

Amatorski przyrząd pomiarowy promieniowania UV oraz UV-AB

Zygmunt Bock

I. Moduły składowe przyrządu:

1. Mikrokomputer Mikrobot, Moduł WIFI ESP8266, NodeMCU V3, Arduino WIFI IoT



Opis

Moduł WiFi ESP8266 + NodeMCU V3 to wszechstronny mikrokontroler oparty na układzie ESP8266. Umożliwia prostą realizację projektów IoT na platformie Arduino, MicroPython lub Lua. Dzięki kompaktowym rozmiarom i wbudowanemu WiFi, jest idealny do tworzenia systemów z automatyzacją domową oraz zdalnym monitorowaniem urządzeń.

Układ wyposażony jest w 10 pinów GPIO, 1-Wire, magistralę I2C, przetwornik analogowo-cyfrowy oraz antenę PCB.

Na płytce znajduje się konwerter USB-UART CH340, który umożliwia bezproblemowe programowanie modułu z wykorzystaniem środowiska **Arduino IDE**.

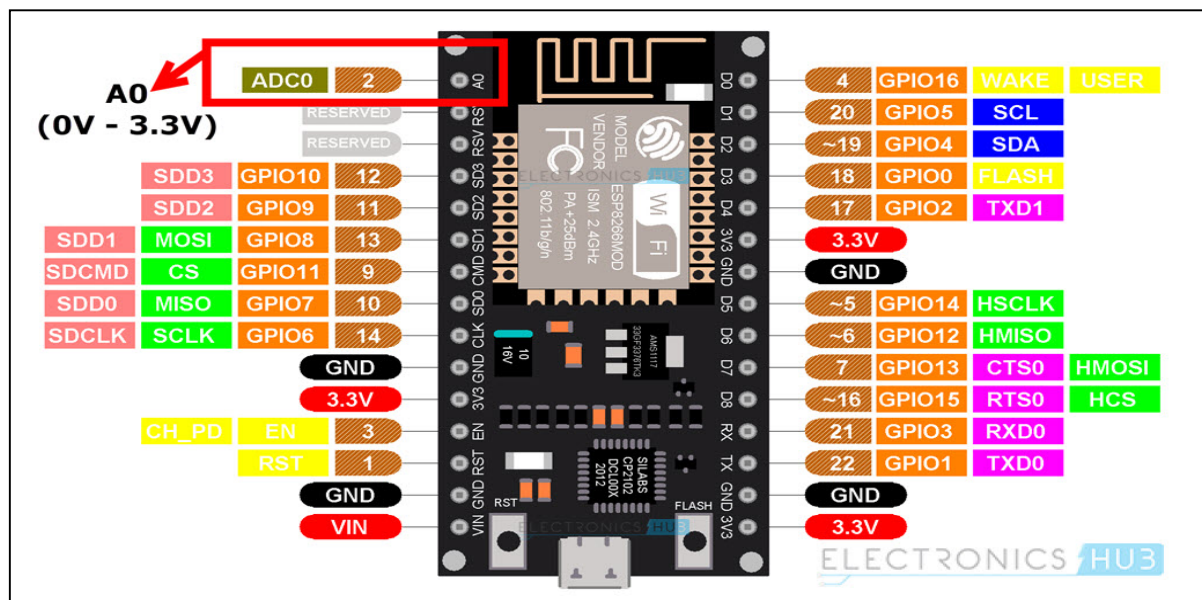
Istnieje możliwość programowania modułu w MicroPython.

Możliwość programowania modułu po WiFi bez konieczności każdorazowego połączenia z komputerem.

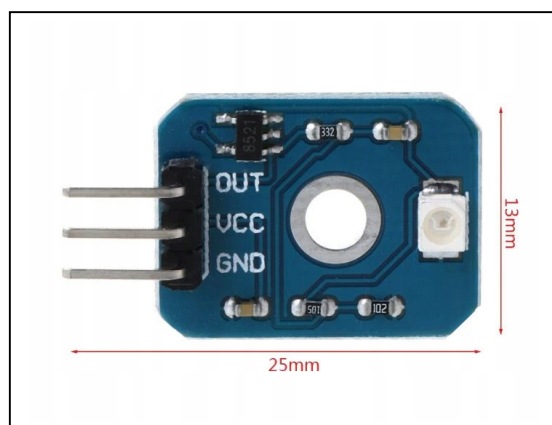
Specyfikacja:

- Moduł oparty na układzie **ESP8266**
- **10 GPIO** - każdy może działać jako PWM, I2C lub 1-Wire
- Wbudowane **złącze microUSB**
- Konwerter USB-UART CH340
- Wbudowana antena PCB
- **WiFi: 2,4 GHz**
- **Raster wyprowadzeń: 2,54 mm**
- **Rozstawienie złącz: 28 mm**
- **Wymiary: 58 x 30 mm**

Oznaczenie pinów:



2. Czujnik promieniowania UV



Opis produktu.

- ☆ **Napięcie zasilania:** 3,3 – 5V DC
- ☆ **Napięcie wyjściowe:** 0 – 1V DC. Napięcie na pinie OUT zmienia się w zakresie **od 0 do 1V**, wraz ze zwiększaniem intensywności promieniowania UV.
- ☆ **Zakres widma odpowiedzi:** 200 – 375nm
- ☆ **Dokładność pomiaru:** 1UV indeks
- ☆ **Pobór prądu:** 0,06mA (max 0,1mA)

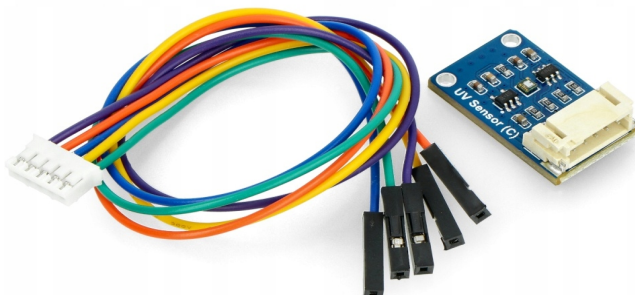
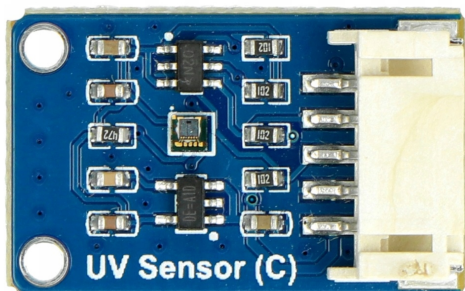
3. Czujnik światła ultrafioletowego UV - LTR390-UV I2C

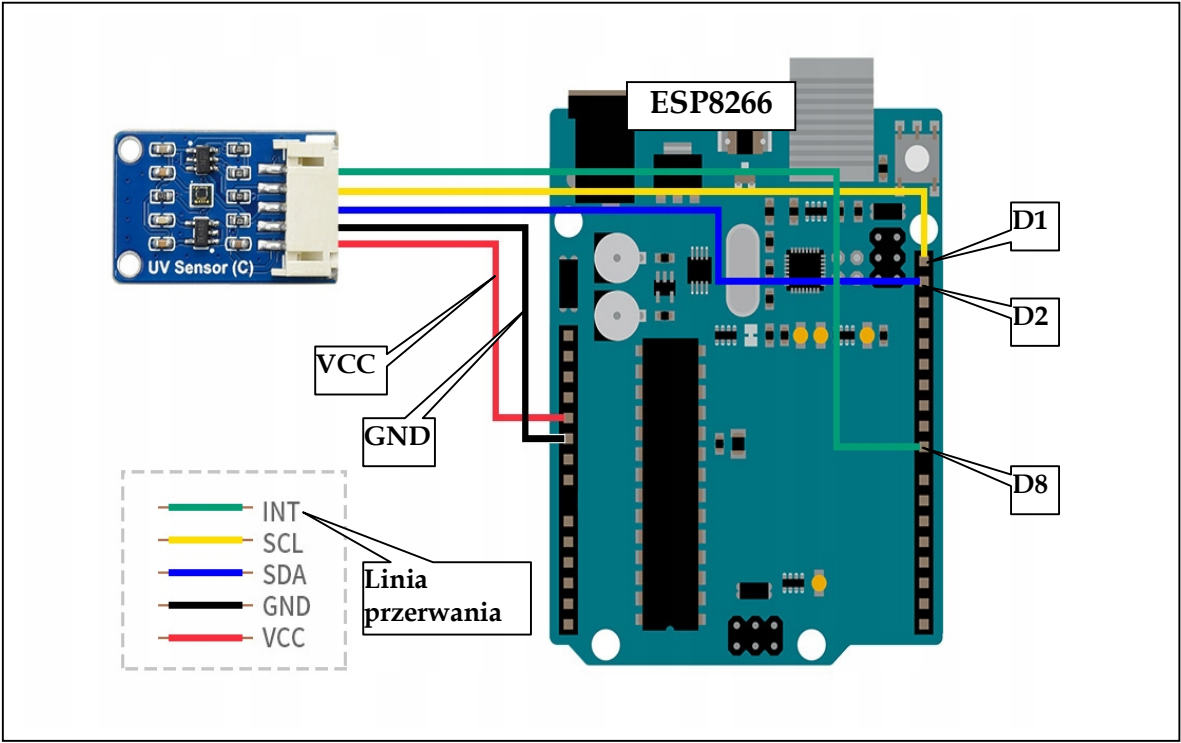
Moduł z cyfrowym czujnikiem światła ultrafioletowego UV wyposażonego w układ LTR390.

Przeznaczony do pomiaru promieniowania ultrafioletowego i światła widzialnego. Charakteryzuje się wysoką czułością, szybką reakcją oraz компактowymi wymiarami. Pozwala na łatwą integrację z innymi urządzeniami. Posiada wbudowany przetwornik ADC. Umożliwia pomiar promieniowania o długości fali w zakresie od 280-430 nm. Zasilany napięciem w zakresie od 3 V do 5 V, wykorzystuje magistralę I2C do komunikacji z modułem kontrolera.

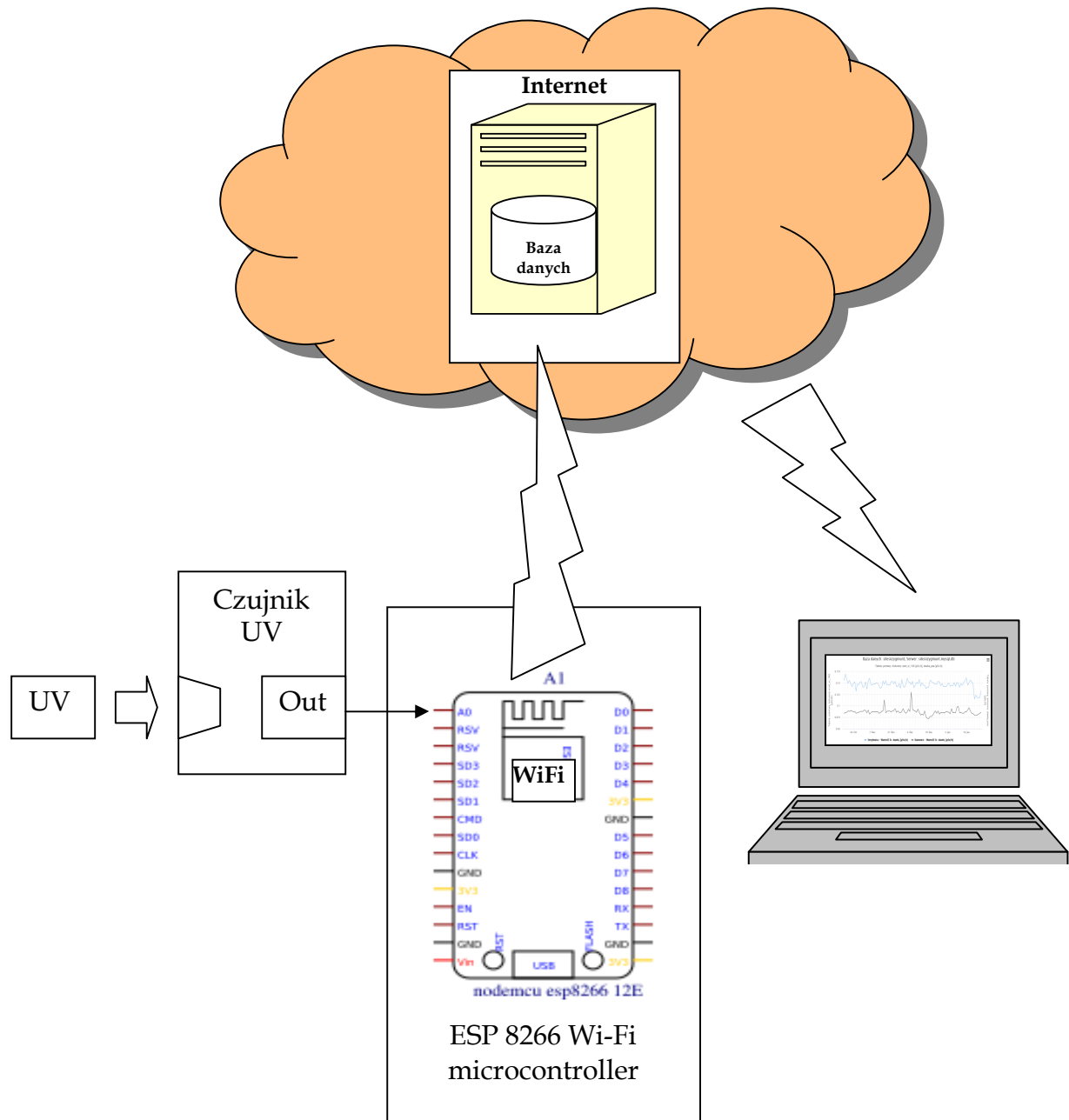
Specyfikacja techniczna czujnika światła ultrafioletowego UV od Waveshare

- Typ: czujnik światła ultrafioletowego UV
- Wbudowany układ: LTR390-UV-01
- Interfejs komunikacyjny: magistrala I2C
- Adres interfejsu: 0x53 (stały)
- Pomiar promieniowania o długości fali w zakresie: od 280 nm do 430 nm
- Zakres napięcia roboczego: 3,3 V / 5 V
- Średnica otworu montażowego: 2 mm
- Wymiary modułu: 27 x 20 mm

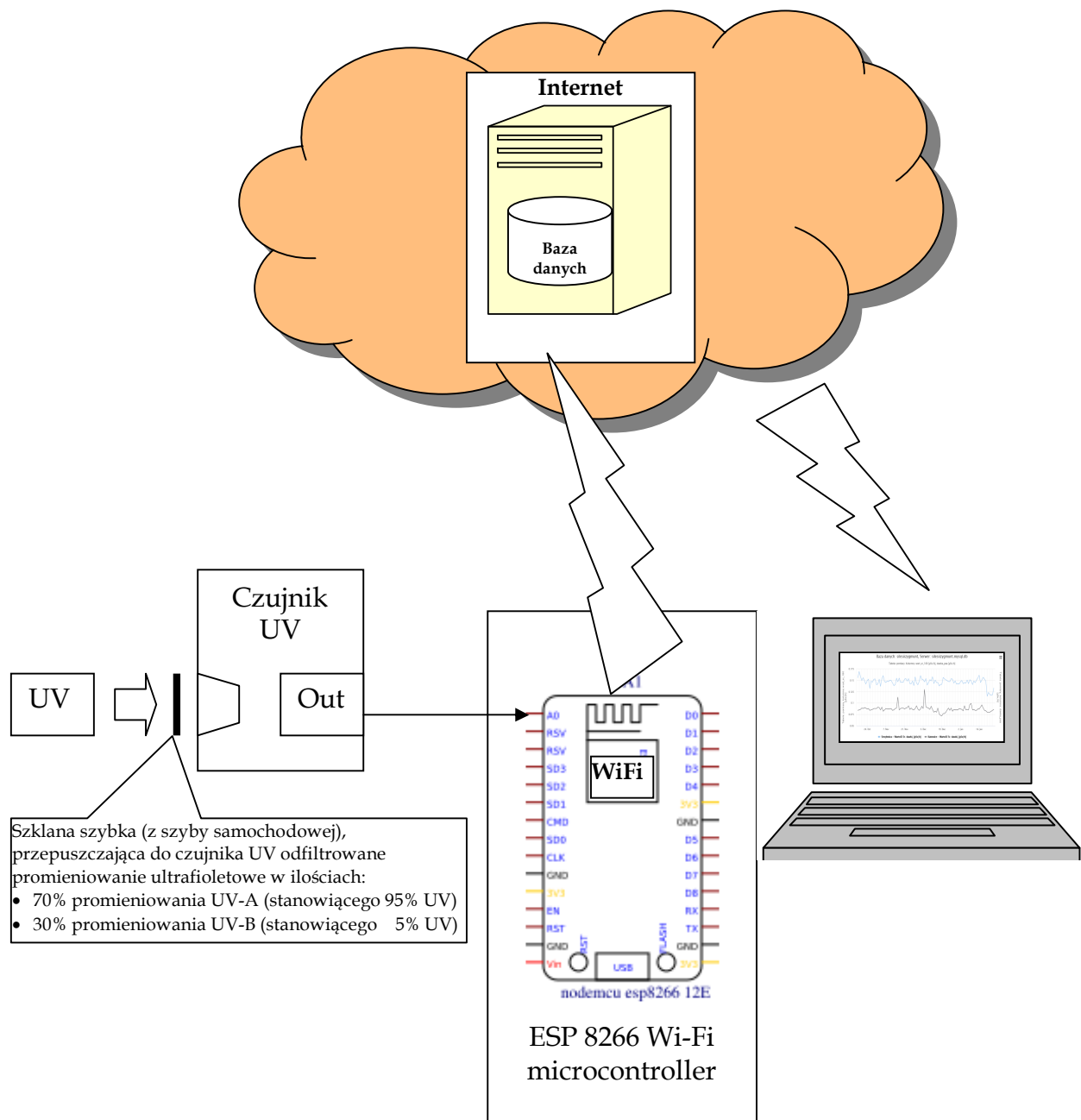




II. Schemat logiczny przyrządu pomiarowego promieniowania UV

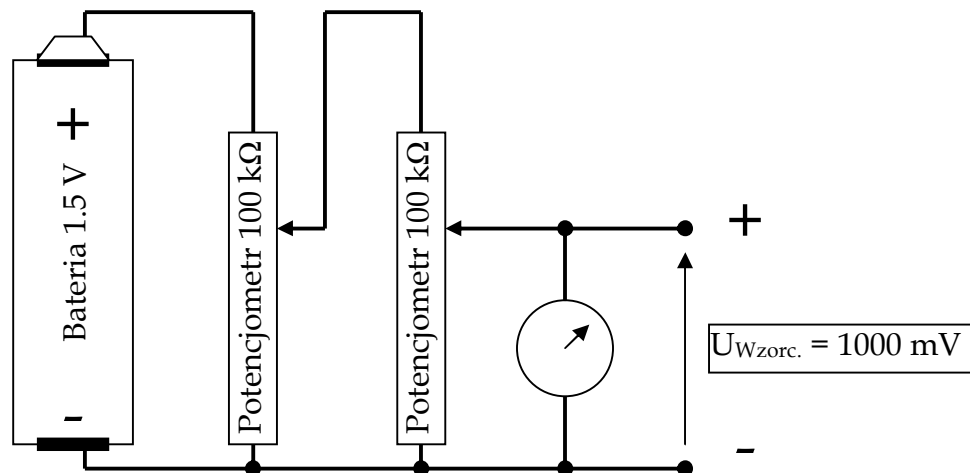


II. Schemat logiczny przyrządu pomiarowego promieniowania UV-AB



III. Kalibracja amatorskiego przyrządu pomiarowego

W związku z tym, że w czujniku UV napięcie wyjściowe na pinie OUT zmienia się w zakresie od 0 do 1V, wraz ze zwiększaniem intensywności promieniowania UV w jednostkach [UVI], dlatego też, do kalibracji przyrządu pomiarowego, opartego na układzie ESP8266, użyto wzorcowego napięcia $U_{Wzorc.} = 1000\text{mV}$, pokazanego na poniższym rysunku,



ustalonego za pomocą elektronicznego multimetru (o dokładności pomiaru $\pm 0.1\%$), które następnie podano na pin A0 układu ESP8266, na którym może być napięcie od 0 do 3.3V.

III. 1. Kalibracja przyrządu pomiarowego dla pomiarów UV

1. W celu doprowadzenia do sytuacji, żeby na wyjściu układu pomiarowego pojawił się pomiar o wartości 3000, jak pokazano na poniższym rysunku, w polu "Formuła" wprowadzono mnożnik o wartości 2.99992.

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UV	$\%value\% * 2.99992$	<input checked="" type="checkbox"/>	2

2. Aby doprowadzić do sytuacji, że pomiary będą prezentowane w jednostkach [UVI], do formuły wprowadzono dzielnik 100, $\%value\%*(2.99992/100)$, co pokazano na poniższym rysunku.

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UV	$\%value\%*(2.99992/100)$	<input checked="" type="checkbox"/>	2

3. Kolejnym czynnikiem, który wprowadzono do pola "Formuła", to czynnik zwiększający pomiary czujnika zamkniętego w obudowie pomiarowej, do poziomu pomiarów bez obudowy.

Średnia wartość 15 pomiarów promieniowania ultrafioletowego, dokonane przez czujnik UV umieszczony w obudowie pomiarowej, wyniosła 25.19 UVI.

Średnia wartość 15 pomiarów promieniowania ultrafioletowego, dokonane przez czujnik UV wyciągnięty z obudowie pomiarowej, wyniosła 29.66 UVI.

Zatem współczynnik $K_{UV} = 29.69 / 25.19 = 1.17864$

Na poniższym rysunku, w polu "Formuła", wprowadzono współczynnik $K_{UV} = 1.17864$ do wyrażenia przeliczającego pomiary, który ma postać: $\%value\% * (2.99992/100) * 1.17864$

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UV	$\%value\% * (2.99992/100) * 1.17864$	<input checked="" type="checkbox"/>	2

4. Ostatnim elementem składowym dodanym do wyrażenia przeliczającego pomiary zawartego w polu "Formuła" jest liczba 0.25, która pojawiała się w okienku pomiarowym, kiedy była noc. Żeby zlikwidować zawyżony pomiar o tę liczbę, wprowadzono ją do wyrażenia przeliczającego pomiary, co pokazano poniżej:

Ostateczne wyrażenie przeliczające ma postać: $\%value\% * (2.99992/100) * 1.17864 - 0.25$

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UV	$alue\% * (2.99992/100) * 1.17864 - 0.25$	<input checked="" type="checkbox"/>	2

III. 2. Kalibracja przyrządu pomiarowego dla pomiarów UV-AB

1. W celu doprowadzenia do sytuacji, żeby na wyjściu układu pomiarowego pojawił się pomiar o wartości 3000, jak pokazano na poniższym rysunku, w polu "Formuła" wprowadzono mnożnik o wartości 0.29999993.

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UVAB	%value%*2.9999993	<input checked="" type="checkbox"/>	2

2. Aby doprowadzić do sytuacji, że pomiary będą prezentowane w jednostkach [UVI], do formuły wprowadzono dzielnik 100, $\%value\%*2.9999993/100$, co pokazano poniżej.

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UVAB	%value%*2.9999993/100	<input checked="" type="checkbox"/>	2

3. Kolejnym czynnikiem, który wprowadzono do pola "Formuła", to czynnik zwiększający pomiary czujnika UVAB zamkniętego w obudowie pomiarowej, do poziomu pomiarów bez obudowy.

Średnia wartość 15 pomiarów promieniowania ultrafioletowego, dokonane przez czujnik UVAB umieszczony w obudowie pomiarowej, wyniosła 19.00 UVI.

Średnia wartość 15 pomiarów promieniowania ultrafioletowego, dokonane przez czujnik UVAB wyciągnięty z obudowie pomiarowej, wyniosła 30.6 UVI.

Zatem, współczynnik $K_{UVab} = 36.6 / 19.00 = 1.61053$

Na poniższym rysunku, w polu "Formuła", wprowadzono współczynnik $K_{UVAB} = 1.61053$ do wyrażenia przeliczającego pomiary, który ma postać: $\%value\%*(2.9999993/100)*1.61053$

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UVAB	%value%*0.29999993*1.61053	<input checked="" type="checkbox"/>	2

5. Kolejnym czynnikiem, który wprowadzono do pola "Formuła", to współczynnik zwiększający pomiary czujnika UVAB zamkniętego w obudowie pomiarowej ze szkiełkiem samochodowym, do poziomu pomiarów bez szkiełka.

Pomiary współczynnika pochłaniania odbywały się przy błękitnym niebie po południu, ok 17-18. Odstęp pomiędzy pomiarami ok. 2 min. Czujnik "patrzył" w niebo, ale nie na Słońce.

Średnia wartość 15 pomiarów promieniowania UV, dokonane przez czujnik UVAB umieszczony w obudowie pomiarowej ze szkiełkiem samochodowym, wyniosła 19.00 UVI.

Średnia wartość 15 pomiarów promieniowania ultrafioletowego, dokonane przez czujnik UVAB bez szkiełka samochodowego, wyniosła 25.19 UVI.

Zatem współczynnik $K_{\text{Szkiełka}} = 19.00 / 25.19 = 0.754267$

Na poniższym rysunku, w polu "Formuła", wprowadzono współczynnik $K_{\text{Szkiełka}} = 0.754267$ do wyrażenia przeliczającego, który ma postać: $\text{value} \% * (2.9999993 / 100) * 1.61053 * 0.754267$

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UVAB	$*2.9999993/100*1.61053*0.754267$	<input checked="" type="checkbox"/>	2

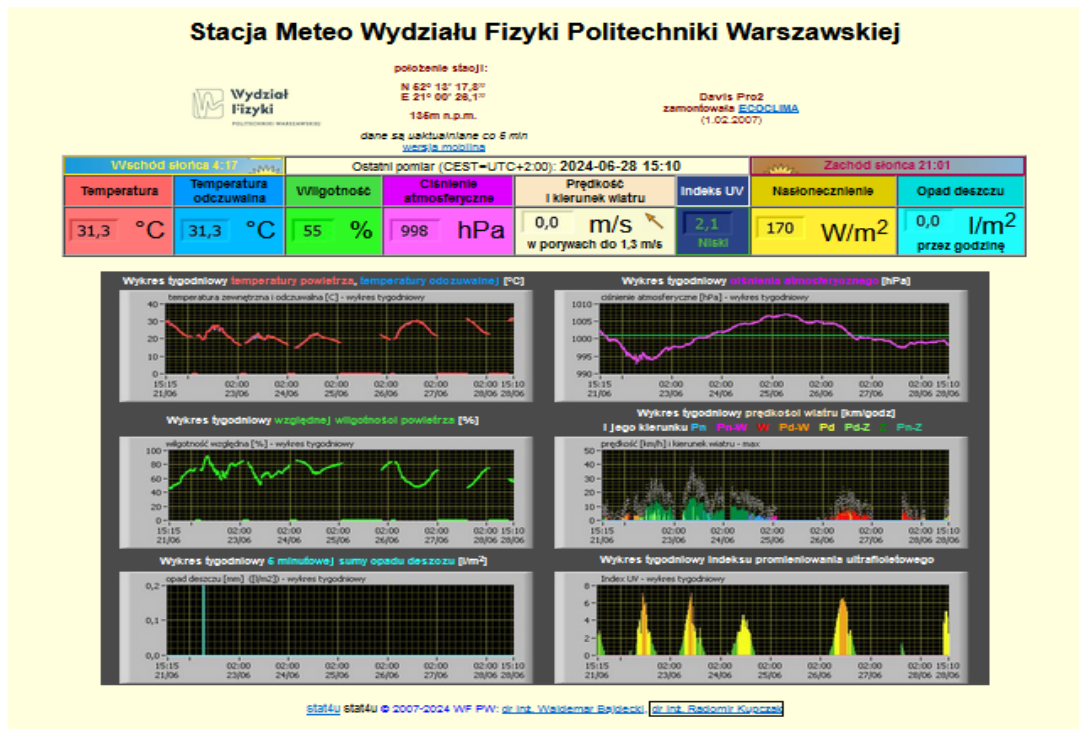
5. Ostatnim elementem składowym dodanym do wyrażenia przeliczającego pomiary zawartego w polu "Formuła" jest liczba 1.09, która pojawiała się w okienku pomiarowym, kiedy była noc. Żeby zlikwidować zawyżony pomiar o tę liczbę, wprowadzono ją do wyrażenia przeliczającego pomiary, co pokazano poniżej:

Ostateczne wyrażenie ma postać: $\%value \% * (2.9999993 / 300) * 1.61053 * 0.754267 - 1.09$

Values				
#	Name	Formuła ?	Stats	Decimals
1	UVAB	$.29999993*1.61053*0.754267-1.09$	<input checked="" type="checkbox"/>	2

III. 3. Końcowa kalibracja czujników UV i UVAB, celu zapewnienia zgodności z pomiarami dokonwanymi przez Stację Meteo Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, dostępnej pod adresem:

<https://www.if.pw.edu.pl/~meteo/>



Zastosowana metoda kalibracyjna.

Z strony internetowej: [https://www.if.pw.edu.pl/~meteo/Stacji Meteo](https://www.if.pw.edu.pl/~meteo/Stacji_Meteo) Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej odczytywano, w bezchmurnych dniach, pomiary natężenia promieniowania UVI, w godzinach południowych, od 12.00 do 12.40, a następnie z tych pomiarów wybierano wartość maksymalną z pomiarów politechnicznych - $UVI_{politechn}$.

Następnie, ze stron pomiarowych:

<https://silesiaart.pl/pomiary/uv.php?Osie=1&Okres=1>

https://silesiaart.pl/pomiary/uv_new.php?Osie=1&Okres=1, w podobny sposób, w tych samych dniach pomiarowych, w tym samym czasie, wyznaczano wartość maksymalną $UVI_{silesiaart}$ z pomiarów wykonanych przez czujniki UV oraz LTR390.

Następnie, na podstawie wzoru:

$$UVI_{\text{silesiaart.}} \times W_{\text{sp.}} = UVI_{\text{politechn.}}$$

wyznaczano $W_{\text{sp.}} = UVI_{\text{politechn.}} / UVI_{\text{silesiaart.}}$

Tak obliczony współczynnik, jak pokazano na poniższym rysunku, w polu "Formuła", wprowadzono współczynnik $W_{\text{sp.}} = 0.2596$ do wyrażenia przeliczającego pomiary, który ma postać: **%value% * 0.2596**

Values			
#	Name	Formuła ?	Decimals
	UVIndex	%value%*0.2596	

W ten sposób, wykonywano kolejne kalibracje, w kolejnych bezchmurnych dniach, zbliżając się do dnia przesilenia letniego, w słoneczne południe, gdzie pomiary UVI są maksymalne w stosunku do pomiarów całorocznych.