

Љуберађе (средњи ток) до  $1,113 \times 10^{-3}$  SI јединица у узорку земљишта у близини Власине (испод Власотинца). Статистичка "Box plot" анализа аномалија показала је да постоје 3 екстрема (аномалије вишег степена), који се налазе у узорцима земљишта у близини: Власине (испод Пусте реке), Власине (испод Власотинца) и Градске реке (пре улива у Власину), те 1 *outlier* (аномалија нижег степена), који се налази у узорку земљишта у близини Власине (пре ушћа Тегошнице).

Такође, извршена је корелациона анализа између MS и садржаја хемијских елемената, која је показала да не постоје изузетно јаке корелацијске везе ни са једним елементом. Из овога се може закључити да у узорцима Власине нема значајнијег антропогеног утицаја, будући да је код антропогеног утицаја уобичајено да постоје јаке корелације (вредност коефицијента корелације  $> 0,80$ ) с појединим тешким металима. У случају Власине најјача корелација запажена је са Мо (0,43), затим са Ag (0,29), а слабије корелације  $> 0,10$  утврђене су још између MS и следећих елемената: Zn (0,17); Cu (0,12); Pb (0,17); Ba (0,13); Mn (0,10); Ti (0,20); V (0,21); Tm (0,10); Lu (0,12); Hg (0,16); Bi (0,13); Th (0,15) и U (0,24).

Наведене корелације потврђују хипотезу о природном (геогеном) пореклу ових елемената преваходно из метаморфних стена које превладавају у овом подручју.

**6. Присуство органске материје антропогеног порекла у узорцима речног седимента Власине на водозахвату (Бољаре) и испод Власотинца (Конопница)**

Око 10 g узорка речног седимента, осушеног на ваздуху, је одмерено у балон са равним дном. У балон је додато 90 ml метанола, 10 ml дестиловане воде и 5 g калијум хидроксида и неколико каменчића за кључање који је затим рефлукован 2 часа. Узорци су процеђени кроз квантитативни филтер папир и талог је више пута испран са метанолом. Екстракт је затим издвојен испирањем са n-хексаном (два пута са по 50 ml n-хексана) у левку за одвајање. Хексан је упарен на ротационом вакуум упаривачу а екстракт је пренет у вегетас пастеровом пипетом.

Узорак је пречишћен хроматографијом на колони. Као адсорбенс је коришћен силика-гел (MERCCK неутрални, 70-230 меша), претходно активирани на 180 °C у току 8 часова. Засићена и ароматична фракције су заједно елуиране са n-хексаном и смешом n-хексана и бензена у запреминском односу 2:1. Фракција засићених и ароматичних угљоводоника је анализирана GC-MS техником инструментом Agilent 7890A GC (капиларна колона 30 m x 0,25 mm; стационарна фаза Agilent 7890A GC, дебљине филма 0,25 µm; носећи гас хелијум брзине протока 1,5 cm<sup>3</sup>/min) куплованог са квадриполарним масеним детектором Agilent 5975C (енергија јонизујућих електрона 70 eV). Колона је загревана у температурном интервалу од 80 °C до 300 °C, брзином 2 °C у минути. Температура од 300 °C одржавана је још 20 минута. Затим је, брзином од 10 °C/min, колона загрејана до 310 °C и та температура је одржавана 1 минут. Почетна температура колоне је била 80 °C, а температура ињектора 250 °C.

Једињења су идентификована на основу фрагментograma основних јона и то: n-алкани на основу јона m/z 71, фенантрен на основу јона m/z 178, метил-фенантрени на основу јона m/z 192, флуофен и пирен на основу јона m/z 202, хризен и бензо [a] антрацен на основу јона m/z 228 и бензо [a] пирен, бензо [e] пирен и перилен на основу јона m/z 252. Квантификација индивидуалних једињења је изведена одређивањем површина пикова у хроматограмима помоћу програма GCMS Data Analysis.

Оба узорка садрже релативно ниску количину екстрактабилне органске материје (узорак седимента Власине пре водозахвата садржи 0,016% и узорак седимента Власине испод водозахвата садржи 0,026%). На основу укупне масе угљоводоника (HC) у узорку седимента може се закључити узорци нису контаминирани нафтним загађујућим супстанцама, пошто је гранична вредност 100 µg HC/g седимента (Стојановић, 2009). На основу овог критеријума може се претпоставити да порекло угљоводоника у оба узорка није петрогенг (нафтног) типа. Према Turki et al (2016) уколико је концентрација укупних угљоводоника испод 50 µg HC/g седимента неопходно је проверити састав угљоводоника хроматографским техникама да би се утврдило њихово порекло, а уколико је количина преко ове вредности угљоводоници су нафтног порекла. Узорак седимента пре водозахвата садржи знатно мање угљоводоника (19,23 µg HC/g седимента) од овог строжијег критеријума, док узорак испод водозахвата има садржај преко 50 µg HC/g седимента (60 µg HC/g седимента).

Узорак	Маса екстракта (mg)	% екстракта	% угљоводоника у екстракту	µg HC/g узорка
Власина пре водозахвата	1,7	0,016	11,76	19,23
Власина испод водозахвата	1,3	0,026	23,08	60,00

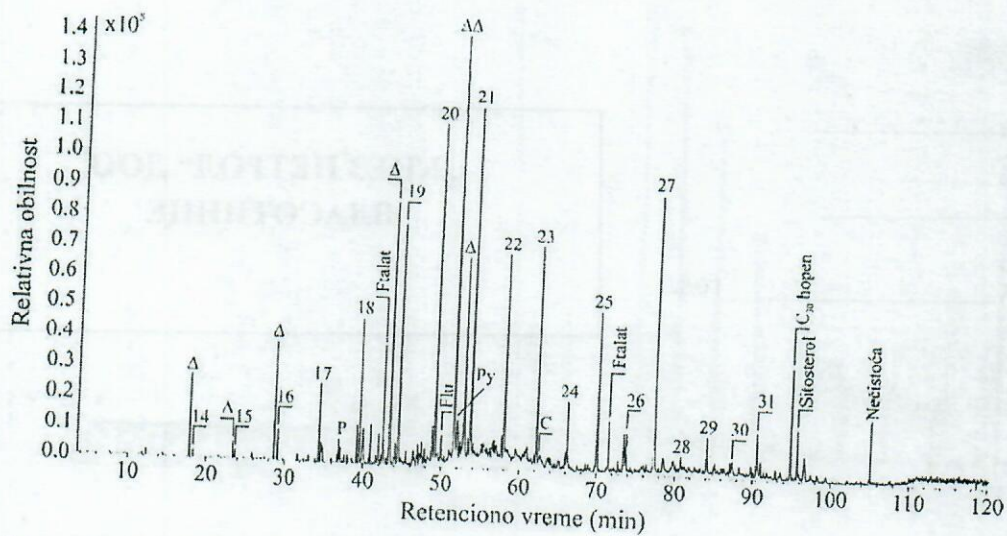
У оба узорка су идентификовани n-алкани. n-алкански опсег у узорку седимента пре водозахвата је од C<sub>14</sub>-C<sub>31</sub>, а у узорку седимента после Власотинца је од C<sub>13</sub>-C<sub>40</sub>. Оба узорка имају бимодалну расподелу са максималним вредностима на C<sub>21</sub> у случају узорка седимента пре водозахвата, тј C<sub>20</sub> у случају узорка седимента испод Власотинца, и C<sub>27</sub> у случају оба узорка што указује на мешовито порекло n-алкана. У речним седиментима нижи алкани (C<sub>10</sub> – C<sub>24</sub>) могу бити биогеног или петрогеног (нафтног) порекла, док су виши (C<sub>25</sub>+) биогеног порекла. Копнене биомасе доприносе вишим непарним n-алканима, док нижи алкани могу да

воде порекло од нафтних деривата али и од од зелених алги, које производе ниже алкане са парним бројем угљеникових атома. Вредност CPI (Carbon Preference Index) указује да у оба узорка доминантнију n-алкана са непарним бројем угљеникових атома, што указује да сувоземне биомасе доприноси садржају угљоводоника. CPI вредности за опсег од C<sub>15</sub>-C<sub>20</sub> су веће од 1 у оба узорка што показује да сувоземне биомасе доприноси садржају нижих непарних угљоводоника док парни највероватније потичу од зелених алги. Додатан доказ да су нижи алкани биогеног порекла се потврђује присуством алкена и диена, који нису присутни у нафтним дериватима и настају декарбоксилацијом масних киселина у алгама и бактеријама. Узорак пре водозахвата (CPI (C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>) 5,47) указује на знатно већи уплив сувоземне органске материје у односу на узорак после Власотинца (CPI (C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>) 1,54) (Farid et al.; 2010 и Yu et al.; 2016). Узорак испод Власотинца је потенцијално контаминиран загађивачима нафтног типа (порекла од интензивнијег саобраћаја), на шта указују релативно ниске CPI вредности. Ово је логично пошто је узорак узет у након урбане средине. У узорцима нису идентификовани карактеристични стерани и хопани (m/z 217 и 191) петрогеног (нафтног) порекла док су у оба узорка идентификовани C<sub>31</sub> хопен и ситостерол биогеног порекла. Поред тога у узорку седиманта испод Власотинца је идентификован 16 α (H) филотокдан који је пореклом од сувоземне биомасе.

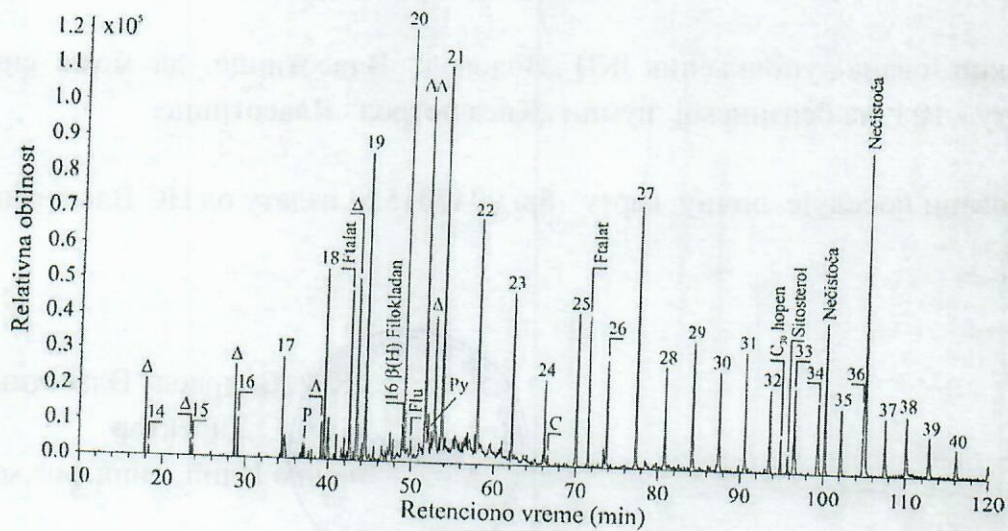
Узорак	CPI (C <sub>15</sub> -C <sub>35</sub> )	CPI (C <sub>15</sub> -C <sub>20</sub> )	CPI (C <sub>25</sub> -C <sub>35</sub> )	C max	MP/P	Flu/(Flu+Py)
Власина пре водозахвата	1,63	1,21	5,47	C <sub>21</sub> ; C <sub>27</sub>	0,5	0,6
Власина испод водозахвата	1,23	1,14	1,54	C <sub>20</sub> ; C <sub>27</sub>	0,4	0,5

CPI – Carbon Preference Index;  $CPI (C_{15} - C_{34}) = 1/2 [\sum \text{непарни} (n-C_{15} - n-C_{35}) / \sum \text{парни} (n-C_{16} - n-C_{34}) + \sum \text{непарни} (n-C_{17} - n-C_{33}) / \sum \text{парни} (n-C_{18} - n-C_{34})]$ ,  $CPI (C_{15} - C_{20}) = 1/2 [\sum \text{непарни} (n-C_{15} - n-C_{17}) / \sum \text{парни} (n-C_{16} - n-C_{18}) + \sum \text{непарни} (n-C_{17} - n-C_{19}) / \sum \text{парни} (n-C_{18} - n-C_{20})]$ ,  $CPI (C_{25} - C_{35}) = 1/2 [\sum \text{непарни} (n-C_{25} - n-C_{35}) / \sum \text{парни} (n-C_{26} - n-C_{34}) + \sum \text{непарни} (n-C_{26} - n-C_{33}) / \sum \text{парни} (n-C_{27} - n-C_{34})]$  (Bray, Evans, 1961.),  $MP/P = (3-MP+2-MP+9-MP+1-MP)/P$ ,  $Flu/(Flu+Py) = Flu/(Flu+Py)$  (Bakhtiari et al., 2010).

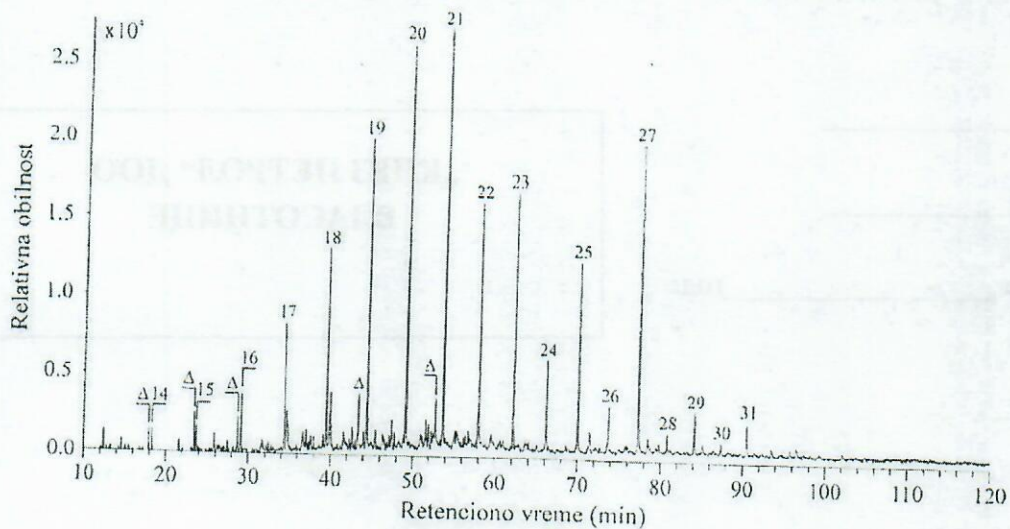
Количина аромата је ниска у оба узорка. Аценафтен, аценафтилен, нафтелен и метил нафталени нису детектовани ни у једном узорку. Количина метилованих полиароматичних угљоводоника (ПАХ) је знатно нижа од неметилованих, што је карактеристично за ПАХ-ове пирогеног порекла. Доказ пирогеног порекла је однос метил фенантрена и фенантрена и односа флуорантена и пирена, тј вредност MP/P је мања од 1, а однос Flu/(Flu + Py) је већи од 0,4 (Bakhtiari et al., 2010).



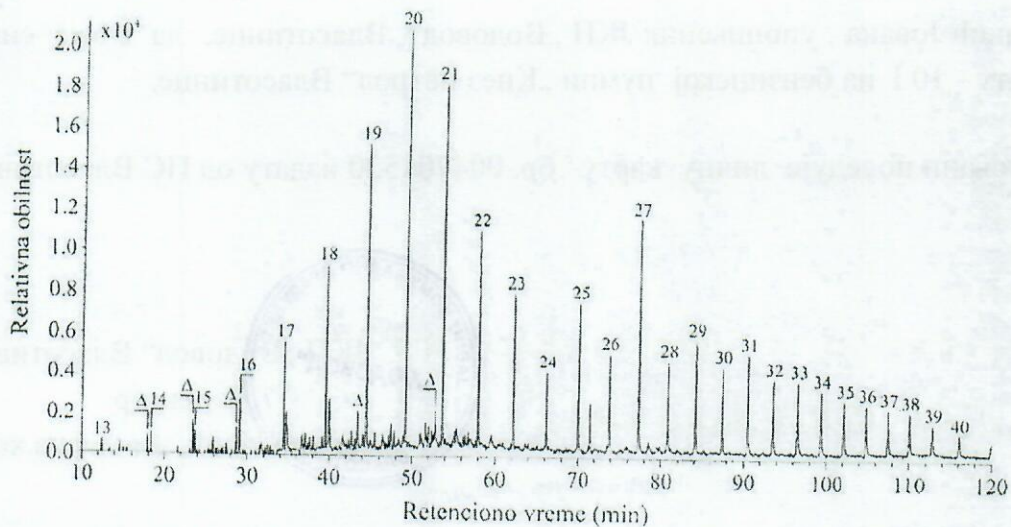
Слика 6.1: TIC (*Total Ion Current*) zasiћене и ароматичне фракције узорка Власина пре водозахвата, бројеви означанаји број угљеникових атома у *n*-алкану, Δ - алкен, ΔΔ - диен, P - фенантрен, Flu - флуорантен, Py - пирен, C - хризен.



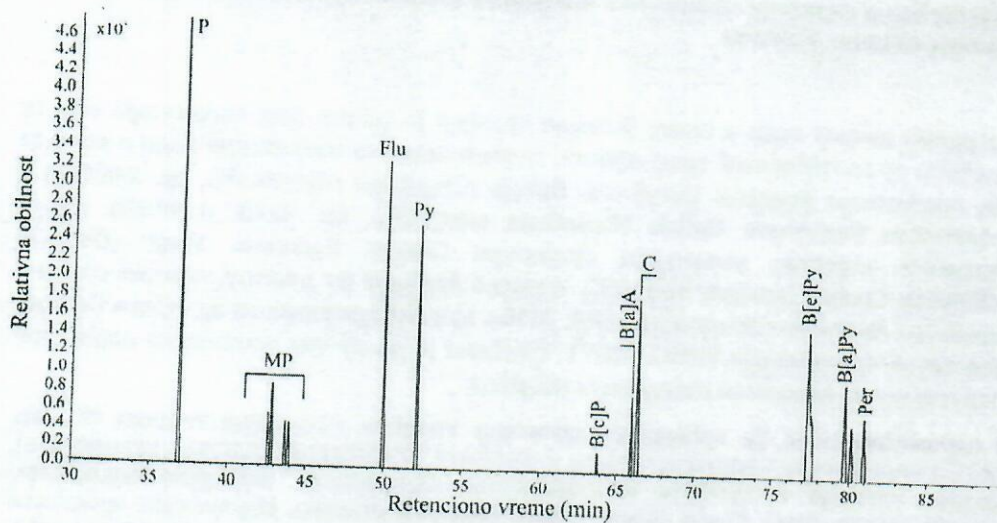
Слика 6.2: TIC (*Total Ion Current*) zasiћене и ароматичне фракције узорка Власина испод Власотинца, бројеви означанаји број угљеникових атома у *n*-алкану, Δ - алкен, ΔΔ - диен, P - фенантрен, Flu - флуорантен, Py - пирен, C - хризен.



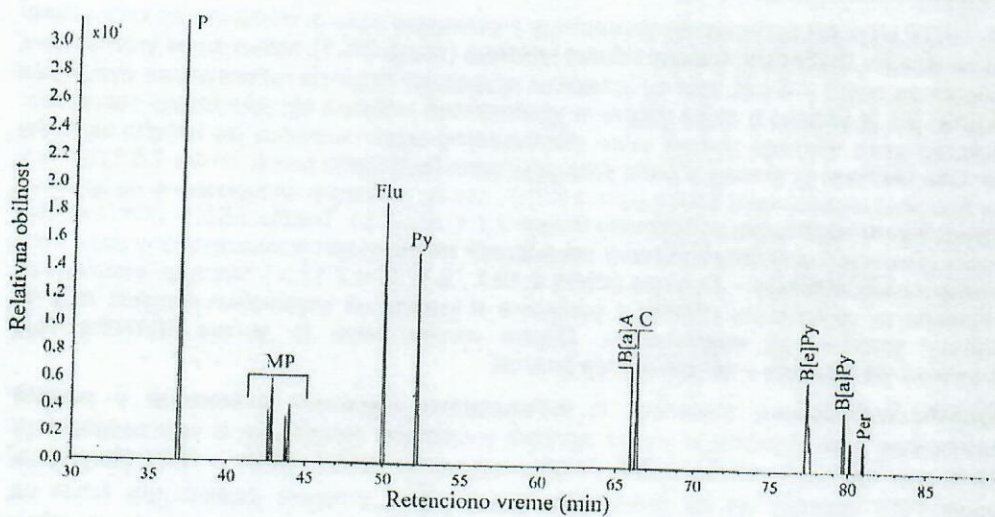
Слика 6.3: Фрагментогран  $m/z$  71 засићене и ароматичне фракције узорка Власина пре водозахвата, бројеви означанаји број угљеникоких атома у  $n$ -алкану,  $\Delta$  - алкен.



Слика 6.4: Фрагментогран  $m/z$  71 засићене и ароматичне фракције узорка Власина испод Власотинца, бројеви означанаји број угљеникоких атома у  $n$ -алкану,  $\Delta$  - алкен.



Слика 6.5: Фрагментогран  $m/z$  178 + 192 + 202 + 228 + 252 zasiћене и ароматичне фракције узорка Власина пре водозахвата, Flu - флуорантен, Py - пирен, B[c]P - бензо [ц] фенантрен, B[a]A - бензо [а] антрацен, C - хризен, B[e]Py – бензо [е] пирен, B[a]Py – бензо [а] пирен, Per - перилен.



Слика 6.6: Фрагментогран  $m/z$  178 + 192 + 202 + 228 + 252 zasiћене и ароматичне фракције узорка Власина испод Власотинца, Flu - флуорантен, Py - пирен, B[c]P - бензо [ц] фенантрен, B[a]A - бензо [а] антрацен, C - хризен, B[e]Py – бензо [е] пирен, B[a]Py – бензо [а] пирен, Per - перилен.

## 7. Закључци о садржају загађујућих материја у води и седиментима Власине и њених главних притока

- У узорцима речних вода у сливу Власине одређен је велики број параметара који су упоређени су са граничним вредностима, дефинисаним за површинске воде и воде за пиће, прописаним Уредбом Републике Србије (Службени гласник РС, бр. 24/2014) и Правилником Републике Србије (Службени лист СРЈ, бр. 42/98 и 44/99), као и иностраним нормама укључујући Директиве Савета Европске Уније (Directive 2013/39/EU; Council Directive 98/83/EC), односно Агенције за заштиту животне средине Сједињених Америчких Држава (US EPA, 2018a, b) и оне препоручене од стране Светске здравствене организације (WHO, 2017). Утврђено је да су сви испитивани параметри испод граничних вредности наведених стандарда.
- Од параметара чије су вредности прописане Уредбом (Службени гласник РС, бр. 50/2012) одређени су садржаји нитрата и фосфата (показатељи садржаја нутријената), садржаји хлорида и сулфата и (показатељи салинитета), електропроводљивост, садржаји арсена, бора, бакра, цинка, хрома, гвожђа и мангана. Изузимајући вредности садржаја нитрата у узорцима речних вода Љуберађа - средњи ток (2,181 mgN/L), Власина испод Пусте реке (1,953 mgN/L), Власина - пре ушћа Тегошнице (1,586 mgN/L), и садржаја арсена (7,13 µg/L) и нитрата (1,874 mgN/L) у узорку Љуберађа – извор, који одговарају квалитету река класе II (добар еколошки статус), вредности свих измерених параметара у осталим узорцима испитиваних речних вода су у опсезима карактеристичним за речне воде одличног еколошког статуса (класа I).
- SEM – EDX анализа суспендованих честица у узорцима вода је показала да се у узорку воде са извора Љуберађе налази обиље честица (слика 2.5.1), мање-више уједначених величина од око 3 – 4 µm, које су углавном природног порекла од минерала калцијума (калцита) јер је управо у овом узорку и детектована највиша концентрација калцијума. Присуство ових честица (голим оком невидљивих) може значајно да повећа мутноћу воде. Ове честице су уочене у свим узорцима реке Љуберађе (напр. слика 2.6.1) као и у реци Власини након њеног улива (слика 2.7.2), где су углавном адсорбоване на крупним суспендованим честицама из Власине (слике 2.7.1. и 2.7.3.). Такође SEM – EDX анализа је показала изузетно велику количину земљишног материјала суспендованог у води реке Власине на водозахвату – Бољаре (слике 2.12.1., 2.12.2. и 2.12.3.). Честице земљишног материјала су неједнаких облика и величина и указују на механичке процесе које их генеришу узводно од водозахвата. Општи изглед воде је висока мутноћа боје земљишног материјала – на граници са блатом.
- Резултати испитивања токсичних и потенцијално токсичних елемената у речним седиментима реке Власине и њених притока и околном земљишту, а чији садржаји су дефинисани правилником бр. 55/05, 71/05 – исправка, 101/07, 65/08 и 16/11 (Службени гласник РС) показују да су измерене вредности у узорцима седимената нижи од максимално дозвољених концентрација. У узорцима земљишта, уочен је повећан садржај: Си у узорку земљишта у близини Тегошничке реке (Добровиш), V у узорку земљишта у близини Власине (испод Пусте реке), Hg у узорцима земљишта у близини Љуберађе (мерни профил) и земљишта у близини Власине (испод Пусте реке), као и Со на неколико локалитета. Треба истаћи да су вредности за садржај бакра, ванадијума и живе незнатно веће од граничних максималних вредности прописаних Уредбом о земљишту. Такође, испитивани елементи су доминатно чврсто везани у резидуалној, имобилној, четвртој (кристалној структури алумосиликата) и трећој фракцији (органиски везаног), што указује да ови елементи реално не представљају опасност по животну средину јер нису мигративног карактера. Израчунати фактори обogaћења (ФО) за

елементе за које се дефинише антропогено загађење (Zn, Ni, Cu, Cr, Pb, Cd, As и Hg) показују слабо загађење и земљишта и седимената, за већи број локација. Ту се пре свега мисли на растварање садржаја са дивљих депонија смећа, као један од доприноса загађењу, са којих се ови елементи спирају и уносе у речне токове напр. из истрошених батерија (Ni и Cd), од боја са различитих амбалажа (Cr, As, Zn), из издувних гасова саобраћајнице дуж реке (Pb наталожено у периоду док се користило гориво са тетраетил-оловом) или коришћења плавог камена односно бакар сулфата (Cu) док је порекло Hg највероватније природно. Каменолом на реци Тегошници је такође извор тешких метала у реку Тегошницу одакле могу доспевати и у Власину, у зависности од обима рада и количине испраног материјала. Такође израчунати индекси геоаккумуляције  $I_{geo}$  указују на одређено гомилање Ni и As у седименту реке Тегошнице испод каменолома, док за друге елементе овај индекс има негативну вредност, указујући на то да не долази до значајног нагомилавања ових елемената у речном седименту. Овакав резултат је пре свега захваљујући томе што је у питању планиски слив са бујичним токовима, где за разлику од равничарских река долази спорије до нагомилавања антропогеног загађења, што никако не значи да није опасно загађивати овај слив јер су опасни елементи у непресталној хемијској интеракцији вода-земљиште-седимент, везују се за земљиште/седимент чинећи "еколошку темпирану бомбу" одакле се у неповољним екохемијским условима (промена киселости воде, промена оксидоредукционог потенцијала и сл.) отпуштају у улазе у састав воде нарушавајући њен квалитет.

- Измерене вредности магнетне суцептибилности (МС) у узорцима седимената и реке Власине и њених притока као и околног земљишта претежно су врло ниске, уз неколико локација с нешто вишим вредностима. Статистичка "Box plot" анализа аномалија указује на 3 екстрема (аномалије вишег степена), који се налазе у узорцима земљишта у близини: Власине (испод Пусте реке), Власине (испод Власотинца) и Градске реке (пре улива у Власину), и на 1 *outlier* (аномалија нижег степена), који се налази у узорку земљишта у близини Власине (пре ушћа Тегошнице). Такође, корелациона анализа између МС и садржаја хемијских елемената показује да не постоје изузетно јаке корелацијске везе ни са једним елементом (вредност коефицијента корелације  $> 0,80$ ). Из овога се може закључити да у испитиваним узорцима нема значајнијег антропогеног загађења. Најјача корелација запажена је са Мо (0,43) док су остале вредности мање од 0,03. Овај резултат потврђује хипотезу о доминантном природном (геогеном) пореклу ових елемената превасходно из метаморфних стена које превладавају у овом подручју.
- Испитивања садржаја органске материје у седименту реке Власине на водозахвату и (Бољаре) и испод града Власотинца (Конопница) указују на низак садржај екстрактабилне органске материје (узорак седимента Власине пре водозахвата садржи 0,016% и узорак седимента Власине испод водозахвата садржи 0,026%). Укупне масе угљоводоника (НС) у испитиваним узорцима седимената су знатно ниже од гранична вредности (100  $\mu\text{g}$  НС/g седимента). На основу овог критеријума може се претпоставити да порекло угљоводоника у оба узорка није петрогеног (нафтног) типа. Узорак седимента на водозахвату садржи и знатно ниже вредности угљоводоника (19,23  $\mu\text{g}$  НС/g седимента) од строжијег критеријума (50  $\mu\text{g}$  НС/g), док узорак испод водозахвата има садржај од 60  $\mu\text{g}$  НС/g седимента што је незнатно више од строжије нормe (50  $\mu\text{g}$  НС/g седимента) као последица утицаја урбане средине, али свакако испод максимално дозвољене концентрације. У оба узорка су идентификовани нижи n-алкани мешовитог порекла (биогеног и петрогеног) док су виши биогеног порекла од копнене биомасе.



Присутни алкени и диени потичу од декарбоксилације масних киселина у алгама и бактеријама указујући на процесе еутрификације у малим акумулацијама узводно од водозахвата, где услед одласка кисеоника из воде креће бујање барских алги и биљака заједно са барским животињама које се након угинућа распадају. Узорак испод Власотинца је потенцијално контаминиран загађивачима нафтног типа порекла од интензивнијег саобраћаја. Ово је логично пошто је узорак узет након урбане средине. Количина аромата је ниска у оба узорка. Аценафтен, аценафтилен, нафтелен и метил нафталени нису детектовани ни у једном узорку. Количина метилованих полиароматичних угљоводоника (ПАХ) је знатно нижа од неметилованих, што је карактеристично за ПАХ-ове пирогеног порекла. У оба узорка детектовани су фталати који потичу из пластичне амбалаже са дивљих депонија одакле се спирају улазећи у воде одакле се делом адсорбују на честицама речног седимента.

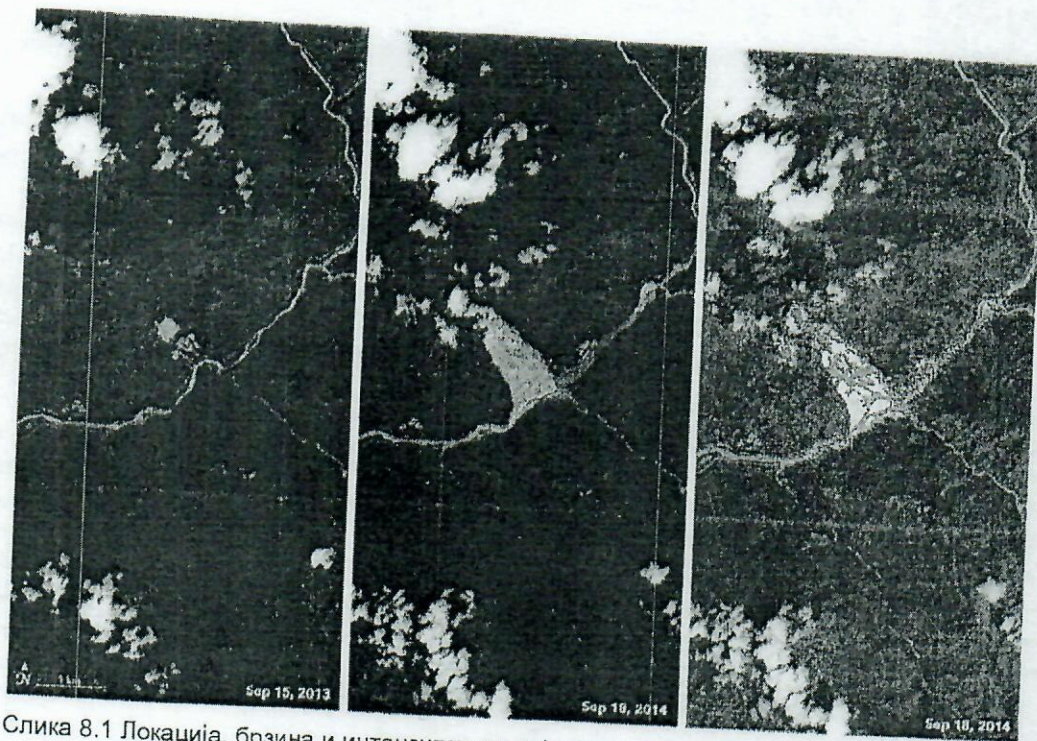
## 8. Утицај малих хидроелектрана на слив реке Власине и водоснабдевање општина Власотинце

У последњих неколико година велика пажња се посвећује повећању интензитета ерозија изазваних све интензивнијим падавинама због промене климе. Сведоци смо да у последње време, у једном дану количине падавина достижу нивое годишњих вредности у предходним декадама, као директне последице све већих екстрема у климатским променама. Тако интензивне падавине покрећу бујичне ерозије и клизишта широких размера. Тако на пример у 2014. години када су Србију, а нарочито Посавину, задесиле велике поплаве проузроковане интензивним падавинама, због јаког натапања земљишта покренуто је око 3000 клизишта у Србији (COST ES1306 SCIENTIFIC WORKSHOP, 2017 Belgrade).

Људске активности остављају директне последице по морфологију терена и површинске процесе на земљи (Tarolli, 2014). Због тога је неопходно пажљиво планирање у животној средини како би се обезбедио одрживи развој и умањиле последице антропогених измена терена. Значајна корелација нађена је између ерозије и градијента нагиба терена (Prosdocimi и др. 2016). Линеарна регресиона анализа потврдила је значајну позитивну везу између губитка земљишног материјала и повећања градијента нагиба терена. Најновија научна истраживања директно означавају антропогене активности, које се односе на измене терена, у комбинацији са климатским променама, као главни узрок значајне промене динамике поплава уз драстично повећање хидрауличног ризика (Viero и др. 2019). Антропогена модификација терена, као што је изградња насипа, поткопавања терена, огољавање терена уклањањем зеленог покривача или слегање земљишта у вишим деловима сливова река, директно значајно утиче на динамику поплава и хидрауличну опасност у нижим деловима сливова.

Тим научника из NASA је дизајнирао аутоматизовани систем детекције ерозија и клизишта на Глобалном нивоу који функционишу у реалном времену. Овај систем анализира узастопне слике на истој локацији (слика 8.1.) у циљу откривања ерозија и клизишта и њихове динамике, интегрише се са системом глобалних мерења падавина и идентификује како локације тако и евидентира датуме појаве клизишта (Data to Automatically Detect Potential Landslides <https://github.com/NASA-DEVELOP/DRIP-SLIP>). Како се може видети на слици 8.1. у само 3 дана након радова на брдском подручју, ерозије поримају значајне рамере. Мерења добијена овим системом су показала да је регион југоисточне Србије подложен интензивним ерозијама и клизиштима, што је светлим тачкама означено на слици 8.2.

На основу најновијих научних доказа јасно је да су брдскопланински предели подложни јаким, бујичним ерозијама и клизиштима као кључним чиниоцима деградације земљишта, које је такође један од горућих проблема данашњице због рапидног нестајања обрадивог пољопривредног земљишта. Ако се у брдскопланинским пределима изводе грађевински радови, неминовно долази до деградације терена, због огољавања уклањањем биљног покривача. Због засецања и поткопавања брда ради уградње зграда и уређаја за малехидроелектране (МХЕ), пробијање путева и сл. логично је очекивати све наведене проблеме које наука већ увелико идентификује а и који су се више пута потврдили у пракси ближе прошлости.



Слика 8.1 Локација, брзина и интензитет ерозије откривен системом за аутоматско детектовање клизишта и ерозија.



Слика 8.2. Глобални каталог клизишта начињен сателитским мерењима у периоду 2007-2013 комбинованим са интензитетом падавина. Credits: NASA/Goddard/Joy Ng

Водоснабдевање општине Власотинце већ трпи последице постављања МХЕ на реци Власини и њеним притокама. У води реке Власине на водозахвату идентификовали смо обиље честица деградираног земљишног материјала које указује на постојање активних центара ерозија узводно од водозахвата, из који се непрестано обрушава земљишни

материјал и уноси у водотокове, пристижући на водозахват. На рекама где још увек нема МХЕ такв ерозивни материјал у води нисмо учили. Количина и природа ерозивног земљишног материјала у води реке Власине на водозахвату је толиких размера (на граници блата) да технолошко постројење фабрике воде није у стању да такву воду доведе до степена пијаће воде. Суспендоване честице у води на водозахвату (Бољаре), како је показала SEM – EDX анализа су микрометарских величина које филтери фабрике воде нису у стању да уклоне, нити је такв проблем воде постаојао у периоду пре изградње малих хидроелектрана. Наиме, овај проблем је изражен нарочито након обилних падавина, када општина и град Власотинце данима остаје без воде, угрожавајући живот десетинама хиљада људи у тој општини.

Све хемијске анализе урађене у оквиру ове студије показале су да су воде реке Власине и њених притока изузетно високог квалитета, са варијацијама у саставу природних конституената и са минималним назнакама антропогеног загађења, које за сада још увек не нарушава њихов квалитет. Антропогени утицај углавном потиче од саобраћајница дуж реке Власине и њених притока, од дивљих депонија али и од еутрофикације у малим акумулацијама које су већ изграђене дуж река неопходним за мале хидроелектране, у којим из чисте планинске воде обогаћене кисеоником услед његовог испаравања долази до бујању барских биљака и алги и последичне појава барских животиња, након чијег изумирања долази до повећања садржаја нитрата али и појава алкена (који су и детектовани на водозахвату) као директан доказ процеса распадања у еутрофикованим воденим системима.

У табелама 8.1, 8.2 и 8.3 приказани су спискови инсталираних и планираних МХЕ на реци Власини и њеним притокама.

Табела. 8.1. Повлашћени произвођачи и они који већ имају уговоре

	ПРОИЗВОЂАЧ/ ИНВЕСТИТОР	НАЗИВ ЕЛЕКТРАНЕ	ЛОКАЦИЈА ЕЛЕКТРАНЕ	ИНСТАЛИСАНА СНАГА (kW)	БРОЈ УГОВОР А/ РЕШЕЊ А/ ЗАХТЕВ А	ДАТУМ ВАЖЕЊА УГОВОРА/ РЕШЕЊА/ ДАТУМ ЗАХТЕВА	
<b>МХЕ које имају уговор са ЈП ЕПС Огранак ЕПС Снабдевање као повлашћени / привремено повлашћени произвођачи електричне енергије</b>	1.	МХЕ Крстићи ДОО Власотинце	МХЕ Крстићи 667 kW општина Црна Трава	река Власина општина Црна Трава	667	18-06- 4255/1- 13	01.10.2025
	2.	Друштво за производњу електричне енергије МХЕ Баре ДОО Власотинце	МХЕ Баре 1162 kW општина Црна Трава	река Власина општина Црна Трава	1162	18-14- 3938/2- 14	01.03.2026
	3.	ЕСО ENERGO GROUP д.о.о. Београд, Милутина Миланковића 9 Б	МХЕ ЛИВАЂЕ	Дарковачка река општина Црна Трава	450	117/1-13	01.09.2022
	4.	ПД Грађевина- високоградња и производња Електричне енергије д.о.о. Дарковце	МХЕ Дарковце	Дарковачка река, општина Црна Трава	186	18-03- 2018/2- 15	01.10.2026
	5.	МХЕ ЈАБУКОВИК ДОО Београд	МХЕ ЈАБУКОВИК 1520 kW општина Црна Трава	река Градска река општина Црна Трава	1520	18-14- 2434/1- 14	01.11.2025
	6.	ЕСО ENERGO GROUP д.о.о. Београд, Милутина Миланковића 9 Б	МХЕ Горње Гаре I	река Власина КО Криви Дел општина Црна Трава	993	114/1-13	31.01.2024
	7.	ЕСО ENERGO GROUP д.о.о. Београд, Милутина	МХЕ Горње	река Власина КО Криви Дел	993	115/1-13	31.01.2024

	Миланковића 9 Б	Гаре II	општина Црна Трава				
	8. ECO ENERGO GROUP д.о.о. Београд, Милутина Миланковића 9 Б	МХЕ Доње Гаре I	река Власина КО Криви Дел општина Црна Трава	990	116/1-13	30.06.2024	
	9. ECO ENERGO GROUP д.о.о. Београд, Милутина Миланковића 9 Б	МХЕ Доње Гаре II	река Власина КО Криви Дел општина Црна Трава	990	118/1-13	31.08.2024	
	10. ECO ENERGO GROUP д.о.о. Београд, Милутина Миланковића 9 Б	МХЕ Доње Гаре III	река Власина КО Криви Дел општина Црна Трава	500	119/1-13	01.08.2025	
	11. HIDROWATT д.о.о. Београд	МХЕ Поштица	река Поштица КО Доње Гаре општина Власотинце	700	II-1310/84-10	01.09.2022	
	12. ECO ENERGO GROUP д.о.о. Београд, Милутина Миланковића 9 Б	МХЕ ТЕГОШНИЦА	река Власина КО Криви Дел општина Црна Трава	640	190/1-13	01.07.2022	
	13. Vlasina ECO ENERGO BEOGRAD	МХЕ ПРОДАНЧА	Бистричка река општина Власотинце	175	18-03-02-4929/5-17	26.12.2029	
	14. Vlasina ECO ENERGY BEOGRAD	МХЕ Ђорђине	Бистричка река општина Власотинце	320	18-03-02-4929/2-17	05.01.2029	
	15. POWER-B.N.M доо Кумарево	МХЕ ПОРЕЧЈЕ	Рупска река општина Лесковац	1300	18-03-313/1-15	01.10.2026	
Регистар повлашћених произвођача електричне енергије Министарства рударства и енергетике Републике Србије	16. КОНТАКТ РЕКА доо, Црна Трава	Састав Река	река Власина општина Црна Трава	500	312-01-00239/20-18-06	29.03.2018	
	17. MINI HYDRO INVESTMENTS-PROJECTS доо, Београд	Видњиште	река Видњиште општина Црна Трава	299	312-01-00003/20-18-06	18.04.2018	
Регистар издатих енергетских дозвола Министарства рударства и енергетике Републике Србије	18. MBS Energy д.о.о.	Састав Река	Власина општина Црна Трава	1520	312-01-00077/20-07-08	03.08.2007.	
	19. Станко Николић, Црна Трава	Петкови 1	Власина, Градска, Дарковачка општина Црна Трава	80	312-01-00043/20-15-06	17.06.2015.	
	20. Горан Бјелић, Београд	Модра стена	Власина, Лужница општина Бабушница	855	312-01-00447/20-15-06	08.07.2015.	
	21. Горан Бјелић, Београд	Грнчар	Власина, Лужница општина Бабушница	23	312-01-00448/20-15-06	08.07.2015.	
	22. MINE INVEST DOO ARANDELOVAC, Аранђеловац	Љуберађа	Власина, Лужница, Мурговица општина Бабушница	340	312-01-00965/20-15-06	14.12.2015.	
	23. MINI HYDRO INVESTMENTS-PROJECTS доо Београд, Београд	Видњиште	река Видњиште општина Црна Трава	299	312-01-00434/20-15-06	20.01.2016	
	24. S&T ENERGY TEAM DOO, DARKOVCE	Махала	Преслапска река, општина Црна Трава	310	312-01-00870/20-16-06	25.07.2016.	
	25. MINE INVEST DOO ARANDELOVAC	Страњево	Власина, Тегошница општина Власотинце	460	312-01-00586/20-17-06	10.07.2017	

	26. S&T ENERGY TEAM DOO. DARKOVCE, Црна Трава	Белчине	Власина општина Црна Трава	450	312-01- 00024/20 18-06	03.05.2018.
	27. WATER GREEN ENERGY doo Kumarevo, Лесковац	Беско	Рупска (Козарачка) река општина Власотинце	1400	312-01- 00804/20 18-06	04.10.2018.
Предат захтев за енергетску дозволу	28. EKO S ENERGO	Падина	Рупска река општина Власотинце	960	312-01- 00939/20 18-06	03.10.2018

Табела. 8.2. МХЕ која је у процедури:

Инвеститор	Назив електране	Локација	Инсталисана снага MW
29. "EKO S ENERGO" d.o.o. Гложане, Лесковачки пут 66, Гложане-Власотинце	Градинче	Рупска река, општина Власотинце	0,96 + 0,56

Табела 8.3. Додатне могуће локације за изградњу МХЕ у сливном подручју Власине, Катастар малих хидроелектрана СР Србије ван САП

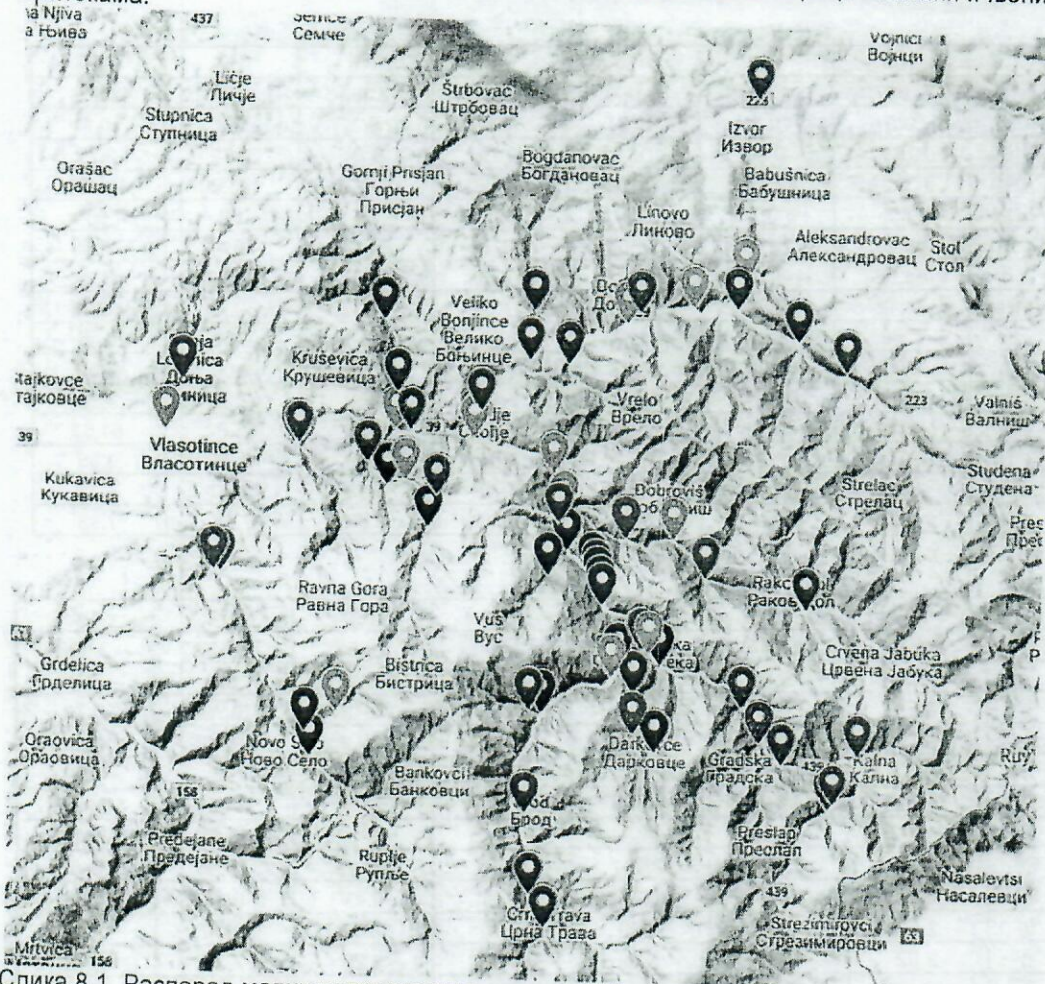
Број у катастру МХЕ	Назив МХЕ	Општина	Река	Инстал. протикај (m <sup>3</sup> /s)	Пад (m)	Снага (kW)	Годишња производња (kWh)	Тип турбина	Број турбина
30. 277	Попови	Црна Трава	Власина, Мала река	0,950	28,0	200	854000	Francis	2
31. 278	Црна Трава	Црна Трава	Власина	0,310	47,0	110	465000	Francis	2
32. 279	Средор	Власотинце	Власина, Шишавица	0,159	74,0	90	381000	Pelton	2
33. 280	Бољаре	Власотинце	Власина, Растваница	0,124	214,0	190	820000	Pelton	2
34. 281	Сукмари	Власотинце	Власина, Бистрица	0,387	117,0	325	1393000	Pelton	2
35. 284	Јаворје	Власотинце	Власина, Бистрица	0,141	217,0	215	928000	Pelton	2
36. 285	Камењари	Власотинце	Власина, Пуста	1,538	34,5	430	1844000	Francis	2
37. 286	Џакманово	Власотинце	Власина, Пуста	1,353	30,0	380	1621000	Francis	2
38. 287	Присјан	Власотинце	Власина, Пуста	0,348	49,0	135	573000	Francis	2
39. 288	Свође	Власотинце	Власина, Лужница	3,996	38,5	1500	6360000	Francis	2
40. 291	Стрижевац	Бабушница	Власина, Лужница	0,412	42,0	145	618000	Francis	2
41. 292	Тробшинци	Бабушница	Власина, Лужница, Рјавица	0,384	48,5	160	691000	Francis	2
42. 293	Боњице	Бабушница	Власина, Лужница, Јабланица	0,190	77,5	105	455000	Pelton	2
43. 295	Радињинце	Бабушница	Власина, Лужница, Мурговица	1,054	31,0	260	1106000	Francis	2
44. 296	Сип	Бабушница	Власина, Лужница, Мурговица	0,912	36,5	255	1092000	Francis	2
45. 297	Стрелац	Бабушница	Власина, Лужница, Мурговица, Валинишка	0,570	45,0	180	938000	Francis	2
46. 299	Лука	Бабушница	Власина, Тегошница	0,615	96,0	430	1843000	Francis	2
47. 300	Раков Дол	Бабушница	Власина, Тегошница	0,168	96,5	125	527000	Pelton	2
48. 301	Друм	Власотинце	Власина, Бованштица, Поштица	0,180	147,5	190	809000	Pelton	2
49. 304	Златкови	Црна Трава	Власина, Градска	1,290	45,5	450	1934000	Francis	2
50. 305	Радивојини	Црна Трава	Власина, Градска	0,714	55,5	300	1284000	Francis	2
51. 306	Батлаци	Црна Трава	Власина, Градска, Препештица	0,291	55,5	120	524000	Francis	2
52. 308	Петкови	Црна Трава	Власина, Градска, Дарковачка	2,475	98,0	1980	8409000	Francis	2
53. 310	Градска	Црна Трава	Власина, Градска, Видњиште	0,333	139,5	340	1447000	Pelton	2
54. 312	Криви Дел	Црна Трава	Власина, Градска, Преслапска	0,153	134,0	150	642000	Pelton	2
55. 313	Жутинци	Црна Трава	Чемерница	0,314	48,0	110	470000	Francis	2

Подаци о електранама преузети су из следећих извора:

Преглед уговора ЈП ЕПС Огранак ЕПС Снабдевање са повлашћеним / привремено повлашћеним произвођачима електричне енергије, ЈП ЕПС Огранак ЕПС Снабдевање, <http://www.eps-snabdevanje.rs/obnovljeni/>

[Izvori/Documents/PREGLED%20UGOVORA%20SA%20POVLASCENIM%20I%20PRIVREMENO%20POVLASCENIM%20PROIZVODJACIMA%202018.pdf](#), приступљено 6. новембра 2018. године.  
 Регистар повлашћених произвођача електричне енергије, Министарство рударства и енергетике Републике Србије, [http://www.mre.gov.rs/doc/registar-061118.htm#Sec\\_MHE](http://www.mre.gov.rs/doc/registar-061118.htm#Sec_MHE), приступљено 6. новембра 2018. године.  
 Регистар издатих енергетских дозвола, Министарство рударства и енергетике Републике Србије, [http://www.mre.gov.rs/doc/registar\\_ed-061118.htm#Sec\\_MHE](http://www.mre.gov.rs/doc/registar_ed-061118.htm#Sec_MHE), приступљено 6. новембра 2018. године.  
 Захтеви за енергетске дозволе, Министарство рударства и енергетике Републике Србије, [http://www.mre.gov.rs/doc/Zahlevi\\_ED-151118.htm](http://www.mre.gov.rs/doc/Zahlevi_ED-151118.htm), приступљено 22. новембра 2018. године.  
 Катастар малих хидроелектрана СР Србије ван САП, Оперативно дистрибутивни систем "ЕПС Дистрибуција", <http://www.elektrorrbija.rs/me/images/dokumenti/Katastar%20MHE%20u%20Srbiji.pdf>, приступљено 6. новембра 2018. године.

На следећој слици приказан је распоред малих хидроелектрана на реци Власини и њеним притокама.



Слика 8.1. Распоред малих хидроелектрана на реци Власини и њеним притокама.

[https://drive.google.com/open?id=1ieQC\\_33YVn6hdXsoFXTGcaHpS5cGSxSu&usp=sharing](https://drive.google.com/open?id=1ieQC_33YVn6hdXsoFXTGcaHpS5cGSxSu&usp=sharing)

\*На интерактивној мапи ([https://drive.google.com/open?id=1ieQC\\_33YVn6hdXsoFXTGcaHpS5cGSxSu&usp=sharing](https://drive.google.com/open?id=1ieQC_33YVn6hdXsoFXTGcaHpS5cGSxSu&usp=sharing)) се могу видети локације МХЕ са јасно истакнутим статусом електране у различитим бојама и места узорковања:

\*Црно - МХЕ које раде.

\*Црвено - МХЕ које имају статус повлашћеног произвођача електричне енергије или имају енергетске дозволе, па су евидентирани у одговарајућим Регистрима Мин. рударства и енергетике.

\*Сиво - То су могуће додатне МХЕ које су обухваћене Катастром МХЕ

\*Зелено - места на којима су узети узорци вода, речних седимената и земљишта

У предходним табелама од укупно побројаних МХЕ (55) за сада су у радном режиму претнаестак њих. Ако садашњих петнаестак МХЕ које су у радном режиму производи наведене проблеме у водоснабдевању, није тешко претпоставити размере проблема уколико свих 55 МХЕ отпочну са радом.

Проблем водоснабдевања није једини који ће ове МХЕ изазвати. Пре свега реке се измештају из својих, милонима година формираних и непропусних, корита. Стварањем малих (каскадних) акумулација долази до „хоризонталног“ губитка воде која из акумулација, где је њен ниво издигнут у односу на формирано и непропусно корито, продире у околно земљиште натапајући га и стварајући ризик за покретање клизишта. Та клизишта су посебно опасна јер је у питању земљиште под великим нагибом и комбиновано са бујичним ерозијама, изазваних екстремним падавинама, може довести до уништење свих добара низводно прекривајући их огромним количинама земљишног материјала, укључујући и град Власотинце. Такође с једне стране губи се количина воде у реци а са друге стране ремети се режим подземних вода које су у динамичкој равнотежи са површинским водама. Нестају на просторима где их је било а појављују се тамо где их није било, са негативним утицајем на биодиверзитет, чак до његовог истребљења, укључујући и локално становништво које остаје без воде и које ће бити приморано да се расељава, остаљајући за собом пустош.

МХЕ нису нити обновљиви нити чист извор електричне енергије. Иако МХЕ не емитује угљендиоксид, из малих акумулација врло брзо након еутрофикације креће емисија метана (барског гаса), који је такође гас са ефектом стаклене баште али са многоструко јачим потенцијалом за ефекат стаклене баште од самог угљендиоксида. Треба узети у обзир и коришћење токсичних и канцерогених уља за подмазивање турбина, које је у контакту са речном водом чиме је додатно загађује.

Наведени проблеми везани за екстремно повећање динамике седимента, изазвано бујичним падавинама, су већ препознати у највишим међународним научним круговима који се умрежавају на европском и глобалном нивоу кроз заједничке научне пројекте, чији је циљ изналажење начина за превенцију ерозија, клизишта што све заједно води деградацији земљишта (НАП, 2014) као вредног ресурса, које рапидно и неповратно нестаје управо због оваквих и сличних људских активности (нпр. европски пројекти ES1306 (2014 – 2018) и СА 18135 (2018 – 2022)). Наведени пројекти су усмерени на то да премосте јаз између постојећих научних знања из основних наука и социоекономских апсеката комбинујући индивидуалне елементе као што су биота, земљиште, бујице и ерозије чинећи модеран (*state-of-the art*) приступ решавању проблема. Активности у таквим пројектима су усмерене пре свега на процени климе, метеорологије јер климатски услови, управљање шумама као и социоекономски услови се морају узети у обзир, за разумевање динамике седимената.

Да би се разумео утицај екосистема потребно је инкорпорирати својства земљишта са тачке гледишта биодиверзитета, хидрологије и ерозија. Биота има велики утицај на водене флуксе. Физика земљишта, хемијске и биолошке промене у земљишту, биогеохемијски циклус и посебно улога органске материје из земљишта за умањење гасова са ефектом стаклене баште и нутриенти као залиха хране, су такође од великог интереса. У Европи и шире, врло организоване групе већ увелико раде на процесима као што су одбијање вода и на изменама својстава земљишта и његовог квалитета као понора угљеника.

Каква је улога типа вегетација на датом простору, управљање земљиштом, интензитета пожара, услови хидролошких система, нагиб слива, колико су водени флуксеви и седимент рањиви и колико омогућавају кретање супстанци кроз пределе, изазивајући проблеме као што су поплаве, седиментација, и сл. није узето у обзир код планирања изградње МХЕ у сливу реке Власине. Последице пуштања у рад првих МХЕ у сливу реке Власине су већ евидентне кроз проблеме динамике седимената које су последица појачане ерозије огољених терена због радова на њиховим инсталацијама. Због интензивних падавина зелени покривачи се неће сами нити лако рекултивисати, напротив направљени су активациони ерозиони центри на том терену који ће се временом повећавати, јер је омогућено брже и дубље продирање падавинских вода, што ће у будућности довести до



обрушавања земљишног материјала широких размера. Како је у питању брдско планинска област, сав тај ерозивни материјал ће мигрирати према Власотицу, које већ трпи последице у водоснабдевању са почетка рада мањег броја МХЕ. Као што је раније речено на водозахват општине Власотинце пристиже замућена вода реке Власине која представља суспензију (на граници блата) еродираниог земљишног материјала пореклом са огољених терена око МХЕ, а која постојећим технологијама не може да се исфилтрира и доведе до пијаће воде. Због овог проблема општина Власотинце данима остаје без водоснабдевања, што је посебно опасно у летњим месецима, када температуре прелазе вредност од 40 °C а становништво је без (не само пијаће) било какве воде.

Ништа од наведеног није разматрано у случају инсталација МХЕ у Србији.

Такође није разматрано одрживо управљања ризицима са социоекономске тачке гледишта, које је било неопходно укључити у економске активности као што су биоенергија, биоматеријали или јестиви шумски производи.

У случају изградње МХЕ у сливу реке Власине ни у ком случају није креирана свест о различитим приступима управљања ризицима који су економски одрживи.

## 9. Препоруке

Пројекти на којима се заснива изградња МХЕ у Србији и у сливу реке Власине датирају из седамдесетих година прошлог века и између осталог на основу застарелог катастра вода. У међувремену су се десиле велике промене на регионалном и глобалном нивоу које ови пројекти нису предвидели. Ту се пре свега мисли на климатске промене са све интензивнијим падавинама, чије висине на дневном нивоу превазилазе вредности годишњих падавина у ранијем периоду (укључујући период у седамдесетим годинама прошлог века, када су рађени пројекти МХЕ). У последњих 50 година десиле су се драматичне климатске промене које су нарочито неповољне за брдско планинске пределе (какав је и слив реке Власине), подложне бујичним ерозијама и драматичној динамици седимената.

Свих 856 МХЕ, колико је планирано да се инсталира на планинским рекама Србије, производиће око 3% укупне енергије (Да можда Не - говор Проф. Др Ратка Ристића, Отворено писмо) а уништиће све брдскопланинске водотокове који су једини у Србији остали са чистом и здравом пијаћом водом. Србија је богата водама, пре свега површинским али од свих расположивих вода највећи део не задовољава стандарде квалитета. Све велике међународне реке (Дунав, Тиса и Сава) већ загађене улазе у Србију. Морава, Ибар, Тимок су такође загађене реке као резултат људских активности. Загађење подземних вода у зони утицаја одлагалишта пепела термоелектрана на лигнит у колубарско-тамнавском и костолачком басену је уочено (Studija I, 2002 и Studija II, 2003, Popović; Popović и Đorđević), као последица спирања токсичних елемената и тешких метала са њихових депонија пепела. Загађење подземних вода је веома опасно због њиховог ниског протичаја, због чега загађење опстаје веома дуго заробљено у њима и те воде не могу више да се користе за пиће. Тзв. мале воде (где спадају и брдскопланинске реке) су од посебног интереса за републику Србију, а посебно се треба усмерити на заштиту њиховог квалитета. Све хемијске анализе које смо урадили у овире ове студије показују да су воде реке Власине и њених притока изузетног квалитета. Активности државе и локалне заједнице морају бити усмерене ка њиховом очувању а никако ка уништењу, какво се управо дешава изградњом МХЕ.

Србија је пољопривредна земља и 70% површине државе је под пољопривредом (GHG Inventory 2001, GHG Inventory 2005, НАП, 2014). Због великог удела пољопривреде, где се користе хемијска заштитна средства (пестициди, хербициди) очекивано је да се водотокови и подземне воде загађују спирањем њихових остатака са пространих пољопривредних површина, што смо и евидентирали у речним седиментима и седиментима акумулација површинских вода, публиковано у нашем научном раду (Сакан и др. 2017).

Доминантна производња електричне енергије у Србији још увек је из термоелектрана на угљ из површинских копова (лигнит) из колубарско-тамнавског и костолачког басена, веома лошег квалитета, мале калоријске моћи 6200-8600 kJ/kg (за око 3 пута ниже од других угљева), са великом продукцијом отпадног пепела и шљаке (око 20%), високим садржајем сумпора (0.3 -0.8%) али и токсичних елемената где доминирају As, Be, Co, Cr, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Sb и V као и радиоактивни елементи (U, Th, Ra) међу којима је и гас Rn. Ранија испитивања садржаја токсичних елемената су показала да Колубарски лигнит садржи око 1,4g арсена и око 0.4g живе у једној тони лигнита (Studija I, 2002 и Studija II, 2003). Ако се ове вредности усвоје као просечне вредности садржаја ових елемената у свим лигнитима, јасно је да сагоревањем оваквог угља (око 32.000.000 t/годишње) су емисије ових елемената (44.8 t/годишње арсена и 12.8 t/годишње живе) у ваздух, депоновање на земљиште и улазак у водотокове, на годишњем нивоу забрињавајуће. У бројним нашим научним радовима публикованим у врхунским и угледним научним часописима у свету (Popović; Popović и Đorđević) показали смо утицаје одлагалишта пепела на површинске и подземне воде као и на загађење земљишта. Такође многа научна истраживања су показала да се укупна жива и радон као и највећи део арсена из ложита термоелектрана, у којима се одвија сагоревање лигнита на преко 2000 °C, емитују као гас. Доказано је да су гасовите компоненте ових елемената далеко опасније по здравље људи од крупнијих честичних фракција, јер преко дисајних органа директно улазе у крвоток депонујући се у организам. У нашим новијим радовима показали смо да је порекло арсена у атмосферским честицама најфиније

фракције у ваздуху Београда, локалног карактера тј. из наших извора емисија, и то високотемпературних, а не из прекограничних и удаљених извора (Ђуричић-Milanković и др. 2018a). Арсен се налази у ваздушним масама из западних и југозападних праваца (на правцу термоелектране Обреновац) али и у ваздушним масама из источног и југоисточног сегмента (Дрмно, Костолац) и у директној је корелацији са другим мереним параметрима чији су једини извори емисија високотемпературна ложишта, као на пример шупљикаве силикатне сфере од алумосиликата микрометарских величина, које се формирају топљењем трагова силиката из угља у процесу сагоревања на високом температурама и чађи обогаћене арсеном. Такође израчунали смо, користећи насавременије математичке моделе америчке агенције за заштиту животне средине (ЕПА), да је становништво Београда под повишеним канцерогеним ризиком од арсена у ваздуху пореклом из термоелектрана (Ђорђевић и Поповић, 2018c). Не постоје системи за уклањање арсена из отпадних гасова термоелектрана у Србији. Уграђени системи за одсумпоравање гасова нису уједно и ефикасни за уклањање опасних елемената из истих, нарочито не за уклањање токсичних елемената. Сви ови елементи се такође депонују и на одлагалишта пепела одакле угрожавају површинске и подземне воде. Само у поплавама које су 2014 године погодиле Србију 40% укупне настале штете одлази на загађење земљишта насталог расејавањем пепела са депонија термоелектрана у Обреновцу и јаловине из рудника антимона код Лознице. Из ове кратке анализе еколошких проблема са којима се Србија сусреће јасно је да су еколошки и здравствени ризици које проузрокује производња струје у Србији огромни. На све ово треба додати да су губици у електричној мрежи приликом транспорта тако произведене струје око 15% (Anđelković и др. 2016; Марковић и Ковачевић, 2010 и други аутори).

Наши скорашњи радови су такође показали висок сарджај суспендованих честица у ваздуху, најфинијих фракција. У урбаној средини Београда доминира фракција испод 500 нанометара (Ђорђевић и др. 2012), док у субурбаној средини доминира фракција између 500 нанометара и 1 микрометра (Ђуричић-Milanković и др. 2018a и 2018b). Управо ове фракције су обогаћене најтоксичнијим елементима и управо ове фракције продиру најдубље у дисајне органе а значајан удео је у стању да продре кроз ћелијске мембране и директно одлази у крвоток. Садржај оваквог аеросола драстично расте у јесењим и зимским месецима као последица коришћења фосилних горива у домаћинствима, а нарочито и због због дивљег спаљивања пољопривредних остатака на њивама, на шта у нашим резултатима мерења указује висок садржај калијума у аеросолу као обелиживач биомасе (Ђуричић-Milanković и др. 2018b). Узимајући у обзир да се у пољопривреди користе хемијска заштитна средства, пестициди и хербициди – који су сами по себи токсични, није тешко закључити да се спаљивањем остатака из пољопривреде која заузима 70% територије Србије, у атмосферу уноси и велика количина заосталих пестицида и хербицида као и њихових продуката распадања. У сагоревању може доћи и до хемијских реакција које од мање токсичних формирају једињења високе токсичности (на граници токсичности бојних отрова). Ослобођени димови са њива смањују видљивост на нашим путевима (због чега су честе саобраћајне несреће са смртним исходима). Све наведено је посебно неповољно у јесењим и зимским месецима када су неповољне атмосферске ситуације које укључују периоде без, ветра, високе притиске, сталне температурне инверзије атмосфере које сво загађење спусти у приземни слој атмосфере (у зони дисајних органа), где опстаје данима па и недељама у континуитету. Како је ово раширена појава међу пољопривредницима у Србији, очигледно је да је читаво становништво изложено токсинима из ваздуха који се осим из наведених емитују и из многих других извора, укључујући и металпрерађивачку индустрију (железара Смедерево) која такође спада у доминантне изворе загађења ваздуха. Не треба да чуди драматичан пораст оболелих од болести дисајних органа укључујући и канцер плућа. Ове године је Светска Здравствена Организација означила загађен ваздух као водећи узрок смрти и смањења интелигенције (WHO 2018).

Због свега наведеног проблеми производње струје у Србији се морају хитно решавати јер је ипак нарушено здравље становништва најскупља инвестиција.

Најновије анализе на глобалном нивоу су показале да је производња струје из угља високо непрофитабилна инвестиција (Carbon Tracker) и препорука је да се хитно крене са планирањем њиховог гашења и заменом чистим технологијама као што су сунчева енергија, енергија ветра, геотермалне воде, коришћење биомасе и др.

Србија је најсиромашнија земља аутохтоним површинским водама на Балкану које су углавном у брдскопланинским пределима а које су уједно и једине чисте воде које се могу без додатног пречишћавања користити за пиће. Инсталацијом МХЕ на тим водама уништавају се и последње залихе квалитених вода у Србији а уз то и сва биота као и живот околног становништва.

Термоелектране на лигнит у Србији представљају висок ризик по здраље становништва и животну средину укључујући, канцерогени ризик од арсена који се емитује из њихових постројења. Одсумоправање ни у ком случају не решава овај проблем нити штити животну средину. Све опције уградње заштите у овим објектима су јако скупе и нерентабилне. Такође сулудо је да губици у мрежи тако произведене струје будо око 15% с једне стране док се са друге стране изграђују МХЕ на најчистијим преосталим водотоковима Србије, уништавајући их – и не само њих него и читаве регионе угоржавајући опстанак становништва у њима, да би се произвело 3% електричне енергије, и то само да би неки повлашћени инвеститори имали материјалну корист. Овакав приступ је далеко од свести и личног морала, а нема говора о одрживом развоју чему читав цивилизовани свет данашњице стреми.

Србија има много других ресурса и то управо за чисту производњу енергије, укључујући и електричну:

- 1) Србија је земља са израженом медитеранском климом у летњим месецима, са обиљем сунца и великим бројем дана осунчаности као и високим летњим температурама. Са падом цене соларних панела (за чак 97% у односу на 80тих година прошлог века), Србија је идеално место на планети за коришћење соларне енергије у летњим месецима. Уместо да се јавни објекти и домаћинства у летњим месецима хладе управо соларном енергијом (логично је да ће више сунца произвести више електричне енергије) у Србији се и даље у најтоплијим летњим месецима копа угља и спаљује у електранама, који се користи у сврхе хлађења, са честим кваровима на трафостаницама и далеководима због преоптерећености мреже, и наравно константног загађења и угрожавања здравља становништва.
- 2) Србија је земља која лежи на базенима геотермалних вода (можда чак и наобилнијим у Европи) које се могу користити у зимским месецима за грејање домаћинства и јавних објеката. Имамо примере да се топлотна енергија геотермалних вода једноставно неискоришћена баца у водотокове (Врањска бања и Сијаринска бања) уместо да се прво искористи за загревање окупних објеката. Немачка, Мађарска, Румунија и друге земље већ увелико овај ресурс користе за грејање док их Исланд (због веће енталпије геотермалних вода као последица вулканских активности) користи и за грејање и за добијање електричне енергије. Примера ради домаћинства и јавни објекти на Исланду не поседују бојлере за загревање вода већ за свакодневну потребу директно користе геотермалне воде. Цене инсталација за грејање геотермалним водама су око 2000 евра по домаћинству и то је уједно и највећи трошак код примене ове енергије. Остали трошкови се односе на одржавање система, и далеко су нижи од трошкова традиционалног грејања које је у Србији још увек заступљено, а о томе колико би допринело побољшању квалитета ваздуха сувишно је говорити.
- 3) Због обилне пољопривреде Србија је у светском врху по производњи биомасе која се може користити за добијање биогаса од којег се даље може производити електрична енергија. Богата Шведска је своју већинску економију данашњице засновала управо на биономији. Од биомасе у Шведској се производи практично све (храна, одећа, обућа, намештај, грађевински материјал и наравно електрична енергија) а у Србији се та иста биомаса једноставно запали и до зиме сагори, угрожавајући нам здравље и

животе (свима без изузетака) а услут уништавајући хумусни слој земљишта, осиромашујући га органском материјом, што даље повлачи повећану употребу вештачких ђубрива да би се надокнадили нутријенти, и последично додатно загадила животна средина.

- 4) Случајност је да је Србија једина у свету која има минерал литијума – јадарит, неопходан за производњу батерија и уређаја за складиштење и чување електричне енергије. Неопходно је укључити у разматрање негову примену за складиштење енергије. Неразумно је имати губитке у мрежи од 15% и не радити ништа да се они смање а на другој страни уништавати читаве регионе, најчистијег дела Србије који нам је још преостао, за производњу 2 – 3 % Србији непотребне електричне енергије (сем за личну корист инвеститора).
- 5) Држава мора да подржи приступ енергетске ефикасности и да захтева од привреде и грађана, како у јавном тако и у приватном сектору да га се придржавају. Индустрија такође мора бити у обавези да уврсти и когенерацију у свом процесу. Штедња енергије је такође веома важна, а Србија има ресурсе (пре свега из биомасе) за производњу материјала за облагање објеката у циљу превенције расипања топлоте, те према угледу на биокеономију Шведске покрене пројекте и инвестиције у овом правцу.
- 6) Држава мора да подстакне децентрализовану производњу струје према моделу Немачког савременог приступа енергетици, кроз коришћење соларних панела у домаћинствима уводећи категорију произвођач-потрошач (прозумер) као и формирање енергетских задруга, где би се удружио већи број домаћинстава а вишак произведене струје да се враћа у електричну мрежу, која затим може и да се извози на корист свих грађана а не само повлашћених инвеститора.
- 7) У научни буџет Србије, у будућности треба уврстити ставке везане за чисту производњу енергије, са конкретним и комплетним решењима применљивим на локалном нивоу. При расписивању позива за примењене пројекте, пре свега у делу иновационих и техничко-технолошких истраживања, треба поставити конкретне задатке за решавање проблема уместо да се развијају патенти и иновације који најчешће нису применљиви у нашим условима.
- 8) Да држава подржи инвеститоре који ће улагати у производњу електричне енергије из биомасе и ветра, грејање из геотермалних вода, увођење даљинског грејања на биогаз исл.
- 9) Због свих чињеница наведених у овој Студији неопходно је:
  - да се одмах престане са изградњом малих хидроелектрана на реци Власини и њеним притокама, као и на сличним рекама у другим регионима Србије,
  - да се уклоне све постојеће МХЕ и терен врати у преходно стање о трошку инвеститора (обзиром да се свима нама у рачунима за електричну енергију наплаћује накнада за изградњу МХЕ),
  - да се што пре рекултивишу оштећења терена који су подлегли ерозијама са којих је уништен биљни покривач, неопходан за одбијање воде са земљине површине чиме се спречавају ерозивни процеси. Ово се мора урадити у сарадњи са научницима биолошке и шумарске струке. У противном прете озбиљна нарушавања животне средине у тим регионима због повећане динамике седимената, бујичних ерозија због екстремних падавина (којих ће све више у будућности бити) смицања терена, клизишта огромних размера, уништавања станишта животиња и људи, којих је ионако све мање и тим регионима.

На примеру слива реке Власине показано је да је са почетком изградње неколико МХЕ дошло до озбиљних проблема у водоснабдевању града од неколико десетина хиљада становника, који потпуно остаје без било какве воде услед појаве интензивних замућења

реке Власине као последице њиховог рада. Није потребно много да се схвати да ће са увођењем у радни режим свих планираних 55 МХЕ на овом сливу, читав град бити приморан на расељавање. Да ли је овакав развој пожељан Србији? Србија има све услове за одрживи и чист развој, и то далеко више и боље од много богатијих земаља. Објашњење челника ЕПСа да се не може одустати од коришћења лигнита јер ће хиљаде људи остати без посла није прихватљиво. Због чега се ти исти људи не би упослили на производњу струје из биомасе, која нам је доступније, јефтинија, лакше је радити са њом, има је у изобилју, може се планирати велики број постројења за проиводњу биогаза из биомасе. Биогаз би се користио за производњу струје која се између осталог може користити за напајање и електричних возила, али и за даљинско грејање, тамо где се рецимо не могу користити геотермалне воде односно да се избаци коришћење фосилних горива у домаћинствима, која такође значајно доприносе загађењу ваздуха у зимским месецима због лоших уређаја за сагоревање. Тако децентрализована проиводња струје ће драстично смањити и губитке у мрежи. Овакав приступ комбинован са енергетском ефиксаношћу, производњом струје из сучеве енергије, из постојећих великих хидроелектрана (из којих већ добијамо до око 30% електричне енергије) ће водити ка томе да нам ни једна постојећа термоелектрана на лигнит неће бити потребна. Загађење животне средине ће се драстично смањити, ваздух због којег становништво Србије већ трпи озбиљне здравствене последице, више неће бити загађен. МХЕ више не треба да буду предмет разматрања као извор електричне енергије у Србији, иако су најјефтинији вид производње за самог инвеститора који осим улагања у турбине не треба ништа друго да ради. Колико год да су заслужни у било чему, нису толико да уништавају регионе у Србији и угрожавају животе људи.

## Литература

- Andelković Miloš, Đorđević Dragan, Janković Ana. Proračun gubitaka u distributivnom sistemu pomoću iterativnog postupka za modelovanje potrošnje na niskom naponu. INFOTEH-JAHORINA Vol. 15, March 2016.
- Book of Abstracts: COST ES 1306 SCIENTIFIC WORKSHOP Connectivity as a tool to understand water/soil/sediment pollution, 4-6 December 2017, Belgrade, Serbia
- Bakhtiari Alireza Riyahi, Zakaria Mohamad Pauzi, Yaziz Mohammad Ismail, Lajis Mohamad Nordin Hj, Bi Xinhui, Shafiee Mohamad Reza Mohamad and Sakari Mahyar; (2010); Distribution of PAHs and n-alkanes in Klang River Surface Sediments, Malaysia; *Pertanika Journal of Science & Technology*. Vol.18: 167 – 179.
- Bray E. E. and Evans E. D.; (1961); Distribution of n-paraffins as a clue to recognition of source beds; *Geochimica, Cosmochimica Acta*, Vol. 02, pp. 2 - 15.
- 2014 – 2018: COST Action ES1306 "Connecting European connectivity research" (*Connectiour*)
- 2018 – 2022: COST Action CA18135 "Fire in the Earth System: Science & Society" (*FIRElink*)
- Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, *Off. J. Eur. Union*, L 330 (1998), pp. 32-54.
- Да Можда Не: Мале хидроелектране – еколошка брана, ЧЕТВРТАК, 15. НОВ 2018, 21:00 РТС1
- ОТВОРЕНО ПИСМО Министарству за заштиту животне средине и председнику општине Пирот, 930/1 13.09.2018
- Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council of 12 August 2013 amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy, *Off. J. Eur. Union*, L226 (2013), pp. 1-17
- Đinović Jasna, Popović Aleksandar, In situ influence of coal ash dumps on the quality of neighboring surface and ground waters by applying correlation statistic analysis. 2007, *Fuel*, 86 218-226
- Đorđević Dragana, Environmental problems caused by the energy production in Serbia, Workshop under Erasmus+ mobility program between Belgrade University and Reykjavik University, 28 May 2018<sup>th</sup>, University of Belgrade
- Ђорђевић Драгана (члан радне групе за Поглавље 27 у својству појединца – ванстраначког експерта), Проблеми у животној средини изазвани производњом електричне енергије у Србији, Заједничка седница две радне групе Националног Конвента за приступање ЕУ – Поглавље 27 (Животне средине) и Поглавље 15 (Енергетика), 29. мај 2018<sup>b</sup>, Народна скупштина Републике Србије
- Đorđević Dragana, Popović Aleksandar, Energy Production in Serbia: Environmental Problems and Challenges for the Future. Humboldt Kolleg „Sustainable Development and Climate Change: Connecting Research, Education, Policy and Practice" supported by Alexander von Humboldt Foundation, 19 - 22 September 2018<sup>c</sup>, University of Belgrade
- Đorđević D., Mihajlić-Zelić A., Relić D., Ignjatović Lj., Huremović J., Stortini A. M., Gambaro A. (2012) Size-segregated mass concentration and water soluble inorganic ions in an urban aerosol of the Central Balkans (Belgrade), *Atmospheric Environment*, 46, 309-317
- Др Драгана Ђорђевић (Универзитет у Београду, UNCCD кореспондент за науку и технологију) Национални Акциони План (НАП) Ублажавања Последица Суше и Деградације Земљишта (2014), United Nations Environment Programme – UNEP,.

- Đuričić-Milanković Jelena, Anđelković Ivan, Pantelić Ana, Petrović Srđan, Gambaro Andrea, Đorđević Dragana, Size-segregated trace elements in continental suburban aerosols: seasonal variation and estimation of local, regional, and remote emission sources, *Environ Monit Assess* (2018a) 190: 615
- Đuričić-Milanković Jelena, Anđelković Ivan, Pantelić Ana, Petrović Srđan, Gambaro Andrea, Antonović Dušan, Đorđević Dragana, Partitioning of particulate matter and elements of suburban continental aerosols between fine and coarse modes, *Environmental Science and Pollution Research* (2018b) Vol 25, Issue 21, pp 20841–20853
- Farid W.A., Al-Saad H.T. and Al-Adhub A.H.Y.; (2010); N – alkanes in molluscs of Shatt Al-Arab river; *Mesopotamian Journal of Marine Science*, Vol. 25, pp. 83 – 98.
- Катастар малих хидроелектрана СР Србије ван САП, Оперативно дистрибутивни систем "ЕПС Дистрибуција", <http://www.elektrosrbija.rs/me/images/dokumenti/Katastar%20MHE%20u%20Srbiji.pdf>, приступљено 6. новембра 2018. године.
- Marković Maja, Kovačević Petar. Analiza rada distributivne mreže sa visokim netehničkim gubicima električne energije. UDK: 621.311.1 : 621.3.017 BIBLID: 0350-8528(2010), 20.p. 37-48
- National GHG Inventory - DAC Project, 2001
- National Greenhouse Gas emissions and sinks Inventory according to Kyoto Protocol (Đorđević Dragana, National team leader), 2005
- Popović Aleksandar, Đorđević Dragana, Polić Predrag, 2001, Trace and major element pollution originating from coal ash suspension and transport processes. *Environment International*, 26(4) 251-255
- Popović Aleksandar и Đorđević Dragana, 2005, Speciation of selected trace and major elements in lignite used in "Nikola Tesla A" power plant. *J. Serb. Chem. Soc.* 70(12)1497-1513
- Popović Aleksandar и Đorđević Dragana, pH-Dependent Leaching of Dump Coal Ash-Retrospective Environmental Analysis. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 31(17) 1553-1560
- Popović Aleksandar и Đorđević Dragana, Trace and Major Elements in Ash of "Nikola Tesla A" Power Plant Dump (I)-Leached Concentrations and Environmental Implications. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 37(11) 1224-1232
- Popović Aleksandar и Đorđević Dragana, Trace and Major Elements in Ash of "Nikola Tesla A" Power Plant Dump (II)-Associations of Elements in Active Cassette Ash. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 37(12) 1291-1299
- Правилник о хигијенској исправности воде за пиће, Службени лист СРЈ, бр. 42/98 и 44/99.
- Poznanović Spahić M, S akan S, Cvetković Ž, Tančić P, Trifković J, Nikić Z, Manojlović D (2018) *Environ Monit Assess* 190, 208
- Prosdocimi Massimo, Cerdà Artemi, Tarolli Paolo, Soil water erosion on Mediterranean vineyards: A review. *Catena* 141 (2016) 1–21 <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2016.02.010>
- Симић М (2001) Металогенија зоне Мачкатица-Благодат-Караманица, Посебна издања Геоинститута, 28, Геоинститут, Београд, стр. 17
- Stojanović Ksenija; (2009); Interna skripta iz geohemije i загађивача земљишта sa studente Hemijskog fakulteta Univerziteta u Beograd.
- Sanja Sakan, Bojana Ostojić, Dragana Đorđević (2017) Persistent organic pollutants (POPs) in sediments from river and artificial lakes in Serbia. *Journal of Geochemical Exploration*, 180: 91-100



- Studija I "PROJEKAT REŠAVANJA PROBLEMA EMISIJE I ODLAGANJA PEPELA IZ TERMOELEKTRANA NIKOLA TESLA - OBRENOVAC", IOFH, Beograd 2002. Potprojekat 3: Predrag Polić, Aleksandar Popović, Dubravka Radmanović, Dragana Đorđević: Ocena stanja svih otpadnih voda tent-a i mogućnosti njihovog prečišćavanja. Potprojekat 5: Zorka Vukmirović, Dragana Đorđević: Resuspenzija, transport i depozicija letećeg pepela u atmosferi Obrenovca i Beograda
- Studija II "REŠAVANJE EKOLOŠKIH PROBLEMA NASTALIH RADOM TERMOELEKTRANA NIKOLA TESLA A I B", knjiga I i II, IOFH, Beograd 2003. Potprojekat 2.2., Zorka Vukmirović, Dragana Đorđević, Tanja Vuković: Predlog novog i unapređenje postojećeg monitoring sistema za određivanje uticaja tent-a na kvalitet vazduha u Obrenovcu i Beogradu Potprojekat 4.2., Predrag Polić, Dragana Đorđević, Aleksandra Popović, Dubravka Radmanović: Predlog novog i unapređenje postojećeg monitorinn sistema za određivanje uticaja TENT-a na površinske i podzemne vode u okolini.
- Tarolli Paolo, 2014. Invited Review Article, High-resolution topography for understanding Earth surface processes: Opportunities and challenges. *Geomorphology* 216 (2014) 295–312 <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.03.008>
- Turki AJ; (2016); Distribution and Sources of Aliphatic Hydrocarbons in Surface Sediments of Al-Arbaeen Lagoon, Jeddah, Saudi Arabia; *Journal of Fisheries and Livestock Production* Vol. 4, pp.173; doi: 10.4172/2332-2608.1000173
- Уредба о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту. "Сл. Гласник РС", број 30/2018
- Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање. Службени гласник РС", бр. 55/05, 71/05 – исправка, 101/07, 65/08 и 16/11
- Ure, A.M., Quevauviller, Ph., Muntau, H., Griepink, B., 1992. В. EUR report. CEC Brussels, 14763, 1992:85
- Уредба о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање, Службени гласник РС, бр. 24/2014
- Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање, Службени гласник РС, бр. 50/2012
- US EPA National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria (2018a), [www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table](http://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table)
- US EPA National Recommended Water Quality Criteria - Human Health Criteria (2018b), [www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-table](http://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-table)
- US EPA National Primary Drinking Water Regulations, [www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/npwdr\\_complete\\_table.pdf](http://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/npwdr_complete_table.pdf)
- Viero Daniele P., Roderb Giuli, Matticchio Bruno, Defina Andrea, Tarolli Paolo, Floods, landscape modifications and population dynamics in anthropogenic coastal lowlands: The Polesine (northern Italy) case study. *Science of the Total Environment* 651 (2019) 1435–1450 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.121>
- World Health Organisation (WHO) Ambient (outdoor) air quality and health, 2nd May 20
- WHO, Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First Addendum, World Health Organization, Geneva (2017).
- Yu Yunlong, Li Yuanyuan, Guo Zhigang, Zou Hua (2016); Distribution and sources of n-alkanes in surface sediments of Taihu Lake, China; *Archives of Environmental Protection*, Vol. 42, pp. 49–55.