



ANYKŠČIŲ MIESTO PAVIRŠINIŲ NUOTEKŲ UŽTERŠTUMO VERTINIMAS

Kristina KLEPAITĖ¹, Jurgita ALEKNAITĖ², Vaida ŠEREVIČIENĖ³, Dainius PALIULIS⁴

VGTU AIF Aplinkos apsaugos katedra

*El. paštas: ¹kristina.klepaite@stud.vgtu.lt; ²jurgita.aleknaite@stud.vgtu.lt;
³vaida.sereviciene@vgtu.lt; ⁴dainius.paliulis@vgtu.lt*

Anotacija. Lietuvoje gausu geros/labai geros ekologinės būklės upių bei kitų vandens telkinių, kurie laikomi šalies gamtos turtu. Labai svarbu išsaugoti tinkamą ekologinę būklę nuo bet kokios žmogaus veiklos sukeltos taršos. Norint įvertinti upės vandens būklę, reikia įvertinti jos kokybės kaitą. Šiame straipsnyje siekiama įvertinti miesto teritorijos paviršinių nuotekų įtaką paviršinio vandens telkiniams – per miestą tekančioms upėms. Norint iširti paviršinių nuotekų poveikį upei buvo pasirinktas Anykščių miestas ir jo paviršinių nuotekų sistemos tinklas su išleistuvais į miesto upelius, bei Šventosios upę. Siekiant įvertinti paviršinių nuotekų poveikį upei buvo pasinaudota miesto paviršinių nuotekų išleistuvų žemėlapiu ir paimti mėginiai iš visų nuotekų išleidimo sistemų. Atsižvelgta į tai, jog paviršinių nuotekų sistemoje neįdiegti valymo įrenginiai ir paviršinės nuotekos nevalomos. Atlikti vandens kokybės tyrimai, kurie paviršinėms nuotekoms retai arba iš viso neatliekami ir nustatyti parametrai: pH, nitratai ir nitritai, amonio azotas bei bendras azotas, fosforas ir fosfatai, chloridai, permanganatinės oksidacijos laipsnis. Naftos ir jos produktų buvimą patvirtino atliktas bendrosios ir neorganinės anglies tyrimas. Aptiktas didžiausias naftos ir jos produktų kiekis – 2,06 mg/l, kuris neviršija didžiausios leistinos koncentracijos (DLK = 5 mg/l), tačiau vietomis skendinčių medžiagų kiekis siekė 192,3 mg/l ir viršijo 30 mg/l leistiną ribą 6,4 kartus. Didžiausią įtaką miesto paviršinių nuotekų užterštumui daro meteorologinės sąlygos ir galimi taršos šaltiniai – tai senos potencialiai užterštos teritorijos, padidėjęs transporto srautas, remontuojami keliai. Skendinčių medžiagų kiekio padidėjimas fiksuojamas po žiemos sezono, kai dėl sniego ir ledo dangos buvo intensyviai barstomos gatvės.

Reikšminiai žodžiai: paviršinės nuotekos, vandens kokybė, nevalomos nuotekos, skendinčios medžiagos, sunkieji meta-
lai, taršos šaltiniai.

Įvadas

Paviršinės nuotekos susidaro ant urbanizuotos teritorijos patekus lietaus ar sniego pavidalo krituliams. Nuotekų užterštumą lemia teršalų patekimas nuo pastatų stogų, šaligatvių, automobilių stovėjimo aikštelių, taip pat prie paviršinių priskiriamos nuotekos, susidaranti gatvių plovimo metu (Makaravičiūtė, Marčiulaitienė 2014).

Paviršinių nuotekų tvarkymo sistemų būklė Lietuvoje įvertintina tik kaip patenkinama (Maziliauskas *et al.* 2010). Viena iš didžiausių problemų laikomas paviršinių nuotekų taršos koncentracijų duomenų ribojimas. Nustatyta tvarka miestuose yra tiriamos tik tos medžiagos, kurios paviršinėms nuotekoms reglamentuojamos. Kiti elementai, tokie kaip azotas ir fosforas (bendras azotas ir fosforas, bei kiti jų junginiai), pačiose paviršinėse nuotekose netiriami, tačiau jų koncentracija negali viršyti nuotekų reglamente numatytų ribinių reikšmių. Taip pat, Aplinkos ministerijos duomenimis, į aplinką išleidžiamų nuotekų išvaloma tik maža dalis. Dėl lėšų trūkumo dau-

gelyje miestų ir miestelių neišstobulinta arba pasenusi paviršinių nuotekų surinkimo sistema.

Didėjant urbanizuotų teritorijų plotams, didėja ir surinkamų paviršinių nuotekų kiekiai. Dauguma paviršinių miestų nuotekų išleidžiamos nevalytos, daug nuotekų į paviršinius vandens telkinius patenka iš išsklaidytų taršos šaltinių. Augant automobilių srautui, intensyvejančioms statyboms, vykdančioms kelių priežiūrą, didėja paviršinių nuotekų užterštumas (Paul, Meyer 2008; Jang *et al.* 2010).

Paviršinių nuotekų susidarymas priklauso nuo skirtingų žemės naudojimo paskirčių, tokių kaip gyvenamųjų namų kvartalai, komerciniai pastatai, pramoniniai rajonai. Teršalų koncentracijos ir apkrovos gali skirtis, atsižvelgiant ne tik į žemės naudojimą, bet ir atliekamos veiklos rūšis. Į nuotekas gali pakliūti įvairių teršalų nuo organinių atliekų (aliejai, valymo priemonės, pesticidai), iki maistingų medžiagų, bakterijų, suspenduotų kietųjų dalelių ir sunkiųjų metalų (Maziliauskas *et al.* 2010).

Didele problema laikomas **sunkiųjų metalų** ir **naftos produktų** patekimas kartu su paviršinėmis nuotekomis nuo kelių tiesiai į upes (German, Svensson 2002). Didžioji dalis sunkiųjų metalų (cinkas, kadmis, varis, švinas ir kt.) ant kelių patenka tiesiai iš automobilių pratekant kurui ar tepalams arba įvykus avarijai, o dažnai teršalų patekimą į paviršinius vandenis pagreitina lietus (Davis *et al.* 2001; Sorme, Lagerkvist 2002).

Sunkieji metalai negali būti sunaikinti ar kitaip prarasti pavojingas ir kenksmingas savybes jie mitybos grandine patenka į gyvus organizmus ir juose kaupiasi – tokiu būdu daroma žala didėja (Lee, Jones–Lee 2006; Brannvall, Marinėnė 2007).

Atliktame tyrime Vilniuje, Žirmūnuose, buvo nustatyta, kad didžiausia sunkiųjų metalų koncentracija yra paviršinių nuotekų išleistuvuose, kurie yra įrengti prie tiltų ir šviesoforais reguliuojamų sankryžų (Vasarevičius *et al.* 2010).

Siekiant apsaugoti gamtinę aplinką nuo taršos, 2007 m. balandžio 2 d. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro priimtame paviršinių nuotekų tvarkymo reglamente nustatyti aplinkosaugos reikalavimai paviršinių nuotekų surinkimui, valymui ir išleidimui. Reglamente pateikti apribojimai į bendrus paviršinių nuotekų nuotakynus ir į gamtinę aplinką išleidžiamų nuotekų teršalų koncentracijoms (1 lentelė).

Viena iš Anykščių miesto problemų – mažas dėmesys paviršinių nuotekų išleidimo sistemai ir paviršinių vandenų užterštumui.

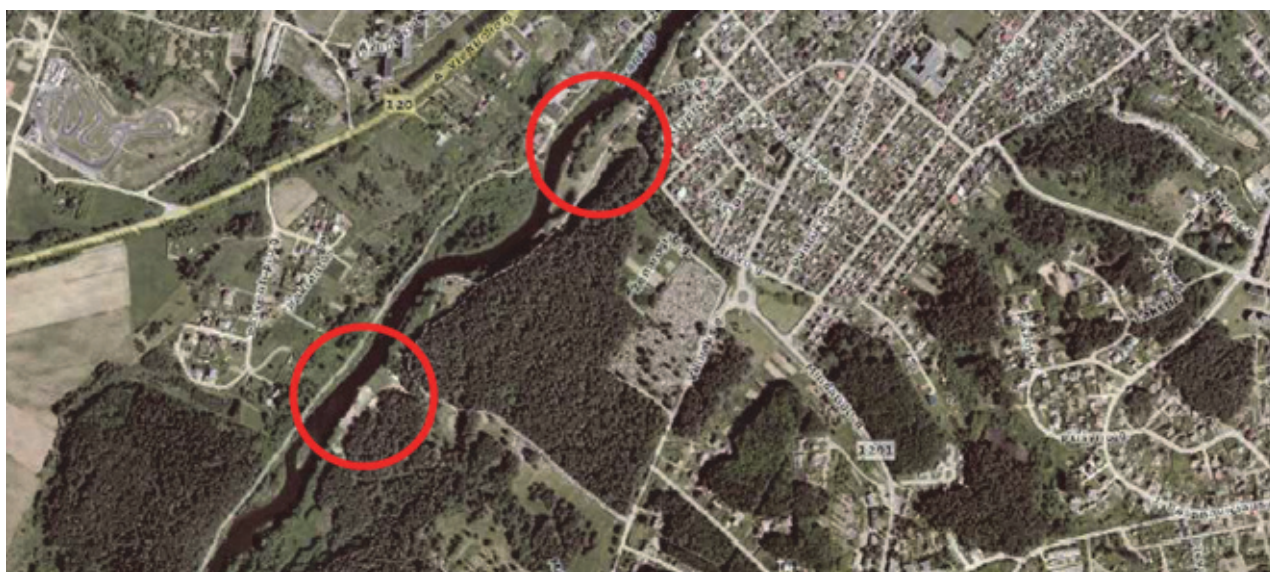
Išleistuvai išsidėstę mieste taip, kad paviršinės nuotekos patenka į Šventosios upę. Tačiau paviršinės nuote-

kos, tekėdamos žemyn, upės vaga pasiekia dvi pagrindines rekreacines zonas, žmonių susitelkimo vietas, maudyklas (1 pav.).

1 lentelė. Pavojingų ir kitų kontroliuojamų medžiagų didžiausios leistinos koncentracijos

Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	DLK, į gamtinę aplinką
Skendinčios medžiagos	mg/l	30
Nafta ir jos produktai	mg/l	5
Nitritai (NO ₂ -N)/NO ₂	mg/l	0,03/0,1
Nitratai (NO ₃ -N)/NO ₃	mg/l	23/100
Amonio azotas (NH ₄ -N)	mg/l	5
Bendras fosforas	mg/l	4
Fosfatai (PO ₄ -P)/PO ₄	mg/l	–
Chloridai	mg/l	1000
Fluoridai	mg/l	8
Sunkieji metalai		
Kadmis	mg/l	0,04
Varis	mg/l	0,5
Švinas	mg/l	0,1
Cinkas	mg/l	0,4
Chromas – bendras	mg/l	0,5

Dalis miesto neturi paviršinių nuotekų surinkimo tinklo. Didėjantis autotransporto kiekis dėl turizmo, kelių remonto darbai, potencialiai užterštos ir pavojingos teritorijos, įmonių veikla daro įtaką paviršinių nuotekų užterštumui.



1 pav. Anykščių miesto rekreacinės zonos esančios po paviršinių nuotekų išleidimo vietų

Todėl dalis paviršinių nuotekų užterštumo rodiklių viršija didžiausias leistinas ribines vertes, tam įtakos turi sezoniškumas ir meteorologinės sąlygos (krituliai).

Liūčių metu dėl nepatogios reljefo formos patvinsta centrinės miesto gatvės, ypač Vilniaus gatvės dalis ties miesto centru. Lietaus nuotakynas nespėja apdoroti iškritusių kritulių kiekio, dėl to kenčia vairuotojai ir šalia esantys gyventojai.

Anykščių miesto kritulių normos metinis vidurkis pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenis yra vidutinis ir siekia 729 mm. Sąryšis su paviršinių nuotekų užterštumu tas, jog kuo daugiau teršalų yra nuplauta nuo betkokių paviršių, tuo didesnė žala padaroma paviršiniams vandens telkiniams.

Tyrimais siekiama nustatyti Anykščių miesto paviršinių nuotekų užterštumą.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti miesto paviršinių nuotekų tvarkymo sistemų būklę, nustatyti miesto paviršinių nuotekų užterštumo rodiklius ir jų galimą poveikį paviršiniams vandens telkiniams bei aplinkai.

Tyrimo vieta ir metodai

Tyrimų rezultatai yra įvertinti pagal Lietuvos Respublikos ministro įsakymo pavojingų ir kitų kontroliuojamų medžiagų didžiausių leidžiamų koncentracijų (DLK) duomenis. Kuo didesnė cheminės medžiagos koncentracija (mg/l) nustatyta tiriamosiose nuotekose už DLK (mg/l), tuo didesnis paviršinių vandens telkinių užterštumo pavojus. Mėginiai imti vadovaujantis vandens mėginių ėmimo LST EN ISO 5667-1:2007 „Vandens kokybė. Mėginių ėmimas“ reglamentuojančiais teisės aktais. Paviršinių nuotekų mėginiai daugeliu atveju buvo imami tiesiai į tamsius 2 litrų butelius iš paviršinių nuotekų vamzdžių ar kitokių atvirų išleistuvų.

Atvežti mėginiai buvo laikomi tamsoje ir vėsiai – šaldytuve. Visi naudoti indai mėginių ėmimo metu buvo saugomi nuo užteršimo.

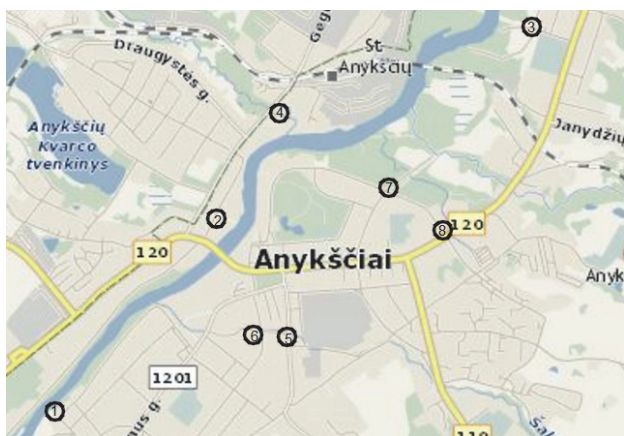
Mėginiuose iš išleistuvų buvo matuojamami pH, nitratų ir nitritų, amonio azoto ir bendrojo azoto, fosforo ir fosfatų, chloridų, skendinčių medžiagų kiekiai. Taip pat nustatytas naftos ir jos produktų kiekis, sunkiųjų metalų kiekis ir atliktas bendrosios ir neorganinės anglies tyrimas. Metodai pateikti 2 lentelėje. Pirmasis tyrimas atliktas rudens sezono metu – 2016 m. lapkričio 20 d., antrasis – žiemos – 2017 m. vasario 26 d.

Nuo meteorologinių sąlygų priklauso vandens nuotėkis lemiantis paviršinio vandens sudėtį, kuri tampa labai nepastovi ir yra greitai kintantis rodiklis (Kilkus, Stonevičius 2011).

2 lentelė. Ištirtų parametru matavimo metodai

Tyrimieji rodikliai	Matavimo vienetai	Tyrimo metodas
Aktyvi vandens reakcija pH	pH vienetai	pH nustatymas. LST ISO 10523:2012
Nitratai	mg/l	Nitratų kiekio nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį. LAND 65-2005
Nitritai	mg/l	Vandens kokybė. Nitritų kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas. LAND 39-2000
Amonio azotas	mg/l	Amonio kiekio nustatymas. Rankinis spektrometrinis metodas. LAND 38-2000
Fosforas	mg/l	Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą. LAND 58:2003
Fosfatai	mg/l	Fosfatų kiekis nuotekose nustatytas spektrometriniu metodu vartojant amonio molibdatą. LST EN ISO 6878:2004
Chloridai	mg/l	Chloridų kiekio nustatymas. Titravimas sidabro nitratu, vartojant chromato indikatorių (Moro metodas). LST ISO 9297:1998
Nafta ir jos produktai	mg/l	Svorio metodas mineralinei naftai (naftos produktams) nustatyti. LAND 48-2002
Bendras azotas, bendra ir neorganinė anglis	mg/l	Matavimai bendrosios anglies analizatoriumi TOC-V, SHIMADZU
Skendinčios medžiagos	mg/l	Skendinčių medžiagų nustatymas. Košimo pro stiklo pluošto koštuvą metodas. LAND 46-2007
Sunkieji metalai	Zn Cr Pb Cu Cd	Sunkiųjų metalų bendro kiekio nuotekose koncentracijos nustatymas liepsnos atominės absorbcinės spektroskopijos metodu. Remiantis LST ISO 8288:2002, LST EN ISO 15586:2004, LST ISO 9174:2003

Anykščių mieste paviršinės nuotekos surenkamos ir išleidžiamos į paviršinius vandens telkinius per 8 išleistuvus iš kurių jos tiesiogiai ir netiesiogiai patenka į Šventosios upę. Paviršinių nuotekų sistemai priklauso 4 abonentai (įmonės). Miesto schema pateikiama 2 paveiksle.



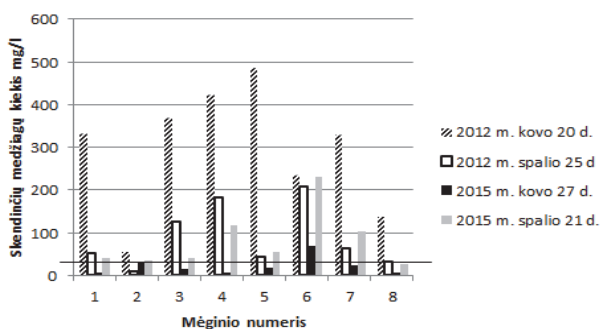
2 pav. Anykščių miesto paviršinių nuotekų išleistuvų išsidėjimo schema: 1–8 paviršinių nuotekų išleistuvai iš kurių imti mėginiai 2016 m. lapkričio 20 d. ir 2017 m. vasario 26 d.

Miesto centre įsikūrusi pramonės įmonė AB „MV GROUP Production“ Anykščių vyno gamykla turi įsirengusi savo paviršinių nuotekų valymo įrenginius ir išvalytas paviršines nuotekas išleidžia į Šaltupio upelį.

Rezultatai ir jų analizė

Dalis rezultatų lyginami su UAB „Anykščių vandenys“ laboratorijoje nustatomų parametrų rezultatais: organinės taršos rodikliai BDS₇, ChDS, pH, naftos ir jos produktų, skendinčių medžiagų ir chloridų kiekiai. Skendinčių medžiagų kiekis paviršinėse nuotekuose pastaruosius metus buvo labai skirtingas.

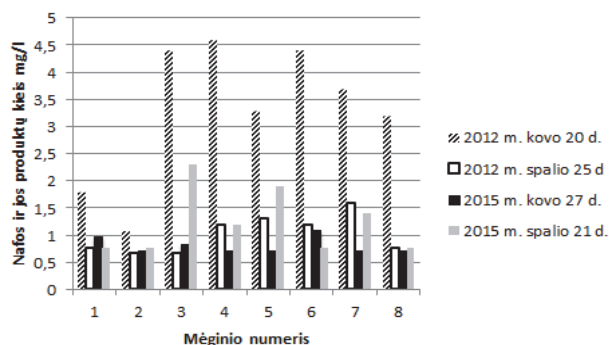
Skendinčios medžiagos, miestą prižiūrinčios įmonės duomenimis, dažnai daugelyje išleistuvų viršija DLK (3 pav.).



3 pav. Vidutinis skendinčių medžiagų kiekis miesto paviršinėse nuotekose 2012 ir 2015 metais pavasarį ir rudenį

Vidutinę didžiausią leistiną skendinčių medžiagų koncentraciją 2012 metais pavasarį viršijo beveik visuose išleistuvuose (DLK = 30 mg/l), o daugiausiai, t. y. beveik 16 kartų, viršijo 5 išleistuve (487 mg/l). Skendinčių medžiagų kiekį 2015 metais rudenį DLK viršijo 7 kartus (231 mg/l).

Dar vienas iš labai svarbių parametrų – tai naftos ir jos produktų kiekis paviršinėse nuotekose.

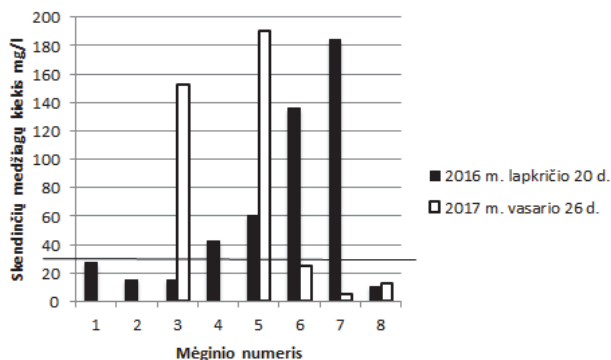


4 pav. Vidutinis naftos ir jos produktų kiekis miesto paviršinėse nuotekose 2012 ir 2015 metais pavasarį ir rudenį

Vidutinis metinis naftos produktų kiekis 2012 metais svyravo 0,67–4,6 mg/l. Didžiausios leistinos naftos ir jos produktų koncentracijos neviršijo (DLK = 5 mg/l) ir 2015 metais, jos kiekis svyravo 0,72–2,3 mg/l.

Paviršinių nuotekų pH 2012 metų pavasarį ir rudenį mažai kuo skiriasi, diapazonas svyruoja nuo 7,4 iki 8,3 pH vienetu. 2015 metais pH svyruoja nuo 7,5 iki 8,1. Palyginus pastarųjų 5 metų duomenis smarkiai padidėjo skendinčių medžiagų kiekis, naftos ir jos produktų kiekis dažnai išliko toks pat netgi visą sezoną keliuose išleistuvuose, o BDS₇ ir ChDS taip pat svyravo gana panašiam diapazone.

Mėginių paėmimas ir laboratoriniai tyrimai atlikti 2 kartus skirtingais sezonais – 2016 m. lapkričio 20 d. ir 2017 m. vasario 26 d. 11–12 val. Jie grafiškai palyginami 4–7 pav. Tyrimo pakartoti nepavyko 1, 2 išleistuvuose, nes nebuvo galimybės paimti ėminių. Dėl pakilusio upės vandens lygio ir ledų sangrūdos 1 ir 2 išleistuvai buvo visiškai apsemti.



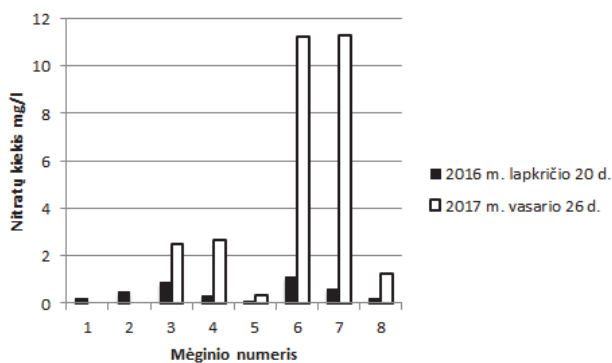
5 pav. Vidutinis skendinčių medžiagų kiekis iš miesto paviršinių nuotekų išleistuvų paimtuose mėginiuose

Mėginiuose, paimtuose 2016 metų lapkričio 20 d., skendinčių medžiagų kiekis daugiausiai siekė 185,6 mg/l 7 išleistuve ir viršijo DLK (30 mg/l) 6,2 karto. Pakartojus tyrimą 2017 metų vasario 26 d. viršijimas nustatytas 3, 5 išleistuvuose, juose skendinčių medžiagų kiekis atitinkamai siekė 153 mg/l ir 190 mg/l, DLK (30 mg/l) viršijo 5–6 kartus. 4 išleistuve skendinčių medžiagų kiekis vasario 26 d. buvo arti 0 mg/l.

Skendinčių medžiagų kiekis paviršinėse nuotekose priklauso nuo meteorologinių sąlygų, autotransporto skaičiaus mieste, kelius prižiūrinčių įmonių. Pokytis išleistuvuose sąlygojamas ir metų laiko (Meškauskaitė, Marčiulaitienė 2016). Žiemos sezono metu vyksta intensyvus kelių barstymas. Tai paškina skendinčių medžiagų kiekio padidėjimą 5 išleistuve, kuris yra miesto centre ir aptarnauja labiausiai žiemos metu apkraunamas miesto gatves.

Esant dideliame kritulių kiekiui, didėja ir iš dirvožemio išplaunamo azoto kiekis. Iš dirvožemio nitratų formos azoto išplaunama apie 90–98 % (Adomaitis *et al.* 2004). Nemažai azoto galėjo būti nuplauta ir su pačiu dirvožemiu dėl vandens erozijos, atsivėlgiant į tai, jog miestas kalvotoje vietovėje, bei dirvožemio granulometrinėje sudėtyje vyrauja smėlis, miestą supa pušynai, tai paspartina dar greitesnį azoto junginių išplovimą.

Atlikus nitratų kiekio tyrimus matomas ryškus sezonų skirtumas. Padidėjimas pastebimas žiemos sezono metu, pvz., 2017 m. vasario 26 d. mėginiuose jis išaugo beveik 17 kartų (nuo 0,67 iki 11,31 mg/l) 7 išleistuve.



6 pav. Vidutinis nitratų kiekis iš miesto paviršinių nuotekų išleistuvų paimtuose mėginiuose

Nitratų kiekis mėginiuose neviršija vidutinės DLK, kuri lygi 100 mg/l. Daugiausiai siekia 6–7 išleistuve (11,3 mg/l) žiemos sezono metu.

Ryškiausiai jaučiamas sezoniškumo poveikis pastebėtas pagal chloridų koncentracijos kiekio skirtumą lyginant skirtingu metu imtus mėginius. Didžiausias chloridų kiekio pokytis nustatytas 5 išleistuve, esančiame miesto centre (nuo 29 mg/l iki 13224 mg/l).

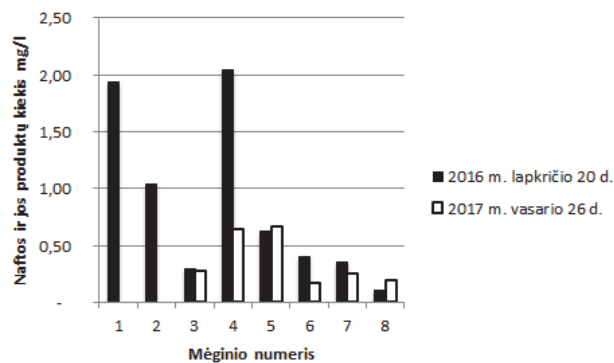
3 lentelė. Chloridų kiekio kaita (mg/l) Anykščių miesto paviršinėse nuotekose

Mėginių ėmimo vieta	Matavimo vienetai	2016 m. 11 mėn. 20 d.	2017 m. 02 mėn. 26 d.
1	mg/l	22	–
2	mg/l	15	–
3	mg/l	26	4609
4	mg/l	153	745
5	mg/l	29	13224
6	mg/l	36	1808
7	mg/l	45	133
8	mg/l	45	780

2016 m. lapkričio 20 d. atliktų tyrimų nustatytas chloridų kiekis metu neviršija vidutinės DLK, kuri lygi 1000 mg/l. Iš 3 lentelės matyti jog didžiausias chloridų kiekis pastebimas 4 išleistuve. Jis siekia 153 mg/l. Pakartojus tyrimą 2017 m. vasario 26 d. chloridų kiekis viršijamas 3, 5, 6 išleistuvuose. 5 išleistuve chloridų kiekis (13224 mg/l) DLK viršija 13,2 karto.

Chloridų kiekio padidėjimą lemia žiemos sezonas ir druskų barstymo intensyvumas. Didžiausi chlorido kiekiai nustatyti prie aktyviausių gatvių žiemos sezono metu miesto centre.

Paviršinėse nuotekose naftos produktai atsiranda nuo gatvių kelių, šaligatvių, mašinų stovėjimo aikštelių (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro... 2007).



7 pav. Vidutinis naftos ir jos produktų kiekis iš miesto paviršinių nuotekų išleistuvų paimtuose mėginiuose

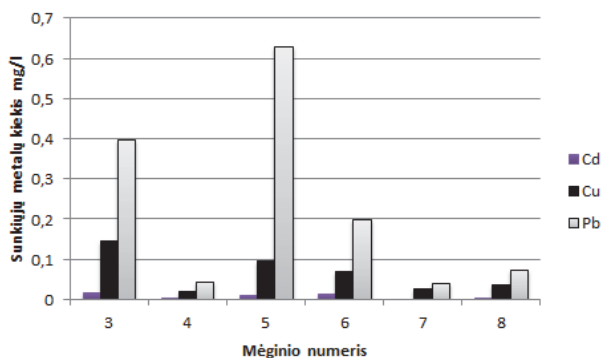
Naftos produktų didžiausia leidžiama vidutinė koncentracija (5 mg/l) nebuvo viršyta, tačiau daugiausiai (2,06 mg/l) naftos produktų nustatyta 1 ir 4 mėginyje.

Daroma prielaida, kad galimas naftos produktų kiekio padidėjimas prie 1 išleistuvo dėl vykusio remonto Rašytojų g.

Į gamtinę aplinką patekusiems naftos produktams būdingas kancerogeniškumas, mutageniškumas ir citotoksiškumas. Tai vandens gyvūnams sukelia reprodukcinės

sistemos sutrikimus ir taip kenkia ekosistemai (Andreikėnaitė 2010).

Sunkiesiems metalams priskiriami kadmio, cinko, varis, chromas. Jų pasiskirstymas mėginiuose pateikiamas 8 pav. Sunkieji metalai tirti tik 2017 m. vasario 26 d. Kadangi 1, 2 išleistuvai buvo užsemti sunkiųjų metalų kiekio juose ištirti galimybės nebuvo.



8 pav. Sunkiųjų metalų kiekis iš miesto paviršinių nuotekų išleistuvų paimtuose mėginiuose

Švino į gamtinę aplinką išleidžiamoms nuotekoms DLK (0,1 mg/l) buvo viršyta 6 kartus. Vario į gamtinę aplinką DLK (0,5 mg/l) paviršinėms nuotekoms neviršyta, didžiausia jo vertė siekė 0,14 mg/l. Kadmio DLK (0,04 mg/l) neviršyta, didžiausia vertė siekė 0,02 mg/l. Cinko ir chromo kiekiai buvo mažesni nei nustatymo ribos.

Sunkieji metalai patekę į aplinką, linkę kauptis ekosistemoje. Remiantis Lietuvos veterinarijos akademijos atliktais žuvų tyrimais, kurių metu nustatytos sunkiųjų metalų koncentracijos viršijo DLK, galima teigti jog sunkieji metalai patekę į paviršinius vandens telkinius ir juose augančias žuvis keliauja iki žmogaus organizmo ir

gali pakenkti. Laikoma, jog švinas vienas iš toksiškiausių žmogaus organizmui (Staniškienė, Garalevičienė 2004).

Taip pat buvo tirti ir kiti parametrai: (amonio azotas, nitritai, fosfatai, fosforas, bendra anglis, bendras azotas, permanganato indeksas) rodantys vandens kokybę, rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

- Amonio azotas neviršijo DLK (5 mg/l), didžiausia koncentracija siekė 8 išleistuve (0,35 mg/l) žiemos sezono metu. Amonio jonų nitrifikacijos metu susidaro nitritai ir nitratai. Amonis gali būti vandens užterštumo trąšomis, bakterijomis, nuotekomis, gyvūnų fekalijomis indikacinis rodiklis.
- Nitritų kiekis neviršijo DLK (1,5 mg/l), daugiausiai siekė 4 išleistuve (0,3 mg/l) žiemos sezono metu. Dažniausiai nitritų koncentracija padidėja pasibaigus vegetacijos sezonui, kai prasideda organinių medžiagų irimas. Nitritai yra tarpinė nitrifikacijos proceso grandis, todėl padidėjusi jų koncentracija gali rodyti, kad vandens užterštumas yra didelis.
- Fosfatų kiekis daugiausiai siekė 7 išleistuve (0,3 mg/l). Fosfatai iš dirvos su krituliais paviršinių nuotekų dėka gali patekti į vandens telkinius ir taip pat sukelti eutrofikaciją, bloginančią vandens kokybę. Junginiai dažnai įeina į buitį naudojamų skalbimo priemonių sudėtį.
- Fosforo didžiausia koncentracija nustatyta 7 išleistuve (0,31 mg/l), nesiekė DLK (4 mg/l). Į paviršinius vandenius fosforas gali patekti iš dirvožemio, kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos bei irimo produktas, su pramoninėmis, buitinėmis ir žemės ūkio nuotekomis.
- Bendros anglies daugiausiai nustatyta 2 išleistuve (64,95 mg/l) ir 8 išleistuve (62,07 mg/l).

4 lentelė. Ištirti kiti vandens teršalai ir kokybės parametrai Mėginių ėmimo vieta	pH	Amonio azotas, mg/l		Nitritai, mg/l		Fosfatai, mg/l	Fosforas, mg/l	Bendra anglis, mg/l	Bendras azotas, mg/l	Permanganato indeksas, mg/l O ₂
		Lapkričio 20 d.	Vasario 26 d.	Lapkričio 20 d.	Vasario 26 d.					
1	7,4	0,05	–	0,01	–	0,03	0,03	19,09	0,781	4,08
2	7,6	0,11	–	0,02	–	0,03	0,06	64,95	1,479	–
3	7,7	0,07	0,41	0,02	0,11	0,07	0,04	54,93	2,374	2,51
4	8,13	0,07	0,12	0,01	0,3	0,06	0,05	49,51	0,949	3,14
5	8,1	0,14	0,76	0,07	0,2	0,04	0,11	24,59	0,716	–
6	7,9	0,08	0,16	0,03	0,05	0,19	0,18	31,14	2,628	–
7	7,9	0,07	0,08	0,01	0,02	0,30	0,31	26,24	1,614	3,14
8	7,85	0,19	0,35	0,02	0,05	0,13	0,12	62,07	1,142	–
DLK	7	5		1,5		–	4	–	30	4

- Bendro azoto daugiausiai aptikto 6 išleistuve (2,628 mg/l), DLK neviršijama (30 mg/l). Bendram azotui priklauso organinis azotas pridedant nitratus ir nitritų azotą, todėl tai tik patvirtina anksčiau gautus rezultatus. Pagal bendrą azotą kaip fizikinio–cheminio kokybės elemento rodiklį galima nustatyti upės ekologinės būklės klasę.
- Didžiausias permanganato indeksas nustatytas 1 išleistuve (4,08 mg/l O₂), truputį viršija DLK (4 mg/l O₂). 2, 5 ir 6 išleistuvuose permanganato indeksas yra žemiau už nustatymo ribą. Permanganatinės oksidacijos metodu galima nustatyti vandenyje ištirpusių organinių medžiagų kiekį ir parodo bendrą užterštumą.

Išvados

1. Anykščių miesto paviršinių nuotekų išleistuvai išsidėstę skirtingose miesto vietovėse ir vandens taršos ir kokybės parametrai ženkliai skiriasi dėl esančių objektų prie lietaus nuotekų surinkimo sistemos.

2. Dalyje miesto nėra paviršinių nuotekų surinkimo sistemos ir neįmanoma nustatyti poveikio aplinkai, taip pat žiemos metu neįmanoma atlikti 1, 2 išleistuvų monitoringo dėl jų visiško užsėmimo pakilus upės vandens lygiui.

3. Atlikus tyrimus nustatyti paviršinių nuotekų parametrų viršijimo dydžiai. Skendinčių medžiagų daugiausiai DLK (30 mg/l) viršyta 6 kartus (185,6 mg/l), pH svyravo nuo 7,4 iki 8,13, chloridai DLK (1000 mg/l) – 13,2 karto (13224 mg/l). Skendinčių medžiagų padidėjimas lemia dumblo susidarymą paviršiniuose vandens telkiniuose, o chloridų smarkus padidėjimas neigiamai veikia visus augalus ir taip kenkia ekosistemai, blogina vandens kokybę.

4. Švino DLK (0,1 mg/l) buvo viršyta 6 kartus (0,63 mg/l). Vario į gamtinę aplinką DLK (0,5 mg/l) neviršyta, daugiausiai siekė 0,14 mg/l. Kadmio DLK (0,04 mg/l) neviršyta, didžiausia vertė siekia 0,02 mg/l. Cinko ir chromo kiekiai mėginiuose yra mažiau nei nustatymo riba (Zn < 0,1 mg/l, Cr < 0,2 mg/l). Švinas patekęs į aplinką, laikosi ekosistemose ir niekada iš jos nebeįsisišalina.

5. Paviršinių nuotekų užterštumas priklauso nuo meteorologinių sąlygų, tokių kaip kritulių kiekis, kuris lemia ne tik teršalų nuplovimą nuo nelaidžių paviršių, bet ir kitų teršalų sukeliančių elementų išplovimą iš laidžių paviršių. Taršą lemia ir eismo intensyvumas, potencialiai užterštų

teritorijų skaičiaus ir skirtingos žemės naudojimo paskirtys bei sezoniškumo.

6. Miestas neturi paviršinių nuotekų valymo įrenginių, bei neatlieka jų valymo, todėl DLK viršijantys parametrai sukelia žalą aplinkai. Didžiausią įtaką ekosistemoms turi sunkiųjų metalų, naftos ir jos produktų tarša.

Literatūra

- Adomaitis, T.; Vaišvila, Z.; Mažvila, J.; Grickevičienė, S.; Eitminavičius, L. 2004. Azoto junginių (NO₃⁻, NH₄⁺, NO₂^{*}) koncentracija lazimetru vandenyje skirtingai tręstuose smėlingų priemolių dirvožemiuose, *Žemdirbystė. Mokslų darbai* 4(88): 21–33.
- Andreikėnaitė, L. 2010. *Naftos platformų taršos genotoksio ir citotoksio poveikio įvertinimas žuvų ir moliuskų ląstelėse: daktaro disertacijos rankraštis*. Vilniaus universitetas. Vilnius. 172 p.
- Brannvall, E.; Marinėnas, B. 2007. Characteristics of particles spread to roadside, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 2(1): 39–44.
- Davis, A.; Shokouhian, M.; Ni, S. 2001. Loading estimates of lead, copper, cadmium and zinc in urban runoff from specific sources, *Chemosphere* 44(5): 997–1009. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(00\)00561-0](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00561-0)
- German, J.; Svensson, G. 2002. Metal content and particle size distribution of street sediments and street sweeping waste, *Water Science and Technology* 46(6–7): 191–198.
- Jang, Yc.; Jain, P.; Tolaymat, T.; Dubsey, B.; Singh, S.; Townsend, T. 2010. Characterization of roadway stormwater system residuals for reuse and disposal options, *Science of the Total Environment* 408: 1878–1887. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.01.036>
- Kilkus, K.; Stonevičius, E. 2011. *Lietuvos vandenų geografija: vadovėlis*. Vilnius. 579 p. ISBN 978-609-459-009-2
- LAND 38–2000. *Amonio kiekio nustatymas. Rankinis spektrometrinis metodas*.
- LAND 39–2000. *Vandens kokybė. Nitritų kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas*.
- LAND 46–2007. *Vandens kokybė. Skendinčių medžiagų nustatymas. Košimo pro stiklo pluošto koštuvų metodas*.
- LAND 48–2002. *Svorio metodas mineralinei naftai (naftos produktams) nustatyti*.
- LAND 58:2003. *Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą*.
- LAND 65–2005. *Vandens kokybė. Nitratų kiekio nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį*.
- Lee, F.; Jones–Lee, A. 2006. Lead as a stormwater runoff pollutant, *Stormwater* 7(6): 12–15 p.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 2 d. įsakymas Nr. D1–193 „Dėl paviršinių nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“, *Valstybės žinios* 42–1594.
- LST EN ISO 15586:2004. *Vandens kokybė. Mikroelementų nustatymas atominės absorbcijos spektrometrija, naudojant grafitinę krosnį (ISO 15586:2003)*.
- LST EN ISO 5667-1:2007. *Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 1 dalis. Mėginių ėmimo programų ir būdų sudarymo nurodymai (ISO 5667-1:2006)*.
- LST EN ISO 6878:2004. *Fosfatų kiekis nuotekose nustatytas spektrometriniu metodu vartojant amonio molibdatą*.
- LST ISO 10523:2012. *Vandens kokybė. pH nustatymas*.

- LST ISO 8288:2002. Sunkiųjų metalų bendro kiekio nuotekose koncentracijos nustatymas liepsnos atominės absorbcinės spektroskopijos metodu.
- LST ISO 9174:2003. Vandens kokybė. Chromo kiekio nustatymas. Atominės absorbcijos spektrometriniai metodai (tpt ISO 9174:1998).
- LST ISO 9297:1998. Chloridų kiekio nustatymas. Titravimas sidabro nitratu, vartojant chromato indikatorius (Moro metodas).
- Makaravičiūtė, L.; Marčiulaitienė, E. 2014. Vilniaus miesto paviršinių nuotekų tarša skendinčiomis medžiagomis, iš 17-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, 2014 m. balandžio 10 d., Vilnius, Lietuva, 104–109.
- Maziliauskas, A. et al. 2010. Paviršinių nuotekų tvarkymas ir jo poveikis vandens telkiniams, *LŽUU mokslo darbai* 87(40): 108–113.
- Meškauskaitė, L.; Marčiulaitienė, E. 2016. Degalinių paviršinių nuotekų tarša skendinčiomis medžiagomis ir naftos produktais, iš 19-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, 2016 m. balandžio 7 d., Vilnius, Lietuva, 123–129.
- Paul, M.; Meyer, J. 2008. Streams in the urban landscape, *Urban Ecology* 3: 207–231.
https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_12
- Sorme, L.; Lagerkvist, R. 2002. Sources of heavy metals in urban wastewater in Stockholm, *The Science of the Total Environment* 298(1–3): 131–145.
[https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00197-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00197-3)
- Staniškienė, B.; Garalevičienė, D. 2004. Sunkieji metalai žuvų mėsoje ir kauluose, *Mokslinis žurnalas: Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 46–52.
- Vasarevičius, S.; Mineikaitė, A.; Vaitiekūnas, P. 2010. Investigation into heavy metals in storm wastewater from Vilnius Žirmūnai district and pollutant spread model in Neris river, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18(3): 242–249.
<https://doi.org/10.3846/jeelm.2010.28>

THE EVALUATION OF SURFACE RAINFALL IMPURITY IN THE TOWN OF ANYKŠČIAI

K. Klepaitė, J. Aleknaitė, V. Šerevičienė, D. Paliulis

Summary

There are plenty of rivers and other water reservoirs with good to very good ecological conditions in Lithuania that are regarded as Lithuania's treasure of nature. In order to evaluate the river's water condition, the change in its quality has to be analysed. In this article, the influence of surface rainfall on surface water reservoirs and rivers in the Anykščiai territory is studied. The main river in the town of Anykščiai is the Šventoji river. To evaluate the impact of surface rainfall on the river, the map of surface rainfall was used and the rainfall samples were taken. It was taken into the consideration that there was no cleaning equipment installed for the treatment of surface rainfall. The analysis of water quality was carried out by measuring the following parameters: pH, nitrate and nitrite, nitric acid and nitrogen, phosphorus and phosphates, chlorites and permanganate oxidation state. The existence of oil and oil products in the samples was proven by the analysis of general and inorganic coal. The highest concentration of oil and oil products found amounted to 2.06 mg/l, which does not exceed the maximum allowed momentary concentration (maximum permissible concentration (MPC) = 5 mg/l). In some samples the amount of floating materials reached the concentration of 192.3 mg/l and exceeded the maximum limit by 30 mg/l, or 6.4 times. The largest impact on the surface rainfall impurity is due to meteorological conditions and possible sources of pollution, such as potentially polluted territories, increased traffic and road construction. The increase of floating materials was measured after the winter season because the roads had been treated with salt.

Keywords: surface water, water quality, waste water treatment, suspended substances, heavy metals, pollution sources.