# ANNALES PATRONIENSIS

**vol. III Nr. 1** Časopis od slovenských vedcov, pre slovenskú vedu. S celovesmírnym dosahom[1]. **19.XII.2025**




ISSN 2989-4204

[1] Obsahuje zvýšený podiel článkov kategórie C.

Vydáva: Dúbravský metrologický inštitút
Zodpovedný editor: Ing. Jaromír Sukuba, doc. Ing. Daniel Valúch, PhD., Ing. Ján Waclawek, PhD.
https://dmi.wtf/AP.html
ISSN 2989-4204

# ANNALES PATRONIENSIS

vol. III Nr. 1 19.XII.2025


Vážení čitatelia,

vo vede sa vyskytujú obdobia, keď po počiatočnom prielome v nejakej oblasti nasleduje vlna štúdií využívajúcich novovzniknuté poznatky a techniky.

Tak sme pred pár rokmi videli výbušný rozvoj nanotechnológií a nanomateriálov. Dnes zažívame nevídalý rozmach neurónových sietí, ktoré prerástli do veľkých jazykových modelov.

Je len otázka času, kedy sa tieto oblasti prekryjú. Je priam rukolapné, aké pokroky môžu dosiahnuť nanojazykové nanomodely.

AP boli vždy na tepe doby, a tak sa už dnes tešíme na to, ako budeme prinášať články z novej oblasti umelej nanointeligencie!

Redakcia

## OBSAH ČÍSLA


ii .... Aktuálne: Dúbravský Metrologický Inštitút oslavuje 1,5 roka od svojho založenia

iv .... Náhľad do redakčnej kuchyne

v .... Spoločenské oznamy

vi .... Drobná inzercia

1 ..... *Metrologické aspekty hodnocení pivního média*
Autor *Ing. Jindřich Fučík*

5 ..... *Metrológove hodiny*
Autor *doc. Ing. D.V. PhD, VKS IIa*

9 ..... *Spoločensky zodpovedná metrológia – Centrum komunitnej kalibrácie elektrických veličín*
Autor *doc. Ing. D.V. PhD, VKS IIa*

## AKTUÁLNE

### DÚBRAVSKÝ METROLOGICKÝ INŠTITÚT OSLAVUJE 1,5 ROKA OD SVOJHO ZALOŽENIA

Oslavujeme okrúhle výročie, zhruba 1,5 roka (plusmínus voľačo) od založenia Dúbravského Metrologického Inštitútu, ktorý za túto krátku dobu stihol narásť do inštitúcie celodúbravského významu a radí sa medzi najvýznamnejšie metrologické ústavy štvrtého bratislavského okruhu.

Tento moment - nepochybne dôležitý pre celý mierospytecký svet v oblasti prvej štvrtiny cesty linky 4 smerom na Zlaté Piesky - spojený so zhlobením základného kameňa inštitútu odštartoval novú éru metrológie v regióne. Inštitút - a jeho hlásna trúba v podobe časopisu ktorý práve držíte v rukách - má impakt ktorý presahuje bežne zavedené tradície podobných ustanovizní.

Je zrejmé, že spoločenskovedná sekcia autorskej rady svojim vplyvným článkom o názvosloví začína rúcať nesprávne zavedené tradície a preniká významným spôsobom na pracoviská a ústavy vysokých škôl a univerzít:




kde rovnako infiltrovala aj diplomové práce:

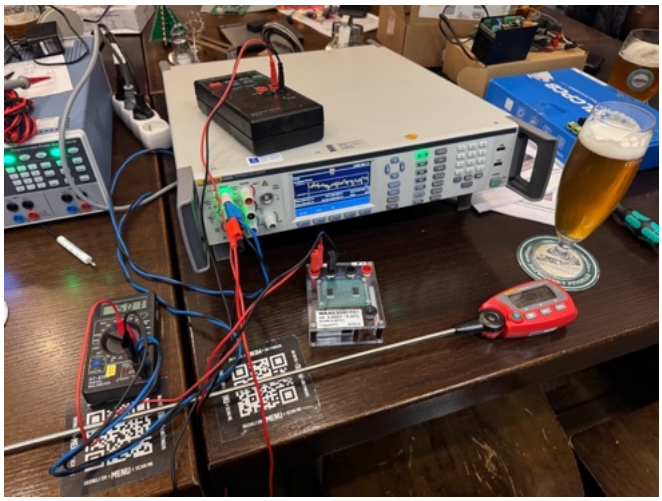
### 6.1 Časová stabilita

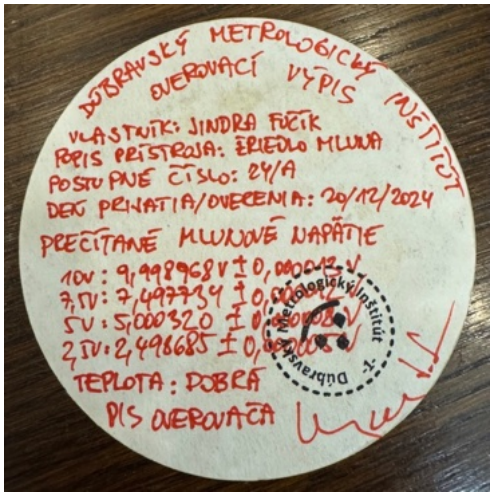
Etalón bol skompletovaný a prvý krát zapnutý 26.2.2024 v laboratóriu B309 na Ústave elektrotechniky FEI STU v Bratislave. Od vtedy je nepretržite v prevádzke. Počas všetkých meraní časovej stability sme využívali čerstvo kalibrovaný, referenčný mnohomer [32] Fluke 8588A s nastavením na rozsah 10 V, rozlíšenie 8,5 platných miest, integračný čas 10 sekúnd (500 NPLC).

O spoluprácu s DMI sa snažia rôzne inštitúcie aj cezpoľného významu, ale nie každá má rozmer a tradíciu porovnateľnú DMI. Na obrázku nižšie je jeden zo zakladateľov DMI na výjazdovej spolupráci s PTB Braunschweig. Považujeme za možné, aby aj takýto inštitút poctivou prácou dosiahol úrovne DMI, treba len pokračovať v zavedených inováciach!

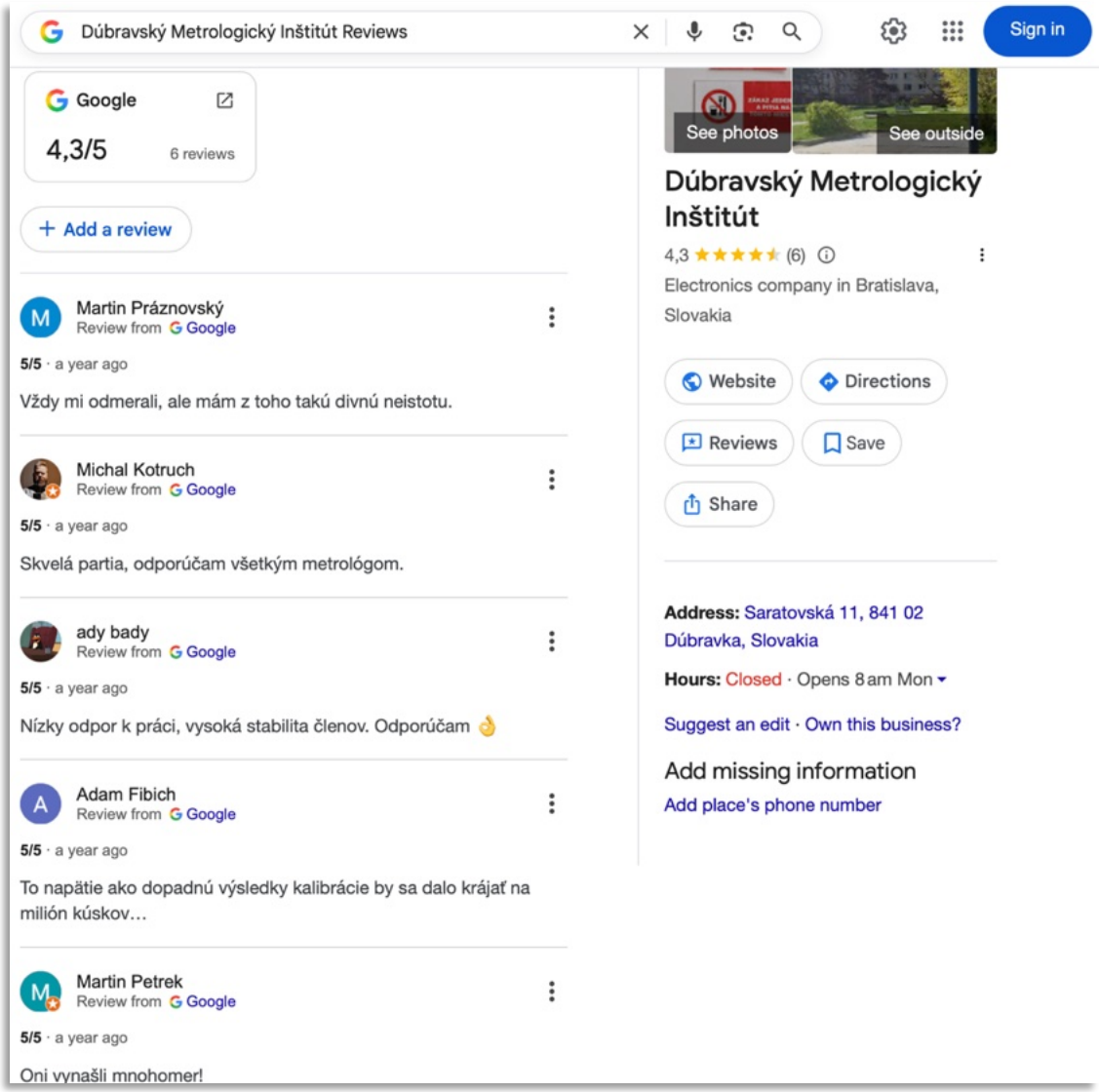



DMI prelomil ľady aj v oblasti marketingu a odhaľovaní nových obchodných príležitostí. Napríklad ako prvý zaviedol hľadanie zákazníkov v ich prirodzenom habitáte a následné zavedenie kalibračných služieb v zariadeniach pohostinského typu:





Lichotivé sú aj recenzie Google s odozvami od spokojných zákazníkov ktorí už v počiatkoch fungovania inštitútu pochopili jeho význam a veľkosť.




Zdá sa, že DMI vykročil správnym smerom a správnou rýchlosťou. Len nepoľavovať, metrológovia!

## NÁHĽAD DO REDAKČNEJ KUCHYNE

Vydávať karentovaný vedecký plátok nie je nič jednoduché. Autori nerešpektujú termíny, často posielajú svoje články nepodpísané, neovládajú ani základné pravidlá vedeckého publikovania v 21. storočí. Preto si redakčná rada dovoľuje zverejniť konkrétny príklad cesty jedného príspevku od prvého odoslania rukopisu až po uverejnenie v Annales Patronsiensis.

Krok 1 – prijatie rukopisu

*Zdar,*
*V příloze jsou plody dnešního zasedání na téma "service quality". Jestli bude ještě nějaký podobně hodnotný mekting, tak bych ještě dodělal obrázky.*
*Snad se to bude do PA hodit.*
*Vzhledem k nadměrné důležitosti jsem se rozhodl ti zaspamovat všechny adresy.*
*Autor*

Krok 2 – rukopis je zaregistrovaný, prejde prvou kontrolou kvality a sú oslovení recenzenti:

***Vec: Rukopis JFMP-2 ziadost o recenziu clanku***
*Vazeny recenzent A,*
*Vazeny recenzent B,*
*redakcia karentovaneho casopisu ANNALES PATRONIENSIS prijala clanok "Metrologické aspekty hodnocení pivního média" od autora, ktory sa zabudol podpisat ale s najvacsou pravdepodobnostou ide o urciteho J. F. z Prahy.*
*Tymto Vas ziadame o vypracovanie recenzneho posudku aby sme mohli pristupit ak prijatiu, alebo odmietnutiu clanku. Pokuste sa s tym netrajdat, nemame cas sa tu s tym crčať.*
*Dakujeme.*
*--- redakcna rada PA ---*
***Uz odoslane pripomienky redakcnej rady:***
*- v clanku chyba meno autora*
*- v clanku chyba abstrakt*
*- obrazky nie su cislovane*
*- obrazky nemaju jednotny styl (farba, velkost)*
*- tabulky nie su cislovane*
*- necituje ziadnu literaturu, a uz vobec nie patronsle analy*
*- pre rukopis nepouzil standardnu sablonu casopisu PA*

***Pripomienky recenzenta A/B autorovi clanku:***

***Poznamky recenzenta A/B len pre redakcnu radu:***

***Celkove zhodnotenie:***
*0. Celkova uroven clanku (-5 ... +5)*
*1. Originalita prace (0-5)*
*2. Prinos k vednemu odboru oblasti prace (0-5)*
*3. Vhodnost prace pre zurnal PA (0-5)*
*4. Celkova uroven prace (0-5)*
*5. Jazykova uroven prace (0-5)*

***Finalny verdikt:***
*- akceptovat clanok tak ako je*
*- akceptovat po zapracovani pripomienok recenzentov*
*- potreba zasadne prepracovat*
*- odmietnut clanok*

Krok 3 – prijatie posudkov od recenzentov

*Vasa znacka: JFMP-2*
*Nasa znacka: AP-Rec-JW-2025-1*
*Vybavuje: Ing. JW, PhD; tel./fax: 0903700007*

*Ja by som to tak cerne nevidel.*
*Iste, autor sa mohol a mal podpisat, a taktiez mohol zachovat tradicnu formu, vratane citacii a odkazov.*
*Na druhej strane, jedna sa o netradicnu temu a je otazne, kolko relevantnych citacii by sa naslo. Pozname az prilis dobre citacie fundamentalnych prac, ktore v podstate len potvrdzuju vseobecne konstatovanie "ludia meraju". Lenze, a tu si dovolim citovat klasika, "A komu tim prospejete?"*
*Chapem to ako inspirativny clanok viac spolocensko-motivacneho charakteru nez rigorozne vedeckeho. Nie je nic zle na tom poukazat na medzery v ludskom poznani, a AP by sa podla mojej mienky nemalo uzatvarat pred podobnym druhom clankov.*
*Doporucujem prijat a umiestnit v zaverecnej casti cisla, pred krizovkou a sekciou drobnej inzercie a spolocenskych oznamov; a tiez doporucujem doplnit noticku o netradicnosti v uvodniku.*
*S pozdravom*
*Vede zdar!*
*Ing. JW, PhD*

Krok 4 – Odoslanie pripomienok autorovi na zapracovanie

*Vážený autor,*
*Váš rukopis JFMP-2 bol poslaný na recenzné konanie. Protokol od recenzenta A nájdete nižšie. Niektoré pripomienky od redakčnej rady už boli zapracované editorom (ako napríklad preloženie rukopisu do časopisovej šablóny, vloženie popiskov obrázkov a drobné formátovanie). Na tento luxus si ale nezvykajte, nabudúce si to budete robiť sami!*
*Aby mohol byť článok prijatý do časopisu, je nutné zohľadniť ešte zostávajúce pripomienky:*
*- na každý použitý obrázok a tabuľku musí byť v texte odkaz. Je neprípustné vkladať obrázky bez citácie*
*Rukopis je dostupný na webovom sídle https://..... a môžete ho priamo editovať.*
*Na základe posudku od recenzenta A je ku článku ešte potrebné pripraviť krížovku.*
*Po zapracovaní týchto pripomienok a doručení krížovky bude článok akceptovaný do nasledujúceho čísla časopisu PA.*
*s pozdravom*
*--- redakcna rada PA ---*

Krok 5 – Odozva autora, príjem krížovky a potvrdenie o akceptácii článku pre nasledujúce číslo PA

*Vážená redakce,*
*v příloze najdete upravenou verzi článku. Online editor má určitá omezení, která neumožňují dostatečně kvalitně zapracovat všechny potřebné aspekty.*
*Dovolil jsem si navrhnout jednoduchou křížovku pro potřebu PA. Křížovka je dostupná online na adrese: https://..... offline verze v příloze.*
*s přátelským pozdravem*
*Autor*

Čitatelia určite uznajú, že s takto príkladnou spoluprácou musíme článok zaradiť na začiatok čísla, za spoločenské oznamy a malú inzerciu a pred krížovku, ktorá bude súčasťou článku.

--- redakčná rada PA ---

## SPOLOČENSKÉ OZNAMY




S těžkým srdcem oznamujeme, že po dlouhých letech věrné služby končí své dny GM Electronic v Bratislavě. Prodejna, v jejích uličkách jsme potkávali vše: od nadšených zákazníků hledajících nejnovější gadget, po oprsklé prodavače, kteří s vámi dokázali mluvit způsobem, jenž připomínal staré školní dny – přísní, upřímní a nekompromisní. Přesto právě oni dodávali tomuto místu jeho nezaměnitelnou atmosféru.

Děkujeme za všechny nekonečné hodiny hledání kabelů, nebo tranzistorů KD503, za všechny technické rady, někdy příšerné, jindy s nečekanou srdečností, a za to, že jste nás vždycky přivítali ve světě, kde byla elektronika králem a zákazník i jeho nervy byly na zkoušku.

———— ⊂ ———— ⋘ ⊗ ⋙ ———— ⊃ ————

Z dôvodu čerpania dovolenky bude od 12.12. do 6.1. uzatvorené špekulatórium elektrického mierospytu. V prípade súrnej potreby Vás vybaví Mnohomerňa na E-bloku. V tomto období rátajte so zvýšenou neistotou.

———— ⊂ ———— ⋘ ⊗ ⋙ ———— ⊃ ————

Dalsie dve publikacie sa evidovat nebudu, nakolko je doktorandom na FEI od roku 2021. Nevidim dovod preco by mali byt evidovane do kniznicneho systemu jeho starsie publikacie. Fakt nevidim dovod zaplnat nasu databazu publikaciami nesuvisiacimi s FEI.

S pozdravom

Vedúca knižnice

———— ⊂ ———— ⋘ ⊗ ⋙ ———— ⊃ ————

Milé kolegyne a kolegovia,

chcem Vám pripomenúť, aby ten, kto odchádza posledný, nezabudol:

- zhasnúť svetlo
- zamknúť dvere pri odchode
- zahodiť kľúče do kanála

Je to dôležité pre bezpečnosť ústavu a úsporu energie. Prosím o dôsledné dodržiavanie uvedených pravidiel.

———— ⊂ ———— ⋘ ⊗ ⋙ ———— ⊃ ————



Inštitút sa rozhodol nahradiť konzultantov ich bustami. Tento krok umožňuje vykonávať konzultácie v širšom časovom pásme. Posledné vedecké štúdie potvrdili, že kvalita výsledkov je porovnateľná.

## DROBNÁ INZERCIA

### ZBYTOČNÉ KONZULTÁCIE

Potrebujete odbornú radu, ktorú nevyužijete?

Chcete hodinu debaty o probléme, ktorý nemáte?

Alebo len túžite, aby vám niekto múdro prikývol – aj keď hovoríte úplné nezmysly?

Som tu pre vás! Ponúkam:

- Analýzu situácií, ktoré neexistujú
- Riešenia otázok, ktoré ste sa nepýtali
- Odborné odporúčania, ktoré ani ja sám nepochopím
- Poradenstvo o veciach, ktoré ani vesmír neuznáva
- Úplne nepotrebné diagramy a tabuľky

Bonus: Garantujem, že po konzultácii budete rovnako múdry ako pred ňou.

📞 Volajte, kým to nedáva žiadny zmysel: 0900 000 000

**ŠPECIÁLNE MERANIA s.r.o.**

Meranie entropie vášho pracovného stola,

Prah tolerancie na blikajúce LEDky

Presná amplitúda vašej podráždenosti.

Všetko certifikované…

📞 0950 666 321

——————— ⊂ ——————— ⋘ ⊗ ⋙ ——————— ⊃ ———————

**IMPEDANČNÉ PRISPÔSOBENIE a.s.**

Zmeníme Váš odpor k práci na komplexnú impedanciu.

Zavolajte – prinesiem fázorák, naladíme, rozladíme!

📞 0902 999 123

——————— ⊂ ——————— ⋘ ⊗ ⋙ ——————— ⊃ ———————

**MERÁM, OPRAVUJEM, OŽIVUJEM!**

Elektronika vás neposlúcha? Multimeter tvrdí niečo iné ako realita?

🪛 Presné merania • 🔧 Opravy elektroniky • 🤓 Odborné poradenstvo

Volajte, kým je magický dym pod kontrolou!

Tel.: 0900 987 654



# METROLOGICKÉ ASPEKTY HODNOCENÍ PIVNÍHO MÉDIA

*Ing. Jindřich Fučík*

*Afiliace*

Rukopis přijatý: 20.11.2025, článek přijatý: 27.11.2025, článek publikovaný: 19.12.2025

*Tato studie se zabývá problematikou měření piva jako specifického tekutinového média s významnými kulturními, senzorickými a společenskými dopady. Na základě tradičních i empiricky pozorovaných fenoménů je diskutována terminologie, metodologie a interpretace klíčových metrologických veličin. Pozornost je věnována primárním i vedlejším parametrům, jako je objemové měření, čistota sklenice, teplota podávání a optické charakteristiky, přičemž se zohledňuje i kontext přípustných odchylek. Výsledky ukazují, že nesprávné měření piva může mít nejen senzorické, ale i ontologické důsledky, a to zejména pro hospodské profesní skupiny.*

## VAROVÁNÍ

Tento článek může vyvolat Cenosillicafobii. Pokud máte sklony k této nemoci, neměli byste pokračovat v jeho čtení.

## 1. ÚVOD

Měření piva představuje interdisciplinární problém spojující metrologii, fyziku tekutin, senzoriku a tradiční pivní kulturu [1]. Pivo je vnímáno jako substance s mimořádně nízkou tolerancí na nepřesnost měření, což je historicky podloženo i výraznou normativní tradicí: hospodský, jenž dlouhodobě vykazuje záporné objemové odchylky, je v lidové terminologii považován za kandidáta eschatologického trestu [2].



*a)* *b)*

*Obr. 1: Ilustrační grafika: a) Příklad pivoměrce s měřidly b) Ukázka vhodných a nevhodných měřidel*

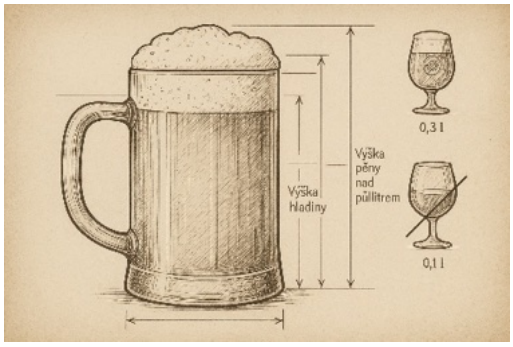
Tato práce se zaměřuje na popis základních měrných parametrů piva, metodiku jejich stanovování a důsledky nedodržení předepsaných hodnot. K tématu zde přistupujeme s vážností hodnou vědeckého bádání – s výjimkou případů, kdy by to bylo proti dobrým mravům pivařské komunity.

## 2. PRIMÁRNÍ MĚŘENÍ PIVA

### A. Objemová metrologie

Pivo je z hlediska měření tekutin velmi neobvyklé, neboť v běžné praxi se objem neudává v litrech, ale v délkových jednotkách (Obr 2, Tab. 1). Standardní měrná fráze „urazit metr piv“ slouží jako validovaný indikátor konzumace, i když nelze vyloučit regionální odchylky [5][6] ve výpočtech spojené s velikostí půllitru nebo rychlostí jeho opětovného doplňování.

Záporná odchylka v objemové metrologii piva je nepřípustná. Je však mylné se domnívat, že kladná odchylka může být




*Obr. 2: Ilustrace vhodného měření piva včetně akceptovatelné a neakceptovatelné varianty*

libovolná. Je nutné si uvědomit, že kladná odchylka v oblasti piva znamená zápornou odchylku v oblasti pivní pěny. Určitou volnost zkušeným měřičům nabízí možnost tvorby čepice z pěny, ale tato jen přenáší nároky z primárního okruhu na okruh distribuční. Ten potom musí pracovat mnohem opatrněji a zároveň dostatečně rychle, aby pivo doručil před poklesem této čepice.

### B. Bezpečnostní a hygienické zásady

Měření piva se provádí zásadně bezkontaktně. Kontaktní metoda by mohla vést ke kontaminaci měřeného média, což je eticky nepřípustné dle konvencí Homo bibens. Záporná objemová odchylka je absolutně vyloučena, kladná však musí být regulována, jelikož její nadměrná hodnota vede ke snížení výšky pěnové vrstvy – parametr, který má svůj vlastní senzorický a estetický význam.

| **Měrná jednotka** | **Popis** | **Poznámka** |
|---|---|---|
| **metr piv** | Tradiční délková jednotka pro objemovou konzumaci | Převod závisí na rychlosti čepování a společenské situaci |
| **půllitr** | Standardní experimentální nádoba | V terénu občas zaměňováno s „téměř půllitrem“ |
| **kroužek** | Vedlejší stopa po pěně sloužící k vizuální validaci | Maximální počet kroužků není limitován metrologickými normami |

*Tab. 1: Základní pivní míry*

## 3. VEDLEJŠÍ MĚRNÉ VELIČINY

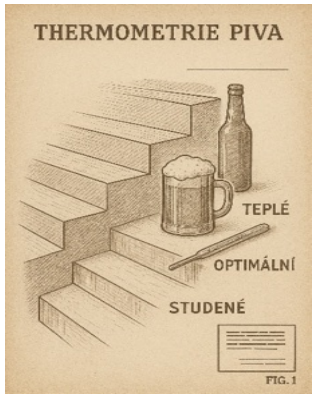
### Čistota (vyjádřená v siemensech před zaplavením)

Čistota pivního skla je jedním z nejcitlivějších indikátorů kvality servírování. Je-li čistota nedostatečná, nedochází ke vzniku mikro-bublinových řetízků, které slouží jako vizuální potvrzení integrity nápoje.

Nadměrná čistota je však rovněž problematická: pivo v takovém případě nenalezne vhodnou heterogenitu povrchu, což vede k rychlé ztrátě pěny a následně i k abnormální akumulaci $CO_2$ v trávicím systému uživatele. Tento jev je často doprovázen fenoménem označovaným jako gastrická turbulence (Tab. 2).

### C. Teplota (vyjádřená v jednotce schod)

Teplota piva se rigorózně měří v jednotkách schod, které mají neintuitivní vztah k jednotkám SI [3][4]. Sedmý schod se zdola blíží 280 K (zhruba 7 °C), přičemž osmý schod je již nižší než 277 K (zhruba 4 °C) (Obr. 3).




*Obr. 3: Vzor vhodného skladování s ohledem na teplotu*

| Stav čistoty skla | Měrná hodnota (siemens před zaplavením) | Projevy | Interpretace |
|---|---|---|---|
| **Nedostatečná** | Nízká | Chybějící řetízky bublinek | Sklenice pamatuje lepší časy |
| **Optimální** | Střední | Rovnoměrné bublinky, stabilní pěna | Výčepní ví, co dělá |
| **Nadměrná** | Vysoká | Pěna rychle mizí, $CO_2$ se usazuje v uživateli | Sklo je čistší než duše konzumenta |

*Tab. 2: Základní kvalifikace čistoty pivního skla*

Optimální teplota sklenice při čepování musí být rovna nebo nižší teplotě piva; jinak dochází k předčasnému uvolnění $CO_2$, případně ke zvýšení nepěnivosti v důsledku tepelné inverze. Doporučovaný stav je sklenice o hodnotě osmi schodů, distribuovaná bez dopravního zpoždění (max. v řádu jednotek sekund).

### D. Optická charakteristika (barva)

Barva piva se deklarativně tváří jako polychromatická veličina, ve vědecké praxi je však měřena monochromaticky. U piv připravovaných dle Reinheitsgebot platí obecné empirické pravidlo: vyšší optická densita koreluje s vyšší koncentrací chuťových podnětů, případně i s vyšším obsahem alkoholu (Obr. 4).



*Obr. 4: Původní tabulky optické density v nálezovém stavu*

Pro vícenásobnou konzumaci je nutné nastavit optimální senzorickou zátěž tak, aby nedošlo k přetížení receptorů již po první dávce – tzv. *jednopůllitrový kolaps receptorů*.

## 4. TOLEROVANÉ ODCHYLKY

Obecně je stanovena maximální kladná odchylka 0,7 %. Tato hodnota je statisticky odvozena z globální průměrné míry populace, která je v daném okamžiku natolik indisponována alkoholem, že není schopna přesného měření (0,7 %). Ostatní tolerované odchylky uvádí Tab. 3.

Historické výjimky zahrnují:

- **Belgii**, kde bylo točené pivo až do roku 1970 podáváno ve školách, a
- **Rusko**, kde pivo nebylo klasifikováno jako alkoholický nápoj až do roku 2013.

Tyto kulturní zvláštnosti významně deformují globální statistiku a je třeba je zahrnout do mezinárodních metrologických modelů.

| Typ odchylky | Přípustná hodnota | Směr | Poznámka |
|---|---|---|---|
| **Objemová** | max. 0,7 % | Klíčově kladný | Záporně nepřípustná |
| **Teplotní** | ±1 schod | Obousměrně | V praxi tolerováno jen směrem dolů |
| **Čistota** | +10 % / -7 % | Obousměrně (nesymetrická) | Pozor na extrémy na obou stranách |

*Tab. 3: Přípustné odchylky pro míry*

## 5. ZÁVĚR

Měření piva je vysoce komplexní proces, který vyžaduje simultánní znalosti z oblasti metrologie, fyziky, senzoriky i kulturní antropologie. Přesné dodržování uvedených parametrů vede nejen k optimálnímu senzorickému zážitku, ale i k prevenci tradičně zmiňovaných hospodských eschatologických rizik.

Tato studie ukazuje, že přestože je pivo zdrojem radosti, jeho měření vyžaduje disciplínu, odbornost, a především respekt k jednolitému systému hodnot pivařské civilizace.

## LITERATURA

[1] Dlouholeté praktické experimenty v restauraci Na Růžku.

[2] Sebrané poznatky a konzultace se štamgasty.

[3] Orientační rozdělení jednotlivých pivních stylů dle teplot. Dostupné online: https://1884403144.rsc.cdn77.org/foto/rx092018/ODAweDAvc21hcnQvZmlsdGVyczpxdWFsaXR5KDg1KS9pbWc/4640898.jpg?v=0&st=rSQ06qhJx-g8c6P7uBxsUyoppHcZpTlXSeyxLg35jQU&ts=1600812000&e=0

[4] Zdeněk Svěrák "Nejlépe vychlazené pivo je ze sedmého schodu." (popularizováno filmem „Vesničko má středisková"). Dostupné online: https://cs.wikiquote.org/wiki/Zden%C4%9Bk_Sv%C4%9Br%C3%A1k

https://www.youtube.com/watch?v=2kYPEveJS4Y&t=180s

[5] Příklad komerční prezentace, lokalizovaná varianta Plzeň. Dostupné online: https://www.akcniceny.cz/akce/pilsner-urquell-metr-piv-6x-0-5-l-9101942/

[6] Příklad komerční prezentace, lokalizovaná varianta Ostrava. Dostupné online: https://www.slevomat.cz/akce/2314760-metr-piva-10-radegast-12-nebo-pilsner-urquell

## KŘÍŽOVKA

### A. Vodorovně

1 odchylka pro méně přesná měření

5 nepřesnost měření

6 Základní ojemová jednotka piva

7 Zastaralá jednotka proudu

9 Hlavní zástupný nápoj pro schválení zasedání

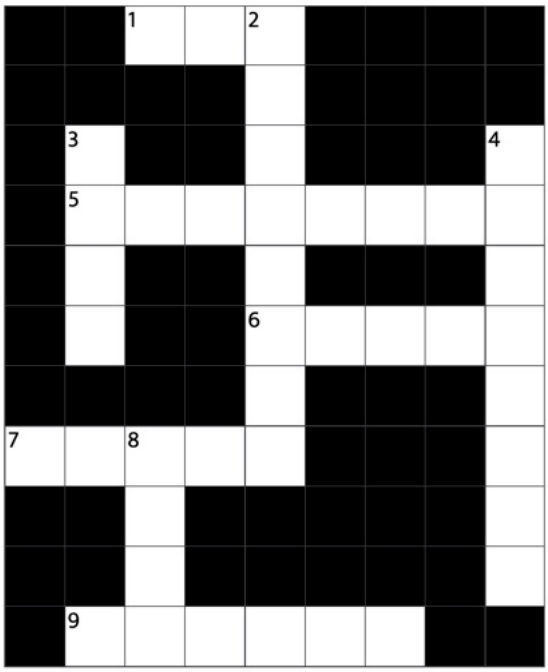
### B. Dolů

2 Základní prístroj pro meranie v elektronike

3 Zastaralá jednotka napětí

4 Hlavní výkonné sídlo institutu

8 Základní nápoj pro odborné diskuze



*Obr. 5: Křížovka*

# METROLÓGOVE HODINY

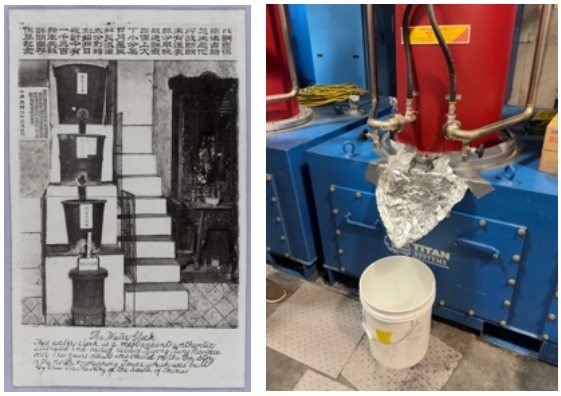
*doc. Ing. D.V., PhD. VKS IIa,*
*metrológ v zácviku, zodpovedný za neistotu typu C*
*Dúbravský Metrologický Inštitút*

Rukopis prijatý: 6.12.2025, článok prijatý: 9.12.2025, článok publikovaný: 19.12.2025

*Čas ako fyzikálna aj filozofická veličina predstavuje kontinuum, v ktorom sa odohrávajú všetky procesy. Meranie času prešlo dlhým vývojom – od počítania východov slnka až po atómové hodiny. Článok sa venuje návrhu a metrologickej charakterizácii meradla času – hodín, v kontexte personálu a laboratória jednosmernej elektrickej metrológie.*

## 1. ÚVOD

Hodinár je kvalifikovaný odborník, ktorý rozumie mechanike jemných strojčekov a dokáže diagnostikovať a opraviť rôzne problémy s hodinovým mechanizmom. Elektrický metrológ naproti tomu vôbec nerozumie mechanike jemných strojčekov a nedokáže konštruovať, diagnostikovať, ani opraviť hodinový mechanizmus. Metrológ ale potrebuje vedieť kedy ísť na obed, alebo kedy opustiť miesto výkonu pracovnej činnosti a to s extrémne nízkou neistotou.



*a)* *b)*

*Obr. 1: Vodné hodiny: a) implementácia Clepysadra [1], Čína, 1324 n.l., b) implementácia Spallation Neutron Source, USA, 2024 n.l.*

V tých najlepších metrologických inštitútoch nájdeme sofistikované prístroje na meranie času [2]. Na oddelení času v národnom inštitúte v oblasti Karlovej vsi je to napríklad kýbel v strede miestnosti, do ktorého kvapká voda.

Nie všetky metrologické inštitúty si však môžu dovoliť takéto pokročilé vybavenie. V každom sa ale nájdu žriedla mluna, alebo rôzne mnohomery. Stará múdrosť vraví: ak jediný nástroj, ktorý máme je kladivo, každý problém vyzerá ako klinec. To nás privádza k myšlienke využiť mlunové napätie na zobrazenie času. Táto myšlienka nie je vôbec nová. Na interweboch nájdeme 2 660 000 literárnych prameňov na tému voltmetrové hodiny. Typická realizácia je znázornená napríklad na Obr. 2.



*Obr. 2: Príklad realizácie medzi amatérmi veľmi obľúbených voltmetrových hodín [4]*

Takéto hodiny síce vyzerajú na pohľad atraktívne, ale ich úžitková hodnota je minimálna. Ručičkové ukazovatele majú neznámu triedu presnosti, nepoznáme linearitu, z merania sa nedá vytvoriť

protokol. Podobné praktiky sú v každom renomovanom metrologickom laboratóriu nepredstaviteľné.

Dúbravský Metrologický Inštitút udáva trendy, preto sme pristúpili k vývoju Metrológových hodín, ktoré netrpia žiadnymi zo spomínaných problémov.

## 2. HODINY

Metrológove hodiny vyvinuté v DMI pristupujú k problému inak. Čas je reprezentovaný jednosmerným napätím $U_{VÝSTUPNÉ}$ v rozsahu 0,0000 V až 23,5959 V podľa vzťahu:

$$U_{VÝSTUPNÉ} = H \times 1{,}0000\,\frac{V}{hod} + M \times 0{,}1000\,\frac{V}{min} + S \times 0{,}0010\,\frac{V}{sek}, \qquad (1)$$

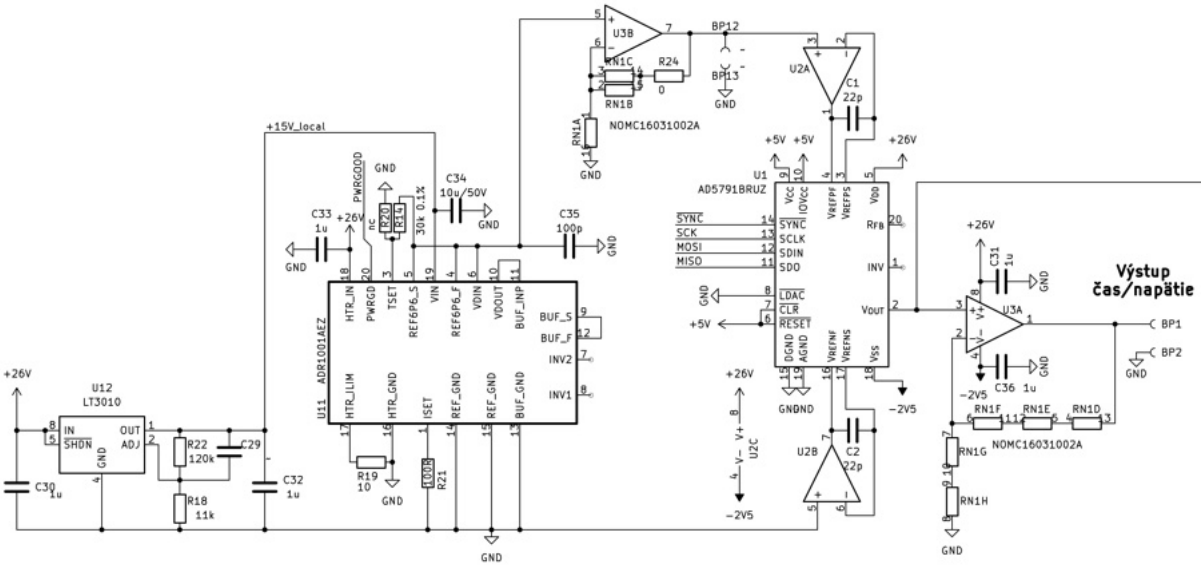
kde H je aktuálna hodina, M je aktuálna minúta a S je aktuálna sekunda. $U_{VÝSTUPNÉ}$ sa meria podľa možnosti referenčným mhonomerom Fluke 8588A, alebo alternatívne HP/Agilent/Keysight 3458A (podľa toho ktorý týždeň bol mnohomer zakúpený).

Rovnicu (1) realizuje 20-bitový číslicovo-analógový prevodník AD5791BRUZ s vynikajúcou linearitou. Ako referenčný zdroj polnoci (23:59:59) je použitý integrovaný obvod ADR1001. Referenčné napätie pochovanej Zenerovej diódy cca. 6,6 V je zosilnené na nominálnych 10 V pomocou precízneho samonulujúceho sa operačného zosilňovača ADA4522-2. Pomer hodnoty napätia referencie 6,6 V a nominálnych 10 V je takmer presne 1,50, čo umožňuje v spätnej väzbe operačného zosilňovača použiť pomerovú odporovú sieť. Realizácia je na Obr. 3 a podrobnejšia schéma zapojenia analógovej časti na Obr. 4.




*Obr. 3: Zdroj referenčnej polnoci 23:59:59 (hore) a číslicovo analógový prevodník s nízko-flákajúcimi sa zosilňovačmi (dole)*

Čas v mikrokontroléri je riadený externým prerušením s frekvenciou 10 Hz, odvodenou od aktívneho vodíkového masera. V prípade, že je potrebné hodiny prenášať a predlžovačka od masera by bola nepraktická, je v zariadení osadený



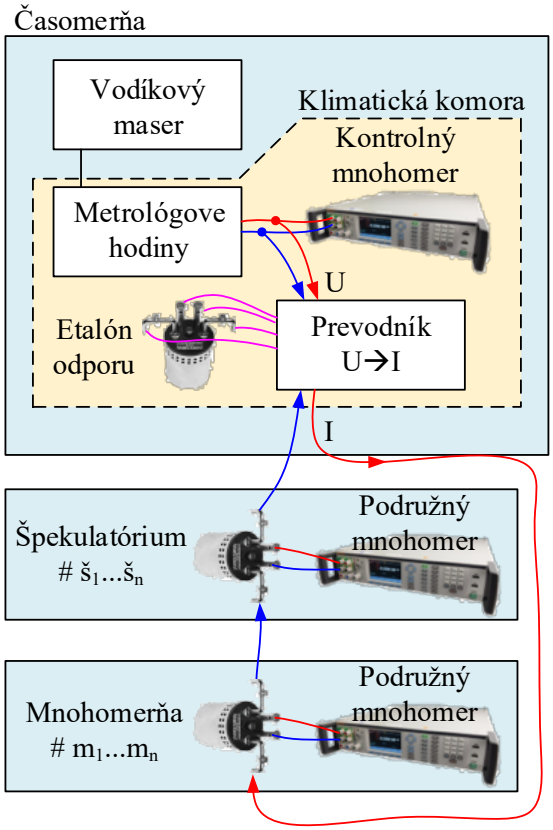

*Obr. 4: Analógová časť Metrológových hodín*

termostatovaný vysoko stabilný oscilátor s teplotnou stabilitou frekvencie ±10 nhod/hod v rozsahu -20 až +80 °C a 1-ročným starnutím max. ±50 nrok/rok. Termostatovaný oscilátor má ale vysoký stratový výkon, takže nezanedbateľne ohrieva vnútro hodín, čím ovplyvňuje ich presnosť.

## 3. DISTRIBÚCIA ČASU DO PRIĽAHLÝCH ŠPEKULATÓRIÍ A MNOHOMERNÍ

Vo väčších firmách, alebo laboratóriách sa veľmi často používajú centrálne a podružné hodiny. Čas sa do podriadených hodín prenáša kladkami, alebo elektricky vodičmi.

V DMI vyvinuté hodiny nie sú žiadna výnimka. Vzhľadom na to, že rozvod presného napätia nie je jednoduchý a podlieha chybám a rušeniu, museli sme vyvinúť robustnú metódu ako rozšíriť čas do susedných miestností. Prenos prúdu netrpí týmito problémami.



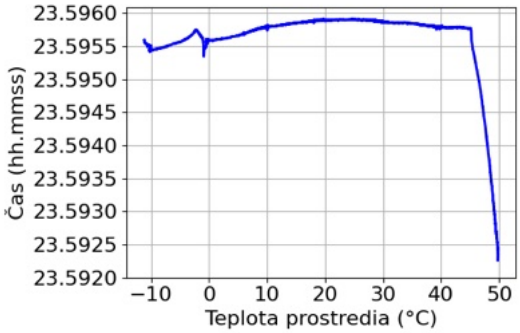

*Obr. 5: Dodávka času do priľahlých špekulatórií a mnohomerní*

Metrológove hodiny preto priamo v zariadení obsahujú precízny prevodník čas na prúd. Do ostatných laboratórií sa zavedie prúdová slučka a hocikto s potrebou presného času si do slučky jednoducho pripojí etalónový rezistor, na ktorom bude merať úbytok napätia svojim mnohomerom, ako vidíme na Obr. 5.

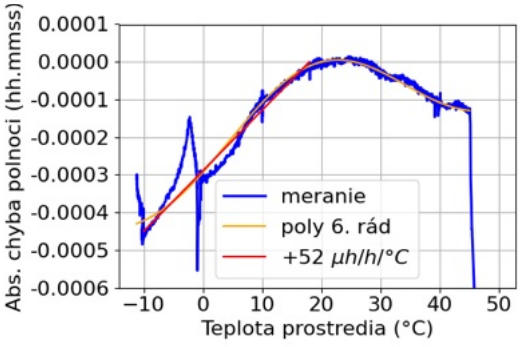
## 4. METROLOGICKÁ CHARAKTERIZÁCIA

### A. Teplotná stabilita

Keďže zdroj času prichádza z externého vodíkového masera, teplota nemá vplyv na drvalý drift. Termostatovaný oscilátor pre prevádzku bez masera má v celom pravonom rozsahu teplôt (-20 až +80 °C) uvedenú stabilitou frekvencie ±10 nhod/hod, takže aj tento vplyv môžeme zanedbať. K teplotnej stabilite Metrológovych hodín dominantne prispieva analógová časť – zdroj referenčnej polnoci, samonulujúci sa zosilňovač a rezistorové siete. Stabilitu sme testovali v klimatickej komore v rozsahu teplôt –10 až +50 °C.




*Obr. 6: Teplotná stabilita zdroja referenčnej polnoci*




*Obr. 7: Chyba polnoci ako funkcia teploty*

Na Obr. 6 je zmeraná teplotná stabilita zdroja referenčnej polnoci, na Obr. 7 maximálna chyba času. Hodiny optimálne fungujú v rozsahu teplôt 20-30 °C. Od –10 do 15 °C má meraný čas chybu približne +50 µh/h/°C.

Teplotná regulácia pochovanej Zenerovej diódy prestáva pri 45 °C fungovať a chyba času začne prudko narastať. Je to vlastnosť, ktorá sa dá využiť v južnejšie položených laboratóriách, kde pri vysokých teplotách prostredia na presnom čase veľmi nezáleží.




*Obr. 8: Metrológove hodiny v klimatickej komore.*

### B. Presnosť a správnosť

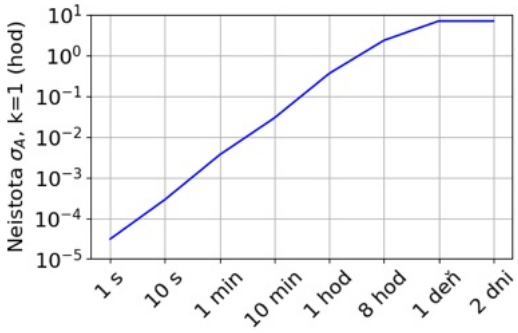
Následne sme merali presnosť a správnosť výstupného času. Pomocou referenčného mnohomera s exspirovanou kalibráciou sme zozbierali 345565 vzoriek, integračná doba bola 25 NPLC (500 ms).

Stredná hodnota:
$\overline{U_{VÝSTUPNÉ}} = 11{,}798706\ hod, minsek$ ,
neistota typu A:
$\sigma_A = 6{,}924206\ hod, minsek$ (k=1),
neistota typu B:
$\sigma_B = 0{,}000126\ hod, minsek$ (k=1)
Neistota typu C:
$\sigma_C = 0{,}010200\ hod, minsek$ (k=1)

Z nameraných dát je zjavné, že s 95% pravdepodobnosťou je presne:

**11 hodín 79 minút a 87 sekúnd ± 13 hodín 84 minút a 84 sekúnd**

Pri výpočte neistoty neistoty typu A sme si všimli zaujímavý fenomén, ktorý nie je úplne obvyklý v metrologickej praxi a vyžaduje podrobnejší výskum. Obvykle pri výpočte neistoty z vyššieho počtu meraní sa výsledná neistota typu A znižuje. V prípade metrológových hodín ale exponenciálne rastie, ako je vidieť na Obr. 9.




*Obr. 9: Neistota typu A ako funkcia dĺžky merania*

## 5. ZÁVER

V článku sme prezentovali návrh a realizáciu metrológových hodín. Dlhodobou metrologickou charakterizáciou sme zistili, že s 95% pravdepodobnosťou je presne 11 hodín 79 minút a 87 sekúnd ± 13 hodín 84 minút a 84 sekúnd. S malou úpravou software, sa z hodín stane praktický kalibrátor napätia, prúdu a odporu [5].

Pre dosiahnutie čo najlepšej stability sa doporučuje hodiny, spolu s indikačným mnohomerom prevádzkovať v klimatickej komore pri +23±0,1°C a 50% RH.

## LITERATÚRA

[1] Clepsydra (water clock), Canton https://hpcbristol.net/visual/JC-s020

[2] Práznovský M.: Nové využitie vody v mierospytectve. *Annales Patroniensis* vol. II Nr. 1, 2024

[4] Daisy chain voltmeter clock https://www.printables.com/model/69859-daisy-chain-voltmeter-clock

[5] Valúch D.: Spoločensky zodpovedná metrológia – centrum komunitnej kalibrácie elektrických veličín. *Annales Patroniensis* vol. III Nr. 1, 2025

# SPOLOČENSKY ZODPOVEDNÁ METROLÓGIA – CENTRUM KOMUNITNEJ KALIBRÁCIE ELEKTRICKÝCH VELIČÍN

*doc. Ing. D.V., PhD. VKS IIa,*

*metrológ v zácviku, zodpovedný za neistotu typu C*

*Dúbravský Metrologický Inštitút*

Rukopis prijatý: 7.12.2025, článok prijatý: 9.12.2025, článok publikovaný: 19.12.2025

*V ostatnom čase sa množia prípady náhlej a nepredvídanej potreby kalibrácie. Človek kráča po ulici a cíti ako mu pomaly exspiruje certifikát. Do práce išiel s opečiatkovaným mnohomerom a vrátil sa s obyčajným multimetrom. Strhávať certifikačné nálepky pred všetkými v autobuse je veľmi stresujúca a ponižujúca skúsenosť. Dúbravský Metrologický Inštitút si uvedomuje svoju spoločenskú zodpovednosť a prišiel s novinkou – komunitné kalibračné centrum v zariadení pohostinského typu. Ktokoľvek s náhlou potrebou si môže prisadnúť a okalibrovať.*

## 1. ÚVOD

Komunitná kalibrácia elektrických veličín od Dúbravského Metrologického Inštitútu (DMI) vznikla ako reakcia na rastúcu potrebu presných referencií, moderných meracích prístrojov a online kolaboratívnych platforiem. Do popredia ju posunula snaha amatérskych aj poloprofesionálnych laboratórií pracovať s presnosťou, ktorá bola kedysi vyhradená len národným metrologickým ústavom a akreditovaným laboratóriám. V komunitách neexistuje centrálna autorita, ktorá by určovala, komu veriť.

Ak ale niekto kráča po ulici s mnohomerom s exspirovanou kalibráciou a na okne krčmy vidí neónový nápis *„Kalibrácia mnohomerov tu“*, *„Rýchlo a lacno“*, *„Základný certifikát 5€, každá ďalšia číslica 2€“*, *„Za 20€ si môžete chytiť náš etalón“* okamžite to v ňom vzbudí dôveru.

Dôvera vzniká cez:

- dlhodobú konzistentnosť výsledkov (všetky vydané kalibračné certifikáty budú mať presne rovnaké čísla),
- transparentné zverejňovanie surových dát,
- ochotu zákazníkov nechať si svoje postupy verejne skontrolovať (kalibrácia prebieha za veľkým výkladom s výhľadom priamo do ulice)
- vzájomnou interakciou, zdieľaním frustrácie a nadväzovaním priateľstiev členov komunity počas procesu kalibrácie („ani ten Volt už nie je to čo býval. Taký Banič, to je niečo úplne iné...“)

Komunitná kalibrácia spája dva hlavné rozmery – metrologický, zameraný na neistotu, presnosť, správnosť, sledovateľnosť a sociálny, ktorý rieši dôveru, spoluprácu a zdieľanie zdrojov.

Koncept komunitnej kalibrácie ale nie je úplne nový (viď. Obr. 1).



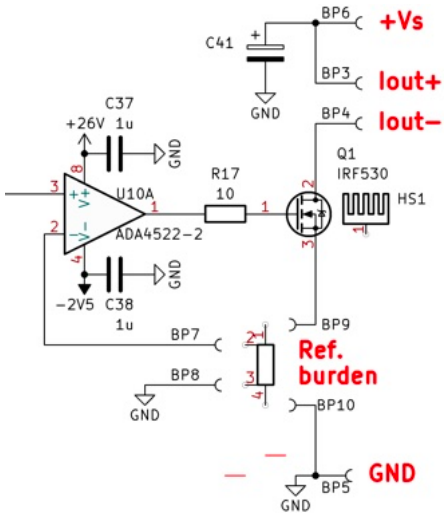
*Obr. 1: Komunitná kalibrácia číslicových multimetrov. Olej na plátne, circa 1638.*

## 2. KALIBRÁCIA ELEKTRICKÝCH VELIČÍN V PRIESTOROCH POHOSTINSKÉHO ZARIADENIA

Elektrické veličiny sa najlepšie kalibrujú Metrológovými hodinami. Toto unikátne zariadenie bolo podrobne popísané v *Annales Patroniensis* [1]. S drobnou softvérovou úpravou umožňuje kalibráciu napätia, prúdu aj odporu. Všetky metódy sú navrhnuté tak, aby naraz mohlo kalibrovať niekoľko zákazníkov – komunita – a zároveň aby neprišli do fyzického kontaktu s citlivým zariadením DMI, ktoré by mohli obliať pivom, alebo inak znehodnotiť jeho ťažko získané ppm.

### A. Kalibrácia prúdu

V metrológových hodinách je zabudovaný prevodník čas-prúd, ktorý v pôvodnej aplikácii slúži na rozvod času po priľahlých špekulatóriách a mnohomerniach (Obr. 2).



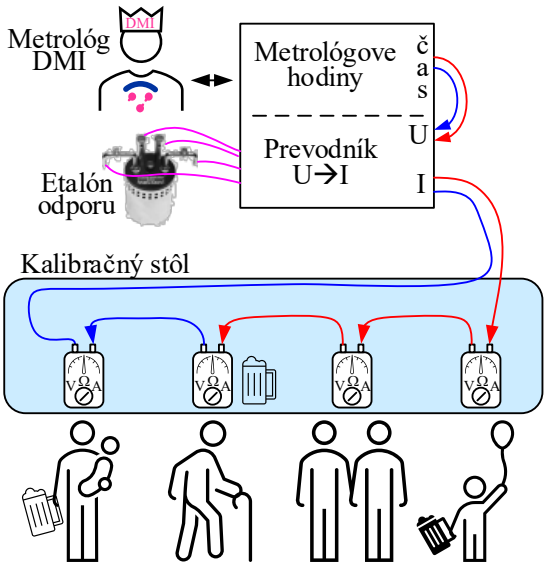

*Obr. 2: Prevodník čas na prúd zrealizovaný v metrológových hodinách.*

Ak hodiny prepneme z režimu čas na režim napätie (alebo prúd), môžeme prevodník použiť pre vytvorenie jednosmerného prúdu známej hodnoty, ktorá bude závisieť len od hodnoty vstupného napätia a odporu referenčného bočníka:

$$I_{VÝSTUPNÝ} = \frac{U_{VSTUPNÉ}}{R_{REFERENČNÝ}}, \qquad (1)$$

kde $U_{VSTUPNÉ}$ je vstupné riadiace napätie a $R_{REFERENČNÝ}$ je odpor referenčného etalónového rezistora.

Do kalibračnej slučky sa pripoja všetci zákazníci okolo stola, ako je znázornené na Obr. 3. Úspešná kalibrácia vyžaduje spoluprácu celej komunity. Ak niekto neprávne pripojí svoj prístroj, zhorí mu v ňom poistka, alebo otvorí kalibračnú slučku, všetci začnú nadávať.

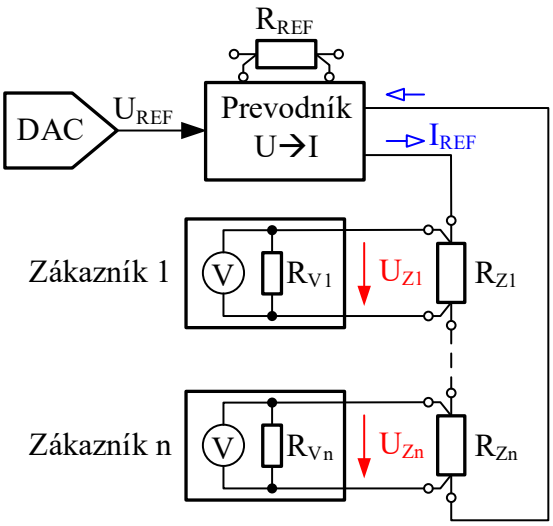



*Obr. 3: Komunitná kalibrácia prúdu*

### B. Kalibrácia napätia

Napätie sa ľahko meria v sterilnom a klimatizovanom prostredí metrologického laboratória, ale mimo tieto podmienky je prenos napätia bez dodatočných chýb a neistôt komplikovaný. Navyše ak chce naraz kalibrovať viacej užívateľov, začnú sa komplikácie s paralelným pripájaním všetkých prístrojov.

Naproti tomu prúd je veľmi robustná veličina, ktorá sa ľahko prenáša na dlhé vzdialenosti bez straty presnosti. Vzhľadom na to, že metrológove hodiny už obsahujú precízny prevodník napätie/prúd, využijeme to pre kalibráciu napätia. Každý zákazník dostane zdieľateľný etalón odporu, ktorý cez prúdové svorky zapojí do prúdovej kalibračnej slučky. K napäťovým svorkám sa Kelvinovou metódou pripojí kalibrovaný napäťomer ako je znázornené na Obr. 4.




*Obr. 4: Princíp kalibrácie napätia pomocou prúdovej slučky a referenčných rezistorov*

Hodnota referenčného prúdu v slučke je

$$I_{REF} = \frac{U_{REF}}{R_{REF}}, \qquad (2)$$

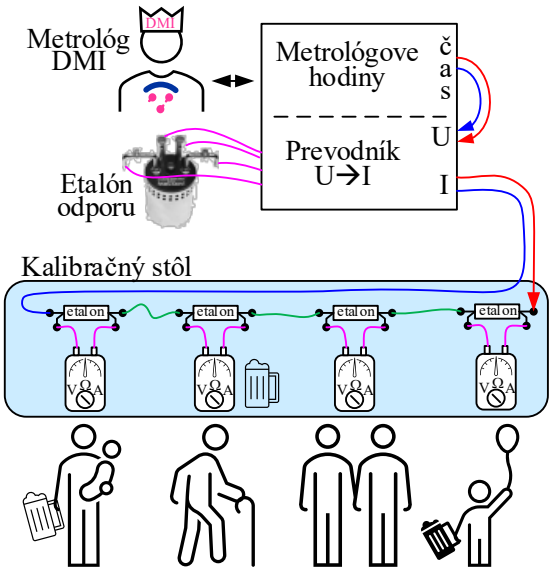
kde $U_{REF}$ je vstupné referenčné/kalibračné napätie a $R_{REF}$ hodnota odporu konverzného etalónu pripojeného ku Metrológovým hodinám. Úbytok napätia na zákaznických svorkách bude

$$U_{Zn} = I_{REF} \frac{R_{Zn} R_{Vn}}{R_{Zn}+R_{Vn}}, \qquad (3)$$

kde $R_{Zn}$ je odpor pripojeného zdieľateľného etalónu zákazníka n a $R_{Vn}$ je vnútorný odpor kalibrovaného napäťomera.

Zo vzťahu (3) je zjavné, že vnútorný odpor kalibrovaného prístroja má vplyv na hodnotu vytvoreného kalibračného napätia. Typické hodnoty $R_z$ sú 10 Ω, 100 Ω, 1 kΩ a 10 kΩ a hodnoty referenčného prúdu 1 – 100 mA čo umožní vytvoriť kalibračné napätie od 10 mV až po 10 V.

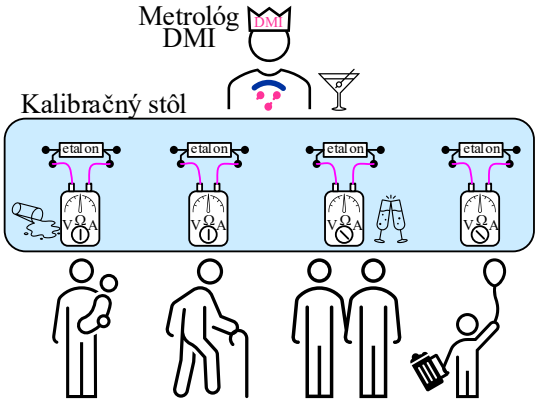
Ak zákazník požaduje len orientačnú rýchlokalibráciu, stačí dodržať pravidlo že vnútorný odpor kalibrovaného napäťomera $R_{Vn}$ musí byť vyšší ako prevrátená hodnota požadovanej presnosti kalibrácie krát odpor pripojeného zdieľateľného etalónu zákazníka $R_{Zn}$. Napríklad pre elektromechanický prístroj s očakávanou presnosťou 1% musí byť $R_{Zn} \gg 100\ R_{Vn}$.




*Obr. 5: Komunitná kalibrácia napätia prúdovou slučkou.*

### C. Kalibrácia odporu

Kalibrácia odporu je najjednoduchšia zo všetkých, lebo vyžaduje iba pripojenie poskytnutého zdieľateľného etalónu odporu ku kalibrovanému prístroju. Postup je znázornený na Obr. 6. Za správnosť výsledkov zodpovedá každý kalibrujúci, takže hlavný metrológ si môže dať pauzu.




*Obr. 6: Komunitná kalibrácia odporu*

## 3. METROLOGICKÉ ASPEKTY KOMUNITNEJ KALIBRÁCIE

### A. Sledovateľnosť k etalónom

Sledovateľnosť, alebo nadväznosť k referenčným etalónom je základ fungovania metrologickej vedy. V DMI si to uvedomujeme a preto sme sledovateľnosť k primár-

nemu etalónu zakompo-novali priamo do procesu komunitnej kalibrácie. Metrológ DMI na kalibračný stôl postaví primárny etalón označený veľkým nápisom *„Primárny etalón – nezpochybňovať! Majetok DMI, DKP 237/08.“*. Počas kalibrácie ho všetci sledujú z druhej strany kalibračného stola. Kalibrované prístroje sú na etalón naviazané pomocou meracích vodičov. Sledovateľnosť a nadväznosť je tak zabez-pečená intrinzicky, robustne navrhnutou kalibračnou procedúrou.

### B. Dokumentácia a kalibračné protokoly

Ďalším pilierom metrológie je podrobná dokumentácia, záznam a uchovávanie výsledkov meraní a vypracovávanie kalibračných protokolov. V DMI vznikli štandardy [2], ktoré postupne adoptuje celosvetová metrologická komunita. Pre potreby komunitnej kalibrácie v zariadení pohostinského typu boli vytvorené špeciálne tlačivá pre kalibračné protokoly (Obr. 7).




*a)*



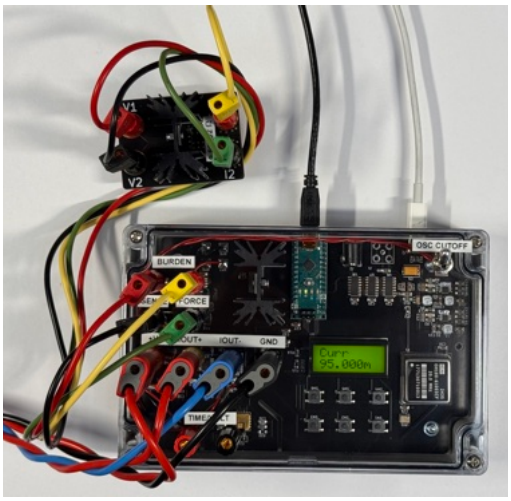

*b)*

*Obr. 7: Tlačivo kalibračného protokolu DMI. a) protokol, b) záznamník brilantných myšlienok a podpivník*

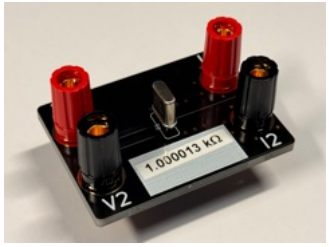
Druhá strana kalibračného protokolu slúži ako priestor pre zaznamenávanie náhlych brilantných myšlienok, alebo ako praktický podpivník.

## 4. KOMUNITNÝ KALIBRÁTOR

V kapitole 2 boli popísané techniky kalibrácie elektrických veličín pomocou metrológových hodín. V tejto kapitole predstavíme jeho hardware. Na Obr. 8 sú hodiny prevádzkované v režime kalibrátor prúdu. Na Obr. 9 je vysoko stabilný referenčný bočník od Vishay Precision Group, ktorého sa ale zákazníci nesmú dotýkať (ani za poplatok).




*Obr. 8: Metrológove hodiny v pracovnom režime komunitný kalibrátor prúdu.*




*Obr. 9: Referenčný etalón odporu – nechytať*



*Obr. 10: Sada zdieľateľných etalónov odporu*

Na Obr. 11 je zachytené overovanie teplotnej stability komunitného kalibrátora v klimatickej komore.

Skúšobná prevádzka komunitného kalibrátora v laboratórnych podmienkach je na Obr. 12. Prístroj je pripravený na prvú "ostrú" kalibráciu pri príležitosti výročného zasadania Patrónskeho elektrotechnického spolku 19.12.2025 v zariadení pohostinského typu. So skúsenosťami aj reakciami zákazníkov sa určite podelíme v nasledujúcom čísle PA.



*Obr. 11: Overovanie presnosti, správnosti a stability v klimatickej komore.*



*Obr. 12: Príklad kalibrácie prúdu. Zistilo sa, že každý prístroj má chybu v rozsahu –30 až +25%. Niekedy je lepšie nekalibrovať.*

## 5. ZÁVER

Komunitná kalibrácia elektrických veličín je ukážkou toho, že metrológia nemusí byť uzavretá v profesionálnych laboratóriách. Nech už ste profesionál s prepadnutým kalibračným certifikátom, alebo metrológ-amatér, vždy je povzbudzujúce vedieť, že aj v krčme vedľa cesty mi nakalibrujú.

Transparentné metódy merania, požívanie alkoholických nápojov, sociálna interakcia, alebo pozeranie na etalóny znamená, že metrologická kultúra sa šíri medzi ľudí, ktorí by sa k nej inak nedostali.

## LITERATÚRA

[1] doc. Ing. D.V., PhD. VKS IIa: Metrológove hodiny. In *Annales Patroniensis* vol. III Nr. 1, 2025

[2] Sukuba J.: O budovaní prirodzenej pojmovej základne. *Annales Patroniensis* vol. I Nr. 2, 2.ed. 2023

# ANNALES PATRONIENSIS

vol. III Nr. 1 19.XII.2025

Časopis od slovenských vedcov, pre slovenskú vedu. S celovesmírnym dosahom. Obsahuje zvýšený podiel článkov kategórie C.

Vydáva: Dúbravský metrologický inštitút
https://dmi.wtf/AP.html
ISSN 2989-4204