

ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ ÚŘEDNÍKŮ
PRO VÝKON STÁTNÍ SPRÁVY
OCHRANY OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICĚ



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

Aplikace ČSN EN 14181

Ing. Petr Braun



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

EN 14 181 - Stacionární zdroje emisí

Zabezpečování jakosti automatizovaných měřicích systémů

- **Co je EN 14181?**
 - EN 14181 je norma, která popisuje podrobné postupy pro zajištění kvality systémů pro monitorování emisí
 - Byla schválena CEN dne 3. listopadu 2003, zveřejněná v červnu 2004 a představena postupně od tohoto data.
- **Pro koho platí ?**
 - V současnosti je vyžadována pouze v případě, že technologický proces spadá pod L.C.P.D (Large Combustion Plant Directive- 2001/80/ES) [1], nebo W.I.D (Waste Incineration Directive - 2000/76/ES) [2] . Tato oblast působnosti se může v budoucnu rozšířit.
- **Co znamená použití normy v praxi ?**
 - EN 14181 znamená změnu přístupu pro většinu Evropy. Předepisuje metody a přijímací kritéria, které by měly být jednotné v celé EU. Dříve šel každý stát v těchto věcech vlastní cestou. V mnoha případech budou požadavky normy EN 14181 přísnější než před tím. Důležité je, že přináší zásadní změny ve způsobu, jak budou AMS kalibrovány, provozovány a udržovány.

Stručný úvod EN 14 181

- **Jaký je dopad na uživatele?**
 - **Všichni kdo jsou zapojeni v monitorování emisí se budou muset přizpůsobit novým požadavkům.** To bude vyžadovat :
 - Ve větší míře posuzovat vhodnost zařízení pro specifické aplikace
 - Podrobnější kalibrace a validace testů
 - Více provozní kázně a správné filosofie údržby
 - *Především je třeba zviditelnit monitorování emisí a trvat na tom, že všechny aspekty jsou řešeny podrobným, odborným a kvalitním způsobem
 - Významnou spoluprací mezi stranami, dodavateli, provozovateli, zkušebních laboratoří a autorit.

V konečném důsledku to zvýší náklady na vlastníka systému, to by však mělo mít za následek více spolehlivých systémů, které budou vytvářet údaje o známé nejistotě s vyšší úrovní celkové spolehlivosti.

Klíčem k úspěchu bude plánování, projektové řízení a vysoká úroveň spolupráce. Tento úkol není jednoduchý a bude vyžadovat informované řízení projektů.

Jakost automatizovaných měřicích systémů

- **Automatizovaný měřicí systém (AMS)**
 - **měřicí systém trvale instalovaný na měřicím stanovišti** určený ke kontinuálnímu měření emisí
 - Kromě vlastního analyzátoru zahrnuje AMS zařízení pro odběr vzorků (např. vzorkovací sondu, vzorkovací potrubí, průtokoměry, regulátory, dopravní čerpadla) a pro úpravu vzorku (např. prachový filtr, zařízení pro odlučování vodní páry, konvertory, zředovací zařízení).
- ***Jakost AMS**
 - Proces měření je považován za proces, který na svém výstupu dává čísla (data). Posuzování systému měření tímto způsobem je užitečné, protože nám umožňuje uplatnit všechny koncepce, filozofie a nástroje, které již prokázaly svou užitečnost v oblasti statistické regulace procesu.
 - Normy na systémy jakosti, ISO-9000 nebo EN ISO/IEC 17025 požadují, aby „**nejistota měření** byla známa a odpovídala požadované způsobilosti měření libovolného kontrolního, měřicího nebo zkušebního zařízení“.

Vztah nejistoty a pravé hodnoty

- **Nejistota měření (U)**
 - **Nejistota je interval přiřazený výsledku měření**, který popisuje rozsah, v rámci definované konfidenční úrovně, v němž se očekává, že leží **pravá hodnota** měření. Nejistota měření je běžně uváděna jako oboustranná veličina. Nejistota je kvantitativním vyjádřením **věrohodnosti** měření.
- **Pravá (skutečná) hodnota (True value)**
 - Hodnota veličiny, která je ve shodě s definicí veličiny. **Je to hodnota ideální, která by mohla být získána dokonalým měřením.** Tato hodnota je prakticky nedostupná a proto se nahrazuje konvenční hodnotou nebo referenční hodnotou.

Jednoduše se tento vztah vyjádří jako:

Pravá hodnota měření = pozorovaná hodnota měření (výsledek) \pm U

- Tento interval by měl zohledňovat všechny významné zdroje variability měření v procesu měření plus významné chyby kalibrace, hlavních etalonů, metody, prostředí a jiné, které nebyly dříve v procesu měření zohledněny. Aby se zajistila neustálá přesnost odhadu, je vhodné periodicky provádět opakované přehodnocování nejistoty vztažené k procesu měření.

EN 14 181

- **Úvod**

- Tato evropská norma **popisuje postupy zabezpečování jakosti** potřebné k zajištění toho, aby automatizované měřicí systémy (AMS) instalované k měření emisí do ovzduší byly schopny pro naměřené údaje plnit požadované hodnoty nejistoty stanovené legislativou, např. Směrnicemi EU nebo národními právními předpisy, a obecně vzato příslušnými orgány ochrany ovzduší.
- Ke splnění těchto požadavků jsou stanoveny tři rozdílné úrovně zabezpečování jakosti (Quality Assurance Level QAL1, QAL2 a QAL3). Tyto úrovně zabezpečování jakosti slouží k **určení vhodnosti** daného AMS k měření (např. před jeho nákupem nebo v průběhu pořizování), **validaci** daného AMS po jeho instalaci a k **řízení** AMS během následného provozu ve zdroji znečišťování ovzduší. Dále je stanoven postup ročního ověření správnosti údajů AMS (AST) .

EN 14 181 – Předmět normy

- **Quality Assurance Level 1 (QAL1)**
 - **Hodnocení vhodnosti** AMS pro daný účel a hodnocení měřicího postupu jsou popsány v EN ISO 14956 (QAL1), kde je uveden metodický postup pro výpočet celkové nejistoty výsledků měření AMS. Tato celková nejistota se vypočítá z hodnocení všech složek nejistoty daných jednotlivými charakteristikami měřicí metody.
- **Quality Assurance Level 2 (QAL2)**
 - Stanoví **postup** kalibrace AMS a určení variability naměřených hodnot **prokazující vhodnost** daného AMS k určenému záměru prováděné po instalaci AMS
- **Quality Assurance Level 3 (QAL3)**
 - Stanoví **postup k zajištění** a prokázání požadované **jakosti** výsledků měření v průběhu normální činnosti AMS spočívající v ověření souladu charakteristik měřicího rozsahu s požadavky stanovenými v průběhu QAL1.
- **Roční ověření správnosti údajů AMS (AST)**
 - Stanoví postup ročního **ověření správnosti** údajů AMS s cílem určení: (i) zda správně funguje a plní zadané charakteristiky a (ii) zda platí určená kalibrační funkce a variabilita

EN 14 181 – Podstata metody

- **Všeobecné pokyny**
 - **Jakýkoli AMS určený pro zařízení uvedená ve směrnících EU, musí být ověřen a sledán vhodným pro dané účely měření** (fyzikální parametry a složení spalin) za použití postupu QAL1 tak, jak je uvedeno v EN ISO 14956. Použitím této normy musí být ověřeno, zda celková nejistota výsledků získaných AMS splňuje požadovanou nejistotu danou příslušnými právními předpisy.
 - **Postupy QAL2 a AST se řídí zkušební laboratoře, zatímco postupy QAL3 uskutečňují provozovatelé zdroje znečišťujících ovzduší.**
 - **QAL2 je postup pro určení kalibrační funkce a její variability** a zahrnuje ověření variability hodnot naměřených AMS v porovnání s hodnotou nejistoty zadanou právními předpisy. Tyto zkoušky QAL2 se provádějí na vhodném AMS, který byl řádně instalován a uveden do provozu. Kalibrační funkce se určuje z výsledků řady měření prováděných souběžně normovanou referenční metodou (NRM). Variabilita naměřených údajů získaných AMS se pak porovnává s požadovanou nejistotou.
 - Uvedené **postupy QAL2 se uskutečňují periodicky** po každé významné změně provozu zařízení, po poruše AMS nebo vyžadují-li to právní předpisy.

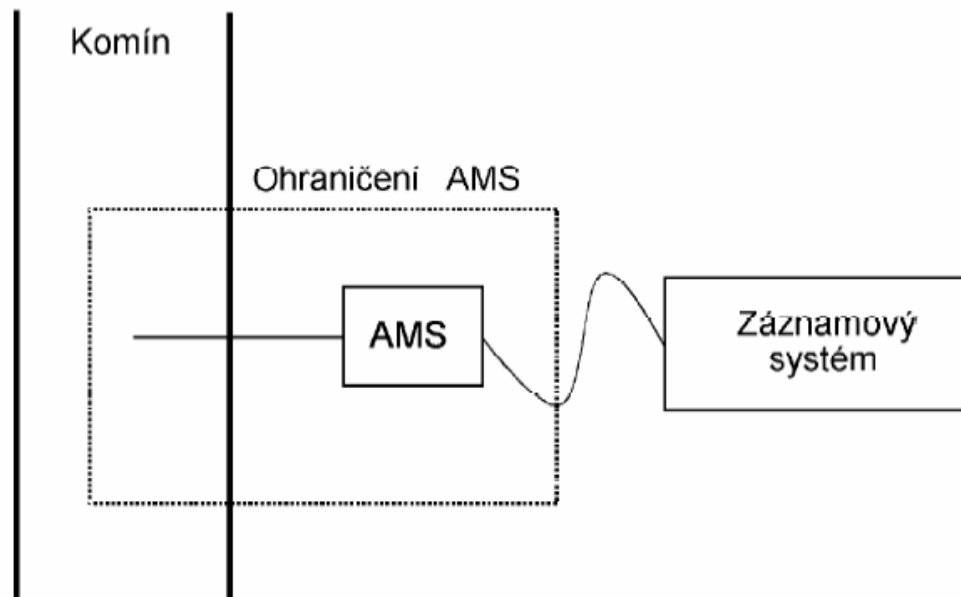
EN 14 181 – Podstata metody

- **QAL3 je postup používaný pro určení driftu a shodnosti** pro ověření, zda AMS řádně funguje, tzn. zda jeho funkce vyhovuje zadaným charakteristikám z hlediska nejistoty. K tomu se provádí periodické ověření nulového čtení a čtení horní hranice měřicího rozpětí AMS, které vychází z opakovaných zkoušek opakovatelnosti nulového čtení a čtení horní hranice měřicího rozpětí prováděných při QAL1. Získané výsledky se pak vyhodnocují za použití regulačních diagramů.
- **Postupy AST se používají pro ověření, zda výsledky naměřené AMS stále splňují požadovaná kritéria nejistoty** zjišťované během předchozí QAL2. Tyto postupy rovněž stanoví, zda kalibrační funkce získaná v průběhu předchozí zkoušky QAL2 stále platí. Toto ověření naměřených výsledků AMS se provádí pomocí řady funkčních zkoušek a provedením omezeného souboru souběžných měření s využitím NRM.

EN 14 181 – omezení metody

*Činnost systémů pro shromažďování a záznam údajů produkovaných AMS může mít velký vliv na celý měřicí systém a celý měřicí proces AMS. V různých zemích však existují rozdílné požadavky na záznam a zpracování výsledků měření.

Vliv nejistoty výsledků měření vznikající v důsledku funkce systémů pro shromažďování, záznam a úpravu údajů produkovaných AMS nebo řídicím systémem zdroje a určení této nejistoty nejsou předmětem této normy.



EN 14 181 – Podstata metody

- **Měřicí stanoviště a instalace AMS**

- AMS **musí být instalován v souladu** s požadavky příslušných evropských nebo mezinárodních norem. AMS **musí mít možnost pravidelné údržby**.
- Měřicí plošina určená pro přístup k AMS **musí umožňovat snadné souběžné měření** prováděné pomocí NRM. Vzorkovací příruby pro měření NRM musí být umístěny co nejbližší vzorkovacímu průřezu AMS ve vzdálenosti menší než trojnásobek ekvivalentního průměru za nebo před tímto průřezem tak, aby bylo dosaženo srovnatelných výsledků měření AMS a NRM.

- **Zkušební laboratoře provádějící měření NRM**

- **musí mít akreditovaný systém prokazování jakosti** podle EN ISO/IEC 17025 nebo musí být autorizovány příslušným orgánem ochrany ovzduší. Musí mít dostatečné zkušenosti z provádění měření s pomocí příslušné NRM. Tato **NRM musí odpovídat příslušné evropské normě**. Pokud taková norma neexistuje, musí být použito mezinárodní nebo národní normy zajišťující získání výsledků odpovídajících vědeckých kvalit.

Quality Assurance Level 1 (QAL1)

- **ČSN EN ISO 14956**
 - Požadovaná jakost naměřených výsledků , která může být kvantifikována nejistotou měření, patří mezi hlavní cíle měření. Požadovaná jakost výsledků může být určena, například legislativou, příslušnými orgány státní správy nebo působícími subjekty.
- **Tato evropská norma stanoví pro účely měření kvality ovzduší postup při:**
 - odhadu nejistoty měření na základě skutečných nebo uváděných hodnot všech významných charakteristik měřicí metody za ustálených podmínek;
 - posouzení, zda určené hodnoty těchto charakteristik měřicí metody splňují či nesplňují požadavky na jakost výsledků měřené veličiny;
 - posouzení použitelnosti měřicí metody na základě laboratorních zkoušek a ověřovací terénní zkoušky;
 - stanovení požadavků na dynamické chování přístrojů.

Tato norma platí pro měřicí postupy poskytující výsledky ve formě časově určených průměrných hodnot.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Identifikace zdrojů nejistoty

Do výpočtu nemusí být zahrnuty všechny zdroje nejistoty. Charakteristiky měřicí metody, které nejsou schopny vyvolat standardní nejistotu větší než 20 % nejvyšší hodnoty standardní nejistoty ostatních charakteristik, lze z tohoto výběru vyloučit.

Určí se všechny možné významné zdroje nejistoty spojené s kalibrací vstupních veličin (proměnných). Jedná se o:

- odchylky experimentálně zjištěné kalibrační funkce (nelinearita);
- nejistota kalibrační funkce způsobená omezeným počtem kalibračních bodů (odchylka způsobená kalibrací);
- nejistota referenčních materiálů nebo referenčních metod;
- (instrumentální) drift nebo nestabilita.

Určí se možné významné působící veličiny ovlivňující vstupní veličiny. Jedná se o:

- všechny složky vzorku, které mohou ovlivnit měřenou hodnotu (nedostatečná selektivita);
- všechny fyzikální veličiny, které mohou ovlivnit měřenou hodnotu, jako je teplota, tlak, záření, síťové napětí a frekvence;
- vliv obsluhy, chemikálií.

Určí se všechny možné významné zdroje nejistoty implicitních nebo explicitních konstant:

- účinnost záchytu;
- účinnost desorpce;
- výtěžnost a účinnost přenosu vzorkovací trati.

Určí se všechny možné ostatní zdroje nejistoty: např. šum.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Quality Assurance Level 1 (QAL1)

Terénní zkouška

- Před závěrečným přijetím souboru charakteristik měřicí metody, která úspěšně prošla zkouškou, se metoda zkouší v terénních podmínkách s cílem ověřit, zda charakteristiky metody a její vypočtená nejistota měření odpovídá výsledkům získaným v terénních podmínkách.
- Terénní zkouška zahrnuje:
 - souběžné použití stejné metody s cílem ověření reprodukovatelnosti a (rozdílů) driftu;
 - porovnání s přijatou referenční metodou pro ověření nejistoty výsledku měření a příslušných dalších charakteristik měřicí metody;
 - periodické zkoušky za použití kontrolních vzorků pro ověření reprodukovatelnosti;
 - další měření působících veličin, např. teploty, k určení jejich vlivu.



[| Home](#) | [| Manufacturer](#) | [| Systems](#) | [| Components](#) | [| Contact](#) | [| Imprint](#) |

[Deutsch](#) | [English](#)

Certified measuring- and evaluating-systems according to EN 15267

Overview

Emission

..

[4500MKIII](#)

A

[Advance Optima AO 2000](#)

[AR602Z/Hg](#)

C

[CEMS](#)

D

[D-R 290](#)

[D-R 800](#)

[D-R 820 F](#)

[Dusthunter C200](#)

[Dusthunter SB100](#)

[Dusthunter SF100](#)

[Dusthunter SP100](#)

[Dusthunter T100](#)

[Dusthunter T200](#)

H

[HM 1400TRX](#)

L

[LasergasII](#)

M

[MAC GMS800](#)

[MCA 04](#)

[MCS 100 FT](#)

[MERCEM 300Z](#)

[MKAS S 800](#)

[MT 91](#)

O

[Oxatex 3107 C67](#)

P

[PFM 06 ED](#)

[PG 250 SRM](#)

Ambient Air

A

[APDA 371 PM 2,5](#)

[APMA 370](#)

[APNA 370](#)

[APOA 370](#)

[APSA 370](#)

[AR 500 with ER 120](#)

B

[BAM 1020 PM 2,5](#)

G

[GC 5000 BTX - FID](#)

[GC 5000 BTX - PID](#)

S

[SM 200 PM10](#)

[SM 200 PM2.5](#)

[SWAM 5a PM10 / PM2,5](#)

T

Evaluation Systems

D

[D-EMS 2000](#)

[D-EMS 2000 AiO](#)

U

[UmweltOffice](#)



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Vztah ČSN EN 15267 a QAL1

- **ČSN EN 15267-3:2007**
 - Certifikace automatizovaných měřicích systémů
 - Část 3: Měřítka výkonu a postupy zkoušení pro automatizované měřicí systémy pro měření emisí ze stacionárních zdrojů
- **Vztah k EN 14181**
 - Úroveň prokazování kvality (QAL) určené EN 14181 slouží k určení vhodnosti daného AMS k měření (QAL1),
 - pravidelné kalibraci a validaci daného AMS (QAL2)
 - a k řízení AMS během následného provozu ve zdroji znečišťování ovzduší (QAL3).
 - Dále je v EN 14181 stanoven postup ročního ověření správnosti údaj AMS (AST).

Tato evropská norma - ČSN EN 15267-3:2007 uvádí podrobné postupy zahrnující požadavky QAL1 EN 14181.

CONFIRMATION

about Product Conformity (QAL1)

Approved AMS: Dusthunter SP100 for dust

Manufacturer: SICK Engineering GmbH
Bergener Ring 27
01458 Ottendorf-Okrilla
Germany

Test Institute: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH

**This is to certify that the AMS has been tested
and found to comply with:**

**EN 15267-1: 2009, EN 15267-2: 2009, EN 15267-3: 2007
and EN 14181: 2004**

The measuring system was expertly tested and approved by an independent body.
This confirmation is valid up to the official announcement in the Federal Gazette,
but no longer than 6 months from the date of issue
(see also the following pages).

The confirmation is valid until: 01 December 2012

Quality Assurance Level 2 (QAL2)

- **Kalibrace a ověření AMS (QAL2) - Všeobecné pokyny**

Zkoušky by měly zahrnovat následující činnosti :

- ověření instalace AMS;
- kalibrace AMS pomocí souběžného měření NRM;
- stanovení variability AMS a ověření, zda vyhovuje požadované nejistotě.

- **Postupy QAL2 se uplatňují u všech sledovaných veličin:**

- pro každý AMS nejméně každých 5 let nebo častěji, pokud to vyžaduje legislativa nebo příslušný orgán ochrany ovzduší (např. směrnice EU 2000/76/EC o spalování odpadu požaduje souběžné měření každé 3 roky);

- **Dále musí být QAL2 uplatněn u všech veličin ovlivněných:**

- jakoukoli větší změnou provozu zařízení (např. změnu systému čištění odpadních plynů nebo změna paliva) nebo
- jakoukoli větší změnou nebo opravou AMS, která významně ovlivní získané výsledky.

QAL2 – zkouška funkce

- **Zkouška funkce (Funkční zkouška)**
 - Před kalibrací a testem variability musí být ověřeno, že AMS byl řádně instalován a uveden do provozu, např. způsobem určeným dodavatelem AMS nebo jeho výrobcem. Musí být rovněž doloženo, že AMS při nulovém obsahu analytu poskytuje nulové čtení.
 - U některých AMS je dosažení nulového čtení obtížně proveditelné. V těchto případech lze AMS vyjmout z komína a vynulovat za použití zkušební kyvety nebo jiným vhodným způsobem. Jednou z možností, která zaručuje provedení této nulovací zkoušky, je instalace zvláštního měřicího kanálu přímo v komíně.
 - Podle způsobu umístění AMS je třeba přijmout některá zvláštní opatření. Zvláštní pozornost vyžaduje měření tuhých znečišťujících látek.
 - Zkouška funkce musí být provedena před kalibrací podle přílohy A normy.
- **Protokol o funkční zkoušce**
 - Výsledky funkční zkoušky musí být zaznamenány v protokolu, včetně veškerých chyb a odchylek. Závažné chyby mohou znemožnit nebo odložit další postup kalibrace.
 - Pokud tyto chyby mohou ovlivnit kvalitu výsledků, musí provozovatel AMS přijmout nezbytná nápravná a preventivní opatření.

QAL2 a funkční zkouška AST AMS

A.1 Všeobecné pokyny

Tabulka A.1 určuje jednotlivé kroky funkční zkoušky AMS prováděné během QAL2 a AST u extraktivních i neextraktivních AMS.

Tabulka A.1 – Popis jednotlivých kroků funkční zkoušky prováděné při QAL2 a AST

Činnost	QAL2		AST	
	Extraktivní AMS	Neextraktivní AMS	Extraktivní AMS	Neextraktivní AMS
Seřízení a vyčištění		x		x
Vzorkovací systém	x		x	
Dokumentace a záznamy	x	x	x	x
Provozoschopnost	x	x	x	x
Zkouška těsnosti	x		x	
Ověření nuly a horní hranice měřicího rozpětí	x	x	x	x
Linearita			x	x
Rušivý vliv ostatních složek			x	x
Drift nuly a horní hranice měřicího rozpětí (ověření)			x	x
Doba odezvy	x	x	x	x
Vypracování protokolu	x	x	x	x



evropský
sociální
fond v ČR



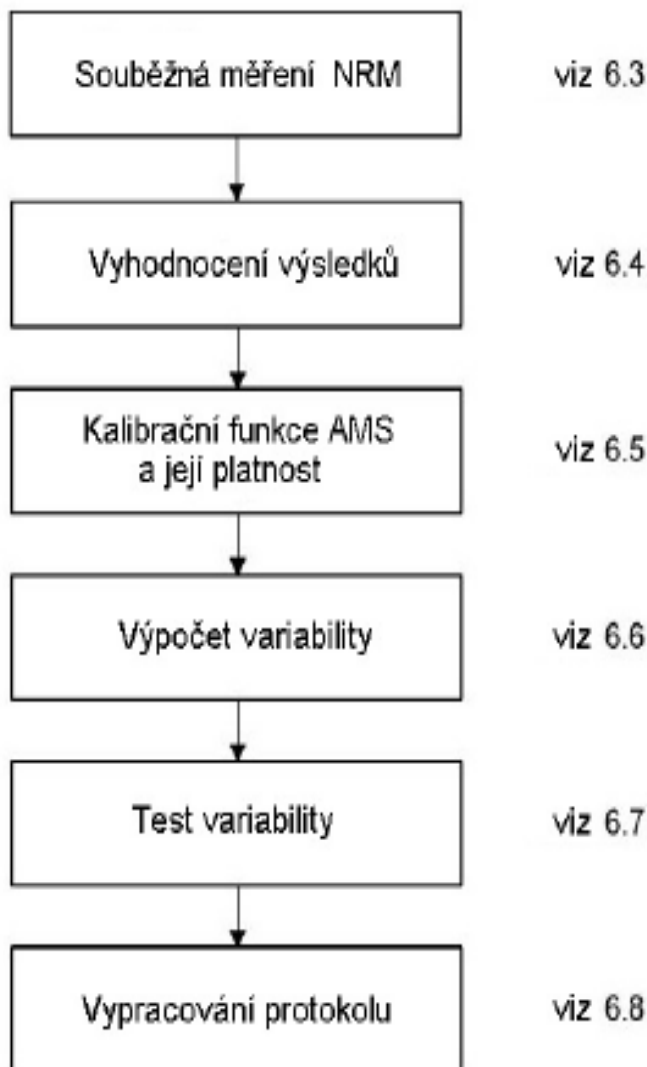
EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

QAL2 – Kalibrace a ověření AMS



Postupový diagram kalibrace a testu variability

QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Souběžná měření pomocí NRM – bod 6.3 normy**
 - Pro kalibraci a ověření AMS s využitím nezávislé měřicí metody **musí být provedeno souběžné měření AMS a NRM.**
 - K získání kalibrační funkce **nestačí použití samotných referenčních materiálů**, a proto je to **zakázáno**. Hlavním důvodem je:
 - tyto referenční materiály neodpovídají matici sledovaného odpadního plynu,
 - nelze jimi ověřit, zda je vzorkovacími body AMS odebírán reprezentativní vzorek, a
 - nelze je ve všech případech použít s daným vzorkovacím systémem.
 - Avšak za předpokladu, že výsledky souběžného měření AMS a NRM se liší jen nepatrně a naměřené koncentrace jsou nižší než ELV, lze provést extrapolaci kalibrační funkce na hodnoty ELV za využití vhodných referenčních materiál s ohledem na vliv rušivých složek na AMS.
 - Je-li běžné, že zařízení pracuje v různých, jasně a zcela odlišných provozních režimech (vyvolávaných např. změnami paliva), **musí být provedeny příslušné kalibrace a zjištěny kalibrační funkce pro každý z těchto režimů.**

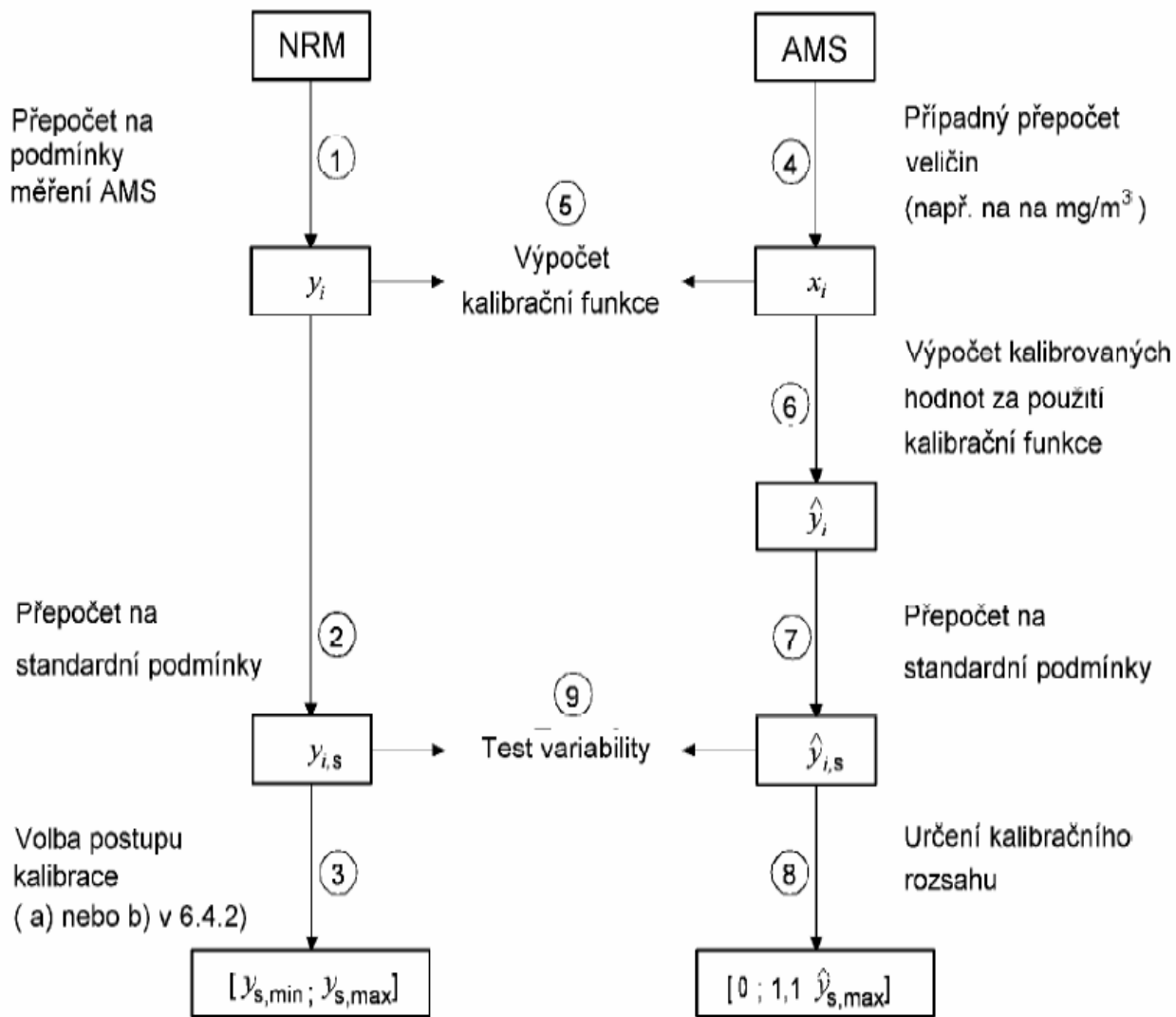
QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Souběžná měření pomocí NRM**
 - **Koncentrace analytu se musí v průběhu kalibrace měnit co možná nejvíce**, aby byla zjištěná kalibrační funkce platná v podmínkách běžného provozu zdroje. Tím se zajistí platnost kalibrace AMS v co možná největším měřicím rozsahu a většině provozních stavů zařízení.
 - Při každé kalibraci **musí být provedeno nejméně 15 platných souběžných měření** při normálním provozu zařízení. Tato měření musí být rovnoměrně **rozdělena do nejméně 3 dnů** a současně rovnoměrně v průběhu každého z těchto dnů.
 - **POZNÁMKA:** Požadované rozložení nejméně 15 platných měření do tří dnů má zásadní význam pro omezení vlivu časové podobnosti výsledků měření (tzn. omezení autokorelace vypočtených odchylek výsledků získaných AMS a NRM). Nejmenší počet 15 platných měření znamená v praxi, že musí být odebráno více jak 15 vzorků, protože při následné analýze se může ukázat, že některé z nich jsou nevhodné. Požadované rovnoměrné rozložení měření do nejméně 3 dnů neznámá, že tato měření mají být prováděna v rozmezí 3 po sobě následujících dnů.
 - Výsledky získané pomocí NRM musí být vyjádřeny za stejných podmínek jako výsledky získané AMS (např. stavové veličiny jako je tlak, teplota apod.). Pro každé párové měření musí být k určení kalibrační funkce a provedení testu variability zjištěny všechny ostatní parametry a veličiny zahrnuté do přepočtu výsledků AMS na normální podmínky.

QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Vyhodnocení výsledků – bod 6.4 normy**
- **Shromažďování údajů**
 - Jednotlivé kroky vedoucí k získání údajů potřebných k vytvoření kalibrační funkce a provedení testu variability jsou znázorněny na obrázku na následující straně.
 - AMS musí být kalibrován za provozních podmínek, při nichž je měřen sledovaný odpadní plyn tímto systémem. Z toho důvodu musí být v případě potřeby výsledky NRM převedeny na podmínky měření AMS a hodnoty naměřené NRM musí být převedeny na hmotnostní koncentraci (např. mg/m^3).
 - *Signály naměřené AMS mohou být jak v podobě elektrických veličin (např. mA nebo V), tak v podobě hmotnostní koncentrace (např. mg/m^3).
 - U neextraktivních AMS, které měří přímo složení proudu odpadního plynu, se kalibrační funkce vztahuje k aktuálním podmínkám v potrubí. U extraktivních AMS, které měří za určených podmínek, se kalibrační funkce vztahuje k těmto určeným podmínkám.

Postupový diagram uvádějící jednotlivé kroky kalibrace a testu variability



QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Zjištění kalibrační funkce**

- Tato norma vychází z předpokladu, že kalibrační funkce je lineární s konstantní směrodatnou odchylkou. Tato kalibrační funkce musí být popsána modelem uvedeným níže (viz ISO 11095) :

$$y_i = a + b x_i + \varepsilon_i$$

kde x_i je i -tý výsledek AMS; $i = 1$ až N ; $N \geq 15$;

y_i i -tý výsledek NRM; $i = 1$ až N ; $N \geq 15$;

ε_i odchylka mezi y_i a očekávanou hodnotou;

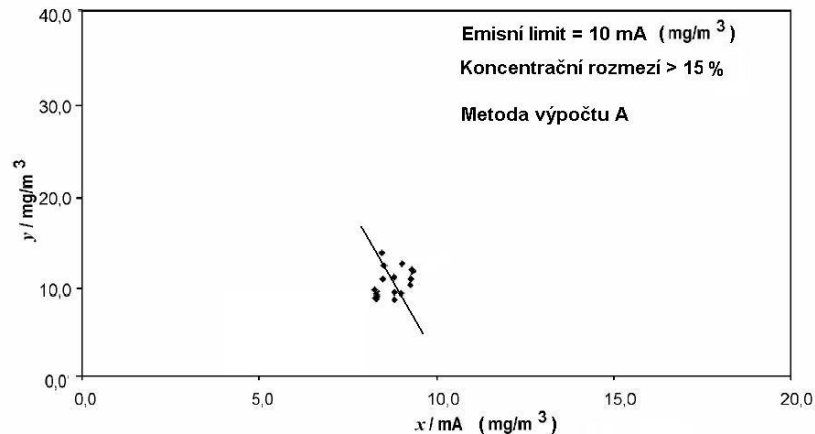
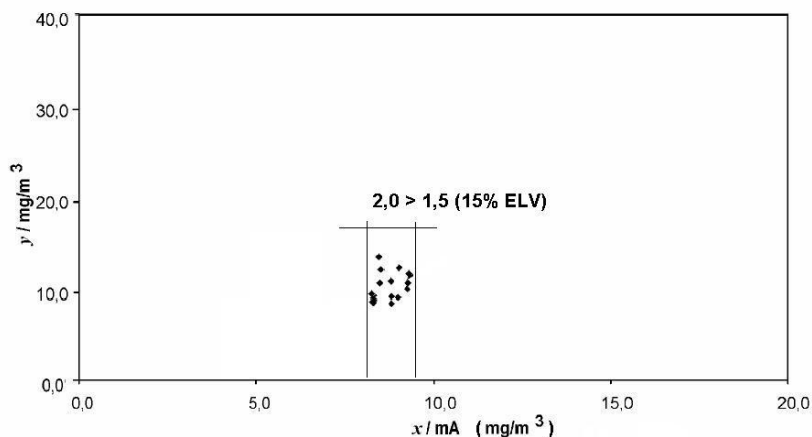
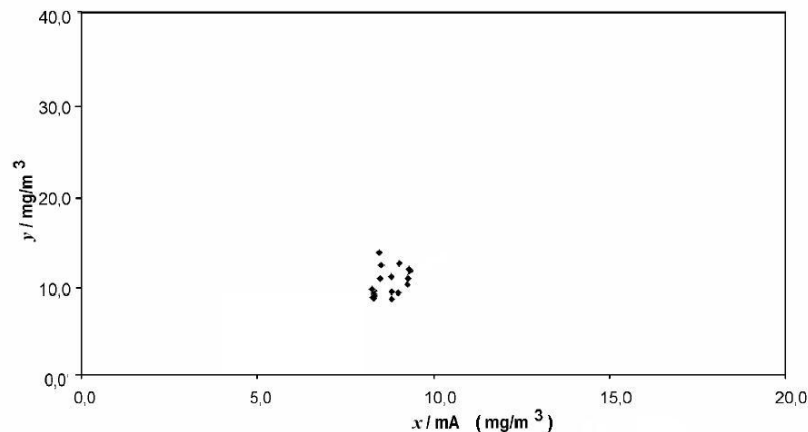
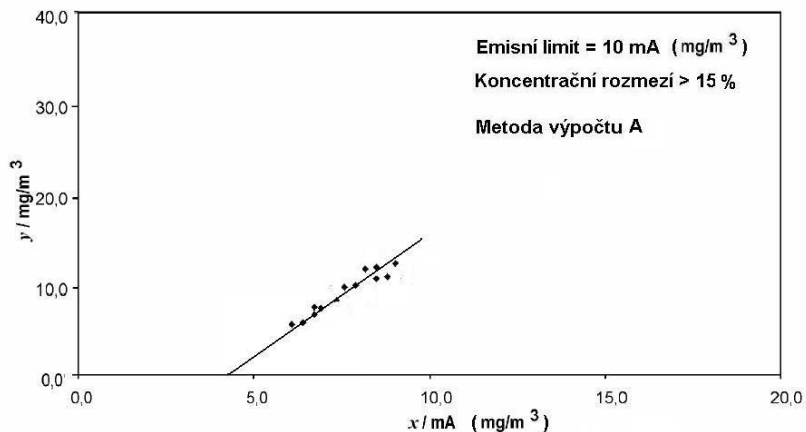
a úsek kalibrační funkce na ose y ;

b směrnice kalibrační funkce.

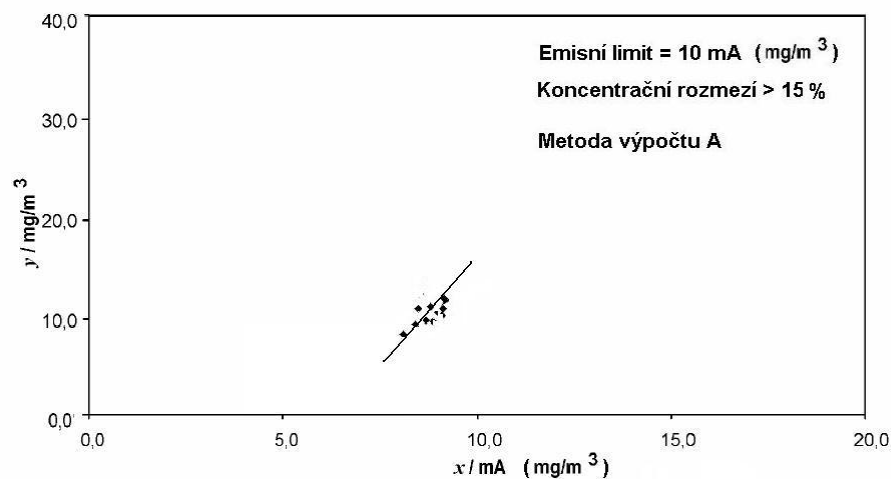
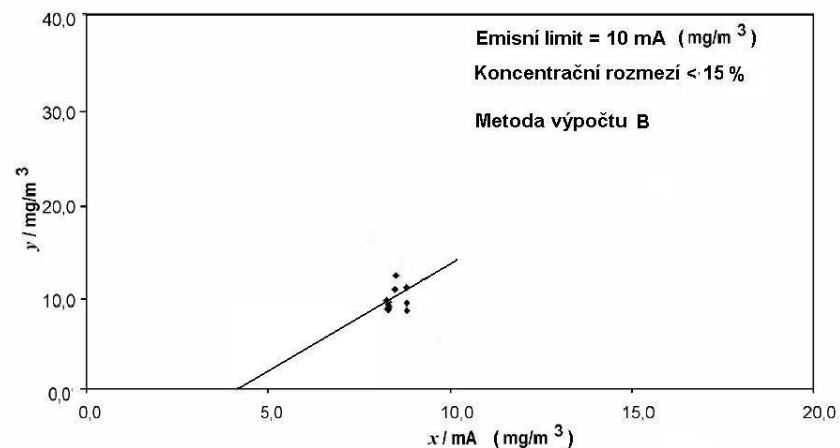
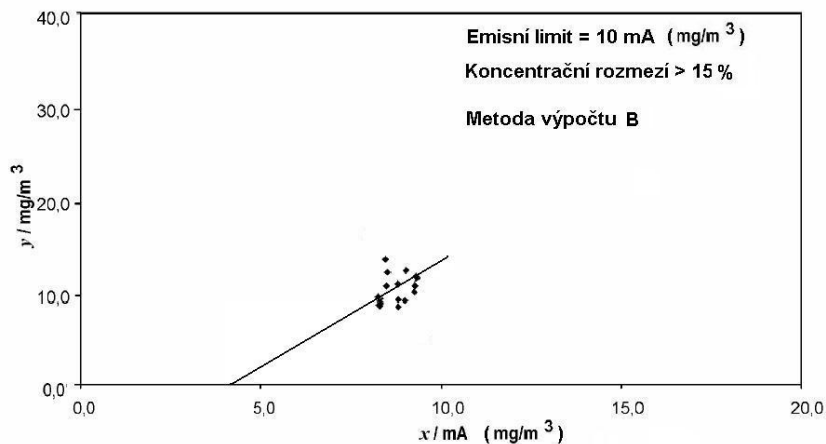
QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Zjištění kalibrační funkce**
 - Obecný postup výpočtu pro platnou kalibraci AMS v celém rozmezí koncentrací vznikajících v důsledku běžných provozních podmínek vyžaduje **dostatečně velké rozmezí těchto měřených koncentrací**. U velkého množství zdrojů však může být obtížné za běžných provozních podmínek tohoto dostatečně velkého rozmezí koncentrací dosáhnout.
 - V případech, kdy je toto koncentrační rozmezí (měřené NRM) **menší než 15 % příslušného emisního limitu**, musí být použito jiného (podobného) postupu, který je uveden v normě (postup b).
 - Je-li koncentrační rozmezí větší než 15 % a vede-li použití postupu a) k určení nesprávné kalibrační funkce (např. funkce s negativní směrnicí), lze místo toho použít postupu b). Pro mnoho AMS je ofset roven 4 mA.
 - Pro postup b) je důležité, aby před souběžným měřením bylo ověřeno, že sledovaný AMS při nulové koncentraci analytu (jak je uvedeno v 6.2) poskytuje čtení rovné nebo menší než je mez detekce (určená při QAL1).

QAL2 – Kalibrace a ověření AMS



QAL2 – Kalibrace a ověření AMS



QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- ***Kalibrační funkce AMS a její platnost – bod 6.5 normy**

Kalibrační funkce je dána rovnicí (8):

$$\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b} x_i$$

kde \hat{y}_i je kalibrovaná hodnota AMS;

x_i signál naměřený AMS.

- Každý signál x_i naměřený AMS musí být za použití kalibrační funkce převeden na kalibrovanou hodnotu \hat{y}_i .
- Hodnota \hat{y}_i je kalibrovaný výsledek měření AMS. Podle příslušných směrnic EU je před porovnáním výsledku měření s příslušným emisním limitem nejprve od tohoto výsledku měření požadovaná nejistota odečtena. Tento postup není v této normě zahrnut. Kalibrovaný výsledek AMS \hat{y}_i nebyl vytvořen odečtením požadované nejistoty.

QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Platnost kalibračního rozsahu**
 - **Příslušná kalibrační funkce je platná v případě, že zdroj je provozován uvnitř platného kalibračního rozsahu.**
 - Tento platný kalibrační rozsah je definován jako rozsah od nuly do max. hodnoty \hat{y}_i stanovené při postupu QAL2 navýšený o 10 % kalibračního rozsahu za horní hranicí. To znamená, že **pouze hodnoty spadající do tohoto platného kalibračního rozsahu jsou platnými výsledky měření.**
 - Pro měření prováděná mimo platný kalibrační rozsah však musí být kalibrační křivka extrapolována tak, aby bylo možno stanovit hodnoty koncentrace, které tento platný rozsah překračují.
 - Pro případ, že hodnoty překračují platný rozsah (např. CO, HCl, TOC, TZL...) je možné pro kontrolu spolehlivosti měření v okolí ELV použít RM za stanovených pravidel.
 - *Platnost kalibračního rozsahu musí být pravidelně ověřována min. jednou týdně. V případě překročení stanovených pravidel musí být proveden nová QAL2.
 - V případě, že jsou hodnoty mimo kalibrační rozsah ale současně < 50% ELV je možné povolit příslušným orgánem provedení AST místo QAL2.

QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Výpočet variability - kap. 6.6**

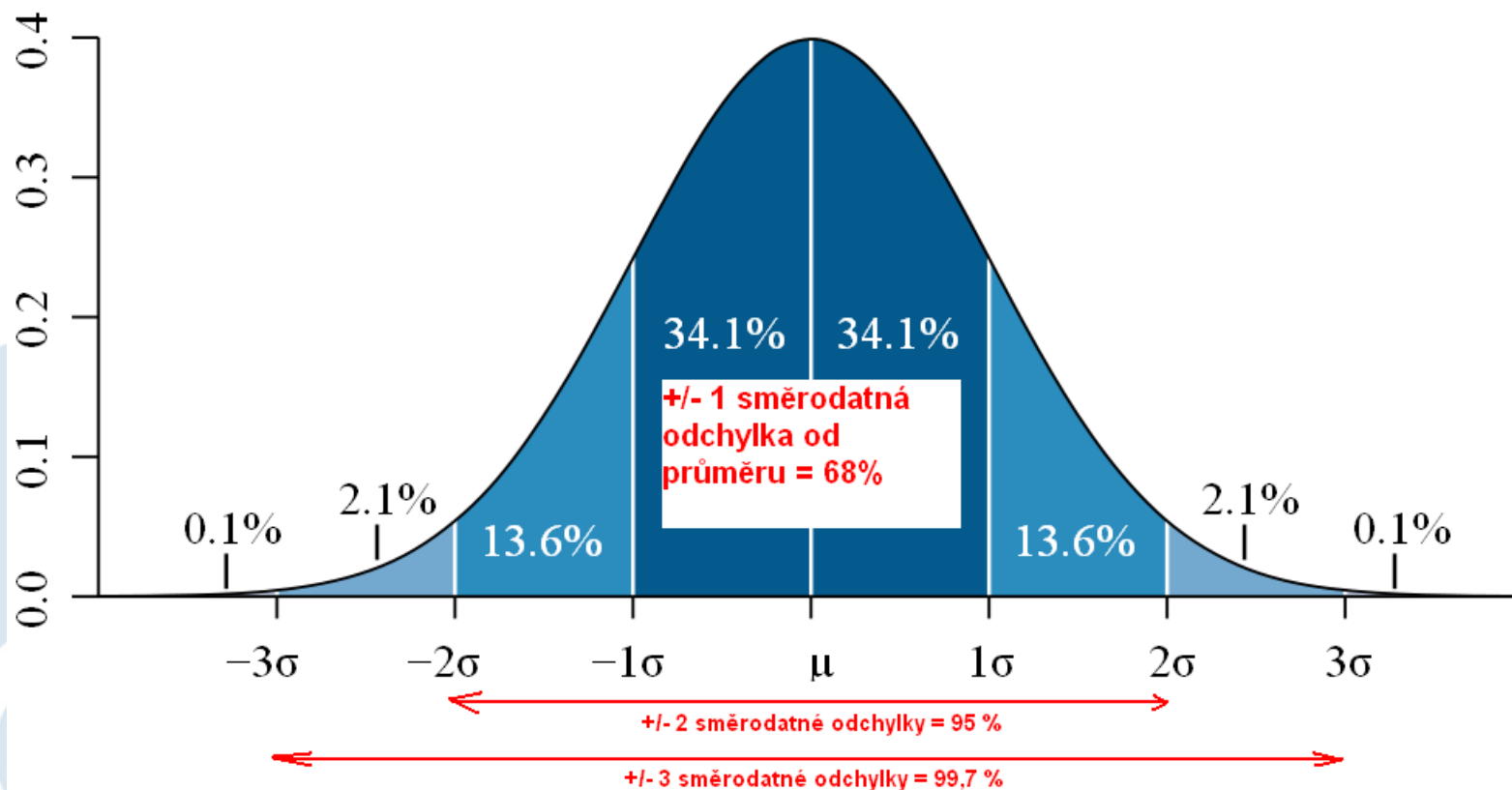
- Pro daný AMS je třeba stanovit příslušnou nebo požadovanou hodnotu nejistoty naměřených výsledků. Je nutno ověřit správnou definici této nejistoty (např. ji lze vyjádřit 95 % konfidenčním intervalem, standardní nejistotou nebo nějakou jinou statistickou formulací). Je-li to nutné, vyjádří se požadovaná maximální nejistota jako absolutní směrodatná odchylka σ_0 .
- V případě, kdy je nejistota vyjádřena jako 95% konfidenční interval, je nutno pro porovnání hodnotu absolutní směrodatné odchylky vynásobit faktorem 1,96 jako koeficientem rozšíření.

PŘÍKLAD :

- V některých směrnicích EU se nejistota AMS vyjadřuje jako polovina šířky 95% konfidenčního intervalu vztaženého na procentický podíl P hodnoty emisního limitu E. K převodu této nejistoty na směrodatnou odchylku je pak nutno použít vztahu: $\sigma_0 = P \cdot E / 1,96$.

Směrodatná odchylka a (konfidenční) interval spolehlivosti

Normální rozdělení



QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Výpočet variability - kap. 6.6**

- Test variability musí být proveden u (kalibrovaných) hodnot naměřených AMS. Z toho důvodu musí být za použití kalibrační funkce (viz 6.5) vypočtena pro každou hodnotu souběžně naměřenou AMS příslušná hodnota \hat{y}_i .
- Mají-li být výsledky měření přepočteny na určené vztažné podmínky, musí být k testu variability použity koncentrace přepočtené na tyto podmínky.
- Při výpočtu variability musí být působící veličiny (např. vlhkost, teplota a obsah kyslíku) použité pro přepočet na určené podmínky měřeny :
 - a) přístrojovým vybavením NRM určeným pro přepočet výsledků NRM na určené vztažné podmínky;
 - b) přístrojovým vybavením AMS určeným pro přepočet výsledků AMS nebo jsou v případě, že AMS tyto měřicí přístroje neobsahuje, použity zadané hodnoty platné pro daný zdroj.
- Důvodem tohoto postupu je dosažení toho, aby celý proces přepočtu na zadané vztažné podmínky uskutečňovaný systémem záznamu výsledků měření a jejich zpracování byl zahrnut do tohoto testu variability.

QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Test variability - kap. 6.7**
- Pro každý soubor údajů (minimálně 15 párových měření) pro danou kalibrační funkci musí být vypočteny následující veličiny:

$$D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$$

$$\bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i$$

$$s_D = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (D_i - \bar{D})^2}$$

kde:

$y_{i,s}$: je přepočtený výsledek NRM

$\hat{y}_{i,s}$: je kalibrovaný a přepočtený výsledek AMS

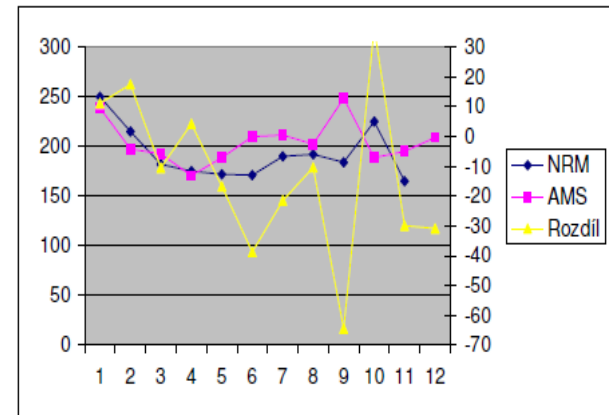
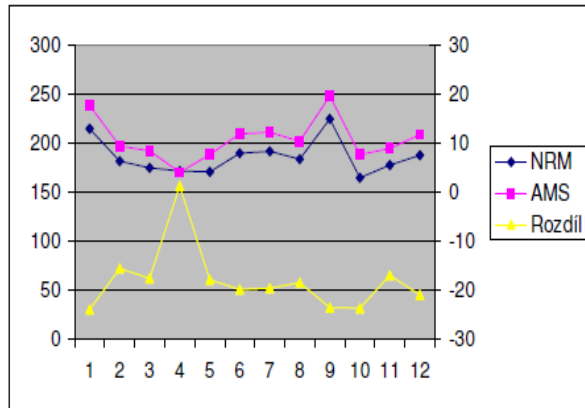
s_D : směrodatná odchylka souboru N rozdílů hodnot NRM a AMS (D)

AMS projde testem variability platí-li: $s_D \leq \sigma_0 k_v$ k_v pro různé počty souběžných měření

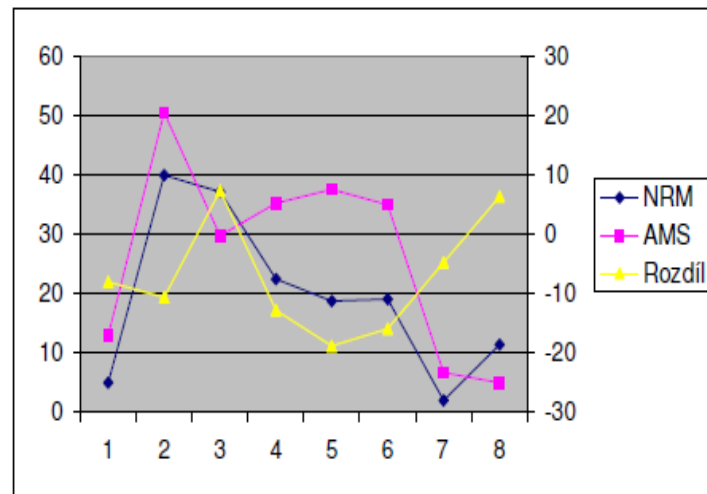
- ***Pouze tehdy, projde-li AMS testem variability, lze na základ výsledků naměřených AMS prokázat plnění emisního limitu.**
- Projde-li AMS testem variability požadovaným právními předpisy, plní současně požadovanou nejistotu vztaženou k hodnotě emisního limitu, protože tato variabilita se v uvažovaném měřicím rozsahu považuje za konstantní.

Variabilita

NRM	AMS	Rozdil
215	238.9	-23.9
182	197.5	-15.5
175	192.5	-17.5
172	170.7	1.3
171	188.8	-17.8
190	209.8	-19.8
192	211.5	-19.5
184	202.4	-18.4
225	248.5	-23.5
165	188.6	-23.6
178	194.9	-16.9
188	208.9	-20.9



NRM	AMS	Rozdil
5	13	-8
40	50.6	-10.6
37.2	29.8	7.4
22.5	35.3	-12.8
18.8	37.6	-18.8
19.1	35	-15.9
2	6.7	-4.7
11.4	5	6.4



QAL2 – Kalibrace a ověření AMS

- **Protokol QAL2** - musí obsahovat alespoň následující informace :
 - popis zdroje emisí a umístění vzorkovacích průřezů ;
 - popis provozních podmínek zdroje a paliv použitých zdrojem v průběhu zkoušek;
 - názvy zkušebních laboratoří a jména pracovníků provádějících tyto zkoušky;
 - podrobnosti akreditace příslušné zkušební laboratoře podle EN ISO/IEC 17025;
 - popis použitého AMS včetně měřených veličin, příslušných měřicích principů typů, provozních rozsahů a umístění;
 - popis použité NRM: její princip, typ, provozní rozsah, opakovatelnost nebo nejistotu a odkaz na příslušnou evropskou nebo mezinárodní normu;
 - data a doby, v nichž se uskutečnila souběžná měření;
 - podrobné údaje o všech naměřených výsledcích AMS a NRM průměrované v příslušných dobách;
 - kalibrační funkci a platný kalibrační rozsah včetně všech údajů použitých pro výpočet kalibrační funkce a provedení testu variability;
 - graf znázorňující výsledky souběžných měření v kartézských souřadnicích s vyznačeným kalibračním rozsahem;
 - všechny odchylky od postupů uvedených v této evropské normě a jejich možný vliv na uváděné výsledky;
 - výsledky poslední funkční zkoušky.

QAL3 - Prokazování jakosti za provozu

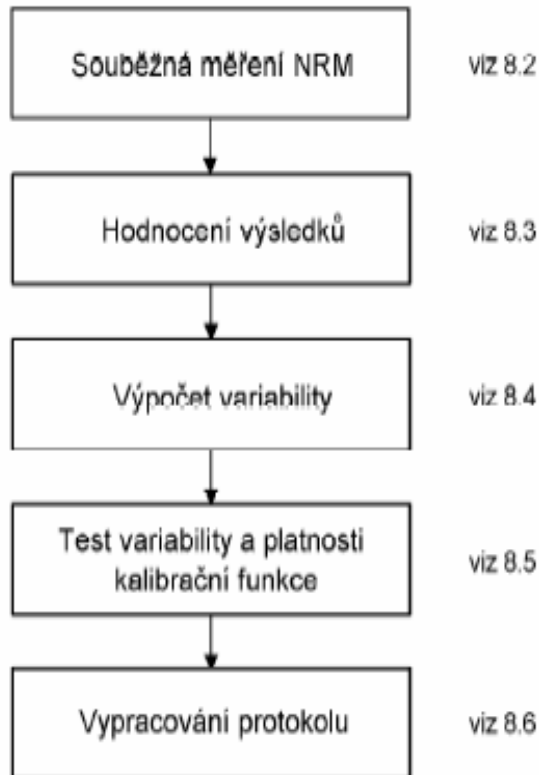
- **Všeobecné pokyny**
 - *Po převzetí a **kalibraci AMS musí následovat další kontrolní postupy zabezpečení a řízení jakosti.**
 - Cílem těchto postupů (nazývaných také následným řízením jakosti) je zajistit, aby výsledky měření AMS dlouhodobě splňovaly deklarovanou nebo požadovanou nejistotu.
 - **Za přijetí a provádění postupů QAL3 určených touto normou zodpovídá provozovatel zdroje (tj. majitel AMS).** Provozovatel zdroje rovněž zodpovídá za to, že AMS se využívá v platném kalibračním rozsahu.
- **Postupy trvalého zabezpečení jakosti**
 - Cílem těchto postupů je trvalé udržení a prokazování jakosti AMS. Trvalé zabezpečení jakosti se prokazuje **splněním požadavku deklarované opakovatelnosti nuly a horní hranice měřicího rozpětí při trvalém provozu a udržováním AMS ve stejných provozních podmínkách jako při jeho instalaci.** Tohoto důkazu lze dosáhnout potvrdí-li se, že se drift a shodnost stanovené při QAL1 udržují v rozumných mezích.
 - Toho lze dosáhnout využitím regulačních diagramů. Postupy musí jednoznačně ukázat, kdy je nezbytné provést údržbu systému (např. výrobcem).

AST - Roční ověření správnosti

- **Funkční zkouška**

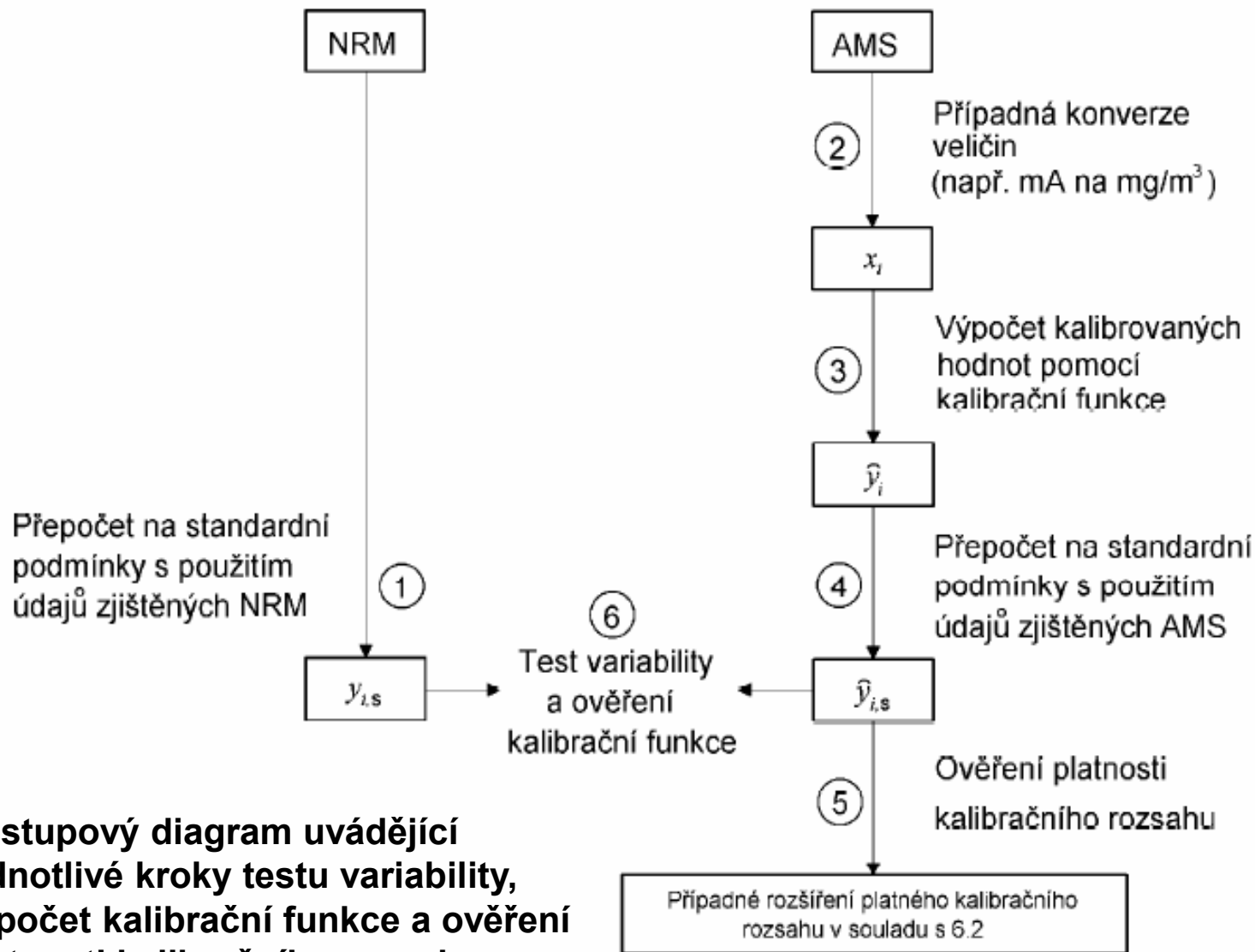
- Prvním krokem AST je funkční zkouška, která musí být provedena podle přílohy A normy. Tato funkční zkouška musí být provedena zkušenou zkušební laboratoří autorizovanou příslušným orgánem ochrany ovzduší.

- **Souběžná měření :**



V průběhu AST musí být provedeno nejméně 5 souběžných měření NRM postupem podle této normy

Posloupnost kroků zkoušky platnosti kalibrační funkce a testu variability



Postupový diagram uvádějící jednotlivé kroky testu variability, výpočet kalibrační funkce a ověření platnosti kalibračního rozsahu

AST - Roční ověření správnosti

- **Výpočet variability**

- Postupem uvedeným v kap.6.6 normy se určí, jakou nejistotu σ_0 určují příslušné právní předpisy a provede se výpočet variability jako směrodatné odchylky rozdílů párových měření.

- **Test variability a zkouška platnosti kalibrační funkce**

- Variabilita výsledků AMS je přijatelná, pokud je splněna následující nerovnice:

$$s_D \leq 1,5 \sigma_0 k_v$$

- Hodnoty koeficientu k_v pro různě velké soubory výsledků jsou tabelovány.
- Kalibrace AMS je přijata, pokud je splněna podmínka:

$$|\bar{D}| \leq t_{0,95} (N-1) \frac{s_D}{\sqrt{N}} + \sigma_0$$

$$t_{0,95} (N-1)$$

Studentova hodnota t pro počet stupňů volnosti 4 a konfidenční interval 95 %

- Neprojde-li AMS kterýmkoli z obou uvedených testů, musí být nalezeny a odstraněny příčiny. Následně musí být provedeno nové souběžné měření postupy stanovenými QAL2. V případě potřeby musí být požádán příslušný dodavatel, aby před další kalibrací provedl potřebnou údržbu AMS.

AST - Roční ověření správnosti

- **Protokol AST**
 - Protokol AST musí obsahovat následující informace :
 - a) popis zařízení a umístění vzorkovacího průřezu;
 - b) popis instalovaných AMS včetně měřených veličin, jejich principy, typy, provozní rozsahy a jejich umístění;
 - c) popis použité NRM - včetně jejich principů, provozních rozsahů, opakovatelností nebo nejistot měření, a případně i označení příslušné evropské nebo mezinárodní normy;
 - d) data a časy souběžných měření;
 - e) podrobné údaje o všech naměřených hodnotách získaných AMS a NRM průměrovaných v příslušných časových intervalech;
 - f) výsledky zkoušek platnosti a shodnosti kalibrace;
 - g) jakékoli odchylky od postupů předepsaných touto evropskou normou a jejich možný vliv na získávané výsledky;
 - h) výsledky funkčního testu při AST.

Aplikace EN 14181 v praxi

- **Zkušenosti z aplikace normy v ČR**
- *Přestože EN 14181 vznikla v roce 2004, do praxe ČR se prakticky nedostala. Do poloviny r. 2012 není konkrétní požadavek na aplikaci systému jakosti emisních měření podle této normy obsažen v zákonném předpisu k ochraně ovzduší ČR.
- Požadavky na aplikaci QAL1 se v praxi kontinuálních měření v ČR prakticky neuplatňují.
- *Kalibrace na úrovni QAL2 byla několikrát realizována většinou pro zahraniční dodavatele technologických celků. Několik aplikací QAL2 bylo provedeno ve spolupráci s provozovateli spaloven odpadů.
- QAL3 na úrovni požadavků EN 14181 se v praxi nepoužívá. Požadavky na zajištění a kontrolu systému jakosti provozovatele AMS nejsou specifikovány v zákonných předpisech. Z toho dále vyplývá nemožnost realizace „Funkčních zkoušek“ v plném rozsahu požadavků QAL2 a AST.
- Zavedení EN 14181 pomocí „určených norem“ vyhlášených ve věstníku ÚNMZ nebude pro zprovoznění „Systému prokazování jakosti automatizovaných měřicích systémů“ postačující. To bude vyžadovat zavedení a kontrolu požadavků QAL1,2,3 a AST do systému právních předpisů ochrany ovzduší.

Revize EN 14181

- **Problémy aplikace v praxi**
 - Brzy po zavedení EN 14181 do praxe vznikly tlaky na revizi ustanovení normy vyvolané problémy při plnění požadavků normy a zpracování reálných dat.
 - Implementace normy představuje pro praktický provoz pozitivní změnu při zajišťování kvality AMS. Je pravda, že s ní někdy souvisí značné dodatečné investice průmyslu (testování AMS). Na druhé straně existuje množství nesrovnalostí ve specifikovaném přístupu a několik potenciálně nepraktických a nákladných požadavků, které by se měli při novelizaci normy změnit, jak je popsáno dále.
- **Důvody změn :**
 - Mezi zásadní důvody lze zařadit snahu jednou normou pokrýt prakticky všechny typy AMS bez ohledu na skutečnou aplikaci a technické řešení AMS.
 - Mezi další se řadí chování reálných systémů proti předpokladům a požadavkům normy.
 - Zprovoznění systémů prokazování jakosti AMS vyžaduje zavedení právně závazných požadavků na laboratoře, provozovatele AMS a zejména na odbornou úroveň výkonu státní správy ochrany ovzduší.

Revize EN 14181

- **Návrhy hlavních změn :**
- **Zajištění kvality, QAL1 (typ přístroje a místo měření)**
 - Je podporován jednoduchý QAL1 přístup, který vyžaduje, aby byl certifikovaný rozsah menší než $2.5 \cdot \text{ELV}$ pro velké spalovací zdroje. Využíval by se test prováděný v rámci uznávaných certifikačních postupů.
- **Požadavky na provádění QAL2 kalibrace**
 - Je podporována flexibilní interpretace normy. Kompetentní orgány v členských státech by měli mít možnost individuálně určovat požadavky na zdroje s nízkými emisemi a provozními nedostupnostmi AMS.
- **Platný rozsah kalibrační funkce**
 - Je podporováno explicitní rozšíření rozsahu kalibrace na základě funkčního testu linearity na nejméně $2.5 \cdot \text{ELV}$. Kalibrace pro zdroj s velmi nízkými emisemi by měla být založená na referenčních materiálech.
- **Kalibrační funkce**
 - Je podporována flexibilní interpretace normy tak, aby kompetentní orgány v členských státech mohli určovat požadavky na zdroje s velmi nízkými emisemi a zdroje s emisemi TZL blízko hodnoty ELV. Norma by se měla upravit tak, aby bylo možné zahrnout nulové body na zlepšení kvality kalibrace.

Revize EN 14181

- **Doplňkové měření stavových a referenčních veličin**
 - Je podporován názor, že kalibrace QAL2 by se neměla provádět pro doplňkové měření, protože nejsou fyzikálně smysluplné. Funkční kontroly by měli postačovat na zjištění, že přístroje pracují správně. Přednastavené konstanty pro kompenzaci obsahu vodní páry jsou doporučované při spalování dobře specifikovaných paliv.
- **Zabezpečení kvality, QAL3 (průběžný provoz)**
 - Je podporován jednoduchý přístup k QAL3, který eliminuje potřebu provádět analýzy neurčitosti provozovatelem a navrhuje, aby kontrolní limity byly specifikované jako pevně stanovené procento z hodnoty ELV. Uživatelem definovaná autokalibrace by měla být povolena s cílem maximalizovat přesnost zaznamenávaných koncentrací ale jen za současného zaznamenávání kumulovaného driftu.
- **Roční ověření správnosti (AST)**
 - Je podporován názor, že aplikaci AST by v některých případech mohla nahradit QAL2 s cílem zkontrolovat platnost kalibrační funkce. Při aplikaci funkčních testů je potřebná flexibilita. Nejistoty testovacích metod by měli být vyjádřené explicitně.

Literatura

- **ČSN EN 14181** Stacionární zdroje emisí - Prokazování jakosti automatizovaných měřicích systémů
- **ČSN EN ISO 14956** Kvalita ovzduší – Posouzení vhodnosti měřicí metody porovnáním s požadovanou nejistotou měření
- **ČSN EN 15267- 3** Kvalita ovzduší - Certifikace automatizovaných měřicích systémů - Část 3: Měřítka výkonu a postupy zkoušení pro automatizované měřicí systémy pro měření emisí ze stacionárních zdrojů
- **TNI 01 0115:2009** Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)
- **VGB Working Group** Emissions Monitoring Comments on the Quality Assurance Standard EN 14181 May 2006
- **CEM 2009**, International Conference and Exhibition on Emissions Monitoring QA/QC