

KINNITAN

Tõnu Pihu
Juhtivteadur
"08." veebruar 2024

Enefit Power AS E280 Õlithase suitsugaaside ja peenosakeste mõõtmised – 1. kv. 2024

RAAMLEPING NR NJ-ULD-1/2305

Tallinn 2024

Enefit Power AS E280 Õlithase suitsugaaside ja peenosakeste mõõtmised – 1. kv. 2024

RAAMLEPING NR NJ-ULD-1/2305

Vastutav täitja

Tõnu Pihu

08.02.2024

Andmed töö täitja kohta

Töö täitja:

Firma nimi: Tallinna Tehnikaülikool, Energiatehnoloogia
instituut
Registrikood: 74000323
KMKR: EE100224841
Aadress: Ehitajate tee 5, Tallinn 19086
Vastutav täitja: Tõnu Pihu,
Telefon: +372 620 3911,
e-mail: tonu.pihu@taltech.ee

*Tallinna Tehnikaülikooli Energiatehnoloogia instituut (EI) on EAK poolt akrediteeritud
katselabor L028*

*Märkus: Aruannet ei tohi paljundada ega esitada mittetäielikuna ilma inspekteerimisorgani
loata*

Heitmete mõõtmise protokoll 2305/53

Kuupäev	31. jaanuar 2024
Saasteallika valdaja nimi ja aadress	Enefit Power AS, Auvere küla, Narva-Jõesuu linn, 40107 Ida-Virumaa
Saasteallika asukoht	Ida-Virumaa, Auvere küla, Õlitööstus Enefit280 (saasteallikas 280-1)
Mõõtmiste läbiviija nimi ja aadress	Tallinna Tehnikaülikool, Energiatehnoloogia instituut, Ehitajate tee 5, Tallinn 19086
Mõõtmiste eest vastutava isiku nimi ja kontaktandmed	Tõnu Pihu, juhtivteadur, +372 620 3911, +372 516 9011

Proovivõtu kirjeldus:

Enefit Power AS E280 Õlithase gaasiliste heitmete mõõtmine toimus korstnas (saasteallikas 280-1) kasutades FT-IR spektromeetrit Gasmet DX 4000. Gaasiproov juhiti soojendatava trassi kaudu gaasianalüsaatorisse. Gaasianalüüsi teostati kõrgusmärgil +59 m. Teostati pidevmõõtmine ligikaudu viie tunni jooksul. Divesiniksulfiidi (H_2S) kontsentratsiooni mõõtmiseks imeti suitsugaas läbi 250 l mahuga gaasipesupudelites oleva lahuse ning H_2S kontsentratsioon määrati mõõtmisele järgnenud päeval Energiatehnoloogia instituudi kütusekeemia laboris tiitrimise teel. H_2S mõõtmisel kasutati kuiva gaasi mahu määramiseks gaasikellasid. Võeti kolm tahkete heitmete proovi: Katse 1 – Katse 3.

Mõõtmiste läbiviimisel kasutatud meetodikad

Gaasiliste heitmete mõõtmine teostati labori tööjuhendi EI_1-17 „Juhend gaasiliste heitmete kontsentratsiooni määramiseks suitsugaasides“ alusel, FT-IR spektromeetri Gasmet DX 4000 abil. Spektromeeter registreerib pidevat neeldumisspektrit lainepikkustel $900-4200\text{ cm}^{-1}$ ja kasutab andmete töötlemisel Fourier' teisendust. Seadmega saab mõõta (väheste eranditega) kõiki ühendeid, mis temperatuurivahemikus $40-180\text{ °C}$ on gaasidena või aurudena. Ei saa mõõta kaheaatomilisi gaase (O_2 , N_2 , jne.), kuna neil gaasidel ei ole IR piirkonnas neeldumisspektreid.

Hapniku mõõtmised tehakse spektromeetrisse integreeritud tsirkooniumoksiid hapnikuanduriga.

Suitsugaasi temperatuuri mõõtmiseks kasutati K-tüüpi termopaari, mille ots sisestati korstnasse läbi korstnas oleva mõõteava. Temperatuuri näidud registreeriti andmelugeriga TC-08 (Pico Technology).

Suitsugaasi niiskust mõõdeti FT-IR spektromeetriga Gasmet DX 4000 ja ka referentsmeetodiga (gravimeetriliselt).

Gaaside kiirust/mahtkulu mõõdeti rõhulangu kaudu, kasutati Pitot' toru ja digitaalset diferentsiaalmanomeetrit Extech HD350 (Extech Instruments) – mõõtepiirid $2,5-70\text{ m/s}$.

Tolmusisaldus määrati vastavalt standarditele EVS-EN 13284-1:2017, EVS-ISO 10780:2006 ja juhendile VDI 2066 part 10 seadmetega: kaskaadimpaktor Johnas II ja tolmutpost Gas Sampler Paul Gothe – gravimeetrilisel meetodil.

Tulemused

E280 Õlithase koormused (kütusekasutus) mõõtmiste ajal on esitatud **Tabel 1**.
Suitsugaaside temperatuurid ja kiirused mõõtmiste ajal on esitatud **Tabel 2**.

Mõõdetud tahked heitmed E280 korstnas on esitatud **Tabel 4**.

Gaasiliste heitmete mõõtetulemused on koondatud **Tabel 4**.

Tabel 1. E280 Õlithase kütusekasutus mõõtmiste ajal

Kuupäev	Kellaaeg	Põlevkivi, t/h *
31.01.2024	11:00–16:00	265

* Kütusekasutus on esitatud tellija poolt, esitatud tunnikeskiste kütusekulude alusel

Tabel 2. Suitsugaasi temperatuur, kiirus ja korstna läbimõõt

	31.01.2024
Gaasi temperatuur, °C	147
Kiirus, m/s	13,7
Korstna läbimõõt, mm	3016*

* Korstna läbimõõt on antud tellija poolt

Tabel 3. Mõõdetud tahked heitmed suitsugaasis

	Katse 1		Katse 2		Katse 3		Keskmine		
Mõõdetud suurus	mg/Nm ³ , märg gaas	mg/Nm ³ , 6% O ₂ , kuiv gaas	mg/Nm ³ , märg gaas	mg/Nm ³ , 6% O ₂ , kuiv gaas	mg/Nm ³ , märg gaas	mg/Nm ³ , 6% O ₂ , kuiv gaas	mg/Nm ³ , märg gaas	mg/Nm ³ , 6% O ₂ , kuiv gaas	g/s, kuiv gaas
PM-sum	42,4	45,1	16,4	17,5	40,9	43,5	33,2	35,4	2,095
PM10	38,4	40,8	15,3	16,3	34,9	37,1	29,5	31,4	1,860
PM2,5	26,9	28,6	7,7	8,2	21,9	23,3	18,8	20,0	1,187

Tabel 4. Mõõdetud gaasiliste heitmete ja hetkeliste heitkoguste koondtabel

Mõõdetud suurus	mg/Nm ³ , kuiv gaas	mg/Nm ³ , 6% O ₂ , kuiv gaas	mg/Nm ³ , 3% O ₂ , kuiv gaas	g/s, kuiv gaas
CO	1085,62	863,38	1037,21	51,129
N ₂ O	10,70	8,62	10,35	0,510
NO _x	205,32	164,93	198,13	9,767
SO ₂	1,49	1,17	1,40	0,069
NH ₃	<MP	<MP	<MP	<MP
HCl	1,192	0,956	1,148	0,057
HF	<MP	<MP	<MP	<MP
CH ₄	2,16	1,68	2,02	0,099
Ethane C ₂ H ₆	<MP	<MP	<MP	<MP
Ethylene C ₂ H ₄	4,28	3,41	4,10	0,202
Propane C ₃ H ₈	<MP	<MP	<MP	<MP
Formaldehyde CHOH	0,74	0,59	0,71	0,035
m-Xylene	8,15	6,55	7,86	0,388
o-Xylene	<MP	<MP	<MP	<MP
p-Xylene	3,45	2,75	3,30	0,163
Benzene C ₆ H ₆	9,97	7,99	9,60	0,473
Toluene C ₇ H ₈	1,57	1,26	1,52	0,075
Carbonyl sulfide COS	<MP	<MP	<MP	<MP
Phenol C ₆ H ₆ O	<MP	<MP	<MP	<MP
Ethyl benzene C ₈ H ₁₀	<MP	<MP	<MP	<MP
Acetone C ₃ H ₆ O	3,03	2,44	2,93	0,144
Dimethyl disulfide C ₂ H ₆ S ₂	6,35	5,09	6,12	0,302
Dimethyl sulfide C ₂ H ₆ S	1,09	0,86	1,04	0,051
Methyl mercaptan CH ₄ S	1,88	1,50	1,80	0,089
H ₂ S	<MP	<MP	<MP	<MP
VOC	32,35	25,93	31,15	1,535
TOC	33,97	27,19	32,66	1,610
H ₂ O, vol %	23,4			
O ₂ , vol % (kuiv)	2,3			
CO ₂ , vol % (kuiv)	16,5			

LISA 1. Mõõtmistel kasutatud metoodikad ja mõõteriistad

1. EPA test method 320 – Measurement of Vapor Phase Organic and Inorganic Emissions by Extractive Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy.
2. SFS 3869; Air quality. Determination of gaseous emissions.
3. EVS-EN 13284-1:2017 Stationary source emissions – Determination of low range mass concentration of dust – Part 1: Manual gravimetric method.
4. EVS EN 60584-1:2013, Thermocouples – Part 1, 2, 3
5. EVS EN 14790:2017, Stationary source emissions – Determination of the water vapour in ducts.
6. EVS ISO 10780:2006, Stationary source emissions – Measurement of velocity and volume – Flow rate of gas in gas streams in ducts.
7. EVS-EN 15259:2007, Air quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report.
8. EVS-EN 12953-11:2003, Shell boilers – Part 11: Acceptance tests.

Põlemisgaaside koostis

- **Gasmet DX-4000, TEMET Ltd., S/N: 163606** FT-IR spektromeeter

Mõõdetavad komponendid ja mõõtepiirkond

H ₂ O	0-30	%	C ₂ H ₆	0-100	ppm
CO ₂	0-25	%	C ₃ H ₈	0-100	ppm
NO	0-200	ppm	C ₂ H ₄	0-100	ppm
NO ₂	0-2000	ppm	C ₆ H ₆	0-200	ppm
N ₂ O	0-500	ppm	C ₇ H ₈	0-200	ppm
SO ₂	0-2000	ppm	C ₆ H ₁₄	0-50	ppm
CO	0-5000	ppm	<i>o</i> -C ₈ H ₁₀	0-200	ppm
COS	0-50	ppm	<i>m</i> -C ₈ H ₁₀	0-200	ppm
HCl	0-100	ppm	<i>p</i> -C ₈ H ₁₀	0-200	ppm
NH ₃	0-1000	ppm	CH ₂ O	0-50	ppm
HF	0-50	ppm	C ₆ H ₅ OH	0-50	ppm
CH ₄	0-300	ppm	O ₂	0-25	%

Temperatuur

- **K-tüüpi** termopaarid, 0 - 1200 °C
- **TES 1312A**, multimeeter, Tes Electrical Electronic Corp
- **AGILENT U1242B**, multimeeter/dataloger

Gaaside kiirus

- **DP-CALC 5825, TSI Inc**, digitaalne mikromanomeeter koos Pitot' või Prandtl'i torudega,
Rõhk - ± 1 Pa, kiirus - $\pm 0,1$ m/s

Tahkete osakeste määramine

- **Paul Gothe GmbH**, kaskaadimpaktor, manuaalne isokineetisel proovivõtul põhinev mõõtesüsteem: PM-sum, PM10, PM2,5

MUNKTELL Microfibre MK 360 tasapinnalised kvartskiust filtrid

Laboratoorsed kaalud

- Laboratoorne kaal **Sartorius ENTRIS II, BCE8201i-1S**,
 $m_{\max}=8000$ g/0,1g
- Kaal-niiskusanalüsaator **Precisa XM 60**, $m_{\max}=120$ g/0,01 mg

Kalibreerimisgaasid, AS Elme Messer ja AS Linde

Gaas 1	CO ₂	15,2%		$\pm 2\%$ rel
	O ₂	4,0%		$\pm 2\%$ rel
	N ₂	rest		
Gaas 2	SO ₂	552	ppm	$\pm 2\%$ rel
	CO	74,8	ppm	$\pm 2\%$ rel
	NO	179	ppm	$\pm 2\%$ rel
	N ₂	rest		
Gaas 3	SO ₂	60,6	ppm	$\pm 2\%$ rel
	CO	490	ppm	$\pm 2\%$ rel
	NO	69,5	ppm	$\pm 2\%$ rel
	NO _x	69,6	ppm	$\pm 2\%$ rel
	N ₂	rest		
Gaas 4 (FT-IR taustaspekter)	N ₂	99,999%		

Tabel L1. Andmed kasutatud mõõteriistade ja seadmete kohta

Andmed kasutatud mõõteriistade ja seadmete kohta					
Nimetus	Tüüp	Valmistaja	Väljalaske-aasta / seerianumber	Mõõdetavad parameetrid, mõõtepiirkond	Andmed kalibreerimise kohta (teostaja, aeg, viis, vahendid)
Fourier' teisendusega infrapunaspektromeeter	Gasmet DX-4000	Gasmet Technologies Oy	2017/163606	Põlemisgaaside koostis	* Veespektrid uuendatud 30.01.2024, Energiatehnoloogia instituudi labor, Gasmet Calibrator (PV004984)
Mikromanomeeter	DP-Calc	TSI Inc.	2023/T58252337005	Diferentsiaalne rõhk, 0 – 500 Pa	Tehase kalibreering – september 2023
Digitaalne temperatuurimõõtja koos etalontermomeetriga**	Fluke HS 1529 Chub-E4	Fluke Calibration	PV003846, termopaar 4	Temperatuur, 0 – 250 °C***	AS Metrosert, kalibreerimistunnistus ATLT-21/0295, kalibreeritud 19.03.2021

* Fourier' teisendusega infrapunaspektromeeter ei ole seade, mida oleks võimalik taadelda/kalibreerida. Küll aga teostatakse seadmega regulaarselt kontrollmõõtmiseid kalibreerimisgaasidega ning igal mõõtepäeval enne mõõtmiste alustamist uuendatakse seadme taustaspektrit, et suurendada mõõtetulemuste usaldusväärsust.

** Temperatuuri mõõtmiseks kasutatavaid digitaalseid sekundaarmõõteriistu koos termopaaridega kontrollitakse korra aastas etalon mõõtevahendi vastu.

*** Temperatuuril 0 °C ja 100 °C teostatakse kontrollmõõtmised/kaliibrimine vastavalt jää-vee segus ja keevas vees.

Mõõtmistel ja protokollide koostamisel osalesid:

1. Oliver Järvik, professor
2. Dmitri Nešumajev, vanemteadur
3. Sulev Soosaar, insener

Katsetulemused kehtivad ainult katsetatud objektide kohta.

Katseprotokollide osadena paljundamine on keelatud.

Protokollide koostas: professor Tõnu Pihu /allkirjastatud digitaalselt/

"08" veebruar 2024. a.