

**VZŤAH MEDZI KRAJINNOU POKRÝVKOU A UKAZOVATEĽMI KVALITY
VODY VO VYBRANÝCH POVODIACH SLOVENSKA
RELATIONSHIP BETWEEN LAND COVER AND WATER QUALITY
INDICATORS IN SELECTED BASINS OF SLOVAKIA**

Cyril Siman

Ústav hydrológie Slovenskej akadémie vied v Bratislave (siman@uh.savba.sk)

Abstract

Quality of water in surface streams is influenced by many factors. Among these factors, we can include for example distribution of point and nonpoint sources of pollution. In such cases that we have not evidence about sources of pollutants in river catchments, we can use indirect methods for surface streams water quality estimation. This method includes analysis of the prevailing size of landcover category in river catchment. We assume that in the catchment, in which forest and semi-natural areas are prevailing (we called them to forest river basins), the concentration of surface streams pollutions will be lower as in catchments with prevailing areas of agricultural land (we called them to farm or agricultural river basins). We use data about the concentration of pollutants in seven water quality indicators from the Slovak hydrometeorology institute. We analysed land cover categories in 15 river catchments in Slovakia territory. Then we were comparing average values of pollution concentration in each water quality indicators in three catchments with predominant of forest and semi-natural land cover categories as well as three catchments with predominant of agricultural areas. We found out that in so-called forest catchments concentrations of pollutants in each water quality indicators were lower in comparison with agricultural river basins. The highest differences were in biochemical oxygen demand and suspended solids. On the other hand, just very small differences were in total phosphorus and phosphate water quality indicator. From our results is obvious that analysis of land cover is not enough for an estimate of water quality of surface streams in river basins, but can be used for the first guess about-about the potential load of surface streams by pollution.

Anotation

Water quality in surface streams is influenced by many factors – basins parameters. One of these basins parameters is land cover or land use. This contribution deals with the analysis of the relationship between land use in selected catchments in Slovak territory and values of water quality indicators in selected profiles of the surface stream.

Key words: biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, water quality indicators, land cover, catchments, surface streams.

Anotácia

Na kvalitu vody v povrchových tokoch vplýva viacero faktorov – parametrov povodia. Jedným z nich môže byť aj využitie zeme, ktoré identifikujeme prostredníctvom krajiny pokrývky. Príspevok sa venuje analýze vzťahu medzi využitím zeme (krajinnou pokrývkou) vo vybraných povodiach na území Slovenska a hodnotami ukazovateľov kvality vody vo vybranom profile vodného toku.

Kľúčové slová: biochemická spotreba kyslíka, chemická spotreba kyslíka, ukazovatele kvality vody, krajinná pokrývka, povodie, povrchové toky.

ÚVOD

Kvalita vody v povrchových tokoch je vyjadrená fyzikálnymi, chemickými a biologickými ukazovateľmi (Říha a kol., 2000). Je odrazom rozmiestnenia prvkov a ich vzťahov v povodí a je ovplyvnená antropogénne podmienenými, ako aj prírodnými faktormi meniacimi sa v čase a v priestore (Meybeck a kol., 1989; Mouri a kol., 2011).

Medzi antropogénne podmienené faktory vplývajúce na kvalitu vody v povrchových tokoch môžeme zaradiť zdroje znečistenia, ale tiež zmeny krajiny pokrývky. Zdroje znečistenia delíme na bodové a nebodové (Fischer a kol., 1979). Bodové znečistenie povrchových tokov pochádza hlavne z komunálnych a priemyselných odpadových vôd, kde sa okrem fosforu môžu vyskytovať aj zvyšky liekov a široké spektrum chemikálií, ktoré človek používa v bežnom živote (Kožíšek a kol., 2007). Nebodové zdroje znečistenia môžeme rozdeliť na líniové, difúzne a plošné. Poľnohospodárstvo bolo identifikované ako hlavný zdroj nebodového – difúzneho (prípadne plošného) znečistenia vodných tokov (Humenik a kol., 1987; Duda, 1993; Behrendt a kol., 1999; Lam a kol., 2010). Znečistenie v podobe hnojív a pesticídov, ktoré sú aplikované v poľnohospodárstve, vedú k degradácii povrchových a podzemných vôd (Donoso a kol., 1999; Zalidis a kol., 2002). Častejší výskyt zdrojov znečistenia nájdeme v oblastiach, kde je situovaný priemysel, osídlenie (mestské a prímestské regióny) a intenzívna poľnohospodárska činnosť (Holubec a kol., 2002). Viacerí autori vo svojich prácach poukazujú tiež na vzťah medzi zmenami vo využití zeme (krajinnou pokrývkou) a kvalitou vody v tokoch daného územia (Gikas a kol. 2006; Amiri and Nakane 2009; Boskidis a kol. 2011).

Krajinná pokrývka je materiálnym prejavom pôsobenia prírodných a socioekonomických procesov, týkajúcich sa najmä využitia krajiny na zemskom povrchu. Je priestorovo diferencovaná, pričom jednotlivé fyziognomické a morfoštruktúrne znaky indukujú intenzitu procesov, ktoré v krajine prebiehajú. Identifikácia krajiny pokrývky je primárna a nevyhnutná podmienka pre analýzu využitia krajiny, hodnotenia vplyvu človeka na krajinu, ako aj riešenia problémov ekologickej stability v krajinnom plánovaní (Feranec a Ořahel, 1999). Krajinnú pokrývku zaraďujeme medzi antropogénne podmienené faktory (parametre) ovplyvňujúce kvalitu vody v povrchových tokoch.

Príspevok sa venuje analýze vzťahu medzi plošným zastúpením jednotlivých kategórií krajiny pokrývky a hodnotami vybraných ukazovateľov kvality vody vo vybranom profile toku.

ÚDAJE A METODIKA PRÁCE

V článku sú prezentované výsledky spracovania plošného zastúpenia jednotlivých kategórií krajiny pokrývky vo vybraných povodiach Slovenska. Súčasne, na základe siedmich vybraných ukazovateľov kvality vody, boli v rámci týchto povodí spracované koncentrácie znečisťujúcich látok vo vybranom profile povrchového vodného toku.

Údaje o koncentráciách znečisťujúcich látok pre obdobie 2006 – 2017 (12-ročné obdobie) nám poskytol Slovenský hydrometeorologický ústav, Odbor kvalita povrchových vôd. Koncentrácie znečisťujúcich látok boli merané v mesačnom kroku, pričom išlo o pomerne nehomogénne údaje s viacerými prerušeniami. Koncentrácie znečisťujúcich látok prezentované na obr. 6 predstavujú medián (strednú hodnotu) spracovného časového radu. Vzhľadom na veľkú variabilitu v hodnotách koncentrácií sme považovali za objektívnejšiu variantu uviesť medián namiesto aritmetického priemeru.

Zároveň sme hodnoty meraných fyzikálno-chemických alebo chemických veličín, ktoré boli nižšie ako limit kvantifikácie, upravili na polovicu hodnoty limitu kvantifikácie (Nariadenie vlády č. 201/2011 Z. z.).

Údaje o stave krajiny pokrývky sme získali z programu Copernicus (Copernicus Programme, 2018). Išlo o rastrovú vrstvu krajiny pokrývky, Corine land cover 2012, s ktorou sme ďalej pracovali v prostredí GIS. Jednotlivé kategórie krajiny pokrývky sme rozdelili do dvoch skupín. Prvou boli lesné a poloprirodné areály, pričom do tejto skupiny sme zahrnuli tieto kategórie krajiny pokrývky: listnaté lesy, zmiešané lesy, ihličnaté lesy, prirodzené lúky, prechodné leso-kroviny, vresoviská a kosodrevina. Druhou skupinou boli poľnohospodárske areály, kde sme zaradili tieto kategórie krajiny pokrývky: nezavlažovaná orná pôda, trávne porasty, prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie, mozaika polí, lúk a trvalých kultúr, vinice, ovocné sady a plantáže ovocnín.

Povodia, tak ako sú uvedené na obr. 1, boli vyberané podľa troch kritérií. V prvom kroku (prvé kritérium) sme povodia vybrali tak, aby bola naplnená definícia povodia, ktorá hovorí, že povodie je zberné územie vodných tokov, ktoré je ohraničené rozvodnicou. Je najvýznamnejším subjektom vzťahu reliéfu a vodstva, je to priestorová jednotka vyhraničená morfometrickými parametrami reliéfu (Miklós a Izakovičová, 1997). Druhým kritériom bola veľkosť povodia (rádovo v stovkách km²), a tretím, azda najdôležitejším, bola dostupnosť údajov o koncentráciách znečisťujúcich látok v jednotlivých ukazovateľoch kvality vody poskytnutých Slovenským hydrometeorologickým ústavom.

Na analýzu a vzájomné porovnanie koncentrácií znečistenia v jednotlivých ukazovateľoch kvality vody sme, z celkového počtu analyzovaných povodí (obr. 1), vybrali tri povodia s najvyšším plošným zastúpením lesných a poloprirodných areálov (ďalej budeme tieto povodia nazývať „lesné

povodia“) a tri povodia s najvyšším plošným zastúpením poľnohospodárskych areálov (ďalej len „poľnohospodárske povodia“).

VÝSLEDKY

Analýzu plošného zastúpenia jednotlivých kategórií krajinej pokrývky, tak ako to uvádzame v časti príspevku venovanej metodike spracovania údajov, sme uskutočnili pre 15 povodí (obr. 1).

Plošné zastúpenie poľnohospodárskych a lesných a poloprírodných areálov vo všetkých 15-tich povodiach uvádzame v tabuľke 1. Z analýzy krajinej pokrývky vyplýva, že najväčšie plošné zastúpenie lesných a poloprírodných areálov je v povodí Bystrica (na obr. 1 ide o povodie s číslom 10), kde do tejto skupiny spadá až 93,6 % z celkovej rozlohy povodia. Súčasne je toto povodie na poslednom mieste v plošnom zastúpení poľnohospodárskych areálov, ktoré zaberajú menej ako 5 % z plochy povodia. Zvyšok rozlohy povodia (1,7 %) zaberajú areály, ktoré sme nezaradili ani do poľnohospodárskych a ani do lesných a poloprírodných areálov. Takéto plochy spadajú napríklad pod kategóriu nesúvislá sídelná zástavba alebo areály priemyslu a služieb (Tab. 1, obr. 2 a obr. 3).

Naopak najmenšie zastúpenie plôch spadajúcich do kategórie lesné a poloprírodné areály, sme vyhodnotili v povodí Teplica v severnej časti Záhoria, ktorého severný cíp zasahuje do Českej republiky (obr. 1). Na druhej strane až 74,1 % z plochy povodia tvoria poľnohospodárske areály (tab. 1, obr. 4 a obr. 5). Do porovnania sme však zahrnuli aj povodia, ktoré mali z celkovej rozlohy povodia druhé a tretie najväčšie percentuálne zastúpenie poľnohospodárskych a lesných a poloprírodných areálov. Medzi zástupcov tzv. lesných povodí sme, okrem povodia Bystrica, zaradili tiež povodie Hnilec a Slaná. Za typicky poľnohospodárske povodia sme okrem Teplice považovali aj povodie Trnávka a Žitava (tabuľka 1).

Na obrázku č. 6 môžete vidieť strednú – mediánovú hodnotu koncentrácie znečisťujúcich látok v jednotlivých ukazovateľoch kvality vody za sledované 12-ročné obdobie (2006 – 2017) v troch „lesných“ a troch „poľnohospodárskych“ povodiach. Vo všetkých vybraných ukazovateľoch kvality vody boli v sledovanom období v priemere vyššie koncentrácie zaznamenané v „poľnohospodárskych“ pôvodiach. Teda v povodiach, kde, z ich celkovej rozlohy, mali prevažujúce plošné zastúpenie poľnohospodárske areály (z kategórií krajinej pokrývky sme do tejto skupiny zaradili nezavlažovanú ornú pôdu, trávne porasty, prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie, mozaiky polí, lúk a trvalých kultúr, vinice, ovocné sady a plantáže ovocnín). Najvyššie priemerné (mediánové) hodnoty koncentrácie znečisťujúcich látok sme v oboch prípadoch (aj v „lesných“ aj v „poľnohospodárskych“ povodiach) zaznamenali v ukazovateľoch ChskCr (chemická spotreba kyslíka s použitím oxidačného činidla dichróman draselný) a NL (nerozpustené látky, vzorka sušená pri teplote 105 °C). Vyššie priemerné hodnoty koncentrácie boli v prípade tak ChskCr, ako aj NL, na meracích staniciach v „poľnohospodárskych“ povodiach.

V prípade chemickej spotreby kyslíka bola najvyššia priemerná koncentrácia v povodí Trnávka (36,0 mg/l), druhá najvyššia v povodí Žitava (16,5 mg/l), nasledovalo povodie Teplica (12,2 mg/l). Naopak najnižšia priemerná koncentrácia znečisťujúcich látok v tomto ukazovateli kvality vody bola v povodí Slaná (6,4 mg/l), nasledovalo povodie Bystrica a z „lesných“ povodí malo tretiu najnižšiu koncentráciu povodie Hnilec (8,7 mg/l).

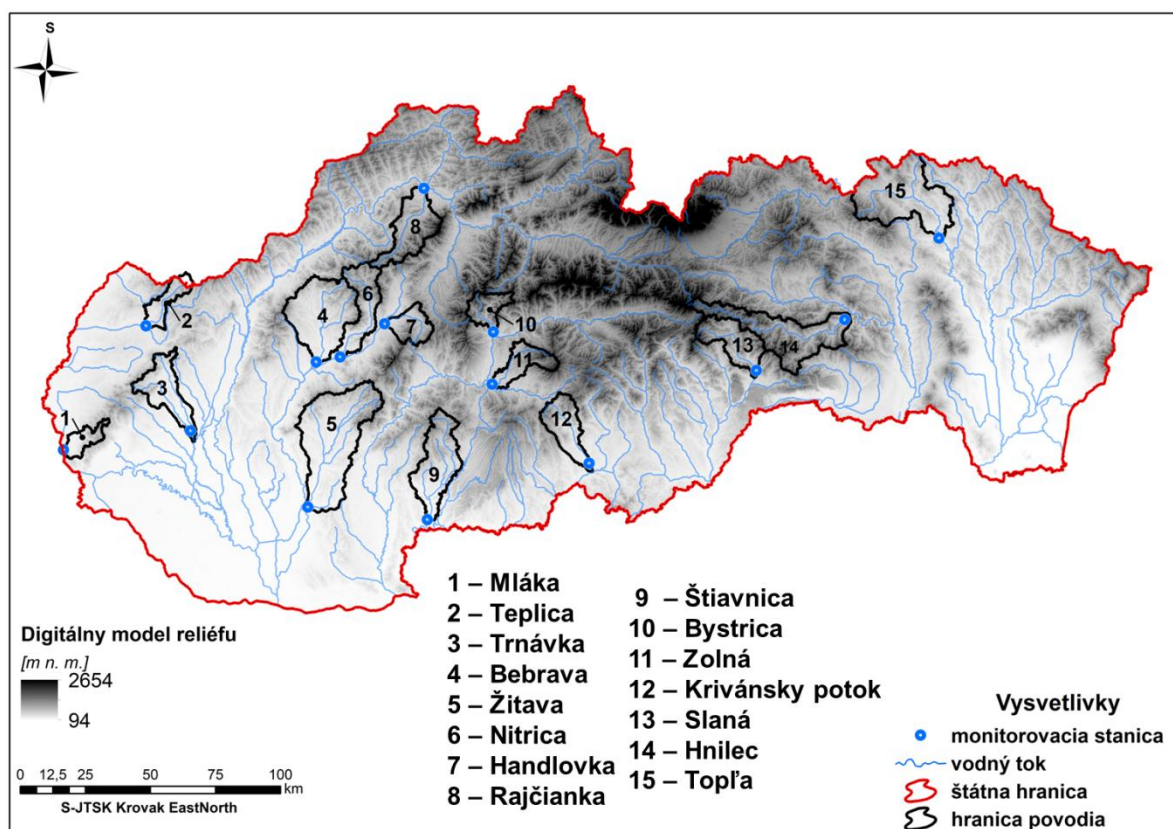
Pre objektivitu sme vyhodnotili aj povodia, kde významným spôsobom neprevládali ani lesné a poloprárodné areály, ale ani poľnohospodárske areály. Takéto povodia by sme z hľadiska plošného zastúpenia kategórií krajiny pokrývky mohli zaradiť do typu tzv. zmiešaných povodí. V týchto povodiach bolo porovnateľné percentuálne zastúpenie tak poľnohospodárskych, ako aj lesných a poloprárodných areálov. Časť z celkovej rozlohy povodia zaberali aj areály sídelnej zástavby a areály priemyslu a služieb. Hodnoty koncentrácie znečisťujúcich látok v ukazovateľoch kvality vody vo všetkých (15-tich) povodiach prezentujeme v tabuľke č. 2. Z nej vyplýva, že napríklad pri chemickej spotrebe kyslíka sa druhá najvyššia mediánová hodnota koncentrácie vyskytla v povodí Mláka, ktoré sme však nezaradili ani do „lesného“, ale ani do „poľnohospodárskeho povodia“. Aj z toho je možné predpokladať, že na znečistenie povrchových tokov v jednotlivých povodiach nevlýva len zastúpenie lesných a prírodných alebo poľnohospodárskych areálov, ale napríklad aj zastúpenie sídelnej zástavby, alebo areálov priemyslu. V neposlednom rade tiež iné faktory akými sú rozmiestnenie bodových a nebodových zdrojov znečistenia a pod.

Pri ukazovateli kvality vody nerozpustené látky boli tiež vyššie hodnoty koncentrácií v „poľnohospodárskych“ povodiach (v porovnaní s „lesnými“ povodiami). Najvyššia hodnota sa vyskytla v povodí Žitava (26,9 mg/l), a to nie len v skupine „poľnohospodárske“ povodia, ale aj v porovnaní zo všetkými 15-timi hodnotenými povodiami. Všeobecne nižšie hodnoty boli v „lesných“ povodiach, najnižšia mediánová koncentrácia sa vyskytla v povodí Slaná (4,5 mg/l) (obr. 6). Absolútne najnižšia hodnota znečisťujúcich látok v tomto ukazovateli kvality vody však bola v povodí Nitrica (3,8 mg/l) (tab. 2).

V ukazovateľoch kvality vody biochemická spotreba kyslíka a celkový dusík boli len nepatrné rozdiely v koncentracii znečisťujúcich látok. V prvom menovanom prípade sme v „lesných“ povodiach zaznamenali koncentrácie od 1,1 do 1,5 mg/l, v „poľnohospodárskych“ povodiach boli koncentrácie vyššie, a to od 2,2 do 6,9 mg/l. V druhom menovanom prípade (ukazovateľ kvality celkový dusík) boli v nami vyčlenených „lesných“ povodiach koncentrácie od 1,2 do 1,8 mg/l, v „poľnohospodárskych“ opäť vyššie, aj s väčším rozptylom hodnôt, od 4,9 do 7,8 mg/l.

V prípade dusičnanového dusíka boli mediánové koncentrácie znečisťujúcich látok vo všetkých analyzovaných povodiach pomerne nízke, s hodnotami od 1,0 mg/l v povodí Bystrica, až po 3,5 mg/l v povodí Mláka. Pri porovnaní našich „lesných“ a „poľnohospodárskych“ povodí, rovnako ako pri predošlých ukazovateľoch, vyššie hodnoty koncentrácie sa vyskytli v prípade „poľnohospodárskych“ povodí (od 1,8 mg/l v Trnávke po 3,4 mg/l v Teplici).

A nakoniec, koncentrácie znečisťujúcich látok v ukazovateľoch celkový fosfor a fosforečnany boli veľmi nízke až zanedbateľné, a to najmä v prípade celkového fosforu, kde hodnoty koncentrácií boli v rozpätí od 0,0 mg/l (všetky „lesné“ povodia – Bystrica, Slaná, Hnilec) do 0,6 mg/l (povodie Mláka). V prípade fosforečnanov boli koncentrácie znečisťujúcich látok nepatrne vyššie v „lesných“ povodiach od 0,0 do 0,1 mg/l, v „poľnohospodárskych“ od 0,3 do 0,9 mg/l.

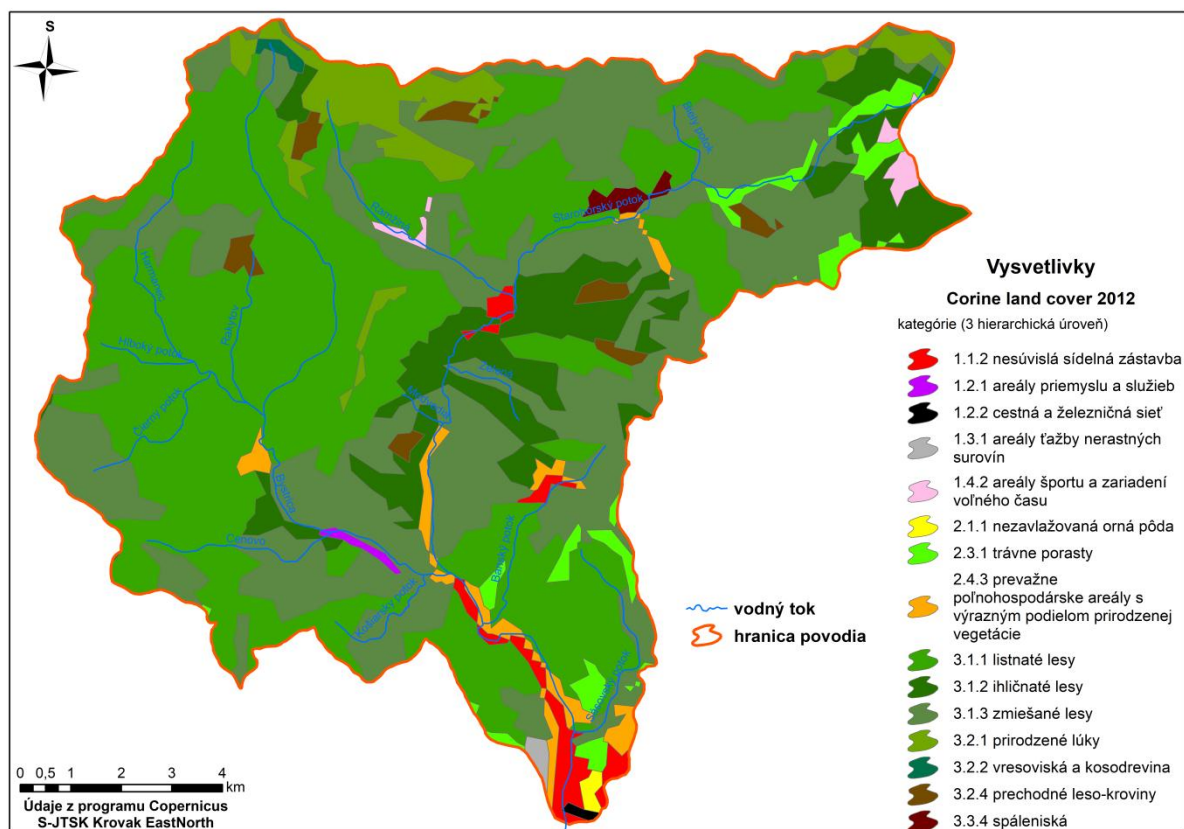


Obr. 1: Rozmiestnenie analyzovaných povodi.

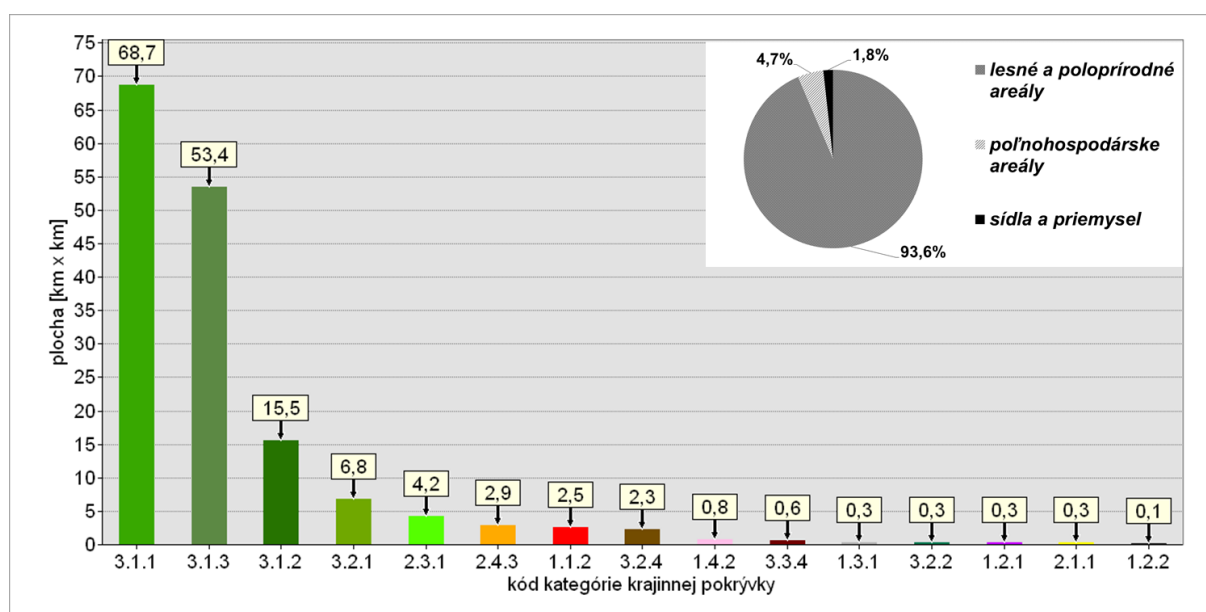
Tab. 1: Plošné zastúpenie poľnohospodárskych a lesných a poloprírodných areálov vo vybraných povodiach Slovenska.

Povodie	Lesné a poloprírodné areály	Povodie	Poľnohospodárske areály
Bystrica	93,6%	Teplica	74,1%
Hnilec	84,5%	Žitava	61,9%
Slaná	76,7%	Trnávka	58,2%
Nitrica	62,6%	Štiavnica	52,0%
Rajčianka	60,7%	Bebrava	47,2%
Mláka	58,3%	Krivánsky	44,0%
Topľa	57,2%	Zolná	43,2%
Handlovka	53,6%	Topľa	39,1%
Zolná	53,6%	Handlovka	36,5%
Krivánsky	49,1%	Nitrica	33,1%
Bebrava	47,8%	Rajčianka	32,6%

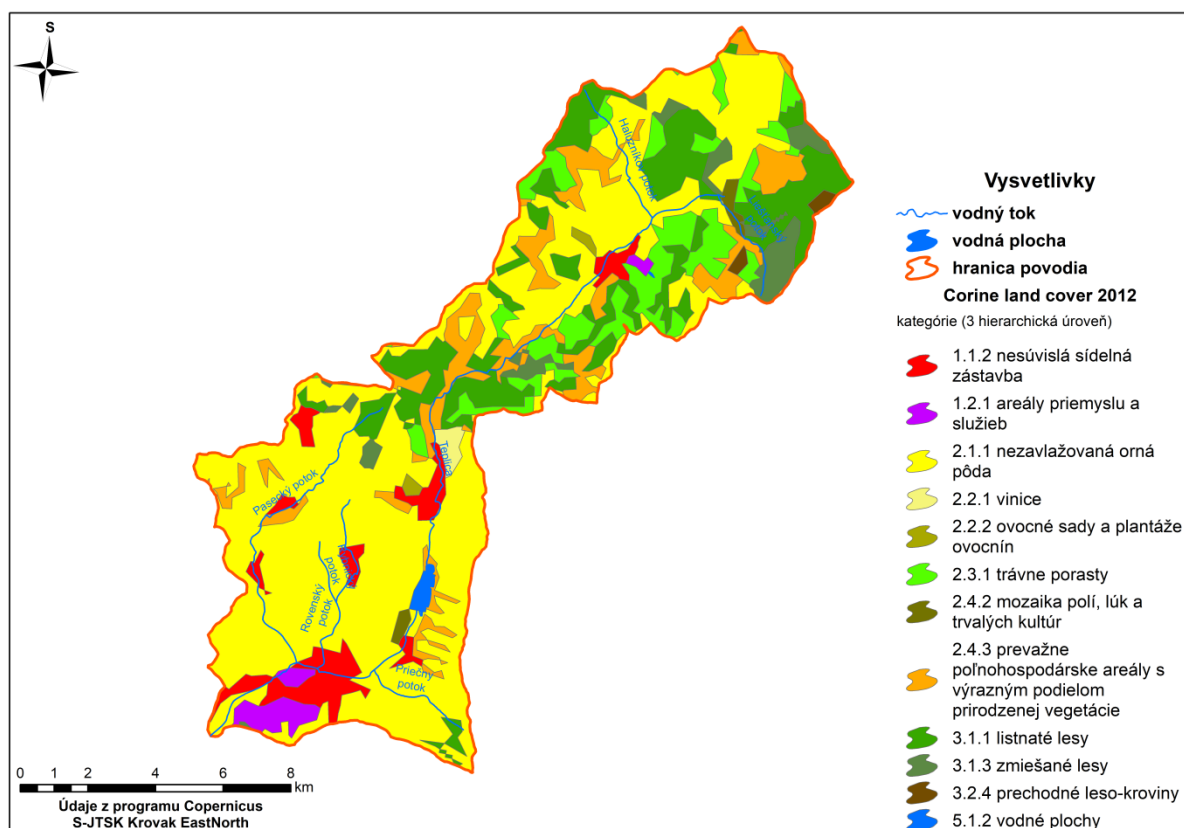
Štiavnica	43,9%	Mláka	30,4%
Trnávka	31,5%	Slaná	20,6%
Žitava	31,5%	Hnilec	13,5%
Teplica	19,1%	Bystrica	4,7%



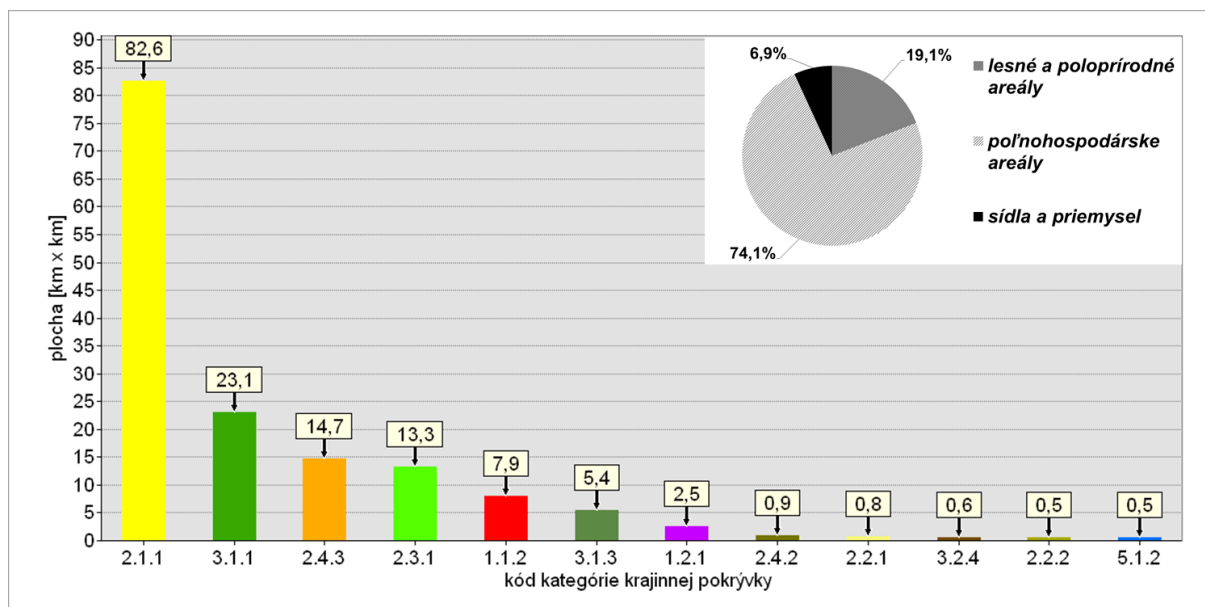
Obr. 2: Kategórie krajinej pokrývky v roku 2012 v povodí Bystrica.



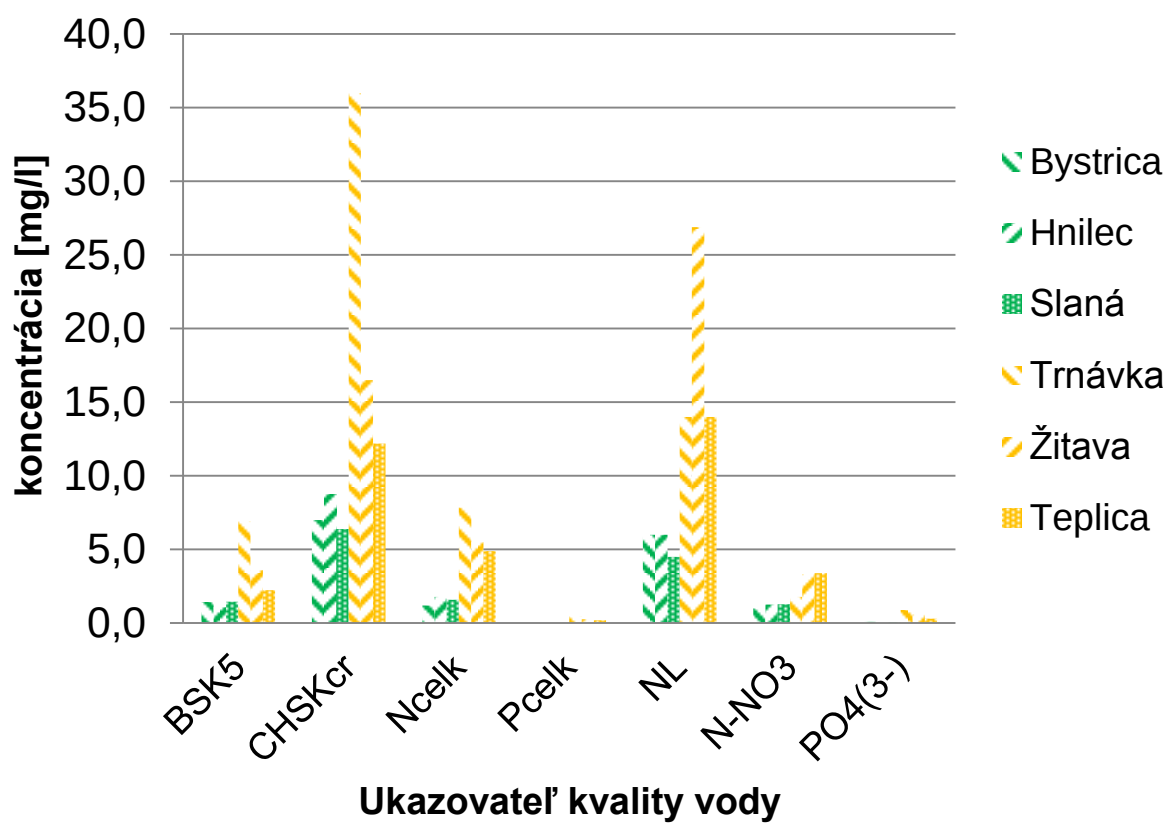
Obr. 3: Plošné zastúpenie jednotlivých kategórií krajinej pokrývky v povodí Bystrica v roku 2012.



Obr. 4: Kategórie krajinej pokrývky v roku 2012 v povodí Teplica.



Obr. 5: Plošné zastúpenie jednotlivých kategórií krajinej pokrývky v povodí Bystrica v roku 2012.



Obr. 6: Porovnanie priemernej ročnej koncentrácie znečistenia v jednotlivých ukazovateľoch kvality vody v povodiach s prevahou poľnohospodárskych (žltá farba) a lesných a poloprírodných areálov (zelená farba).

Tab. 2: Mediánová hodnota koncentrácie znečisťujúcich látok vo vybraných ukazovateľoch kvality vody v jednotlivých povodiach na území Slovenska v období 2006 – 2017.

	vybrané ukazovatele kvality vody						
povodie	BSK5	CHSKCr	Ncelk	Pcelk	NL	N-NO3	PO4(3-)
Teplica	2,2	12,2	4,9	0,2	14,0	3,4	0,3
Mláka	4,3	20,9	5,8	0,6	18,0	3,5	1,2
Trnávka	6,9	36,0	7,8	0,5	14,0	1,8	0,9
Bebrava	3,3	10,5	3,3	0,2	7,8	2,2	0,4
Nitrica	2,3	8,5	3,1	0,1	3,8	2,3	0,1
Handlovka	4,8	16,6	3,8	0,3	14,6	2,2	0,5
Rajčianka	2,2	9,0	1,8	0,1	10,0	1,3	0,1
Žitava	3,6	16,5	5,5	0,3	26,9	3,3	0,6
Bystrica	1,4	7,0	1,2	0,0	6,0	1,0	0,1
Štiavnica	1,9	12,2	2,6	0,2	8,0	2,1	0,4
Krivánsky	2,9	16,7	3,2	0,3	8,5	2,2	0,6
Zolná	2,5	14,0	2,0	0,1	8,5	1,4	0,2
Slaná	1,5	6,4	1,6	0,0	4,5	1,3	0,1
Hnilec	1,1	8,7	1,8	0,0	6,0	1,3	0,0
Topľa	1,7	10,6	2,1	0,1	10,0	1,5	0,1

ZÁVER

V článku sme vyhodnotili vzťah medzi plošným zastúpením jednotlivých kategórií krajiny pokrývky a vybranými ukazovateľmi kvality vody vo vybranom profile povrchového vodného toku. Kategórie krajiny pokrývky sme rozdelili do dvoch hlavných skupín: lesné a poloprirodné areály a poľnohospodárske areály a ich plošné zastúpenie sme analyzovali v 15-tich povodiach. Tri povodia s najväčšou prevahou lesných a poloprirodných areálov sme nazvali „lesné“ povodia, naopak tri povodia s najväčším plošným zastúpením poľnohospodárskych areálov sme pracovne pomenovali „poľnohospodárske“ povodia. Ďalej sme sa zamerali na porovnanie hodnôt koncentrácií znečisťujúcich látok v jednotlivých ukazovateľoch kvality vody medzi tzv. lesnými a poľnohospodárskymi povodiami. Údaje o kvalite vody nám poskytol Slovenský hydrometeorologický ústav, Odbor kvality povrchových vôd. Išlo o mesačné údaje koncentrácií znečisťujúcich látok vo viacerých ukazovateľoch kvality vody, z ktorých sme vybrali 7 nasledovných ukazovateľov: BSK5, CHSKCr, Ncelk, Pcelk, NL, N-NO3, PO4(3-). Homogenitu údajov narúšali najmä viaceré prerušenia časového radu (vynechané merania). Pre veľkú variabilitu hodnôt nameraných koncentrácií medzi jednotlivými mesiacmi sme na vyhodnotenie priemernej koncentrácie v sledovanom období použili, namiesto aritmetického priemeru, medián.

V jednotlivých ukazovateľoch kvality vody boli vyššie medianové koncentrácie znečisťujúcich látok v povodiach s prevládajúcim plošným zastúpením poľnohospodárskych areálov (tzv. poľnohospodárske povodia). Výrazné rozdiely boli najmä pri ukazovateli kvality vody chemická

spotreba kyslíka a nerozpustené látky. Pri ukazovateľoch biochemická spotreba kyslíka, celkový a dusičnanový dusík boli v oboch prípadoch (tak v lesných, ako aj v poľnohospodárskych povodiach) koncentrácie znečisťujúcich látok nižšie, ako v prípade biochemickej spotreby kyslíka a nerozpustených látok, s vyššími hodnotami v „poľnohospodárskych“ povodiach, v porovnaní s „lesnými“ povodiami. V ukazovateľoch kvality vody celkový fosfor a fosforečnany boli mediánové koncentrácie veľmi až zandebateľne nízke, s vyššími hodnotami opäť v „poľnohospodárskych“ povodiach.

Aj napriek tomu, že vo všetkých ukazovateľoch kvality vody boli vyššie mediánové hodnoty koncentrácie znečisťujúcich látok zaznamenané v „poľnohospodárskych“ povodiach, nie vždy sa v týchto povodiach vyskytla aj absolútne najvyššia hodnota koncentrácie zo všetkých 15-tich analyzovaných povodí. To znamená, že aj v povodiach, kde bolo plošné zastúpenie lesných a poloprírodných ako aj poľnohospodárskych areálov na približne rovnakej úrovni (tzv. „zmiešaný“ typ povodia) sa občas vyskytla porovnateľne vysoká, alebo dokonca vyššia, hodnota koncentrácie znečisťujúcich látok v danom ukazovateli kvality vody, ako v prípade „poľnohospodárskych“ povodí. To môže znamenať, že faktor plošného zastúpenia krajinej pokrývky nemôžeme považovať v každom prípade za rozhodujúci pri odhade kvality vody povrchových tokov v povodí. Platí to zrejme najmä v prípade ak plošné zastúpenie kategórií patriacich do skupiny poľnohospodárskych areálov a kategórií patriacich do skupiny lesných a poloprírodných areálov je zhruba na rovnakej úrovni, teda v tzv. povodiach „zmiešaného“ typu. V takom prípade môže byť rozhodujúcim faktorom plošné zastúpenie sídelnej zástavby a areálov priemyslu, ako aj romiestnenie bodových a nebodových zdrojov znečistenia. Tieto parametre sú a ešte budú predmetom nášho ďalšieho výskumu.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol za podpory vedeckej grantovej agentúry VEGA v rámci riešenej grantovej úlohy č. VEGA 1/0805/16 „Lokalizácia bodových zdrojov havarijného znečistenia vodných tokov na základe údajov z on-line monitoringu“, ako aj vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre dopytovo orientovaný projekt: Centrum excelentnosti integrovanej protipovodňovej ochrany územia ITMS 262401200004, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

AMIRI, B.J., NAKANE, K. 2009. Modeling the linkage between river water quality and landscape metrics in the Chugoku district of Japan. *Water Resour Manag* 23:931–956.

BEHRENDT, H., HUBER, P., OPITY, D., SCHOLY, G., UEBE, R. 1999. Nährstoff bilanzzierung der Flussgebiete Deutschlands 373 s. UBA-Bericht. Inst. f. Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e. V., Berlin.

BOSKIDIS, I., GIKAS, G. D., PISINARAS, V., TSIHRINTZIS, V., A. 2011. Spatial and temporal changes of water quality, and SWAT modeling of Vosvozis River Basin, North Greece. *J Environ Sci Health A* 45(15):421–1440.

DONOSO, G., CANCINO, J., MAGRI, A. 1999. Effects of agricultural activities on water pollution with nitrates and pesticides in the central valley of Chile. *Water Science and Technology*, 39(3), 49–60.

DUDA, A.M. 1993. Addressing non-point sources of water pollution must become an international priority. *Water Science and Technology*, 28(3–5), 1–11.

FERANEC, J. OŤAHEL, J. 1999. Mapovanie krajinej pokrývky metódou CORINE v mierke 1 : 50 000: Návrh legendy pre krajiny programu Phare. In: *Geografický časopis*. 51, 1, s. 19-44. ISSN 0016-7193.

FISCHER, H. B., LIST, J. E., KOH, C. R., IMBERGER, J., & BROOKS, N. H. 1979. Mixing in Inland and Coastal Waters. New York: Academic Press. 483 s. ISBN 0 – 12 – 258150 – 4.

GIKAS, G. D., YIANNAKOPOULOU, T., TSIHRINTZIS, V. A. 2006. Water quality trends in a coastal lagoon impacted by non-point source pollution after implementation of protective measures. *Hydrobiologia* 563(1):385–406

HOLUBEC, M. a kol. 2002. Gabčíkovo – rozšírenie vodného zdroja: záverečná výskumná práca. Bratislava: VÚVH, 2002.

HUMENIK, F. J., SMOLEN, M. D., DRESSING, S. A. 1987. Pollution from nonpoint sources: Where we are and where we should go. *Environmental Science & Technology*, 21(8), 737–742.

KOŽÍŠEK, F., KOS, J., PUMANN, P. 2007. Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. [cit. 2017-03-22]. Dostupné na: <<http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/hygmin2.pdf>>

LAM, Q. D., SCHMALZ, B., FOHRER, N. 2010. Modelling point and diffuse source pollution of nitrate in a rural lowland catchment using the SWAT model. *Agr Water Manage*, 97, 317–325.

MEYBECK, M., CHAPMAN, D.V., HELMER, R. 1989. Global Freshwater quality, a first assessment. WHO and UNEP/Blackwell Ltd.

MIKLÓS, L., IZAKOVIČOVÁ, Z. 1997. Krajina ako geosystém. VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava. 1997. 153 s. ISBN 80-224-0519-1.

MOURI, G., TAKIZAWA, S., OKI, T. 2011. Spatial and temporal variation in nutrient parameters in stream water in a rural-urban catchment, Shikoku, Japan: Effects of land cover and human impact. *Journal of Environmental Management* 92, 2011, 1837-1848.

ŘÍHA J., DOLEŽAL P., JANDORA J., OŠLEJŠKOVÁ J., RYL T. 2000: Jakost vody v povrchových tocích a její matematické modelování, Vydavatel'stvo NOEL 2000, 2002, Brno, 269s.

ZALIDIS, G., STAMATIADIS, S., TAKAVAKOGLU, V., ESKRIDGE, K., MISOPOLINOS, N. 2002. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterance region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88(2), 133–146.

Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 201/2011 Z. z., z 20. júna 2011, ktorým sa ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a monitorovanie stavu vôd.

Internetové zdroje:

COPERNICUS PROGRAMME – Copernicus Land Monitoring Service. 2018 [Online]. CORINE Land Cover, CLC 2012. [cit. 2018-08-20]. Dostupné na: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012/view>.