

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**KÖRNYEZETFÖLDRAJZI VIZSGÁLATOK
BEREGSZÁSZBAN**

PhD thesis

**ENVIRONMENTAL GEOGRAPHICAL
RESEARCH IN BEREHOVE**

Vintse Timeo
(Vince Tímea)

Témavezető: Dr. Szabó György



DEBRECENI EGYETEM
Földtudományok Doktori Iskola
Debrecen, 2014

1. Bevezetés

A város az ember által erősen módosított környezeti folyamatok helyszíne, melyre a beépített és burkolt területek nagy aránya, a sűrű forgalom, nagy népsűrűség, a környezeti elemek szennyezése jellemző. A települések nemcsak méretükben különböznek egymástól, hanem természeti, társadalmi, gazdasági adottságaikban is, ezért az egyes települések környezeti állapota tekintetében is jelentős különbségek figyelhetők meg.

Jelenleg a városökológiai kutatások nagy teret nyernek a tudományos életben. Több tanulmány foglalkozik a nagyvárosok és iparvárosok környezeti állapotával. Ezen kutatások célja a szennyezés mértékének, forrásának, térbeli eloszlásának felderítése, illetve a lehetséges következmények és megoldások bemutatása. A szennyezés fő forrásai a városokban a közlekedés, az ipar, a háztartási hulladék, a szennyvíz, a lakások fűtése, stb. A kis- és középvárosok környezeti állapotának ismerete szintén fontos, ugyanis a felsorolt szennyező források ugyanúgy jelen vannak, habár azok intenzitása általában nem olyan nagy.

Ukrajna lakosságának közel fele 25 ezer főnél kisebb településen él, s ezek környezeti állapotáról nagyon kevés adattal rendelkezünk. Ezen információk feltárása a helyi lakosság számára éppoly fontos, mint a kisvárosokban történő környezeti változások sajátosságainak tudományos megismerése. Munkánk célja a Beregszász környezeti állapotával kapcsolatos adatok bővítése, majd ezek alapján általános következtetések levonása a hasonló méretű településekre vonatkozóan.

2. Fő célkitűzések:

1. Feltárni az antropogén hatások szerepét a talajok fizikai-kémiai tulajdonságainak módosításában az egyes területhasználati kategóriák esetében.
2. A begyűjtött felszíni talajminták alapján megismerni a vizsgált elemek térbeli eloszlását. Azonosítani a talajok fontosabb szennyező forrásait.
3. Feltárni a vizsgált fémek térbeli eloszlása és a területhasználat közötti összefüggéseket.

4. Talajszelvényekből származó minták segítségével megismerni a fémek vertikális eloszlásának alakulását. Elkülöníteni az antropogén és litogén eredetű elemeket.
5. A talajvíz ammónium-, nitrit-, nitrát-, ortofoszfát- és szervesanyag-tartalmának vizsgálata révén azonosítani a szennyezett területeket, a talajvíz szennyező forrásait.
6. Kérdőíves felmérés segítségével feltárni a lakosság talajvíz hasznosítási szokásait, és az abból eredő humán-egészségügyi kockázatokat.
7. Megvizsgálni a város egyetlen felszíni vízfolyása, a Vérke-csatorna vízminőségének tér- és időbeli változásait, és a vízminőséget leginkább befolyásoló tényezőket.
8. A levegő ülepedő portartalmának mennyiségi és elemanalitikai vizsgálata révén feltárni a portterhelésnek leginkább kitett városrészeket, azonosítani a főbb szennyező forrásokat.

3. Anyag és módszer

A kutatás során a talaj felső rétegeből és fúrásszelvényekből vett mintákat, felszíni és felszín alatti vízmintákat és falevelekről származó pormintákat gyűjtöttünk be és vizsgáltunk meg.

A talajminták begyűjtésére 2010-ben került sor. Első lépésben a talaj felső rétegeből gyűjtöttünk be mintákat, a mintagyűjtés során a város teljes területének lefedésére törekedtünk, valamint arra, hogy a városban jellemző valamennyi területhasználati kategóriából legyenek mintáink. A talajtulajdonságok és a fémtartalom vertikális eloszlásának vizsgálata céljából négy ponton fúrásszelvényt készítettünk, melyeket a talajvízszint eléréséig 20 cm-enként mintáztunk meg. Megvizsgáltuk a talajminták fémtartalmát (Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn, Co) és fizikai-kémiai tulajdonságait (szemcseösszetétel, pH, szervesanyag-tartalom, CaCO_3). Az elemtartalmat atomabszorpciós spektrométerrel és ICP-OES készülékkel mértük. Az elemanalitikai vizsgálatokat a KVI-PLUSZ Környezetvédelmi Kft. budapesti laboratóriumában és a Debreceni Egyetem Földtudományi Intézetének laboratóriumában végeztük.

2009 áprilisától 2010 márciusáig havi rendszerességgel vizsgáltuk a felszíni és a felszín alatti vizek pH-ját elektromos vezetőképességét, KOI_{ps} értékét, nitrit-, nitrát- és ammóniumtartalmát, valamint ortofoszfát-tartalmát. A vizsgálat során 16 talajvízkútból és a Vérke-

csatornán 4 ponton gyűjtöttünk be vízmintákat. A vízkémiai vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Földtudományi Intézetének laboratóriumában végeztük.

A levegő ülepedő portartalmának mérésére olyan módszert alkalmaztunk, mely során a hársfalevelekre rakódott por vizsgálata alapján vontunk le következtetéseket egy rövidebb időszak porterheléséről. A porterhelés mennyiségi értékein túl, a por elemálitikai vizsgálatára is sor került a Debreceni Egyetem Szeretlen és Analitikai Kémiai Tanszékének laboratóriumában.

4. Kutatási eredmények

1. tézis. A beregszászi talajok tulajdonságai (szemcseméret eloszlás, pH és szervesanyag-tartalom) a külső területek irányából a belsők felé változnak az antropogén hatás mértéke szerint.

A vidékre jellemző agyagos vályog fizikai talajféleség csak kevés helyen jellemző többnyire a város külső, peremi területein fordul elő. A város belterületén az antropogén tevékenységek eredményeként a talajokban megnövekedett a durvább szemsefrakció aránya, ezért a belterületen már a vályog- és a homokos vályog a jellemző fizikai talajféleség.

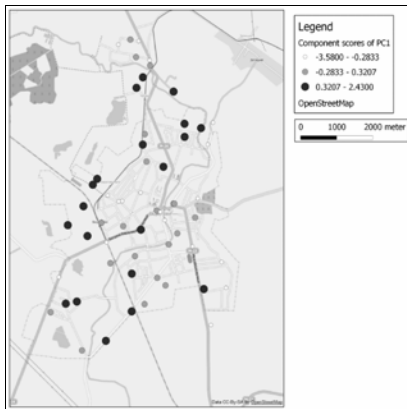
A város külterületén található szántóföldek talajai még savanyú kémhatásúak, azonban a zöld területek, a parlag, és a kert területhasználati kategóriákban már semleges kémhatást mértünk, s ez tovább emelkedett az udvar és az útpadka enyhén lúgos kémhatása felé. Ennek alapján megállapítottuk, hogy az antropogén beavatkozás mértékének növekedésével a talajok pH értéke eltolódik a semleges és a lúgos tartományok felé.

A talajok szervesanyag-tartalma csak a mezőgazdasági területek kategóriában mutat hasonlóságot a környező talajokéval. Jellemző egy-egy területhasználati kategórián belül a nagy szórás, és a natív talajoknál magasabb szervesanyag-tartalom, mely területhasználatától függően eltérő okokkal magyarázható. Részben a tudatos talajjavítás, és a felhalmozódott növényi maradványok visszajutása az ok, az utak mentén viszont a közlekedésből származó szerves eredetű szennyeződésekkel magyarázható a magasabb szervesanyag-tartalom.

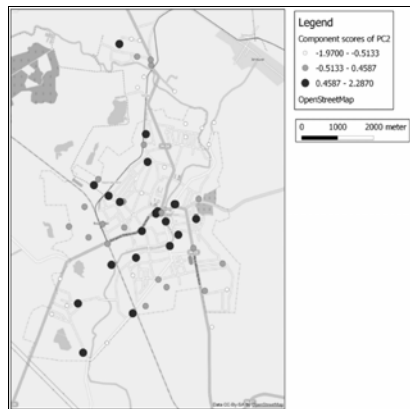
2. tézis. A talajok elemtartalma több mintavételi ponton is meghaladta a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendeletben meghatározott (B) szennyezettséget jelző határértéket. A város legszennyezettebb területei: a nyugati ipari zóna és a városközpont.

A vizsgált elemek közül a Ba, Cd, Cu, Ni, Pb és a Zn esetében történt határérték túllépés. A Zn a mintavételi pontok 34%-án, a Ba és Cu a mintavételi helyek 10%-án, a Cd, Ni és Pb pedig 1,5-3,5%-án volt határérték fölötti mennyiségben. A Ba, Cu, Pb, Zn maximum értékei a határértéknek kb. a kétszerese, a Cd pedig háromszorosa.

A legszennyezettebb terület a nyugati ipari zóna, ahol a legmagasabb az Pb és Cu tartalom, illetve a város központi területe, ahol a Ba és Zn értékei a legmagasabbak. A fő szennyező források a város területén a múltbeli és jelenkori ipari tevékenység és a közlekedés. A főkomponens-elemzés eredményei alapján a vizsgált elemek két jól elkülönülő csoportba sorolódtak. A Cr, Fe és Ni együtt változik és szignifikáns pozitív korrelációs kapcsolat figyelhető meg közöttük. A város külső területein a legmagasabb az értékük (1. ábra). Elsősorban az agyag és iszapfrakció aránya határozza meg felhalmozódásukat a talajban. A Ba, Cd, Pb és Zn szintén együtt változik és erős pozitív korrelációt mutatnak egymással. A vizsgált fizikai-kémiai jellemzők közül a legerősebb korrelációs kapcsolat a szervesanyag-tartalommal figyelhető meg. A PC2-be sorolt elemek aránya a belvárosi területen magasabb (2. ábra) elsősorban az antropogén forrásból származó szennyezések hatására.



1. ábra. A Cr, a Fe és a Ni relatív koncentrációit jelző PC1-es faktor értékek (Cr o:8.51-17.3; ●:17.4-23.05; ●:23.06-46.43 mg/kg; Fe o:10515-15640; ●:15641-18615; ●:18616-24440 mg/kg; Ni o:10.0-27.3; ●:27.4-28.5; ●:28.6-51.8; mg/kg)



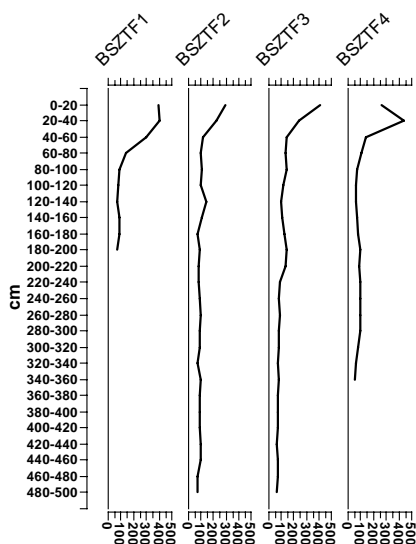
2. ábra. A Ba, Cd, Pb és a Zn relatív koncentrációit jelző PC2-es faktor értékek (Ba o:67.8-95.8; ●:95.9-188.8; ●:188.9-409.8 mg/kg; Cd o:0.03-0.13; ●:0.14-0.18; ●:0.19-2.95 mg/kg; Pb o:7.86-31.4; ●:31.5-37.2; ●:37.3-206.2 mg/kg; Zn o:40.9-106.1; ●:106.2-267.1; ●:267.2-434.6; mg/kg)

3. tézis. A vizsgált fémek vertikális eloszlása alapján megállapítottuk, hogy a talaj Al-, Cr-, Fe- és Ni-tartalma elsősorban litogén eredetű, míg a Ba, Cd, Cu, Pb és Zn főleg antropogén forrásokból származik.

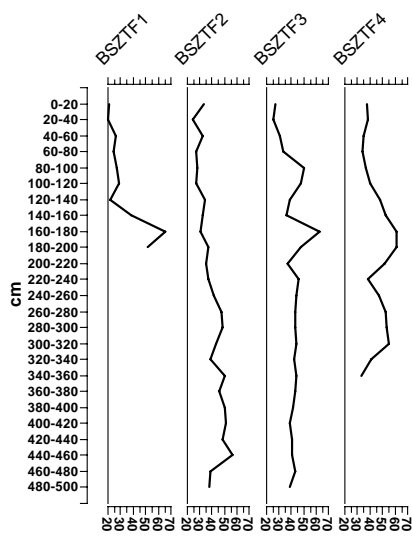
A felszín közelében halmozódott fel a Ba, Cd, Cu, Pb, Zn, melyek elsősorban antropogén forrásokból származnak. Ezt a megállapítást a vertikális eloszlásuk és a főkomponens elemzés eredményei támasztják alá (3. ábra). Az Al, Cr, Fe és Ni esetében a litogén eredet feltételezhető, mivel a mélyebb rétegekben fordulnak elő nagyobb mennyiségben (4. ábra).

A BSZTF 1-es és 4-es szelvényekben az antropogén forrású elemek maximumértékei a feltalaj felső 60 cm-es rétegében fordultak elő, majd fokozatosan csökkenő tendenciát mutatott az értékük. A gyökérszónában mért határérték fölötti toxikus elem-koncentráció kockázatot jelent a lakosság számára, mivel a növények felvehetik a toxikus elemeket és azok az emberi szervezetbe kerülhetnek az ehető növényi részek elfogyasztása által.

Az antropogén forrásból származó elemek szennyező hatása a belvárosban létesített szelvények esetében nagyobb mélységig kimutatható, mint a peremi területen fúrt szelvényekben. A BSZTF 2-es és 3-as szelvényekben nagyobb a vertikális változékonyság mind a fizikai tulajdonságok, mind az elemtartalom tekintetében. A cink kivételével az értékek 1,5-2 m-ig ingadoznak (a BSZTF 3-as szelvény esetében néha még mélyebben), majd azt követően a mélységgel csökkenni kezdenek. Mivel az 1-es és 4-es furat a városnak a peremi részén, míg a 2-es és 3-as a központi részén húzódik, feltételezzük, hogy ezek a talajok hosszabb ideje vannak kitéve emberi hatásnak, a bolygatások nyomai akár 1,5-2 méteres mélységig is kimutathatók, míg a peremi területeket jóval később vonták használatba, ezért az itt található talajokban kevésbé mutathatók ki a bolygatás jelei.



3. ábra. A Zn vertikális eloszlása (mg/kg)



4. ábra. A Ni vertikális eloszlása (mg/kg)

4. tézis. Megállapítottuk, hogy a talajvíz közepes mértékben szennyezett, s mivel a lakosság jelentős része az ásott talajvíz-kutak vizét fogyasztja, ez számottevő egészségügyi kockázatot jelent.

Beregszászra jellemző, hogy a többnyire vízzáró agyagtalajok és a gyenge vízáteresztő képességű vályogtalajok védelmet biztosítanak a

felszín alatti vizeknek, emellett az is kedvező vonás, hogy a viszonylag mélyen húzódó talajvizet a felszín felől érkező szennyezések nehezebben érik el. A mintavételi pontok több mint 80%-án ivóvízként fogyasztják az ásott kutak vizét, mivel a város egyes részein még nincs kiépítve a vezetékes ivóvíz-szolgáltatás. A vizsgált paraméterek mindegyikénél tapasztaltunk határérték fölötti koncentrációt. Az átlagos nitráttartalom a kutak 44%-ában az 50 mg/l-es határérték fölött volt (6/2009. (IV. 14.; ДСанПиН 2.2.4-171-10). A magas nitráttartalmú vizek fogyasztása gyermekeknél a methemoglobinemia betegség kialakulásának kockázatával jár. Az ammónium átlagos értéke a városban a 0,5 mg/l-es határérték körül alakult. Kiugróan magas szennyezés egy ponton volt megfigyelhető, melyet közvetlen szennyvíz beszivárgás okozott. A vizek szervesanyag-tartalma a minták 17%-ánál lépte át a 3,5 mg/l-es határértéket (201/2001. (X. 25.) Kormányrendelet), egy mintavételi ponton figyeltünk meg az egész év folyamán kiemelkedően magas értékeket. Az ortofoszfát évi átlagos értéke a mintavételi pontok 18%-án határérték fölötti volt. Szabályszerű térbeli elrendeződést nem figyeltünk meg.

5. tézis. Vizsgálataink rámutattak arra, hogy a Vérke-patak vízminőségét elsősorban a csatornahálózattal nem rendelkező városrészek felől érkező szennyvízterhelés, valamint a Borszán megépült zsilip működése befolyásolja.

A szennyvízelvezetés nem megoldott Beregszász teljes területén, ezért a lakosok a szennyvizet gyakran közvetlenül beengedik a Vérkébe. A csatorna vizét a Borszán megépült zsilippel szabályozzák, aminek hatására a csatorna vízszintje alacsony, sőt novembertől májusig a zsilipzárás miatt teljesen megszűnik a vízutánpótlás. Ennek eredményeként ezekben az időszakokban a szennyezőanyagok nagymértékben felhalmozódnak. Kimutattuk, hogy elsősorban nem a csapadék mennyiségének alakulása befolyásolja a Vérke vízminőségét, hanem a zsilip nyitáskor érkező vízmennyiség, ami képes jelentősen felhígítani a csatorna vizét, s ez a vizsgált szennyezőanyagok esetében a koncentrációk csökkenését eredményezi. A vizsgált 1 év folyamán a zsilip lezárását követő őszi és tavaszi időszakban emelkedett meg határértéket sokszorosan meghaladó mennyiségben az ammónium-, ortofoszfát- és szervesanyag-tartalom. A város szennyező hatását jól

szemlélteti, hogy a belterületen vett vízminták szennyezettsége jóval magasabb, mint a város előtti mintavételi ponton.

6. tézis. Megállapítottuk, hogy a levegő ülepedő portartalma a város nyugati területén és a forgalmas utak közelében a legmagasabb, míg a déli terület a legszennyezettebb nehézfémekkel.

Az ülepedő por mennyisége a vizsgált időszakban a nyugati és az északnyugati területeken volt a legmagasabb, de jelentős néhány forgalmas közút porterhelése is. Mindez elsősorban a mezőgazdasági területekről érkező pormennyiségnek és a közlekedés által okozott porterhelésnek köszönhető.

A por- és talajminták nehézfém-tartalmát összehasonlítottuk és megállapítottuk, hogy a Cd-, Cu- és az Pb-koncentráció a pormintákban magasabb. Közülük az Pb mennyisége a legjelentősebb más városokhoz viszonyítva is. A legszennyezettebb terület több vizsgált elem (Cd, Cu, Pb, Zn) tekintetében is a délkeleti szektor. Feltehetően a város délkeleti részéhez közel található meddőhányó porát szállítja a szél a város irányába. Ezen kívül fontos szennyező források: a közlekedés, az ipar, és a hulladékégetés.

5. Az értekezés új tudományos eredményei

A doktori értekezés legfontosabb következtetései:

- Beregszász talajainak fizikai-kémiai tulajdonságai az eredetihez képest jelentősen megváltoztak az antropogén hatás mértéke szerint.
- A nehézfém-tartalom eloszlását elsősorban nem a területhasználat típusa határozza meg, hanem a szennyező forrásoktól való távolság.
- Az antropogén forrásokból származó nyomelemek (Ba, Cd, Cu, Pb, Zn) a feltalaj felső 60 cm-es rétegében halmozódnak fel a legnagyobb mértékben, a mélyebb talajszintekben jóval kisebb koncentrációban fordulnak elő.
- Az ásott talajvíz kutak vize, a jelentős természetes védelem mellett sem alkalmas ivóvízként történő fogyasztásra, a vizek határérték fölötti szennyezőanyag-tartalma miatt.

- A Vérke-patak vízminősége az antropogén tevékenységek által erősen befolyásolt. A vízminőség javulásához szükséges a szennyező források megszüntetése és a rendszeres vízutánpótlás biztosítása a Borzsa folyóból.
- A levegő ülepedő portartalmának vizsgálata során nemcsak a városi, hanem a városkörnyéki szennyező források hatása is kimutatható a városban. A város nyugati, északnyugati részén a legnagyobb a porterhelés, elsősorban a közeli mezőgazdasági területeknek köszönhetően, míg a déli területeken a por nehézfém-tartalma volt a többi városrészhez viszonyítva lényegesen magasabb, ami a meddőhányók és a hulladéklerakó közelségével magyarázható.

1. Introduction

The city hosts environmental processes modified significantly by man characterised by the high ratio of built-up and covered areas, busy traffic, high population density and the pollution of environmental elements. Settlements differ from each other not only by their size but also by their natural, social and economic conditions therefore significant differences can be observed in the environmental state of the individual settlements.

Currently urban ecological research has a great stake in scientific life. Several publications discuss the environmental state of great cities and industrial cities. The aim of these were the analysis of the extent of pollution, the identification of the source and the spatial distribution of contamination and the discussion of the possible consequences and solutions. The major sources of pollution in cities include traffic, industry, household waste, sewage, heating, etc. It is also important to know the environmental state of the small and middle towns as the pollution sources are also present, however, their intensity is not so great.

Almost half of the inhabitants in the Ukraine live in settlements with population smaller than 25000 people. Such information is important to the inhabitants just like the scientific knowledge of the specifics of environmental change taking place in small towns. The aim of our research is the extension of data related to the environmental condition of Berehove and also to draw conclusions regarding consequences to settlements with similar size.

2. Primary aims:

1. To expose the role of anthropogenic effects in modifying the physical-chemical properties of soils in the case of given land-use categories.
2. To know the spatial distribution of studied elements based on the soil samples collected on the surface. Identify the major sources of soil pollution.
3. To understand the correlations between the spatial distribution of the studied metals and land-use.
4. To measure the changes in the vertical distribution of metals taken from soil profiles. Separate the elements of anthropogenic and lithogenic origin.

5. To identify the polluted areas and the pollution sources of groundwater based on the ammonium, nitrite, nitrate, orthophosphate and organic matter content.
6. To expose the groundwater utilization habits of the inhabitants and the resultant human health risks based on questionnaire surveys.
7. To study the changes both in space and time of the water quality of the Vérke canal, the only surface stream of the town and the factors influencing water quality the most.
8. Based on the quantity and element analysis study of the settling dust content of the atmosphere, to identify the town regions most prone to dust load and to identify the major pollution sources as well.

3. Material and methods

In the course of the research samples taken from the upper horizon of the soil or from water samples and dust samples from fallen leaves and they were analysed.

Soil samples were taken in 2010. Samples were taken first from the upper layers of the soil across the whole area of the city taking samples from each land-use category in the city. In order to study the soil properties and the vertical distribution of the metal content borehole profiles were constructed at four points with sampling by 20cm down to the level of the groundwater table. Element content (Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn, Co) and the physical-chemical properties (grain-size distribution, pH, organic matter content, CaCO₃) of the soil samples were analysed. Element content was analysed using an atomic absorption spectrometer and an ICP-OES. Element analyses were carried out in the laboratory of the KVI-PLUSZ Environmental Protection Ltd. in Budapest and in the laboratory of the Institute of Earth Sciences, University of Debrecen.

Between April 2009 and March 2010 the pH, electric conductivity, KOI_{ps} value, nitrite, nitrate, ammonium and orthophosphate content of surface water and groundwater were measured in every month. In the course of the study samples were taken from 16 groundwater wells and from 4 sampling points along the Vérke canal. Water chemical analyses were carried out in the laboratory of the Institute of Earth Sciences, University of Debrecen.

For measuring the settling dust content of the air estimations for the dust load of a short time period were made on the basis of studying

the dust settled on linden tree leaves. Apart from the quantity of the dust load the element content of the dust was analysed as well in the laboratory of the Department of Inorganic and Analytical Chemistry, University of Debrecen.

4. Research results

Thesis 1. Properties of the soils in Berehove (grain-size distribution, pH and organic matter content) vary from the outskirts towards the inner areas according to the grade of anthropogenic effects.

The clayey adobe physical soil type characteristic for the region is rare in the area of Berehove appearing mostly in the marginal areas of the city. In the inner area of the city the coarser fraction increased as a result of anthropogenic activities therefore adobe and sandy adobe physical soil types occur in the inner areas.

Soils in the arable land in the outskirts of the city are acid while neutral pH was measured in the green areas in the land-use categories of uncultivated land and garden. pH further increased towards the more sodic garden and hard shoulder of the roads. Based on this, the pH of the soils changes towards neutral and sodic values with increasing grade of anthropogenic effects.

Organic matter content of the soils show similarities to that of the surrounding soils in the agricultural area category. High standard deviation and organic material content higher than that of native soils are characteristic within the land-use categories. This can be explained by various factors depending on land-use. The reasons include deliberate soil improvement, return of accumulated plant remnants. Higher organic matter content near the roads can be explained by organic contamination from traffic.

Thesis 2. Element content of the soils exceeded the limit indicating (B) contamination determined in the KvVM-EüM-FVM joint decree 6/2009 (IV. 14.) at several sampling points. Most contaminated parts of the city: the western industrial zone and the city centre.

Limits were exceeded in the case of Ba, Cd, Cu, Ni, Pb and Zn. Zn, Ba and Cu, Cd and Ni and Pb were above the limits at 34%, 10% and 1.5–3.5% of the sampling points respectively. Maximum values of

Ba, Cu, Pb, Zn were double while in the case of Cd triple of the limit values.

Most contaminated area is the western industrial zone where Pb and Cu are the highest and the central area of the city where the values of Ba and Zn are highest. The primary sources of contamination in the area of the city include the past and current industrial activities and traffic. Based on the major element content analysis the studied elements can be classified into two markedly separated groups. Cr, Fe and Ni vary together showing a significant positive correlation. Their values are highest in the outskirts of the city (Figure 1). Their accumulation in the soil is determined primarily by the clay and silt fraction. Ba, Cd, Pb and Zn also vary together showing strong positive correlation to each other. Strongest correlation is detected to organic matter content considering the studied physical-chemical properties. Ratio of the elements grouped into PC2 is highest in the inner city area (Figure 2) due to mostly the effects of pollution originated from anthropogenic sources.

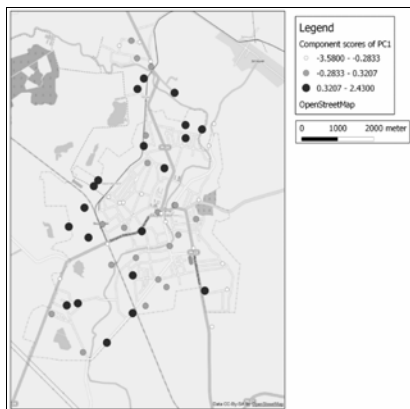


Figure 1. Values of PC1 factor indicating the relative concentrations of Cr, Fe and Ni (Cr o:8.51-17.3; ●:17.4-23.05; ●:23.06-46.43 mg/kg; Fe o:10515-15640; ●:15641-18615; ●:18616-24440 mg/kg; Ni o:10.0-27.3; ●:27.4-28.5; ●:28.6-51.8; mg/kg)

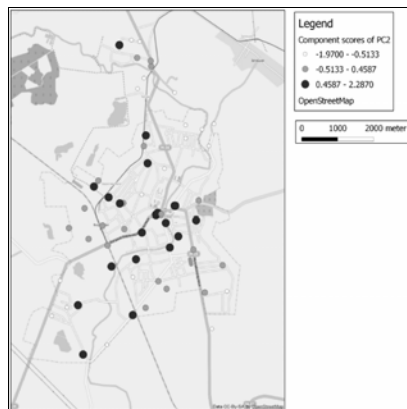


Figure 2. Values of PC2 factor indicating the relative concentrations of Ba, Cd, Pb and Zn (Ba o:67.8-95.8; ●:95.9-188.8; ●:188.9-409.8 mg/kg; Cd o:0.03-0.13; ●:0.14-0.18; ●:0.19-2.95 mg/kg; Pb o:7.86-31.4; ●:31.5-37.2; ●:37.3-206.2 mg/kg; Zn o:40.9-106.1; ●:106.2-267.1; ●:267.2-434.6; mg/kg)

Thesis 3. Based on the vertical distribution of the studied metals, the Al, Cr, Fe and Ni contents of the soil are originated mostly from lithogenic sources, while the Ba, Cd, Cu, Pb and Zn from anthropogenic sources.

Ba, Cd, Cu, Pb, Zn were accumulated mostly near the surface and they were originated from anthropogenic sources. This is supported by their vertical distribution and the results of the major element content analysis (Figure 3). In the case of Al, Cl, Fe and Ni, their lithogenic origin can be assumed since they occur in greater quantities in the deeper layers (Figure 4).

In the profiles BSZTF 1 and 4 the maximum values of the elements from anthropogenic origin occurred in the upper 60 cm of the topsoil and then the values showed a gradual decrease. Toxic element concentrations near the plant roots present a risk to the inhabitants as plants may uptake toxic elements. These might get into the human body by consuming the living plants

Polluting effects of the elements from anthropogenic sources can be shown to greater depths in the boreholes drilled in the inner areas of the city. Vertical variability is greater in the profiles BSZTF 2 and 3 regarding both physical parameters and element content. Except for zinc, the values vary down to 1.5-2m (even deeper in the profile BSZTF 3 occasionally) then they start to decrease with depth. Since boreholes 1 and 4 are located in the edge of the city while boreholes 2 and 3 are found in the centre we assume that these soils have been exposed to anthropogenic effects for longer, traces of disturbance can be shown down to 1.5-2m while the marginal areas were involved in anthropogenic land-use much later therefore these show much less disturbance.

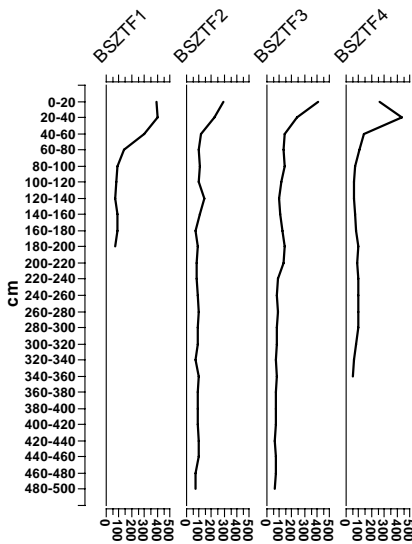


Figure 3. Vertical distribution of Zn (mg/kg)

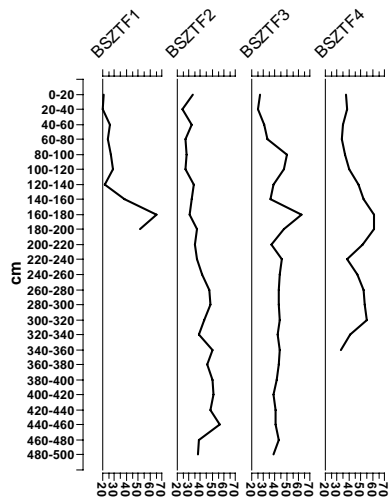


Figure 4. Vertical distribution of Ni (mg/kg)

Thesis 4. It has been determined that the groundwater is moderately contaminated. Since a significant part of the inhabitants drink the water of groundwater wells this fact presents a major health risk.

In and around Berehove the mostly impermeable clay soils and poorly permeable adobe soils protect subsurface water. Apart from this, groundwater is located relatively deep therefore it is harder for surface contaminations to reach the groundwater table. In more than 80% of the sampling points the water of the groundwater wells is consumed as drinking water because in certain parts of the city the drinking water network is missing. All of the studied parameters exceeded the limit concentrations somewhere. The average nitrate content was above the 50 mg/l limit in 44% of the wells (6/2009. (IV. 14.); ДСанПіН 2.2.4-171-10). Consumption of waters with high nitrate content in the case of children the risk of methemoglobinemia disorder appears. The average value of ammonium is around the 0.5 mg/l limit value. Extremely high contamination was experienced in one point caused by direct sewage inflow. Organic matter content of the waters exceeded the 3.5 mg/l limit value (government decree 201/2001. (X. 25.)) in 17% of the samples. Extremely high values were detected at one site throughout the year. The

average value of orthophosphate was above the limit value at 18% of the sampling points. Regular spatial distribution of this was not observed.

Thesis 5. Results of our investigation revealed that the water quality of the Vérke stream is influenced primarily by the sewage load from parts of the city that have no drainage network and by the operation of the lock at Borzsa.

Sewage drainage has not been completed yet in every part of Berehove therefore inhabitants frequently release sewage directly into the Vérke stream. The water amount in the canal is controlled by a lock built at Borzsa. Due to this lock the water level of the canal is low and the water supply is completely missing from November till May. As a result pollutants accumulate significantly in these time periods. Our results revealed that the water quality of the Vérke stream is influenced not primarily by the amount of precipitation but the water amount released through the lock that is capable of diluting the water of the canal reducing the concentration of the studied pollutants. Over the studied one year the ammonium, orthophosphate and organic matter content exceeded the limit by several times in the autumn and spring period following the closure of the lock. The polluting effect of the city is shown clearly by the higher contamination of the water samples taken from the inner parts of the city than that of those taken from sampling sites above the city.

Thesis 6. We have also stated that the settling dust content of the air is highest in the western parts of the city along the busy roads while the southern area is most contaminated the most by heavy metals.

The amount of settling dust was highest in the western and north western areas in the studied time period, however, the dust load of some busy public roads is also significant. These are the result of dust arriving from agricultural areas and from traffic.

The heavy metal contents of the dust and the soil samples were compared with the conclusion that Cd, Cu and Pb concentrations are higher in the dust samples. Among them, the amount of Pb seems to be most interesting compared to other cities as well. The most contaminated area is the southeast area regarding several studied elements (Cd, Cu, Pb, Zn). It is presumed that the dust of the pit-heap near the southeast

part of the city is carried by wind towards the city. Major contamination sources also include: traffic, industry and waste combustion.

5. New scientific results of the theses

Most important conclusions of the theses:

- The physical-chemical properties of the soils of Berehove changed significantly according to the grade of anthropogenic effects.
- Distribution of heavy metal content is determined primarily by not the land-use type but the distance from pollution sources.
- Trace elements originated from anthropogenic sources (Ba, Cd, Pb, Zn) were accumulated in the top 60cm of the soil and they occur in much less concentration in deeper parts.
- The water of groundwater wells is not suitable for consumption as drinking water even though significant natural protection is active due to the water chemical values higher than the limit.
- Water quality of the Vérke stream is strongly influenced by the anthropogenic activities. In order to improve its water quality the elimination of the pollution sources and the provision of regular water supply from the Borzsa stream are required.
- In the course of studying the settling dust content of the air the effects of pollutant sources not only from the city but from the surroundings of the city can be detected. Dust load is greatest in the western, northwestern part of the city thanks to the agricultural areas nearby. In the southern areas the heavy metal content of the dust was significantly higher than that of other parts of the city that can be explained by the closeness of pit heaps and the waste disposal site.

A szerző publikációi

Az értekezés témájában angol nyelven megjelent publikációk:

1. **Tímea Vince**, György Szabó, Zoltán Csoma, Gábor Sándor, Szilárd Szabó. The spatial distribution pattern of heavy metal concentrations in urban soils – a study of anthropogenic effects in Berehove, Ukraine. *Central European Journal of Geosciences*. (Referált, lektorált, nemzetközi, IF: 0,506, elfogadott, megjelenés alatt).
2. György Szabó, **Tímea Vince**, Éva Bessenyei, 2012. Study of the Factors Influencing the Shallow Groundwater Quality in Two Settlements with Different Characteristics. In: K. Voudrouis – D. Voutsas (Eds.) *Water Quality Monitoring and Assessment*, pp. 407-428. (Referált (EBSCO), lektorált (peer-reviewed), nemzetközi).

Az értekezés témájában megjelent egyéb publikációk:

3. **Vince Tímea**, Csoma Zoltán, Szabó György, 2014. Beregszász talajainak állapota. A talajok fizikai-kémia tulajdonságainak alakulása a használat függvényében. *Acta Beregsasiensis*, 2014/1. (Elfogadott, megjelenés alatt).
4. **Vince Tímea**, 2013. A Vérke-csatorna vizének állapota néhány vizsgált paraméter alapján. *Acta Beregsasiensis*, 2013/2, pp. 208-216.
5. **Vince Tímea** (Vintse Timeo), 2010. Ásott talajvízkutak és a Vérke-csatorna szennyezettségének vizsgálata Beregszászban. IV Magyar Tájökológiai Konferencia. Absztrakt kötet, pp. 40.
6. **Vince Tímea** (Vintse Timeo), Hevesi Tibor, 2010. Ammónium-, nitrit és nitráttartalom vizsgálat Beregszász ásott talajvízkútjaiban. In: IV. Magyar Tájökológiai Konferencia, Tájökológiai kutatások, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, pp. 287-294.
7. **Vince Tímea**, Szabó György, 2009. Beregszász légszennyezettségének jellemzése a falevelekre rakódott por vizsgálata alapján. In: Természetföldrajzi folyamatok és formák. Kiss T. (szerk) *Geográfus Doktoranduszok IX. Országos Konferenciájának Természetföldrajzos Tanulmányai*, Szeged, <http://www.geo.u-szeged.hu/konf/index.html>, ISBN 978-963-482-923-2.

Egyéb témában megjelent publikációk:

8. **Vince Tímea**, 2008. Gyula (Nagyszőlősi járás) népességföldrajzi sajátosságai. Közoktatás. A Kárpátaljai Magyar Pedagógusszövetség lapja, XIII. évf. 2008/1-2. szám.

9. **Vince Tímea**, 2008. Éghajlatváltozások detektálása a Beregszászi Meteorológiai Állomás adatai alapján. Acta Beregsasiensis, Beregszász, pp. 81-88.