



PILAITĖS MIKORAJONO PAVIRŠINIŲ NUOTEKŲ BASEINO ĮVERTINIMAS KLIMATO KAITOS KONTEKSTE

Vytautas Kairys¹, Mindaugas Rimeika²

Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra

El. paštai: ¹vytautas.kairys@stud.vgtu.lt; ²mindaugas.rimeika@vgtu.lt

Anotacija. Dėl klimato kaitos stiprėjančios liūtys sukelia vis daugiau nepatogumų urbanizuotų vietovių gyventojams. Šiame straipsnyje nagrinėjamas vienas iš sparčiausiai besiplečiančių Vilniaus miesto rajonų – Pilaitė ir šio rajono paviršinių nuotekų baseinas. Atliekami lietaus intensyvumo ir paviršinių nuotekų debitų matavimai, kurie yra panaudojami hidraulinio modelio kalibravimui. Sudarius hidraulinį modelį atliekama paviršinių nuotekų kolektoriaus analizė, įvertinama jo hidraulinė atsarga. Taip pat modeliuojami skirtingi lietaus intensyvumo atvejai, pateikiamos rekomendacijos tinklų rekonstrukcijai probleminėse vietose vietovėse.

Raktiniai žodžiai: hidraulinis modelis, paviršinių nuotekų kolektorius, paviršinės nuotekos, klimato kaita.

Įvadas

Per pastarąjį amžių suaktyvėjusi pramoninė veikla stipriai prisidėjo prie anglies dioksido (CO₂) ir kitų šiltnamio efektą sukeliančių dujų koncentracijos ore padidėjimo. Tai savo ruožtu sukėlė didelio masto atmosferinius procesus, dėl kurių kinta ne tik temperatūra, bet ir kritulių kiekiai. Dėl šių pokyčių turi būti sukurtos valdymo strategijos ir planai, kurie yra ypač svarbūs siekiant sumažinti neigiamą įtaką gyvenamajai aplinkai (Mehdi, Mrena ir Douglas, 2006).

Lietaus intensyvumas priklauso nuo vietos klimato sąlygų ir kritulių pasikartojimo dažnumo. Yra žinoma, kad lietaus intensyvumas priklauso nuo lietaus trukmės – kuo ilgiau trunka lietus, tuo mažesnis intensyvumas. Taip pat akivaizdu, kad rečiau pasitaikančios liūtys bus kur kas stipresnės už dažnai pasikartojančias liūtis. Šie trys parametrai (intensyvumas, trukmė, pasikartojimo dažnumas) yra glaudžiai susiję ir gali būti vaizduojami lietaus intensyvumo kreivėse (Thompson, 2006). Tokios kreivės naudojamos projektavimo standartuose ir yra parengtos remiantis ilgalaikių stebėjimų duomenimis. Svarbu paminėti, kad lietaus intensyvumo kreivės nėra universalios ir turi būti parengtos atskirai skirtingoms teritorijoms.

Visos inžinerinės sistemos projektuojamos taip, kad būtų pajėgios suvaldyti tam tikro pasikartojimo lietaus reiškinį. Pavyzdžiui, mieste esanti paviršinių nuotekų

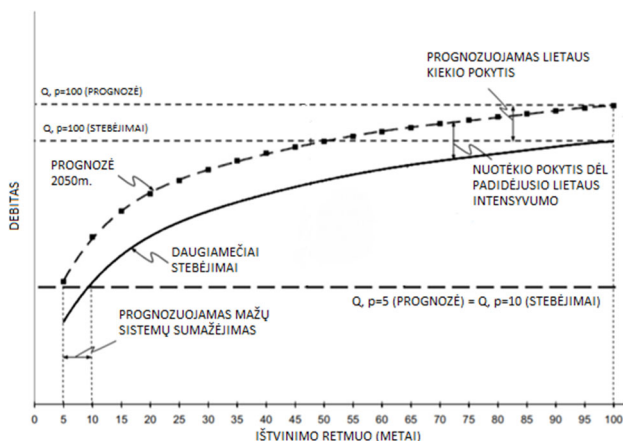
sistema gali būti projektuojama su 5 metų ištvėrimo retmečiu, o tai reiškia, kad ši sistema vieną kartą per 5 metus nebus pajėgi tinkamai nutekinti iškritusių kritulių.

Keičiantis klimatui, keičiasi ir lietaus intensyvumas, todėl seni inžinerinių infrastruktūrų projektavimo standartai turi būti peržiūrėti įvertinant klimato pokyčius ir, esant poreikiui, pakoreguoti. Dėl klimato kaitos taip pat gali atsirasti būtinybė rekonstruoti arba atnaujinti esamą civilinės inžinerijos infrastruktūrą (Mirhosseini, Srivastava ir Stefanova, 2013).

Lietaus intensyvumo pokyčiams įvertinti yra naudojami įvairūs klimato kaitos modeliai. Kaip ir lietaus intensyvumo kreivės, prognozėms naudojami modeliai turi būti daromi konkrečiai teritorijai – tik taip galima užtikrinti tinkamus rezultatus.

Vienas dažniausiai naudojamų modelių yra paremtas prielaida, kad CO₂ koncentracija ore 2050-aisiais metais bus dvigubai didesnė nei 2000 metais. Tokio modelio rezultatai rodo, kad lietaus intensyvumo reikšmė padidėja nuo 15 % iki 20 %. Pavyzdžiui, 2000 metais įvykusi liūtis, kuri priskiriama kaip kartą per 10 metų pasikartojantis įvykis, 2050 metais būtų klasifikuojama kaip kartą per 5 metus pasikartojantis įvykis. Tai reiškia, kad inžineriniai tinklai nebesugebės susitvarkyti su projektiniais debitymais, o tai reikštų dažnesnius potvynius mieste (Arisz ir Burrell,

2006). Kito JAV atlikto tyrimo (Dourte, Fraisse ir Bartels, 2015) metu buvo nustatyta, kad pietrytinėje šalies dalyje ekstremalių liūčių skaičius (ekstremali liūtis tyrime aprašoma kaip $>152,4$ mm/d) 1985–2014 laikotarpiu buvo 51 % didesnis nei 1955–1984 metų laikotarpiu. Panašius rezultatus taip pat skelbia ir kiti amerikiečių mokslininkai (Mailhot ir Duchesne, 2010), kurie teigia, kad liūtis, kurios pasikartojimo retmuo iki šios dienos yra 10 metų, 2050 metais bus laikoma liūtimi su 5 metų pasikartojimo retmeniu (1 paveikslas).



1 paveikslas. Prognozuojami liūčių intensyvumo pokyčiai (Mailhot ir Duchesne, 2010)

Gausių kritulių pokyčius Lietuvoje aprašo E. Rimkus su kolegomis (Rimkus, Kazys ir Bukantis, 2009). Skelbiama, kad per XXI a. metinis kritulių kiekis didės iki 22 %, o gausių kritulių pasikartojimas Lietuvos teritorijoje taip pat augs. Vieną dieną trunkančių gausių kritulių pasikartojimas daugiausia išaugs (>30 %) pajūryje ir Žemaičių aukštumoje. A1B scenarijus numato, jog Vakarų Lietuvoje augs kartą per dešimt ar per šimtą metų pasitaikančių vienos bei trijų dienų ekstremalių kritulių reikšmės.

Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba (2013) paskelbė klimato kaitos prognozes Vilniaus miestui XXI a. ataskaitoje prognozuojama, kad kritulių kiekis augs iki 2060–2070 m. Kritulių atvejų skaičius nesikeis, tačiau didės kritulių intensyvumas. Visais sezonais labai lietingų laikotarpių (kai per 3 dienas iškrinta 50 mm ir daugiau kritulių) tikimybė išaugs iki 80 % (t. y. tokių atvejų pasitaikys beveik kasmet). 1981–2010 m. laikotarpiu tokių įvykių tikimybė buvo 53 %. Maksimalus per parą iškrentantis kritulių kiekis gali siekti 98 mm ir būti apie 15 % didesnis, nei buvo 1981–2010 m.

Tampa akivaizdu, kad inžinerinėms sistemoms teks susitvarkyti su didesniais lietaus kiekiais. Siekiant išvengti neigiamo klimato kaitos poveikio miesto infrastruktūrai ir

žmonių sveikatai, svarbu tinkamai pasiruošti ekstremalioms situacijoms ir pritaikyti miesto infrastruktūrą prie besikeičiančių hidrometeorologinių sąlygų (Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, 2013). Siekiant įvertinti lietaus intensyvumo pokyčius ir jų įtaką paviršinių nuotekų inžinerinėms sistemoms, tikslingiausia naudoti hidraulinius modelius. Naudojantis tokiais modeliais, galima analizuoti paviršinio nuotėkio baseinus, esant skirtingoms situacijoms, ir įvertinti poveikį infrastruktūrai. Šiame straipsnyje nagrinėjamas vienas iš sparčiausiai besiplečiančių Vilniaus miesto mikrorajonų – Pilaitė ir šio rajono paviršinių nuotekų baseinas. Šio darbo tikslas – išanalizuoti Pilaitės mikrorajono paviršinių nuotekų baseiną. Tikslui pasiekti išsikelti šie uždaviniai:

- Atlikti lietaus intensyvumo ir paviršinių nuotekų debito matavimus;
- Parengti hidraulinį modelį ir jį sukalibruoti pagal matavimų duomenis;
- Įvertinti hidraulinę lietaus kolektoriaus atsargą;
- Pateikti techniniams sprendiniams rekomendacijas;
- Įvertinti paviršinių nuotekų kolektoriaus situaciją su padidėjusio lietaus intensyvumu.

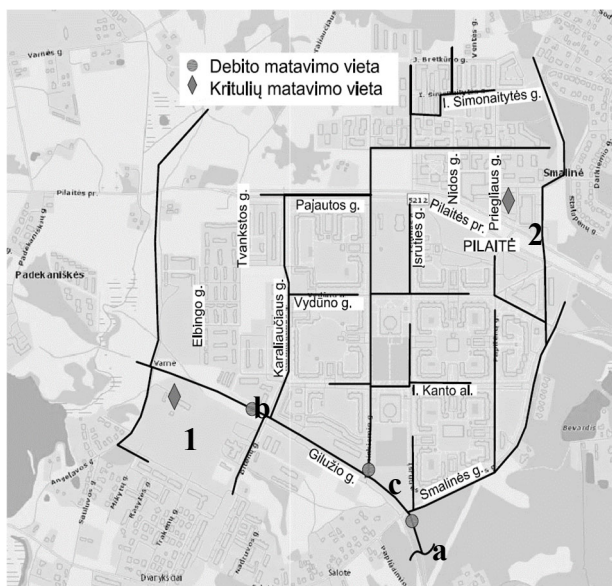
Metodika

Tiriamą paviršinių nuotekų baseino teritoriją daugiausia užstatyta daugiabučiais namais, taip pat yra ir mažaaukštės statybos gyvenamųjų namų bei administracinės paskirties pastatų. Paviršinių nuotekų baseino plotas – 195 ha, iš kurio nelaidžių dangų plotas siekia 74 ha. Pilaitės mikrorajone surinktos paviršinės nuotekos išleidžiamos į Neries upę, netoli Vilniaus miesto nuotekų valyklos. Paviršinių nuotekų sistemoje vyrauja gelžbetoniniai vamzdynai, naujai statytose mikrorajono vietose vamzdynai plastikiniai. Bendras magistralinių lietaus nuotekų tinklų ilgis baseine apie 15 km. Atstumas nuo išleistuvo iki tolimiausių nuotekų surinkimo vietų – apie 5,6 km.

Tyrimo metu buvo atliekami lietaus intensyvumo ir paviršinių nuotekų debito matavimai. Kritulių matavimas atliktas, naudojantis automatiniais kritulmačiais su besisupančiu loveliu. Naudoti 2 skirtingų gamintojų kritulmačiai: *Delta „OHM HD2013“* ir *MadgeTech „Rain101A“*, kurių lovelių tūriai atitinkamai – 0,1 mm ir 0,254 mm. Prietaisai pastatyti ant pastatų stogų mikrorajone pietvakarinėje ir šiaurės rytų dalyse (2 paveikslas, 1,2), statant kritulmačius būtina įsitikinti, kad jie yra nepakrypę ir stabiliai pastatyti. Surinkti duomenys kaupiami duomenų kaupikliuose, kaupimui pasirinktas 1 minutės intervalas. Duomenų

kaupiklių programavimui ir duomenų iškėlimui buvo naudojama „Radwin Lite“ programinė įranga.

Paviršinių nuotekų debitas buvo matuojamas ultragarsiniu debitomačiu su hidrostatiu davikliu *Hydreka* „MainFlo“. Kadangi duomenys buvo naudojami hidraulinio modelio kalibravimui, debitas buvo matuojamas 3 skirtinguose kolektoriaus taškuose – Gilužio g., Tolminkiemio g. ir Smalinės g. (2 paveikslas, a, b, c). Prietaisas buvo tvirtinamas prie vamzdyno dugno, duomenis kaupiantis ir skaičiavimus atliekantis kompiuteris buvo kabinamas ant šulinio lipynių. Prietaiso kompiuteris programuojamas, naudojantis „MainFloGUI“ programine įranga, kurioje nurodoma vamzdyno informacija ir matavimo intervalas. Pasirinktas paviršinių nuotekų debito matavimo intervalas atitinka kritulių matavimo intervalą – 1 min.



2 paveikslas. Matavimo vietų schema

Hidraulinis paviršinių nuotekų kolektoriaus modelis sukurtas Bentley „CivilStorm“ programa. Vamzdynų ir šulinių pozicijoms bei skersmenims nustatyti buvo naudojamos šulinių kortelės iš Vilniaus miesto ir Vilniaus rajono savivaldybių archyvinės medžiagos. Kietų dangų plotams nustatyti ir nuotėkio koeficientams apskaičiuoti naudota 2018 m. ortofotografinė nuotrauka ir kadastro duomenys iš *Geoportal.lt* tinklapio. Paviršinių nuotekų baseinas buvo susmulkintas į 100 pabaseinių, kurių plotai svyruoja nuo 0,1 ha iki 3,7 ha. Hidrauliniame modelyje buvo suvedami tik tie paviršinių nuotekų kolektoriaus šuliniai, kuriuose vamzdynas keitė kryptį arba skersmenį. Ruožuose be pokyčių šuliniai buvo modeliuojami kas 200 metrų. Mažiausias atstumas tarp nagrinėjamųjų šulinių buvo 14 m, o didžiausias – 200 m.

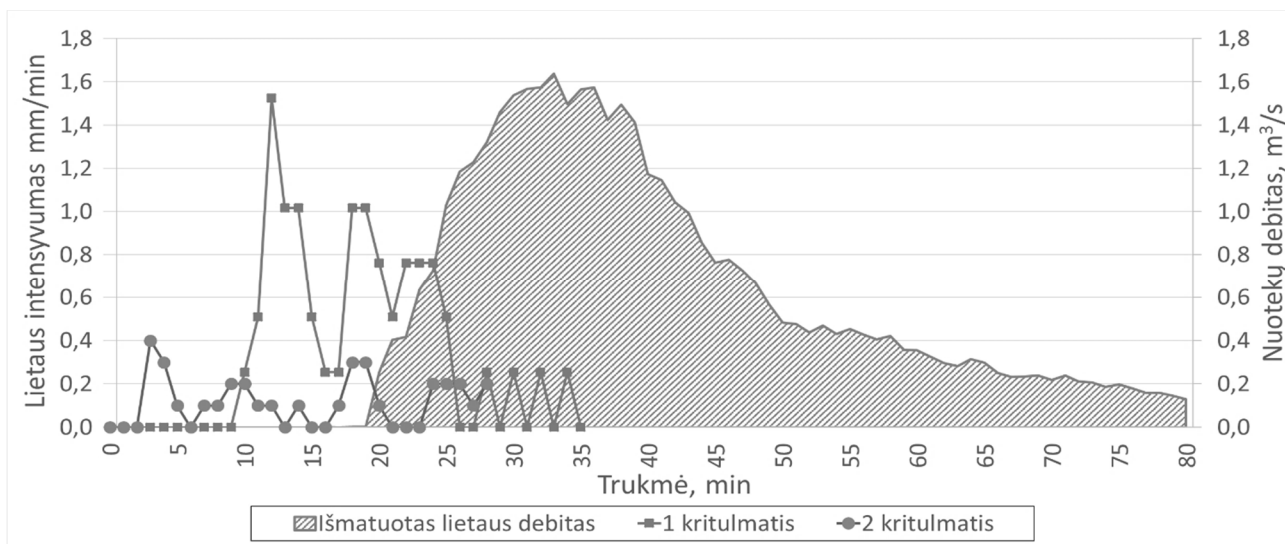
Hidraulinio modelio kalibravimui buvo naudojami išmatuoti duomenys. Programoje buvo sukurtas lietaus įvykis, atitinkantis išmatuotus duomenis ir naudojamas simuliacijoje. Tuomet atitinkamuose taškuose sukuriama debitų per laiko pokytį grafikai, sukliamos lietaus debitų vertės, kurios buvo išmatuotos debitomačiu. Grafikuose lyginamas išmatuotas debitas ir hidrauliniame modelyje susidarantis debitas, pagal matomą skirtumą prijungiamos papildomos arba mažinamos anksčiau prijungtos teritorijos, perskaičiuojami nuotėkio koeficientai. Kiekvienas taškas, kuriame buvo matuotas paviršinių nuotekų debitas, kalibruojamas remiantis 2 skirtingų liūčių duomenimis. Kalibruojant modelį buvo siekiama gauti panašias maksimalias paviršinių nuotekų debito reikšmes.

Atlikus hidraulinio modelio kalibravimą buvo analizuojama esama Pilaitės mikrorajono situacija. Po to modeliuojamos situacijos, kai liūtis pasikartojimo retmuo yra 1, 5, 10 ir 20 metų, o lietaus koncentracijos trukmė modeliuojamuose pabaseiniuose buvo lygi 5 minutėms visais atvejais.

Rezultatai ir analizė

Eksperimento metu (nuo 2018 m. liepos 19 iki 2018 m. spalio 12) buvo užfiksuota 15 liūčių. Didžiausia užfiksuota liūtis klasifikuojama kaip 1 kartą per metus pasikartojanti liūtis Vilniaus mieste. Šios liūtis debito kitimo grafikas pateiktas 3 paveiksle. Liūtis truko 30 min, iš užfiksuotų reikšmių galima pastebėti, kad lietaus instensyvumas rajone skyrėsi – vakarinėje mikrorajono dalyje iškrito 12,4 mm kritulių, o rytinėje dalyje iškrito vos 3,4 mm kritulių.

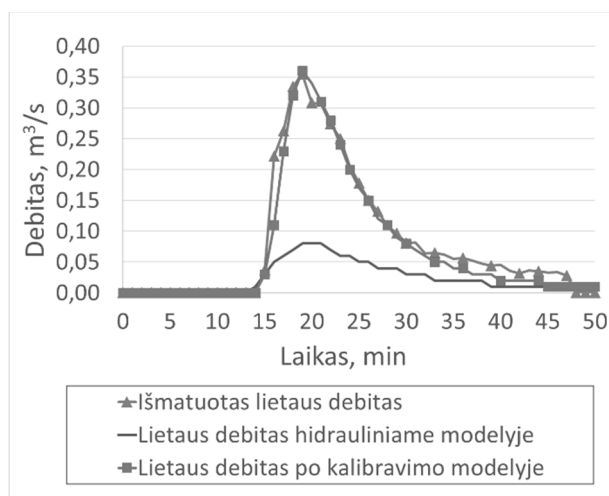
Eksperimento metu paviršinių nuotekų debitomačio vieta buvo keičiama, išmatuoti debitas 3-jose kolektoriaus vietose. Smalinės ir Gilužio g. sankryžos matavimo taške (2 paveikslas, a) debitomatis buvo pritvirtintas stačiakampio 1,8×2,0 m kanalo dugne. Debitas buvo matuojamas 33 paras, per šį laikotarpį užfiksuoti 6 lietaus atvejai. Didžiausias užfiksuotas debitas šiame taške siekė 1,64 m³/s (3 paveikslas), vamzdis tuo metu buvo pripildytas 60 cm, o paviršinių nuotekų tekėjimo greitis siekė 1,37 m/s. Gilužio g. taške (2 paveikslas, b) prietaisas taip pat buvo pritvirtintas stačiakampio 1,8×2,0 m kanalo dugne. Debitas buvo matuojamas 29 paras, užfiksuoti 4 lietaus atvejai. Didžiausias užfiksuotas debitas šioje atkarpoje tiriamuoju laikotarpiu buvo 0,35 m³/s, paviršinių nuotekų lygis vamzdyje siekė 46 cm, tačiau greitis buvo vos 0,39 m/s. Tolminkiemio ir Gilužio g. sankryžoje (2 paveikslas, c) debitomatis buvo sumontuotas 1600 mm skersmens vamzdyje. Debitas buvo matuojamas tik 10 parų, tačiau per šį



3 paveikslas. Kritulių intensyvumo ir debito kitimo grafikas 2018-07-30

laikotarpį užfiksuoti net 5 lietaus atvejai. Didžiausias užfiksuotas debitas – 0,3 m³/s, vamzdis buvo pripildytas 20 cm, o greitis siekė 2,0 m/s.

Hidraulinio modelio kalibravimo metu prie paviršinių nuotekų baseino pridėta apie 12 ha teritorijos. Maždaug 6,5 ha teritorijos sudarė rajono vietos, kurios ortofotografinėje nuotraukoje buvo matomos kaip vystomos teritorijos, todėl į pradinį modelį nebuvo įtrauktos. Likęs plotas pridėtas nuo šaligatvių ir žaliosios vejės. Atliekant kalibravimą pastebėta, kad modelyje sudėtinga atkartoti situaciją, kuomet liūtis metu iškrenta mažiau nei 2 mm/h kritulių. Tam daugiausia įtakos turi lietaus trukmė ir nuotėkio susidarymo ypatumai dėl dangų (Tran, Ng, Mcmanus ir Burn, 2008). Ilgas, tačiau neintensyvus lietus nesudaro daug nuotėkio, nes didžioji jo dalis infiltruojasi į gruntą. Taip pat analizuojant mažo intensyvumo liūtis svarbu žinoti grunto drėgmės lygį prieš prasidedant lietai.



4 paveikslas. Debitų intensyvumų kreivė modelio kalibravimo metu Gilužio g. (2 paveikslas, b) taške 2018-08-31

Atlikti kritulių matavimai parodė, kad kalibruojant modelį taip pat svarbu žinoti, koks yra lietaus intensyvumo pasiskirstymas rajone. 4 paveiksle pateiktas Gilužio g. matavimo taško kalibravimo grafikas.

Iš grafiko matyti, kad prieš kalibravimą tiriamajame taške debitas buvo 0,08 m³/s, pridėjus papildomas teritorijas modelyje debitas išaugo iki 0,35 m³/s ir taip pat sutampa su išmatuota debito kitimo linija.

Atlikus esamą Pilaitės mikrorajono paviršinių nuotekų kolektoriaus analizę gauti tvinstantys vamzdinių ruožai:

- Vienerių metų lietaus pasikartojimo atveju patvinskių ruožų ilgis – 1,3 km, t. y. 8,7 % viso vamzdyno ilgio;
- Penkerių metų lietaus pasikartojimo atveju patvinskių ruožų ilgis 1,4 km, t. y. 9,3 % viso vamzdyno ilgio;
- Dešimties metų lietaus pasikartojimo atveju patvinskių ruožų ilgis 1,6 km, t. y. 10,6 % viso vamzdyno ilgio;
- Dvidešimties metų lietaus pasikartojimo atveju patvinskių ruožų ilgis 3,8 km, t. y. 25,3 % viso vamzdyno ilgio.

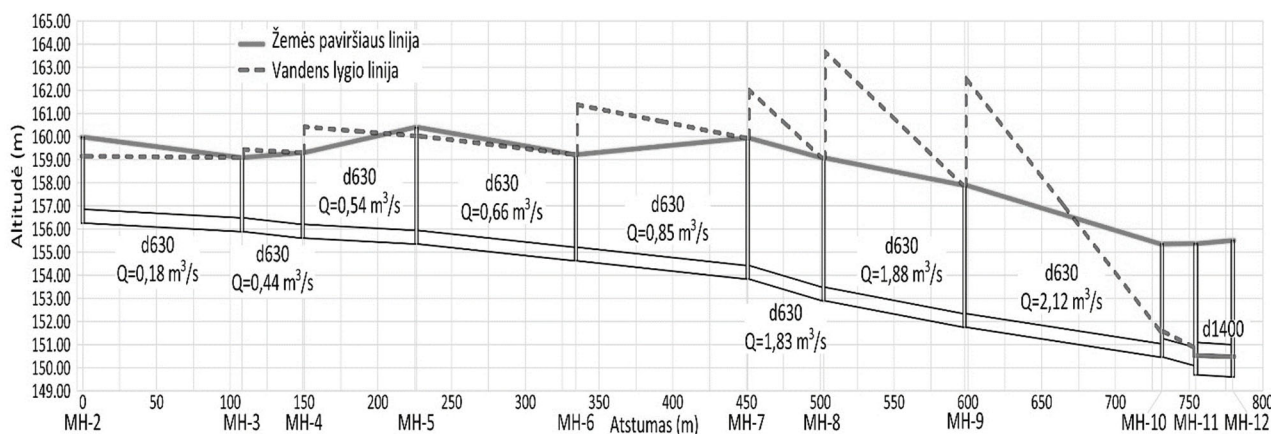
Iš rezultatų matome, kad ryškaus skirtumo, kai liūtis pasikartojimo retmuo yra vieneri ar dešimt metų, nėra, – vos 0,3 km. Tai rodo, kad esant skirtingo intensyvumo liūtimis probleminės vietos išlieka tos pačios. Pagrindinė probleminė vieta yra šiaurinė Pilaitės mikrorajono dalis, dar vadinama Naująja Pilaite, ji užima apie 31 ha plotą, iš kurio 16 ha sudaro kietos dangos. Teritorijoje yra apie 2,2 km magistralinių vamzdinių, vadinasi, liūtis atveju, kuri pasikartoja viena kartą per metus, tvinsta 55 % teritorijoje esančių magistralinių vamzdinių. Analizuojant

vienerių ir penkerių metų pasikartojimo liūtis, tvinstantys ruožai užfiksuoti tik šioje teritorijoje. Esant liūčiams, pasikartojančiai vieną kartą per dešimt metų, visame kolektoriuje yra tik viena tvinstanti atkarpa, kuri yra ne Naujosios Pilaitės teritorijoje, jos ilgis – 32 m. Dvidešimties metų lietaus pasikartojimo atveju tvinti pradeda daugiau kolektoriaus atšakų. Iš 3,8 km patvinsusių vamzdynų maždaug 1,9 km yra ne Naujosios Pilaitės teritorijoje, t. y. 50 % visų tvinstančių tinklų. Rezultatai rodo, kad šiaurinė mikrorajono dalis turi daugiausiai problemų. Pagrindinė priežastis – mažo skersmens vamzdynai, kurie nepraleidžia paviršinių nuotekų kiekio. Iš šios teritorijos paviršinės nuotekos teka per 630 mm skersmens vamzdį, kuris paklotas 1 % nuolydžiu. Toks vamzdis, kai paviršinės nuotekos teka jį visiškai pripildžiusios, yra pajėgus praleisti apie 0,7 m³/s srautą (Rimeika, 2006). Modeliuojant situaciją su 1 m pasikartojimo liūtimi, Naujosios Pilaitės teritorijoje susidarantis nuotėkis siekia apie 2,1 m³/s, t. y. 3 kartus viršija esamo vamzdžio pajėgumus. Šios probleminės atkarpos profilis pateiktas 5 paveiksle.

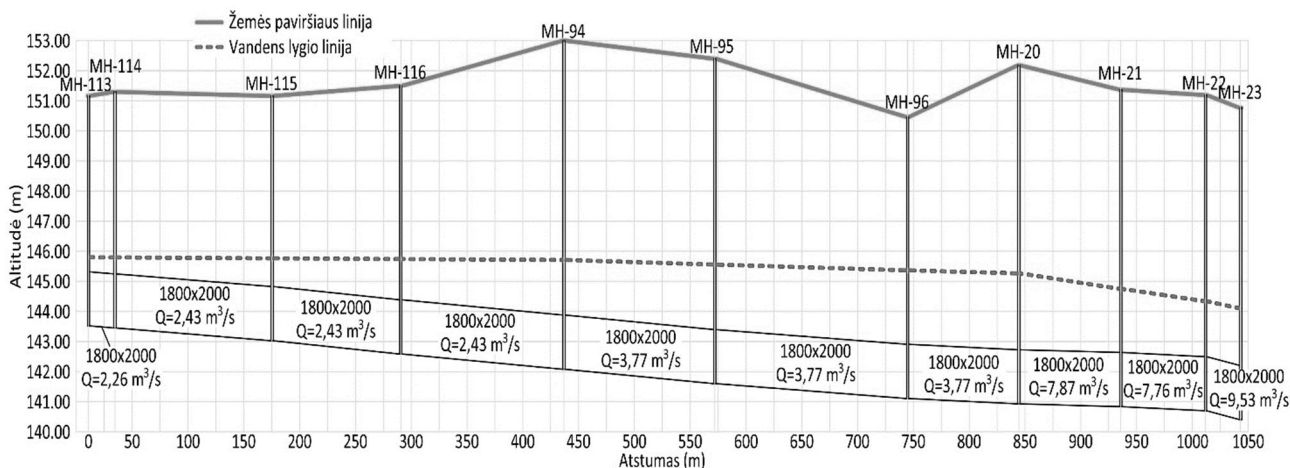
Atkarpos ilgis – 780 m, iš jos 732 m sudaro 630 mm skersmens vamzdis, kuris atkarpos gale išplatėja į 800 mm, o šis po 23 m pereina į 1400 mm skersmens vamzdį. Taškas MH-2 yra I. Simonaitytės ir J. Bretkūno g. sankryžoje, o taškas MH-12 yra Įsruties g. ir Pilaitės pr. sankryžoje. Iš pateikto profilio matoma, kad 630 mm skersmens vamzdis yra per mažas susidariusiam nuotėkiui iš teritorijos, nes vandens lygio linija nukrenta, tik vamzdžiu išplatėjus į 800 mm. Šią išvadą taip pat patvirtina ir tai, kad toliau esančio 1400 mm skersmens vamzdžio pripildymas yra 61 %, vadinasi, kolektorius yra pajėgus priimti papildomą vandens kiekį. Taške MH-7 prie vaizduojamos atkarpos prisijungia 630 mm skersmens atšaka, kuria teka nuotėkis, susidaręs nuo 6,8 ha kietų dangų, todėl nuo šio taško matome padidėjusį debitą. Kadangi

vamzdynas nuo MH-7 taško nėra pajėgus praleisti susidariusį paviršinių nuotekų debitą, susidaro patvanka ne tik tolesniuose vamzdynuose, bet ir atkarpose prieš šį tašką. Pavaizduotame profilyje maždaug 490 m vamzdyno yra patvinę, tai sudaro 63 % visos vaizduojamos atkarpos.

Kalbant apie kitas Pilaitės mikrorajono paviršinių nuotekų kolektoriaus atkarpas, matyti, kad esami vamzdynai puikiai susitvarko su susidariusiu nuotėkiu. Ryškesni potvyniai mikrorajone matomi tik tada, kai modeliuojama situacija su liūtimi, pasikartojančiai vieną kartą per 20 metų. 6 paveiksle pateiktas pagrindinio kolektoriaus profilis, esantis Gilužio g., kai lietaus pasikartojimo periodas yra 20 metų. 1,8×2,0 m. taškas MH-113 yra Gilužio ir Angelavos g. sankryžoje, čia į pagrindinį kolektorių pasijungia 1600 mm skersmens vamzdis. Šiuo metu didelio nuotėkio iš šios atšakos nėra, kadangi ji skirta perspektyviam mikrorajono užstatymui. Taškas MH-94 yra Gilužio ir Karaliaučiaus g. sankryžoje, jame į kolektorių pasijungia 1000 mm skersmens vamzdis. Taškas MH-20 yra Gilužio ir Tolminkiemio g. sankryžoje, kur į pagrindinį kolektorių pasijungia 1600 mm skersmens vamzdis. Taškas MH-22 yra Gilužio ir Smalinės g. sankryžoje, čia pasijungia 1000 mm skersmens vamzdis. Visuose anksčiau paminėtuose taškuose matomas debito padidėjimas. Iš profilyje pateiktos vandens lygio linijos matome, kad pagrindinio kolektoriaus šuliniuose vandens lygis yra pakilęs virš vamzdžio nuo 0,5 iki 2,5 m, tačiau iki žemės paviršiaus nepakyla ir teritorijų netvindo. Didelis tinklo pralaidumas susidaro dėl didelių vamzdyno nuolydžių. Pagal STR 2.07.01:2003, minimalus nuolydis, kuriuo gali būti klojamas 1,8×2,0 m vamzdis, yra 0,006 %. Nagrinėjamoju atveju vamzdyno nuolydis kinta nuo 0,02 % iki 0,04 %, paskutiniajame ruože tarp MH-22 ir MH-23 taškų nuolydis yra 0,09 %.



5 paveikslas. Atkarpos MH-2 – MH-12 profilis, kai lietaus pasikartojimo retmuo 1 m



6 paveikslas. Atkarpos MH-113 – MH-23 profilis kai lietaus pasikartojimo retmuo 20 m

Nuo paviršinių nuotekų ištvainimo virš žemės paviršiaus taip pat apsaugo didelis įgilinimas iki vamzdžio viršaus, kuris pavaizduotame ruože svyruoja nuo 6,0 iki 9,0 m

Siekiant išvengti tinklo patvinimo, galima rekonstruoti esamus tinklus taip padidinant jų pralaidumą. Eksperimento metu buvo nagrinėjami scenarijai, kai liūtis pasikartojimo periodas yra 1, 5 ir 10 metų.

Kai lyja lietus, kurio pasikartojimo periodas yra vieneri metai, kad būtų išvengta tinklo patvinimo reikia rekonstruoti 304 m vamzdžio. 281 m ruože 630 mm skersmens vamzdį pakeisti 1000 mm skersmens vamzdžiu ir 23 m atkarpoje 800 mm skersmens vamzdį į 1000 mm.

Kai lyja lietus, kurio pasikartojimo periodas yra penkeri metai, kad būtų išvengta tinklo patvinimo reikia rekonstruoti 604 m vamzdžio. 91 m vamzdžio keisti iš 500 mm į 630 mm skersmenį, 209 m vamzdžio iš 630 mm į 800 mm skersmenį, 147 m vamzdžio iš 630 mm į 1000 mm skersmenį, 134 m vamzdžio iš 630 mm į 1200 mm skersmenį ir 23 m atkarpą iš 800 mm į 1200 mm skersmens vamzdį.

Kai lyja lietus, kurio pasikartojimo periodas yra dešimt metų, kad būtų išvengta tinklo patvinimo reikia rekonstruoti 955 m vamzdžio. 126 m vamzdžio keisti iš 400 mm į 500 mm skersmenį, 91 m vamzdžio keisti iš 500 mm į 800 mm skersmenį, 242 m vamzdžio iš 630 mm į 800 mm skersmenį, 192 m vamzdžio iš 630 mm į 1000 mm skersmenį, 281 m vamzdžio iš 630 mm į 1200 mm skersmenį ir 23 m atkarpą iš 800 mm į 1200 mm skersmens vamzdį.

Siekiant įvertinti klimato kaitos įtaką lietaus intensyvumui ir jo įtaką Pilaitės mikrorajonui, buvo remiamasi Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos parengta prognoze, kad Vilniaus mieste lietaus intensyvumas padidės 15 %.

Lietaus intensyvumo vertės, kurios naudojamos nuotėkiui iš pabaseinių skaičiuoti, pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Lietaus intensyvumai Vilniuje, kai koncentracijos trukmė 5 min.

Lietaus pasikartojimo periodas, m	Intensyvumas pagal STR 2.07.01:2003, l/s-ha	Intensyvumas įvertinant klimato kaitą, l/s-ha
1	156,5	180,0
5	264,4	304,1
10	356,9	410,5
20	629,3	723,6

Su naujai gautais intensyvumais atlikta Pilaitės mikrorajono paviršinių nuotekų kolektoriaus analizė, gauti tvinstantys vamzdinių ruožai:

- Vienerių metų lietaus pasikartojimo atveju patvinsiu ruožų ilgis – 1,3 km, t. y. 8,7 % viso vamzdžio ilgio;
- Penkerių metų lietaus pasikartojimo atveju patvinsiu ruožų ilgis – 1,4 km, t. y. 9,3 % viso vamzdžio ilgio;
- Dešimties metų lietaus pasikartojimo atveju patvinsiu ruožų ilgis – 1,6 km, t. y. 10,6 % viso vamzdžio ilgio;
- Dvidešimties metų lietaus pasikartojimo atveju patvinsiu ruožų ilgis – 4,9 km, t. y. 32,7 % viso vamzdžio ilgio.

Lyginant gautus rezultatus su tvinstančiais ruožais nevertinant klimato kaitos, pastebimi kai kurie panašumai. Kai lietaus pasikartojimo periodas yra 1, 5 ar 10 metų, tvinstančių ruožų ilgiai ir vietos sutampa. Skirtumas pastebimas tik analizuojant paviršinių nuotekų kolektorių, kai simuliuojama kartą per 20 metų vykstanti liūtis. Dėl

klimato kaitos padidėjusio lietaus intensyvumo papildomai tvinsta 1,1 km tinklo, t. y. visas ilgis padidėja 29 %.

Lyginant rekonstruojamų tinklų ilgius, kai lietaus intensyvumas yra pagal STR 2.07.01:2003 ir įvertinus klimato kaitą, gauti tokie rezultatai:

- Kai lyja lietus, kurio pasikartojimo periodas yra vieneri metai, kad būtų išvengta tinklo patvinimo galimi tie patys rekonstrukcijos sprendiniai;
- Kai lyja lietus, kurio pasikartojimo periodas yra penkeri metai, kad būtų išvengta tinklo patvinimo galimi tie patys rekonstrukcijos sprendiniai;
- Kai lyja lietus, kurio pasikartojimo periodas yra dešimt metų, rekonstruojamų tinklų ilgis siekiant išvengti patvinimo yra tas pats – 955 m, tačiau kai kuriuose ruožuose neužtenka vamzdyno pralaidumo, todėl būtina 126 m vamzdyno keisti iš 400 mm į 500 mm skersmenį, 91 m vamzdyno keisti iš 500 mm į 800 mm skersmenį, 434 m vamzdžio iš 630 mm į 1000 mm skersmenį, 281 m vamzdžio iš 630 mm į 1400 mm skersmenį ir 23 m atkarpą iš 800 mm į 1400 mm skersmens vamzdį.

Išvados

1. Analizuojant paviršinių nuotekų baseiną rekomenduojama kritulius mikrorajone matuoti bent dviejose vietose. Tokiu būdu galima tiksliau įvertinti lietaus pasiskirstymą mikrorajone ir susidariusį nuotėkį.
2. Skirtumas analizuojant tvinstančių vamzdynų ilgius paviršinių nuotekų baseine tarp liūtis, kurios pasikartojimo periodas yra vieneri ir dešimt metų, yra 0,3 km. Tai rodo, kad esant skirtingo intensyvumo liūtims probleminės vietos išlieka tos pačios.
3. Pagrindinė probleminė vieta Pilaitės mikrorajono paviršinių nuotekų kolektoriuje – šiaurinėje mikrorajono dalyje esantys vamzdynai. Kai liūtis pasikartojimo periodas yra vieneri metai, tvinsta apie 1,3 km tinklų. Rekonstravus apie 604 m vamzdyno būtų galima išspręsti problemą ir panaikinti tvinstančius ruožus esant liūčiams, kuri pasikartoja 1 kartą per 5 metus.
4. Pagal turimas prognozes Vilniaus miestui artimiausiu metu pasikeitus klimatui ir lietaus intensyvumui Pilaitės mikrorajone neigiamų pasekmių nebus.

Literatūra

Arisz, H., & Burrell, B. (2006). Urban drainage infrastructure planning and design considering climate change. 2006 IEEE EIC, Climate Change Conference. Ottawa, ON, Canada: IEEE.
<https://doi.org/10.1109/EICCCC.2006.277251>

Dourte, D. R., Fraisse, C. W., & Bartels W.-L. (2015). Exploring changes in rainfall intensity and seasonal variability in the Southeastern U.S.: Stakeholder engagement, observations, and adaptation. *Climate Risk Management*, 7, 11-19.
<https://doi.org/10.1109/EICCCC.2006.277251>

Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. (2013). *Klimato kaitos prognozės Vilniaus miestui XXI a., remiantis AIB scenarijumi 2013 m.* Vilnius. 30 p.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2003). *Vandentiekis ir nuotekų šalintuvas. Pastato inžinerinės sistemos. Lauko inžineriniai tinklai* (STR 2.07.01:2003). *Valstybės žinios*, 2003-08-29, Nr. 83-3804.

Mailhot, A., & Duchesne, S. (2010). Design criteria of urban drainage infrastructures under climate change. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 136(2), 201-208.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000023](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000023)

Mehdi, B., Mrena, C., & Douglas, A. (2006). *Adapting to climate change: An introduction for Canadian municipalities*. Ottawa. 32 p.

Mirhosseini, G., Srivastava, P., & Stefanova, L. (2013). The impact of climate change on rainfall Intensity–Duration–Frequency (IDF) curves in Alabama. *Regional Environmental Change*, 13(S1), 25-33.
<https://doi.org/10.1007/s10113-012-0375-5>

Rimeika, M. (2006). *Nuotakyno projektavimas*. Vilnius: Technika.

Rimkus, E., Kazys, J. ir Bukantis, A. (2009). Gausių kritulių Lietuvoje prognozė XXI amžiui pagal regioninį CCLM modelį. *Geografija*, 45(2), 122-130.

Thompson, D. B. (2006). *The rational method*. Prieiga per internetą: <http://drdbthompson.net/writings/rational.pdf>

Tran, D. H., Ng, A.W. M., Mcmanus, K. J., & Burn, S. (2008). Prediction models for serviceability deterioration of storm-water pipes. *Structure and Infrastructure Engineering*, 4(4), 287-295.
<https://doi.org/10.1080/15732470600792236>

EVALUATION OF PILAITE DISTRICT STORM RUNOFF BASIN IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

V. Kairys, M. Rimeika

Summary

Due to climate change, the increasing intensity of rainfall causes more and more inconvenience to the inhabitants of the urban areas. This research examines one of the fastest growing districts in Vilnius – Pilaitė and its storm runoff basin. Research includes measurements of rainfall events and storm runoff flow in the pipes. Hydraulic storm sewer model is calibrated according to measurements and is used to evaluate the situation of the district storm sewers. Various cases of rainfall intensity are analyzed, recommendations are provided for reconstruction of pipes in the problematic areas.

Keywords: hydraulic model, storm sewers, storm runoff, climate change.