



Implementacja pomiarów dawek na soczewki oczu w Polsce

AGNIESZKA SZUMSKA , RENATA KOPEĆ, MACIEJ BUDZANOWSKI



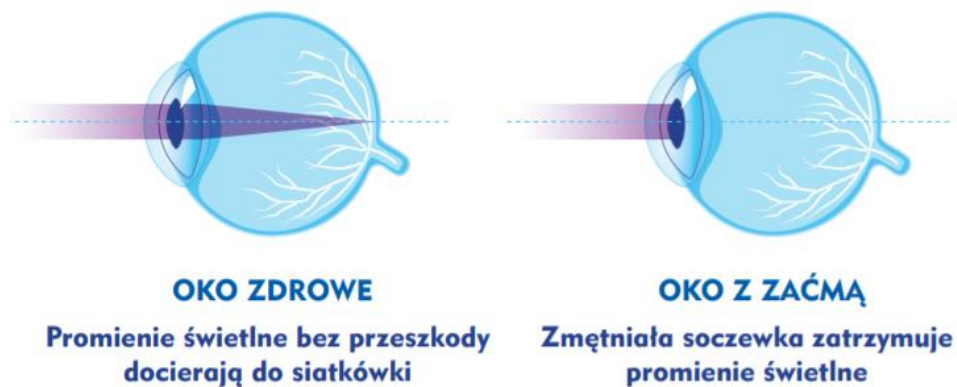
*Instytut Fizyki Jądrowej
im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk
w Krakowie*



Zaćma

Zaćma: "utrata przejrzystości soczewki oka"

- światło niewłaściwie koncentruje się na siatkówce
- zaczyna się od zmętnienia soczewki: brak efektu wizualnego
- **wywołana także promieniowaniem jonizującym**

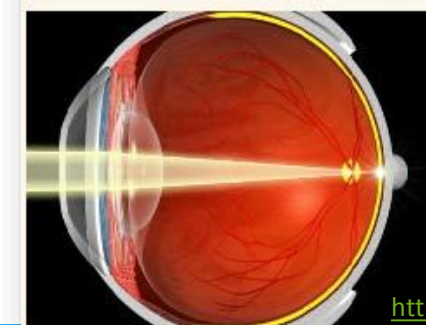


https://www.mavit.pl/assets/dokumenty/dla_pacjenta/informatory/Informator_Zacma_Katowice.pdf

ZDROWE OKO



OKO Z ZAĆMĄ



<https://oftalmika.pl/pl/operacja-zacmy>



Leczenie zaćmy





Leczenie zaćmy

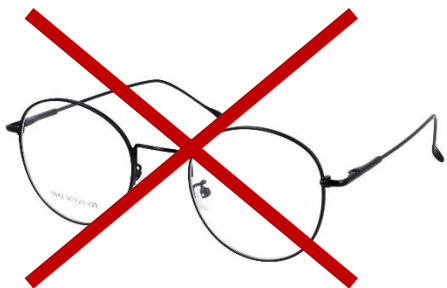




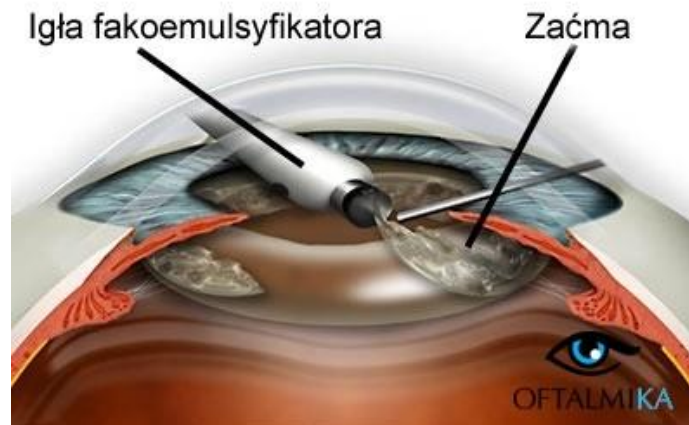
Leczenie zaćmy



Leczenie zaćmy



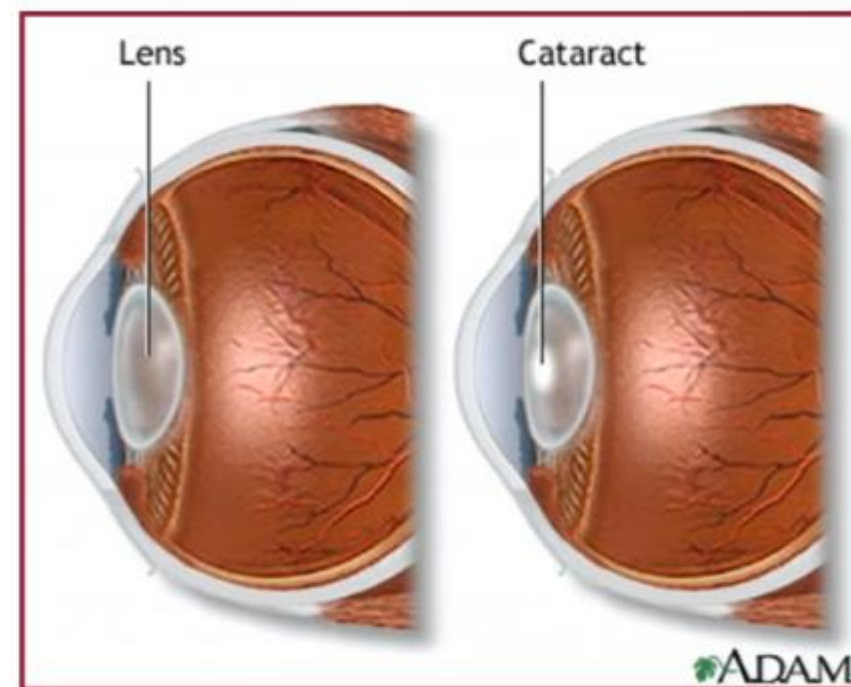
<https://instytutoka.pl/operacja-zacmy/>



<https://oftalmika.pl/pl/operacja-zacmy>

Przyczyny zaćmy

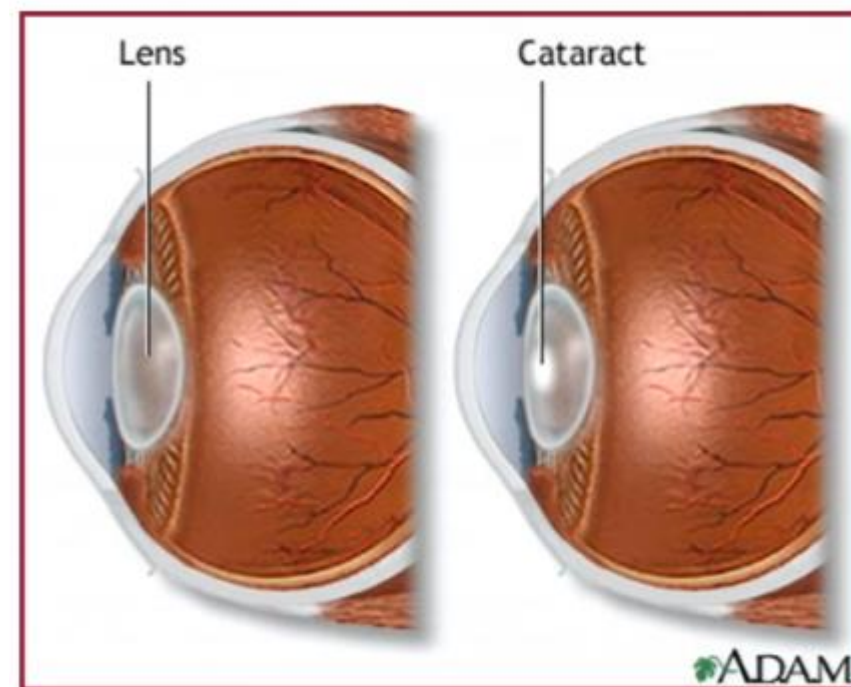
- wiek
- urazy lub stany zapalne oka
- choroby przewlekłe jak cukrzyca
- kontakt oczu z chemikaliami
- Światło słoneczne (UVB)
- przyjmowanie niektórych leków, szczególnie sterydów
- praca wykonywana w warunkach szkodliwych,



*Radiation & Cataract: A New Challenge, 2011 Joint AAPM/COMP Meeting
Dr. Madan M. Rehani, PhD, International Atomic Energy Agency, Vienna, A-1400, AUSTRIA*

Przyczyny zaćmy

- wiek
- urazy lub stany zapalne oka
- choroby przewlekłe jak cukrzyca
- kontakt oczu z chemikaliami
- Światło słoneczne (UVB)
- przyjmowanie niektórych leków, szczególnie sterydów
- praca wykonywana w warunkach szkodliwych, np.
Promieniowanie jonizujące



*Radiation & Cataract: A New Challenge, 2011 Joint AAPM/COMP Meeting
Dr. Madan M. Rehani, PhD, International Atomic Energy Agency, Vienna, A-1400, AUSTRIA*

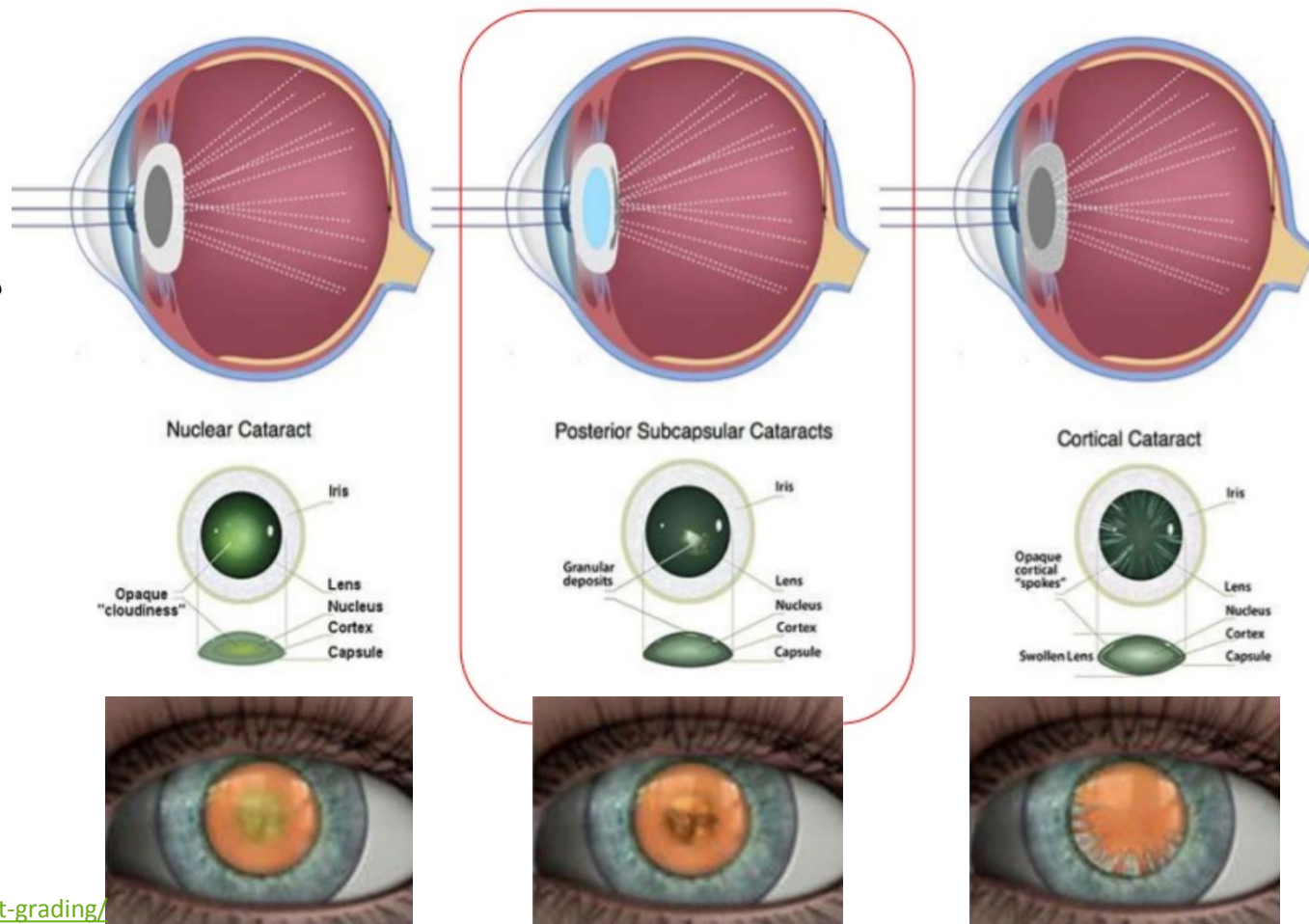


Zaćma wywołana przez promieniowanie

QUESTIONS

Skąd wiemy, że to
zaćma wywołana
przez
promieniowanie?

Zaćma wywołana przez promieniowanie



Radiologia interwencyjna



Jest szybko rozwijającą się specjalnością medyczną
Wykonywanych jest coraz więcej zabiegów

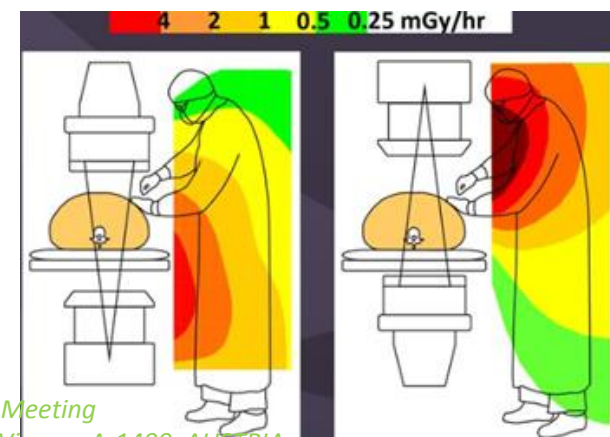


Stanowi nowoczesny standard postępowania ze względu na skuteczność
oraz mniejsze ryzyko wystąpienia niekorzystnych skutków ubocznych



Głównym źródłem narażenia personelu jest promieniowanie rozproszone
powstające w pacjencie

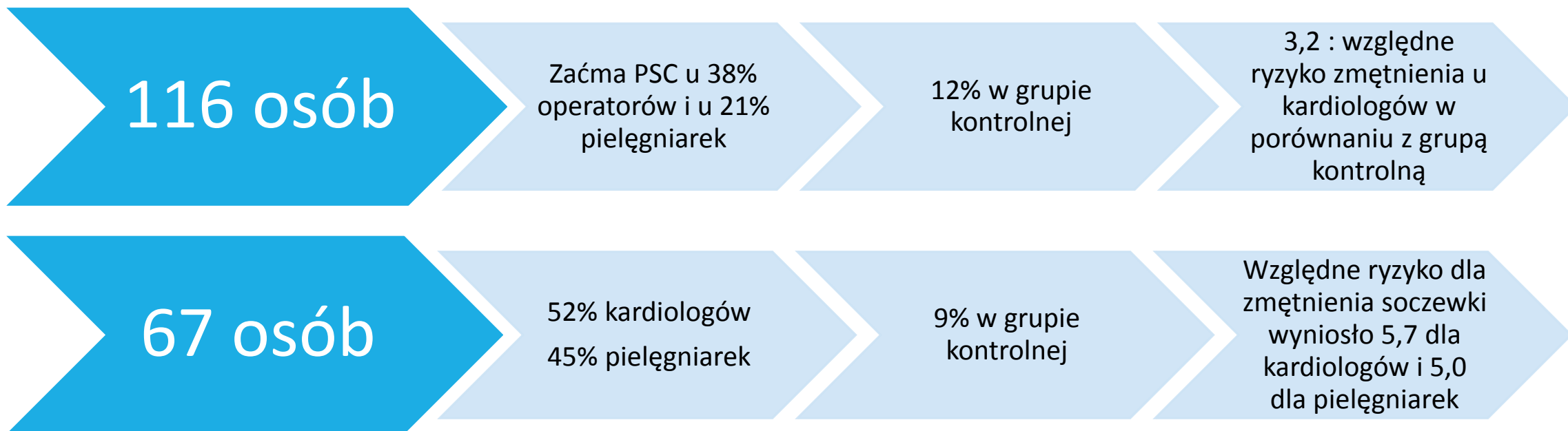
Na stosunkowo wysokie dawki wpływ ma także promieniowanie pierwotne



*Radiation & Cataract: A New Challenge, 2011 Joint AAPM/COMP Meeting
Dr. Madan M. Rehani, PhD, International Atomic Energy Agency, Vienna, A-1400, AUSTRIA*



Zaćma - dane epidemiologiczne



Ciraj-Bjelac & in., 2010] Ciraj-Bjelac, O., Rehani, M.M., Sim, K.H., Liew, H.B., Vano', E., Kleiman, N.J. (2010)
Risk for radiation induced cataract for staff in interventional cardiology: is there reason for concern? Catheter. Cardiovasc. Intervent. 76: 826–834.

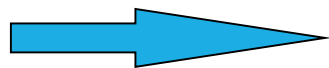
Vano, E., Kleiman, N.J., Duran, A., Rehani, M., Echeverri, D., Cabrera, M. (2010)
Risk for radiation cataract in interventional cardiology personnel. Radiat. Res. 174: 490– 495.



Efekt deterministyczny czy stochastyczny

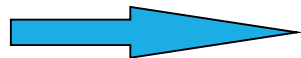


Oczekuje się, że zaćma powstanie w wyniku uszkodzenia wielu komórek soczewki



efekt deterministyczny

Zaćma może wynikać z mutacji jednej komórki



efekt stochastyczny

Jeśli nie istnieje próg dawki



obecne standardy ochrony pracowników, a także ogółu ludności mogą być nieodpowiednie



Próg dawki oraz limit dawki

ICRP INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

(4) Although uncertainty remains regarding the absorbed dose threshold for the heart or brain. Doses to patients in complex interventional procedures are placed on optimisation in these situations.

(5) The Commission continues to apply the same principles in all exposure situations. In the light of recent evidence, the Commission further clarifies the threshold for the lens of the eye not only for whole body exposure but also for partial body exposure, particularly the lens of the eye.

ICRP, 1984. Nonstochastic effects of ionising radiation. *Ann. ICRP* 14 (3).

ICRP, 1990. RBE for deterministic effects. *Ann. ICRP* 20 (2).

ICRP, 1991a. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann. ICRP* 21 (2).

ICRP, 1991b. Radiation effects on the lens of the eye. *Ann. ICRP* 21 (2).

ICRP, 2000. Radiopathology of the lens of the eye. *Ann. ICRP* 30 (2).

ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann. ICRP* 37 (2).

ICRP

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

ICRP ref 4825-3093-1464

Statement on Tissue Reactions

Approved by the Commission on April 21, 2011

(1) The Commission issued new recommendations on radiological protection in 2007 (ICRP, 2007), which formally replaced the Commission's 1990 Recommendations (ICRP, 1991a). The revised recommendations included consideration of the detriment arising from non-cancer effects of radiation on health. These effects, previously called deterministic effects, are now referred to as tissue reactions because it is increasingly recognised that some of these effects are not determined solely at the time of irradiation but can be modified after radiation exposure. Previously, the Commission had reviewed various aspects of non-cancer health effects of low linear-energy-transfer (LET) ionising radiation in *Publication 41* (ICRP, 1984), high LET radiation in *Publication 58* (ICRP, 1990), the skin in *Publication 59* (ICRP, 1991b), and the skin and the eye in *Publication 85* (ICRP, 2000).

(2) The Commission has now reviewed recent epidemiological evidence suggesting that there are some tissue reaction effects, particularly those with very late manifestation, where threshold doses are or might be lower than previously considered. For the lens of the eye, the threshold in absorbed dose is now considered to be 0.5 Gy.

(3) For occupational exposure in planned exposure situations the Commission now recommends an equivalent dose limit for the lens of the eye of 20 mSv in a year, averaged over defined periods of 5 years, with no single year exceeding 50 mSv.

kwiecień 2011

Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICRP)

‘there are some tissue reaction effects (..) where threshold doses are or might be lower than previously considered’

‘For the lens of the eye, the threshold, in absorbed dose is now considered to be 0.5 Gy’.



Próg dawki oraz limit dawki

ICRP INTERNATIO

(4) Although uncertainty ren that the absorbed dose threshc the heart or brain. Doses to pat complex interventional proced placed on optimisation in these

(5) The Commission continu applied in all exposure situati evidence, the Commission furt not only for whole body exp particularly the lens of the eye,

ICRP

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

ICRP ref 4825-3093-1464

Statement on Tissue Reactions

Approved by the Commission on April 21, 2011

(1) The Commission issu 2007 (ICRP R

kwiecień 2011

Mi

znej (ICRP)

Obniżenie dawki granicznej na soczewki oka ze 150 mSv do 20 mSv

where threshold previously considered' the lens of the eye, the threshold, in absorbed dose is now considered to be 0.5 Gy'.

ICRP
ICRP
ICRP, 19
ICRP, 200
Ann. ICR
ICRP, 2007
Radiologic

occupational exposure in planned exposure situations the Commission now recommends an equivalent dose limit for the lens of the eye of 20 mSv in a year, averaged over defined periods of 5 years, with no single year exceeding 50 mSv.



Od badań do działań

Pierwsze wzmianki o zmianach w soczewce oka wywołanych promieniowaniem jonizującym pochodzą z XIX wieku

Mnóstwo publikacji wskazujących na ryzyko zaćmy u pracowników narażonych na niskie dawki promieniowania jonizującego

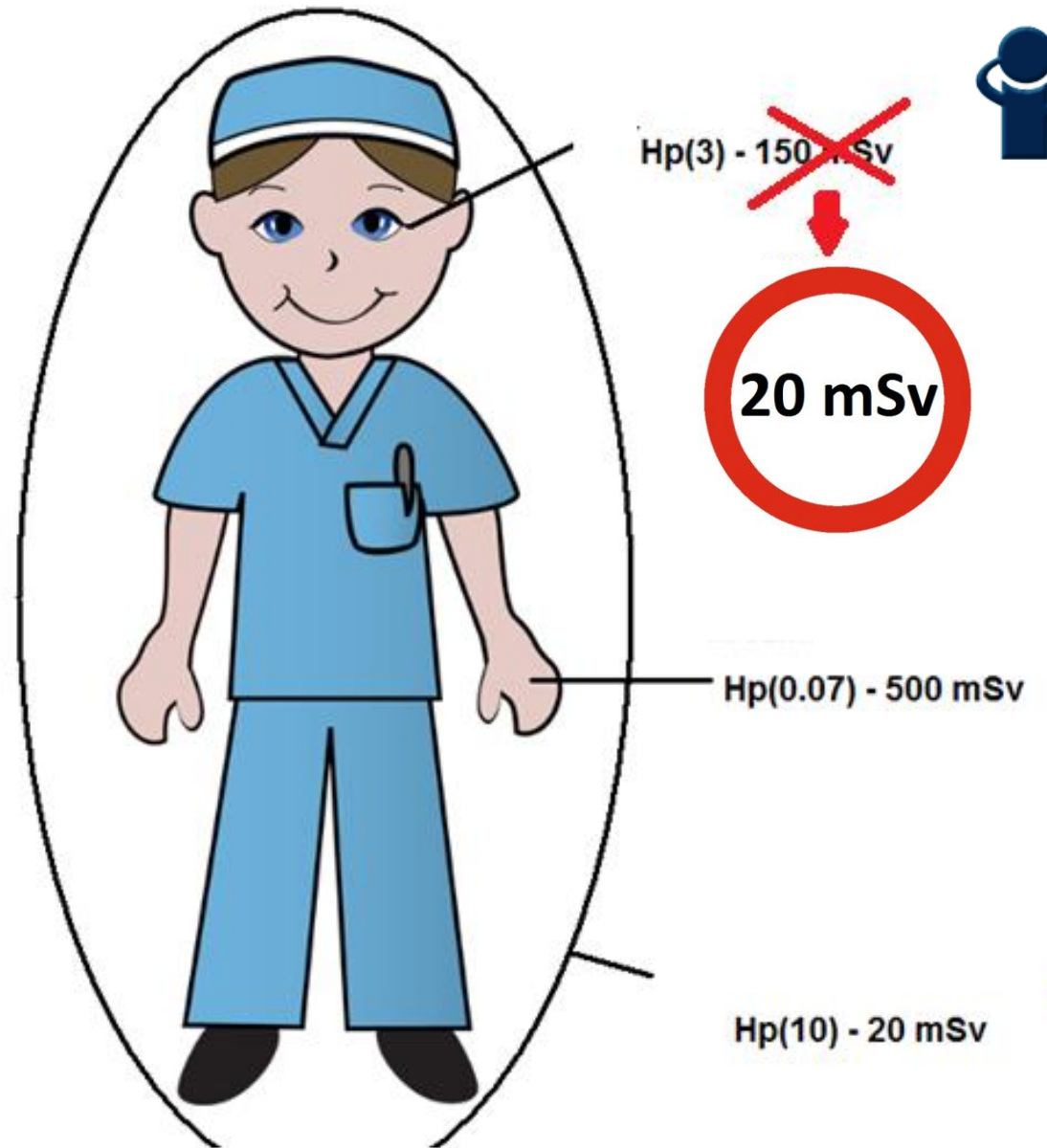
W ICRP 118 zarekomendowano obniżenie dawki granicznej

Zatwierdzony w BSS European and International Basic Safety Standards Directive 2013/59 EURATOM

Wprowadzony w krajach członkowskich Unii Europejskiej –
W Polsce 23 wrzesień 2019r.



Dawki graniczne



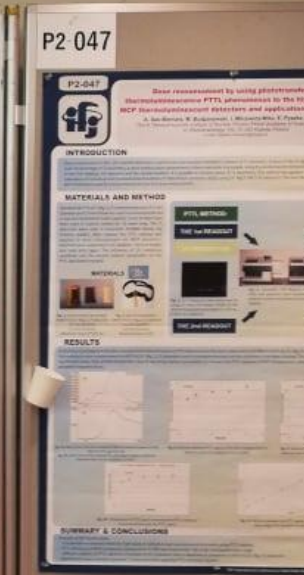
DOZYMETRIA PERSONELU

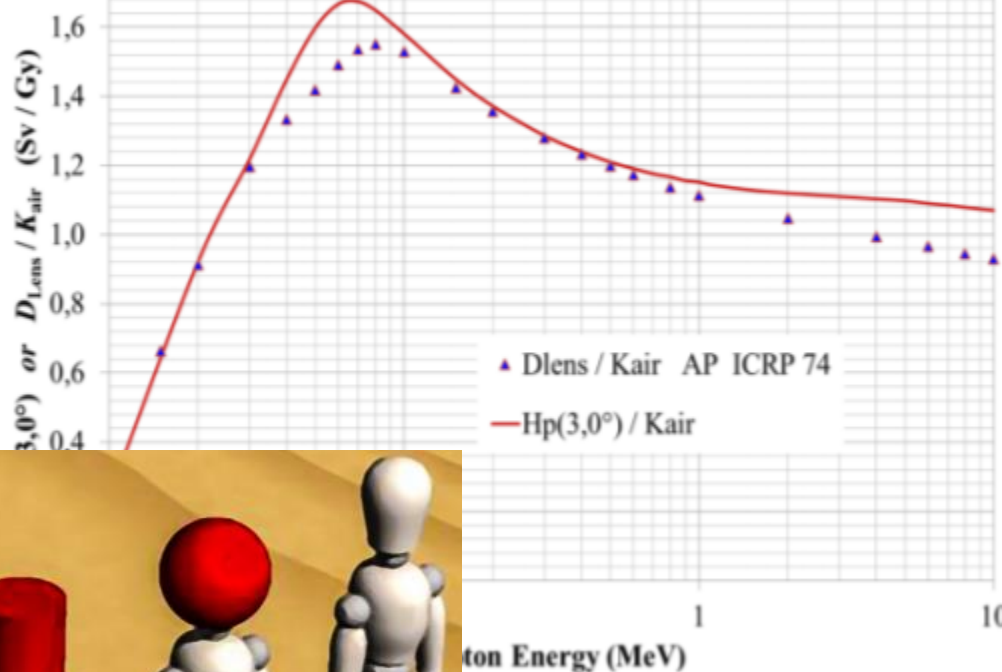
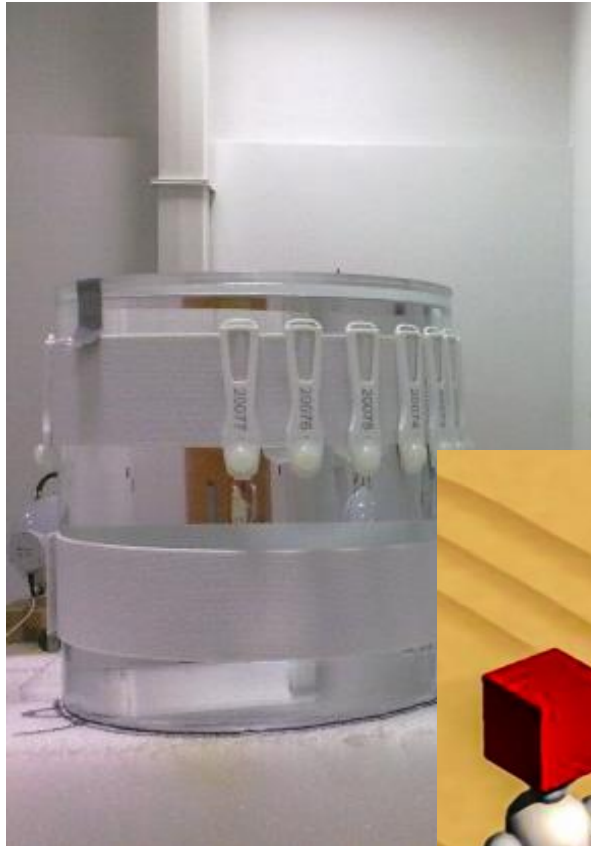
H_p(d) to równoważnik dawki na głębokości, **d**, w określonym punkcie w ciele człowieka, w tkance miękkiej.

H_p(d) [Sv] (ICRU 51):

- **H**: Dawka równoważna
- **p**: indywidualna (ang. *personnal*)
- **d**: głębokość (ang. *depth*)





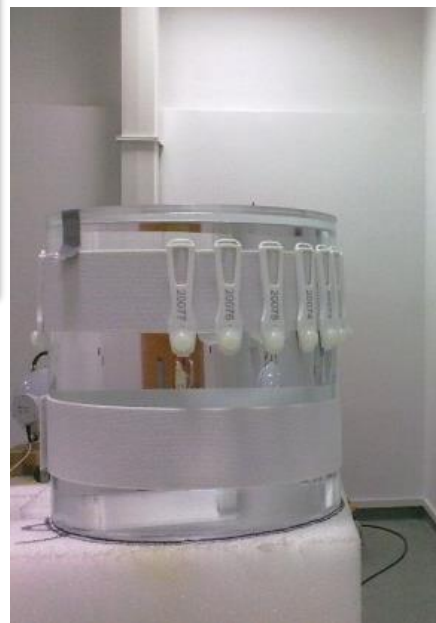


Stephen Baker, Ph.D. Professor of Clinical Radiology (Physics) (in Medicine) FOR THE IRPA WORKING GROUP HPS – NCRP Workshop, New York, August 2016

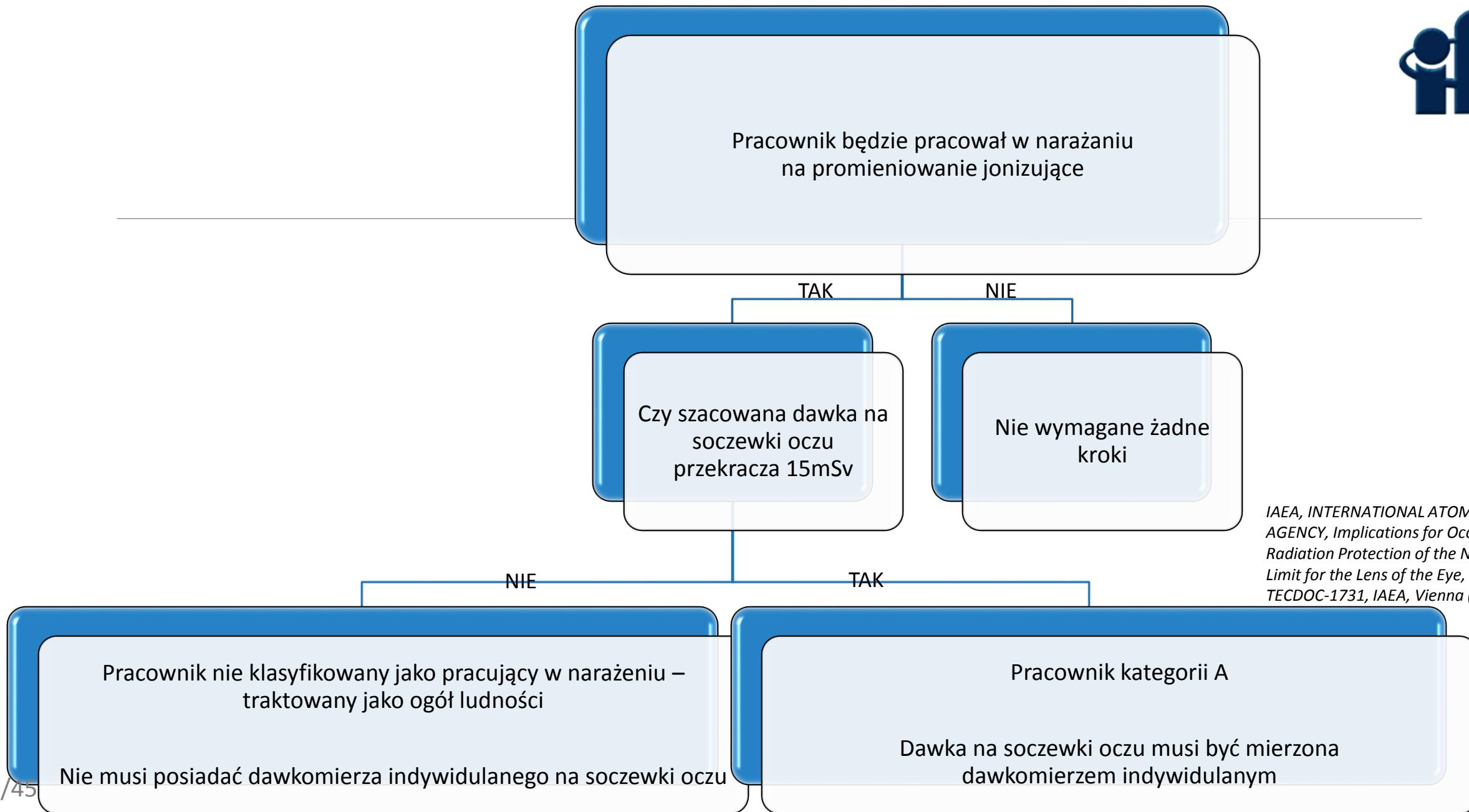


EURADOS 2016 INTERCOMPARISON EXERCISE OF EYE LENS DOSEMETERS
I Clairand, R Behrens, M Brodecki, E Carinou, J Domienik-Andrzejewska, M Ginjaume, O Hupe, M Roig, Radiation Protection Dosimetry, Volume 182, Issue 3, December 2018, Pages 317–322

EYE-D™



Równoważnik dawki	Hp(3)
Detektor	TLD: MCP-N (LiF: Mg, Cu, P)
Wielkość detektora TL	4.5 mm średnica, 0.9 mm grubość
Fantom do kalibracji	cylicydryczny 20×20 cm, PMMA wypełniony wodą
Anilacja przed odczytem	20 min/75°C
odczyt	16 s/260°C
Lokalizacja	głowa
Zakres dawek	0,1 mSv – 1 Sv
Zależność energetyczna	30 keV - 1.3 MeV < 20%
wodoszczelność	tak
sterylizacja	Chemiczna [Kopec et al., 2016]

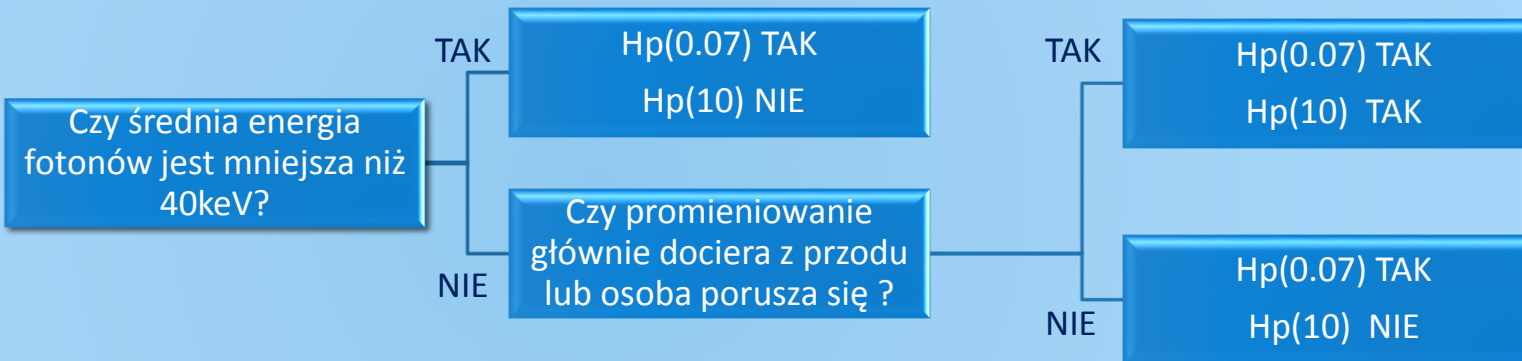


IAEA, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye, IAEA-TECDOC-1731, IAEA, Vienna (2014).

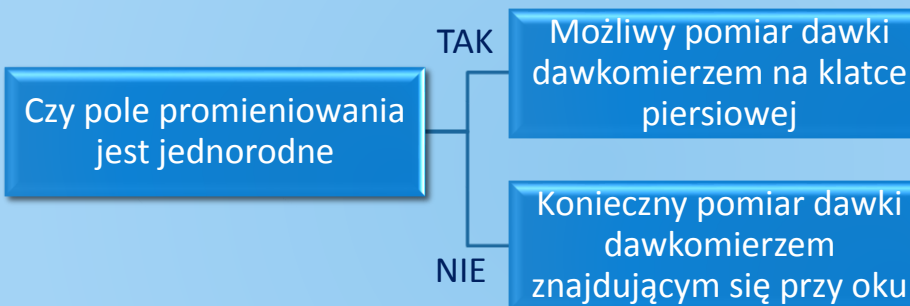
PROMIENIOWANIE FOTONOWE



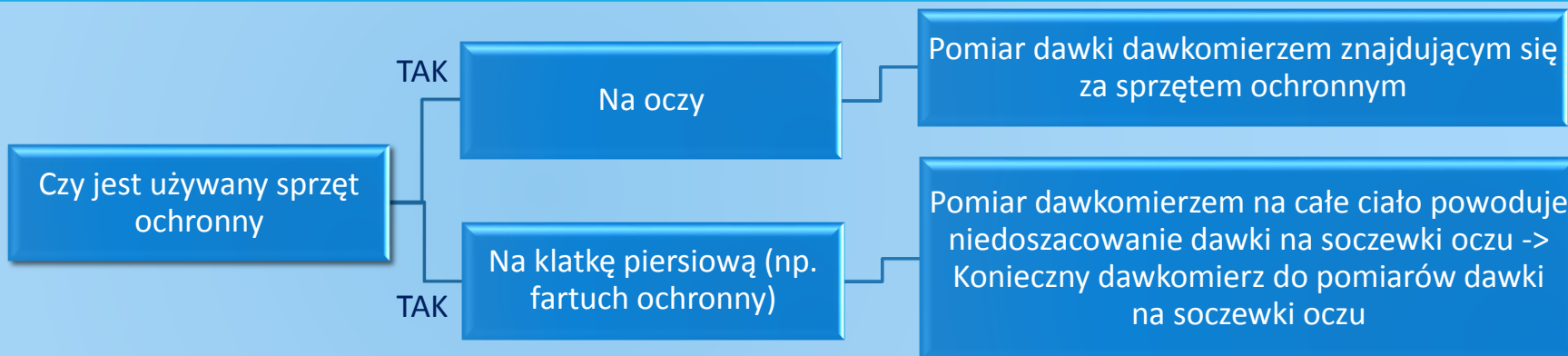
ENERGIA



GEOMETRIA



SPRZĘT OCHRONNY



PROMIENIOWANIE BETA



ENERGIA

Czy maksymalna energia promieniowania beta jest powyżej 0,7MeV?

NIE

Nie ma potrzeby monitorowania dawek na soczewki oczu

TAK

Monitoring konieczny jak opisano w punktach poniższych

GEOMETRIA

Z racji tego, że promieniowanie beta jest zazwyczaj niejednorodne monitoring dawek na soczewki oczu jest konieczny

SPRZĘT OCHRONNY

Czy jest używany sprzęt ochronny

TAK

Należy rozważyć promieniowanie fotonowe, ponieważ promieniowanie beta jest przez osłony pochłaniane – zwrócić uwagę na promieniowanie hamowania

NIE

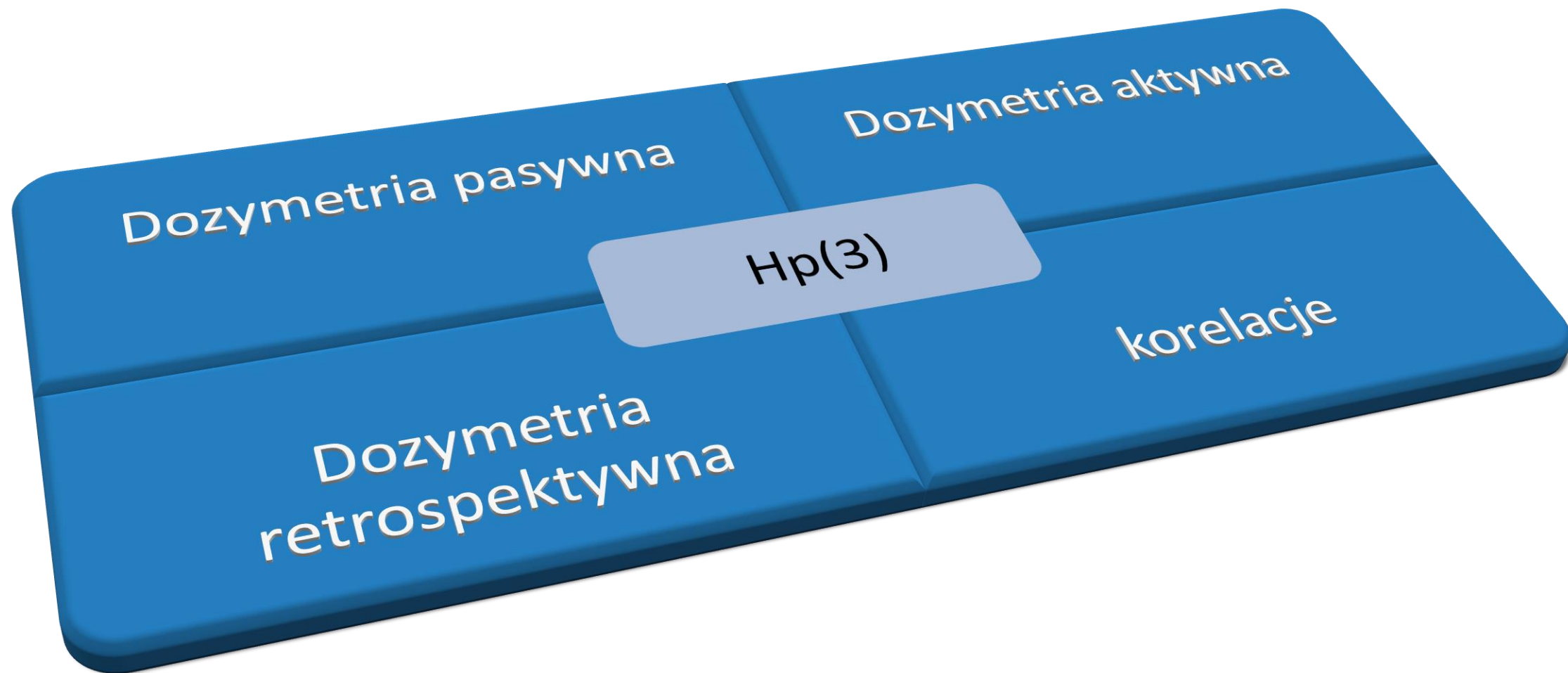
Tylko pomiar Hp(3) jest adekwatny



Pole promieniowania			Rodzaj koniecznego dawkomierza
neutronowe	fotonowe	Bety powyżej 0,7MeV	
X*			Dawkomierz neutronowy do pomiaru Hp(10)
	x		Dawkomierz do pomiaru Hp(0,07) lub/oraz do pomiaru Hp(10)
		x	Dawkomierz do pomiarów Hp(3) od promieniowania beta
x	x		Dawkomierz neutronowy do pomiaru Hp(10) oraz Dawkomierz do pomiaru Hp(0,07) lub/oraz do pomiaru Hp(10)
X*		x	Dawkomierz neutronowy do pomiaru Hp(10) Dawkomierz do pomiarów Hp(3) od promieniowania beta
	x	x	Dawkomierz do pomiarów hp(3) od promieniowania fotonowego oraz beta
x	x	x	Dawkomierz neutronowy do pomiaru Hp(10) oraz Dawkomierz do pomiaru Hp(3) od promieniowania fotonowego i beta

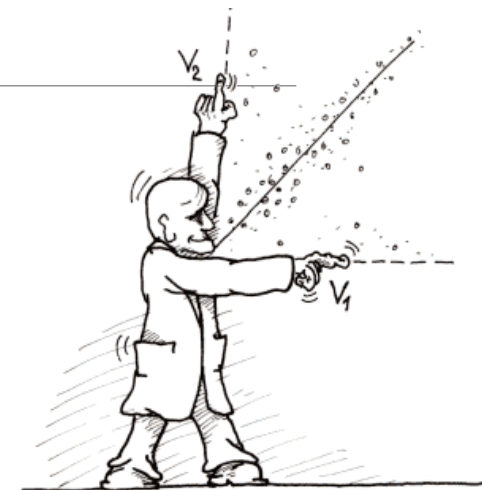
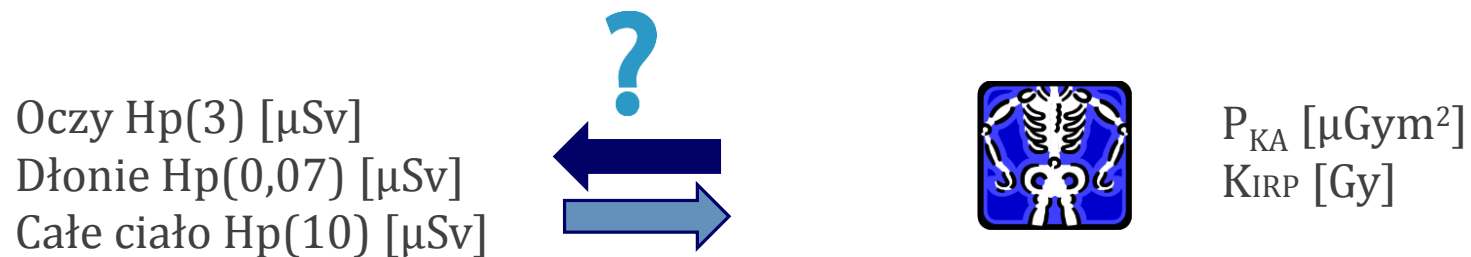


Możliwe rozwiązania?

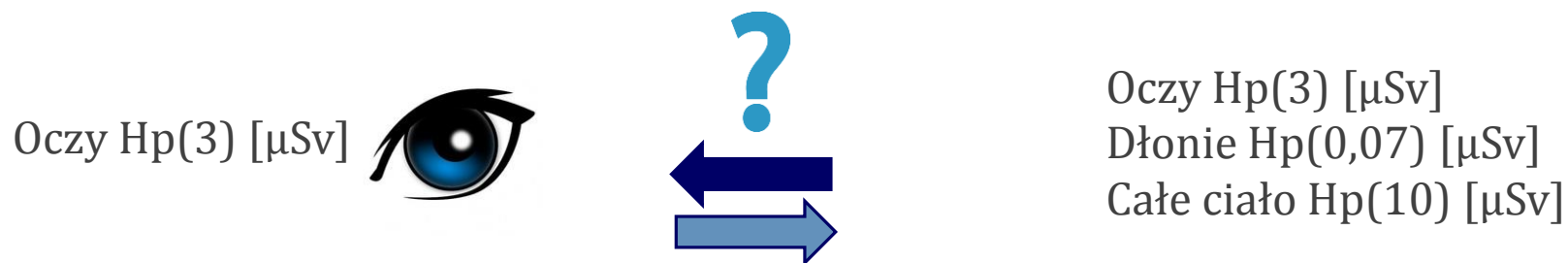


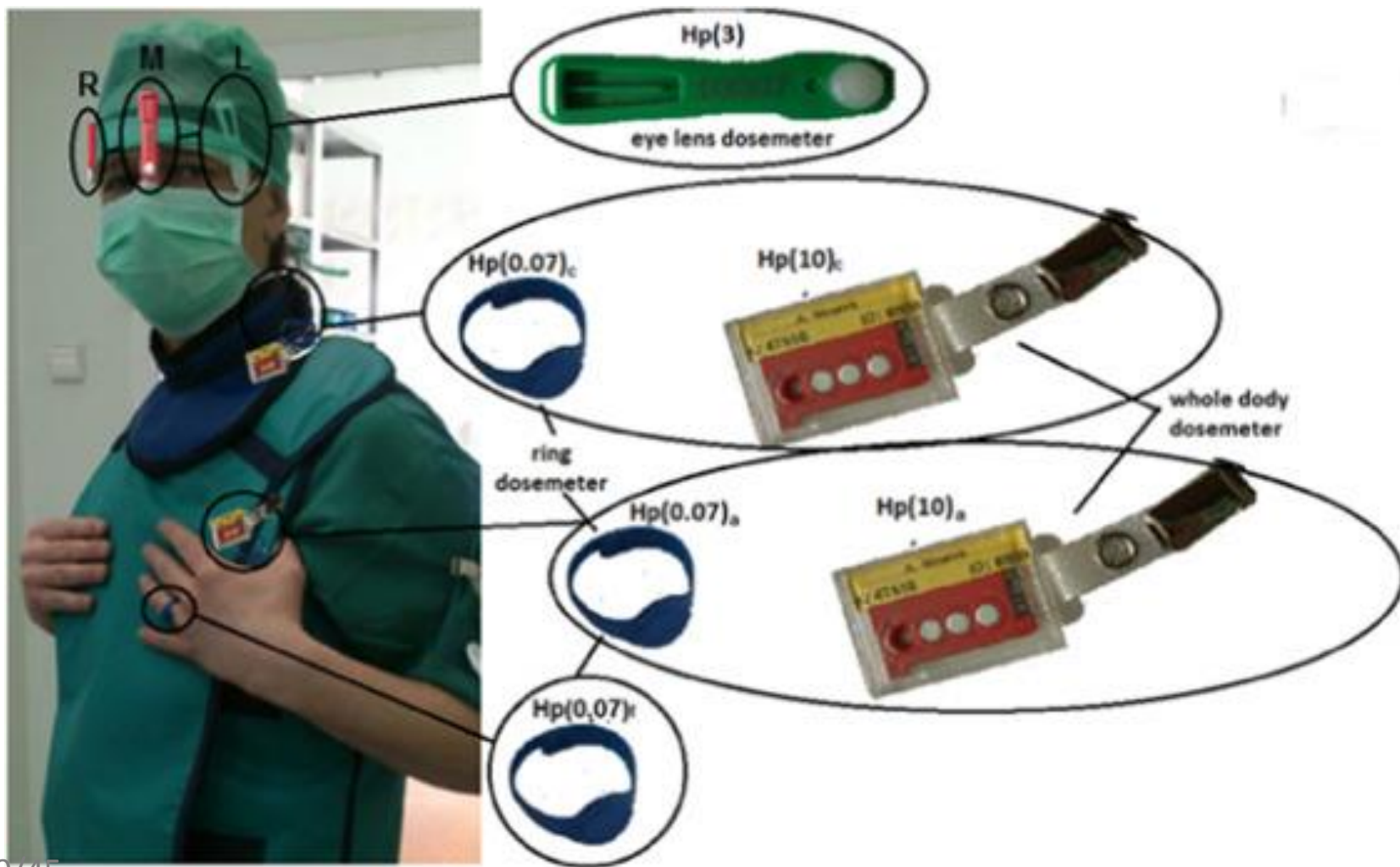
Korelacja

- Zbadanie korelacji pomiędzy dawkami dla pacjenta a dawkami dla personelu;

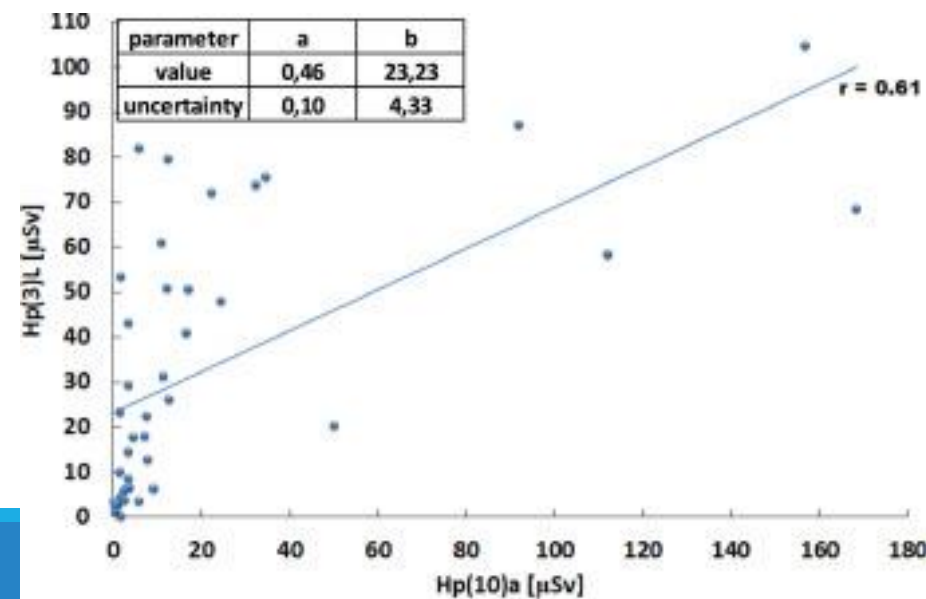
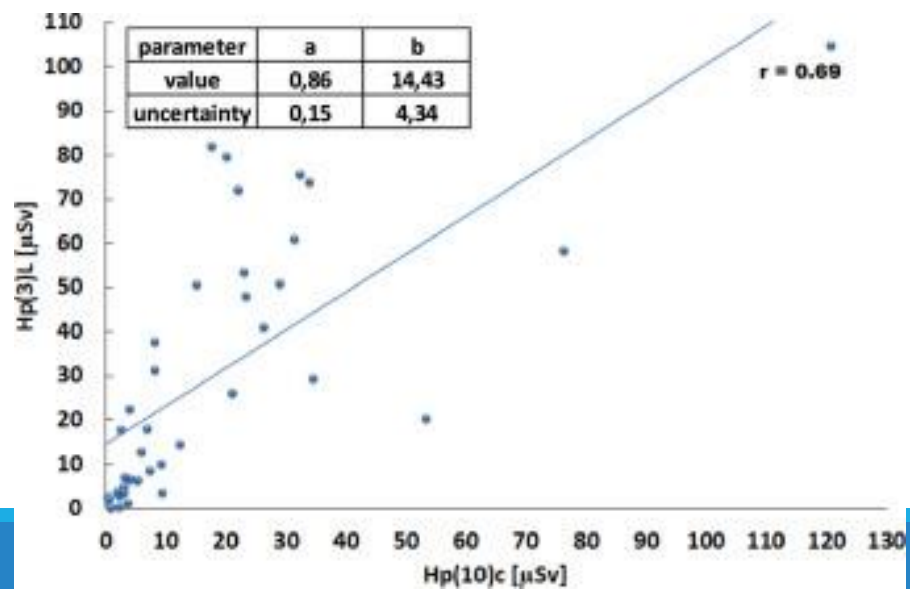
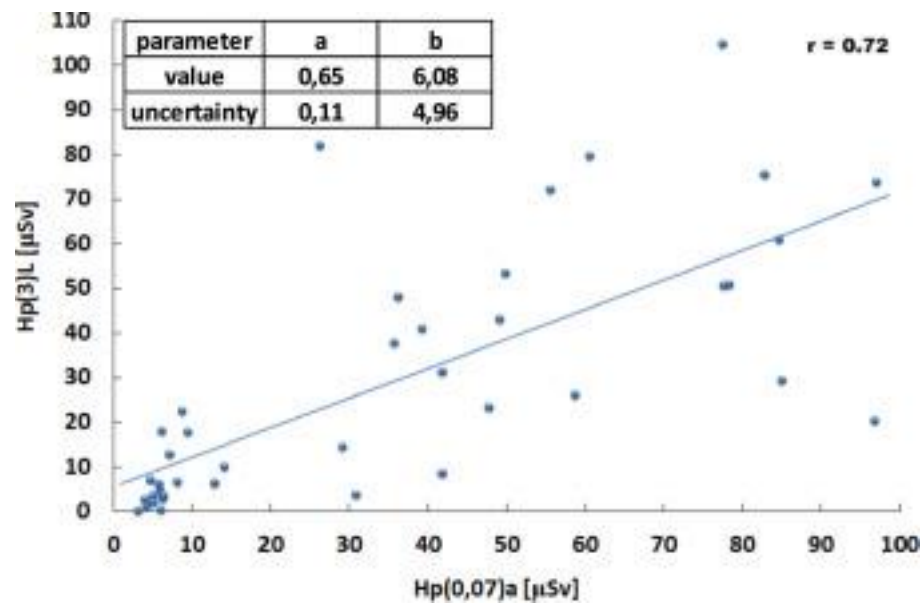
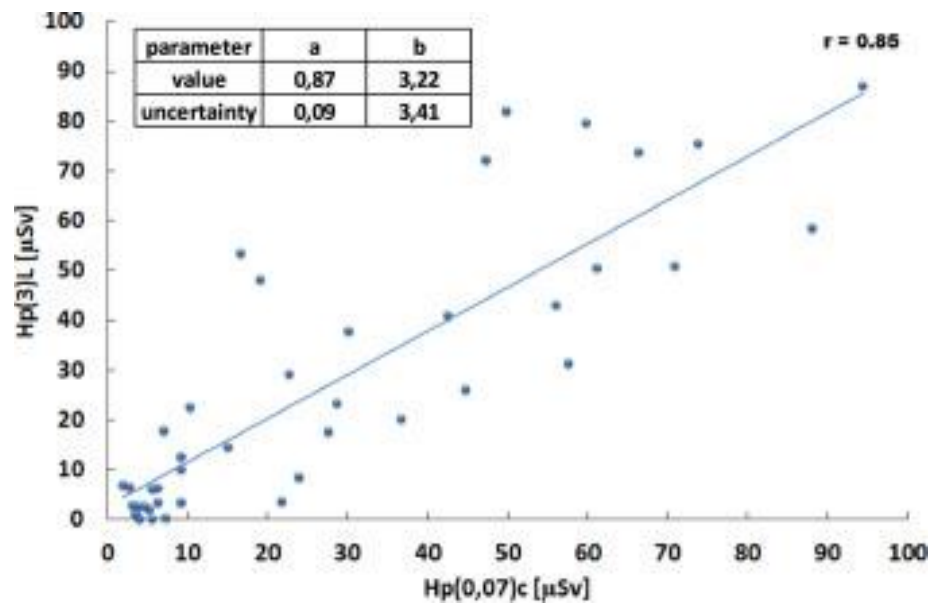


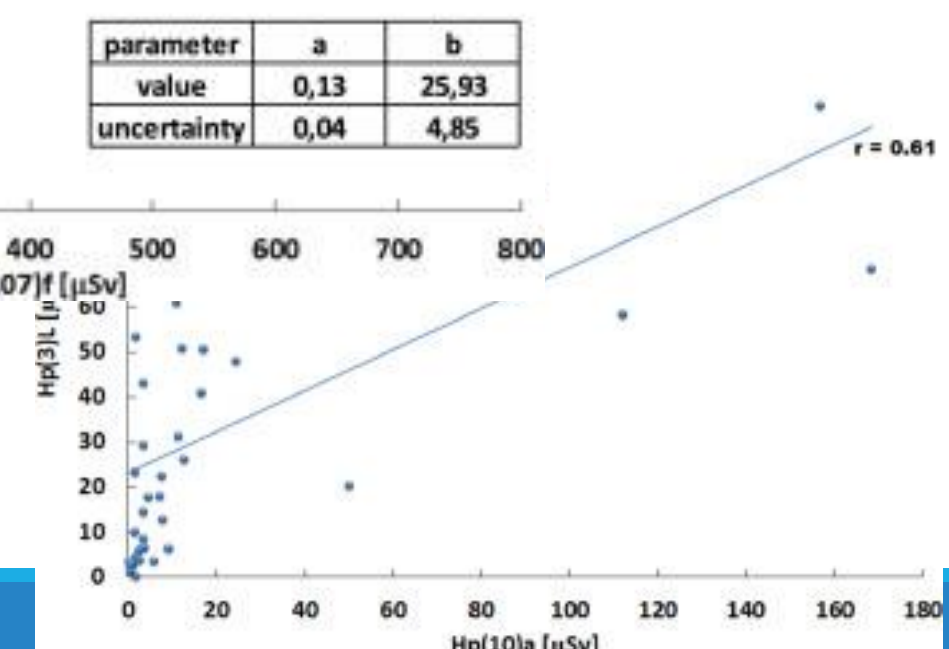
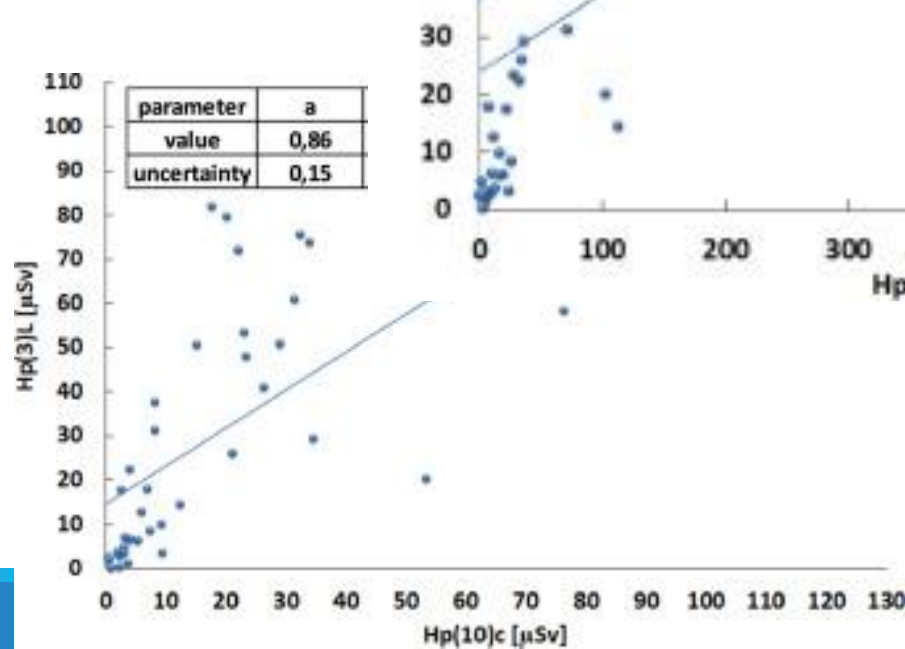
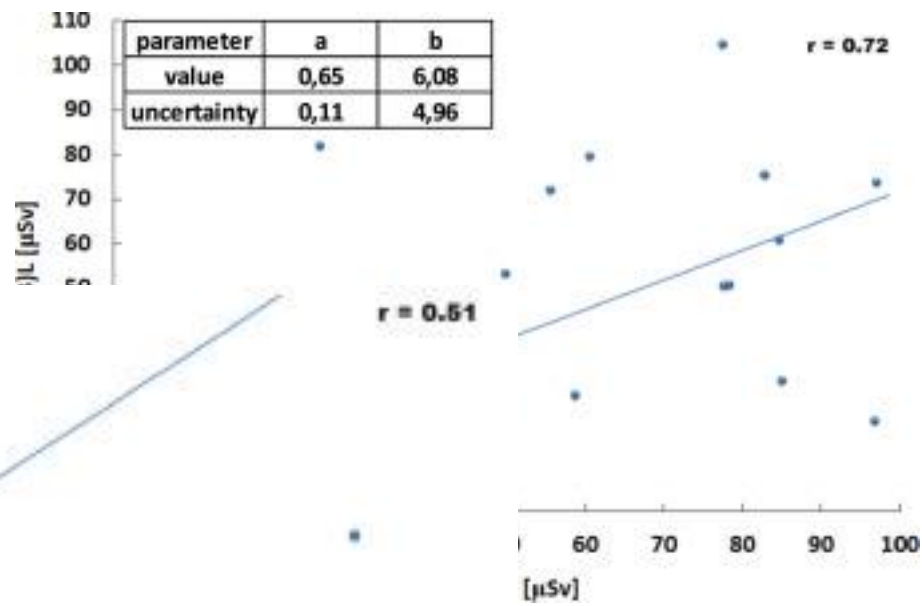
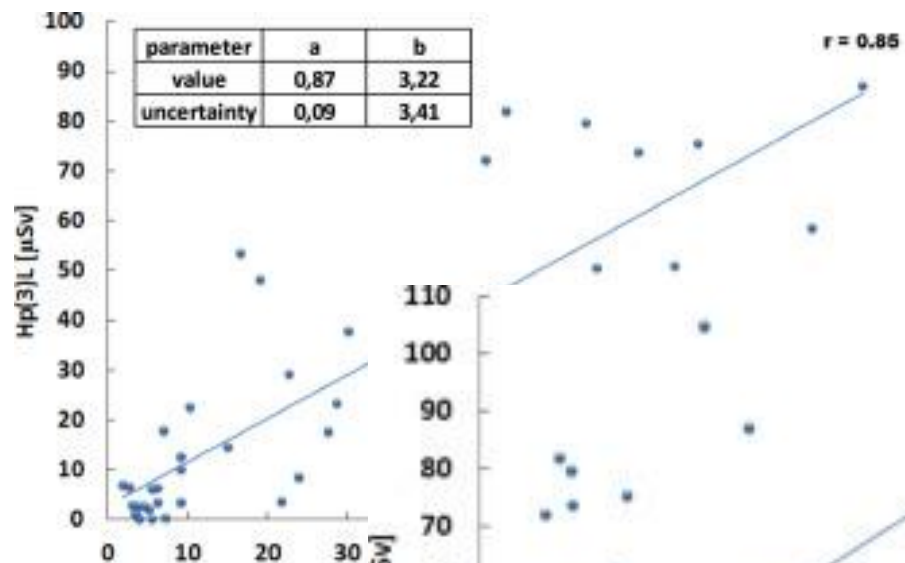
- Zbadanie korelacji pomiędzy dawkami na soczewki oczu, a pozostałymi dawkami indywidualnymi mierzonymi rutynowo

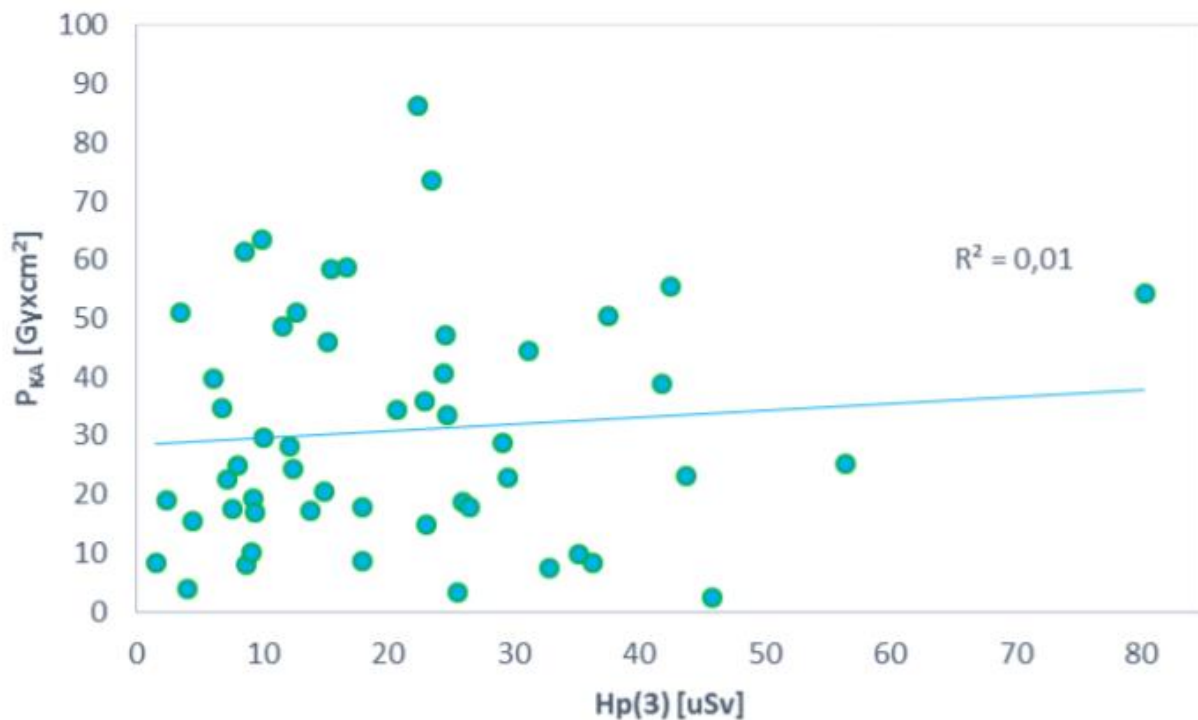




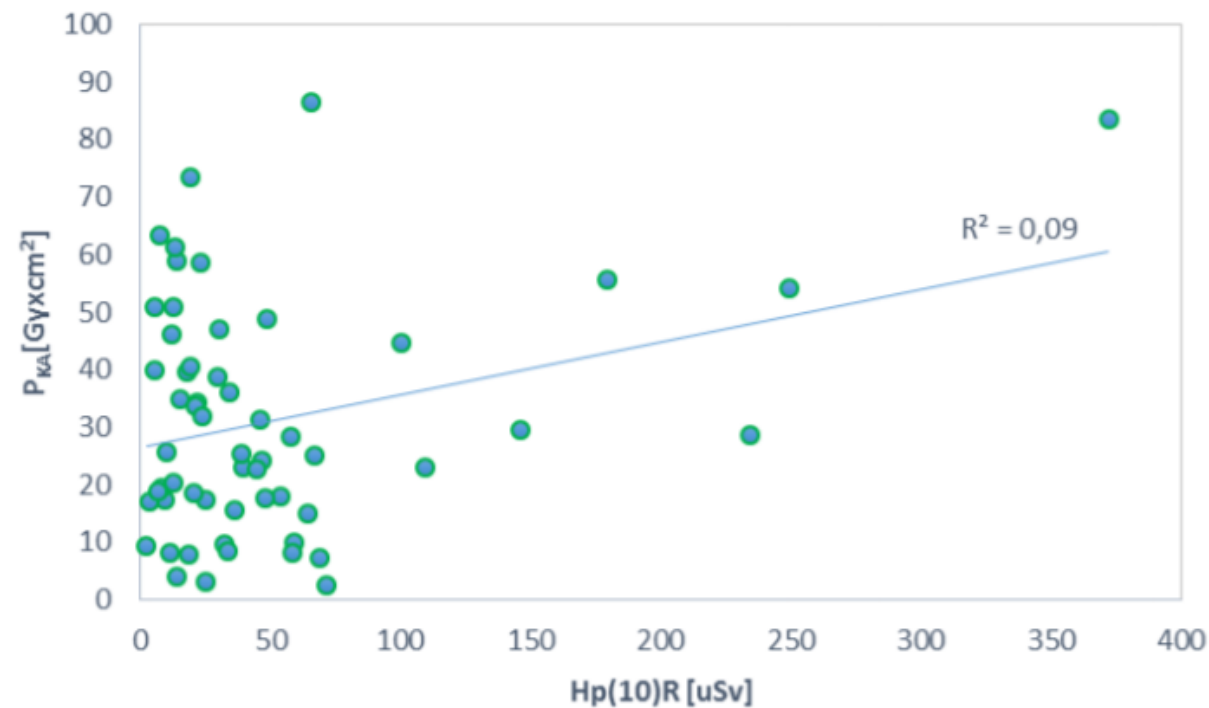
29/45



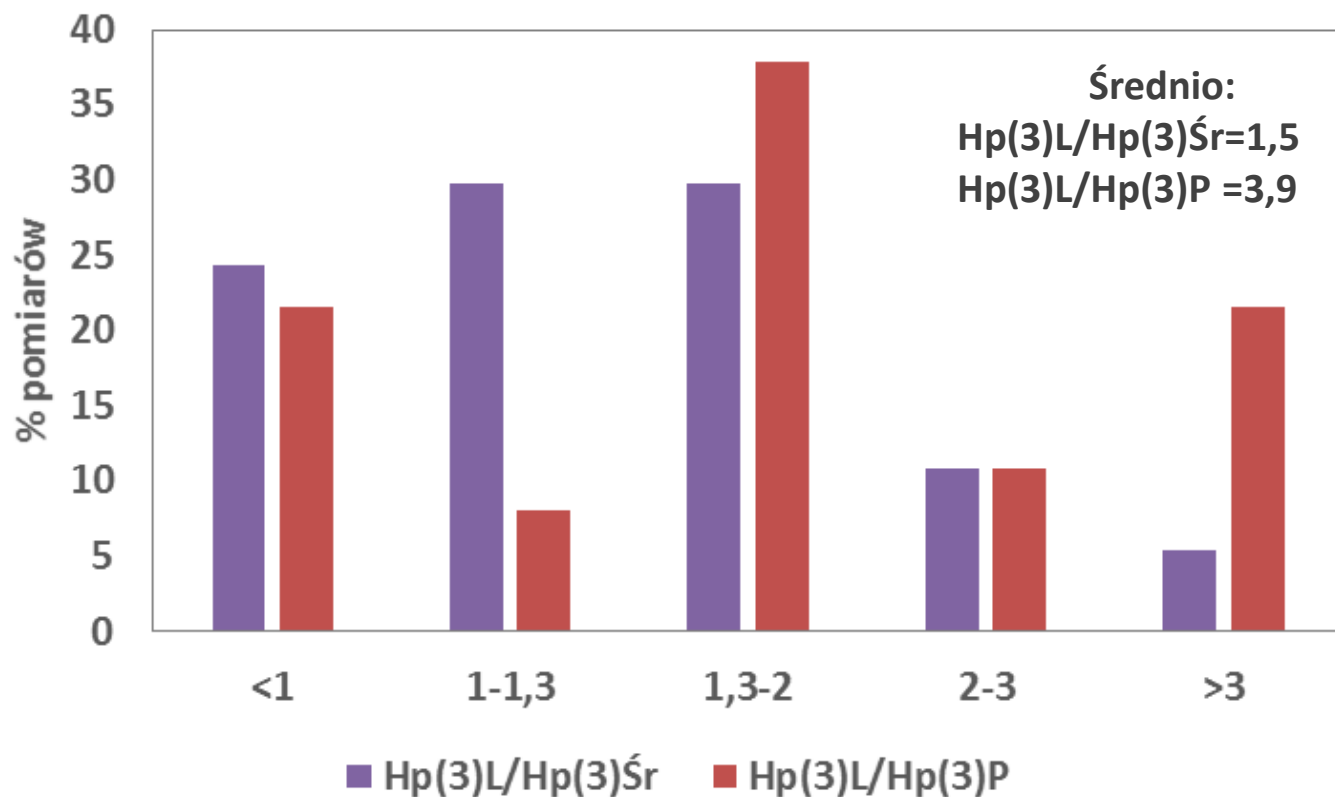




Zależność odczytanego z aparatury iloczynu kerma – powierzchnia, P_{KA} od dawki na soczewki oczu dla pracownika, $H_p(3)$, zmierzonej dawkomierzem ocznym EYE-D™.

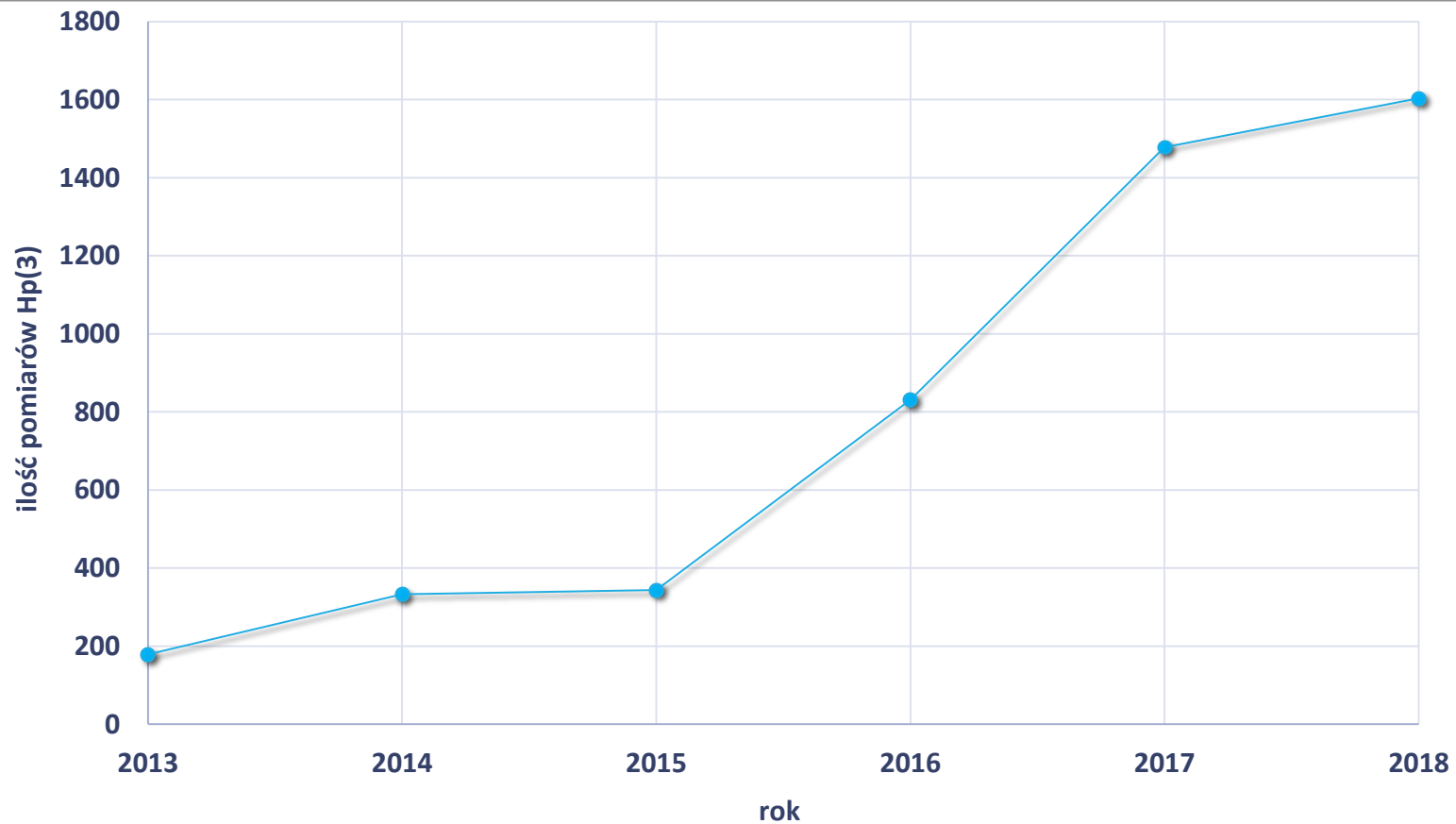


Zależność odczytanego z aparatury iloczynu kerma – powierzchnia, P_{KA} od dawki na soczewki oczu dla pracownika, $H_p(3)$, zmierzonej dawkomierzem na całe ciało umieszczonym na fartuchu ochronnym.

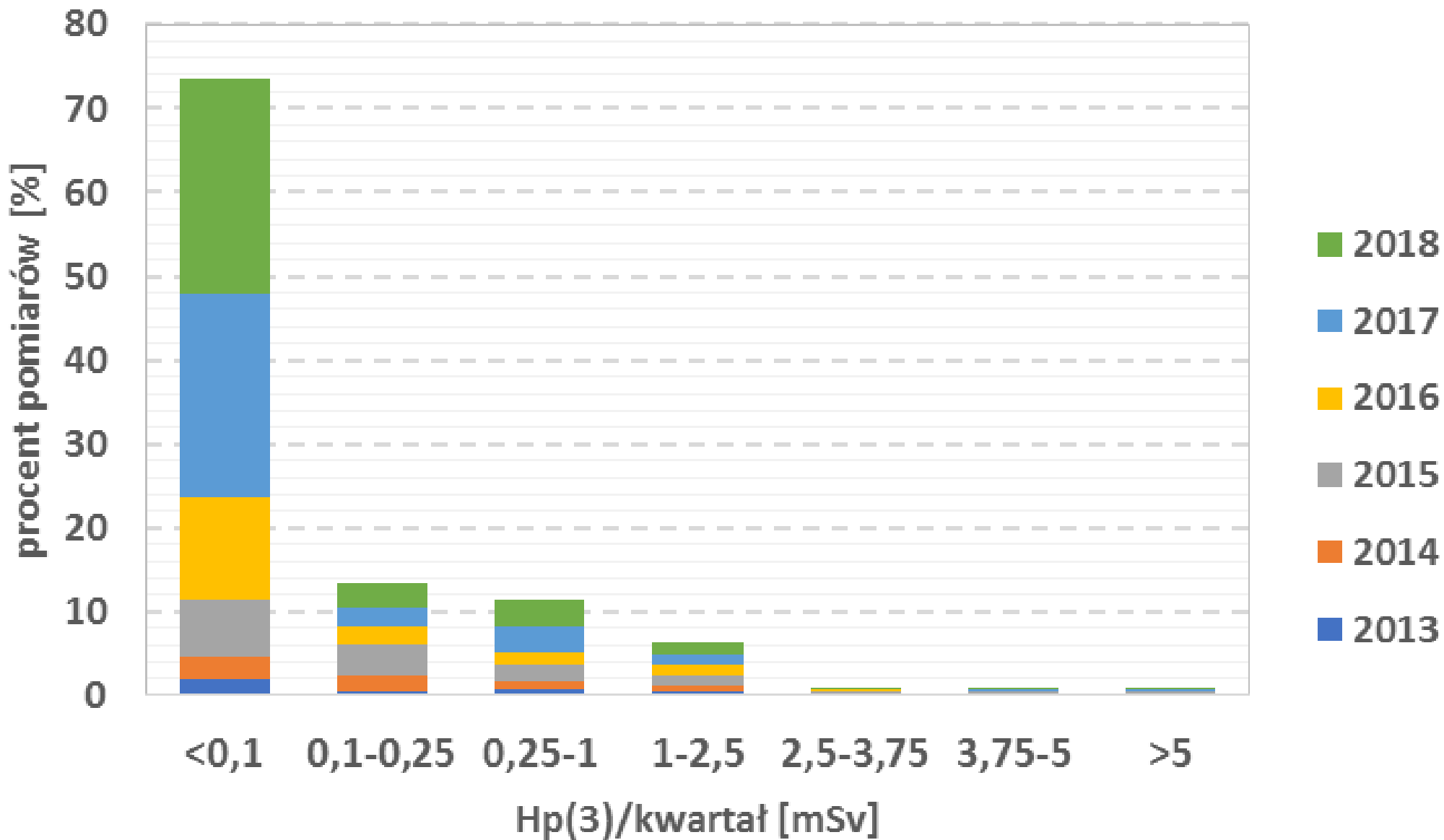


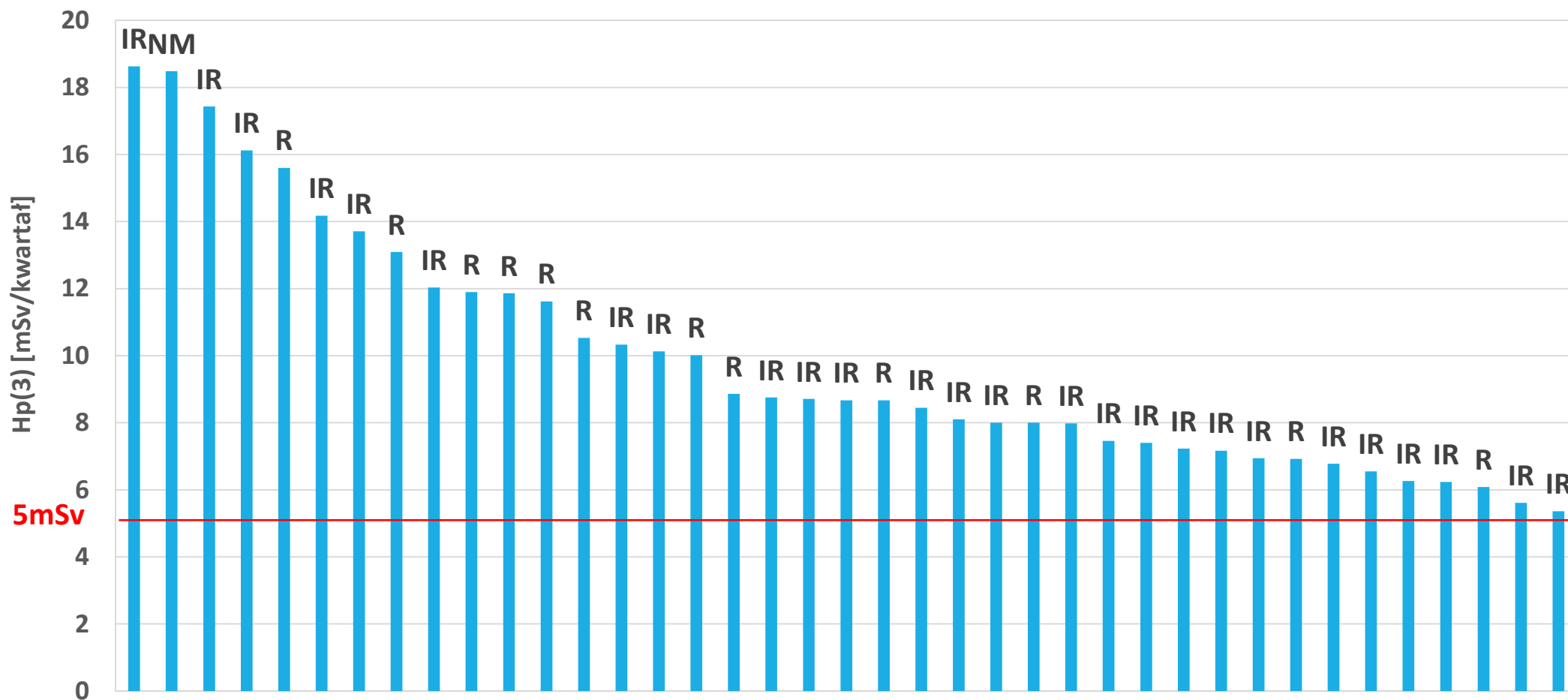
Rozkład stosunku dawek na soczewki oczu zmierzonych dawkomierzem ocznym EYE-D™ na lewej skroni do umieszczonego między oczami Hp(3)L/Hp(3)Śr, oraz umieszczonego na prawej skroni Hp(3)L/Hp(3)P .





Ilość pomiarów wielkości Hp(3) rocznie.





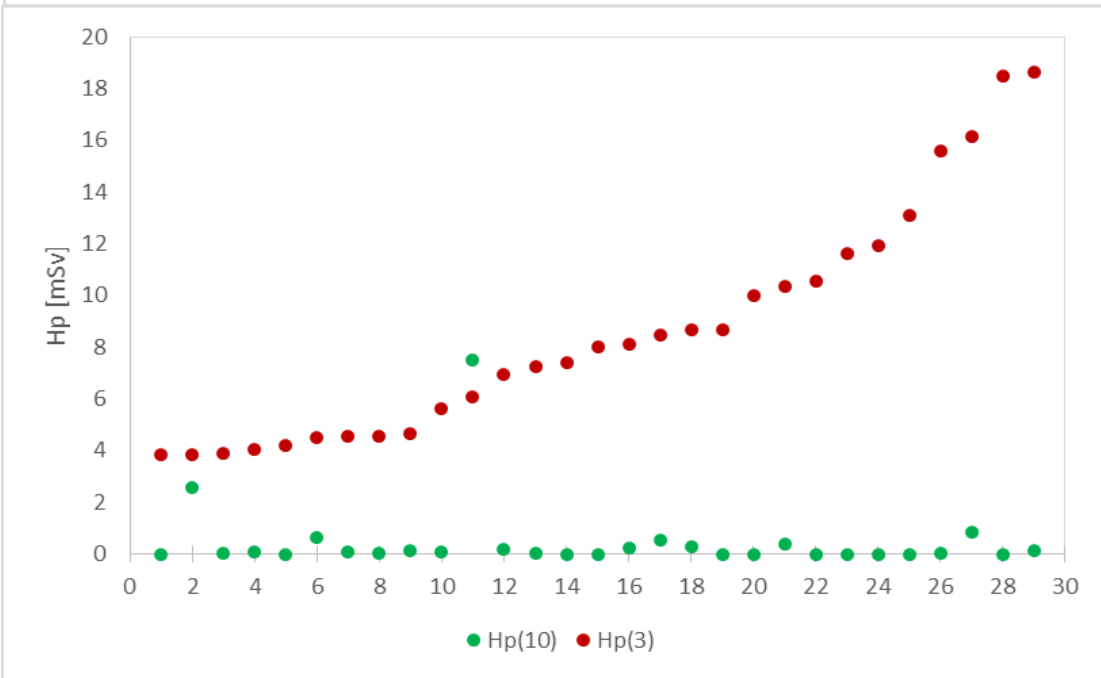
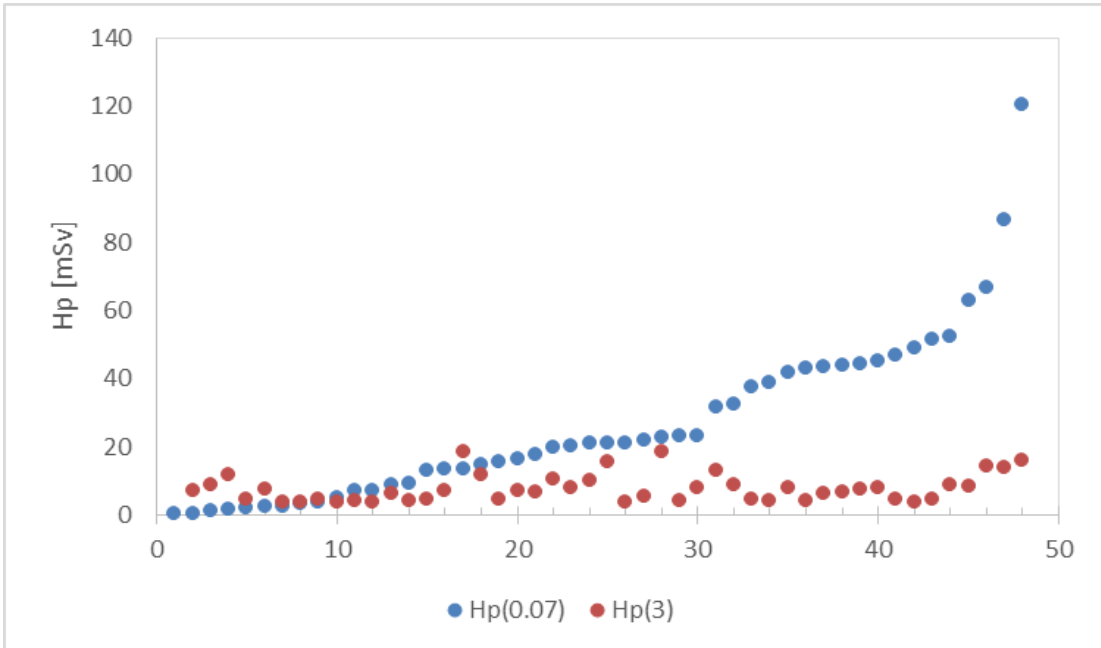
Najwyższe zmierzone dawki na soczewki oczu.



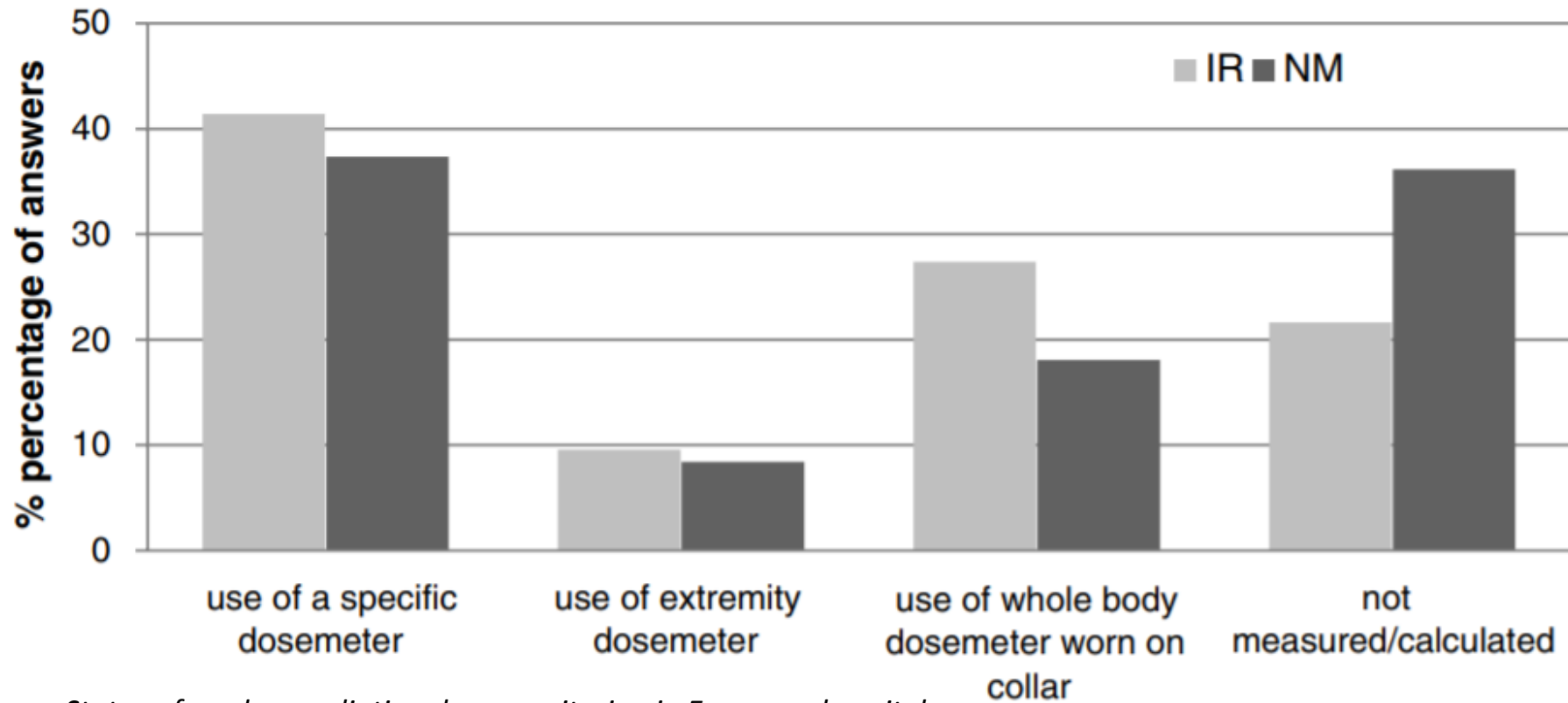
Porównanie dawek na soczewki oczu zmierzonych dawkomierzem EYE-D™ z dawkami na skórę zmierzonymi dawkomierzem pierścieniowym.



Porównanie dawek na soczewki oczu zmierzonymi dawkomierzem EYE-D™ z dawkami na całe ciało zmierzonymi dawkomierzem umieszczonym na klatce piersiowej.

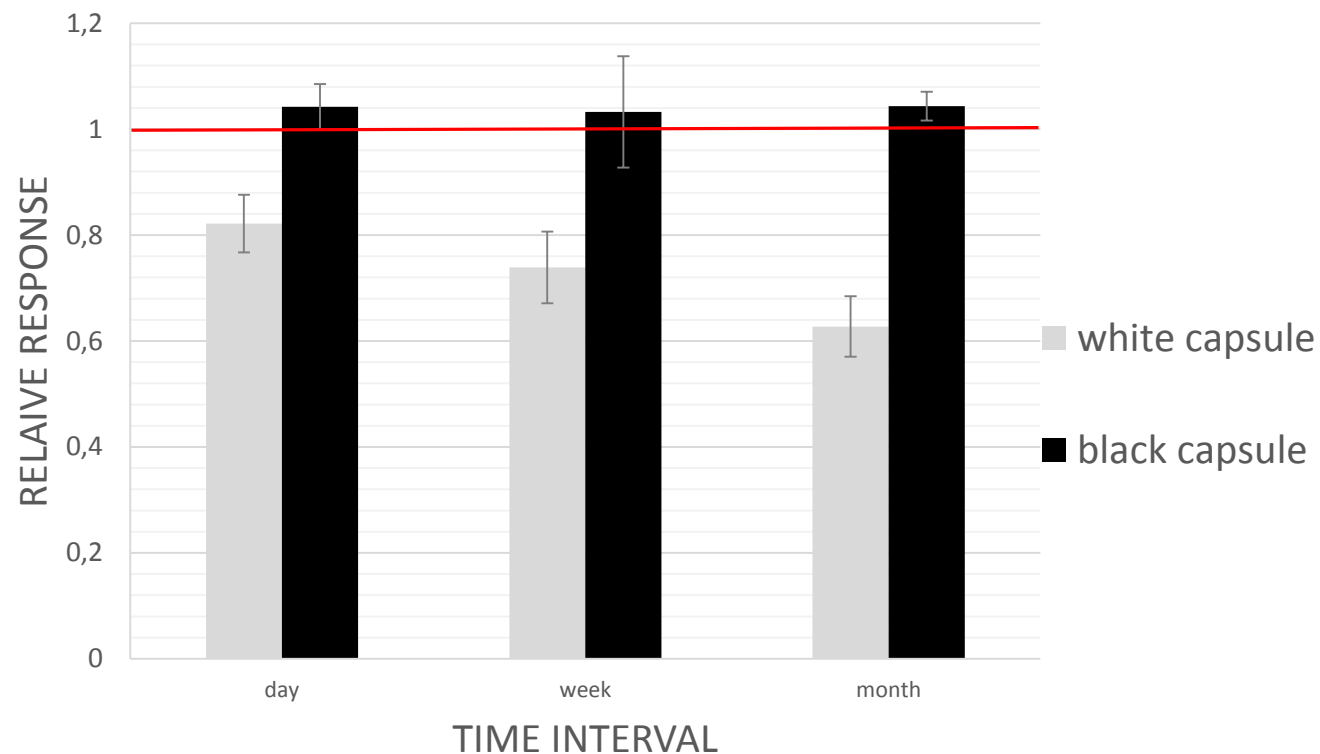


Europa



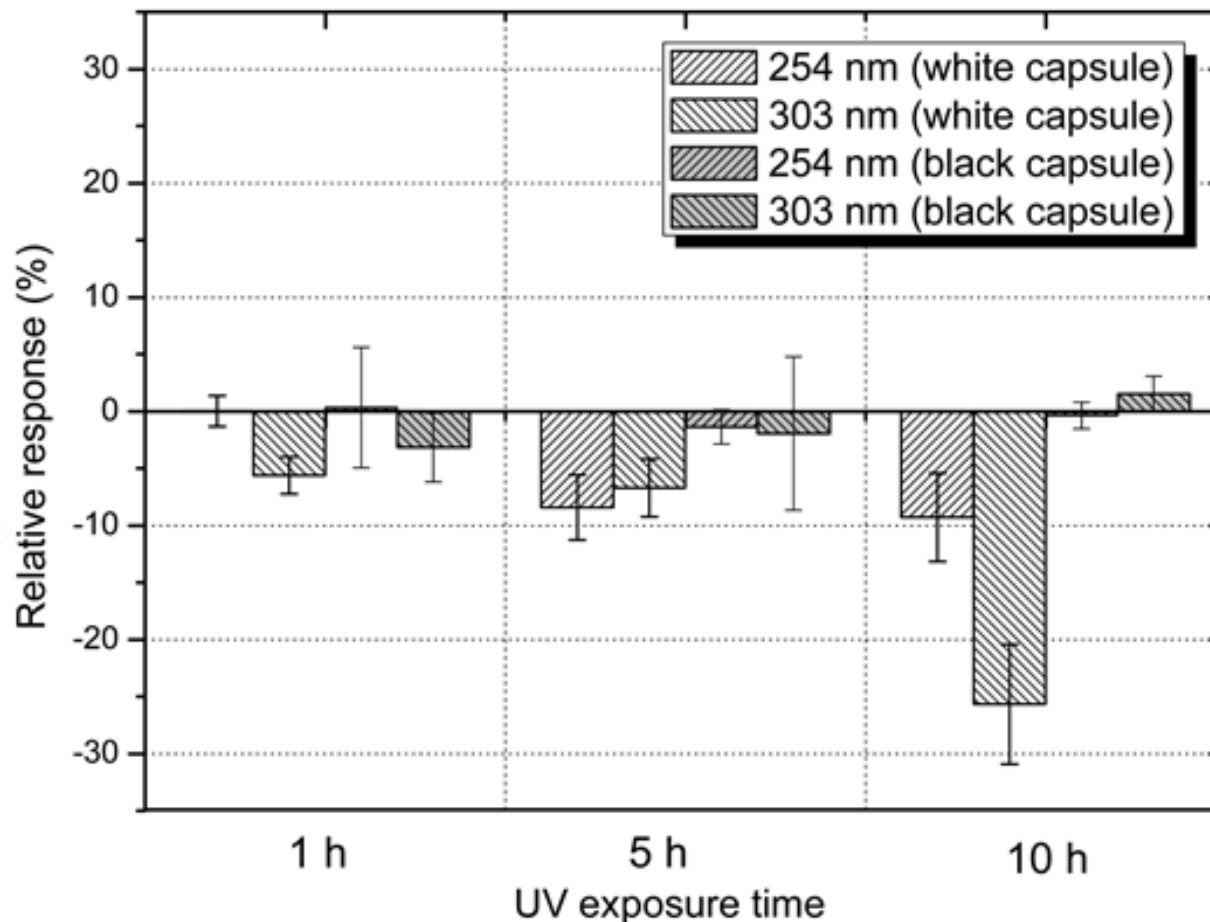
Status of eye lens radiation dose monitoring in European hospitals
Eleftheria Carinou, Merce Ginjaume2, Una O'Connor, Renata Kopec and Marta Sans Merce,
J. Radiol. Prot. 34 (2014) 729–739

Wpływ światła słonecznego



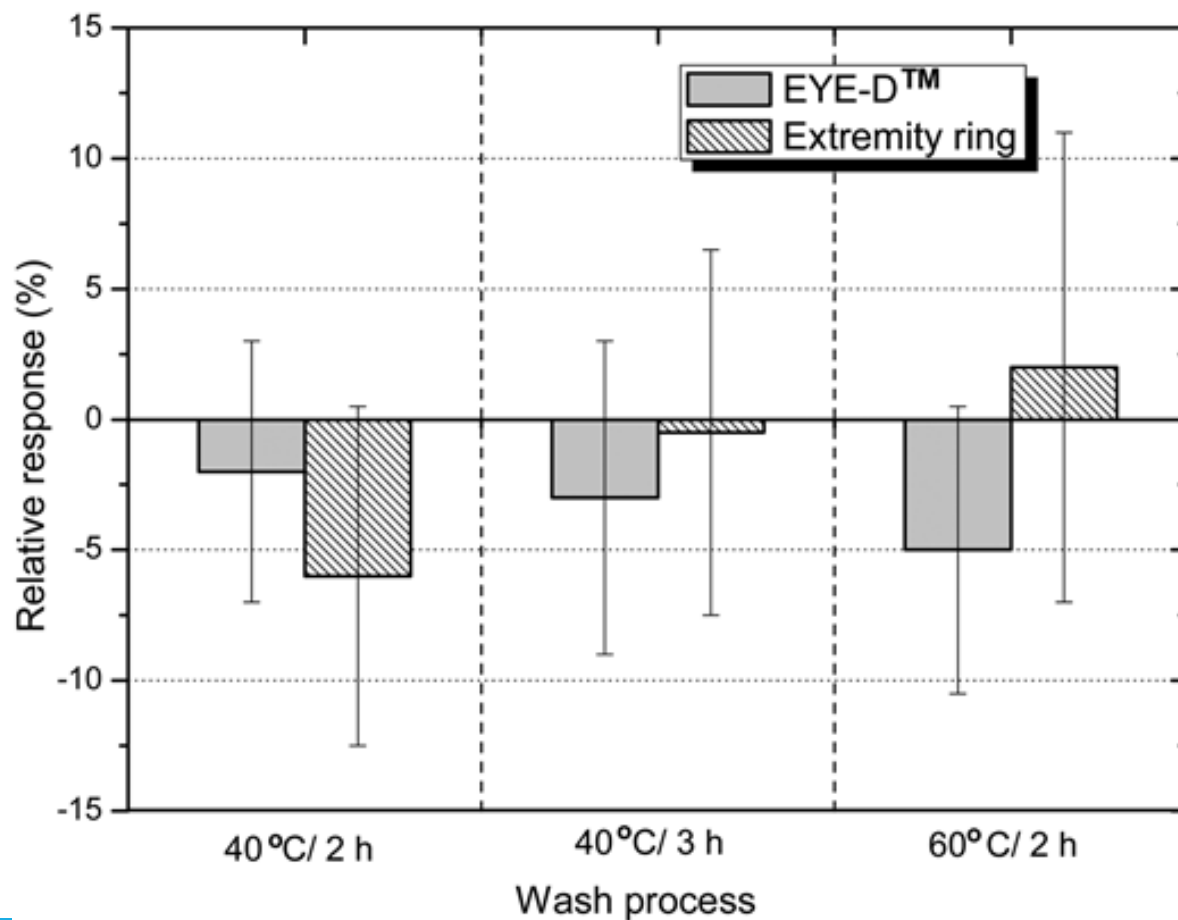
Odpowiedz względna dawkomierzy EYE-D™ w zależności od czasu ekspozycji na promieniowanie słoneczne.

Wpływ promieniowania UV



Odpowiedź względna dawkomierzy EYE-D™ w zależności od czasu ekspozycji na promieniowanie UV o dwóch długościach fali.

Wpływ temperatury i środków piorących



Odpowiedź względna dawkomierzy EYE-D™ oraz pierścionkowych w zależności od programu prania.



Podsumowanie

- Dozymetria soczewki oka została z sukcesem wprowadzona i wdrożona w Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej w 2012 r.
- Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej LADIS jako pierwsze laboratorium w Europie uzyskało akredytację na pomiar wielkości $H_p(3)$ wg normy PN-EN-ISO / IEC 17025.
- Pomiar wielkości $H_p(3)$ za pomocą dedykowanego dawkomierza szczególnie może być konieczny dla radiologów/kardiologów interwencyjnych.



Bibliografia

HOW DO HOSPITAL STERILISATION PROCEDURES AFFECT THE RESPONSE OF PERSONAL EXTREMITY RINGS AND OF EYE LENS TL DOSEMETERS?

Kopec R, Bubak A, Budzanowski M, Sas-Bieniarz A, Szumska A

Radiat Prot Dosimetry. 2016 Sep;170(1-4):302-6. doi: 10.1093/rpd/ncv539. Epub 2016 Feb 10.

Implementation of eye-lens dosimetry in Poland, w druku, Radiation Physics and Chemistry January 2020, <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.108676>

EYE LENS DOSES IN NUCLEAR MEDICINE: A MULTICENTRIC STUDY IN BELGIUM AND POLAND

By: Dabin, Jeremie; Kopec, Renata; Struelens, Lara; et al.

RADIATION PROTECTION DOSIMETRY Volume: 170 Issue: 1-4 Pages: 297-301

HOW DO HOSPITAL STERILISATION PROCEDURES AFFECT THE RESPONSE OF PERSONAL EXTREMITY RINGS AND OF EYE LENS TL DOSEMETERS?

By: Kopec, Renata; Bubak, Anna; Budzanowski, Maciej; et al.

RADIATION PROTECTION DOSIMETRY Volume: 170 Issue: 1-4 Pages: 302-306

OCCUPATIONAL DOSES OF MEDICAL STAFF AND THEIR RELATION TO PATIENT EXPOSURE INCURRED IN CORONARY ANGIOGRAPHY AND INTERVENTION

By: Szumska, Agnieszka; Kopec, Renata; Budzanowski, Maciej

RADIATION MEASUREMENTS Volume: 84 Pages: 34-40

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO THE WHOLE BODY, EXTREMITIES AND TO THE EYE LENS IN INTERVENTIONAL RADIOLOGY IN POLAND, AS BASED ON PERSONNEL DOSIMETRY RECORDS AT IFJ PAN

Szumska, Agnieszka; Budzanowski, M.; Kopec, R.,

Radiation Physics and Chemistry Volume 104, November 2014, Pages 72-75

NA ZAKOŃCZENIE...

Pamiętaj!

Oczy to zwierciadło duszy!



<http://rokita.pinger.pl/m/4385881>

NA ZAKOŃCZENIE...

Pamiętaj!

Oczy to zwierciadło duszy!



<http://rokita.pinger.pl/m/4385881>



www.kartki.pl

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ