

ĮRENGIMO SĄLYGŲ ĮTAKA SRAUTO MATUOKLIŲ METROLOGINĖMS CHARAKTERISTIKOMS

Eugenijus Maslauskas¹, Gediminas Zygmantas²

¹doktorantas, ²mokslo darbuotojas,

Lietuvos energetikos institutas,

el. p. ¹maslauskas.e@mail.lei.lt; ²zygmanta@mail.lei.lt

Anotacija. Darbe nagrinėjama įrengimo sąlygų įtaka elektromagnetinių ir turbininių srauto matuoklių metrologinėms charakteristikoms. Buvo tyrinėti vienodo vardinio skersmens (DN50) matuokliai esant 0,5–50 m³/h debitų diapazonui. Matavimai buvo atlikti, skaitiklius iš abiejų pusių prijungus vadinamaisiais standartiniais vamzdžiais ($D_{vid} = 50,5$ mm) – padidinto (55,2 mm) ir sumažinto (46,2 mm) skersmens. Be to, buvo tiriama tarpinių kiaurymės (Ø50, Ø45 ir Ø40) įtaka. Matavimai parodė, kad turbininis srauto matuoklis jautriausiai reaguoja sumažinus tiek vamzdžio skersmenį, tiek ir tarpinę kiaurymę, o papildoma paklaida dėl skersmens sumažinimo gali padidėti net iki 25 %.

Reikšminiai žodžiai: instaliavimo efektas, elektromagnetinis srauto matuoklis, turbininis srauto matuoklis, vamzdžio skersmuo, tarpinė, paklaida.

Įvadas

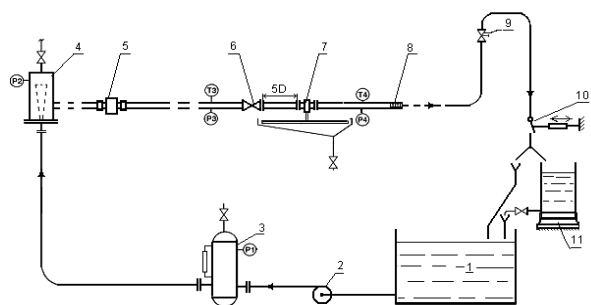
Vienas iš šio darbo tikslų – nustatyti srauto hidrodinaminių charakteristikų poveikį skirtingais principais veikiančių srauto matuoklių matavimo tikslumui. Pagrindinis dėmesys skirtas matuoklių instaliavimo efektams, t. y. prijungimo atvamzdžių skersmens įtakai, prieš skaitiklį ir už jo sumontuotų tarpinių skersmens ir prieš skaitiklį sumontuotos sklendės įtakai įvertinti. Iš profesinio smalsumo būtų galima sukurti ir daugiau įvairių trikdžių, kurie keičia tekėjimo pobūdį ir turi įtakos matuoklio metrologinėms charakteristikoms, tačiau apsiribota dažniausiai praktikoje pasitaikančiais atvejais, kurie nėra norminiuose dokumentuose aiškiai reglamentuoti ir dažnai tampa tiekėjo ir vartotojo konflikto priežastimi. Matuoklių instaliavimo efektų tyrimas svarbus ir tuo aspektu, kad laboratorija, valstybės įgaliota matavimus sieti etalonų lygmeniu, atestuodama kitų šalies darbinų srauto etalonų hidrodinaminius įrenginius, turi turėti aiškų supratimą apie ankščiau minėtų efektų poveikį atkuriamosios vertės neapibrėžčiai.

Tyrimo objektas ir bandymų įranga

Instaliavimo efektų poveikio tyrimai užima daug laiko ir reikalauja nemažų sąnaudų, todėl apsiribota vieno skersmens skaitikliais. Tyrimai buvo atliekami naudojant etaloninių verčių atkūrimo hidrodinaminį įrenginį (1 pav.) (Bončkus *et al.* 2005). Buvo matuojamas tas srauto inter-

valas (0,5–50 m³/h), kuriam esant vertės atkuriamos esant mažiausiai neapibrėžčiai.

Tyrimams buvo naudojami 2 elektromagnetiniai ir 1 turbininis srauto matuokliai. Visi matuokliai parinkti vienodo skersmens, t. y. DN50, todėl buvo galima naudoti tuos pačius prijungimo atvamzdžius ir kitą įrangą. Visi tyrimams naudoti srauto matuokliai Lietuvoje yra įteisinti kaip komercinio naudojimo – kaip vandens skaitikliai ar šilumos skaitiklių srauto jutikliai. Srauto matuoklio MAG5100 tirtu srautų intervalo leistina paklaida yra ±1 %. Kiti matuokliai yra antros klasės., t. y. jų leidžiama matavimo paklaida yra ±2 %.



1 pav. Hidraulinė eksperimentinio įrenginio schema: 1 – vandens talpykla; 2 – siurblys; 3 – pulsacijų slopintuvas; 4 – oro atskirtuvas; 5 – etaloninis skaitiklis; 6 – rutulinė sklendė; 7 – tiriamasis skaitiklis; 8 – ilgio kompensatorius; 9 – slėgio reguliavimo sklendė; 10 – srauto kreiptuvas; 11 – svarstyklės su baku

Per tyrimą buvo įvertintas bandomųjų srauto matuoklių santykinės tūrio matavimo paklaidos taikant svė-

rimo metodą. Tyrimo pradžioje visų bandytų matuoklių charakteristikos buvo nustatytos esant pamatinėms sąlygoms, t. y. srauto jutikliai prijungti vamzdžiu, kurio vidinis skersmuo 50,5 mm, tiesaus ruožo ilgis įtekėjimo pusėje $L \geq 20 D_{vid}$, tarpinės – standartinės. Kiekvienai srauto vertei atlikta po tris matavimus, o toliau vertinti naudotas aritmetinis vidurkis. Įrengimo efektams įvertinti buvo nustatyta papildoma paklaida:

$$\delta_p = \delta_{sj} - \delta_o, \%$$

čia δ_{sj} – srauto jutiklio paklaida, esant bandymo sąlygoms, δ_o – srauto jutiklio paklaida, esant pamatinėms įrengimo sąlygoms.

Prijungimo vamzdžio skersmens įtaka

Tyrimams buvo naudojami to paties sąlyginio skersmens DN50 vamzdžiai, kurių faktinis vidinis skersmuo buvo skirtingas:

- vadinamasis standartinis vamzdis, kurio $D_{vid} = 50,5$ mm;
- padidinto skersmens vamzdis, kurio $D_{vid} = 55,2$ mm;
- sumažinto skersmens vamzdis, kurio $D_{vid} = 46,2$ mm.

Tokio skersmens vamzdžiai buvo pasirinkti ne atsitiktinai, kadangi realiai sumontuotuose vandens ar šilumos apskaitos mazguose laboratorijos darbuotojams, atliekantiems ekspertizę, dažniausiai tenka susidurti būtent su tokiais prijungimo vamzdžiais.

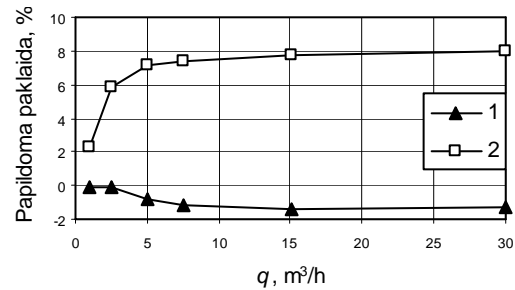
Matavimų rezultatai parodė, kad didžiausią įtaką vamzdžio skersmens pakeitimas turi turbininiam skaitikliui (2 pav.). Padidinus vamzdžio skersmenį paklaidų kreivė pasislinko į neigiamų verčių sritį iki $\sim -1,5$ %, o sumažinus – įtaka buvo gerokai didesnė, nes papildoma paklaida siekė net 8 %.

Reikia pastebėti, kad tirtiems elektromagnetiniams srauto jutikliams vamzdžio skersmens pakeitimas turėjo daug mažesnės įtakos, nes papildoma paklaida neviršijo $\pm 0,4$ %.

Tarpinių skersmens įtaka

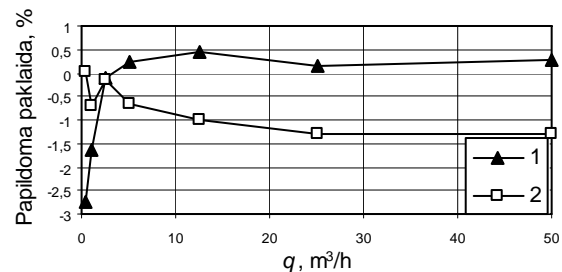
Eksperimentų metu tiriamieji skaitikliai buvo prijungiami standartiniais vamzdžiais, t. y. $D_{vid} = 50,5$ mm, o tarpinė prieš skaitiklį ir už jo buvo keičiama. Hidrodinaminiam įrenginyje prieš skaitiklius yra 20 DN ilgio tiesus ruožas, o už skaitiklio – 10 DN. Bandymo metu

buvo keičiamos tarpinės įtekėjimo pusėje, ištekėjimo pusėje ir abiejose pusėse vienu metu.



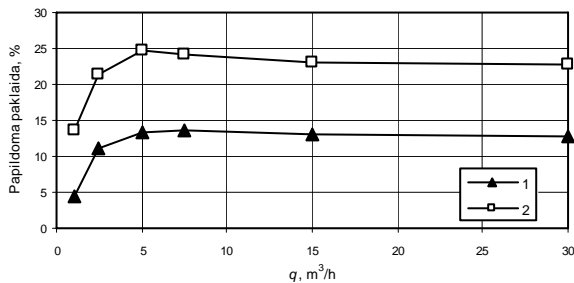
2 pav. Turbininio vandens skaitiklio MW50 matavimo paklaidos pokytis dėl skirtingo prijungimo vamzdžio skersmens: 1 – padidinto; 2 – sumažinto

Matavimo rezultatai parodė, kad visi tirti skaitikliai skirtingu laipsniu reaguoja į greičio profilio deformaciją, sukeltą sumažinto skersmens tarpinės. Dėl apvalaus skerspūvio matuoklio (MAG5100 W) tarpinės skersmens sumažinimo įtekėjimo pusėje visais atvejais buvo teigiamas papildomos paklaidos pokytis, kurio vertė siekė iki 1,3 %, o šis poveikis stačiakampio skersmens srauto jutikliui SDM-1 buvo dvigubai mažesnis. Sumažinto skersmens tarpinė įstačius ir ištekėjimo pusėje, rezultatai gali tapti priešingi, t. y. dėl tarpinės sumažinimo atsiranda neigiamas paklaidos pokytis (3 pav.).



3 pav. Elektromagnetinio srauto matuoklio SDM-1 matavimo paklaidos pokytis dėl sumažinto skersmens tarpinių ties įtekėjimu ir ištekėjimu (1 – Ø45 mm; 2 – Ø40)

Kaip ir buvo tikėtasi, didžiausią įtaką sumažinta tarpinė, sumontuota įtekėjimo pusėje, turi turbininiam skaitikliui (4 pav.). Šiuo atveju papildoma paklaida gali padidėti iki 25 %, kai tarpinės skersmuo sumažinamas iki 40 mm.



4 pav. Turbininio vandens skaitiklio MW50 matavimo paklaidos pokytis dėl sumažinto skersmens ties tarpinių įtekėjimų (1 – Ø45 mm; 2 – Ø40 mm)

Tuo atveju, kai sumažinto skersmens tarpinė įstato ma už turbininio skaitiklio, sumažinto skersmens poveikis būna mažesnis, tačiau atliekant bandymą papildoma paklaida vis vien viršija 10 %.

Išvados

1. Neteisingai parinktas prijungimo vamzdžio skersmuo visuomet iššaukia papildomą paklaidą, kurios vertė ir ženklas priklauso nuo skaitiklio veikimo principo ir vamzdžio skersmens pokyčio (padidinimo ar sumažinimo)

2. Didžiausią poveikį prijungimo vamzdžio skersmens sumažinimas turi turbininiam skaitikliui, o papildoma paklaida gali siekti 8 %. Vamzdžio skersmens padidinimas turbininiam skaitikliui iššaukia neigiamą paklaidos pokytį.

3. Visi bandyti skaitikliai yra jautrūs tarpinės skersmens sumažinimui. Turbininiam vandens skaitikliui papildoma paklaida gali siekti 25 %, kai tuo tarpu elektromagnetiniam srauto jutikliui šis dydis neviršijo 2,0 %.

Literatūra

- Bončkus, A.; Zygmantas, G.; Pedišius, A. 2005. Įrenginio vandens tūrio ir srauto vienetams atkurti prototipo bandymai, *Matavimai*, 2(34): 14–20. ISSN 1392-1223.
- Bates, C. J. 1999. Upstream installation and misalignment effects on the performance of a modified electromagnetic flowmeter, *Flow Meas. Instrum.* 10: 79–89.
- Briliute, I.; Bonckus, A.; Zygmantas, G. 2008. Influence of installation effects on the performance of residential water-meters, in *The 7th International Conference „Environmental Engineering“*, Vilnius. Selected papers, Vol. II: 785–792.
- Measurement of liquid flow in closed conduits – Weighing method.* ISO 4185:1980.

UPSTREAM INSTALLATION EFFECTS ON METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF FLOW SENSORS

E. Maslauskas, G. Zygmantas

Summary

The results of experimental investigation of upstream installation effects on metrological characteristics of the electromagnetic and turbine flow sensors of the nominal diameter DN50 are presented. The influence of inlet pipe diameter and influence of gasket diameter on accuracy of flow sensors were investigated. It was found that the most sensitive flow sensor on above mentioned flow disturbances are the turbine ones. The supplementary error caused by reduced inlet pipe diameter can be increased up to 8 % meanwhile reduction of gasket inner diameter increases supplementary error up to 25 %. Investigated electromagnetic flow sensors are less sensitive to flow disturbances and supplementary error in the worse case was not more than $\pm 2,0$ %.