## *KALIBRERINGSBEVIS*

### Certificate of calibration

### 14/15341-9

**Kunde:** Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

#### Customer Høgskoleringen 5, 7491 TRONDHEIM

**Instrument:**  Fotodetektor

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

Modell (*Model*): DSS-S025TC

**Identifikasjon:** Serienummer *(Serial number)*: 021113-3

*Identification* Merking *(Marked)*:

**Vår referanse:** 14/15341-9/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 250 til 1100nm og med bølgelengdeinterval på 5 eller 100nm avhengig av strømforsyner. I tillegg, er kalibreringen utført med detektoren i 23 og -30C, noe som er styrt med strømforsyneren. Forsterkningen hos detektoren er satt på det laveste som er 108.

**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) |
| 300 | 0,094 | 1,62 | 0,095 | 1,61 |
| 400 | 0,128 | 1,28 | 0,128 | 1,26 |
| 500 | 0,237 | 1,23 | 0,234 | 1,23 |
| 600 | 0,332 | 1,23 | 0,333 | 1,23 |
| 700 | 0,408 | 1,23 | 0,408 | 1,23 |
| 800 | 0,460 | 1,32 | 0,461 | 1,23 |
| 900 | 0,493 | 2,35 | 0,499 | 1,49 |
| 1000 | 0,426 | 2,36 | 0,476 | 1,56 |
| 1100 | 0,065 | 2,75 | 0,122 | 2,16 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Strømforsyning 1 (031113-2), -30C | | Strømforsyning 1 (031113-2), 23C | |
| Bølgelengde [nm] | Respons [A/W] | Usikkerhet [%] (k=2) | Respons [A/W] | Usikkerhet [%] (k=2) |
| 255 | 0,091 | 4,81 | 0,105 | 160,48 |
| 260 | 0,090 | 6,67 | 0,096 | 7,74 |
| 265 | 0,085 | 2,84 | 0,090 | 13,78 |
| 270 | 0,081 | 2,13 | 0,086 | 2,67 |
| 275 | 0,080 | 2,85 | 0,083 | 27,24 |
| 280 | 0,083 | 2,30 | 0,086 | 14,69 |
| 285 | 0,085 | 2,73 | 0,088 | 2,59 |
| 290 | 0,088 | 1,81 | 0,090 | 1,75 |
| 295 | 0,092 | 1,67 | 0,094 | 1,68 |
| 300 | 0,093 | 1,97 | 0,096 | 2,29 |
| 305 | 0,094 | 1,93 | 0,097 | 1,63 |
| 310 | 0,095 | 2,90 | 0,098 | 1,52 |
| 315 | 0,094 | 1,77 | 0,097 | 1,76 |
| 320 | 0,094 | 1,61 | 0,096 | 1,72 |
| 325 | 0,093 | 1,64 | 0,096 | 1,65 |
| 330 | 0,092 | 2,34 | 0,096 | 1,50 |
| 335 | 0,092 | 1,85 | 0,095 | 1,52 |
| 340 | 0,092 | 1,67 | 0,096 | 2,19 |
| 345 | 0,091 | 1,49 | 0,095 | 2,13 |
| 350 | 0,090 | 1,49 | 0,094 | 1,86 |
| 355 | 0,088 | 1,52 | 0,092 | 1,87 |
| 360 | 0,086 | 1,65 | 0,090 | 1,69 |
| 365 | 0,085 | 1,52 | 0,089 | 1,51 |
| 370 | 0,090 | 1,70 | 0,092 | 2,35 |
| 375 | 0,095 | 7,80 | 0,098 | 1,66 |
| 380 | 0,103 | 5,19 | 0,104 | 1,63 |
| 385 | 0,109 | 1,57 | 0,112 | 1,59 |
| 390 | 0,116 | 1,40 | 0,118 | 1,41 |
| 395 | 0,122 | 1,32 | 0,124 | 1,62 |
| 400 | 0,127 | 1,86 | 0,132 | 1,26 |
| 405 | 0,133 | 1,27 | 0,135 | 1,25 |
| 410 | 0,139 | 1,25 | 0,141 | 1,25 |
| 415 | 0,144 | 1,25 | 0,146 | 1,34 |
| 420 | 0,150 | 1,24 | 0,151 | 1,28 |
| 425 | 0,155 | 1,25 | 0,157 | 1,24 |
| 430 | 0,160 | 1,25 | 0,162 | 1,24 |
| 435 | 0,166 | 1,24 | 0,167 | 1,24 |
| 440 | 0,171 | 1,24 | 0,172 | 1,24 |
| 445 | 0,176 | 1,24 | 0,178 | 1,24 |
| 450 | 0,182 | 1,24 | 0,183 | 1,24 |
| 455 | 0,187 | 1,26 | 0,188 | 1,24 |
| 460 | 0,193 | 1,24 | 0,194 | 1,24 |
| 465 | 0,198 | 1,23 | 0,199 | 1,23 |
| 470 | 0,203 | 1,23 | 0,204 | 1,23 |
| 475 | 0,208 | 1,23 | 0,209 | 1,23 |
| 480 | 0,214 | 1,23 | 0,215 | 1,24 |
| 485 | 0,219 | 1,24 | 0,220 | 1,23 |
| 490 | 0,224 | 1,23 | 0,225 | 1,23 |
| 495 | 0,229 | 1,23 | 0,230 | 1,23 |
| 500 | 0,234 | 1,23 | 0,235 | 1,23 |
| 505 | 0,239 | 1,23 | 0,240 | 1,23 |
| 510 | 0,245 | 1,23 | 0,245 | 1,24 |
| 515 | 0,250 | 1,23 | 0,251 | 1,23 |
| 520 | 0,255 | 1,23 | 0,256 | 1,23 |
| 525 | 0,260 | 1,23 | 0,261 | 1,23 |
| 530 | 0,265 | 1,23 | 0,266 | 1,23 |
| 535 | 0,270 | 1,23 | 0,271 | 1,23 |
| 540 | 0,275 | 1,38 | 0,276 | 1,23 |
| 545 | 0,280 | 1,23 | 0,281 | 1,23 |
| 550 | 0,285 | 1,23 | 0,286 | 1,23 |
| 555 | 0,290 | 1,23 | 0,291 | 1,23 |
| 560 | 0,295 | 1,23 | 0,295 | 1,23 |
| 565 | 0,300 | 1,23 | 0,300 | 1,24 |
| 570 | 0,304 | 1,23 | 0,305 | 1,23 |
| 575 | 0,309 | 1,23 | 0,309 | 1,23 |
| 580 | 0,313 | 1,23 | 0,314 | 1,23 |
| 585 | 0,318 | 1,23 | 0,318 | 1,23 |
| 590 | 0,322 | 1,23 | 0,322 | 1,23 |
| 595 | 0,326 | 1,23 | 0,327 | 1,23 |
| 600 | 0,331 | 1,23 | 0,331 | 1,23 |
| 605 | 0,335 | 1,23 | 0,335 | 1,23 |
| 610 | 0,339 | 1,23 | 0,339 | 1,23 |
| 615 | 0,343 | 1,23 | 0,343 | 1,23 |
| 620 | 0,347 | 1,23 | 0,347 | 1,23 |
| 625 | 0,351 | 1,23 | 0,351 | 1,23 |
| 630 | 0,355 | 1,23 | 0,355 | 1,23 |
| 635 | 0,359 | 1,23 | 0,359 | 1,23 |
| 640 | 0,363 | 1,23 | 0,363 | 1,23 |
| 645 | 0,367 | 1,23 | 0,367 | 1,23 |
| 650 | 0,371 | 1,23 | 0,371 | 1,23 |
| 655 | 0,375 | 1,23 | 0,375 | 1,23 |
| 660 | 0,378 | 1,23 | 0,378 | 1,23 |
| 665 | 0,382 | 1,23 | 0,381 | 1,23 |
| 670 | 0,385 | 1,23 | 0,384 | 1,23 |
| 675 | 0,388 | 1,23 | 0,388 | 1,23 |
| 680 | 0,392 | 1,23 | 0,392 | 1,23 |
| 685 | 0,396 | 1,23 | 0,396 | 1,23 |
| 690 | 0,400 | 1,23 | 0,400 | 1,23 |
| 695 | 0,403 | 1,23 | 0,403 | 1,23 |
| 700 | 0,406 | 1,23 | 0,406 | 1,23 |
| 705 | 0,409 | 1,23 | 0,409 | 1,23 |
| 710 | 0,412 | 1,23 | 0,411 | 1,23 |
| 715 | 0,414 | 1,23 | 0,414 | 1,23 |
| 720 | 0,417 | 1,23 | 0,417 | 1,23 |
| 725 | 0,420 | 1,23 | 0,419 | 1,23 |
| 730 | 0,423 | 1,23 | 0,423 | 1,23 |
| 735 | 0,426 | 1,23 | 0,426 | 1,23 |
| 740 | 0,429 | 1,23 | 0,429 | 1,23 |
| 745 | 0,433 | 1,23 | 0,432 | 1,23 |
| 750 | 0,435 | 1,23 | 0,435 | 1,23 |
| 755 | 0,438 | 1,23 | 0,438 | 1,23 |
| 760 | 0,440 | 1,23 | 0,440 | 1,23 |
| 765 | 0,442 | 1,23 | 0,442 | 1,24 |
| 770 | 0,444 | 1,23 | 0,444 | 1,23 |
| 775 | 0,447 | 1,23 | 0,446 | 1,23 |
| 780 | 0,449 | 1,23 | 0,448 | 1,23 |
| 785 | 0,451 | 1,23 | 0,451 | 1,23 |
| 790 | 0,453 | 1,23 | 0,454 | 1,23 |
| 795 | 0,456 | 1,23 | 0,456 | 1,23 |
| 800 | 0,458 | 1,23 | 0,459 | 1,23 |
| 805 | 0,461 | 1,23 | 0,461 | 1,23 |
| 810 | 0,463 | 1,23 | 0,463 | 1,23 |
| 815 | 0,465 | 1,23 | 0,466 | 1,23 |
| 820 | 0,467 | 1,23 | 0,468 | 1,24 |
| 825 | 0,469 | 1,23 | 0,470 | 1,24 |
| 830 | 0,471 | 1,23 | 0,472 | 1,23 |
| 835 | 0,473 | 1,23 | 0,473 | 1,23 |
| 840 | 0,474 | 1,23 | 0,475 | 1,23 |
| 845 | 0,476 | 1,23 | 0,477 | 1,23 |
| 850 | 0,478 | 1,23 | 0,479 | 1,23 |
| 855 | 0,479 | 1,23 | 0,481 | 1,23 |
| 860 | 0,481 | 1,23 | 0,483 | 1,23 |
| 865 | 0,483 | 1,23 | 0,484 | 1,23 |
| 870 | 0,485 | 1,23 | 0,487 | 1,23 |
| 875 | 0,486 | 1,23 | 0,488 | 1,23 |
| 880 | 0,487 | 1,23 | 0,490 | 1,23 |
| 885 | 0,489 | 1,23 | 0,491 | 1,23 |
| 890 | 0,490 | 1,23 | 0,492 | 1,23 |
| 895 | 0,490 | 1,23 | 0,493 | 1,23 |
| 900 | 0,491 | 1,23 | 0,494 | 1,23 |
| 905 | 0,491 | 1,23 | 0,495 | 1,23 |
| 910 | 0,491 | 1,23 | 0,495 | 1,23 |
| 915 | 0,491 | 1,23 | 0,495 | 1,23 |
| 920 | 0,491 | 1,23 | 0,496 | 1,23 |
| 925 | 0,491 | 1,23 | 0,497 | 1,23 |
| 930 | 0,491 | 1,23 | 0,497 | 1,23 |
| 935 | 0,491 | 1,23 | 0,498 | 1,23 |
| 940 | 0,490 | 1,23 | 0,499 | 1,23 |
| 945 | 0,489 | 1,23 | 0,500 | 1,23 |
| 950 | 0,488 | 1,23 | 0,500 | 1,23 |
| 955 | 0,487 | 1,25 | 0,499 | 1,25 |
| 960 | 0,484 | 1,25 | 0,500 | 1,25 |
| 965 | 0,479 | 1,26 | 0,496 | 1,28 |
| 970 | 0,474 | 1,26 | 0,493 | 1,26 |
| 975 | 0,467 | 1,26 | 0,490 | 1,26 |
| 980 | 0,460 | 1,26 | 0,487 | 1,26 |
| 985 | 0,450 | 1,27 | 0,482 | 1,45 |
| 990 | 0,440 | 1,27 | 0,475 | 1,46 |
| 995 | 0,427 | 1,29 | 0,469 | 1,28 |
| 1000 | 0,413 | 1,43 | 0,460 | 1,43 |
| 1005 | 0,396 | 1,59 | 0,450 | 1,60 |
| 1010 | 0,378 | 1,44 | 0,439 | 1,44 |
| 1015 | 0,356 | 1,30 | 0,425 | 1,30 |
| 1020 | 0,333 | 1,30 | 0,408 | 1,30 |
| 1025 | 0,308 | 1,30 | 0,389 | 1,30 |
| 1030 | 0,282 | 1,30 | 0,369 | 1,30 |
| 1035 | 0,255 | 1,30 | 0,347 | 1,76 |
| 1040 | 0,228 | 1,30 | 0,322 | 1,31 |
| 1045 | 0,201 | 1,30 | 0,298 | 1,31 |
| 1050 | 0,173 | 1,30 | 0,275 | 1,65 |
| 1055 | 0,157 | 1,30 | 0,249 | 1,43 |
| 1060 | 0,142 | 1,30 | 0,221 | 1,30 |
| 1065 | 0,128 | 1,30 | 0,204 | 1,44 |
| 1070 | 0,115 | 1,30 | 0,189 | 1,30 |
| 1075 | 0,103 | 1,30 | 0,173 | 1,32 |
| 1080 | 0,093 | 1,30 | 0,158 | 1,30 |
| 1085 | 0,082 | 1,30 | 0,145 | 1,30 |
| 1090 | 0,073 | 1,30 | 0,131 | 1,33 |
| 1095 | 0,065 | 1,30 | 0,118 | 2,60 |
| 1100 | 0,058 | 1,30 | 0,108 | 1,30 |

**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: Hamamatsu Silisium 10, RA-SPR-26

InGaAs 12, RA-SPR-32.

Forsterker: Vinculum E747-NOA1

Voltmeter: Keithley 2000

Monokromator: McPherson, IR grating

Lyskilde: Halogenlampe

Xenonlampe