

Aalto University
School of Electrical Engineering
Metrology Research Institute



Petri Kärhä
Anu Heikkilä, Ilmatieteen laitos
Aleksi Sormanen
Anna Vaskuri

Instruction Manual for Operating the UVEMA Radiator

(MIKES-Aalto Mittaustekniikan spektrisen
ikäännytyslaitteiston käyttöohje)

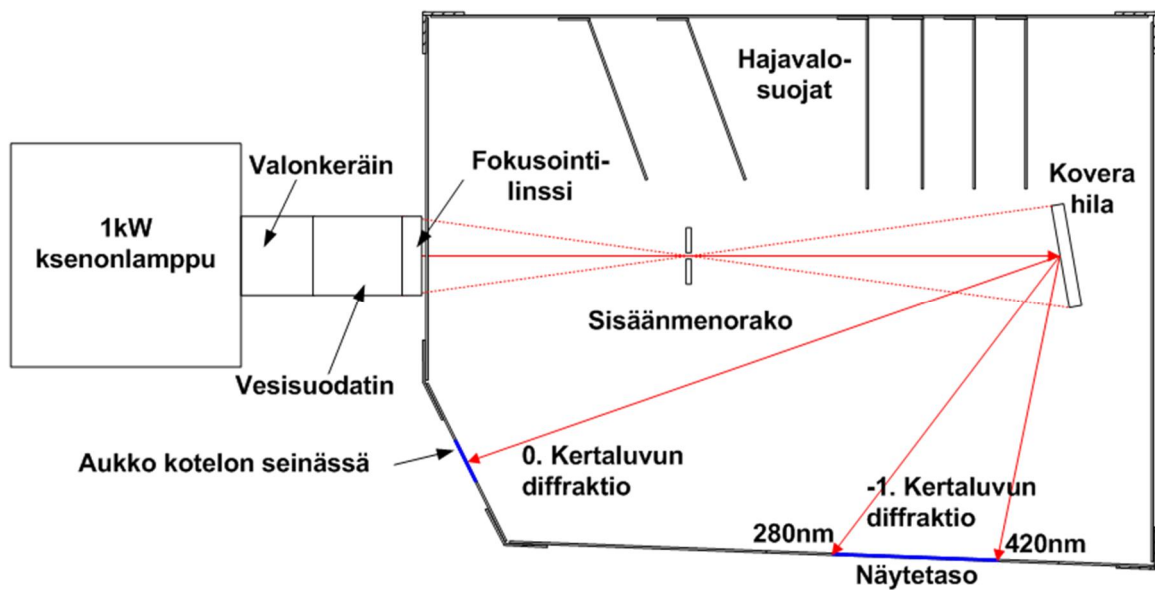
1. Table of contents

1. Table of contents.....	2
2. Laitteiston kuvaus.....	3
2.1. Näytteen kiinnitys	5
2.2. Lampun sytytys	5
2.3. Ikääntymisen seuranta	7
2.4. Lampun sammutus.....	8
2.5. Säteilyannosten laskenta.....	8
3. Laitteiston huolto	9
3.1. Vesisuodattimen veden tarkistus ja vaihto	9
3.2. Vedenkiertojärjestelmän veden vaihto.....	11
3.3. Lampun vaihto	12
3.4. Säteilytasot ja lämpötilasäädin	15
3.4.1. Säteilytasojen mittaus ja laskenta.....	15
3.4.2. Lämpötilasäädin	17
4. Accommodation and environmental conditions	19
5. Publications.....	19

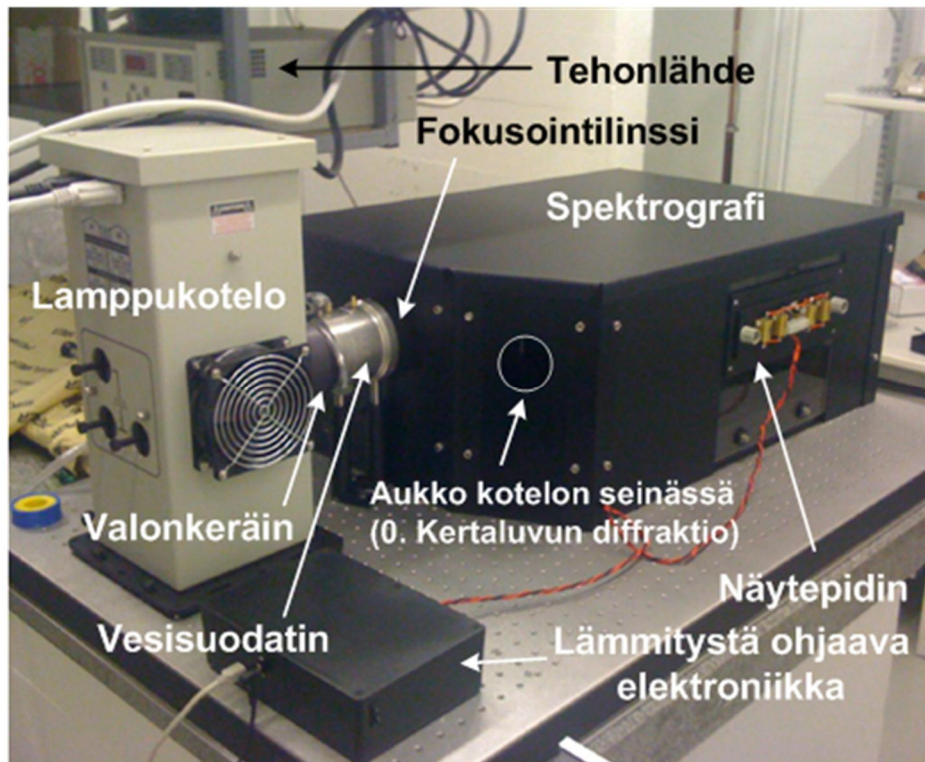
2. Laitteiston kuvaus

Säteilyttimellä voidaan tutkia ultraviolettisäteilyn (UV) eri aallonpituuksien 280–420 nm vaikutusta materiaalien ikääntymiseen. Laitteen toiminta selviää pääpiirteisään kuvista 1–3. Toiminnan, käytön ja huollon kannalta oleelliset osat ovat

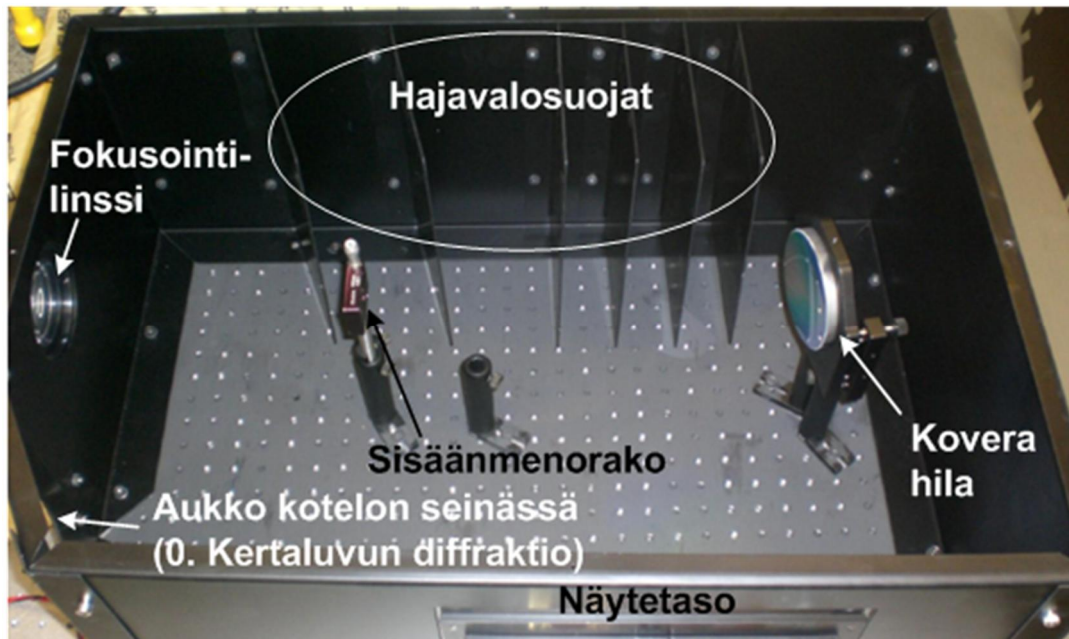
1. Lamppukotelo lamppuineen
2. Teholähde
3. Vesisuodatin
4. Vesisuodattimen kiertoveden jäähdytin, ja
5. Musta alumiiniin koteloitu spektrografi, jonka ulostuloon näytteet asetetaan.



Kuva 1. Kaaviokuva säteilylaitteistosta. 1 kW:n tehoisen Ksenon-lampun säteily ohjataan vesisuodattimen ja muun optiikan avulla spektrografin hilalle. Flat-Field hila fokusoii 280-420 nm aallonpituusalueen näytetasolle.



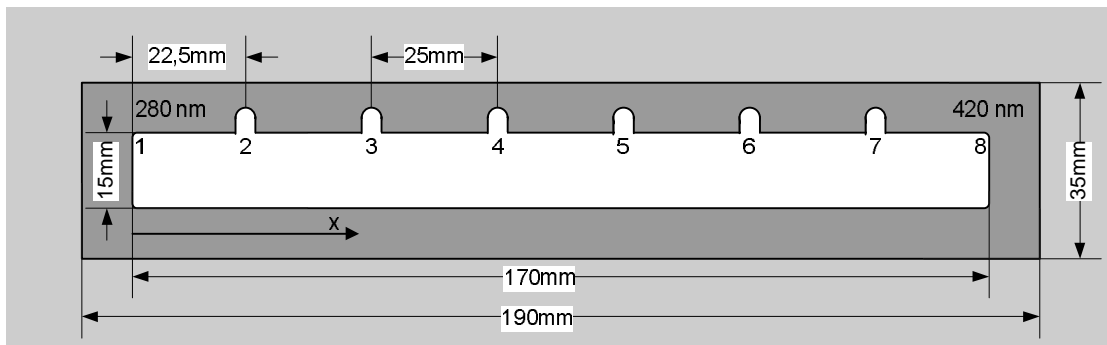
Kuva 2. Valokuva laitteistosta.



Kuva 3. Spektrografi sisältä.

2.1. Näytteen kiinnitys

Näytteen koko voi olla korkeintaan 35 mm × 190 mm, jolloin näyte jatkuu 10 mm säteilytettävän näytealan (leveys 170 mm) molemmin puolin. Laitteistolla tutkittavat näytteet ovat usein ohuita, noin muutaman millimetrin paksuisia. **Näytteen vasempaan laitaan tulee kiinnittää nimilappu, joka sisältää sanan UV. Esimerkiksi polystyreenille lapussa voisi lukea "UV / PS – 2 h & 30 °C".**



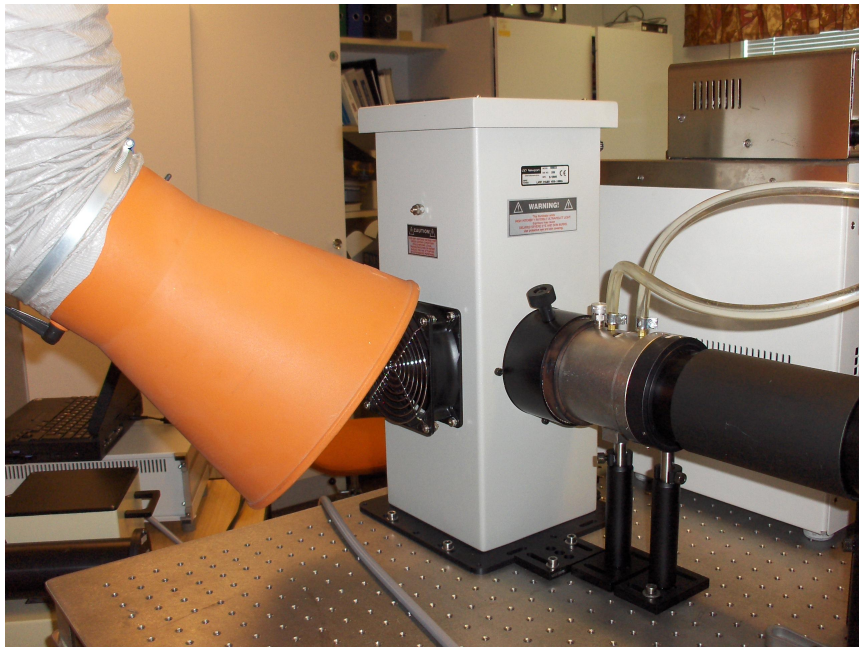
Kuva 4. Näytetason dimensiot.

2.2. Lampun sytytys

Ennen sytytystä

1. Varmista että laitteessa on lamppu ja ettei sitä ole poltettu yli 1000 h.
2. Tarkista ettei laitteiden (lamppukotelo, vesikiertoyksikkö, teholähde) tuuletusritilöiden edessä ole tavaraa. Jäähdytysilman on päästävä virtaamaan vapaasti. Varmista myös, ettei laitteiston näytetason aukon edessä ole tavaraa joka voisi vahingoittaa UV säteilystä.
3. Tarkista vesisuodattimen vesi ja täytä tarvittaessa (kts. Luku 3.1).
4. Tarkista vedenkiertojärjestelmän vesi (kts. Luku 3.2) ja lisää/vaihda tarvittaessa. Aseta (tarkista) veden lämpötilaksi 20 °C ohjauksyksikön säätönupista.
5. Käynnistä vedenkiertoyksikkö (vihreä keinuvipukytkin). Tarkkaile mahdollisia vesivuotoja.
6. Kytke lampun teholähteen virrat keinuvipukytkimestä.
7. Lue lampun käyttötunnit teholähteen näytöltä. Näytölle voi valita lamppuvirran (AMPS), lamppujännitteen (VOLTS), lampun ottaman tehon (WATTS) tai polttotunnit (LAMP HOURS) "DISPLAY/SELECT" -näppäimellä.
8. Mikäli lamppua on käytetty yli 1000 h, on lamppu vaihdettava luvun 3.3 ohjeiden mukaisesti.

9. Laitteessa on tehdasasetukset, jolloin se käyttää lamppua tehomoodissa (lamppuun ajetaan 1000 W teho). Mikäli halutaan muuttaa asetuksia tai asetusten kanssa on ongelmia, teholähteen käyttöä kuvataan tarkemmin liitteenä olevissa käyttöohjeissa.
10. Aseta otsoninpoistoletku lamppukotelon tuuletusaukon eteen (Kuva 5) ja tarkista imu. Vaihtoehtoisesti kiinnitä Ozone Eaterin putki metallisella kiristimellä tuuletusritilän tilalle. **Säädä Ozone Eaterin verkkojännite 220 V asentoon ja liitä se sähköverkkoon. Huomioi, että laitteessa ei ole virtakytkintä, vaan laite käynnistyy, kun virtajohto kytketään sähköverkkoon.**



Kuva 5. Otsoninpoistoletku paikoillaan lamppukotelon tuuletusaukon edessä.

11. Käynnistä lamppu painamalla <LAMP START> näppäintä. Pidä näppäintä pohjassa, kunnes kuuluu naksaus ja lamppu syttyy.
12. Kirjaa ylös päivämäärä, kellonaika, teholähteen parametrit <AMPS>, <VOLTS>, <WATTS>, <LAMP HOURS>
13. Mittaa säteilytasot laitteen ulostulossa kaikissa kahdeksassa mittauspisteessä. Mittaus suoritetaan mittaustietokoneella Ocean Optics SpectraSuite -ohjelmalla ja laitteistoon kuuluvalla UV detektorilla. Tarkemmat ohjeet laitteiston käytöstä on esitetty luvussa 3.4.1.
14. Kiinnitä ikäännyttävä näyte paikoilleen.

15. Merkitse näytteen orientaatio kiinnittämällä näytteen vasempaan laitaan esimerkiksi nimilappu, joka sisältää sanan UV. (Kuva 6).



Kuva 6. Näytteestä merkataan vasen laita joko tekstaamalla tai viistämällä vasen ylänurkka. Näytteen asennon identifiointia tarvitaan myöhemmin näytteen analysointivaiheessa.

16. Kiinnitä lämpötila-anturi ikäännyttävän näytteen keskikohtaan. Anna lämpötilan asettua noin puoli tuntia ja mittaa lämpötila mittausohjelmaa apuna käyttäen. (Tarkemmat ohjeet luvussa 3.4.1).

2.3. Ikäänntymisen seuranta

1. Tutkimuksen tilaava tutkija määrittelee **näytteen** ikäännytyksen keston, jonka jälkeen näyte poistetaan ja toimitetaan tilaajalle tai osoitettuun paikkaan.
2. Tarkista päivittäin että lamppu toimii. Tarkista myös mahdolliset vesivuodot. Huomaa että vesisuodattimen täyttöaukon korkista saattaa valua vähäisiä määriä vettä laitetta käytettäessä, mikä on täysin normaalia. Letkujen klemmariliitosten ei pitäisi vuotaa.
3. Tarkista kolmen päivän välein vesikiertojärjestelmän ja vesisuodattimen vesitilan- teet. Täytä tarvittaessa. Lisäohjeita löytyy luvuista 3.1 ja 3.2. Kolmen päivän tarkis- tusväli on arvio, jota tarkennetaan tarvittaessa. Ilmoita laitteesta vastaaville tutki- joille, mikäli havaintojesi perusteella välin tulisi olla lyhyempi tai mikäli se voisi olla pidempi.

-
-
4. Mikäli tilauksen tekijä katsoo tarpeelliseksi, voidaan näytteen lämpötilaa seurata automaattisesti halutuun väliajoin uvema_software.vi-ohjelmalla. Tarkemmat ohjeet lämpötilaseurantaan löytyvät luvusta 3.4.2.

2.4. Lampun sammutus

1. Kirjaa ennen lampun sammutusta ylös päivämäärä, kellonaika, teholähteen parametrit <AMPS>, <VOLTS>, <WATTS>, <LAMP HOURS>
2. Mittaa mittausohjelmistolla näytteen lämpötila.
3. Irrota näyte.
4. Mittaa säteilytasot laitteen ulostulon 15 mittauspisteessä LabVIEW-mittausohjelmalla.
5. Sammuta lamppu <LAMP OFF> painikkeesta. Älä katkaise virtaa keinuvipukytkimestä. Lamppu sammuu mutta lamppukotelon puhallin jää päälle ja jäähdyttää lampun.
6. Kiinnitä laitteen ulostuloaukon eteen näytepidike **pölysuojaksi**.
7. Käännä teholähde pois päältä noin 10 minuutin kuluttua lampun sammutuksesta. Sammuta myös vedenkiertoyksikkö.
8. Arvioi tai selvitä koska laitetta tullaan seuraavan kerran käyttämään. Mikäli laite jää käyttämättä yli puoleksi vuodeksi, poista vedet lukujen 3.1 ja 3.2 ohjeiden mukaisesti.
9. Mikäli lampun käyttötunnit tulivat polton aikana täyteen (yli 1000 h) sovi lampun vaihdosta kollegojesi ja vastaavien tutkijoiden kanssa.

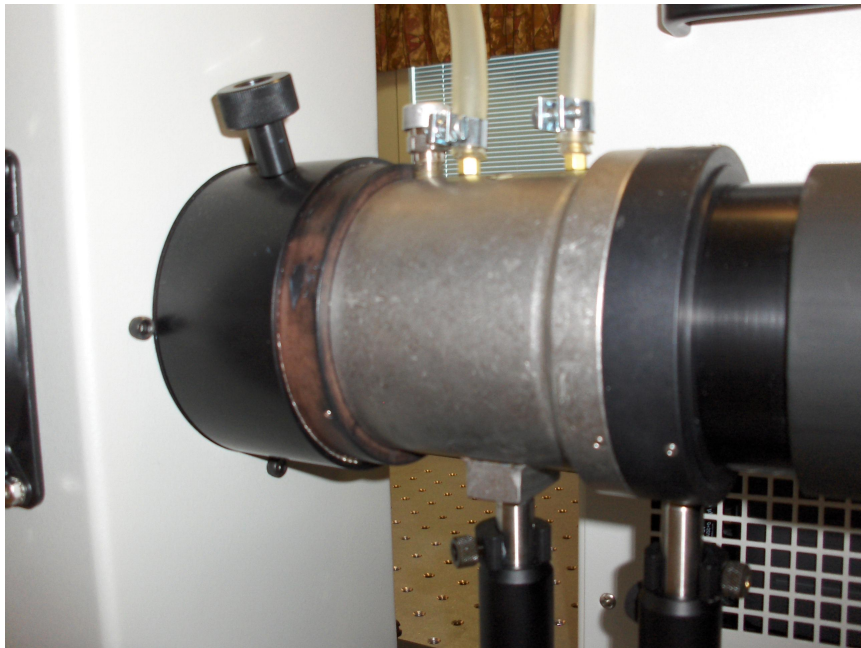
2.5. Säteilyannosten laskenta

1. Säteilyannokset lasketaan Excel-ohjelmalla säteilyannosten_laskenta.xls syöttämällä siihen kohdissa 2.2 ja 2.4 lampun sytytyksen ja sammutuksen yhteydessä ylöskirjatut parametrit. Tarkemmat ohjeet ohjelman käytöstä on annettu luvussa 3.4.1.
2. Laskennan tulokset toimitetaan näytteen kanssa ne tilanneelle tutkijalle joko sähköisessä tai paperimuodossa.

3. Laitteiston huolto

3.1. Vesisuodattimen veden tarkistus ja vaihto

Vesisuodatin on lampun ja spektrografin välissä oleva sylinterimäinen laite (Kuva 7). Laitteen muodostaa kaksi sisäkkäistä sylinteriä, joiden päässä on ikkunat. Sisemmän sylinterin sisällä on tislattua vettä. Ulomman ja sisemmän sylinterin välissä kiertää tavalista vettä, jota jäähdytetään vedenkiertojärjestelmän avulla. Laite poistaa läpi menevästä säteilystä infrapunasäteilyä. Vesisuodattimen käyttöohje on liitteenä.



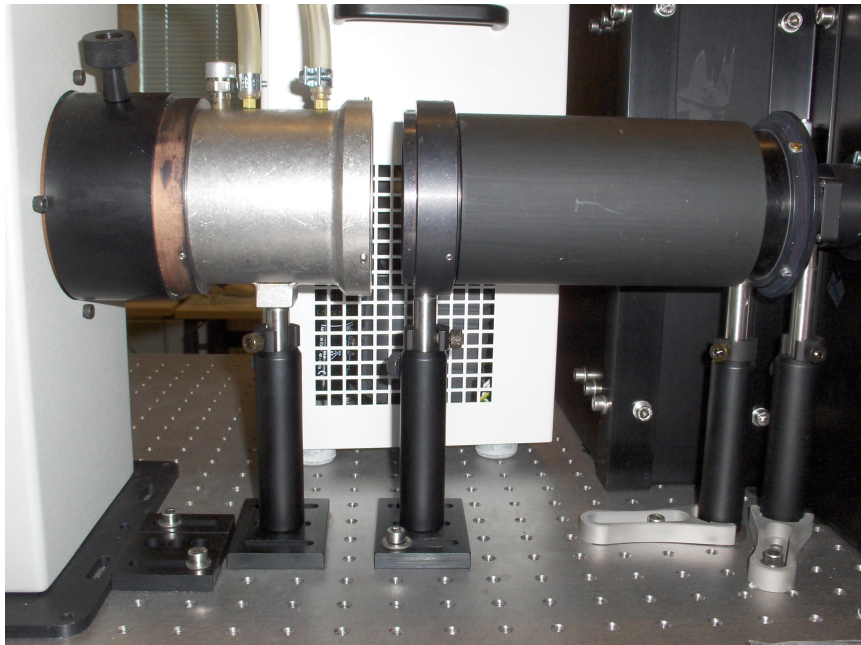
Kuva 7. Vesisuodatin. Ulkovaipassa kiertävä vesi tulee ja menee yläosassa näkyvien letkujen kautta. Takaosassa näkyvä ruuvi on korkki vedentäyttöä varten, sekä samalla paineventtiili. Käytön aikana siitä saattaa lorahtaa tilkkanen lämmintä vettä.

Laite tarvitsee seuraavat huolto/tarkistustoimenpiteet:

1. Ennen käyttöä, ja laitteen käydessä noin viikon välein, on tarkistettava veden määrä. Määrän voi tarkistaa avaamalla laitteen päällä olevan täyttöaukon korkin. Suodattimen on oltava täynnä. Tarvittaessa tislattua vettä lisätään täyttöaukosta pipripintaan. Korkissa on ylipaineventtiili, jonka kautta mahdollinen ylimääräinen vesi valuu ulos veden lämmitessä. Suodattimen alla voi pitää kaukaloa, pyyhettä tai paperia, johon valuva vesi kertyy.
2. Tarkistuksen yhteydessä on hyvä katsoa laitteeseen tulevien vesiletkujen tiukkuus ja tiiveys.
3. Mikäli laite jää pidemmäksi aikaa käyttämättä, täytyy vesisuodatin tyhjentää, sillä veteen alkaa ilman säteilyä kasvaa levää. Tyhjennys tehdään irrottamalla suodatin

ja kääntämällä se ylösalaisin, jolloin vesi valuu täyttöaukossa. Korkin voi jättää auki jotta loppu vesi haihtuu.

4. Suodattimien lasien puhtaus tarkistetaan noin kuukauden välein. Laseissa saattaa näkyä vihertävää levää tai kalkkisaostumia. Putsaus tehdään ensisijaisesti huljuttamalla suodattimen sisällä puhdasta etanolia.
5. Vesisuodattimen ulomman lasin saa näkyviin löysäämällä kaksi vesisuodattimen reunassa olevaa kuusiokoloruuvia (avain 5/64") lisäksi on löysättävä kiiltävä kuusiokoloruuvi (avain 5 mm) joka kiinnittää laitteiston kokoajalinssin pöytään. Tämän jälkeen linssin saa vedettyä noin 2 cm spektrografiin päin, jolloin ulompi linssi tulee näkyviin (Kuva 8).



Kuva 8. Vesisuodattimen edessä oleva linssi (kuvassa suodattimen oikealla puolella tolpan päässä oleva komponentti) liikuu oikealle pois päin suodattimesta, kun vesisuodattimen reunassa olevat ruuvit löysää.

6. Vesisuodatin irrotetaan löysäämällä vesisuodattimen lamppukotelon päästä kaksi pientä kuusiokoloruuvia lisää, jonka jälkeen suodattimen saa sujautettua paikalleen.
7. Kiinnitys tapahtuu päinvastaisessa järjestyksessä. Ruuvit kiristetään kevyesti sormilla, jotteivat kierteet hajoa.
8. HUOM! Suodattimen sisällä saa käyttää vain hyvälaatuista tislattua vettä.

3.2. Vedenkiertojärjestelmän veden vaihto

Vedenkiertojärjestelmän käyttöohje on liitteenä. Tarvittavat huoltotoimenpiteet ovat pääsääntöisesti nesteen täyttö ja vanhan nesteen poisto. Nesteenä voi käyttää tavallista vesijohtovettä. Neste vaihdetaan tarvittaessa.

1. Laite täytetään ylemmästä täyttöaukosta (Kuva 9). Nestettä on oltava vähintään sen verran että vesisäiliön sisällä näkyvä lämpötilasensori peittyy.



Kuva 9. Kiertovesijärjestelmän jäähdytysyksikkö. Vettä lisätään yläosassa näkyvästä muovitulpan alla olevasta reiästä. Keskellä etuseinää oleva mutteri on veden poistoaukko.

2. Sopiva täyttömäärä on 3 litraa.
3. Neste tyhjenetään avaamalla laitteen seinässä oleva proppu. Pohjalle jäävät vedet saa valutettua kallistamalla. Putkiin jäävän veden saa poistettua irrottamalla vesisuodattimelle tulevat letkut (irrota klemmarit). Vaihtoehtoisesti voit nostaa suodatintimen ylösalaisin mahdollisimman korkealle, siten että vedet valuvat vesikiertojärjestelmän säiliöön.

-
-
4. Mikäli laite jää pidempään käyttämättä (yli viikko), on vedet tyhjennettävä laitteiden leväntymisen ja kalkkeutumisen ehkäisemiseksi.

3.3. Lampun vaihto

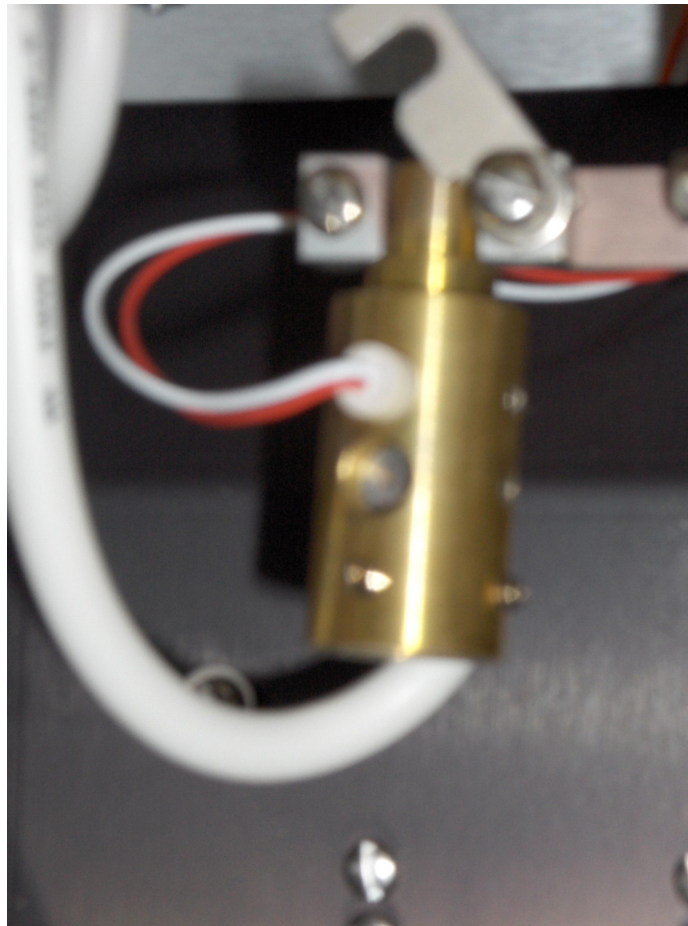
Lampun vaihtoa kuvataan lamppukotelon manuaalissa sivuilla 10 – 12. Mikäli et ole ennen vaihtanut lamppua on suositeltavaa lukea koko manuaali, erityisesti lamppuun liittyvät turvallisuusohjeet.

1. Lamppu on 1000 W:n tehoinen Ksenon-lamppu. Lampun valmistaja on Spectra Physics (Newport) ja lampun tuotekoodi on 6269. Lampun edustaja Suomessa on Finnoptics Oy (Ollaksentie 3 A, 02940 Espoo, Puh (09) 5605 7160, S-posti info@finnoptics.fi). **Ksenon-lamppu tuottaa ihmiselle haitallista otsonia, sillä lamppu tuottaa säteilyä myös alle 240 nm aallonpituuksilla, jotka reagoidessaan lampun lasin kanssa tuottavat otsonia.** Laitteistoa käytettäessä on käytettävä laboratorioon asennettua otsoni-imuria lamppukotelon jäähdytysaukossa.
2. Lamppua vaihdettaessa on suositeltavaa käyttää suojalaseja ja hansikkaita. Lampun sisällä on useamman ilmakehän paine, mistä syystä lamppu saattaa räjähtää esim. iskusta. Älä poista lamppua kuumana vaan anna sen jäähtyä reilusti.
3. Siirrä vesikiertojärjestelmä sivuun, jotta pääset kiinni lamppukotelon takana olevaan huoltoluukkuun. (Kuva 10)



Kuva 10. Huoltoluukun saa näkyviin siirtämällä vesikiertojärjestelmää sivuun kuvan osoittamalla tavalla. Huoltoluukun oikeassa laidassa oleva pidempi ruuvi liittyy lampun kohdistukseen. Siihen ei tulisi koskea lampun vaihdon yhteydessä.

4. Avaa huoltoluukun ruuvit (6 kpl muovikantaisia sormin tiukattavia ruuveja) ja irrota luukku.
5. HUOMIOI LAMPUN POLARITEETTI! Lamppu on asennettava oikein päin, muuten sen käyttöikä laskee. Ksenon-lamppu asennetaan anodi ylöspäin. Anodi on positiivinen (+) napa ja se on merkattu teräksiseen lampun kantaan meistäämällä.
6. Lamppu on yläosasta ja alaosasta kiinni messinkisissä adaptereissa kahdella (2 + 2 kummassakin kannassa) kannattomalla kuusiokoloruuvilla (avain on 5/64". 1,5 mm avainkin toimii, mutta on hiukan väljä). Lampun irrotusta ja/tai asennusta varten on lisäksi löysättävä toiset adaptereissa olevista tasapäisistä ruuveista. (Kuva 11).



Kuva 11. Lampun yläkiinnike. Kiinnike irrotetaan löystyttämällä ylhäällä näkyvistä ruuveista vasen, jonka jälkeen metallisen salvan saa käännettyä kuvan esittämällä tavalla. Lampun kanta kiinnitetään holkin alapäähän tiukkaamalla holkin alapäässä näkyvät kaksi kuusiokoloruuvia.

7. Vaihdon yhteydessä on varottava kosketusta lampun lasiin. Sormista jää lampun lasiin rasvatahra, joka palaa kiinni. Valmistajan mukaan tahrainen lamppu voi jopa räjähtää. Mikäli tahra kuitenkin tulee, on se puhdistettava ennen käyttöä puhtaalla Etanolilla ja silikonittomalla linssipaperilla.
8. Lampun voi irrottaa ja kiinnittää esim. irrottamalla ylemmän adapterin paikaltaan. Tällöin lampun saa liikkumaan sen verran että se loksauttaa oikealle paikalleen.
9. Lampun asennuksessa katso että lampun paksunnoksen keskikohta tulee samalle tasolle kuin lampun edessä olevan linssin ja takana olevan heijastimen keskikohdat. Tämä toteutuu kun lampun kantojen liikkuvien osien annetaan vapaasti asettua alimpiin mahdollisiin paikkoihin. Aseta lampun lasissa oleva nyp pylä (jonka kautta ilmat on valmistuksessa imetty pois) itseesi päin, jotta se ei jää optiikan näkökenttään.

10. Vaihdon jälkeen tiukkaa ruuvit (4 kuusiokoloruuvia ja kaksi tasapääruuvia) kevyesti. Älä ruhjo kierteitä. Katso etteivät lampun kaapelit jää puristuksiin eivätkä kosketuksiin lampun lasin kanssa. Ne eivät myöskään saa jäädä optiikan näkökenttään.
11. Tarkista, ettei lampun lasiin jäänyt pölyä. Pyyhkäise näkyvät hiukkaset tarvittaessa kevyesti pois linssipaperilla.
12. Sulje lamppukotelon huoltoluukku.
13. Pakkaa käytetty lamppu uuden lampun laatikkoon. Kirjoita laatikon päälle vaihtopäivämäärä ja lampun polttotunnit.
14. Nollaa lampun teholähteen laskuri seuraavan käytön yhteydessä.
15. Lampun käyttötunnit nollataan seuraavasti:
 1. Paina <SETUP> näppäintä
 2. Siirry <DISPLAY/SELECT> näppäimellä moodiin, jossa <HRS RESET> indikaattori (punainen ledi) vilkkuu. Näytöllä näkyy nyt edellisen lampun tunnit.
 3. Paina <SET/ENTER> näppäintä ja pidä se pohjassa, kunnes näyttö pimenee.
 4. Palaa alkutilanteeseen painamalla uudestaan <SETUP> näppäintä. Käyttötunnit on nyt nollattu, minkä voit varmistaa <DISPLAY/SELECT> näppäimellä.

3.4. Säteilutasot ja lämpötilasäädin

Mittauslaitteisto koostuu LabJack U3 tiedonkeruukorttiin perustuvasta PID lämpötilasäätimestä, Ocean Optics USB4000 spektroradiometristä, tietokoneesta sekä LabVIEW-pohjaisesta mittausohjelmasta uvema_software.vi, jolla ohjataan lämpötilasäädintä ja spektroradiometriä. Mittaustietokoneessa useita USB-portteja sekä Windows 2000 tai uudempi versio.

3.4.1. Säteilutasojen mittaus ja laskenta

15 mittauspaikan säteilutasot mitataan Ocean Opticsin USB4000 spektroradiometrillä uvema_software.vi-ohjelmaa käyttäen aina ennen ikäännytyistä ja sen jälkeen. Ohjelman irradianssimittauksen ohjauspaneeli on esitetty kuvassa 12. USB4000 spektroradiometrin absoluuttinen irradianssivaste näytetason 15 mittauspaikassa täytyy ajoittain kalibroida FEL-lamppua vasten kalibroidulla Bentham DTMc-300 spektroradiometrillä. Tämä konfiguraatio on paras tapa toteuttaa kalibrointi, sillä se korjaa kompensoi USB4000 huonon kulmavasteen. Ikäännytysten yhteydessä Ocean Optics USB4000 spektroradiometrillä suoritettavissa irradianssimittauksissa täytyy käyttää spektroradiometrin kalibrointiasetuksia. Asetukset ovat

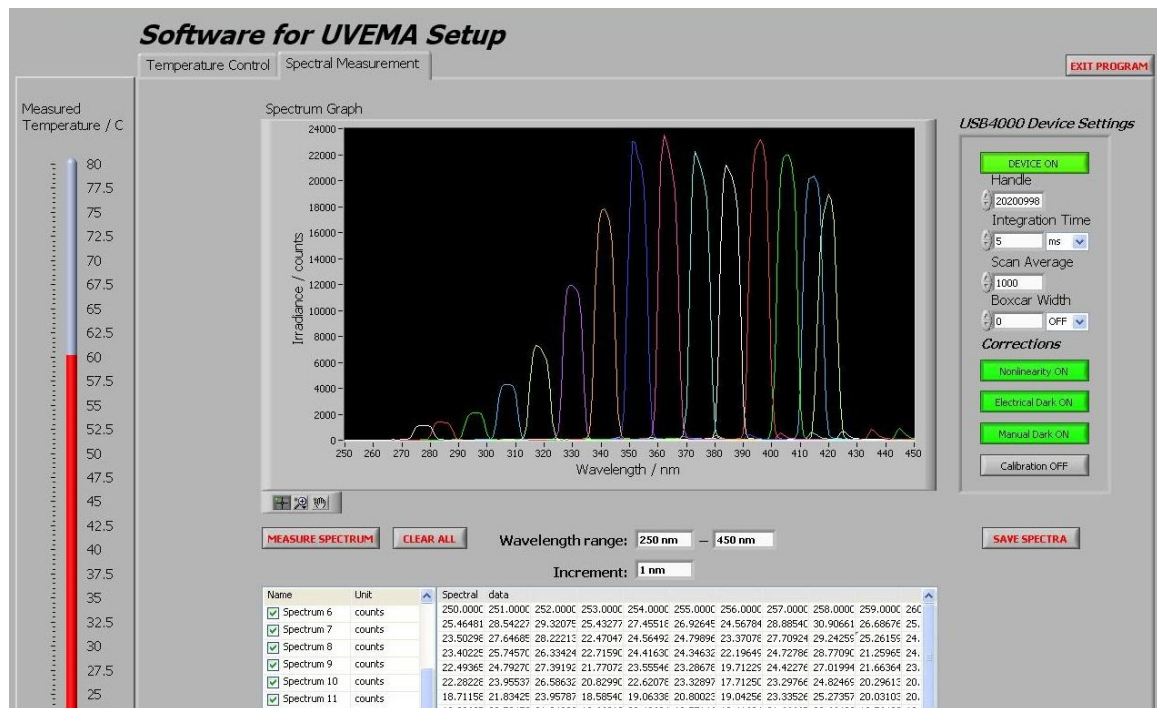
Integration time = 5 ms

Scans to average = 1000

- Boxcar width <OFF>
- Nonlinearity correction <ON>
- Electrical dark correction <ON>
- Manual dark correction <ON>
- Calibration <OFF>

Yhdellä kierroksella mitatut spektrit kannattaa tallentaa samaan tekstitiedostoon myöhempiä analyysiä varten. Säteilyannosten laskenta tehdään Excel-ohjelmalla säteilyannosten_laskenta.xls. Ohjelmalle syötetään kunkin kanavan mitatut irradianssit mittauksen alussa ja lopussa ohjelmassa esitettyihin sarakkeisiin. Ohjelma korjaa mittauksen irradianssispektrin kalibroinnista saaduilla korjauskertoimilla sekä laskee alku- ja loppu-tiedoista irradianssin keskiarvon kullekin mittauskanavalle. Ohjelmalle syötetään myös mittauksen alkamis- ja päättymisajankohta (päivämäärä ja kellonaika), joista Excel laskee mittauksen keston. Ohjelma laskee kalibroinnilla korjatuista irradianssarvoista ja mittauksen kestosta kullekin kanavalle ikäännytyksen aikana kertyneen säteilyenergian (yksikkönä J / m²).

Päivämäärä ja kellonaika kopioidaan Exceliin samassa muodossa kuin ne ovat mittaus-tiedostossa. Päivämäärän eteen lisätään tarvittaessa heittomerkki ('), mikäli Excel ei tunnista asetettua lukua päivämääräksi.



Kuva 12. UVEMA ohjelmiston ohjauspaneeli: irradianssitason mittaus erikohdista näyte-tasoa.

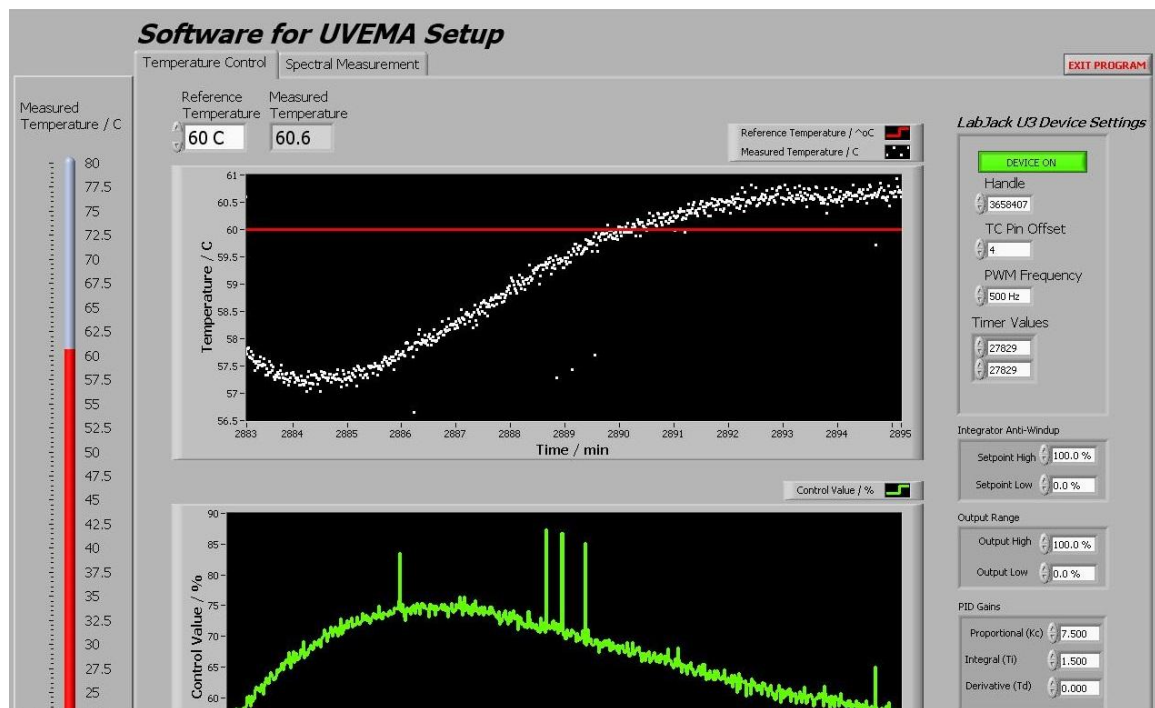
3.4.2. Lämpötilasäädin

Yleistä

Virtuaali-instrumentti uvema_software.vi kontrolloi PID-säätimen avulla lämmityslevyn lämpötilaa 20–70 °C välillä. VI tarvitsee toimiakseen

- Labjack-ajurin (Asennetaan LabJackUDSetupV325.exe)
- PID Control Toolboxin (Asennetaan PID Control Toolbox, löytyy yleensä tuotteen asennuspaketista)
- LabVIEW_LJUD VI:t (Tallennetaan Program Files kansion halutun LabVIEW version vi.lib kansioon)

Käyttöohje



Kuva 13. UVEMA ohjelmiston ohjauspaneeli: materiaalinäytteen lämmityksen säätö.

1. Käynnistä ohjelmisto ja valitse tiedosto, johon lämmityslevyn lämpötilat tallennetaan. **Ohjelmiston lämmityslaitteen ohjauspaneeli on esitetty kuvassa 13.**

TC pin offset = 4 (Ajastimien ja laskurien nimeäminen, U3: 4–8)

PWM frequency = 500 Hz

Timer values = [65535; 65535]

Setpoints of integrator anti-windup = 0–100%

Output range = 0–100%

Aseta haluttu lämpötila (20–70 °C) kohdasta "Set Temperature". **Huomioi, että riippuen huoneen ilmanvaihdosta, huone saattaa käytännössä lämmitä jopa 28 °C ksenon-lampun lämmöntuoton takia.**

2. Sopivat PID-säätimen parametrit

$$K_c = 7,0$$

$$T_i = 1,5$$

$$T_d = 0,0$$

3. Ylemmästä kuvaajasta voi seurata asetettua lämpötilaa sekä mitattua lämpötilaa ajan funktiona. Alemmasta kuvaajasta voi seurata lisäksi PID-säätimen ohjaussignaalia.
4. Ohjelma tulee pysäyttää painamalla "STOP" nappia! Tällöin ohjelmisto asettaa PID-säätimen ulostulon nolnaan, jolloin tehovastuksille ei mene virtaa.

HUOM! Lämmityslevy sisältää lämpötilakyttimeä, joka avaa virtapiirin, kun lämpötila ylittää 80 °C ja sulkee sen, kun lämpötila on pudonnut 70 °C.

PID-säätimen virittäminen

- P-termi, suhteellinen säätö. **Säätimen ulostulo on suoraan verrannollinen poikkeamaan.**

Kasvattaminen

- § nopeuttaa säädintä
- § heikentää säätimen stabiilisuutta
- § jättää pysyvän poikkeaman
- § liian suurena aiheuttaa vaimenevaa värähtelyä
- § (ja siten) kasvattaa säätimen asettumisaikaa ja ylivärähtelyä

- I-termi, palauttava säätö. **Säätimen ulostulo muuttuu poikkeamaan verrannollisella nopeudella.**

Kasvattaminen

- § poistaa P- ja/tai D-termin aiheuttaman pysyvän poikkeaman
- § nopeuttaa säädintä

- § heikentää stabiilisuutta
- § liian suurena aiheuttaa pysyvää värähtelyä
- D-termi, ennakoiva säätö. **Säätimen ulostulo on verrannollinen poikkeaman muutosnopeuteen.**
 - § määrää säätimen reagointiajan säädettävän suureen muutoksiin
 - § jättää pysyvän poikkeaman
 - § lämpötilasäätö on hidasta, joten D-termi kannattaa poistaa kokonaan

Käyttäjän määrittämästä .lvm-tiedostosta löytyvät kaikki mitatut lämpötilat kellonaikoinen. Mittaustuloksia on yksi per rivi. Mittaustulos ja kellonaika on erotettu toisistaan tabulaattorilla Excelliin siirron helpottamiseksi. Kellonajassa ei ole päivämäärää, vaan aloituspäivä näkyy tiedoston otsikkoriveillä

4. Accommodation and environmental conditions

Tests can be carried out in ordinary room conditions except:

1. Use of an ozone eater near the vent port of the light source is advisable, if lamps producing ozone are used.

5. Publications

1. K. Ruokolainen, *Laitteisto materiaalien spektriseen ikäännyttämiseen ultravioletti säteilyllä*, Diplomityö, MIKES TKK Mittaustekniikka, 2006.
2. **A. Sormanen, *Spektrinen ikäännyttyslaitteisto lämmitettäville materiaalinäytteille*, Erikoistyö, MIKES TKK Mittaustekniikka, 2009.**
3. Teholähteen (Newport Model 69920) käyttöohjeet
4. Lamppukotelon (Newport Model 66923) käyttöohjeet
5. Vesisuodattimen (Newport Model 6227) käyttöohjeet
6. Vesikiertoyksikön (Haake WKL 26) käyttöohjeet
7. Lamput (Spectra physics / Newport 6269) sekalaisia lappusia
8. **Ozone Eater (Newport Model 66087) käyttöohjeet**