

Podstawowe pojęcia z zakresu

RADIOMETRII



Co to jest promieniowanie?

- **Promieniowanie to wysyłanie i przenoszenie energii na odległość**
- **Energia może być wysyłana w postaci ciepła, światła, fal elektromagnetycznych oraz cząstek**
- **W naszym otoczeniu znajduje się wiele różnych źródeł oraz typów promieniowania, towarzyszy nam ono na co dzień**

Co to jest promieniowanie? c.d.

Promieniowanie dzieli się na dwie podstawowe grupy:

- **promieniowanie niejonizujące**
- **promieniowanie jonizujące**

Promieniowanie niejonizujące

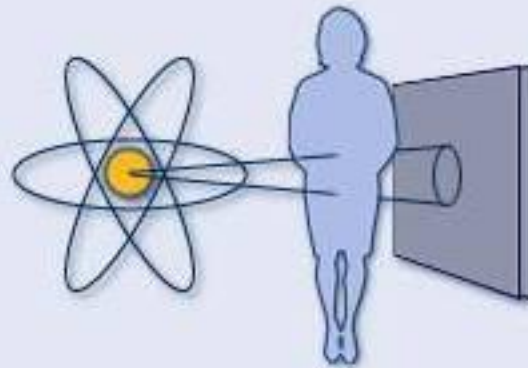
Nie ma wpływu na strukturę materii przez którą przenika

- **promieniowanie elektromagnetyczne**
- **promieniowanie świetlne**
- **promieniowanie podczerwone**
- **promieniowanie ultrafioletowe**
- **promieniowanie mikrofalowe**

Promieniowanie jonizujące

Jonizuje ośrodek przez który przechodzi i zmienia jego strukturę korpuskularną.

W przypadku żywej materii jonizacja ta ma wpływ destrukcyjny.



Promieniowanie jonizujące c.d.

W szczytkowych dawkach towarzyszy nam na co dzień jako element środowiska przyrodniczego

Naturalne źródła promieniotwórcze to:

- **gaz radon**
- **promieniowanie kosmiczne**
- **promieniowanie pierwiastków zawartych w skorupie ziemskiej (potas, uran, tor)**

Promieniowanie jonizujące c.d.

Sztuczne źródła promieniowania to:

- izotopy promieniotwórcze**
- materiały jądrowe**
- substancje oraz przedmioty napromieniowane na skutek ludzkiej działalności**

Ze względu na bardzo dużą moc promieniowania stanowią one poważne zagrożenie dla ludzkiego życia i zdrowia...

Narażenie na promieniowanie c.d.



promieniowanie
kosmiczne - 0,3



żywność - 0,3



otoczenie - 0,5
(gleba, skały)

Średnia roczna dawka ze źródeł naturalnych wynosi $\approx 2,5$ mSv

Narażenie na promieniowanie c.d.

Udział źródeł sztucznych w Polsce (mSv/rok):

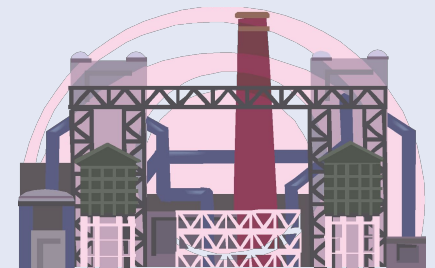
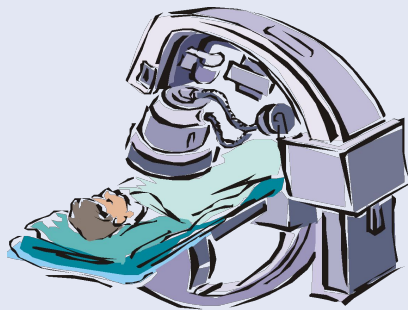
- **diagnostyka medyczna – 0,5**
- **palenie papierosów – 0,2**
- **lot przez Atlantyk – 0,1**
- **diagnostyka przemysłowa – 0,1**
- **materiały budowlane – 0,04**
- **opad promieniotwórczy – 0,01**
- **czujniki dymu – 0,000001**

Średnia roczna dawka ze źródeł sztucznych wynosi ok. 0,9 mSv

Promieniowanie jonizujące c.d.

Promieniowanie jonizujące ze względu na swoje właściwości znalazło wiele pozytywnych zastosowań we współczesnej medycynie i technice.

- diagnostyka medyczna
- radioterapia
- nieinwazyjne urządzenia pomiarowe
- technika jądrowa



Rodzaje promieniowania jonizującego

- promieniowanie alfa (α) [jądra helu]
- promieniowanie beta (β) [elektrony lub pozytony]
- promieniowanie gamma (γ)
- promieniowanie rentgenowskie (X)
- promieniowanie neutronowe

Trzy pierwsze rodzaje należą do promieniowania korpuskularnego, pozostałe mają naturę falową

Promieniowanie alfa

- **przenikliwość do 10 cm w powietrzu**
- **źródłem promieniowania jest gleba, obecny w atmosferze gaz radon, pierwiastki ciężkie wytworzone przez człowieka**
- **jest zatrzymywane przez ludzką skórę lub choćby papier**
- **stanowi zagrożenie gdy cząstki dostaną się do organizmu**



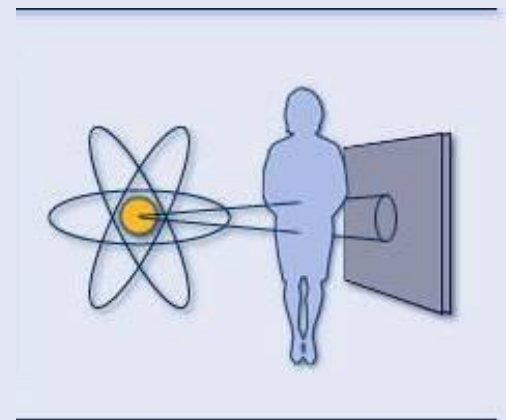
Promieniowanie beta

- **przenikliwość do kilku metrów w powietrzu lub kilku cm w plastiku (przenika przez skórę)**
- **może być groźne dla skóry, oczu lub organów wewnętrznych**
- **emitowane jest ze źródeł stosowanych w urządzeniach badawczych i medycznych**
- **promienie beta można zatrzymać kilkucentymetrową warstwą metalu**



Promieniowanie gamma i rentgenowskie

- **przenikliwość w powietrzu do kilku kilometrów**
- **przenika całe ciało człowieka**
- **emitowane jest ze źródeł stosowanych w urządzeniach badawczych i medycznych**
- **promienie gamma zatrzymuje kilkumetrowa warstwa wody lub 10 cm ołowiu**



Promieniowanie neutronowe

- **przenikliwość do kilku metrów w ciężkim betonie lub metalu**
- **przenika całe ciało człowieka, jest szczególnie szkodliwe dla oczu**
- **powstaje w wyniku wymuszonych przemian jądrowych (reaktory, akceleratorzy)**
- **promienie neutronowe zatrzymuje gruba warstwa wody lub ciężkiego betonu (kadm, bor)**



Pomiar promieniowania

Promieniowanie opisujemy korzystając z trzech zmiennych:

- **aktywność źródła**
- **dawka**
- **równoważnik dawki – stosowany w przypadku pomiaru napromieniowania organizmu człowieka**

Jednostka aktywnosci

Jednostką (miarą) aktywności jest

BEKEREL (Bq)

Aktywność jest równa jednemu bekerelowi jeżeli zachodzi jedna przemiana jądrowa (jeden rozpad promieniotwórczy) w ciągu jednej sekundy

$1\text{Bq} = 1 \text{ rozpad/s}$

Dawka pochłonięta

Jest to ilość energii przekazana przez promieniowanie jednostce masy

Jednostką dawki jest GREY:

$$1\text{Gy} = 1\text{J/kg}$$

$$1\text{Gy} = 1000 \text{ mGy}$$

Moc dawki wyrażamy w Gy/h

Rodzaje promieniowania jonizującego c.d.

Poszczególne rodzaje promieniowania charakteryzują się różnym poziomem szkodliwości biologicznej

Wyraża to współczynnik jakości promieniowania, który wynosi odpowiednio:

- dla promieniowania gamma - 1
- dla promieniowania beta i X - 1
- dla promieniowania neutronowego - od 5 do 20
- dla promieniowania alfa - 20

Równoważnik dawki

Jest to iloczyn dawki pochłoniętej i współczynnika jakości promieniowania - jest miarą skutków biologicznych narażenia organizmu człowieka.

Jednostką równoważnika dawki jest SIWERT (Sv)

1 Sv = 1000 mSv (milisiwertów)

Moc równoważnika dawki wyrażamy w Sv/h

Narażenie na promieniowanie

Dawka promieniowania może zostać pochłonięta przez człowieka poprzez:

- ekspozycję - przebywanie w obecności promieniowania**
- skażenie – ma miejsce gdy na osobie osiada materiał promieniotwórczy**
- wchłonięcie – ma miejsce gdy materiał promieniotwórczy dostanie się wewnątrz organizmu**

Narażenie na promieniowanie c.d.

Narażenie zawodowe wg Raportu UNSCEAR (mSv/rok)

- **górnicy - 6**
- **załogi samolotów - 4**
- **pracownicy elektrowni jądrowych - 2,5**
- **personel medyczny - 0,5**
- **pracownicy wykonujący prace z zakresu radiografii przemysłowej - 1,5**

Narażenie na promieniowanie c.d.

Średnie skrócenie przewidywanej długości życia z różnych powodów (źródło PAA):

- **palenie papierosów - 2250 dni**
- **choroby serca - 2100**
- **nadwaga (30%) - 1300**
- **picie alkoholu - 350**
- **praca z prom. jonizującym - 40**
- **promieniowanie naturalne - 8**
- **picie kawy - 6**

**Dlaczego promieniowanie
jonizujące jest niebezpieczne
???**

Biologiczne skutki promieniowania

Organizm ludzki toleruje małe dawki promieniowania rozłożone w czasie, nie wywołują one zmian w organizmie

Biologiczne skutki promieniowania

**CZYNNIKI OD KTÓRYCH ZALEŻY CZAS WYSTĄPIENIA ORAZ
RODZAJ NASTĘPSTW DZIAŁANIA PROMIENIOWANIA NA
ORGANIZM CZŁOWIEKA**

- **Dawka promieniowania**
- **Moc dawki**
- **Rozmiar napromienionego obszaru ciała**
- **Rodzaj i energia promieniowa**
- **Wiek osoby w chwili ekspozycji**
- **Różnice we wrażliwości na promieniowanie poszczególnych tkanek i narządów**
- **Predyspozycje genetyczne, które zwiększają ryzyko indukcji nowotworów**

Biologiczne skutki napromieniowania c.d.

Ludzkie ciało zawiera dużo wody wskutek jonizacji wiązania chemiczne cząsteczek ulegają zerwaniu, co prowadzi do uszkodzenia lub zabicia komórki

- jeżeli liczba zniszczonych lub uszkodzonych komórek nie jest duża, zostaną one odtworzone**
- jeżeli zbyt wiele komórek jest zupełnie zniszczonych (zabitych), cały narząd lub organizm umiera**

Biologiczne skutki napromieniowania c.d.

Na skutek pochłonięcia cząsteczek albo fotonów promieniowania dojdzie od razu do:

- jonizacji atomów struktur komórkowych,
- zmiany przepuszczalności błon komórkowych,
- utworzenia się toksyn radiacyjnych,
- dojdzie do radiolizy wody, która doprowadzi do zadurzenia kierunków przemian biochemicznych oraz składu chemicznego komórek,
- zniszczenia cząstek kwasów nukleinowych,
- produkcji wolnych rodników,
- uszkodzenia oraz zaburzenia łańcuchów DNA,
- zaburzenia gospodarki elektrolitami.

Biologiczne skutki napromieniowania c.d.

Proces naprawiania komórek oparty jest o mechanizm kodu DNA

Naprawy nie zawsze są prawidłowe - szczególne niebezpieczeństwo istnieje gdy komórki DNA także są napromieniowane

Jeżeli mechanizm naprawczy doprowadził do nieprawidłowości, to komórka może przeżyć, ale następnie te nieprawidłowe, zmienione cechy komórek mogą być powielane

Stwarza to znaczne prawdopodobieństwo rozwinięcia się choroby nowotworowej

Biologiczne skutki napromieniowania c.d.

Podział skutków biologicznych:

- 1 .Skutki somatyczne - skutki działania promieniowania występujące u napromienionych osób**
- 2. Skutki genetyczne (dziedziczne) - skutki działania promieniowania występujące u potomstwa napromienionych osób**
- 3. Skutki działania promieniowania na zarodek i płód**

Biologiczne skutki napromieniowania c.d.

RODZAJE SKUTKÓW DZIAŁANIA PROMIENIOWANIA NA ORGANIZM CZŁOWIEKA WG.MIĘDZYNARODOWEJ KOMISJI OCHRONY RADIOLOGICZNEJ:

- 1.Skutki deterministyczne (niestochastyczne), czyli takie, których zarówno częstość, jak i stopień ciężkości ulegają wzrostowi wraz z dawką promieniowania, które w stosunkowo krótkim czasie po przekroczeniu określonej dawki progowej pojawiają się u wszystkich napromienionych osób.**
- 2.skutki stochastyczne, czyli te, których częstość występowania ulega jedynie zwiększeniu wraz ze wzrostem dawki. Są to zjawiska probabilistyczne. Nie istnieje dla nich dawka progowa. Należą do nich np. nowotwory złośliwe.**

C

PRZYKŁADY DAWEK PROGOWYCH (Sv) DLA NIEKTÓRYCH SKUTKÓW DETERMINISTYCZNYCH

| | |
|--|------------------|
| Zespół szpikowy ostrego zespołu popromiennego | 1,0 |
| Trwała niepłodność u mężczyzn | 2,5 - 6,0 |
| Trwała niepłodność u kobiet | 3,5 - 6,0 |
| Zmętnienie soczewki oka | 0,5 - 2,0 |
| Zaćma | 5,0 |
| Rumień skóry | 3,0 |
| Sączące złuszczenie naskórka | 20 |
| Martwica skóry | 50 |
| Powstawanie wad rozwojowych po napromienieniu | 0,1 - 1,0 |

Biologiczne skutki napromieniowania c.d.

Dawka [Sv] Skutki napromieniowania

- do 0,25 brak wykrywalności skutków klinicznych
- 0,25-0,50 zmiany w obrazie krwi
- 0,50-1,00 mdłości, zmęczenie
- 1,00-2,00 mdłości, wymioty, wyczerpanie, mniejsza żywotność, biegunka
- 2,00-4,00 mdłości, wymioty, niezdolność do pracy, pewna ilość zgonów
- 4,00-6,00 50% zgonów (w czasie 2 - 6 tygodni)
- 6,00 i więcej prawie stu procentowy zgon w ciągu 2 tygodni
- przy kilkudziesięciu Sv śmierć jest kwestią najwyżej kilku godzin

PRZYKŁADY SKUTKÓW STOCHASTYCZNYCH

- **Zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia jednej ze znanych chorób nowotworowych u osoby napromienionej (białaczka, nowotwory złośliwe kości, skóry)**
- **Zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia jednej ze znanych wad lub chorób dziedzicznych u potomstwa napromienionej osoby**

Biologiczne skutki promieniowania c.d.



Biologiczne skutki promieniowania c.d.



Bezpieczeństwo w radiologii c.d.

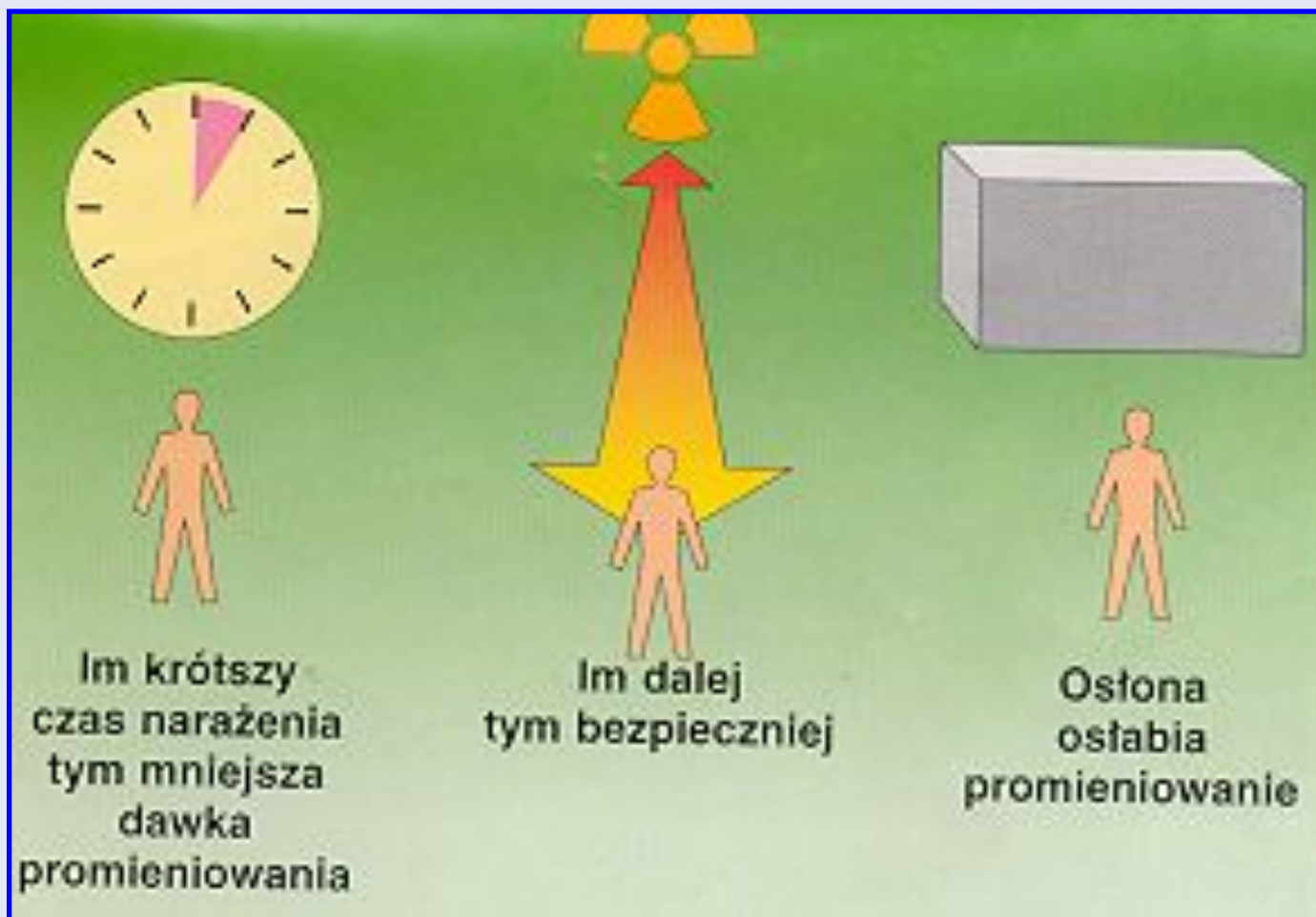
Ochrona przez odległość – moc dawki maleje proporcjonalnie do kwadratu odległości od źródła promieniowania:

| | | | |
|-------------------------------|------------|---------------|------------------|
| moc dawki w odległości | 1m | wynosi | 400 mSv/h |
| | 2m | wynosi | 100 mSv/h |
| | 10m | wynosi | 4 mSv/h |
| | 20m | wynosi | 1 mSv/h |

Ochrona przez czas – przyjęta dawka promieniowania jest wprost proporcjonalna do czasu spędzonego w polu promieniowania.

Ochrona przez osłony – odpowiednio gruba osłona zastosowana odpowiednio do rodzaju promieniowania zmniejsza poziom promieniowania

Bezpieczeństwo w radiologii c.d.



Bezpieczeństwo w radiologii c.d.

Zachowanie w przypadku możliwego napromieniowania

- korzystaj z dostępnych osłon**
- dbaj o higienę**
- nie dotykaj niepotrzebnie podejrzanych materiałów**
- po kontakcie z podejrzanym materiałem dokładnie się umyj**
- stosuj rękawiczki jednorazowe**
- unikaj spożywania lub wdychania podejrzanych substancji**
- bądź ostrożny aż do przesady!!!**

Dziękuję za uwagę

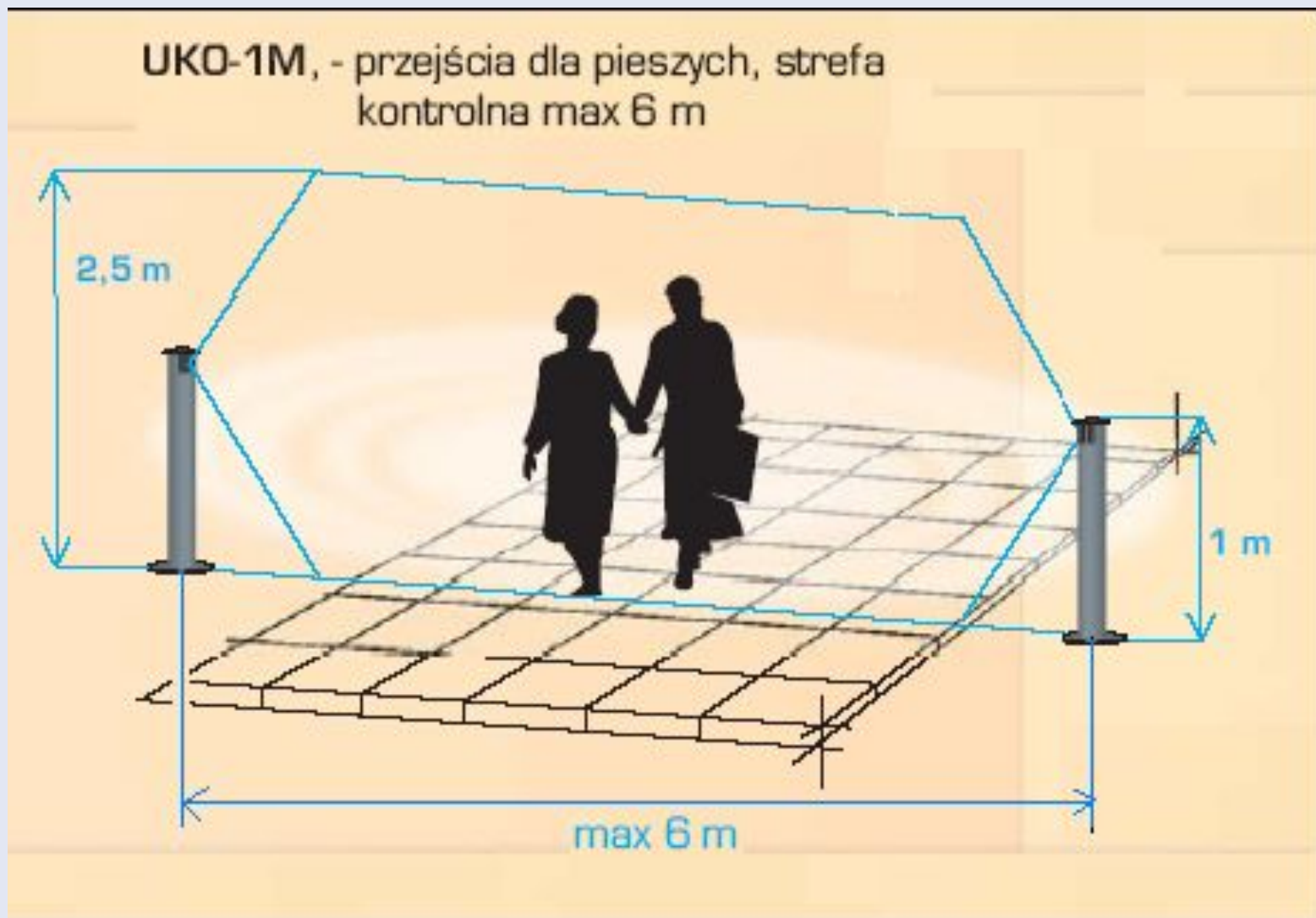
5 minut przerwy...

UK 1 M / UKO 1 M c.d.

Urządzenie występuje w dwóch zasadniczych odmianach:

- **do kontroli osób – UKO 1 M**
- **do kontroli ładunków – UK 1 M**

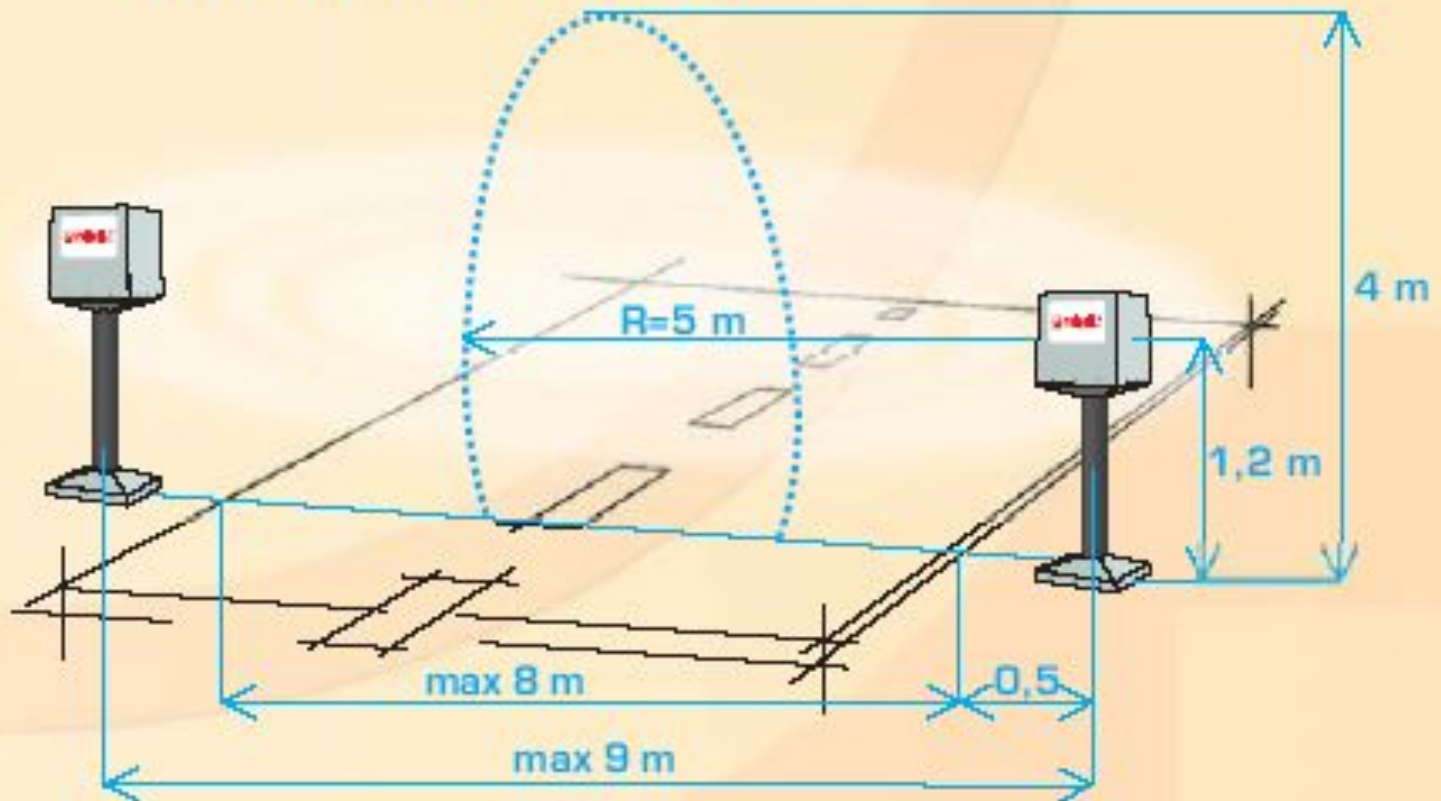
UK 1 M / UKO 1 M c.d.



UK 1 M / UKO 1 M c.d.

STREFA KONTROLNA:
MONITORING AREA:

UK-1M, - drogowa



PM 1401



PM 1401 c.d.

Sygnalizacja przekroczenia zarejestrowanego tła promieniowania jest realizowana akustycznie przez słuchawkę, świetlnie-diodą świecącą lub bardziej dyskretnie, za pomocą przetwornika wibracyjnego mającego postać zegarka, umieszczonego na nadgarstku.

- **czas pomiaru: 0,25 s**
- **czas pracy z jednym kompletem ogniów: 1000 h**

RKP 1-2



Dziękuję za uwagę...

