

TRETINIO NUOTEKŲ VALYMO FILTRUOJANT PER SLUOKSNIUOTĄ UŽPILDĄ TYRIMAS

Julita Šarko¹, Aušra Mažeikienė²

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Aplinkos inžinerijos fakultetas,
Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra*

El. p. ¹julita.starenko@vilniustech.lt; ²ausra.mazeikiene@vilniustech.lt

Anotacija. Nuotekų valyklos dažnai nepasiekia aukšto azoto ir fosforo šalinimo iš nuotekų lygio. Išvalytose nuotekose esantys azoto ir fosforo junginiai patenka į paviršinio vandens telkinius ir sukelia jų eutrofikaciją. Siekiant aukštesnio azoto ir fosforo junginių išvalymo lygio, rekomenduojamas papildomas – tretinis valymas. Eksperimentiniai tyrimai atlikti su nuotekomis iš nuotekų valyklos po biologinio nuotekų valymo. Nuotekų valyklos patalpoje buvo įrengtas filtravimo kolonų stendas. Filtravimo kolonos buvo užpildytos skirtingų filtrų užpildų (kvarcinio smėlio su geležies bei mangano oksidų plėvele, natūralaus ceolito ir Purolite (jonų mainų derva)) sluoksniais. Nustatytos nuotekų teršalų (BDS₇, ChDS, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P) koncentracijos ir filtravimo kolonas tiekiamose nuotekose ir po jų išleidžiamose nuotekose. Taip pat nustatyti nuotekų pH, filtravimo greitis, slėgio nuostoliai. Tyrimo rezultatai yra naudingi kuriant ir tobulinant tretinio nuotekų valymo įrenginius.

Reikšminiai žodžiai: nuotekos, amonio azotas, fosfatų fosforas, filtravimas, efektyvumas.

Įvadas

Daugelio Europos vandens telkinių būklė yra prasta dėl eutrofikacijos (Renman & Renman, 2022). Europos vandens politikos siekis yra tas, kad vėliausiai iki 2027 m. visose upėse, ežeruose, pakrančių ir tarpiniuose vandenyse būtų pasiekta gera ekologinė būklė (apibrėžiama kaip nedidelis nukrypimas nuo beveik natūralių sąlygų) (Poikane et al., 2019). Išvalytose nuotekose esantys azoto ir fosforo junginiai patenka į paviršinio vandens telkinius ir sukelia jų eutrofikaciją. Eutrofikacija kelia grėsmę geriamojo vandens tiekimui, poilsiui ir žuvų bei laukinės gamtos buveinėms (Culhane et al., 2019; Lv et al., 2020). Todėl yra būtina apriboti medžiagų, sukeliančių eutrofikaciją, patekimą į gamtinius vandens telkinius.

Nuotekų valyklos dažnai nepasiekia aukšto azoto ir fosforo šalinimo iš nuotekų lygio. Nevalytos ar nepakankamai išvalytos nuotekos teršia gamtinę aplinką: žemę, gruntą, ežerus, upes ar kitus vandens telkinius, požeminį vandenį (Farkas et al., 2020; Valentukevičienė & Semionovaitė, 2016). Aukštas nuotekų išvalymo lygis gali būti pasiektas tik tada, kai nuotekų valymo įrenginiai yra praplėčiami bent tretinio nuotekų valymo etapu (Puijenbroek, Beusen & Bouwman, 2019). Papildomas organinių

bei neorganinių teršalų pašalinimas iš nuotekų (papildomo nuotekų valymo metu) ne tik apsaugo gamtinius vandens telkinius, bet ir leidžia kurti pakartotinio nuotekų naudojimo technologijas, pavyzdžiui, žemės ūkyje, pramonėje (Bucatarium et al., 2021).

Vienas iš paprasto ir patogaus valdymo bei ekonomiškų tretinio nuotekų valymo metodų yra sorbcija naudojant skirtingas sorbuojančias medžiagas. Mineralai ir organinės bei neorganinės medžiagos, kurios dažniausiai naudojamos kaip absorbentai (pvz., aktyvinto molio mineralai, anglis, šalutiniai pramoniniai produktai, ceolitas, polimerinės medžiagos, biokuras, žemės ūkio atliekos ir kt.), turi skirtingą adsorbcijos pajėgumą, skirtą specifiniams teršalams pašalinti iš nuotekų (Younas et al., 2021).

Tyrimo tikslas – ištirti nuotekų valymo efektyvumą tretinio nuotekų valymo etape filtruojant per skirtingų medžiagų sluoksnių užpildus.

Metodika

Tyrimas vyko 2022 02 21–2022 02 28 laikotarpiu (8 dienos). Eksperimentiniai tyrimai atlikti su nuotekomis iš nuotekų valyklos (po biologinio nuotekų valymo).

Išvalytos nuotekos po 104 litrus kasdien buvo imamos iš ištekejimo po biologinio valymo tuo pačiu paros laiku (apie 6:00 val.) ir naudojamos eksperimentiniame stende (1 pav.). Nuotekų mėginiai (iki 1 litro) buvo vežami iš-tirti į VILNIUS TECH Aplinkos apsaugos ir vandens in-žinerijos katedros laboratoriją. Laboratorijoje mėginams buvo leidžiama sušilti iki kambario temperatūros. Nuotekų kokybė vertinta pagal fizikinių ir cheminių rodiklių vertes: pH, skendinčiųjų medžiagų koncentracija (SM), biocheminis deguonies suvartojimas (BDS₇), cheminis deguonies suvartojimas (ChDS), amonio azoto koncen-tracija (NH₄-N), nitratų azoto koncentracija (NO₃-N), ortofosfatų fosforo koncentracija (PO₄-P). Fizikiniai ir cheminiai nuotekų kokybės rodikliai buvo nustatyti VILNIUS TECH AIF Aplinkos apsaugos ir vandens inžineri-jos laboratorijoje. Kiekvienas mėginys buvo tiriamas tris kartus ir pateikiamos vidutinės rezultatų reikšmės.

Nuotekų valyklos patalpoje buvo įrengtas filtravimo kolonų stendas, kurio nuotrauka yra pateikta 1 paveiks-le. Filtravimo eksperimentinis stendas susideda iš valytų nuotekų talpos, valytų nuotekų tiekimo į kolonas siurblio, 2 filtravimo kolonų su skirtingų medžiagų sluoksnių užpildais (1 pav.).

Tyrimo metu po biologinio valymo surinktos nuote-kos (104 litrai) supiltos į valytų nuotekų talpą, iš kurios siurbliu pro paskirtystymo vamzdį buvo tiekiamos į dvi filtravimo kolonas, kuriose ant palaikančiojo sluoksnio (2 pav., 1 nuotrauka) buvo supilti skirtingų medžiagų sluoksnių filtravimo užpildai, kurie eksperimento metu



1 paveikslas. Filtravimo eksperimentinis stendas: 1 – persipylimo vamzdis, 2 – valytų nuotekų talpa, 3 – valytų nuotekų tiekimo siurblys, 4 – nuotekų paskirstymo į kolonas vamzdis, 5 – filtravimo kolonos, 6 – filtruotų nuotekų išleidimo vieta



2 paveikslas. Filtrų kolonų užpildai: 1 – užpildų palaikantysis sluoksnis (akmenėliai); 2 – OG užpildas; 3 – ceolito užpildas; 4 – Purolite užpildas

buvo apsemti. 104 l valytų nuotekų kasdien filtruoti 12 valandų (kiekvienai kolonai teko po 52 l nuotekų). Nuotekų mėginiai imti po 1 ir 12 valandų po filtravimo pradžios. Nakties metu filtravimas nevyko. Nuotekos buvo filtruojamos 0,5 m/h greičiu (4,3 l/h debitu). Vieno filtro hidraulinė paviršiaus apkrova – 0,5 m³/m²/h. Tiekiamų nuotekų perteklius šalintas persipylimo vamzdžiu atgal į valytų nuotekų talpą (1 pav.).

Filtravimo kolonos buvo užpildytos skirtingų me-džiagų (kvarcinio smėlio su geležies bei mangano oksidų plėvele, natūralaus ceolito ir Purolite (jonų mainų derva)) sluoksnių užpildais.

Pirmoje ir antroje kolonose pirmu 30 cm aukščio sluoksniu ant palaikančiojo sluoksnio buvo supiltas kvarcinio smėlio su geležies bei mangano oksidų plėvele užpildas (OG) (2 pav., 2 nuotrauka). Šio užpildo tūris kiekvienoje kolonoje buvo 2,6 l, o svoris – 3,6 kg. Tirt-ojo užpildo dalelės buvo 1,2–3,00 mm dydžio, jų tankis – apie 1,4 kg/l. Kvarcinio smėlio grūdėliai yra padengti trivalentės geležies ir ketruvalenčio mangano oksidų nuosėdomis. Vandens ruošimo įrenginiuose panaudotas filtrų užpildas gali būti naudojamas dar kartą kitoje srityje – fosforui šalinti iš biologiškai valytų nuotekų.

Pirmoje kolonoje antru 30 cm aukščio sluoksniu buvo supilta jonų mainų derva Purolite (2 pav., 4 nuot-rauka). Jos tūris buvo 2,6 l, o svoris – 1,66 kg. Tirt-ojo Purolite užpildo dalelės buvo 0,3–1,2 mm dydžio, tūrinis tankis – 0,64–0,69 kg/l. Purolite A502PS – makroporinis anijonitas-sorbentas, skirtas šalinti organinėms medžia-goms, spalvai ir kvapui. Vykstant filtracijai per Purolite užpildą, jame esantys nitratų jonai prisijungia prie lais-vųjų radikalų ir atpalaiduoja chloro jonus. Todėl filtrate auga chloro jonų koncentracija.

Pirmoje kolonoje trečiu, o antroje kolonoje antru 30 cm aukščio sluoksniu buvo supiltas natūralaus ceolito užpildas (2 pav., 3 nuotrauka). Šio užpildo tūris

kiekvienoje kolonoje buvo 2,6 l, o svoris – 2,3 kg. Tirtojo užpildo dalelės buvo 0,7–1,2 mm dydžio, tankis yra apie 0,9 kg/l. Ceolito poros dengia 50 % jo tūrio. Ceolitai – tai hidratuoti aliuminio silikatai, turintys kristalinę formą. Ceolitų struktūra panaši į karkasą ir ji suteikia didesnę vidinę ir išorinę paviršių, ant kurio gali vykti jonų apsikeitimai ir cheminės reakcijos. Ceolitas (klinoptilolitas) turi neigiamą krūvį, todėl jis gali absorbuoti amoniako jonus (NH_4^+) ir katijonus, kurie ištirpsta vandenyje.

Eksperimentų metu iš kolonų tuo pačiu metu buvo imami filtrato mėginiai. Filtrato mėginiuose buvo matuojami tie patys rodikliai ir parametrai, kaip ir pradiname nuotekų sudėtiniame mėginyje. Teršalų šalinimo efektyvumas apskaičiuotas pagal 1 formulę:

$$E_i = \frac{c_0 - c_i}{c_i} \times 100, \quad (1)$$

čia E_i – atitinkamo teršalo šalinimo efektyvumas, %; c_0 – atitinkamo teršalo koncentracija prieš filtravimą, mg/l; c_i – atitinkamo teršalo koncentracija po filtravimo, mg/l.

Nuotekų temperatūra įvertinta matuokliu *SevenGo pro SG6 (Mettler Toledo, Šveicarija)*. pH nustatytas potenciometriškai pagal LST EN ISO 10523:2012, matuojant WTW gamybos pH metru pH – 330i, matavimų kokybės kontrolei naudoti *Hamilton (Šveicarija)* sertifikuoti etaloniniai buferiniai tirpalai pH 7,00±0,01 ir pH 9,21±0,02. Biocheminis deguonies suvartojimas skiestose nuotekose nustatytas elektrometriniu metodu, matuojant WTW gamybos oksimetru ino Lab OXI - 730 pagal metodiką, patvirtintą LAND 47-1:2007. Skendinčiųjų medžiagų koncentracija įvertinta gravimetriniu metodu, nuotekas košiant pro stiklo pluošto koštuvą (LAND 46-2007), sverta KERN (Vokietija) ABJ 220-4M tipo elektroninėmis laboratorinėmis svarstyklėmis.

Amonio azotas, nitratų azotas, fosfatų fosforas nustatyti naudojant *MERCK Spectroquant®* testus. Absorbcijos matavimai atlikti tiriamuosius mėginius pilant į kiuvetes (*Hellma*) ir esant reikiamam bangos ilgiui matuojant *Genesys 10 UV-Vis* spektrofotometru (*Thermo Fisher Scientific, JAV*).

Rezultatai ir jų analizė

Vidutinis biologiškai valytų ir į stendą tiekiamų nuotekų pH buvo 8,0, temperatūra – 19 °C, BDS₇ koncentracija – 11 mg/l, ChDS koncentracija – 80 mg/l, SM koncentracija – 41 mg/l, amonio azoto koncentracija – 10,0 mg/l, nitratų azoto koncentracija – 3,46 mg/l, o fosfatų fosforo koncentracija – 2,76 mg/l. Pagal Nuotekų tvarkymo reglamento nustatytas normas nuotekų valykloms nuo 5 m³/d iki 10 000 gyventojų ekvivalento (GE) BDS₇ koncentracija turi būti iki 29 mg/l, ChDS koncentracija turi

būti mažesnė nei 125 mg/l, azoto junginių koncentracija turi būti mažesnė už 20 mg/l, o fosforo junginių koncentracija turi būti iki 2 mg/l. Atsižvelgiant į griežtėjančius aplinkosaugos reikalavimus, nuotekos turi būti valomos efektyviau. Griežčiausi reikalavimai LR keliams >100 000 GE turinčioms nuotekų valykloms: BDS₇ koncentracija turi būti iki 17 mg/l, ChDS koncentracija turi būti mažesnė nei 125 mg/l, azoto junginių koncentracija turi būti mažesnė už 10 mg/l, o fosforo junginių koncentracija turi būti iki 1 mg/l. Šiame eksperimente naudojamos nuotekos neatitiko griežčiausių reikalavimų pagal bendrojo fosforo ir bendrojo azoto koncentracijas.

Tirtųjų nuotekų parametrų vidutinės koncentracijos atitiko Nuotekų tvarkymo reglamente nustatytas parametrų vertes nuotekų valykloms, kurių dydis iki 10 000 GE, išskyrus fosforo koncentraciją. Fosfatų fosforas yra bendrojo fosforo sudedamoji dalis, t. y. fosfatų fosforo koncentracija sudaro didžiąją dalį (apie 80 %) bendrojo fosforo. Atsižvelgiant į šią prielaidą, šiame tyrime tirtųjų nuotekų bendrojo fosforo koncentracija galėjo būti apie 3,45 mg/l.

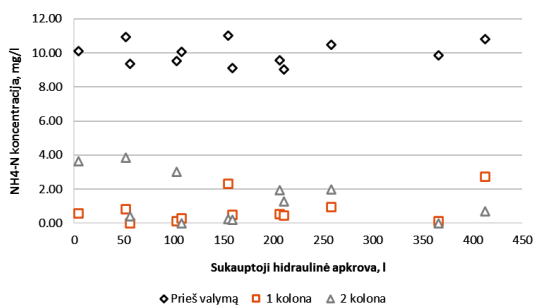
Filtrato iš pirmos kolonos mėginiuose nuotekų vidutinis pH buvo 7,4, temperatūra – 18,6 °C, BDS₇ koncentracija – 6 mg/l, ChDS koncentracija – 70 mg/l, SM koncentracija – 16 mg/l, amonio azoto koncentracija – 0,78 mg/l, nitratų azoto koncentracija – 0,27 mg/l, o fosfatų fosforo koncentracija – 0,39 mg/l.

Filtrate iš antros kolonos vidutinis pH buvo 7,7, temperatūra – 18,7 °C, BDS₇ koncentracija – 5 mg/l, ChDS koncentracija – 60 mg/l, SM koncentracija – 16 mg/l, amonio azoto koncentracija – 1,44 mg/l, nitratų azoto koncentracija – 3,11 mg/l, o fosfatų fosforo koncentracija – 0,28 mg/l.

Pirmosiomis filtravimo dienomis buvo pastebėtas prastesnis filtrų veikimas, t. y. šalinimo efektyvumas buvo mažesnis nei vėliau (po 3 dienų). Taip pat pastebėta, kad po pertraukos nakties laikotarpiu filtravimo užpildas ryte vėl veikė efektyviau. Tikėtina to priežastis yra tai, kad poilsio režimo metu teršalas prasiskverbia giliau į sorbento dalelės vidų, o dalelės paviršiuje sorbcija vėl veikia efektyviai.

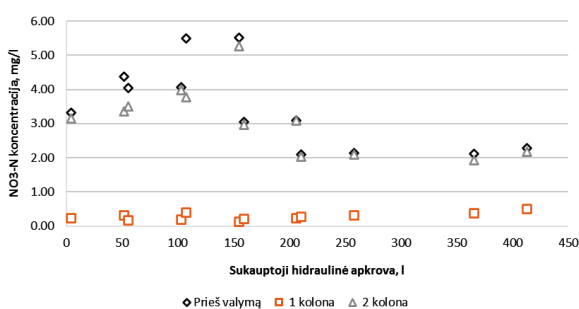
Filtrate iš pirmos ir antros kolonos mažiausia amonio azoto koncentracija buvo 0 mg/l, o didžiausia amonio azoto koncentracija pirmoje kolonoje – 2,72 mg/l, o antroje kolonoje – 3,86 mg/l (3 pav.). Pirmoje kolonoje vidutinis amonio azoto šalinimo efektyvumas buvo 92,5 %, o antroje kolonoje – 85,7 %.

Filtrate iš pirmos kolonos mažiausia nitratų azoto koncentracija buvo 0,12 mg/l, o didžiausia – 0,49 mg/l. Filtrate iš antros kolonos mažiausia nitratų azoto koncentracija buvo 1,92 mg/l, o didžiausia – 5,27 mg/l (4 pav.). Pirmoje kolonoje vidutinis nitratų azoto šalinimo efektyvumas buvo 90,6 %, o antroje kolonoje – 8,3 %.



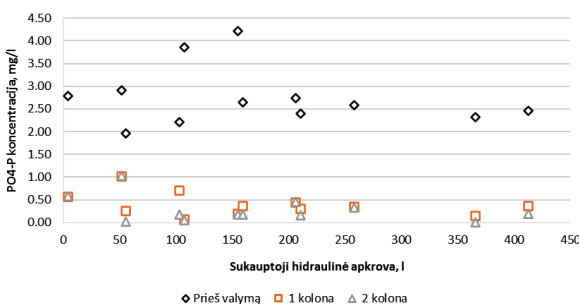
3 paveikslas. Amonio azoto koncentracijų dinamika

Tai galima paaiškinti tuo, kad pirmoje kolonoje buvo Purolite jonų derva, kuri pašalina nitratus, o antroje kolonoje esantys užpildai nėra tinkami nitratams šalinti.



4 paveikslas. Nitratų azoto koncentracijų dinamika

Filtrate iš pirmos kolonos mažiausia fosfatų fosforo koncentracija buvo 0,07 mg/l, o didžiausia – 1,01 mg/l. Filtrate iš antros kolonos mažiausia fosfatų fosforo koncentracija buvo 0,06 mg/l, o didžiausia – 0,47 mg/l. (5 pav.). Pirmoje kolonoje vidutinis fosfatų fosforo šalinimo efektyvumas buvo 84,8 %, o antroje kolonoje – 89,9 % (5 pav.). Kadangi fosfatų fosforo koncentracijos buvo santykinai mažos, galėjo susidaryti 5 % paklaida.



5 paveikslas. Fosfatų fosforo koncentracijų dinamika

Vidutiniai slėgio nuostoliai kiekvienoje kolonoje buvo apie 13 cm.

Apibendrinus tyrimo rezultatus galima teigti, kad pirmojoje kolonoje, kuri buvo užpildyta: 1) kvarcinio smėlio su geležies bei mangano oksidų plėvele, 2) jonų

mainų derva Purolite ir 3) natūralaus ceolito užpildais, per visą tyrimo laikotarpį buvo mažinama filtruojamų nuotekų amonio azoto, nitratų azoto ir fosfatų fosforo koncentracija. Pirmosios kolonos filtrate likdavo vidutiniškai 0,78 mg/l amonio azoto, 0,27 mg/l nitratų azoto ir 0,39 mg/l fosfatų fosforo. Šios koncentracijos yra 10 kartų (bendrajam azotui) ir 2,5 karto (bendrajam fosforui) mažesnės nei vidutinė metinė didžiausia leidžiamoji koncentracija 100 000 GE nuotekų valykloms.

Antrojoje kolonoje, kuri buvo užpildyta: 1) kvarcinio smėlio su geležies bei mangano oksidų plėvele ir 2) natūralaus ceolito užpildais, per visą tyrimo laikotarpį buvo mažinama filtruojamų nuotekų amonio azoto ir fosfatų fosforo koncentracija. Filtrate iš antros kolonos amonio azoto koncentracija buvo 1,44 mg/l, nitratų azoto koncentracija – 3,11 mg/l, o fosfatų fosforo koncentracija – 0,28 mg/l. Šios koncentracijos yra 2 kartus (bendrajam azotui) ir 3,5 karto (bendrajam fosforui) mažesnės nei vidutinė metinė didžiausia leidžiamoji koncentracija 100 000 GE nuotekų valykloms. Nustatyta, kad po biologinio valymo valykloje nuotekose likdavo daugiau amonio azoto (10,0 mg/l) negu nitratų azoto (3,46 mg/l). Iš to daroma išvada, kad nitrifikacijos procesas nuotekų valykloje nebuvo efektyvus. Tokiu atveju amonio azotui pašalinti tinkamas tretinio filtro užpildas yra natūralus ceolitas, kurio efektyvumas šio tyrimo sąlygomis siekė 86–93 %.

Tyrimo rezultatai yra naudingi kuriant ir tobulinant tretinio nuotekų valymo įrenginius. Tyrimas bus tęsiamas ilgesnį laiką – tol, kol filtrų užpildai neišsieikvos.

Išvados

- Po biologinio valymo valykloje nuotekose likdavo daugiau amonio azoto (10,0 mg/l) negu nitratų azoto (3,46 mg/l). Parenkant tretinio nuotekų valymo medžiagas, reikia atsižvelgti, kad būtų šalinamas ne tik nitratų azotas, bet ir amonio azotas.
- Abi eksperimentinės filtravimo kolonos tyrimų laikotarpiu užtikrino tokią filtrato kokybę, kuri atitinka griežčiausius LR Nuotekų tvarkymo reglamento reikalavimus: filtruotose nuotekose likdavo 10 kartų (iš pirmosios kolonos) ir 2 kartus (iš antrosios kolonos) mažesnė bendrojo azoto koncentracija bei 2,5 karto (iš pirmosios kolonos) ir 3,5 karto (iš antrosios kolonos) mažesnė bendrojo fosforo koncentracija, nei reglamentuojama vidutinė metinė DLK 100 000 GE nuotekų valykloms.
- Bendrasis azotas iš nuotekų buvo efektyviau šalinamas pirmojoje kolonoje, nes ten buvo jonų mainų dervos sluoksnis, kuris mažino nitratų azoto koncentraciją filtrate.
- Tirtieji filtravimo kolonų užpildai sumažino SM, BDS₇, ChDS, NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P koncentracijas

nuotekose sorbcijos ar jonų mainų būdais, o valomų nuotekų pH nepadidėjo. Tyrimo rezultatai yra naudingi kuriant ir tobulinant tretinio nuotekų valymo įrenginius.

Padėkos

Dėkojame VILNIUS TECH Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedros laboratorijai už suteiktą gali- mybę atlikti eksperimentinius tyrimus.

Literatūra

- Bucatariu, F., Teodosiu, C., Morosanu, I., Fighir, D., Ciobanu, R., Petrila, L. M., & Mihai, M. (2021). An overview on composite sorbents based on polyelectrolytes used in advanced wastewater treatment. *Polymers*, 13(22), 3963. <https://doi.org/10.3390/POLYM13223963>
- Culhane, F., Teixeira, H., Nogueira, A. J. A., Borgwardt, F., Trauner, D., Lillebø, A., Piet, G., Kuemmerlen, M., McDonald, H., O'Higgins, T., Barbosa, L., Tjalling van der Wal, J., Iglesias-Campos, A., Arevalo-Torres, J., Barbieri, J., & Robinson, L. A. (2019). Risk to the supply of ecosystem services across aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 660, 611–621. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.346>
- Farkas, K., Walker, D. I., Adriaenssens, E. M., McDonald, J. E., Hillary, L. S., Malham, S. K., & Jones, D. L. (2020, August 15). Viral indicators for tracking domestic wastewater contamination in the aquatic environment. *Water Research*, 181, 115926. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115926>
- Lv, N., Li, T., Liu, H., Belarbi, Z., Daramola, D. A., & Trembly, J. P. (2020). Phosphate removal from wastewater using reinforced feed material at the tertiary treatment stage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 869(4), 042023. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042023>
- Poikane, S., Kelly, M. G., Salas Herrero, F., Pitt, J. A., Jarvie, H. P., Claussen, U., Leujak, W., Solheim, A. L., Teixeira, H., & Phillips, G. (2019). Nutrient criteria for surface waters under the European Water Framework Directive: Current state-of-the-art, challenges and future outlook. *Science of The Total Environment*, 695, 133888. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.133888>
- Renman, A., & Renman, G. (2022). Removal of phosphorus from hypolimnetic lake water by reactive filter material in

a recirculating system – laboratory trial. *Water*, 14(5), 819. <https://doi.org/10.3390/W14050819>

van Puijenbroek, P. J. T. M., Beusen, A. H. W., & Bouwman, A. F. (2019). Global nitrogen and phosphorus in urban waste water based on the Shared Socio-economic pathways. *Journal of Environmental Management*, 231, 446–456. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2018.10.048>

Valentukevičienė, M., & Semionovaitė, G. (2016). Experimental research of natural sorbents for nitrogen and phosphorus removal from wastewater. In XXXVI Miedzynarodowe Sym- pozjum im. Bolesława Krzysztofika. *AQUA 2016: Problemy inzynierii srodowiska, 2 i 3 czerwca, Plock* (pp. 93–96). Politechnika Warszawska filia w Plocku.

Younas, F., Mustafa, A., Farooqi, Z. U. R., Wang, X., Younas, S., Mohy-Ud-din, W., Hameed, M. A., Abrar, M. M., Maitlo, A. A., Noreen, S., & Hussain, M. M. (2021). Current and emerging adsorbent technologies for wastewater treatment: trends, limitations, and environmental implications. *Water*, 13(2), 215. <https://doi.org/10.3390/W13020215>

INVESTIGATION OF TERTIARY WASTEWATER TREATMENT BY FILTRATION THROUGH LAYERED FILTER MEDIA

J. Šarko, A. Mažeikienė

Summary

Wastewater treatment plants often do not achieve high levels of nitrogen and phosphorus removal from wastewater. Nitrogen and phosphorus compounds in treated wastewater enter surface water bodies and cause their eutrophication. In order to achieve a higher level of removal of nitrogen and phosphorus compounds, additional tertiary purification is recommended. Experimental studies were performed with wastewater from a wastewater treatment plant after biological wastewater treatment. A stand for filtration columns was installed in the room of the wastewater treatment plant. The filtration columns were packed with layers of different filter media (quartz sand with iron and manganese oxide film, natural zeolite, and Puro-lite (ion exchange resin)). Concentrations of pollutants (BOD₇, COD, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P) in the wastewater were determined before filtration and after filtration. Wastewater pH, filtration rate, pressure loss was also determined. The results of the study are useful in the development and improvement of tertiary wastewater treatment plants.

Keywords: wastewater, ammonium nitrogen, phosphate phosphorus, filtration, efficiency