

PROTOKOL O MĚŘENÍ

č. 120/2015

Kalibrační měření AMS
kotle K1.6
společnosti Teplárna Tábor, a.s.

Objednatel:	Teplárna Tábor, a.s.
Zhotovitel:	ELVAC EKOTECHNIKA s.r.o. Tavičská 337/23 703 00 Ostrava - Vítkovice IČO: 26839652 DIČ: CZ26839652
Vedoucí měření:	Ing. Martin Stach
Zprávu vypracoval:	Stanislav Ročňák  Zástupce vedoucího laboratoře
Vedoucí Laboratoře měření emisí a imisí	RNDr. Pavel Lazecký 


ELVAC EKOTECHNIKA s.r.o.
Tavičská 337/23, 703 00 Ostrava-Vítkovice
IČ: 26839652, DIČ: CZ26839652
Tel.: +420 595 700 500, Fax: +420 595 700 508

Datum měření:	10. 7. – 12. 7. 2015
Datum vydání protokolu:	4. 8. 2015

Rozdělovník
Zákazník: 3x originál
ELVAC EKOTECHNIKA: 1 x kopie

Počet stran: 40
Počet výtisků: 4
Výtisk číslo:

OBSAH

1. Úvod	4
2. Účel měření.....	4
3. Použité zkratky a značky.....	4
4. Popis zdroje	5
4.1. Údaje o technologickém zařízení	5
4.2. Popis měřicího místa.....	5
5. Průběh a výsledky měření.....	6
5.1. Jednorázové měření ELVAC EKOTECHNIKA, s.r.o.....	6
5.2. Seznam přístrojů laboratoře ELVAC EKOTECHNIKA, s.r.o.....	6
6. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro TZL	9
6.1. Základní informace o AMS TZL.....	10
7. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro CO	11
7.1. Základní informace o AMS CO.....	12
8. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro NOx	13
8.1. Základní informace o AMS NOx	14
9. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro O₂.....	15
9.1. Základní informace o AMS O ₂	16
10. Tabulková příloha TZL.....	17
10.1. Výsledky měření pro test QAL2	17
10.2. Výsledky měření TZL NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav	18
10.3. Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS TZL.....	19
10.4. Výsledky kalibrace AMS TZL.....	20
10.5. Výsledky měření TZL AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav.....	20
10.6. Výsledky TZL přepočtené na normální stav použité pro test variability.....	21
11. Tabulková příloha CO.....	22
11.1. Výsledky měření pro test QAL2	22
11.2. Výsledky měření CO NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav	23
11.3. Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS CO	24
11.4. Výsledky kalibrace AMS CO	25
11.5. Výsledky měření CO AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav	25
11.6. Výsledky CO přepočtené na normální stav použité pro test variability	26
12. Tabulková příloha NOx.....	27
12.1. Výsledky měření pro test QAL2	27
12.2. Výsledky měření NOx NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav.....	28
12.3. Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS NOx	29
12.4. Výsledky kalibrace AMS NOx	30
12.5. Výsledky měření NOx AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav	30
12.6. Výsledky NOx přepočtené na normální stav použité pro test variability	31
13. Tabulková příloha O₂	32
13.1. Výsledky měření pro test QAL2	32
13.2. Výsledky měření O ₂ NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav	33

13.3.	Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS O ₂	34
13.4.	Výsledky kalibrace AMS O ₂	35
13.5.	Výsledky měření O ₂ AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav.....	35
13.6.	Výsledky O ₂ přepočtené na normální stav použité pro test variability.....	36

1. Úvod

Na základě objednávky č. 15.8075/TTÁ provedla Laboratoř měření emisí a imisí společnosti ELVAC EKOTECHNIKA s.r.o. kalibrační měření AMS na kotli K1.6 společnosti Teplárna Tábor, a.s.

Název Teplárna Tábor, a.s.
Adresa U Cihelny 2128
390 02 Tábor
IČ 60826827
DIČ CZ60826827

Zapsáno v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Českých Budějovicích, oddíl B, vložka 638.

IČP: 764700161

2. Účel měření

Účelem měření bylo metodami a postupy jednorázového měření emisí stanovení výstupní koncentrace vybraných znečišťujících látek a jejich porovnání dle normy ČSN EN 14 181 (kalibrace AMS) s hodnotami automatizovaného měřicího systému (AMS) trvale instalovaného na kotli K1.6.

Osvědčení o autorizaci k měření emisí bylo vydáno Ministerstvem životního prostředí, na základě rozhodnutí č.j. 2270/820/09/HI ze dne 15.7.2009. Rozhodnutím č.j. 1176/780/11/HI se doba platnosti autorizace prodlužuje do 31. 8. 2016. Dle Zákona 201/2012 Sb. je platnost osvědčení o autorizaci na dobu neurčitou.

3. Použité zkratky a značky

AMS automatizovaný měřicí systém

ELV emisní limit

NRM normovaná referenční metoda

QAL2 druhá úroveň prokazování jakosti

AST roční ověření správnosti

$y_{s,max}$, $y_{s,min}$ největší resp. nejmenší hodnota získaná NRM za standardních podmínek

y_{prum} průměrná hodnota výsledků získaných NRM

x_{prum} průměrná hodnota signálů AMS

x_i i-tý měřený signál AMS

y_i i-ta hodnota získaná NRM

$\bar{a}$ nejlepší odhad úseku kalibrační funkce

$\bar{b}$ nejlepší odhad směrnice kalibrační funkce

N počet párových výsledků při souběžném měření

Z rozdíl mezi nulovým čtením AMS a nulou

$\hat{y}$ nejlepší odhad „skutečné hodnoty“ vypočtený za použití kalibrační funkce

s_D směrodatná odchylka rozdílů D_i výsledků souběžných měření

D_i rozdíl mezi hodnotou y_i naměřenou NRM a $\hat{y}_i$ naměřenou kalibrovaným AMS

D_{prum} průměrná hodnota D_i

t hodnota Studentova rozdělení

σ_o nejistota odvozená z legislativních požadavků

k_v zkušební hodnota pro zjištění variability

p procentuální podíl

E hodnota emisního limitu

4. Popis zdroje

4.1. Údaje o technologickém zařízení

Jmenovitý výkon kotle	25 t/h
Minimální výkon kotle	8 t/h
Nejvyšší přetlak syté páry	1,65 MPa
Nejnižší přetlak syté páry	0,9 MPa
Pracovní přetlak přehřáté páry	1,32 MPa
Výpočtový přetlak	1,77 MPa
Zkušební přetlak	2,35 MPa
Jmenovitá teplota přehřáté páry	230 °C + 30 °C / -15 °C
Účinnost při jmenovitém výkonu	87 %

Nastavení pojistný ventilů	
buben	1,65 MPa (přetlak)
výstupní komora	1,45 MPa (přetlak)

Palivo	pyrolýzní olej	generátorový dehet
výhřevnost	39,4 MJ/kg	37 MJ/kg
viskozita	57 mm ² /s	40 °C 11,5 mm ² /s 20 °C 51,8 mm ² /s

Štítkové hodnoty kotle K1.6

Výrobní číslo	6440
Rok výroby	1991
Jmenovitý výkon	25 tun páry za hodinu
Maximální přetlak	1,65 MPa
Teplota výstupní páry	220 °C
Teplota napájecí vody	105 °C

Štítkové hodnoty hořáku

Hořák SAACKE	
Typ	GM 180 - LKZ 18
Výrobní číslo	1 – 0710 – 295840
Rok výroby	1995
Výrobce	SAACKE BREMEN GERMANY

Používané palivo generátorový dehet

Na kotli není instalováno žádné odlučovací zařízení.

4.2. Popis měřicího místa

Odběry vzorků vzdušiny pro stanovení emisí na **kotli K1.6** byly provedeny z odběrového místa situovaného za kotlem na vodorovném úseku potrubí. Délka rovného úseku před průřezem měření je asi 20 m, za průřezem měření asi 10 m. Odběr vzorku spalin pro stanovení znečišťujících látek a měření vzduchotechnických

parametrů bylo prováděno v přímém úseku uvedeného výfukového potrubí v místech s trvale instalovanými měřicími přírubami.

5. Průběh a výsledky měření

Před vlastním zahájením měření byla provedena zkouška funkce AMS dle normy ČSN EN 14 181 a o této zkoušce byl vypracován protokol, který je přílohou tohoto protokolu. Funkční zkouška byla provedena ve spolupráci se servisní organizací ECM ECO MONITORING spol. s r.o.

Měření znečišťujících látek bylo provedeno ve dnech 10. 7. – 12. 7. 2015. Provozní údaje zdroje byly získány ze záznamových systémů zdroje.

Výsledkem měření je stanovení rovnice kalibrační závislosti mezi naměřenými hodnotami koncentrací a jim odpovídajících údajů AMS (mA).

5.1. Jednorázové měření ELVAC EKOTECHNIKA, s.r.o.

Odběr vzorků pro stanovení koncentrací a emisí tuhých znečišťujících látek je provedeno dle standardního operačního postupu EKO-SOP-E04 (ČSN EN 13284) automatizovanou gravimetrickou aparaturou Isostack G4 na filtr ze skelných mikrovláken, umístěným ve vzorkovacím průřezu (interní filtrace). Ke stanovení obsahu vlhkosti ve spalínách je použita kondenzační metoda (ochlazením spalín pod rosný bod) s využitím aparatury TECORA. Rychlost je stanovena výpočtem s ohledem na skutečnou měrnou hmotnost spalín. Střední rychlost spalín v měřeném průřezu se vypočte z rychlostního profilu jako vážený aritmetický průměr rychlosti v měřicích bodech.

Měření plyných emisí je realizováno pomocí kontinuálního přístroje laboratoře měření emisí a imisí a postupuje podle EKO-SOP-05, EKO-SOP-03. Měřicí vůz je vybaven analyzátelem firmy HORIBA, pracujícími na principu NDIR, CLD a paramagnetický princip.

Vzorek spalín je odebírán z reprezentativního bodu kouřovodu sondou s vyhřívaným keramickým filtrem a je dopravován vytápěnou teflonovou hadicí do chladničky plynu, kde dochází k úpravě obsahu vodních par na hodnotu vyhovující selektivě použitého analyzátoru. Transport spalín zajišťuje plynové čerpadlo. Analyzátor je před každým měřením justován speciálními plyny od firmy LINDE.

5.2. Seznam přístrojů laboratoře ELVAC EKOTECHNIKA, s.r.o.

-analyzátor HORIBA, typ PG – 350E pro měření koncentrací plyných znečišťujících látek a doprovodných veličin (CO₂, O₂).

-odběrová aparatura Isostack G4 s vybavením pro měření koncentrací tuhých znečišťujících látek

Měřená složka	Rozsah analyzátoru	Jednotky	Nejistota*[%]
CO	0 ÷ 2000	ml.m ⁻³	2,8
SO ₂	0 ÷ 500	ml.m ⁻³	3,0
NO	0 ÷ 1000	ml.m ⁻³	2,8
O ₂	0 ÷ 25	%	1,4
TZL	0 ÷ 10000	mg.m ⁻³	9,6

* uvedená nejistota je z použitého rozsahu přístroje, u tuhých emisí se jedná o nejistotu z naměřené hodnoty

Údaje o koncentraci tuhých znečišťujících látek ve spalínách jsou uváděny jako skutečně naměřené koncentrace, tak údaje referenční, tzn. přepočtené na hodnotu referenčního obsahu kyslíku ve spalínách. Proveďte se min. 15 souběžných měření, kdy se ke každé z naměřených hodnot ELVAC přiřadí průměrná hodnota mA z přístroje AMS za dobu odběru.

Získané hodnoty jsou zpracovány podle normy ČSN EN 14181 Stacionární zdroje emisí – Prokazování jakosti automatizovaných měřicích systémů.

Datum měření: 10. 7. – 12. 7. 2015

Vedoucí měření: Ing Martin Stach

Měřiči: Marek Lazecký

Měření tuhých znečišťujících látek K1.6

ČÍSLO VZORKU		1	2	3	4	5
Datum měření	d.m.r	10.7.2015				
Začátek měření	h:min	12:39	13:42	14:43	15:45	16:57
Konec měření	h:min	13:32	14:33	15:32	16:45	17:48
Barometrický tlak	kPa	96,94	96,92	96,88	96,84	96,79
Prachoměr						
Výstupní signál	mA	4,163	4,144	4,156	4,124	4,169
Odpadní plyn						
Teplota	°C	250	250	261	277	290
Tlak	kPa	96,727	96,703	96,686	96,673	96,627
Měrná hmotnost spalin	kg.m ⁻³	0,649	0,645	0,636	0,621	0,604
Obsah CO ₂ -suché sp.	%	9,6	9,2	11,3	13,0	12,7
Obsah H ₂ O	%	6,9	8,2	8,2	8,4	8,9
Obsah O ₂ -suché sp.	%	8,1	8,7	5,9	3,5	3,9
Obj. průtok spalin provozní	m ³ .h ⁻¹	27686	26239	26480	26708	26925
Obj. průtok spalin ref.	m ³ .h ⁻¹	9197	8219	9965	11241	10780
Koncentrace TZL						
efektivní ⁵⁾	mg.m ⁻³	4,9	4,3	5,0	5,1	4,6
referenční ⁶⁾	mg.m ⁻³	15,0	13,8	13,3	12,1	11,5

Měření tuhých znečišťujících látek K1.6

ČÍSLO VZORKU		6	7	8	9	10
Datum měření	d.m.r	11.7.2015				
Začátek měření	h:min	7:25	8:30	9:31	10:32	11:41
Konec měření	h:min	8:23	9:20	10:24	11:33	12:36
Barometrický tlak	kPa	96,77	96,78	96,77	96,73	96,71
Prachoměr						
Výstupní signál	mA	4,007	4,076	4,163	4,255	4,249
Odpadní plyn						
Teplota	°C	226	216	233	232	233
Tlak	kPa	96,586	96,617	96,588	96,547	96,514
Měrná hmotnost spalin	kg.m ⁻³	0,674	0,692	0,668	0,669	0,668
Obsah CO ₂ -suché sp.	%	7,1	9,1	8,5	8,4	8,5
Obsah H ₂ O	%	7,1	7,0	6,6	7,0	6,6
Obsah O ₂ -suché sp.	%	11,4	8,7	9,6	9,6	9,5
Obj. průtok spalin provozní	m ³ .h ⁻¹	23871	23687	23989	23555	24114
Obj. průtok spalin ref.	m ³ .h ⁻¹	6165	7999	7288	7158	7382
Koncentrace TZL						
efektivní ⁵⁾	mg.m ⁻³	5,4	5,6	7,5	8,5	8,1
referenční ⁶⁾	mg.m ⁻³	20,9	16,5	24,6	28,3	26,4

Měření tuhých znečišťujících látek K1.6

ČÍSLO VZORKU		11	12	13	14	15
Datum měření	d.m.r	12.7.2015				
Začátek měření	h:min	16:41	17:46	18:46	19:48	20:48
Konec měření	h:min	17:34	18:37	19:36	20:40	21:41
Barometrický tlak	kPa	96,55	96,44	96,40	96,37	96,40
Prachoměr						
Výstupní signál	mA	4,007	4,007	4,009	4,025	4,042
Odpadní plyn						
Teplota	°C	223	222	222	221	220
Tlak	kPa	96,313	96,268	96,233	96,238	96,289
Měrná hmotnost spalin	kg.m ⁻³	0,678	0,677	0,675	0,678	0,678
Obsah CO ₂ -suché sp.	%	8,6	8,6	8,5	8,5	8,5
Obsah H ₂ O	%	7,5	7,9	8,6	8,2	8,6
Obsah O ₂ -suché sp.	%	9,2	9,3	9,3	9,4	9,5
Obj. průtok spalin provozní	m ³ .h ⁻¹	18819	19082	19470	19397	19468
Obj. průtok spalin ref.	m ³ .h ⁻¹	5951	6000	6045	6025	6003
Koncentrace TZL						
efektivní ⁵⁾	mg.m ⁻³	6,1	4,9	4,3	4,9	4,9
referenční ⁶⁾	mg.m ⁻³	19,2	15,6	13,8	15,8	15,9

Legenda :

⁵⁾ koncentrace tuhých částic ve spalinách zjištěná z hmotnosti zachycených tuhých částic a odsátého objemu

⁶⁾ koncentrace tuhých částic ve spalinách vztažených na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

Emisní limit TZL: 100 mg/m³ ref. O₂ 3%
rozsah 4 – 20 mA, 0-125mg/m³

6. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro TZL

Z tabulky 10.2 zjistíme, že rozdíl mezi $y_{s,max}$ a $y_{s,min}$ je větší nebo rovno než 15% emisního limitu:

$$y_{s,max} - y_{s,min} = 28,3 - 11,5 = 16,8 \geq 0,15 \cdot 100 = 15 \text{ mg/m}^3$$

Proto při výpočtu koeficientů kalibrační funkce použijeme následující vzorce:

$$b^- = (\Sigma(x_i - x_{prum}) \cdot (y_i - y_{prum})) / (\Sigma(x_i - x_{prum})^2) = 0,992 / 0,108 = \mathbf{9,200}$$

$$\bar{a} = y_{prum} - b^- \cdot x_{prum} = 5,62 - (9,200 \cdot 4,11) = \mathbf{-32,160}$$

Číselné hodnoty byly použity z tabulky 11.1 a 11.3 a kalibrační funkce má tvar:

$$\hat{y} = -32,160 + 9,200 x_i$$

$$\begin{aligned} \text{a je platná v rozmezí: } & 0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 22,6) = 24,9 \text{ mg/m}^3 \text{ (Tab. 10.5)} \\ & 0 \leq \hat{y} \leq (0,20 \cdot \text{ELV}) = 20 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

Poznámka: Kalibrační měření bylo prováděno na rozsahu 4 – 20 mA.

Výpočet variability

Variabilita se vypočte podle vzorce:

$$s_D = \sqrt{(1/(N-1)) \cdot (\Sigma(D_i - D_{prum})^2)} = \sqrt{(159 / 14)} = \mathbf{3,37}$$

při použití hodnot z tabulky 10.6.

Provedení testu variability

Variabilita je přijata a AMS projde testem, když platí:

$$s_D \leq \sigma_o \cdot k_v$$

$$\sigma_o = p \cdot E / 1,96 = (0,3 \cdot 100) / 1,96 = 15,31 \text{ mg/m}^3$$

$$3,37 \leq 15,31 \cdot 0,9761$$

$$\mathbf{3,37 \leq 14,94}$$

Z uvedeného vyplývá, že AMS testem prošel.

6.1. Základní informace o AMS TZL

K1.6, měření TZL

Charakteristika	Emise pevných částic
Měřicí princip AMS	optický
Nulový bod	4 mA
Měřicí princip NRM	Manuální gravimetrická metoda – ČSN EN 13284-1
Emisní limit	100 mg.m ⁻³ , ref. podm. „A“ 3% O ₂
Přípustná nejistota měření	30 %
Rozdíl $y_{s,max} - y_{s,min}$	$28,3 - 11,5 = 16,8 \geq 0,15 \cdot 100 = 15 \text{ mg/m}^3$
Kalibrační funkce	$\hat{y} = - 32,16 + 9,200 x_i$
Platný kalibrační rozsah	$0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 22,9) = 24,9 \text{ mg/m}^3$
Variabilita s_D	3,37
Nejistota σ_o	15,31
Test variability	$3,37 \leq 15,31 \cdot 0,9761 = 14,94$
AMS testem prošel	ANO

7. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro CO

Z tabulky 11.2 zjistíme, že rozdíl mezi $y_{s,max}$ a $y_{s,min}$ je menší než 15% emisního limitu:

$$y_{s,max} - y_{s,min} = 20 - 2 = 18 < 0,15 \cdot 250 = 26,3 \text{ mg/m}^3$$

Proto při výpočtu koeficientů kalibrační funkce použijeme následující vzorce:

$$b^- = y_{prum} / (x_{prum} - Z) = 6,46 / (4,41 - 4) = 15,657$$

$$\bar{a} = -b^- \cdot Z = -15,657 \cdot 4 = -62,629$$

Číselné hodnoty byly použity z tabulky 12.1 a 12.3 a kalibrační funkce má tvar:

$$\hat{y} = -62,629 + 15,657 x_i$$

$$\begin{aligned} \text{a je platná v rozmezí: } & 0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 36) = 40 \text{ mg/m}^3 \quad (\text{Tab. 11.5}) \\ & 0 \leq \hat{y} \leq (0,20 \cdot \text{ELV}) = 35 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

Poznámka: Kalibrační měření bylo prováděno na rozsahu 0 – 250 ppm.

Výpočet variability

Variabilita se vypočte podle vzorce:

$$s_D = \sqrt{(1/(N-1)) \cdot (\sum (D_i - D_{prum})^2)} = \sqrt{(653 / 14)} = 6,83$$

při použití hodnot z tabulky 11.6.

Provedení testu variability

Variabilita je přijata a AMS projde testem, když platí:

$$s_D \leq \sigma_o \cdot k_v$$

$$\sigma_o = p \cdot E / 1,96 = (0,1 \cdot 175) / 1,96 = 8,93 \text{ mg/m}^3$$

$$6,83 \leq 8,93 \cdot 0,9761$$

$$6,83 \leq 8,72$$

Z uvedeného vyplývá, že AMS testem prošel.

7.1. Základní informace o AMS CO

K1.6, měření CO

Charakteristika	Emise CO
Měřicí princip AMS	Optický - IR
Nulový bod	4 mA
Měřicí princip NRM	NDIR
Emisní limit	175 mg.m ⁻³ , ref. podm. „A“ 3% O ₂
Přípustná nejistota měření	10 %
Rozdíl $y_{s,max} - y_{s,min}$	$20 - 2 = 18 \geq 0,15 \cdot 175 = 26,3 \text{ mg/m}^3$
Kalibrační funkce	$\hat{y} = - 62,629 + 15,657 x_i$
Platný kalibrační rozsah	$0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 36) = 40 \text{ mg/m}^3$
Variabilita s_D	6,83
Nejistota σ_o	8,93
Test variability	$6,83 \leq 8,93 \cdot 0,9761 = 8,72$
AMS testem prošel	ANO

8. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro NOx

Z tabulky 12.2 zjistíme, že rozdíl mezi $y_{s,max}$ a $y_{s,min}$ je větší nebo rovno než 15% emisního limitu:

$$y_{s,max} - y_{s,min} = 488 - 242 = 246 \geq 0,15 \cdot 450 = 67,5 \text{ mg/m}^3$$

Proto při výpočtu koeficientů kalibrační funkce použijeme následující vzorce:

$$b^- = (\sum (x_i - x_{prum}) \cdot (y_i - y_{prum})) / (\sum (x_i - x_{prum})^2) = 929 / 27,1 = \mathbf{34,295}$$

$$\bar{a} = y_{prum} - b^- \cdot x_{prum} = 124 - (34,295 \cdot 7,31) = \mathbf{-126,490}$$

Číselné hodnoty byly použity z tabulky 14.1 a 14.3 a kalibrační funkce má tvar:

$$\hat{y} = \mathbf{-126,490 + 34,295 x_i}$$

$$\begin{aligned} \text{a je platná v rozmezí: } & 0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 548) = 603 \text{ mg/m}^3 \quad (\text{Tab. 12.5}) \\ & 0 \leq \hat{y} \leq (0,20 \cdot \text{ELV}) = 90 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

Poznámka: Kalibrační měření bylo prováděno na rozsahu 0 – 500 ppm.

Výpočet variability

Variabilita se vypočte podle vzorce:

$$s_D = \sqrt{(1/(N-1)) \cdot (\sum (D_i - D_{prum})^2)} = \sqrt{(4127 / 14)} = \mathbf{17,17}$$

při použití hodnot z tabulky 12.6.

Provedení testu variability

Variabilita je přijata a AMS projde testem, když platí:

$$s_D \leq \sigma_o \cdot k_v$$

$$\sigma_o = p \cdot E / 1,96 = (0,2 \cdot 450) / 1,96 = 45,92 \text{ mg/m}^3$$

$$17,17 \leq 45,92 \cdot 0,9761$$

$$\mathbf{17,17 \leq 44,82}$$

Z uvedeného vyplývá, že AMS testem prošel.

8.1. Základní informace o AMS NO_xK1.6, měření NO_x

Charakteristika	Emise NO _x
Měřicí princip AMS	Optický - IR
Nulový bod	4 mA
Měřicí princip NRM	chemiluminiscence
Emisní limit	450 mg.m ⁻³ , ref. podm. „A“ 3% O ₂
Přípustná nejistota měření	20 %
Rozdíl $y_{s,max} - y_{s,min}$	$491 - 226 = 265 \geq 0,15 \cdot 450 = 67,5 \text{ mg/m}^3$
Kalibrační funkce	$\hat{y} = -126,493 + 34,295 x_i$
Platný kalibrační rozsah	$0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 548) = 603 \text{ mg/m}^3$
Variabilita s_D	17,17
Nejistota σ_o	45,92
Test variability	$17,17 \leq 45,92 \cdot 0,9761 = 44,82$
AMS testem prošel	ANO

9. Zjištění kalibrační funkce AMS a její platnost pro O₂

Z tabulky 13.2 zjistíme, že rozdíl mezi $y_{s,max}$ a $y_{s,min}$ je větší nebo rovno než 15% průměrné hodnoty:

$$y_{s,max} - y_{s,min} = 10,3 - 3,6 = 6,7 \geq 0,15 \cdot 5,8 = 0,9 \quad \%$$

Proto při výpočtu koeficientů kalibrační funkce použijeme následující vzorce:

$$b^- = (\sum (x_i - x_{prum}) \cdot (y_i - y_{prum})) / (\sum (x_i - x_{prum})^2) = 49,3 / 33,1 = \mathbf{1,491}$$

$$\bar{a} = y_{prum} - b^- \cdot x_{prum} = 8,54 - (1,491 \cdot 9,93) = \mathbf{-6,269}$$

Číselné hodnoty byly použity z tabulky 15.1 a 15.3 a kalibrační funkce má tvar:

$$\hat{y} = \mathbf{-6,269 + 1,491 x_i}$$

$$\text{a je platná v rozmezí: } 0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 11,0) = 12,1 \quad \% \quad (\text{Tab. 13.5})$$

Poznámka: Kalibrační měření bylo prováděno na rozsahu 0 – 25 %.

Výpočet variability

Variabilita se vypočte podle vzorce:

$$s_D = \sqrt{(1/(N-1)) \cdot (\sum (D_i - D_{prum})^2)} = \sqrt{(0,54 / 14)} = \mathbf{0,20}$$

při použití hodnot z tabulky 13.6.

Provedení testu variability

Variabilita je přijata a AMS projde testem, když platí:

$$s_D \leq \sigma_o \cdot k_v$$

$$\sigma_o = p \cdot E / 1,96 = (0,1 \cdot 9,2) / 1,96 = 0,47 \quad \%$$

$$0,20 \leq 0,47 \cdot 0,9761$$

$$\mathbf{0,20 \leq 0,46}$$

Z uvedeného vyplývá, že AMS testem prošel.

9.1. Základní informace o AMS O₂K1.6, měření O₂

Charakteristika	O ₂
Měřicí princip AMS	zirkonium
Nulový bod	4 mA
Měřicí princip NRM	Paramagnetický princip
Průměrná koncentrace	9,2 %
Přípustná nejistota měření	10 %
Rozdíl $y_{s,max} - y_{s,min}$	$10,3 - 3,6 = 6,7 \geq 0,15 \cdot 9,2 = 0,9$ %
Kalibrační funkce	$\hat{y} = - 6,269 + 1,491 x_i$
Platný kalibrační rozsah	$0 \leq \hat{y} \leq (1,10 \cdot 11,0) = 12,1$ %
Variabilita s_D	0,20
Nejistota σ_o	0,47
Test variability	$0,20 \leq 0,47 \cdot 0,9761 = 0,46$
AMS testem prošel	ANO

10. Tabulková příloha TZL

10.1. Výsledky měření pro test QAL2

Pořadové číslo měření	Výsledek NRM	Signál AMS
<i>i</i>	<i>y_i</i>	<i>x_i</i>
--	mg.m ⁻³ *)	mA
1	5,0	4,163
2	4,3	4,144
3	5,0	4,156
4	5,1	4,124
5	4,6	4,169
6	5,4	4,007
7	5,6	4,076
8	7,5	4,163
9	8,6	4,255
10	8,1	4,249
11	6,1	4,007
12	4,9	4,007
13	4,3	4,009
14	4,9	4,025
15	4,9	4,042
Součet	84,3	61,60
Průměr	5,6	4,106

*) koncentrace škodliviny ve vlhkých spalínách zjištěná z hmotnosti zachycených tuhých částic a odsátého objemu

10.2. Výsledky měření TZL NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek NRM	Tlak	Teplota	Vlhkost	Obsah O ₂ v suchém plynu	Výsledek NRM za norm.podmín.
	y_i	p_i	t_i	h_i	o_i	$y_{i,s}$
	mg.m ⁻³ *)	kPa	°C	%	%	mg.m ⁻³ **)
1	5,0	96,727	250	6,9	8,1	15,0
2	4,3	96,703	250	8,2	8,7	13,8
3	5,0	96,686	261	8,2	5,9	13,3
4	5,1	96,673	277	8,4	3,5	12,1
5	4,6	96,627	290	8,9	3,9	11,5
6	5,4	96,586	226	7,1	11,4	20,9
7	5,6	96,617	216	7	8,7	16,5
8	7,5	96,588	233	6,6	9,6	24,6
9	8,6	96,547	232	7	9,6	28,3
10	8,1	96,514	233	6,6	9,5	26,4
11	6,1	96,313	223	7,5	9,2	19,2
12	4,9	96,268	222	7,9	9,3	15,6
13	4,3	96,233	222	8,6	9,3	13,8
14	4,9	96,238	221	8,2	9,4	15,8
15	4,9	96,289	220	8,6	9,5	15,9

*) koncentrace škodliviny ve vlhkých spalínách zjištěná z hmotnosti zachycených tuhých částic a odsátého objemu

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

10.3. Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS TZL

Pořadové číslo	$x_i - x_{prum}$	$y_i - y_{prum}$	$(x_i - x_{prum})^2$	$(x_i - x_{prum}) \cdot (y_i - y_{prum})$
1	0,057	-0,62	0,00321	-0,0352
2	0,038	-1,32	0,00143	-0,0500
3	0,049	-0,62	0,00244	-0,0306
4	0,018	-0,52	0,00032	-0,0094
5	0,063	-1,02	0,00396	-0,0642
6	-0,100	-0,22	0,00993	0,0219
7	-0,031	-0,02	0,00095	0,0006
8	0,056	1,88	0,00314	0,1053
9	0,149	2,98	0,02206	0,4426
10	0,143	2,48	0,02040	0,3542
11	-0,100	0,48	0,00990	-0,0478
12	-0,100	-0,72	0,00996	0,0719
13	-0,097	-1,32	0,00942	0,1281
14	-0,081	-0,72	0,00658	0,0584
15	-0,064	-0,72	0,00413	0,0463
Součet			0,1078	0,9922

10.4. Výsledky kalibrace AMS TZL

Pořadové číslo	Signál AMS	Výsledek NRM	Výsledek AMS
i	x_i	y_i	$\hat{y}_i$
	mA	mg.m ⁻³ *)	mg.m ⁻³ *)
1	4,16	5,0	6,1
2	4,14	4,3	6,0
3	4,16	5,0	6,1
4	4,12	5,1	5,8
5	4,17	4,6	6,2
6	4,01	5,4	4,7
7	4,08	5,6	5,3
8	4,16	7,5	6,1
9	4,26	8,6	7,0
10	4,25	8,1	6,9
11	4,01	6,1	4,7
12	4,01	4,9	4,7
13	4,01	4,3	4,7
14	4,03	4,9	4,9
15	4,04	4,9	5,0

*) koncentrace škodliviny ve vlhkých spalínách zjištěná z hmotnosti zachycených tuhých částic a odsátého objemu

10.5. Výsledky měření TZL AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek AMS	Tlak	Teplota	Vlhkost	Obsah O ₂ v suchém plynu	Výsledek AMS za norm.podmín.
	$\hat{y}_i$	p_i	t_i	h_i	o_i	$\hat{y}_{i,s}$
	mg.m ⁻³ *)	kPa	°C	%	%	mg.m ⁻³ **)
1	6,1	96,727	250	6,9	8,1	18,5
2	6,0	96,703	250	8,2	8,7	19,1
3	6,1	96,686	261	8,2	5,9	16,2
4	5,8	96,673	277	8,4	3,5	13,7
5	6,2	96,627	290	8,9	3,9	15,5
6	4,7	96,586	226	7,1	11,4	18,2
7	5,3	96,617	216	7,0	8,7	15,8
8	6,1	96,588	233	6,6	9,6	20,2
9	7,0	96,547	232	7,0	9,6	23,0
10	6,9	96,514	233	6,6	9,5	22,6
11	4,7	96,313	223	7,5	9,2	14,8
12	4,7	96,268	222	7,9	9,3	15,0
13	4,7	96,233	222	8,6	9,3	15,2
14	4,9	96,238	221	8,2	9,4	15,7
15	5,0	96,289	220	8,6	9,5	16,4

*) koncentrace škodliviny ve vlhkých spalínách zjištěná z hmotnosti zachycených tuhých částic a odsátého objemu

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

10.6. Výsledky TZL přepočtené na normální stav použité pro test variability

Pořad. číslo	Výsledek AMS n.s.	Výsledek NRM n.s.	Rozdíl	Rozdíl	Čtverec rozdílů
	$\hat{y}_{i,s}$	$y_{i,s}$	$D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$	$D_i - D_{prum}$	$(D_i - D_{prum})^2$
	mg.m ⁻³ **)	mg.m ⁻³ **)			
1	18,5	15,0	-3,43	-3,64	13,27
2	19,1	13,8	-5,34	-5,55	30,78
3	16,2	13,3	-2,86	-3,07	9,43
4	13,7	12,1	-1,62	-1,84	3,37
5	15,5	11,5	-3,99	-4,20	17,67
6	18,2	20,9	2,70	2,49	6,18
7	15,8	16,5	0,78	0,57	0,32
8	20,2	24,6	4,48	4,27	18,27
9	23,0	28,3	5,32	5,11	26,08
10	22,6	26,4	3,80	3,59	12,89
11	14,8	19,2	4,40	4,19	17,54
12	15,0	15,6	0,63	0,42	0,18
13	15,2	13,8	-1,37	-1,58	2,50
14	15,7	15,8	0,09	-0,13	0,02
15	16,4	15,9	-0,42	-0,63	0,40
Průměr			0,21		
Součet					158,9

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

11. Tabulková příloha CO

11.1. Výsledky měření pro test QAL2

Pořadové číslo měření	Čas měření	Výsledek NRM	Signál AMS
<i>i</i>		<i>y_i</i>	<i>x_i</i>
--	dd.mm.rrrr, hh:mm:ss	mg.m ⁻³ *)	mA
1	10.07.2015 13:45:00	8	4,654
2	10.07.2015 14:45:00	6	4,479
3	10.07.2015 15:45:00	2	4,192
4	10.07.2015 16:45:00	2	4,201
5	10.07.2015 17:45:00	1	4,107
6	11.07.2015 08:45:00	10	4,961
7	11.07.2015 09:45:00	9	4,358
8	11.07.2015 10:45:00	9	4,767
9	11.07.2015 11:45:00	7	4,526
10	11.07.2015 12:45:00	7	4,458
11	12.07.2015 18:30:00	7	4,342
12	12.07.2015 19:30:00	8	4,276
13	12.07.2015 20:30:00	8	4,311
14	12.07.2015 21:30:00	8	4,140
15	12.07.2015 22:30:00	6	4,417
Součet		96	65,97
Průměr		6	4,40

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

11.2. Výsledky měření CO NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek NRM	Obsah O ₂ v suchém plynu	Výsledek NRM za norm.podmín.
	y_i	o_i	$y_{i,s}$
	mg.m ⁻³ *)	%	mg.m ⁻³ **)
1	10	8,8	14
2	7	8,1	10
3	3	5,2	3
4	3	3,6	3
5	2	4,1	2
6	12	10,3	20
7	12	9,1	18
8	11	9,7	17
9	9	9,6	13
10	8	9,5	13
11	8	9,9	14
12	9	9,9	15
13	10	10,0	16
14	10	10,1	16
15	8	10,2	13

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

11.3. Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS CO

Pořadové číslo	$x_i - x_{prum}$	$y_i - y_{prum}$	$(x_i - x_{prum})^2$	$(x_i - x_{prum}) \cdot (y_i - y_{prum})$
1	0,24	1,38	0,06	0,33
2	0,07	-0,71	0,00	-0,05
3	-0,22	-4,16	0,05	0,92
4	-0,21	-4,04	0,04	0,85
5	-0,31	-5,18	0,09	1,58
6	0,55	3,15	0,30	1,73
7	-0,05	2,94	0,00	-0,16
8	0,35	2,14	0,13	0,76
9	0,11	0,35	0,01	0,04
10	0,05	0,05	0,00	0,00
11	-0,07	0,26	0,01	-0,02
12	-0,14	1,08	0,02	-0,15
13	-0,10	1,57	0,01	-0,16
14	-0,27	1,48	0,07	-0,40
15	0,00	-0,33	0,00	0,00
Součet			0,80	5,28

11.4. Výsledky kalibrace AMS CO

Pořadové číslo	Signál AMS	Výsledek NRM	Výsledek AMS
i	x_i	y_i	$\hat{y}_i$
	mA	mg.m ⁻³ *)	mg.m ⁻³ *)
1	4,65	10	14
2	4,48	7	10
3	4,19	3	4
4	4,20	3	4
5	4,11	2	2
6	4,96	12	20
7	4,36	12	8
8	4,77	11	16
9	4,53	9	11
10	4,46	8	10
11	4,34	8	7
12	4,28	9	6
13	4,31	10	7
14	4,14	10	3
15	4,42	8	9

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

11.5. Výsledky měření CO AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek AMS	Obsah O ₂ v suchém plynu	Výsledek AMS za norm.podmín.
	$\hat{y}_i$	α_i	$\hat{y}_{i,s}$
	mg.m ⁻³ *)	%	mg.m ⁻³ **)
1	14	9,6	22
2	10	8,9	15
3	4	5,8	5
4	4	3,9	5
5	2	4,3	2
6	20	11,0	36
7	8	9,8	12
8	16	10,5	28
9	11	10,4	19
10	10	10,3	16
11	7	10,7	13
12	6	10,8	10
13	7	10,8	12
14	3	10,9	5
15	9	11,0	16

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

11.6. Výsledky CO přepočtené na normální stav použité pro test variability

Pořad. číslo	Výsledek AMS n.s.	Výsledek NRM n.s.	Rozdíl	Rozdíl	Čtverec rozdílů
	$\hat{y}_{i,s}$	$y_{i,s}$	$D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$	$D_i - D_{prum}$	$(D_i - D_{prum})^2$
	mg.m ⁻³ **)	mg.m ⁻³ **)			
1	22	14	-8	-6	32
2	15	10	-5	-3	11
3	5	3	-2	0	0
4	5	3	-1	0	0
5	2	2	-1	1	1
6	36	20	-16	-14	200
7	12	18	6	8	57
8	28	17	-10	-9	73
9	19	13	-5	-3	12
10	16	13	-3	-2	3
11	13	14	1	3	7
12	10	15	5	7	46
13	12	16	5	7	43
14	5	16	11	13	165
15	16	13	-3	-1	2
Průměr			-1,84		
Součet					653

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

12. Tabulková příloha NO_x

12.1. Výsledky měření pro test QAL2

Pořadové číslo měření	Čas měření	Výsledek NRM	Signál AMS
<i>i</i>		<i>y_i</i>	<i>x_i</i>
--	dd.mm.rrrr, hh:mm:ss	mg.m ⁻³ *)	mA
1	10.07.2015 13:45:00	95	6,73
2	10.07.2015 14:45:00	116	6,81
3	10.07.2015 15:45:00	185	8,89
4	10.07.2015 16:45:00	230	10,35
5	10.07.2015 17:45:00	222	10,33
6	11.07.2015 08:45:00	91	6,29
7	11.07.2015 09:45:00	78	6,07
8	11.07.2015 10:45:00	81	6,24
9	11.07.2015 11:45:00	107	6,96
10	11.07.2015 12:45:00	114	7,22
11	12.07.2015 18:30:00	118	7,11
12	12.07.2015 19:30:00	111	6,84
13	12.07.2015 20:30:00	105	6,64
14	12.07.2015 21:30:00	103	6,55
15	12.07.2015 22:30:00	104	6,58
Součet		1933	110,80
Průměr		129	7,39

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

12.2. Výsledky měření NO_x NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek NRM	Obsah O ₂ v suchém plynu	Výsledek NRM za norm.podmín.
	y_i	o_i	$y_{i,s}$
	mg.m ⁻³ *)	%	mg.m ⁻³ **)
1	195	8,8	288
2	238	8,1	332
3	380	5,2	433
4	472	3,6	488
5	457	4,1	485
6	188	10,3	315
7	160	9,1	242
8	166	9,7	265
9	220	9,6	346
10	234	9,5	367
11	243	9,9	393
12	229	9,9	372
13	216	10,0	354
14	211	10,1	348
15	214	10,2	357

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

12.3. Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS NO_x

Pořadové číslo	$x_i - x_{prum}$	$y_i - y_{prum}$	$(x_i - x_{prum})^2$	$(x_i - x_{prum}) \cdot (y_i - y_{prum})$
1	-0,57	-28,91	0,33	16,59
2	-0,49	-8,35	0,24	4,13
3	1,58	60,97	2,49	96,27
4	3,04	105,77	9,27	322,00
5	3,02	98,33	9,12	296,96
6	-1,02	-32,68	1,04	33,39
7	-1,24	-46,20	1,53	57,18
8	-1,07	-43,21	1,13	46,03
9	-0,35	-17,00	0,12	5,89
10	-0,09	-10,34	0,01	0,90
11	-0,20	-5,98	0,04	1,18
12	-0,46	-12,70	0,22	5,90
13	-0,67	-18,88	0,45	12,67
14	-0,76	-21,15	0,57	16,00
15	-0,73	-19,66	0,53	14,31
Součet			27,1	929,4

12.4. Výsledky kalibrace AMS NO_x

Pořadové číslo	Signál AMS	Výsledek NRM	Výsledek AMS
i	x_i	y_i	$\hat{y}_i$
	mA	mg.m ⁻³ *)	mg.m ⁻³ *)
1	6,73	195	233
2	6,81	238	239
3	8,89	380	398
4	10,35	472	510
5	10,33	457	509
6	6,29	188	196
7	6,07	160	180
8	6,24	166	193
9	6,96	220	247
10	7,22	234	267
11	7,11	243	262
12	6,84	229	242
13	6,64	216	226
14	6,55	211	220
15	6,58	214	222

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

12.5. Výsledky měření NO_x AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek AMS	Obsah O ₂ v suchém plynu	Výsledek AMS za norm.podmín.
	$\hat{y}_i$	o_i	$\hat{y}_{i,s}$
	mg.m ⁻³ *)	%	mg.m ⁻³ **)
1	233	9,6	369
2	239	8,9	357
3	398	5,8	471
4	510	3,9	538
5	509	4,3	548
6	196	11,0	352
7	180	9,8	288
8	193	10,5	331
9	247	10,4	419
10	267	10,3	451
11	262	10,7	460
12	242	10,8	426
13	226	10,8	400
14	220	10,9	392
15	222	11,0	398

*) koncentrace škodliviny v suchém odpadním plynu

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

12.6. Výsledky NO_x přepočtené na normální stav použité pro test variability

Pořad. číslo	Výsledek AMS n.s.	Výsledek NRM n.s.	Rozdíl	Rozdíl	Čtverec rozdílů
	$\hat{y}_{i,s}$	$y_{i,s}$	$D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$	$D_i - D_{prum}$	$(D_i - D_{prum})^2$
	mg.m ⁻³ **)	mg.m ⁻³ **)			
1	369	288	-80	-26	670
2	357	332	-25	29	862
3	471	433	-38	17	277
4	538	488	-50	4	19
5	548	485	-62	-8	67
6	352	315	-37	18	310
7	288	242	-46	8	66
8	331	265	-65	-11	121
9	419	346	-72	-18	330
10	451	367	-84	-30	893
11	460	393	-68	-13	181
12	426	372	-54	0	0
13	400	354	-46	8	60
14	392	348	-44	10	99
15	398	357	-41	13	171
Průměr			-54		
Součet					4127

**) koncentrace škodliviny ve spalínách vztažená na suché spaliny při teplotě 0 °C a tlaku 101,325 kPa a ref. obsah O₂ 3 %

13. Tabulková příloha O₂

13.1. Výsledky měření pro test QAL2

Pořadové číslo měření	Čas měření	Výsledek NRM	Signál AMS
<i>i</i>		<i>y_i</i>	<i>x_i</i>
--	dd.mm.rrrr, hh:mm:ss	%	mA
1	10.07.2015 13:45:00	8,8	10,13
2	10.07.2015 14:45:00	8,1	9,71
3	10.07.2015 15:45:00	5,2	7,76
4	10.07.2015 16:45:00	3,6	6,62
5	10.07.2015 17:45:00	4,1	6,85
6	11.07.2015 08:45:00	10,3	11,06
7	11.07.2015 09:45:00	9,1	10,31
8	11.07.2015 10:45:00	9,7	10,77
9	11.07.2015 11:45:00	9,6	10,69
10	11.07.2015 12:45:00	9,5	10,67
11	12.07.2015 18:30:00	9,9	10,82
12	12.07.2015 19:30:00	9,9	10,85
13	12.07.2015 20:30:00	10,0	10,88
14	12.07.2015 21:30:00	10,1	10,93
15	12.07.2015 22:30:00	10,2	10,96
Součet		123,1	145,51
Průměr		8,2	9,70

13.2. Výsledky měření O₂ NRM v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek NRM	Výsledek NRM za norm.podmín.
	y_i	$y_{i,s}$
	%	%
1	8,8	8,8
2	8,1	8,1
3	5,2	5,2
4	3,6	3,6
5	4,1	4,1
6	10,3	10,3
7	9,1	9,1
8	9,7	9,7
9	9,6	9,6
10	9,5	9,5
11	9,9	9,9
12	9,9	9,9
13	10,0	10,0
14	10,1	10,1
15	10,2	10,2

13.3. Tabulka pomocných výpočtů pro kalibraci AMS O₂

Pořadové číslo	$x_i - x_{prum}$	$y_i - y_{prum}$	$(x_i - x_{prum})^2$	$(x_i - x_{prum}) \cdot (y_i - y_{prum})$
1	0,19	0,27	0,04	0,05
2	-0,22	-0,42	0,05	0,09
3	-2,17	-3,33	4,71	7,23
4	-3,32	-4,95	10,99	16,41
5	-3,08	-4,47	9,50	13,77
6	1,13	1,75	1,27	1,97
7	0,37	0,56	0,14	0,21
8	0,84	1,20	0,70	1,00
9	0,76	1,03	0,57	0,78
10	0,74	0,99	0,55	0,73
11	0,89	1,34	0,78	1,19
12	0,92	1,40	0,84	1,28
13	0,95	1,48	0,90	1,40
14	0,99	1,51	0,99	1,50
15	1,02	1,64	1,05	1,68
Součet			33,1	49,3

13.4. Výsledky kalibrace AMS O₂

Pořadové číslo	Signál AMS	Výsledek NRM	Výsledek AMS
i	x_i	y_i	$\hat{y}_i$
	mA	%	%
1	10,1	8,8	9,6
2	9,7	8,1	8,9
3	7,8	5,2	5,8
4	6,6	3,6	3,9
5	6,9	4,1	4,3
6	11,1	10,3	11,0
7	10,3	9,1	9,8
8	10,8	9,7	10,5
9	10,7	9,6	10,4
10	10,7	9,5	10,3
11	10,8	9,9	10,7
12	10,8	9,9	10,8
13	10,9	10,0	10,8
14	10,9	10,1	10,9
15	11,0	10,2	11,0

13.5. Výsledky měření O₂ AMS v průběhu QAL2 přepočtené na normální stav

Pořad. číslo	Výsledek AMS	Výsledek AMS za norm.podmín.
	$\hat{y}_i$	$\hat{y}_{i,s}$
	%	%
1	8,8	9,6
2	8,2	8,9
3	5,3	5,8
4	3,6	3,9
5	3,9	4,3
6	10,2	11,0
7	9,1	9,8
8	9,8	10,5
9	9,7	10,4
10	9,6	10,3
11	9,9	10,7
12	9,9	10,8
13	9,9	10,8
14	10,0	10,9
15	10,1	11,0

13.6. Výsledky O₂ přepočtené na normální stav použité pro test variability

Pořad. číslo	Výsledek AMS n.s.	Výsledek NRM n.s.	Rozdíl	Rozdíl	Čtverec rozdílů
	$\hat{y}_{i,s}$	$y_{i,s}$	$D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$	$D_i - D_{prum}$	$(D_i - D_{prum})^2$
	%	%			
1	9,6	8,8	-0,80	-0,09	0,009
2	8,9	8,1	-0,81	-0,10	0,010
3	5,8	5,2	-0,56	0,14	0,021
4	3,9	3,6	-0,32	0,38	0,147
5	4,3	4,1	-0,22	0,49	0,236
6	11,0	10,3	-0,68	0,03	0,001
7	9,8	9,1	-0,66	0,05	0,003
8	10,5	9,7	-0,76	-0,05	0,003
9	10,4	9,6	-0,80	-0,09	0,009
10	10,3	9,5	-0,81	-0,10	0,011
11	10,7	9,9	-0,86	-0,15	0,023
12	10,8	9,9	-0,86	-0,15	0,022
13	10,8	10,0	-0,82	-0,11	0,013
14	10,9	10,1	-0,86	-0,15	0,024
15	11,0	10,2	-0,79	-0,1	0,007
Průměr			-0,71		
Součet					0,54

ECM ECO MONITORING spol. s r.o.

Protokol z funkční zkoušky automatizovaného měřícího systému

Místo: Teplárna Tábor

Měřicí systém: KL4

Datum: 10.7.2015

Seřízení a vyčištění AMS	
vnitřní kontrola analyzátoru	Ano
vyčištění optických prvků	Ne
kontrola a vyčištění vzduch. filtrů	Ano
kontrola nastavení na nulové trase	Ano
kontrola a seřízení optické osy	Ne

Vzorkovací systém AMS	
kontrola odběrové sondy	Ano
kontrola odběrového vedení	Ano
kontrola systému úpravy plynu	Ano
kontrola funkce čerpadel	Ne
kontrola a vyčištění plynové trasy	Ne
kontrola filtrů a filtračních náplní	Ano
kontrola těsnosti plynové trasy	Ne
kontrola provozních parametrů systému	Ano

Dokumentace a záznamy	
kontrola plánu AMS	Ne
kontrola návodu k použití a údržbě	Ano
kontrola záznamu o poruchách	Ne
kontrola servisních zpráv	Ano
kontrola dokumentace QAL 3	Ne
kontrola záznamů o údržbě	Ano
kontrola záznamů o kalibraci	Ano
kontrola záznamů o školení	Ne
kontrola záznamů o auditech	Ne

Provozuschopnost	
kontrola prostředí	V pořádku
ochrana proti povětrnostním vlivům	V pořádku
kontrola kalibračních plynů	Ano, v pořádku
kontrola náhradních dílů	Ano

Měřená složka	CO	NOx	O ₂	TZL	Dif. tlak	Teplota	Tlak
Měřicí rozsahy	0-250 ppm	0-500 ppm	0-25 %	0-125 mg	0-125 mbar	-30-350 °C	0-120 kPa
Měřicí princip	Infračervený	Infračervený	Zirkonium	Optický	Anubar	PT100	Tlakový senzor
Typ přístroje	P220	P220	1632	DV420	3051	P220	P220
Výrobní číslo	8900917M	8900917M	3551	21340	7938530	8900917M	8900917M

Zkouška nulového bodu (ZERO)

žádáná	0 ppm	0 ppm	0 %	-	-	-	-
čtení	0 ppm	0 ppm	0,05 %	-	-	-	-
odchylka	0 ppm	0 ppm	0,05 %	-	-	-	-
odchylka v %	0 %	0 %	0,2 %	-	-	-	-

Zkouška horní hranice měřícího rozpětí (SPAN)

žádáná	246 ppm	507 ppm	21 %	-	-	-	-
čtení	250 ppm	510 ppm	21 %	-	-	-	-
odchylka	4 ppm	3 ppm	0 %	-	-	-	-
odchylka v %	1.6 %	0.6 %	0 %	-	-	-	-

Poznámky: - Co se neprovedlo proškrtnout

Záznam provedl: Mačejovský Jiří

Podpis:





ECM ECO MONITORING spol. s r.o.

Test linearity analyzátoru

Žadatel :	Teplárna Tábor, a.s.	Provozovatel :	Teplárna Tábor, a.s.
Druh přístroje :	IR analyzátor CO, NOx	Číslo protokolu :	5171/796/K1.6
Výrobce :	Procal	Datum :	10.7.2015
Typ přístroje :	P220	Místo :	Teplárna Tábor, a.s.
Výrobní číslo :	8500918M	Kalibrovaný zředovací systém (KZS) :	Procal P9000
Přesnost analyzátoru :	6.25 mg/m ³ [ppm, mg/m ³ , %]	Nejistota (KZS) :	1 %
Umístění přístroje :	Kotel K1.6	Splnění provozních podmínek :	Ano

Základní údaje pro test linearity

Měřená složka	Emisní limit (EL) v	Nastavený max. rozsah přístroje v	Doba odezvy (DO) AMS v	Průtok vzorku přes AMS v	Referenční materiál v	Certifikát referenčního materiálu	Test linearity
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[sec]	[l/min]	[mg/m ³]	[číslo]	[čas od - do]
CO	175	312.5	85	2	3141	145364	11:15 - 12:20

Naměřené a vypočtené hodnoty

		Koncentrace analytu v referenčním materiálu	Hodnota čtení	Průměr čtených hodnot	Regrese	Odchylka	Odchylka	Povolená odchylka dle ČSN EN 14181	Test odchylky
		[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[%]	[%]	
		X_i	Y_i	AVG Y_c		d_c	$d_{c,rel}$		
0% z EL	1. čtení (3xDO)	0.0	3.0						splněno
	2. čtení (4xDO)	0.0	3.0						
	3. čtení (4xDO)	0.0	2.0	2.67	2.79	-0.12	-0.04	5.0	
20% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	100.0	103.0						splněno
	2. čtení (4xDO)	100.0	105.0						
	3. čtení (4xDO)	100.0	105.0	104.33	104.12	0.22	0.07	5.0	
40% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	200.0	210.0						splněno
	2. čtení (4xDO)	200.0	209.0						
	3. čtení (4xDO)	200.0	205.0	208.00	205.44	2.56	0.82	5.0	
60% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	300.0	311.0						splněno
	2. čtení (4xDO)	300.0	306.0						
	3. čtení (4xDO)	300.0	305.0	307.33	306.77	0.57	0.18	5.0	
80% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	400.0	409.0						splněno
	2. čtení (4xDO)	400.0	405.0						
	3. čtení (4xDO)	400.0	405.0	406.33	408.09	-1.76	-0.56	5.0	
0% z EL	1. čtení (3xDO)	0.0	1.0						splněno
	2. čtení (4xDO)	0.0	1.0						
	3. čtení (4xDO)	0.0	2.0	1.33	2.79	-1.46	-0.47	5.0	

Průměr čtení přístroje a [mg/m³] 171.67
 Průměr koncentrace analytu v referenčním materiálu X_r [mg/m³] 166.67
 Regresní koeficient B 1.01
 Koeficient A 2.79

Provedl : Marionela J. J.

Podpis : [Signature]

Schválil : Jiří Konáček

Podpis : [Signature]

ECM ECO MONITORING spol. s r.o., Dobrá 240, 739 51 DOBRÁ, ecmdobra@ecomonitoring.cz, www.ecmonitoring.cz



ECM ECO MONITORING spol. s r.o.

Test linearity analyzátoru

Žadatel :	Teplárna Tábor, a.s.	Provozovatel :	Teplárna Tábor, a.s.
Druh přístroje :	IR analyzátor CO, NOx	Číslo protokolu :	5171/796/K1.6
Výrobce :	Procal	Datum :	10.7.2015
Typ přístroje :	P220	Místo :	Teplárna Tábor, a.s.
Výrobní číslo :	8500918M	Kalibrovaný zřed'ovací systém (KZS) :	Procal P9000
Přesnost analyzátoru : [ppm, mg/m ³ , %]	20.5 mg/m ³	Nejistota (KZS) :	1 %
Umístění přístroje :	Kotel K1.6	Splnění provozních podmínek :	Ano

Základní údaje pro test linearity

Měřená složka	Emisní limit (EL) v	Nastavený max. rozsah přístroje v	Doba odezvy (DO) AMS v	Průtok vzorku přes AMS v	Referenční materiál v	Certifikát referenčního materiálu	Test linearity
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[sec]	[l/min]	[mg/m ³]	[číslo]	[čas od - do]
NOx	450	1025.0	85	2	3116	145364	10:10 - 10:55

Naměřené a vypočtené hodnoty

		Koncentrace analytu v referenčním materiálu	Hodnota čtení Y_i	Průměr čtených hodnot $AVG Y_c$	Regrese Y_r	Odchylka d_e	Odchylka $d_{s,rel}$	Povolená odchylka dle ČSN EN 14181 [%]	Test odchylky
		[mg/m ³]							
		X_i							
0% z EL	1.čtení (3xDO)	0.0	2.0	1.67	1.55	0.12	0.01	5.0	splněno
	2.čtení (4xDO)	0.0	1.0						
	3.čtení (4xDO)	0.0	2.0						
20% z 2xEL	1.čtení (3xDO)	166.0	170.0	168.67	168.09	0.58	0.06	5.0	splněno
	2.čtení (4xDO)	166.0	168.0						
	3.čtení (4xDO)	166.0	168.0						
40% z 2xEL	1.čtení (3xDO)	333.0	333.0	335.33	335.63	-0.29	-0.03	5.0	splněno
	2.čtení (4xDO)	333.0	335.0						
	3.čtení (4xDO)	333.0	338.0						
60% z 2xEL	1.čtení (3xDO)	500.0	501.0	501.00	503.17	-2.17	-0.21	5.0	splněno
	2.čtení (4xDO)	500.0	501.0						
	3.čtení (4xDO)	500.0	501.0						
80% z 2xEL	1.čtení (3xDO)	660.0	668.0	665.33	663.69	1.65	0.16	5.0	splněno
	2.čtení (4xDO)	660.0	665.0						
	3.čtení (4xDO)	660.0	663.0						
0% z EL	1.čtení (3xDO)	0.0	2.0	1.67	1.55	0.12	0.01	5.0	splněno
	2.čtení (4xDO)	0.0	1.0						
	3.čtení (4xDO)	0.0	2.0						

Průměr čtení přístroje $\bar{a}$ [mg/m³] 278.94
 Průměr koncentrace analytu v referenčním materiálu $\bar{X}_z$ [mg/m³] 276.50
 Regresní koeficient B 1.00
 Koeficient A 1.55

Provedl : Marie Jousky Jir

Podpis : [Signature]

Schválil : Jiří Kůrdek

Podpis : [Signature]

ECM ECO MONITORING spol. s r.o., Dobrá 240, 739 51 DOBRÁ, ecmdobra@ecomonitoring.cz, www.ecmonitoring.cz



ECM ECO MONITORING spol. s r.o.

Test linearity analyzátoru

Žadatel :	Teplárna Tábor, a.s.	Provozovatel :	Teplárna Tábor, a.s.
Druh přístroje :	ZrO2 O2 analyzátor	Číslo protokolu :	5152/796/K1.6
Výrobce :	Novatech	Datum :	10.7.2015
Typ přístroje :	1632	Místo :	Teplárna Tábor, a.s.
Výrobní číslo :	3551	Kalibrovaný zřed'ovací systém (KZS) :	Procal P9000
Přesnost analyzátoru : [ppm, mg/m ³ , %]	0.5%	Nejistota (KZS) :	1 %
Umístění přístroje :	Kotel K1.6	Splnění provozních podmínek :	Ano

Základní údaje pro test linearity

Měřená složka	Emisní limit (EL) v	Nastavený max. rozsah přístroje v	Doba odezvy (DO) AMS v	Průtok vzorku přes AMS v	Referenční materiál v	Certifikát referenčního materiálu	Test linearity
	[mg/m ³]	[%]	[sec]	[l/min]	[%]	[číslo]	[čas od - do]
O2	-	25.0	85	2	20.95	-	09:30 - 10:45

Naměřené a vypočtené hodnoty

		Koncentrace analytu v referenčním materiálu	Hodnota čtení Y_i	Průměr čtených hodnot $AVG Y_c$	Regrese $[mg/m^3]$	Odchylka $[mg/m^3]$	Odchylka [%]	Povolená odchylka dle ČSN EN 14181 [%]	Test odchylky
		$[mg/m^3]$							
		X_i				d_c	$d_{c,rel}$		
0% z EL	1. čtení (3xDO)	0.0	0.1	0.10	0.13	-0.03	-0.12	5.0	splněno
	2. čtení (4xDO)	0.0	0.1						
	3. čtení (4xDO)	0.0	0.1						
20% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	4.0	4.5	4.33	4.10	0.23	0.93	5.0	splněno
	2. čtení (4xDO)	4.0	4.2						
	3. čtení (4xDO)	4.0	4.3						
40% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	8.5	8.2	8.30	8.57	-0.27	-1.07	5.0	splněno
	2. čtení (4xDO)	8.5	8.3						
	3. čtení (4xDO)	8.5	8.4						
60% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	12.5	12.5	12.47	12.54	-0.07	-0.28	5.0	splněno
	2. čtení (4xDO)	12.5	12.4						
	3. čtení (4xDO)	12.5	12.5						
80% z 2xEL	1. čtení (3xDO)	17.0	17.1	17.13	17.00	0.13	0.52	5.0	splněno
	2. čtení (4xDO)	17.0	17.1						
	3. čtení (4xDO)	17.0	17.2						
0% z EL	1. čtení (3xDO)	0.0	0.1	0.13	0.13	0.00	0.01	5.0	splněno
	2. čtení (4xDO)	0.0	0.1						
	3. čtení (4xDO)	0.0	0.2						

Průměr čtení přístroje a [mg/m³]

7.08

Průměr koncentrace analytu v referenčním materiálu X_i [mg/m³]

7.00

Regresní koeficient B

0.99

Koeficient A

0.13

Provedl: Magouš J. K.Schválil: Jiří KonečnýPodpis: [Signature]Podpis: [Signature]

ECM ECO MONITORING spol. s r.o., Dobrá 240, 739 51 DOBRÁ, ecmdobra@ecomonitoring.cz, www.ecmonitoring.cz