



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Spolehlivost dechových analyzátorů ethanolu

The Reliability of Ethanol Breath Analyzers

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací

Autor bakalářské práce: Magdalena Cisariková
Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Radek Matlach

Kladno 2020



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Cisaríková** Jméno: **Magdalena** Osobní číslo: **473890**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Plánování a řízení krizových situací**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Spolehlivost dechových analyzátorů ethanolu

Název bakalářské práce anglicky:

The Reliability of Ethanol Breath Analyzers

Pokyny pro vypracování:

Předmětem práce bude porovnání činnosti na trhu běžně dostupných dechových analyzátorů ethanolu s dechovým analyzátozem používaným Policií České republiky. V teoretické části práce budou uvedeny různé metody detekce ethanolu, proces jeho vstřebávání a distribuce v lidském těle, hlavní rozdíly jednotlivých použitých dechových analyzátorů a technický popis všech těchto zařízení. V praktické části práce bude provedeno dvacet měření pomocí různých přístrojů u osob, které požíli předem definované dávky ethanolu. Výsledkem práce bude porovnání zjištěných hodnot a komparace s teoretickým výsledkem.

Seznam doporučené literatury:

- [1] HIRT, Miroslav, VOREL, František, Soudní lékařství, Praha: Grada, 2016, ISBN 978-80-271-0268-6
- [2] HIRT, Miroslav, VOREL, František, Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství, Praha: Grada, 2012, ISBN 978-80-247-4308-0
- [3] EHRMANN, Jiří, SCHNEIDERKA, Petr, EHRMANN, Jiří, Alkohol a játra, Praha: Grada, 2006, ISBN 80-247-1048-X

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

MUDr. Radek Matlach

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **10.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

prof.MUDr. Digitálně podepsal
prof.MUDr. Leoš Navrátil
Leoš Navrátil Datum: 2020.04.21
11:05:23 +02'00'

prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Ivan Digitálně podepsal prof.
MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
Dylevský, DrSc. Datum: 2020.04.23
11:15:35 +02'00'

prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

28.4.2020

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Spolehlivost dechových analyzátorů ethanolu“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 21.05.2020

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala MUDr. Radku Matlachovi za vedení mé bakalářské práce, za jeho vstřícnost, ochotu, trpělivost a cenné rady, které mi poskytoval po celou dobu vedení. Moje poděkování patří také panu Janu Novákovi ze společnosti Dräger Safety s.r.o. za zapůjčení přístroje na měření alkoholu v dechu.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se věnuje problematice týkající se spolehlivosti dechových analyzátorů ethanolu a porovnání výsledků z nich daných s teoretickým výpočtem.

Teoretická část práce se zaměřuje na systematický pohled na danou problematiku, seznámení s terminologií vztahující se k tématu, se základními fyzikálními i chemickými vlastnostmi ethanolu, jeho biotransformace v těle a následné možnosti detekce. Další část se věnuje jednotlivým způsobům detekce a jejich specifika. V poslední části je představena legislativa spojená s použitím dechových analyzátorů při odborných zkouškách.

Cílem praktické části je provedení měření s danou skupinou dobrovolníků po požití předem definované dávky ethanolu a následné porovnání výsledku s teoretickým výpočtem.

V rámci měření byly použity dva na trhu běžně dostupné dechové analyzátory a jedno stanovené měřidlo.

Klíčová slova

Dechový analyzátor; alkohol; detekce; stanovené měřidlo; biotransformace ethanolu.

ABSTRACT

This bachelor thesis studies the problematics of reliability of the breath alcohol analyzers and compares the results with the theoretical computation.

The theoretical part focuses on systematic view of the problematics, explanation of terminology, basis of physical and chemical properties of the ethanol, ethanol biotransformation in body and possibilities of detection for its presence. The next part focuses different methods used or alcohol detection. The last part presents the legislation of breath alcohol tester usage for professional examinations.

The aim of the practical part investigations is to perform measurements with chosen volunteers, with forward defined dose of ethanol and data comparison with theoretical computations.

In this study were used two common breath alcohol analyzers sold to the public and one evidential device.

Keywords

Breath analyzer; alcohol; detection; evidential device; ethanol biotransformation.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce.....	10
3	Přehled současného stavu.....	11
3.1	Etylalkohol (etanol, ethanol, líh, alkohol, C ₂ H ₅ OH).....	11
3.1.1	Alkoholové kvašení (fermentace)	12
3.1.2	Destilace.....	12
3.2	Vývoj koncentrace a vliv alkoholu na člověka.....	12
3.2.1	Stádia opilosti	13
3.3	Proces biotransformace ethanolu	14
3.4	Způsoby detekce alkoholu v lidském těle	15
3.4.1	Detekční trubičky – Altest.....	17
3.4.2	Elektronické přístroje ke zjišťování alkoholu.....	18
3.4.3	Analyzátory s polovodičovým čidlem	18
3.4.4	Laboratorní vyšetření	19
3.5	Český metrologický ústav, stanovená měřidla	19
3.6	Rozdíly jednotlivých použitých dechových analyzátorů	21
3.6.1	Technický popis zařízení – polovodičové.....	23
3.6.2	Technický popis zařízení – elektrochemické.....	24
3.7	Hodnocení hladiny alkoholu u řidičů a legislativní úprava	24
4	Metodika.....	27
4.1	Popis měření.....	27
4.2	Výpočet množství ethanolu v lidském těle.....	27
4.3	Použité přístroje	28

5	Výsledky.....	29
5.1	Objem 0,5 l, obsah alkoholu 5 %.....	29
5.2	Objem 0,2 l, obsah alkoholu 12 %	31
5.3	Objem 0,2 l, obsah alkoholu 14 %	33
5.4	Objem 0,04 l, obsah alkoholu 40 %.....	35
5.5	Vyloučení falešné positivity.....	36
6	Diskuze	37
7	Závěr	43
8	Seznam použitých zkratk.....	44
9	Seznam použité literatury.....	45
10	Seznam použitých obrázků	50
11	Seznam použitých tabulek.....	51
12	Seznam příloh.....	52

1 ÚVOD

Požívání alkoholických nápojů je známo již od pradávna a jeho konzumace zdaleka neklesá, spíše naopak nabídka i poptávka vzrůstá. S tím je ovšem spojeno nemálo problémů. Aby se předešlo úrazům na pracovištích, dopravním nehodám a podobným neštěstím, začala se konzumace alkoholu regulovat a hlavně kontrolovat. Postupem času tak společně s vývojem modernějších technologií přišel na řadu i vývoj dechových analyzátorů, díky kterým je do pár vteřin určena hladina alkoholu v těle testovaného a díky tomu lze předcházet lidským chybám vzniklých právě ve spojení s požitím alkoholu.

Dechová zkouška při policejní kontrole se dnes stala již běžnou praxí a málokoho výzva k této zkoušce zaskočí. Současně se i na běžném trhu začaly objevovat alkohol testery, které slouží pro orientační zkoušku. Dá se předpokládat, že výsledky z těchto přístrojů budou shodné a budou odpovídat teoretickému výpočtu. V poslední době se ale objevují případy falešně pozitivních testů, díky kterým byli dotyční chybně potrestáni. I tento fakt se pro mě stal motivací se danou problematikou zabývat více.

Tato bakalářská práce se bude zabývat porovnáním naměřených hodnot z běžně dostupných přístrojů a ze stanoveného měřidla. Následně budou tyto výsledky komparovány s hodnotou získanou teoretickým výpočtem.

2 CÍLE PRÁCE

Teoretická část má za cíl seznámit s obecnými poznatky týkající se dechových analyzátorů ethanolu. Počínaje základními vlastnostmi ethanolu přes jeho vliv na člověka a metabolismus ethanolu v těle. Další část se zabývá technickým popisem jednotlivých typů dechových analyzátorů a legislativní úpravou spojenou právě s analyzátory alkoholu v dechu a jejich využitím příslušníky Policie České republiky.

Cílem praktické části je porovnání výsledků jednotlivých vybraných dechových analyzátorů s teoretickým výsledkem na základě výpočtu a určení spolehlivosti jednotlivých testovaných analyzátorů. Při těchto výpočtech je vycházeno ze stanoviska společnosti soudního lékařství a soudní toxikologie k problematice výpočtů koncentrace ethanolu v krvi.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Etylalkohol (etanol, ethanol, líh, alkohol, C₂H₅OH)

Ničím neznečistěný čistý etylalkohol je bezbarvá silně hygroskopická kapalina s bodem varu 78,3 °C a charakteristickou vůní, kterou lze rozlišit již při malých koncentracích. Je snadno rozpustný ve vodě a díky tomu se i do organismu vstřebává velice rychle. Na člověka působí také jako diuretikum a hrozí riziko dehydratace po alkoholovém excessu. Hustota činí 790,74 kg.m⁻³, je snadno zápalný a hoří bleděmodrým plamenem, ve vysokých koncentracích může společně se vzduchem tvořit výbušnou směs, velmi dobře slouží jako rozpouštědlo. Ve 100% koncentraci se téměř nikdy nevyskytuje. Průmyslový líh se denaturuje a stává se nepoživatelným.

Ethanol vzniká při kvašení cukru působením kvasinek (do 14 % obsahu alkoholu – nedestilované, nízkoalkoholické), silnější alkohol (s větším obsahem alkoholu) je vyráběn destilací (destiláty, koncentráty). Nejčastěji se využívá způsob alkoholového kvašení přírodních látek bohatých na sacharidy: brambory, obilí, cukrová řepa, třtina, ovoce. Může vznikat ale také činností kvasinek v trávicí soustavě, poté se jedná o endogenní alkohol. Tyto fyziologické hodnoty se pohybují v řádech tisícín promile a jsou tedy zanedbatelné. Ve velmi ojedinělých případech může hladina fyziologicky dosahovat až 0,015 ‰. Hodnoty etylalkoholu v těle mrtvých se obvykle vyskytují kvůli probíhajícím hnilobným procesům. Díky svým vlastnostem je ethanol dobře rozpustný v tucích i ve vodě. Snadno prostupuje skrz membrány a snadno se dostává do krevního řečiště. Velice dobře ethanol prochází i kapilárně-alveolární bariérou. Pokud je tedy alkohol přítomen v krvi, je možnost ho detekovat i v dechu. Největší množství ethanolu se vstřebává v tenkém střevě, ale už v žaludku proces vstřebávání probíhá (záleží, jak moc je žaludek naplněn potravou). Množství ethanolu v krvi je tedy ovlivněno žaludeční náplní,

ale i koncentrací požitého nápoje, tělesnou konstitucí člověka a rychlostí metabolických procesů daného jedince. Tato látka se téměř celá v těle metabolizuje a její původní forma je vylučována jen v malém procentu. Vylučování ethanolu z lidského těla probíhá v průměrném rozmezí 0,1 až 0,2 promile za hodinu [1, 2, 3, 4, 18].

3.1.1 Alkoholové kvašení (fermentace)

Jedná se o jeden z výrobních procesů alkoholu, kdy se využívají kvasinky, zdroj cukernatých látek, a to vše v anaerobním prostředí – tedy bez přítomnosti kyslíku. Vedlejším produktem tohoto procesu vznikají v malých množstvích stovky dalších chemických látek, které ovlivňují převážně neurotoxické účinky výsledného produktu [18].

3.1.2 Destilace

Při destilaci dochází k oddělení jednotlivých kapalin na základě jejich rozdílných bodů varu. Pára, která vznikla během zahřívání postupuje do chladiče, kde kondenzuje. Kapalina vzniklá kondenzací par se nazývá destilát [19].

3.2 Vývoj koncentrace a vliv alkoholu na člověka

V závislosti na čase se koncentrace alkoholu v krvi dělí na fázi vstřebávací a vylučovací. Někdy se mezi tyto dvě fáze zahrnuje ještě fáze distribuční, která se nachází v okolí vrcholu křivky, kdy ještě dochází ke vstřebávání, ale hodnota ethanolu už se nezvyšuje. Rychlost přechodu z první fáze do fáze vylučovací závisí na mnoha faktorech: koncentrace požívaných nápojů, obsah žaludku, teplota nápoje nebo obsah oxidu uhličitého v nápoji. Hodnoty alkoholu v krvi se vyjadřují v jednotkách g/kg čili gram na kilogram, jinými slovy promile (‰).

Vstřebávací fáze je ovlivněna obsahem alkoholu v nápoji. Nižší koncentrace obsahuje více vody a vyšší koncentrace naopak dráždí sliznici žaludku a střev a tím celý proces zpomalují. Nejrychleji se alkohol vstřebává nalačno. Urychlení vstřebávání lze také zajistit zahřátím nápoje (nejlépe se vstřebává nápoj o teplotě 40 až 45 °C). K rychlejšímu vstřebání také pomůže perlivost nápoje. Rychlost vstřebávání nápoje na základě naplně žaludku je uvedena v Tabulce 1.

Vylučovací fáze probíhá průměrně rychlostí 0,12 až 0,20 g/kg/hodina. Výjimečně jsou známy i případy u alkoholiků, kde se rychlost vylučování pohybovala průměrně až v hodnotách 0,30 g/kg. Významné zrychlení vylučování alkoholu z krve nelze ovlivnit, lze ovšem tělo nadměrně zásobit tekutinami, tím podporovat zvýšenou frekvenci močení a díky tomu alkohol z těla rychleji vyplavit [1, 18].

Tabulka 1 - Rychlost vstřebávání alkoholu [18]

Náplň žaludku	Lihoviny a víno	Pivo
nalačno	do 30 minut	do 60 minut
lehká náplň	do 60 minut	do 90 minut
střední náplň	do 90 minut	do 120 minut
nadměrná náplň	do 120 minut	do 150 minut

3.2.1 Stádia opilosti

Za fyziologickou hladinu alkoholu v krvi je považováno 0,2 ‰, zatímco horní hranice je zcela individuální. Někdo může zemřít již při 3 ‰ alkoholu v krvi, pro někoho je tato hladina běžná a lze se setkat i s případy, kdy bylo řidiči vozidla naměřeno až 5 ‰ [6]. Hladina pohybující se mezi 0,0 ‰ až 0,5 ‰ jedince nijak neovlivňuje [34].

1. „subklinické stadium: 0,2 - 0,5 ‰ (alkoholici do 1 ‰) - žádné příznaky nebo lehká euforie, alkohol je cítit z dechu.“ [35]

2. „excitační, euforické stadium (odpovídá hladině přibližně 0,5 až 1,0 ‰) – euforie, zvýšené sebevědomí, odstranění zábran, mnohomluvnost, zhoršení kognitivních funkcí, zhoršená sebekritičnost;
3. hypnotické stadium (přibližně odpovídá hladině 1 až 2 ‰) – prodloužení reakcí, ztráta sebekontroly, poruchy koordinace a rovnováhy, zhoršení kognitivních funkcí, podrážděnost;
4. narkotické stadium (přibližná hladina 2 až 3 ‰) – těžká porucha koordinace, zmatenost, počínající znaky poruchy dechového a oběhového centra, studená kůže, hypotenze, hypotermie, tachykardie, povrchové a zpomalené dýchání, přechází do hlubokého spánku;
5. asfyktické stadium (přibližná hladina alkoholu 3,5 až 5 ‰) – hluboké bezvědomí až kóma, vyhasínání reflexů, cyanóza, smrt následkem centrálního selhání dýchání a oběhu.“ [5, s. 133]

3.3 Proces biotransformace ethanolu

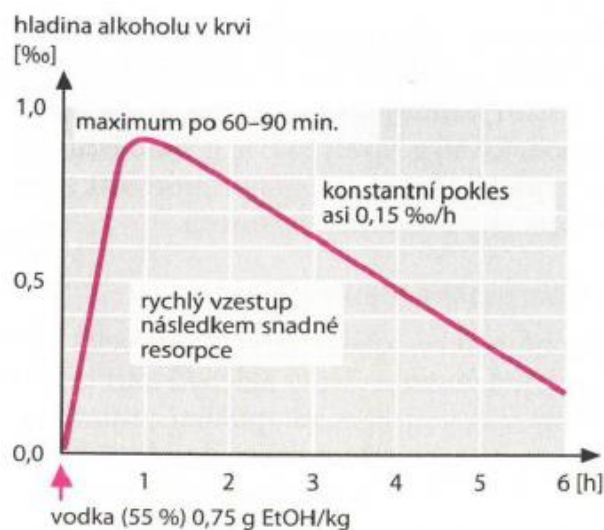
Vstřebávání alkoholu probíhá prostou difúzí ve všech orgánech, kterými projde. Počátek je tedy ve sliznici dutiny ústní, následuje jícen a žaludek, kde je vstřebána asi pětina ethanolu. Zbytek je následně vstřebán v tenkém střevě. Alkohol se do organismu může dostat také přes kůži nebo inhalací [18]. Dle křivky rychlosti vstřebávání alkoholu v těle (Obrázek 1) můžeme určit, že nejvyšší hladina ethanolu v krvi je 60-90 minut po požití.

Důležitým faktorem, který ovlivňuje rychlost resorpce ethanolu v těle je obsah žaludku, teplota požitého nápoje, jeho sladkost a množství kyseliny uhličitě. Mastné a těžce stravitelné jídlo proces velmi zpomalují.

Ethanol se šíří ve vodném prostředí čili se v těle snadno dostává do svalů a špatně se vstřebává do tukové tkáně a do kostí. Díky tomu je prostor distribuce až 70 % těla u mužů, u žen tato hodnota činí 60 %. K odbourávání ethanolu

dochází v játrech, ale určitá část je metabolizována i v žaludku. K vylučování z organismu dochází především dechem a močí (v malém množství také slinami, žaludečními šťávami, žlučí a potem).

V asi 60 až 90 % probíhá oxidace alkoholu v játrech postupně ve dvou fázích. V první fázi oxiduje pomocí enzymu alkoholdehydrogenasa na acetaldehyd a následně ve druhé fázi na kyselinu octovou. Druhou fázi katalyzuje aldehyddehydrogenasa [2, 7, 8, 9].



Obrázek 1 - Křivka vstřebávání alkoholu [8]

3.4 Způsoby detekce alkoholu v lidském těle

První detektory alkoholu v dechu se objevily v roce 1936, kdy americký vědec Rolla Neil Harger vyvinul „drunkometer“ – přístroj ke zjišťování přítomnosti alkoholu v dechu testované osoby. Testovaný subjekt vdechl do balonku, který byl převezen do laboratoře a následně tento vzduch vpuštěn do přístroje. Díky přítomnosti manganistanu draselného došlo při kontaktu s alkoholem ke změně barvy. Tato změna byla průkazným výsledkem o přítomnosti alkoholu v dechu. Na základě vynálezu tohoto přístroje následně roku 1953 Robert Borkenstein vyvinul dechový alkohol tester, jehož princip se používá dodnes [10].

Je důležité si vždy nejprve uvědomit, za jakým účelem je alkohol v dechu měřen a na základě toho správně vybrat metodu detekce. V případě, že je upřednostňovaná přesnost před rychlostí, bude využit krevní test, kde je naopak důležitá rychlost znalosti výsledku, bude ideální metodou dechový analyzátor.

Nejčastěji jsou tedy využívány metody vyhledávací (orientační). Mezi tyto metody se řadí detekční trubičky a dechové analyzátory. Detekční trubičky výsledek měření demonstrují na změně zabarvení chemické směsi umístěné v detekční trubičce. Dechový analyzátor nejčastěji výsledek ukáže do několika vteřin s přesností na dvě desetinná místa. Problémem u dechových analyzátorů je neschopnost rozeznat, zda se alkohol do dechu dostal z plic nebo až z dutiny ústní po požití například ústní vody. Aby se předešlo těmto falešně pozitivním testům, je třeba dodržet minimálně deseti minutový odstup mezi požitím látky a měřením [18]. V manuálech přístrojů se ovšem uvádí časový rozestup minimálně 20 minut.

Pro objektivní stanovení hladiny alkoholu v krvi se využívají krevní testy (laboratorní zkoušky). Zde se využívá plynové chromatografie, která je podpořena Widmarkovou metodou. Výslednou hodnotou je průměr z několika testů [1, 3, 18].

„Plynová chromatografie – stanovení automatizovanou plynovou chromatografií metodou vnitřního standardu a za použití dávkovače s head space (typ přístroje) je zcela specifické a přesné. Analýza je velice rychlá a je použitelná i pro velké série vzorků, a to jak séra, tak plné krve. Navíc je schopna detekovat i jiné látky, které se v krvi nacházejí, jako např. aceton, metylalkohol při intoxikacích, toluen u narkomanů apod.

Widmarkova zkouška – provádí se ve Werichově modifikaci. Jedná se o oxidačně redukční titraci dvojchromanu draselného v kyselině sírové. Touto metodou jsou

stanoveny všechny redukující látky v krvi (např. aceton, isopropanol), a proto jde o metodu nespécifickou Při hladinách do 0,30 ‰ je navíc i velmi nespolehlivá. V poslední době se od ní již upouští, nicméně jako srovnávací zkouška k plynové chromatografii se v některých laboratořích stále ještě používá.“ [18, s. 85]

3.4.1 Detekční trubičky – Altest

Využití detekčních trubiček je jednou z levných a jednoduchých možností, jak zjistit přítomnost alkoholu v dechu testované osoby. Na rozdíl od modernějších, ale i přesnějších zařízení, detekční trubičky pro svou funkci nepotřebují proud ani pravidelnou kalibraci. Fungují na jednoduché chemické reakci, kdy vdechovaný vzduch s obsahem alkoholu zbarví indikační náplň trubičky (např. dichroman draselný), který se díky přítomnosti alkoholu zredukuje na chromitou sůl. Ta je zbarvená do zelena a díky tomu je alkohol bezpochybně prokázán. Nevýhodou těchto zařízení je možnost pouze jednorázového použití. V současné době tato metoda není využívána.

Samotné měření poté probíhá nejprve odlomením koncových částí trubičky, zasunutí do odměrného sáčku a na druhé straně nasazení náustku. Následně je proveden jeden vdech do naplnění odměrného sáčku. Vyhodnocení zkoušky probíhá až po ukončení probíhající chemické reakce, tedy zhruba po 2 minutách.

Výsledkem je zbarvená či nezbarvená náplň detekční trubičky. Pokud nedojde k zbarvení lze konstatovat, že testovaná osoba nepožila alkohol, anebo je koncentrace v těle menší než 0,3 g na kg hmotnosti. V případě, že je test pozitivní, zbarví se původně žlutá indikační náplň na zelenou barvu, jejíž délka přibližně odpovídá množství alkoholu v krvi kontrolovaného. Zbarvení do jiné barvy než zelené např. hnědé se může objevit v případě, že kontrolovaná osoba má ve svém dechu přítomný nikotin. Je proto nutné, aby kontrolovaný subjekt nekouřil v průběhu zkoušky a ani bezprostředně před ní [1, 11].

3.4.2 Elektronické přístroje ke zjišťování alkoholu

Poněkud přesnější a modernější způsob detekce je pomocí elektronických přístrojů, které jsou jak finančně dražší, tak ale i náročnější na obsluhu a servis. Tyto přístroje jsou založeny na změně elektrické vodivosti polovodičového plynového senzoru v případě, že je v dechu obsažen alkohol. V České republice Policie České republiky (dále jen „PČR“) využívá přístroje společnosti Dräger Safety s.r.o.

Výhodou oproti polovodičovým přístrojům je fakt, že palivový článek se během pokusu nezahřívá a přístroje s touto technologií tedy mají vyšší výdrž baterie. Tlakové čidlo umístěné v dechovém analyzátoru kontroluje množství vdechovaného vzduchu, jehož přesný objem je pumpou nasán do palivového článku. Ten začne alkohol obsažený v dechu spalovat a vyrábět z něj elektrický proud, který je změřen a podle něj je následně definováno množství alkoholu v dechu. Čím větší je objem nasátého vzduchu, tím je celé měření přesnější. Podle velikosti palivového článku také Český metrologický institut (dále jen „ČMI“) označuje určitá zařízení jako „stanovená měřidla“ a lze jimi skutečně dokázat přítomnost alkoholu v dechu (data z těchto zařízení mohou být použita ve správních řízeních), což se o takto neoznačených měřidlech tvrdit nedá.

Stanovená měřidla musí procházet pravidelnou servisní prohlídkou, kde nejméně každých 6 měsíců dochází ke kalibraci a ČMI je 1x za rok ověřuje [11, 12].

3.4.3 Analyzátory s polovodičovým čidlem

Funkce těchto analyzátorů je založena na zahřátí polovodičového čidla na teplotu cca 300 °C, což je teplota, při níž je čidlo schopno detekovat plynný ethanol a měnit svůj odpor na základě jeho koncentrace. Hodnota změny odporu je zobrazena jako číselný údaj, který udává přibližnou koncentraci alkoholu v dechu. Nevýhodou těchto přístrojů je jejich kratší životnost vzhledem k tomu,

že se při každém použití musí zahřát na výše uvedenou teplotu. Další možnou nevýhodou může být také to, že na rozdíl od elektrochemických analyzátorů s palivovým článkem čidla reagují nejen na ethanol, ale mohou reagovat na další chemické látky obsažené v dechu získané například z energetických nápojů, žvýkaček nebo cigaret. Výsledek tak může být značně zkreslený [13].

3.4.4 Laboratorní vyšetření

Nejspolehlivější stanovení přítomnosti alkoholu v těle je možné vyšetřením krve. Laboratorní vyšetření dělíme na specifické – plynová chromatografie a nespecifické – těch může být více, ale nejčastěji se využívá Widmarkova metoda nebo enzymatická a osmometrická zkouška. Tyto nespecifické zkoušky se užívají pouze jako dodatková zkouška k plynové chromatografii.

Další možností kromě vyšetření krve je i vyšetření přítomnosti alkoholu z moči. Koncentrace v moči se nejvíce blíží koncentraci v krvi ve chvíli, kdy je testovanému subjektu odebrána moč z močového měchýře až po úplném vymočení. Může se stát, že alkohol bude v moči detekován i ve chvíli, kdy v krvi již není.

Krevní odběr pro vyšetření by měl být proveden v co nejkratším možném čase po deliktu (například dopravní nehodě). Obsah krve potřebný pro vyšetření je cca 8 ml krve, která se musí až do vyšetření uchovávat při teplotě 0 až 4 °C [1].

3.5 Český metrologický ústav, stanovená měřidla

Jak už bylo uvedeno u popisu elektronických přístrojů lze rozlišovat měřidla stanovená a ostatní měřidla. Toto dělení určuje ČMI na základě definice jeho funkce v zákoně č. 505/1990 Sb., o metrologii.

„Český metrologický institut

a) provádí metrologický výzkum a uchováování státních etalonů včetně přenosu hodnot měřících jednotek na měřidla nižších přesností,

b) provádí certifikaci referenčních materiálů,

c) schvaluje typy měřidel a ověřuje stanovená měřidla,“ [14]

ČMI vydává *Opatření obecné povahy*, ve kterém mimo jiné definuje základní pojmy.

- analyzátor (hladiny) alkoholu v dechu – měřidlo určené ke stanovení hmotnostní koncentrace etanolu ve vzduchu vydechovaném testovanou osobou; detekce je realizována elektrochemickou metodou měření*
- přenosný analyzátor alkoholu v dechu – přemístitelné měřidlo určené pro venkovní nebo vnitřní použití, např. ruční zařízení napájené samostatnou baterií, které může být vybaveno i oddělenou mobilní tiskárnou*
- měření alkoholu v dechu – stanovení hmotnostní koncentrace etanolu ve vydechovaném vzduchu, který se vytváří v plicních alveolách testované osoby, v jednotkách mg/L. V České republice jsou podle stávající právní úpravy výsledky měření touto metodou přepočítány analyzátozem z koncentrace alkoholu v dechu na koncentraci alkoholu v krvi a vyjadřovány v jednotkách ‰ (promile).*
- vydechovaný (alveolární) vzduch – vzduch vydechovaný testovanou osobou při silném výdechu, při kterém spolupracují břišní a vnitřní mezižební svaly; obecně je alveolární vzduch získaný v poslední třetině doby výdechu*
- měření alkoholu v krvi – stanovení hmotnostní koncentrace etanolu v krvi v jednotkách g/kg neboli ‰ (promile) [15, s. 1, 2]*

Toto opatření dále definuje podmínky, za kterých může být měření uskutečněno, určuje technické požadavky na měřiče, definuje, jaké fyziologické faktory mohou mít vliv na měření, jaké vlivy může mít okolní prostředí a následně popisuje jednotlivé zkoušení funkčnosti měřiče. Výsledek zkoušky je důležitým faktorem pro určení stanoveného měřidla. K vydání této normy je třeba dále: „české technické normy, další technické normy nebo technické dokumenty mezinárodních, popřípadě zahraničních organizací, nebo jiné technické dokumenty obsahující podrobnější technické požadavky.“ [15, s. 18]

Vyhláškou č. 345/2002 Sb. kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu je definováno, že pro právní platnost výsledků z analyzátorů alkoholu v dechu je třeba podrobit tyto přístroje schvalování a ověřování na jehož základě můžeme měřidla označit jako stanovená. Ostatní přístroje, které tomuto schvalování nepodlehnu mohou být použity pouze jako orientační zařízení. Jedinými dvěma stanovenými měřidly v současné době v České republice jsou přístroje společnosti Dräger Safety s. r. o. Konkrétně se jedná o přístroje Alcotest 6820 a Alcotest 7510 [16]. V praktické části práce byl využit přístroj Alcotest 7510, který prošel kalibrací 21. 11. 2019 (kalibrační protokol se nachází v Příloze 4).

3.6 Rozdíly jednotlivých použitých dechových analyzátorů

Na základě technického popisu jednotlivých přístrojů (přiloženy v příloze této práce), které byly v rámci praktické části práce použity je sestavena tabulka (viz Tabulka 2), ve které jsou jednotlivé charakteristiky přístroje zobrazeny.

Tabulka 2 - Technický popis zařízení [vlastní zpracování]

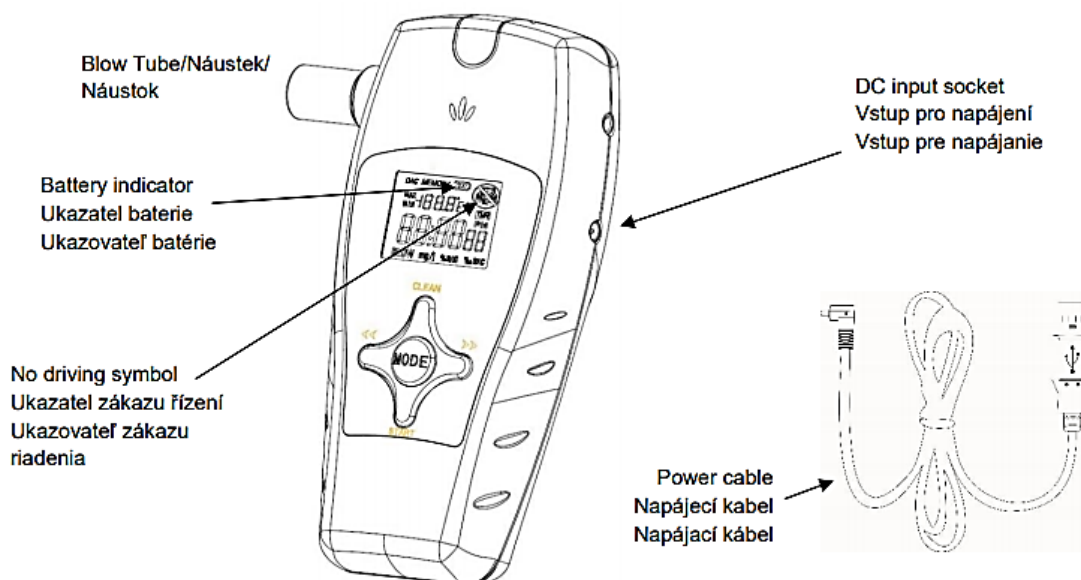
	Dräger Alcotest 7510	AlcoScan AL 5500	Solight 1T04
Rozsah měření	Koncentrace alkoholu v dechu: 0,00 až 3,0 mg/L Koncentrace alkoholu v krvi: 0,00 až 6,00 ‰	0,0 - 4,0 promile	0,00 ‰, 0,10 ~ 3,0 ‰
Paměť		0	10 hodnot
Napájení	alkalické baterie, NMH akumulátorové baterie, Lithium-Iontová akumulátorová baterie	2 ks 1,5V AA alkalická	3 ks, 1,5 V alkalických baterií nebo USB nabíjecí zdroj DC 5V
Displej		<i>zobrazované údaje jsou v promile</i>	grafický a digitální s dvoubarevným podsvícením
Délka měřeného výdechu	přednastaveno 2 sekundy (nastavitelné)		cca 7 sekund nepřerušovaného proudu
Rozměry	185*90*44 mm	110*46*20 mm	61*123*27 mm
Hmotnost	433 g (včetně baterií)	92 g	78 g (bez baterií)
Hodnota pro upozornění	0,03 mg/L	0,10 ‰	0,10 ‰
Norma	CE	CE	CE
Príslušenství	3 ks náustků, zápěstní řemínek	5 ks náustků, 2 ks baterie AA	2 ks náustků
Provozní teplota	-10 až 50 °C, 10 až 100 % rel. Vlhkost, 600 až 1 100 hPA	10 - 40 °C	0 °C - 40 °C
Senzor	elektrochemický senzor	polovodičové čidlo	polovodičové čidlo
Čas přípravy k měření	cca 10 sekund	40 sekund	50 sekund
Čas reakce	4 sekundy	2 - 4 sekundy	3-20 sekund
Přesnost	až 0,50 mg/L - 0,008 mg/L nebo >0,50 mg/L 1,7 % naměřené hodnoty	cca 10 %	
Objem vdechu	1,2 litru		

3.6.1 Technický popis zařízení – polovodičové

Polovodičové měřiče je nutné před jejich použitím nechat zaktivovat. Během této aktivace dojde k inicializaci polovodičového čidla a zařízení je připraveno k měření. Po zahřátí polovodičového čidla je přístroj schopen detekovat plynný ethanol a dle jeho koncentrace mění svůj odpor. Změna odporu, kterou přístroj detekuje je následně převedena na číselný údaj, který je výslednou hodnotou udávající koncentraci alkoholu v dechu testovaného.

Nevýhodou těchto zařízení je jejich značně kratší životnost díky tomu, že se při každém použití senzor musí nahřát na teplotu přibližně 300 °C a díky tomu se rychleji opotřebuje, má vysokou spotřebu baterií. Další nevýhodou je přídavná funkce čidel, která detekuje i další chemické látky, které pochází například z energetických nápojů, žvýkaček, cigaret a kávy, čímž může být uvedená výsledná hodnota značně ovlivněna.

Naopak nespornou výhodou je jejich nízká cena [13].



Obrázek 2 - Měřící přístroj Solight 1T04 [17]

3.6.2 Technický popis zařízení – elektrochemické

Elektrochemická zařízení fungují s využitím palivového článku, který v sobě mají zabudovaný. Skrz tlakové čidlo je do přístroje nasát přesný objem vzduchu, který se v palivovém článku přemění na elektrický proud. Jeho množství následně určuje množství ethanolu ve vdechovaném vzduchu. Jednou z nesporných výhod elektrochemických přístrojů je jejich schopnost detekce pouze ethanolu a výsledek tak není nikdy ovlivněn jinými plyny. Palivový článek se před použitím nemusí nijak zahřívat a díky tomu je výdrž baterie mnohem vyšší. Oproti polovodičovým měřičům jsou elektrochemické dražší, ale v poslední době už i to není úplně pravidlem [13].

3.7 Hodnocení hladiny alkoholu u řidičů a legislativní úprava

Soudní lékaři na základě praxe tvrdí, že jakmile řidič vozidla přesáhne hladinu 0,80 ‰, jeho schopnost bezpečně se chovat v silničním provozu značně klesá a řidič se v tu chvíli stává nebezpečím pro sebe i okolí. Někteří řidiči jsou schopni vozidlo ovládat i při vyšších hladinách alkoholu, ovšem o bezpečné jízdě v tu chvíli nelze spekulovat.

Alkohol primárně působí na centrální nervovou soustavu, což má za následek ovlivnění psychických funkcí člověka. To se projevuje změnou emočního vnímání, mluvností a postupně i uvolňování zábran, které jsou dány výchovou a morálkou. Dochází také ke zvyšování sebedůvěry, což se projevuje větším riskováním za volantem a ubýváním soustředěnosti, schopností odhadu vzdálenosti, předpovídání situace a rychlostí reakce. Změny jsou také spojeny s rychlostí akomodace oka na přejezdy ze světla do tmy společně i s „tunelovým viděním“, kdy řidič přestává vnímat okolní prostředí a snaží se soustředit pouze na to, co se děje bezprostředně před ním. Opilí řidiči se také projevují svojí

agresivitou ať už vůči okolí, nebo vůči sobě samému. Bývá často vyvolávána zcela základními věcmi, nad kterými by se za střízlivého stavu ani nepozastavili.

Vliv alkoholu na řidiče je tedy zcela nezpochybnitelný. V Tabulce 3 je uvedeno možné chování řidiče, i když i to je zcela individuální, protože každý má toleranci na alkohol v jiné hladině [18].

Tabulka 3 - Vliv alkoholu na řidiče vozidla [18]

U většiny řidičů jsou při daných hladinách etanolu v krvi pozorovány následující příznaky:	
0,2–0,5 ‰	prokazatelně zhoršené schopnosti řídit, tendence riskovat, nepřiměřená sebedůvěra, zhoršená schopnost rozeznat pohybující se světla, horší odhad vzdálenosti
0,5–0,8 ‰	kromě výše uvedených příznaků se u řidiče můžeme setkat s pronikavě prodlouženým reakčním časem (zhoršený postřeh), dále roste přeceňování vlastních schopností, oči se obtížně přizpůsobují přechodu ze světla do tmy a naopak, je horší vnímání barev (červená!!!), zhoršená schopnost soustředění, poruchy rovnováhy, dále se zhoršuje odhad vzdálenosti
0,8–1,2 ‰	kromě výše uvedeného se navíc zhoršuje i schopnost vnímat okraje zorného pole (tzv. tunelové vidění), přichází další zhoršování soustředění, je ještě více prodloužen reakční čas, roste bezohlednost při řízení
1,2 ‰	řidič představuje pro sebe i okolí obrovské riziko – nadále se zhoršují poruchy soustředění, reakční čas, rovnováha i nekritičnost, častá je špatná orientace; i velmi zkušený řidič se v tomto stavu může dopustit hrubých chyb, jako je např. sešlápnutí plynu místo brzdy apod.

V České republice existuje několik legislativních dokumentů, které oblast vlivu alkoholu na řidiče ošetřují. „Zákaz jízdy pod vlivem alkoholického nápoje nebo užití návykové látky pro řidiče vyplývá ze zákona o provozu na pozemních komunikacích. Řidič nesmí požit alkoholický nápoj nebo užít návykovou látku během jízdy a nesmí řídit vozidlo nebo jet na zvířeti bezprostředně po požití alkoholického nápoje nebo užití návykové látky, nebo v takové době po požití alkoholického nápoje nebo užití návykové látky, kdy by mohl být ještě pod jejich vlivem. Ustanovení zákona stanoví řidiči povinnost podrobit se na výzvu policisty dechové zkoušce a v případě pozitivního zjištění

i lékařskému vyšetření s odběrem krve (moči). Nerespektování těchto povinností může řidič naplnit znaky přestupku i trestného činu. Policista je ke kontrole oprávněn na základě § 124 odst. 8 písem. e) a f) zákona o provozu na pozemních komunikacích.“
[11, s. 58, 59]

Jednotlivé sankce za řízení pod vlivem alkoholu jsou rozděleny do třech kategorií – hodnoty vykazující do 0,3 ‰, hodnoty nad 0,3 ‰ a výsledné hodnoty nad 1 ‰. Podle toho, do jaké kategorie testovaný subjekt spadá se na něj také vztahují sankce.

V kategorii do 0,3 ‰ se celá věc řeší jako přestupek ve správním řízení, ve kterém může být řidiči vyměřena pokuta od 2 500 Kč do 20 000 Kč, případně i zákaz řízení motorového vozidla v délce od 6 do 12 měsíců.

V kategorii nad 0,3 ‰ se jedná o přečin, který je kvalifikován jako přestupek. Řidiči je v rámci bodového hodnocení udělen trest 7 bodů a pokuta ve výši 2 500 Kč až 20 000 Kč. K tomu je možné také udělit zákaz řízení motorového vozidla v délce od 6 do 12 měsíců.

V případě, že je řidiči prokázáno, že řídil s více než 1 ‰ alkoholu v krvi, je jeho přečin hodnocen jako trestný čin ve stavu vylučující protiprávnost a řidič je potrestán 7 body v bodovém hodnocení a jeho konání je posuzováno v soudním řízení. V rámci něho může řidič dostat trest odnětí svobody v délce 3 let, zákaz řízení motorového vozidla nebo finanční pokutu [20].

4 METODIKA

4.1 Popis měření

Vybraná skupina 4 dobrovolníků požila vždy minimálně 3 hodiny po jídle (aby bylo zamezeno ovlivnění rychlosti vstřebávání díky obsahu žaludku) předem definované množství alkoholu. Po dopití poslední kapky bylo odměřeno 30 minut. V tomto čase bylo dokončeno vstřebávání ethanolu a začíná fáze vylučování. Měření byla zaznamenána a porovnána s teoretickým výpočtem.

4.2 Výpočet množství ethanolu v lidském těle

Pro výpočet teoretického výsledku bylo nutno znát hmotnost testovaného subjektu a jeho pohlaví, obsah alkoholu v nápoji, jeho objem a hustotu ethanolu.

V tomto případě dobrovolníci požili 0,5 litru 12° piva (obsah alkoholu 5 %), 0,2 litru bílého vína (obsah alkoholu 12 %), 0,2 litru červeného vína (obsah alkoholu 14 %), 0,08 litru destilátu (obsah alkoholu 40 %) a 0,5 litru vody (obsah alkoholu 0 %).

Samostatný výpočet

Dotyčná žena vážící 60 kg požila 0,5 litru 12° piva o obsahu alkoholu 5 %. Výpočet hmotnosti ethanolu v nápoji byl zjištěn z tohoto vzorce:

$$hmotnost_{ethanol\ v\ nápoji} = \frac{500\ ml \times 5\ \% \times 0,8\ \frac{g}{cm^3}}{100} = 20g$$

Díky znalosti hmotnosti ethanolu v nápoji lze dosadit do následujícího vzorce, jehož výsledkem je maximální teoretická hodnota promile v těle. Této hodnoty ovšem nelze nikdy dosáhnout, protože ve chvíli, kdy testovaný subjekt alkohol požije začíná vstřebávací fáze ethanolu. Maximální teoretická hodnota tedy

nikdy nenastane. Zároveň je třeba zohlednit vstřebávací deficit 10 %, který určuje hmotnost ethanolu, který pouze projde tělem, nevstřebá se a je vyloučen. Tento deficit 10 % platí pro stav, kdy je testovaný subjekt na lačno. Čím větší je objem náplně žaludku, tím víc se vstřebávací deficit zvyšuje [18].

$$\text{maximální teoretická hodnota} = \frac{18g}{60 kg \times 0,6} = 0,50 \text{ ‰}$$

Zpětným dopočtem byla tedy následně definováno rozpětí (vypočítaná hladina), které určuje teoretickou hladinu promile ethanolu v těle měřeného subjektu. Tento výpočet platí za předpokladu, že rychlost vylučování ethanolu je 0,12 g/kg až 0,20 g/kg za hodinu. Bylo předpokládáno, že toto rozpětí naměří jednotlivé přístroje.

$$\text{vypočítaná hladina} = \left(0,50 \text{ ‰} - 0,20 \frac{g}{kg} \times 0,5\right) \text{ až } \left(0,50 \text{ ‰} - 0,12 \frac{g}{kg} \times 0,5\right)$$

$$\text{vypočítaná hladina} = 0,40 \text{ ‰} \text{ až } 0,44 \text{ ‰}$$

Výsledky měření

Jednotlivá měření byla zaznamenána do přehledné tabulky dle obsahu alkoholu daného nápoje a hmotnosti měřeného subjektu. Výsledné hodnoty z jednotlivých analyzátorů byly zaneseny do grafu společně s maximální teoretickou hodnotou a vypočítanou hladinou.

4.3 Použité přístroje

- Digitální alkohol tester Solight 1T04
- Digitální detektor alkoholu ALCOSCAN AL5500
- Alkoholový tester Dräger Alcotest 7510 (Ověřovací list viz Příloha 5)

Fotodokumentace všech přístrojů je v Příloze 6, 7, 8, 9.

5 VÝSLEDKY

5.1 Objem 0,5 l, obsah alkoholu 5 %

Tabulka 4 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,5l, obs. alk. 5 %)

žena	60 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	20 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	18 g
maximální teoretická hodnota	0,50 ‰
vypočítaná hladina	0,40 až 0,44 ‰

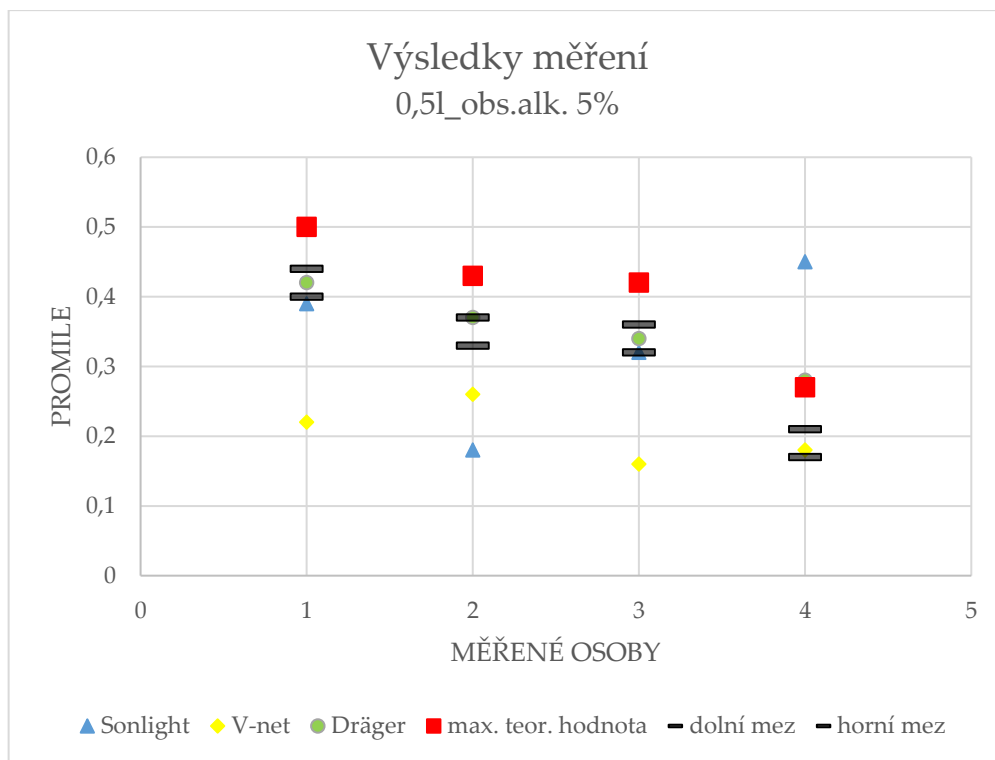
žena	70 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	20 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	18 g
maximální teoretická hodnota	0,43 ‰
vypočítaná hladina	0,33 až 0,37 ‰

žena	71 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	20 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	18 g
maximální teoretická hodnota	0,42 ‰
vypočítaná hladina	0,32 až 0,36 ‰

muž	94 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	20 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	18 g
maximální teoretická hodnota	0,27 ‰
vypočítaná hladina	0,17 až 0,21 ‰

Tabulka 5 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,5l, obs. alk. 5 %)

	Solight 1T04	Alcoscan AL5500	Dräger Alcotest 7510	max. teor. hodnota	dolní mez	horní mez
1	0,39	0,22	0,42	0,50	0,40	0,44
2	0,18	0,26	0,37	0,43	0,33	0,37
3	0,32	0,16	0,34	0,42	0,32	0,36
4	0,45	0,18	0,28	0,27	0,17	0,21



Obrázek 3 - Výsledný graf (0,5l, obs. alk. 5 %)

5.2 Objem 0,2 l, obsah alkoholu 12 %

Tabulka 6 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,2l, obs. alk. 12 %)

žena	60 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	19 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	17 g
maximální teoretická hodnota	0,48 ‰
vypočítaná hladina	0,38 až 0,42 ‰

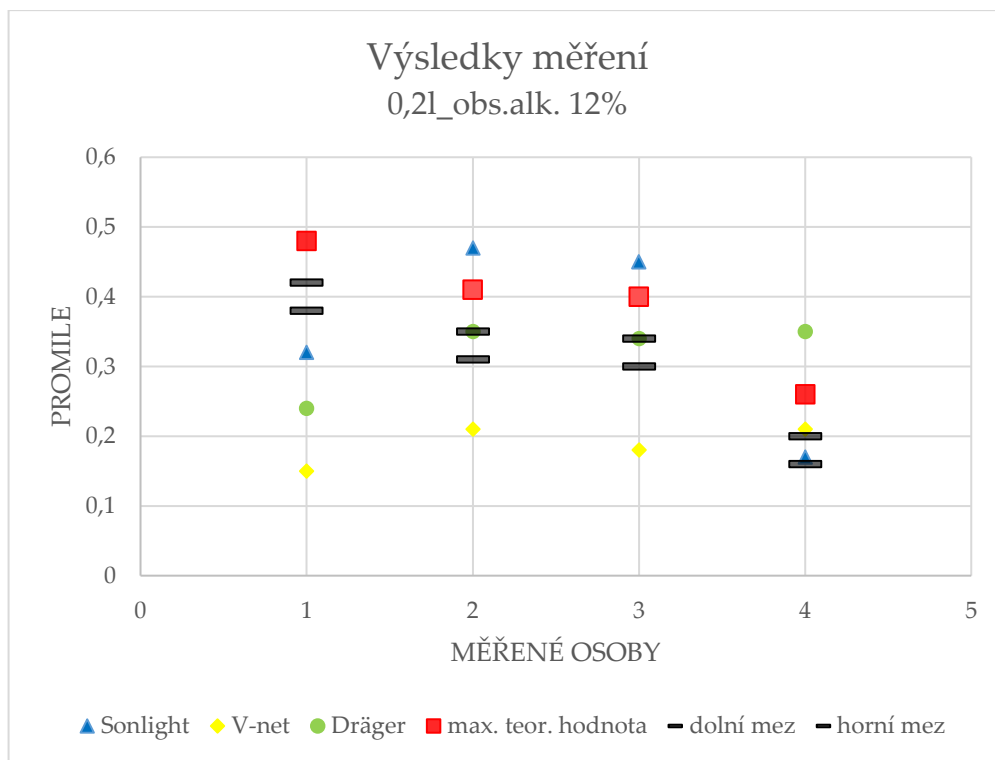
žena	70 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	19 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	17 g
maximální teoretická hodnota	0,41 ‰
vypočítaná hladina	0,31 až 0,35 ‰

žena	71 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	19 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	17 g
maximální teoretická hodnota	0,40 ‰
vypočítaná hladina	0,30 až 0,34 ‰

muž	94 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	19 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	17 g
maximální teoretická hodnota	0,26 ‰
vypočítaná hladina	0,16 až 0,20 ‰

Tabulka 7 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,2l, obs.alk. 12 %)

	Solight 1T04	Alcoscan AL5500	Dräger Alcotest 7510	max. teor. hodnota	dolní mez	horní mez
1	0,32	0,15	0,24	0,48	0,38	0,42
2	0,47	0,21	0,35	0,41	0,31	0,35
3	0,45	0,18	0,34	0,40	0,30	0,34
4	0,17	0,21	0,35	0,26	0,16	0,20



Obrázek 4 - Výsledný graf (0,2l, obs. alk. 12 %)

5.3 Objem 0,2 l, obsah alkoholu 14 %

Tabulka 8 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,2l, obs. alk. 14 %)

žena	60 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	22,4 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	20,2 g
maximální teoretická hodnota	0,56 ‰
vypočítaná hladina	0,46 až 0,50 ‰

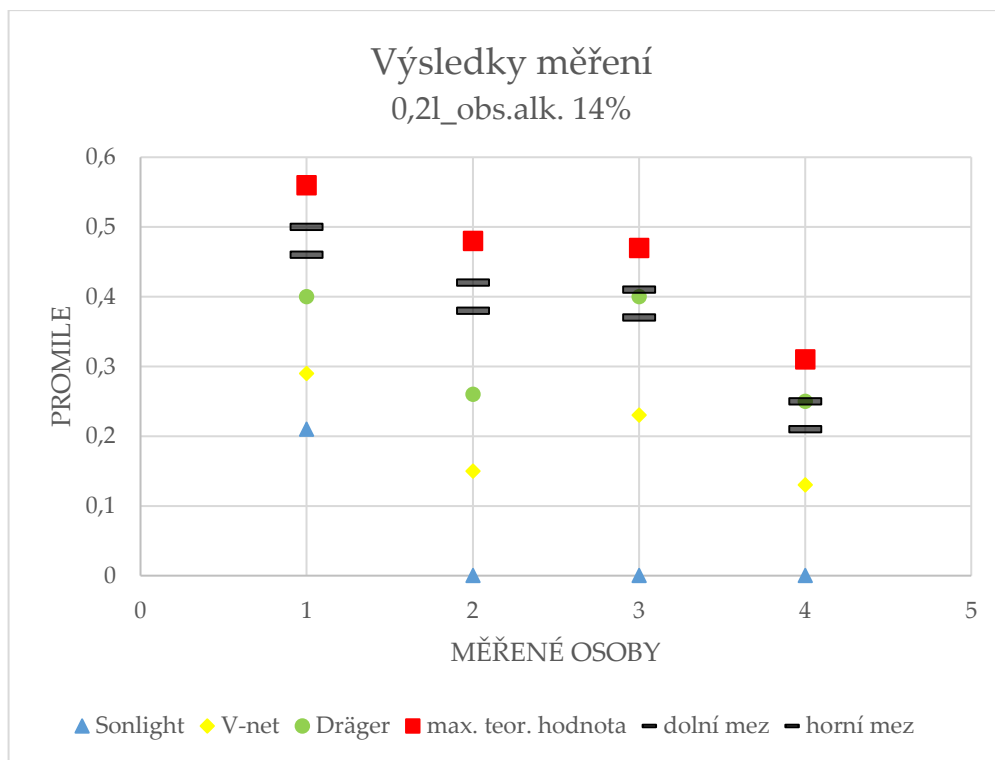
žena	70 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	22,4 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	20,2 g
maximální teoretická hodnota	0,48 ‰
vypočítaná hladina	0,38 až 0,42 ‰

žena	71 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	22,4 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	20,2 g
maximální teoretická hodnota	0,47 ‰
vypočítaná hladina	0,37 až 0,41 ‰

muž	94 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	22,4 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	20,2 g
maximální teoretická hodnota	0,31 ‰
vypočítaná hladina	0,21 až 0,25 ‰

Tabulka 9 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,2l, obs. alk. 14 %)

	Solight 1T04	Alcoscan AL5500	Dräger Alcotest 7510	max. teor. hodnota	dolní mez	horní mez
1	0,21	0,29	0,40	0,56	0,46	0,5
2	0,00	0,15	0,26	0,48	0,38	0,42
3	0,00	0,23	0,40	0,47	0,37	0,41
4	0,00	0,13	0,25	0,31	0,21	0,25



Obrázek 5 - Výsledný graf (0,2l, obs. alk. 14 %)

5.4 Objem 0,04 l, obsah alkoholu 40 %

Tabulka 10 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,04l, obs. alk. 40 %)

žena	60 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	12,8 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	11,7 g
maximální teoretická hodnota	0,33 ‰
vypočítaná hladina	0,23 až 0,27 ‰

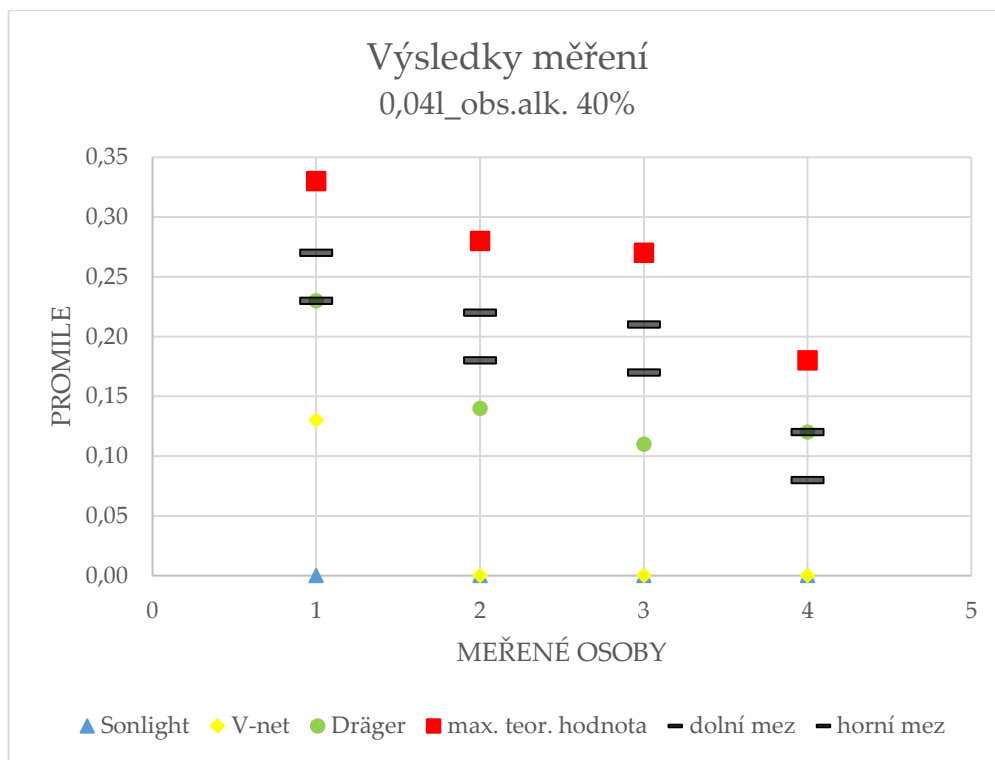
žena	70 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	12,8 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	11,7 g
maximální teoretická hodnota	0,28 ‰
vypočítaná hladina	0,18 až 0,22 ‰

žena	71 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	12,8 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	11,7 g
maximální teoretická hodnota	0,27 ‰
vypočítaná hladina	0,17 až 0,21 ‰

muž	94 kg
hmotnost ethanolu v nápoji	12,8 g
hmotnost vstřebaného ethanolu	11,7 g
maximální teoretická hodnota	0,18 ‰
vypočítaná hladina	0,08 až 0,12 ‰

Tabulka 11 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,04l, obs. alk. 40 %)

	Solight 1T04	Alcoscan AL5500	Dräger Alcotest 7510	max. teor. hodnota	dolní mez	horní mez
1	0,00	0,13	0,23	0,33	0,23	0,27
2	0,00	0,00	0,14	0,28	0,18	0,22
3	0,00	0,00	0,11	0,27	0,17	0,21
4	0,00	0,00	0,12	0,18	0,08	0,12



Obrázek 6 - Výsledný graf (0,04l, obs. alk. 40 %)

5.5 Vyloučení falešné positivity

Všem testovaným ukázali všechny přístroje 0,00 ‰ po požití vody, a tedy žádný neprokázal falešnou pozitivitu.

6 DISKUZE

Tolerance alkoholu v dechu řidičů se v jednotlivých státech Evropy liší (viz Tabulka 12) a orientační dechová zkouška před usednutím za volant se tak zdá jako dobrým pomocníkem pro zjištění aktuální hodnoty alkoholu v dechu. Lze ovšem výsledkům naměřených jednotlivými přístroji věřit a výsledek brát za směrodatný?

Tabulka 12 - Limit legální hodnoty alkoholu u řidičů ve státech EU [21]

Stát	Limit (g/l)	Stát	Limit (g/l)
Belgie	0,5	Malta	0,8
Česká republika	0	Německo	0,5
Dánsko	0,5	Nizozemsko	0,5
Estonsko	0,2	Polsko	0,2
Finsko	0,22	Portugalsko	0,5
Francie	0,5	Rakousko	0,5
Irsko	0,5	Řecko	0,5
Itálie	0,5	Slovensko	0
Kypr	0,22	Slovinsko	0,5
Litva	0,4	Španělsko	0,5
Lotyšsko	0,5	Švédsko	0,2
Lucembursko	0,5	Velká Británie	0,8
Maďarsko	0		

Na tuto otázku jsme se snažili odpovědět v rámci praktické části této práce. Představa, že výsledky jednotlivých přístrojů budou shodné, nebo alespoň podobné však byla vyvrácena hned při prvním měření, kdy rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou hodnotou činil celých 0,29 ‰. Co lze ovšem jednoznačně potvrdit, je vysoká citlivost přístroje Dräger Alcotest 7510 již na nízké hladiny ethanolu. Nejnižší naměřená hodnota tímto přístrojem byla 0,11 ‰ (viz měření po požití 0,04 l, obsah alkoholu 40 %). Tato hodnota je zároveň nejmenší hodnota, kterou přístroje byly schopné naměřit (nepočítáme-li hodnotu 0,00 ‰). Tím, že přístroj Dräger Alcotest 7510 je jedním ze dvou stanovených měřidel v České republice zároveň vyvstává i představa, že výsledky z tohoto přístroje

budou odpovídat těm, které lze získat teoretickým výpočtem. To ovšem z provedené zkoušky nelze tvrdit s naprostou jistotou, protože v rámci teoretických mezí se výsledky z přístroje Dräger Alcotest 7510 objevily pouze ve 13 měření z 20 celkových (tedy úspěšnost 65 %).

PČR musí od roku 2010 na základě interního policejního předpisu provést při dohledu na bezpečnost a plynulost provozu dechovou zkoušku. V současné době PČR pro svou činnost využívá alkohol testery Dräger Alcotest 7510 (dříve Dräger Alcotest 7410, který byl stanoveným měřidlem do roku 2016 [16]). Provedení zkoušky tímto přístrojem je tak považováno za odbornou zkoušku a na výsledek z těchto přístrojů se lze odvolávat při dalším správním řízení. Jak je zřejmé z provedeného pokusu, nelze tvrdit, že je přístroj zcela spolehlivý v porovnání s teoretickým výpočtem. Paradoxem je, že když stanovené měřidlo vyhodnotí pozitivní výsledek u testovaného subjektu, není nutnost provádět krevní test, který je nejpřesnějším zjištěním hladiny ethanolu v těle [22].

Přístroj Solight 1T04 byl na základě nezávislého testu společností dTest v roce 2016 ohodnocen 85 % - tedy výsledek „velmi dobrá kvalita“ [23]. Tento měřič vykazoval hodnoty v polovině provedených pokusů pod teoretickým rozmezím anebo ukázal 0,00 ‰, ačkoliv testovaný subjekt alkohol požil a jiné testery alkohol naměřily. Co je ovšem neopomenutelnou nevýhodou tohoto přístroje, jsou velké nároky na baterie. I přesto, že byly do přístroje vloženy plně nabitě baterie, nevydržel pracovat téměř ani 3 měření a dá se tedy spekulovat, že i tím může být výsledek testu zkreslený. V případě, že přístroj ukázal 0,00 ‰ však byl vždy zapojen do napájení a test proveden pro jistotu znovu. I v takovém případě ovšem výsledek byl stejný.

Dle uživatelských recenzí byl produktem roku v oblasti osobních alkohol testerů vyhlášen V-net Alcoscan AL5500 [24]. V rámci pokusu se výsledky tohoto přístroje pohybovaly hluboce pod teoretickým výsledkem nebo naměřil 0,00 %.

Pokud bychom chtěli zhodnotit spolehlivost jednotlivých přístrojů, bylo by nejjednodušším způsobem bodové ohodnocení na základě toho, jak moc se naměřený výsledek blížil střední hodnotě rozmezí získaného teoretickým výpočtem. Po sečtení těchto bodů by se jako nejlepší (nejpřesnější) přístroj na pomyslném prvním místě objevil Dräger Alcotest 7510, na druhém místě Alcoscan AL5500 a na třetím místě přístroj Solight 1T04. Samozřejmě v rámci tak malého vzorku testovaných subjektů nelze s určitostí říci, který přístroj spolehlivý je a který není, nicméně v rámci možností, které současná koronavirová krize umožňovala uskutečnit jsme přesvědčeni, že i tento výsledek může minimálně naznačit, že dechové alkohol testery nemusí být tak spolehlivé, jak se na první pohled zdá.

V roce 2015 byla provedena studie se vzorkem čítající 78 osob (mužů a žen), kdy jednotlivé subjekty mohly pít alkohol v jakékoliv míře (vše bylo zaznamenáno) až do chvíle, kdy se cítily opilé. Následně byla všem testovaným provedena nejprve dechová zkouška přístrojem Dräger 9510 a odebrán krevní vzorek pro ověření hodnoty vykázané přístrojem. Výsledkem této studie byla demonstrace široké škály faktoru Q, díky kterému přístroje (kromě Drägeru) přepočítávají hodnotu naměřenou v dechu na přibližnou hodnotu alkoholu v krvi. Zároveň lze říci, že tento faktor se zvyšuje společně s narůstající naměřenou hodnotou v dechu [25]. Krevní testy jsou tak nesporně nejpreciznější metodou, jak lze hodnotu alkoholu v těle testovaného subjektu zjistit.

Jiná studie publikovaná v březnu 2020 zase upozorňuje na rozdílnost výsledků po rozličných způsobech vdechnutí vzduchu do přístroje.

54 testovaných subjektů mělo za úkol pít předem vybraný nápoj (obsah alkoholu 5,2 %) do té doby, dokud nepřekročí hranici 0,1 ‰ naměřenou polovodičovým dechovým analyzátozem Alco-Sensor IV. Následně bylo měření provedeno několikrát za různých podmínek. Nejprve po vdechnutí do přístroje bez hlubokého nádechu, ale za dodržení požadovaného objemu vzduchu pro naměření hodnoty. Pokus pokračoval vdechnutím vzduchu pouze jednou stranou úst, vdechnutím ihned po hyperventilaci (10 nádechů a výdechů během 10 vteřin) a 5 a 10 minut poté. Nakonec byl testovanému subjektu podán doušek vody a ihned poté bylo provedeno měření. Toto měření bylo zopakováno ještě po 5 minutách. Ačkoli testovaný vzorek nebyl moc početný, dalo se z měření vyvodit, že rozdílný způsob vdechu do přístroje může ovlivnit výsledek testu. Obzvláště po hyperventilaci a požití vody byl výsledek nižší než v případě obvyklého vdechu [26, 27].

Výzkum z roku 2002 testoval opět souvislost mezi výsledkem z dechového analyzátoru v porovnání s výsledkem daným krevním testem. Celkově bylo testováno 9 mužů a 9 žen. 60 minut od začátku konzumace alkoholu byla testovaným subjektům poprvé odebrána krev. Tento odběr byl zopakován ve třiceti minutových intervalech ještě 4x a poté proběhly další 3 odběry v časovém rozmezí jedné hodiny. Pro dechovou zkoušku byl využit přístroj Intoxilyzer 5000S fungující na principu infračervené spektrometrie. Výsledkem studie bylo jednoznačné zjištění, že dechová zkouška vykazuje vždy menší hodnotu než zkouška krevní, což může znamenat výhodnou pozici pro testovaný subjekt v případě policejní dechové zkoušky [28].

V roce 1995 bylo provedeno porovnání hodnot naměřených dechovým analyzátozem Dräger 7410 s výsledky z plynové chromatografie (následně potvrzené Widmarkovou zkouškou) ze stanovení alkoholu v krvi. Prodleva mezi dechovou zkouškou a krevním odběrem nebyla nikdy delší než 5 minut. Celkově

bylo získáno během 6 měsíců 700 záznamů, které byly vyšší než 0,20 ‰. Za přijatelnou odchylku byla v porovnání výsledku stanovena hodnota 15 %. Této podmínce vyhovělo 55 % hodnot. Autor této studie na závěr konstatoval, že použití dechových analyzátorů pro soudní případy je často využíváno, leč nesprávné [33].

Dechové analyzátory se často potýkají s obviněním, že naměří falešně pozitivitu díky přítomnosti acetonu v dechu diabetiků, požití ústní vody nebo přípravků sloužících k osvěžení dechu nebo nadýchání se výparů z vody do ostříkovačů [29]. Těmto vadám předchází polovodičové přístroje, které jsou citlivé pouze na ethanolu v dechu (např. Dräger Alcotest 7510) a ostatní složky ignorují. Naopak citlivé i na tyto součásti jsou elektrochemické přístroje, které mohou vykazovat pouze orientační výsledky a nelze se na ně úplně spolehnout. Kritika dechových analyzátorů Dräger byla zaznamenána také případem z roku 2013, kdy hlídka PČR zastavila řidiče, který ačkoli tvrdil, že v daný den alkohol nepožil nadýchal 3x po sobě (v rozmezí 5 minut) jinou hodnotu promile alkoholu v dechu, která se zároveň nenacházela v přípustné odchylce měření. Testovaný tak byl dále poslán na testy z krve nebo moči. V moči byla hodnota promile ještě vyšší než hodnota, kterou vykázal dechový analyzátor, ovšem hodnota po zpětném propočtu z krve vykázala nulu a česká legislativa uznává jako právoplatný výsledek určený na základě krevního testu. Řidiči byl při dechové zkoušce na místě okamžitě zadržen řidičský průkaz (protože přístroj vykázal hodnotu vyšší, než 0,24 ‰), který byl ale následně po přezkoumání příslušnými úřady vrácen zpět. Těchto případů bohužel není málo (v říjnu 2013 podobných případů řešila Nemocnice Na Bulovce až 2 týdně) a jedná se o další upozornění na ne zcela přesné výsledky z dechových analyzátorů [32].

V současné době vyvstávají nové metody detekce alkoholu v dechu. S jednou z nich přišel i český biochemik Jan Halámek se svým týmem, který působí v USA.

Pro detekci tentokrát ethanolu v těle testovaného není použit dech, krev ani moč, nýbrž pot. Podle Halámka je tato metoda přesnější než dechová zkouška. Celé měření by dle jeho výzkumu bylo založeno na detekčních papírcích, na které by byl testovanému subjektu odebrán z pokožky pot (čili zcela neinvazivní metoda, při které kontrolovaný nemusí maximálně spolupracovat) a na základě přítomnosti či absence ethanolu v krvi, by se proužek zbarvil (čím více detekovaného ethanolu, tím více se proužek zbarví do tmavé). Potní žlázy se nachází v těsné blízkosti s krevním oběhem a díky tomu se alkohol kolující v krvi dostává i do potu. Metoda byla již ozkoušena na malém vzorku dobrovolníků, kteří požívali alkohol do té doby, dokud nepokořili hranici 0,8 ‰ alkoholu v krvi a následně bylo provedeno přes 100 měření, při kterých byly výsledky porovnávány s výsledky vykázanými dnes používanými dechovými analyzátory. Výsledkem byl důkaz přímého vztahu mezi hladinou alkoholu v krvi a v potu [29].

Možnou budoucností dechových alkohol testerů může být instalace měřičů přímo do volantu automobilů. Tento systém by tak otestoval každého řidiče, který by za volant usedl, aniž by o tom věděl. Senzor fungující na základě infračervené spektrometrie by rozpoznal přítomnost ethanolu v dechu a řidiče informoval o tom, že by neměl řídit, nebo by informace byla dále zpracována jinak. Dalším stupněm detekce by mohl být senzor měřící alkohol vyzařovaný z potu, který by řidiči nedovolil automobil ani nastartovat [30, 31].

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo poskytnutí uceleného pohledu na problematiku zabývající se dechovými analyzátory ethanolu a současně porovnání výsledků z nich získaných s výsledky vypočítaných teoretickým výpočtem. Tento cíl byl v rámci praktické a teoretické části splněn.

Na základě ověřovacího listu, kterým je přístroj Dräger Alcotest 7510 jedním ze dvou stanovených měřidel pro Českou republiku jsme předpokládali, že jeho výsledky budou nejpřesnější a budou se nejvíce přibližovat teoretickým hodnotám. Tento předpoklad však nebyl zcela splněn, protože v téměř polovině měření se naměřené hodnoty do teoreticky vypočítaných mezí neumístily. Běžně dostupné analyzátory vykazovaly některé hodnoty správně, ovšem o spolehlivosti jistě nemůže být řeč. Obzvláště u hodnot kolem 0,10%. Výsledky měření by bylo lepší provádět s větší skupinou dobrovolníků, to ovšem aktuální pandemie nemoci COVID-19 neumožňovala uskutečnit.

Na základě praktické části práce bychom navrhovali povinný krevní test po pozitivním výsledku z přístroje Dräger Alcotest 7510, na něž se lze odvolat v případě správného řízení. Jak ovšem bylo naměřeno, ne vždy výsledek souhlasí s teoretickým výpočtem a testovaný tak může být obviněn neprávem.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PČR Policie České republiky

ČMI Český metrologický institut

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HIRT, Miroslav. *Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4308-0.
- [2] EHRMANN, Jiří, Petr SCHNEIDERKA a Jiří EHRMANN. *Alkohol a játra*. Praha: Grada, 2006. Malá monografie (Grada). ISBN 80-247-1048-X.
- [3] Obecné poznatky o alkoholu. Ing. Jaroslav Zikmund: *Stanovení hladiny alkoholu v krvi* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <http://www.zikmund.org/>
- [4] BALÍKOVÁ, Marie. *Forenzní a klinická toxikologie: laboratorní toxikologická vyšetření*. Druhé, doplněné vydání. Praha: Galén, [2017]. ISBN 978-80-7492-304-3.
- [5] KALINA, Kamil. *Základy klinické adiktologie*. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1411-0.
- [6] Stručně o alkoholu. Ing. Jaroslav Zikmund: *Hodnocení stupně ovlivnění*. [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <http://www.zikmund.org/>
- [7] *Základy toxikologie*. Kladno, 2014. Studijní opora. ČVUT Fakulta biomedicínského inženýrství.
- [8] KOOLMAN, Jan a Klaus-Heinrich RÖHM. *Barevný atlas biochemie*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-2977-0.
- [9] Farmakologie etanolu. *Klinika adiktologie* [online]. 2013 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://poradna.adiktologie.cz/article/alkohol/farmakologie-etanolu/>

- [10] GARRETT, Mark, ed. *Encyclopedia of Transportation: Social Science and Policy*. Los Angeles: SAGE Publications, 2014. ISBN 978-1-4522-6779-1.
- [11] PAVLÍČEK, Kamil a Zdeněk KOPECKÝ. *Dopravně bezpečnostní činnost*. Praha: Police history, 2006. ISBN 80-864-7732-0.
- [12] Rozdíly mezi domácími a profesionálními alkohol testery. ALKOHOL TESTER cz [online]. [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <http://alkohol-tester.cz/rozdily-mezi-domacimi-a-profesionalnimi-alkohol-tester/>
- [13] Alkohol tester polovodičový vs elektrochemický. Alkozna.cz [online]. [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <https://alkozona.cz/content/15-alkohol-tester-polovodicovy-vs-elektrochemicky->
- [14] *Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii*. Sbírka zákonů České republiky. 16. listopadu 1990
- [15] *Opatření obecné povahy: kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně metod zkoušení pro schvalování typu a pro ověřování stanovených měřidel: „analyzátory alkoholu v dechu“*. In: . Brno, 2014, 0111-OOP-C040-13.
- [16] Databáze certifikátů typů měřidel – ČMI <http://typover.cmi.cz/>
- [17] Uživatelský manuál pro analyzátor dechu Solight 1T04
- [18] HIRT, Miroslav a František VOREL. *Soudní lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0268-6.
- [19] Destilace. *WebChemie* [online]. 2014 [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.webchemie.cz/destilace.html>

- [20] NOVÁKOVÁ, Michaela. Alkohol za volantem. *Policie České republiky* [online]. Kladno, 2018 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/alkohol-za-volantem-178658.aspx>
- [21] Legální limit. *European Commission: Mobility and transport* [online]. 2020 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/alkohol/prevalence_amp_rate_of_alcohol_consumption/the_legal_limit_en
- [22] Alkohol. *Policie České republiky* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/caste-dotazy-alkohol.aspx?q=Y2hudW09NA%3d%3d>
- [23] Solight 1T04. *Časopis dTest* [online]. 2016 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.dtest.cz/test/solight-1t04/41540>
- [24] Alkohol testery: Test a recenze 8 nejlepších. *Equiplo* [online]. 2020 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.equiplo.cz/alkohol-testery/>
- [25] HARTUNG, Benno, Holger SCHWENDER, Evelyn PAWLIK, Stefanie RITZ-TIMME, Nona MINDIASHVILI a Thomas DALDRUP. Comparison of venous blood alcohol concentrations and breath alcohol concentrations measured with Draeger Alcotest 9510 DE Evidential. *Forensic Science International*. 2016, **258**, 64-67. DOI: 10.1016/j.forsciint.2015.10.026. ISSN 03790738. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0379073815004521>
- [26] KELLY, Brian, Jason BLACK, Jill STOLTZFUS a Holly A. STANKEWICZ. Manipulation of Breath Alcohol Tests: Can Specific Techniques Alter Breath

Alcohol Content? *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*. Wolters Kluwer India Pvt., 2020, **13**(1), 54-57. DOI: 10.4103/JETS.JETS_4_19. ISSN 0974-519X.

[27] Alco-Sensor® IV. *Intoximeters: Experience, Service, Integrity* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.intox.com/product/alco-sensor-iv/>

[28] JONES, A.W a L ANDERSSON. Comparison of ethanol concentrations in venous blood and end-expired breath during a controlled drinking study. *Forensic Science International*. 2003, **132**(1), 18-25. DOI: 10.1016/S0379-0738(02)00417-6. ISSN 03790738. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0379073802004176>

[29] Místo dechové zkoušky papírek a pot, český vědec vymyslel novou metodu pro měření alkoholu v těle. *IRozhlas* [online]. 6. ledna 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/veda/dechova-zkouska-nevyhody-dechove-zkousky-jak-merit-hladinu-alkoholu_2001061341_ban

[30] Breath-Based Technology. *The Driver Alcohol Detection System for Safety (DADSS)* [online]. [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://www.dadss.org/breath-based-technology/>

[31] RAJNOCH, Tomáš. Technologie, které mohou jednou změnit svět. *Intelligentní svět* [online]. 2020, 22. 4. 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://intelligentnisvet.cz/clanky/technologie-ktere-mohou-jednou-zmenit-svet>

- [32] SAMKO, Richard. Reportáž. In: *Události* [zpravodajská relace]. Kritika alko-
testerů, TV, Česká televize, 19. října 2013, 19:00. Dostupné z:
[https://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1097181328-
udalosti/213411000101019/obsah/286180-kritika-alko-testeru/](https://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1097181328-udalosti/213411000101019/obsah/286180-kritika-alko-testeru/)
- [33] Stručně o alkoholu. Ing. Jaroslav Zikmund: *Porovnání výsledků dechového
analyzátoru a plynové chromatografie*. [online]. [cit. 2020-05-12]. Dostupné z:
<http://web.quick.cz/zikmund/drager.htm>
- [34] ŠTEFAN, Jiří a Jan MACH. *Soudně lékařská a medicínsko-právní problematika v
praxi*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0931-7.
- [35] ALKOHOL. *Toxikologické informační středisko: Klinika pracovního lékařství VFN
a 1. LF UK* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: [https://www.tis-
cz.cz/index.php/informace-pro-verejnost/alkohol](https://www.tis-cz.cz/index.php/informace-pro-verejnost/alkohol)

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Křivka vstřebávání alkoholu [8].....	15
Obrázek 2 - Měřicí přístroj Solight 1T04 [17].....	23
Obrázek 3 - Výsledný graf (0,5l, obs. alk. 5 %).....	30
Obrázek 4 - Výsledný graf (0,2l, obs. alk. 12 %)	32
Obrázek 5 - Výsledný graf (0,2l, obs. alk. 14 %)	34
Obrázek 6 - Výsledný graf (0,04l, obs. alk. 40 %).....	36

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Rychlost vstřebávání alkoholu [18]	13
Tabulka 2 - Technický popis zařízení [vlastní zpracování]	22
Tabulka 3 - Vliv alkoholu na řidiče vozidla [18].....	25
Tabulka 4 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,5l, obs. alk. 5 %)	29
Tabulka 5 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,5l, obs. alk. 5 %)	29
Tabulka 6 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,2l, obs. alk. 12 %).....	31
Tabulka 7 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,2l, obs.alk. 12 %)	31
Tabulka 8 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,2l, obs. alk. 14 %)....	33
Tabulka 9 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,2l, obs. alk. 14 %).....	33
Tabulka 10 - Teoretické výsledky pro měřené subjekty (0,04l, obs. alk. 40 %) 35	
Tabulka 11 - Výsledky z přístrojů, teoretické hodnoty (0,04l, obs. alk. 40 %)..	35
Tabulka 12 - Limit legální hodnoty alkoholu u řidičů ve státech EU [21]	37

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Technické parametry Solight 1T04.....	53
Příloha 2 - Technické parametry ALCOSCAN AL5500	53
Příloha 3 - Technické parametry Dräger Alcotest 7510	54
Příloha 4 - Kalibrační protokol (Dräger Alcotest 7510)	58
Příloha 5 - Ověřovací list (Dräger Alcotest 7510)	59
Příloha 6 - Přístroje použité k měření [vlastní zpracování].....	61
Příloha 7 - Digitální alkohol tester Solight 1T04 [vlastní zpracování].....	61
Příloha 8 - Digitální detektor alkoholu ALCOSCAN AL5500 [vlastní zpracování].....	62
Příloha 9 - Alkoholový tester Dräger Alcotest 7510 [vlastní zpracování].....	62

Příloha 1 - Technické parametry Solight 1T04

Technická data

1.	Rozsah měření:	0,00 ‰, 0,10 ~ 3,0 ‰, Hi nebo 0,00 mg/l, 0,05 ~ 1,5 mg/l, Hi nebo 0,00 ‰, 0,01 ~ 0,3 ‰, Hi
2.	Paměť:	10 hodnot
3.	Napájení:	3 ks 1,5V alkalických baterií nebo USB nabíjecí zdroj DC 5V s dodávaným USB kabelem
4.	Displej:	Grafický a digitální s dvoubarevným podsvícením
5.	Úsporný režim:	2 minuty po stisku jakéhokoli tlačítka
6.	Délka měřeného výdechu:	Přibližně 7 sekund nepřerušovaného proudu vzduchu
7.	Rozměry:	61*123*27 mm
8.	Hmotnost:	78g (bez baterií)
9.	Kalibrovaná hodnota pro upozornění:	0,2‰ BAC
10.	Norma:	CE
11.	Příslušenství:	2 ks náustků
12.	Provozní teplota:	0 °C – 40 °C

Příloha 2 - Technické parametry ALCOSCAN AL5500

Specifikace

Rozsah měření:	0,0 – 4,0 promile
Rozměry:	110 x 46 x 20 mm
Hmotnost:	92 gramů
Baterie:	2x 1,5V AA alkalická
Senzor:	polovodičové čidlo
Čas přípravy k měření:	40 sec
Čas reakce:	2 - 4 sec
Provozní teplota:	+10 – + 40C
Kalibrace:	pravidelně po 6 měsících. Kalibraci provádí dovozce detektoru.
Přesnost:	+/- 10 %
Životnost baterie:	100 až 200 měření

11 Technické údaje

Princip měření

Elektrochemický senzor

Rozsah měření (ve standardním nastavení)

Koncentrace alkoholu v dechu

0,00 až 3,0 mg/L (hmotnostní podíl etanolu v objemovém množství vydechaného vzduchu při teplotě 34 °C a tlaku 1 013 hPa.)

Koncentrace alkoholu v krvi

0,00 až 6,00 ‰ (hmotnostní podíl etanolu v objemovém nebo hmotnostním množství krve při teplotě 20 °C a tlaku 1 013 hPa. U těchto údajů se používá činitel přepočtu mezi koncentrací alkoholu v dechu a v krvi 2 100.)

Oblast zobrazení

Rozsah zobrazení je totožný s rozsahem měření.

Pokud by byl výsledek měření mimo měřicí rozsah, objeví se na displeji tři šipky » ↑ ↑ ↑ « = překročení rozsahu měření.

Zobrazení naměřených hodnot při konfiguraci podle normy ČSN EN 15964:

Naměřená hodnota	Zobrazení
0,0 mg/L až 0,03 mg/L	00.0 mg/L
> 0.03 mg/L	naměřená hodnota

Podmínky prostředí	
při provozu	–10 až 50 °C 10 až 100 % rel. vlhk. (bez kondenzace) 600 až 1 100 hPa
při uskladnění	–40 až 70 °C
Odběr vzorku	
minimální doba vdechu	nastavitelná přednastavení: 2 sek.
minimální objem vdechu	nastavitelný přednastavení: 1,2 litru
Doba rozboru	
Doba, která uplyne od ukončení odběru vzorku do zobrazení výsledku. Doba rozboru závisí na teplotě okolního prostředí.	
při pokojové teplotě:	
0,00 mg/L	<4 sek.
0,50 mg/L	<10 sek.
při teplotě 0 °C:	
0,00 mg/L	<4 sek.
0,50 mg/L	<20 sek.
Přesnost měření	
Standardní odchylka opakovatelnosti zkoušky s etanolovým standardem v rozsahu teplot –5 až 40 °C)	
až 0,50 mg/L	0,008 mg/L nebo
≥0,50 mg/L	1,7 % naměřené hodnoty;

	podle toho, která hodnota je větší
až 1,00 ‰	0,017 ‰ nebo
≥1,00 ‰	1,7 % naměřené hodnoty;
	podle toho, která hodnota je větší
Odchylka (drift) citlivosti	
typicky 0,6 % naměřené hodnoty za měsíc	
Čekací doba mezi jednotlivými měřeními	
Podle teploty okolí je snímací čidlo přístroje vyhříváno. Díky tomu jsou čekací doby mezi měřeními podstatně kratší než u nevyhřívavých systémů.	
Doba čekání po předchozím měření: (hodnoty koncentrace alkoholu v dechu)	
0,00 mg/L	<10 sek.
>0,00 mg/L, nezávisle na koncentraci	<20 sek.
Hodnoty pro jiné měrné jednotky mohou být odpovídajícím způsobem rovněž vypočítány a zobrazeny.	
Rozměry (v x š x h)	
s alkalickými bateriemi nebo NiMH akumulátorovými bateriemi:	cca 185 mm x 90 mm x 44 mm
s lithium-iontovými akumulátorovými bateriemi:	cca 185 mm x 90 mm x 49 mm

Hmotnost

cca 433 g (včetně baterií resp. akumulátorových baterií)

Napájení proudem

Alkalické baterie	4 kusy 1,5V alkalických baterií (typ mignon, LR6, AA)
	cca 1 500 měření nebo
NiMH akumulátorové baterie	4 kusy 1,2V NiMH (typ mignon, LR6, AA)
	cca 1 500 měření nebo
Lithium-iontová akumulátorová baterie	zabudovaná do přístroje
	umožňuje o cca 50 % více měření než NiMH akumulátorové baterie

Značka CE

Elektromagnetická slučitelnost (směrnice Rady 2014/30/ES)

Příloha 4 - Kalibrační protokol (Dräger Alcotest 7510)



Pracoviště:
(Workplace)

Dräger Safety s.r.o.

Obchodní 124
251 01 Čestlice

Tel 272 011 855
Fax 272 011 857

KALIBRAČNÍ PROTOKOL

Test Certificate

Zakázka číslo: P/2019/5676/1
(order no.)

Název (Description)	Objednací číslo (Part no.)	Sériové číslo (Serial no.)	Senzor (Sensor)
Alcotest 7510	8319700	ARZM-0146	6810360

Okolní podmínky: teplota 24 °C
(Conditions) tlak 1012 hPa
průtok plynu 0.3 l/s

Příští kalibrace: 19.11.2020
Příští zkouška: 21.05.2020
(Doporučeno výrobcem)
(recommended next calibration)

Kalibrační plyn (Calibration gas)	Odchyłka (Deviation)	presnost měření (measurement accuracy)	Odchyłka (Deviation) %	výsledek kontroly (evaluation)
	Odchyłka od kalibračního plynu	průměr naměřených hodnot (average of the measurements)		
C2H5OH/N2 259ppm ±3% (0.466mg/l, 0.98‰) číslo lahve 517194	0.01‰	0.99‰	1.06%	vyhovuje (complying) nejistota kalibrace max. ±5%
	0.005mg/l	0.471mg/l		
maximální naměřený rozptyl hodnot	0‰ 0mg/l	maximální chyba po kalibraci	5%	

* 1‰ = 0.476mg/l

Kontrola přístroje byla provedena podle výrobcem stanoveného postupu číslo 4754.600 ver. 03/2019 rev.3.0.
Kontrola byla provedena proškoleným technikem za použití předepsaného technického vybavení.
Kopie certifikátu kalibrační směsi bude poskytnuta na vyžádání.
Při kontrole přesnosti přístroje se neprovádí justáž přístroje (kalibrace).



Kalibraci provedl: Petr Miksa

Datum kalibrace: 21.11.2019

Dräger Safety s.r.o.
Obchodní 124
251 01 Čestlice
DIČ: CZ26700778

Razítko a podpis:

Sídlo:
Dräger Safety s.r.o.
Obchodní 124
251 01 Čestlice
IČ: 26700778
DIČ: CZ 26700778

Tel: 272 011 851-2
Fax: 272 767 414
e-mail: servis@draeger.com
www.draeger.cz

Servis Praha:
Dräger Safety s.r.o.
DrägerService
Obchodní 124
251 01 Čestlice
Tel 272 011 855
Fax 272 011 857

Servis Ostrava:
Dräger Safety s.r.o.
DrägerService
Kotkova 4a
706 02 Ostrava - Vítkovice
Tel: 595 957 605
Fax: 595 956 272

Příloha 5 - Ověřovací list (Dräger Alcotest 7510)



Český metrologický institut

Okružní 31, 638 00 Brno

tel. +420 545 555 111

www.cmi.cz

Pracoviště: Oblastní inspektorát Praha, Radiová 1136/3, 102 00 Praha 10 - Hostivař
Oddělení primární metrologie plyných směsí a certifikace referenčních materiálů – FM,
tel. +420 266 020 166, fax. +420 266 020 169

OVĚŘOVACÍ LIST

1014-OL-40466-19

Datum vydání: 27. listopadu 2019 List 1 ze 2 listů

Zákazník: Dräger Safety s.r.o.
Obchodní 124, 251 00 Čestlice

Měřidlo:
druh: analyzátor alkoholu v dechu (digitální)

Typ a výrobce: Alcotest 7510 Standard Dräger Safety AG & Co. KGaA

výrobní číslo: ARZM-0146

Vlastník měřidla: ---

Použité etalony: kalibrační plyny ČMI pro ověřování a kalibraci analyzátorů alkoholu v dechu, specifikované platným certifikátem referenčního materiálu a záznamem o měření

Datum provedení: 27. listopadu 2019

Místo provedení: Oddělení primární metrologie plyných směsí a certifikace referenčních materiálů – FM;
Laboratoř primární metrologie plyných směsí, Praha

Podmínky měření: teplota v laboratoři: (19,0 - 27,0) °C
průtok plynu: (0,30 ± 0,05) l/s

Ověření provedl:

Ivana Žamberová



Ředitel organizační jednotky:

Ing. Vladimír Peršl

Tento ověřovací list nesmí být bez písemného souhlasu ověřující laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Výsledky ověření se vztahují k technickému stavu měřidla v době provedení ověření. Verze dokumentu: 18-001_114-MP-C004

Metoda měření: přímým měřením suchým referenčním plynem (certifikovaným referenčním materiálem); zkouška byla provedena podle interní metodiky ČMI (114-MP-C004), která reflektuje požadavky OOP 0111-OOP-C040-17.
Pro přepočítání mezi jednotkami mg/l a promile (‰) byl použit přepočítávací koeficient 2,1.

Výrok o výsledku:

Hmotností koncentrace ethanolu	0,14 mg/l 0,29 ‰	0,48 mg/l 1,01 ‰	0,90 mg/l 1,89 ‰	1,40 mg/l 2,94 ‰
Největší dovolená chyba	0,02 mg/l 0,04 ‰	5 ‰	5 ‰	5 ‰
Největší dovolená směrodatná odchylka	0,01 mg/l	2,5 ‰	2,5 ‰	2,5 ‰

Ověření je provedeno vystavením tohoto ověřovacího listu a opatřením měřidla úřední značkou.

Měřidlo splňuje požadavky Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C040-17.

Doba platnosti ověření končí dnem: **27. listopadu 2020**

Doba platnosti ověření je stanovena vyhláškou Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) č. 345/2002 Sb. v platném znění. Platnost ověření zaniká v případech uvedených v § 7, odst. 2 vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu č. 262/2000 Sb. v platném znění.

Konec ověřovacího listu.



Tento ověřovací list nesmí být bez písemného souhlasu ověřující laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů. Výsledky ověření se vztahují k technickému stavu měřidla v době provedení ověření. Verze dokumentu: 18-001_114-MP-C004

Příloha 6 - Přístroje použité k měření [vlastní zpracování]



Příloha 7 - Digitální alkohol tester Solight 1T04 [vlastní zpracování]



Příloha 8 - Digitální detektor alkoholu ALCOSCAN AL5500 [vlastní zpracování]



Příloha 9 - Alkoholový tester Dräger Alcotest 7510 [vlastní zpracování]

