

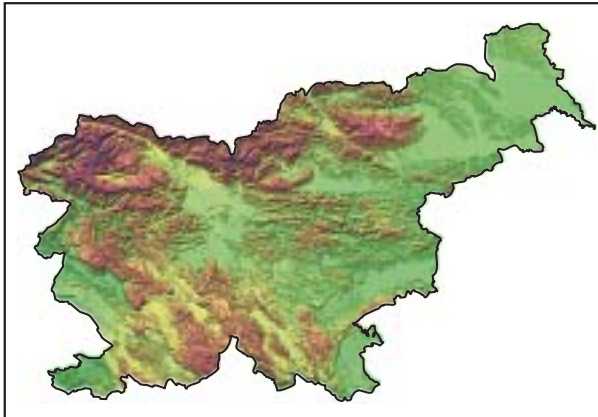
# SOIL DEGRADATION THREAT TO SLOVENIA'S LANDSCAPES

## OGROŽENOSTI SLOVENSКИH POKRAJIN ZARADI DEGRADACIJE PRSTI

Blaž Repe



Soil degradation due to the urban land use (photography Blaž Repe).  
Degradacija prsti kot posledica urbane rabe tal (fotografija Blaž Repe).



Abstract

UDC: 911.2:631.4(497.4)  
504.05:631.4(497.4)  
COBISS: 1.01

## Soil Degradation Threat to Slovenia's Landscapes

**KEY WORDS:** pedogeography, GLASOD methodology, soil degradation, ecology, Slovenia.

Due to the past trends in the development of Slovenia, especially after the second world war, one can certainly expect some kind of degradation of Slovene landscape and consequently its soils. Soils are among less researched components of Slovene environment, which results in relatively poor quantity and quality of available data.

Studying soil degradation has been performed using GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) methodology, which has not been introduced in Slovenia, in terms of researching. Methodology is based upon recognising a degree of soil degradation of chosen land unit. Degree is determined through combining soil degradation severity and extent of soil degradation.

Every unit had been studied in sense of soil degradation. Three main types soil degradation had been chosen: water erosion, pollution of soils with heavy metals and loss of fertile soil through elimination from natural environment. In order to determine each degradation standard methods had been used, but were modified for specific Slovene circumstances.

GLASOD methodology was successfully introduced to Slovene researching but better and quantitative results are not yet possible to obtain because of the lack of data.

Izveček

UDK: 911.2:631.4(497.4)  
504.05:631.4(497.4)  
COBISS: 1.01

## Ogroženosti slovenskih pokrajin zaradi degradacije prsti

**KLJUČNE BESEDE:** pedogeografija, GLASOD metodologija, degradacija prsti, ekologija, Slovenija.

Zaradi preteklih razvojnih trendov, ki so, predvsem po drugi svetovni vojni, narekovali razvoj Slovenije, lahko upravičeno pričakujemo določeno stopnjo degradiranosti slovenskih pokrajin in s tem tudi njenih prsti. Prsti spadajo med tiste pokrajinske komponente, ki so slabše proučene.

Proučevanje degradacije prsti smo se lotili s pomočjo GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) metodologije, ki do sedaj, pri nas še ni bila uporabljena. Metoda temelji na prepoznavanju stopnje ogroženosti pokrajinske enote zaradi degradacije prsti, na podlagi razširjenosti degradacije in stopnje degradiranosti prsti.

Za vsako enoto smo ugotavljali ogroženost prsti zaradi vodne erozije prsti, onesnaževanja prsti s težkimi kovinami in izločitve prsti iz naravnega okolja, pri čemer smo uporabili uveljavljene metode, prilagojene slovenskim razmeram.

GLASOD metodologijo smo uspešno prenesli v slovenski prostor, vendar nam za boljše in konkretne rezultate primanjkuje podatkov.

The editorship received this paper for publishing in August 20<sup>th</sup> 2002.  
Prispevek je prispel v uredništvo 20 avgusta 2002.

## **Contents – Vsebina**

1	Introduction	103
2	Soil degradation	103
2.1	Water (soil) erosion	103
2.2	Soil pollution	104
2.3	Removal of soil from the natural environment	104
3	The GLASOD methodology	105
4	Soil degradation threat to Slovenia's landscapes	108
4.1	Research area	108
4.2	Water erosion threat to Slovenia's landscapes	108
4.3	Heavy metal pollution threat to Slovenia's landscapes	110
4.4	Threat to Slovenia's landscapes by the removal of soil from the natural environment	111
4.5	The GLASOD methodology – conclusion	112
5	Bibliography	113
6	Summary in Slovene – Povzetek	115

**Address – Naslov:**

**Blaž Repe**

Department of Geography

Faculty of Arts

Aškrčeva 2

SI – 1000 Ljubljana

Slovenia – Slovenija

Phone – telefon: +386 (1) 241 1240

E-mail – el. pošta: [blaz.repe@ff.uni-lj.si](mailto:blaz.repe@ff.uni-lj.si)

# 1 Introduction

In contrast to many other environmental problems, soil degradation is a very old phenomenon. Throughout history, man has changed the properties and nature of soil, and his existence has depended on soil fertility. The changes man induced sometimes benefited soil conditions and were good for crop growth. Unfortunately, inappropriate soil management and farming practices also led quite frequently to soil degradation.

Soil can be degraded in many ways. However, not all types of soil degradation can be found in Slovenia, or their significance is of less importance (wind erosion, salinization) compared to other types. An important feature of soil degradation research in Slovenia is its emphasis on pollution recognition in highly degraded, small, localized areas. Understandably, these areas should receive as much attention as possible since they require quick and effective measures of remediation (Repe 2002).

## 2 Soil degradation

**Soil degradation** is directly related to soil **quality**. Both terms are clearly subjective and anthropocentric, which indicates the clear connection between soil properties and man's present or future land/soil use. In terms of nature, every type of soil has its role in the ecosystem and every soil is fertile, this being its main characteristic (Repe 2002).

The role of soil is closely linked to its functions (Council of Europe 1990):

**a) Natural functions:**

- production of biomass, providing nutrients, (*partly renewable*) source of energy and minerals,
- filtering, storage, transformation, buffering, and neutralization of matter and energy,
- biodiversity.

**b) Social functions:**

- physical media,
- source of raw materials,
- natural and cultural heritage.

Soil degradation is a result of the loss or the domination of one or more of these functions (Blum 1988) and is an anthropogenic process that reduces the present and future capability of soil to support life on earth (Oldeman et al. 1991).

### 2.1 Water (soil) erosion

Water erosion is a process that begins with particle removal from the topsoil and the deposition of removed material some distance away. The result is a poorer, less fertile, and more skeletal soil. Degradation continues with rill and gully formation (removal of vegetation, impassable landscapes) and ultimately the complete removal of topsoil and subsoil. Extremely high agrarian densities and pressure on fertile land forces farmers to cultivate less suitable areas. Steep slopes, shallow soils, high amounts of rainfall, and a lack of naturally protective vegetation cover have denuded numerous fields and vineyards down to the bedrock.

Factors that influence water erosion include soil erodibility, rainfall erosivity, slope conditions, farming and soil management practices, and vegetation cover (Troeh et al. 1999).

## 2.2 Soil pollution

One of very important characteristics of soil is its chemical composition. In nature, matter (elements, nutrients, etc.) cycles between systems (elements of the landscape), and soil represents an important storage and filter in this process.

Soil is polluted when certain substances appear in forms that are not characteristic of soil and the amounts of the substances exceed the soil's buffer capacity and can not be neutralized (Leštan et al. 1997). These substances then enter plants and groundwater and therefore the food chain of animals and humans. Identifying polluted forest and farm land is based on finding soils containing hazardous substances that lower its self-remediative capability, damage its physical, chemical and biological properties, hinder and obstruct plant growth, pollute groundwater and plants, and permanently endanger soil fertility (*Ur. l. RS* 6/90).

Among the substances that appear in Slovenia's soils, metals are the most problematic. In the natural environment they are found in very small concentrations and are also called »trace elements.« Trace elements with a density over 5 kg/dm<sup>3</sup> receive special attention and are called »heavy metals.« Some of the metals found in soils are necessary for plant growth (Fe, Cu, Mn, Zn, etc.), but according to present knowledge, others are unnecessary (Pb, Hg, Cd, As, Cr, Se, etc.) (Alloway 1990). The heavy metals most studied include cadmium, copper, lead, zinc, and mercury. According to Šajn (1999), these elements show anthropogenic origins in Slovenia's soils.

Specific values determine when soils are considered polluted. The criteria for the evaluation of the degree of pollution have been derived from standard values that were established in The Netherlands. The lower A (threshold, trigger) value applies to soils that are in a multifunctional and unpolluted state. Soils with contaminant levels below the A-value are considered »clean.« Soils with values between the A and B (warning) values are not »clean« in the absolute sense but do not require further action. If the B value is exceeded, more research is necessary, and depending on the type of soil and the circumstances, some remediation measures may be necessary. If the investigations reveal that the C (intervention, action) value has been exceeded, the soil in question may require clean-up measures, depending on site-specific circumstances (Moen & Brugman 1987).

TABLE 1: THRESHOLD, WARNING AND INTERVENTION VALUES OF HEAVY METALS IN SLOVENIA'S SOILS.  
PREGLEDNICA 1: MEJNE VREDNOSTI ZA ONESNAŽENJE S TEŽKIMI KOVINAMI V PRSTEH SLOVENIJE.

heavy metal	threshold (A) value (mg/kg of dry soil)	warning (B) value (mg/kg of dry soil)	intervention (C) value (mg/kg of dry soil)
cadmium	1	2	12
copper	60	100	300
lead	85	100	530
zinc	200	300	720
mercury	0.8	2	10

source: *Uradni list RS*, No. 68/96, pp. 5773–5774

## 2.3 Removal of soil from the natural environment

In addition to physical and chemical degradation, the expansion of human activities onto farmland or areas with natural vegetation represents a major threat to the soils. According to Carter and Dale (1974), the priceless value of fertile soil was known to all ancient civilizations. These authors assert that soil degradation was among the main reasons for the decline and even the extinction of these civilizations.

Specific land or space use removes soils from the natural environment. Soil as a fertile physical body is rarely used, but some types of land use can seriously affect soils. Herein lies the reason why this process of degradation is also known as irreversible land/soil use (Repe 2002).

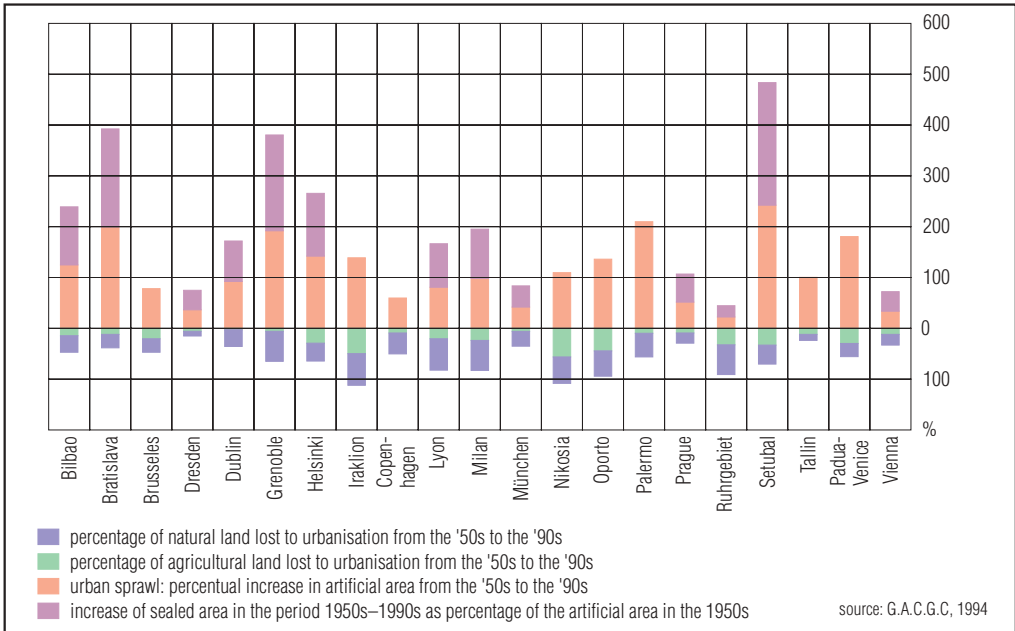


Figure 1: Loss of natural and farmland due to urbanization in selected European cities.

Slika 1: Izguba naravnih in kmetijskih površin zaradi urbanizacije v nekaterih evropskih mestih.

Irreversible soil use is frequently the consequence of urbanization and of land use linked to urbanization: housing, industry, infrastructure, recreation, etc. Some human encroachments such as covering areas with asphalt or concrete and dam and water reservoir construction can completely halt all natural processes in soil. Many times during major surface excavations, the entire soil layer may be removed and transferred to a different location to be brought back when the work is concluded. Although no harm is intended, restoring the exact previous state and the full functioning of the affected soil is impossible. Abandoned industrial areas with highly degraded soils or an absence of fertile soils remain as a sad warning of past human activities (Koželj 1998).

### 3 The GLASOD methodology

Slovenia belongs to the Central Europe region where some of the most intensive industrialization and degradation of landscape occurred in the past. Particularly after World War II, Slovenia too took the path dictated by world and domestic economic trends. The result of this »progress« is multilayered. Some of the results were definitely positive and necessary for Slovenia's development. On the other hand, we had to face highly industrialized and degraded landscapes. According to the research (Stegnar et al. 1993; Souvent 1994; Štrbenk, Šalej 1994; Lobnik et al. 1994; Zupan et al. 1996; 7. Leštan et al. 1997; Šajn et al. 1998, Špes 1998; Svetina et al. 1997, 1998, 1999, 2000), degraded soils can be found in these areas, and many authors describe situations for which there is no remedy.

As in the rest of the world, soil degradation research in Slovenia was previously limited to individual landscapes, regions, sites, etc., but this is no longer the case. Since 1991, an estimate and a map of soil degradation have been available for the entire world (Oldeman 1991). From this work we also gained the generally recognized GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) methodology that enables better and more extensive soil degradation research.

Although soil degradation is an old, widespread, and serious problem, very little was known about its geographical distribution. The need for this type of research was brought up by UNEP (United Nations Environment Program) in 1987. A year later UNEP initiated the GLASOD project, which produced its first result in 1991: the 1:1,500,000-scale *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation* (Oldeman 1991). The map itself does not contain quantitative data but does provide information about the level and distribution of soil degradation on the global level.

TABLE 2: GLOBAL ASSESSMENT OF SOIL DEGRADATION BY REGIONS AND LAND USE.  
PREGLEDNICA 2: SVETOVNA OCENA DEGRADACIJE PRSTI PO REGIJAH IN GLEDE NA RABO TAL.

land use region	agricultural land			permanent pastures			forests and woodlands			all used land		
	total [million hectares]	degraded	%	total [million hectares]	degraded	%	total [million hectares]	degraded	%	total [million hectares]	degraded	%
Africa	187	121	65	793	243	31	683	130	19	1,663	494	30
Asia	536	206	38	978	197	20	1,273	344	27	2,787	747	27
South America	142	64	45	478	68	14	896	112	13	1,516	244	16
Central America	38	28	74	94	10	11	66	25	38	198	63	32
North America	236	63	26	274	29	11	621	4	1	1,131	96	9
Europe	287	72	25	156	54	35	353	92	26	796	218	27
Oceania	9	8	16	439	84	19	156	12	8	644	104	17
World	1,475	562	38	3,212	685	21	4,048	719	18	8,735	1,966	23

source: Oldeman 1991

TABLE 3: CAUSATIVE FACTORS FOR SOIL DEGRADATION BY REGIONS.  
PREGLEDNICA 3: VZROČNI FAKTORJI DEGRADACIJE PRSTI PO KONTINENTIH.

region	deforestation	over exploitation	overgrazing (million hectares)	farming	(bio) industrial activity
Africa	67	63	243	121	+
Asia	298	46	197	204	1
South America	100	12	68	64	-
Central America	14	11	9	28	+
North America	4	-29	63	+	
Europe	84	1	50	64	21
Oceania	12	-83	8	+	
World	579	133	679	552	23

source: Oldeman 1991

Determining homogenous units (soil, relief, climate, vegetation, land use) was the first step toward creating the map. The next step was the recognition of types of degradation, the level of degradation, and its distribution.

### Degradation types

1. Water erosion
2. Wind erosion
3. Chemical degradation
  - Pollution
  - Salinization
4. Physical degradation
  - Compaction
  - Waterlogging
  - Shrinking of organic soils
5. No degradation

### Degrees of soil degradation

1. Light: There has been only a small decline in agricultural productivity. Biotic functions are largely intact. Soils can be fully restored with changes in ongoing land use practices.
2. Moderate: Still permits continuing agricultural use of an area, but with greatly reduced productivity. Biotic functions are only partly destroyed. Restoration is possible with major changes in land use practices.



3. Strong: Agricultural use under local land use management is no longer possible and most biotic functions have been destroyed. Restoration is possible, but at a high cost.
4. Extreme: The area has become unsuitable for agriculture and is beyond restoration. Biotic functions are completely destroyed.

**Relative distribution of degradation type within the unit:**

1. Infrequent: up to 5% of the unit is affected,
2. Common: 6%–10% of the unit is affected,
3. Frequent: 11%–25% of the unit is affected,
4. Very frequent: 26%–50% of the unit is affected,
5. Dominant: more than 50% of the unit is affected.

**Level of degradation threat to a landscape unit**

The level of degradation threat to a landscape unit is calculated as a combination of the degree and relative distribution of the degradation and is divided into five classes:

1. –/no threat,
2. light threat,
3. moderate threat,
4. strong threat, and
5. extreme threat.

As the diagram (Figure 2) clearly shows, this approach produces high values of threat at a high degree of degradation spread over small areas or low degrees that affect vast areas. Using this approach, the threat is deliberately stretched over an entire unit, which often results in the threat being assessed either too small or too large.

We attempted to apply the GLASOD methodology to Slovene soils and modified the methodology accordingly. Only three types of degradation were taken into consideration: water erosion, pollution with heavy

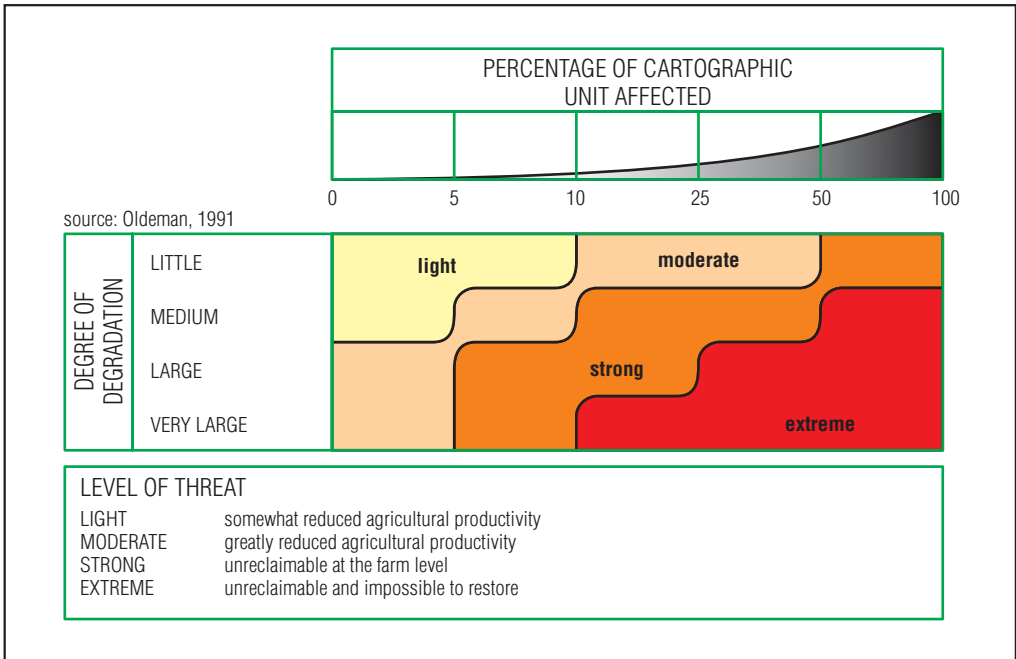


Figure 2: Assessing the level of degradation threat to a landscape unit.

Slika 2: Ocena stopnje ogroženosti pokrajinske enote.

metals, and the removal of soil from the natural environment. This selection was based on the assumption that certain types of degradation are almost non-existent in Slovenia (salinization), the effects of some are minimal (wind erosion), and for others there is no available data (compaction). Along with heavy metals, other substances (pesticides) also pollute Slovenia's soils, but these were not included in the research due to the minimal availability or complete absence of data.

## 4 Soil degradation threat to Slovenia's landscapes

### 4.1 Research area

The number and the size of the units where the GLASOD methodology was tested depended on the available data. A sufficient quantity of qualitative data is only available for polluted soils and is limited to urban and industrial areas. A great deal of data is lacking for rural, mountainous, and forest areas and for other types of degradation. These reasons dictated the use of the relatively large units of Gams's regionalization scheme (Gams et al. 1995).

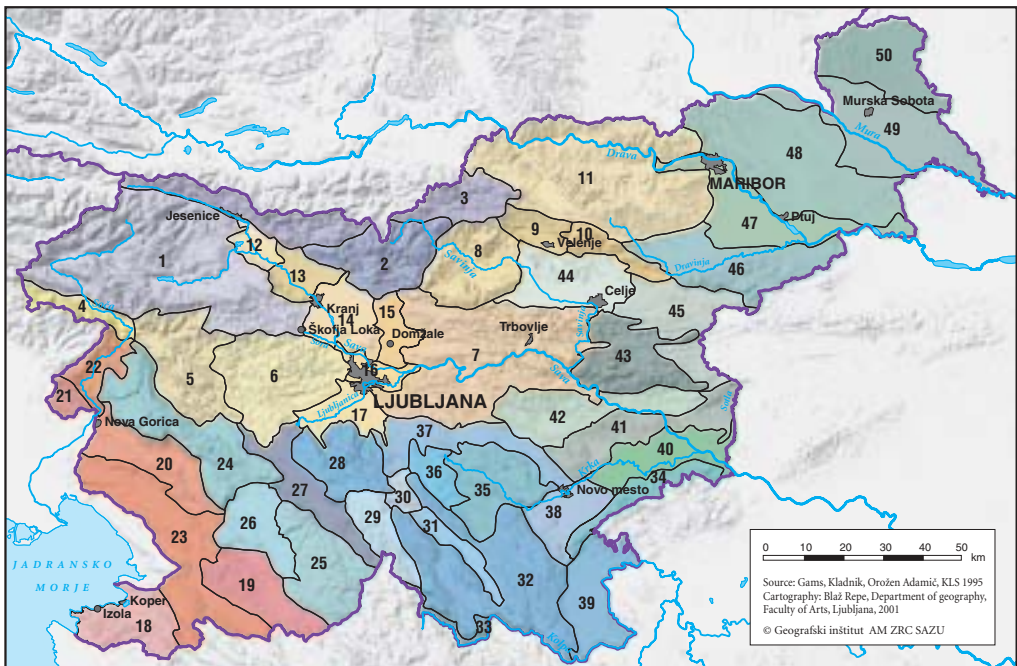


Figure 3: Research Area.  
Slika 3: Obravnavano območje.

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| 1: Julijske Alpe                           | 14: Kranjsko-Sorško polje                     | 27: Notransko podolje                      | 40: Vzhodna Krška kotlina              |
| 2: Kamniško-Savinjske Alpe                 | 15: Bistriška ravan                           | 28: Krimsko višavje                        | 41: Krško in Bizeljsko hribovje        |
| 3: Karavanke                               | 16: Ljubljansko polje                         | 29: Bloško-Potočanska planota              | 42: Mirnska dolina in Senovsko podolje |
| 4: Beneško-slovenske in tolimnsko hribovje | 17: Ljubljanska barje                         | 30: Velikotlaščanska pokrajina             | 43: Kozjansko hribovje                 |
| 5: Čerkljansko-Ildrijsko hribovje          | 18: Koprsko Primorje                          | 31: Ribniško-Kočevska dolina               | 44: Celjska kotlina                    |
| 6: Škofjeloško-Ildrijsko hribovje          | 19: Brkini z dolino Notranjske reke           | 32: Ribniško-Kočevsko gorovje              | 45: Voglajnsko-Soteljska Slovenija     |
| 7: Posavsko hribovje                       | 20: Vipavska dolina in Goriško polje          | 33: Dolina gornje Kolpe in Čabranke        | 46: Haloze in Dravinske gorice         |
| 8: Zgornja Savinjska dolina                | 21: Goriška Brda                              | 34: Gorjanci                               | 47: Dravsko-Ptujsko polje              |
| 9: Velenjska kotlina                       | 22: Spodnja Soška dolina                      | 35: Suha krajina                           | 48: Slovenske gorice                   |
| 10: Vitanjske Karavanke                    | 23: Kras                                      | 36: Dobro polje                            | 49: Pomurska ravnina                   |
| 11: Pohorsko Podravje                      | 24: Nanos, Hrušica, Trnovski gozd in Banšćice | 37: Dolenjsko podolje s Turjaško pokrajino | 50: Goričko                            |
| 12: Dežela in Blejski kot                  | 25: Javorniki in Snežnik                      | 38: Novomeška pokrajina                    |  |
| 13: Dobrave                                | 26: Pivka                                     | 39: Bela krajina                           |  |

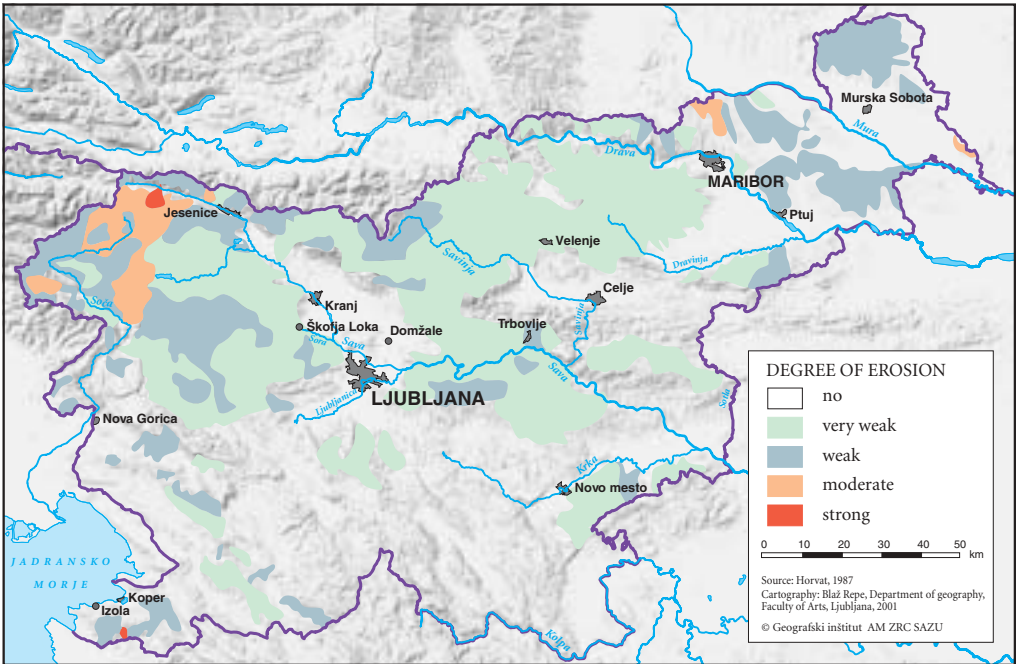


Figure 4: Water erosion threat to Slovenia.  
 Slika 4: Vodna erozija prsi v Sloveniji.

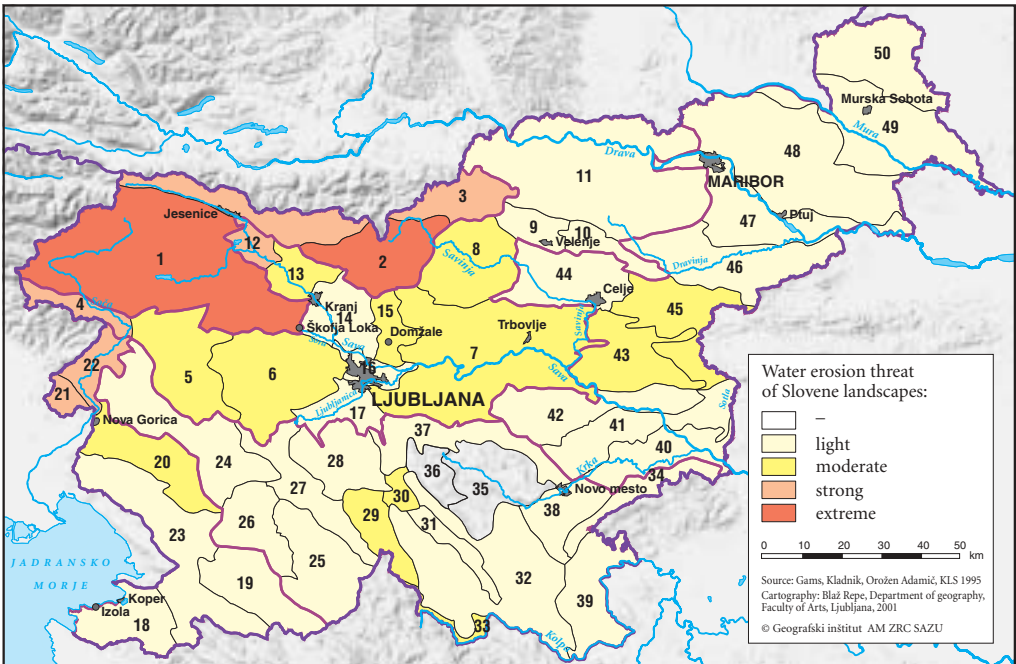


Figure 5: Water erosion threat to Slovenia's landscapes.  
 Slika 5: Ogroženost slovenskih pokrajin zaradi vodne erozije prsti.

## 4.2 Water erosion threat to Slovenia's landscapes

Water erosion data in Slovenia is minimal. Among the authors, the overall figures are very similar, but they include all eroded material and not just soil. In Slovenia, 43% of all surfaces (8,800 km<sup>2</sup>) are exposed to erosion. Of this, some 237,000 hectares need reclamation. Five million cubic meters of material is washed away annually (Rainer 1950; Rainer, Pintar 1972; Kmecl 1990), that is, 1,300 hectares of fertile soil twenty centimeters thick (Kmecl 1990). Of these five million cubic centimeters, the Sava River carries most (56.3%), followed by the Soča River (20%) and the Mura and Drava rivers together (17.4%). The majority of the material remains on the site of deposition (Kolbezen 1998).

The assessment of the water erosion threat was based on four parameters or factors: soil erodibility, rainfall erosivity, incline and length of hillslopes, and land use/vegetation cover.

With these four parameters and the requirements of the GLASOD methodology, the water erosion threat to Slovenia's landscapes was calculated. Figure 5 shows the strong link between erosion and relief. The highest values were obtained for landscapes with steep inclinations and high relief energy (Julian Alps, Kamniške-Savinjske Alps). The Karavanke Mountains were an exception and with Dežela and Blejski kot, the Beneško-slovensko and Tolmin hills, the lower Soča Valley, and Goriška Brda rank one class lower. Areas of moderate threat cover nearly all the prealpine hills excluding the intervening valleys and basins and Pohorsko Podravje. The same level was also found in the Vipava Valley, Goriške polje, the Bloško-Potočanska plateau, the area of Velike Lašče, and the upper Kolpa and Čabranka valleys. The rest of Slovenia shows light threat.

Due to its relief, Slovenia is distinguished by high inclinations and relief energy and ranks Slovenia very high relative to the potential water erosion risk. The large percentage of protective forest is also proof of this (Anko 1985). Any removal of the natural vegetation in hilly or mountainous areas can bring disastrous consequences. In the past, water erosion was very common as farmers cultivated inappropriate and steep areas. Today these areas again are under natural vegetation as the abandoning of cultivated lands and reforestation are very noticeable processes. The very high percentage of forest also reflects concern for soil protection. Very small parcels, changing ownership over short distances, and the fragmentation of farmland allow green belts between fields that effectively lower the risk of erosion.

Despite the favourable results and the low water erosion risk, it is very important point out the fact that water erosion is a very significant process. Using a very similar methodology, the studies by Topole (1990, 1995, 1999) proved the existence of water erosion in the Mirna Valley but on very large scale.

Given the scale, method, and quality of data used, it is impossible to detect local erosion sites, not to mention micro locations (individual fields) where water erosion is a serious problem.

## 4.3 Heavy metal pollution threat to Slovenia's landscapes

According to the distribution of heavy metals in Slovenia's soil, the country can be divided into two distinct parts. The greater part includes areas with small settlements and the absence of large heavy industry, which results in a smaller concentration of heavy metals that changes gradually and depends on the geological conditions of the bedrock. The smaller part includes urban and industrial areas with high density of population, industry, and traffic. Here we can expect high concentrations of anthropogenic elements that change significantly within a short distance (Mattigod & Page 1983).

The available data for heavy metals was processed using the GLASOD methodology. The results showed little pollution with heavy metals on national level. Regional differences are noticeable and occur as consequence of the metal industry that was one of the main factors in landscape development in the past.

Higher concentrations were found in the Slovene Alps (Jesenice ironworks), Pohorsko Podravje (Koroška: Ravne ironworks and the Mežica lead mine and smelter), the Velenje basin (Šoštanj thermal power plant),

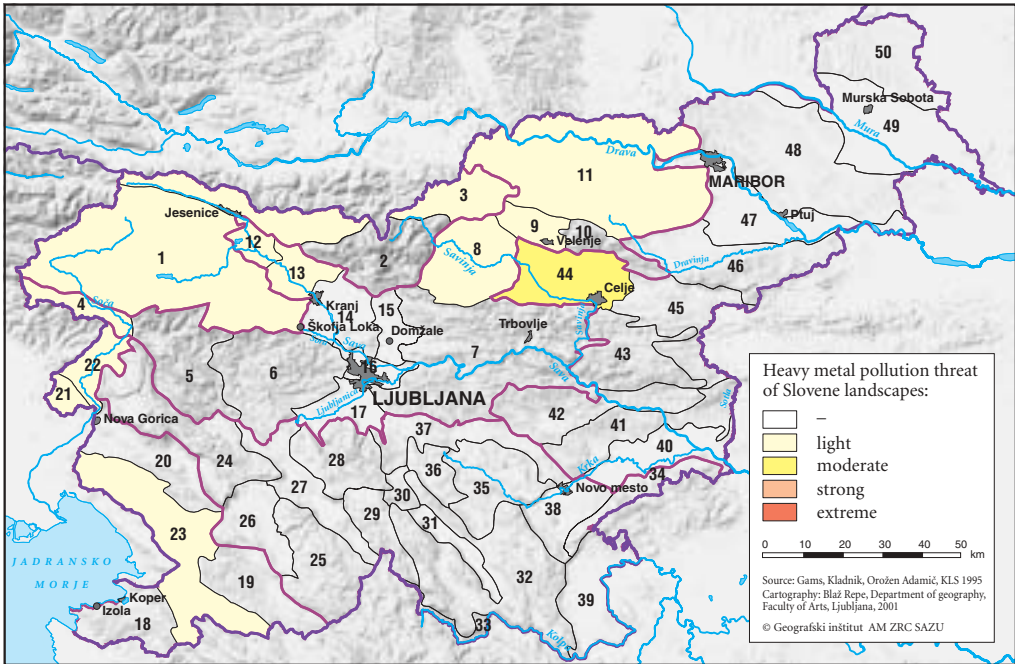


Figure 6: Heavy metal pollution threat to Slovenia's landscapes.

Slika 6: Ogroženost slovenskih pokrajin zaradi onesnaženja s težkimi kovinami.

the Ljubljana basin, the Koper coast areas (industry in general and traffic), and of course the Celje basin with Celje zinc factory and ironworks in Štore. Higher quantities of heavy metals were also found near Idrija (mercury mine and smelter).

The methodology used was unable to recognize the strong pollution threat to Slovenia's landscapes, with the exception of the Celje basin. Along with the methodology itself, the reason for may also be found in the location of urban and industrial areas, which lie in the valleys and basins of the Alpine and Prealpine regions. Very bad wind conditions and strong temperature inversions in winter prevent pollution from spreading to surrounding areas, and only light threat could be determined for regions with heavily or even extremely polluted spots. The Mežica basin and the Zasavje region should be particularly pointed out, where air pollution was determined and examined in detail; however, due to the limitation of the pollution and the unpolluted surroundings, the region does not stand out.

The unique characteristics of Slovenia's relief and the concentration of people and industry in valleys and basins have positive and negative effects. While soils in the countryside are relatively unpolluted, the soil conditions in cities are much more worrisome and deserve full attention.

#### 4.4 Threat to Slovenia's landscapes by the removal of soil from the natural environment

Strong conflicts of interest occur on Slovene territory. Housing, industry, and traffic share the same affinity for the plains located at the bottom of Alpine, Prealpine, and Dinaric karst basins and valleys. These, however, are also the areas with the deepest soils of the highest quality, and generally speaking, the arable lands that lie here are universally suitable for farming of any kind. Gentle slopes (under 5°) allow the use of modern mechanization, and it is no surprise that the largest areas of first category fields and drinkable groundwater can be found here.

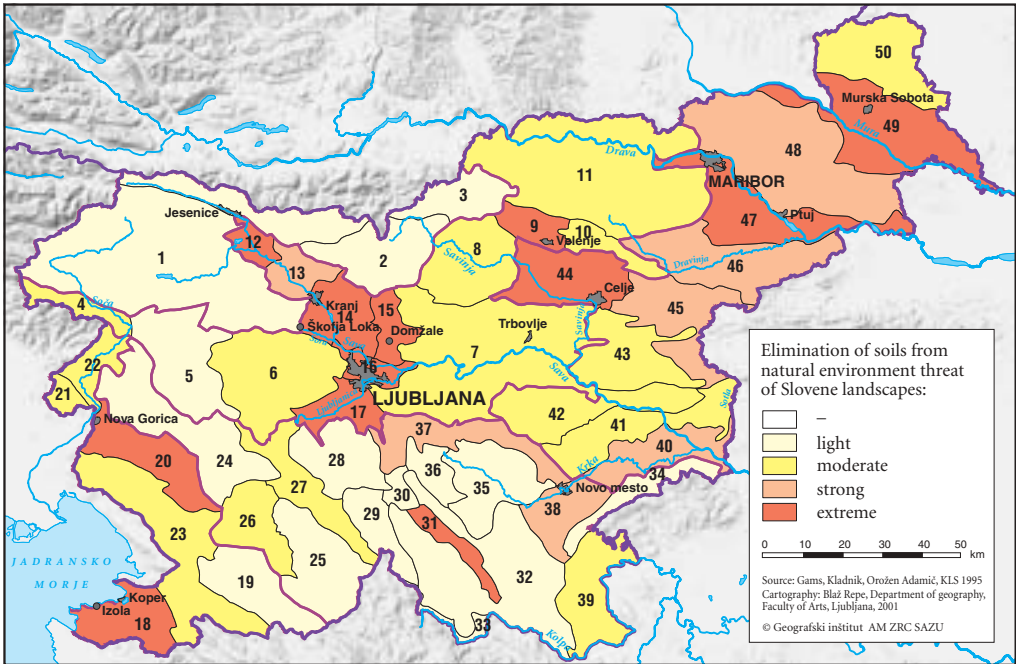


Figure 7: The threat of the removal of soil from the natural environment to Slovenia's landscape.  
 Slika 7: Ogroženost slovenskih pokrajin zaradi izločitve prsti iz naravnega okolja.

Unfortunately, these are also the areas of the highest population density, concentration of housing, transportation, and other infrastructure, and where the most intensive urbanization and industrialization have occurred.

Every human activity requires space for its existence and development. Unfortunately, the most suitable sites can be found in areas where the loss of fertile land is the largest. To make matters even worse, as previously mentioned, the same areas are among the most polluted in Slovenia.

The fertile soils on Slovenia's flatlands are of strategic importance and harmonizing all the interests will be one of Slovenia's primary and most difficult tasks.

## 4.5 The GLASOD methodology – conclusion

The GLASOD methodology was developed for the needs of studying soil degradation and its distribution (Oldeman et al. 1991), and was only recently used to attempt something similar in Slovenia (Repe 2002). To a certain extent, the results gained are both surprising and expected. The light soil degradation threat to Slovenia's landscapes is the result of the methodological approach and an actual reflection of Slovene soil conditions, which are dictated by the landscape characteristics of Slovenia and of the regions selected for study.

In studying soil degradation using the GLASOD methodology, we confronted many difficulties, which the results also reflect. The method per se proved again to be very useful and successful and its frequent and widespread use around the world speaks for itself. However, a high quality and a large quantity of data are required to make the results of the method valid, and Slovenia lacks such data. The consequence of this is reflected in our results, which are certainly relevant but are not sufficiently concrete or quantitatively defined.

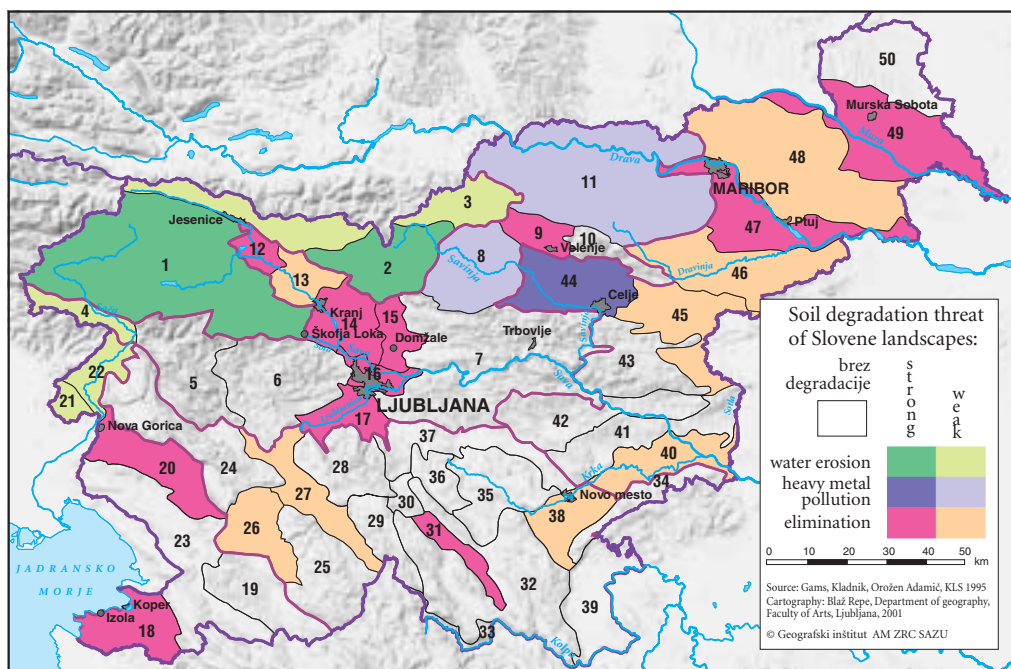


Figure 8: Soil degradation threat to Slovenia's landscapes.

Slika 8: Vzročni faktorji degradacije prsti v slovenskih pokrajinah.

At this point, the GLASOD method can be an indispensable tool to study soil degradation but only on very small units that can be studied in detail and where all the necessary data collected. For the time being, the complex and integral research of soil degradation with concrete results at the level of Slovenia remains impossible.

## 5 Bibliography

- Anko, B. 1985: Varovalni gozdovi v Sloveniji. Stanje po popisu. VTOZD za gozdarstvo. Biotehniška fakulteta. Ljubljana.
- Blum, W. E. H. 1988: Problems of soil conservation – Nature and Environment Series N° 40, Council of Europe, Strasbourg.
- Carter, G. V., Dale, T. 1974: Topsoil and civilization. University of Oklahoma Press. Norman.
- CORINE Land Cover, 2000. MOP-GEOINFORMACIJSKI CENTER. Spletna stran: <http://www.sigov.si:81>
- Council of Europe, 1990: European Conservation Strategy. Recommendation for the 6th European Ministerial Conference on the Environment – Council of Europe, Strasbourg.
- G. A. C. G. C. 1994: World in Transition (The Threat to Soils). 1994 Annual Report. German Advisory Council on Global Change. Economica Verlag. Bonn
- Gams, I., Kladnik, D., Orožen Adamič, M. 1995: Naravnogeografske regije Slovenije, V: Orožen Adamič, M., Perko, D., Kladnik, D., Krajevni leksikon Slovenije, str. 24–25. Državna založba Slovenije. Ljubljana.
- Goldman, S. J., Jackson, K., Bursztynsky, T. A. 1986: Erosion and sediment control handbook. New York.
- Horvat, A. 1987: Hudourniške vode na slovenskem. Ujma 1, str. 35–38. Uprava RS za zaščito in reševanje. Ljubljana.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H. 1984: Trace elements in soils and plants. CRC Press, Inc. Boca Raton. Florida.

- Kmecl, M. 1990: Slovenija brez gozda? Obup!. Gozdarska založba. Ljubljana.
- Kolbezen, M. 1979: Transport hribinskega materiala na potokih vzhodnega in jugovzhodnega Pohorja kot posledica erozije tal. Geografski vestnik, 51, str. 73–83. Geografsko društvo Slovenije. Ljubljana.
- Kolbezen, M. 1998: Hidrografija (peto poglavje). V: Geografija Slovenije (monografija), str. 139–172. Slovenska matica. Ljubljana.
- Koželj, J. 1998: Degradirana urbana območja. Urad RS za prostorsko planiranje, Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana.
- Kugonič, N. 1998: Posnetek stanja onesnaženosti tal in rastlinskega materiala na območju Zgornje Mežiške doline. ERICO, Inštitut za ekološke raziskave. Velenje. Center za pedologijo in varstvo okolje, BF. Ljubljana.
- Kugonič, I., Zupan, M. 1996: Pedološke raziskave tal pred pričetkom obratovanja razžveplevalne naprave TE Šoštanj. Poročilo za leto 1995. ERICO, Inštitut za ekološke raziskave. Velenje.
- Lasnik - Ribarič, C., Pokorny, B., Pačnik, L. 1999: Problem težkih kovin v Zgornji Mežiški dolini. Zbornik referatov. ERICO, Inštitut za ekološke raziskave. Velenje.
- Leštan, D., Zupan, M., Hudnik, V., Lobnik, F. 1997: Kemikalije v tleh. V: Lah, A.: Kemizacija okolja in življenja – Do katere mere?, str. 187–204. Slovensko ekološko gibanje. Ljubljana.
- Lobnik, F. 1989: Tematska karta onesnaženosti zemljišč Celjske občine. Katedra za pedologijo, prehrno rastlin in ekologijo, Biotehniška fakulteta. Ljubljana.
- Mattigod, S. V., Page, A. L. 1983: Assessment of metal pollution in soil. Applied environmental geochemistry. Academic Press. London.
- Moen, J. E. T., Brugman, W. J. K. 1987: Soil Protection Programmes and Strategies: examples from the Netherlands. Elsevier Applied Science, London, N. Y.
- Oldeman, L. R. 1991: Global extent of soil degradation. ISRC Annual Report. Wageningen.
- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombrock, W. G. 1991: World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation with Explanatory Note (second revised edition) – ISRIC, Wageningen; LTNEP, Nairobi.
- Rainer, F. 1950: O vplivu gozdov na vodni režim. Uprava za napredek v proizvodnji pri planski komisiji LR Slovenije. Ljubljana.
- Rainer, F., Pintar, J. 1972: Ogrožanje tal zaradi erozije, hudournikov in plazov. Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji, str. 21–25. Prirodoslovno društvo Slovenije. Ljubljana.
- Repe, B. 2002: Degradacija prsti v Sloveniji. Magistrsko delo. Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta. Ljubljana.
- Souvent, P. 1992: Svinec, metalurgija svinca, okolje. Rudarsko – metalurški zbornik. Mining and Metallurgy Quarterly. Ljubljana.
- Souvent, P. 1994: Rudnik Mežica nekoč, danes in jutri. V: Lah, A., 1994: Okolje v Sloveniji. Tehniška založba Slovenije. Ljubljana.
- Stegnar, P., Stropnik, B., Križman, M., Kugonič, N., Mljač, L., Svetina Gros, M., Ai Sayegh Petkovšek, S. 1993. Ugotavljanje onesnaženosti tal in rastlinskega materiala na območju občine Velenje. Projekt. Inštitut Jožef Stefan Ljubljana. Zavod za ekološke raziskave Velenje.
- Svetina Gros M. 1994. Vpliv padavin na tla in vodne izvire na območju termoelektrarne Šoštanj. Magistrsko delo. Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani. Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo. VTOZD Montanistika. Ljubljana.
- Svetina, M., Flis, J., Kukovič, I. 1997: Ocena onesnaženosti tal in rastlinskega materiala s svincom v Šaleški dolini. Raziskovalna naloga. Mladi raziskovalci za razvoj Šaleške doline. ERICO, Inštitut za ekološke raziskave. Velenje DP-165/97.
- Svetina, M., Mljač, L., Kugonič, N., Šterbenk, E., Flis, J., Kopušar, N., Stropnik, M., Pavšek, Z. 1999: Sanacijski program tal v mestni občini Velenje. 2. faza, ERICO, Inštitut za ekološke raziskave. Velenje, DP-466/99, 66 s., Velenje.
- Svetina, M., Šterbenk, E., Mljač, L., Ai Sayegh Petkovšek, S., Flis, J., Šalej, M., Kugonič, N., Kopušar, N., Stropnik, M., Pavšek, Z. 2000: Sanacijski program tal v mestni občini Velenje. 2. faza, ERICO, Inštitut za ekološke raziskave. Velenje, DP-466/99, 66 s., Velenje.
- Svetina, M. 1998: Onesnaženost tal s težkimi kovinami v Šaleški dolini. Letno poročilo za leto 1997. ERICO Velenje, Inštitut za ekološke raziskave. ERICO Velenje DP-233/98.
- Svetina, M. 1999: Geokemična študija vnosa kadmija v tla Šaleške doline. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Naravoslovno tehniška fakulteta, Montanistika. Ljubljana.



- Svetina, M. 2000: Geokemične raziskave onesnaženosti tal na območju Šaleške doline. ERICo, Inštitut za ekološke raziskave. Velenje, DP 560/99.
- Svetina, M., Lesjak, A. 1998: Onesnaženost tal s težkimi kovinami ob prometnih cestah. Poročilo. ERICo Velenje, Inštitut za ekološke Raziskave. ERICo Velenje DP-310/98.
- Šajn, R. 1999: Geokemične lastnosti urbanih sedimentov na ozemlju Slovenije. Geološki zavod Slovenije. Ljubljana.
- Šajn, R., Bidovec, M., Andjelov, M., Pirc, S., Gosar, M. 1998: Geokemični atlas Ljubljane in okolice. Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko. Ljubljana
- Špes, M. 1998: Degradacija okolja kot dejavnik diferenciacije urbane pokrajine. *Geographica Slovenica* 30. Inštitut za geografijo. Ljubljana.
- Šterbenk, E., Šalej, M. 1994: Ugreznanje površja in kmetijstvo na območju družmirskega jezera. Raziskovalni tabor Škale 94'. Škale, avgust, 1994.
- Topole, M. 1990: Fizična geografija Mirnske doline. Magistrsko delo. Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta. Ljubljana.
- Topole, M. 1995: Geokološki pogoji za kmetijstvo in poselitev v Mirnski dolini. Doktorska disertacija. Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta. Ljubljana.
- Topole, M. 1999: Mirnska dolina. Regionalna geografija porečja Mirne na Dolenjskem. Založba ZRC. Ljubljana.
- Troeh, F. R., Hobbs; J. A., Donahue, R. L. 1999: Soil and Water Conservation: Productivity and Environmental Protection. Prentice Hall Upper Saddle River. New Jersey.
- Uradni List RS 2/90: Pravilnik o največjih količinah škodljivih snovi in sestavin v krmi, Ljubljana, 1990, s. 27–31
- Uradni List RS 6/90: Uredba o ugotavljanju onesnaženosti kmetijskih zemljišč in gozda, Ljubljana, 1990, s. 354–357.
- Uradni List RS 7–9/90: Pravilnik o normativih, analitskih postopkih in metodah ugotavljanja onesnaženosti tal in vegetacije ter pogojih za uporabo nekaterih snovi v kmetijstvu in gozdarstvu, Ljubljana 1990, s. 416–417.
- Uradni list RS, 68/96: Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, Ljubljana, november 1996, s. 5773–5774
- Uradni List RS, 68/96: Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, Ljubljana, november 1996, s. 5769–5773
- Zupan, M., Turk, I., Lobnik, F., Hudnik, V., Vrščaj, B., Grščaj, H. 1996. Onesnaženost tal, s. 38–44, Stanje okolja 1995. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana.

## 6 Summary in Slovene – Povzetek

### Ogroženosti slovenskih pokrajin zaradi degradacije prsti

*Blaž Repe*

#### 1 Uvod

Za razliko od večine ostalih okoljskih problemov, je degradacija prsti zelo star fenomen. V vsej svoji zgodovini je bil človek odvisen od prsti in jo ob tem spreminjal. Spremembe so bile včasih namerne in koristne, ker si je človek v daljšem časovnem obdobju ustvaril ugodnejše pogoje za rast kulturnih rastlin. Žal je z nepriemernimi kmetijskimi tehnikami največkrat namerno ali nenamerno degradiral prsti.

Prsti lahko degradiramo na več načinov. Vendar se vrste degradacije prsti v Sloveniji ne pojavljajo enakovredno oziroma je njihov pomen, v primerjavi z ostalimi, pravzaprav ničen (vetrna erozija, zasoljevanje). Poleg tega so dosedanja proučevanja lokacijsko zelo fragmentarna. Prispevki o degradiranosti prsti, so

svoja interesna območja omejile na najbolj degradirane predele Slovenije. Razumljivo so to območja, ki jim je potrebno posvetiti največ pozornosti in zahtevajo hitre ukrepe za izboljšanje stanja (Repe, 2002).

## 2 Degradacija prsti

**Degradacija prsti** je neposredno povezana s **kvaliteto** prsti. Oba pojma sta izrazito subjektivna in antropogenega ter antropocentričnega značaja. To pomeni, da sta neposredno povezani s trenutno ali načrtovano **človekovo** uporabo prsti/rabo tal. Z vidika narave, ima namreč vsak tip prsti svojo nepogrešljivo vlogo v ekosistemu in vsaka prst je rodovitna (Repe, 2002).

Vloga, ki jo ima prst, je v tesni povezavi z njenimi funkcijami (Council of Europe, 1990):

- a) **Naravne funkcije:**
  - produkcija biomase, oskrbuje živi svet s hrano, (*delno obnovljiv*) vir energije in mineralov,
  - filtriranje, shranjevanje, transformacija in nevtralizacija snovi ter energije,
  - biodiverziteta.
- b) **Družbene funkcije:**
  - fizični medij,
  - vir surovin,
  - naravna in kulturna dediščina.

Degradacija prsti je rezultat prevlade ali izgube ene/več od naštetih funkcij (Blum, 1988) in je človeško pogojen proces, ki zmanjšuje sedanje in prihodnje sposobnosti prsti, da vzdržuje življenje na Zemlji (Oldeman et al., 1991).

### 2.1 Vodna erozija

Pri vodni eroziji voda odnaša delce z vrhnjega sloja prsti. Posledice so siromašnejša, manj rodovitna prst z več skeleta. Degradacija se nadaljuje s tvorbo žlebičev (otežena obdelava), nato jarkov (odstranjevanje vegetacije, neprehodnost pokrajine), do popolne odstranitve odeje prsti in ogolitve površja. Izredno visoka agrarna gostota in pritisk na zemljo sta silila kmete, da so obdelovali za kmetijstvo manj ali celo povsem neprimerne površine. Veliki nakloni, plitve prsti, visoka količina padavin in premalo zaščite s strani naravne vegetacije je ogolilo marsikatero njivo ali vinograd do matične podlage.

Na erozijo vplivajo naslednji faktorji: erozivnost padavin, erodibilnost prsti, naklon in dolžina pobočja, pokritost površja in način kmetovanja ter varovalni ukrepi (Troeh et al., 1999).

### 2.2 Onesnaževanje prsti

Ena od lastnosti je tudi snovna ali tudi kemična sestava prsti. Snovi v pokrajini krožijo in ravno prsti predstavljajo enega najpomembnejših naravnih skladišč in filtrov pri prehajanju snovi med posameznimi elementi pokrajine.

O onesnaženju prsti govorimo, ko se v prsteh pojavijo snovi, ki v svojih količinah in oblikah za prsti niso značilne in jih prsti s svojo pufrno sposobnostjo ne morejo nevtralizirati (Leštan et al., 1997). Te snovi prehajajo v rastline in podtalnico in tako posredno ali neposredno v prehranjevalno verigo živali in človeka. Po uredbi o ugotavljanju onesnaženosti kmetijskih zemljišč in gozdov (Ur. l. RS 6/90) opredeljuje kot onesnažene prsti tiste, ki vsebujejo toliko škodljivih snovi, da se zmanjša njihova samoočiščevalna sposobnost, poslabšajo fizikalne, kemijske in biološke lastnosti, zavira ali preprečuje se rast rastlin, onesnažuje podtalnica oziroma rastline, ali je zaradi teh škodljivih snovi kako drugače okrnjena trajna rodovitnost prsti.

Med spojinami, ki so v slovenskem okolju med najbolj problematičnimi, so kovine. V naravnih okoljih so kovine v zelo majhnih koncentracijah. Zato jih imenujemo kovine v sledovih. Med njimi imajo še poseben pomen tiste, ki imajo gostoto večjo od 5 kg/dm<sup>3</sup> in jih zato imenujemo težke kovine. Nekatere izmed kovin so za žive organizme nujno potrebne (Fe, Cu, Mn, Zn ...), nekatere pa so, po dosedanem znanju,

nepotrebne (Pb, Hg, Cd, As, Cr, Se ...) (Alloway, 1990). Med najbolj proučevanimi težkimi kovinami so prav kadmij, baker, svinec, cink in živo srebro. Po Šajnu (1999) izkazujejo prav ti elementi najbolj antropogeno poreklo v prsteh Slovenije.

Kdaj je prst onesnažena in kdaj ne, je opredeljeno s posameznimi vrednostmi. Mejna vrednost (A, threshold, trigger value) neke nevarne snovi v prsti predstavlja maksimalno dopustno mejo vsebnosti nevarne snovi do katere lahko smatramo tla normalno rodovitna. Vsebnosti nevarne snovi ne predstavljajo tveganja za rastline, posredno tudi ne tveganja za živali in ljudi ter tudi na tveganja za okolje (podtalnica). Kritična vrednost (C, action, intervention value) je vrednost, ki predstavlja tisto vsebnost nevarne snovi, ki zahteva odločno ukrepanje (sprememba rabe tal, sanacija ali remediacija onesnaženja). Vsebnosti nevarne snovi med mejno in kritično vrednostjo (B, opozorilna vrednost) predstavljajo tisto stopnjo onesnaženja, ko lahko rečemo, da lahko taka prst ob primernih okoliščinah (talne lastnosti, klima) predstavljajo tveganje za okolje in je v določenih primerih tudi potrebno ukrepanje (sprememba rabe, remediacija).

### 2.3 Izločitev prsti iz naravnega okolja

Poleg mehanske in kemične degradacije, so prsti (in prostor kot tak) ogrožene tudi zaradi širjenja človekovih dejavnosti na površine, kjer je mogoča kmetijska obdelava. Neprecenljivo vrednost rodovitne prsti so poznale že stare civilizacije (Carter & Dale, 1974). Omenjena avtorja ugotavljata, da je bil za propad teh civilizacij kriva ravno degradacija prsti.

Prst se izloči iz naravnega okolja zaradi rabe tal oziroma površja. Redko se uporabi prst, kot rodovitno telo, vendar je v primeru določene rabe tal, ravno prst med najbolj prizadetimi, zato sam proces pogosto označimo tudi kot ireverzibilna raba tal/prsti (Repe, 2002).

Ireverzibilna raba prsti je pogosto posledica urbanizacije in z njo povezane pokrajinske rabe: bivanje, industrija, infrastruktura, rekreacija ... Nekateri posegi, kot so prekritje prsti z asfaltoma ali betonom, gradnja jezov in zbiralnikov vode popolnoma ustavijo vse procese v prsti. Drugače je pri površinskih kopih, ko se celoten sloj prsti kar odstrani. Prvotno stanje je po prenehanju del nemogoče vzpostaviti, četudi se prst, zopet nasuje. Zapuščena in opustošena območja, brez ali z močno onesnaženimi prstmi, ostanejo kot opomin preteklih dejavnosti človeka (Koželj, 1998).

Kljub temu, da obstajajo določene teoretične možnosti, da bi prst opravljala vsaj eno od svojih naravnih funkcij, pa je vzpostavitev naravnega stanja ali multifunkcionalnosti, nemogoče.

## 3 GLASOD metodologija

Slovenija pripada območju Srednje Evrope, kjer se je v preteklosti vršila ena bolj intenzivnih industrializacij in zato posledično tudi degradacij pokrajine. Poleg tega je tudi sama, predvsem po drugi svetovni vojni, zakorakala po poti, ki so jo narekovali takratni svetovni in domači gospodarski trendi. Rezultati procesov razvoja so večplastni. Vsekakor je bilo mnogo učinkov pozitivnih in za razvoj Slovenije nujnih. Po drugi strani pa imamo močno industrializirane in tudi degradirane pokrajine. Po opravljenih raziskavah (Stegnar et al., 1993; Souvent, 1994; Štrbenk, Šalej, 1994; Lobnik et al., 1994; Zupan et al., 1996; 7. Leštan et al., 1997; Šajn et al., 1998, Špes, 1998; Svetina et al., 1997, 1998, 1999, 2000) so v teh območjih degradirane tudi prsti. Kar nekaj avtorjev omenja skoraj brezizhodno stanje.

V preteklosti je, kot velja danes za Slovenijo, veljalo za celotni svet, da je bilo proučevanje degradacije prsti omejeno na posamezne pokrajine, regije, degradirana območja ... Danes temu ni več tako. Od leta 1991 (Oldeman, 1991) imamo oceno in karto degradacije prsti na nivoju celotnega sveta. Kar je še pomembnejše, dobili smo tudi enotno metodologijo za proučevanje razširjenosti degradacije prsti (GLASOD – Global Assessment of Soil Degradation), ki je danes splošno priznana.

Kljub temu, da je degradacija prsti pogost in resen problem, je bilo malo znanega o njeni geografski razširjenosti. Na potrebo po to smernem proučevanju prsti, je leta 1987 opozoril UNEP (United Nations Environment Programme). Že leto za tem je UNEP sprožil projekt GLASOD, ki je dal leta 1991 dal prve rezultate v obliki Svetovne karte stanje antropogeno pogojene degradacije prsti, v merilu 1 : 1,5 milijona (World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation, Oldeman 1991). Karta ne nudi kvantitativnih podatkov, omogoča pa določevanje stopnje in razširjenosti degradacije na globalni in nižjih ravneh.

Prvi korak do karte, je bil izločitev kar se da homogenih (prsti, relief, podnebje, vegetacija in raba tal) območij. V naslednjem koraku je šlo za prepoznavanje tipov degradacije, stopnje degradiranosti prsti in razširjenost degradacije znotraj enote.

### Degradacijski tipi

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Vodna erozija        | 4. Mehanska degradacija                         |
| 2. Vetrna erozija       | • Zbijanje, zaskorjenje                         |
| 3. Kemijska degradacija | • Zastajanje vode                               |
| • Onesnaževanje         | • Krčenje organskih prsti                       |
| • Zasoljevanj           | 5. Enote, kjer ni antropogene degradacije prsti |

### Stopnja degradacije prsti

1. majhna: Prsti nekoliko izgubijo primernost za agrarno proizvodnjo. Povrnitev v polno produktivnost je mogoča z manjšimi izboljšavami ali s spremembo načina obdelave. Biotske funkcije so v veliki meri nedotaknjene.
2. srednja: Prsti precej izgubijo na agrarni produktivnosti. Za povrnitev produktivnosti so potrebne obsežne izboljšave. Biotske funkcije so delno uničene.
3. velika: Prsti na lokalnem nivoju agrarno neproduktivne. Za povrnitev v prvotno stanje so potrebni ogromni tehnični posegi. Biotske funkcije so v veliki meri uničene.
4. zelo velika: Prsti so agrarno nerodovitne in degradirane nad mejo povrnitve v naravno stanje. Prvotne biotske funkcije so popolnoma uničene.

### Relativna razprostranjenost degradacijskega tipa znotraj enote:

1. redka: prizadeto je do 5 % enote,
2. srednja: prizadeto je od 6 do 10 % enote,
3. pogosta: prizadeto je od 11 do 25 % enote,
4. zelo pogosta: prizadeto je od 26 do 50 % enote,
5. dominantna: prizadeto je več kot 50 % enote.

### Stopnja ogroženosti pokrajinske enote

Stopnja degradiranosti pokrajinske enote izračunano kot kombinacija med stopnjo prizadetosti in njeno relativno razprostranjenostjo (delež enote, ki je dejansko prizadet). Stopnja se izraža v štirih razredih:

1. –/brez ogroženosti,
2. rahla ogroženost,
3. zmerna ogroženost,
4. močna ogroženost in
5. ekstremna ogroženost.

Kot je razvidno iz diagrama, tak pristop lahko pokrajinski enoti dodeli visoke vrednosti ogroženosti, ob visoki stopnji degradacije razširjene na majhnem območju ali če je nizka razprostranjenost na velikih površinah. Na ta način ogroženost zavestno »razvlečemo« na celotno enoto, kar se pogosto kaže v premajhni ali pretirani stopnji ogroženosti.

Omenjeno GLASOD metodologijo smo želeli prenesti v slovenski prostor ter jo zanj tudi prilagoditi. V prispevku se bomo omejili zgolj na tri vrste degradacij prsti: vodno erozijo prsti, onesnaževanje prsti s težkimi kovinami in potencialne izločitve prsti iz naravnega okolja. Izbor temelji na predpostavkah, da se neka-

tere vrste degradacij pri nas skoraj ne pojavljajo (zasoljevanje) oziroma je njihov učinek degradacijski učinek minimalen (vetrna erozija prsti), nekatere vrste sploh niso proučene (zbijanje). Poleg težkih kovin prsti onesnažujejo tudi druge snovi. Problematičnosti onesnaževanja s snovmi, ki niso zajete v prispevku, se zavedamo, vendar ga, zaradi pomanjkanja podatkov za nivo celotne Slovenije in siceršnje težke dostopnosti, nismo zajeli v proučevanju.

## 4 Ogroženosti slovenskih pokrajin zaradi degradacije prsti

### 4.1 Omejitev območja proučevanja

Velikost in število enot, ki jih zahteva GLASOD metodologija, so narekovali podatki, ki so bili na voljo. Zadostno količino in dovolj kvalitetne podatke imamo le za nekatere tipe degradacij (kemično onesnaževanje) in le za najbolj onesnažena območja Slovenije. Zelo pomanjkljivi so podatki za visokogorska, hribovita, gozdna in redko poseljena območja in ostale vrste degradacij. Posledica tega so relativno velike naravne enote Gamsove regionalizacije (Gams et al., 1995).

### 4.2 Ogroženost slovenskih pokrajin zaradi vodne erozije prsti

Podatkov o eroziji prsti v Sloveniji je izjemno malo. Večina avtorjev, ki se je ukvarjala z erozijo navaja zelo podobne vrednosti, ki pa veljajo za celoten erodiran material in ne le za prst. V Sloveniji je 43 % vseh površin (8.800 km<sup>2</sup>) izpostavljeno odnašanju. Od tega je 237.000 ha takih, kjer je potrebno izvesti sanacijske ukrepe. Vodotoki letno odnesejo 5 milijonov m<sup>3</sup> materiala (Rainer, 1950; Rainer, Pintar, 1972; Kmecl, 1990). To pomeni vsako letno izgubo 1300 ha rodovitnih prsti v debelini 20 cm (Kmecl, 1990). Od omenjenih 5 milijonov m<sup>3</sup>, se največ materiala sprosti v porečju Save (56.3 %), Soče (20 %) ter Mure in Drave skupaj (17,4 %). Večina materiala ostane na mestu sprostitve (Kolbezen, 1998).

Model ocene ogroženosti slovenskih pokrajin zaradi vodne erozije prsti temelji na štirih parametrih: faktor erodibilnosti prsti, faktor erozivnosti padavin, faktor naklona in dolžine pobočja in faktor pokritosti z vegetacijo.

Z omenjenimi parametri ter zahtevami GLASOD metodologije smo dobili sliko ogroženosti slovenskih pokrajin zaradi vodne erozije prsti. Karta nakazuje veliko odvisnost ogroženosti prsti od površja. Največje stopnje ogroženosti z vodno erozije prsti so v pokrajinah z največjimi nakloni in tudi največjo reliefno energijo (Julijske Alpe in Kamniško-Savinjske Alpe). Izjema so Karavanke, ki spadajo v razred z močno ogroženostjo, kamor spadajo še Dežela in Blejski kot, Beneško-slovensko in Tolminsko hribovje, Spodnja Soška dolina in Goriška Brda. Območja z zmerno ogroženostjo zajemajo praktično celotno predalpsko hribovje, brez vmesnih kotlin in Pohorskega Podravja. Zmerno ogrožene so še Vipavska dolina z Goriškim poljem, Bloško-Potočanska planota, Velikolaščanska pokrajina in Dolina gornje Kolpe in Čabranke. Vsa ostala Slovenija, z izjemo Suhe krajine in Dobrega polja, izkazuje rahlo stopnjo ogroženosti.

Slovenija je zaradi svojega reliefa, ki ga označujejo veliki nakloni površja in reliefna energija, potencialno, silno ogrožena zaradi vodne erozije prsti. To nam dokazujejo visoki deleži varovalnih gozdov, katerih površine se večanjem naklonov večajo (Anko, 1985). Kakršnikoli posegi v vegetacijski pokrov, izven ravninskih območij lahko prinesejo katastrofalne posledice. O tem pričajo izkušnje iz preteklosti, ko je človek poselil in tudi izkoriščal manj ugodne površine.

Danes so te površine večinoma opuščene, in že nekaj časa opazujemo procese, kot so ozelenjevanje in ogozdovanje. Tudi izjemno visok delež gozda govori v prid varovanju naših prsti. Ob tem velja pripomniti, da tudi razdrobljenost kmetijskih zemljišč veliko pripomore k varovanju prsti pred erozijo. Menjavanje lastnikov na kratke razdalje ohranja zelene pasove med posameznimi njivami, kar učinkovito zmanjšuje učinke erozije.

Kljub temu je potrebno opozoriti na dve stvari. Ne glede na to, da smo z uporabljeno metodologijo ugotovili relativno majhno ogroženost slovenskega prostora, še ne pomeni, da vodne erozije prsti pri nas ni. Ravno nasprotno, nam dokazuje študija Topoletove (1990, 1995, 1999), ki se je vodne erozije prsti lotila na skoraj identičen način, le na večjem merilu.

Metoda, kvaliteta podatkov in nivo celotne Slovenije ne omogoča odkrivanja in izpostavljanja lokalnih erozijskih žarišč, kaj šele mikro razmer (posamezna njiva), kjer se vodna erozija prsti dejansko pojavlja.

### 4.3 Ogroženosti slovenskih pokrajin zaradi onesnaženja prsti s težkimi kovinami

Glede na porazdelitev težkih kovin v prsteh, lahko razdelimo ozemlje Slovenije na dva različna dela. Večji del Slovenije predstavlja območje z majhnimi naselji, brez večjih industrijskih obratov, kjer lahko pričakujemo zvezno spreminjanje vsebnosti težkih kovin, ki so v največji meri odvisne od geološke podlage. Precej manjšo površino zavzemajo mestna središča z veliko gostoto prebivalstva, močno industrijo in prometom. Tu lahko pričakujemo visoke vsebnosti antropogeno vnesenih prvin, ki izstopajo iz sorazmerno nizkega regionalnega ozadja. (Mattigod, Page, 1983).

Razpoložljive podatke za težke kovine, smo obdelali po GLASOD metodologiji ter ugotovili, da na nivoju Slovenije, o onesnaženosti prsti težko govorimo. Pokazale so se regionalne razlike, ki so posledica kovinske industrije, kot enega glavnih pokrajnotvornih elementov v preteklosti.

Povišane vrednosti težkih kovin se tako nahajajo v Alpskem svetu (železarna Jesenice), v Pohorskem Podravju (Koroška – železarna Ravne in rudnik ter topilnica svinca v Mežici), Velenjski kotlini (Termoelektrarna Šoštanj), Ljubljanski kotlini in Koprskem Primorju (splošna razvitost industrije in visoka gostota prometa) ter seveda Celjska kotlina s Cinakrno Celje in železarno v Štorah. Povišane vrednosti težkih kovin so tudi v širši okolici Idrije (rudnik in topilnica živega srebra v Idriji).

Z uporabljeno metodologijo, razen Celjske kotline, v Sloveniji ne moremo prepoznati močno onesnaženih pokrajin. Poleg metodologije je vzrok tudi v lokaciji večjih industrijskih obratov v kotlinah in dolinah alpskega in predalpskega sveta. Zaradi izjemno slabe prevetrenosti naših kotlin in pojava močne temperaturne inverzije v zimskem času, se onesnaževanje ne širi toliko v širšo okolico, kot bi se, če bi imela Slovenija ravninski značaj. Zaradi tega smo pokrajinam, kjer se nahajajo najbolj degradirana območja, lahko določili le šibko onesnaženje prsti s težkimi kovinami. Še posebej velja omeniti Zgornjo Mežiško dolino in Zasavje, kjer so probleme z onesnaževanjem zraka in posledično z onesnaževanjem prsti dognali in proučili, vendar se Posavsko hribovje, predvsem pa Mežiška dolina kot celota ne izloča kot bistveno onesnaženo območje.

Prav edinstvene značilnosti slovenskega ozemlja ter zgostitev prebivalstva in industrije na dnu dolin in kotlin ima pozitivne in negativne učinke. Ta koncentracija botruje temu, da so prsti na našem podeželju sorazmerno šibko onesnažene, po drugi strani pa je stanje v urbanih središčih toliko bolj zaskrbljujoče.

### 4.4 Ogroženost slovenskih pokrajin zaradi izločitve prsti iz naravnega okolja

Na območju Slovenije prihaja do močnega križanja interesov. Prebivalstvo in vse gospodarske panoge imajo afiniteto do istih območij. Gre za ravne predele na dnu alpskih, predalpskih in dinarsko-kraških dolin in kotlin. To so območja z najkvalitetnejšimi in najglobljimi prstmi. Gre seveda za kmetijsko najbolj ugodne površine, ki omogočajo sodobno obdelavo in zaradi majhnih naklonov (do 5°) vsestransko uporabo kmetijske mehanizacije. Zato ne preseneča, da je tu največ kmetijskih površin prve kategorije. Poleg tega gre večji meri tudi za območja podtalnice.

Ista območja so glavna zgostitvena območja prebivalstva Slovenije, kjer je skoncentrirana večina poselitve, potekala je najbolj intenzivna urbanizacija, industrializacija in razvoj prometne in ostale infrastrukture.

Vsa človekova dejavnost zahteva in potrebuje prostor za svoje obstoj in razvoj. Najprimernejši prostor za to je v Sloveniji vsekakor tam, kjer bi izgube plodne zemlje oziroma rodovitnih prsti pomenila največjo

izgubo. Poleg tega smo že na tem mestu ugotovili, da so ista območja tudi med najbolj onesnaženimi v Sloveniji.

Rodovitne prsti na dnu naših dolin in kotlin so strateškega pomena in bo usklajevanje interesov na teh območjih ena glavnih in najtežjih nalog, ki čaka Slovenijo.

#### 4.5 GLASOD metodologija – zaključek

GLASOD metodologija, ki so jo razvili za potrebe proučevanja razširjenosti in stopnje degradacije prsti (Oldeman et al., 1991), je bila šele sedaj prvič uporabljena v Sloveniji (Repe, 2002). Prvič smo jo poskusno uporabili na primeru celotne Slovenije. Dobljeni rezultati so do določene mere presenetljivi, po drugi strani pričakovani. Šibko izražena ogroženosti pokrajin zaradi degradiranosti prsti so posledica metodološkega pristopa in dejanskega stanja, ki ga narekujejo pokrajinske značilnosti izbranih regij in Slovenije kot celote.

Pri proučevanju degradacije prsti z izbrano metodo smo naleteli na vrsto težav, ki se odražajo tudi v rezultatih. Metoda kot taka, se je za proučevanje degradacije prsti izkazala kot uspešna, kar potrjuje njena široka in pogosta vedno pogostejša uporaba v svetu. Vendar potrebujemo za kvalitetno izvedbo tudi zelo kvalitetne, natančne in obsežne podatke. Teh v Sloveniji vsekakor primanjkuje ali pa so nedostopni. Posledice se odražajo v končnemu rezultatu, ki je sicer relevanten, a premalo konkreten in kvantitativno opredeljen.

Menimo, da bi ta metodološki pristop lahko postal nepogrešljivo orodje za proučevanje degradacije prsti na manjših enotah, za katere je mogoče zbrati dovolj kvalitetne podatke. Celovito in kompleksno proučevanje degradacije prsti na nivoju Slovenije, ki bo dalo konkretne rezultate, pa zaenkrat še ni mogoče.

