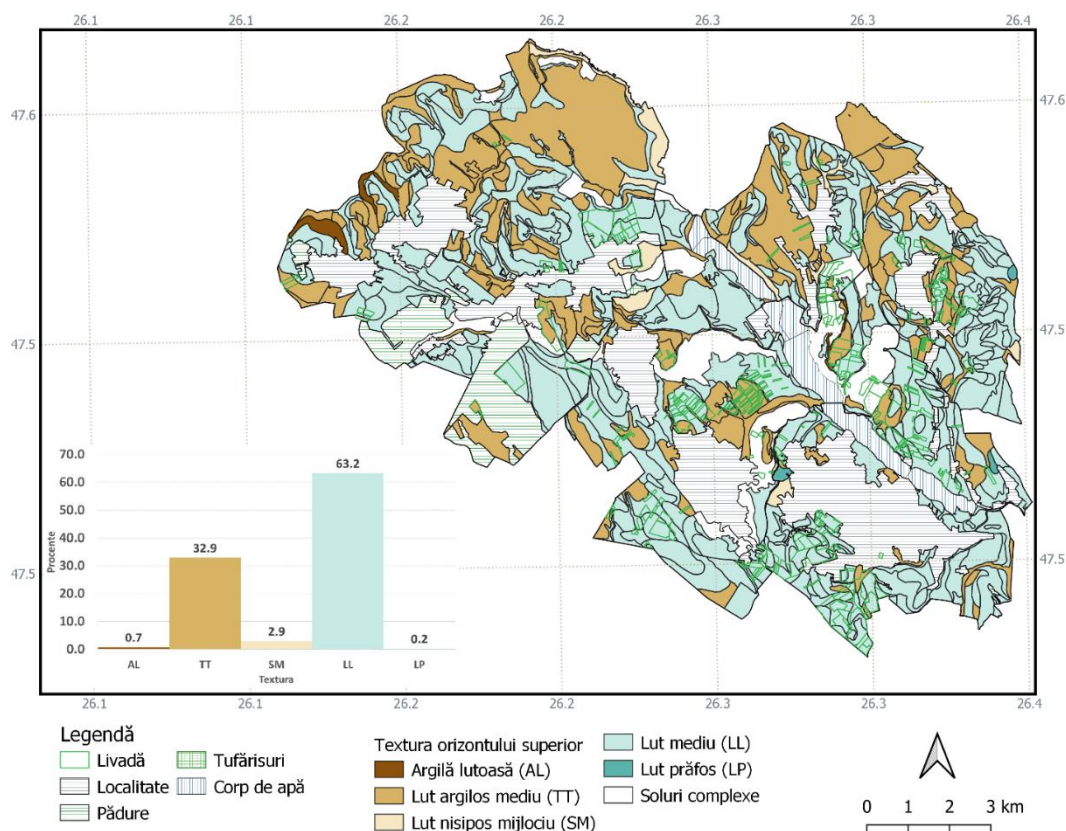
faeoziomuri și eutricambosoluri, dar și cu regosoluri și complexe de soluri, pe versanți mediu puternic înclinați, unde s-au realizat și ample lucrări de terasare

6.1 Textura solului

Textura solului (alcătuirea granulometrică a solului) se referă la mărimea particulelor elementare ale părții silicatică fine (Rusu, 1998). În domeniul agriculturii, textura reprezintă unul din principalii factori limitativi, având o influență ridicată asupra retenției umidității și a conductivității hidraulice, dar care nu poate fi modificat prin lucrări agrotehnice (Vasiliniuc, 2009; Păltineanu et al., 2017).

Textura mijlocie (luto-nisipoasă, lutoasă, luto-prăfoasă) este cea mai potrivită pentru cultura pomilor în general, însă mărul se comportă bine atât în cazul texturilor mijlocii (lutoasă, luto-prăfoasă), cât și în cazul texturilor moderat fine (luto-argiloasă, luto-argilo-prăfoasă) (Păltineanu, 2017).

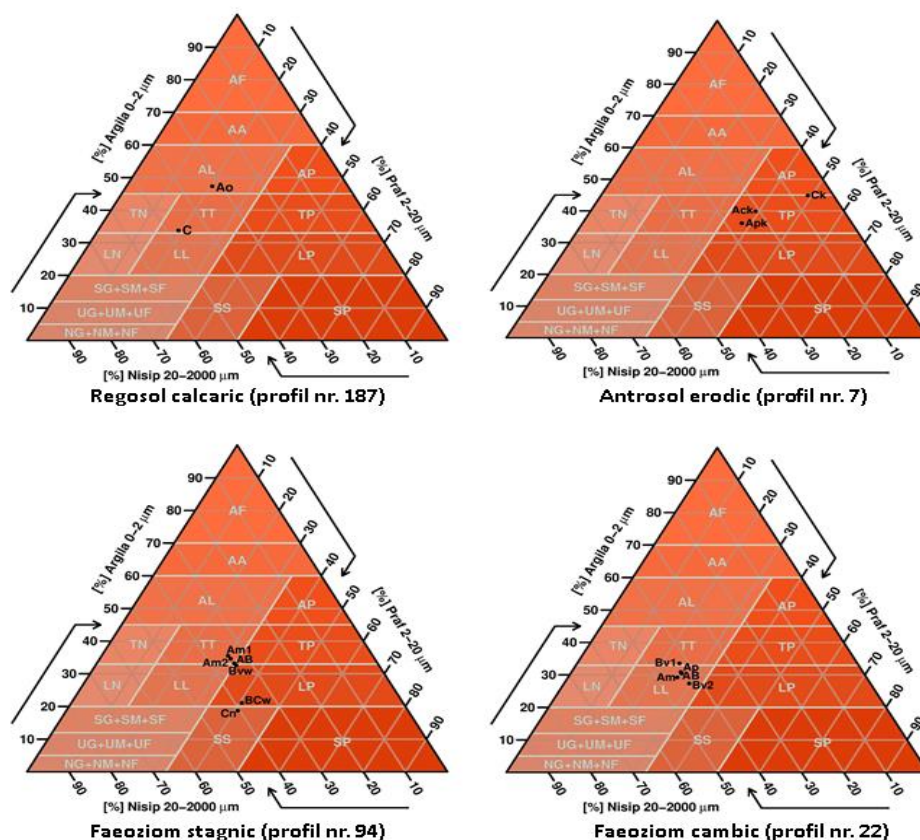
În zona de studiu, în orizonturile superioare, domină clasa texturală ”lut mediu” (LL), deținând o pondere de 63,2% din teritoriu, fiind urmată apoi de clasa ”lut argilos mediu” (TT) care ocupă 32,9%. Un procentaj considerabil mai redus din acest areal este deținut de clasele: ”lut prăfos” (LP)- 0,2%, ”argilă lutoasă”(AL)- 0,7% și ”lut nisipos mijlociu”(SM)- 2,9% (fig. 43).



Figură 43 Cartograma texturii solului

Majoritatea livezilor din arealul vizat în această lucrare sunt situate pe soluri ce aparțin clasei texturale lut mediu (76,84%), iar 22,55% corespund solurilor ce aparțin clasei texturale lut argilos mediu. Cultura mărului, prin afinitățile pe care le dezvoltă față de textura solului, nu este supusă unor limitări din acest punct de vedere, însă este recomandată executarea unor lucrări de afânare în cazul texturilor mijlociu fine, în scopul obținerii unei permeabilități mai mari. Cu toate acestea identificăm ca fiind slab penalizate doar subclasele argilă lutoasă și lut nisipos mijlociu.

Textura solului variază diferit în adâncime, însă nu atât cât să impună un stres. Din acest punct de vedere, specia măr comportându-se bine pe un spectru textural mai larg, nu presupune restricții semnificative în teritoriul bazinului pomicol Fălticeni. În cazul texturii, reprezentarea cea mai clară și ușor de citit pentru fiecare profil în parte este cea a diagramelor triunghiulare texturale care expune grafic proporțiile celor trei fracțiuni granulometrice (argilă, nisip, lut) la suprafață și pe orizonturi pedogenetice (fig.44).

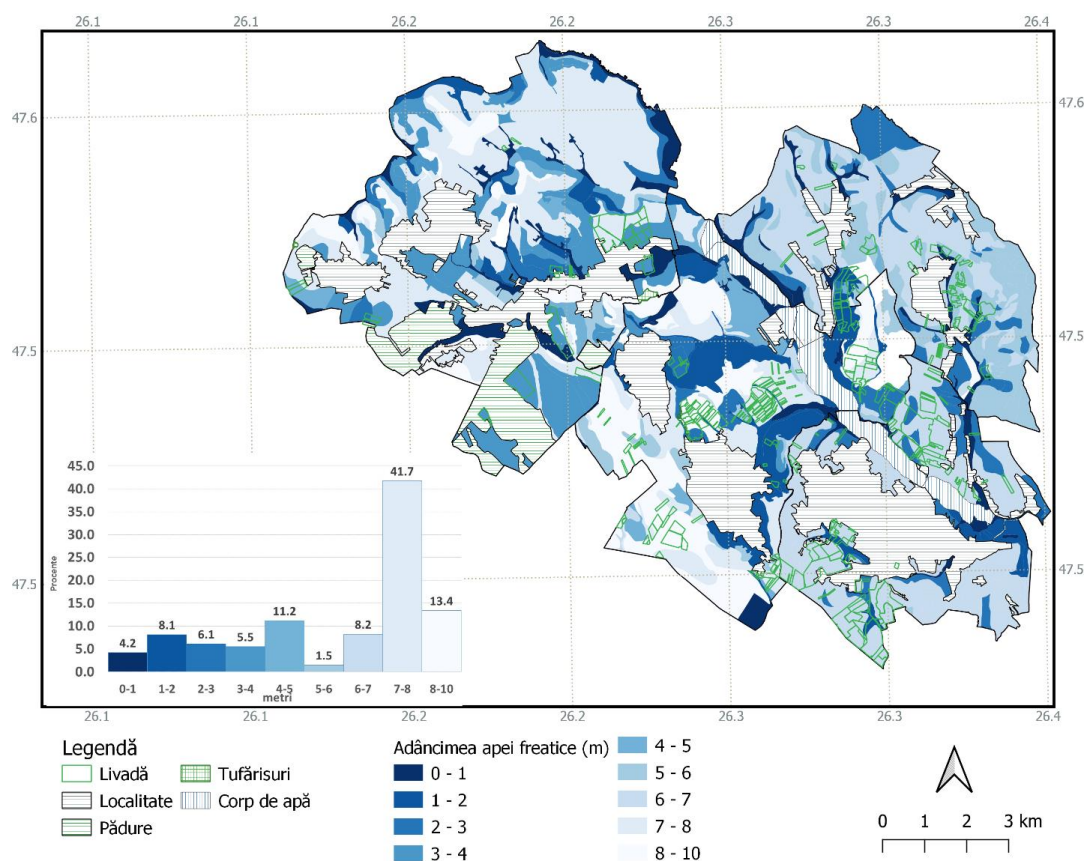


Figură 44 *Diagrama texturilor pentru 4 profile reprezentative din plantațiile pomicole*

6.2 Adâncimea apei freatice

Adâncimea apei freatice deține un rol deosebit de important în aprovizionarea cu apă și elemente minerale a plantei.

În zona de studiu domină terenurile cu adâncimea apei freatice cuprinsă între 7 și 8 m, având o pondere de 41,7% din totalul teritoriilor analizate. Clasa 8-10 m ocupă 13,4% din suprafața analizată, fiind urmată de clasa 4-5 m, deținătoare a 11,2 procente. Se remarcă în teritoriu și prezența zonelor în care apa freatică se află la adâncimi de până la 3 m. Astfel, 4,2% din suprafața studiată aparține clasei 0-1 m și 6,1% aparține clasei 2-3 m, 8,1 % aparține clasei 1-2 m. Acest lucru denotă prezența a aproximativ 18% din zona studiată ca fiind cu restricții pentru plantațiile pomicole, clasele 0-1 m, dar și 1-2 m și 2-3 m nefiind recomandate pentru înființarea de noi livezi (Fig. 45).



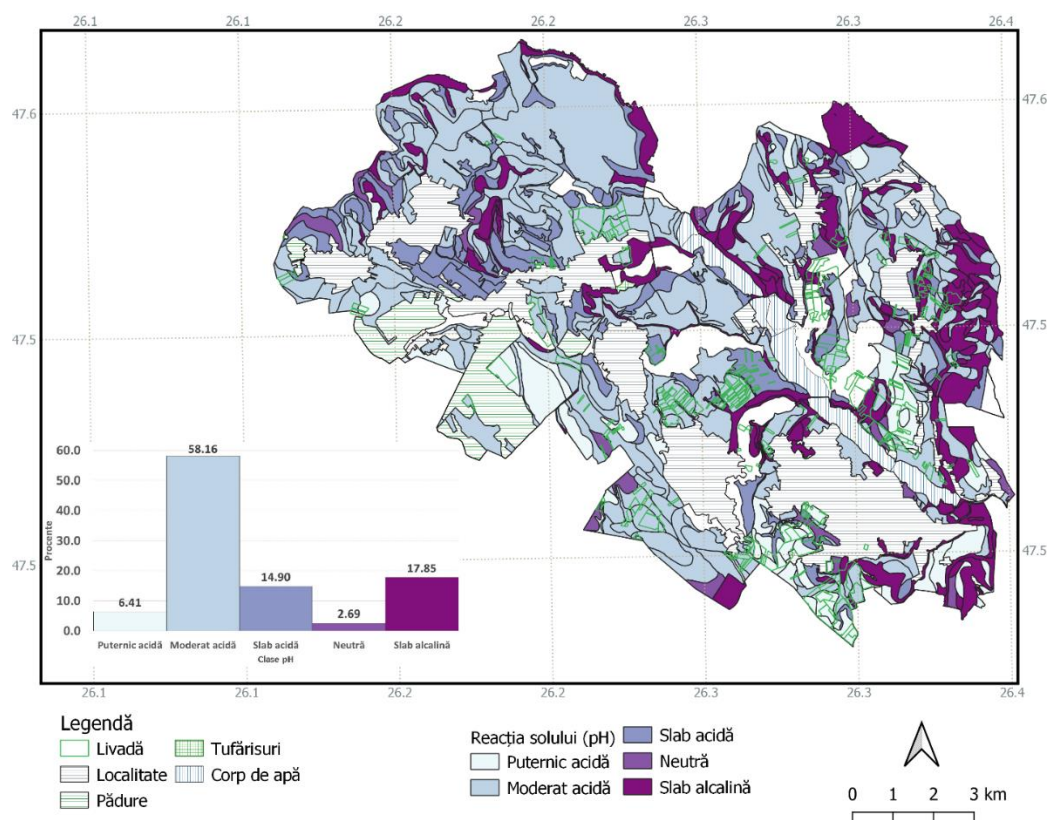
Figură 45 Cartograma adâncimii apei freatică

Cea mai mare pondere a suprafețelor cu livezi (52,7%) a fost înființată pe terenuri cu o adâncime a apei freatică între 7 și 8 m iar 12,6% pe terenuri cu o adâncime a apei freatică între 8 și 10 m. De altfel, în zona studiată doar o pondere de 3,4% din totalul suprafețelor cu plantații de măr se află pe terenuri în care adâncimea apei freatică se întâlnește la mai puțin de 2 m adâncime, fapt ce poate induce o serie de probleme cu privire la buna dezvoltare a pomilor și, implicit, a producțiilor. În mod normal astfel de terenuri nu sunt pretabile pentru înființarea de noi plantații, fiind chiar de evitat.

6.3 Reacția solului (pH)

Importanța reacției solului (pH) este dată de faptul că asigură accesibilitatea plantelor la elementele nutritive, iar în cazul pomilor are și implicații majore asupra dezvoltării fructelor (Istrate, 2007).

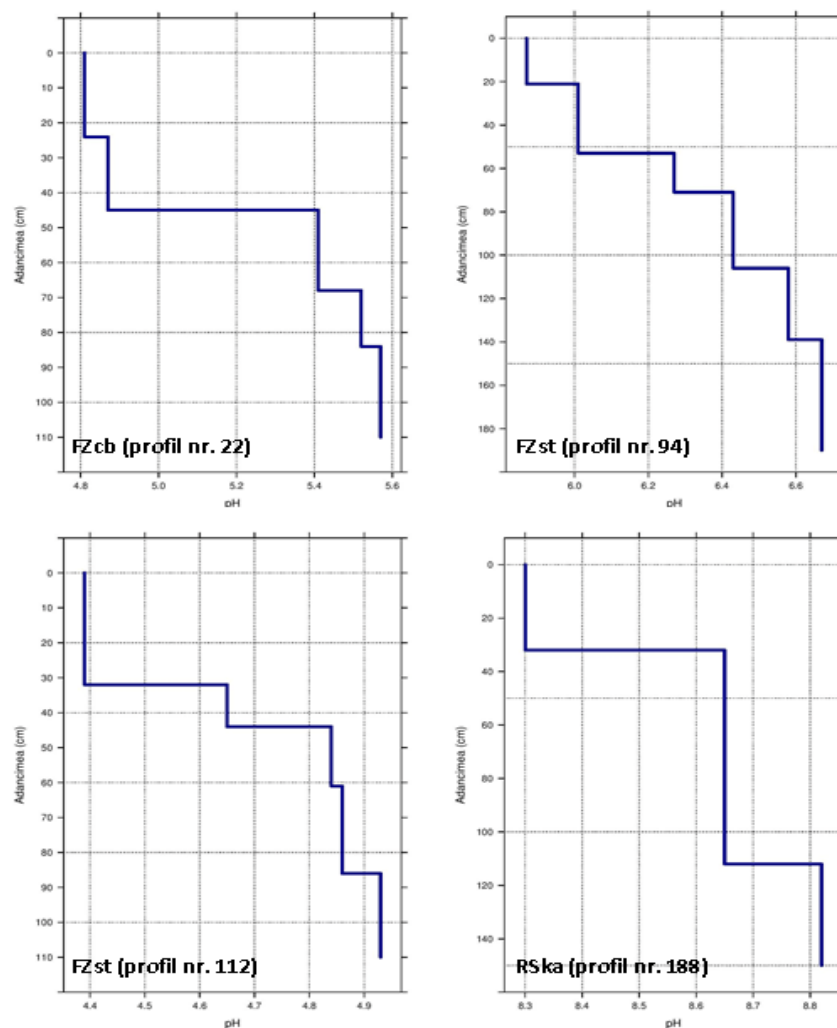
În teritoriu, solurile moderat acide sunt cele mai frecvente, fiind regăsite în peste 58,16 % din solurile zonei analizate. Solurile slab acide și slab alcaline ocupă procentaje apropiate, 14,90%, respectiv 17,85%, iar solurile cu o reacție puternic acidă dețin 6,41% din teritoriu, pe când cele cu o reacție neutră se grefează peste 2,69% (fig. 46).



Figură 46 Cartograma reacției solului (pH)

Din totalul suprafețelor ocupate de livezi, 51,7% se suprapun peste soluri cu o reacție moderat acidă, iar 21,3% sunt amplasate pe soluri cu o reacție puternic acidă. 12,7% din suprafețele cu plantații de măr se grefează peste soluri slab acide, iar 12,1% din livezile de măr se află pe soluri slab alcaline. Din perspectiva reacției solului se poate menționa prezența unor restricții doar în cazul livezilor amplasate pe solurile puternic și moderat acide, acestea necesitând amendamente calcaroase în vederea creșterii potențialului productive

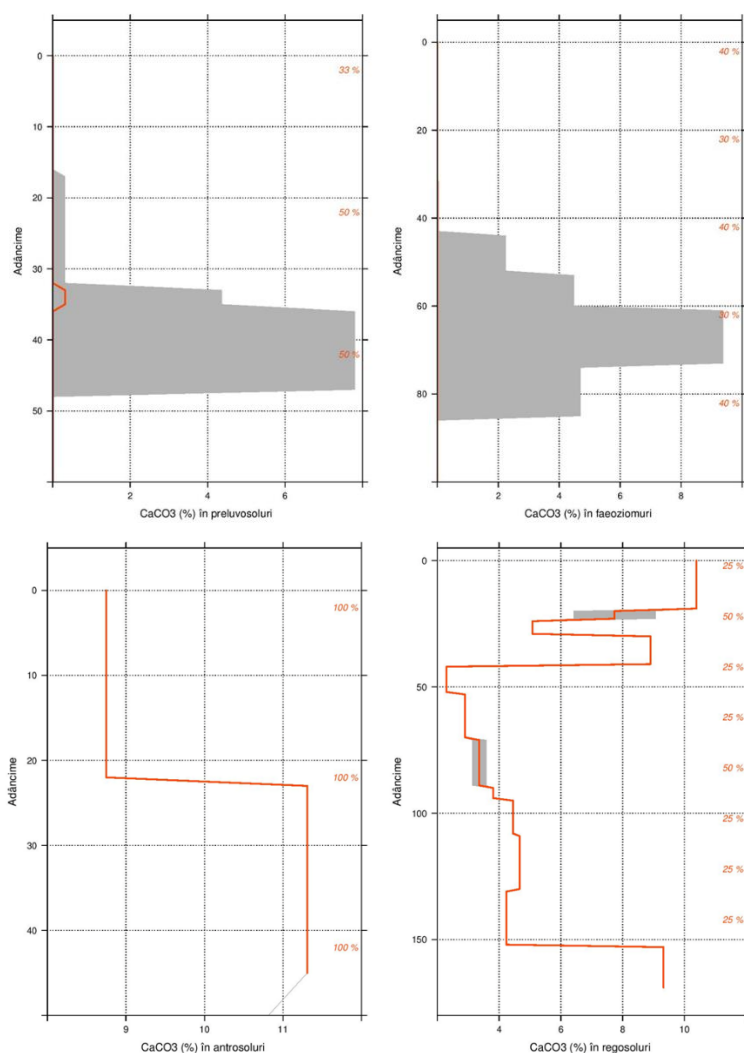
Valorile pH-ului variază pe profil, însă păstrează o tendință generală de creștere odată cu adâncimea, astfel identificându-se în baza unui profil de sol valori mai mari ale pH-ului decât în orizonturile superioare. Acest lucru trebuie menționat deoarece sistemul radicular al pomilor depășește grosimea primelor orizonturi de sol, iar valorile de peste 8 ale pH-ului pot pune probleme. În cazul culturii mărului, valori mai mari ale pH-ului de 8,5 pot induce scăderi ale potențialului de producție cu până la 60% (Păltineanu, 2017). În zona studiată, identificăm un astfel de scenariu doar în cazul unui regosol calcaric, la care limita superioară a pH-ului pentru specia măr este depășită din primii 30 de cm de sol (fig. 47).



Figură 47 Variația pH-ului în profil

6.4 Carbonatul de calciu total (%)

În cazul acestui parametru, am ales să evidențiem prezența CaCO_3 total pe profilurile reprezentative pentru tipurile de sol din livezi în care acest indicator a fost prezent. Astfel, în cazul preluvosolurilor identificăm prezența carbonaților la mai puțin de 50cm adâncime cu valori ce depășesc 6%. În cazul faeoziomurilor regăsite peste suprafețele ocupate de livezi s-au evidențiat valori reduse ale CaCO_3 în primii 50 cm, de 2-4%, însă acest lucru a fost observat doar în situația unui faeoziom clinogleic (situație atipică), celelalte subtipuri de faeoziom ne reprezentând carbonați pe profil. În cazul antrosolurilor și a regosolurilor, carbonații sunt prezenți încă din partea superioară a profilului, cu valori ridicate, de peste 8%. Aceste tipuri de sol sunt supuse proceselor de eroziune și dețin aproximativ 10% din totalul suprafețelor cu livezi (fig. 48).

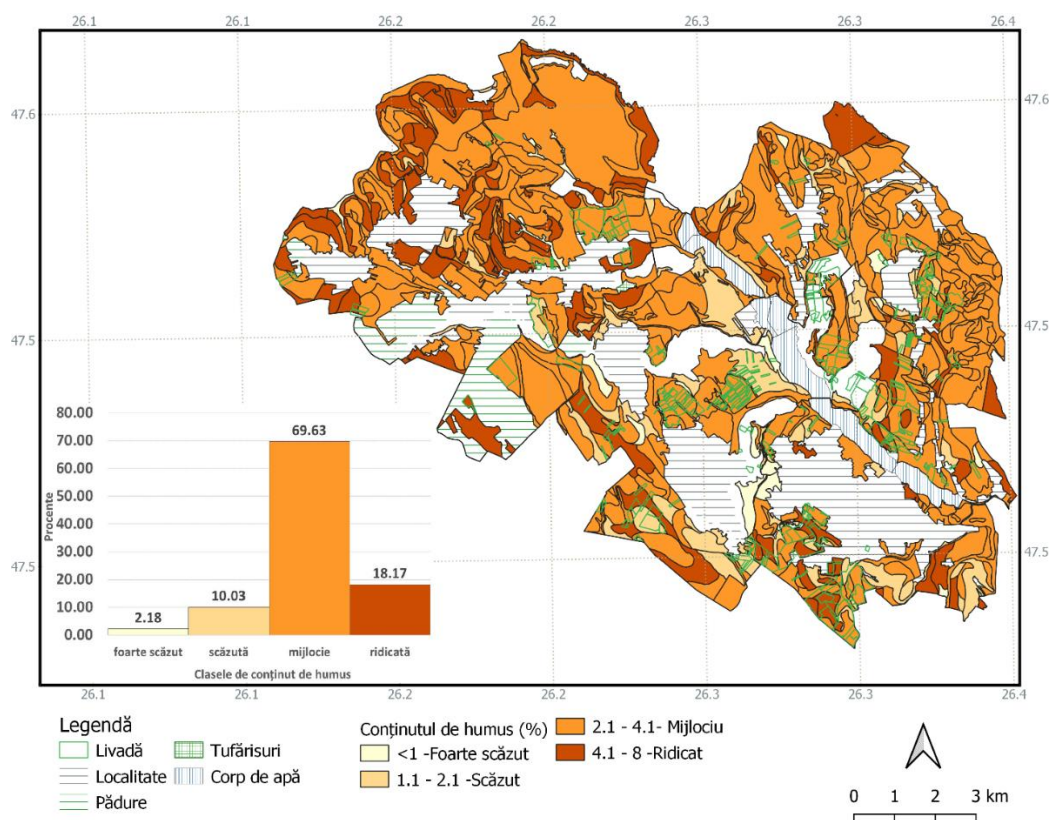


Figură 48 Variația Ca CO₃ în profil pentru tipurile de sol întâlnite în livezi

6.5 Conținutul în humus

Plantațiile de măr se dezvoltă bine pe solurile cu un conținut în humus ce variază între 2 și 3%, valori aferente clasei mijlocii.

În zona de studiu, domină solurile care au în orizonturile superioare un conținut mijlociu de humus (între 2,1 și 4 %), acestea ocupând aproximativ 70% din teritoriu., fiind urmate de solurile cu un conținut ridicat în humus, care se grefează peste 18,17% din teritoriu. O pondere de 2,18% din teritoriu aparține clasei foarte scăzute, iar 10,03% aparține clasei scăzute (fig.49).



Figură 49 Cartograma conținutului de humus

Cea mai mare pondere a livezilor din zona de studiu (68,8%) se regăsește peste soluri cu un conținut de humus cuprins între 2,1 și 4,1%, fapt ce include un procentaj considerabil din suprafețele ocupate de plantațiile pomicole în clasa mijlocie, în optimul menționat mai sus. Ponderi aproximativ egale, 15%, sunt remarcate în cazul livezilor ce sunt amplasate peste soluri cu un conținut în humus aferent claselor scăzută și ridicată. Din acest punct de vedere, humusul nu implică restricții semnificative și nici riscuri pedologice pentru plantațiile de măr.

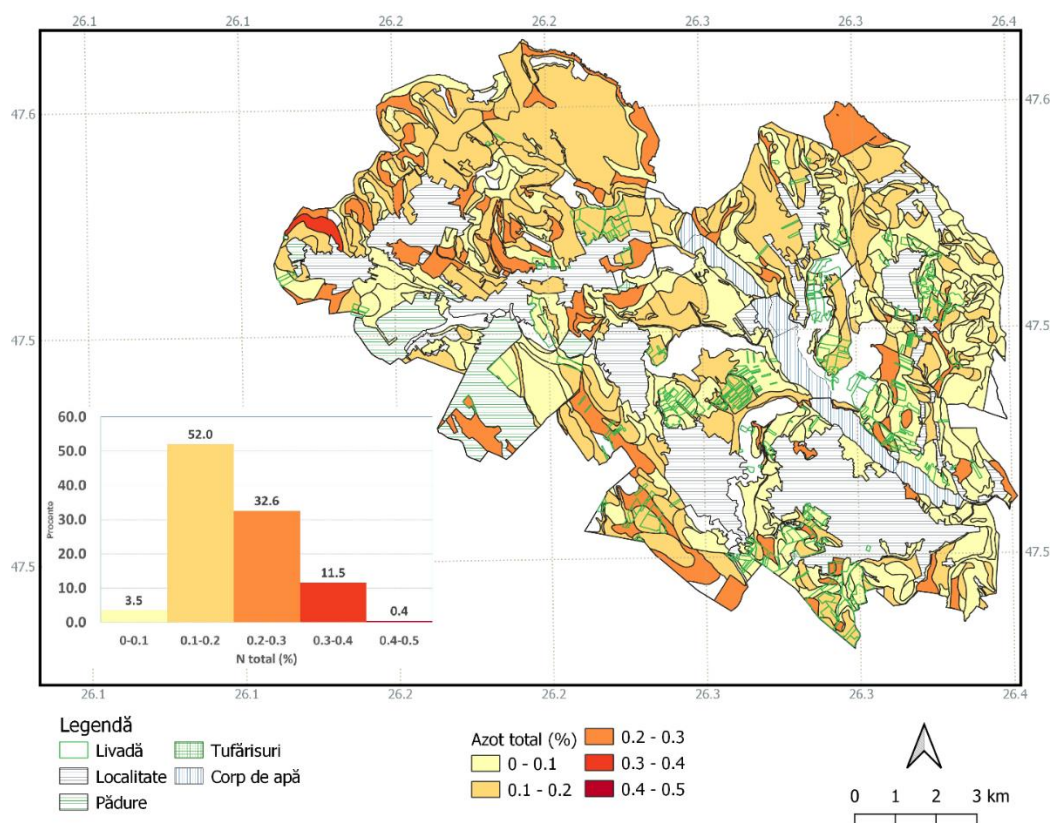
6.6 Elementele nutritive (N, P, K)

În vederea unei dezvoltări bune a plantelor, cu roduri mulțumitoare, pe lângă procesul de fotosinteză, procesul de nutriție minerală face referire la substanțele minerale din sol care se grupează în două categorii: macroelemente (N, P, K, C, O etc.) și microelemente (Fe, Zn, Cu, Zn etc.). În acest studiu se vor trata elementele minerale N, P, K.

6.6.1 Azotul total

Pentru culturile pomicole, nivelul optim al aprovizionării solului cu N total ar fi cuprins între 0,11 și 0,25 %, însă optimul pentru specia măr se situează la limita superioară a intervalului menționat anterior (0,25%).

În zona de studiu, valorile dominante ale N total sunt cele cuprinse între 0,1 și 0,2 %, ocupând 52% din teritoriu și cele cuprinse între 0,2 și 0,3, ce dețin o pondere de 36,28% din suprafața studiată. Identificăm valori sub 0,1% pe 3,5% din arealul vizat, valoarea fiind asociată cu o cantitate foarte mică de N total. (fig. 50).



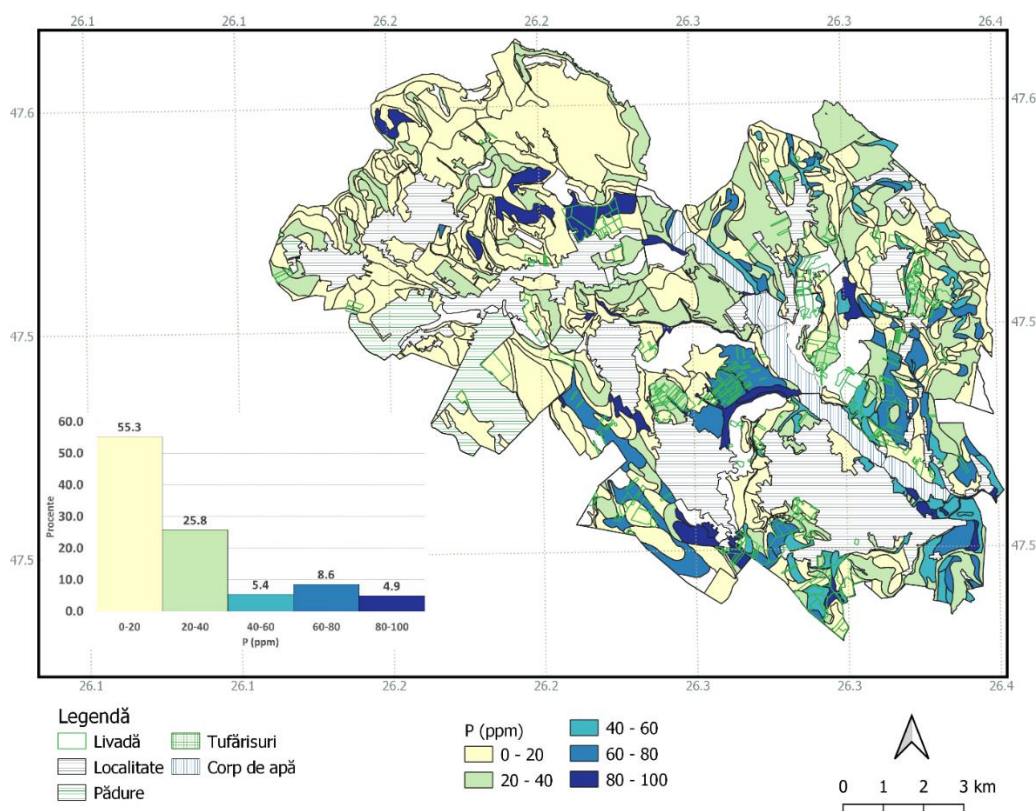
Figură 50 Cartograma conținutului în azot total

Livezile din zona de studiu sunt situate într-o proporție de peste 99% pe terenuri cu valori ale N total ce depășesc 0,1%, majoritatea (62,28%) fiind încadrată în clasa 0,1-0,2%. Din suprafețele livezilor cartate, doar 0,88% se încadrează într-o clasă ce poate impune restricții la nivelul plantațiilor de pomi. Cu toate acestea, trebuie menționat că asimilarea azotului de către plante nu este uniform distribuită de-a lungul perioadei de vegetație, iar în anumite situații cererea plantelor poate depăși rezerva de azot din sol, lucru care face necesară ajutorarea cu îngrășăminte.

6.6.2 Fosforul mobil

Pentru cultura mărului, intervalul optim al P este cuprins între 60 și 80 ppm, valorile aparținând claselor mare, respectiv foarte mare.

Aproximativ 55% din teritoriul celor 4 unități administrative analizate în această lucrare sunt caracterizate de valori ale P cuprinse între 0-20 ppm, aceste zone fiind asociate cu clasele „extrem de mic”, „foarte mic” și „mic”. Valori ale fosforului cuprinse între 20 și 40 ppm ocupă 25,8% din această zonă, cele cuprinse între 40 și 60 ocupă 5,4%, iar zonele cu valori mari și foarte mari se suprapun peste 13,5% (fig. 51).



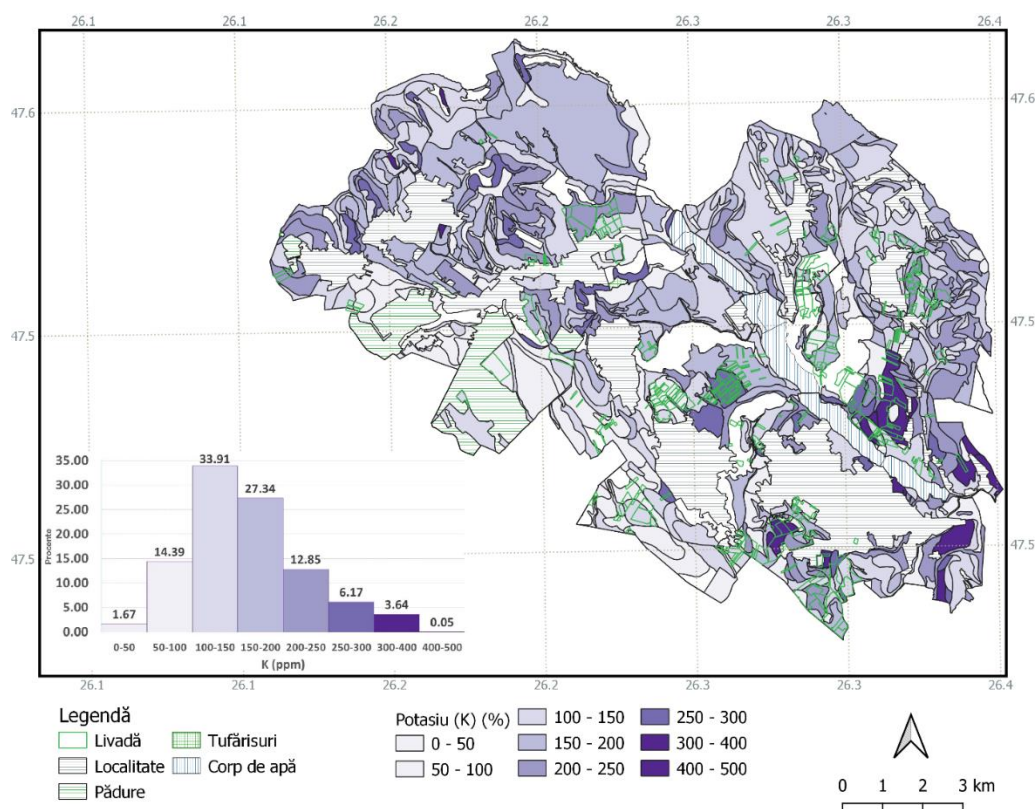
Figură 51 Cartograma fosforului mobil.

Dintre livezile din teritoriu, doar 24,3% se suprapun peste zone cu optimul de P. Cea mai mare pondere a suprafețelor cu livezi (46,7%) se regăsește pe solurile cu valori cuprinse între 0 și 20 ppm, urmate apoi de livezile situate pe soluri cu P cuprins între 20 și 40 care ocupă 17,1% din totalul suprafețelor cu livezi. Ponderea mare a acestor culturi pomicole pe zonele slab aprovizionate cu fosfor impune suplimentarea cu îngrășăminte cu fosfor în vederea ameliorării restricțiilor impuse de condițiile natural.

6.6.3 Potasiul mobil

Cultura mărului are ca optim valori ale conținutului în potasiu cuprinse între 200-300 ppm. În zona studiată domină într-o manieră categorică solurile cu un conținut în potasiu cuprins între 100 și 200 ppm, acestea regăsindu-se peste 61,25% din suprafață. Între 0 și 100 ppm regăsim aproximativ 16%, iar în optimul menționat mai sus (200-300 ppm) se evidențiază aproximativ 19% din suprafața analizată.

În ceea ce privește suprafețele cu plantații pomicole, doar 25,4% se încadrează în ecartul optim de 200-300 ppm de conținut de potasiu, în timp ce cea mai mare suprafață cu livezi, 43,3%, se încadrează în clasa 100-200. Se fac remarcate în teritoriu areale cu un conținut mai scăzut de potasiu, fapt ce poate induce restricții la nivelul plantațiilor de pomi. Acest lucru, la fel ca în cazul celor două macroelemente analizate mai sus (N și P), poate fi ameliorat prin aplicarea îngrășămintelor organice și chimice (fig. 52).



Figură 52 Cartograma conținutului în potasiu mobil

Dinamica proprietăților învelișului de sol nu este atât de alertă precum cea a parametrilor atmosferici, iar în lucrările de specialitate se discută despre condițiile pedologice, fapt ce poate face mai adecvată utilizarea termenului de restricție în locul celui de risc. Astfel, această relație, sol-plantă de cultură, are în spate factorul uman, care decide locul amplasării culturii respective, respectând sau nu gradul de favorabilitate pentru speciile țintă.

În zona studiată, pentru cultura mărului, condițiile pedologice sunt satisfăcătoare, însă prezintă și limitări. Aceste limitări sunt cauzate fie de prezența freaticului aproape de suprafața topografică (aproximativ 3,3% din suprafețele cu livezi se suprapun peste areale cu adâncimea apei fraticale sub 2m, iar ponderea cea mai mare aparține suprafețelor cu livezi amplasate pe zone cu adâncimea apei fraticale mai mare de 5m, și această condiție putând fi considerată ușor restrictivă), fie ca urmare a unei reacții puternic acide a solului, care se manifestă pe 21,3% din suprafețele cu livezi, sau ca urmare a prezenței carbonaților în orizonturile superioare, așa cum este cazul antrosolurilor erodice sau a regosolurilor peste care se găsesc livezi.

În cazul antrosolurilor și a regosolurilor, carbonații sunt prezenți încă din partea superioară a profilului la valori ridicate, de peste 8%. Aceste tipuri de sol sunt supuse proceselor de eroziune și dețin aproximativ 10% din totalul suprafețelor cu livezi, restricțiile fiind prioritare de natură geomorfologică

Concluzii

Zona bazinului pomicol Fălticeni, situat în podișul cu același nume, este caracterizat de un relief deluros, tipic zonelor de podiș, în care domină treapta altitudinală 300-400m (60%), treaptă propice dezvoltării culturii mărului. Din punct de vedere climatic, arealul se află sub influența unei temperaturi medii multianuale de 8,4 °C, iar cantitatea medie multianuală de precipitații este de 609mm.

Privitor la modul evoluției suprafețelor cu livezi din zona de studiu, remarcăm faptul că deși acestea sunt menționate în surse scrise încă din secolul XV-XVI, iar în 1908 se înființează Pepiniera de stat Rădășeni, care are să fie preluată ulterior de Stațiunea experimentală Fălticeni, nu am putut trage niște concluzii cu caracter cantitativ de pe materialele cartografice aferente perioadelor mai sus menționate.

După anul 1965 s-au înființat corpuri masive de livadă, atât în zona de studiu, cât și în comunele limitrofe zonei de studiu. După schimbarea regimului politic (1989) și implicit a unor legi, suprafețe considerabile au fost retrocedate proprietarilor de drept care, din lipsa de interes sau nestiință, nu au executat lucrările specifice necesare la timp, acestea degradându-se.

Perioada mai actuală (după 2012) arată o parte din livezile vechi reînnoite și apariția unor noi corpuri de livadă, semn că pomicultura pare să capete din nou interes pentru populația din zonă și pentru potențiali investitori.

Condițiile climatice ale zonei studiate satisfac nevoile speciilor pomicole regăsite în acest areal, însă prin dinamica lor și prin modul de manifestare a unor fenomene meteorologice, pot apărea și situații care să afecteze producțiile de fructe.

Evoluția temperaturii aerului pentru perioada 1961-2013 este una ascendentă, remarcându-se o creștere a acestui parametru cu aproximativ 1°C. Această creștere a temperaturii aerului poate conduce la o parcurgere mai alertă a fenofazelor, mărindu-se și perioada de vegetație.

Parcurgerea mai alertă a fenofazelor poate expune plantațiile pomicole înghețurilor târzii de primăvară. Cu toate că frecvența acestor fenomene sunt foarte, manifestarea unor astfel de fenomene pot cauza probleme în livezile de măr, fapt dovedit de temperaturile scăzute din data de 10-11 mai 2017. Manifestarea acelor temperaturi scăzute s-a desfășurat pe un areal mult mai amplu, afectând livezile de măr din Europa Centrală.

Dat fiind faptul că procesul de fotosinteză se desfășoară în condiții optime în intervalul 10-19°C, temperaturile mai mari de 30°C pot afecta buna desfășurare a acestui proces, acesta încetând la temperaturi mai mari de 35°C. În perioada 1961-2013 se remarcă o creștere a numărului de zile cu temperaturi mai mari de 30°C (zile tropicale). Anul 2012 se remarcă cu cel mai mare număr de zile tropicale, 46, urmat de anul 2007 cu 31 de zile.

Scenariile climatice (atât scenariul moderat cât și cel pesimist) indică pentru zona de studiu același trend ascendent al temperaturii aerului la fel ca în cazul setului de date ROCADA. Se mai remarcă faptul că pe fondul acestor încălziri, înghețurile târzii de primăvară și timpurii de toamnă se vor produce în continuare, existând posibilitatea inducerii unor stări de risc.

O caracteristică a regimului precipitațiilor și a repartiției lor spațiotemporale o reprezintă neuniformitatea, precipitațiile fiind fenomene atmosferice care se produc în cantități foarte diferite și în mod discontinuu în timp, lucru care îngreunează corelarea acestora cu fenofazele pomilor, care și acestea, la rândul lor, își schimbă datele de parcurgere în funcție de regimul termic anual, însă extremele acestui fenomen pot pune probleme plantațiilor.

Lipsa precipitațiilor reprezintă un risc la nivelul plantațiilor pomicole, lucru combătut câteodată de sisteme de irigații, însă pe fondul unor temperaturi ridicate și al unui proces de evapotranspirație intens pot apărea situații neplăcute chiar și în prezența acestora, caz întâlnit în anul 2015 când producția a fost diminuată cu aproximativ 30% față de anul precedent.

Prezența fenomenului de grindină în arealul studiat a fost confirmat și de proprietarii de livezi, de materiale media, și de materialele obținute de la Autoritatea pentru administrarea serviciului național antigrindină și de creștere a precipitațiilor din România, însă chiar și în aceste condiții, urmărirea acestora este mai dificilă. Modul de manifestare al acestui fenomen, rapid și violent, poate cauza probleme plantațiilor pomicole aproape în fiecare fază vegetativă.

Anul 2017 a fost un an în care s-au putut regăsi aproape toate fenomenele ce pot induce o stare de risc asupra plantațiilor pomicele din zona studiată începând cu un episod tipic de iarnă pe data de 20 aprilie, urmat apoi de un îngheț pe data de 10 mai, iar pe fondul unei veri secetoase, luna august a avut câteva valuri de căldură, inducând stfel și un stress termic.

Plantațiile pomicele din arealul vizat în această lucrare sunt amplasate pe tipuri de sol care, în majoritatea cazurilor, reușesc să răspundă cu brio cerințelor impuse de acestea. Așadar, nu se poate vorbi despre riscuri pedologice, ci mai degrabă despre restricții de ordin pedologic ca urmare a particularităților fizico-chimice ale solului.

Privitor la textura solurilor pe care sunt amplasate livezile de măr din zona de studiu, nu sunt evidențiate restricții majore, texturile argilo-lutoase și luto-nisipoase mijlocii fiind penalizate cu 10% din maximumul notei de bonitare.

Adâncimea apei freatică devine un parametru restrictiv atunci când aceasta este mai mică de 2m, fapt întâlnit doar în cazul a 3,4% din suprafețele plantațiilor pomicele.

Reacția slab acidă a solului și neutră este favorabilă culturii mărului, însă în teritoriu se remarcă și soluri puternic acide (21,3% din suprafețele cu livezi) și moderat acide (51,7%), lucru care duce la penalizarea cu 20% în cazul primului și 10 % în cazul celui de-al 2-lea tip de reacție menționat.

Carbonatul de calciu situat în orizonturile superioare conduce la o inhibare a creșterii plantelor, iar în cazul de față identificăm un astfel de scenariu pe 10% din suprafețele cu livezi.

Conținutul de humus se regăsește în proporție majoritară între valorile 2,1 și 4, îndeplinind cerințele speciei vizate, însă 15% din suprafețele cu livezi aparțin clasei scăzute de conținut în humus.

Nu se impun restricții din perspectiva conținutului de N total, însă sunt recomandate amendamentele pe baza de azot, iar în cazul conținutului în fosfor mobil, amendamentele sunt necesare, deoarece o pondere considerabilă a suprafețelor cu livezi se grefează peste soluri cu valori reduse ale acestui parametru. O pondere de 43,3% din suprafețele cu plantații pomicele sunt amplasate pe soluri cu un conținut de potasiu ce se situează sub optimul necesar, fiind necesare și în această situație aplicarea de îngrășăminte.

Prin lucrarea de față, „Riscuri pedoclimatice în bazinul pomicol Fălticeni”, s-a realizat un studiu prin care s-au evidențiat o serie de parametri de natură climatică și pedologică, care prin evoluția lor și prin modul de manifestare pot avea un impact negativ asupra plantațiilor pomicele aferente zonei studiate. Modul de analiză al potențialilor factori de risc a fost realizat în raport direct cu particularitățile culturii pomicele predominante din acest areal, mărul (*Malus domestica*).

Bibliografie selectivă

- Băcăuanu V., (1980) *Podișul sucevei în podișul moldovei*. Natură, Om, Economie, Editura Științifică Enciclopedia, București;
- Bălțeanu D., Alexe R., (2001), *Hazarde climatice și antropogene*, Edit. Corint, București;
- Blanke, M.M. (2008). *PERSPECTIVES OF FRUIT RESEARCH AND APPLE ORCHARD MANAGEMENT IN GERMANY IN A CHANGING CLIMATE*. Acta Hortic. 772,441446DOI:10.17660/ActaHortic.2008.772.75,<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.772.75>;
- Bogdan, Octavia, Niculescu, Elena (1999) - *RISCURILE CLIMATICE DIN ROMÂNIA*, Academia Română, Inst. de Geogr., București;
- Costăchescu V., (1941), *Istoricul orașului Fălticeni*, Fălticeni;
- Dicu, I., (2017), *Aplicabilitatea tehnicilor s.i.g. și a teledetecției în evaluarea perioadelor de secetă din județul IAȘI*, Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" din Iași;
- Drobotă, M-A. (1996) *Pomicultură: curs pentru facultatea de Agronomie*, Universitatea Agronomică și de Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași;
- Enache, L. (2009) *Agrometeorologie*, București;
- Farda A., Déué M., Somot S. (2010) *Model ALADIN as regional climate model for Central and Eastern Europe*. Stud Geophys Geod 54, 313–332 <https://doi.org/10.1007/s11200-010-0017-7>;
- Gabaldon-Leal C., Ruiz-Ramos M., Rosa R., Leon L., Belaj A., Rodriguez A., Santos C., Lorite I., (2017), *Impact of changes in mean and extreme temperatures caused by climate change on olive flowering in southern Spain*, International Journal of Climatology, DOI: [10.1002/joc.5048](https://doi.org/10.1002/joc.5048);
- IONESI, Bica, (1968), *Stratigrafia depozitelor miocene de platformă dintre Valea Siretului și vales Moldovei*, Editura Academiei Republice Socialiste Române, București;
- Iordache, Iulian & Ursu, Adrian & Apostol, Liviu & Iosub, Marina & Vasiliță, Istrate. (2016). Using modis imagery for risk assessment in the cross - border area Romania-Republic of Moldova. 10.5593/SGEM2016/B22/S10.137;
- Istrate M., (2007) *Pomicultură generală*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
- Jacob, Daniela & Petersen, Julianne & Eggert, Bastian & Alias, Antoinette & Christensen, Ole & Bouwer, Laurens & Braun, Alain & Colette, Augustin & Déqué, Michel & Georgievski, Goran & Georgopoulou, Elena & Gobiet, Andreas & Menut, Laurent & Nikulin, Grigory & Haensler, Andreas & Hempelmann, Nils & Jones, Colin & Keuler, Klaus & Kovats, Sari & Yiou, Pascal. (2014). *EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research*. Regional Environmental Change. 14. [10.1007/s10113-013-0499-2](https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2);
- Jinling, Z., Zhang, D., Luo, J., Linsheng, H., Dong, Y., Juang, W., 2012, *Detection and mapping of hail damage to corn using domestic remotely sensed data in China*, Australian Journal of Crop Science, 101 AJCS 6(1):101-108, ISSN:1835-2707;
- Jitariu V; Ichim P.; Sfica L.; Ursu A., *CLIMATE CHANGE PROJECTIONS REGARDING APPLE ORCHARDS IN THE NORTH-EASTERN REGION OF ROMANIA*, 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference 2019, Albena, Bulgaria, Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-80-5 / ISSN 1314-2704, vol. 19, Book 2.2, 915-924 pp, DOI: 10.5593/sgem2019/4.1/S19.116;

- Mareș Luana (1996), *Riscurile- un nou domeniu al cercetării sociale*, Revista de cercetări sociale, anul 3, nr. 1;
- Niacșu L. (2009) *Bazinul Pereschivului (Colinele Tutovei). Studiu de geomorfologie și pedogeografie cu privire specială asupra utilizării terenurilor*. Teză de doctorat, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza”, Iași;
- Păltineanu, Cr., Dumitru, S., Chițu, E., Tănăsescu, N., Butac, M., Militaru, M., Ignat, P., Mocanu, V., (2017), *Prunul și mărul în sistemul sol-plantă-atmosferă în soluri cu textură medie și ușoară*, Editura Terra Nostra, Iași;
- Revista „Acțiunea Pomicolă”, (1937), nr. 8, 9, Fălticeni;
- Revista „Acțiunea Pomicolă”, (1944), București;
- Rusu C., (1998) *Fizica, Chimia și Biologia solului*, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, Iași;
- Rusu C., (2008) *Impactul riscurilor hidroclimatice și pedo-geomorfologice asupra mediului în bazinul Bârladului*, Editura Performantica, Iași;
- Standberg, G.;Barring, L.;Hansson,U; Jansson, C.; Jones, C.; Kjellström, E.; Kolax, M.; Kupiainen, M.; Nikulin, G.; Samuelsson, P., Ullerstg, A.; Wang, S. (2015) *CORDEX scenarios for Europe from the Rossby Centre regional climate model RCA4* . SMHI; 2015. (RMK, Rapport Meteorologi och Klimatologi);
- Stângă I. C., (2007), *Riscurile naturale. Noțiuni și concepte*, Ed. Universității Al. I. Cuza Iași;
- Stângă, I. C., (2012), *Bazinul Tutovei. Riscurile naturale și vulnerabilitatea teritoriului*, Editura Universității “Alexandru Ioan Cuza”, Iași;
- Sumedea D, Sumedrea M, (2011), *Pomicultură generală*, Invel Multimedia, Pitești
- Szabó-Takács, B., Farda, A., Zahradníček, P. and Štěpánek, P. (2015): *Continentality in Europe according to various resolution regional climate models with A1B scenario in the 21st century*, *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 119, 515–535;
- Unterberger, Christian & Brunner, Lukas & Nabernegg, Stefan & Steininger, Karl & Steiner, A.K. & Stabentheiner, Edith & Monschein, Stephan & Truhetz, Heimo. (2018). *Spring frost risk for regional apple production under a warmer climate*. PLOS ONE. 13. e0200201. 10.1371/journal.pone.0200201;
- Vasiliniuc I. (2009) *Calitatea Solului Noțiuni și concept*, Editura universității „Alexandru Ioan Cuza”, Iași
- Vitasse, Y., Rebetez, M. (2018) *Unprecedented risk of spring frost damage in Switzerland and Germany in 2017*. *Climatic Change* **149**, 233–246) <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2234-y>;
- <http://www.meteomanz.com/>;
- <http://www.meteomoldova.ro>
- <https://www.qgis.org/>;
- <https://rstudio.com/>;
- <https://www.statista.com/>;
- <https://www.wetterzentrale.de/>;
- <https://www.euro-cordex.net/>.