

DEGRADATION OF SOIL AND HYDROLOGICAL CONDITIONS IN THE PEŠTAN RIVER BASIN

MILICA ŽIVANOVIĆ^{1*}, IVAN NOVKOVIĆ¹

¹ University of Belgrade – Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, Belgrade, Serbia

Abstract: In the Peštan River Basin, the right tributary of the Kolubara River, a complex degradation of natural conditions has been expressed over the decades. The exploitation of lignite in the Kolubara Coal Basin, which is in large part located in the territory of this basin, as well as accompanying activities related to it, are the dominant activities that lead to the degradation of soil and hydrological conditions. If other land use types are added to this, it can be concluded that the land cover in the studied territory suffered significant negative changes. The above mentioned activities have led to land loss and deterioration of its quality, and the regulation works due to dislocation of the Kolubara watercourse into the Peštan riverbed have caused numerous degradation of landscapes, reduced the basin area and shortened its watercourse, led to morphological changes of the river network and deterioration of the surface water quality. The aim of this paper is to perform a geospatial analysis of all areas in which the degradation of soil and hydrological conditions is present, in order to prevent their further degradation and proper management of these areas.

Key words: natural conditions, degraded areas, lignite exploitation, river network.

Introduction

More pronounced anthropogenic pressure has caused the changes in natural conditions and processes on the Earth surface, that is, accelerated degradation of natural conditions. For the purposes of this research, the Peštan River Basin was selected, as a territory characterized by multiple degradation of the natural conditions. Therefore, the idea to perform the overview of the scope of the existing degradation of soil and hydrological conditions by application of the synthesis approach in the Peštan River Basin has appeared, what represents the important basis for proper management of the degraded areas (evaluation of influences to the environment, planning and implementation of protection measures, recultivation, organization and use of space).

Previous researches included various segments of environmental degradation (LEAP, 2006; Dragičević, 2007; Dragičević and Milevsky, 2010; Živanović, 2013; Đukičičin et al., 2014), but left open the issue of determining the degree of total degradation of soil and hydrological conditions in this territory. At the same time, it is particularly important to make a distinction between the term *pollution*, which always relates only to certain elements of the environment and much more complex term as *degradation*, which refers to the

* E-mail: milicazivanovic90@gmail.com

This paper is part of the project “The Research on Climate Change Influences on Environment: Influence Monitoring, Adaptation and Mitigation” (43007), subproject No. 9: “Torrential Floods Frequency, Soil and Water Degradation as the Consequence of Global Changes”, financed by Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia

complete environment and defines partially or completely the disrupted environmental system (Dragičević and Filipović 2009; Lješević, 2010).

Due to the needs of lignite exploitation, the selected area stands out as one of the environmental black spots in the territory of Serbia. The Peštan River Basin represents an area with intensive and long-term anthropogenic activities, which have so far led to changes in the natural environment of a large scale. These include occupation of large areas of soil, soil degradation, regulation of most watercourses, relocation of the population, even entire settlements. Processes of the exploitation activities, processing and refining of the Kolubara lignite have led to changes in all subsystems of the environment, and directly or indirectly affect the waters belonging to the Kolubara River Basin, where the Peštan River is one of the main tributaries.

Assessment of the environmental degradation state and its categorization are extremely important, but they are not of primary significance and represent only a first step in determining a degree of recent degradation of complex conditions in an area (Spasić et al., 2005). In addition to that, it is necessary, but also far more important, to know the reasons and models of formation of the current situation, and that also includes the recognition of pressures and driving forces behind it on one hand, as well as, the direct and indirect impacts on the environment on the other (Marot and Harfst, 2012). The conducted research provides basic information about the complex degradation of soil and hydrological conditions, but in the future it is necessary to find and provide the correct answer on the models, possibilities and solutions for proper anulment or mitigation of adverse effects of the created degradation.

Research methodology

Research of degraded areas in the Peštan River Basin, that is, the areas where the change in natural conditions is evident, included all changes resulting from the action of anthropogenic processes. Each of these processes in some way and from a certain standpoint implies a loss or change of the purpose and function of an area, that is, a part of the environment. All of degraded areas have been shown and separated within the scope of degradation of soil and hydrological conditions, but it is not rare that one change causes the degradation of more environmental conditions (e.g., open pit mines cause the degradation of geological, relief, soil and hydrological conditions).

Data on the pedologic cover of the basin were obtained by digitalization of the pedologic maps in the scale 1:50,000 and calculation of the areas for each listed type of soil by the use of GeoMedia software. Large scale images point to the characteristics of the municipality morphostructure, but also the structure of the economy (Milanović, 2010). Based on them, the existing documentation, and the field researches as well, the mapping of the degraded areas according to the type of degradation, that is, activities that degrade the land cover was carried out. Then, the overlapping of the listed areas with the previously digitized land cover was done, in order to obtain the data to what extent the area was affected by degradation of each type of soil.

For the research of degradation of the hydrological conditions, the existing design documentation of the dislocation of the Kolubara River in the Peštan riverbed was used. Data on changes in the basin area and the length of the watercourses were obtained by comparing the state of the topographic maps, dating back to the period before the regulation works, with the recent situation in which insight was gained on the basis of aerophoto and satellite images and field researches. The water quality of the Peštan River has been shown on the basis of the study on the assessment of environmental impacts during the regulation of the Peštan River and control of floodwater runoffs.

Geospatial characteristics of the Peštan River Basin

The Peštan River is the right tributary of the Kolubara River. It springs under the mountain of Bukulja, and after 33 km of the watercourse, it flows into the Kolubara River at the village of Vreoci. The watercourse is considerably shortened due to the exploitation works. In fact, once the Peštan River was being flew into the Kolubara River much farther north, in the Municipality of Obrenovac, but there were big changes in the hydrographic network of this region when the Kolubara watercourse was transferred into the Peštan riverbed, making its watercourse shorter by 24 km.

The basin covers an area of 176.45 km². It is located between 44°15'54" and 44°27'04" of the northern latitude and 20°15'24" and 20°34'05" of the eastern longitude. Administratively, the basin includes the Municipality of Lazarevac, which is one of the seventeen Belgrade municipalities, and the Municipality of Arandjelovac, which belongs to the administrative district of Šumadija. On the territory of part of the Municipality of Lazarevac, to which the Peštan River Basin belongs, the following settlements are located: Vreoci, Šopić, Medoševac, Dren, Burovo, Zeoke, Baroševac, Mali Crljeni, Bistrica, Trbušnica, Prkosava, Rudovci, Kruševica and parts of the settlements: Strmovno, Junkovac, Veliki Crljeni and Lukavica. The following settlements belong to the Municipality of Arandjelovac: Progoreoci, Darosava (Partizani), Bukovik and parts of the settlements: Misača, Ranilović, Tulež, Venčane and Garaši. The basin has a population of 19,000 inhabitants. The settlement of Sakulja, which belonged to the Municipality of Lazarevac, due to exploitation works in this area, was moved and no longer existed. A similar fate will befall to the surrounding settlements in the future as well: Zeoke, Burovo, Baroševac, Junkovac and Veliki Crljeni.

The largest part of the territory of the Peštan River Basin is located within the scope of the Kolubara Lignite Basin with the open pit mines of coal, ash landfills, thermal power plants and a series of plants for the production and processing of coal and electricity production. Impact of these plants and activities on the environment is of importance at local, regional and national level, especially in terms of degradation of the natural conditions, as well as in terms of socio-economic impacts and impacts on human health.

The basin is located at the crossroads towards Belgrade, Arandjelovac, Mladenovac, Ljig and Valjevo, and due to the Ibar highway and Belgrade-Bar railroad that pass through this territory, it has a very favourable geographic location and very good transport communication with Belgrade and Central Serbia.

Degradation of the soil conditions

On the territory of the basin, the most common are parapodzols (pseudogley), which are spread in about 73% of the area. The fertile alluvial deposits occur in 12% of the area, cambisols in less than 3% of the area, as well as vertisols, and brown soils on granite and schists occupy 10% of the total area of the observed territory (Table 2).

Pedological composition is a modifier of erosion processes, as it affects the intensity of this process by its granulometry composition, organic matter content, structure and erodibility (resistance of the soil particles to tear and transport) (Novković, 2009). The dominant activity related to the soil degradation in the Peštan River Basin is certainly the exploitation of lignite in the Kolubara River Basin, as well as follow-up activities related to this field of work. In addition, there are several quarries, a waste water reservoir in Vreoci, and a part of the areas with the quality soil has been occupied by negative forms of communal use of space, such as illegal dumping sites and illegally built facilities. It should be noted that certain areas of the quality agricultural soil were occupied for dislocation of

the cemeteries, which had been located in areas where the exploitation of lignite was now taking place.

Kolubara Coal Basin extends by the east-west axis, in a distance of 55 km, and by the north-south axis of about 15 km. Exploitation of coal in the Kolubara Coal Basin is being done at the area of about 600 km² and covers the territories of the municipalities of Lazarevac, Lajkovac, Ub and Obrenovac. Available lignite reserves in the Kolubara Coal Basin are estimated at about 1,600 million tons, and for that production, 70,000,000 m³ of mullock should be excavated and deposited in another location. By formation of landfills on healthy natural soils, the ecosystem is being destroyed, fertile fields, forests and villages are disappearing, rivers are being dislocated, configuration of the terrain is being changed, but also a variety of other harmful consequences. Intensive exploitation of coal over decades has suppressed agrarian production in the background, although the basin territory is characterized by favourable conditions for production of biologically valuable food. By the expansion of open pit mines, each year hundreds of hectares of arable land are being lost, and the soil recultivation, after the depletion of coal supplies, does not provide that the original quality of pedological layer will be restored. In the observed territory, multiple degradation of soil conditions, caused by the exploitation of mineral resources and industrial production, is present.

In the area of the Peštan River Basin, there are active exploitation fields "B" and "D" that, within the basin, cover the area of 21 km². Large areas occupy the open pit mines as well, where mining was completed (7.45 km²). Degradation on them is easily visible, because these are the areas with very little recultivated surfaces.

Table 1. Types of soil degradation in the Peštan River Basin

Type of degradation	Name	Area [km ²]
Exploitation of clay	Dren	0,11
Quarries	Former quarry in Baroševac	0,04
	Quarry in Kruševica	0,11
	Quarry in Darosava	0,18
	Quarry in Bukovik	0,21
Lignite pit mines	Fields "B" and "D"	21,00
Former pit mines	Completed exploitation of the fields "B" and "D"	7,45
Soil dumping site	Dumping site of the fields "B" and "D"	1,43
Coal processing plants	Plants in Vreoci and Medoševac	0,83
Wastewater reservoir	Reservoir in Vreoci	0,25
New cemeteries	New cemetery in Šopić	0,21
	New cemetery in Medoševac	0,03
Illegal dumping sites	Multiple locations	0,05
Areas occupied by construction and business facilities	Multiple locations	0,83
Total		32,73

Territory of the Peštan River Basin is threatened by several different types of waste, from industrial, through municipal to medicine. The greatest danger is from the industrial waste. This is important to note, because the consequences which this kind of waste is leaving behind are certainly the largest and most difficult. By its action, the industrial waste is destroying the underground and surface waters, atmosphere and soil irreversibly. In

addition to this type of waste, the greatest potential danger represents the slaughter and medical waste. These two types of waste in an open and unprotected municipal landfill (as Lazarevac landfill is, located on the site of the former active pit mine near the settlement of Baroševac) may cause unpredictable consequences for the environment.

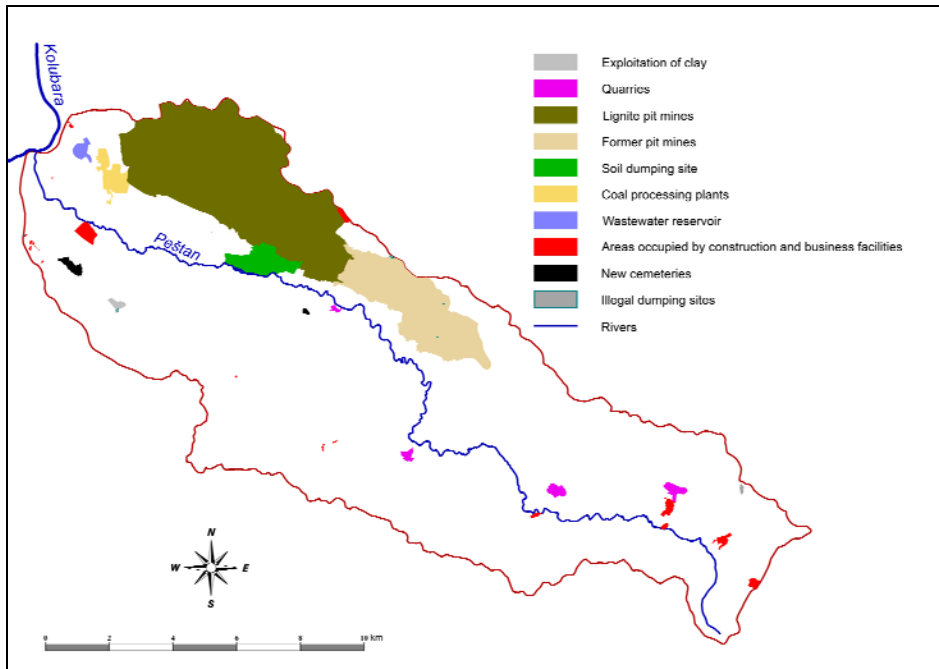


Figure 1. Degraded areas in the Peštan River Basin

Table 2. Types of soil in the basin and its degradation

Pedological cover	Area [km ²]	Share [%]	Degraded [km ²]
Alluvial deposit - clay	1.50	0.85	0.05
Alluvial deposit - loam	19.74	11.18	1.71
Cambisol (eutric cambisol)	0.62	0.35	0.001
Cambisol in leaching (luvisol)	3.31	2.54	–
Vertisol in leaching	4.48	2.54	4.03
Pseudogley (parapodzol)	129.29	73.28	26.94
Brown soil (distric cambisol) on granite	12.48	7.07	–
Brown soil (distric cambisol) on schists	5.03	2.85	–
Total	176.45	100.00	32.73

Agriculture is also an important soil pollutant, primarily due to the use of chemicals in the production process. In addition to degradation of soil for the use of agricultural production, the man eventually impaired the soil conditions by depositing the municipal waste. The total area of the basin territory, where the utility degradation of the soil conditions is expressed, is of about 1.11 km², and the degradation by building is most pronounced, 0.8 km². The area covered by illegal dumping sites is approximately of 0.05 km², and new cemeteries of 0.28 km² (Table 1).

By the analysis of the degraded areas in relation to certain soil types (Table 2), it was found that the largest degraded areas were in pseudogley - 21% of the total area of this type of soil, and even 90% of the total areas under vertisols were degraded. From alluvial soil, which is of the highest quality in the basin, under certain types of degradation is 8%, which is a quite alarming fact.

Degradation of the hydrological conditions

Influence of the anthropogenic factor on changes of the hydrological conditions on the Earth is complex and multiple. Anthropogenic modifications of the watercourse can have direct and indirect effects on the environment. Indirect impacts include the changes in land use, as well as the regime changes, and direct human influences on the watercourse include changes of the watercourse itself, such as the construction of dams and reservoirs, channeling, forcible cutting off the meanders, straightening of the watercourse, exploitation of sediments from the watercourse, construction of embankments, works on stabilization of the banks, and so on (Dragičević and Filipović, 2009).

Changes in the watercourse also condition the change in the hydrographic network appearance. For example, shortening, channeling of rivers lead to a reduction in the length of the watercourse, which affects the characteristics and appearance of a river network, as well as changes in the density of the river network. The river network represents a system of channels that drain the basin, so, the knowledge of its density is significant for potamological studies.

In the Kolubara River Basin, the project "Regulation of the Kolubara River and its Right Tributaries from the Poljane to Čelije (km 23+200 - km 55+506)" was done in 1957 by the Belgrade-Posava water management community "Beograd". Regulation works on the Kolubara River and its tributaries began in 1959 /60. It caused a disorder in relation of the Kolubara River and its tributaries. Regulation works of the watercourse dislocation were carried out in order to clear the area for exploitation of lignite, that is, to open a new mining field "Tamnava (East Field)". From that moment, the Kolubara River flows trough the riverbed of a former Peštan, and a confluence of the Peštan River has been moved much further south in regard to the period prior to dislocation. Its former tributaries became the tributaries of the Kolubara River, which resulted in a reduction of the Peštan River Basin, and that entailed a change in the river network density and the frequency of watercourses in the Peštan River Basin (the Peštan River has been shortened, and the basin area and the number of tributaries have been reduced) (Dragičević, 2013).

Due to the dislocation of the Kolubara River into the Peštan riverbed, there was a general deformation of this riverbed, and at the confluence of the Peštan River a denivelation was created, since the height difference between the Peštan river bottom and the Kolubara River was 3.8 m. Therefore, in 1977, the "Major Project of the Peštan River Regulation" was done, where the technical solution was to form a confluence with cascades. However, in 1978 and 1979, the massive flooding of the Peštan River had followed that caused the formation of a total deformation of the riverbed. In the function to clear the area for the exploitation of lignite in the fields of "Veliki Crljeni" and "Tamnava - South Field", during 1999 and 2000, the "General Project of a Dislocation and Regulation of the Rivers Kolubara, Peštan, Lukavica and Vraničina" was done. According to this study, the riverbed of the Kolubara River was dislocated to the west in relation to its recent position (Dragičević, 2013). Based on the dynamics of opening of new pit mines, after these phases, the relocation of the Kolubara River will be continued in two more phases, as well as the regulation of the Peštan River.

Before the regulation works, the confluence of the Peštan River into the Kolubara River was at Draževac, Municipality of Obrenovac, and the Beljanica River was its right tributary, so the basin area amounted to 801 km². After the dislocation of the Kolubara River into the Peštan riverbed, the confluence of the Peštan River was moved southern, and as the Turija River (with its tributary Beljanica), according to the map of 1970, was flowing into the Kolubara River (which was flowing through the Peštan riverbed in the sector between Cvetovac and Draževac), the basin area of the Peštan River was reduced to 630 km². The Peštan watercourse has been reduced for 24 km and today is 32.1 km, and the rivers that once were flowing into the Peštan River, in the sector between Vreoce and Poljana, now flowing into the Kolubara River (Roksandić, 2012).

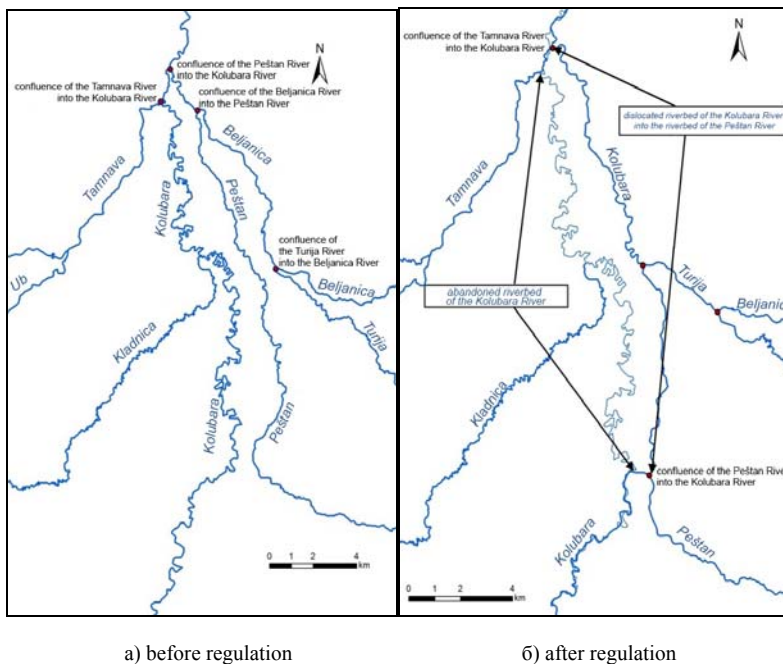


Figure 2. Dislocation of the Kolubara watercourse (Dragičević et al., 2013)

The Peštan River by its lower watercourse flows through the Kolubara Lignite Basin, and that through the planned exploitation field "E" and at the confluence into the Kolubara River over the planned "South Field". Since this is the case of promising pit mines, which will in the near future take over the basis of the coal production in the Kolubara Lignite Basin, the watercourse, by many planned activities for this area, must timely relocate from the area of the mining fields in order to protect the pit mines, equipment therein and to provide stable coal production (Group of authors, 2011).

By opening the open pit mines, the numerous smaller tributaries of the Peštan River have disappeared, which once flowed in the areas where the exploitation of lignite is being done today. These are the following: Duboki Potok, Beličanka, Jokinac, Ceroviti Potok, Širokovac and others.

Changes in land use directly affect the intensity of surface runoff, changes in the processes of infiltration, evaporation and transpiration (Ristić, 2011).

Watercourse of the Peštan River has been threatened by the long-term periods of low waters when the state of quality is usually "out of class", that is, when a watercourse represents a collector of waste waters. According to the Water Management Master Plan of

Serbia, the Peštan River was ranked in the IV class of quality. The Peštan River has a non-regulated regime of runoff and belongs to torrential watercourses. During the dry season, it comes to the edge of drying out, and during the wet season it comes to the outflow in the unregulated part of the riverbed. The Peštan River discharge was followed by the Republic Hydrometeorological Service of Serbia in the water measuring station Zeoke, located 9 km from its confluence into the Kolubara River. Water measuring stations Zeoke was active from 1954 until 2006, when it stopped working. Currently, there is no water measuring station on the Peštan River. The nearest active water measuring station is Draževac, on the Kolubara River.

The most common state of water quality, measured at the station Vreoci, corresponds to the III or III/IV class, and according to measurements of dissolved loads and oxygen saturation, it often falls out of the class (Group of authors, 2011). During the sampling in recent years, out of dangerous and harmful substances, the higher concentrations of dissolved manganese, phenol, iron and nickel have been registered as well. Saprobiological water quality testings show that the watercourse has been burdened by moderate organic pollution. It has been dominated by organisms indicators β and α -mezosaprobne zones, primarily from the groups of *Bacillariophyta* and *Trichoptera*.

Conclusion

By observing the current state of the environment in the Peštan River Basin, it can be concluded that the environment in this region is significantly endangered. The natural conditions are such that this area is initially suitable for life and many human activities. Richness of water resources, forests, fertile soil is predisposed for the development of numerous agricultural crops, but also the wealth of mineral resources has attracted people to establish their habitats in this area for centuries.

However, with the development of industrial activities and beginning of the exploitation of the most valuable resources of this region, lignite, the area has gradually begun to degrade. So today there are vast areas with permanently altered geological basis, relief and pedological layers. The main initiator of the degradation process was and still is the man. Because of the constant need for material prosperity, but also to meet the energy efficiency, the man maximally exploits the gifts of nature without a detailed analysis of the long-term safety. Here a problem arises, because the nature has been suffering for many years. In the Peštan River Basin, a total of 32.73 km² has been degraded, what makes 18.55% of its area.

State of the river network, both in the Peštan River Basin, and its parent basin, the Kolubara River Basin, is not at the high level at all. Work projects to "dislocate" a river from its riverbed, are constantly being done, because of the "need" for opening of the new open pit mines. It is not uncommon that the same river is relocated for several times. Most of the smaller watercourses has permanently disappeared due to the disruption of the natural inflow and connection with the underground waters.

Bearing in mind the state of the environment in the Peštan River Basin, it is necessary to monitor the quality/condition of the water. Currently, on the Peštan River, there is no water measuring station. It is necessary, for all planned activities at this, already dislocated watercourse, to set up minimumally one water measuring station, in order to track daily discharges of the river, which is a prerequisite for any more detailed analyses and calculations. Analysis of the quality of the Peštan River is conducted by the Agency for Environmental Protection under the programme contained in the Regulation on systematic testing of water quality, which is issued at the beginning of each calendar year by the Government of the Republic of Serbia. Under the current programme, the testing of the quality of the Peštan River is done at the station Vreoci once a month and includes physical-

chemical, microbiological and saprobiological analyses. It is necessary to carry out the continuous monitoring of Phytobenthos and Aquatic Invertebrates, as well as the indicative biological elements of quality for a given type of the watercourse. Monitoring, next to the watercourse itself, should also include pond ecosystems of the studied basin.

The Peštan River Basin belongs to those areas that are characterized by expressive dynamics of changes in the natural conditions. This was the characteristic of this area in the past, and would be the main determinant in the future. Due to the richness of lignite and its importance for the normal functioning of the thermal power system in our country, furthermore, this territory will continue to be exposed to great pressures on the environment, and as a result, the degradation of natural conditions will be continued (Dragičević, 2013).

Based on the available analyses of the impact of certain pit mines and industrial facilities, it is possible to conclude that the greatest pollution of soil comes close to the source of pollution due to direct contamination by harmful particles, waste waters and harmful gases. The planned pit mines in this area will reach, according to the plan of activities in this area, the biggest depth, so, due to a such situation, the water temperature of the Peštan River would be increased certainly, and it would further cause a number of adverse consequences primarily for the wildlife. Therefore, there is a need for constant monitoring and recording of changes in the environment in order to obtain the valid data as the basic material for activities in the future, and all with the aim to reduce the adverse effects to a minimum.

Reference

- Group of authors (2006). *Local Environmental Action Plan of the Municipality of Lazarevac*. Belgrade: Municipality of Lazarevac.
- Group of authors (2011). *Study on Assessment of Impacts on the Environment during the Regulation of the Peštan River and Control of the Torrent Water Runoffs*. Belgrade: Institute for the Development of Water Resources "Jaroslav Černi".
- Dragičević, S. (2007). *Dominant Erosive Processes in the Kolubara River Basin*. Belgrade: Faculty of Geography.
- Dragičević, S. and Filipović D. (2009). *Natural Conditions and Disasters in the Spatial Planning and Protection*. Belgrade: Faculty of Geography.
- Dragičević, S. and Milevski I. (2010). Human Impact on the Landscape – Examples from Serbia and Macedonia. In Zlatić M. (ed.), *Advances in GeoEcology, 41, Global Change – Challenges for Soil Management*, 298-309. Germany: Catena Verlag.
- Dragičević, S. et al. (2013). *Cadastre of Degraded Areas in the Municipality of Lazarevac*. Belgrade: Conseco green.
- Đukićin, S., Đorđević, J. and Milanković, J. (2014). Spatial and Social Changes caused by the Continuous Exploitation of Lignite in the Kolubara Lignite Basin, Serbia. *Acta geographica Slovenica, 54(1)*, in print.
- Živanović, M. (2013). *Recent state of the Environment in the Peštan River Basin*. Belgrade: Faculty of Geography, Graduate thesis.
- Lješević M. (2010). *Environment – Theory and Research Methodology*, Belgrade: Faculty of Applied Ecology "Futura", Singidunum University.
- Marot, N. and Harfst, J. (2012). Post-mining Potentials and Redevelopment of Former Mining Regions in Central Europe – Case studies from Germany and Slovenia. *Acta geographica Slovenica, 52(1)*, 100-110.
- Milanović, M., Ninković, M. and Bakrač, S. (2010). Analysis of Degraded Elements of Environment at Municipality Ub by Remote Sensing: Contribution to Most Vulnerable Area of the Municipality Ub. *Bulletin of the Serbian Geographical Society, 90 (4)*, 115-124.
- Novković, I. (2009). *Use of Geographic Information Systems in the Study of Natural Resources and Degraded Areas on the Example of the Municipality of Ub*. Belgrade: Faculty of Geography, Master's thesis.
- Ristić, R., Radić, B., Vasiljević, N. and Nikić, Z. (2011). Changes in Land Use and Flood Protection – example of the Jelašnica River Basin. *Bulletin of the Faculty of Forestry, 103*, 115-130.
- Roksandić, M. (2012). *Causes and Consequences of the Change in the Hydrographic Network in the Lower Kolubara River Basin*. Belgrade: Faculty of Geography, Doctor's thesis.
- Spasić, N., Stojanović, B. and Nikolić, M. (2005). Environmental Impact of the Mining Activity and Revitalization of Degraded Space. *Architecture and Urban Planning, 16-17*, 75-85.

ДЕГРАДАЦИЈА ЗЕМЉИШНИХ И ХИДРОЛОШКИХ УСЛОВА У СЛИВУ РЕКЕ ПЕШТАН

МИЛИЦА ЖИВАНОВИЋ¹, ИВАН НОВКОВИЋ¹

¹ *Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд, Србија*

Извод: У сливу Пештана, десне притоке Колубаре, деценијама је изражена комплексна деградација природних услова. Експлоатација лигнита у колубарском угљеном басену који се великим делом налази на територији овог слива, као и пратеће делатности везане за њу, доминантне су активности које доводе до деградације земљишних и хидролошких услова. Ако се томе додају и друге намене коришћења површина, може се закључити да је земљишни покривач на истраживаној територији претрпео значајне негативне промене. Поменуте активности су довеле до губитка земљишта и погоршавања његовог квалитета, а регулациони радови услед измештања тока Колубаре у корито Пештана изазвали су бројне деградације предела, смањиле површину слива и скратиле његов ток, довеле до морфолошких промена речне мреже и погоршања квалитета површинских вода. Циљ рада је да се изврши геопросторна анализа свих површина на којима је присутна деградација земљишних и хидролошких услова, а у циљу спречавања њихове даље деградације и правилног управљања овим површинама.

Кључне речи: природни услови, деградирани површине, експлоатација лигнита, речна мрежа.

Увод

Све израженија антропопресија условила је промене природних услова и процеса на Земљиној површини, односно убрзану деградацију природних услова. За потребе овог истраживања изабран је слив реке Пештан, као територија која се карактерише вишеструком деградацијом природних услова. Због тога се јавила идеја да се применом синтезног приступа изврши сагледавање обима постојеће деградације земљишних и хидролошких услова у сливу реке Пештан, што представља важну основу за правилно управљање деградираним површинама (процену утицаја на животну средину, планирање и спровођење мера заштите, рекултивације, уређења и коришћења простора).

Претходна истраживања су обухватила различите сегменте деградације животне средине (ЛЕАП, 2006; Драгићевић, 2007; Dragicevic i Milevski, 2010; Живановић, 2013; Đukićin et al., 2014), али је остало отворено питање утврђивања степена укупне деградације земљишних и хидролошких услова на овој територији. При томе, од посебне важности је направити разлику између појма *загађење*, који се увек односи само на поједине елементе животне средине и доста комплекснијег појма *деградација*, који се односи на комплетну животну средину и дефинише делимично или потпуно нарушен систем животне средине (Драгићевић и Филиповић, 2009; Љешевић, 2010).

Због потреба експлоатације лигнита, изабрани простор се издваја као једна од еколошких црних тачака на територији Србије. Слив реке Пештан представља простор са интензивним и дуготрајним антропогеним активностима, које су до сада довеле до промена у природном окружењу великих размера. Ту су укључени заузимање великих површина земљишта, деградација земљишта, регулација већине водотока, измештање становништва, чак и читавих насеља. Процеси рударских активности, прераде и оплемењивања колубарског лигнита доводе до промена у свим подсистемима животне средине, и на посредан или непосредан начин утичу и на воде које припадају сливу реке Колубаре, којој је Пештан једна од главних притока.

Процена стања деградације животне средине и њена категоризација су изузетно важни, али нису примарног значаја и представљају само први корак у утврђивању степена рецентне деградације комплексних услова на неком простору (Spasić i dr.,

2005). Осим тога потребно је, али и далеко важније знати разлоге и начине формирања затеченог стања, а то подразумева и препознавање притисака и покретачких сила које стоје иза тога са једне, као и директних и индиректних утицаја на животну средину са друге стране (Marot and Harfst, 2012). Спроведено истраживање пружа основне податке о комплексној деградацији земљишних и хидролошких услова, али је у будућности потребно пронаћи и пружити правилан одговор о начинима, могућностима и решењима за правилним анулирањем или умањењем негативних ефеката настале деградације.

Методологија истраживања

Истраживање деградираних површина у сливу Пештана, односно површина на којима је евидентна промена природних услова, обухватило је све промене настале деловањем антропогених процеса. Сваки од ових процеса у неком смислу и са неког становишта подразумева губитак или мењање намене и функције неког простора, односно дела животне средине. Све деградираних површине приказане су и издвојене у оквиру деградације земљишних и хидролошких услова, али се не ретко дешава да једна промена условљава деградацију више природних услова (нпр. површински копови условљавају деградацију геолошких, рељефних, земљишних и хидролошких услова).

Подаци о педолошком покривачу слива добијени су дигитализацијом педолошких карата 1:50.000 и рачунањем површина за сваки наведени тип земљишта коришћењем софтвера Geomedia. Крупноразмерни снимци указују на особине морфоструктуре општине али и структуре привреде (Милановић, 2010). На основу њих, постојеће документације, али и теренских истраживања извршено је картирање деградираних површина према типу деградације, односно према делатностима које деградирате земљишни покривач. Затим је извршено преклапање наведених површина са претходно дигитализованим земљишним покривачем, како би се добили подаци о томе на коликој површини је дошло до деградације сваког појединог типа земљишта.

За истраживање деградације хидролошких услова употребљена је постојећа пројектна документација о измештању реке Колубаре у корито Пештана. Подаци о промени површине слива и дужини токова су добијени поређењем стања на топографским картама, које датирају из периода пре регулационих радова, са рецентним стањем, у који је стечен увид на основу аерофото и сателитских снимака и теренских истраживања. Квалитет воде реке Пештан је приказан на основу студије о процени утицаја на животну средину при регулацији реке Пештан и контроли отицања поплавних вода.

Геопросторне карактеристике слива Пештана

Пештан је десна притока реке Колубаре. Извире испод планине Букуље, а после 33 km тока се улива се у Колубару код Вреоца. Ток реке је због експлоатационих радова знатно скраћен. Наиме, некада се Пештан уливао у Колубару знатно северније, у општини Обреновац, али је дошло до великих промена у хидрографској мрежи овог простора када је ток Колубаре пребачен у корито Пештана, чиме му је ток скраћен за 24 km.

Слив заузима површину од 176,45 km². Налази се између 44°15'54" и 44°27'04" северне географске ширине и 20°15'24" и 20°34'05" источне географске дужине. Административно, слив обухвата територију општине Лазаревац, која је једана од седамнаест београдских општина и општине Аранђеловац, која припада Шумадијском управном округу. На територији дела лазаревачке општине којој припада слив реке

Пештан налазе се насеља: Вреоци, Шопић, Медошевац, Дрен, Бурово, Зеоке, Барошевац, Мали Црљени, Бистрица, Трбушница, Пркосава, Рудовци, Крушевица и делови насеља: Стрмово, Јунковац, Велики Црљени и Лукавица. Општини Аранђеловац припадају насеља: Прогореоци, Даросава (Партизани), Буковик и делови насеља: Мисача, Раниловић, Тулеж, Венчане и Гараши. У сливу живи око 19.000 становника. Насеље Сакуља, које је припадало општини Лазаревац, је због експлоатационих радова на овом простору исељено и више не постоји. Слична судбина ће у будућности задесити и околна насеља: Зеоке, Бурово, Барошевац, Јунковац и Велике Црљене.

Највећи део територије слива реке Пештан налази се у оквиру колубарског лигнитског басена са површинским коповима угља, депонијама пепела, термоелектранама и низом постројења за производњу и прераду угља и производњу електричне енергије. Утицај на животну средину наведених постројења и активности је од значаја на локалном, регионалном али и државном нивоу, пре свега у погледу деградације природних услова, као и у погледу социо-економских утицаја и утицаја на здравље становништва.

Слив се налази на раскрсници путева према Београду, Аранђеловцу, Младеновцу, Љигу и Ваљево, а због Ибарске магистрале и пруге Београд-Бар који пролазе преко ове територије има веома повољан географски положај и веома добру саобраћајну комуникацију са Београдом и централном Србијом.

Деградација земљишних услова

На територији слива, најзаступљенији су параподзоли (псеудоглеј), који су распрострањени на око 73% површине. Плодни алувијални наноси се јављају на 12% површине, гајњаче на нешто мање од 3% површине, као и смонице, а смеђа земљишта на граниту и шкриљцима обухватају 10% укупне површине посматране територије (табела 2).

Педолошки састав је модификатор ерозивног процеса, јер утиче на интензитет овог процеса својим гранулометријским саставом, садржајем органске материје, структуром и еродибилношћу (отпорношћу честица земљишта на откидање и транспорт) (Новковић, 2009). Доминантна активност везана за деградацију земљишта у сливу Пештана је свакако експлоатација лигнита и Колубарском басену, али и пратеће активности везане за ову делатност. Осим тога, постоји и неколико каменолома, сабиралиште отпадних вода у Вреоцима, а део површина квалитетног земљишта је заузет негативним видовима комуналног коришћења простора, као што су дивље депоније и неплански подигнути објекти. Треба напоменути да су извесне површине квалитетног пољопривредног земљишта заузете да би се на њих изместила гробља, која се су се налазила на местима на којима се сада експлоатише лигнит.

Колубарски угљени басен се простире по оси запад-исток у дужини од 55 km, а по оси север-југ око 15 km. Експлоатација угља у Колубарском басену обавља се на површини од око 600 km² и захвата територије општина Лазаревац, Лајковац, Уб и Обреновац. Расположиве резерве лигнита у Колубарском басену процењују се на око 1.600 милиона тона, а за ту производњу потребно је ископати и на другој локацији депоновати 70.000.000 m³ јаловине. Формирањем одлагалишта, на здравим природним земљиштима, уништава се екосистем, нестају плодне оранице, шуме, села, измештају се реке, мења се конфигурација терена, али и низ других штетних последица. Интензивна експлоатација угља деценијама потискује пољопривредну производњу у други план, иако територију слива одликују повољни услови за производњу биолошки вредне хране. Ширењем површинских копова, сваке године стотине хектара обрадивог земљишта бива изгубљено, а рекултивација земљишта, по

исцрпљивању залиха угља, не обезбеђује враћање првобитног квалитета педолошког слоја. На посматраној територији је присутна вишеструка деградација земљишних услова узрокована експлоатацијом минералних сировина и индустријском производњом.

На сливном простору Пештана налазе се активна експлоатациона поља “Б” и “Д” која у оквиру слива захватају површину од 21 km². Велике површине заузимају и површински копови на којима је завршена експлоатација (7,45 km²). Деградација је на њима лако видљива, јер су то простори са веома мало рекултивисаних површина.

Табела 1. Типови деградације земљишта у сливу реке Пештан.

Тип деградације	Назив	Површина [km ²]
Експлоатација глине	Дрен	0,11
Каменоломи	Некадашњи каменолом у Барошевцу	0,04
	Каменолом у Крушевици	0,11
	Каменолом у Даросави	0,18
	Каменолом у Буковику	0,21
Копови лигнита	Поља Б и Д	21,00
Некадашњи копови	Завршена експлоатација поља Б и Д	7,45
Одлагалиште земље	Одлагалиште поља Б и Д	1,43
Постројења за прераду угља	Погони у Вреоцима и Медошевцу	0,83
Сабиралиште отпадних вода	Сабиралиште у Вреоцима	0,25
Нова гробља	Ново Гробље у Шопићу	0,21
	Ново гробље у Медошевцу	0,03
Дивље депоније	Више локација	0,05
Површине заузете градњом и привредним објектима	Више локација	0,83
Укупно		32,73

Територији слива реке Пештан прети опасност од више различитих врста отпада, од индустријског, преко комуналног до медицинског. Највећа опасност прети од индустријског отпада. Ово је неопходно нагласити, јер су и последице које за собом оставља оваква врста отпада засигурно највеће и најтеже. Својим деловањем индустријски отпад неповратно уништава подземне и површинске воде, атмосферу и земљиште. Осим ове врсте отпада, највећу потенцијалну опасност представља кланични и медицински отпад. Ове две врсте отпада на отвореној и незаштићеној градској депонији (каква је лазаревачка, смештена на месту некадашњег активног копа у близини насеља Барошевац), могу изазвати несагледиве последице по животну средину.

Пољопривреда је такође значајан загађивач земљишта, пре свега услед употребе хемијских средстава у процесу производње. Осим деградације земљишта за потребе пољопривредне производње, човек је временом нарушио земљишне услове депонованњем комуналних отпадака. Укупна површина територије слива на којој је изражена комунална деградација земљишних услова износи око 1,11 km², а највише је изражена деградација градњом, 0,8 km². Површина коју захватају дивље депоније износи око 0,05 km², а нова гробља 0,28 km² (табела 1).

Сл. 1. Деградиране површине у сливу реке Пештан

Табела 2. Типови земљишта у сливу и њихова деградација

Педолошки покривач	Површина [km ²]	Удео [%]	Деградирано [km ²]
Алувијални нанос глиновити	1,50	0,85	0,05
Алувијални нанос иловести	19,74	11,18	1,71
Гајњача (еутрични камбисол)	0,62	0,35	0,001
Гајњаче у лесивирању (лувисол)	3,31	2,54	–
Смоница у лесивирању	4,48	2,54	4,03
Псеудоглеј (параподзоли)	129,29	73,28	26,94
Смеђе земљиште (дистрични камбисол) на граниту	12,48	7,07	–
Смеђе земљиште (дистрични камбисол) на шкриљцима	5,03	2,85	–
Укупно	176,45	100,00	32,73

Анализом деградираних површина у односу на одређене типове земљишта (табела 2), утврђено је да су највеће површине деградиране у псеудоглеју – 21% од укупне површине тог типа земљишта, а чак 90% свих површина под смоницама је деградирано. Од алувијалног земљишта, које је најквалитетније у сливу, под одређеним видовима деградације налази се 8%, што је поприлично алармантан податак.

Деградација хидролошких услова

Утицај антропогеног фактора на промене хидролошких услова на Земљи је комплексан и вишеструк. Антропогене измене речног тока могу имати директне и индиректне последице по животну средину. Индиректни утицаји укључују промене у намени коришћења земљишта, као и измене режима, а директни утицаји човека на речни ток подразумевају измене на самом току, као што су изградња брана и акумулација, каналисање, принудно одсецање меандара, исправљање речног тока, експлоатација седимената из тока, изградња насипа, радове на стабилизацији обала, итд. (Драгићевић и Филиповић, 2009).

Промене речног тока условљавају и промену изгледа хидрографске мреже. На пример скраћивање, каналисање река доводи до смањења дужине речног тока, што утиче на карактеристике и изглед речне мреже, као и промене густине речне мреже. Речна мрежа представља систем канала који одводњавају слив, те је познавање њене густине значајно за потамолошка проучавања.

У сливу Колубаре, пројекат "Регулација реке Колубаре и њених десних притока од Пољана до Ђелија (km 23+200 – km 55+506)" направљен је 1957. године од стране Београдско-посавске водне заједнице „Београд“. Регулациони радови на Колубари и њеним притокама започели су 1959/60. Године. Дошло је до поремећаја у односу Колубаре и њених притока. Регулациони радови померања речног тока извршени су зарад ослобађања простора за експлоатацију лигнита, то јест за отварање новог експлоатационог поља "Тамнава (Источно поље)". Од тог тренутка Колубара тече коритом некадашњег Пештана, а ушће Пештана је умерено знатно јужније у односу на период пре измештања. Некадашње његове притоке су постале Колубарине, што је утицало на смањење слива Пештана, а то је за собом повукло и промену густине речне мреже и честине водотока у сливу Пештана (Пештан је скраћен, а површина слива и број притока су смањени). (Драгићевић, 2013).

Због измештања Колубаре у корито Пештана дошло је до опште деформације овог речног корита, а на ушћу Пештана створена је денивелација пошто је висинска разлика дна Пештана и Колубаре била 3,8 m. Због тога је 1977. године направљен "Главни пројекат регулације Пештана" где је техничко решење било ушће са

каскадама. Међутим, 1978. и 1979. године уследиле су велике поплаве Пештана које су узроковале настанак опште деформације корита. У функцији ослобађања простора за експлоатацију лигнита у пољима "Велики Црљени" и "Тамнава- јужно поље" током 1999. и 2000. године урађен је Генерални пројекат измештања и регулације река Колубаре, Пештана, Лукавице и Враничине. Према овој студији, корито реке Колубаре је измештено према западу у односу на њен рецентни положај (Драгићевић, 2013). На основу динамике отварања нових копова, након ових фаза, наставиће се измештање реке Колубаре у још две фазе, као и регулација реке Пештан.

Пре регулационих радова ушће Пештана у Колубару било је код Дражевца, општина Обреновац, а Бељаница је била његова десна притока те површина слива износила 801 km². Након премаштања Колубаре у корито Пештана, ушће Пештана је померено јужније, а како се Турија (са својом притоком Бељаницом) по карти из 1970. године улива у Колубару (која тече коритом Пештана на сектору између Цветовца и Дражевца), површина слива Пештана је смањена за 630 km². Ток Пештана је скраћен за 24 km и данас он износи 32,1 km, а реке које су се некада уливале у Пештан на сектору између Вреоца и Пољана, данас се уливају у Колубару (Роксандић, 2012).

Сл. 2. Измештање тока Колубаре (Драгићевић и др., 2013) а) пре регулације , б) након регулације

Река Пештан својим доњим током протиче кроз колубарски лигнитски басен, и то преко планираног експлоатационог поља „Е“ и при ушћу у Колубару преко планираног „Јужног поља“. Како се ради о перспективним коповима, који ће у непосредној будућности преузети основу производње угља у колубарском лигнитском басену, водоток се по многим планираним делатностима за овај простор, мора благовремено изместити са простора ових експлоатационих поља у циљу заштите копова, опреме у њима и обезбеђења стабилне производње угља (Група аутора, 2011).

Отварањем површинских копова нестале су бројне мање притоке Пештана, које су некада текле на површинама на којима се данас експлоатише лигнит. То су Дубоки поток, Беличанка, Јокинац, Церовити поток, Широковац и друге.

Измене начина коришћења земљишта директно утичу на интензитет површинског отицања, променама у процесима инфилтрације, евапорације и транспирације (Ристић, 2011).

Водоток реке Пештан је угрожен у дуготрајним периодима малих вода када је стање квалитета најчешће „ван класа“, односно када водоток представља колектор отпадних вода. Према Водопривредној основи Србије, река Пештан је сврстана у IV класу квалитета. Река Пештан има нерегулисани режим отицања и спада у бујичне токове. У сушном периоду долази до саме границе пресушивања, а у кишном периоду на нерегулисаном делу корита долази до изливања. Протицај реке Пештан пратио је Републички хидрометеоролошки завод Србије на водомерној станици Зеоке, која се налазила на 9 km од ушћа у реку Колубару. Водомерна станица Зеоке била је активна од 1954. године до 2006. године, када је престала са радом. Тренутно не постоји водомерна станица на реци Пештан. Најближа активна водомерна станица је Дражевац, на реци Колубари.

Најчешће стање квалитета воде, измерено на станици Вреоци, одговара III или III/IV класи, а према мерењима суспендованих материја и zasiћености кисеоником често и испада ван класе (Група аутора, 2011). Током узорковања последњих година, од опасних и штетних материја регистроване су и повишене концентрације раствореног мангана, фенола, гвожђа и никла. Сапробиолошка испитивања квалитета воде показују да је водоток оптерећен умереним органским загађењем. У њему

доминирају организми индикатори β и α -мезосапробне зоне пре свега из група *Bacillariophyta* и *Trichoptera*.

Закључна разматрања

Посматрајући тренутно стање животне средине у сливу реке Пештан може се извести закључак да је животна средина на овом простору у знатној мери угрожена. Природни услови су такви да је овај простор иницијално погодан за живот и бројне људске делатности. Богатство водних ресурса, шуме, плодно земљиште предиспонирано за развој бројних пољопривредних култура, али и богатство минералним ресурсима вековима уназад су привлачили становништво да оснује своја станишта на овом простору.

Међутим, са развојем индустријских делатности и почетком експлоатације највреднијег ресурса овог краја, угља лигнита, простор постепено почиње да се деградира. Тако данас постоје огромне површине са трајно измењеном геолошком подлогом, рељефом и педолошким слојевима. Главни иницијатор процеса деградације је био и остао човек. Због константне потребе за материјалним просперитетом, али и задовољењем енергетске ефикасности, он максимално искоришћава природне дарове без детаљније анализе дугорочне сигурности. Ту се јавља проблем јер природа трпи већ дуги низ година. У сливу реке Пештан деградирано је укупно 32,73 km², што чини 18.55% његове површине.

Стање речне мреже, како у сливу Пештана, тако и његовом матичном сливу, сливу реке Колубаре, уопште није на завидном нивоу. Константно се раде пројекти којима се нека река „измешта” из свог корита због “потребе” за отварањем нових површинских копова. Није ретка појава да се иста река неколико пута измести. Већина мањих водотока је трајно нестала због прекида природног начина дотока и везе са подземним водама.

Имајући у виду стање животне средине у сливу реке Пештан неопходно је вршити мониторинг квалитета/стања воде. Тренутно на реци Пештан не постоји водомерна станица. Неопходно је, због свих планираних активности на овом, већ измештаном, водотоку, подизање минимум једне водомерне станице како би се пратили дневни протицаји на реци што је предуслов за било какве детаљније анализе и прорачуне. Анализу квалитета реке Пештан спроводи Агенција за заштиту животне средине према програму садржаном у Уредби о систематском испитивању квалитета вода, коју почетком сваке календарске године доноси Влада Републике Србије. Према важећем програму, испитивање квалитета реке Пештан се врши на станици Вреоци једном месечно и обухвата физичко-хемијске, микробиолошке и сапробиолошке анализе. Неопходно је вршити континуирано праћење фитобентоса и водених бескичмењака као и индикативне биолошке елементе квалитета за дати тип водотока. Мониторинг, поред самог водотока, треба да обухвати и барске екосистеме проучаваног слива.

Слив реке Пештан припада оним просторима који се карактеришу изразитом динамичношћу промене природних услова. То је за овај простор било карактеристично у прошлости, а биће и основна одредница у будућности. Због богатства лигнитом и значаја који има за нормално функционисање термоенергетског система наше земље, ова територија ће и даље бити изложена великим притисцима на животну средину, а као резултат тога наставиће се деградација природних услова (Драгићевић, 2013).

На основу расположивих анализа утицаја појединих копова и индустријских објеката, могуће је закључити да до највећег загађења земљишта долази у непосредној близини извора загађења због директне контаминације штетним честицама, отпадним водама и штетним гасовима. Планирани копови у овом подручју достићи ће, по плану

делатности на овом простору, највећу дубину па би због такве ситуације температура воде реке Пештан засигурно порасла, а то би даље изазвало низ штетних последица у првом реду по живи свет. Због тога се намеће потреба за константним праћењем и евидентирањем промена у животној средини како би се добили валидни подаци, као основни материјал за деловања у будућем периоду, а све са циљем да се штетни ефекти сведу на минимум.

Литература

Литературу видети на страни 111.