
TEZĂ DE DOCTORAT

Gestionarea și reabilitarea sustenabilă a terenurilor degradate din mediul urban

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Doctorand Oana Răcușan (Ghircoiaș)

Conducător de doctorat Prof. Univ. Dr. Marcel Dîrja



INTRODUCERE

În pofida incertitudinilor, inevitabile în orice cercetare, privind tendințele viitoare, este din ce în ce mai clar că urbanizarea va continua să afecteze solul, mediul, biodiversitatea și ecosistemele, majoritatea efectelor manifestându-se în lumea în curs de dezvoltare care are mijloace limitate pentru a aborda fiecare provocare a urbanizării. Eroziunea și poluarea sunt probleme actuale care pot fi reduse sau prevenite prin îmbunătățirea acoperirii terenurilor cu vegetație, menținerea biodiversității și utilizarea unor bune practici în gestionarea solului și a terenurilor. Scopul principal al acestei cercetări este acela de a îndrepta atenția punctual spre spațiile de joacă pentru copii, întrucât joaca și socializarea sunt fundamentale pentru dezvoltarea acestora, din toate punctele de vedere. Profesioniștii în domeniu sunt de părere că dezvoltarea abilităților sociale ale copiilor se produce pe terenul de joacă și pot să devină abilități pentru toată viața, aceste locuri fiind, în afara casei, cele mai importante medii, pentru că jocul liber și spontan este o activitate esențială și benefică. Parcurile de joacă pentru copii pot fi contaminate cu substanțe toxice care să prezinte riscuri pentru sănătatea umană, pentru că metalele grele au devenit poluanți urbani pe scară largă, iar faptul că cei mici sunt expuși la riscuri potențiale, de multe ori este ignorat. Calitatea spațiilor în care ne ducem copiii trebuie să devină o prioritate în vederea asigurării că acestea sunt spații sănătoase și sigure. Specialiștii au nevoie de abordări fezabile care să îi ajute în personalizarea opțiunilor pentru crearea de locuri de joacă urbane durabile și mai sigure. Posibilitatea epuizării unor elemente ce alcătuiesc capitalul natural al planetei a obligat societatea contemporană să-și stabilească ținte, din ce în ce mai precise și punctuale, pentru menținerea și îmbunătățirea stării actuale.

SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII

Scopul cercetării este tratarea problemelor teoretice documentate și practice privind contaminarea cu metale grele a solului urban de tipul parcuri de joacă, din municipiul Cluj-Napoca și are ca obiectiv general și specific identificarea acestora, evaluarea nivelului de contaminare și impactul asupra comunității. Poluanții de acest tip, sunt primordial antropici (emisii de la trafic sau activități industriale).

Așadar principalul risc, în ceea ce privește solurile urbane, îl reprezintă prezența metalelor grele, apărute în urma activităților antropice, în mod deosebit a traficului rutier. Astfel, s-a procedat la documentare/studii/, identificarea siturilor urbane potențial contaminate, analize de sol și realizarea unor baze de date pentru analize statistice, hărți, identificarea și recomandarea celor mai bune modalități de reabilitare sustenabilă a siturilor care au probleme, stabilirea speciilor vegetale care sunt pretabile în refacerea structurii solurilor degradate, identificarea unor modele de

bune practici în utilizarea terenurilor urbane.

STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Teza este structurată în două părți, care cuprind 8 capitole, are 148 de pagini, 3 anexe și 227 de referințe.

PARTEA ÎNTÂI: Stadiul actual al cunoașterii

Capitolul 1. conține informații documentate în ceea ce privește solul și degradarea terenurilor. Structurat pe trei subcapitole privind solul, factorii care stau la baza formării acestuia, punctând conceptul de calitate a solului. Degradarea terenurilor pe plan mondial și în România este tratată în al doilea subcapitol, urmând ca al treilea subcapitol să prezinte diversele aspecte și forme ale eroziunilor (hidrică, eoliană, antropică, alunecări de teren).

Capitolul 2. cuprinde patru subcapitole și se referă la terenul urban, subliniind impactul acțiunilor antropice asupra acestuia și contaminarea cu metale grele, tratând o serie de elemente care au influență asupra fenomenului de degradare.

PARTEA A DOUA: CONTRIBUȚIE PERSONALĂ

Această parte descrie materialele și metodele care au stat la baza cercetării, rezultatele statistice, concluziile și recomandările care au ca scop atingerea obiectivelor propuse.

Capitolul 3., în cele două subcapitole ale sale, prezintă punctual obiectivele precise ale cercetării, subliniind însemnătatea peisajului și pluridisciplinaritatea acestuia,

Capitolul 4. Referitor la cadrul natural al municipiului Cluj-Napoca și a județului Cluj, sintetizează elementele care pot să influențeze rezultatele și duc la elaborarea concluziilor (relief, climă, Analiza SWOT pentru dimensiunea urbanistică, zonă metropolitană, parcuri) și are șase subcapitole.

Capitolul 5. Capitolul Material și Metodă are șase subcapitole, respectiv considerații generale privind particularitățile zonelor din care fac parte siturile vizate, Metodologia Six Sigma (DMAIC) ca instrument de lucru, urmând apoi descrierea metodelor de lucru în ceea ce privește modalitatea de detectare a metalelor grele, modalitatea de identificare a siturilor în vederea evaluării nivelului de contaminare, prelevarea probelor, calculul indicelui de poluare și de încărcare a poluării, metodele statistice utilizate.

Tabel 5.1. Amplasarea locurilor de joacă pentru copii studiate în Cluj-Napoca

Acronim sit	Coordonate și altitudine	Vegetație	Căi de acces
CJ-AM1	Andrei Mureșanu, 371 m	Gazon, arbuști, arbori	Dale din beton
	46°45'39.09" N 23°36'12.86" E		
CJ-AM2	Andrei Mureșanu, 369 m	Gazon, arbuști, arbori	Asfalt, pavaj cauciucat
	46°45'42.39" N 23°36'22.63" E		
CJ-BZ1	Bună Ziua, 443 m	Gazon	Pietriș, pavaj cauciucat
	46°45'7.04" N 23°36'13.18" E		
CJ-BZ2	Bună Ziua, 459 m	Gazon	-
	46°44'56.29" N 23°36'2.06" E		
CJ-CB	Colonia Borhanci, 352 m	Gazon	-
	46°44'56.58" N 23°38'22.68" E		
CJ-G	Gheogheni, 333 m 46°46'5.45" N 23°38'0.82" E	Gazon, arbuști, arbori	Pavaje din beton și cauciuc

- Calculul indicilor de poluare pentru metalele grele măsurate pentru în vederea evaluării amenințării;

Formula de calcul indice de poluare:

$$PI = C_n \div GB$$

(C_n - concentrație metal greu, GB - valoare de referință de fond geochimic)

Formula de calcul indice de încărcare a poluării:

$$PLI = \sqrt[n]{PI_1 \times PI_2 \times \dots \times PI_n}$$

Capitolul 6., Rezultate și discuții cuprinde 15 subcapitole cu rezultatele obținute și discuțiile pe baza acestora.

Elemente chimice din sol: metale grele și metaloizi-bază de date

O cercetare mai detaliată s-a realizat asupra elementelor pentru care legislația în vigoare din România prevede valori de referință (ORDIN nr. 756/3 noiembrie 1997), respectiv: valori normale, praguri de alertă și de intervenție. Aceste elemente sunt: vanadiu (V), crom (Cr), mangan (Mn), cobalt (Co), nichel (Ni), cupru (Cu), zinc (Zn), cadmiu (Cd), mercur (Hg), talii (Tl), plumb (Pb), arsen (As), antimoniu (Sb), seleniu (Se)

Probele au fost analizate pentru prezența acestor 14 elemente, iar în urma analizelor s-a constatat faptul că:

- 6 elemente au fost sub limita de detecție: Co, Se, Cd, Sb, Hg, Tl
- 8 elemente, respectiv V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Pb au fost prezente în sol

Rezultate privind niveluri ale oligoelementelor grele

Analiza varianței a arătat că diferențele observate între nivelul mediu de metale grele dintre cele șase locații au fost semnificative statistic numai pentru concentrația de Zn. Coeficientul de variație a arătat o dispersie mai mare față de medie pentru Mn, ceea ce sugerează prezența eterogenă a acestui element în probe.

Tabelul 6.1. Metalele grele din sol și influența amplasării sitului (Cluj-Napoca, 2022)

Parametru	Statistici descriptive							Analiza variației		
	Media (mg/kg)	Mediana (mg/kg)	±SD	Skew	Max.	Min.	CV	Valoare test	P	Semn.
V	69.78	74.00	20.14	-0.50	100	31	28.86	$F = 2.51$	0.0891	ns
Cr	35.00	31.00	14.14	1.27	63	20	40.40	$F = 0.51$	0.7662	ns
Mn	475.11	362.00	466.29	3.31	2280	108	98.14	$\chi^2 = 5.13$	0.4005	ns
Ni	33.50	31.50	12.92	0.48	62	14	38.57	$F = 2.06$	0.1417	ns
Cu	26.75	22.00	12.71	0.97	53	15	47.51	$\chi^2 = 10.61$	0.0597	ns
Zn	106.94	86.00	51.86	1.21	235	58	48.49	$\chi^2 = 13.18$	0.0218	*
As	13.92	13.00	4.14	1.95	25	10	44.85	$\chi^2 = 8.05$	0.1536	ns
Pb	32.13	35.00	14.41	0.80	67	14	29.74	$F = 3.33$	0.0561	ns

Relația dintre oligoelementele grele - corelații Kendall tau între parametrii studiați

Corelații semnificative pozitive între anumite elemente asociate cu niveluri mai mari decât de fond în unele locații ar putea sugera o sursă comună de poluare cu acele elemente. S-au identificat corelații pozitive semnificative statistic:

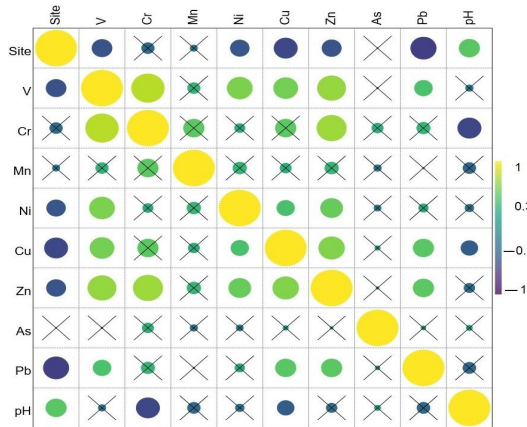


Fig. 6.3. Corelograma Kendall tau care arată relația dintre variabile (original)

- V-Cr ($\tau=0,794$), V-Ni ($\tau=0,611$), V-Cu ($\tau=0,585$), V-Zn ($\tau=0,687$), V-Pb ($\tau=0,436$)
- Cr-Zn ($\tau=0,714$), Cr- V ($\tau=0,794$)
- Ni-V ($\tau=0,611$), Ni-Cu ($\tau=0,428$), Ni-Zn ($\tau=0,537$)
- Cu-V ($\tau=0,585$), Cu-Ni ($\tau=0,428$), Cu-Zn ($\tau=0,627$), Cu-Pb ($\tau=0,497$)
- Zn-V ($\tau=0,687$), Zn-Cr($\tau=0,714$) , Zn-Ni ($\tau=0,537$) , Zn-Cu ($\tau=0,627$), Zn-Pb ($\tau=0,500$).
- Pb-V ($\tau=0,436$), Pb-Cu ($\tau=0,497$), Pb-Zn ($\tau=0,500$).
- As nu are corelații pozitive cu nici unul dintre cele opt elemente studiate.
- Mn nu are corelații semnificative statistic cu nici unul dintre cele opt elemente.

Rezultate obținute comparate cu nivelurile de referință

În comparație cu valorile de referință din sursele citate mai sus, din cele opt metale grele măsurate:

- ◇ siturile CJ-AM1 și CJ-AM2 au depășit ambele valorile medii de referință pentru șapte din opt metale grele;
- ◇ situl CJ-CB le-a depășit în trei din cele opt;
- ◇ siteurile CJ-BZ1 și CJ-BZ2 pentru două din opt;
- ◇ CJ-G în doar unul din opt.

Nivelul de metale grele și pH depistate în cele șase situri

Unul din cei mai importanți factori care controlează imobilizarea (sorbția) și respectiv mobilitatea metalelor grele în sol este pH-ul. În același timp, pH-ul influențează și alte procese ca de exemplu sorbția substanțelor ionizabile (compuși fenolici, din clasa alchifenolilor). Valori mici ale pH-ului asociate cu deficit de calciu și duritatea scădută a apei, pot afecta alte procese într-o direcție nefavorabilă, precum și sporirea toxicității metalelor ca urmare a creșterii mobilității acestora. Valorile medii ale pH măsurat în punctele de colectare a probelor se încadrează între 6,80 - 7,07.

Nivelurile medii de oligoelemente grele nu au atins nivelul de intervenție prevăzut de legislația română pentru niciunul dintre elementele detectate.

- CJ-BZ1 - nivelul mediu de As a atins praguri de alertă în comparație cu pragurile standard și ar trebui monitorizat, celelalte elemente fiind sub nivelul de alertă;
- CJ-BZ2 - cele mai ridicate niveluri de Mn, și cele mai scăzute niveluri de V și Pb;
- CJ-AM1 - cele mai mari niveluri de Cu dintre cele investigate;
- CJ-AM2 - cele mai ridicate niveluri de V, Ni, Zn și Pb dintre locații;
- CJ-G - singurul unde Cr a fost sub nivelul de detectare și cel mai scăzut nivel de As ;
- CJ-CB - toate elementele sunt sub nivelul de alertă;

Vizualizare grafică a valorilor medii de metale grele față de nivelul normal în cele șase situri cuprinde grafice care reflectă nivelurile de metale grele depistate în fiecare sit.

Rezultate referitoare la indicii unici de poluare atribuiți claselor corespunzătoare de amenințare de poluare

Conform interpretării:

- la patru dintre elemente analizate, indicii s-au încadrat în clasele fără poluare până la poluare scăzută (V, Cr, Mn și Ni);
- Cu reprezintă o amenințare moderată la situl CJ-AM1;
- Zn reprezintă o amenințare moderată de poluare la situl CJ-AM1 și o amenințare puternică de poluare la situl CJ-AM2;
- Pb reprezintă o amenințare moderată de poluare la siturile CJ-AM1 și CJ -AM2;
- As reprezintă o amenințare moderată de poluare la situl CJ-BZ1;

Pe baza rezultatelor indicelui de încărcare de poluare, s-a stabilit că CJ-G nu a avut poluare, CJ-CB, CJ-BZ1 și CJ-BZ2 prezintă doar poluare de bază, în timp ce siturile CJ-AM1 și CJ-AM2 prezintă o deteriorare incipientă sau ușoară a calității solului.

Tabel 6.3. Clasificarea valorilor indicelui de poluare pentru metalele grele măsurate în solul a șase locuri publice de joacă pentru copii din Cluj-Napoca (2022)

Parametri	Situri						
	CJ-AM1	CJ-AM2	CJ-BZ1	CJ-BZ2	CJ-CB	CJ-G	
V	1.11 (2)	1.21 (2)	0.88 (1)	0.72 (1)	0.86 (1)	0.73 (1)	
Cr	0.76 (1)	1.05 (2)	0.43 (1)	0.62 (1)	0.53 (1)	<LOD	
Mn	1.11 (2)	0.85 (1)	0.57 (1)	1.80 (2)	0.49 (1)	0.61 (1)	
PI	Ni	1.52 (2)	1.53 (2)	1.04 (2)	0.71 (1)	1.17 (2)	0.96 (1)
	Cu	2.15 (3)	1.87 (2)	0.84 (1)	0.98 (1)	1.10 (2)	0.90 (1)
	Zn	2.43 (3)	3.06 (4)	1.27 (2)	1.31 (2)	1.57 (2)	1.00 (1)
	As	1.55 (2)	1.63 (2)	2.56 (3)	1.55 (2)	1.35 (2)	1.19 (2)
Pb	2.35 (3)	2.76 (3)	1.59 (2)	0.94 (1)	1.98 (2)	1.00 (1)	
PLI	1.51	1.60	0.99	1.01	1.02	0.89	
	II	II	I	II	II	I	

Rezultate chestionar

Chestionarul lansat public pe rețele de socializare, privind cunoașterea nivelului de interes al cetățenilor în ceea ce privește problematica studiată punctează câteva probleme importante legate de fenomenul de degradare a terenurilor, și a percepției cetățenilor asupra modului de construire și locuire. Oamenii sunt receptivi și chiar dornici de schimbare, de nou, de o calitate mai bună a vieții, cunosc și discută probleme de mediu, schimbări climatice, degradări de terenuri și urmările acestora, fiind convinși că încă se mai poate face ceva pentru a încetini măcar aceste fenomene.

Hărți realizate prin metodologia CORINE Land Cover (CLC)

Hărțile realizate prin metodologia CORINE Land Cover reflectă vizual starea terenurilor din punct de vedere hipsometric, expoziție a versanților, evoluția în timp a utilizării terenurilor, geologiei și solurilor.

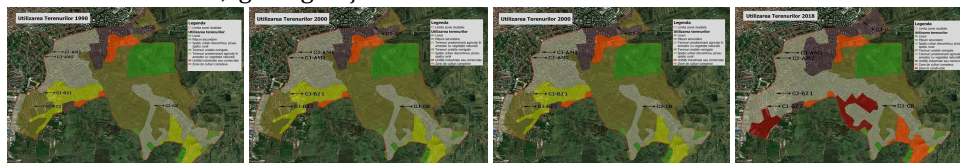


Fig. 6.8. Utilizarea terenului 1990-2018

(original)

Rezultate obținute comparate cu nivelurile de referință

În comparație cu valorile de referință, relativ la cele opt metale grele măsurate: -siturile CJ-AM1 și CJ-AM2 au depășit valorile medii de referință pentru șapte din opt metale grele, situl CJ-CB le-a depășit în trei din cele opt, siturile CJ-BZ1 și CJ-BZ2 pentru două din opt, iar CJ-G în doar unul din opt. Singurul element care a arătat niveluri ridicate comparativ cu valorile medii la nivel mondial în toate locațiile studiate a fost As, iar Pb a prezentat niveluri ridicate în patru situri în comparație cu nivelurile medii din România.

Analiza SWOT pentru dimensiunea urbanistică, Cluj-Napoca a reieșit în urma cercetărilor și a observațiilor de pe tot parcursul cercetărilor

Discuții privind posibile surse de contaminanți

Poluarea cu metale grele a solului urban din Europa a arătat că nivelurile ridicate ale celor mai comune cinci metale grele au reprezentat 22% de îmbogățire antropică (traficul și industria), în timp ce 44% au fost de îmbogățire geogenică.

În Cluj-Napoca, principala sursă de poluare cu metale este legată de trafic, scurgerile urbane, încălzirea rezidențială și depozitul municipal de deșeuri. Aproximarea de sursele de poluare poate fi o cauză a poluării sporite a solului în mediul urban și are loc prin suspensie și acumulare în atmosferă pe vreme uscată, transport cu mase de aer, depunere pe vegetație și suprafețe și, eventual, spălare în pământ cu apa de ploaie.

Sursele și modalitățile prin care corpul uman intră în contact cu metalele grele din sol și impactul asupra populației

Sursele de metale grele regăsite în mediul înconjurător sunt în principal naturale sau antropogene. Sursele naturale de metale grele sunt rocile magmatice sau sedimentare, diversele tipuri de eroziune, sau chiar procesele de formare a solurilor. Sursele antropogene de metale grele sunt reprezentate în general de activitățile din domeniul industriei, agriculturii, construcțiilor și transporturilor.

Discuții referitoare la nivelul de metale grele din locurile de joacă și metoda de detectare în alte orașe mari

Comparând rezultatele din cercetarea de față cu nivelurile raportate în lucrările publicate anterior, în alte orașe mari din diferite țări, de exemplu nivelurile de V în solul superior al locurilor de joacă urmărite din orașul Cluj-Napoca sunt mai mici. Intervalul nivelurilor de Zn a fost mai mic decât nivelurile medii raportate la Belgrad (Serbia) sau Hong Kong (China). Nivelurile de Pb au fost similare cu intervalele măsurate în municipalitățile de coastă din Muntenegru, dar media celor șase situri a fost mai mare decât media raportată în Çanakkale (Turcia) și Uppsala (Suedia).

Fitoremedierea soluției de reabilitare sustenabilă și neinvazivă a calității solului urban

Fitoremedierea poate fi o alternativă de remediere ecologică durabilă a solurilor, având în vedere faptul că unele din tehnologiile convenționale pentru remedierea solurilor contaminate cu metale au fost adesea prea costisitoare, această metodă, din ce în ce mai apreciată în ultimul deceniu fiind o metodă emergentă relativ ieftină și o abordare ecologică a problemei acumulării de metale grele în sol. Intervine și elementul timp, rezultatele scontate apărând după o perioadă mai îndelungată comparativ cu metoda de înlocuire a solului contaminat.

Amplizarea acestor intervenții poate fi decisivă în funcție de nivelul de contaminare identificat și amenințarea acesteia. Deși unele dintre aceste mecanisme sunt doar o imobilizare a poluanților cu metale grele fără a le elimina efectiv, ele au relevanță în reducerea riscului de expunere.

Capitolul 7. Concluzii și recomandări.

Concluzii generale privind metalele grele și prezența lor în mediul înconjurător

Metalele grele sunt elemente chimice cu densitate și greutate moleculară mare. Persistența acestor metale pe termen lung poate să aibă un impact important asupra sănătății umane în special. Acestea afectează solul, subsolul, apele subterane și de suprafață și aerul. Din aceste cauze identificarea a cât mai multe spații și reabilitarea lor sustenabilă trebuie să fie un scop în sine, în special când este vorba de sănătatea copiilor.

Concluzii privind indicele de încărcare a poluării

- ◇ cea mai mare contribuție la PLI dintre elemente, în funcție de amplasament, au avut-o Zn, Pb, As și Mn - din calculul indicelui de încărcare a poluării reiese faptul că două locuri de joacă nu au avut poluare (PLI = 0,89–0,99);
- ◇ trei dintre situri au prezentat doar poluare de bază cu o deteriorare incipientă a calității solului (PLI = 1,01–1,51);
- ◇ nivelurile medii ale metalelor grele detectate s-au încadrat în limitele admisibile conform legislației naționale;

Concluzii privind metoda XRF pentru detectarea metalelor grele

Această metodă are ca obiectiv determinarea cât mai exactă a compoziției chimice a unei probe și reducerea limitelor minime ale concentrațiilor dozabile, fapt ce se poate exprima prin creșterea limitelor de detecție (LOD), are avantajul că este o metodă relativ ieftină, rapidă, are limită de detecție mică și este nedistructivă astfel încât probele se pot utiliza și pentru alte analize, prin alte metode, iar dezavantajul este că presupune utilizarea unei surse de radiații și prin urmare necesită autorizare.

Concluzii privind relația dintre parametri

Cea mai puternică relație monotonă a fost găsită între V și Cr, Zn a afișat o corelație monotonă semnificativ pozitivă cu cinci dintre metalele grele identificate (Cr, V, Cu, Ni și Pb), sugerând că acestea au o sursă comună, Mn nu are corelații semnificative statistic cu nici unul dintre cele opt elemente, As nu are corelații pozitive cu nici unul dintre cele opt elemente studiate iar între locația parcului și pH-ul solului s-a identificat o corelație pozitivă semnificativă statistic. Locurile de joacă cel mai puțin amenințate de poluare sunt amplasate departe de traficul auto și învecinate cu vaste zone cu vegetație, în consens cu rapoartele anterioare.

Concluzii generale

Procesul de urbanizare are partea sa negativă, pentru că extinderea urbană dizlocă inevitabil speciile, modifică ciclurile și cursurile apei, consumă suprafețe mari de zone umede și terenuri agricole, care sunt de neînlocuit și transformă peisajul global. Un management durabil al solului este crucial în contextul schimbărilor de mediu la nivel mondial pentru a preveni sau a stopa diversele forme de degradare. Contaminanții derivați din amploarea activităților antropice afectează viața sub toate formele ei și au un impact puternic asupra sănătății umane, chiar și dacă nivelurile acestor contaminanți sunt mai scăzute.

Recomandări

- ◇ parcurile urbane și locurile de joacă publice pentru copii trebuie să fie asociate cu activități și funcții de promovare a sănătății, iar calitatea acestora merită mai multă atenție pentru a se asigura rolul benefic scontat;
- ◇ o mai bună înțelegere a factorilor care contribuie la degradarea calității solului urban și identificarea opțiunilor disponibile pentru a atenua aceste procese nedorite ar ajuta la proiectarea unor locuri de joacă mai sigure;
- ◇ monitorizarea constantă a metalelor grele în spațiile de recreere, în special în cele destinate copiilor, ar trebui să devină rutină pentru a asigura din timp intervenții prompte atunci când este necesar;
- ◇ având în vedere faptul că, din păcate, metalele grele au devenit strâns legate de spațiul antropic, devenind poluanți obișnuiți în mediul urban, ar trebui luată în considerare o abordare multidirecțională de atenuare;
- ◇ fitoremedierea trebuie privită în viitor ca o metodă, ecologică mai puțin costisitoare, funcțională și estetică de reabilitare a terenurilor urbane, indiferent de tipul de degradare la care sunt supuse, mult mai sustenabilă și durabilă decât metodele clasice de tipul excavării solului, incinerarea, spălarea in situ sau ex situ, în măsura în care este posibil.

Capitolul 8. Originalitatea și contribuția personală principală este focusarea temei, a cercetărilor, analizelor și interesului, pe situri de tipul parcuri de joacă pentru copii, suprafața relativ mică a acestora generând rezultate foarte punctuale.

- Documentarea serioasă pentru o mai bună înțelegere a factorilor care contribuie la degradarea calității solului urban și identificarea opțiunilor disponibile pentru a atenua aceste procese nedorite, fapt ce duce la proiectarea unor locuri de joacă mult mai sigure.
- Abordarea interdisciplinară a temei alese, ca necesitate de depășire a granițelor artificiale dintre anumite domenii, oferind astfel o imagine integrată, cu diverse corelații între domenii, în vederea luării deciziilor potrivite.
- Utilizarea metodologiei DMAIC Six Sigma.
- Realizarea unor hărți ale zonei cercetate, respectiv analize realizate prin metodologia CORINE Land Cover (CLC), putând astfel să urmăresc evoluția utilizării terenului pe o perioadă de 28 de ani.
- Realizarea relației dintre oligoelementele grele depistate - corelații Kendall tau - care sugerează o sursă comună de poluare.
- Amprenta formației de peisagist în gândirea problemei cercetate, și anume interesul pentru sol și gândirea remedierii acestuia prin intermediul unor amenajări peisagere cu plante.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. BINNER, H.; SULLIVAN, T.; JANSEN, M.A.K.; MCNAMARA, M.E. (2023). Metals in Urban Soils of Europe: A Systematic Review. *Sci. Total Environ.*, 854, 158734. [Google Scholar] [CrossRef]
2. GISBERT C, ROS R, DE HARO A, WALKER DJ, PILAR BERNAL M, SERRANO R, AVINO JN. (2003). A plant genetically modified that accumulates Pb is especially promising for phytoremediation. *Biochem Biophys Res Commun*;303(2):440-445
3. KNOBEL P., MANEJA R., BARTOLL X., ALONSO L., BAUWELINCK M., VALENTIN A., ZIJLEMA W. BORRELL C., NIEUWENHUIJSEN M., DADVAND P. (2021). Quality of Urban Green Spaces Influences Residents' Use of These Spaces, Physical Activity, and Overweight/Obesity. *Environ. Pollut.*, 271, 116393. [Google Scholar] [CrossRef]
4. KUMAR K., HUNDAL L.S. (2016). Soil in the City: Sustainably Improving Urban Soils. *J. Environ. Qual.*, 45, 2-8. [Google Scholar] [CrossRef]
5. KUPPER H., LOMBI E., ZHAO F.J., WIESHAMMER G., MCGRATH S.P. (2001). Cellular compartmentation of nickel in the hyperaccumulators *Alyssum lesbiacum*, *Alyssum bertolonii* and *Tulips goesingense*. *J Exp Bot*;52(365):2291-2300
6. LEVEI L., KOVACS E., HOAGHIA M.-A., OZUNU A. (2018). Accumulation of Heavy Metals in Plantago Major Grown in Urban and Post-Industrial Areas. *Stud. Univ. Babeş-Bolyai Chem.*, 63, 87-98. [Google Scholar] [CrossRef]
7. LI Y., WANG S., CHEN Q. (2019). Potential of Thirteen Urban Greening Plants to Capture Particulate Matter on Leaf Surfaces across Three Levels of Ambient Atmospheric Pollution. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 402. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
8. MORI J., FERRINI F., SAEBO A. (2018). Air Pollution Mitigation by Urban Greening. *Italus Hortus*, 25, 13-22. [Google Scholar] [CrossRef]
9. MÜLLER, A.; ÖSTERLUND, H.; MARSALEK, J.; VIKLANDER, M. (2020). The Pollution Conveyed by Urban Runoff: A Review of Sources. *Sci. Total Environ.*, 709, 136125. [Google Scholar] [CrossRef]
10. PEREIRA P. (2019). Soil Degradation, Restoration and Management in a Global Change Context, Volume 4, Academic Press
11. SU C., JIANG L., ZHANG W. (2014). A Review on Heavy Metal Contamination in the Soil Worldwide: Situation, Impact and Remediation Techniques. *Environ. Skept. Crit.*, 3, 24-38. [Google Scholar]