

## Upoštevanje merilnih pogreškov elektronskih korektorjev pri merjenju prostornin zemeljskega plina

Franc Cimerman<sup>1,\*</sup> – Matej Jarm<sup>1</sup> – Branko Širok<sup>2</sup> – Bogdan Blagojevič<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plinovodi d.o.o., Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Za merjenje standardnih prostornin zemeljskega plina uporabljamo naprave za pretvarjanje prostornin (VCD) ali korektorje. Standard EN 12405-1 predpisuje zahteve in preizkušanja za konstruiranje, delovanje, varnost in skladnost korektorjev v povezavi s plinomeri.

Korektorji se uporabljajo za pretvarjanje prostornin zemeljskega plina, ki jih izmerijo plinomeri pri merjenem tlaku in merjeni temperaturi ter upoštevajo sestavo zemeljskega plina, na referenčne pogoje. Korektorji sestojijo iz računske enote in temperaturnega zaznavala, ali pa iz računske enote, temperaturnega in tlačnega zaznavala. Na podlagi standarda EN 12405-1 ločimo korektorje tipa 1 in tipa 2. Korektorji tipa 1 so kompaktni ali nerazstavljivi merilniki, medtem ko so korektorji tipa 2 razstavljivi. Merilne pogreške za korektorje tipa 1 določimo v treh različnih temperaturnih in v petih različnih tlačnih stanjih, medtem ko merilne pogreške korektorjev tipa 2 preverjamo za vsak sestavni element posebej. Kljub temu bo z novim standardom za računalnike pretoka (tudi korektorje tipa 2), ki bo izšel v letu 2016, dana možnost, da lahko merilne pogreške preverjamo enako, kot jih preverjamo za korektorje tipa 1.

Z namenom, da bi čim bolj natančno določili zaznano količino zemeljskega plina, je v članku prikazana možnost upoštevanja merilnih pogreškov, ki jih določimo po veljavnem nacionalnem postopku overjanja korektorjev. Na podlagi evropske direktive MID (Measuring Instrument Directive 2004/22/EC) je največji dopustni merilni pogrešek za korektorje tipa 1 in tipa 2  $\pm 0,5\%$ . Veljavni nacionalni postopki overjanja korektorjev so enaki postopkom prvih overitev, ki se bodo po zahtevah MID direktive od aprila 2016 izvajali pri izdelovalcih korektorjev. Cilj prispevka je pokazati, da lahko za različne tipe elektronskih korektorjev prostornin zemeljskega plina njihove merilne pogreške, ki so bili določeni pri kontrolah korektorjev, aproksimiramo z regresijsko enačbo po metodi najmanjših kvadratov in ugotovimo značilnost modela. Zato je v prispevku na podlagi načrtovanja eksperimentov in multiregresijske analize podana in ocenjena povezanost med merilnimi pogreški in neposredno merjenimi veličinami tlaki in temperaturami pri kontroli korektorjev. Pri eksperimentalni analizi smo upoštevali osem različnih tipov korektorjev. V analizi so bili obravnavani korektorji, ki že imajo odobritev tipa po MID, in starejši korektorji, ki imajo nacionalno ali evropsko odobritev tipa. Kljub temu je bilo naše vodilo, da morajo vsi korektorji izpolnjevati kriterij dopustnega merilnega pogreška  $\pm 0,5\%$ .

Na podlagi analize rezultatov so v članku predlagane mere za določitev primernosti regresijskega modela za posamezen korektor. Najbolj pomembna statistična cenilka za ocenjevanje primernosti uporabe multiregresijske analize pri kontroli elektronskih korektorjev zemeljskega plina je standardni pogrešek aproksimacije SEE. Pomembni statistični cenilki sta tudi regresijski koeficient  $r^2$  in signifikantnost  $F$ . V kolikor opravljamo multiregresijsko analizo kontrole korektorjev na podlagi zmanjšanega števila merilnih točk in upoštevamo zahteve Pravilnika o merilnih instrumentih za korektorje, je lahko zmanjšano število merilnih točk pri kontroli zelo primerno pri vmesnih kontrolah korektorjev na terenu.

Na podlagi predlaganega načina upoštevanja merilnih pogreškov v članku lahko za poljuben elektronski korektor tipa 1 in tipa 2 izpolnimo zahteve MID glede merilnih pogreškov, ocenjena merilna negotovost pa poleg zahteve 1/3 dopustnih merilnih pogreškov upošteva še merilno negotovost zaradi aproksimacije predlagane metode. Zato lahko opisana metoda upoštevanja merilnih pogreškov predstavlja možnost za nadgraditev nacionalne procedure overjanja korektorjev, ki je primerna za oba tipa korektorjev.

**Ključne besede:** naprave za pretvarjanje prostornin ali korektorji, merilni postopki, multiregresija, merilna negotovost