## *KALIBRERINGSBEVIS*

### Certificate of calibration

### 14/15341-8

**Kunde:** Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

#### Customer Høgskoleringen 5, 7491 TRONDHEIM

**Instrument:**  Fotodetektor

*Instrument*Produsent (*Manufacturer*): Horiba Jobin Yvon Inc.

Modell (*Model*): DSS-IGA1.9030TC

**Identifikasjon:** Serienummer *(Serial number)*: 031114

*Identification* Merking *(Marked)*:

**Vår referanse:** 14/15341-8/CKT/628

*Our reference*

**Tid og sted for måleoppdrag: Rapportens utstedelsesdato:**

# Date and place of measurement Date of issue

19.12.2014, Kjeller 10.02.2015

**Måleoppdraget utført av:** **Ansvarlig:**

*Measurement performed by* *Responsible*

Chi Kwong Tang Jarle Gran

senioringeniør sjefingeniør

**Målemetode:**

Detektoren er kalibrert mot Justervesenets normaler sammen med et dobbelmonokromatorsystem. Kalibreringen er utført i bølgelengdeområdet fra 900 til 2000nm og med bølgelengdeinterval på 5 eller 100nm avhengig av strømforsyning. I tillegg, er kalibreringen utført med detektoren i 23 og -30C, noe som er styrt med strømforsyningen. Forsterkningen hos detektoren er satt på det laveste.

**Måleresultater:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Strømforsyning 2 (041004-1), -30C | | Strømforsyning 2 (041004-1), 23C | |
| Bølgelengde [nm] | Respons [A/W] | Usikkerhet [%] (k=2) | Respons [A/W] | Usikkerhet [%] (k=2) |
| 1200 | 0,231 | 2,53 | 0,228 | 2,53 |
| 1300 | 0,293 | 2,72 | 0,287 | 2,72 |
| 1400 | 0,414 | 2,55 | 0,403 | 2,55 |
| 1500 | 0,536 | 2,56 | 0,522 | 2,56 |
| 1600 | 0,752 | 2,55 | 0,709 | 2,55 |
| 1700 | 0,917 | 2,69 | 0,906 | 2,78 |
| 1800 | 1,021 | 2,70 | 1,011 | 2,78 |
| 1900 | 1,086 | 2,70 | 1,081 | 2,79 |
| 2000 | 1,142 | 2,79 | 1,135 | 2,86 |
| 2100 | 1,201 | 2,72 | 1,196 | 2,81 |
| 2200 | 1,197 | 2,98 | 1,214 | 2,97 |
| 2300 | 1,107 | 2,87 | 1,185 | 2,91 |
| 2400 | 0,231 | 2,53 | 0,228 | 2,53 |
| 2500 | 0,293 | 2,72 | 0,287 | 2,72 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Strømforsyning 1 (031113-2), -30C | | Strømforsyning 1 (031113-2), 23C | |
| Bølgelengde [nm] | Respons [A/W] | Usikkerhet [%] (k=2) | Respons [A/W] | Usikkerhet [%] (k=2) |
| 900 | 0,232 | 2,54 | 0,230 | 2,53 |
| 905 | 0,235 | 2,53 | 0,233 | 2,53 |
| 910 | 0,237 | 2,53 | 0,235 | 2,53 |
| 915 | 0,243 | 2,54 | 0,241 | 2,53 |
| 920 | 0,243 | 2,54 | 0,241 | 2,53 |
| 925 | 0,246 | 2,54 | 0,244 | 2,53 |
| 930 | 0,248 | 2,53 | 0,246 | 2,53 |
| 935 | 0,248 | 2,53 | 0,246 | 2,53 |
| 940 | 0,253 | 2,53 | 0,250 | 2,53 |
| 945 | 0,254 | 2,53 | 0,252 | 2,53 |
| 950 | 0,258 | 2,54 | 0,256 | 2,53 |
| 955 | 0,261 | 2,53 | 0,258 | 2,53 |
| 960 | 0,264 | 2,53 | 0,262 | 2,53 |
| 965 | 0,268 | 2,54 | 0,265 | 2,53 |
| 970 | 0,271 | 2,54 | 0,268 | 2,53 |
| 975 | 0,274 | 2,54 | 0,271 | 2,54 |
| 980 | 0,278 | 2,54 | 0,275 | 2,54 |
| 985 | 0,281 | 2,54 | 0,278 | 2,54 |
| 990 | 0,286 | 2,55 | 0,282 | 2,54 |
| 995 | 0,289 | 2,62 | 0,286 | 2,62 |
| 1000 | 0,294 | 2,72 | 0,290 | 2,72 |
| 1005 | 0,299 | 2,63 | 0,294 | 2,63 |
| 1010 | 0,304 | 2,55 | 0,299 | 2,55 |
| 1015 | 0,309 | 2,55 | 0,303 | 2,55 |
| 1020 | 0,314 | 2,55 | 0,308 | 2,55 |
| 1025 | 0,319 | 2,55 | 0,313 | 2,55 |
| 1030 | 0,325 | 2,55 | 0,318 | 2,55 |
| 1035 | 0,332 | 2,56 | 0,324 | 2,55 |
| 1040 | 0,338 | 2,56 | 0,329 | 2,56 |
| 1045 | 0,345 | 2,56 | 0,336 | 2,55 |
| 1050 | 0,352 | 2,55 | 0,343 | 2,55 |
| 1055 | 0,359 | 2,55 | 0,349 | 2,55 |
| 1060 | 0,365 | 2,56 | 0,356 | 2,55 |
| 1065 | 0,372 | 2,55 | 0,363 | 2,55 |
| 1070 | 0,378 | 2,55 | 0,370 | 2,55 |
| 1075 | 0,385 | 2,55 | 0,377 | 2,55 |
| 1080 | 0,391 | 2,55 | 0,383 | 2,55 |
| 1085 | 0,398 | 2,55 | 0,390 | 2,55 |
| 1090 | 0,404 | 2,55 | 0,396 | 2,55 |
| 1095 | 0,410 | 2,55 | 0,402 | 2,55 |
| 1100 | 0,416 | 2,55 | 0,409 | 2,55 |
| 1105 | 0,422 | 2,55 | 0,415 | 2,55 |
| 1110 | 0,428 | 2,55 | 0,421 | 2,55 |
| 1115 | 0,434 | 2,55 | 0,427 | 2,55 |
| 1120 | 0,440 | 2,55 | 0,433 | 2,55 |
| 1125 | 0,446 | 2,55 | 0,439 | 2,55 |
| 1130 | 0,452 | 2,55 | 0,445 | 2,55 |
| 1135 | 0,458 | 2,55 | 0,451 | 2,55 |
| 1140 | 0,464 | 2,55 | 0,457 | 2,55 |
| 1145 | 0,470 | 2,55 | 0,463 | 2,55 |
| 1150 | 0,476 | 2,55 | 0,469 | 2,55 |
| 1155 | 0,483 | 2,55 | 0,475 | 2,55 |
| 1160 | 0,489 | 2,55 | 0,481 | 2,55 |
| 1165 | 0,495 | 2,55 | 0,487 | 2,55 |
| 1170 | 0,501 | 2,55 | 0,492 | 2,55 |
| 1175 | 0,506 | 2,56 | 0,498 | 2,56 |
| 1180 | 0,512 | 2,56 | 0,504 | 2,56 |
| 1185 | 0,519 | 2,56 | 0,510 | 2,56 |
| 1190 | 0,526 | 2,56 | 0,516 | 2,56 |
| 1195 | 0,532 | 2,56 | 0,522 | 2,56 |
| 1200 | 0,538 | 2,56 | 0,528 | 2,56 |
| 1205 | 0,546 | 2,56 | 0,535 | 2,56 |
| 1210 | 0,553 | 2,55 | 0,543 | 2,55 |
| 1215 | 0,561 | 2,55 | 0,550 | 2,55 |
| 1220 | 0,569 | 2,55 | 0,557 | 2,55 |
| 1225 | 0,577 | 2,55 | 0,564 | 2,55 |
| 1230 | 0,585 | 2,55 | 0,572 | 2,55 |
| 1235 | 0,594 | 2,55 | 0,579 | 2,55 |
| 1240 | 0,603 | 2,55 | 0,587 | 2,55 |
| 1245 | 0,613 | 2,55 | 0,596 | 2,55 |
| 1250 | 0,624 | 2,55 | 0,605 | 2,55 |
| 1255 | 0,636 | 2,55 | 0,614 | 2,55 |
| 1260 | 0,649 | 2,55 | 0,623 | 2,55 |
| 1265 | 0,662 | 2,55 | 0,634 | 2,55 |
| 1270 | 0,676 | 2,55 | 0,645 | 2,55 |
| 1275 | 0,691 | 2,55 | 0,657 | 2,55 |
| 1280 | 0,705 | 2,55 | 0,670 | 2,55 |
| 1285 | 0,719 | 2,55 | 0,683 | 2,55 |
| 1290 | 0,732 | 2,55 | 0,697 | 2,56 |
| 1295 | 0,745 | 2,55 | 0,711 | 2,55 |
| 1300 | 0,757 | 2,55 | 0,725 | 2,55 |
| 1305 | 0,768 | 2,55 | 0,739 | 2,56 |
| 1310 | 0,779 | 2,56 | 0,751 | 2,56 |
| 1315 | 0,789 | 2,55 | 0,765 | 2,55 |
| 1320 | 0,799 | 2,55 | 0,777 | 2,55 |
| 1325 | 0,808 | 2,55 | 0,789 | 2,55 |
| 1330 | 0,816 | 2,55 | 0,800 | 2,55 |
| 1335 | 0,824 | 2,55 | 0,810 | 2,55 |
| 1340 | 0,832 | 2,55 | 0,820 | 2,55 |
| 1345 | 0,842 | 2,56 | 0,832 | 2,56 |
| 1350 | 0,851 | 2,56 | 0,843 | 2,56 |
| 1355 | 0,858 | 2,56 | 0,850 | 2,56 |
| 1360 | 0,865 | 2,56 | 0,858 | 2,56 |
| 1365 | 0,870 | 2,56 | 0,864 | 2,56 |
| 1370 | 0,875 | 2,56 | 0,870 | 2,56 |
| 1375 | 0,886 | 2,56 | 0,881 | 2,56 |
| 1380 | 0,895 | 2,56 | 0,892 | 2,56 |
| 1385 | 0,901 | 2,56 | 0,898 | 2,56 |
| 1390 | 0,906 | 2,56 | 0,904 | 2,56 |
| 1395 | 0,913 | 2,56 | 0,910 | 2,56 |
| 1400 | 0,919 | 2,56 | 0,917 | 2,56 |
| 1405 | 0,924 | 2,56 | 0,922 | 2,56 |
| 1410 | 0,929 | 2,56 | 0,927 | 2,56 |
| 1415 | 0,935 | 2,56 | 0,934 | 2,56 |
| 1420 | 0,940 | 2,56 | 0,939 | 2,56 |
| 1425 | 0,948 | 2,56 | 0,948 | 2,56 |
| 1430 | 0,956 | 2,56 | 0,956 | 2,56 |
| 1435 | 0,961 | 2,56 | 0,961 | 2,56 |
| 1440 | 0,966 | 2,56 | 0,966 | 2,56 |
| 1445 | 0,972 | 2,56 | 0,972 | 2,56 |
| 1450 | 0,977 | 2,56 | 0,978 | 2,56 |
| 1455 | 0,982 | 2,56 | 0,983 | 2,56 |
| 1460 | 0,987 | 2,56 | 0,987 | 2,56 |
| 1465 | 0,992 | 2,56 | 0,992 | 2,56 |
| 1470 | 0,997 | 2,56 | 0,997 | 2,56 |
| 1475 | 1,001 | 2,56 | 1,002 | 2,56 |
| 1480 | 1,006 | 2,56 | 1,007 | 2,56 |
| 1485 | 1,010 | 2,56 | 1,010 | 2,56 |
| 1490 | 1,014 | 2,56 | 1,015 | 2,56 |
| 1495 | 1,018 | 2,56 | 1,019 | 2,56 |
| 1500 | 1,023 | 2,56 | 1,023 | 2,56 |
| 1505 | 1,026 | 2,56 | 1,027 | 2,56 |
| 1510 | 1,031 | 2,56 | 1,031 | 2,56 |
| 1515 | 1,034 | 2,56 | 1,034 | 2,56 |
| 1520 | 1,038 | 2,56 | 1,038 | 2,56 |
| 1525 | 1,042 | 2,56 | 1,042 | 2,56 |
| 1530 | 1,046 | 2,56 | 1,046 | 2,56 |
| 1535 | 1,049 | 2,56 | 1,049 | 2,56 |
| 1540 | 1,053 | 2,56 | 1,053 | 2,56 |
| 1545 | 1,055 | 2,56 | 1,056 | 2,56 |
| 1550 | 1,059 | 2,56 | 1,059 | 2,56 |
| 1555 | 1,062 | 2,56 | 1,062 | 2,56 |
| 1560 | 1,065 | 2,56 | 1,065 | 2,56 |
| 1565 | 1,068 | 2,56 | 1,069 | 2,56 |
| 1570 | 1,071 | 2,56 | 1,072 | 2,56 |
| 1575 | 1,074 | 2,56 | 1,075 | 2,56 |
| 1580 | 1,078 | 2,56 | 1,078 | 2,56 |
| 1585 | 1,082 | 2,56 | 1,081 | 2,56 |
| 1590 | 1,087 | 2,56 | 1,085 | 2,56 |
| 1595 | 1,090 | 2,56 | 1,088 | 2,56 |
| 1600 | 1,093 | 2,61 | 1,091 | 2,58 |
| 1605 | 1,096 | 2,62 | 1,094 | 2,57 |
| 1610 | 1,100 | 2,63 | 1,099 | 2,56 |
| 1615 | 1,103 | 2,60 | 1,101 | 2,58 |
| 1620 | 1,105 | 2,64 | 1,105 | 2,60 |
| 1625 | 1,107 | 2,62 | 1,108 | 2,63 |
| 1630 | 1,110 | 2,61 | 1,111 | 2,58 |
| 1635 | 1,113 | 2,61 | 1,114 | 2,58 |
| 1640 | 1,115 | 2,63 | 1,118 | 2,58 |
| 1645 | 1,116 | 2,62 | 1,120 | 2,59 |
| 1650 | 1,120 | 2,63 | 1,121 | 2,59 |
| 1655 | 1,122 | 2,63 | 1,126 | 2,58 |
| 1660 | 1,128 | 2,59 | 1,134 | 2,58 |
| 1665 | 1,130 | 2,62 | 1,131 | 2,61 |
| 1670 | 1,134 | 2,61 | 1,136 | 2,62 |
| 1675 | 1,138 | 2,63 | 1,138 | 2,63 |
| 1680 | 1,147 | 2,71 | 1,143 | 2,91 |
| 1685 | 1,144 | 2,66 | 1,147 | 2,81 |
| 1690 | 1,149 | 2,76 | 1,146 | 3,03 |
| 1695 | 1,147 | 2,69 | 1,150 | 3,07 |
| 1700 | 1,150 | 2,73 | 1,156 | 3,39 |
| 1705 | 1,160 | 3,63 | 1,160 | 2,56 |
| 1710 | 1,165 | 3,47 | 1,163 | 2,62 |
| 1715 | 1,155 | 3,47 | 1,158 | 2,55 |
| 1720 | 1,173 | 3,46 | 1,163 | 2,63 |
| 1725 | 1,167 | 3,57 | 1,171 | 2,58 |
| 1730 | 1,176 | 3,49 | 1,179 | 2,74 |
| 1735 | 1,176 | 3,48 | 1,178 | 2,61 |
| 1740 | 1,170 | 3,53 | 1,180 | 2,58 |
| 1745 | 1,177 | 3,48 | 1,182 | 2,59 |
| 1750 | 1,181 | 3,49 | 1,185 | 2,68 |
| 1755 | 1,181 | 3,51 | 1,185 | 2,56 |
| 1760 | 1,190 | 3,47 | 1,192 | 3,06 |
| 1765 | 1,189 | 3,54 | 1,187 | 2,67 |
| 1770 | 1,192 | 3,58 | 1,200 | 2,56 |
| 1775 | 1,194 | 3,45 | 1,192 | 2,62 |
| 1780 | 1,189 | 3,56 | 1,199 | 2,60 |
| 1785 | 1,190 | 3,48 | 1,196 | 2,60 |
| 1790 | 1,201 | 3,52 | 1,193 | 2,62 |
| 1795 | 1,212 | 3,57 | 1,208 | 2,81 |
| 1800 | 1,200 | 3,51 | 1,213 | 2,56 |
| 1805 | 1,207 | 3,48 | 1,214 | 2,77 |
| 1810 | 1,198 | 3,53 | 1,219 | 2,88 |
| 1815 | 1,204 | 3,50 | 1,218 | 2,70 |
| 1820 | 1,216 | 3,47 | 1,211 | 2,79 |
| 1825 | 1,217 | 3,63 | 1,218 | 2,91 |
| 1830 | 1,212 | 3,57 | 1,232 | 2,79 |
| 1835 | 1,206 | 3,81 | 1,234 | 2,74 |
| 1840 | 1,193 | 3,67 | 1,226 | 2,89 |
| 1845 | 1,200 | 3,52 | 1,232 | 2,93 |
| 1850 | 1,209 | 3,53 | 1,227 | 2,75 |
| 1855 | 1,212 | 3,54 | 1,233 | 2,68 |
| 1860 | 1,213 | 3,50 | 1,233 | 3,29 |
| 1865 | 1,236 | 3,58 | 1,222 | 2,97 |
| 1870 | 1,220 | 3,77 | 1,233 | 2,70 |
| 1875 | 1,202 | 3,55 | 1,233 | 3,23 |
| 1880 | 1,208 | 3,78 | 1,250 | 2,71 |
| 1885 | 1,216 | 3,49 | 1,233 | 2,84 |
| 1890 | 1,214 | 3,59 | 1,215 | 2,76 |
| 1895 | 1,217 | 3,50 | 1,229 | 2,93 |
| 1900 | 1,200 | 3,64 | 1,216 | 2,88 |
| 1905 | 1,211 | 3,96 | 1,227 | 2,95 |
| 1910 | 1,214 | 3,79 | 1,231 | 3,34 |
| 1915 | 1,215 | 3,57 | 1,231 | 2,93 |
| 1920 | 1,200 | 3,75 | 1,224 | 2,59 |
| 1925 | 1,202 | 3,67 | 1,223 | 2,78 |
| 1930 | 1,190 | 3,66 | 1,228 | 2,75 |
| 1935 | 1,189 | 3,55 | 1,227 | 2,71 |
| 1940 | 1,174 | 3,70 | 1,214 | 3,28 |
| 1945 | 1,177 | 3,84 | 1,228 | 2,87 |
| 1950 | 1,174 | 3,54 | 1,230 | 2,67 |
| 1955 | 1,173 | 3,50 | 1,224 | 3,07 |
| 1960 | 1,170 | 3,97 | 1,213 | 3,48 |
| 1965 | 1,168 | 3,62 | 1,221 | 2,76 |
| 1970 | 1,147 | 3,64 | 1,203 | 3,06 |
| 1975 | 1,147 | 3,52 | 1,194 | 2,60 |
| 1980 | 1,136 | 3,61 | 1,193 | 2,88 |
| 1985 | 1,137 | 3,71 | 1,184 | 2,98 |
| 1990 | 1,127 | 3,57 | 1,194 | 2,84 |
| 1995 | 1,127 | 3,49 | 1,172 | 3,08 |
| 2000 | 1,107 | 3,89 | 1,168 | 2,67 |

**Måleusikkerhet:**

Den rapporterte utvidete måleusikkerheten er angitt som standard måleusikkerhet multiplisert med dekningsfaktor k=2, som for normalfordeling tilsvarer en dekningsgrad på tilnærmet 95%. Standard usikkerhet er bestemt i samsvar med ISO: ”Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”.

**Sporbarhet:**

Referansedetektoren er kalibrert mot en av Justervesenets hovednormaler. Hovednormalen er kalibrert med hybrid selvkalibreringsmetoden som er verifisert gjennom kalibrering mot kryogent radiometer ved National Physical Laboratory (NPL) i England.

**Forhold under kalibreringen:**

Temperatur: 22,5 °C ± 1 °C

Fuktighet: 40 % ± 10 % RH

**Benyttede instrumenter og normaler:**

Detektor: InGaAs 12, RA-SPR-32.

Pyro 12

Forsterker: Vinculum E747-NOA1

Voltmeter: Keithley 2000

Monokromator: McPherson, IR grating

Lyskilde: Halogenlampe