

VANDENS NUOSTOLIŲ ĮVERTINIMO METODIKA

Mindaugas Rimeika¹, Anželika Jurkienė²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹mindaugas.rimeika@vgtu.lt; ²anzelika.jurkiene@vgtu.lt

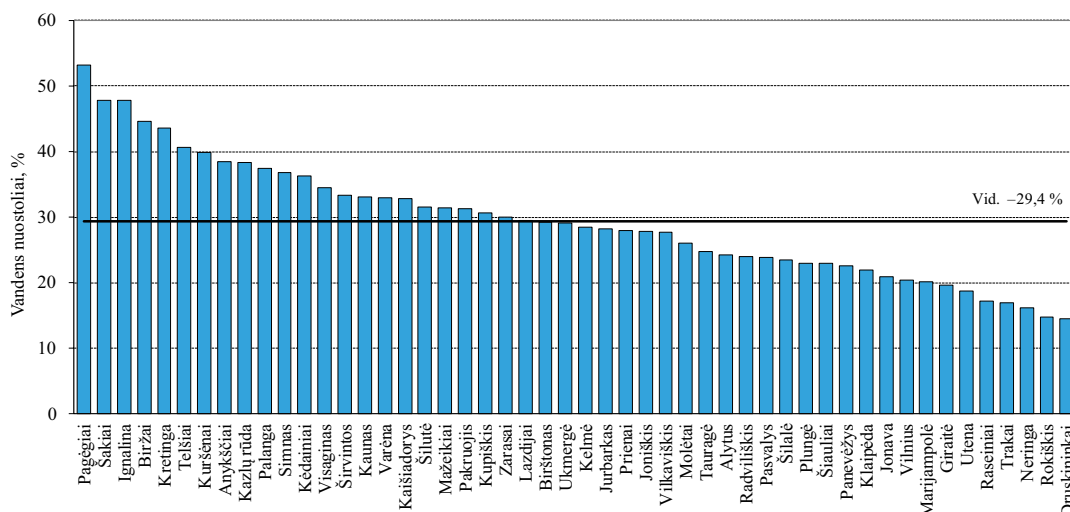
Santrauka. Siekiant gerinti vandens tiekimo sistemų efektyvumą ir užtikrinti tvarų vandens vartojimą, labai svarbu yra mažinti vandens nuostolius. Dauguma vandens tiekimo įmonių dar neturi pakankamai praktikos efektyviai mažinti nuostolius, trūksta informacijos apie praktiškai pritaikytas vandens nuostolių mažinimo priemones. Pateikiamas realiomis sąlygomis išbandytas vandens nuostolių dydžio nustatymo metodas. Tyrimo metu nustatytas minimalus naktinis vienam abonentui tenkantis suvartojamo vandens kiekis (0,9 litrai/h/butui), pateikta foninių nuostolių vandentiekio tinkle skaičiavimo metodika ir realių vandens nuostolių apskaičiavimo būdas. Aprašytasis vandens nuostolių nustatymo metodas buvo praktiškai patikrintas keliuose šalies vandentiekiuose.

Reikšminiai žodžiai: vandens nuostoliai, minimalus naktinis vartojimas, foniniai nuostoliai, matuojamoji zona.

Įvadas

Į vandentiekio tinklą tiekto ir vartotojams parduoto vandens kiekio skirtumas vadinamas vandens nuostoliais. Vandens nuostoliai – svarbus rodiklis, pagal jį galima vertinti vandens tiekimo sistemos efektyvumą. Daugelyje pasaulio šalių geriamojo vandens išteklių yra riboti, todėl, siekiant gerinti vandens tiekimo sistemų efektyvumą bei užtikrinti ilgalaikį aplinkos ir visuomenės tvarumą, vandens nuostolius valdyti itin svarbu. Remiantis Lietuvos vandens tiekėjų asociacijos 2012 m. duomenimis, Lietuvos miestų vandentiekiuose vandens nuostoliai svyruoja nuo 15 % iki 57 % (1 pav.). Vidutinis Lietuvos vandentiekio prarandamo vandens kiekis yra 31 %. Tai rodo vandens nuostolių kontrolės programų ir praktikos stoką.

Tarptautinė vandens asociacija (*IWA*) yra parengusi vandens nuostolių paieškos ir likvidavimo metodiką – *Leak Location and Repair*; IWA, 2007 (Pilcher 2007). Remiantis *IWA* rekomendacijomis yra apibrėžiamos aktyviosios ir pasyviosios vandens nuostolių mažinimo priemonės. Pasyvusis nuostolių mažinimas – tai avarių, kai iš vandentiekio tinklo nutekėjęs vanduo pasiekia žemės paviršių, likvidavimas. Aktyvusis nuostolių mažinimas – problemos sprendimas iš esmės sukuriant išsamią vandens nuostolių mažinimo strategiją. Ieškoma vandens nuotėkių, kurie niekada neprasiveržia į žemės paviršių. Aktyvusis nuostolių mažinimas apima vandens tiekimo sistemos vandens balanso sudarymą, tinklo zonavimą ir debito matavimą



1 pav. Vandens nuostoliai Lietuvos miestuose (LVTA 2012)

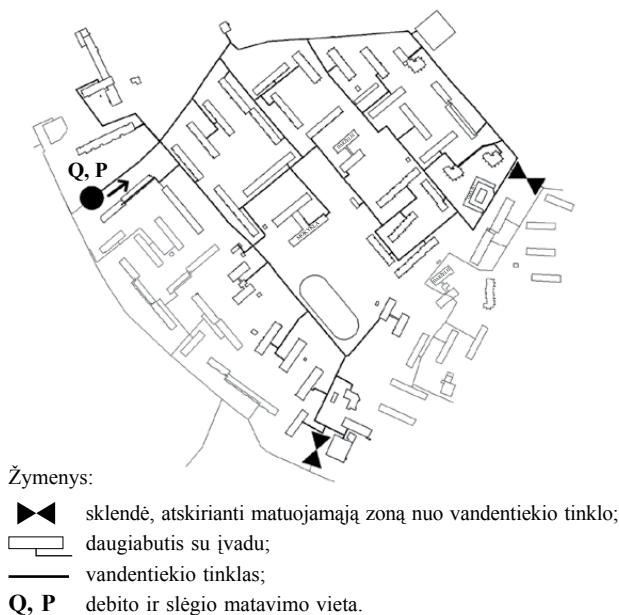
Fig. 1. Water losses in Lithuanian cities and towns (LVTA 2012)

zonose, vandens skaitiklių priežiūrą, slėgio valdymo kontrolę bei nuolatinę vandens nuostolių paiešką naudojant atitinkamą įrangą (Lambert, Hirner 2000; Thornton 2008).

Tyrimų metodika

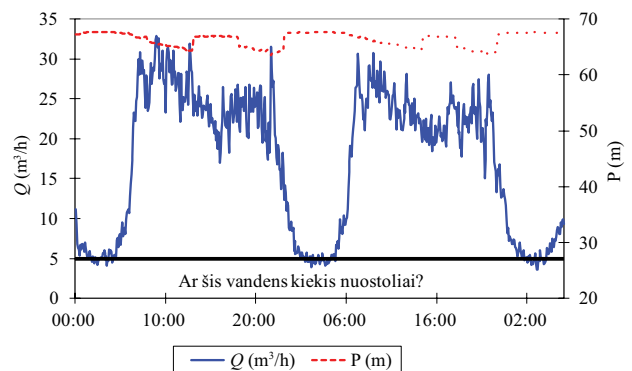
Siekiant optimizuoti vandens nuostolių paiešką reikia zonuoti vandentiekio tinklą, t. y. vientisas vandentiekio tinklas skaidomas į atskiras zonas. Vanduo į kiekvieną zoną patenka tik pro vieną tiekiamąjį vamzdį. Jame turi būti sumontuotas vandens apskaitos prietaisas. Atsižvelgiant į vietos ypatumus gali būti numatytas vandens tiekimas į zoną pro du įvadus, tačiau vandens apskaitos prietaisai įrengiami ant kiekvieno įvadinio vamzdžio į zoną. Matuojamoji vandentiekio zona – tai vandentiekio tinklo dalis, atskirta nuo bendro vandentiekio tinklo sklendėmis, užkirtus vandens tekėjimą į zoną per linijas. Matuojamoji zona gali būti įrengiama laikinai – tik debitui matuoti (1–7 dienoms), arba pastoviam darbui. 2 pav. pateikiama vandentiekio tinklo dalies, apribotos sklendėmis nuo bendro vandentiekio tinklo, principinė schema.

Vandens debitui matuoti būtina įrengti debitmačius, kurie registruotų pratekėjusį vandens kiekį. Tam tinka ir nešiojamieji indukciniai arba ultragarsiniai debitmačiai. Debitui matuoti gali būti naudojami ir mechaniniai skaitikliai su duomenų kaupikliais. Tik didesnės jų montavimo ir demontavimo (po matavimų) sąnaudos, nes dažniausiai zonos įrengiamos žiediniuose vandentiekio tinkluose. Skaitiklius rekomenduojama naudoti tik įrengiant pastovias matuojamąsias zonas.



2 pav. Matuojamosios zonos žemėlapis
Fig. 2. A map of the district metering area

Vandens nuostolius lengviausia ir patikimiausia nustatyti analizuojant naktinių debito matavimų duomenis. Naktį vandens suvartojama labai nedaug, todėl užfiksuotas naktinis matuojamosios zonos debitas preliminariai apibrėžia potencialų zonos vandens nuostolių dydį. Be abejo, reikia atlikti tiriamosios zonos analizę – įvertinti, ar nėra įmonių, kurios vandenį naudoja naktį. 3 pav. pateiktas tipinis vandens tiekimo į gyvenamųjų namų rajoną grafikas. Naktį fiksuojami mažiausi vandens kiekiai, minimalus kiekis yra tarp 2 ir 4 val. Tačiau tai nereiškia, kad išmatuotas naktinis zonos debitas yra vandens nuostoliai (Water Distribution... 2011).



3 pav. Debito ir slėgio matavimai matuojamojoje zonoje
Fig. 3. Flow and pressure measurements in the district metering area

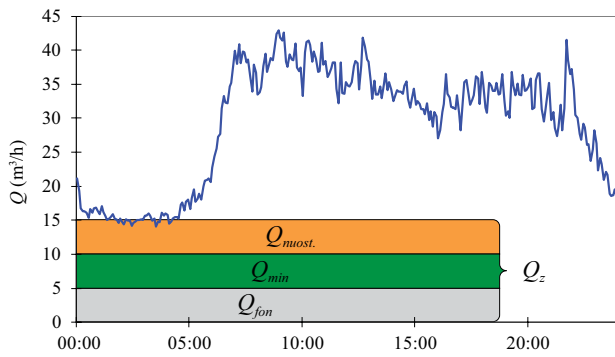
Vandentiekio tinkle esti daug sklendžių, armatūros ir fasoninių jungčių, tai potencišios nesandarumo vietos. Dažniausiai pro jas prarandamas nedidelis vandens kiekis, tad tokius nuostolius likviduoti neekonomiška. Šie nuostoliai yra vadinami foniniais nuostoliais. Jie eksploatuojant vandentiekio tinklus formaliai leistini. Foniniai nuostoliai dar vadinami nesurandamaisiais (neišvengiamaisiais) vandens nuostoliais (Lambert *et al.* 2010).

Siekiant nustatyti realius vandens nuostolius reikia atsižvelgti į tai, kad į matuojamąją zoną tiekiamo vandens kiekis apskaičiuojamas iš foninių nuostolių, suvartojamo vandens kiekio ir vandens nuostolių. Sudedamųjų vandens debito dalių formulė (Farley, Trow 2003; Wu *et al.* 2011):

$$Q_z = Q_{fon} + Q_{min} + Q_{nuost}, [m^3/h], \quad (1)$$

čia Q_z – į matuojamąją zoną tiekiamo vandens debitas; Q_{fon} – foniniai vandens nuostoliai; Q_{min} – naktį suvartojamas vandens kiekis; Q_{nuost} – vandens nuostoliai, kurių atsiradimo priežastys šalintinos.

4 pav. pateiktas grafinis vandens debitų sudedamųjų dalių įvertinimas. Dažniausiai foniniai nuostoliai sudaro mažiausią debito dalį. Minimalaus vartojimo debitas priklauso nuo vandens vartotojų skaičiaus bei jų vandens vartojimo įpročių. Jei tiriamoje matuojamojoje zonoje



4 pav. Matuojamosios zonos debito sudedamosios dalys
Fig. 4. Flow components in the district metering area

yra pramonės ar biudžetinių įmonių, reikia atsižvelgti į jų suvartojamus vandens kiekius, nes jie gali skirtis nuo gyvenamųjų namų suvartojamų vandens kiekių. Vandens nuostoliai priklauso nuo tinklų būklės ir zonos vandens vartotojų skaičiaus bei jų vandens vartojimo įpročių. Būtent ši vandens debito dalis domina labiausiai, nes ją galima eliminuoti, ji vadinama pašalinamaisiais vandens nuostoliais (Laven 2012; Lambert *et al.* 2010).

Apie kiekvieną matuojamąją zoną reikia surinkti informacijos: tai abonentų skaičius (kiek butų aptarnaujama analizuojamoje zonoje), tinklų ilgis ir įvadų skaičius. Į abonentų skaičių įtraukiami daugiabučiai, privatūs namai, biudžetinės bei pramonės įmonės. Taip pat reikia nustatyti vidutinį naktinį matuojamosios zonos tinklų slėgį. Slėgis turi labai didelę įtaką vandens ištekėjimui iš tinklo – kuo didesnis slėgis tinkle, tuo didesni vandens nuostoliai.

Neišvengiamieji foniniai nuostoliai vertinami pagal tris rodiklius: vandentiekio tinklų ilgį, įvadų skaičių ir slėgį tinkle. Foniniai nuostoliai zonoje ar visame mieste gali būti apskaičiuojami pagal formulę (Butler 2009; Lambert 2009; Mutikanga 2012)

$$(20 \cdot L_m + 1,25 \cdot N_s) \cdot (H / 50)^{1,5}, \text{ [L/h]}, \quad (2)$$

čia L_m – vandentiekio magistralinių tinklų ilgis, km; N_s – įvadų skaičius, vnt.; H – vidutinis naktinis slėgis zonoje, m v. st.

Koeficientai formulėje rodo, kad 20 litrų vandens ištekėjimas per 1 val. iš 1 km ilgio yra leistina ir toleruotina riba. Kitas rodiklis – 1,25 litro vandens nuostolių iš vieno įvado yra leistina riba. Formulėje pateikti nuostolių koeficientai tinka, jei slėgis tinkle yra 50 m. v. st. Įvertinamas realus tinklo slėgis. Slėgio kitimas nėra tiesinis – akivaizdi laipsninė priklausomybė. Formulėje (2) pateikti koeficientai nėra absoliučiai tikslūs ir nėra taikytini visais atvejais ar kiekvienam pasaulio miestui. Šiuos koeficientus apskaičiuoti praktikai, apdoroję turimus realių vandentiekinių duo-

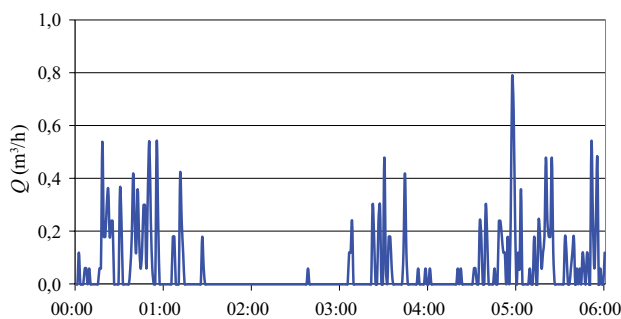
menis (daugiausiai Europos). Šiuos koeficientus siūloma taikyti tik senam vandentiekio tinklui, kai būtinas orientacinis esamos situacijos vertinimas (Lambert 2009; Farley, Trow 2003; Wu *et al.* 2011).

Pirmiausia išmatuojamas į zoną tiekiamas debitas, o foninės netektys gali būti apskaičiuotos pagal (2) formulę, tačiau nėra žinoma, kokį dydį laikyti minimaliu leistinuoju naktiniu vandens kiekiu vienam abonentui. Vienas darbo tikslų buvo nustatyti minimalų leistinąjį naktinį vandens kiekį vienam abonentui. Matavimai atlikti Alytaus ir Vilkaviškio daugiabučiuose.

Rezultatų apibendrinimas

Išmatuoti debitą viename ar keliuose privačiuose namuose (butuose) galima, tačiau tai ilgalaikis procesas, be to, didelė darbų apimtis, vienu metu reikia turėti daug prietaisų, matavimams įtakos gali turėti daug atsitiktinumų. Patikimiau ir tiksliau išmatuoti vandens debitą daugiabučio namo įvade. Iš esmės vandens vartojimo naktį ypatumai privataus ir daugiabučio namų gyventojų nesiskiria, ypač jei matavimai atliekami šaltuoju metų laiku. Matuojant daugiabučiame name, vienu metu galima įvertinti kelių dešimčių šeimų naktį suvartojamą vandens kiekį. Tyrimams buvo pasirinkti įvairūs daugiabučiai, įtraukiant ir bendrabučio tipo namus. Jeigu naktį skaitiklis rodo, kad vanduo name nevartojamas ilgiau nei 15 min., galima teigti, kad vandentiekio tinklas name yra sandarus. Todėl visas vandens kiekis, kuris prateka pro įvadinį namo skaitiklį, yra suvartojamas. Šiame projekte nebuvo svarbu įvadinio ir butų skaitiklių sumų skirtumai. Projekto metu tenorėta išsiaiškinti, koks vandens kiekis suvartojamas naktį. Kokį vandens kiekį fiksuoja dažniausiai senstelėję butų skaitikliai, nėra svarbu, svarbu, kad vanduo buvo vartojamas.

Matavimų metu buvo renkami aštuonių daugiabučių namų įvadinį skaitiklių duomenys. Pasirinkti tipiniai daugiabučiai, kurių galima rasti visuose didesniuose Lietuvos miestuose ir miesteliuose. Tirti namai skyrėsi tik butų skaičiumi, tačiau suvartotas vandens kiekis buvo išdalijamas kiekvienam vandenį vartojančiam butui, todėl tyrimui tai įtakos neturėjo. Renkant duomenis apie tiriamus daugiabučius namus atsižvelgta į tai, kad dalis butų yra tušti, ir juose vanduo nevartojamas. Todėl, remiantis vandens tiekimo įmonių duomenimis, iš bendro butų skaičiaus buvo atmesti tie butai, kurių gyventojai daugiau nei 6 mėnesius nedeklaruoja, kiek vandens suvartojo. 5 pav. pateikiamas vienos pasirinktos tipinės nakties šalto vandens debitas į vieną iš daugiabučių. Matavimų duomenys patvirtino, kad mažiausiai vandens suvartojama nuo 02:00 iki 04:00 val. nakties.



5 pav. Naktinis į vieną iš daugiabučių tiekiamo vandens debitas
Fig. 5. Night-time water flow in one of a block of flats

Daugumoje Lietuvos daugiabučių įvadų yra sumontuoti B metrologinės klasės vandens skaitikliai, tačiau, kai vandens srautas mažas, būtinas tikslus matavimo prietaisas, kad išmatuotų gana mažą vandens debitą. Dėl šios priežasties daugiabučių įvaduose papildomai buvo sumontuoti C metrologinės klasės skaitikliai su duomenų kaupikliais.

Toks metrologinis skaitiklių apibrėžimas minėtomis klasėmis nėra tikslus, tačiau visuotinai naudotinas. 2005 m. buvo patvirtintas naujas ES standartas, kuriame atsakyta anksčiau taikytų skaitiklių metrologinių klasių. Skaitiklių metrologinės klasės dabar apibrėžiamos santykiu Q_3/Q_1 , kuris pagal analogiją buvusios B klasės turėtų būti daugiau kaip 50, o buvusios C klasės – daugiau kaip 160 (ES LST 14154-1:2005).

Matavimams naudoti DN25 ir DN32 skersmens skaitikliai. Šių skaitiklių parametrai:

- matavimams naudotų C metrologinės klasės vandens skaitiklių jautrumo riba, kai vandens tekėjimas įveikia skaitiklio mechaninio pasipriešinimo jėgą, ir skaitiklis pradeda sukintis, yra 0,013 ir 0,021 m³/h;
- mažiausias praleidžiamas debitas, kuriam tekant vandens skaitiklis užtikrina rodmenis, atitinkančius didžiausios leidžiamosios paklaidos reikalavimus, yra 0,04 ir 0,063 m³/h;
- pereinamasis debitas, atitinkantis tarpinę vertę tarp ilgai veikiančio skaitiklio debito ir mažiausiojo debito verčių, yra 0,063 ir 0,1 m³/h;
- ilgai veikiančio skaitiklio debitas, kuriam tekant vandens skaitiklis normaliomis naudojimo sąlygomis veikia patenkinamai, yra 6,3 ir 10 m³/h, tai yra ilgiausiai matuojamas debitas;
- didžiausias debitas, kuriam tekant skaitiklis gali veikti tik trumpą laiką, yra 7,875 ir 12,5 m³/h.

Turint daugiabučių įvadinių skaitiklių matavimų duomenis, buvo skaičiuojamas vidutinis vieno buto naktį suvartojamas vandens kiekis. Remiantis literatūra, skaičiavimams buvo imami duomenys, gauti nuo 02:00 valandos

iki 04:00 valandos nakties (Mutikanga 2012), minėtieji teiginiai buvo patvirtinti ir šių tyrimų metu.

Matavimų rezultatai pateikiami 1 lentelėje. Bendras butų skaičius joje rodo, kiek butų iš viso yra name, o realus butų skaičius – kiek butų realiai vartoja vandenį.

1 lentelė. Debito matavimų daugiabučiuose duomenys
Table 1. Data on flow measurements in the blocks of flats

Daugiabučiai	Bendras butų skaičius, vnt.	Realus butų skaičius, vnt.	Matavimo dienų skaičius, vnt.	Vidutinis naktinis vieno buto suvartojamas vandens kiekis, L/h/butui
Vilkaviškis				
Nr. 1	50	50	33	0,6
Nr. 2	12	12	35	1,4
Nr. 3	18	18	34	0,8
Nr. 4	45	45	38	0,7
Alytus				
Nr. 1	60	55	17	0,8
Nr. 2	49	41	12	1,6
Nr. 3	100	88	11	0,7
Nr. 4	50	45	25	0,4
Vidurkis:				0,9

Atlikus matavimus daugiabučiuose gautas vidutinis vieno buto naktį suvartojamas vandens kiekis – 0,9 L/h/butui.

Analizuojant kiekvieną daugiabutį atskirai galima sakyti, kad vandens vartojimas priklauso nuo žmonių įpročių, ir yra sunku išvelgti priklausomybes tarp namo suvartojamo vandens kiekio ir butų skaičiaus. Remiantis matuojant nustatytu vidutiniu vieno buto suvartojamu vandens kiekiu galima apskaičiuoti minimalų naktinį matuojamosios zonos suvartojamą vandens kiekį. Naktiniai vandens matavimai atliekami atitinkamose zonose, kuriose yra nuo 50 iki 3000 abonentų. Kadangi rajone gali pasitaikyti įvairių vartotojų (vandens suvartojimo požūriū), todėl nustatytas vidutinis naktinis suvartojamo vandens rodiklis gali būti naudojamas leistinajam naktiniam vandens vartojimo lygiui numatyti.

Toliau pateikiamas vienos tipinės matuojamosios zonos vandens nuostolių skaičiavimo pavyzdys. Pirmiausia yra nustatoma matuojamoji zona, kurioje, galima manyti, susidaro vandens nuostoliai. Zona yra izoliuojama nuo kitos tinklo dalies užsukant sklendes ir užkertant vandens tekėjimą, paliekant vieną tiekiamąjį vamzdį, ant jo sumontuojama įranga vandens debitui ir slėgiui matuoti (2 pav.). Rekomenduojama, kad zonoje būtų ne daugiau kaip 3000, tačiau ir ne mažiau kaip 50 įvadų.

Rekomenduojama, kad atliekami vandens debito matavimai zonoje truktų bent savaitę, taip siekiama eliminuoti atsitiktinumus. 2 lentelėje pateikiami duomenys apie tipinės matuojamosios zonos tinklus ir vandens vartotojus.

2 lentelė. Duomenys apie matuojamąją zoną

Table 2. Data on the district metering area

Magistralinių tinklų ilgis, km	3,83
Įvadų skaičius zonoje, vnt.	51
Vidutinis naktinis zonos slėgis, m v. st.	66,5
Vandenį vartojančių butų skaičius zonoje	2 729

Turint šiuos duomenis foniniai nuostoliai apskaičiuojami pagal (2) formulę:

$$(20 \cdot 3,83 + 1,25 \cdot 51) \cdot (66,5/50)^{1,5} = 216 \text{ L/h} \sim 0,2 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Minimalus naktinis zonos suvartojamas vandens kiekis yra apskaičiuojamas žinant butų skaičių zonoje ir vienam butui nustatytą leistinąjį naktinį suvartojimą:

$$0,9 \cdot 2729 = 2456 \text{ L/h} \sim 2,5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Visi skaičiavimų rezultatai pateikiami 3 lentelėje.

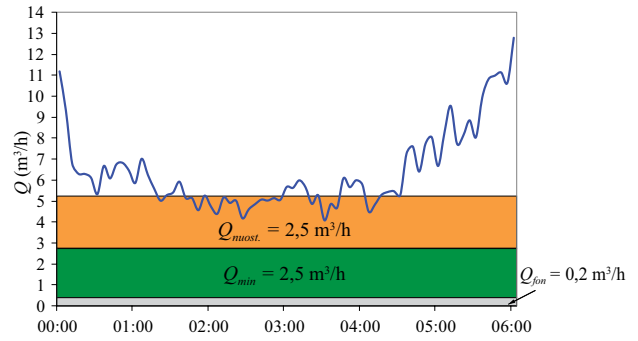
3 lentelė. Vandens nuostolių skaičiavimo rezultatai

Table 3. The results of calculating water losses

Išmatuotas naktinis į zoną tiekiamas debitas, m ³ /h	Foniniai nuostoliai, m ³ /h	Minimalus naktinis suvartojamas vandens kiekis, m ³ /h	Numanomi vandens nuostoliai, m ³ /h
5,2	0,2	2,5	2,5

6 pav. matyti, kad vyksta nuolatinis vandens tiekimas į matuojamąją zoną net ir naktį, tačiau išmatuotas 5,2 m³/h L/h debitas į matuojamąją zoną yra ne vien tik numanomi vandens nuostoliai. Šis vandens kiekis susideda iš leistinųjų foninių nuostolių, minimalaus leistinojo naktinio suvartojamo vandens kiekio ir numanomų vandens nuostolių. Siekiant nustatyti šalintinus vandens nuostolius reikia iš išmatuoto naktinio debito atimti leistinuosius foninius nuostolius ir leistinąjį minimalų naktinį suvartojamo vandens kiekį. Apskaičiavus matyti, kad analizuojamame rajone vandens nuostoliai yra ne mažesni kaip 2,5 m³/h, jie viršija foninius vandens nuostolius, ir turi būti šalinami.

Apskaičiavus numanomus matuojamosios zonos vandens nuostolius pradedamas kitas etapas – vandens nuostolių susidarymo vietos lokalizavimas. Šiam tikslui gali būti atliekamas „žingsninis testas“, skirtas paieškos plotui susiaurinti, nustatant orientacinę vandentiekio tinklo atkarpą, kurioje, tikėtina, yra skylė vamzdyje. Testas paprastai atliekamas naktį, uždarant tam tikras analizuojamo rajono vandentiekio tinklo atkarpas ir stebint vandens debito kitimą uždarius kiekvieną atkarpą. Nustačius vandentiekio tinklo atkarpą, tolesnis darbas susijęs su skylės vamzdyje lokalizavimu. Tam naudotina specializuotoji įranga – triukšmo matavimo prietaisai, koreliatoriai, žemės mikrofonai ir kt.



6 pav. Vandens nuostolių nustatymo rezultatai

Fig. 6. The results of identifying water losses

Išvados

1. Kai tenka analizuoti ir įvertinti vandens nuostolius, tikslingiausia atlikti naktinius vandens debito matavimus. Kiekvieno miesto vandentiekio tinklas turi būti zonuojamas, skirstomas į atskiras zonas, į kurias vanduo tiekiamas pro vieną arba du įvadus. Į zoną tiekiamas vanduo turi būti matuojamas debitmačiais arba skaitikliais su duomenų kaupikliais. Rekomenduojama matavimo zonas įrengti nuolatiniam darbui.
2. Išmatuotas naktinis į matuojamąją zoną tiekiamo vandens debitas nėra vien tik vandens nuostoliai, bendroju atveju jį sudaro foniniai nuostoliai, minimalus naktinį suvartojamas vandens kiekis ir šalintini vandens nuostoliai. Analizuojant reikia atskirai įvertinti visas tris kiekvienos zonos dedamąsias.
3. Nustatytas vidutinis minimalus naktinis vieno buto (namo) suvartojamas vandens kiekis – 0,9 L/h/butui. Šis rodiklis gali būti taikomas tiek individualiems, tiek ir daugiabučiams namams.
4. Atlikus literatūros analizę ir patikrinus siūlomus duomenis praktikoje, nustatyta, kad foniniai nuostoliai tinkluose gali būti apskaičiuojami kaip 20 l/h/km tinklo ir 1,25 l/įvadui/h, esant 50 m v. st. slėgiui vandentiekio tinkle.
5. Norint sumažinti vandens nuostolius vandens tiekimo sistemoje reikia imtis aktyviųjų nuostolių mažinimo priemonių: zonuoti vandentiekio tinklą, atlikti debito matavimus, analizuoti surinktus duomenis bei specialiąja įranga lokalizuoti vandens nuostolių vietas.

Literatūra

- Butler, D. 2009. *Leakage Detection and Management*. A comprehensive guide to technology and practice in the water supply industry. Publisher by Palmer Environment. 128 p.
- Farley, M., Trow, S. 2003. *Losses in Water Distribution Network. A Practitioner's Guide to Assessment, Monitoring and Control*. IWA Publishing. 282 p.

- Guidelines for Water Loss Reduction*. Publisher by Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, VAG Armaturen GmbH. 236 p.
- Lambert, A. O.; Hirner, W. 2000. *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*. IWA the blue pages. Nurnberg, Germany. 13 p.
- Lambert, A. O.; Brown, T. G.; Takizawa, M.; Weimer, D. 2010. *A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems*. IWA, AQUA 49 p.
- Lambert, A. O. 2009. Ten Years Experience in using the UARL Formula to calculate infrastructure Leakage Index, in *Proceedings of Water Loss 2009 IWA conference*. Cape Town, South Africa.
- Laven, K.; Lambert, A. O. 2012. What Do We Know About Real Losses on Transmission Mains?, in *Proceedings of Water Loss 2012 IWA conference*. Manila, Philippines.
- Lietuvos vandens tiekėjų asociacija. 2012. *Lietuvos vandens tiekimo įmonių 2012 metų veiklos rodikliai*.
- Mutikanga, H. E. 2012. *Water Loss Management: Tools and Methods for Developing Countries*: Dissertation submitted in Delft University of Technology and of the Academic Board of UNESCO-IHE Institute for Water Education. Delft, Netherlands.
- Pilcher, R.; Hamilton, S.; Chapman, H.; Field, D.; Ristovski, B.; Stapely, S. 2007. *Leak Location and Repair; Guidance Notes*. IWA Water Loss Task Force. 67 p.
- Thornton, J. 2008. *Water loss control*. McGraw-Hill. 632 p.
- Wu, Z. Y.; Farley, M.; Turtle, D.; Kapelan, Z.; Boxall, J.; Mounce, S.; Dahasahasra, S.; Mulay, M.; Kleiner, Y. 2011. *Water loss reduction*. Bentley Institute Press. 284 p.
- Water Distribution System*. 2011. Edited by Savic, A. D.; Banyard, K. J. ICE publishing. 342 p.
<http://dx.doi.org/10.1680/wds.41127>

METHODOLOGY FOR EVALUATING WATER LOSSES

M. Rimeika, A. Jurkienė

Abstract

A reduction in water losses is significant for improving the efficiency of water supply systems and sustainable water use. The major part of water supply companies does not have enough experience in reducing water losses; therefore, a lack of information about practically applied measures for reducing water losses can be noticed. The article presents a method for determining water losses implemented under real conditions. The conducted research defines minimum night-time water consumption for a single user, which is 0.9 L/h/user and presents a methodology for calculating unavoidable background and real water losses that may occur in the water supply network. The above described method for detecting water losses has been practically tested in several water supply systems in Lithuania.

Keywords: water losses, minimum night-time water consumption, unavoidable background losses, district metering area.