

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2024

Iiro Haikonen

Korvaavan lämmitettävän
pumpun kartoittaminen
emissiomittalaitteen nykyisen
pumpun tilalle

Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2024 | 27 sivua

liro Haikonen

Korvaavan lämmitettävän pumpun kartoittaminen emissionmittalaitteen nykyisen pumpun tilalle

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää korvaava pumppu J.U.M. VE 222 pakokaasujen näytteenottolaitteeseen, joka toimii Turun ammattikorkeakoulun Moottori- ja voimalinjalaboratoriossa. Korvaavia pumppuja alettiin etsimään, koska tällä hetkellä toimivia pumppuja ei enää saada valmistajalta.

Pumppuja alettiin etsimään aluksi Suomesta. Suomesta pumppuja ei suoraan löydetty, joten etsintää laajennettiin kansainväliselle tasolle. Työssä esitettiin myös emissionmittalaitteekaapiston laitteiden toimintaperiaate- ja toimintakaaviot. Emissionmittalaitteekaapistosta esitettiin virtaus- ja toimintakaavio. Sopivaa pumppua varten esitettiin tekniset vaatimukset. Sopivan pumpun löytämiseksi tehtiin laskuja. Niiden täsmällisyyden varmistamiseksi suoritettiin mittauksia. Lopuksi tehtiin vertailua kahden löytyneen pumpun välillä.

Tavoitteeseen päästiin, sillä pumppuja löytyi Ruotsista KNF:ltä sekä yhdysvaltalaiselta Air Dimensionsilta norjalaisen Norsk Analyskin kautta. Löydetyistä pumpuista on tarkoitus konsultoida laitteen maahantuoja. On myös tarkoitus ottaa yhteyttä laitteita rakentaviin yrityksiin, jotta uusi laite voidaan rakennuttaa.

Emissionmittalaitteet, diesel, päästöjenhallinta

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2024 | 27 pages

Iiro Haikonen

Mapping of a replacement heated pump for the current pump in an emission sampling device

The aim of this thesis was to find a replacement pump for the J.U.M. VE 222 exhaust gas sampling device, which operates in the Engine and Powertrain Laboratory of Turku University of Applied Sciences. Replacement pumps were sought because functional pumps cannot be purchased from the manufacturer.

Initially, pumps were sought in Finland. As no pumps were found directly in Finland, the search was expanded internationally. The thesis also presented the operating principle and operation diagrams of the emission device cabinet's equipment. Flow and operation diagrams were presented for the emission device cabinet. Technical requirements were presented for the suitable pump. Calculations were made to find a suitable pump, and measurements were performed to ensure their accuracy. Finally, a comparison was made between the two pumps found.

The goal was achieved as pumps were found from Sweden's KNF, as well as from the American company Air Dimensions via Norwegian distributor Norsk Analyse. The pumps that have been found are intended to be consulted with the importer of the device. Another intention is to contact the companies constructing the devices so that a new device can be constructed.

Keywords:

Emission measuring devices, diesel, emission control

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 J.U.M. VE 222	8
2.1 J.U.M. VE 7	10
2.2 Ultramat 6	11
2.3 Oxymat 61	13
2.4 Eco Physics CLD 822 M h	14
2.5 Virtauskaavio moottorilaboratorion emissiomittalaitekaapistosta	15
2.6 Pumpun vaatimukset	16
2.7 Pumppuvalmistajien kartoittaminen	16
2.8 Näyteputken painehäviön laskeminen pumpun valintaa varten	16
2.9 Painehäviön laskenta ja mittaus	16
3 Korvaava pumppu	21
3.1 KNF N 036 ST.16 E -pumppu	21
3.2 ADI H-series 301-pumppu	22
3.3 Vertailu pumppujen välillä	23
3.4 Pumppujen hinta	24
3.5 Pumppujen materiaalit	24
4 Lopuksi	25
Lähteet	26

Kuvat

Kuva 1 J.U.M. VE 222	8
Kuva 2 Lämmitetty näytelinja	8

Kuva 3 J.U.M. VE 222 toiminta. Mukailtu lähde (Environmental 2023)	9
Kuva 4 Liekki-ionisaatiotektori (FID) toimintaperiaate. Mukailtu lähde (J.U.M. 2005)	10
Kuva 5 Ultramat 6 toimintaperiaate. Mukailtu lähde (Siemens 2023. Ultramat 6)	12
Kuva 6 Oxymat 61 toimintaperiaate. Mukailtu lähde (Siemens 2023 Oxymat 61)	13
Kuva 7 Eco Physics CLD 822 M h toimintaperiaate. Mukailtu lähde (Anatec 2019)	14
Kuva 8 Emissionmittalaitteen virtaus- ja toimintakaavio	15
Kuva 9 Sisääntulon painemittaus	19
Kuva 10 Kuvakaappaus KNF:n pdf:stä (KNF 2023)	21
Kuva 11 Kuvakaappaus teknisistä tiedoista (KNF 2023)	22
Kuva 12 ADI H-series 301 (ADI 2023)	23

Taulukot

Taulukko 1 Laskennassa käytetyt arvot	18
Taulukko 2 Pumppujen tekniset tiedot	24

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Absorptio	Molekyylien tai atomien imeytymistä kiinteään aineeseen
ADI	Air Dimensions
ATEX	Räjähdyssalttiin ympäristön moottori
CH ₄	Metaani
CO	Hiilimonoksidi
CO ²	Hiilidioksidi
Detektori	Ilmaisin
EDPM	Etyleenipropyleenidieenikumi
FID	Liekki-ionisaatiodetektori
FKM	Fluorikumi
H ² O	Vesi
IR	Infrapuna
Kemiluminesenssi	Kemiallinen reaktio, joka tuottaa valoa ilman lämpöä.
N ²	Typpioksidi
NDIR	Ei-dispersiivinen-infrapuna
NH ₃	Ammoniakki
NO	Typpimonoksidi
NO ²	Typpidioksidi
NO _x	Yhteisnimi typenoksidoille
PTFE	Polytetrafluorieteeni
SO ²	Rikkidioksidi
O ³	Otsoni
THC	Hiilivetyjen kokonaismäärä

1 Johdanto

Turun ammattikorkeakoulun Moottori- ja voimalinjalaboratoriossa ajetaan polttomoottorien testiajoja. Niiden tarkoituksena on kehittää testattavasta moottorista energiatehokkaampia ja pakokaasupäästöiltään eri päästövaatimusten mukaisia. Dieselmoottorien testiajoissa käytetään J.U.M. VE 222 pakokaasujen näytteenottolaitetta, joka on oleellinen osa moottorimittausta. Se sijaitsee emissiomittalaittekaapissa. Sen tehtävänä on siirtää pakokaasut J.U.M. VE 7 hiilivetyanalysaattorille, Ultramat 6 CO ja CO² analysaattorille, Oxymat 61 happianalysaattorille sekä Eco Physics CLD 822 M h kaasuanalysaattorille, joka mittaa typenoksideja. Näytteenottolaitteessa on kaksi kappaletta kalvopumppuja. Pumpun kalvot rikkoutuvat usein. Laitteen valmistajalta uusia pumppuja ei ole enää saatavilla.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutustua emissiomittalaitteistoon ja kartoittaa löytyykö korvaavaa vaatimukset täyttävää pumppua J.U.M. VE 222 -pumppun tilalle. Pumpun korvaamisella tavoitellaan koko emissiomittalaitteiston elinkaaren jatkamista. Vaihtoehtoisesti koko pakokaasukaasujen käsittelyjärjestelmä pitää korvata uudella.

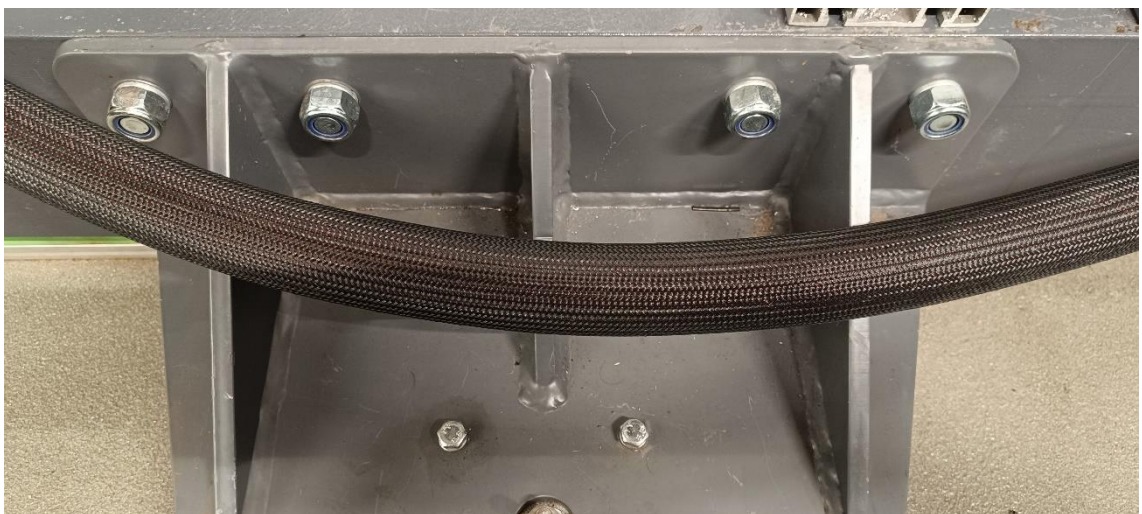
2 J.U.M. VE 222

J.U.M. VE 222 on saksalaisen J.U.M. Engineering valmistama pakokaasujen näytteenottolaite. Laitteessa on kaksi 12,5 l/min tilavuusvirralla toimivaa kalvopumppua, jotka imevät pakokaasuja pakoputkesta. Lämmitetty näytelinja pitää pakokaasut 190 asteisina uunille asti kondensoitumisen estämiseksi. Näytelinja pysyy tavoitelämpötilassa lämpövastuksen ansiosta.



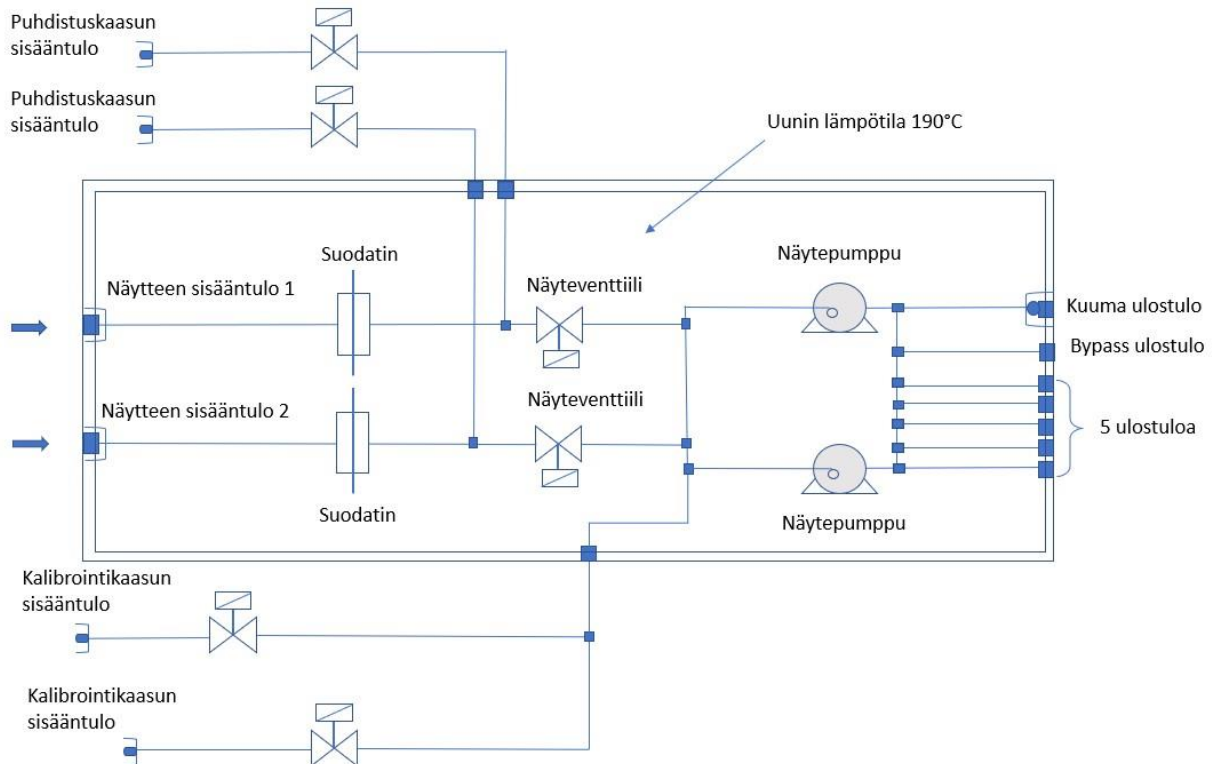
Kuva 1 J.U.M. VE 222

Kuvassa 1 esitetään J.U.M. VE 222 laitteen takaosa, jossa näkyy mm. laitteen ulostuloja.



Kuva 2 Lämmitetty näytelinja

Kuvassa 2 on esitetty lämmitetty näytelinja. Pakokaasut kulkeutuvat näytteenottolaitteeseen lämmitettyä näytelinjaa pitkin. Näytelinja on musta kangas päällysteinen letku, jossa on eriste, lämmitysvastus ja sisällä vaihdettava valkoinen PTFE letku näytteen kuljetusta varten.

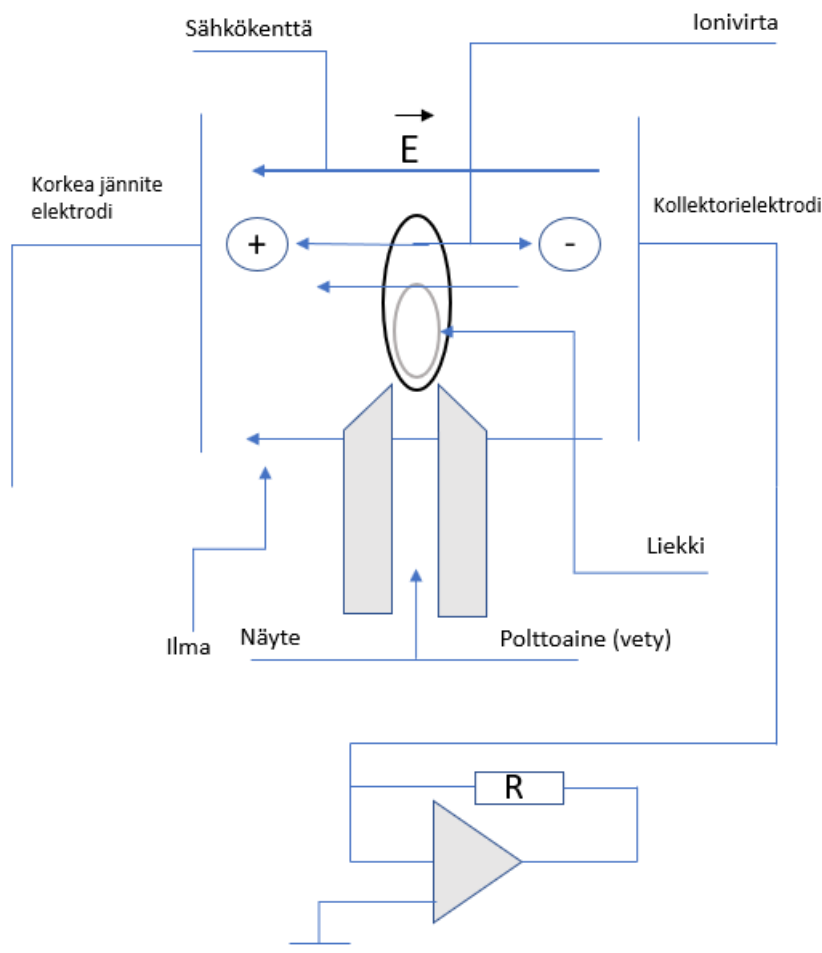


Kuva 3 J.U.M. VE 222 toiminta. Mukailtu lähde (Environmental 2023)

Kuvassa 3 on esitetty näytteenottolaitteen toimintaperiaate. Laitteessa on kaksi näytteenottolinjaa, joista kummastakin pakokaasu imetään suodattimen läpi kahdelle pumpulle, jotka sijaitsevat uunin seinämissä. Näytteelle on yksi kuuma ulostulo, josta pakokaasut etenevät kuivaimelle ja analysoitaville. Laitteessa on myös viisi muuta rinnakkaista ulostuloa, joita voidaan käyttää kaasun syöttämiseen analysoitaville. Yksi ulostuloista on avoin ulkoilmaan (ns. by-pass linja) Sen tarkoitus on vähentää järjestelmän mahdollista liiallista painetta. Kaksi puhdistusilman ja kalibrointikaasun sisääntulolinjaa on kuvattu kulkemaan molemmilta sivuilta pumpuille. Puhdistusilmalinjaa käytetään laitteen huuhteluun, jotta se on puhdas kalibrointikaasua varten. Puhdistusilma voi olla esimerkiksi puhdasta typpeä. Kalibrointikaasulinjaa käytetään laitteen nollaamiseen. Kalibrointikaasuna käytetään kaasua, jonka pitoisuus tunnetaan. Kalibrointi on tärkeää, jotta laite voi toimia täsmällisesti.

2.1 J.U.M. VE 7

J.U.M. VE 7 on saksalaisen J.U.M. Engineering valmistama hiilivetyanalysaattori. J.U.M. VE 222 pumppaa pakokaasut J.U.M. VE 7:lle. Tämä laite käyttää pakokaasujen tunnistukseen liekki-ionisaatiodetektoria (FID).



Kuva 4 Liekki-ionisaatiodetektori (FID) toimintaperiaate. Mukailtu lähde (J.U.M. 2005)

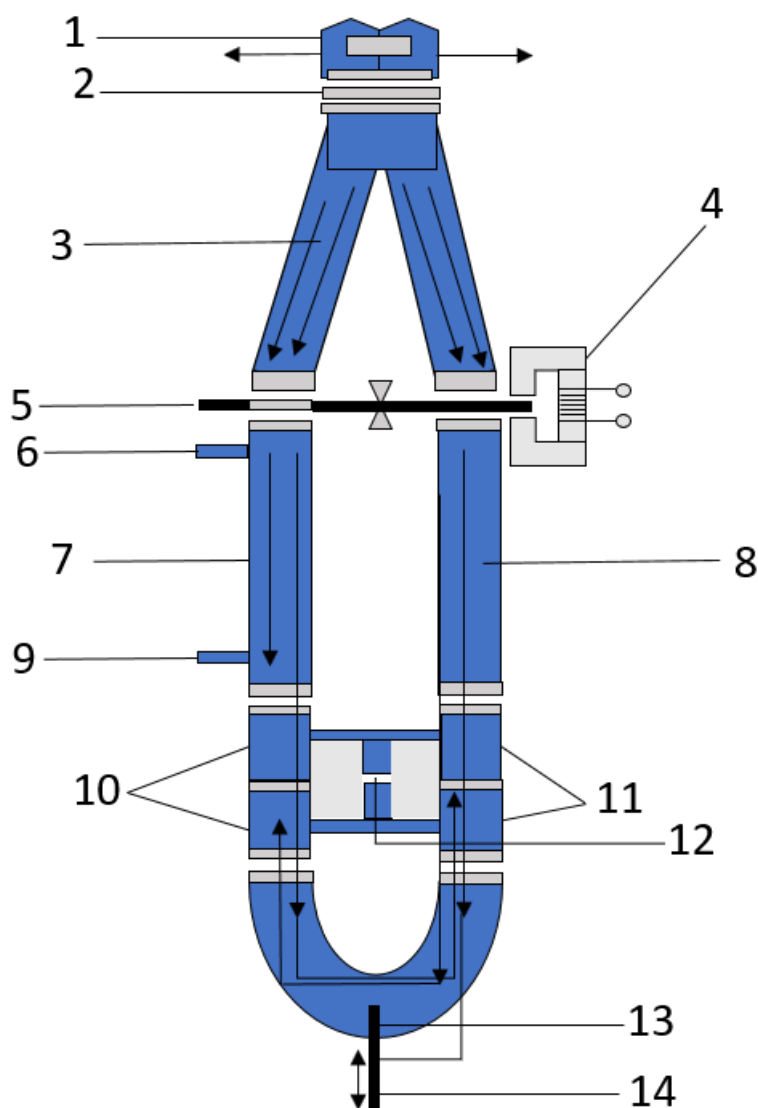
Kuvassa 4 on esitetty liekki-ionisaatiodetektorin toimintaperiaate. Kammioon tulleeseen näytteeseen sekoittuu ilmaa ja polttoainetta (vetyä tai vety-heliumseoskaasua). Niiden ansiosta liekki palaa. Korkealla jännitteellä luodaan sähköstaattinen kenttä elektrodien välille. Vedyn palaminen tuottaa positiivisia ja negatiivisia ioneita. Positiiviset ionit kulkeutuvat korkeajännite elektrodille ja negatiiviset kollektorielektrodille. Elektrodien välille syntyvä virran määrä on verrannollinen vedyn polttamien hiiliatomien määrään. Laite ilmoittaa hiilivetyjen

kokonaismäärän THC (Total Hydro Carbons) erottelematta eri hiilivety-yhdisteitä toisistaan. (Measurlabs 2023)

2.2 Ultramat 6

Ultramat 6 on saksalaisen Siemensin valmistama kaasujen mittaukseen tarkoitettu analysaattori. Se pystyy mittaamaan mm. CO, CO², SO², NH₃, H₂O, CH₄ sekä hiilivetyjä, riippuen analysaattoriin asennetuista kennoista. (Sintrol 2023).

Tässä työssä käsitelty laite mittaa CO ja CO² päästöjä. Ultramat 6 toiminta perustuu NDIR-kaksisädeperiaatteeseen. Siinä kaasut absorboivat valoa eri aallonpituuksilla. Kaasun absorptio muodostaa aallonpituuden, joka on kyseiselle kaasulle ominainen. Referenssikaasuna käytetään kaasua, joka ei absorboi valoa esimerkiksi typpioksidia tai argonia.



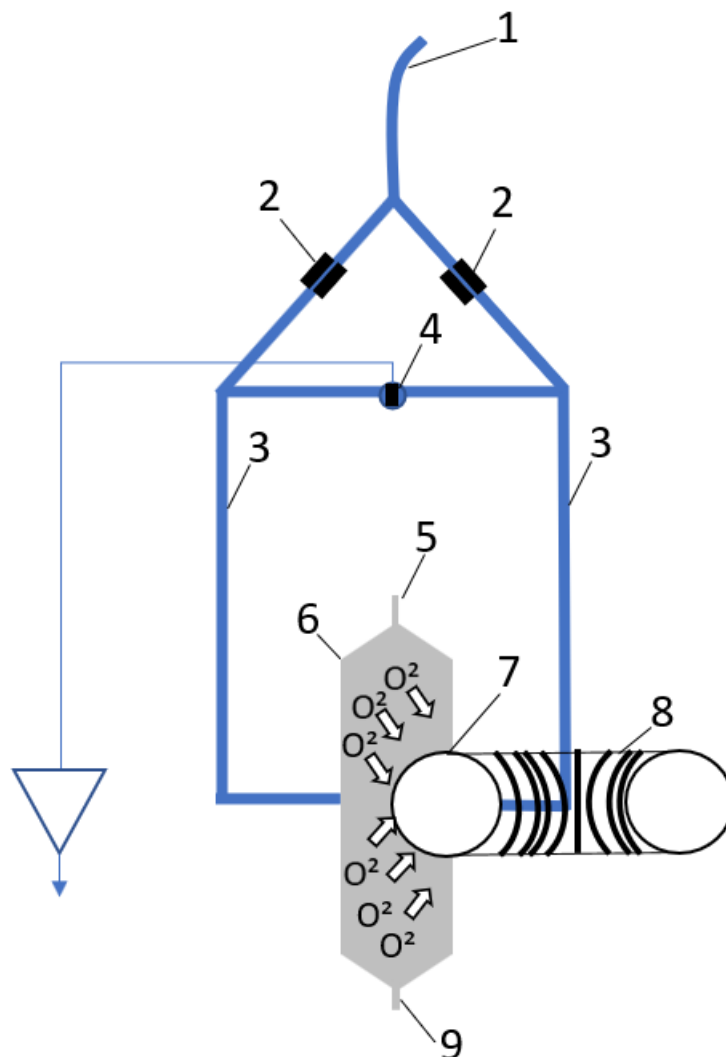
Kuva 5 Ultramat 6 toimintaperiaate. Mukailtu lähde (Siemens 2023. Ultramat 6)

Kuvassa 5 on esitetty Ultramat 6 toimintaperiaate. IR-lähteen tuottama valo (1) läpäisee suodattimen (2) ja jakaantuu kahdeksi valonsäteeksi säteenjakajassa (3). Katkaisija (5) katkaisee säteen vuorotellen tarvittaessa. Näytesäde vasemmalla puolella kulkee näytekammiokennon (7) läpi omalle ilmaisimelleen (10). Referenssikaasuna toimii typpioksidi (N_2) joka kulkee oikealla referenssikennon läpi (8) omalle ilmaisimelleen (11). Linjojen välissä on mikrovirtausmitta-anturi (12), joka muuttaa virtauksen sähköiseksi signaaliksi, jos näytekammiossa tapahtuu absorptio vaikutuksesta pulssivirtaus. Optinen säädin (13) pidentää alemman optisen ilmaisimen kerrosta optisesti. Infrapuna-

absorptiota säädetään liukusäätimen (14) avulla, joka vaikuttaa ilmaisimen toiseen kerrokseen. (Siemens 2023. Ultramat 6)

2.3 Oxymat 61

Oxymat 61 on saksalaisen Siemensin valmistama happianalysaattori. Laite soveltuu erilaisten kaasuseosten mittaamiseen. Laitteen toiminta perustuu paramagneettiseen mittausmenetelmään. (Siemens 2023. Oxymat 61)

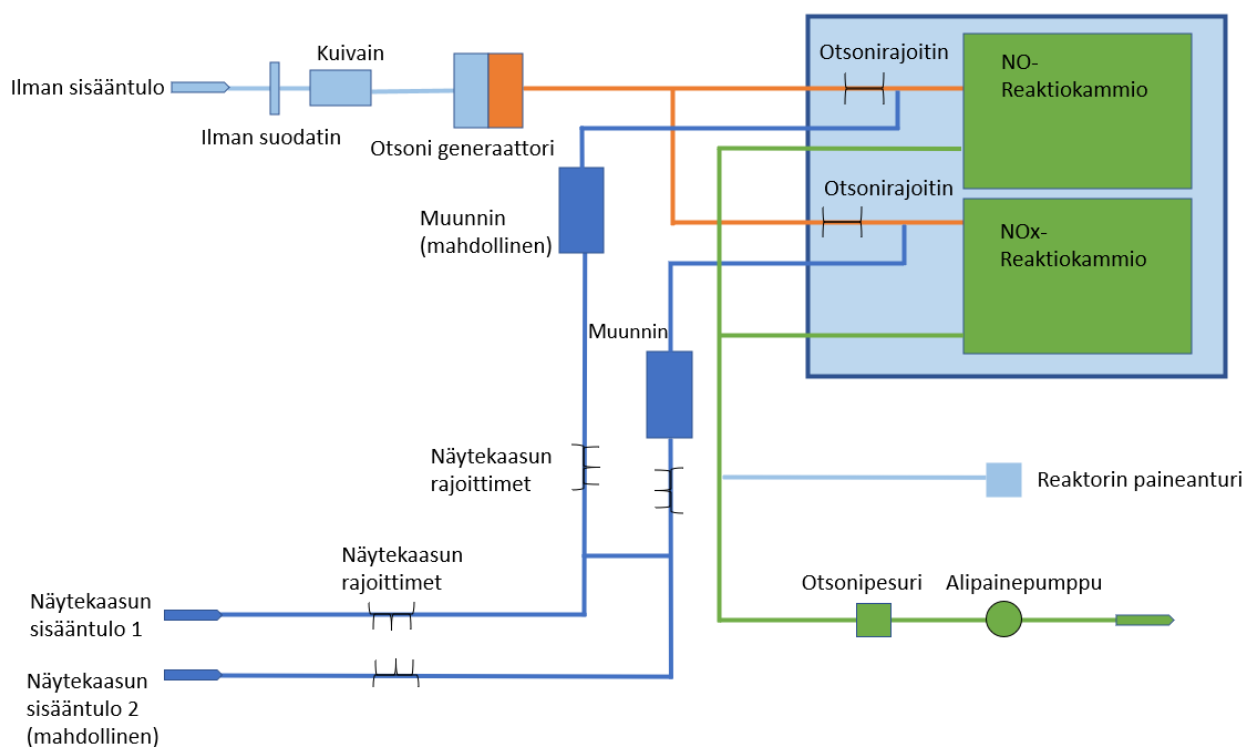


Kuva 6 Oxymat 61 toimintaperiaate. Mukailtu lähde (Siemens 2023 Oxymat 61)

Kuvassa 6 on esitetty Oxymat 61 toimintaperiaate. Referenssikaasu johdetaan sisääntulosta (1) virtausrajoittimien (2) läpi näytekammioon (6) kahden kanavan (3) kautta. Yksi näistä referenssikaasuvirroista kulkeutuu magneettikenttään (7) näytekaasun kanssa. Kahden kanavan yhdistyminen aiheuttaa poikkivirtauksen, joka muutetaan sähköiseksi signaaliksi mikrovirtausmitta-anturilla (4). (5) on kaasunäytteen sisääntulo. Vaihtelevavoimaisen magneetin (8) ansiosta laitetta voidaan käyttää eri asennoissa ilman, että mittaaminen häiriintyy. (9) on näytekaasun ja referenssikaasun ulostulo. (Siemens 2023 Oxymat 61)

2.4 Eco Physics CLD 822 M h

Eco Physics CLD 822 M h on sveitsiläinen kaasuanalysaattori. Se mittaa typenoksideja.

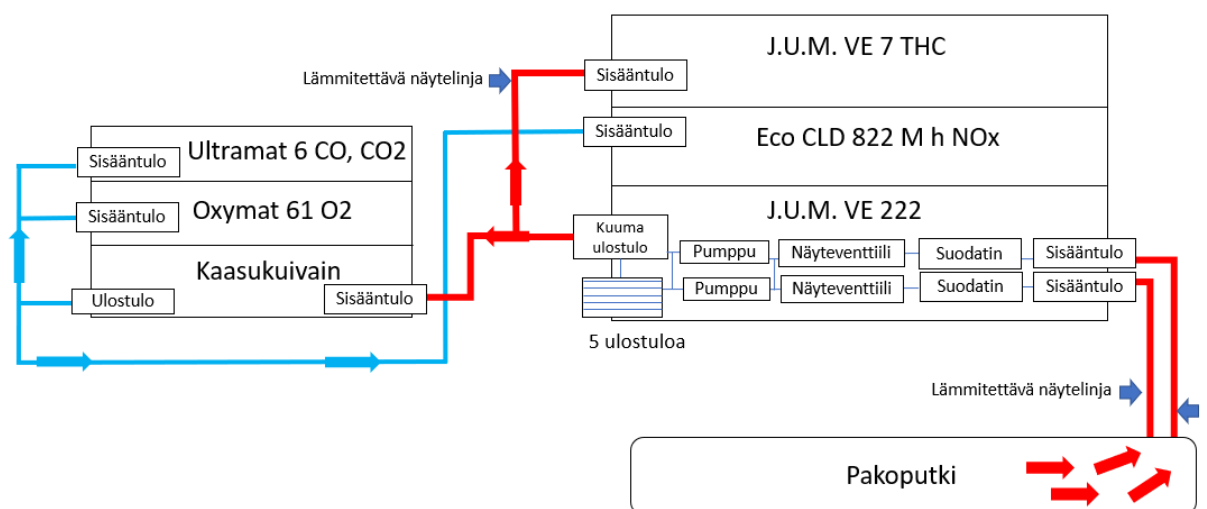


Kuva 7 Eco Physics CLD 822 M h toimintaperiaate. Mukailtu lähde (Anatec 2019)

Kuvassa 7 on esitetty Eco Physics CLD 822 M h typenoksidimittalaitteen toimintaperiaate. Laitteen toiminta perustuu kemiluminesenssiin. Se tarkoittaa kemiallista reaktiota, joka tuottaa valoa. (Ympäristö 2024.) Laitteen kahden kammion ansiosta se pystyy mittaamaan typpimonoksidi (NO) ja typpidioksidi (NO²) päästöjä samanaikaisesti. Kun typpimonoksidi (NO) reagoi otsonin (O³) kanssa se tuottaa kemiluminesenssisäteilyä. Laitteen otsonigeneraattorilla luodaan riittävä määrä otsonia reaktion mahdollistamiseksi. Säteilyn voimakkuus on verrannollinen typpimonoksidipitoisuuteen. Koska typenoksidit (NO_x) sisältävät typpimonoksidia (NO) ja saadaan typpidioksidien (NO²) määrä selville vähennyslaskulla.

2.5 Virtauskaavio moottorilaboratorion emissiomittalaitekaapistosta

Emissiomittalaitekaapistosta piirrettiin yksinkertaistettu kuva toiminnan kuvaamiseksi.



Kuva 8 Emissiomittalaitekaapiston virtaus- ja toimintakaavio

Kuvassa 8 esitetään kuinka pakokaasut kulkeutuvat lämmitettyä näytelinjaa pitkin J.U.M. VE 222 näytteenottolaitteelle. J.U.M. VE 7 vastaanottaa pakokaasut suoraan näytteenottolaitteelta. J.U.M. VE 7 mittaa hiilivetyjä. Oxymat 61, Ultramat 6 ja Eco CLD 822 M h laitteille pakokaasut kulkeutuvat kaasukuivaimen kautta. Kaasukuivainta käytetään osassa laitteita kastepisteen alentamiseen. Tällä vältetään kondenssiveden mukana tulemistä

pakokaasunäytteessä. Kondensoitunut pakokaasunäyte analysaattorissa aiheuttaa tilavuusvirheitä, joka vääristää mittauksien tuloksia.

2.6 Pumpun vaatimukset

Pumpun tulisi kestää 190 asteisia pakokaasuja. Pumppu voisi olla tyypiltään kalvopumppu, jotta pakokaasujen pumppaamisesta johtuva pulssi ei häiritse mittaamista. Pumppuja tulisi olla kaksi 12,5l/min tai yksi 25l/min tilavuusvirralla toimivaa. Tärkeintä, että 25l/min tilavuusvirta toteutuu.

2.7 Pumppuvalmistajien kartoittaminen

Sopivan pumpun löytäminen tuotti paljon haasteita. Kyselyiden perusteella pumppuja valmistavien suomalaisten yritysten pumput pumppaavat poikkeuksetta vain nesteitä. Lämpötilankestokyky osoittautui myös esteeksi, koska pumpattavat nesteet eivät oikeastaan ole yli 100 asteisia. Kaasujen pumppaaminen on harvinaista, joten valmistajia ei ole monia.

2.8 Näyteputken painehäviön laskeminen pumpun valintaa varten

Kun pumppuja etsittiin, niiden teknisissä tiedoissa ilmeni, että monen pumpun kestävä alipaine on 200 mbar. Liian suuri pumppuun kohdistuva alipaine voi rikkoa mm. pumpun kalvot. Seuraavaksi laskettiin, kuinka suuri alipaine pumpulle syntyy, kun pakokaasut imetään pakoputkesta letkun kautta pumpulle.

Laskujen tarkkuus on pitkälti riippuvainen putken sisäpinnan karheudesta. Materiaali vaikuttaa siten merkittävästi tulokseen. Laskut laskettiin käyttämällä materiaalina muovia, koska putken seinämäkarheutta PTFE:lle ei löytynyt. Toisaalta vaikka seinämän karheus PTFE:lle olisikin löytynyt, vaihtelevat olosuhteet esim. noen kertyminen näytteenottoputkeen olisivat vaikuttaneet laskujen tarkkuuteen epäsuotuisasti.

2.9 Painehäviön laskenta ja mittaus

Laskuissa käytettiin 20 asteen huonelämpötilaa ja 100,4 kPa ilmanpainetta laskennan helpottamiseksi, mutta myös sen takia, että se on todellinen tilanne, kun testimoottori käynnistyy ja pumppu alkaa toimimaan. Laskenta suoritettiin kahdella eri letkulla, joiden sisähalkaisija/pituus on 4mm/6m ja 6mm/8m.

Ilman tiheys lasketaan kaavalla:

$$\rho = \frac{p \cdot m}{R \cdot T} = 1,195 \text{ Kg/m}^3 \quad (1)$$

jossa

p on ilmanpaine (kPa)

m on ilman moolimassa (KJ/kmol k)

R on kaasuvakio (KJ/kmol k)

T on absoluuttinen lämpötila Kelvineinä (K)

Putken virtauspoikkipinta-ala lasketaan kaavalla: (2)

$$A = \pi \cdot \left(\frac{d^2}{4}\right) = 0,0000126 \text{ m}^2$$

$$A = \pi \cdot \left(\frac{d^2}{4}\right) = 0,0000283 \text{ m}^2$$

jossa

d on putken sisähalkaisija (m)

Keskimääräinen virtausnopeus lasketaan kaavalla: (3)

$$W = \frac{V}{A} = 33,09 \text{ m/s}$$

$$W = \frac{V}{A} = 14,74 \text{ m/s}$$

jossa

V on tilavuusvirta (m³/s)

A on putken virtauspoikkipinta-ala (m²)

Reynoldsin luku lasketaan kaavalla: (4)

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} = 8760$$

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} = 5853$$

jossa

w on keskimääräinen virtausnopeus (m/s)

d on putken sisähalkaisija (m)

v on kinemaattinen viskositeetti (m^2/s)

Voidaan todeta, että virtaus on turbulenttista, koska Reynoldsin luku on yli 2300 molemmilla putkilla laskettuna. Näin ollen putken seinämäkarheus vaikuttaa virtaukseen ja se tulee huomioida laskuissa.

Putken paine-ero lasketaan kaavalla: (5)

$$\xi \frac{L}{d} \frac{1}{2} \rho w^2 = 157 \text{ mbar}$$

$$\xi \frac{L}{d} \frac{1}{2} \rho w^2 = 31,2 \text{ mbar}$$

jossa

ξ on kitkavastuskerroin (λ)

L on putken suoran osan pituus (m)

d on putken sisähalkaisija (m)

ρ on ilman tiheys (Kg/m^3)

w on keskimääräinen virtausnopeus (m/s)

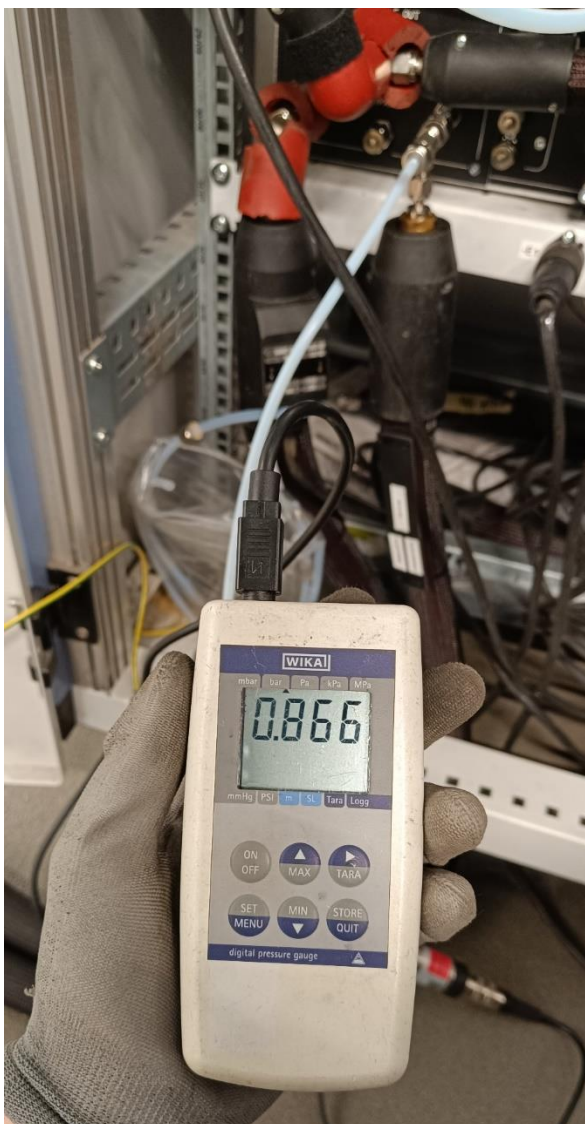
Laskennan perusteella pumppu kestää alipaineen.

Taulukko 1 Laskennassa käytetyt arvot

Ilman tiheys (ρ)	Putken virtauspoikkipinta-ala (A)
Ilmanpaine (p): 100,4 (kPa)	Putken sisähalkaisija (d): (0,004/0,006) (m)
Ilman moolimassa (m): 29 (KJ/kmol k)	
Kaasuvakio (R): 8,314 (KJ/kmol k)	
Absoluuttinen lämpötila (T): 293 (K)	
Keskimääräinen virtausnopeus (w)	Reynoldsin luku (Re)
Tilavuusvirta (V): 0,000417 (m^3/s)	Keskimääräinen virtausnopeus (w): 33,09/14,74 (m/s)
Putken virtauspoikkipinta-ala (A): 0,0000126/0,0000283 (m^2)	Putken sisähalkaisija (d): 0,004/0,006 (m)
	Kinemaattinen viskositeetti (v): 0,00001511 (m^2/s)
Putken paine-ero	
Kitkavastuskerroin (ξ): 0,016 (λ)	
Putken suoran osan pituus (L): 6/8 (m)	
Putken sisähalkaisija (d): 0,004/0,006 (m)	
Ilman tiheys (ρ): 1,195 (Kg/m^3)	
Keskimääräinen virtausnopeus (w): 33,09/14,74 (m/s)	

Taulukossa 1 esitetään laskennassa käytetyt arvot yksiköineen.

Laskennan tueksi päätettiin tehdä sisääntulon painemittaus laitteesta. Mittauksen tuloksia käytettiin myös varmistamaan, ettei pumpun kestävä yli 200 mbarin alipaine ylity. Mittaus tehtiin laitteen takaosasta, jossa sijaitsee sisään- ja ulostulot.



Kuva 9 Sisääntulon painemittaus

Kuvassa 9 esitetään sisääntulopaineen mittaaminen Wikan digitaalisella painemittarilla. Mittaus toteutettiin käyttämällä T-haaraliitintä, joka vaihdettiin käytössä olevan 90 asteen mutkan tilalle. Tulokseksi saatiin 0,866 baria, joka ilmakehän sen hetkisen paineen perusteella tarkoittaa 0,138 barin alipainetta.

Ilmakehän paine mittaushetkellä oli 1,004 baria. Mittaukset osoittivat, että liiallista alipainetta ei synny, joten alipainelaskelman tuloksen todettiin olevan linjassa mittauksen kanssa.

3 Korvaava pumppu

Pumppuja löydettiin lopulta kahdelta eri valmistajalta. KNF Ruotsista ja alun perin norjalaisen Norsk Analysen välityksellä yhdysvaltalainen Air Dimensions. Pumput löydettiin ottamalla yhteyttä kumpaankin valmistajaan sähköpostitse.

KNF suositteli näytteenottolaitteeseen KNF N036ST.16E kalvopumppua. Norsk Analyselta saatiin Air Dimensions H-sarjan pumppu.

3.1 KNF N 036 ST.16 E -pumppu

Pumpun tilavuusvirta on mahdollista säätää toimimaan 25l/min



Kuva 10 Kuvakaappaus KNF:n pdf:stä (KNF 2023)

Kuvassa 10 on esitetty KNF:n kalvopumppu. Musta lieriö on pumpun lämmitetty pää.

Pump head	Aluminum	Stainless steel
Diaphragm	PTFE	
Valves	PTFE	
Flow rate at atm. pressure (l/min)	30.0	
Ultimate vacuum (mbar abs.)	200	
Max. operating pressure (bar rel./psig)	1.5/21.8	
Permissible ambient temperature (°C)	+5 ... +40	
Permissible media temperature (°C)	+5 ... +240	
Weight (kg/lbs)	10.0/22.0	12.0/26.4
ELECTRICAL DATA		
Voltage (V)	230	
Motor	Capacitor motor	
Protection class motor	IP 54	
Frequency (Hz)	50	
Power P ₁ (W)	170	
I _{max} (A)	1.00	

Kuva 11 Kuvakaappaus teknisistä tiedoista (KNF 2023)

Kuvassa 11 on esitetty kyseisen KNF:n teknisiä tietoja, joista ilmenee mm. pumpun materiaalit, maksimi tilavuusvirta, alipaineenkestokyky, paino sekä sähkömoottorin teho.

3.2 ADI H-series 301-pumppu

ADI:n pumpuissa käytetään kalvopumpun kalvojen ja venttiilien materiaalina PTFE:tä (teflon) sekä EPDM:ää. EPDM eli etyleenipropyleenidieenikumi ei kestä hiilivetyjä, joita on dieselpakokaasuissa (Infrahansa 2023). ADI:lta saa myös pumppuja, joissa on käytetty vain PTFE:tä kalvopumpun ja venttiilien materiaalina. Jos ADI:n pumppu valitaan, tulee varmistaa, että pumpun kalvo ja venttiilit ovat materiaaliltaan PTFE:tä.



Kuva 12 ADI H-series 301 (ADI 2023)

Kuvassa 12 on esitetty ADI:n valitsema pumppu.

3.3 Vertailu pumppujen välillä

ADI:n pumppu on ominaisuuksiltaan järeämpi mikä näkyy myös hinnassa. Pumpun valmistajan valinnassa saattaakin lopulta olla kyse siitä mikä on moottorilaboratorion käyttöön riittävän hyvä pumppu. ADI:n pumpussa on kapasiteettia mahdollista lisääntyvää kuormitusta varten, jos näytteenottolaitetta tulevaisuudessa käytetään nykyistä vaativammissa sovelluksissa.

Taulukko 2 Pumppujen tekniset tiedot

KNF	ADI
Lämpötilan kesto	Lämpötilan kesto
200°C	240°C
Tilavuusvirta	Tilavuusvirta
30l/min	40l/min
Materiaali	Materiaali
Ruostumaton teräs	Ruostumaton teräs
Alipaineen kesto	Alipaineen kesto
200 mbar	904 mbar
Virtalähde	Virtalähde
230V/50hz	230V/50hz
Kalvojen ja venttiilien materiaali	Kalvojen ja venttiilien materiaali
PTFE	PTFE/EPDM

3.4 Pumppujen hinta

ADI:n pumppu maksaa lähes kaksi kertaa enemmän kuin KNF. Toisaalta ADI:n pumppuun laskettiin mukaan ATEX moottori, joka nosti hintaa kolmasosan KNF:n myyntihinnasta. Jos tarvitaan vain yksinkertainen pumppu, joka täyttää tämänhetkiset vaatimukset KNF on hyvä vaihtoehto. Jos tarvitaan pumppu, johon halutaan valita enemmän ominaisuuksia, ADI voi olla silti kalliimman hintansa arvoinen.

3.5 Pumppujen materiaalit

Tällä hetkellä J.U.M. VE 222 käytössä olevissa kalvopumpuissa on käytetty materiaalina FKM eli fluorikumia. Juuri kalvot pumpuista olivat rikkoutuneet. FKM:n tekniset ominaisuudet pitäisivät riittää dieselpakokaasujen pumppaamiseen. Molemmat löydetty pumput ovat materiaaliltaan silti PTFE:tä. Kun tehdään vertailua PTFE:n ja FKM:n välillä, voidaan huomata, että PTFE:llä on hieman parempi kemikaalien kestävyys (TRP Polymer Solutions 2024). Varmoja johtopäätöksiä ei tämän perusteella voida tehdä, koska tarkkaa syytä kalvojen rikkoutumiselle ei ole saatu. PTFE joka tapauksessa osoittautuu mielenkiintoiseksi vertailukohteeksi FKM:ää vastaan.

4 Lopuksi

Työn tavoitteena oli löytää pumppuvalmistaja J.U.M. VE 222 pakokaasujen näytteenottolaitteelle. Pumpun tulisi olla kalvopumppu, joka toimii 25l/min tilavuusvirralla ja kestää 190 asteisia pakokaasuja. Tavoitteeseen päästiin, koska sopivia pumppuja löytyi kahdelta valmistajalta. Kokonaista pakokaasujen käsittelyjärjestelmää ei kartoitettu.

Seuraavaksi tehtäisiin projektisuunnitelma, miten valittu pumppu saadaan toimimaan J.U.M. VE 222 laitteessa. Uutta pumppua voisi sovittaa olemassa olevaan aihioon. Jos pumppu ei sovi olemassa olevaan aihioon, voitaisiin rakennuttaa uusi aihio ja siirtää hyödynnettävät komponentit tämänhetkisestä ratkaisusta siihen. Uusi pumppu tarvitsee myös mahdollisesti uudet sähkökytkennät. Löydetyistä pumpuista olisi tarkoitus konsultoida maahantuoja ja ehdottaa uuden laitteen rakentamista näillä pumpuilla. Olisi myös mahdollista ottaa yhteyttä alan yritykseen, jolla voisi rakennuttaa laitteen.

Lähteet

Anatec 2019. Eco Physics CLD 822 M h. Viitattu 30.1.2024.

<https://www.anatec.fi/tuotteet.html?id=46/104>

Air Dimensions 2024. H-series Dia-Vac Pump Single Head General Purpose.

Viitattu 22.1.2024. <https://www.airdimensions.com/en-us/products/general-purpose-gas-sample-pumps/h-series-dia-vac-pump-single-head-general-purpose>

Co2meter 2023. How does an NDIR CO2 Sensor Work? Viitattu 2.12.2023.

<https://www.co2meter.com/blogs/news/how-does-an-ndir-co2-sensor-work#:~:text=The%20NDIR%20sensors%20work%20by,passes%20through%20the%20optical%20filter.>

Environmental 2023. J.U.M. - Model VE222 – All Heated 2 Point Prefilter /Sample Sequencer. Viitattu 27.11.2023.

<https://www.environmental-expert.com/products/jum-model-ve-222-all-heated-2-point-prefilter-sample-sequencer-303474>

Infrahansa 2024. EPDM-vesieristyskumi. Viitattu 18.1.2024.

<https://infrahansa.com/epdm/>

Measurlabs 2023. CG-FID-analyysi. Viitattu 4.12.2023.

<https://measurlabs.com/fi/menetelmat/gc-fid-analyysi/>

Nova Analytical Systems 2023. Paramagnetic O2 Gas Analyzer. Viitattu

10.12.2023. <https://www.nova-gas.com/gas-analyzers/paramagnetic-o2-gas-analyzer/>

Siemens 2023. Ultramat 6. Viitattu 16.12.2023.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10028608>

Siemens 2023. Oxymat 61. Viitattu 16.12.2023.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10028632>

Sintrol 2023. Siemens Ultramat 6 NDIR -kaasuanalysointilaite. Viitattu 1.12.2023.

<https://sintrol.fi/product/ultramat-6-ndir-kaasuanalysointilaite/>

Sintrol 2023. Oxymat 61 -happianalysointilaite. Viitattu 4.12.2023.

<https://sintrol.fi/product/oxymat-61-happianalysointilaite/>

TRP Polymer Solutions 2024. FKM Rubber vs PTFE. Which is the ultimate fluorinated material? Viitattu 2.2.2024

<https://trp.co.uk/fkm-rubber-vs-ptfe/>

Ympäristö 2024. Ilmanlaatu. Viitattu 24.1.2024

<https://wwwp.ymparisto.fi/miljo/html/luftenskvalitetMain.fi.html>