

**ANALÝZA ZDROJOV ZNEČISTENIA POVRCHOVÝCH TOKOV NA ÚZEMÍ SLOVENSKA
ČASŤ II. NEBODOVÉ ZDROJE**

Cyril Siman, Yvetta Velísková

Kvalitu vody v povrchových tokoch ovplyvňuje viacero faktorov. Jedným z dôležitých je rozmiestnenie bodových a nebodových zdrojov znečistenia v povodí a množstvo znečisťujúcich látok, ktoré sa z nich dostávajú do povrchových tokov. Bodovým zdrojom znečistenia nazývame miesto, pri ktorom vieme jasne lokalizovať miesto vnosu znečisťujúcej látky do toku. Identifikácia nebodových zdrojov znečistenia povrchových tokov v povodí je problematickejšia, pretože ide väčšinou o široko rozptýlené zdroje znečistenia v povodí, z ktorých sa znečisťujúca látka dostáva do povrchových tokov alebo vôbec nie je možné identifikovať miesto zdroja. Príkladom bodového zdroja znečistenia je vypúšťanie čiastočne vyčistených odpadových vôd z čistiarní odpadových vôd (priemysel, sídla, poľnohospodárske podniky a pod.). Za najvýznamnejší nebodový zdroj znečistenia sa považuje aplikácia priemyselných a organických hnojív v poľnohospodárskej činnosti. Cieľom príspevku – obidvoch jeho častí – je v sledovanom období identifikovať na území Slovenska oblasti s potenciálne najvyššou a najnižšou úrovňou bodového a nebodového (plošného) znečistenia povrchových tokov. V tejto, druhej časti príspevku, sa venujeme analýze nebodových zdrojov znečistenia povrchových tokov na území Slovenska, pričom obsahom prvej časti bolo zhodnotenie bodových zdrojov znečistenia. Prezentované sú výsledky spracovania spotreby priemyselných a organických hnojív na Slovensku v období rokov 2006 – 2015.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: povrchové toky, nebodový zdroj znečistenia, poľnohospodárstvo, priemyselné a organické hnojivá.

ANALYSIS OF SURFACE STREAMS POLLUTION SOURCES IN SLOVAKIA. PART II. NONPOINT SOURCES. Water quality in the surface stream is influenced by several factors. Distribution of point and nonpoint sources of pollution in a river basin and amount of pollutants released from them to surface streams are the important information. The point source of pollution is a place where we can clearly locate the site of pollutant input into a stream. Identification of nonpoint sources of surface streams pollution is more problematic because there are mostly widespread points in a river basin, from where pollutants get into surface streams. An example of a point source of pollution is the discharge from wastewater treatment plants (industry, urban areas, farms, etc.). The most significant nonpoint source of pollution is considered the application of industrial and organic fertilizers in agricultural activities. The objective of this contribution – both parts – is to identify areas with the potential highest and lowest level of point and nonpoint pollution of surface streams in the period under review. In this, the second part of the contribution, we deal with analysing of nonpoint sources of surface streams pollution in Slovakia territory, while evaluation of point sources of pollution was in the first part of the contribution. The results of the processing of consumption of industrial and organic fertilizers in the period 2006–2015 in Slovakia are presented.

KEY WORDS: surface streams, nonpoint source of pollution, agriculture, industrial and organic fertilizers

Úvod

Pojem znečistenie sa vzťahuje na kontamináciu vody, pôdy alebo vzduchu látkami, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť životné prostredie a zdravie človeka (AHD, 1982). Znečistenie nie je novým, nedávno objaveným, fenoménom. Naopak, v skutočnosti bolo problémom od

začiatku ľudskej civilizácie (Markham, 1994). Zjednodušene môžeme povedať, že znečistenie je „niečo na zlom mieste v zlom čase a v nesprávnom množstve“ (Holdgate, 1979).

Znečistenie vody je jej obohatenie o látky, ktoré sú nebezpečné pre zdravie človeka a iných organizmov. Môže byť spôsobené ľudskou činnosťou, ale aj výsky-

tom niektorých látok, ktoré sa dostávajú do vody z geologického podložia (Klinda a kol., 2009; pozri tiež Hronec a kol., 2005).

Zdroje znečistenia delíme na bodové a nebodové (Fischer a kol., 1979), pričom častejší výskyt zdrojov znečistenia nájdeme v oblastiach, kde je situovaný priemysel, osídlenie a intenzívna poľnohospodárska činnosť (Holubec a kol., 2002).

K bodovým zdrojom znečistenia povrchových tokov, ktorých rozmiestnenie a množstvo vypúšťaného znečistenia sme na území Slovenska vyhodnotili v prvej časti príspevku, patrí najmä znečistenie šíriace sa z nedostatočne čistých komunálnych a priemyselných odpadových vôd. V nich sa okrem fosforu a iných látok môžu vyskytovať aj mikropolutanty (zvyšky liekov a široké spektrum chemikálií), ktoré človek používa v bežnom živote (Kožíšek a kol., 2007).

Zdrojmi nebodového znečistenia povrchových tokov je aj aplikácia priemyselných a organických hnojív v poľnohospodárskej činnosti (poľnohospodárstvo patrí medzi plošné alebo difúzne zdroje znečistenia). Medzi najvýznamnejšie priemyselné hnojivá patria dusíkaté, fosforečné a draselné hnojivá.

V tejto (druhej) časti príspevku sú prezentované výsledky spracovania aplikácie (úrovne) priemyselných a organických hnojív v poľnohospodárstve na území Slovenska v období 2006 – 2015.

Teoretické východiská a pojmy

Kvalita vody v povrchových tokoch je vyjadrená fyzikálnymi, chemickými a biologickými ukazovateľmi (Říha a kol., 2000). Na kvalitu vody v povrchových tokoch vplýva viacero faktorov, ktoré môžeme rozdeliť na tie, ktoré sú prírodou dané – geomorfologické parametre, a človekom ovplyvnené – antropogénne podmienené parametre. Geomorfologické parametre povodia (ako napríklad sklon svahov v povodí, krivosť reliéfu a pod.) ovplyvňujú rozmiestnenie, druh a množstvo znečistenia. Parametre toku (ako napríklad spád toku, výskyt mŕtvych zón, výskyt vodnej vegetácie a i.) majú priamy vplyv na hydrodynamiku transportu znečistenia v povrchových tokoch.

K antropogénne podmieneným parametrom povodia patrí okrem iného aj rozmiestnenie a množstvo vypúšťaného znečistenia z bodových a nebodových zdrojov znečistenia.

Pojem nebodové znečistenie vyjadruje kombináciu znečisťujúcich látok dostávajúcich sa do povrchových tokov z veľkej, bližšie nešpecifikovanej a ťažko identifikovateľnej oblasti. Nebodové znečistenie povrchových tokov je predovšetkým výsledkom presunu znečisťujúcich látok do toku prostredníctvom povrchového a podpovrchového odtoku. V čase dažďových zrážok alebo topenia snehu dochádza k pohybu vody po zemskom povrchu, pričom voda absorbuje znečisťujúce látky, s ktorými sa dostáva do kontaktu (USEPA, 2004a). Takýto roztok znečisťujúcich látok a vody zo zrážok alebo topiaceho sa snehu sa povrchovým a pod-

povrchovým odtokom dostáva do vodných tokov.

Nebodové zdroje znečistenia môžeme ďalej rozdeliť na liniové, difúzne a plošné, pričom ich koncentrácia je najväčšia v mestských (urbánnych) a prímestských (suburbánnych) regiónoch. Tie sú charakteristické čiastočnou alebo úplnou zmenou povrchu krajiny, čo vedie k zmenám jeho absorpčných schopností a znečisťujúce látky sa tak prostredníctvom povrchového odtoku môžu dostať do povrchových tokov oveľa rýchlejšie. Veľký percentuálny podiel na celkovom nebodovom znečistení vody má poľnohospodárska činnosť, pričom napríklad v Spojených štátoch Amerických je práve poľnohospodárstvo hlavným nebodovým zdrojom znečistenia (USEPA, 2004b).

Znečistenie z bodových, ale aj nebodových zdrojov znečistenia sa stalo serióznym problémom spôsobujúcim zhoršenie kvality vody nielen v USA, ale aj vo viacerých európskych krajinách (Lam a kol., 2011). Viacerí autori vo svojich prácach uvádzajú, že 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).

Poľnohospodárske znečistenie vôd znamená vnášanie (priamo alebo nepriamo) škodlivín z poľnohospodárskych zdrojov do vodného prostredia, čo spôsobuje ohrozenie pre ľudské zdravie, poškodenie životného prostredia a/alebo negatívne zasahovanie do iných spôsobov využívania vôd (Bielek, 2001).

Poľnohospodársky aktívne územia sú dlhodobo vystavované vplyvom rastlinnej či živočíšnej produkcie. Ich následkom dochádza k ohrozeniu viacerých zložiek životného prostredia vrátane podzemných vôd. Zvlášť ohrozenými sú napríklad aj krasové územia, kde je riziko znečistenia v porovnaní s inými oblasťami podstatne vyššie (Haviarová, 2007).

Na kvalitu povrchových a následne podzemných vôd významne vplývajú technologické postupy ako aj intenzifikácia živočíšnej a rastlinnej výroby. Pretože pri hodnotení kvality vody je ťažké odlíšiť len vplyv poľnohospodárstva, nižšie uvedené hodnotenia sú len indikatívne (MŽP SR a SAŽP, 2016).

Zmeny v sektore poľnohospodárstva (reštitúcie pôdy, nárast cien, zníženie intenzifikácie, legislatívne opatrenia) po roku 1989 spôsobili výrazný pokles v spotrebe priemyselných hnojív v poľnohospodárstve na Slovensku. Medzi rokmi 1990 až 2000 klesla spotreba dusíkatých hnojív o viac ako 60 %, spotreba fosforečných hnojív v rovnakom období klesla o 89 % a draselných hnojív až o 92,5 % (SAŽP, 2013). Medzi rokmi 2000 až 2015 mala spotreba priemyselných hnojív s menšími odchýlkami rastúci trend, pričom spotreba dusíkatých hnojív sa zvýšila o viac ako 111,9 % (+37,27 kg č. ž./ha), spotreba fosforečných hnojív o 89,6 % (+6,45 kg č. ž./ha) a draselných hnojív o 58,6 % (+3,81 kg č.

ž./ha) (SAŽP, 2016).

Medzi rokmi 2000 až 2015 pozorujeme na území Slovenska kontinuálny pokles výmery poľnohospodárskej pôdy, zaznamenaný bol pokles všetkých chovných druhov zvierat (okrem oviec), ale produkcia väčšiny poľnohospodárskych plodín mala rastúci trend. To prispelo k zvýšeniu spotreby priemyselných hnojív a pesticídov v poľnohospodárstve. Najväčšia je spotreba dusíkatých hnojív a z pesticídov majú najväčšiu spotrebu herbicidy (MŽP SR a SAŽP, 2016).

V dôsledku zvýšenia hnojenia dusíkatými hnojivami bola medzi rokmi 2007 až 2015 zaznamenaná kladná bilancia dusíka v poľnohospodárskych pôdach. Aj napriek zvyšujúcej sa rastlinnej výrobe kleslo od roku 2004, s výnimkou niektorých rokov, množstvo odpadových vôd vypúšťaných z poľnohospodárstva (pozn. odpadové vody z poľnohospodárstva sú najmä z chovu dobytka a sú to teda bodové a nie nebodové zdroje znečistenia). Celková produkcia odpadov z poľnohospodárstva má od roku 2005 kolísavý charakter (MŽP SR a SAŽP, 2016).

Údaje a metodika práce

Cieľom tejto časti príspevku je na území Slovenska v sledovanom období identifikovať oblasti s potenciálne najvyššou, ale tiež najnižšou hrozbou znečistenia (resp. najvyšším alebo najnižším stupňom zaťaženia) povrchových tokov z nebodových zdrojov znečistenia. Údaje o spotrebe hnojív na sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy, v tonách, ale tiež v kilogramoch na hektár, pre jednotlivé okresy Slovenska za obdobie 2006 – 2015, nám poskytol Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky so sídlom v Bratislave (ďalej ÚKSÚP).

Údaje o spotrebe hnojív na poľnohospodárskych pozemkoch za predchádzajúci hospodársky rok plodiny sa poskytuje kontrolnému ústavu formou elektronického podania na formulári zverejnenom na webovom sídle kontrolného ústavu (Vyhláška č. 151/2016 Z. z.).

Hospodárskym rokom plodiny je obdobie, ktoré sa začína prvou agrotechnickou operáciou k hlavnej plodine a končí sa poslednou agrotechnickou operáciou k hlavnej plodine, ktorou je spravidla zber úrody. Hospodársky rok trvá spravidla od 1. augusta do 31. júla (Zákon č. 394/2015 Z. z.).

Do dotazníka o spotrebe hnojív sa uvádza hmotnosť čistých živín v tonách, pri dusíkatých hnojivách dusík, pri fosforečných hnojivách oxid fosforečný a pri draselných hnojivách oxid draselný. Rovnako v tonách sa uvádza aj množstvo aplikovaných organických hnojív, tie môžu byť z vlastnej produkcie alebo môžu byť zakúpené.

Priemyselné hnojivá sa na poľnohospodársku pôdu aplikujú zhruba v pomere 100:10:1 (dusíkaté, fosforečné a draselné), pričom množstvo aplikovaných organických hnojív je väčšinou vyššie, keďže sú menej koncentrované ako hnojivá priemyselné.

Výsledky spracovania prezentujeme v článku v dvoch

formách. Prvou je priestorové zobrazenie (prostredníctvom mapy) spotreby hnojív v okresoch Slovenska, pričom uvádzame celkovú spotrebu hnojív v tonách, to znamená sumárne množstvo aplikovaných priemyselných a organických hnojív za celé desaťročné obdobie (obr. 3 a 5). Prostredníctvom máp prezentujeme tiež priemernú ročnú spotrebu priemyselných a organických hnojív v kg/ha (1 ha) sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy v období rokov 2006 – 2015 (obr. 4 a 7).

Celkovú spotrebu hnojív sme vypočítali ako sumárne množstvo aplikovaných hnojív za desaťročné obdobie pre každý okres. Pri výpočte priemernej spotreby hnojív sme namiesto funkcie súčet použili funkciu jednoduchého aritmetického priemeru, pričom vstupným údajom nebola úroveň hnojenia v tonách, ale v kg/ha (1 ha), tak ako nám ju poskytol ÚKSÚP.

Druhou formou spracovania je zobrazenie trendu v spotrebe hnojív prostredníctvom grafov. Metodika výpočtu je podobná ako v prvom prípade, ale výsledné údaje nepredstavujú vyhodnotenie pre okresy, ale pre celé územie Slovenska (okrem obr. 6, kde sú hodnotené vybrané okresy), resp. ide o vyhodnotenie spotreby na sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy. Napr. v prípade obr. 8 ide o sumu množstva hnojív, ktoré boli aplikované na poľnohospodársku pôdu v jednotlivých okresoch Slovenska. Samotný graf prezentuje medziročný vývoj spotreby hnojív v jednotlivých rokoch vo všetkých okresoch a prináša tiež porovnanie medzi priemyselnými a organickými hnojivami. Obr. 9 treba chápať ako vývoj priemernej ročnej spotreby, či už priemyselných alebo organických hnojív, na 1 ha sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy na území Slovenska v období 2006 – 2015. Nejde teda o priemernú hodnotu pre celé územie Slovenska, ale len tú jeho časť, na ktorej bola sledovaná aplikácia hnojív!

Výsledky a diskusia

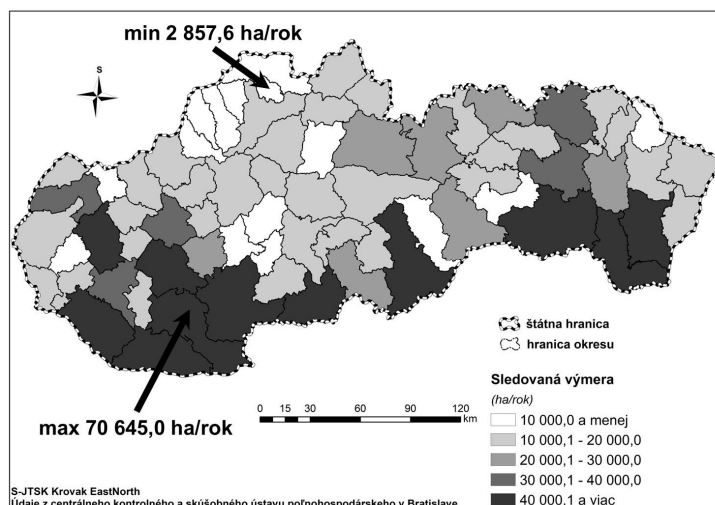
Z dostupných údajov sme ako prvú vyhodnotili sledovanú výmeru poľnohospodárskej pôdy, na ktorej boli aplikované hnojivá (ide o priemernú ročnú výmeru sledovanej poľnohospodárskej pôdy). Jej najväčšia rozloha bola v danom období (2006 – 2015) prevažne v okresoch južného Slovenska, kde sa z hľadiska typologicko-produkčnej kategorizácie pôd (Džatko, 2002) nachádzajú orné pôdy s vysokým produkčným potenciálom (predovšetkým na Podunajskej nížine). Zaujímavé sú rozdiely medzi okresmi s podobnými prírodnými podmienkami, rozlohou a aj štruktúrou pôd. Tieto rozdiely sú zrejme napríklad medzi okresmi Revúca a Rimavská Sobota, prípadne aj niektorými okresmi na juhozápade Slovenska, kde je však výraznejší rozdiel aj v rozlohe okresov (obr. 1). Okrem priestorovej distribúcie sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy nás zaujímali aj časové zmeny.

V sledovanom období sme zaznamenali kolísavý a mierne rastúci trend v rozlohe sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy (obr. 2). To nemusí znamenať, že rástla aj rozloha celkovej výmery poľnohospodárskej

pôdy v okrese, ktorá zahŕňa aj tú časť, kde neboli aplikované žiadne hnojivá.

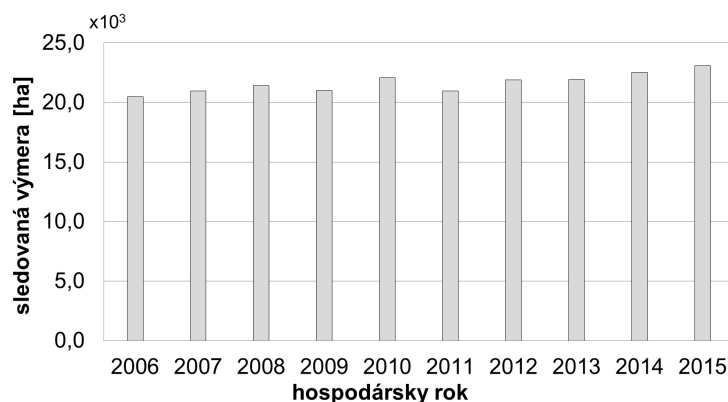
Pri vyhodnotení spotreby hnojív sme sa zamerali na dve hlavné kategórie hnojív – priemyselné a organické. Z priemyselných hnojív sme sledovali úroveň hnojenia dusíkatými, fosforečnými a draselnými hnojivami (tzv. NPK). Najvyššia celková úroveň hnojenia týmto typom hnojív bola na juhozápade územia, kde za celé desať-ročné obdobie dosiahla ojedinele viac ako 70 000 ton aplikovaných hnojív na sledovanú výmeru poľnohospodárskej pôdy (v okresoch Komárno a Dunajská Streda). Naopak nižšie hodnoty aplikovaných priemyselných hnojív (NPK) sa vyskytovali najmä v okresoch stredné-

ho a sčasti aj východného Slovenska, pričom najnižšiu hodnotu sme vyhodnotili pre okres Kysucké Nové Mesto (obr. 3). Najvyššia priemerná ročná spotreba priemyselných hnojív (v kg/ha) bola na západe Slovenska, pričom tu vo viacerých okresoch presiahla hodnotu 120 kg/ha (menovite napr. v okresoch Senec, Komárno, Levice, Nové Zámky,...). Najvyššia priemerná ročná spotreba priemyselných hnojív bola v okrese Šaľa (152,7 kg/ha/rok). Naopak najnižšiu priemernú úroveň hnojenia sme vyhodnotili pre okres Kysucké Nové Mesto (2,0 kg/ha/rok), pomerne nízka v porovnaní s ostatnými okresmi bola tiež v okresoch Gelnica a Čadca (menej ako 5 kg/ha/rok) (obr. 4).



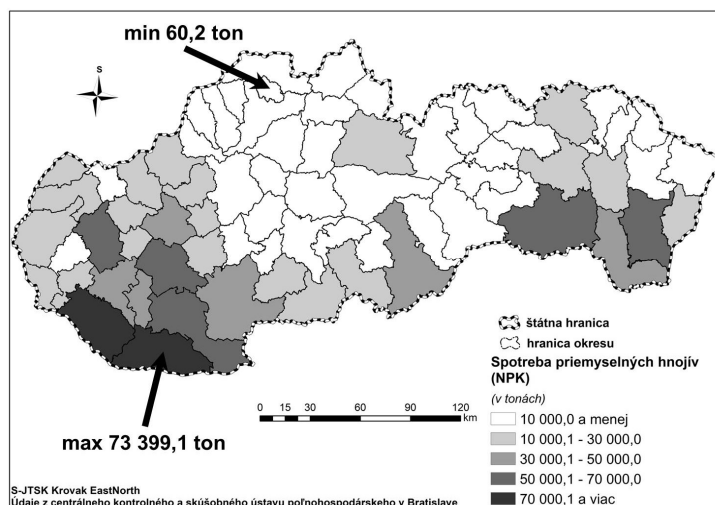
Obr. 1. Priemerná ročná sledovaná výmera poľnohospodárskej pôdy v okresoch Slovenska v období 2006 – 2015.

Fig. 1. Average annual of monitored area of agricultural soils in districts of Slovakia in the period 2006–2015.



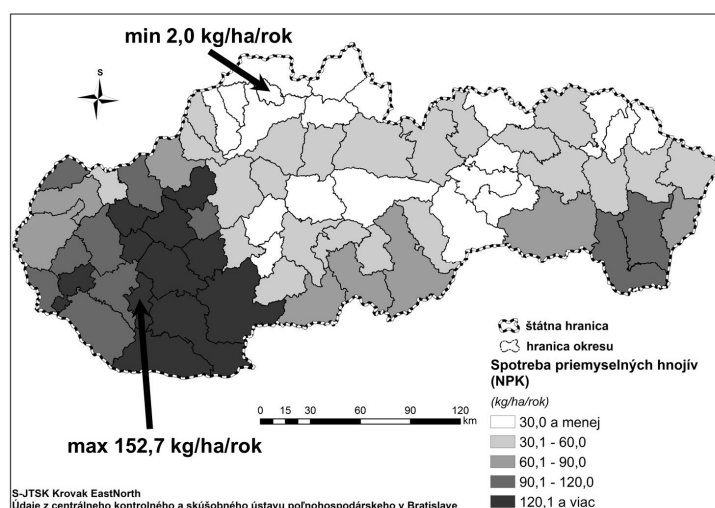
Obr. 2. Medziročný vývoj priemernej sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy na území Slovenska v období 2006 – 2015.

Fig. 2. Annual development of average monitored area of agricultural soils in Slovakia in the period 2006 – 2015.



Obr. 3. Celková spotreba priemyselných hnojív (dusikaté, fosforečné a draselné) na sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy v okresoch Slovenska v období 2006 – 2015.

Fig. 3. Total amount of applied N-P-K fertilizers in districts of Slovakia in the period 2006–2015.



Obr. 4. Priemerná ročná spotreba priemyselných hnojív (dusikaté, fosforečné a draselné) na 1 ha sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy v okresoch Slovenska v období 2006 – 2015.

Fig. 4. Average annual consumption of N-P-K fertilizers applied to 1 ha of agricultural soils in the period 2006 – 2015.

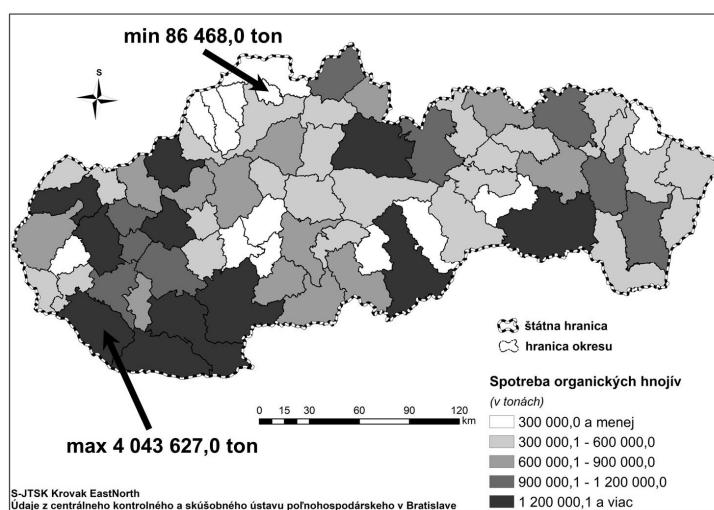
V skupine organických hnojív sme v sledovanom období (2006 – 2015) zaznamenali úroveň hnojenia vyššiu ako 1 200 000 ton predovšetkým v okresoch na juhozápade Slovenska (obr. 5). Najvyššiu celkovú spotrebu organických hnojív sme vyhodnotili v okrese Dunajská Streda. Na priemernej sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy 59 359,1 ha tu bolo v období rokov 2006 – 2015 aplikovaných spolu 4 447 989,7 ton organických hnojív. Počas 10-ročného obdobia bol v tomto okrese kolísavý slabo klesajúci trend spotreby organických hnojív, napriek tomu tu bola celkovo

zaznamenaná výrazne vyššia spotreba organických hnojív ako v okrese Trnava (2 725 981,5 t), ktorý sa umiestnil na druhom mieste, prípadne v okrese Komárno (2 572 721,8 t), v ktorom sme pozorovali tretiu najvyššiu úroveň hnojenia organickými hnojivami na území Slovenska (obr. 6). Pri priemernej ročnej spotrebe organických hnojív sme najvyššiu úroveň hnojenia pozorovali v okrese Trenčín (7 403 kg/ha), druhá najvyššia priemerná spotreba bola v okrese Tvrdosín (7 018 kg/ha). Najnižšia priemerná ročná spotreba organických hnojív na hektár poľnohospodárskej pôdy

bola v okrese Trebišov (990 kg/ha/rok) (obr. 7). Pri porovnaní celkovej spotreby (v tonách) priemyselných a organických hnojív na sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy v rámci celého územia Slovenska výrazne prevažovalo množstvo aplikovaných organických hnojív nad hnojivami priemyselnými. Z priemyselných hnojív bola najvyššia celková úroveň hnojenia dusíkatými hnojivami, nasledovala spotreba fosforečných hnojív a najnižšiu úroveň hnojenia sme pozorovali pri draselných hnojivách (obr. 8). Prevalu spotrebovaných organických hnojív nad hnojivami priemyselnými sme pozorovali aj pri priemernej ročnej spotrebe hnojív (v kg/ha/rok). Kým pri priemyselných hnojivách bola priemerná ročná úroveň hnojenia rádovo v desiatkach kg/ha/rok, pri organických hnojivách boli hodnoty rádo-

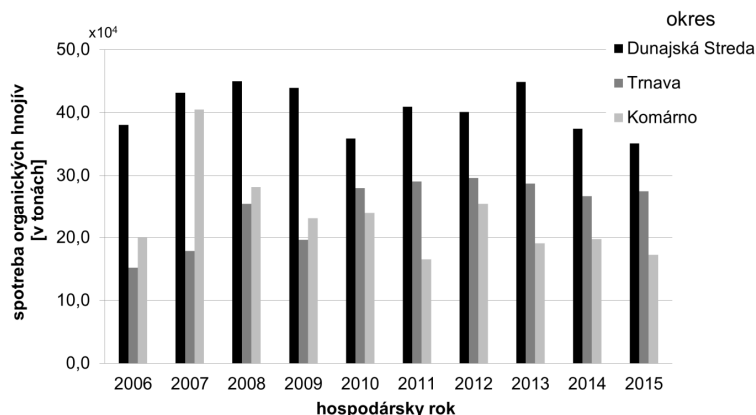
vo v tisícoch (obr. 9).

Celková spotreba priemyselných hnojív (v tonách) mala v období rokov 2006 – 2015 na území Slovenska kolísavý mierne rastúci trend. V spomínanom období bola celoplošne najvyššia celková úroveň hnojenia priemyselnými hnojivami dosiahnutá v roku 2014, naopak najnižšia v roku 2009. Celková spotreba organických hnojív mala naopak mierne klesajúci trend, s maximom v roku 2008 a minimom v roku 2015 (obr. 8). Pri porovnaní spotreby priemyselných a organických hnojív na obr. 8 alebo 9 si opäť môžeme všimnúť rádivé rozdiely v úrovni hnojenia, čo však vyplýva zo samotnej povahy aplikovaných hnojív (priemyselné hnojivé sú koncentrovanejšie ako organické a preto je ich množstvo, ktoré sa aplikuje na poľnohospodársku pôdu menšie).



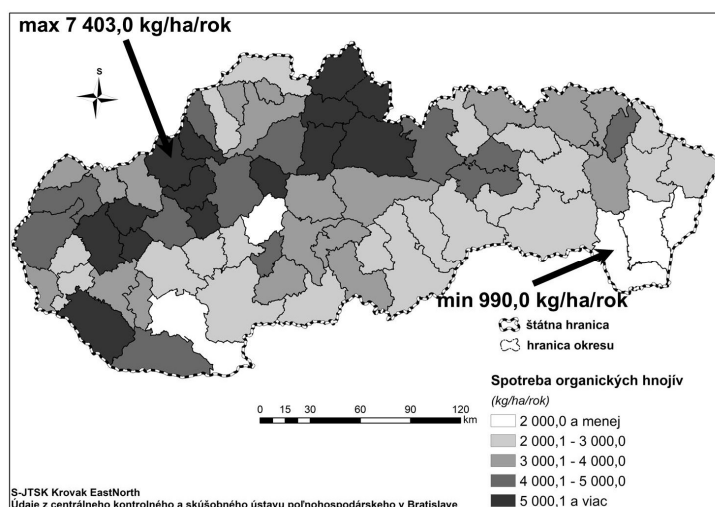
Obr. 5. Celková spotreba organických hnojív na sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy v okresoch Slovenska v období 2006 – 2015.

Fig. 5. Total amount of applied organic fertilizers in districts of Slovakia in the period 2006 – 2015.



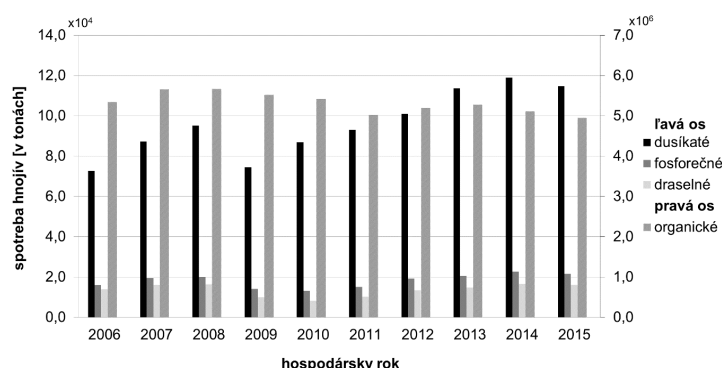
Obr. 6. Medziročný vývoj celkovej spotreby organických hnojív na sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy v okrese Dunajská Streda, Trnava a Komárno v období 2006 – 2015.

Fig. 6. Annual development of total amount of applied organic fertilizers in Dunajská Streda, Trnava and Komárno district in the period 2006–2015.



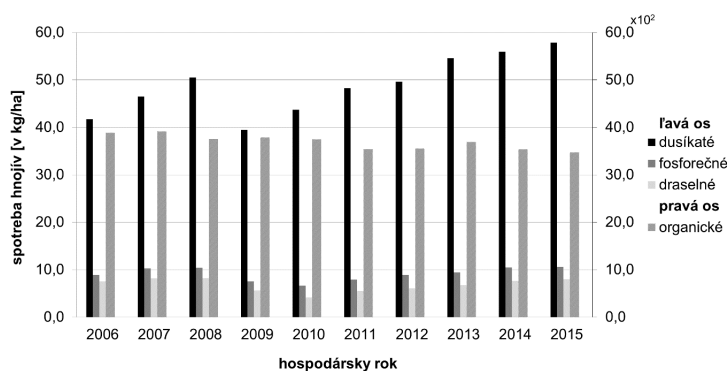
Obr. 7. Priemerná ročná spotreba organických hnojív na 1 ha sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy v okresoch Slovenska v období 2006 – 2015.

Fig. 7. Average annual consumption of organic fertilizers applied to 1 ha of agricultural soils in the period 2006 – 2015.



Obr. 8. Medziročný vývoj celkovej spotreby priemyselných (dusíkaté, fosforečné a draselné) a organických hnojív na sledovanej výmere poľnohospodárskej pôdy na Slovensku v období 2006 – 2015.

Fig. 8. Annual development of total amount of applied industrial (N-P-K) and organic fertilizers on monitored area of agricultural soils in Slovakia in the period 2006 – 2015.



Obr. 9. Medziročný vývoj priemernej spotreby priemyselných (dusíkaté, fosforečné a draselné) a organických hnojív na 1 ha sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy na Slovensku v období 2006 – 2015.

Fig. 9. Annual development of average consumption of industrial (N-P-K) and organic fertilizers applied to 1 ha of agricultural soils in the period 2006 – 2015.

Priemerná ročná spotreba priemyselných hnojív (priemerná spotreba hnojív na 1 ha sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy zo všetkých okresov pre daný rok), podobne ako v prípade ich celkovej spotreby, mala na území Slovenska kolísavý mierne rastúci trend. Najvyššiu priemernú ročnú spotrebu priemyselných hnojív v kg na 1 hektár sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy sme vyhodnotili pre rok 2015, naopak najnižšiu pre rok 2009. V období 2010 – 2015 vzrástlo priemerné množstvo aplikovaných priemyselných hnojív na 1 ha sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy zhruba o 20 kg/ha. Priemerná ročná spotreba organických hnojív mala počas 10-ročného obdobia na území Slovenska kolísavý klesajúci trend. Najvyššiu priemernú úroveň hnojenia týmto typom hnojív sme vyhodnotili pre rok 2007, naopak najnižšiu pre rok 2015.

Záver

V tejto časti príspevku bola vyhodnotená spotreba priemyselných a organických hnojív v jednotlivých okresoch na území Slovenska v období 2006 – 2015. Údaje o spotrebe hnojív v tonách a v kg na hektár (kg/ha) sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy za desať hospodárskych rokov nám poskytol Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave.

Analyzovaná bola celková (údaje v tonách), ale aj priemerná (údaje v kg/ha) spotreba priemyselných a organických hnojív. Najvyššiu celkovú, ale aj priemernú spotrebu priemyselných hnojív sme pozorovali predovšetkým v okresoch na juhozápade Slovenska (obr. 3 a 4). V skupine organických hnojív boli najvyššie hodnoty celkovej spotreby hnojív prevažne v okresoch v južnej polovici západného Slovenska (ojedinele aj na strednom a východnom Slovensku). Pri priemernej spotrebe organických hnojív boli však výsledky odlišné a okresy s vyššou priemernou spotrebou tejto skupiny hnojív sme identifikovali nie len na juhozápade, ale aj v severnejších regiónoch Slovenska, akými sú napríklad Považie, Liptov a Orava (obr. 7). Uvedené zistenia súvisia najmä so vzťahom medzi živočíšnou výrobou a produkciou organických hnojív a tiež s menšou rozlohou sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy v týchto oblastiach.

V sledovanom období prevažovalo výraznou mierou množstvo aplikovaných organických hnojív, nad hnojivami priemyselnými, pričom z priemyselných hnojív mali významný podiel na celkovej úrovni hnojenia dusíkaté hnojivá. V skupine priemyselných hnojív sme v období 2006 – 2015 pozorovali mierny nárast ich spotreby, pričom v období 2010 – 2015 vzrástlo priemerné ročné množstvo aplikovaných priemyselných hnojív na jeden hektár sledovanej výmery poľnohospodárskej pôdy o zhruba 20 kg/ha. V skupine organických hnojív sme naopak pozorovali pokles úrovne hnojenia. Celková, ale aj priemerná spotreba organických hnojív

mala na území Slovenska kolísavý mierne klesajúci trend (obr. 8 a 9).

Podakovanie

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.

Literatúra

- 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.
- AHD (American Heritage Dictionary – Americký výkladový slovník) (1982): Boston, MA. Houghton Mifflin Company. 1 568 s.
- Behrendt, H., Huber, P., Opity, D., Scholy, G., Uebe, R. (1999): Nährstoff bilanzierung der Flussgebiete Deutschlands 373 s. UBA-Bericht. Inst. f. Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e. V., Berlin.
- Bielek, P. (2001): Ohrozená voda z poľnohospodárskej výroby. Stručný výklad ku kódexu správnej poľnohospodárskej praxe – ochrana vodných zdrojov pred poľnohospodárskym znečistením. Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava, 2001, ISBN 80-85361-92-2.
- Boskidis, I., Gikas, G. D., Pinaras, 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.
- DIRECTIVE, (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L327: 1–72.
- 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.
- Džatko, M. (2002): Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdno-ekologických regiónov Slovenska. Bratislava: VÚPOP, 2002. 88 s. ISBN 80-85361-94-9.
- 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.
- Haviarová, D. (2007): Posúdenie vplyvu poľnohospodárskych aktivít na kvalitu vôd podzemného hydrologického systému vážeckého krasu [online]. In *Aragonit 12*, časopis Správy slovenských jaskýň. s. 38–42. [cit. 2017-10-05]. Dostupné z: <<https://lnk.sk/cINZ>>
- Holdgate, M.W. (1979): *A Perspective of Environmental Pollution*. New York: Cambridge University Press. 278 pp.
- Holubec, M. a kol. (2002): *Gabčíkovo – rozšírenie vodného zdroja: záverečná výskumná práca*. Bratislava: VÚVH, 2002.
- Hronec, O., Andrejovský, P., Adamišin, P. (2005): *Ochrana ovzdušia a vôd*, Nitra: SPU, 2005. 167 s. ISBN 80-8069-536-9.
- 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.
- Klinda, J., a kol. (2009): *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2009*. 1. vydanie. Bratislava: MŽP SR, Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2009. 280 s. ISBN 9788088833-54-3.
- Kožíšek, F., Kos, J., Pummann, P. (2007): Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <<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.
- Lam, Q. D., Schmalz, B., Fohrer, N. (2011): The impact of agricultural Best Management Practices on water quality in a North German lowland catchment. *Environ Monit Assess*, 183, 1–4, 2011, s. 351–379
- Mmarkham, A. (1994): *A Brief History of Pollution*. New York: St. Martin's Press. 162 s.
- Meybeck, M., Chapman, D.V., Helmer, R. (1989): *Global Freshwater quality, a first assessment*. WHO and UNEP/Blackwell Ltd.
- MŽP SR a SAŽP, (2016): *Poľnohospodárstvo*. In *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2015* [online]. Bratislava; Banská Bystrica: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky: Slovenská agentúra životného prostredia, 2016. 236 s. [cit. 2017-09-28]. ISBN 978-80-89503-60-5. Dostupné z: <<https://enviroportal.sk/uploads/report/vplyvy-hospod.pdf>>
- 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 vodních tocích a její matematické modelování*. Vydavatel'stvo NOEL 2000, 2002 s.r.o. Brno. 269 s. ISBN 80-86020-31-2.
- SAŽP (2013): *Poľnohospodárstvo a jeho vplyv na životné prostredie v Slovenskej republike k roku 2011: Indikátorová sektorová správa* [online]. Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia 2011. 41 s. [cit. 2017-09-28].
- SAŽP (2016): *Poľnohospodárstvo a životné prostredie v SR 2015 : Indikátorová správa* [online]. Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia. 33 s. [cit. 2017-09-28]. Dostupné z: <<https://lnk.sk/ht57>>
- USEPA. (2004a): What is Nonpoint Source (NPS) Pollution? Questions and Answers [online] [cit. 2018-03-20] Dostupné z: <<http://www.epa.gov/owow/nps/qa.html>>
- USEPA. (2004b): Nonpoint Source Pollution: The Nation's Largest Water Quality Problem. [online] [cit. 2018-03-20] Dostupné z: <<http://www.epa.gov/nps/facts/point1.htm>>
- Vyhláška č. 151/2016 Z. z. zákona č. 136/2000 Z. z. o hnojivách v znení jeho novely č. 394/2015 Z. z.
- Zákon č. 394/2015 Z. z. Zákon, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 136/2000 Z. z. o hnojivách v znení neskorších predpisov.
- Zalidis, G., Stamatiadis, S., Takavakoglou, V., Eskridge, K., Misopolinos, N. (2002): Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88(2), 133–146.

ANALYSIS OF SURFACE STREAMS POLLUTION SOURCES IN SLOVAKIA PART II. – NONPOINT SOURCES

Research on water quality degradation caused by point and nonpoint source pollution plays an important role in protecting the environment sustainably (Lam, et al., 2011). The Water Framework Directive (Directive, 2000) that rules the current European water policy defines water quality as the level of deviation from the type-specific 'reference conditions'. Water quality in surface streams is expressed by physical, chemical and biological indicators (Říha et al., 2000) and is affected

by a combination of natural and anthropogenic factors, the relative influences of which change with temporal and spatial scale (Meybeck et al., 1989; Mouri et al., 2011). Most of these factors can be and have been, affected by humans. For example, changes in river discharges due to abstraction, urbanization, or impounding, and discharges from industry, agriculture, or sewerage. The pollution problem is caused by changes in the composition of land use within a catch-

ment as human activities increase (Gikas et al. 2006; Amiri and Nakane 2009; Boskidis et al. 2011).

Thus, quality of water in surface streams is mainly influenced by catchment characteristics. One of the most important parameters that we considered in this contribution was distribution and amount of pollution discharge from sources of pollution.

Sources of pollution are divided into point and nonpoint (Fischer et al., 1979), with a more frequent occurrence of pollution sources in areas where industry, settlement (urbanized areas) and intensive agricultural activity are located (Holubec et al., 2002). Point pollution of surface streams comes mainly from inadequately clean municipal and industrial sewage (Kožíšek et al., 2007). The main nonpoint sources of pollution are application of industrial and organic fertilizers in agriculture. Agriculture has been identified as the major contributor of nonpoint (diffuse) source pollution of water resources (Humenik et al., 1987; Duda 1993; Behrendt et al., 1999; Lam et al., 2010). Some other studies have found that pollutants such as fertilizers, pesticides, and sediment, resulting from various agricultural practices, lead to the degradation of surface and groundwater (Donoso et al., 1999; Zalidis et al., 2002). Point and nonpoint (diffuse) source pollution becomes a serious problem causing the impairment of water quality in many European countries (Lam, et al., 2011). These factors can be classified as anthropogenically dependent influences affecting water quality in surface streams.

In this, the second part of contribution we have evaluated consumption of organic and industrial fertilizers in districts of Slovakia over period 2006 – 2015. Data about fertilizers consumption in kg/ha and tonnes was provided by Central Control and Testing Institute of Agriculture. The main objective of this

contribution – both parts – is to identify areas with the potential highest and lowest risk of a load of surface streams by point and nonpoint sources of pollution in the period under review.

Total (in tonnes) and average (in kg/ha) consumption of industrial and organic fertilizers was analysed. The highest total, but as well as average consumption of industrial fertilizers, we observed mainly in districts in the southwest of Slovakia (fig. 3 and 4). In the group of organic fertilizers, the highest values of total fertilizers consumption were in south half of west Slovakia. However, in average consumption of organic fertilizers the results were different and districts with higher average consumption of this type of fertilizers we identified not just in southwest part of Slovakia, but in the northern regions of Slovakia, like are for example Povazie, Liptov, and Orava (fig. 7). Mentioned findings are connected mainly with a relationship between animal production and production of organic fertilizers, as well as a smaller area of agricultural soils in these areas.

In monitored period, the amount of applied organic fertilizers was much higher than the amount of applied industrial fertilizers and in addition in a group of industrial fertilizers, a significant part of total fertilizers consumption had nitrogen fertilizers. In a group of industrial fertilizers over the period 2006 – 2015 we observed just moderately increased in their consumption, while in the period 2010 – 2015 the average amount of applied industrial fertilizers per hectare of agricultural soils increased by about 20 kg/ha. On the other hand, in a group of organic fertilizers we observed a decline in consumption of fertilizers. Total, as well as average organic fertilizers consumption, had in Slovak territory variable slightly decreasing trend (fig. 8 and 9).

Mgr. Cyril Siman
Ing. Yvetta Velísková, PhD.
Ústav hydrológie SAV
Dúbravská cesta 9
841 04 Bratislava
Slovenská republika
Tel.: +4212 49268 259
Email: siman@uh.savba.sk
Yvetta.Veliskova@savba.sk