

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1132741

**SPOĽAHLIVOSŤ ZBERU INFORMÁCIÍ SYSTÉMU SCADA
V PLYNÁRENSTVE**

2011

Radoslav ĎURKA

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**SPOĽAHLIVOSŤ ZBERU INFORMÁCIÍ SYSTÉMU SCADA
V PLYNÁRENSTVE**

Bakalárska práca

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	4112700 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra kvality a strojárskych technológií
Školiteľ:	Ing. Rastislav Bernát, PhD.
Konzultant:	Ing. Martin Hrnčár

Nitra 2011

Radoslav ĎURKA

Abstrakt

ĎURKA RADOSLAV: radza@centrum.sk, 2011. Spoľahlivosť zberu informácií systému SCADA v plynárenstve [bakalárska práca] Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Technická fakulta, Katedra kvality a strojárskych technológií. Vedúci bakalárskej práce: Ing. Bernát Rastislav, PhD. – NITRA: TF SPU, Bakalárska práca, 50 strán, 2011

Práca sa zaoberá sledovaním spoľahlivosti systému zberu a prenosu údajov v plynárenstve prostredníctvom systému SCADA a opisuje jeho jednotlivé komponenty. Zameriava sa na kontrolu presnosti jednotlivých snímačov fyzikálnych veličín, konkrétne stavových prepočítavačov množstva plynu. Sú vybrané tri modely na ktorých sú vykonané jednotlivé merania. Práca obsahuje návody a prostriedky na vykonanie podrobných skúšok presnosti za pomoci kalibračných prístrojov.

Údaje sú získavané meraním v prevádzkových podmienkach a poskytujú reálny, neskreslený obraz o kvalite jednotlivých zariadení. Vyhodnotenie je v grafickej podobe a umožňuje rýchli pohľad na kvalitu pri budúcom rozhodovaní o výbere podobných zariadení.

Systém zberu informácií SCADA je vysokoprofesionálny a odskúšanie všetkých jeho komponentov si vyžaduje dlhodobý výskumný projekt.

Kľúčové slová: systém SCADA, prepočítavač plynu, kalibračný prístroj, snímač fyzikálnych veličín, prenos údajov

Abstract

DURKA RADOSLAV: radza@centrum.sk, 2011. Responsibility of writing and sending data of system SCADA in gas company. [bachelor thesis] Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Department of Quality and Engineering Technologies. Supervisor of bachelor thesis: MA. Bernat Rastislav, PhD. – NITRA: FE SUA Bachelor thesis, 50 pages, 2011

The thesis is about watching of responsibility of writing and sending gas company data by system SCADA. The work also describes SCADA's components. System SCADA controls if equipments for measuring physical values are exactly correct. This system controls especially static conversion device of quantity of gas. We can do measuring according to three different models. And this work is described by manuals and ways of doing detailed tests of exactness by calibration apparatus.

Data are got be measuring in gas company's conditions and those data shows real result about the quality of each measuring equipment. The result comes graphically that helps you to understand the quality for future decisions about the choosing similar equipments.

Writing information system SCADA is high-professional system. Trying of all its components needs long-time research project.

Key words: system SCADA, conversion device of gas, calibration apparatus, sensor of physical values, sending data.

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som celú bakalársku prácu vypracoval samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

V Nitre, dňa 4. marca 2011

Radoslav Ďurka

Pod'akovanie

Ďakujem môjmu školiteľovi práce Ing. Rastislavovi Bernátovi PhD. za cenné rady, odborné usmernenie, podporu a pomoc, ktorú mi poskytol pri vypracovaní bakalárskej práce.

Použité označenie

SCADA – Dispečerské riadenie a zber dát

Ex – zariadenie určené do výbušného prostredia

RTU – diaľková telemetrická jednotka

MTU – centrálna procesorová terminálová a telemetrická jednotka

GSM – základňová rádiová stanica

ÚNMS SR – Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky

OBSAH

Úvod.....	9
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma i v zahraničí	11
1.1 Charakteristika systému SCADA a jeho komponentov.....	11
1.1.1 Systém zberu informácií	12
1.1.2 Prepočítavače množstva plynu.....	12
1.1.3 Mechanické meradlá objemu plynu.....	14
1.1.4 Elektronické snímače tlaku a teploty	16
1.1.5 Ďalšie snímače systému SCADA	17
1.2 Odorizačné zariadenia.....	18
1.3 Telemetrické stanice a iné.....	18
1.3.1 RTU SAE FW – 10.....	18
1.3.2 Soft and control technology	19
1.3.3 Komunikačné zariadenia na prenos dát	20
1.4 Prevádzka a údržba SCADA systému	21
1.5 Poruchy technologických zariadení	23
2 Cieľ práce.....	24
3 Metodika práce.....	25
3.1 Charakteristika sledovaných zariadení	25
3.2 Charakteristika použitých prístrojov.....	27
3.3 Pracovný postup merania.....	27
3.4 Spôsob vyhodnotenia výsledkov	28
4 Výsledky práce.....	29
4.1 Overovanie meradiel Elcor 94	29
4.1.1 Kontrola meradiel pri skúškach tlaku	29
4.1.2 Chyby meradiel pri skúškach tlaku.....	30
4.1.3 Kontrola meradiel pri skúškach teploty	32
4.1.4 Chyby meradiel pri skúškach teploty.....	33
4.2 Overovanie meradiel microElcor 2.....	34
4.2.1 Kontrola meradiel pri skúškach tlaku	34
4.2.2 Chyby meradiel pri skúškach tlaku.....	35
4.2.3 Kontrola meradiel pri skúškach teploty	37
4.2.4 Chyby meradiel pri skúškach teploty.....	38
4.3 Overovanie meradiel Elcor 2	39
4.3.1 Kontrola meradiel pri skúškach tlaku	39
4.3.2 Chyby meradiel pri skúškach tlaku.....	40
4.3.3 Kontrola meradiel pri skúškach teploty	42
4.3.4 Chyby meradiel pri skúškach teploty.....	43
5 Diskusia a návrh na využitie výsledkov.....	44
6 Záver	45
7 Zoznam použitej literatúry.....	46

Úvod

Preprava, distribúcia plynu, plynofikácia miest a obcí už v jej počiatkoch vyžadovala z bezpečnostných dôvodov určitú kontrolu technologických zariadení. Keďže číslicová a riadiaca technika bola len v rannom štádiu, monitorovanie sa vykonávalo fyzicky. S pribúdajúcim dopytom po zemnom plyne vzrástol aj počet technologických objektov, čo vyžadovalo aj nemalý počet pracovníkov určených na prevádzku a údržbu. Fyzické kontroly, pri ktorých sa sledovalo opotrebenie technologických zariadení a zapisovali sa hodnoty fyzikálnych veličín, dávali predpoklad bezporuchovej prevádzke. Nedávali však možnosť vykonávať včasné zásahy pri poruchách, ktoré mohli viesť k možným haváriám a následným výpadkom dodávky zemného plynu do domácností. Požadovalo sa zaznamenávať fyzikálne veličiny, ako sú tlak a teplota, a to nepretržite. Postupne sa konštruovali zariadenia, ktoré umožňovali priebežný zápis veličín.

Princíp činnosti prvých registračných zariadení spočíval v prenose tlaku, pomocou tenkej trubky na mechanizmus prístroja, ktorý citlivo reagoval na zmenu tlaku. Zmeny tlaku sa prejavili vychýlením časti mechanizmu, na konci ktorého bol zapisovací segment. Segment sa pohyboval po páse registračného papiera, ktorý bol posúvaný synchronným motorom, a tým sa zapisoval priebeh tlaku počas určitého obdobia. Podobným princípom sa zaznamenávala aj teplota plynu. Nevýhodou mechanických registračných zariadení boli časté výmeny zapisovacieho bubna, veľké množstvo papiera, poruchy a nepresnosti mechanizmu, citlivosť na vonkajšie rušivé vplyvy a pod. Zariadenie umožňovalo zápis malého množstva fyzikálnych veličín. Väčšinou to bol jeden tlak a jedna teplota. Pomocou nameraných hodnôt atmosferického tlaku a množstva pretečeného plynu sa manuálne vypočítalo skutočné množstvo pretečeného plynu. Taktiež systém odorizácie plynu bol veľmi zastaralý. Odorizačná látka, merkaptán, bola pridávaná do odorizačného zariadenia manuálne, čo bolo dosť nepraktické, neekologické a nehygienické. Zariadenie bolo pripojené na plynové potrubie a z odorizačného zariadenia sa merkaptán dostával do plynu samospádom po kvapkách. Takýto spôsob odorizácie bol navyše dosť neekonomický, nakoľko množstvo odorantu nekorešpondovalo s množstvom pretečeného plynu stanicou a pri výpadkoch stanice zariadenie stále odorizovalo.

Ani plynárenstvo sa nevyhlo modernizácii a vývoju nových technológií, ktorými boli zastaralé zariadenia postupne nahradzované. Začali sa používať elektronické snímače fyzikálnych veličín a časté fyzické kontroly sa obmedzili iba na nevyhnutné zásahy

spojené s prevenciou, údržbou a odstraňovaním porúch. Vyvinuli sa moderné meracie zariadenia, ktoré množstvo pretečeného plynu automaticky prepočítavajú pomocou nameraných veličín priamo na mieste odberu. Nové technológie umožňovali monitorovať oveľa väčšie množstvo veličín a zároveň ich prenášať prostredníctvom telemetrických zariadení na centrálny dispečing. Systém dostal názov SCADA.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma i v zahraničí

1.1 Charakteristika systému SCADA a jeho komponentov

Zavádzanie európskych noriem, pokrok v oblasti komunikačných technológií, dôraz na bezpečnosť prepravy plynu a v neposlednom rade tlak na znižovanie rutinných fyzických kontrol, a tým aj šetrenie prevádzkových nákladov, to všetko sú dôvody na realizovanie diaľkového monitoringu vo všeobecnosti. V plynárenstve je v tomto smere nasadený vysoký štandard prostredníctvom systémov SCADA. (Klajber, Z. 2004)

Systémy sa skladajú z viacerých častí, ktoré na seba nadväzujú rôznymi väzbami. Úlohou celého systému je automaticky zozbierať cez riadiacu stanicu MTU údaje z jednotlivých telemetrických RTU staníc sledovaných objektov. Patria sem regulačné stanice, prepúšťacie stanice, veľkoodberatelia plynu, stanice pre katódovú ochranu a pod. Následne je potrebné údaje spracovať do rôznych zadaných foriem a dlhodobo archivovať v pamäti počítača ako okamžité hodnoty a stavy. Pracovné údaje sú vizualizované pre potreby obsluhy systému na monitore počítača vo forme alarmov, hlásení, protokolov, prehľadových schém a tabuliek. Cez systém môže obsluha zadávať povely diaľkového ovládania, ako sú napr. diaľkové riadenie regulátorov tlaku v prepúšťacích staniaciach, diaľkové riadenie uzatváracích armatúr vysokotlakových potrubí, diaľkové nastavovanie požadovanej výstupnej teploty a pod. Systém môže vzdialené objekty automaticky riadiť s využitím optimalizačných funkcií. (kol. autorov SCADA, 2010)

Systém sa skladá z veľkého množstva meracej, regulačnej a riadiacej techniky jednotlivých telemetrických staníc RTU, zariadenia na prenos údajov prostredníctvom vlastnej rádiovj siete alebo GSM, riadiacej, terminálovej telemetrickej stanice MTU a počítačového systému. (kol. autorov SCADA, 2010)

Prenos údajov z technologických objektov je vo väčšej miere zabezpečený privátnou rádiovou sieťou. V súčasnosti sa začína využívať aj verejná GSM sieť pre objekty menšej dôležitosti, kde nie je potrebné online riadenie a postačuje prenos len niekoľkokrát denne.

Pri používaní GSM zabezpečuje sieť a prenos údajov z technologických objektov do hornej úrovne SCADA komunikačný server. Horná úroveň SCADA je prioritne využívaná na podporu dispečerského riadenia, prepravy a distribúcie zemného plynu. Slúži

ako procesný a komunikačný archív dát. Umožňuje rozdelenie funkcií na viacero pracovísk, ako sú dispečing, regionálne monitorovacie a poruchové pracoviská, systém GMS určený na poskytovanie štatistických informácií, ktorý následne využíva ekonomický systém AS 400 s dodávaním podkladov na fakturáciu. (kol. autorov SCADA, 2003)

1.1.1 Systém zberu informácií

Rozvoj priemyselných podnikov, automatizácia technologických procesov a systémov riadenia vo všetkých odvetviach národného hospodárstva vyžaduje pre svoj kvalitný rozhodovací proces veľké množstvo údajov získaných miestnym a diaľkovým meraním, zberom, prenosom a spracovaním a následným vyhodnocovaním. (Bajcsy, J. 1988)

Údaje o správaní sa monitorovaných a riadených objektov sa zbierajú a prenášajú do riadiaceho centra, a naopak povely a riadiace signály sa z tohto centra prenášajú k riadeným objektom. Celý proces musí byť kvalitný a spoľahlivý, aby riadiace pracovisko dostalo pravdivý a neskreslený obraz o správaní sa sledovaných objektov.

Zber údajov sa vykonáva prostredníctvom širokej škály telemetrických snímačov rôznych fyzikálnych veličín. Vykonáva ho lokálna telemetrická stanica RTU, ktorá údaje zozbiera a prevedie ich na signál vhodný pre komunikačné zariadenie určené na prenos dát do riadiacej stanice MTU alebo komunikačný server. (Pokorný, K. – Lukáč, O. 2004)

V nasledujúcej časti práce bližšie rozoberieme jednotlivé komponenty.

1.1.2 Prepočítavače množstva plynu

Objavom nálezísk zemného plynu a začiatkom distribúcie prostredníctvom diaľkových plynovodov vznikol problém v obchodných vzťahoch pri jeho predaji. V roku 1988 sa prepravilo cez územie Slovenska cca 75 mld.³ zemného plynu. Spočiatku sa meranie vykonávalo pri tlakoch blízkych tlaku atmosferickému, ale tento spôsob bol veľmi náročný a vyžadoval veľké investície, vzhľadom na veľké prepravné množstvá. Napokon vznikla myšlienka merať dodávky plynu pri tých istých tlakových hladinách, pri ktorých sa dopravuje. Tak sa začala história prepočítavačov pretečeného objemu plynu. (kol. autorov SCADA, 2010)

V začiatkoch sa používali mechanické prepočítavače pripojené na plynomer pomocou prídavných hriadeľov plynomera. Najznámejšie prepočítavače vyrábali americké firmy Siger a Rockwell. Z európskych firiem sú známe výrobky firmy Rombach, Schlumberger, Elster a iné. Tieto prepočítavače nemali uplatnenie, nakoľko nástupom elektroniky koncom osemdesiatych rokov minulého storočia museli uvoľniť priestor výkonnejším a kvalitnejším zariadeniam. Elektronické prepočítavače množstva plynu prešli dlhodobým vývojom. V začiatkoch sa používali jednoduchšie prístroje, ktoré neskôr nahradili zložitejšie a kvalitnejšie. (kol. autorov SCADA, 2010)

Elektronický prepočítavač je zariadenie, ktoré vykonáva prepočet pretečeného množstva plynu pri prevádzkových podmienkach na príslušné množstvo pri základných podmienkach. Základnými podmienkami rozumieme stanovené hodnoty stavových veličín meraného plynu používané na vyjadrenie objemu nezávisle od podmienok merania. Prepočet sa vykonáva pomocou prepočítavacieho čísla, čo je bezrozmerné číslo vyjadrujúce veľkosť zmeny jednotkového objemu daného plynu pri zmene jeho tlaku a teploty z prevádzkových podmienok na podmienky základné. (kol. autorov SCADA, 2010)

V plynárenstve sa používajú rôzne prepočítavače množstva plynu. Staršie typy sú postupne nahradzované modernejšími a výkonnejšími prepočítavačmi, ktoré sú jednak presnejšie a schopnejšie spracovávať väčšie množstvo nameraných údajov. Systém vyhodnocovania nameraných údajov je na kvalitnejšej úrovni. Prístroje umožňujú rôzne typy vizualizácie hodnôt – grafov a časových priebehov a ich zápis do archívu. Medzi prvé prepočítavače používané v plynárenstve patrili ECS, EVC a Superflow. Zastaralé typy – Superflow a EVC sa prestali používať úplne a ECS je postupne nahrádzaná novšími typmi prepočítavačov, a to:

- ELCOR-94,
- MicroELCOR,
- Micro ELCOR-2,
- ELCOR-2,
- DATCOM,
- UNIFLO TCE-1000.

V plynárenskom priemysle sú najpoužívanejšími prepočítavačmi množstva plynu ELCOR-94, MicroELCOR-2 a ELCOR-2, ktorými sa budeme bližšie zaoberať v metodike práce, nakoľko na nich budeme vykonávať podrobné skúšky presnosti s následným grafickým vyhodnotením.

DATCOM

Elektronický záznamník dát DATCOM je batériový prístroj určený pre meranie a záznam časového priebehu fyzikálnych veličín. Umožňuje merať dva tlaky, teplotu v mieste sondy, vnútornú teplotu prístroja, počítať impulzy z dvoch snímačov impulzu s vyhodnotením prietoku a prírastku normovaných objemov a spracovať stavy binárnych vstupov. Namerané veličiny sú periodicky uložené do integrovaného archívu dát. Do archívu môžu byť taktiež uložené namerané hodnoty alebo vypočítané štatistické hodnoty. Údaje z archívu môžu byť prenášané prostredníctvom komunikačných rozhraní do počítača. Prístroj je vyrobený pre použitie tlakových prevodníkov relatívneho a absolútneho tlaku. (kol. autorov DATCOM, 1999)

UNIFLO TCE-1000

UNIFLO TCE-1000 sa používa iba ako teplotný konvertor na kompenzáciu teplotných rozdielov. Inštaluje sa u odberov, kde hodnota tlaku je zanedbateľná pre výpočet prepočítavacieho koeficientu, t.j. do 2 kPa. Taktiež ako ostatné prepočítavače je schopný zaznamenávať a archivovať dáta o pretečenom množstve plynu, nie však vo veľkom rozsahu.

1.1.3 Mechanické meradlá objemu plynu

Mechanické plynomery sú dôležitou súčasťou celého systému zberu a prenosu dát. Slúžia na merania pretečeného množstva a prietoku plynu. V plynárenstve používame tri základné kategórie plynomerov, a to membránové, rotačné a turbínové od firiem, ako sú napríklad Premagas, Elster, Schlumberger, Roots, Romet, Rombach a iné.

Membránové plynomery sa používajú na meranie menších prietokov. Používané veľkosti týchto plynomerov sú v rozsahu G4 – G100. Tento parameter udáva minimálny prietok plynu v metroch kubických za hodinu. Veľkosť G10 udáva minimálny prietok 0,1 metra kubického za hodinu a maximálny 16 metrov kubických za hodinu a G100 je

minimálny prietok 1 meter kubický za hodinu a maximálny prietok je 160 metrov kubických za hodinu. Plynometry sa používajú pri maximálnom tlaku 100 kPa. Majú nízku prevádzkovú úroveň hluku a podľa požiadavky sa vyrábajú aj s prídavným zariadením na generovanie impulzov z ukazovacieho zariadenia. Používajú sa na meranie odberateľov odoberajúcich menšie množstvá plynu v kategórii M-maloodber. (Petrovič, J. – Ivanič, J. 1981)

Na meranie vyšších objemov a prietokov sú používané rotačné alebo turbínové plynometry. Rotačné plynometry sú určené na meranie prietoku a pretečeného množstva plynu v rozsahu 0,5 – 650 metrov kubických za hodinu. Štandardne sú použiteľné pre zemný plyn, ale aj pre všetky nekorozívne, suché a čisté plyny pri tlaku do 1,2 MPa. Sú to objemové meradlá s protismerne rotujúcimi piestami. Vyrábajú sa zo zliatiny hliníka s vysokou pevnosťou a nízkou hmotnosťou. Kvalitná povrchová úprava a precíznosť výroby jednotlivých častí plynomerov poskytujú meradlu vysokú presnosť a dlhú životnosť. Piesty sú dynamicky vyvážené a osadené vo vysokokvalitných ložiskách, čo zaručuje optimálny chod plynometra. Ich konštrukcia zabezpečuje samočistenie, t.j. prípadné nečistoty v plyne nemajú žiadny vplyv na jeho prevádzku. Valčekové počítadlo je umiestnené v telese meradla a je poháňané magneticky alebo priamym náhonom. Počítadlo je naplnené olejom a celú dobu životnosti nie je potrebná takmer žiadna údržba. Plynometry sú vybavené REED-kontaktom, slúžiacim na vysielanie impulzov do pripojeného elektronického prepočítavacieho zariadenia. Podľa požiadavky môžu mať zabudovaný aj nízkofrekvenčný a vysokofrekvenčný impulzný vysielateľ. Všetky výstupné signály z týchto vysielateľov sú úmerné pretečenému množstvu plynu.

Turbínové plynometry sú určené k presnému meraniu množstva zemného plynu a iných technických plynov. Majú vynikajúce metrologické vlastnosti pri meraní na nízkom aj vysokom tlaku. Ich prednosťou je výnimočná odolnosť voči rušivým turbulenciám v prúde plynu. Vtekajúci objem sa v dôsledku zúženia prierezu vplyvom predného usmerňovača zrýchli, aby sa zväčšil impulz prúdenia na meracie koleso. Axiálne obtekané meracie koleso je uvádzané do rotačného pohybu a počet jeho otáčok je priamo úmerný pretečenému objemu. Otáčky turbíny sú prenášané cez prevody v meracom mechanizme a magnetickú spojku na počítadlo umiestnené v hlave plynometra. Podobne ako u rotačných plynomerov, aj turbínové sú vybavené tromi vysielacími impulzov na báze REED-kontaktu. Sú zabudované do počítadla ako štandardné vybavenie a využívajú sa pre diaľkový prenos nameraného objemu. Výstupy sa ďalej využívajú ako vstup nameraného

objemu pre elektronický prepočítavač alebo odorizačné zariadenie plynu. Taktiež podľa požiadavky môže byť vyhotovenie s nízkofrekvenčným a vysokofrekvenčným impulzným vysielateľom, ktoré snímajú impulzy priamo z turbíny plynomera. (Rombach, J. 2002)

1.1.4 Elektronické snímače tlaku a teploty

Elektronické snímače tlaku sú prevodníky, ktoré menia tlak plynu resp. kvapaliny na elektrický signál. V praxi používame snímače na meranie relatívneho, ale aj absolútneho tlaku.

Snímače BD SENSORS majú veľkú preťažiteľnosť a súčasne veľkú presnosť a stabilitu. Základným materiálom tlakového snímača je keramický oxid hlinitý. Elektrický signál je v rozsahu 4 až 20 miliampérov bez ohľadu na tlakový rozsah snímača. V praxi sa používajú snímače v rozsahu tlaku od 5 kPa do 60 MPa. Sú vyhotovené v iskrovo bezpečnom prevedení Ex, a tým spĺňajú požiadavku pre montáž do výbušného prostredia regulačných staníc plynu. Je na nich vykonaná typová skúška a prevedenie je overené pre fakturačné meranie. Snímač je možné použiť vo viacerých oblastiach priemyslu. (Kol. autorov BD Sensors, 2010)

Snímače tlaku INPRES vyrábané v závode ZPA Nová Paka sú v plynárenstve používané už len ojedinele a to na meranie malých tlakov do 5 kPa.

Tlakomery sa pripájajú na potrubie cez trojcestný ventil ktorý umožňuje súčasne pripojenie ukazovacieho manometra na vizuálnu kontrolu tlaku. Ventil je vybavený rýchlospojku ktorá slúži na pripojenie presného kalibračného prístroja pri vykonávaní kontroly presnosti merania. Zároveň umožňuje uzatvorenie prívodu plynu pri výmene tlakomerov. Ojedinele sa pred tlakový snímač zaraďuje aj tlmič tlakových nárazov. (Rajniak, I. 1989)

Snímače teploty Pt 100 patria medzi najpoužívanejšie teplotné snímače v technologických objektoch plynárenstva. Princíp činnosti spočíva vo využívaní závislosti elektrického odporu vodiča od teploty. Sú určené pre kontaktné meranie teploty v rozsahu od -50 do + 400 stupňov celzia. Skladajú sa z kovovej meracej stonky a kovovej hlavici, v ktorej je umiestnená svorkovnica s prevodníkom. Stonka je z nerezovej ocele a hlavica je zo zliatiny hliníka. Podmienkou presného merania je bezprostredný styk citlivej časti

snímača s meraným prostredím. V praxi je však dodržať túto podmienku veľmi ťažké vzhľadom na pretlak, eróziu a podobné faktory. Na ochranu proti účinkom prostredia sa teplomery vkladajú do ochranných puzdier ktoré sú vyrobené z materiálu s veľmi dobrou tepelnou vodivosťou. Teplomer má v takomto puzdre minimálnu vôľu a pre zlepšenie prístupu tepla z ochranného puzdra do telesa teplomeru je puzdro vyplnené vhodnou látkou ktorou je najčastejšie silikónový olej. Snímač je vyhotovený v neiskrivom prevedení a je možné ho použiť v rôznych aplikáciách priemyselného prostredia vrátane prostredia s nebezpečenstvom výbuchu. Je určený pre všetky riadiace systémy kompatibilné s typom daného snímača. (Rajniak, I. 1989)

1.1.5 Ďalšie snímače systému SCADA

Monitorovanie technických objektov je zabezpečené širokou škálou rôznych typov snímačov. Patria sem snímače výšky hladiny, zaplavenia technologických objektov, úniku plynu, polohy, smeru prietoku plynu a pod. Medzi najviac používané z tejto kategórie zaraďujeme indukčné snímače polohy, ktoré slúžia na bezkontaktné snímanie kovových predmetov. Sú použiteľné pre riadenie, reguláciu, automatizáciu, polohovanie a kontrolu pracovných procesov. Na regulačných staniciach plynu majú najväčšie využitie pri snímaní polohy bezpečnostných rýchlouzáverov slúžiacich na včasné odstavenie regulačnej stanice pri poruche resp. havárii. Taktiež sa používajú na snímanie činnosti regulátora plynu, snímanie otvorenia dverí, technologického objektu, rôznych rozvodných skríň a telemetrických staníc. (Fajt, V. 1987)

Princíp snímania indukčného snímača je založený na ovplyvňovaní striedavého elektromagnetického poľa okolitými kovovými predmetmi. Prítomnosť alebo neprítomnosť kovových objektov je monitorovaná v definovanej vzdialenosti od snímača. Pracujú bez dotyku a majú elektrický výstup, tzn. že pracujú bez opotrebenia. Snímače sú určené pre použitie v rizikových výbušných prostrediach.

Aplikované môžu byť na obrábacích a textilných strojoch, montážnych linkách v automobilovom, strojárskom, papierenskom, gumárenskom a drevospracujúcom priemysle, t.j. vo všetkých procesoch vyžadujúcich automatizáciu. Snímače sú zabezpečené ochranou proti skratu. Výhodou je ich bezproblémové použitie v extrémnych podmienkach, sú odolné voči znečisteniu a majú prakticky neobmedzenú životnosť. Činnosť snímača je indikovaná LED diódou umiestnenou na zadnej strane snímača.

1.2 Odorizačné zariadenia

Odorizácia plynu je neodmysliteľnou súčasťou prevádzky a distribúcie plynu. Dávkovanie vysoko zapáchavých látok do zemného plynu sa vykonáva za účelom včasného varovania osôb pri náhodnom úniku plynných palív z plynovodu alebo odberného plynného zariadenia, a tým zabráneniu požiaru, výbuchu, zaduseniu alebo otrave. Zápach musí byť dostatočne intenzívny a charakteristický, aby vyvolal rýchlu reakciu zmyslov a prinútil osobu k ochrannému jednaniu. V pravidelných intervaloch sa vykonáva tzv. nárazová odorizácia, cieľom ktorej je pomocou zvýšených dávok odorizačnej látky odhaliť netesnosti v celej sieti plynových potrubí. V súčasnosti sa ako odorizačná látka používa tetrahydrothiofen. Zariadenia určené na odorizáciu pracujú na princípe odparovania alebo vstrekovania odorizačnej látky priamo do potrubia plynovodu. Zariadenia sú ovládané samostatnou elektronickou jednotkou, prostredníctvom ktorej obsluha vykonáva nastavovanie zariadenia. Údaje z riadiacej jednotky sú prostredníctvom telemetrickej stanice RTU posielané na centrálny dispečing, kde poskytujú riadiacim pracovníkom široký rozsah informácií o stave odorizačného zariadenia. Medzi najdôležitejšie údaje patria: zostatok odorizačnej látky v nádrži, porucha vstrekovacieho čerpadla, kontrola tlaku na výstupe zariadenia, teplota odorizačnej látky a podobne.

1.3 Telemetrické stanice a iné

Na prenos zozbieraných údajov z regulačných staníc plynu sa v súčasnosti využíva viacero typov telemetrických staníc RTU, resp. telekontrolérov. Medzi najpoužívanejšie patria stanice RTU – SAE FW – 10. Ďalej sú to stanice od firmy Soft and control technology a v menšej miere sa využívajú aj stanice LANDYS AND GIR. Nastupujúcou novinkou je stanica od firmy Siemens, ktorá je prakticky ešte v štádiu testovania: Jej využívanie je plánované v prevažnej miere na staniach väčšieho významu, ako sú prepúšťacie stanice ktorých je v porovnaní s bežnými stanicami len malý počet. My sa budeme zaoberať prevažne dvomi typmi staníc, a to RTU SAE FW – 10 a Soft and control technology.

1.3.1 RTU SAE FW – 10

RTU SAE FW – 10 je zariadenie určené pre diaľkový zber údajov zo siete regulačných staníc plynu. Do jednotnej rádiovkej dátovej siete sa pripája prostredníctvom

rozhrania W24. Na prenos údajov používa štandardný komunikačný protokol. Zariadenie podporuje pripojenie k viacerým typom elektronických prepočítavačov plynu a odorizačných zariadení. Prevedenie v oceľovo-plechovej povrchovo upravovanej skrini, dôkladné utesnenie dvierok a priechodiek pre pripájacie káble a minimálne rozmery predurčujú zariadenie pre použitie v prašnom a vlhkom vonkajšom prostredí. Systémová koncepcia riadiacej jednotky FW-10 s veľkým počtom rôznych typov vstupno-výstupných kariet a komunikačných rozhraní umožňuje pripojiť k RTU veľkú škálu na trhu dostupných snímačov a prevodníkov. Zálohovanie napájacieho napätia dvomi akumulátormi zabezpečí spoľahlivý chod zariadenia aj pri častých výpadkoch elektrickej energie. Indikácia pomocou LED poskytuje priebežnú kontrolu činnosti a pomáha rýchlo odhaliť poruchy na zariadení. Dôkladné značenie a farebné rozlíšenie káblových prepojov umožňuje ľahkú orientáciu v rozvážači. Na zobrazovanie stavu vstupov a výstupov RTU SAE FW-10 a zmenu základných parametrov je určený servisný program pracujúci pod operačným systémom DOS a Windows. (kol. autorov RTU, 1999)

Signály zo všetkých pripojených snímačov a prevodníkov sú privádzané na jednotlivé karty, kde sú spracované. Prostredníctvom centrálnej procesorovej jednotky sú ďalej komunikačným protokolom posielané cez rádiostanicu resp. GSM modem na riadiacu stanicu vyššej úrovne. (kol. autorov RTU, 1999)

Výhodou tejto stanice je jej stavebnicový charakter. Karty sa zasúvajú do oceľových boxov. K dispozícii je 14 druhov kariet na sériovú komunikáciu a 40 druhov vstupno-výstupných kariet na snímanie veličín a ovládanie výkonných členov. Veľká pamäť dát dovoľuje realizovať dávkové prenosy za dlhšie obdobie. Možný je spontánny, ale aj cyklický prenos dát. Na Slovensku a v Čechách pracuje viac ako 1000 modulov SAE FW 10 v systémoch rôznej zložitosti. K používateľom týchto modulov patria napríklad Slovenský plynárenský priemysel, povodie Moravy, Labe, Dunaja, Hronu, vodárne a kanalizácie Bratislava, Ozeta Trenčín, Tepláreň Prešov, Nafta Gas Malacky a iné veľké spoločnosti. (kol. autorov RTU, 1999)

1.3.2 Soft and control technology

S nástupom nových technológií pristúpilo i plynárenstvo k využívaniu nového typu prenosu informácií od firmy Soft and control technology SCT5050. Systém je určený na monitorovanie odberných miest veľkoodberateľov plynu regulačných staníc z GSM resp.

GPRS prenosom údajov. Je to ucelený telemetrický systém obsahujúci všetky potrebné komponenty na monitorovanie a diaľkový prenos údajov z rôznych typov obchodných meradiel a staníc s možnosťou ich diaľkového povelovania alebo konfigurovania. Obsahuje riadiaci a komunikačný systém, priemyselný GSM/GPRS modem s anténou, zdroj so zálohovaním, akumulátor, prepäťová ochrana. Komponenty sú umiestnené v rozmerovo prijateľnej rozvádzačovej skrini, ktorá zaručuje spoľahlivú funkciu systému v širokom rozsahu teplôt a vo vonkajšom prostredí. Programové vybavenie riadiaceho systému umožňuje servis na diaľku a znižuje tak prevádzkovú réžiu. (kol. autorov SCT, 2006)

V plynárenstve využívame ešte ďalšie riadiace systémy SCT a to sú UKI 3.1, UKI 3.5 používané na prenos menšieho množstva dát.

Všetky tieto zariadenia spĺňajú základné technické aj cenové požiadavky na monitorovanie regulačných staníc, veľkoodberateľov plynu a monitorovanie a riadenie staníc koróznej ochrany

1.3.3 Komunikačné zariadenia na prenos dát

Komunikačné zariadenia na prenos dát sú určené na prenos dát z jednotlivých telemetrických staníc RTU na riadiacu stanicu MTU alebo komunikačný server. Prenos sa uskutočňuje prostredníctvom privátnej rádiovkej siete alebo verejnej telefónnej siete GSM.

Výhoda privátnej rádiovkej siete spočíva v jej nezávislosti od prevádzkovateľov verejných telefónnych sietí GSM kde sa platí za množstvo prenesených dát. Na prenos sa využívajú rádiomodemy RACOM, ktoré patria medzi svetovú špičku a používajú sa hlavne pri komunikáciách SCADA a telemetrických aplikáciách. Umožňujú budovať rozsiahle rádiové siete s neobmedzeným počtom rádiomodemov. V plynárenstve sa využívajú hlavne pri prepúšťacích staniaciach väčšieho významu, kde sa zároveň vykonáva diaľkové ovládanie a riadenie chodu staníc.

V súčasnosti sa rozvíja prenos údajov aj cez verejnú GSM sieť. Výhodou je skutočnosť, že nie je potreba inštalovať nákladné antény, avšak treba platiť za poskytované služby. Takýmto spôsobom je zrealizovaných približne 250 diaľkových prenosov. Na prenos sa využívajú modemy Sarian.

Komunikačný server zabezpečuje zber a prenos údajov z plynárenských technologických objektov cez GSM do systému SCADA a ďalších nadstavbových systémov. Tvorí určité komunikačné rozhranie medzi technologickou a nadradenou úrovňou. Odľahčuje komunikáciu v celej rádiosieti a zabezpečuje cyklický alebo spontánny prenos údajov. Tvorí kontrolný a diagnostický nástroj nad prevádzkou siete GSM pri prenose údajov z plynárenských technologických objektov. Umožňuje pripájať rôznorodé monitorovacie a riadiace systémy. (kol. autorov SCADA, 2010)

1.4 Prevádzka a údržba SCADA systému

Bezporuchová prevádzka a činnosť celého systému je zabezpečená početnými kontrolami a skúškami presnosti. Tieto sa v prevažnej väčšine vykonávajú na dolnej úrovni SCADA systému, t.j. na zariadeniach slúžiacich na zber a prenos údajov z technologických objektov. Pravidelne sú vykonávané kontroly meracích zariadení na regulačných staniciach plynu, skúšky presnosti elektronických prepočítavacích zariadení, ako aj ostatných snímačov fyzikálnych veličín. Skúšky presnosti jednotlivých snímačov fyzikálnych veličín sa vykonávajú pomocou presných meracích prístrojov slúžiacich ako etalón, ktoré sú pravidelne kontrolované Metrologickým ústavom Slovenskej republiky. Jednou z najdôležitejších kontrol vykonávajúcich u odberateľov plynu je skúška presnosti prepočítavacieho zariadenia, ktoré slúži ako fakturačné meradlo pri platobnom styku so zákazníkom. Kalibráciu prepočítavacích zariadení vykonáva Metrologický ústav SR raz za 5 rokov. Slovenský plynárenský priemysel vykonáva opätovné skúšky presnosti každoročne ako prevenciu možných nepresností meracích zariadení. Overuje sa presnosť prevodníka tlaku a teploty prepočítavača, ktoré slúžia spolu s ďalšími už vopred nastavenými parametrami na výpočet koeficientu meradla. Meranie sa vykonáva v troch bodoch meracieho rozsahu. Pri všetkých bodoch merania nesmie odchýlka prekročiť povolenú hranicu.

Najväčšie dovolené chyby prevodníkov pre skúšku meracieho systému na mieste inštalácie sú stanovené v zmysle vyhlášky č. 210/2000 Z.z., znenia bodu č. 6 jej prílohy č. 35. Chyba prevodníkov pri skúške nesmie prekročiť dvojnásobok najväčšej dovolenej chyby uvedenej pre príslušný prevodník v rozhodnutí o schválení typu prepočítavača. Toto ustanovenie sa nevzťahuje na prepočítavač ECS, ktorý má maximálne dovolené chyby na mieste inštalácie určené v rozhodnutí o schválení typu prepočítavača. Prepočítavač,

ktorého prevodník tlaku, alebo teploty, má väčšiu chybu, ako je najväčšia dovolená chyba nesmie byť používaný ako určené meradlo. (Vyhláška č. 210/2000)

Tab 1. Najväčšie dovolené chyby prevodníkov tlaku a teploty pri skúške meracieho systému na mieste inštalácie, vyplývajúce z rozhodnutí o schválení typu jednotlivých prepočítavačov

Prepočítavač	Prevodník	Chyba v schválení	Chyba pri skúške	Poznámka
Elcor 94	tlaku	+/- 0,25 %	+/- 0,50 %	z meranej hodnoty
	teploty	+/- 0,10 %	+/- 0,20 %	z meranej hodnoty (K)
mElcor	tlaku	+/- 0,50 %	+/- 1,00 %	z meranej hodnoty
	teploty	+/- 0,10 %	+/- 0,20 %	z meranej hodnoty (K)
Elcor-2	tlaku	+/- 0,25 %	+/- 0,50 %	z meranej hodnoty
	teploty	+/- 0,30 %	+/- 0,60 %	°C
mElcor-2	tlaku	+/- 0,25 %	+/- 0,50 %	z meranej hodnoty
	teploty	+/- 0,25 %	+/- 0,50 %	°C
Uniflo 1000 TCE	tlaku			nie
	teploty	+/- 0,25 %	+/- 0,50 %	°C
ECS	tlaku	+/- 0,10 %	+/- 0,20 %	z meracieho rozsahu prevodníka
	teploty	+/- 0,50 %	+/- 0,50 %	°C
EVC-2	tlaku	+/- 0,20 %	+/- 0,40 %	z meracieho rozsahu prevodníka
	teploty	+/- 0,50 %	+/- 1,00 %	°C
SuperFlo-2	tlaku	+/- 0,10 %	+/- 0,20 %	z meracieho rozsahu prevodníka
	teploty	+/- 0,175 %	+/- 0,35 %	°C

Rovnaké skúšky prepočítavačov sa vykonávajú aj na regulačných staniách, ktorých vlastníkom je Slovenský plynárenský priemysel. Na staniách je umiestnené väčšie množstvo rôznych snímačov fyzikálnych veličín. Princíp kontroly je však trochu odlišný. Skúšobná hodnota tlaku alebo teploty generovaná presným meracím zariadením je porovnávaná s hodnotou nameranou až na výstupe celého telemetrického systému. Výhodou je meranie odchýlky celej trasy až po výstup na rádiostanicu alebo GSM modem. Povolená odchýlka je 0,5 % z rozsahu tlakových snímačov a 0,5 °C z jednotlivých teplotných snímačov. Na rozdiel od spomenutých analógových snímačov, kde kontrolujeme jej nameranú hodnotu, u binárnych snímačov kontrolujeme iba ich správnu funkčnosť, tzn. či poloha, v ktorej sa nachádzajú, zodpovedá indikovanému stavu. Pri

nesprávnej signalizácii býva najčastejšou príčinou porucha binárneho snímača. Výnimočne býva porucha zapríčinená nesprávnym zapojením snímača alebo konfiguráciou stanice.

V nasledujúcej podkapitole sa budeme zaoberať problematikou poruchovosti systému a jeho následným riešením.

1.5 Poruchy technologických zariadení

Najčastejší výskyt porúch celého systému býva v jeho dolnej úrovni, t. j. už pri zbere informácií. Patria sem bežné poruchy technologických zariadení a ich komponentov, ale aj problémy v spolupráci s dodávateľskými firmami a poruchy softvérového vybavenia zo strany dodávateľa. Užívateľská verzia softvéru pre obsluhu stanice nedovoľuje odstraňovanie takýchto porúch zamestnancami Slovenského plynárenského priemyslu. Je to veľkou nevýhodou, nakoľko odstraňovanie porúch zo strany dodávateľa býva nákladné. U niektorých typov zariadení dodávateľ paralelne s dispečingom SPP monitoruje technologické objekty a následne môže vykonávať odstraňovanie určitých typov porúch aj diaľkovo. Tento spôsob sa preukázal ako dosť nákladný a zamestnávateľ má záujem čím väčší počet porúch odstrániť prostredníctvom svojich zamestnancov. Riešením problému by bolo kvalitnejšie zaškolenie zamestnancov s možnosťou používania vyššej verzie softvéru umožňujúcou širší rozsah opráv na konkrétnych zariadeniach. Väčšina porúch súvisí s technologickým vybavením a nie so systémom samotným. Nedostatky sa priebežne odstraňujú a zastaralé, často poruchové zariadenia sú postupne nahradzované modernejšími a kvalitnejšími. V menšom rozsahu sa vyskytujú softvérové a hardvérové poruchy aj na hornej úrovni SCADA systému. V tejto úrovni je zahrnutý komunikačný server, GMS, jednotlivé riadiace pracoviská a dispečing.

2 Cieľ práce

V dnešnej pretechnizovanej dobe je neodmysliteľnou súčasťou viacerých odvetví sledovanie a následné vyhodnocovanie veľkého množstva informácií, ktoré nie je možné zvládnuť tradičným ručným spracovaním. V súčasnosti sa systémy dispečerského riadenia rôznych technologických procesov využívajú v odvetviach ako sú vodárenstvo, kanalizácie, energetika, poľnohospodárstvo, doprava a iné. Taktiež Slovenský plynárenský priemysel využíva najmodernejšie systémy slúžiace na zber a monitorovanie rôznych technologických zariadení.

Cieľom mojej bakalárskej práce je sledovať spoľahlivosť systému SCADA v plynárenskom priemysle, následne ho vyhodnotiť a stanoviť opatrenia vzhľadom na bezporuchovú prevádzku celého systému.

3 Metodika práce

3.1 Charakteristika sledovaných zariadení

Predmetom práce je sledovanie spoľahlivosti systému zberu informácií a jeho jednotlivých komponentov. Budeme kontrolovať presnosť zariadení na meranie rôznych fyzikálnych veličín. Zameriame sa na zariadenia slúžiace na prepočet pretečeného množstva plynu, konkrétne ich tlakové a teplotné snímače. Budeme skúmať 3 najpoužívanejšie zariadenia:

- ELCOR-94,
- MicroELCOR-2,
- ELCOR-2,
- vysokotlaková hadica,
- kábel s infračervenou,
- médium voda (teplá, studená).

MikroELCOR-2

MikroELCOR-2 je batériový elektronický prepočítavač. Prepočítava množstvo plynu merané plynomerom pri prevádzkových podmienkach na množstvo plynu pri normovaných podmienkach tlaku a teploty. Ponúka spoľahlivosť, presnosť, malé rozmery a dlhodobú stabilitu. Namerané hodnoty transformovaného objemu a vypočítané hodnoty normovaného objemu sú ukladané do pamäte prístroja. Okamžité hodnoty je možné prehliadať na displeji prepočítavača. Všetky namerané a uložené hodnoty možno pomocou príslušného programového vybavenia načítať do pamäte počítača a ďalej spracovávať. Prepočítavač je takisto možné napájať z externého bezpečného napájacieho zdroja. (kol. autorov MikroELCOR 2, 2005)

ELCOR-2

Prepočítavač množstva plynu ELCOR-2 je meradlo určené k prepočtu objemu plynu za prevádzkových podmienok na objem za základných podmienok. Informácie o pretečenom objeme plynu je snímaná prostredníctvom impulzných výstupov plynomeru, teplotu a tlak plynu merajú digitálne prevodníky. Stupeň kompresibility plynu vypočítava

prístroj podľa bežných metód alebo používa konštantnú hodnotu. V prístroji je realizovaný archív nameraných hodnôt s nastaviteľnou štruktúrou a s nastaviteľnou periódou ukladania, binárny archív zachytáva zmeny na binárnych vstupoch a výskyt hľadaných udalostí. Za účelom sledovania meracieho miesta je k dispozícii hľadanie hodnôt, ktoré možno vykonávať niektorými štatistickými výpočtami. Je možné naprogramovať jednoduché riadenie alebo reguláciu pomalých procesov. Vyhodnotené stavy sa ukladajú do archívu, prípadne do nadriadeného systému.

Ďalšie vlastnosti prístroja:

- dobrá mechanická odolnosť,
- jednoduchá inštalácia,
- možná inštalácia prístroja v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu,
- zálohovanie údajov v RAM – stav počítačiel impulzu a reálneho času, počítanie nf impulzov pre prípad výpadku napätia po dobu 10 rokov a iné (kol. autorov Elcor-2, 2007).

ELCOR-94

Batériový elektronický korektor ELCOR-94 prepočítava množstvo plynu na vzťažné podmienky tlaku a teploty. Pre zemný plyn vypočítava stupeň kompresibility plynu. Namerané hodnoty teploty, tlaku sú uložené do pamäte prístroja. Perióda záznamu je voliteľná, umožňuje zaznamenávať namerané hodnoty od najmenej periódy jednej minúty až po najväčšiu jednoduchovú periódu. Okamžité i zaznamenané hodnoty možno prehliadať na displeji alebo pomocou príslušného programového vybavenia. Prístroj umožňuje komunikáciu i cez modem. (kol. autorov Elcor-94, 2006).

Prepočítavač počíta nízkofrekvenčné objemové impulzy z turbínových, rotačných alebo membránových plynomerov. Z nameraných hodnôt absolútneho tlaku, teploty a z vypočítanej hodnoty stupňa kompresibility plynu sa z prevádzkového objemu vypočíta normovaný objem pri vzťažných podmienkach. V prípade výskytu chybového stavu sa vstupné impulzy a následne objem prepočítaný a vzťažné podmienky pripočítavajú k hodnote počítadla náhradného prevádzkového objemu resp. hodnote počítadla náhradného normovaného objemu. Prepočítavač je vybavený archívom pre uchovanie

záznamov hodnôt teploty, tlakov, prevádzkových a normovaných objemov. (kol. autorov Elcor-94, 2006)

3.2 Charakteristika použitých prístrojov

- Kalibrátor JOFRA HPC 500,
- notebook,
- softvér Cordal, Telves a Elcor.

Kalibrátor AMETEK HPC 500

Ručný kalibrátor tlaku je určený na generovanie tlaku alebo vákua na kontrolu, nastavovanie a kalibráciu mechanických a elektronických tlakových meracích prístrojov porovnávacím meraním. Tlakové skúšky sa dajú robiť v laboratóriu, dielni alebo v prevádzke na mieste merania. Umožňuje presné generovanie požadovaných hodnôt skúšobného tlaku až do 20 bar. Zároveň poskytuje možnosť pripojenia externých tlakových modulov pre vyššie rozsahy tlakov až do 700 bar a teplotných snímačov v rozsahu od -40 do +105 stupňov celzia. Pracuje s presnosťou 0,01 percenta z rozsahu tlakového a teplotného snímača. Prístroj je recalibrovateľný, takže sa môže počas celej doby životnosti udržiavať v uvedenej triede presnosti.

3.3 Pracovný postup merania

Merané zariadenie je potrebné pripojiť pomocou vysokotlakovej hadice s presným kalibrátorom tlaku AMETEK HPC 500. Otvoreným vstupným ventilom na kalibračnom zariadení zabezpečíme pôsobenie atmosferického tlaku na obe zariadenia. Po ustálení tlakov, hodnoty zapíšeme do tabuľky v PC. Uzatvorením vstupného ventilu na kalibračnom zariadení a pomocou tlakovej pumpy, ktorou je prístroj vybavený, zvýšime tlak na hodnotu 200 kPa. Podobne ako pri meraní atmosferického tlaku si namerané hodnoty zapíšeme a postup opakujeme pri tlaku 300kPa. V závislosti od rozsahu tlakového snímača skúšaného meracieho zariadenia je možné hodnoty skúšobného tlaku meniť, spravidla to však býva hodnota prislúchajúca spodnému, strednému a hornému rozsahu zariadenia.

Podobný postup budeme aplikovať aj pri meraní presnosti teplotného snímača daného zariadenia. Teplotné sondy skúšaného a kalibračného zariadenia vložíme do nádoby s topiacim sa ľadom čomu zodpovedá teplota 0 °C. V prevádzke, na mieste merania je však vplyvom okolitého prostredia teplotu 0 stupňov celzia ťažké dodržať, takže sa meranie robí v rozsahu 0 – 2 stupne. Po ustálení zapíšeme hodnoty do tabuľky. Meranie opakujeme pri teplote nad 30 °C.

3.4 Spôsob vyhodnotenia výsledkov

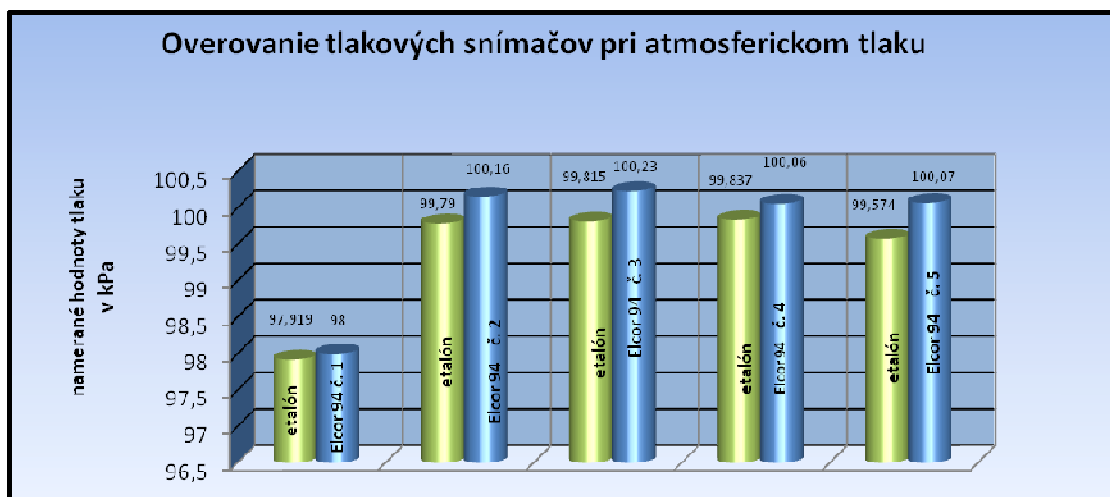
Hodnotu kalibračného zariadenia odčítavame z jeho displeja a hodnotu meraného zariadenia pomocou kábla s infračervenou stiahneme z výstupného portu zariadenia do PC.

Po dosadení nameraných hodnôt do tabuľky program automaticky vypočíta percentuálnu chybu meradla. Na základe nameraných hodnôt a percentuálnej chyby vyhotovíme grafické znázornenie.

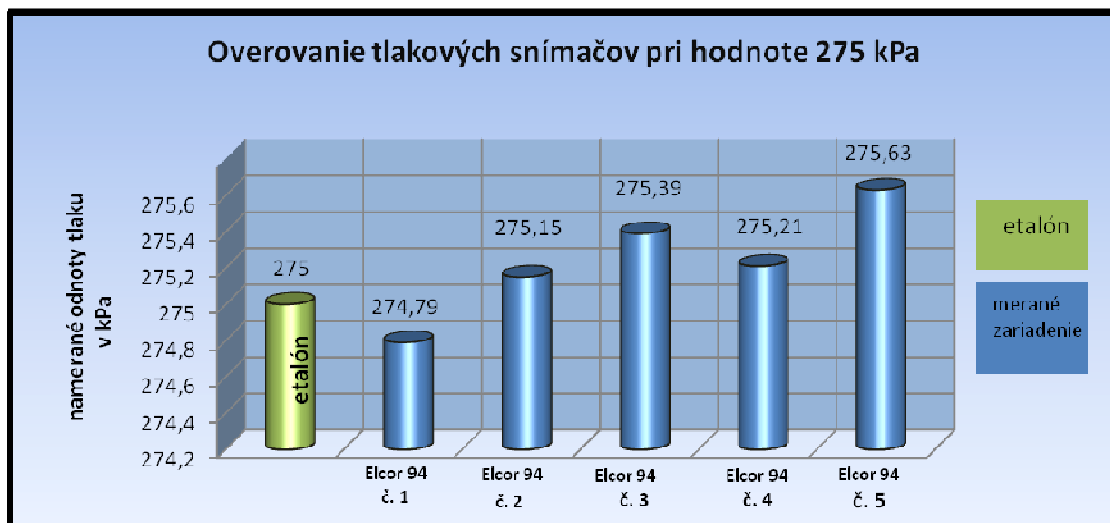
4 Výsledky práce

4.1 Overovanie meradiel Elcor 94

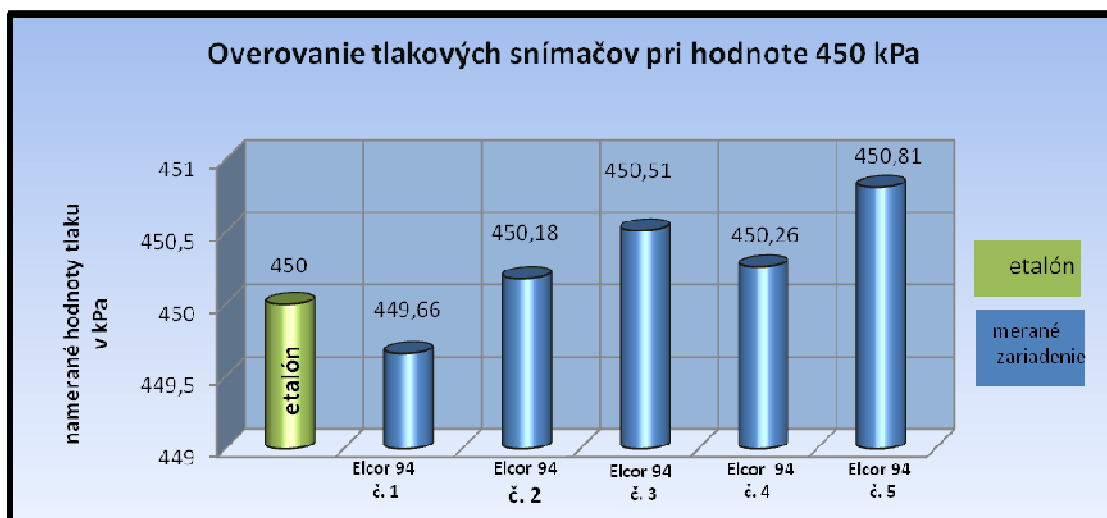
4.1.1 Kontrola meradiel pri skúškach tlaku



Graf č. 1 Overovanie tlakových snímačov pri atmosferickom tlaku



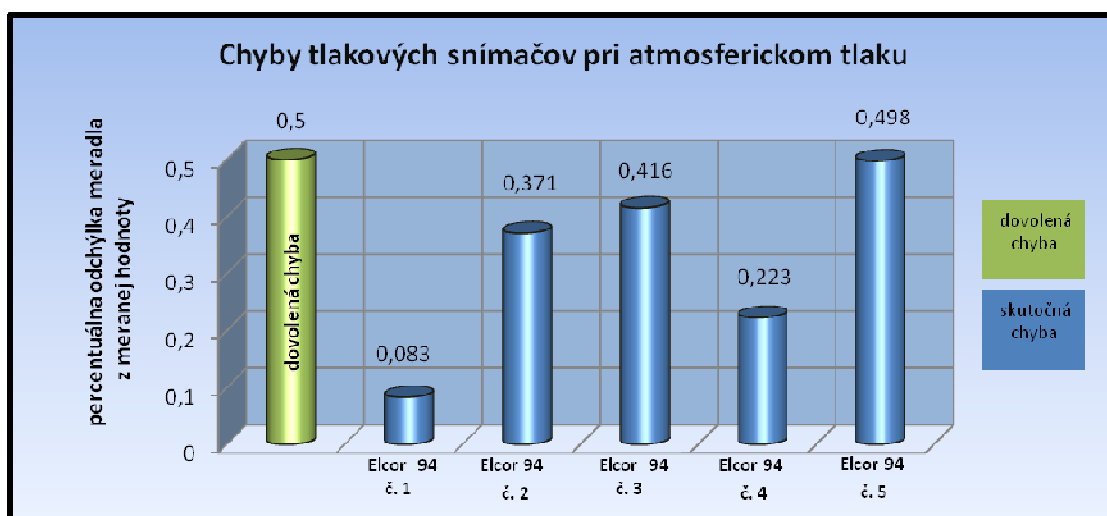
Graf č. 2 Overovanie tlakových snímačov pri hodnote 275 kPa



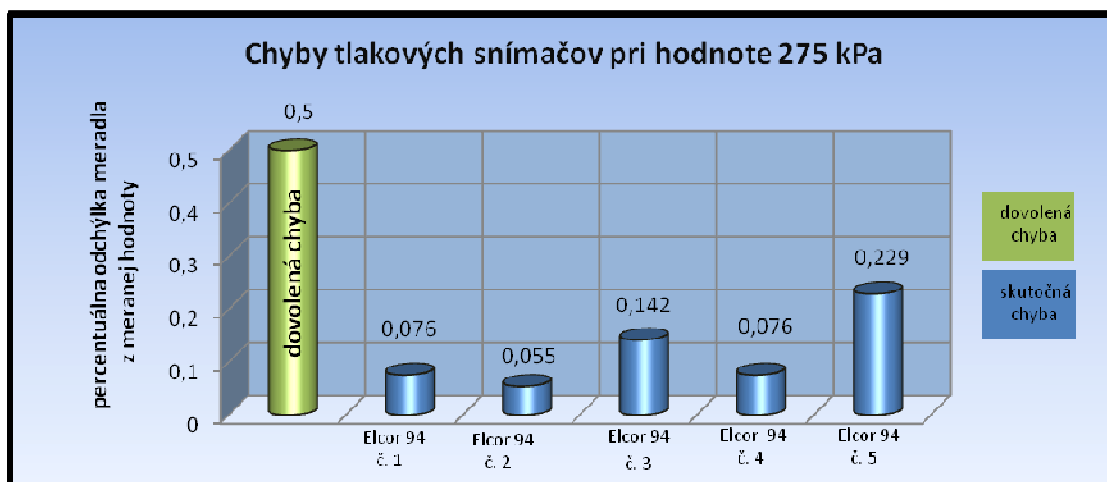
Graf č. 3 Overovanie tlakových snímačov pri hodnote 450 kPa

Graf č. 1 zobrazuje päť zariadení rovnakého typu a znázorňuje nám hodnotu atmosférického tlaku meranú presným a skúšaným meracím zariadením. Môžeme pozorovať, že zariadenie č. 1 vykazuje najmenší rozdiel voči presnému meraciemu zariadeniu, a to 0,081 kPa a zariadenie č. 5 vykazuje najväčší rozdiel, a to 0,496 kPa. Graf č. 2 a č. 3 znázorňuje rozdiely pri tlakoch 275 a 450 kPa. Zariadenie č. 1 vykazuje aj v týchto bodoch merania najmenšie rozdiely, a to v priemere 0,21 kPa. Zariadenie č. 5 vykazovalo najväčšie rozdiely v priemere 0,645 kPa.

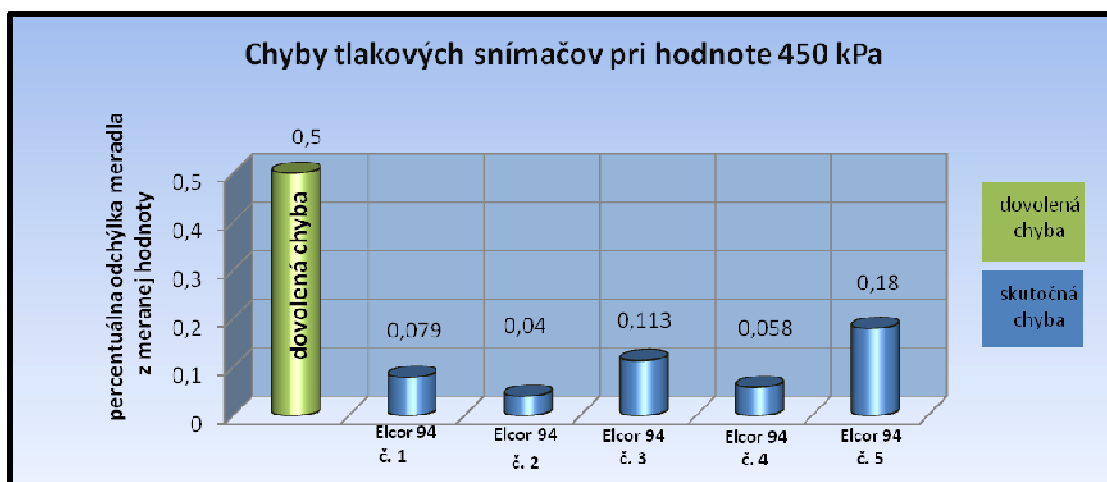
4.1.2 Chyby meradiel pri skúškach tlaku



Graf č. 4 Chyby tlakových snímačov pri atmosferickom tlaku



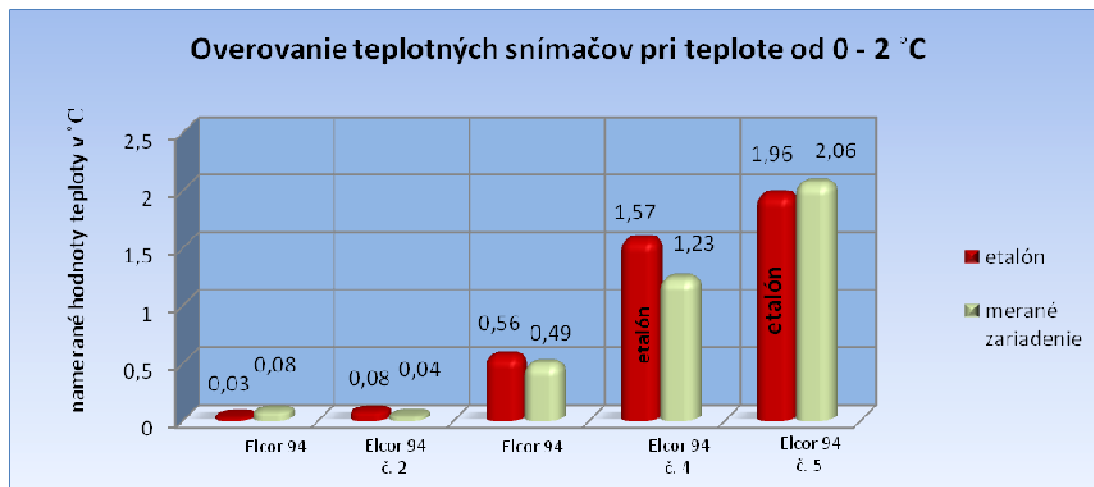
Graf č. 5 Chyby tlakových snímačov pri hodnote 275 kPa



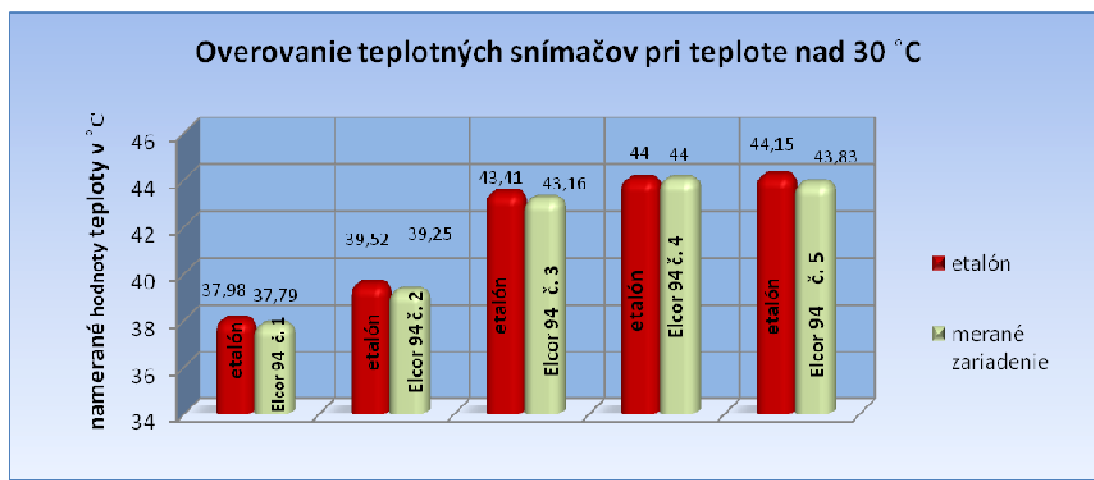
Graf č. 6 Chyby tlakových snímačov pri hodnote 450 kPa

Graf č. 4, 5 a 6. znázorňuje percentuálnu chybu piatich skúšaných meradiel uvedených v grafoch č. 1, 2 a 3. Chyba nesmie prekročiť povolenú toleranciu 0, 5 % z meranej hodnoty tlaku. Pri meraní atmosferického tlaku bola zistená väčšia odchýlka skúšaného zariadenia, a to v priemere 0, 318 % ako pri hodnotách 275 a 450 kPa, kde bola priemerná odchýlka 0, 105 %.

4.1.3 Kontrola meradiel pri skúškach teploty



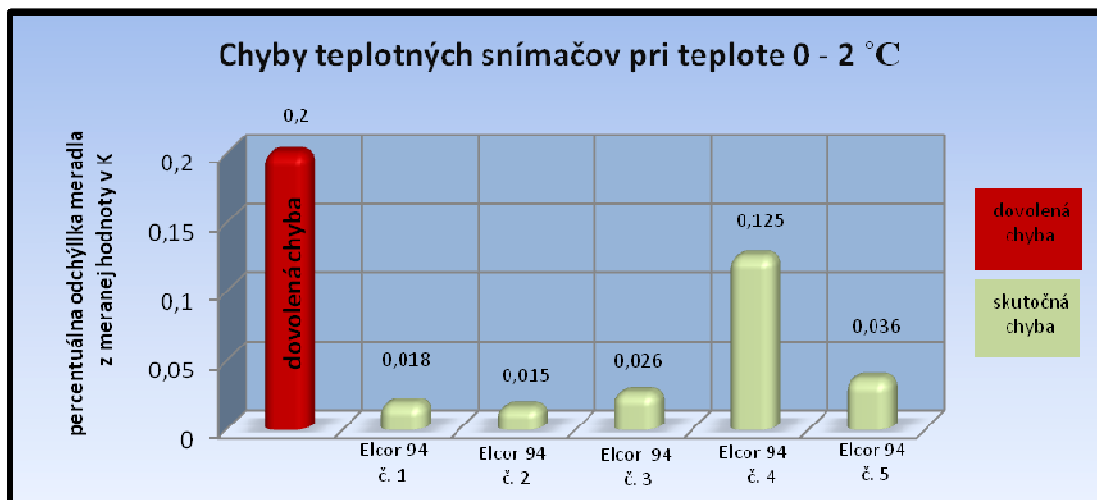
Graf č. 7 Overovanie teplotných snímačov pri teplote od 0 – 2 °C



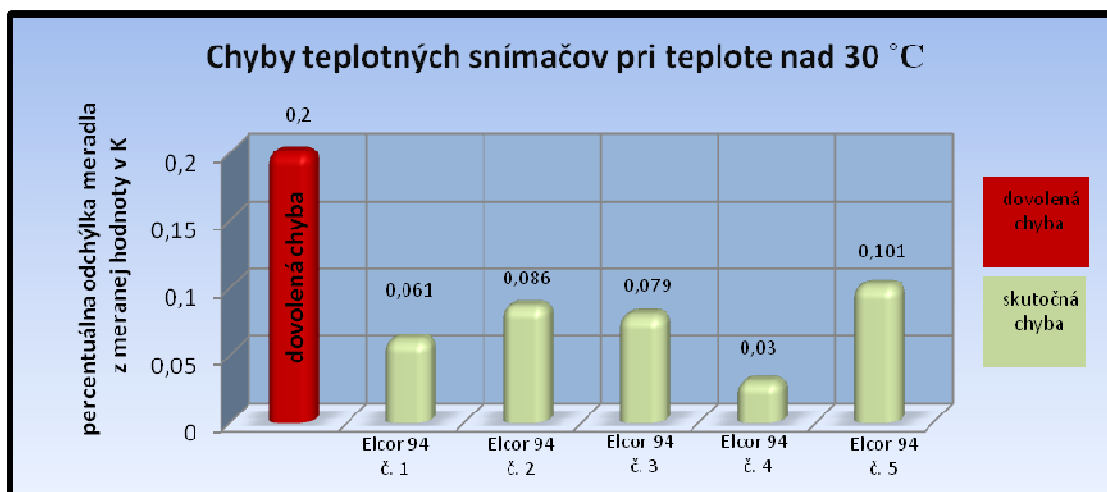
Graf č. 8 Overovanie teplotných snímačov pri teplote nad 30 °C

Graf č. 7 a 8 zobrazuje päť zariadení rovnakého typu a znázorňuje nám hodnoty teplôt merané presným a skúšaným meracím zariadením. Môžeme pozorovať, že zariadenie č. 1 vykazuje rovnako ako pri meraní tlaku najmenší rozdiel voči presnému meraciemu zariadeniu, a to v priemere 0,12 °C. Zariadenie č. 5 vykazuje, taktiež ako aj pri tlaku, najväčší rozdiel, a to 0,21 °C.

4.1.4 Chyby meradiel pri skúškach teploty



Graf č. 9 Chyby teplotných snímačov pri teplote 0-2 °C

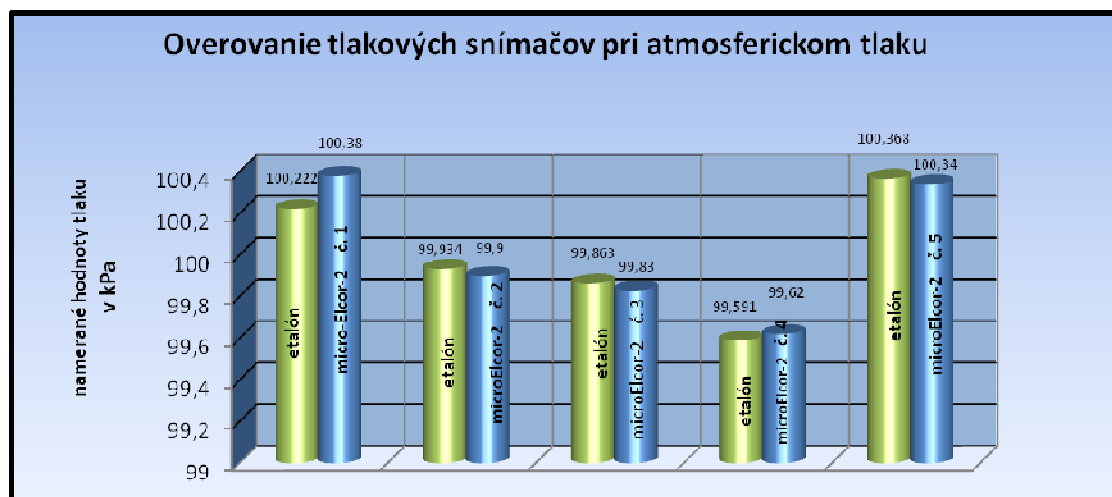


Graf č. 10 Chyby teplotných snímačov pri teplote nad 30 °C

Graf č. 9 a 10 znázorňuje percentuálnu chybu piatich skúšaných meradiel uvedených v grafoch č. 7 a 8. Chyba nesmie prekročiť povolenú toleranciu 0,2 % z meranej hodnoty v kelvinoch. Priemerná chyba meradla dosahuje hodnotu 0,057 % z meraných hodnôt.

4.2 Overovanie meradiel microElcor 2

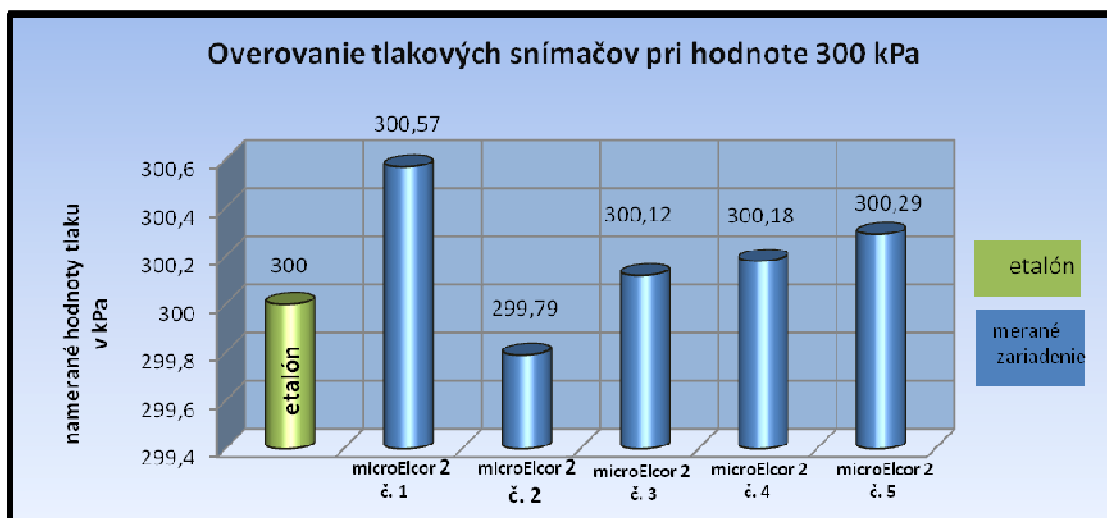
4.2.1 Kontrola meradiel pri skúškach tlaku



Graf č. 11 Overovanie tlakových snímačov pri atmosferickom tlaku



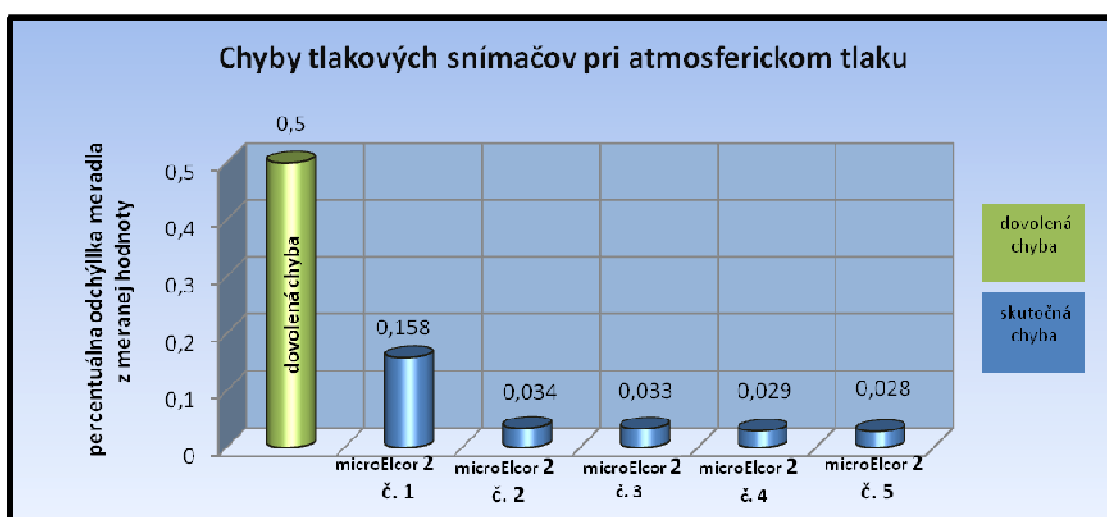
Graf č. 12 Overovanie tlakových snímačov pri hodnote 200 kPa



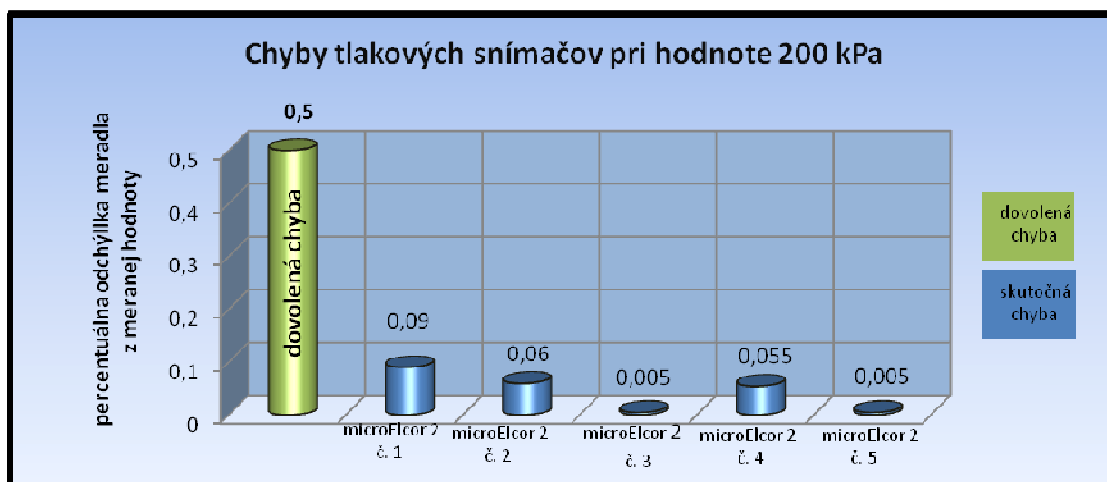
Graf. č. 13 Overovanie tlakových snímačov pri hodnote 300 kPa

Graf č. 11 zobrazuje päť zariadení rovnakého typu a znázorňuje nám hodnotu atmosférického tlaku meranú presným a skúšaným meracím zariadením. Môžeme pozorovať, že zariadenie č. 1 vykazuje najväčší rozdiel voči presnému meraciemu zariadeniu, a to 0,158 kPa a zariadenie č. 3 vykazuje najmenší rozdiel, a to 0,033 kPa. Graf č. 12 a č. 13 znázorňuje rozdiely pri tlakoch 200 a 300 kPa. Zariadenie č. 1 vykazuje aj v týchto bodoch merania najväčšie rozdiely a zariadenie č. 3 znovu najmenšie.

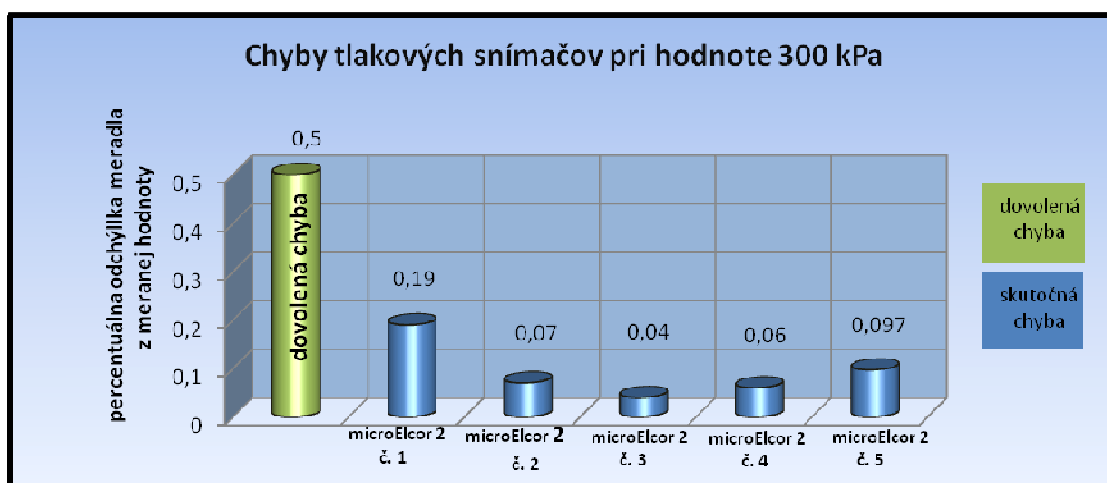
4.2.2 Chyby meradiel pri skúškach tlaku



Graf č. 14 Chyby tlakových snímačov pri atmosferickom tlaku



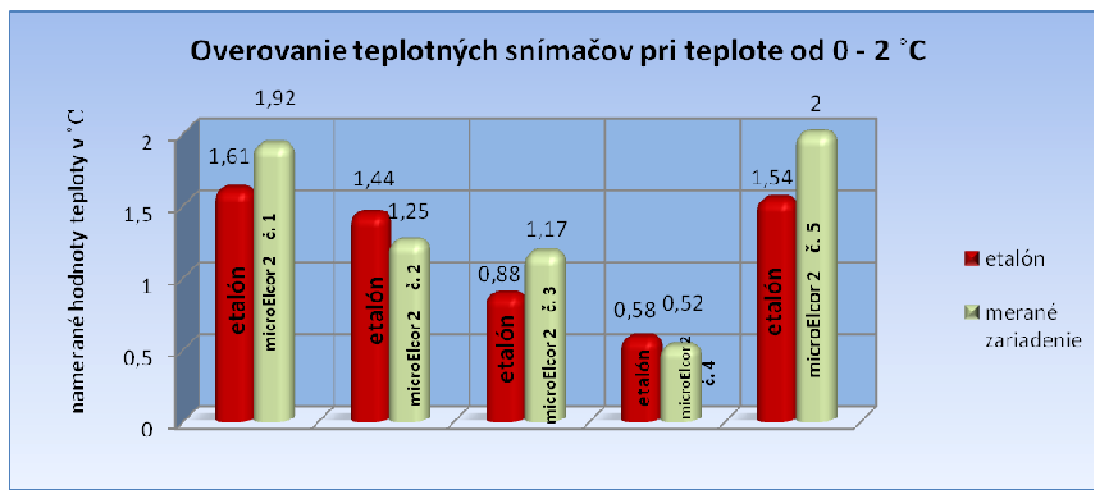
Graf č. 15 Chyby tlakových snímačov pri hodnote 200 kPa



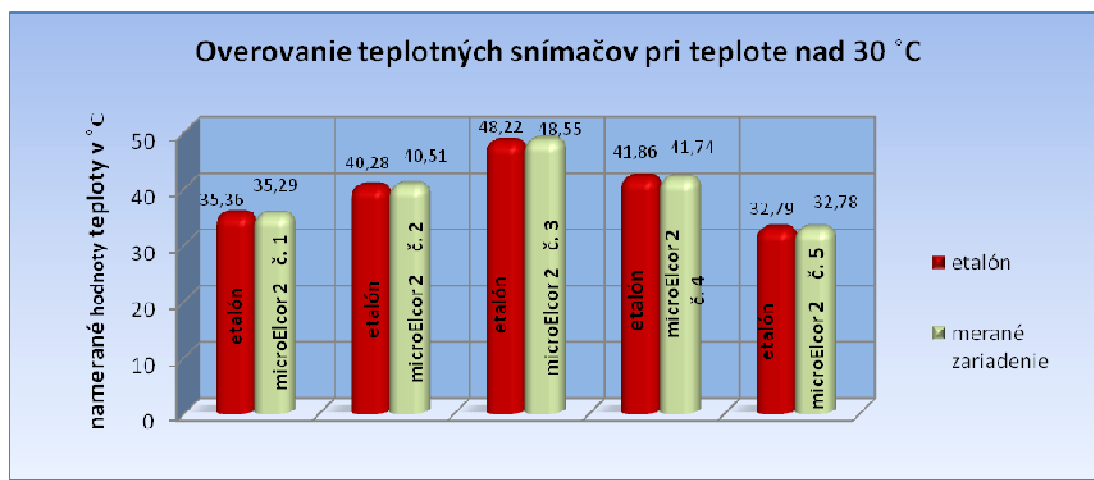
Graf č. 16 Chyby tlakových snímačov pri hodnote 300 kPa

Graf č. 15, 16 a 17 znázorňuje percentuálnu chybu piatich skúšaných meradiel uvedených v grafoch č. 11, 12 a 13. Chyba nesmie prekročiť povolenú toleranciu 0,5 % z meranej hodnoty tlaku. Výsledky merania dokazujú veľmi vysokú presnosť meradla. Chyba meradla neprekročila v priemere hodnotu 0,064 % z meraných hodnôt. Maximálna zistená chyba bola 0,19 %, čo dokazuje vysokú presnosť meradla.

4.2.3 Kontrola meradiel pri skúškach teploty



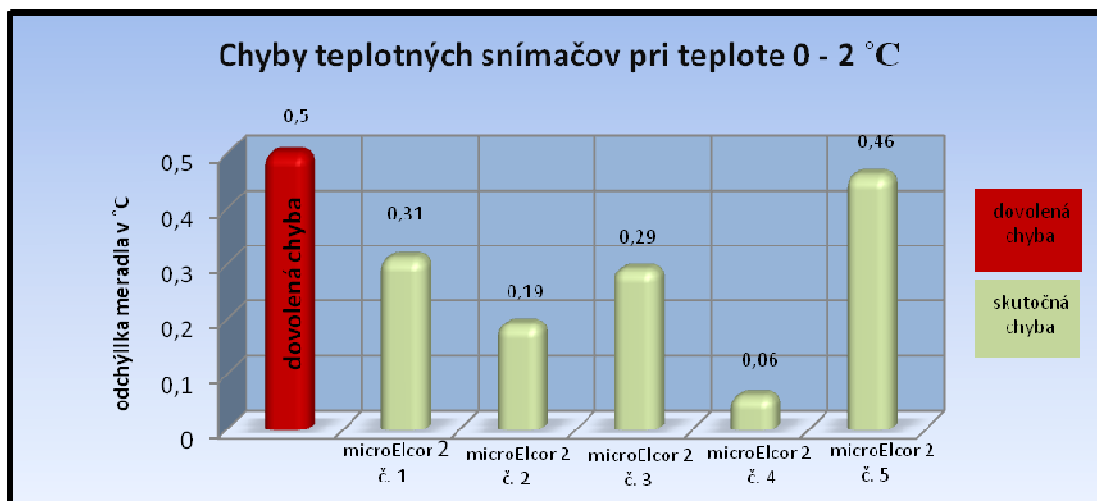
Graf č. 17 Overovanie teplotných snímačov pri teplote od 0 – 2 °C



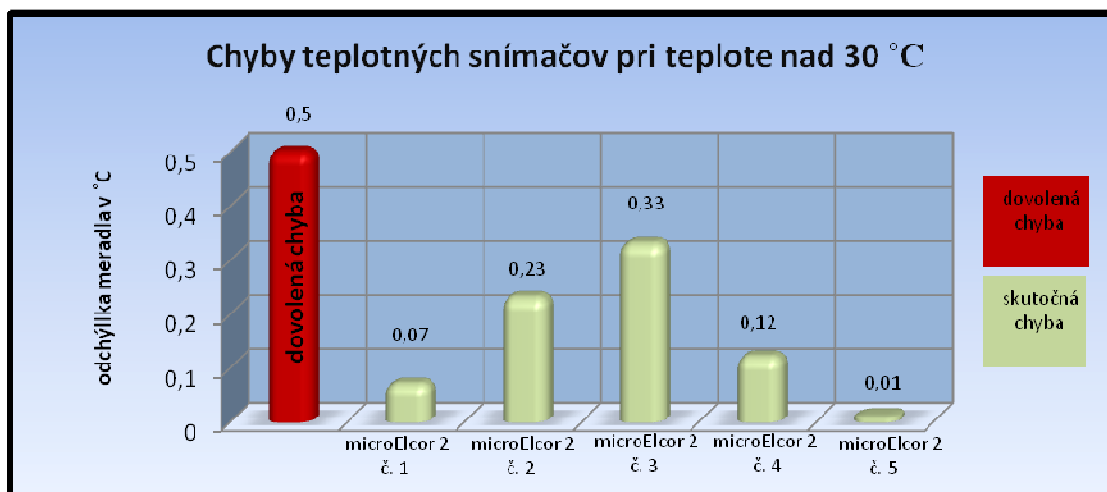
Graf č. 18 Overovanie teplotných snímačov pri teplote nad 30 °C

Graf č. 17 a 18 zobrazuje päť zariadení rovnakého typu a znázorňuje nám hodnoty teplôt merané presným a skúšaným meracím zariadením. Môžeme pozorovať, že zariadenie č. 4 vykazuje najmenší rozdiel voči presnému meraciemu zariadeniu, a to v priemere 0,09 °C. Zariadenie č. 5 vykazuje paradoxne v dolnom rozsahu najväčší rozdiel, a to 0,46 °C a v hornom rozsahu merania zase najmenší rozdiel z daných typov, a to iba 0,01 °C.

4.2.4 Chyby meradiel pri skúškach teploty



Graf č. 19 Chyby teplotných snímačov pri teplote 0 – 2 °C

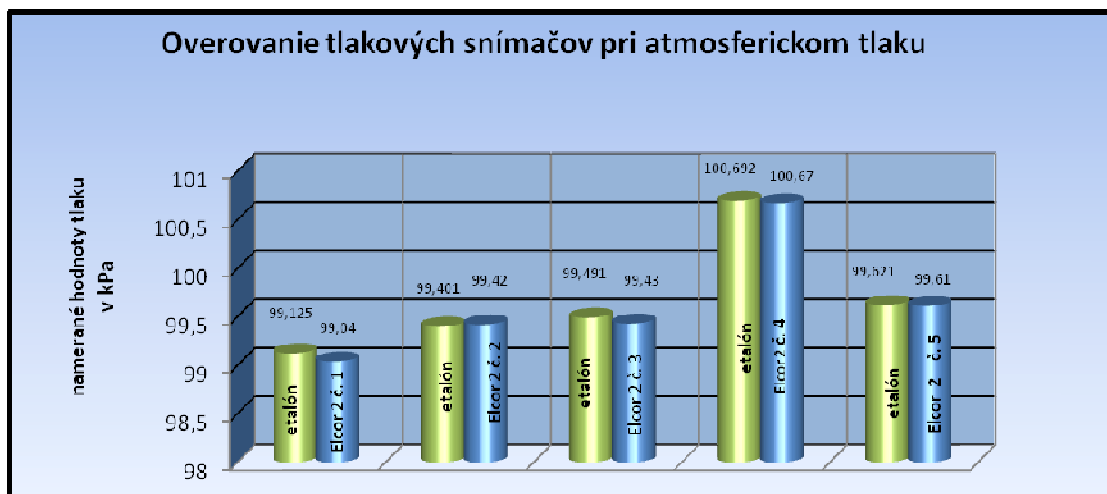


Graf č. 20 Chyby teplotných snímačov pri teplote nad 30 °C

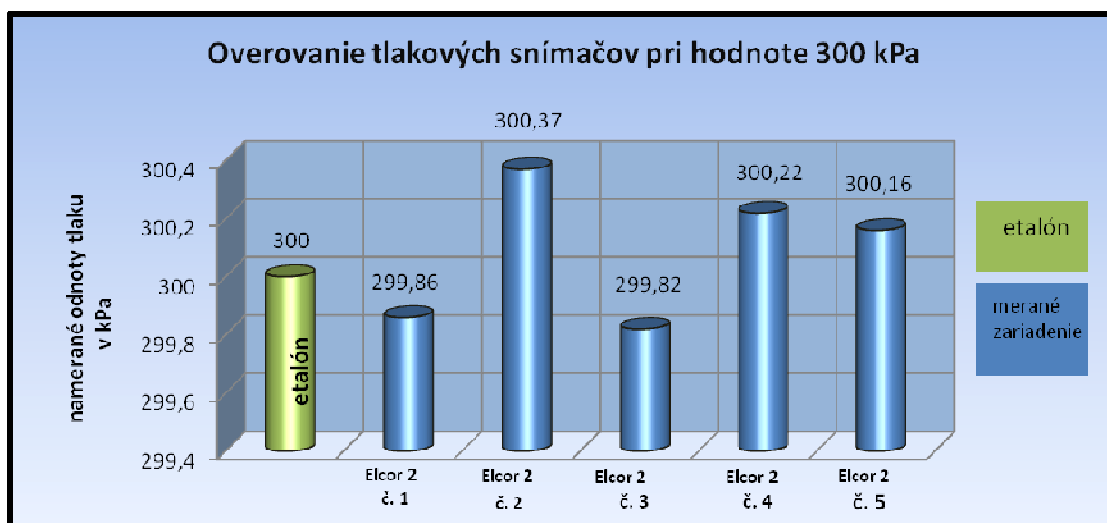
Graf č. 18 a 19 znázorňuje percentuálnu chybu piatich skúšaných meradiel uvedených v grafoch č. 16 a 17. Chyba nesmie prekročiť povolenú toleranciu 0,5 °C. Zistená chyba meradla dosahovala priemernú hodnotu 0,207 °C.

4.3 Overovanie meradiel Elcor 2

4.3.1 Kontrola meradiel pri skúškach tlaku



Graf č. 21 Overovanie tlakových snímačov pri atmosferickom tlaku



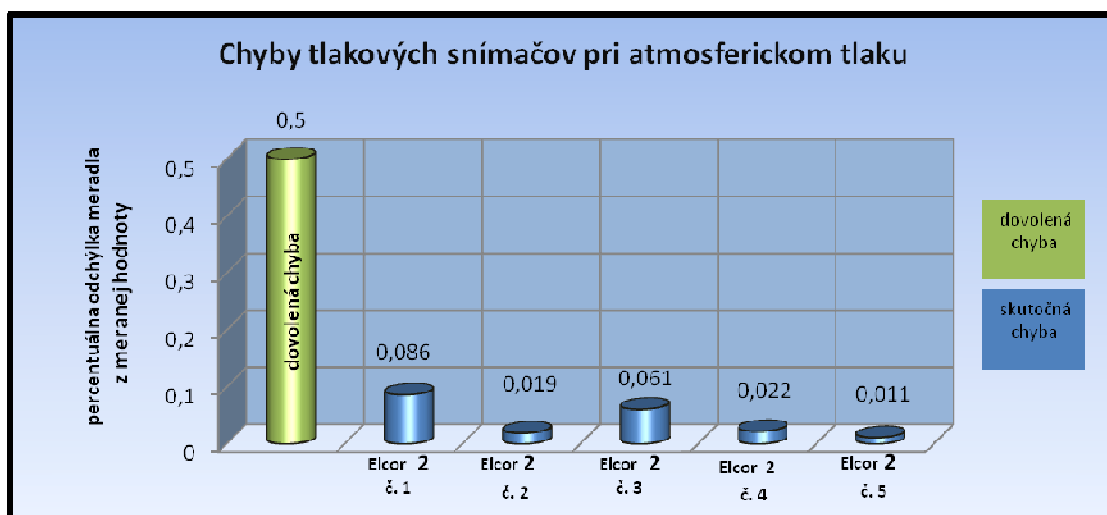
Graf č. 22 Overovanie tlakových snímačov pri hodnote 300 kPa



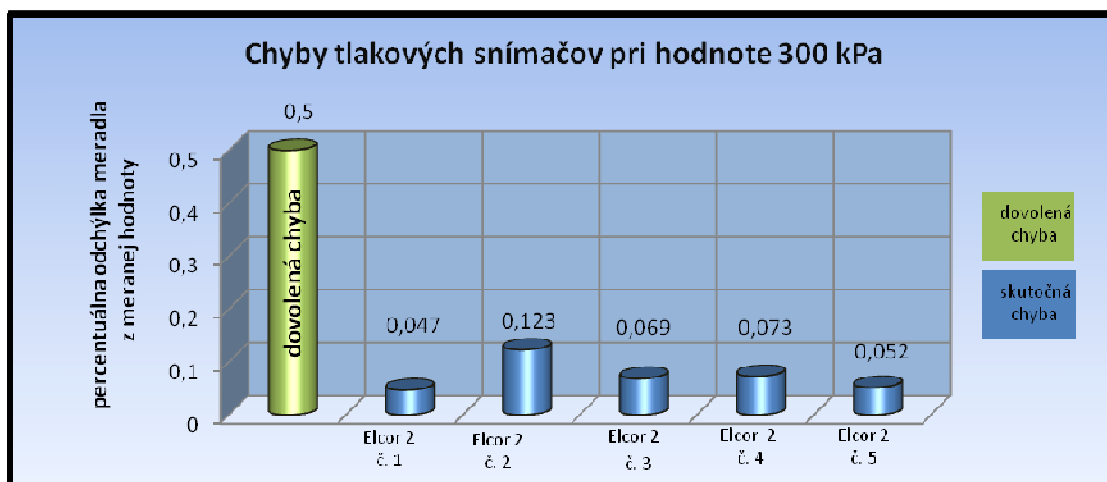
Graf č. 23 Overovanie tlakových snímačov pri hodnote 520 kPa

Graf č. 21, 22 a 23 zobrazujú päť zariadení rovnakého typu a znázorňujú nám hodnoty tlakov namerané presným a skúšanými zariadeniami. Môžeme pozorovať, že zariadenie č. 5 vykazuje v priemere najmenší rozdiel voči presnému meraciemu zariadeniu, a to 0,0356 kPa. Zariadenie č. 4 vykazuje v priemere najväčší rozdiel, a to 0,069 kPa.

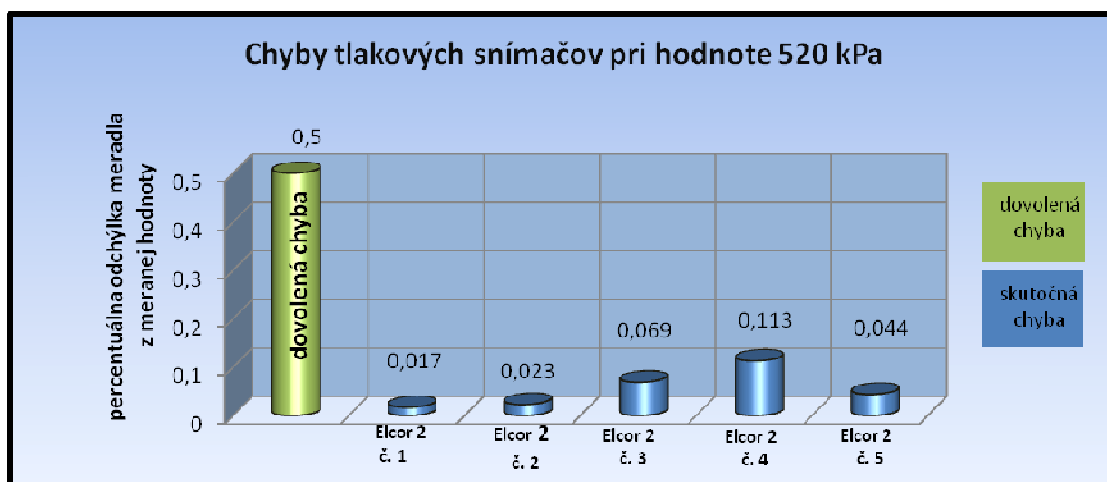
4.3.2 Chyby meradiel pri skúškach tlaku



Graf č. 24 Chyby tlakových snímačov pri atmosferickom tlaku



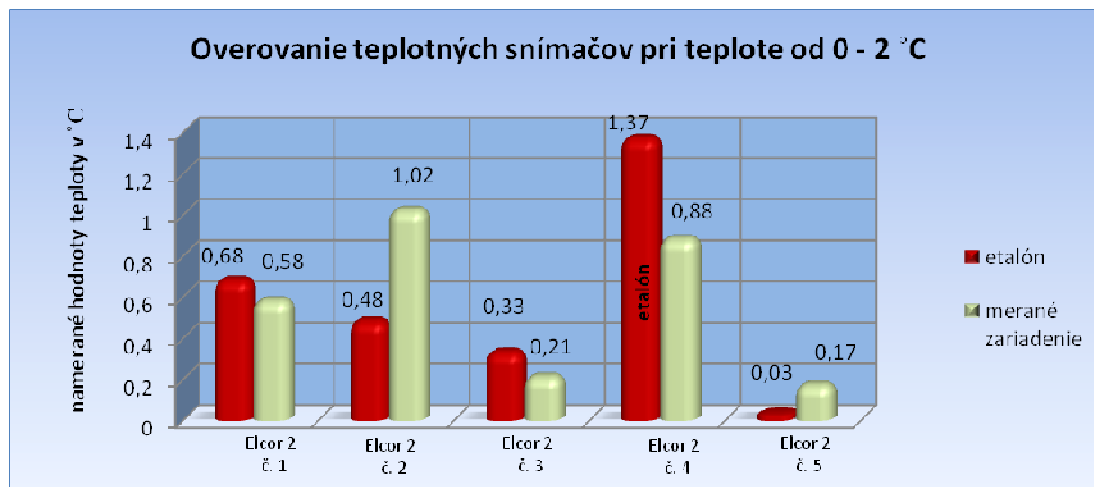
Graf č. 25 Chyby tlakových snímačov pri hodnote 300 kPa



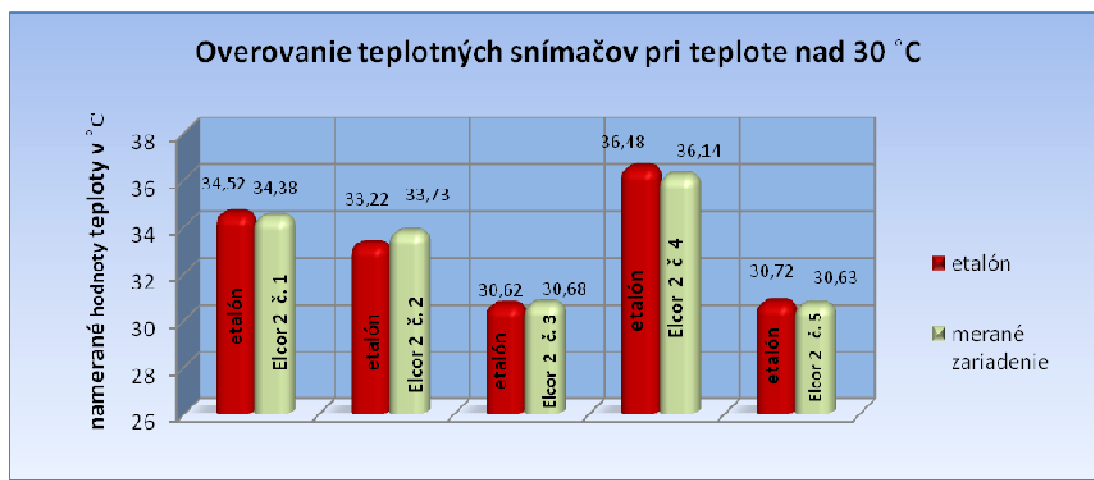
Graf č. 26 Chyby tlakových snímačov pri hodnote 520 kPa

Graf č. 24, 25 a 26. znázorňuje percentuálnu chybu piatich skúšaných meradiel uvedených v grafoch č. 21, 22 a 23. Chyba nesmie prekročiť povolenú toleranciu 0,5 % z meranej hodnoty tlaku. Priemerná chyba dosahovala hodnotu 0,055 % z meraných hodnôt. Zariadenie Elcor 2 dosahovalo pri meraní tlaku zo všetkých skúšaných zariadení najväčšiu presnosť.

4.3.3 Kontrola meradiel pri skúškach teploty



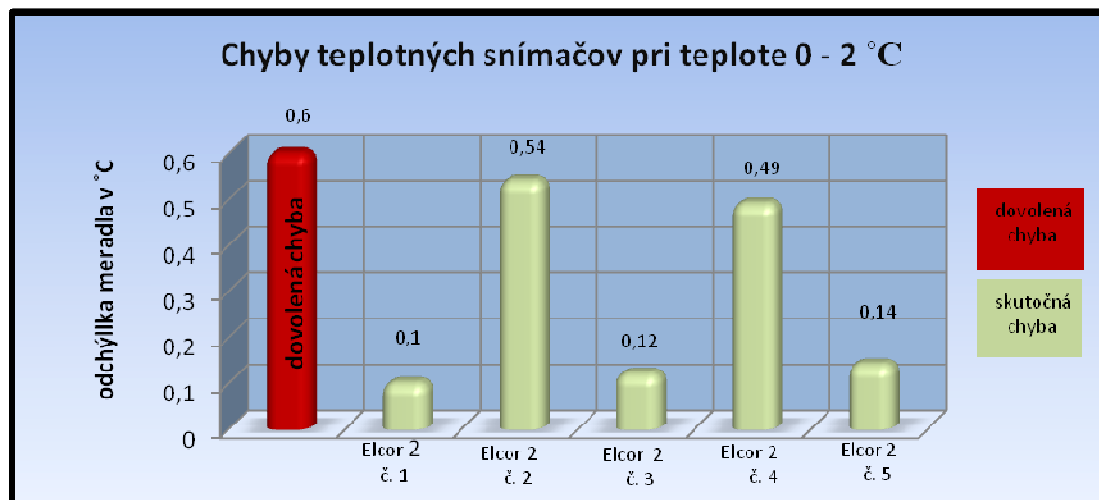
Graf č. 27 Overovanie teplotných snímačov pri teplote od 0 – 2 °C



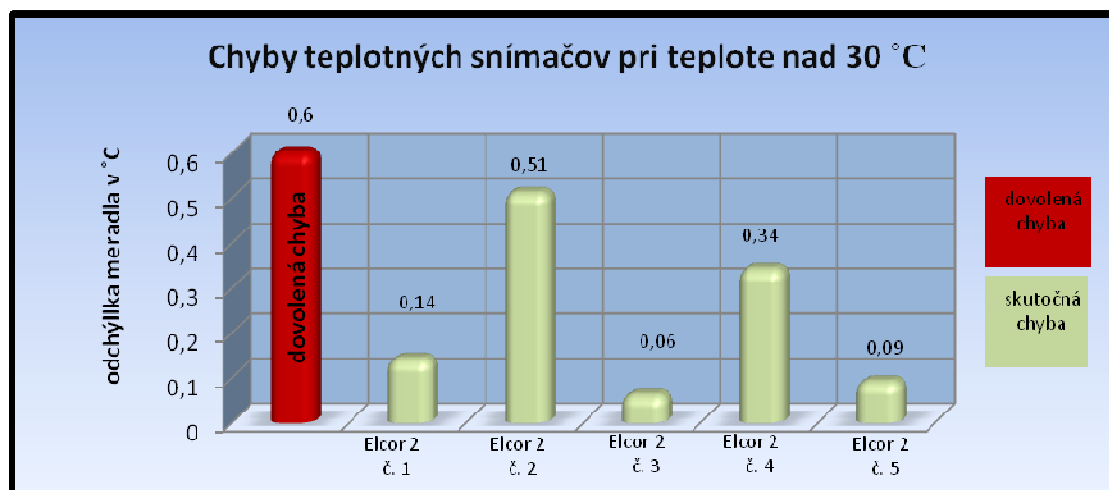
Graf č. 28 Overovanie teplotných snímačov pri teplote nad 30 °C

Graf č. 27 a 28 zobrazuje päť zariadení rovnakého typu a znázorňuje nám hodnoty teplôt merané presným a skúšaným meracím zariadením. Môžeme pozorovať, že zariadenie č. 2 a 4 vykazujú podstatne väčšiu odchýlku v meraní ako zariadenia č. 1, 3 a 5. Rozdiel nameraných hodnôt voči presnému meraciemu zariadeniu je u zariadenia č. 2 a 4 v priemere 0,47 °C. Zariadenie č. 1, 3 a 5 vykazujú v priemere rozdiel, a to 0,11 °C.

4.3.4 Chyby meradiel pri skúškach teploty



Graf č. 29 Chyby teplotných snímačov pri teplote 0-2 °C



Graf č. 30 Chyby teplotných snímačov pri teplote nad 30 °C

Graf č. 29 a 30 znázorňuje percentuálnu chybu piatich skúšaných meradiel uvedených v grafoch č. 27 a 28. Chyba nesmie prekročiť povolenú toleranciu 0,6 °C. Priemerná chyba dosahovala hodnotu 0,253 °C.

5 Diskusia a návrh na využitie výsledkov

Pri skúškach meracieho systému boli dodržiavané prísne pracovné postupy a podmienky vyplývajúce z vyhlášky UMMS, SR - povinnosti vykonávať skúšku meracieho systému na mieste inštalácie. Na základe týchto ustanovení sa u stavových prepočítavačov pretečeného množstva plynu vykonávajú skúšky prevodníkov tlaku a teploty po inštalácii a počas jeho prevádzky s časovou periódou jeden rok. Súčasne sa vykonáva ciachovanie meradiel v intervale každých 5 rokov v kalibračnom stredisku SPP Bratislava.

Kalibrácia sa uskutočňuje v laboratórnych podmienkach a meranie teploty sa vykonáva pomocou teplotného kalibrátora, ktorý umožňuje lepšiu homogenitu tepelného pola v pracovnom priestore, a tým aj vyššiu presnosť a stabilitu teploty. V prevádzkových podmienkach však uvedené zariadenie nie je možné použiť, nakoľko sa skúška vykonáva v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu plynu a trh tieto zariadenia zatiaľ neponúka. V praxi nám zostáva iba možnosť použiť studený a teplý kúpeľ, ktorým je týmto prístroj nahradený.

Vykonaním skúšok presnosti merania jednotlivých zariadení sme zistili ich skutočné chyby v meraní tlaku a teploty. Môžeme konštatovať, že všetky tri typy meradiel dosahovali hodnoty, ktoré boli v tolerancii a zariadenia môžu byť naďalej používané ako fakturačné meradlá. Pri malom počte meradiel, ktoré sa priblížili k hranici tolerancie môžeme predpokladať nutnosť výmeny. Ak v praxi niektoré meradlo prekračuje povolenú toleranciu, vykoná sa jeho výmena. Výmena sa však nevykonáva okamžite, nakoľko nie je možnosť vybaviť jednotlivé pracovné skupiny všetkými typmi meradiel. Na dané miesto sa tak musí napláňovať opätovný výjazd, čo v konečnom dôsledku zvyšuje náklady na prevádzku. Riešením by bolo vyhodnocovanie nepresností meradiel ako sme to robili v našej práci, z ktorých by sa dala predpokladať nutnosť výmeny a zabránilo by sa tým zbytočným výjazdom.

Hodnota práce je v získavaní poznatkov o presnosti používaných zariadení. Údaje možno ďalej využiť pri výbere podobných typov prepočítavačov množstva plynu a ich porovnaní s inými zariadeniami. Získané údaje majú praktický charakter a možnosť využitia je pre špecifickosť zariadení značne obmedzená.

6 Záver

Vzhľadom na dosiahnuté výsledky získané meraním, môžeme konštatovať, že cieľ práce bol splnený a systém zberu možno považovať za dostatočne kvalitný. Prenášané údaje nemajú len informatívny charakter, ale môžu slúžiť aj ako fakturačný údaj.

Bezporuchovú prevádzku a údržbu zabezpečujú kvalifikovaní pracovníci pravidelnými kontrolami, skúškami presnosti, výmenami nepresných a poškodených meracích zariadení. Ďalšie zvyšovanie kvality systému spočíva predovšetkým v inovácii používaných zariadení v neustále sa vyvíjajúcich technológiách, ale v nemalej miere aj vo využívaní výsledkov kontrolných meraní a ich štatistickom vyhodnocovaní.

Zdokonaľovaním zariadení na zber a prenos údajov a nahradzovaním človeka technikou sa zvyšuje kvalita, presnosť a spoľahlivosť celého systému. Vyššie počiatkové náklady na kvalitnejšie zariadenia nám časom prinášajú šetrenie nákladov na samotnú prevádzku.

7 Zoznam použitej literatúry

1. BAJCSY, J. 1988. *Telemetria a prenos údajov*. Bratislava : Alfa. 1988. 470 s. MDT 621.398
2. ĎUĐÁK, J a kol. *Agrotech Nitra 2002*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 386 s. ISBN 80-8069-097-9
3. FAJT, V. a kol. 1987. *Elektrické merania*. Praha : Alfa. 1987. 373 s. ISBN 04-529-87
4. KLAJBER, Z. – MELIŠ, M. 2004. Zavádzania riadiacich a monitorovacích systémov objektov protikoróznej ochrany v podmienkach SPP, a.s. In *AT&P journal*, 2004, č. 7, s. 8-9. ISSN 1335-2235
5. MENTLIK, V. a kol. 2008. *Diagnostika elektrických zariadení*. Praha : BEN. 2008. 439 s. ISBN 978-80-7300-232-9
6. NAGY, J. 2003. Využitie siete GSM. In *AT&P journal*, 2003, č. 9, s. 20-21. ISSN 1258-2485
7. PETROVIČ, J. – IVANIČ, J. 1981. *Automatizácia v priemysle – meranie*. Bratislava: Alfa. 1981. 406 s. ISBN 63-034-82
8. POKORNÝ, K. – LUKÁČ, O. 2004. *Informačná a riadiaca technika v elektroenergetike*. Praha: 2004. 122 s. ISBN 80-213-1167-3
9. RAJNIAK, I. a kol. 1989. *Meranie v tepelnej energetike*. Bratislava : Alfa. 1989. 400 s. ISBN 80-05-00089-8
10. SCHMID, D. a kol. 2005. *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*. Praha: Europa. 2005. 256 s. ISBN 80-86706-10-9

11. Vyhláška č. 210/2000 Z. z. Najväčšie dovolené chyby prevodníkov pre skúšku meracieho systému
12. Kol. autorov DATCOM. 2000. Elektronický záznamník dát DATCOM. Praha. 2000
13. Kol. autorov. Elcor. 2007. Prepočítavač množstva plynu Elcor-2, Pardubice: Elgas. 2007
14. Kol. autorov. Elcor. 2006. Prepočítavač množstva plynu Elcor-94, Pardubice: Elgas. 2006
15. Kol. autorov. microElcor. 2005. Prepočítavač množstva plynu microELCOR-2, Pardubice: Elgas. 2005
16. Kol. autorov Rombach. 2002. Praha: Rombach. 2002
17. Kol. autorov RTU. 1999. Technická dokumentácia RTU SAE-FW-10. 1999. SAE Control a.s.
18. Kol. autorov SCT. 2006. Servisná príručka telemetrického systému SCT. DMRS. 2006. Soft and Control Technology s. r. o.
19. Kol. autorov SCADA. 2010. Bezdrôtové diaľkové meranie [online] [cit.2010-08-27] Dostupné na internete:
<http://www.sae-control.sk/produkty/dialk-monit/scada/priklad/bezdrôt-syst.htm>
20. Kol. autorov SCADA. 2010. Dohliadacie a riadiace systémy [online] [cit.2010-10-10] Dostupné na internete:
<http://www..sae-control.sk/produkty/dialk-monit/scada/prehľad.htm>
21. Kol. autorov SCADA. 2010. Komunikačný server [online] [cit.2010-10-10] Dostupné na internete:
<http://www.sct.sk/index.php/sk/realizovane-riesenia/komunikane-systemy/komunikany-server>

22. Kol. autorov SCADA. 2010. Prepočítavače množstva plynu [online] [cit.2010-10-09] Dostupné na internete:
<http://www.230.smu.sk/storage/root/pdf/prep.pdf>

23. Kol. autorov SCADA. 2010. Prepočítavače pretečeného množstva plynu [online] [cit.2010-09-08] Dostupné na internete:
<http://www.jaspi.justice.gov.sk/jaspidd/vzory/2000c091z210p35-b.pdf>

24. Kol. autorov RTU. 2010. RTU SAE FW-10 [online] [cit.2010-10-10] Dostupné na internete: <http://www.sae-control.sk/English/OurOffer/Contents/fw10.htm>

25. Kol. autorov SCT. 2010. Soft and control technology [online] [cit.2010-10-10] Dostupné na internete: <http://www.sct.sk/index.php/sk/realizovane-riesenia/technicke-rieenia/sct-3035-uki35>

26. Kol. autorov BD Sensors. 2010. BD Sensors [online] [cit.2010-10-08] Dostupné na internete: <http://www.sgh.sk/en/meranie-a-regulacia/bd-sensors/>