
TEZA DE DOCTORAT

**Cercetări privind caracteristicile acoperișurilor
verzi și influența substratului de cultură asupra
dezvoltării vegetației**

(REZUMAT)

Doctorand **Mihaela Simona Varvară (Rebrean)**

Conducător de doctorat **Prof.univ. dr. Marcel Dîrja**



REZUMAT

Prezenta teză de doctorat prezintă analiza unor caracteristici ale acoperişurilor verzi și a influenței substratului de cultură asupra dezvoltării vegetației. Având în vedere că aceste construcții sunt complexe și depind de un ansamblu de factori (rezistența clădirilor, hidroizolația, clima, substratul, vegetația, sistemele de irigare), interconționați unul de altul, cercetările prezentei lucrări au tratat mai multe aspecte variate și nu s-au axat pe un singur element. Un aspect a fost componența substratului și alt aspect scurgerile de apă, din punct de vedere cantitativ și calitativ. Scopul principal al cercetărilor a fost acela de a obține date suplimentare în vederea realizării acoperişurilor verzi, cât mai adaptabile și accesibile climatului nostru și să ofere o imagine cuprinzătoare asupra construcției și implementării lor în România.

Lucrarea este expusă în 147 pagini, plus rezumatele în română și engleză, structurată pe 7 capitole unde regăsim un număr de 17 grafice, 70 figuri și 48 tabele. Pentru a elabora teza de doctorat a fost necesară consultarea unui număr de 144 surse bibliografice atât din țară cât și din literatura internațională.

Capitolul 1 intitulat "**Stadiul cercetărilor pe plan internațional și național privind acoperişurile verzi**" prezintă un studiu bibliografic axat în mare parte pe literatura de specialitate internațională, dar a cuprins și date preluate din literatură științifică națională. Acest studiu tratează următoarele aspecte: stadiul actual pe plan internațional și național privind acoperişurile verzi, definirea și tipurile acoperişurilor verzi, elementele componente ale acoperişurilor verzi, comparația și mentenanța acoperişurilor verzi, beneficiile și legislația privind acoperişurile verzi.

Tehnologia verde, reprezentată de acoperişurile verzi și pereții verticali, câștigă tot mai mult teren și popularitate datorită, în principal, multiplelor beneficii asupra mediului și celor sociale, astfel: îmbunătățirea calității aerului, reducerea emisiilor de gaze și a poluării, îmbunătățirea calităților estetice și economisirea energiei datorită unei bune izolări și un management mai bun al apei pluviale (CHENG și colab., 2010; WOLVERTON și WOLVERTON, 1993; LIU și BASKARAN, 2003; OBERNDORFER și colab., 2007; SANTAMOURIS și colab., 2007; CURRIE și BASS, 2008). Noi cercetări se fac pentru a identifica plantele sustenabile pentru acoperişurile verzi umbrite. Se fac cercetări și asupra plantelor care oferă și alte beneficii decât cele decorative cum ar fi: eliminarea nutrienților poluanți din precipitații (BUCUR și colab., 2007) și care oferă habitat pentru insecte și alte animale. Cu sau fără standard, acoperişurile verzi continuă să fie în număr cât mai mare. Această creștere se datorează unei bune educații, informări și recomandări (WARK și WARK, 2003).

Subcapitolele primului capitol sunt menite să ofere informații de actualitate și concentrate asupra acoperişurilor verzi, despre modul de funcționare ale acestora, despre componentele acestora, beneficiile și legislația aflată în vigoare.

Cercetări privind caracteristicile acoperişurilor verzi și influența substratului de cultură asupra dezvoltării vegetației.

Capitolul 2 “Obiectivele urmărite” justifică importanța cercetărilor aferente acoperişurilor verzi. Unul dintre scopurile tezei de doctorat a fost acela de a dezvolta modele eficiente și reglementări generale pentru realizarea acoperişurilor verzi în România și evidențierea calităților acestora. Cercetările efectuate au fost axate pe avantajele acoperişurilor verzi și realizarea unor substraturi de cultură adaptate pentru aceste sisteme, din punct de vedere tehnic, dar și vizual. Pentru a oferi o imagine cât mai cuprinzătoare, au fost monitorizate mai multe componente ale acoperişurilor verzi de tip extensiv, cu scopul de a observa și determina dezvoltarea diferitelor specii de plante în funcție de compoziția substratului. O altă dimensiune a cercetărilor efectuate a urmărit determinarea cantitativă și calitativă a apei scurse prin suprafețele propuse, sursa de apă fiind scurgerile din apa de ploaie, dar și ca surse suplimentare de apă ca metodă de întreținere a vegetației în perioada de vară (secetoasă), pentru a oferi date cât mai cuprinzătoare despre capacitatea substratului de a reține și a ceda micro și macroelementele în mediul exterior.

Pentru finalizarea acestor scopuri au fost trasate un set de patru obiective, după cum urmează:

O₁: calitatea aerului din punct de vedere termic și a umidității, având două graduări: acoperiș tradițional și verde;

O₂: design-ul acoperişului, din punct de vedere al componentei substratului, având trei graduări: substrat 1 – 30% turbă + 30% argilă expandată + 30% perlit + 10% țiglă spartă; substrat 2 – 50% turbă + 10 argilă expandată + 30% perlit + 10% țiglă spartă; substrat 3 – 50% turbă + 30% argilă expandată + 10% perlit + 10% țiglă spartă;

O₃: dezvoltarea vegetației de pe acoperişurile verzi, având varianta graminee – gazon cu speciile: *Festuca*, *Poa* și *Lolium*;

O₄: cantitatea apei scurse de pe acoperişurile verzi și calitatea acesteia ca posibilitate de poluare a mediului urban din punct de vedere a scurgerilor metalelor grele eliberate în instalațiile tehnico-edilitare pluviale.

Capitolul 3 se intitulează **“Particularitățile mediului natural/ artificial în care a avut loc experimentarea”** și descrie locațiile în care s-au realizat experimentele, caracteristicile naturale și amplasarea acestora, dar și condițiile climatice. Teza de doctorat a fost realizată în două țări diferite: în România și în Germania. Prima parte a prezentei lucrări a fost realizată la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, unde s-a efectuat un studiu bibliografic corespunzător, axat pe literatura de specialitate internațională, dar a cuprins și date preluate din literatura științifică națională. A doua parte a tezei de doctorat s-a realizat atât în Germania, în orașul Neubrandenburg, la Universitatea Hochschule de Științe Aplicate cât și în România, în orașul Cluj-Napoca, la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară și în orașul Alba Iulia la o casă particulară.

Pentru îndeplinirea obiectivelor tezei de doctorat experimentele au fost

efectuate în condiții staționare de experimentare (pe acoperișul Universității Hochschule de Științe Aplicate din Neubrandenburg și în grădina particulară din Alba Iulia și Cluj-Napoca) cât și în condiții de laborator. Machetele acoperișurilor verzi amplasate în Cluj-Napoca și Alba Iulia au vizat urmărirea efectului pe care îl au condițiile meteorologice asupra substraturilor realizate și asupra creșterii și dezvoltării plantelor.

Pentru a putea corela rezultatele obținute în urma experiențelor care s-au desfășurat în orașele Cluj-Napoca și Alba Iulia cu datele climatice caracteristice orașului Neubrandenburg, Germania s-a efectuat o analiză comparativă între aceste trei locații. S-a realizat această analiză pentru a putea observa mai ușor diferențele și asemănările climatice pentru a se putea stabili dacă rezultatele obținute în urma experiențelor realizate în Germania pot fi aplicate și în România.

Capitolul 4 “Material și metodă”. Utilizarea materialelor reciclate este un principiu de bază în construirea acoperișurilor verzi (MELISSA CURIE și BIREN, 2004).

Pentru a simula un sistem de acoperiș verde s-au realizat trei tipuri de substraturi de plantare, care se diferențiază prin compoziție, granulometrie, textură, porozitate și grad de compactare. Cele trei tipuri de substraturi de plantare au fost realizate amestecând diferite proporții de turbă, argilă expandată, perlit și țiglă spartă, pentru a crea substraturi cu capacități diferite de retenție a apei cât și a nutrienților.

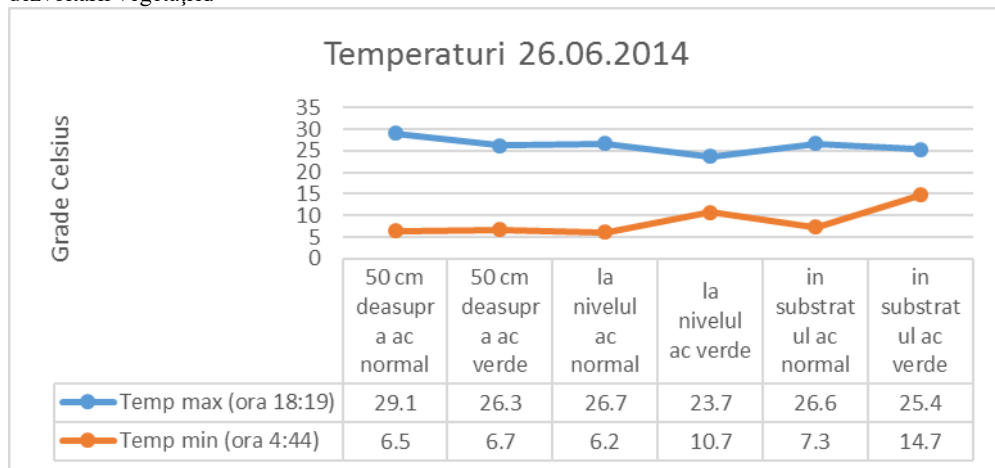
În experiențe au fost utilizate două tipuri de amestecuri de semințe de gazon: *Finess* și *Thermal Force* cât și două specii de plante suculente: *Sedum* sp. și *Sempervivum* sp. Cele două grupe de plante au fost alese deoarece sunt cele mai des întâlnite plante pentru acoperișurile verzi și au caracteristici estetice și cerințe față de mediu cele mai bune. Cele două specii de plante suculente sunt *Sedum* sp. cu varietatea *Sedum sarmentosum* și *Sempervivum* sp. cu varietățile *Sempervivum tectorum* și *Sempervivum arachnoideum*.

Pentru a efectua experiențele necesare realizării acestei teze de doctorat s-au folosit o gamă variată de echipamente cu ajutorul cărora a fost posibilă înregistrarea și monitorizarea datelor. Pentru analizele micro și macroelementelor, dar și pentru metalele grele din apa de ploaie scursă s-au folosit numai reactivi de calitate analitică recunoscută și apă distilată sau apă de puritate echivalentă și fără oxidanți.

Un subcapitol se referă la instalarea experimentelor și determinările efectuate, dar și o descriere mai amănunțită a modului în care s-a desfășurat fiecare etapă și ce materiale, aparatură și reactivi s-au utilizat.

Capitolul 5 intitulat “Rezultate și discuții” cuprinde rezultatele obținute în urma experiențelor efectuate fiind un punct important în ceea ce privește viitoarele cercetări privind condițiile de implementare a acoperișurilor verzi în România, cu o aplicare exactă în Cluj-Napoca și în Alba Iulia, dar și cu posibilitatea extinderii în alte orașe ale țării.

Cercetări privind caracteristicile acoperişurilor verzi și influența substratului de cultură asupra dezvoltării vegetației.



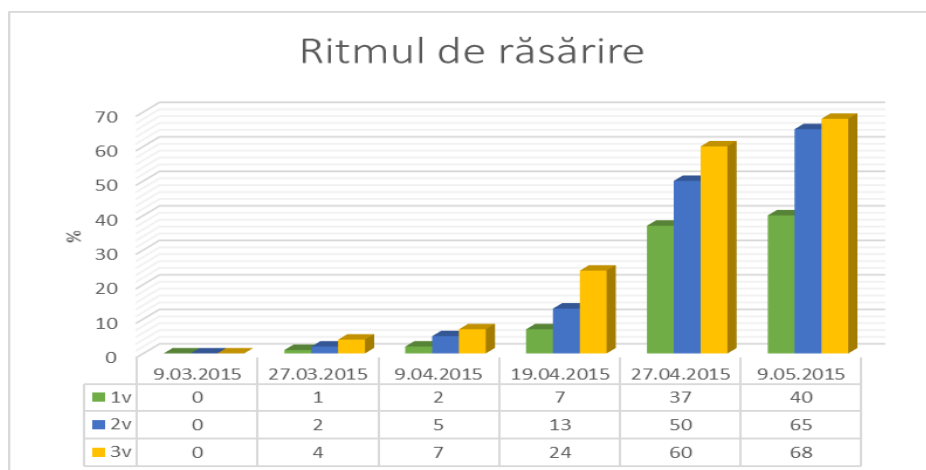
Grafic. 5.1. Temperaturile extreme în 26.06.2014 în Neubrandenburg
Chart. 5.1. Extreme temperatures on 26.06.2014 in Neubrandenburg

Sursa/ source: VARVARĂ și colab.,2015a

Din graficul de mai sus se poate vedea că în data de 26.06.2014 la ora 6:19 p.m. s-a înregistrat o temperatură maximă de 29,1°C față de punctul de referință și diferența de temperatură dintre acoperișul tradițional și cel verde este de aproximativ 3°C, aceeași diferență care s-a înregistrat pe LOG 32 pus pe substratul de creștere și cel de pe pietriș. Diferența de temperatură în substratul unui acoperiș tradițional și cel verde înregistrată este de aproximativ 1°C. Diferența de temperatură minimă dintre acoperișul tradițional și cel verde este între valorile de 0,2 – 7,4°C, ceea ce înseamnă că noaptea temperatura de pe pietrișul unui acoperiș tradițional este mai scăzută decât temperatura de pe substratul de creștere al unui acoperiș verde.

Tipul de substrat de asemenea afectează calitatea și cantitatea scurgerilor pluviale (MORAN și colab., 2005; TEEMUSK și MANDER, 2007; ALSUP și colab., 2010). În urma experimentelor făcute se poate observa că cea mai mică cantitate de particule de nisip se regăsește în substratul 1 (30% - turbă, 30% - argilă expandată, 30% - perlit și 10% - țiglă spartă) de 35,72%, iar cea mai mare în substratul 2 (50% - turbă, 10% - argilă expandată, 30% - perlit și 10% - țiglă spartă) de 41,96%. Cantitatea de pietriș cea mai mică a fost găsită în substratul 2 (50% - turbă, 10% - argilă expandată, 30% - perlit și 10% - țiglă spartă) de 34,75%, iar în substratul 3 (50% - turbă, 30% - argilă expandată, 10% - perlit și 10% - țiglă spartă) a fost găsită cea mai mare cantitate de 48,13%. De aici se poate observa o diferență între acestea datorită componenței principale a acestor substraturi care variază.

După cum se poate observa din graficul de mai jos, după cele 2 luni cât a durat experimentul, substraturile 2 și 3 au un ritm de răsărire și acoperire a solului mai mare de 65%, iar substratul 1 are de doar 40%, ceea ce arată că este foarte importantă și compoziția substraturilor pentru ritmul de creștere al plantelor.



Grafic. 5.2. Ritmul de răsărire
Chart 5.2. The rising rhythm of the lawn

Tabel 5.1. Biomasa verde comparată cu biomasa uscată
Table 5.1. Green biomass compared to dry biomass

Substrat/ Substrate	Varianța/ Alternative	%	Diferența/ Difference	Semnificația/ Meaning
B1A1	16.47	100.0	0.00	Mt.
B2A1	11.60	70.4	-4.88	0
B1A2	19.29	100.0	0.00	Mt.
B2A2	12.14	63.0	-7.14	00
B1A3	18.64	100.0	0.00	Mt.
B2A3	11.07	59.4	-7.57	000

DL (p 5%)=4.51

DL (p 1%)=6.83

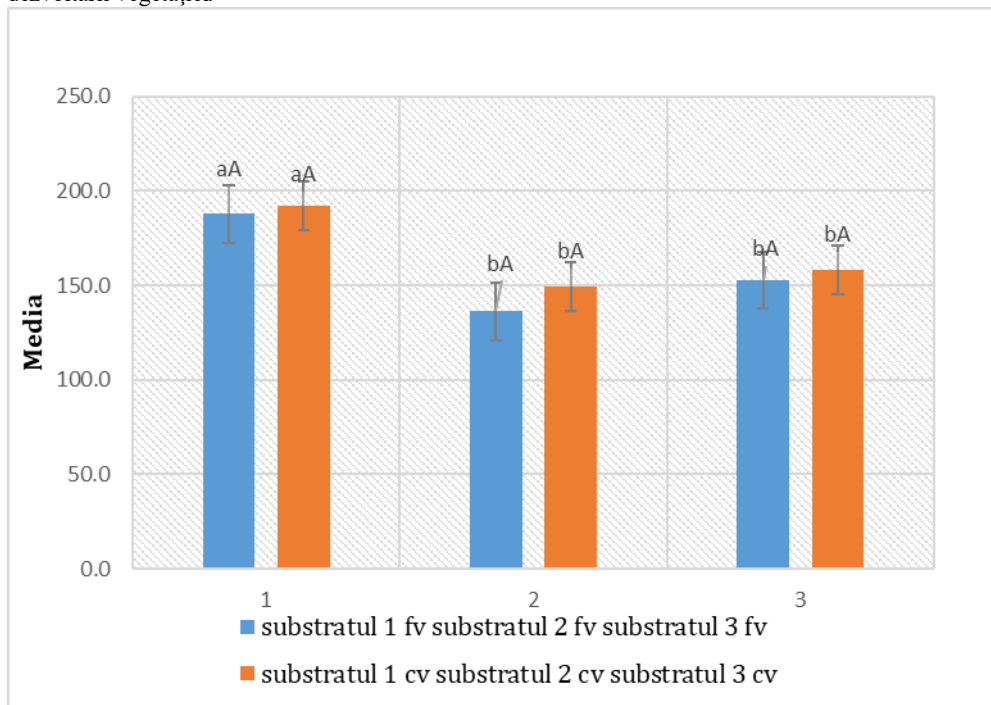
DL (p 0.1%)=10.96

Note: B1A1 – substrat 1 x biomasa umedă; B2A1 – substrat 1 x biomasa uscată; B1A2 – substrat 2 x biomasa umedă; B2A2 – substrat 2 x biomasa uscată; B1A3 – substrat 3 x biomasa umedă; B2A3 – substrat 3 x biomasa uscată.

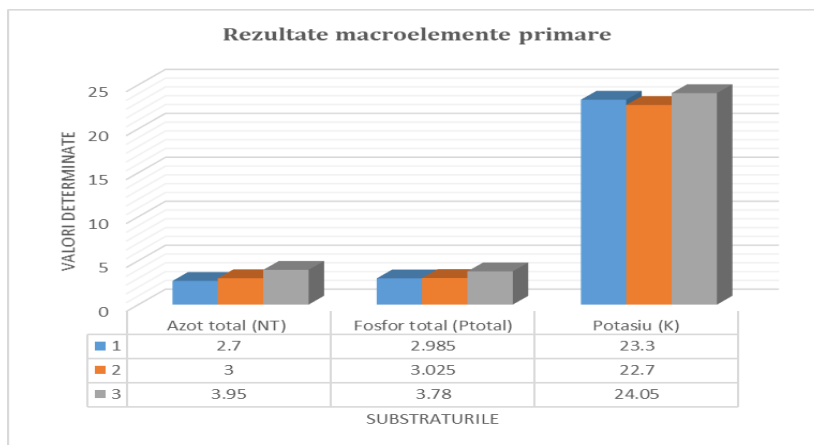
În substratele 2 și 3 diferențele sunt distinct semnificative față de substratul 1 în ceea ce privește creșterea și dezvoltarea plantelor (biomasa), respectiv în substratul 1 între biomasa umedă și cea uscată se înregistrează o diferență de 4,88 g comparativ cu celelalte 2 substraturi unde diferența este de aproximativ 7 g.

Din graficul de mai jos se poate observa că între substratul 1 fără vegetație, dar și cu vegetație, și substraturile 2 și 3, fără vegetație și cu vegetație, există o diferență asigurată statistic (a), ceea ce nu se poate observa și între substraturile 2 și 3, fără și cu vegetație, unde nu există o diferență statistică (b). Între substratul 1 cu vegetație și cel fără vegetație nu există o diferență asigurată statistic (A), la fel se poate spune și despre substraturile 2 și 3, fără și cu vegetație.

Cercetări privind caracteristicile acoperişurilor verzi și influența substratului de cultură asupra dezvoltării vegetației.



Grafic 5.3. Diferențele de scurgeri dintre substraturile fără vegetație și cu vegetație
Chart 5.3. Leakage differences between substrates without vegetation and with vegetation



Grafic 5.4. Rezultate macroelemente primare
Chart 5.4. Primary macroelement results

În urma rezultatelor se poate observa că azotul și fosforul au valori asemănătoare în toate cele trei substraturi, valori cuprinse între 2,7 și 3,95 mg/l, iar

potasiu are valori foarte mari cuprinse între 22,7 și 24,05 mg/l.

Din graficul 5.4 rezultă că substratul 1 are o pierdere mai mică de azot și fosfor de 2,7 mg/l, respectiv de 2,985 mg/l, decât substratul 3 care pierde mai mult, respectiv 3,95 mg/l azot și 3,78 mg/l fosfor. În ceea ce privește potasiu, substratul 2 are o pierdere mai mică de 22,7 mg/l, decât substratul 3 unde pierderea este mai mare, de 24,05 mg/l.

Tabel 5.2. Influența perioadei de prelevare a probelor asupra tipului de substrat și a calciului și magneziului

Table 5.2. Influence of sampling period on substrate type and calcium and magnesium

Simbol/ Symbol	Concentrație/ Concentration		Diferența/ Difference	Semnificația/ Meaning
	[μg /l]	Procent (%)		
B1A1C1	1.65	100.0	0.00	Mt./Control
B2A1C1	0.69	41.8	-0.96	-
B1A1C2	0.72	100.0	0.00	Mt./Control
B2A1C2	2.52	352.4	1.81	*
B1A2C1	1.24	100.0	0.00	Mt./Control
B2A2C1	1.82	146.8	0.58	-
B1A2C2	0.81	100.0	0.00	Mt./Control
B2A2C2	2.52	311.1	1.71	*
B1A3C1	1.45	100.0	0.00	Mt./Control
B2A3C1	1.04	71.7	-0.41	-
B1A3C2	0.69	100.0	0.00	Mt./Control
B2A3C2	2.24	326.3	1.55	*

DL (p5%)=1.39

DL (p1%)=2.41

DL (p0.1%)=4.93

Nota: A1 – substratul 1, A2 – substratul 2, A3 – substratul 3, B1- prima prelevare, B2 – a doua prelevare, C1 – Magneziu, C2 – Calciu

Pentru toate cele trei substraturi, magneziul pierdut prezintă modificări de cantitate de la o determinare la alta neasigurate statistic (pierderi mici), ceea ce nu este valabil ca și tendință pentru cantitatea de calciu pierdută de la o determinare la alta (cantitatea de calciu crescând semnificativ la a doua determinare pentru același substrat).

Tabel 5.3. Influența microelementelor pierdute
Table 5.3. The influence of lost microelements

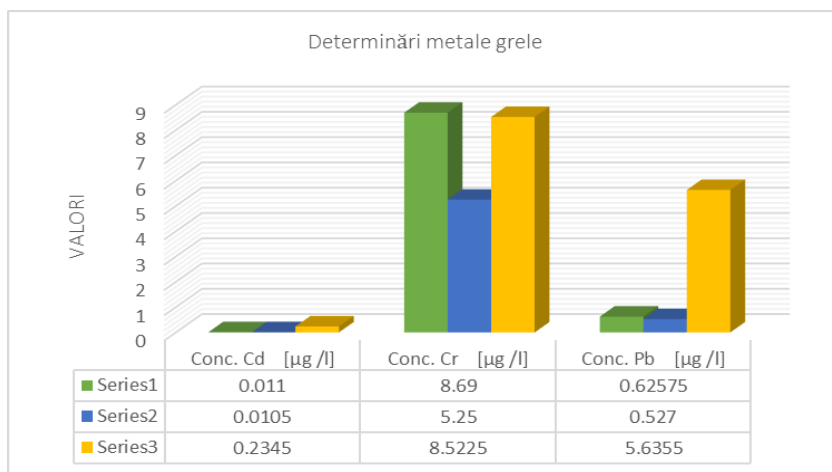
Nr. Crt	Varianta/ Alternative	Diferența/ Difference	Clasificarea/ Classification
---------	--------------------------	--------------------------	---------------------------------

Cercetări privind caracteristicile acoperişurilor verzi și influența substratului de cultură asupra dezvoltării vegetației.

1	C1	0.02	A
2	C2	1.63	A
3	C4	2.91	A
4	C3	36.59	B

Note: C1 – Cupru, C2 – Zinc, C3 – Fier, C4 - Mangan

Fierul se află în cantitate distinct semnificativă ca și microelement pierdut comparativ cu celelalte trei microelemente (cupru, zinc și mangan) determinate în pierderile/scurgerile de apă (Tabel 5.3.)



Grafic 5.5. Rezultate determinări metale grele
Chart 5.5. Result of heavy metal determinations

Din graficul de mai sus (Grafic 5.5.) se poate observa că cele mai mari pierderi de cadmiu (8,69 µg/l), crom (5,25 µg/l) și plumb (8,52 µg/l) se află în substratul 2. O altă observație care se poate face este aceea că în substratul 3 cantitatea de plumb (5,63 µg/l) pierdută este mai mare față de celelalte două metale grele, iar substratul 1 este singurul substrat care reține cea mai mare parte din metalele grele, iar pierderile fiind mici astfel: cadmiu 0,011 µg/l, crom 0,0105 µg/l și plumb 0,2345 µg/l.

Rezultatele privind măsurarea pH-ului scot în evidență următoarele:

- un număr de nouă probe au un pH slab acid
- doar două probe au un pH neutru
- proba 7 are o valoare ridicată a pH-ului fiind alcalină.

Capitolul 6 “Concluzii și recomandări”. În urma experimentelor derulate și a interpretării datelor rezultate, pe parcursul studiilor doctorale, se pot contura concluziile în urma cărora se pot face unele recomandări pentru a clarifica și confirma cunoștințele referitoare la sistemele acoperişurilor verzi, a diferențelor de temperatură și umiditate dintre un acoperiș tradițional și unul verde, a substraturilor de cultură, a pretabilității vegetației și a calității și cantității apei scurse de pe un acoperiș verde.

Rezultatele obținute în prezenta lucrare confirmă studiile științifice publicate referitoare la diferența de temperatură și umiditate dintre un acoperiș verde și unul tradițional. Chiar dacă aceste experimente s-au realizat în Germania, în orașul Neubrandenburg, rezultatele pot fi valorificate și pot trasa linii directe necesare realizării acoperișurilor verzi în România.

După ce au fost analizate rezultatele obținute pot fi conturate următoarele concluzii:

- o influență pozitivă asupra temperaturii și umidității din interiorul unei clădiri cu acoperiș verde față de un acoperiș tradițional
- substratul compus din: 50% turbă, 10% argilă expandată, 30% perlit și 10% țiglă spartă are cel mai mare procent de nisip, astfel trecerea apei prin substrat este mult încetinită, pe când substratul compus din: 30% turbă, 30% argilă expandată, 30% perlit și 10% țiglă spartă, are cel mai mic procent de nisip și viteza de infiltrare este mai ridicată, putem spune că procentul de turbă este factorul care influențează trecerea apei prin substrat.
- viteza de infiltrare a apei în substratul de cultură este influențată de compoziția substratului, respectiv particulele de nisip și pietriș, deoarece cu cât conținutul de nisip este mai mare cu atât permeabilitatea solului este mai ridicată,
- dezvoltarea plantelor studiate: gramineele cu speciile *Festuca*, *Poa* și *Lolium* și plantele suculente cu speciile *Sedum* și *Sempervivum*, este foarte bună ceea ce indică o preabilitate foarte bună a acestor specii în amenajarea acoperișurilor verzi
- în substratul cu o compoziție de 30% turbă, pierderile de apă sunt mai mari indiferent dacă substratul este acoperit sau nu cu vegetație, față de substraturile cu 50% turbă unde pierderile de apă din ploile artificiale sunt mai reduse.
- potasiul se pierde prin apa de ploaie mult mai repede și în cantitate mult mai mare față de azot și fosfor.
- valoarea pierderilor microelementelor din apa scursă de la precipitații prin substratul unui sistem de acoperiș verde sunt mai mari la fier decât la celelalte microelemente studiate, astfel că fierul este microelementul care se pierde cel mai repede, indiferent de compoziția substratului și a momentului determinărilor făcute, acest lucru se poate datora faptului că fierul este un element cu stări variabile în funcție de factorii fizici, chimici și trofici.
- substratul 1 este cel care înmagazinează cel mai bine metalele grele și pierderile sunt cele mai mici, pe când substratul 2 este cel care reține cel mai puțin cadmiu, crom și plumb lăsând să se scurgă în apa pluvială.

Rezultatele obținute în urma cercetărilor realizate duc la următoarele recomandări:

- pentru a avea un substrat perfect trebuie să se facă analize la granulometrie a acestuia, iar pentru a contracara lipsurile existente se vor face în continuare analize și se vor elimina aceste neajunsuri pentru a ajunge la o granulometrie a unui substrat perfect pentru un acoperiș verde
- este clar că înverzirea unui acoperiș verde nu va rezolva complet problema scurgerilor de apă din precipitații și trebuie combinată cu alte măsuri de reducere a acestor scurgeri, dar cu cât aceste plante vor întârzia scurgerea apei cu atât sistemul de canalizare nu va suferi și va ajunge la supraplin
- se recomandă urmărirea disponibilității nutrienților pentru vegetație și este necesar administrarea fertilizanților în funcție de tipul de plante ales pentru acoperișul verde.

Capitolul 7 intitulat **“Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei”** conține aspecte personale aduse literaturii de specialitate:

- crearea unui substrat care să se preteze la un sistem de acoperiș verde extensiv
- studierea design-ului acoperișului verde, din punct de vedere al componenței substratului: granulometrie, viteză de infiltrare, retenția maximă a apei;
- analiza dezvoltării vegetației pe un acoperiș verde, având un covor vegetal format din graminee-gazon și din plante succulente
- determinarea calității apei scurse de pe sistemul de acoperiș verde cu plante succulente prin analiza macroelementelor primare: azot (N), fosfor (P) și potasiu (K) și secundare: calciu (Ca) și magneziu (Mg), a microelementelor: fier (Fe), mangan (Mn), cupru (Cu) și zinc (Zn), dar și a metalelor grele: Cadmiu (Cd), Crom (Cr), Plumb (Pb)

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ALSUP S., S. EBBS, W. RETZLAFF, 1010, The exchangeability and leachability of metals from select green roof growth substrates, *Urban Ecosystem* 13, pag. 91-111
2. BUCUR D., G. JITAREANU, C. AILINCAI, C. TSADILAS, DESPINA AILINCĂI, A. MERCUS, 2007, Influence of soil erosion on water, soil, humus and nutrient losses in different crop systems in the Moldavian Plateau, Romania, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.5(2), pag. 261-264, ISSN 1459-0255 (IF 0.517)
3. CHENG C.Y., K.K.S. CHEUNG, L.M. CHU, 2010, Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls, *Building and Environment* 45, pag 1779-1787.
4. CURRIE B.A., B. BASS, 2008, Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model, *Urban Ecosystems* 11, pag. 409-422
5. CURRIE MELISSA, BIREN B., 2004, Rooftop ...Building bridger...Building dreams, *Cornell University Landscape Architecture*

6. LIU K., B. BASKARAN, 2003, Thermal performance of green roofs through field evaluation, *The first North American green roof infrastructure conference, awards and trade show: greening rooftops for sustainable communities, Chicago, IL (United States), pag. 1-10*
7. MORAN A., B. HUNT, J. SMITH, 2005, Hidrologic and water quality performance from green roofs in Goldsboro and Raleigh, North Carolina, *Third annual greening rooftop for sustainable communities conference, awards and trade show, Washington, D.C.*
8. OBERNDORFER E., J. LUNDHOLM, B. BASS, R.R. COFFMAN, H. DOSHI, N. DUNNETT, S. GAFFIN, M. KÖHLER, K.K.Y. LIU, B. ROWE, 2007, Green roof as urban ecosystems: ecological structures, functions and services, *BioScience Vol.57 No.10 pag. 823-833*
9. SANTAMOURIS M., C. PAVLOU, P. DOUKAS, G. MIHALAKAKOU, A. SYNNEFA, A. HATZIBIROS, P. PATARGIAS, 2007, Investigating and analyzing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece, *Energy 32, pag. 1781-1788*
10. TEEMUSK A., Ü. MANDER, 2007, Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: the effects of short-term events, *Ecological Engineering, 30(3), pag. 271-277*
11. VARVARĂ MIHAELA SIMONA, M. KÖHLER, M. VOEVOD, M. DÎRJA, 2015a, Study regarding temperature differences between a traditional roof and green roof, *Buletin USAMV – Horticulture, ISSN 1843-5254, pag.433-437*
12. WARK C., WENDY WARK, 2003, Green roof specifications and standards establishing an emerging technology, *The Constructions Specifier, vol.56, no.8*
13. WOLVERTON B., J. WOLVERTON, 1993, Plants and soil microorganism: removal of formaldehyde, xylene and ammonia from the indoor environment, *Journal of the Mississippi Academy of Sciences 38, pag. 11-15*