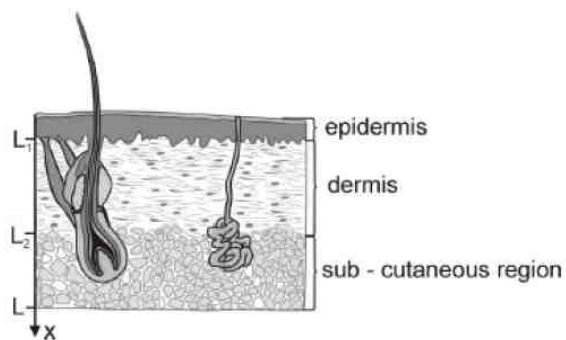


Optyczna charakteryzacja powierzchni tkaniny poddanej promieniowaniu IR

Nanobio PL 2012



Krzysztof Grabowiecki
Wojciech Gołębowski
cim-mes@cim-mes.com.pl

Warszawa, 17 września 2012







Zadanie ...



**Spawanie precyzyjne,
czyszczenie powierzchni**

Ograniczenie skutków poparzenia laserem

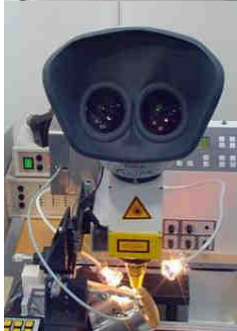


	<p>Laser: CO₂ λ = 10600 nm <u>Left:</u> P_m = 500 W Pos. = defocus. <u>Right:</u> P_m = 500 W Pos. = near to focus</p>		
Day of Accident	focus	Day of Accident	30 Days later
<p>Laser: Yb:YAG λ = 1030 nm P_m = 1600 W Pos. = near to focus</p>			
	Day of Accident	10 Days later	21 Days later

Stan techniki – ręczne lasery ręczne ...



Spawanie precyzyjne,



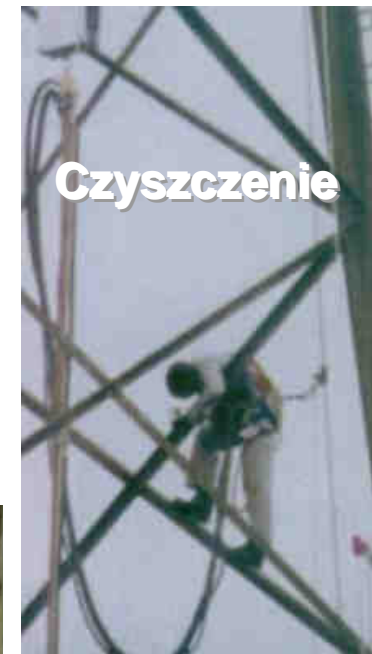
**Przemysł jubilerski,
dentystyczny**



Cięcie



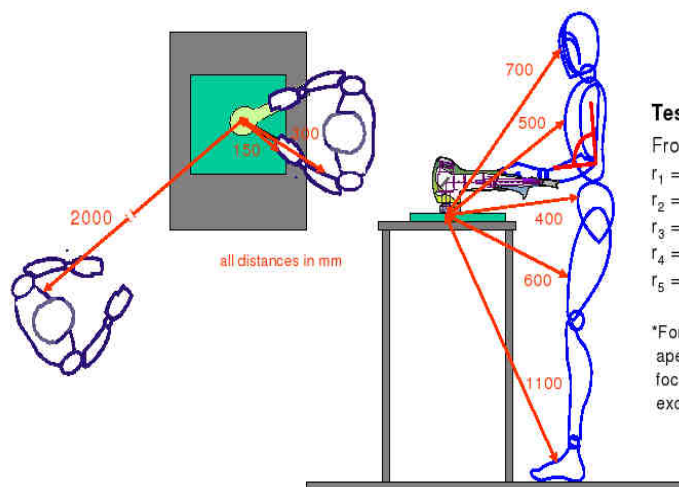
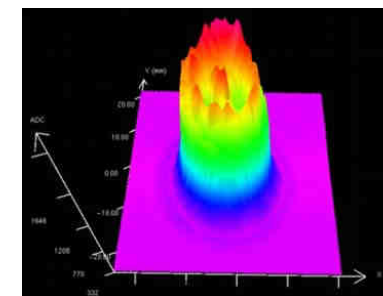
Konserwacja



Czyszczenie

Charakterystyka zagrożenia ...

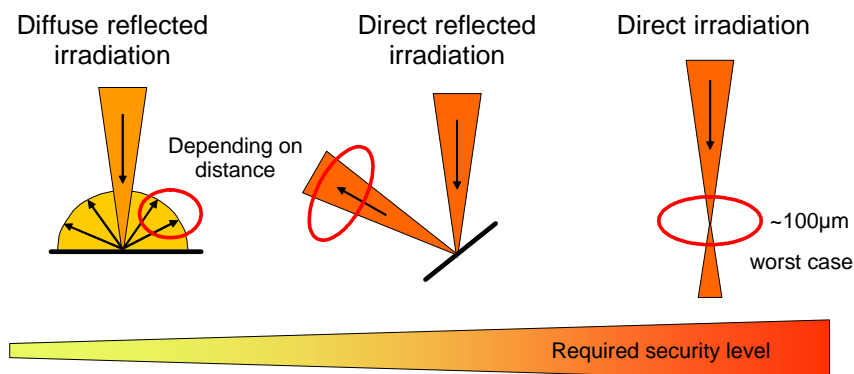
- Ręczne lasery przemysłowe: 900 – 1100nm; promieniowanie ciągłe i impulsowe
- Moc emitowana – do 4kW
- Gęstość energii w polu porażenia – do 4kW/cm²
- Struktura porażenia:
 - Krytyczna – bezpośrednio skierowanie wiązki na skórę
 - Uwzględniana – pośrednie porażenie od odbicia wiązki



Testing distances
From beam aperture*

$r_1 = 100 \text{ mm}$
 $r_2 = 200 \text{ mm}$
 $r_3 = 500 \text{ mm}$
 $r_4 = 800 \text{ mm}$
 $r_5 = 2000 \text{ mm}$

*For most HLDs the beam aperture is near to the focal plane;
exception: e.g. cleaning



Gęstość strumienia energii

- Płomień strukturalny – $< 10\text{W/cm}^2$
- Łuk elektryczny – $< 800\text{W/cm}^2$
- Promień lasera ręcznego – $< 6000\text{W/cm}^2$

Reakcja ciała na bodziec zewnętrzny

- *Dolna granica wykrywania zmiany temperatury*
 - 40 - 46⁰C dla temperatury ciała 30-32⁰C
- *Dolna granica wykrywania bólu*
 - 43 - 51⁰C
- *Czas reakcji oko - palec: 0,18 s*
 - Reakcja oka 0,02-0,04s
 - Czas przepływu sygnału oko - mózg 0,005s
 - Mózg – przetwarzanie – 0,07..0,09s
 - Czas przepływu sygnału mózg - palec – 0,010-0,015s
 - Czas uaktywnienia ruchu palca – 0,02-0,04s
- *Czas reakcji na ból od oparzenia*
 - 0,3 – 0,9 s

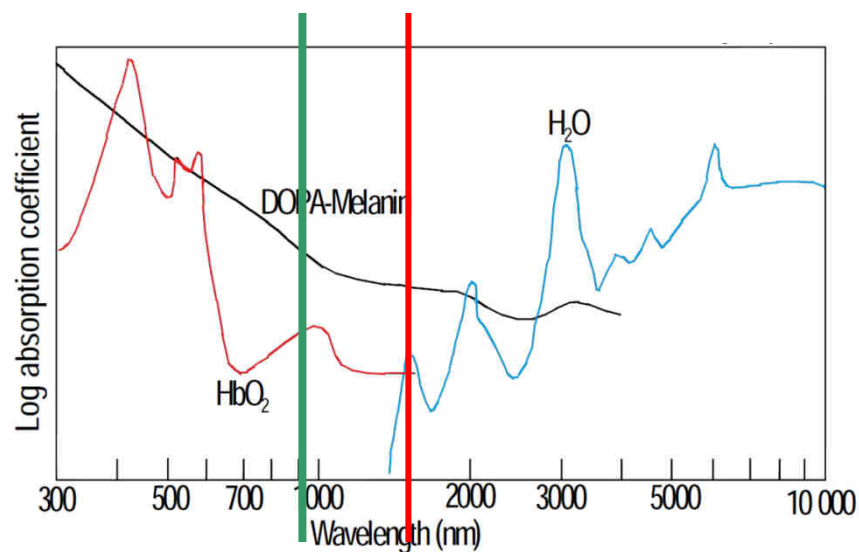
Wiązka lasera: uraz może nastąpić szybciej niż reakcja układu nerwowego

Uwarunkowania badań ...

- Medycyna, biologia – stan wiedzy o wpływie promieniowania na tkankę
- Koncepcja ochrony – eliminacja elementów zagrożenia
- Brak sprzężenia

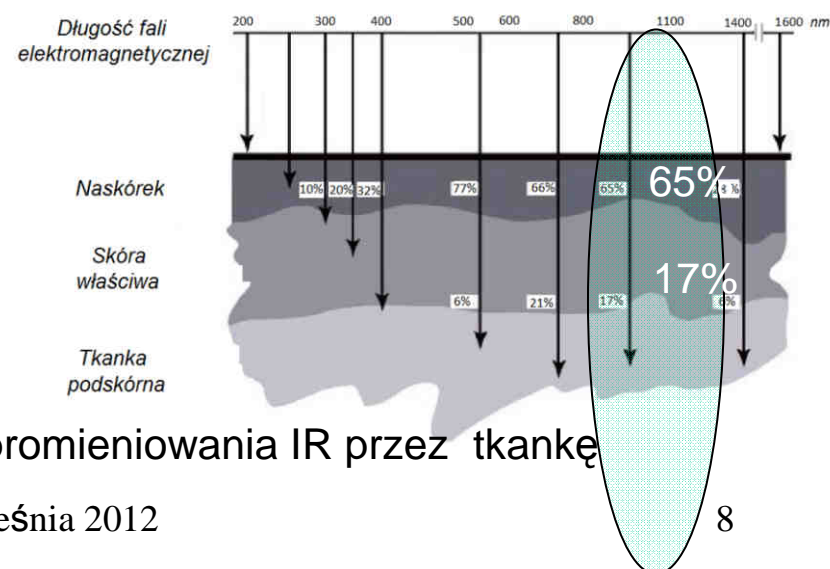
Charakterystyka zagrożenia ...

- Zagrożenie tkanki promieniowaniem 900 – 1100nm - bezpośrednie
- Zagrożenie promieniowaniem cieplnym 10000 – 30000nm - pośrednie



Podstawowe absorbenty:

Hemoglobina (HbO₂, Hb) - krew
 Melanina - skóra
 Water (H₂O) - skóra

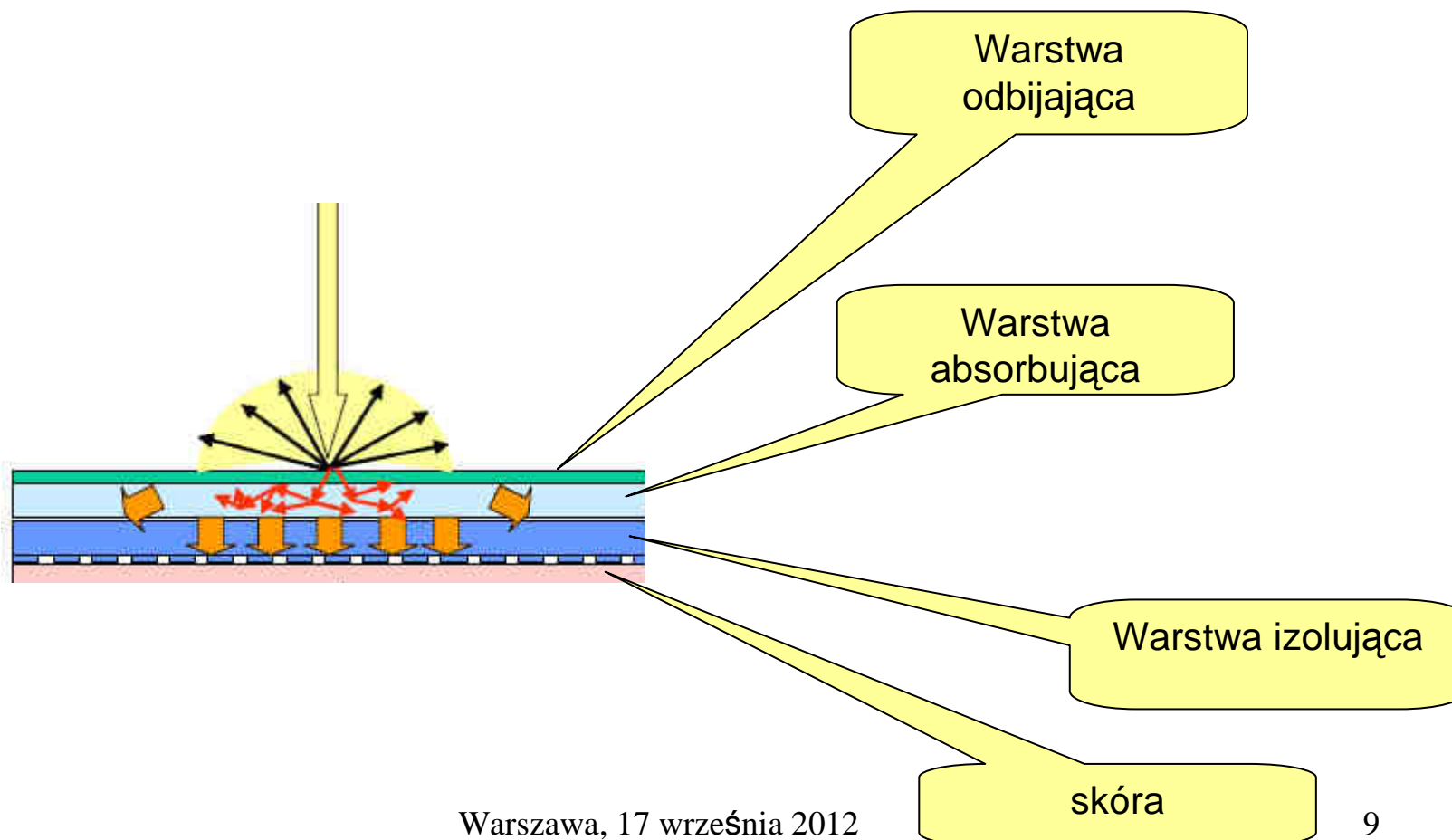


Przenikanie promieniowania IR przez tkankę

Warszawa, 17 września 2012

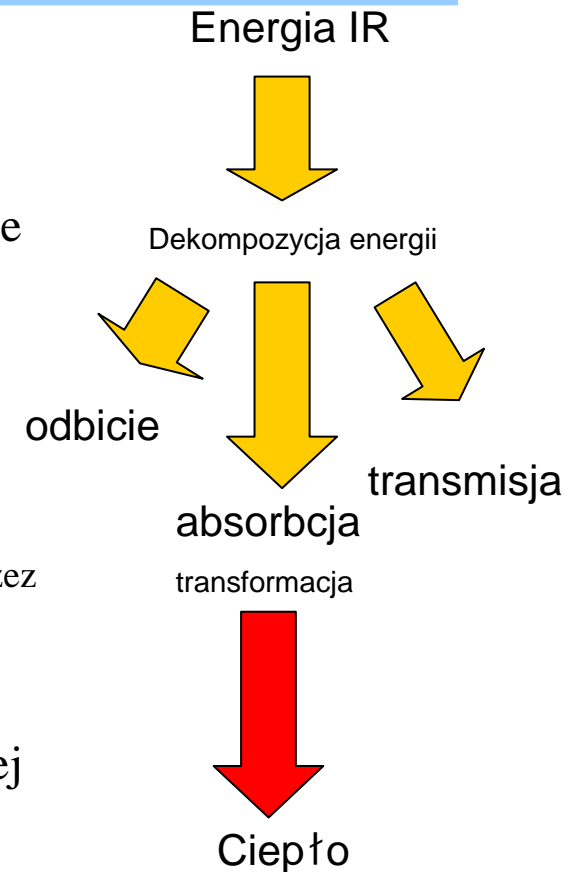
Koncepcja zabezpieczenia skóry ...

- Wielowarstwowa tkanina



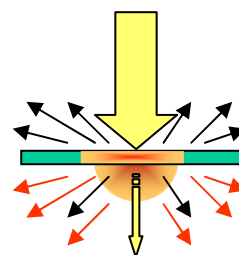
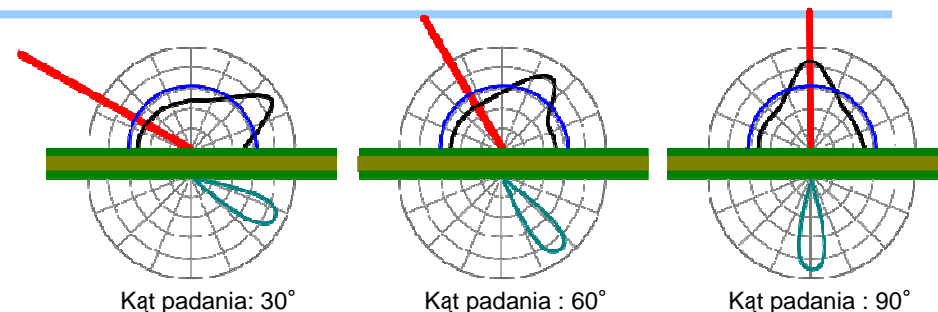
Strategia weryfikacji skuteczności ...

- dwustopniowa:
 - **Konieczna:** optyczne właściwości tkaniny wyznaczone dla niskiej mocy pracy lasera
 - Wyznaczenie parametrów RTA oraz specularity (rozproszenia) promieniowania odbitego
 - Cel 1 – ocena wielkości zaabsorbowanej przez tkaninę promieniowania IR jako źródła ciepła; wyznaczenie wartości do spełnienia kryterium Stoll – Chianta
 - Cel 2 – ocena wielkości promieniowania IR transmitowanego przez tkaninę PPE: wyznaczenie wartości do spełnienia kryterium na współczynnik MPE_{skin}
 - **Dostateczna:** Badanie dla pełnej mocy lasera – weryfikacja właściwości termicznych tkaniny ochronnej



Wielkości mierzone...

- **Funkcja BRDF**
(odbicie + rozproszenie; RTA)
 - goniometr
- **Strumień ciepła po stronie wewnętrznej tkaniny**
 - Kalorymetr
- **Rozproszenie ciepła w tkaninie**
 - Kamera IR
- **Działanie warstwy aktywnej**
 - Kanał A/D
- **Proces przepalania otworu**
 - Kamera cyfrowa
- **Stałe czasowe procesów**



Legenda

■ Niska moc lasera.
Stan ustalony.

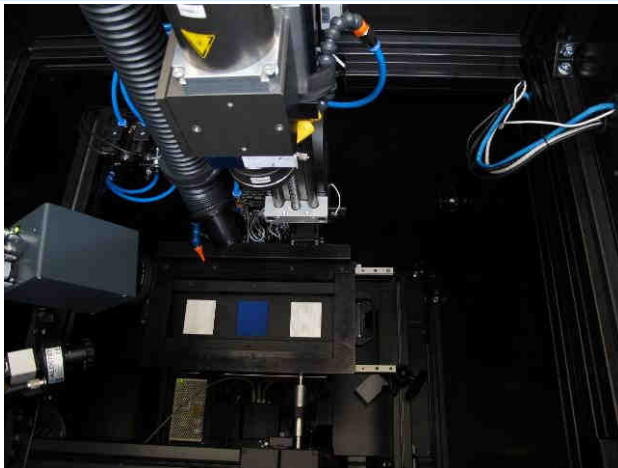
■ Średnia, duża moc lasera, dopuszczalny stan nieustalony.

■ Wysoka moc lasera; stan nieustalony.

Założenia ...

- Parametry S-RTA są niezmiennie dla całego procesu niszczenia materiału; korekta podczas badania dostatecznego przy wykorzystaniu pomiaru IR transmitowanego
 - Badania termiczne i optyczne są rozprężone; założona superpozycja zjawisk optycznych i termicznych
 - Warunek bezpieczeństwa wyznaczany kryterium Stoll-Chianty ważny dla promieniowania cieplnego
- Test dostateczny lasera dla kryterium Stoll-Chianty przeprowadzany nadmiarowo; kalorymetr sumuje strumień ciepła oraz strumień NIR przenikający przez tkaninę
- Wartość MPE_{skin} determinuje odporność skóry/tkanek na promieniowanie NIR

Realizacja ...



Podsumowanie

- Stanowisko pomiarowe dla celów badawczych i certyfikacyjnych działa zgodnie z założeniami
 - Wykonane trzy egzemplarze
- Stanowisko może być wykorzystywane dla badań próbek materiału różnego typu
- Stanowisko może być skonfigurowane z różnego typu źródłami światła
- Procedura certyfikacyjna jest przygotowywana do implementacji
- Różne
 - Braki w dostępnych badaniach i wyznaczonych kryteriach dopuszczalnej absorpcji NIR przez tkanki występujące u człowieka (wielkość absorpcji, czas absorpcji)
 - Brak jednoznacznych danych o właściwościach tkanki żywej w zakresie przenikania NIR
 - Brak danych statystycznych o przypadkach i poparzeń laserem IR
 - Brak statystycznej jednostki chorobowej dla poparzeń IR (1064nm)

Praca finansowana w ramach projektu badawczego PR7:
PROSYS-LASER NMP2-SE-2009-229165

