

Matti Veikkola

ÖLJYN MITTAUS VEDESTÄ

ÖLJYN MITTAUS VEDESTÄ

Matti Veikkola
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Matti Veikkola
Opinnäytetyön nimi: Öljyn mittaus vedestä
Työn ohjaaja: Lehtori Manne Tervaskanto (OAMK)
Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 45 + 1 liite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli dokumentoida öljynmittausprosessi vedestä sekä esitellä mittaukseen käytettäviä kokoonpanoja. Työn toimeksiantajana oli EHP Environment Oy. Työ tehtiin EHP Environment Oy:n omaan käyttöön.

Työssä käytiin läpi osin jo käytössä olevia EHP Environment Oy:n mittausmenetelmiä ja öljyn mittaamiseen käytettyjä mittauskokoonpanoja. Näistä tehtiin tekniset dokumentit, jotka sisälsivät mitta- ja räjäytyspiirustukset. Dokumentaatiota käytetään yrityksessä työohjeena, jonka päätarkoituksena on asianmukaisten ja laadukkaiden tuotteiden valmistus.

Työssä toteutettiin myös TriOsin Lisa-anturin jäähdytysratkaisu. Jäähdyttimiä tehtiin kaksi kappaletta, jotka suunniteltiin, valmistettiin ja lopuksi testattiin.

Asiasanat: jatkuvatoiminen mittaus, automaatio, mittausmenetelmät

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Automation Engineering

Author: Matti Veikkola
Title of thesis: Oil measurement process from the water
Supervisor: Manne Tervaskanto (OAMK)
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018
Number of pages: 45 + 1 appendices

The purpose of the thesis was to document the oil measurement process from the water and to present the assemblies used for measuring. The work was commissioned by EHP Environment Oy. The work was done for the own use of EHP Environment Oy.

Some methods already implement were used in the thesis and technical documentation was made. The documentation is used in the company as a working manual whose main purpose is the manufacture of appropriate and high-quality products.

In this work, the Trios Lisa sensor cooling solution was also made. Two radiators were made that were designed, manufactured and finally tested.

Keywords: process monitoring, automation, sensors

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty EHP Environment Oy:lle. Työn valvojina toimeksiantajan puolelta on toiminut toimitusjohtaja Risto Hiljanen sekä työtä ohjaavana opettajana Oulun ammattikorkeakoulusta lehtori Manne Tervaskanto.

Haluaisin kiittää työni ohjaajaa lehtori Manne Tervaskantoa hyvistä vinkeistä työn eri vaiheissa sekä opinnäytetyön valvojaa Risto Hiljasta mielenkiintoisesta työn aiheesta. Kiitokset kuuluvat myös EHP Environment Oy:n henkilökunnalle.

Oulussa 30.4.2018

Matti Veikkola

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
ALKULAUSE.....	5
SISÄLLYS.....	6
SANASTO.....	8
1 JOHDANTO.....	9
2 ÖLJY.....	10
2.1 Raskas polttoöljy.....	10
2.2 Hydraulikka- ja kiertovoiteluöljyt.....	11
2.3 Kevyt polttoöljy.....	11
2.4 Mäntyöljy.....	12
3 EHP-QMS-MITTAUSASEMA.....	13
3.1 Toimintaperiaate.....	14
3.2 Jatkuvatoinen mittaus.....	14
3.3 EHP-DL12-dataloggeri.....	15
3.4 EHP-datapalvelu.....	16
4 EHP-OIL-SOVELLUKSET.....	18
4.1 Käyttökohteet.....	18
4.2 Putkilinjat.....	18
4.3 Sivuvirtaus.....	19
4.4 Lautta.....	21
4.5 EHP-ympäristöpoiju.....	23
4.6 EHP-OIL käsimittari.....	24
5 PAH-YHDISTEIDEN MITTAAMINEN VEDESTÄ.....	25
5.1 TriOs Enviroflu-HC-anturi.....	25
5.2 Spektrometria.....	25
5.3 Fluoresenssispektrometria.....	27
5.4 Infrapunaspektrometria.....	27
6 TYÖN TOTEUTUS.....	29
6.1 Anturin jäähdytys.....	29
6.1.1 Muovinen anturinjäähdytin.....	YRITYKSEN SISÄINEN VERSIO

6.1.2	Teräksinen anturinjäähdytin	YRITYKSEN SISÄINEN VERSIO
6.2	Jäähdyttimien testaus.....	30
6.2.1	Muovinen jäähdytin	30
6.2.2	Teräksinen jäähdytin.....	31
7	TULOKSET.....	33
7.1	Muovinen jäähdytin	33
7.2	Teräksinen jäähdytin	34
8	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET	46

SANASTO

3G	Yleinen lyhenne kolmannen sukupolven matkapuhelinteknologioille
COD	Chemical Oxygen Demand, kemiallinen hapenkulutus
Dataloggeri	Elektroninen laite, joka tallentaa tietoja
GPRS	GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu
GSM	Matkapuhelinjärjestelmä, jota käytetään maailmanlaajuisesti
PE-muovi	Polyeteenimuovi
PAH-yhdisteet	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, polisykliset aromaattiset hiilivedyt
UV/Vis	Ultraviolet/visible, ultravioletti/näkyvä valo
LC50-arvo	Lethal Concentration 50%, annos, joka tappaa puolet koe-eläimistä tietyn ajan kestävän kokeen aikana.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi EHP Environment Oy, joka on Oulussa toimiva veden laadun, virtaaman ja sään mittaamiseen erikoistunut ympäristötekniikan yritys. Opinnäytetyössä käydään läpi EHP Environment Oy:n käyttämän EHP-OIL-öljymittauksen dokumentointi sekä optisten antureiden jäähdytysratkaisu. Dokumentissa käsitellään mittausaseman kokoonpanon rakennetta, toimintaa ja laitteistoa sekä käyttökohteita ja -ympäristöä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on dokumentoida EHP-OIL-mittauskokoonpanot eri käyttökohteille ja -ympäristöille sekä suunnitella, valmistaa ja testata TriOsin Lisa-anturin jäähdytysratkaisu, jonka periaate käy myös muiden valmistajien optisille mitta-antureille. Työn tavoitteena on dokumentaation myötä parantaa ymmärrettävyyttä asemien suunnittelijoille, kokoonpanijalle sekä asentajalle.

2 ÖLJY

Öljy on fossiilinen polttoaine, joka on muodostunut kasveista ja muista eloperäisistä aineksista korkean paineen ja lämmön vaikutuksesta. Tämä prosessi on kestänyt miljoonia vuosia, jolloin öljy on kerääntynyt taskuihin kallioperään. Öljyä on käytetty polttoaineena 1800-luvun lopulta asti. Suurin osa Suomeen tuotavasta öljystä jalostetaan erilaisiksi bensiineiksi ja dieseleiksi. Noin kolmasosa käytetään lämmitykseen. Voimalaitoksissa käytetään raskasta ja kevyttä polttoöljyä. (1.)

Raakaöljy muodostuu pääasiassa parafiinisista, nafteenisista ja aromaattisista hiilivedyistä, joiden suhteellinen osuus vaihtelee huomattavasti öljyn alkuperän mukaan. Raakaöljy sisältää lisäksi alkuaineita kuten rikkiä, typpeä, happea ja jonkin verran metalleja. (1.)

Öljyn muodostuminen on kestänyt miljoonia vuosia. Öljy luokitellaan uusiutumattomaksi luonnonvaraksi, sillä nykyiset öljyvaramme ovat alkaneet muodostua sata miljoonaa vuotta sitten. Tämän vuoksi se luokitellaan uusiutumattomaksi energianlähteeksi. Koska öljy on kevyttä, se tihkuu hitaasti maa-aineksen ja maaperässä olevan veden läpi kohti pintaa ja kerääntyy maaperän poimujen korkeisiin kohtiin. (1.)

2.1 Raskas polttoöljy

Raskasta polttoöljyä käytetään polttoaineena öljylämmityslaitoksissa, voimalaitoksissa ja teollisuudessa. Raskas polttoöljy valmistetaan ohentamalla raakaöljyn tislautumatonta pohjatuotetta ohentimilla ja se koostuu 15–25 hiilen pituisesta hiiliketjusta. (2.)

Ympäristöön päässyt raskas polttoöljy jähmettyy, minkä jälkeen se on pääosin haihtumatonta. Raskaan polttoöljyn komponentit voivat adsorboitua maaperän orgaaniseen ainekseen. Maaperässä se sitoutuu maa-ainekseen ja on siten kulkeutumaton. Raskas polttoöljy on maaperässä hyvin pysyvää. (3.)

Raskas polttoöljy on lähes liukenematonta veteen. Raskaimmat sen komponenteista painuvat vesistöissä pohjaan ja kerrostuvat. Lisäksi ne adsorboituvat vedessä oleviin hiukkasiin. Raskas polt-

toöljy on hitaasti hajoavaa ja jotkut aineosat ovat jopa hajoamattomia. Raskas polttoöljy on haitallista vesieliöille, sillä sen LC50-arvot vesieliöille ovat 10–100 mg/l. Adsorboituneet hiilivetyjäämät voivat aiheuttaa haitallisia vaikutuksia pohjasedimentin eliöille. (3.)

2.2 Hydrauliiikka- ja kiertovoiteluöljyt

Voiteluaineita valmistetaan sekoittamalla lisäaineita perusöljyihin. Mineraaliöljy on perinteinen hydrauliiikkaöljy. Synteettinen öljy koostuu yleensä polyalfaolefiineistä (PAO), jotka valmistetaan kemiallisen prosessin avulla raakaöljyn eteenistä. Mineraaliöljy koostuu yli 16 hiilen pituisesta hiiliketjusta. (4, s. 306.)

Hydrauliiikkaöljyn tehtävä on siirtää energiaa, vähentää kitkaa ja kulumista, voidella sekä huuhdella epäpuhtauksia. Hydrauliiikkaöljyjä on sisä-, ulko- ja arktiseen käyttöön. Käyttöolosuhteiden vaihdellessa ominaisuuksien pitää olla vakaita. Voiteluöljyille tärkeimpiä ominaisuuksia ovat mahdollisimman pieni haihtumishäviö ja riittävän korkea viskositeetti. (4, s. 306.)

2.3 Kevyt polttoöljy

Kevyt polttoöljy on maaöljytuotteiden ja lisäaineiden seos, joka sisältää 50–100 % polttoöljyä no. 2 ja 0–50 % polttoöljyä no. 4. Kevyt polttoöljy koostuu pääasiassa haarautumattomista C16–C19-alkaaneista. Kevyt polttoöljy on punaiseksi värjättyä nestettä, jolla on selvä bensiininomainen haju. Ilmaan haihtunut kevyt polttoöljy hajoaa hydroksyyliiradikaalien vaikutuksesta ja sen määrä puoliintuu noin vuorokaudessa. (3.)

Maahan joutunut kevyt polttoöljy voi osittain haihtua ilmaan. Toisaalta kevyen polttoöljyn pääkomponentit (haarautumattomat C16–C19-alkaanit) sitoutuvat tiiviisti maa-ainekseen ja täten haihtuminen voi estyä. Maaperässä kevyt polttoöljy hajoaa biologisesti aerobisissa olosuhteissa, mutta komponenttien sitoutuminen estää hajoamista. Kevyen polttoöljyn pääkomponentit eivät kulkeudu orgaanista ainesta sisältävässä maaperässä erityisen helposti. Kevyen polttoöljyn kulkeutuminen sora- ja hiekkamaassa voi sen sijaan olla huomattavaa. (3.)

Kevyt polttoöljy liukenee jonkin verran veteen (< 50 mg/l 20 °C:ssa). Se voi kuitenkin haihtua pintavedestä ilmaan. Laskentamallien avulla on arvioitu, että sen määrä puoliintuu matalassa joessa

(syvyys yksi metri) noin viidessä tunnissa. Kevyt polttoöljy hajoaa vedessä aerobisissa olosuhteissa, mutta se ei kuitenkaan ole nopeasti biologisesti hajoavaa. Lisäksi sen komponenttien sitoutuminen veden orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin hidastaa hajoamista. Kevyen polttoöljyn on todettu olevan haitallista vesielioille, sillä sen LC50-arvot vesielioille ovat 10 - 100 mg/l. (3.)

2.4 Mäntyöljy

Mäntyöljy ei ole fossiilista polttoainetta, vaan sitä saadaan, kun selluloosamassasta erotetun mustalipeän pinnalle noussut raakasuopa hydrolysoidaan rikkihapolla, jolloin saadaan raakaa mäntyöljyä. Tämä on pääasiassa rasva-, ja hartsihappojen seosta. Hartsihapot voidaan suurelta osaltaan poistaa linkoamalla. Tislatusta mäntyöljystä valmistetaan mm. mäntysuopaa neutraloimalla rasvahapot natriumyhdisteiksi. Mäntyöljyä käytetään myös alkydihartsien valmistukseen maaliteollisuuden sidosaineiksi. (5, s. 182.)

3 EHP-QMS-MITTAUSASEMA

EHP-QMS-mittausasema on EHP Environment Oy:n veden laadun mittaamiseen käyttämä mittausratkaisu. Kuvassa 1 näkyvä EHP-QMS-mittausasema on suunniteltu haastaviin ja kylmiin kenttäolosuhteisiin ja virransyöttö toteutetaan aurinkopaneeleilla ja akuilla. Mittausta käytetään tavallisimmin veden laadun mittaamiseen puroissa, altaissa, järvissä, joissa, ojissa, kanavissa ja putkissa. Mittausratkaisua käytetään mm. kaivosteollisuudessa, kaatopaikoilla, energiateollisuudessa, metsätaloudessa, paperiteollisuudessa sekä öljy- ja kaasuteollisuudessa. (6.)



KUVA 1. EHP-QMS-mittausasema

3.1 Toimintaperiaate

EHP-QMS-mittausasema koostuu EHP-DL12-dataloggerista, joka sisältää GSM/GPRS/3G -modeemin sekä antureista, akuista ja aurinkopaneeleista. EHP-DL12-dataloggeria edelsi kuvassa 2 näkyvä EHP-DL6-dataloggeri. EHP-DL6-dataloggereita ei enää uusissa asemissa käytetä, mutta käytössä olevia EHP-DL6-dataloggereita edelleen runsaasti kentällä toiminnassa. Dataloggerit ohjelmoidaan keräämään, käsittelemään ja lähettämään mittausdata automaatiojärjestelmään, palvelimelle tai yksittäiselle tietokoneelle. (6.)



KUVA 2. EHP-DL6-dataloggeri

Tavallisimmin virransyöttö dataloggerille tapahtuu aurinkopaneeleilla ja akuilla. Pimeään vuodenaikaan syksyllä ja talvella ratkaisu voi toimia kolme kuukautta ilman suoraa auringonvaloa akkujen varassa. Akkujen keston talvella vaikuttaa mittauksen ja datalähetysten intervalli. Jos asennuskohteessa on verkkovirtaa saatavilla, voidaan aseman virransyöttö toteuttaa verkkovirralla ilman akkua ja aurinkopaneelia, mutta yleensä asennuspaikka sijaitsee syrjäisessä paikassa, joihin ei ole mahdollista tai järkevää järjestää verkkovirtaa. (6.)

3.2 Jatkuvatoiminen mittaus

Automaattisen ja jatkuvatoimisen mittauksen tarkoitus on mitata veden laatua ympärivuotisesti ja reaaliaikaisesti tietokoneen, automaatiojärjestelmän tai EHP-datapalvelun kautta. EHP-QMS-mittausasema voi myös lähettää käyttäjälle tekstiviestinä ilmoituksen esimerkiksi asetetun raja-arvon ylityksestä määrättyyn puhelinnumeroon. Ratkaisua käytetään prosessihallintaan sekä ympäristöseurantaan ja anturit valitaan mittauksen luonteesta riippuen. (6.)

3.3 EHP-DL12-dataloggeri

EHP-DL12-dataloggeri on konfiguroitava laite, joka suorittaa määräajoin mittaukset ja siirtää datan EHP-datapalveluun. EHP-DL12-dataloggeri voidaan kytkeä useisiin mittausantureihin ja toimilaitteisiin. Se tukee analogisia jännite- ja virtapiirejä sekä teollisia tiedonsiirtoväyliä, kuten CAN, RS485, RS232 ja Ethernet. (6.)

EHP-DL12-dataloggerin käyttöjännite on 7–16 volttia ja laitteen ollessa valmiustilassa virran kulutus on 0,1 mA. Sen toimintalämpötila on -40–+85 °C astetta. Kuvassa 3 oleva EHP-DL12-dataloggeri voi lähettää tekstiviestinä hälytyksen raja-arvon alituksesta tai ylityksestä määrättyyn puhelinnumeroon. (6.)



KUVA 3. EHP-DL12-dataloggeri

EHP-DL12-dataloggerissa on kuusi ohjelmoitavaa mittauskanavaa sekä kaksi laskuria ja sitä ohjelmoidaan paikallisesti tietokoneella sarjakaapelin kautta tai EHP-datapalvelun kautta etälähetysenä. EHP-DL12-dataloggerille annetaan asetustiedostona mm. yksilöllinen asematunnus ja määritetään mittauskanavat sekä lähetys- ja mittausintervallit. (6.)

Etäpäivityksessä asetustiedostot siirretään palvelimelle, jonka tiedostopolku syötetään EHP-data-palveluun päivitettävän aseman tiedot-välilehdelle. Kun EHP-DL12-dataloggeri lähettää mittausdataa palvelimelle, se käy hakemassa uuden asetustiedoston datapalvelusta. Kuvassa 4 näkyy erään mitta-aseman tiedot-välilehti EHP-datapalvelussa. (6.)

KUVA 4. EHP-datapalvelun aseman tiedot-välilehti

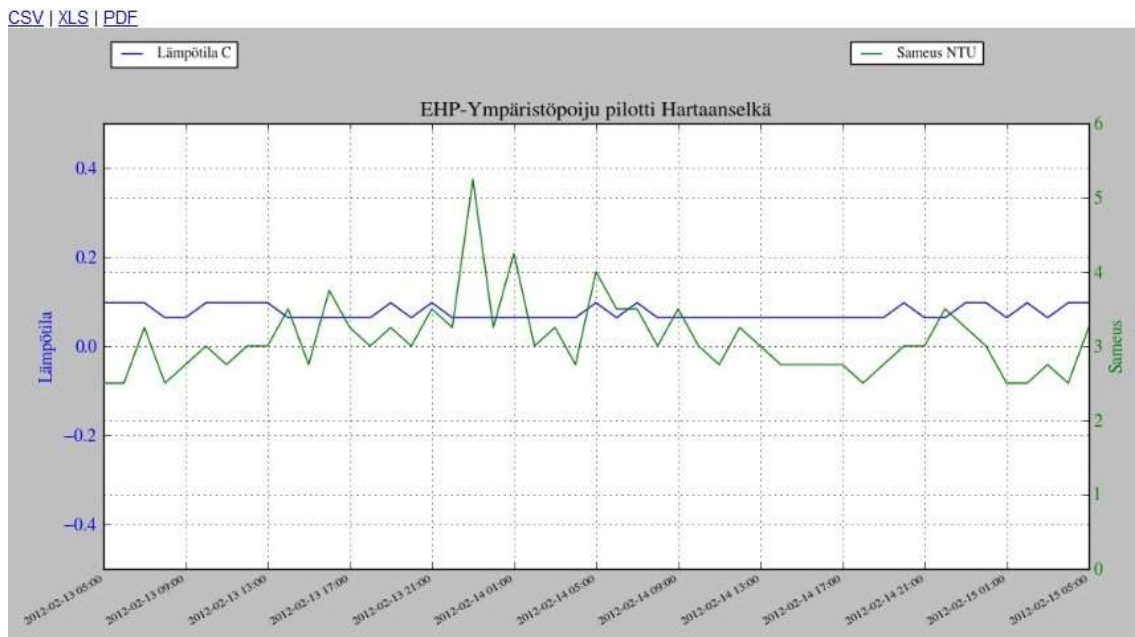
Firmware eli laiteohjelmisto on laitteeseen kiinteästi asennettu ohjelmisto tai sen osa, joka huolehtii laitteen perustoiminnoista. EHP-DL12-dataloggerissa laiteohjelmisto voidaan päivittää paikallisesti tietokoneella USB-portin kautta tai etäpäivityksenä datapalvelun kautta samalla periaatteella kuin asetustiedosto. (6.)

3.4 EHP-datapalvelu

Mittausdata voidaan siirtää GPRS-muodossa EHP Environment Oy:n palvelimelle ja datapalvelusivuille. Mittaustieto siirtyy automaattisesti datapalveluun, josta sitä voi käydä tarkastelemassa. Jokaiselle käyttäjälle annetaan oma käyttäjätunnus ja salasana, jotka vaaditaan palveluun sisäänkirjaututtaessa. (6.)

Datapalvelussa voidaan piirtää eri muuttujista eri aikaväleiltä kuvaajia. Mittausdatan voi ladata tiedostoina csv-tai xls-muodossa taulukkolaskentaohjelmaan ja pdf-muodossa raportteihin ja datapalvelun kautta voi saada muuttujakohtaisen alaraja- tai ylärajahälytyksen sähköpostiin. (6.)

EHP-datapalvelun kautta voidaan suorittaa laskentoja mitattujen muuttujien avulla, kuten esimerkiksi kiintoainekuormitusta tai kumulatiivista sadantaa. Kuvassa 5 on esitelty EHP-datapalvelusta tulostettu kuvaaja veden sameuden ja lämpötilan mittauksesta. (6.)



KUVA 5. Sameuden ja lämpötilan mittaus EHP-datapalvelussa

4 EHP-OIL-SOVELLUKSET

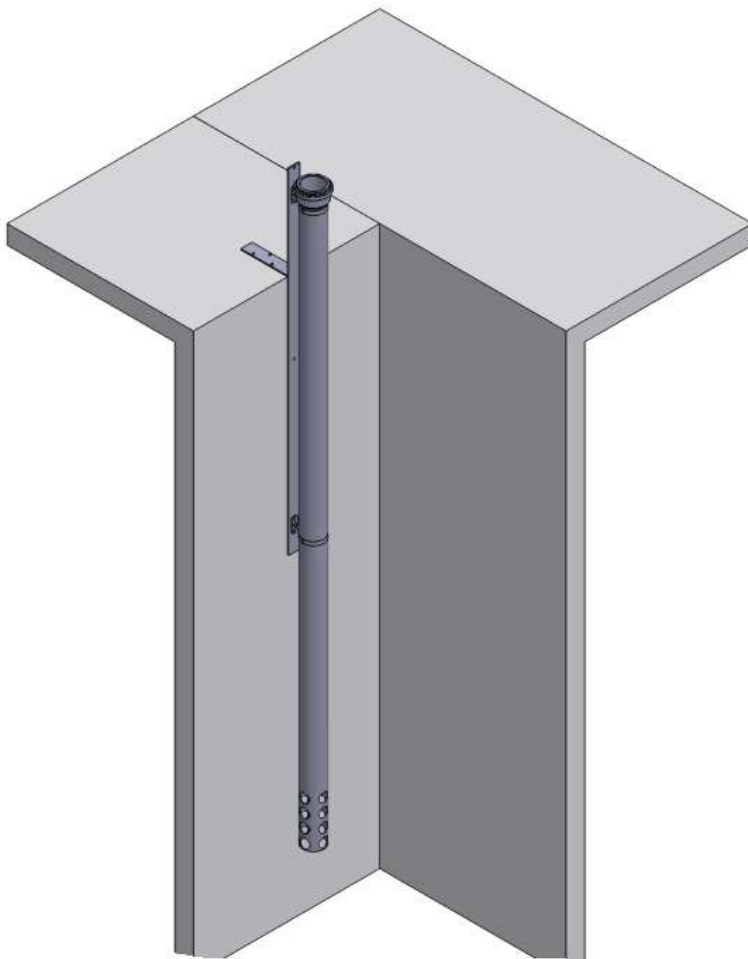
EHP-OIL-mittausasema voi mitata vedestä jatkuvatoimisesti kaikkia niitä öljyjä, joista liukenee veteen PAH-yhdisteitä. Nämä mineraaliöljyt ovat raakaöljystä tislaamalla jalostettuja, kuten esimerkiksi diesel, bensiini, hydraulikka- ja vaihteistoöljyt sekä monet rasvat. Anturi havaitsee myös mäntyöljyn sekä muita aineita sovelluskohteesta riippuen. Mittauksen alkuvaiheessa suoritetaan yleensä testijakso, jolloin saadaan selville herkkyys, millä anturi juuri siinä vedessä reagoi. Mittaus perustuu UV-fluoresenssiin ja sillä havaitaan PAH-yhdisteitä 1 µg/l:n tarkkuudella. (6.)

4.1 Käyttökohteet

EHP-OIL-mittausasemaa käytetään vesistöissä, putkilinjoissa, mittakaivoissa, öljynerotusaltaissa sekä muissa vastaavissa kohteissa. Merellä, järvissä, joissa ja syvemmissä altaissa ja kanaaleissa mittaus voidaan toteuttaa käyttämällä mittaukseen suunniteltua poijua. Automaattihälytykset raja-arvojen ylittyessä mahdollistavat nopean reagoinnin poikkeustilanteessa, esimerkiksi öljyvudon ehkäisemisessä tai prosessin optimoinnissa. (6.)

4.2 Putkilinjat

EHP-OIL-mittausasemien tyypillinen asennuskohde on tehtaiden jätevesi- tai prosessivesilinjat. Kuvassa 6 näkyy erään paperitehtaan jätevesikanaaliin asennettu öljynmittausratkaisu. Triosin valmistama EnviroFlu-anturi on asennettu 110 mm:n suojaputkeen, joka on kiinni lattiassa latta-raudasta tehdyllä kulmaraudalla. Anturi jää kuvan ratkaisussa kokonaan suojaputken sisälle, jolloin suojaputki suojaa anturia iskuilta ja suojaputki on mahdollista asentaa altaan pohjalle. Suojaputken alaosaan on reikiä, jolloin saadaan aikaan riittävä näyteveden vaihtuvuus. Anturiin on kytketty paineilma, jota ohjataan EHP-DL12-dataloggerilla. Paineilman tehtävä on puhdistaa anturin mitaikkunan käyttäjän antamien puhdistusaikavälien mukaan. EHP-DL12-dataloggeri on tarvittaessa korvattavissa Triosin TriBox Mini-ohjausyksiköllä, jolloin data luetaan paikallisesti ohjausyksikön näytöltä tai siirretään automaatiojärjestelmään.



KUVA 6. Öljymittaus alaslaskuputkella

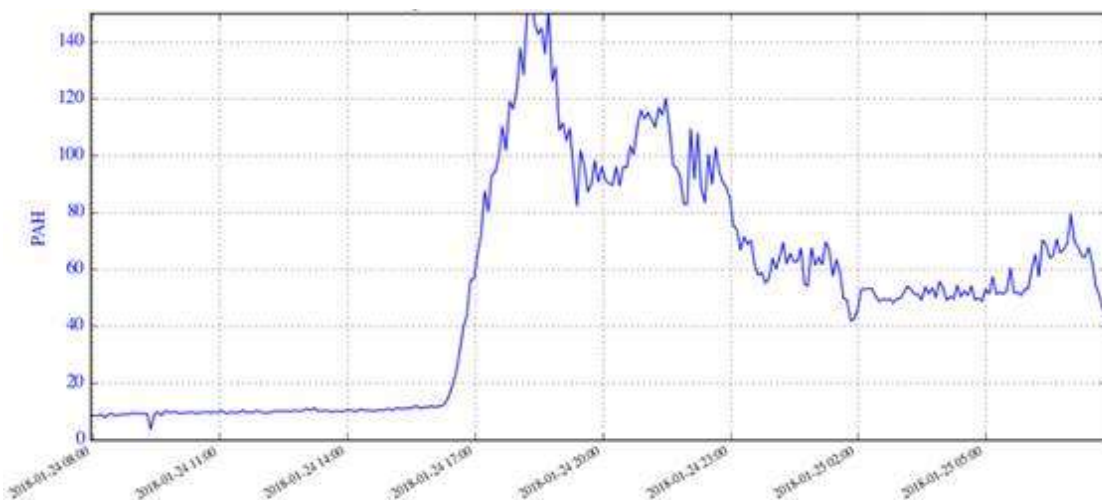
4.3 Sivuvirtaus

Putkilinjoista ja kanaaleista voidaan ottaa näyte sivuvirtausratkaisulla. Tässä ratkaisussa näytevesi pumpataan kiertovesipumpulla erilliseen mitta-astiaan, josta se mittauksen jälkeen palautetaan takaisin. Kuvan 7 mittaratkaisulla mitataan PAH-yhdisteitä tehtaan jätevesilinjasta.



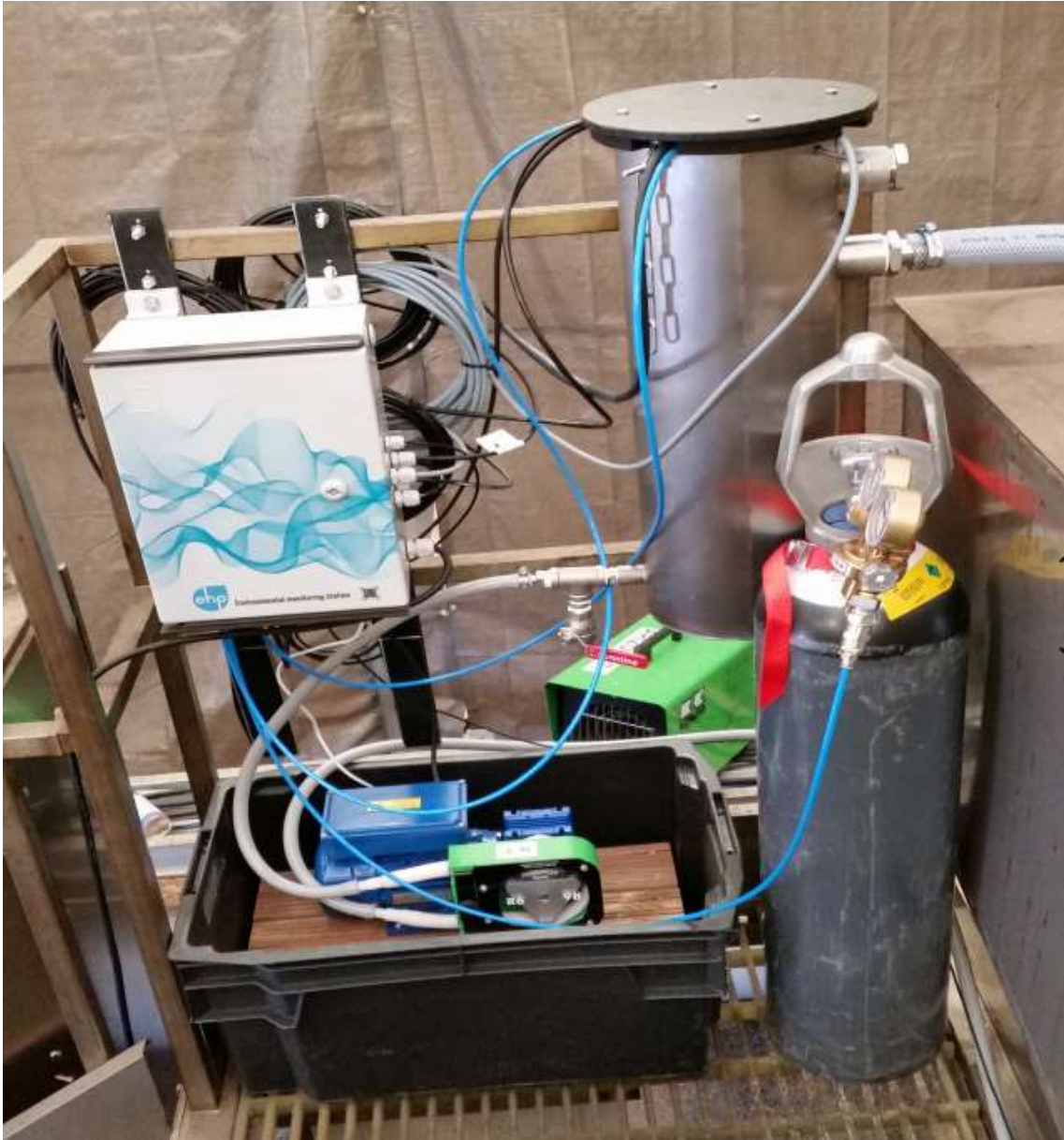
KUVA 7. PAH-yhdisteiden mittaus tehtaan jätevesilinjasta

Kuvassa 8 näkyy esimerkki mittauksen toimivuudesta. Tehtaalla tapahtuneen huoltoseisokin liikkeellelähdön jälkeen havaittiin letkurikko, jonka yhteydessä öljyä päässyt vesikiertoon. Tehtaan jätevesilinjassa sijaitseva EHP-OIL-mittausasema on reagoinut voimakkaasti heti vuodon satuttua.



KUVA 8. Öljyvuoto tehtaalla

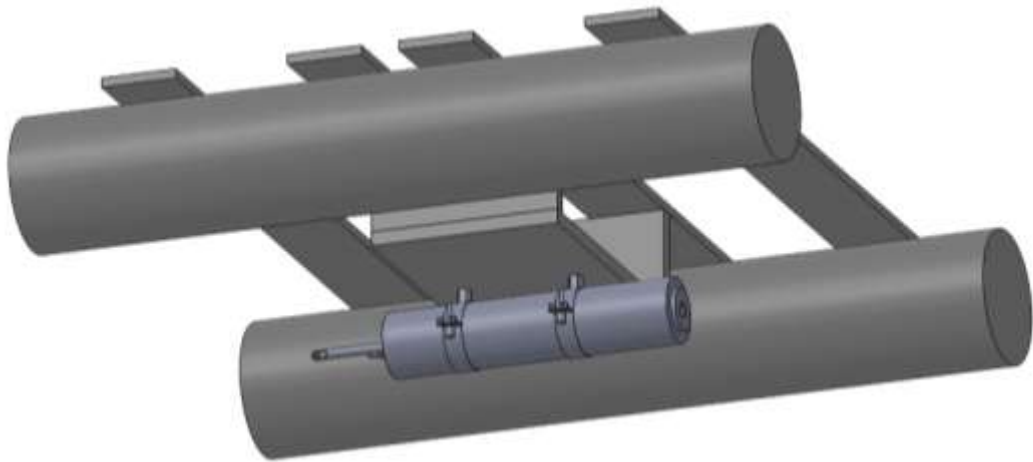
Kuvassa 9 on käynnissä mittauskokoospanon asennus, jossa näytevesi pumpataan flotaattorista näyteastiaan, jossa näytevedestä mitataan PAH-yhdisteitä, kemiallista hapenkulutusta, pH:ta sekä sameutta käyttäen neljää eri anturia. Näyteastian yläosassa on poistoletku, josta näytevesi palautuu takaisin painovoimaisesti.



KUVA 9. Näyteveden mittaus

4.4 Lautta

Matalissa altaissa ja vesistöissä on mahdollista käyttää öljynmittaukseen lauttaa. Kuvassa 10 on esitelty PE-muovista valmistettu lautta, joka on kestävä sekä kevyt ratkaisu kaikenlaisiin vesistöihin ja altaisiin. Lauttaan voidaan lisätä myös muita antureita tarpeen mukaan. Kuvan asennusratkaisussa anturi on sijoitettu vaakasuoraan, joten sovellus toimii matalissa käyttökohteissa. Lautta ankkuroidaan altaan pohjaan ankkurilla tai kiinnitetään köydellä rantaan tai altaan kaiteisiin. Anturi asennetaan lauttan alle putkikiinnikkeillä lähelle veden pintaa, koska öljy nousee veden pintaan.



KUVA 10. Pieni mittauslautta

Kuvassa 11 näkyy suurempi puukannellinen mittauslautta, joka kantaa myös ihmisten painon. Tällä ratkaisulla mitta-asema, anturit ja aurinkopaneeli voidaan sijoittaa lautan päälle.



KUVA 11. Puukannellinen mittauslautta

4.5 EHP-ympäristöpoiju

EHP-ympäristöpoiju on PE-muovista valmistettu kelluva mittauspoiju, jota voidaan käyttää järvissä, joissa, merellä ja altaissa. Kuvassa 12 näkyvä poiju on halkaisijaltaan 315 mm ja pituudeltaan 2000 mm.



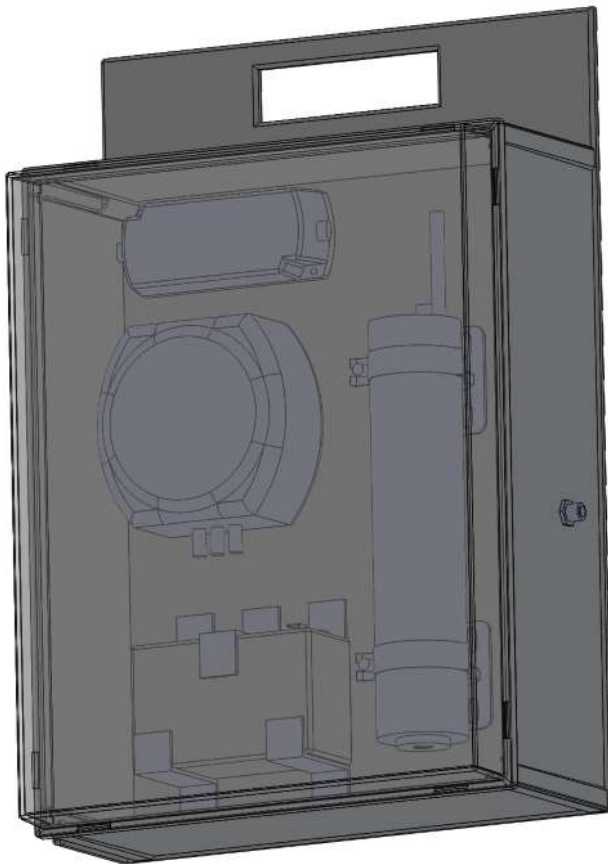
KUVA 12. EHP-ympäristöpoiju

Poijun yläosassa kannen alla on tila mitta-asetalle ja akulle. Isommassa, halkaisijaltaan 600 mm:n ympäristöpoijussa akut on suojattu vesitiiviisti ja sijoitettu poijun pohjaan ja toimivat näin lisäpainona. Akkujen ylläpitovirransaanti ympäristöpoijussa on toteutettu poijun ulkopinnassa olevalla aurinkopaneelilla. Mittatiedon keruu ja lähetys eteenpäin tapahtuvat EHP-DL12-dataloggerilla GPRS-

tai 3G-tiedonsiirrolla. Ympäristöpoijuun voidaan sijoittaa kerralla useita antureita. Mitattavia suureita ovat esimerkiksi lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, sameus, kiintoaine, klorofylli sekä PAH-yhdisteet. (6.)

4.6 EHP-OIL käsimittari

Asennuskohteissa, joissa mittauspaikka vaihtuu tai halutaan mittauksia satunnaisesti eri kohdista, voidaan öljynmittaus toteuttaa kannettavalla mittarilla. Kuvan 13 mittaratkaisussa kotelon kansi on läpinäkyvä, jolloin Triosin TriBox Mini-ohjausyksikön paikallisnäytöltä voidaan seurata mittaustuloksia kotelon ollessa kiinni. Käsimittarin kotelon tiiviysluokitus on IP65, joka tarkoittaa pölytiivistä ja joka suunnasta tulevalta vesisuihkulta suojaavaa rakennetta, eli käsimittari voidaan jättää mittaamaan esimerkiksi vesisateeseen. Asemassa voidaan käyttää mittatiedon keruuseen myös EHP-DL12-dataloggeria ja datapalvelua. Tällöin mittauksia seurataan EHP-datapalvelusta tai asemaan on lisättävä erillinen paikallisnäyttö.



KUVA 13. EHP-OIL käsimittari

5 PAH-YHDISTEIDEN MITTAAMINEN VEDESTÄ

5.1 TriOs Enviroflu-HC-anturi

TriOsin valmistama EnviroFlu-HC anturi on upotettava UV-fluorometrianturi öljyn mittaamiseen vedestä. Sillä mitataan vedestä fenantreenia, joka on yksi PAH-yhdisteistä. Määrittäykseen käytettävä UV-fluoresenssimenetelmä on herkempi kuin muut määrittäysperiaatteet. Anturilla voidaan määrittää PAH-pitoisuus miljardisosan tarkkuudella. (7.)

Tavallisimpia käyttökohteita ovat tehtaiden päästöjen valvonta ja vuotojen havaitseminen. Laitteesta voidaan käyttää joko kannettavia tai kiinteitä sovelluksia. Likaantumisen estämiseksi laitteen linseissä käytetään nanopinnoitetta, jonka ansiosta laitteen mittaustulokset ovat vakaita ja laitteen huoltoväli on pitempi. Kuvassa 14 olevaan EnviroFlu-HC laitteeseen voidaan yhdistää paineilmapuhdistus. (6.)



KUVA 14. TriOsin EnviroFlu-HC UV-fluorometrianturi (7.)

5.2 Spektrometria

Spektrometrian avulla saadaan tietoa tutkittavan aineen rakenteesta ja koostumuksesta. Tavallisimmin käytettyjä spektrometrisia menetelmiä ovat ultraviolett-, infrapuna-, MS- ja ydinmagneettiresonanssispektrometria. Spektrometriassa käytetään sähkömagneettisen säteilyn ja aineen välistä vuorovaikutusta aineiden tunnistamiseen ja pitoisuuden selvittämiseen. Sähkömagneettisen säteilyn aallonpituus on hyvin pitkä. Tärkeimpiä aallonpituusalueita spektrometriassa ovat ultraviolettisäteilyn (UV), näkyvän valon (Vis) ja infrapunäsäteilyn (IR) alueet. (4, s. 46.)

Spektrometrilaitteet pystyvät erottelemaan eri aallonpituudet ja mittaamaan tiettyä aallonpituutta vastaavan säteilyn intensiteetin. Hilalla tai prismalla saadaan aikaan valon dispersio, joka tarkoittaa aallonpituuksien erottamista toisistaan. Spektrometreissä hila on käytetympi, koska se erottaa paremmin eri aallonpituudet. Hilan pinnasta säteilyn aallonpituudet heijastuvat niin, että eri kertalukujen heijastukset jatkavat samaan suuntaan. (4, s. 46–48.)

Ultravioletin absorboituminen johtuu siitä, että jokin molekyylien atomien elektroneista siirtyy valokvantin vaikutuksesta normaaliilta orbitaaliltaan uudelle, epästabiiilille orbitaalille eli korkeammalle energiatasolle. Sopiva valon aallonpituus orgaanisten yhdisteiden tutkimisen kannalta on suunnilleen 150 nanometristä aina näkyvän valon aallonpituuksiin 400 nanometriin asti. Parhaiten UV-spektrometria soveltuu konjugoituja tyytymättömiä sidoksia sisältävien ja myös aromaattisten yhdisteiden sekä karbonyyliyhdisteiden analytiikkaan. Mitä pitemmän konjugoidun kaksoissidosjärjestelmän yhdiste sisältää, sitä pitempiaaltoisella valolla absorbointi esiintyy. Myös absorptiovoimakkuus on oleellisesti riippuvainen yhdisteen rakenteesta. (4, s. 264.)

Spektrofotometrin toimintaperiaate perustuu Lambert-Beerin lakiin, joka määrittelee valon pidättäytymistä aineeseen. Tavallisimmin spektrofotometrit mittaavat näkyvän valon tai UV-valon absorptiota näytteessä eri aallonpituuksilla, erikoislaitteet myös fluoresenssia tai infrapunasäteilyä. Spektrofotometrin pääraKENNEKOMPONENTIT ovat säteilylähde (hehkulamppu näkyvän alueen mittauksiin, vetylamppu UV-alueelle), näytetila, monokromaattori ja näytevahvistin. Mittaus tapahtuu muovi-, borosilikaattilasi- tai kvartsikvyetissä riippuen spektrialueesta, jolla työskennellään. (8.)

Absorbanssi $A(\lambda)$ lasketaan Lambert-Beerin lakia käyttäen kaavalla 1 (5, s. 264).

$$A = \epsilon(\lambda) \cdot C \cdot b$$

KAAVA 1

A = absorbanssi

ϵ = molaarinen absorptiokerroin ($1 \cdot \text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)

C = konsentraatio (mol/l)

b = säteilyn näytteessä kulkema matka (cm)

5.3 Fluoresenssispektrometria

Kemiallisten yhdisteiden väri määräytyy niiden elektronien siirtymistä, sillä ne sattuvat yleensä näkyvän valon alueelle. Niitä on myös UV-alueella. Esimerkiksi nikkelin suolojen vihreä väri johtuu sinisten ja punaisten fotonien absorptiosta, joka siirtää nikkeli-ionin elektronit korkeammille energiatasoille. Elektronin alinta energiatilaa sanotaan elektronin perustilaksi. Huoneenlämmössä perustilan ja sitä seuraavaksi korkeamman energiaportaikon puolan eli ensimmäisen viritystilan välinen ero on tavallisesti paljon suurempi kuin molekyylien terminen energia, joten miltei kaikki elektronit ovat perustilassa. (9, s. 123)

Fluoresenssi on valon emittoitumista molekyylistä, joka on aikaisemmin virittynyt korkeaan energiatilaan fotonin absorptiolla. Kun absorptio nostaa molekyylien elektronin viritystilojen värähtelyportaikon korkealle puolalle, se voi siirtyä portaita alas menettäen energiaa törmäyksissä muiden molekyylien kanssa. Tätä sanotaan säteilyttömäksi purkautumiseksi. Vasta tämän jälkeen elektroni hyppää alempaan elektronin tilaan emittoimalla fotonin. Emittoituneen fotonin energia on pienempi kuin absorboituneen fotonin, joten myös sen aallonpituus on suurempi. (9, s. 124.)

5.4 Infrapunaspektrometria

Vesinäytteiden öljymäärytyksissä käytetään standardin SFS 3010 mukaista infrapunaspektrofotometristä menetelmää, jolla määritetään haihtumattoman öljyn ja rasvan pitoisuus vedestä. Infrapunaspektrometria (IR, infra red spectrometry) on tärkeimpiä menetelmiä molekyylien rakenteen tutkimuksessa, koska molekyylien rakenteiden säännönmukaisuudet aiheuttavat infrapunasäteilyn emissiota tai absorptiota. Infrapunavalo, jonka värähdysalue on $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$, absorboituu myös orgaanisiin yhdisteisiin. Tämä johtuu siitä, että sopivan suuruiset energiakvantit lisäävät atomydintten keskinäistä värähtelyä. (5, s. 266)

Yleensä molekyylien osien väliset sidokset ovat polaroituneita, mistä aiheutuu tietyn suuruinen ja suuntainen dipolimomentti. Normaalin atomydintten keskinäisen värähtelyn vuoksi dipolimomentti vaihtelee tiettyjen raja-arvojen välillä. Jos nyt sopivan energiatilainen kvantti pääsee muuttamaan tätä värähtelyä, aiheutuu siitä dipolimomentin ”epänormaali” muutos. Koska orgaanisessa yhdisteessä on monenlaisia värähtelyjä, jotka riippuvat olennaisesti yhdisteen rakenteesta, voidaan odeta, ettei ole kahta eri yhdistettä, joiden IR-spektrit olisivat tarkoin samanlaiset. (5, s. 267.)

Erityisesti orgaaniset molekyylit absorboivat infrapunasäteilyä, ja rekisteröimällä syntynyt absorptiospektri voidaan suorittaa aineen kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen analyysi. IR-menetelmän avulla mitataan tutkittavan näytteen kyky absorboida silmälle näkymätöntä infrapunasäteilyä. Useimmat IR-laitteet ilmoittavat tutkittavan näytteen lävitse kulkeneen säteilyn ja näytteeseen tulleeseen säteilyn voimakkuuksien suhteen, jota nimitetään transmittanssiksi eli läpäisysuhteeksi. (8.)

6 TYÖN TOTEUTUS

Työn käytännön osioon kuului TriOsin antureiden jäähdytyslementin suunnittelu, toteutus sekä jäähdytyksen testaus. Työhön sisältyi myös erilaisten öljynmittauskoonpanojen mitta- ja räjäytyskuvien kuvien dokumentointi. Jäähdyttimestä suunniteltiin ja valmistettiin muovinen ja teräksinen versio. Kuvat piirrettiin CADS Plannerilla.

6.1 Anturin jäähdytys

Jatkuvatoimisissa öljynmittauksissa käytettävät optiset anturit eivät kestä korkeita lämpötiloja. TriOsin optisilla antureilla valmistajan ilmoittama suurin käyttöympäristön lämpötila on 40 °C. Korkeammissa lämpötiloissa voidaan käyttää jäähdytinelementtiä, joita suunniteltiin ja valmistettiin kaksi kappaletta, yksi muovikuorellisena ja toinen haponkestävästä teräksestä. Jäähdyttimet suunniteltiin ja valmistettiin TriOsin Lisa-anturille, jonka mitattavia arvoja ovat absorptiokerroin SAC 254 nm, kemiallinen hapenkulutus (COD) ja biologinen hapenkulutus (BOD).

Tällä periaatteella voidaan tehdä jäähdyttimet myös muille antureille valmistajasta riippumatta. Muovinen jäähdytin tehtiin itse EHP Environment Oy:n muovituotepajalla ja teräksinen jäähdytin teetettiin alihankkijalla, koska osat piti työstää CNC-koneella ja osien hitsaaminen oli syytä jättää ammattihitsarin tehtäväksi.

6.2 Jäähdyttimien testaus

6.2.1 Muovinen jäähdytin

Jäähdyttimen testaus suoritettiin upottamalla jäähdytin kuumaan vesiastiaan, jonka jälkeen seurattiin prosessiveden ja anturin sisälämpötiloja. Muovijäähdyttimen testausympäristö koostui kuvan 28 mukaisesta eristetystä paljusta, muovisesta anturinjäähdyttimestä, kiertovesipumpusta, jäähdytysvesiastiasta, EHP-DL12-datalodderista, termistorista ja Lisa-anturista. Palju täytettiin puolilleen kuumaa vettä ja jäähdytimeen kytkettiin kiertovesipumppu.



KUVA 28. Testipalju

Testissä ei ollut käytössä erillistä uppokuumenninta, joten kuumaa vettä täytyi lisätä ajoittain, jotta veden lämpötila astiassa saatiin pidettyä 60 °C:n tuntumassa. Testiä jatkettiin parin tunnin ajan, ja

EHP-DL12-dataloggeri lähetti mittaustulokset EHP-datapalveluun automaattisesti. Jäähdytysvesiastiana käytettiin testivaiheessa kuvassa 29 näkyvää tavallista sähkökäyttöistä kylmälaukkuja. Jäähdytysvesi voidaan myös ottaa suoraan vesijohtoverkosta, jolloin jäähdyttimen ja vesijohtohanan välille laitetaan venttiili, jonka toimintaa ohjataan EHP-DL12-dataggerilla tai automaatiojärjestelmällä.



KUVA 29. Jäähdytysvesisäiliö ja kiertovesipumppu

6.2.2 Teräksinen jäähdytin

Teräksinen anturinjäähdytin testattiin kuvan 30 testiympäristössä, jossa kiertovesipumppua ei käytetty jäähdytysveden pumppaamiseen, vaan jäähdytysvesi otettiin suoraan vesijohtoverkosta. Lisäksi vettä kuumennettiin hieman kallellaan olevalla induktioliedellä kattilassa.

Astiasta vettä pumpattiin pienellä teholla takaisin kattilaan, josta vesi valui takaisin astiaan. Näin saatiin pidettyä veden lämpötila astiassa reilusti yli 60 °C:ssa. Vesi myös sekoittui hyvin, eikä sitä tarvinnut erikseen sekoittaa. Testiä jatkettiin parin tunnin ajan.

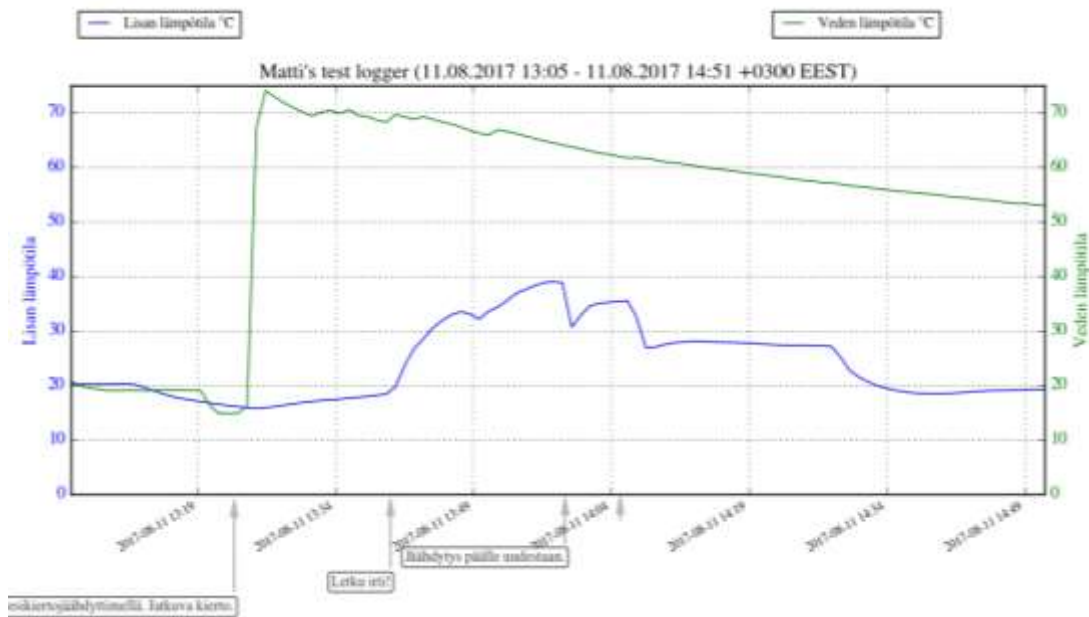


KUVA 30. Teräksisen jäähdyttimen testaus

7 TULOKSET

7.1 Muovinen jäähdytin

Kuvassa 31 näkyy Triosin Lisa-anturille tehty jäähdytystestin kuvaaja muovijäähdyttimellä.



KUVA 31. Muovisen jäähdyttimen jäähdytystestin kuvaaja

- Testin alussa prosessiveden lämpötila on yli 70 °C ja anturin lämpötila alle 20 °C.
- Ajassa 13:40 jäähdytys kytketään pois päältä, jolloin anturin lämpötila nousee nopeasti lähelle 40 °C:ta.
- Ajassa 14:00 Jäähdytys kytketään takaisin päälle, jolloin anturin lämpötila laskee takaisin alle 30 °C:n.
- Loppuajan anturin lämpötila pysyttelee alle 30 °C:n.

Testin perusteella muovinen jäähdytin soveltuu TriOsin Lisa-anturin jäähdyttämiseen 60–70 °C:n lämpöisessä prosessivedessä.

7.2 Teräksinen jäähdytin

Kuvassa 32 näkyy Triosin Lisa-anturille tehty jäähdytystestin kuvaaja teräsjäähdyttimellä.



KUVA 32. Teräksisen jäähdyttimen jäähdytystestin kuvaaja

- 32 minuutin kohdalla jäähdytin ja Lisa upotetaan kuumaan vesiastiaan, jota lämmitetään jatkuvasti. Jäähdytysvesi tulee jäähdyttimen läpi suoraan vesijohtoverkosta pienellä paineella.
- 95 minuutin kohdalla jäähdytysvesikierto kytketään pois, jolloin anturin lämpötila nousee nopeasti.
- 102 minuutin kohdalla jäähdytys laitetaan täysille, eli kylmää vettä lasketaan täydellä paineella 13 minuutin ajan, jolloin anturin lämpötila laskee nopeasti. Tämän jälkeen jatketaan jäähdytystä pienellä paineella testin loppuun saakka.
- Lisan sisälämpötila pysyttelee 20–26 °C:ssa pienellä paineella n. 60 asteisessa prosessivedessä.

Testin perusteella teräksinen jäähdytin soveltuu TriOsin Lisa-anturin jäähdyttämiseen 60–70 °C:n lämpöisessä prosessivedessä.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli dokumentoida öljynmittausprosessi vedestä sekä esitellä mittaukseen käytettäviä kokoonpanoja ja käydä läpi öljynmittauksen dokumentointi sekä optisten antureiden jäähdytysratkaisu. Dokumentissa käsitellään mittausaseman kokoonpanon rakennetta, toimintaa ja laitteistoa sekä käyttökohteita ja -ympäristöä. Työn tavoitteena oli dokumentaation myötä parantaa ymmärrettävyyttä aseman kokoonpanijalle sekä asentajalle.

Työn tuloksena saatiin tehtyä tekniset dokumentit tavallisimmista öljynmittauksen asennuskokoonpanoista, joista peruskuvat ovat esillä luvussa 4, sekä Triosin optisten antureiden jäähdytysratkaisusta. Dokumentit löytyvät EHP Environment Oy:n verkkolevyllä. Asianmukaiset sähköiset dokumentit antavat hyvät työkalut mitta-asemien suunnittelijoille, kokoonpanijoille sekä asentajille. Paremmen dokumentoinnin myötä uudetkin työntekijät saavat nopeasti paremman käsityksen öljymittauksesta ja kokoonpanoista.

Jäähdytysratkaisu suunniteltiin meijerille kemiallisen hapenkulutuksen mittaamiseen jätevesikanavasta. Putkikanavassa lämpötila nousee välillä jopa yli 70 °C:n, joten tehdyn testin perusteella sekä muovisen että teräksisen anturinjäähdyttimen jäähdytysteho on riittävä 70 °C:een nousevaan mittausympäristöön. Näistä teräksinen on muovista kestävämpi ja tehokkaampi ratkaisu. Myös vasteaika on teräksisellä jäähdyttimellä nopeampi, koska teräs johtaa lämpöä paljon tehokkaammin kuin muovi.

EHP-OIL-mittaratkaisun dokumentointi ja jäähdyttimen suunnittelu sekä valmistus osoittautuivat mielenkiintoiseksi opinnäytetyön aiheeksi ja työn tavoitteet täyttyivät hyvin. Aihe oli minulle osittain tuttua asiaa, mutta paljon uuttakin varsinkin anturin mittausteknologiasta. Tilaajan toivomuksesta kokoonpanojen mittakuvat ja osaluettelot sekä kuvat jäähdyttimien rakenteesta ovat salassa pidettäviä dokumentteja, joten ne jäivät pelkästään tilaajan käyttöön.

LÄHTEET

1. Raakaöljyalaadut. 2017. Öljyalan Palvelukeskus Oy. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/tietoa-oljysta-oljytuotteet/raakaoljyalaadut> Hakupäivä 10.1.2018.
2. OVA-Ohjeet. 2017. Työterveyslaitos. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/rapoltto.html> Hakupäivä 5.1.2018.
3. KnowPulp-oppimisympäristö. 2017. Prowledge Oy. Saatavissa: <http://www.knowpulp.com> Vaatii kirjautumisen. Hakupäivä 13.10.2017.
4. Mortimer, Charles E. 1997. Kemia. Suomentanut ja soveltanut Hakkarainen, Marjatta 1997. Jyväskylä: Opetushallitus.
5. Mälkönen, Pentti. 1992. Orgaaninen kemia. Kahdeksas painos. Keuruu: Otava.
6. EHP Environment Oy. Yrityksen sisäinen tuotedokumentaatio.
7. EnviroFlu-HC. 2018. TriOS Mess- und Datentechnik GmbH. Saatavilla: <http://www.trios.de/en/products/sensors/enviroflu.html> Hakupäivä 11.1.2018.
8. Laboratorioanalyysit. 2016. Opetushallitus. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/analyysimenetelmat_5-4_infrapunaspektrometria.html Hakupäivä 10.1.2018.
9. Ball, Philip. 1994. Kemian eturintamassa. Suomentanut Pietiläinen, Kimmo 1994. Vaasa: Terra Cognita Oy

LIITELUETTELO, MITTAKUVAT JA RÄJÄYTYSKUVAT

- Liite 1 lautta_mittakuva
- Liite 2 Lautta_räjätyskuva
- Liite 3 Mittauslautta_räjätyskuva
- Liite 4 Putkilinja-asennus_mittakuva
- Liite 5 Putkilinja-asennus_räjätyskuva
- Liite 6 Ympäristöpoiju 300_räjätyskuva
- Liite 7 Anturiteline kokoonpano_mittakuva
- Liite 8 Astia osapiirros_mittakuva
- Liite 9 Astia_mittakuva
- Liite 10 Astiateline_mittakuva
- Liite 11 PRODUCTION PROCEDURE EHP-QMS
- Liite 12 Oil käsimittari_mittakuva
- Liite 13 Oil käsimittari_räjätyskuva