

NUOSĖDŲ, SUSIDARANČIŲ PAVIRŠINIŲ NUOTEKŲ NUSODINIMO TALPOSE, GRANULIOMETRINĖS SUDĖTIES TYRIMAS

Daiva Laučytė¹, Regimantas Dauknys²

¹magistrantė, ²docentas,

Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
el. p. ¹daiva.laucyte@gmail.lt; ²rd@ap.vgtu.lt

Anotacija. Vienas iš svarbiausių paviršinių nuotekų valymo tikslų – pašalinti skendinčias medžiagas iš paviršinių nuotekų. Šiuo tikslu dažniausiai naudojamos įvairios nusodinimo talpos. Nusodinimo veiksmingumas jose apibūdinamas pagal susidariusių nuosėdų granulimetrinę sudėtį. Šiuo tikslu buvo pasirinkti du Vilniaus mieste esantys paviršinių nuotekų valymo įrenginiai: Karoliniškių ir Verkių. Nustatyta nuosėdų granulimetrinė sudėtis parodė, kad stambesnės dalelės (1–10 mm) nusėdo arčiau įtekio, t. y. 10 metrų atkarpoje nuo įtekio, o smulkesnės (0,001–1 mm) – arčiau ištekio.

Reikšminiai žodžiai: paviršinės nuotekos, skendinčios medžiagos, nusodinimo talpa, nuosėdos, granulimetrinė sudėtis.

Įvadas

Pastaraisiais dešimtmečiais intensyvėjant automobilių eismui, didėjant urbanizacijos lygiui ir nelaidžių paviršių kiekiui, daugėja paviršinių nuotekų, didėja užterštumas ir neigiamas poveikis vandens telkiniams. Daugelio šalių mokslininkai pastebi, kad, išsprendus buitinių nuotekų valymo problemą, toliau vandens kokybė blogėja dėl neigiamos paviršinių nuotekų įtakos (Farm 2003).

Šiame straipsnyje pristatomas Vilniaus miesto rajoninių Karoliniškių ir Verkių paviršinių nuotekų nusodinimo talpų nuosėdų granulimetrinės sudėties tyrimas.

Tyrimo tikslas – nustatyti paviršinių nuotekų nusodinimo talpoje susidariusių nuosėdų granulimetrinę sudėtį ir dalelių pasiskirstymą įrenginyje nuotekų tekėjimo kryptimi.

Tyrimo metodika

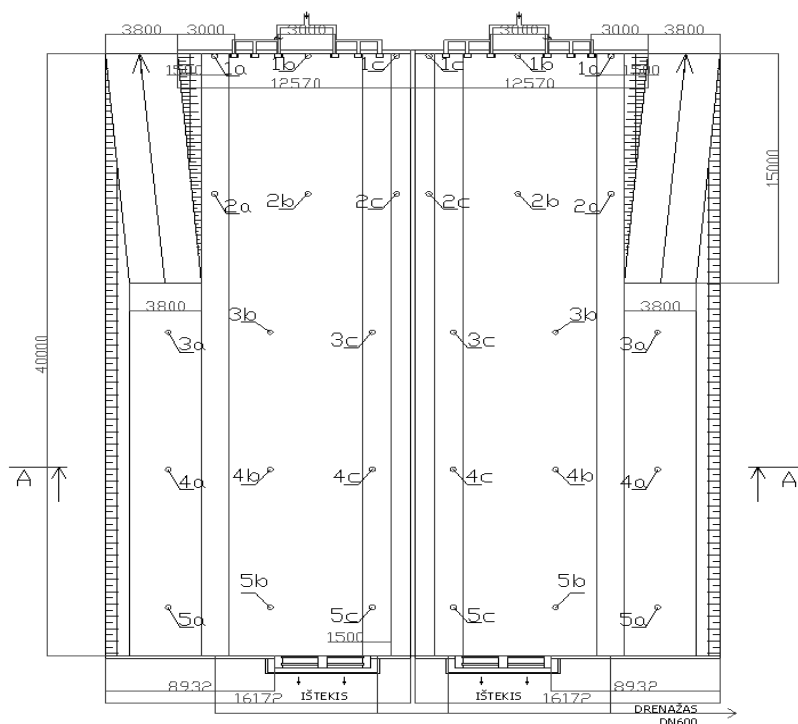
Vienas iš svarbiausių paviršinių nuotekų valymo tikslų yra pašalinti skendinčias medžiagas iš paviršinių nuotekų. Tam dažniausiai naudojamos įvairios nusodinimo talpos. Bet kokios nusodinimo talpos veiksmingumas apibūdinamas pagal susidariusių nuosėdų granulimetrinę sudėtį. Iš jos galima spręsti apie natūraliai vykstantį dalelių sėdimą ir jų pasiskirstymo tendencijas nusodinimo talpos dugne. Ištyrus nusėdusių dalelių pasiskirstymo dugne tendencijas, galima ieškoti nusodinimo proceso optimizavimo būdų.

Tyrimui atlikti pasirinkti panašaus dydžio Vilniaus mieste esantys dviejų sekcijų paviršinių nuotekų valymo įrenginiai: Karoliniškių ir Verkių. Karoliniškių paviršinių nuotekų nusodinimo talpos vienos sekcijos matmenys: ilgis yra 40 m, plotis – 16 m, gylis – 1,5 m. Verkių paviršinių nuotekų nusodinimo talpos vienos sekcijos matmenys: ilgis yra 40 m, plotis – 12,5 m, gylis – 2 m.

Kiekvienoje nusodinimo talpoje kas 10 metrų buvo pasirinkti 5 pjūviai, kuriuose paimti susidariusių nuosėdų sudėtiniai mėginiai. Šie mėginiai buvo sudaromi iš trijų mėginių kiekviename analizuojamame pjūvyje. Pavyzdžiui, mėginys pirmajame pjūvyje buvo sudarytas iš 3 mėginių, paimtų taškuose 1 a, 1 b, 1 c, kuriuos sumaišius, gautas pirmame pjūvyje susidariusių nuosėdų sudėtinis mėginys (1 pav.).

Iš abiejų valymo įrenginių 2008 m. birželio 2 d. (prieš valant nuosėdas) buvo paimti sudėtiniai nuosėdų mėginiai. Jie imti vieną kartą.

Paimti nuosėdų mėginiai buvo išdžiovinti ant elektrinės kaitinimo krosnies iki vienodos masės ir nustatyta jų granulimetrinė sudėtis mišriuojant (sietų ir pipetės) metodu pagal ISO/TS 17892-4:2004 standartą. Mėginių analizė atlikta Lietuvos geologijos tarnybos laboratorijoje.



1 pav. Verkių paviršinių nuotekų dviejų sekcijų nusodinimo talpos planas su mėginių ėmimo vietomis

Tyrimas pradamas pasvertą mėginį trinant porcelianinėje lėkštelėje grūstuvu su guminiu antgaliu 2 pav. ir sijoiant rankomis 200 mm skersmens sietų kolona, kurių akučių dydis yra 10 mm, 5 mm, 2 mm ir 1 mm. Sijojimo kokybei patikrinti kiekvieną kartą sietas sijojamas atskirai virš balto popieriaus lapo. Likusios ant sieto grunto dalelės papildomai porcelianinėje garinimo lėkštelėje grūstuvu su guminiu antgaliu trinamos tol, kol grunto dalelės per kiekvieno atskiro sieto akutes nebebyra. Išbyrėjusios pro sieto akutes dalelės supilamos į žemiau esantį sietą.

Nuosėdų dalelės, likusios ant kiekvieno sieto, surenkamos į porcelianinius dubenėlius 3 pav. ir pasveriamos 0,01 g tikslumu. Dalelės, išbyrėjusios pro 1 mm sietą, surenkamos į atskirą porcelianinį dubenėlį.

Toliau tyrimas tęsiamas (sietų metodas – sijojimas su praplovimu) paimant apie 20 g persijoto per 1 mm sietą grunto. Jis supilamas į 250 ml talpos stiklinę kolbą, įpilama apie 200 ml distiliuoto vandens ir 40 ml natrio pirofosfato tirpalo.

Gauta suspensija gerai sumaišoma ir paliekama apie 0,5 h mirkti. Po to ji smėlio vonioje virinama apie 1 valandą.

Po virinimo kolba su tiriamuoju gruntu atvėsinama iki kambario temperatūros ir suspensija iš kolbos distiliuoto vandens srovele per 0,1 mm sietelį, įtaisytą piltuvėlyje, nuplaunama į 1 l talpos stiklinį cilindrą. Likusios ant

sietelio nuosėdų dalelės nuplaunamos į porcelianinį dubenėlį.



2 pav. Nuosėdos trinamos porcelianinėje garinimo lėkštelėje grūstuvu su guminiu antgaliu



3 pav. Nuosėdų dalelės, likusios ant kiekvieno sieto, surenkamos į porcelianinius dubenėlius

Vėliau jos išdžiovinamos ant elektrinės krosnies ir sijojamos rankomis 100 mm skersmens sietais, kurių akučių matmenys yra 0,5 mm, 0,25 mm ir 0,1 mm, analogiškai kaip ir tyrimo pradžioje – sausojo sijojimo būdu. Ant kiekvieno sieto likusios dalelės surenkamos į porcelianinius dubenėlius ir pasveriamos 0,01 g tikslumu.

Toliau tyrimas tęsiamas pipetės metodu. Šis būdas pagrįstas Stokso dėsniumi, pagal kurį skirtingų matmenų rutulio formos dalelės stovinčiame vandenyje grimzta skirtingu greičiu. Vykstant tyrimui apskaičiuojama suminė tam tikro didumo dalelių masė, kuri per tam tikrą laiką nugrimzta į 10 cm gylį.

Vėliau, išgarius iš paimtos suspensijos vandenį, apskaičiuojami gruntą sudarančių frakcijų procentiniai masės kiekiai pagal bendrą mėginio masę. Analizės metu iš 5 suspensijos ėminių apskaičiuojama, kokį kiekį bendros mėginio masės sudaro grunto frakcijos, kurių dalelių skersmenys yra 0,05–0,01 mm, 0,01–0,005 mm, 0,005–0,002 mm, 0,002–0,001 mm ir < 0,001 mm.

Nusodinimo talpose prie įtėkio nuosėdas sudaro daugiausia > 10 mm dydžio dalelės (lentelė). Karoliniškių nusodinimo talpos nuosėdose šios dalelės sudarė apie 18,9 %, Verkių – 28,6 %. Arčiau ištėkio, t. y. 30 ir 40 metrų atstumu nuo įtėkio, net apie 98 % nuosėdų sudarė 0,001–1 mm dalelės. Iš gautų rezultatų taip pat matyti,

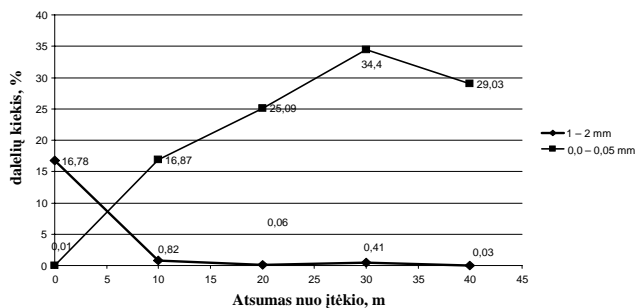
kad stambesnės dalelės (1–10 mm) nusėdo arčiau įtėkio, t. y. 10 metrų atkarpoje nuo įtėkio, o smulkesnės (0,001–1,0 mm) – arčiau ištėkio. Ir Karoliniškių, ir Verkių paviršinių nuotekų nusodinimo talpose prie įtėkio susidariusiose nuosėdose apie 65 % visų dalelių buvo 1–10 mm dydžio. Tuo tarpu 10 metrų atstumu nuo įtėkio šios frakcijos dalelės nuosėdose sudarė tik apie 3 %.

Iš 4 ir 5 pav. pateiktų grafikų matyti, kad ir Karoliniškių, ir Verkių paviršinių nuotekų nusodinimo talpose susidariusių nuosėdų pasiskirstymas nuotekų tekėjimo kryptimi yra panašus. Kadangi dviejų skirtingų nusodinimo talpų tiek techniniai parametrai (matmenys), tiek nuosėdų pasiskirstymo rezultatai yra panašūs, galima teigti, kad nuosėdų pasiskirstymas bus panašus ir kituose analogiškų parametru įrenginiuose.

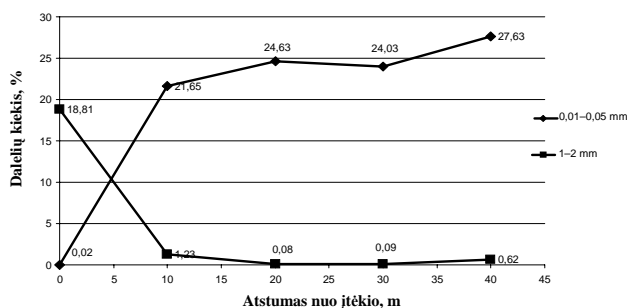
Iš 4 ir 5 pav. taip pat matyti, kad stambių (1–2 mm) ir smulkių (0,01–0,05 mm) dalelių kreivės susikerta tuose pačiuose taškuose, t. y. penkių metrų atstumu nuo įtėkio. Galima daryti prielaidą, kad nusodinimo talpykla nuo įtėkio iki dalelių susikirtimo taško veikia kaip smėliagaudė, nes čia nusodinamos smėlio ir žvyro frakcijos dalelės. Kita nusodinimo talpos dalis veikia kaip horizontalus pirminis nusodintuvas.

Paviršinių nuotekų nusodinimo talpose susidariusių nuosėdų granulimetrinė sudėtis

Uolienos granulimetrinė sudėtis, %	Bandinio pavadinimas									
	Karoliniškės: 0 m	Karoliniškės: 10 m	Karoliniškės: 20 m	Karoliniškės: 30 m	Karoliniškės: 40 m	Verčiai: 0 m	Verčiai: 10 m	Verčiai: 20 m	Verčiai: 30 m	Verčiai: 40 m
> 10 mm	18,9	0	0	0	0	28,6	0	0	0	0
5–10 mm	15	0,11	0	0	0	7,33	0	0	0	0,59
2–5 mm	14,6	0,25	0,03	0,13	0	12,6	0,28	0	0	0,52
1–2 mm	16,78	0,82	0,06	0,41	0,03	18,81	1,23	0,08	0,09	0,62
0,5–1,0 mm	16,35	0,85	0,2	0,8	0,41	16,17	3,06	0,51	0,05	1,73
0,25–0,5 mm	11,81	3,4	1,12	2,04	2,34	11,38	3,71	1,28	0,05	5,05
0,10–0,25 mm	5,3	12,33	2,14	2,39	2,8	3,4	4,47	1,38	0,3	4,9
0,05–0,10 mm	1,28	27,45	15,29	12,96	17,04	1,69	16,74	11,57	2,86	15,76
0,01–0,05 mm	0,01	16,9	25,1	34,4	29	0,02	21,7	24,6	24	27,6
0,005–0,01 mm	0	13,1	18,2	14	16,2	0	11,3	13,4	19,6	1,78
0,002–0,005 mm	0,01	9,84	15,4	13,8	16,4	0,01	15,9	20,4	24,8	19,8
0,001–0,002 mm	0	6,57	7,35	6,98	5,5	0	6,94	9,33	7,77	8,01
< 0,001 mm	0,03	8,41	15,1	12,06	10,23	0,05	14,79	17,46	20,42	13,6
Suma	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Higroskopinis drėgnis, %	0,11	1,83	2,5	1,99	1,56	0,2	1,96	2,39	2,04	1,41



4 pav. Karoliniškių paviršinių nuotekų nusodinimo talpoje 1–2 mm ir 0,01–0,05 mm dalelių pasiskirstymas išilginiame pjūvyje



5 pav. Verkių paviršinių nuotekų nusodinimo talpoje 1–2 mm ir 0,01–0,05 mm dalelių pasiskirstymas išilginiame pjūvyje

Nusodinimo talpą padalijus į dvi zonas, t. y. įrengus užtvarą penkių metrų atstumu nuo įtėkio, būtų galima tinkamiau tvarkyti joje susidariusias nuosėdas: nuosėdos iš zonos ties įtėkiu galėtų būti tvarkomos kaip atliekos iš smėliagaudžių, o nuosėdos iš antrosios zonos – kaip pirminis dumblas.

Išvados

1. Kai nusodinimo talpoje dalelėms nėra sudaryta jokių kliūčių, stambiosios dalelės (1–10 mm) nusėda dešimties metrų atkarpoje nuo įtėkio.

2. Iš tyrimo rezultatų matyti, kad stambiųjų dalelių, kurių dydis 1–2 mm, ir smulkiųjų dalelių, kurių dydis 0,01–0,05 mm, procentinis kiekis Karoliniškių ir Verkių paviršinių nuotekų nusodinimo talpose tampa vienodas tame pačiame pjūvyje, t. y. apytiksliai 5 metrų atstumu nuo įtėkio. Galima daryti prielaidą, kad nusodinimo talpykla nuo įtėkio iki pjūvio, kuriame stambiųjų ir smulkiųjų dalelių kiekis tampa vienodas, veikia kaip smėliagaudė, nes čia nusodinamos smėlio ir žvyro frakcijos dalelės. Kita nusodinimo talpos dalis veikia kaip horizontalus pirminis nusodintuvas.

3. Nusodinimo talpą padalijus į dvi zonas, palengvėtų nuosėdų tvarkymas: pirmojoje zonoje susidariusias nuosėdas būtų galima tvarkyti taip, kaip tvarkomos nuosėdos iš smėliagaudžių, o antrojoje zonoje susidariusias nuosėdas – kaip dumblą iš nusodintuvų.

Padėka

Autoriai nuoširdžiai dėkoja Lietuvos geologijos tarnybos Inžinerinių geologinių tyrimų poskyrio kolektyvui už pagalbą atliekant mėginių granulimetrinę analizę. Autoriai taip pat dėkoja V. Karlavičienei už visokeriopą pagalbą planuojant, organizuojant ir atliekant tyrimus.

Literatūra

- Farm, C. 2003. *Constructed Filters and Detention Ponds for Metal Reduction in Storm Water*. Sweden, Malardalen University Press.
- LST ISO/TS 17892-4:2005. Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Laboratoriniai grunto bandymai. 4 dalis. Granulimetrinės sudėties nustatymas (tapatus ISO/TS 17892-4:2004). Vilnius, 2005. 30 p.

INVESTIGATION OF COMPOSITION OF PARTICLE SIZE IN SEDIMENTS OF STORMWATER SEDIMENTATION TANK

D. Laučytė, R. Daukyns

Summary

The main object for the storm water runoff treatment is to remove suspended solids before the storm water runoff is discharged into surface waters. Therefore the sedimentation tank is the most often used treatment facility.

In order to optimise the sedimentation, the tendency of particle size distribution in bottom sediments must be known. Two similar size storm water runoff sedimentation tanks in Vilnius city were selected for the analysis of the particle size distribution in sediments. The composite samples of drained storm water runoff sediments were collected at the sedimentation tanks located in the districts of Verkiai and Karoliniskes on the 2nd of June, 2008. The analyses of grain size distribution were performed according the standard ISO/TS 17892-4:2004.

The results showed that the particles with the particle size of 1–2 mm were obtained up to 10 m from the inlet and the particles with the size of 0,01–0,05 mm mainly were obtained close to the outlet of sedimentation tank.

It is recommended to divide the sedimentation tank in two parts in order to get proper management of sediments: the particles that size is 1–10 mm could be managed as waste from grit chambers and particles of smaller size could be managed as primary sludge.