

## УТИЦАЈ ВЕГЕТАЦИЈЕ НА КВАЛИТЕТ ПОВРШИНСКИХ ВОДА У СЛИВУ РЕКЕ ПЕК

АЛЕКСАНДАР АНЂЕЛКОВИЋ<sup>1</sup>  
ВОЈИСЛАВ ЂЕКОВИЋ<sup>1</sup>  
ВЕСНА НИКОЛИЋ<sup>1</sup>  
МАРИНА ВУКИН<sup>1</sup>

**Извод:** Река Пек спада међу највеће реке источне Србије. Ово подручје карактеришу повољни еколошки услови за развој шумске вегетације и висок степен шумовитости. У раду су приказана истраживања утицаја начина коришћења земљишта у сливу реке Пек на промену састава и квалитета отеклих атмосферских вода. Иако су у сливу и речном кориту евидентна аерозагађења и загађења површинских токова, постављена је хипотеза рада да су воде овог региона чисте и квалитетне, те да се могу користити за потребе ширег водоснабдевања. Мониторинг квалитета површинских вода у сливу реке Пек захтевао је да се установи у којим хидролошким условима водоток може остати у вишој класи квалитета. На основу истраживања и оцене квалитета воде на водомерним станицама Кусићи и Кучево дефинисана је промена квалитета воде у хидрографској мрежи слива.

**Кључне речи:** река Пек, квалитет воде, вегетација, загађивачи, начин коришћења земљишта у речном сливу

### THE IMPACT OF VEGETATION ON THE QUALITY OF SURFACE WATER IN THE DRAINAGE BASIN OF THE PEK RIVER

**Abstract:** The Pek River is one of the largest rivers of eastern Serbia. This area is characterized by environmental conditions favourable for the growth of forest vegetation and a high forest cover degree. The paper presents the study of the effects of land use in the Pek River Basin on the change in the composition and quality of the drained atmospheric water. Although there is some air and surface water pollution in the basin and riverbed, the hypothesis is that the water of this region is clean and high-quality and as such can be used for wider water supply. For the monitoring of surface water quality in the Pek River Basin to be conducted, we had to determine hydrological conditions in which the water can remain in a higher quality class. Based on the research and assessment of the water quality at the water stations Kusići and Kučevo, the change in the quality of water in the hydrographic network of the basin was defined.

**Keywords:** the Pek River, water quality, vegetation, polluters, land use in the river basin

## 1. УВОД

Пек се убраја у највеће реке источне Србије. Притока је Дунава, са дужином водотока од 129 km и површином слива од 1.236,5 km<sup>2</sup>. Средњи про-

---

<sup>1</sup> *Александар Анђелковић, дипл. инж., асистент; др Војислав Ђековић, ред. проф.; др Весна Николић, доцент; др Марина Вукин, стипендијски сарадник, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд*

тицај на реци Пек је  $Q_{sr} = 12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Река Пек извире у Хомољским планинама, настаје од речица Липе и Јагњила. После 15 km тока, на подручју тзв. Мајданпечке домене, Велики Пек се спаја са Малим Пеком у котлинастом проширењу званом Чекић, на 290 метара надморске висине. Тако се код насеља Дебели Луг, у Велики Пек уливају Мали Пек, Црна и Тодорова река. По изласку из котлинастог проширења Чекић, Пек улази у Волујску клисуру, дугачку 25 km, усечену у кречњачке масиве дубине 200-320 m. У клисури има 8 укљештених меандара. По изласку из Волујске клисуре, Пек улази у Звижд и тече по њему 31,5 km, образујући, у пространој алувијалној равни, многе меандре. Суужењем код села Нереснице, долина Пека подељена је на узводније Нересничко поље, дугачко 7,5 km и широко 1-2 km, и низводније Кучевско поље, дужине око 6 km и ширине до 1,5 km. Пек, после олујних падавина, плави оба поља у појасу широком 100-150 m. Низводно од Кучева, Пек се пробија кроз Каонску клисуру, дугачку 13,5 km. Клисуре је усечена у кречњачке масиве дубине од 250 m. Каонску клисуру напушта код села Љешнице и одатле па до ушћа, на дужини од 32,5 km, протиче кроз плодно Браничево. Овде Пек лети има ширину речног корита просечно 12-15 m, а у пролеће до 40 m. Одатле почиње ток Пека, који се улива у Ђердапско језеро новим коритом, источно од Великог Градишта. При високим водостајима Ђердапског језера, дунавска вода продире око 2,5 km узводно у корито Пека, стварајући успор воде и ометајући пронос наноса коритом реке Пек. Заштита приобаља није адекватно урађена, јер насипи нису пројектовани на време трајања високих водостаја Дунава, већ на време трајања високих водостаја реке Пек, тако да не могу да издрже дуготрајни висок водостај Дунава. Услед тога, речна долина доњег тока Пека, у зони успора, поплављена је успорним водама Ђердапског језера.

С обзиром на то да су водотоци у овом делу брдско планинског региона Србије углавном у првој класи квалитета, ове деонице представљају драгоцену извориште квалитетних вода, које се могу користити за потребе водоснабдевања, подизања рибака и оплемењивања животне средине. Међутим, и поред тога што су сливови појединих притока реке Пек, у већини случајева, покривени вегетацијом, у периоду интензивних атмосферских падавина долази до повећања протицаја воде и активирања флувијалне (речне) ерозије дуж речних токова. У овом процесу стварају се велике количине минералног ерозионог материјала. Током јесењих и зимских дана, услед опадања листинца и изумирања биљних делова, ствара се и органски део наноса који се распада дуж водотока стварајући, у реакцији са водом, разна хемијска једињења. Атмосферске падавине које доспевају на оголену површину земље, необраслу вегетацијом, директно натапају површински слој земље и геолошку подлогу. Један део понире у дубље хоризонте, а након натапања површинског хоризонта почиње формирање површинског сливања. Уколико је земљиште обрасло и покривено вегетацијом, атмосферске падавине прво натапају лишће, гране и дебла дрвенастих биљака, а затим приземну флору и травну вегетацију. Након тога, део падавина који доспе до земљишта, натапа шумску простирку и шумско земљиште. За време трајања кише слабог интензитета, целокупна количина падавина остане у кро-

шњама дрвећа или на шумској простирци одакле испари и поново се врати у атмосферу (Ђековић, В. *et al.*, 2010). За време падавина јачег интензитета, после квашења крошања дрвећа, вода се делимично слива по стаблима и гранама до земљишта. Остатак, у облику капљица, пролази кроз крошње дрвећа првог и другог спрата, жбуња, зељастих биљака и кроз шумску простирку доспева до земљишта. Количина воде коју задржавају крошње дрвећа и остали биљни мртви и живи делови, и која испари у атмосферу, не доспевши до површине земљишта, интензивно се пречишћава испаравањем (Ђековић, В. *et al.*, 2013).

У органоминералном комплексу шумског земљишта живи и развија се огроман број микроорганизама и бактерија које се хране органском материјом и претварају је у хумус и минерални комплекс. Према многим истраживањима, овај део шумског земљишта је најбољи филтер за пречишћавање воде у природним условима (Ђековић, В. *et al.*, 2016). Способност вегетације и шумског земљишта за задржавање великих количина воде последица је повољног водно-ваздушног режима шумског земљишта, при чему присуство органоминералног комплекса омогућује да се педолошки слој шумског земљишта пуни водом као „сунђер“, молекуларним силама држи воду за структурне агрегате и постепено је, под утицајем силе гравитације, отпушта прихрањујући изданске хоризонте (Кнежевић, М., 2003). У таквом земљишту, крупне поре омогућавају брзу инфилтрацију падавина, чиме се спречава појава површинског отицања и спирања растреситог површинског слоја земљишта. Инфилтрирана вода постепено се и релативно споро креће подповршинским и подземним токовима, до места издани где извире и почиње да тече у површинске токове, не изазивајући нити ерозију нити поплаве. На тај начин, шума и шумско земљиште спречавају површинско сливање воде, ерозију земљишта, покретање и спирање прљавих и опасних материја које загађују воду (Ђековић, В. *et al.*, 2015). **Физички процес** пречишћавања воде одвија се кроз процес филтрирања. Макро- и микропоре земљишта омогућавају упијање воде, влажење структурних агрегата, обезбеђивање влаге кореновом систему, а остали део влаге кроз макропоре кречњачких масива понире у дубље слојеве и прихранује изданске воде (Ђековић, В., 2007). **Хемијски процес** пречишћавања атмосферске воде одвија се кроз процес измене јона и адсорпцију. У овој зони шумско земљиште и вегетација делују на нивоу молекуларног и јонског састава воде. Кроз процес осмозе биљке пречишћавају воду и у њој растворене минералне материје до нивоа молекуларног састава. Величина отвора ћелијских мембрана, кроз које се одвија процес осмозе и молекуларног пречишћавања воде, таквих су димензија да кроз њих не могу проћи ни вируси ни бактерије. Када вода и у њој растворене минералне материје доспеју до листа, уз помоћ сунчеве светлости и хлорофила у листу се одвија даљњи процес пречишћавања воде. Минералне материје претварају се у органску материју, за храну биљкама, а из атмосфере се везује  $\text{CO}_2$  и ослобађа  $\text{O}_2$ . Вишак воде транспирацијом се ослобађа у атмосферу и то је најефикаснији природни процес пречишћавања воде (Ђековић, В., 2007). **Биолошко пречишћавање** одвија се кроз земљиште као биофилтер, укључујући разне органске материје, које су до-

спеле у земљиште. Улога микроорганизама одвија се у процесу разлагања органске материје, која је доспела у земљиште, његовој хумификацији (претварања у хумус). У зависности од количине присутне органске материје у земљишту, зависи раст, број и промене популације микроорганизама у педолошком слоју земљишта. Органска материја коју прераде ови организми утиче на промену физичких и хемијских особина земљишта. Многи од ових микроорганизама имају способност да разграђују хемијски опасна једињења, као и патогене бактерије и вирусе. Алге и бактерије које се настају у водотоцима, којих може бити у  $1 \text{ cm}^3$  воде више од 10 милиона, користе као храну органску материју, која доспева у воду и на тај начин започиње процес разградње органске материје. Органска материја трули у води са смањеним садржајем кисеоника стварајући  $\text{CH}_4$  (метан),  $\text{H}_2\text{S}$  (сумпор водоник) и  $\text{NH}_3$  (амонијак), од којих последња два делују отровно, као и многа фенолна једињења. Органска материја се при великим количинама кисеоника у води разлаже на  $\text{CO}_2$ , сулфате и нитрате који у условима доњег тока реке Пек, под условом отицања успорених вода од акумулације Ђердап, изазивају појаву еутрофизације стајаћих вода (Ђековић, В., 2007).

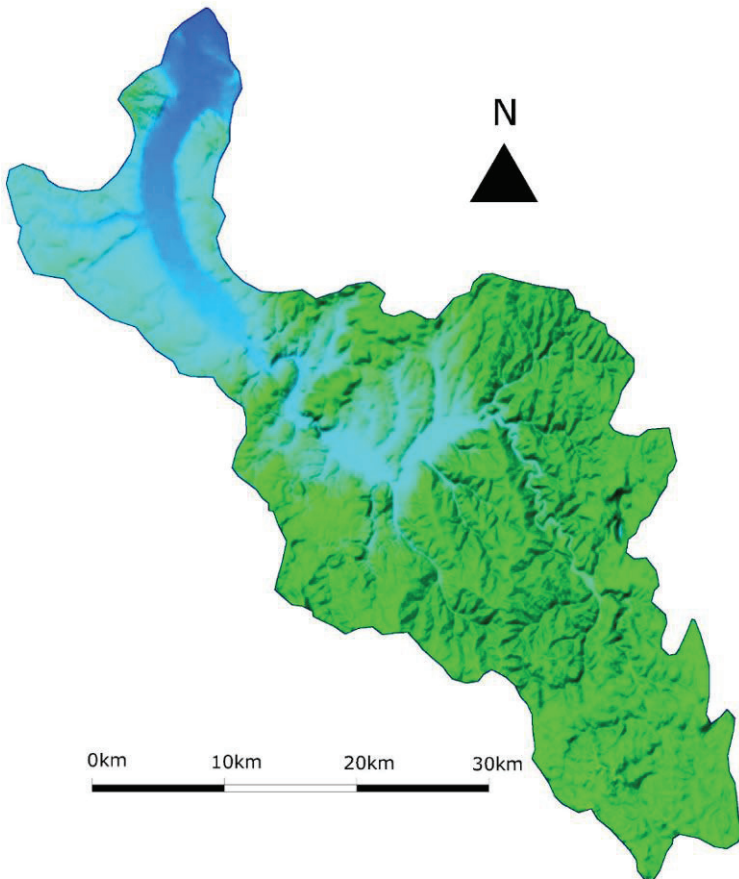
Оштећењем шумске стеље, нарушава се инфилтрациона способност шумског земљишта. Ова оштећења настају под утицајем експлоатације шума и услед рударских активности у горњим деловима слива. Када се уништи шумска стеља и педолошки слој шумског земљишта, на нагнутим теренима долази до даље деградације, а врло често се активирају разни облици ерозионих процеса, са појавом елемената крашке ерозије - вртача, пећинских облика и понорница (Spalević, V. *et al.*, 2014; Ђековић, V. *et al.*, 2015). Рударске активности и флотација руда у сливу реке Пек стварају додатна загађења воде у водотоку, појаву ерозионог материјала у кориту водотока. Млевењем и уситњавањем руде, у циљу стварања пулпе за што веће искоришћење, стварају се услови за изношење тих врло финих честица у површинске токове воде. Дуж водотока долази до даљег уситњавања ерозионог материјала па се догађа да се ситније фракције наноса крећу дуж целог водотока до профила ушћа у свим хидролошким условима (Милановић, Д. *et al.*, 2013). Суспендовани нанос молекуларним силама, веже за своје честице разна загађења, која се стварају дуж водотока све до ушћа. Урбанизована насеља у сливу реке Пек немају изграђена постројења за прераду и пречишћавање отпадних вода, него се отпадне воде директно уливају у реку Пек. На тај начин периодично долази при малим протицајима до презасићења воде опасним и отпадним материјама.

Истраживања о утицају шуме на отицање и ретензију врше се веома дуго, нарочито у региону централне Европе, а у неколико последњих деценија и у САД, Руској Федерацији (раније СССР), Пољској, Румунији и другим земљама. У нашој земљи, ретка су истраживања у овој области, тј. не постоји довољан број научно заснованих истраживања, која би пружила податке о утицају вегетације на пречишћавање загађених водених маса, спречавање површинског отицања и формирања површинских бујичних токова. Органоминерални комплекс шумског земљишта утиче на равномерније прихрањивање изданских вода и површинских токова у сушном делу године. На

овај начин, пре свега, спречава се концентрација воде и површинско нагло сливање, а осигурава трајно снабдевање извора у сушном делу године (Ђековић, В. *et al.*, 2017).

## 2. МЕТОД РАДА

Истраживања су обављена на територији слива реке Пек (слика 1), на подручју североисточне Србије. Знатним делом, слив Пека обухвата подручје тзв. Мајданпечке домене, која је, својевремено, обухватала 18.000 ха површине. Данас, део ове површине (2.073,41 ха) представља Наставну базу 'Мајданпечка домена' Дебели Луг, као посебне организационе јединице Шумарског факултета Универзитета у Београду ((2010): *Основа изазовања шумама за ГЈ "Црна река" (2011-2020)*). Проучавања општих еколошких услова извршена су на основу доступних литературних података. У дефинисању сливног подручја примењен је компјутерски програм за даљинску



Слика 1. Слив реке Пек  
Figure 1 The Pek River Basin

детекцију (*remote sensing*), коришћене су топографске карте и карте ГеоСрбија - „Национална инфрасателитска геопорталних планова Србије - NIGP“ ([http://www.urbanlandmanagement.rs/wp-content/uploads/2010/09/RGZ\\_NIGP\\_Geoportala-.pdf](http://www.urbanlandmanagement.rs/wp-content/uploads/2010/09/RGZ_NIGP_Geoportala-.pdf)). Истраживања су спроведена са циљем да се установи на који начин делује начин коришћења земљишта у сливу реке на стварање услова за загађење површинских вода. Истраживан је утицај загађивача на промену животне средине и промену квалитета падавинских и отеклих вода са слива. У циљу одређивања квалитета отекле воде из слива, вршен је мониторинг на две водомерне станице (профила), Кучево и Кусићи. Прикупљање теренских података вршено је у периоду од 20 година; 1995 - 2015. године. Обрада података извршена је уобичајеним начином рада који се примењује приликом истраживања утицаја шуме на отицање и ретензију. Подаци добијени мониторингом обрађени су статистички и приказани табеларно. Дате су средње вредности мерених параметара, за наведени период. У резултатима и дискусији пажња је усмерена на главне узроке загађења површинских вода.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

#### 3.1 Општи еколошки услови истраживаног подручја

Подручје североисточне Србије на којем се налази слив реке Пек, одликује се разноврсношћу геоморфолошких облика. Веома дуга геолошка историја, у току које су терени источне Србије били изложени снажним тектонским померањима и интензивној магматској активности, условила је изузетну сложеност геолошке грађе на овим просторима. У геолошкој пракси, ово подручје је познато као тимочка еруптивна област и представља једну од највећих рудних области у Европи. Као доминантна геолошка подлога присутни су кристаласти шкриљци нижег степена кристалитета. Рељеф се одликује мозаичним распоредом високих кречњачких гребена и стрмих узвишења изграђених од кристаластих шкриљаца, уз изражену купираност терена.

Ово подручје карактерише умерено континентална клима, у великој мери модификована због специфичног географског положаја, утицаја планинских масива Карпата и Хомољских планина, отворености према Влашкој низији, те речних токова и специфичности геолошке подлоге (Стојановић, Љ. *et al.*, 2007). Опште одлике климе су велика влажност ваздуха, повећана количина падавина, мала колебања температуре и влаге, честе магле и заштићеност од екстремних утицаја ветрова, мраза и суша. У брдском појасу до 600 m надморске висине, према климатској класификацији *Thorntwaite*-а (1948), клима је субхумидна-влажнија, док је на надморским висинама изнад 600 m, клима благо хумидна, а на још већим надморским висинама хумидна. Подручје Ђердапске клисуре одликује специфична мезоклима. Простор између Кучева, Мајданпека, Дебелог Луга и Влаола представља област са највећим годишњим количинама падавина у источној Србији (>800 mm).

Педолошки покривач овог подручја карактерише се великим бројем педосистаматских јединица. Велики број типова земљишта одликује се и

различитим физичким и хемијским особинама и производним потенцијалима. Киселе магматске стене узроковале су да основно земљиште чини кисело-смеђе земљиште. Генеза овог земљишта је таква да је карактеришу интензивни физички и хемијски процеси распадања примарних минерала уз настанак глине и повољан процес хумификације. Према Кошанин, О., Кнежевић, М., 2007; типови земљишта који се срећу на кречњаку, на датом подручју, су рендзине, смеђа земљишта на кречњаку и гајњаче. Подручје слива реке Пек карактерише висок степен шумовитости. Тако, општина Мајданпек, кроз коју протичу Велики и Мали Пек, има шумовитост преко 70% (слика 2). Ово је типично лишћарско подручје. Вегетацију око горњег тока реке Пек (у нижем планинском појасу) чине састојине брдске букве (*Fagetum moesiacaе submontanum*), а у овом појасу срећу се заједнице букве и мечије леске (Кнежевић, М., *et al.*, 2003).



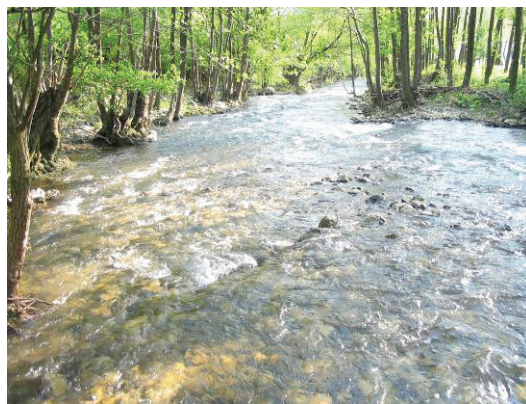
Слика 2. Шумски комплекси на подручју Мајданпечке домене  
**Figure 2** Forest complexes in the area of Мајданпечка домена

Простор Мајданпечке домене проучавао је још Ј. Панчић, а после II светског рата започета су прва истраживања флоре и вегетације у послератној држави (1947), од стране научних радника Еколошког института Српске академије наука, под руководством проф. Павла Черњавског ((2017): *План ујрављања Стрoим резерваиом љирoде 'Фелешана' за љериод 2018–2027. љoдине*). Врло је карактеристично да се на додиру киселих и базичних геолошких подлога формирају букве састојине врло високе производности, тако да се у проучаваном сливном подручју, у оквиру Мајданпечке домене, налази један од првих стрoгих резервата природе, прашумског карактера, 'Фелешана' (слика 3). На кречњачким геолошким подлогама јављају се ацидофилне шуме букве, брдска шума букве са бекицама (*Luzulo-Fagetum moesiacaе submontanum* В. Јов. 1976), шуме букве са маховинама (*Musco-Fagetum* В. Јов. 1953). На топлијим експозицијама јављају се шуме храста

китњака (*Quercetum montanum* Čer. et V. Jov. 1953), а на прелазу су заступљене мешовите шуме букве и храста китњака (*Querc-Fagetum* Gliš. 1971) (Кнежевић, М. *et al.*, 2006; Цвјетићанин, Р. *et al.*, 2006).



**Слика 3.** Резерват природе ‘Фељешана’ на подручју Мајданпечке домене – монодоминантна планинска букова шума  
**Figure 3** ‘Felješana’ Strict Nature Reserve in the area of Majdanpečka domena – monodominant mountain beech forest



**Слика 4.** Фрагменти алувијалних шума уз Велики Пек у селу Дебели Луг  
**Figure 4** Fragments of alluvial forests near the Veliki Pek in the village of Debeli Lug

У брдском појасу, преовлађују шуме сладуна и цара (*Quercetum farnetto-cerris*) и чисте шуме сладуна (*Quercetum farnetto moesiacum* В. Jov. 1976). У овом појасу вегетације, заступљена је и вегетација китњака и обичног граба (*Querc-Carpinetum moesiacum*), шуме храста китњака (*Quercetum montanum* Čer. et V. Jov. 1953), шуме цара (*Quercetum cerris*) и мешовите шуме китњака и цара (*Quercetum petraeae-cerris* В. Jov. 1979).

У низијском појасу вегетације (слика 4) формирају се алувијалне шуме, око ушћа Пека у Дунав код Великог Градишта најзаступљеније су плавне шуме лужњака (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Норв. 1938.), затим, шуме беле врбе (*Salicetum albae* Issl. 1936), заједнице беле и крте врбе (*Salicetum albae-fragilis* Soo 1958), заједнице беле и бадемасте врбе (*Salicetum albo-*



-*amygdalinae* Slav. 1952.). У клисурама реке Пек заступљене су састојине грабића (*Carpinetum orientalis serbicum* Rud. 1940. emend. B. Jov. 1953.), шуме грабића са јоргованом (*Syringo-Carpinetum orientalis* Miš. 1967.), шуме грабића и хрстова (*Carpino orientalis-Quercetum* B. Jov. 1960.), шуме хрстова и мечје леске (*Quercu-Coryletum colurnae* Miš. 1967.).

### 3.2 Стање шумског фонда и основно коришћење земљишта на истраживаном подручју

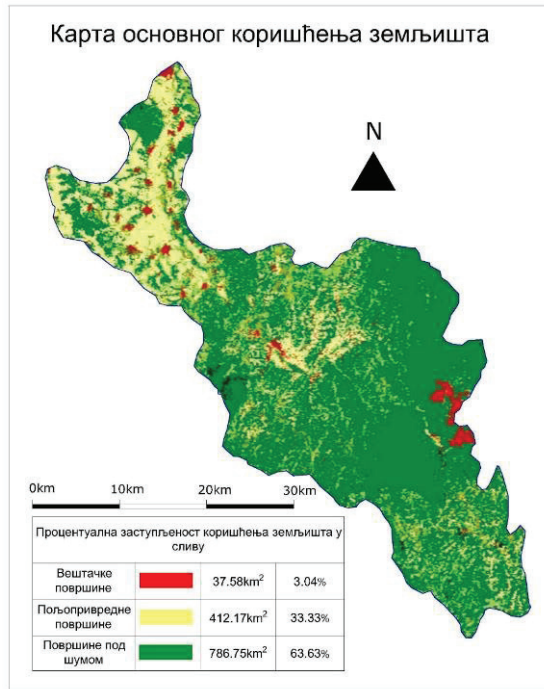
Стање шумског фонда на истраживаном подручју може се сматрати изузетно повољним (Петровић, А., 2005; Максимовић, М., 2005). Преовлађују очуване састојине, и то очуване високе, док су изданачке и вештачки подигнуте састојине знатно мање заступљене. Преовлађују шуме са приоритетном производном функцијом (наменска целина 10), затим следе стално заштитне шуме (наменска целина 66) и заштитне шуме I степена (наменска целина 26) и друге наменске целине. Однос чистих и мешовитих састојина указује на потребу повећања и одржавања мешовитости у циљу повећања биолошке и еколошке стабилности састојина.

На основу карте коришћења земљишта у сливу реке Пек, издвојене површине под шумама и шумским земљиштем заузимају 786,75 km<sup>2</sup>; под пољопривредним земљиштем се налази 412,17 km<sup>2</sup>, док се под урбаним и вештачким површинама налази 37,56 km<sup>2</sup> (табела 1, слика 5). У процентуалним износима шуме и шумско земљиште захватају око 63,63% површине, а пољопривредно земљиште 33,33% површине.

**Табела 1.** Заступљеност врсте дрвећа у сливу реке Пек  
**Table 1** The share of tree species in the Pek River Basin

Дрвенасте врсте у сливу реке Пек	Заступљеност	
	km <sup>2</sup>	%
<i>Fagus moesiaca</i>	236,05	30
<i>Quercus petraea</i>	118,03	15
<i>Carpinus orientalis</i>	94,42	12
<i>Fraxinus ornus</i>	62,95	8
<i>Quercus robur</i>	55,08	7
<i>Quercus cerris</i>	47,21	6
<i>Quercus farnetto</i>	39,34	5
<i>Tilia argentea</i>	23,60	3
<i>Carpinus betulus</i>	15,74	2
<i>Corylus colurna</i>	7,87	1
Остали лишћари	86,55	11
<b>Укупно:</b>	<b>786,85</b>	<b>100</b>

Извор: оригинал  
Source: original



Слика 5. Карта коришћења земљишта у сливу реке Пек  
Figure 5 Map of land use in the Pek River Basin

### 3.3. Утицај начина коришћења земљишта на квалитет површинских вода на истраживаном подручју

На основу структуре коришћења земљишта у сливу, прелиминарно би се могло закључити да шума и шумско земљиште као и пољопривредне површине могу да се одупру притиску загађења урбаних и вештачких творевина. Међутим, у природи се догађају сасвим измењене ситуације. Површински копови и рударске активности су таквог интензитета да природни циклуси пречишћавања вода нису у стању да издрже перманентне притиске рудадске производње. У овим топографским условима јављају се и бројни секундарни и стални загађивачи (урбане средине, корисници пољопривредног земљишта, тачкасти загађивачи и др.).

На основу издатих водопривредних услова за изградњу постројења за прераду отпадних вода од стране „Министарства за пољопривреду, шумарства и водопривреду“ од 16. септембра 2009. године дефинисана је вероватноћа протицаја великих вода реке Пек, са протицајима од:  $Q_{1\%} = 375 m^3 \cdot s^{-1}$ ,  $Q_{2\%} = 325 m^3 \cdot s^{-1}$ ,  $Q_{sr} = 7,60 m^3 \cdot s^{-1}$ ,  $Q_{95\%} = 0,340 m^3 \cdot s^{-1}$ . Осцилација протицаја између средњих и великих вода је врло изражена, па је разумљиво зашто се у периоду поводња догађају велика померања и транспорт ерозионог материјала, а у периоду малих и средњих вода појава концентрисаних загађења воде. Изворишни део слива обрастао је вегетацијом и требало би да обезбеђује

довољне количине квалитетне воде (слика 6). Међутим, због интензивних рударских активности и површинске флотације руде, стварају се услови за повећано загађене и оптерећене отровним честицама и суспендованим наносом са фракцијама ситнијим од 0,075 mm.

Годишња производња бакра у руднику Бор, Велики Кривељ износи 10.000.000 тона, а у руднику Мајданпек, 8.000.000 тона. Реч је о огромним количинама руде, за чију производњу је потребна велика количина воде. На пример, за рудник који прерађује 10.000.000 t/год бакра, потребно је  $23.000.000 m^3 \cdot god^{-1}$  воде, а за рудник са производњом од 100.000 t/год, потребно је  $230.000 m^3 \cdot god^{-1}$  воде итд. Употребљена вода, поред садржаја основне руде, садржи и многе друге микроелементе у суспендном стању, као што су гвожђе, сумпор, манган и волфрам. Употребљене воде одлажу се у површинска јаловишта, на којима се дешавају непредвиђена испирања и пробоји „брана“ (хаваријска загађења).

Слив реке Пек богат је рудама бакра, злата, гвожђа, пирита, олова, цинка и волфрама. Због експлоатације рудних богатстава и површинских флотација (слика 6), овај водоток је од изворишта до ушћа већи део хидролошке године у оквиру III класе квалитета воде. Међутим, то није једини узрок зашто су воде реке Пек током већег дела хидролошког циклуса у наведеној класи квалитета. Површине у речним долинама користе се за интензивну пољопривредну производњу, при чему је неопходно коришћење пестицида и вештачких ђубрива. Индивидуални пољопривредни произвођачи и већа пољопривредна добра, врло често у технолошком процесу производње прекорачују дозвољене количине хемијских препарата по јединици површине. Атмосферске падавине испирају вишкове пестицида и ђубрива, загађујући површинске и подземне воде.



Слика 6. Флотација површинског копа  
Мајданпек

Figure 6 Flotation of the Majdanpek surface mine



Слика 7. Изглед дивље депоније у  
сливу реке Пек

Figure 7 The appearance of illegal landfills in the basin of the river Pek

Од осталих загађивача могу се издвојити индивидуална сеоска домаћинства, фарме и урбана насеља дуж слива и водотока, загађивачи везани за дрвно прерађивачку индустрију у Дебелом Лугу и Кучеву и многи индиви-

дуални капацитети примарне прераде дрвета (пилане). Органска материја из свих ових постројења и комуналних објеката, као и са пољопривредних површина доспева у побршинске и подземне токове. Присуство органске материје у води утиче на редукцију раствореног кисеоника. То се може запазити кроз неколико регистрованих параметара у табелама 2 и 3 ВРК-5 [ $O_2$  mg/l] и НРК [ $O_2$  mg/l из  $KMnO_4$ , биохемијска потрошња и хемијска потрошња кисеоника су знатно изражене, што указује на присуство хемијских загађивача, а такође и нагомилавање органске материје дуж водотока (Ђековић, В. *et al.*, 2017). Степен разблажења концентрације загађења догађа се у периоду повећаног интензитета падавина, и стварања услова за појаву вода ређе вероватноће појаве. Од осталих загађивача врло су значајне депоније кабастог отпада. У сливу се могу наћи многе дивље депоније дуж водотока (слика 7), са којих се у периоду падавина испирају разна загађења, која се по садржају крећу од нафтних деривата, пестицида и органских загађења различитог састава. Отпадне воде, које се формирају на депонијама, сливају се у површинске токове, а њима и у главни ток реке Пек. Такође, делом тока долази до понирања у педолошко геолошке слојеве где се стварају загађења подземних вода. С обзиром на то да насеља у сливу реке Пек нису обезбеђена постројењима за третман и прераду отпадних вода, део тих вода директно се улива у површинске водотоке, а део се одлаже у септичке јаме, које су већином процедурне. Отпадне воде из септичких јама загађују изданске подземне воде, па је водоснабдевање, које се врши преко бунара, врло сумњивог квалитета.

**Табела 2.** Просечне вредности квалитета воде, за период 1995-2015. године, за профил Кучево

**Table 2** Average water quality values between 1995 and 2015 for the Kučevo profile

Река Пек-профил Кучево												
Дагум	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Водостај [cm]	89.00	79.0	92.2	86.70	77.60	68.6	64.0	50.0	58.00	63.00	82.8	82.00
Протња [ $Q - m^3/s$ ]	7.80	6.6	10.8	11.1	4.6	3.00	2.5	1.2	1.8	2.2	7.2	6.6
T vode [ $C^0$ ]	2.5	4.2	7	11	14	19	21	19	14	10	6.0	4.0
T ваздуха [ $C^0$ ]	-2.2	4.7	9.1	19	23	26.0	26.0	22.0	20	11	8.5	2.2
Мирис	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ
pH вредност	7.4	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.6	7.7	7.7
Електропроводљивост [S/cm]	506.0	448	500.0	449	563	694	712	677	740	672	538	606
Слободни [ $CO_2$ mg/l]	16.3	10.6	12.2	8	15.9	12.2	13.2	10.1	9.1	11.1	10.8	9.9
m-2p алкалитет [ $HCO_3^- - mg/l$ ]	178.0	162.7	168.9	175.1	182.7	203.6	206.6	217.6	204.5	192	215.3	186.4
Укупни алкалитет [ $CaCO_3 - mg/l$ ]	147.5	133.2	138.4	146.3	149.8	178.5	169.6	178.3	170.7	157.4	176.6	152.9
Растворени кисеоник [ $O_2 - mg/l$ ]	14.9	13.2	12.9	11.4	10.6	9.8	9.3	9.9	10.9	12.3	12.7	13.6
% засићење воде кисеоником [% $O_2$ ]	101.8	100.5	105.2	108.7	102.1	107.5	104.4	106.4	107.7	109.2	100	97
ВРК-5 [ $O_2$ mg/l]	3.0	2.3	2.1	2.1	3.3	2.7	2.6	2.5	3.9	2.9	2.5	2.5
НРК [ $O_2$ mg/l из $KMnO_4$ ]	3.3	3.1	3.1	3	3.3	3.3	3.1	3.2	3.1	2.8	3.4	3.6
Суспендоване материје [mg/l]	30.0	25.1	27.5	18.9	36.45	44.3	13.3	10.5	8.9	24.6	21	21.3
Суви остатак [mg/l]	395.0	372	360.0	334	398	513	517	543	526	490	438	338
UV екстинкција [254 nm, 1cm]	0.0375	0.05	0.055	0.044	0.0875	0.044	0.05	0.06	0.071	0.04	0.0625	0.05
Амонијум јон [ $NH_4-N$ -mg/l]	0.1	0.15	0.1	0.043	0.085	0.085	0.17	0.13	0.66	0.15	0.071	0.14
Нитрати [ $NO_3-N$ -mg/l]	2.42	2.23	1.88	1.85	1.78	1.81	1.40	1.60	1.79	1.36	1.64	1.97
Нитрити [ $NO_2-N$ -mg/l]	0.001	0.002	0.002	0.001	0.00075	0.023	0.004	0.0008	0.01	0.0015	0.002	0.0001
Ортофосфати [ $PO_4^{3-} - P$ - mg/l]	0.04	0.02	0.03	0.21	0.002	0.056	0.047	0.153	0.045	0.039	0.026	0.031



Слика 8. Река Пек у периоду малих и великих вода  
**Figure 8** The Pek River in the periods of low and high water

**Табела 3.** Максимално дозвољена прекорачења биохемијске и хемијске потрошње кисеоника по ЕС<sup>(1)</sup>

**Table 3** Maximum allowable exceedance of biochemical and chemical oxygen demand by ES <sup>(1)</sup>

<sup>1</sup>ES- Equivalent population

Параметри	Јединица	МДК	%
БРК <sub>5</sub> без нитрификације	mg O <sub>2</sub> /l	25	70-90
НРК	mg O <sub>2</sub> /l	125	75
Укупан суспендовани материјал			
Више од 10 000 ЕС <sup>(1)</sup>	mg O <sub>2</sub> /l	35	90
Од 2000-10 000 ЕС	mg O <sub>2</sub> /l	60	70

<sup>1</sup>ЕС- Еквивалентни број становника

**Табела 4.** Степен пречишћавања у односу на примењени поступак пречишћавања

**Table 4** Purification degree depending on the applied purification process

Поступак пречишћавања	Остварени степен смањена загађења у водотоковима (%)					
	Сум. мат	БРК <sub>5</sub>	НРК	N	P	Kol.k
Примарно таложење	40-70	15-40	15-35	-	≤ 20	-
Таложење са хемијском флокулацијом	60-90	35-65	30-55	-	≤ 80	-
Бактериолошки слој вел. оптерећења, са примарним таложењем	85-95	60-85	50-80	=30	≤ 30	-
Активни муљ са малим оптерећења	85-95	75-95	60-85	≤ 90	≤ 30	-
Активни муљ великог оптерећења са примарним таложењем	85-95	60-90	60-85	=10	≤ 30	>99,9
Активни муљ са малим оптерећења са хлорисањем	85-95	75-95	65-90	≤ 90	≤ 30	>99,99
Активни муљ са малим оптерећења пешчани филтери	≤ 99,5	≤ 99,5	≤ 97	≤ 90	≤ 30	>99,99

Табела 5. Просечне вредности параметара квалитета воде, за период 1995-2015. године

Table 5 Average values of water quality parameters for the period 1995-2015

Река Пек-профил Кусићи												
Датум	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Водостај [cm]	10.6	26.70	15.50	32.4	15.5	-5.1	-17.0	20.5	-9.4	-10.8	3.8	8.3
Протица [Q - m <sup>3</sup> /s]	9.3	12.6	9.5	13.3	9.3	3.7	2.1	1.8	1.9	2.7	4.3	8.0
Т воде [C <sup>0</sup> ]	3.0	4.6	7.5	11.7	15.7	19.8	21.5	20.1	15.9	11.2	5.9	3.6
Т ваздуха [C <sup>0</sup> ]	-0.1	1.1	5.4	18.5	23.5	25.6	26.86	25.0	18.8	13.7	7.1	6.3
Мирис	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ	БЕЗ
pH вредност	7.6	7.9	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.9	7.8	7.7	7.7	7.6
Електропроводљивост [S/cm]	623	455	494	539	597	721	611	652	752	673	667	659
Слободни [CO <sub>2</sub> - mg/l]	15.50	11.20	11.4	8.9	14.1	11.6	13.4	9.6	9.9	9.2	22.8	11
m-2p алкалитет [HCO <sub>3</sub> - mg/l]	186.8	179.1	171.1	181.0	193.7	221.2	237.5	234.9	239.4	222.8	209.3	197
Укупни алкалитет [CaCO <sub>3</sub> - mg/l]	153.4	146.9	138.3	148.4	158.9	180.9	194.8	196.0	196.4	183.7	171.8	161
Растворени кисеоник [O <sub>2</sub> - mg/l]	14.10	12.90	13.9	11.4	10.9	9.9	8.9	10.3	10.8	13.1	13.0	14
% засићење воде [%O <sub>2</sub> ]	105	99	114	108	110	121	101	115	110	119	102	105
ВРК-5 [O <sub>2</sub> mg/l]	3	1.8	2.3	1.6	2.5	3	2.2	1.9	2.8	1.7	2.6	2.6
НРК [O <sub>2</sub> mg/l iz KMnO <sub>4</sub> ]	2.8	3.2	2.9	2.7	2.7	2.7	2.9	3	3	2.9	3.7	3
Суспендоване материје [mg/l]	28.3	28.6	19.9	23.1	21.9	18.3	8.7	7.6	16.4	4.1	10.25	18.4
Суви остатак [mg/l]	428	351	362	350	370	444	475	453	447	420	416	412
UV екстинкција [254 nm, 1cm]	0.033	0.047	0.053	0.046	0.035	0.062	0.048	0.047	0.054	0.043	0.054	0.042
Амонијум јон [NH <sub>4</sub> -N-mg/l]	0.09	0.09	0.12	0.04	0.06	0.15	0.11	0.10	0.09	0.12	0.08	0.18
Нитрати [NO <sub>3</sub> -N-mg/l]	2.235	2.190	1.880	1.990	1.970	1.890	1.650	1.770	1.780	1.420	1.770	1.600
Нитрити [NO <sub>2</sub> -N-mg/l]	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.004	0.002	0.011	0.006
Ортофосфати [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P-mg/l]	0.017	0.018	0.019	0.021	0.014	0.024	0.019	0.018	0.023	0.014	0.019	0.008

На основу података из табеле 2. и 5. уочава се да су протицаји најмањи у току летњих месеци (јун, јул, август и септембар), а да су највеће вредности сувог остатка [mg/l], укупног алкалитета [CaCO<sub>3</sub> - mg/l], m-2p алкалитет [HCO<sub>3</sub>- mg/l], електропроводљивост [ $\chi$ - $\mu$ S/cm], управо у тим месецима највеће (слика 8). То се објашњава тиме да, уколико је загађење исто током целе године, а протицај се мења, долази до тога да при малим протицајима река не може да разблажи загађења у толикој мери као при већим протицајима. Присуство нитрата и нитрита у узорцима воде указује на загађења пореклом од комуналних (фекалних) вода. Међутим, у процесу биохемијске разградње органске материје у водама ослобађају се нитрити и нитрати, а истовремено долази до редукције кисеоника у води. На основу законских прописа у области заштите вода прописани су могући степени пречишћавања отпадних (комуналних и индустријских вода) до степена када нису више опасне по водотокове и животну средину (табела 3, 4).

#### 4. ЗАКЉУЧЦИ

Загађења која се јављају у сливу реке Пек, указују да се у протеклом периоду није водило рачуна о заштити слива, земљишта и водоотокова, па је квалитет воде редовно, у свим хидролошким условима, у оквиру III класе квалитета. Рударске активности у вршним деловима слива, урбана насеља и тачкасти загађивачи стварају услове да природа (вегетација и шумско земљиште) не могу да створе услове за самопречишћавање загађених вода од хемијског и биолошког загађења. Свему томе допринео је и сам човек, и његова трка за материјалним добрима, по сваку цену.

На сваку тону рударске пулпе потребно је приближно 70 % воде и 30 % руде, па из тога произилази да су огромне потребе сваког рудника за водом, одвајања (сепарација) руде од јаловине, или флотација при чему се добија рударски концентрат (концентрат руде). Количина ископане руде (t/год) у сваком руднику је другачија, зависно од технолошког процеса производње. Тако загађена вода врло често садржи цијанид и друге отрове, те доспева у хидрографску мрежу слива, услед чега долази до помора рибљих врста и осталих водених организама, загађења површинских токова и подземне воде. Услед свега, ови водотокови постају врло опасни за коришћење и у привредне сврхе (наводњавање и водоснабдевање). Такође, на тај начин редовно се догађају значајна прекорачења МДК загађујућих супстанци у речној води, долази до нарушавања кисеоничког режима, поремећаја физичког квалитета воде, мутноће, боје и мириса. Према резултатима мониторинга површинске воде реке Пек (*Агенције за заштитиу живојине средине*) закључује се да концентрација тешких метала попут кадмијума, никла и олова у реци, није прелазила дозвољене законске оквире. Без обзира на замућеност реке и промену боје, до сада нема забележених случајева угинућа рибе у Пеку. Такође, вода из водовода на подручју општине Кучево исправна је за пиће.

Да би се овако алармантно стање ублажило, потребна је правилна примена узгојних захвата и мера обнављања високих састојина, као и мера за побољшање стања деградираних и изданаčkih састојинских категорија, у циљу формирања нових квалитетних, биолошки стабилних састојина (Стојановић, Љ. *et al.*, 2005; Крстић, М. *et al.*, 2005). При томе, посебно треба водити рачуна о ублажавању дејстава штетних фактора, абиотичке и биотичке природе, који, на овим просторима, утичу на процесе интензивног сушења шума, нарочито шума храста китњака (Караџић, Д., Милијашевић, Т., 2005; Главендекић, М., 2005). Оно што и даље доприноси великом потенцијалу шумских комплекса на истраживаном подручју јесте знатно учешће високих састојина у укупном шумском фонду. Ови потенцијали могу се повећати како пошумљавањем необраслог шумског земљишта, тако и превођењем изданаčkih састојина у високи узгојни облик. Повољна околност је чињеница да је у укупној необраслој површини истраживаног подручја највише заступљено шумско земљиште погодно за пошумљавање. Према Исајев, В. *et al.*, 2005; у будућим радовима на вештачком подизању састојина предност треба дати аутохтоним врстама овог подручја, с обзиром на то да се вештачки подигнуте састојине четинара, услед, често неодго-

варајућег избора врста у односу на тип станишта и неспровођења мера неге, налазе у лошем стању.

Неопходна је, такође, едукација шире јавности и локалног становништва (Томићевић, Ј. *et al.*, 2005). Када би сваки становник допринео, чак и минимално, заштити животне средине, слика стања животне средине истраживаног променила би се значајно.

## ЛИТЕРАТУРА

- Главендекић, М. (2005): Улога инсеката дефолијатора и патогена корена *Phytophthora quercina* Н. S. Jung у сушењу храстових шума. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 97-106)
- Ђековић, В., Анђелковић, А., Милошевић, Н., Гајић, Г., Ђековић, Ј. (2010): The water quality in the basin of Vrla river and its impact on the environmental quality. First Serbian Forestry Congress, 13 November. University of Belgrade, Faculty of Forestry. Belgrade, Serbia. (pp. 213)
- Ђековић, В., Анђелковић, А., Милошевић, Н., Ђековић, Ј., Миливојевић, С. (2013): Анализа квалитета воде реке Раље. Шумарство бр. 3-4. Удружење Шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 59-76)
- Ђековић, В., Анђелковић, А., Бошњаковић, А., Јанић, М. (2017): Квалитет воде у акумулацији „Врутци“. Шумарство бр. 3-4. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 175-188)
- Ђековић, В., Анђелковић, А., Спалевић, В., Урошевић, М., Лукић, С. (2016): Significance of surface Water Quality for basin Ecology. Agriculture and Forestry vol. 62, no. 2. Univerzitet Crne Gore Biotehnički fakultet. (pp. 7-28)
- Ђековић, В., Анђелковић, А., Миливојевић, С., Спалевић, В., Вујачић, Д., Баровић, Г. (2015): Conditions For The Initiation Of Motion And Transport Of Sediment In Torrential Watercourses. Agrosym 2015, Jahorina; 10/2015, 15-18 October 2015, Bosnia and Herzegovina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska. (pp. 2034 – 2043)
- Ђековић, В., Анђелковић, А., Спалевић, В., Баровић, Г. (2015): Анализа поплава реке Колубаре у Ваљеву током 2014. године. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд.
- Ђековић, В. (2007): Заштита вода. Универзитетски уџбеник. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-205)
- Ђековић, В., Анђелковић, А., Бошњаковић, А., Јанић, М. (2017): Анализа квалитета воде у акумулацији „Врутци“. Шумарство бр. 3-4. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 175-188)
- Исајев, В., Иветић, В., Вукин, М. (2005): Вештачко обнављање шума храста китњака. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 37-53)
- Караџић, Д., Милојашевић, Т. (2005): Најчешће паразитске и сапрофитске гљиве на храсту китњаку у Србији и њихова улога у сушењу стабала. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 71-84)
- Кнежевић, М. (2003): Земљишта у буковим шумама Србије. Шумарство бр. 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 97-107).



- Кнежевић, М., Цвјетићанин, Р. (2003): Земљишта и фитоценозе букве у серијама огледних површина на Кучајским планинама. Шумарство бр. 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 113-125)
- Кнежевић, М., Кошанин, О., Цвјетићанин, Р. (2006): Основне педолошке карактеристике неких китњакових заједница североисточне Србије. Шумарство бр. 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 35– 49)
- Кошанин, О., Кнежевић, М. (2007): Шумска земљишта у ГЈ ”Чезава” НП ”Ђердап”. Шумарство 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 25–39).
- Крстић, М., Стојановић, Љ., Петровић, А. (2005): Предлог узгојних захвата у мешовитим шумама хрста китњака и граба на подручју Мајданпека. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-24)
- Максимовић, М. (2005): Стање шума на подручју Националног парка ”Ђердап”. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 171-182)
- Милановић, Д., Марјановић, В., Магдалиновић, С. (2013): Карактеризација узорка из лежишта „Андезитски прст“ површинског копа „Јужни ревер“ у руднику бакра Мајданпек. Институт за рударство и металургију Бор. Бор. (стр. 13-24)
- Петровић, А. (2005): Стање шума на подручју ШГ ”Северни Кучај” Кучево. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 171-182)
- Spalević, V., Čurović, M., Anđelković, A., Đeković, V., Ilić, S. (2014): Calculation of soil erosion intensity in the Nedakusi watershed of the Polimlje region, Montenegro. Proceedings. 14-17 December. Skoplje, Makedonija (pp. 723-729).
- Стојановић, Љ., Остојић, Д., Вукин, М. (2007): Стање и перспективе заштите Строгог природног резервата ’Мустафа’. Шумарство бр. 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. . (стр. 13-24)
- Стојановић, Љ., Крстић, М., Бјелановић, И. (2005): Проредне сече у шумама хрста китњака на подручју североисточне Србије. Шумарство бр. 3. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-24)
- Thorntnwaite, C.W. (1948) An approach toward a rational classification of climate. The Geographical Review. 38, 55-94.
- Томићевић, Ј., Миловановић, М., Konold, W. (2005): Улога партиципације локалне заједнице у одрживом коришћењу природних ресурса Националног парка Таре. Шумарство бр. 4. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 81-92)
- Цвјетићанин, Р., Кошанин, О., Новаковић, М. (2005): Еколошке јединице шума хрста китњака у истраживаним састојинама североисточне Србије. Шумарство бр. 3, Удружење шумарских инжењера и техничара Србије; Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд. Београд. (стр. 25-36)
- (2010): Основа газдовања шумама за ГЈ ”Црна река” (2011-2020). Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд
- (2017): План управљања Строгим резерватом природе ’Фељешана’ за период 2018–2027. године. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд.
- [http://www.urbanlandmanagement.rs/wp-content/uploads/2010/09/RGZ\\_NIGP\\_Geoportal-.pdf](http://www.urbanlandmanagement.rs/wp-content/uploads/2010/09/RGZ_NIGP_Geoportal-.pdf)  
Национална инфраструктура геопросторних планова Србије - NIGP“)

## THE IMPACT OF VEGETATION ON THE QUALITY OF SURFACE WATER IN THE DRAINAGE BASIN OF THE PEK RIVER

*Aleksandar Anđelković*  
*Vojislav Đeković*  
*Vesna Nikolić*  
*Marina Vukin*

### Summary

The paper presents research conducted in the area of northeastern Serbia. It deals with the impact of land use on the change in the composition and quality of the drained atmospheric water in the Pek River Basin. We studied the structure of land use in the basin and the role of vegetation in maintaining the stability of the quality of sub-surface and surface water drained into the hydrographic network of the basin. The paper presents the following data obtained at the hydrological stations of Kučevo and Kusići: the average water quality values, the maximum allowable exceedance of biochemical and chemical oxygen demand per equivalent population, the degree of purification depending on the applied purification process and the average value of water quality parameters for the 1995-2015 period. It can be concluded that the stability of the inflow of groundwater depends on the quality of vegetation which thus plays a decisive role in the protection and improvement of the quality of the river water and in the protection of the basin against erosion. Industrial production, primarily in thermal power plants but also in other industrial plants of the investigated area, produces significant air pollution. Water vapour combines with smoke and dust particles and falls back onto the surface of the soil. Pollution from industrial plants returns through precipitation onto the soil surface. Mining activities require grinding and crushing of ores in order to eliminate waste and make pulp for the better utilization of ore reserves. Flotation, transport and processing require significant quantities of water, which move up to 70% of the total amount of the ground ore. Water washes out numerous flotation microelements that are detrimental to the environment of the basin, watercourses and groundwater. Water from surface flotation is retained within the surface pit mines, but sometimes dams break and the waste or the sediment leak from the flotation, which can destroy aquatic life in aquatic ecosystems. Vegetation that covers about 63.63% of the basin cannot change the quality of river water, but it can protect it against atmospheric water pollution. The Pek River, due to the backup of the Danube River in the zone of confluence, flows out of the main riverbed and floods the riparian agricultural estates, roads and houses. Intensive production requires modern agro-technology and the use of artificial fertilizers and pesticides. This type of management of agricultural fields in the basin, which cover 33.33% of its surface, further increases the pollution of underground and surface watercourses. The third problem is the pollution of the river water by communal wastewater. The facilities for the treatment of municipal wastewater have not been built although the law requires that all settlements with the population over 5,000 have such facilities. In order to alleviate this alarming state, it is necessary to implement adequate silvicultural procedures and measures of high stand regeneration, as well as measures for the improvement of degraded and coppice forests with the aim of establishing new good-quality and biologically stable stands. Care should be particularly taken to mitigate the harmful effects of abiotic and biotic factors which contribute to the processes of intensive forest decline, especially of oak forests. It is the significant share of high stands in the total forest growing stock that contributes to the great potential of forest complexes in the investigated area. This potential can be enhanced by afforestation of bare land, or by conversion of coppice stands into high forests. The good news is that the total unstocked land of the investigated area mostly comprises land suitable for afforestation. In the future activities of establishing artificial stands, the preference should be given to the autochthonous species of this area due to the poor state of artificially-established stands of conifers caused by the inadequate selection of species in relation to the type of habitat and the lack of tending measures. It is further necessary to educate the general public and the local population.