



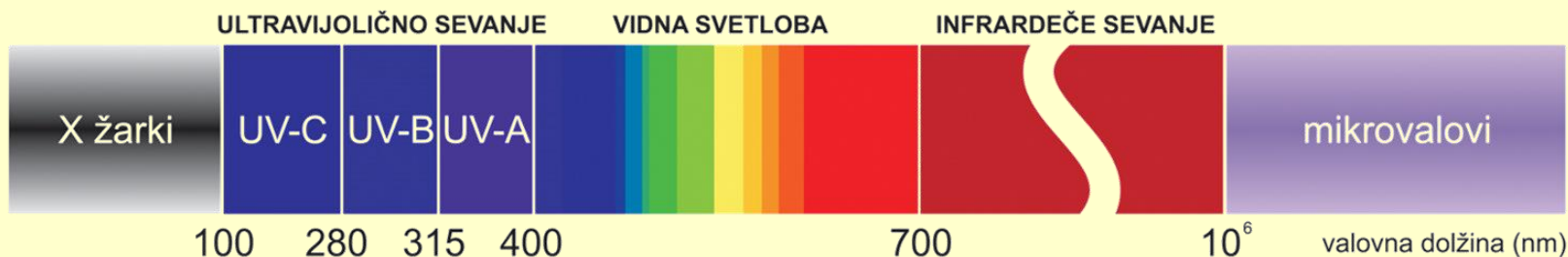
# IZPOSTAVLJENOST UV SEVANJEM

dr. Blaž Valič, doc. dr. Peter Gajšek  
INIS, Ljubljana, Slovenija

[blaz.valic@inis.si](mailto:blaz.valic@inis.si)



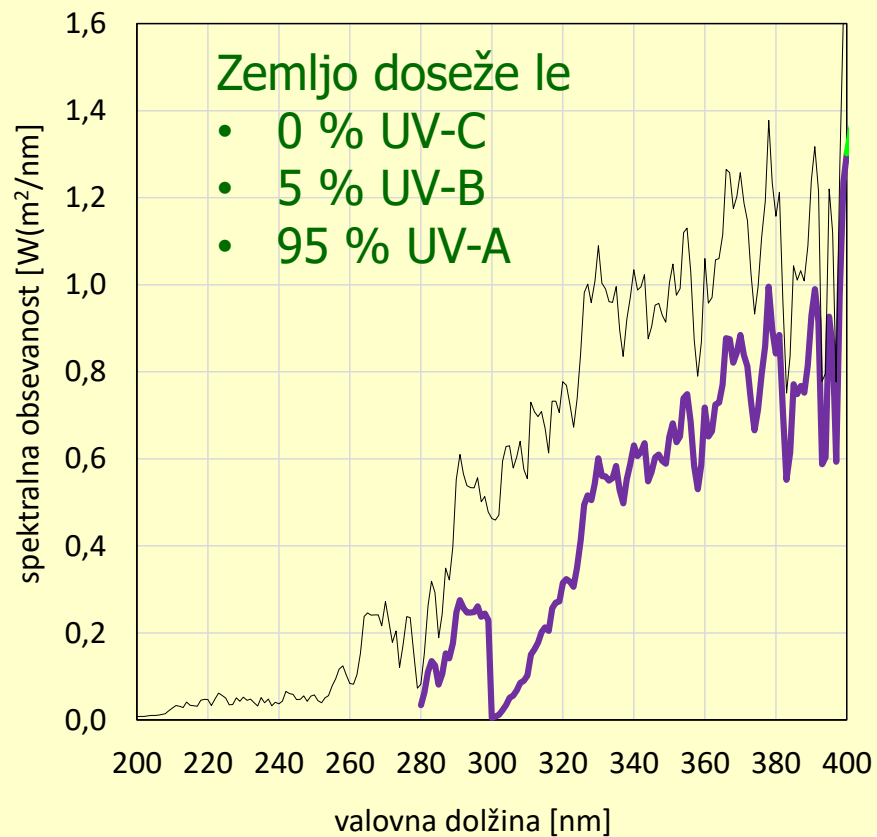
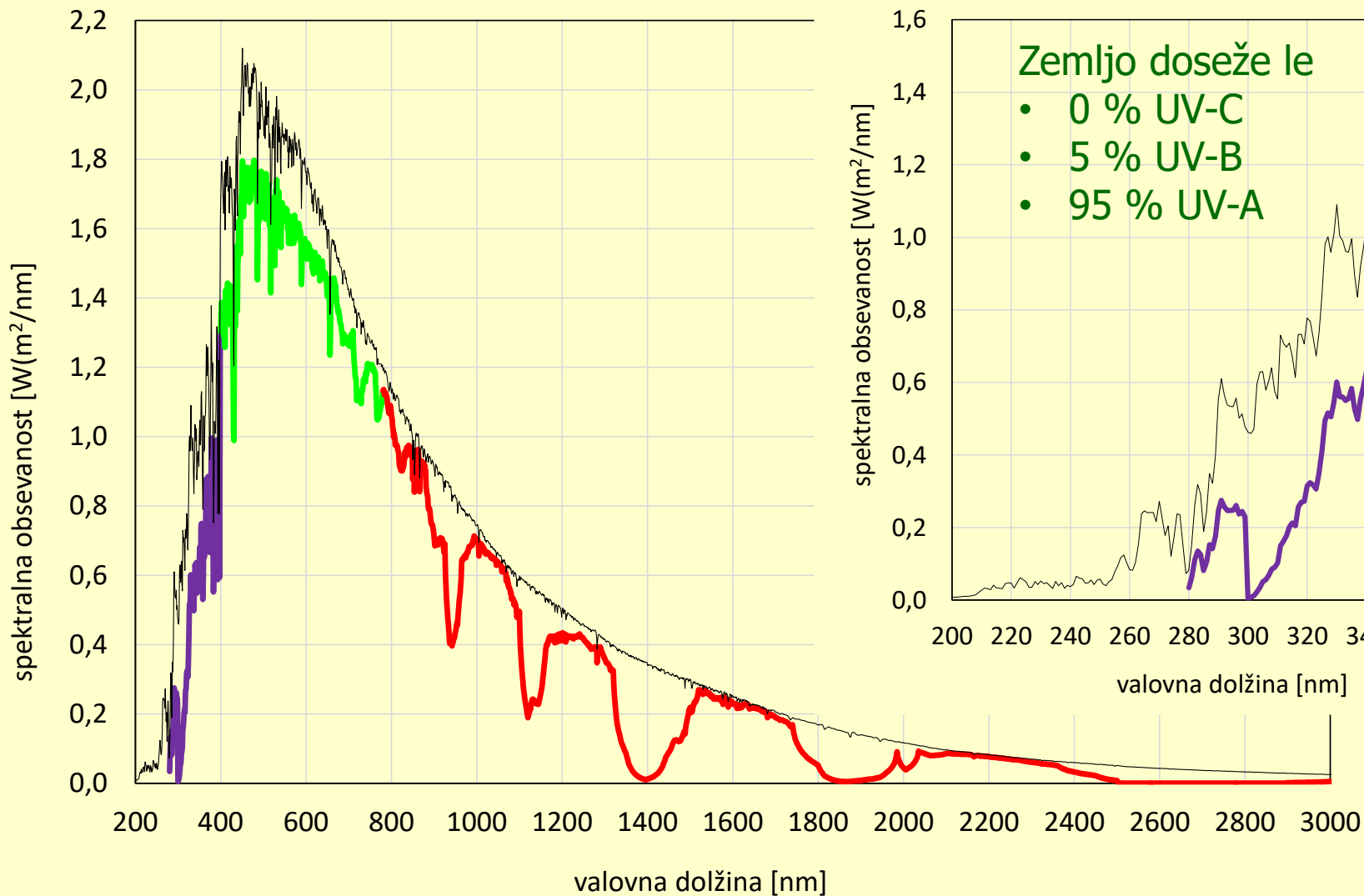
# Spekter optičnih sevanj



| <b>območje</b> | <b>Valovna dolžina</b> |
|----------------|------------------------|
| UV-C           | 100 - 280 nm           |
| UV-B           | 280 – 315 nm           |
| UV-A           | 315 – 400 nm           |
| Vidna svetloba | 400 – 780 nm           |
| IR-A           | 780 – 1.400 nm         |
| IR-B           | 1.400 – 3.000 nm       |
| IR-C           | 3.000 nm – 1 mm        |

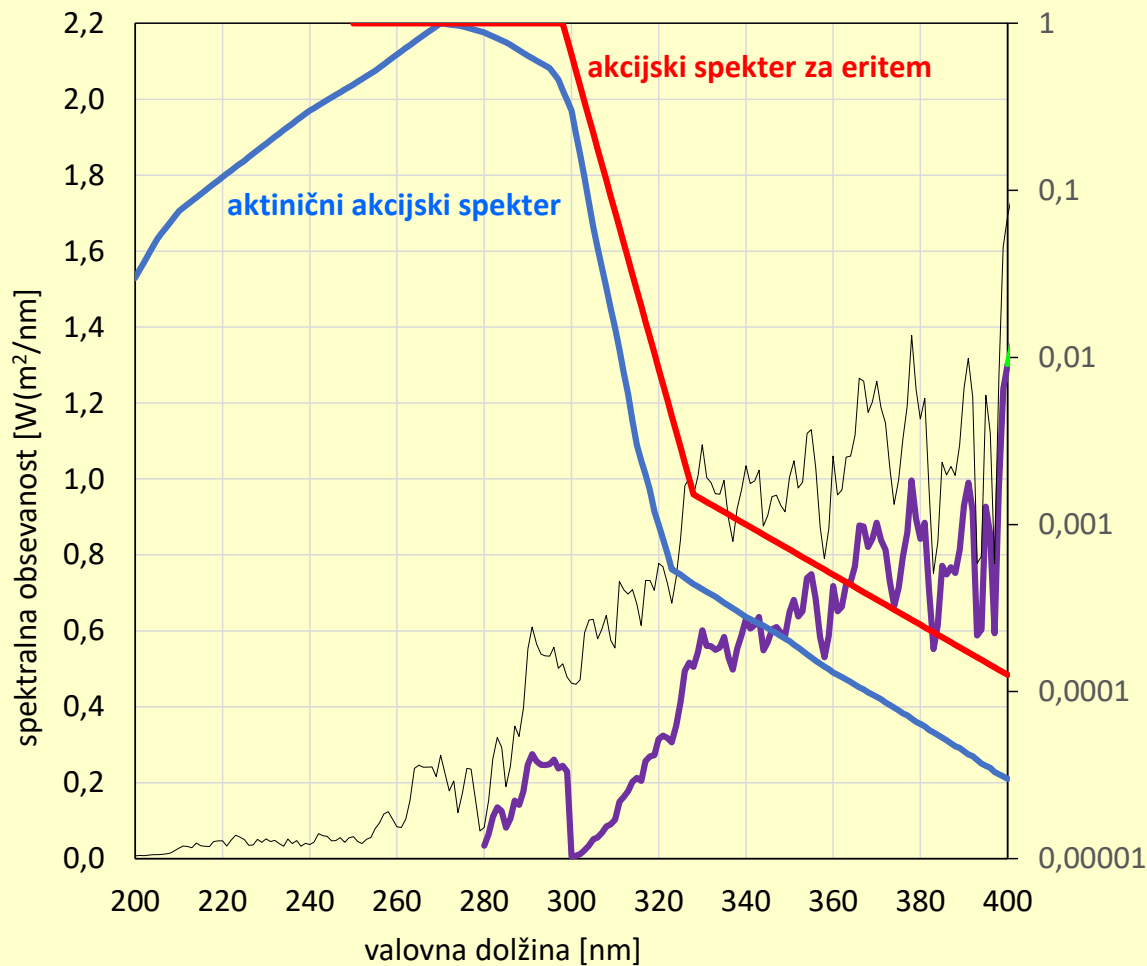


# UV na zemlji





# Akcijski spektri UV



$$E = \int_{280 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E(\lambda) \cdot C(\lambda) d\lambda$$

$E(\lambda)$  - jakost sončnega sevanja ( $W/m^2/nm$ )  
 $C(\lambda)$  - krivulja akcijskega spektra za eritem  
 $\lambda$  - valovna dolžina med 280 in 400 nm



# UV indeks

- ❖ merilo za velikost učinka UV na kožo
- ❖ odvisen od geografskega položaja, nadmorske višine, letnega časa, ure, stanja ozračja...
- ❖ vrednost efektivne obsevanosti za eritem pomnožimo s 40
- ❖ npr.  $0,15 \text{ W/m}^2 = \text{UV indeks } 6$
- ❖ največja efektivna obsevanost za eritem sonca v
  - ❖ Helsinkih, Finska:  $0,15 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{UV indeks } 6$
  - ❖ Atenah, Grčija:  $0,26 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{UV indeks } 10,4 \approx \text{LJUBLJANA}$
  - ❖ Darwinu, Avstralija:  $0,32 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{UV indeks } 12,8 \approx \text{KREDARICA}$

## NAPOVED UV INDEKSA

UV indeks ob jasnem vremenu sredi dneva po nižinah doseže 8,5 in v gorah 9,5. V navedenih vrednostih ni upoštevan odbiti del UV sevanja, ki lahko v skrajnih primerih celo podvoji prejeto dozo. Svež sneg odbije skoraj vse UV žarke. UV indeks je brezdimenzijska mera za moč UV sončnega sevanja. Ob jasnem vremenu je najvišji okoli 13. ure. Pri vrednostih med 7 in 9 je izpostavljenost velika; zaščitimo se s pokrivalom, sončnimi očali, uporabimo zaščitno kremo, med 11. in 15. uro se izogibamo izpostavljanju soncu. Pri vrednostih 10 in več je najbolje, da se soncu med 11. in 15. uro izognemo, če to ni možno, uporabimo vsa zaščitna sredstva.



# Izpostavljenosti UV

- ❖ Standardna eritemska doza (SED) je količina energije UV sevanja, ki na občutljivi še neobsevani koži povzroči komaj opazno pordelost.

$$1 \text{ SED} = 100 \text{ J/m}^2$$

- ❖ primer izpostavljenosti na soncu

- ❖ UV indeks je 8. V kolikem času bo dosežen 1 SED?

$$E = \frac{8}{40 \text{ m/W}^2} = 0,2 \text{ W}^2/\text{m} \qquad t = \frac{100 \text{ J/m}^2}{0,2 \text{ W}^2/\text{m}} = 500 \text{ s}$$

- ❖ primer izpostavljenosti v solariju

- ❖ solarij skladen z zahtevami pravilnika:  $UV < 0,3 \text{ W/m}^2$
- ❖ izpostavljenost 5 minut (priporočena vrednost za prvi obisk)

$$H = 0,3 \text{ W/m}^2 \cdot 300 \text{ s} = 90 \text{ J/m}^2$$



# Izpostavljenosti UV sonca SED v enem letu

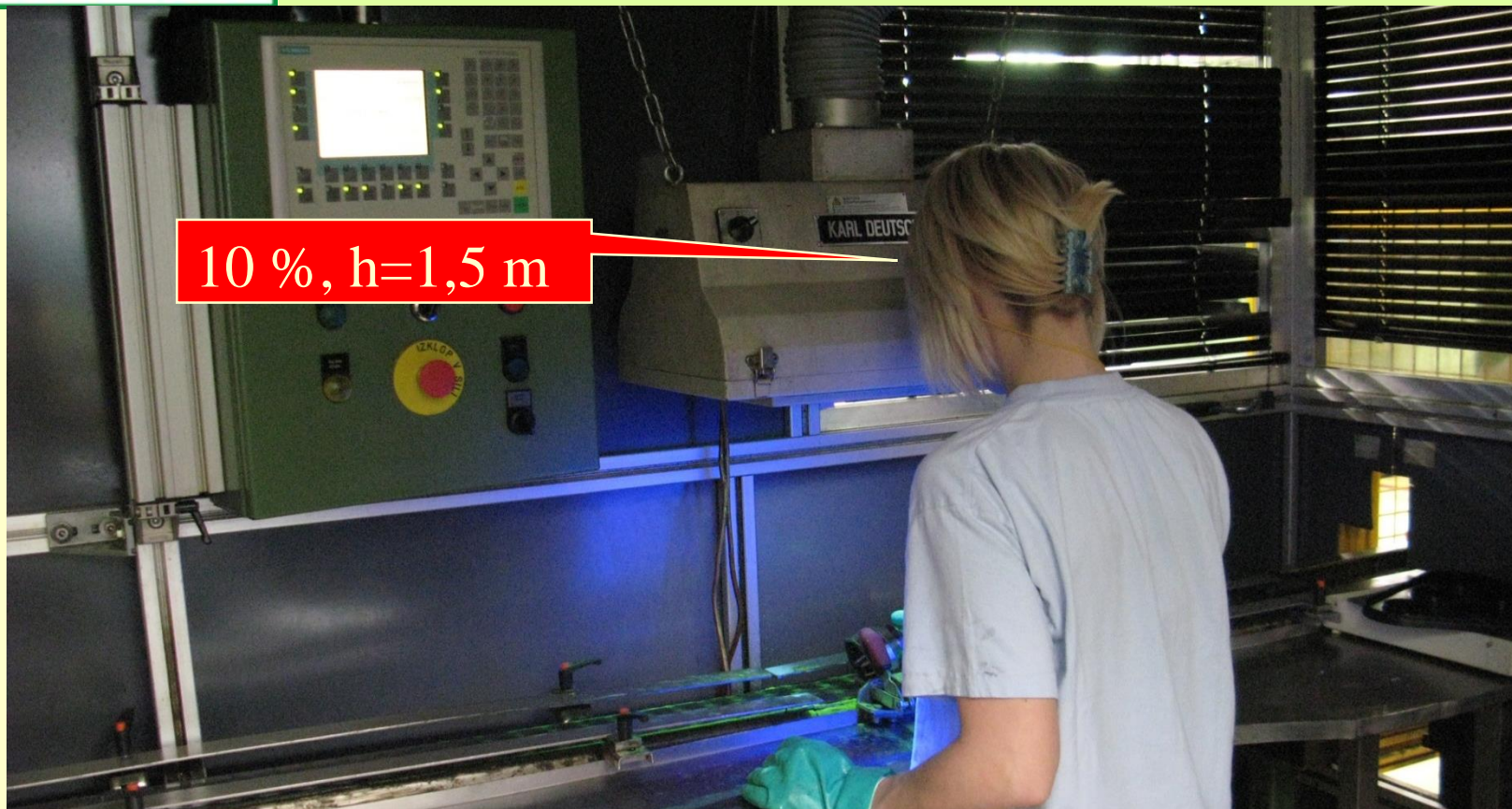
| poklic                     | SED |
|----------------------------|-----|
| delavec v kamnolomu        | 531 |
| fasader                    | 494 |
| tesar                      | 474 |
| gradbeni delavec (ceste)   | 469 |
| betoner                    | 457 |
| krovec                     | 444 |
| zidar                      | 435 |
| sadjar                     | 395 |
| vinogradnik                | 388 |
| delavec na dvizni ploščadi | 360 |
| voznik kopača              | 343 |

| poklic                         | SED |
|--------------------------------|-----|
| električar                     | 327 |
| voznik tovornjaka              | 311 |
| vrtnar                         | 276 |
| poštar                         | 253 |
| ribič                          | 237 |
| pristaniški, letališki delavec | 222 |
| kmet                           | 211 |
| pometalec                      | 182 |
| antenski delavec               | 164 |
| gozdar                         | 138 |
| serviser kmetijskih strojev    | 126 |





# Izpostavljenosti v industriji UV kontrola izdelkov



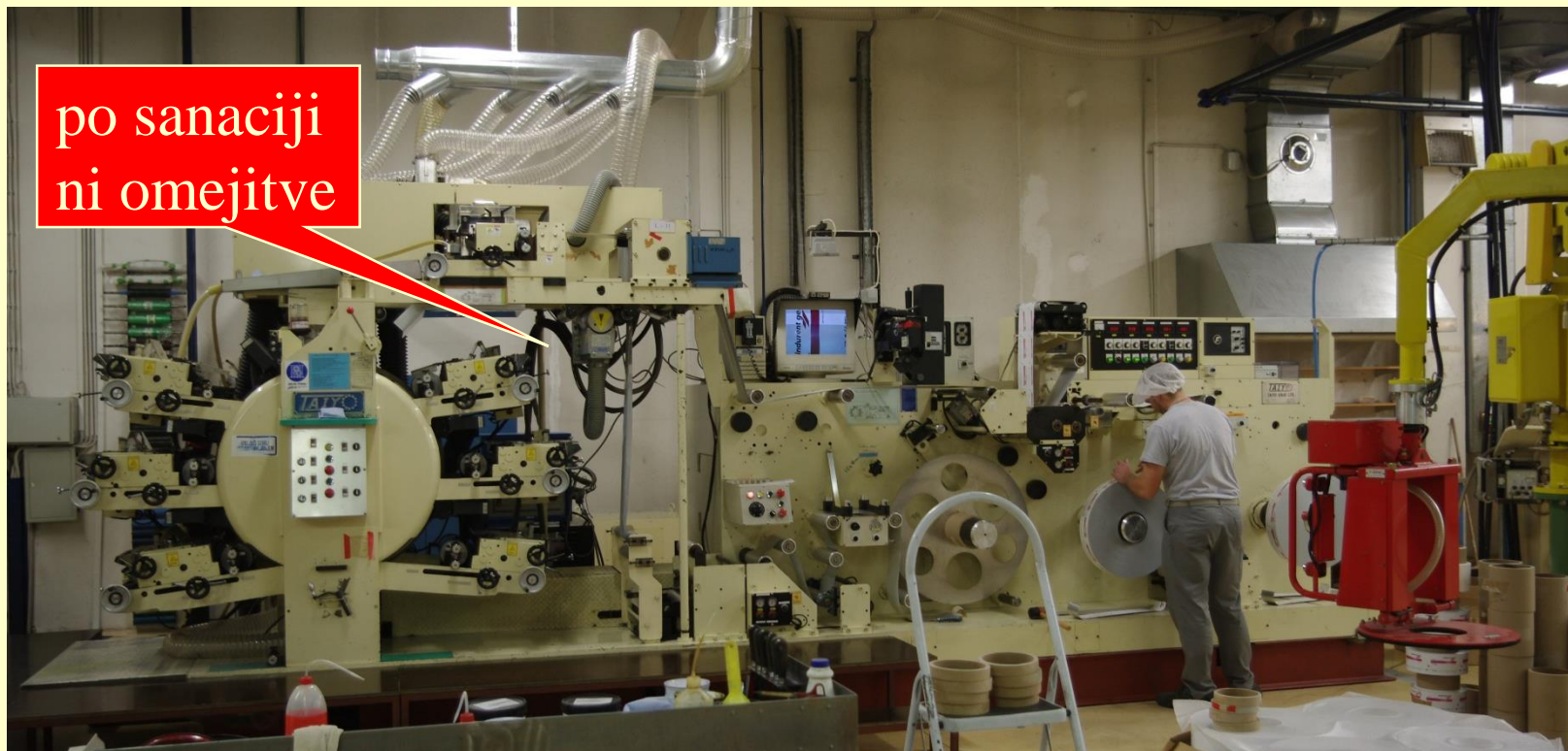
10 %, h=1,5 m

| dejavnik  | mejna vrednost            | izmejena vrednost        | dopustni čas          |
|---|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| efektivna izpostavljenost oči in kože UV - roke | 30 J / m <sup>2</sup>     | 3,95 mW / m <sup>2</sup> | <u>2 h 6 min 35 s</u> |
| izpostavljenost oči UVA                         | 10.000 J / m <sup>2</sup> | 0,39 W / m <sup>2</sup>  | <u>&gt; 8h</u>        |





# Izpostavljenosti v industriji UV sušenje barvil



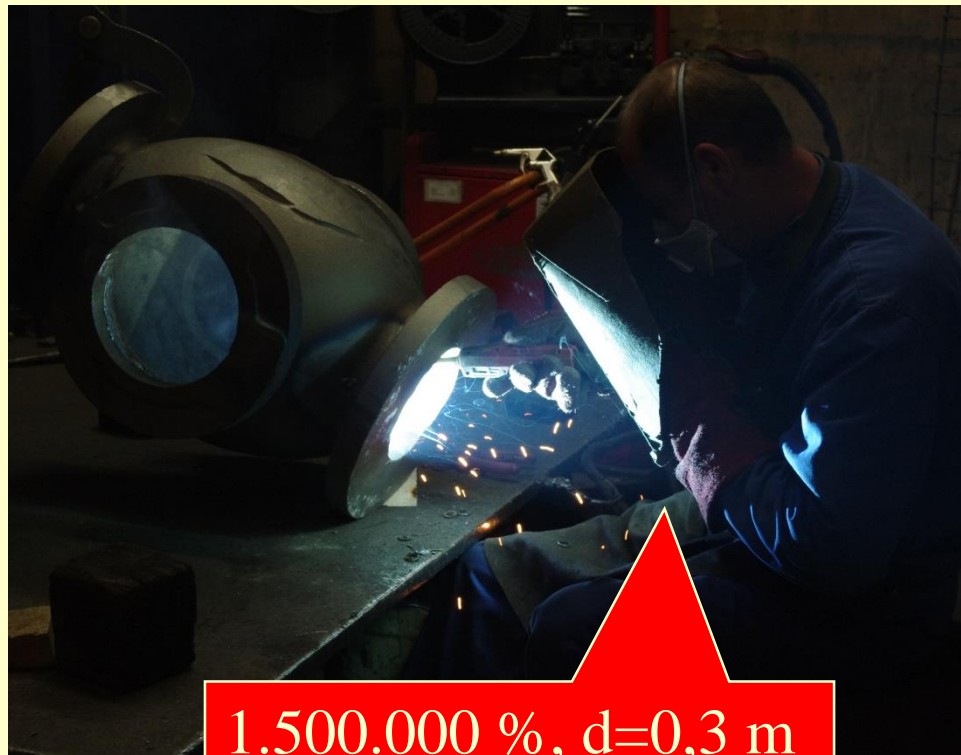
| dejavnik                                 | mejna vrednost        | izmerjena vrednost       | dopustni čas       |
|--|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| efektivna izpostavljenost oči in kože UV | 30 J / m <sup>2</sup> | 18,4 mW / m <sup>2</sup> | <u>27 min 10 s</u> |



# Izpostavljenosti v industriji

## Obločno varjenje

- ❖ SED: doza, da še ne izpostavljena koža minimalno pordeči
  - ❖ 1 SED = 100 J/m<sup>2</sup>
- ❖ mejna vrednost za UV
  - ❖ 30 J/m<sup>2</sup>
- ❖ če ne uporabljajo dolgih rokavov in rokavic – pordečitev
- ❖ POMEMBNO: izpostavljeni tudi 10 m in več stran



1.500.000 %, d=0,3 m

**TIG postopek, 160 A, razdalja 0,3 m**

|   |                        |                               |                                |
|---|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>efektivna izpostavljenost oči in kože UV</b> | <b>H<sub>S</sub></b>   | <b>30 J/m<sup>2</sup></b>     | <b>440.640 J/m<sup>2</sup></b> |
| <b>izpostavljenost oči UVA</b>                  | <b>H<sub>UVA</sub></b> | <b>10.000 J/m<sup>2</sup></b> | <b>621.270 J/m<sup>2</sup></b> |

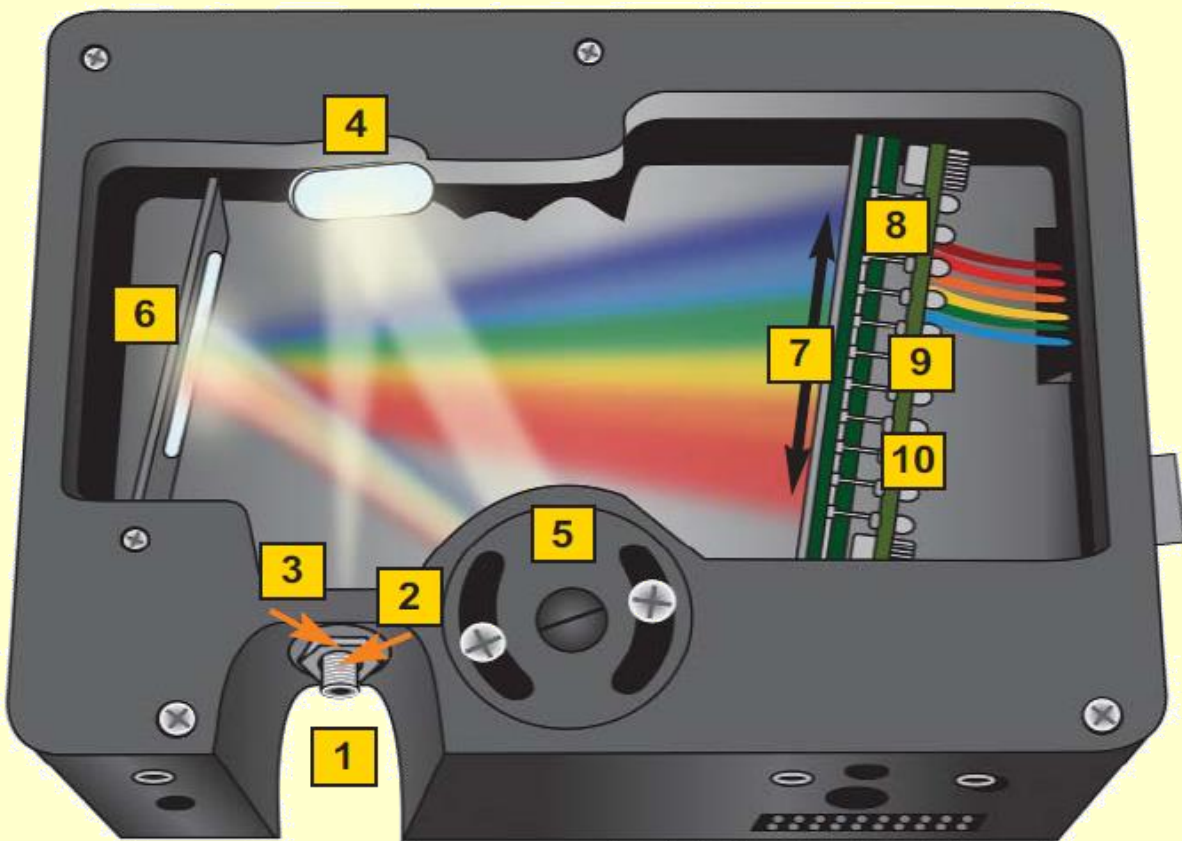


# Merjenje izpostavljenosti UV Spektroradiometer

CCD spektroradiometer ali dvojni monokromator

1. vhodni konektor
2. vhodna reža
3. vhodni filter
4. kolimacijsko ogledalo
5. uklonska mrežica
6. ostrilno ogledalo
7. detektorska leča
8. CCD detektor
9. filter na detektorju
10. detektor

- ❖ izmerimo spekter
- ❖ meritev traja več časa
- ❖ občutljiv

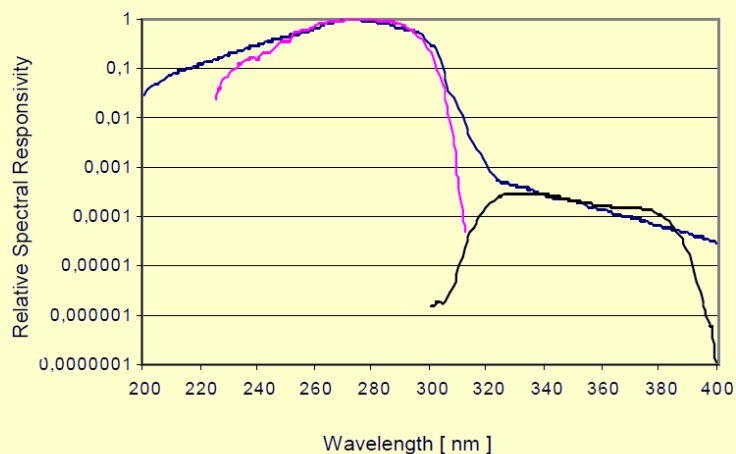




# Merjenje izpostavljenosti UV Radiometer

Radiometer z detektorjem na foto diodo

- ❖ difuzor zagotavlja ustrezno kotno občutljivost detektorja
- ❖ filtri zagotavljajo ustrezno občutljivost glede na valovno dolžino
- ❖ foto dioda zaznava upadlo sevanje
- ❖ prikaže celotno izpostavljenost
- ❖ robusten
- ❖ takojšni prikaz vrednosti



$S_{UV}(\lambda)$  EN62471 Spectrum

UV-CB and UV-A Sensor Responsivity Spectrum







# Merjenje izpostavljenosti UV Radiometer z logerjem

- ❖ radiometer integriran z merilno sondo v enem ohišju
- ❖ enostavno prenašanje
- ❖ časovno spremljanje izpostavljenosti
- ❖ pridobitev realnih podatkov o dnevni (tedenski, mesečni) izpostavljenosti
- ❖ robustnost



Vir: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung



**Hvala za pozornost!**