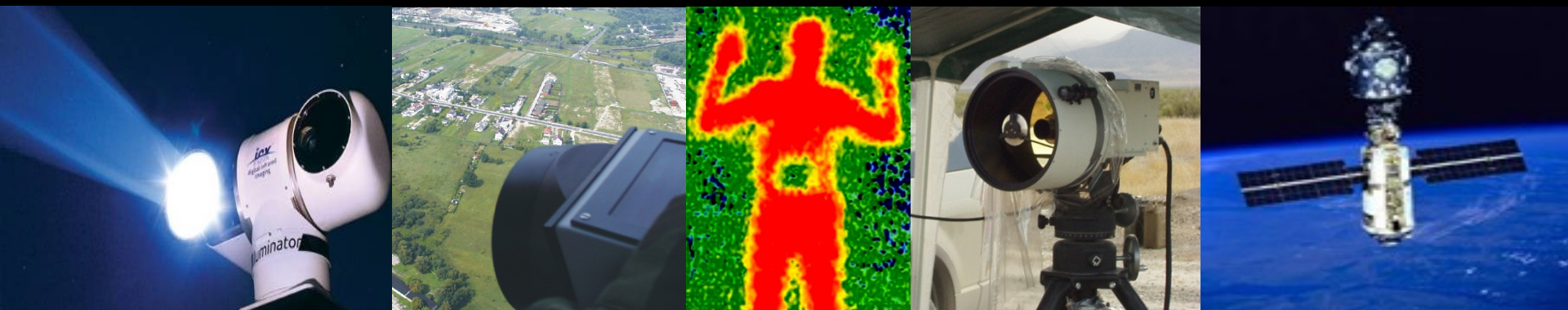


Zygmunt MIERCZYK

**WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
INSTYTUT OPTOELEKTRONIKI**



OPTOELEKTRONICZNE SYSTEMY MONITOROWANIA ZAGROŻEŃ



**V Konferencja Naukowo-Techniczna
ZASTOSOWANIA TECHNIK OBSERWACJI ZIEMI**



OPTOELEKTRONICZNE SYSTEMY MONITOROWANIA BEZPIECZEŃSTWA

1. WPROWADZENIE

2. ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA

3. MONITOROWANIE ZAGROŻEŃ BEZPIECZEŃSTWA

**4. TECHNOLOGIE OPTOELEKTRONICZNE
W MONITOROWANIU ZAGROŻEŃ**

**5. WYBRANE PRACE NAUKOWO-BADAWCZE
I WDROŻENIOWE REALIZOWANE W WAT**

6. PODSUMOWANIE

**V Konferencja Naukowo-Techniczna
ZASTOSOWANIA TECHNIK OBSERWACJI ZIEMI**

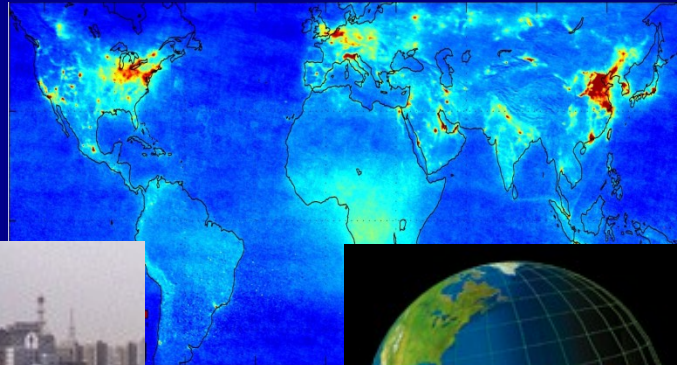


ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA



Zagrożenia środowiska

- ⇒ naturalne
- ⇒ przemysłowe
- ⇒ katastrofy ekologiczne



Zagrożenia obiektów, osób i mienia



ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA: SKAŻENIA I ZANIECZYSZCZENIA, POŻAROWE, TERMICZNE, SEJSMICZNE, ELEKTROMAGNETYCZNE



⇒ **POWIETRZE
(ATMOSFERA)**



⇒ **WODA
(HYDROSFERA)**



⇒ **GLEBA
(LITOSFERA)**





ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA

Zagrożenia militarne, terrorystyczne i zorganizowana przestępczość

5 BMR (CBRNE)

- ➔ Chemiczne
- ➔ Biologiczne
- ➔ Radiologiczne
- ➔ Jądrowe
- ➔ Wysokoenergetyczne materiały wybuchowe



WOJNA INFORMACYJNA

BEZPIECZEŃSTWO

W CYBERPRZESTRZENI





INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA



BEZPIECZEŃSTWO CYWILNE

monitorowanie, identyfikacja i przeciwdziałanie zagrożeniom bezpieczeństwa obywateli, w tym procesy informacyjno – decyzyjne ratownictwa i zarządzania kryzysowego oraz skuteczne kierowanie działaniami ratowniczymi i reagowaniem kryzysowym

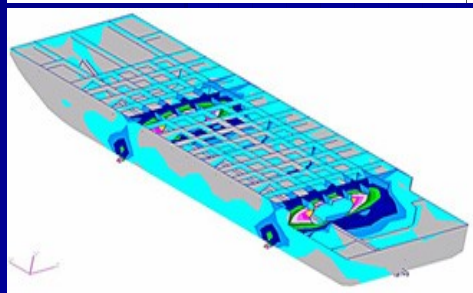
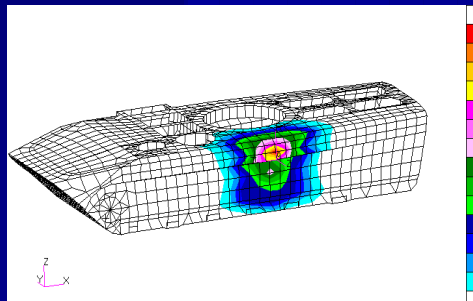


INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA



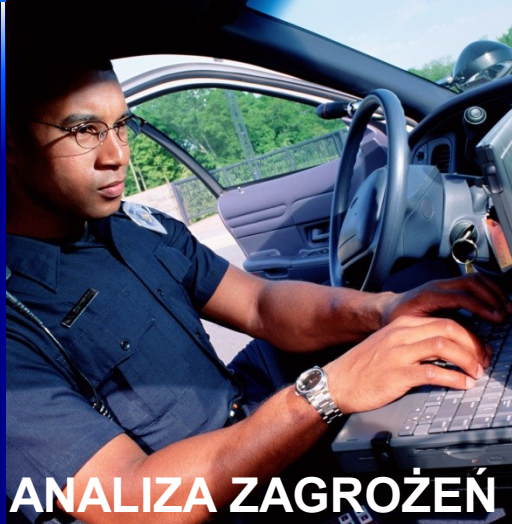
BEZPIECZEŃSTWO TECHNICZNE

projektowanie, budowa, eksploatacja i utylizacja obiektów i infrastruktury przemysłowo-komunalnej (energetyka, transport, przemysł, budownictwo)





SYSTEMY MONITOROWANIA ZAGROŻEŃ BEZPIECZEŃSTWA



ANALIZA ZAGROŻEŃ



NADZÓR



MONITOROWANIE



DETEKCJA



SYSTEMY ZINTEGROWANE

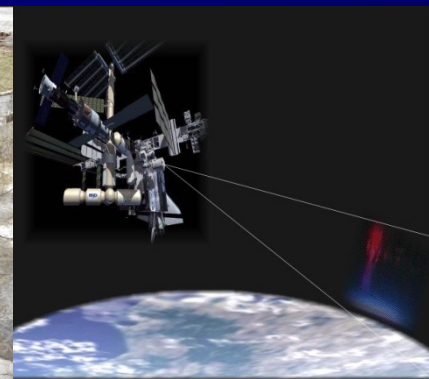




PRIORYTETOWE TECHNOLOGIE W INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA



- ❖ czujniki (sensory)
- ❖ urządzenia pomiarowe i systemy monitorowania bezpieczeństwa obiektów i środowiska naturalnego (systemy obserwacji, wykrywania i śledzenia)
- ❖ systemy automatyzacji zarządzania i procedury informacyjno-decyzyjne ratownictwa i zarządzania kryzysowego





INTEGRACJA ŚRODOWISK NAUKOWYCH

CENTRA DOSKONAŁOŚCI (w WAT):

CD-139 OptoSec - Monitoring Bezpieczeństwa,

CD-162 Kryptologia, CD-295 Nowe materiały dla fotoniki

CENTRA ZAAWANSOWANYCH TECHNOLOGII:

TIFORA, „Człowiek-Środowisko-Antyterrorizm - Ochrona przed skażeniami”, Materiałów dla Opto- i Mikroelektroniki

POLSKIE PLATFORMY TECHNOLOGICZNE

Systemów Bezpieczeństwa, Opto i Nanotechnologii,

Lotnictwa, Zaawansowanych Materiałów, Bezpieczeństwa

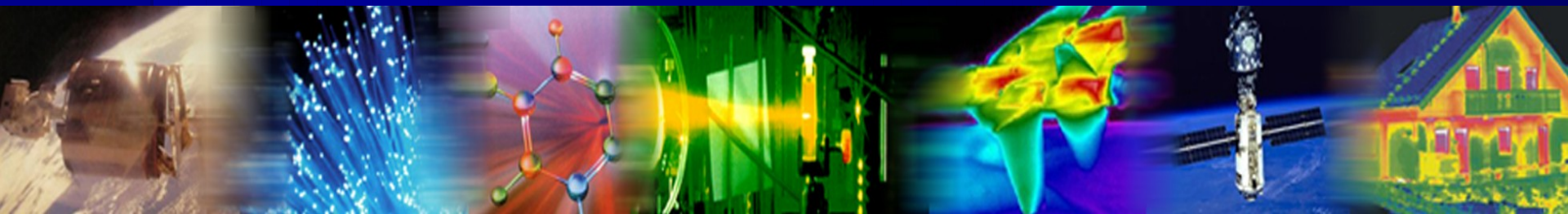
Wewnętrznego, Wodorowa, Kosmiczna

CENTRALNE WOJSKOWE LABORATORIA BADAWCZE (w WAT)

Kryptologii, Optoelektroniki, Kompatybilności

Elektromagnetycznej, Pojazdów Mechanicznych,

(planowane: Sygnatur Optycznych, Radiowych, GPS)





PPTS

POLSKA PLATFORMA TECHNOLOGICZNA SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA

Priorytetowe obszary badawcze

- **Systemy wczesnego ostrzegania o sytuacjach kryzysowych.**
- **Materiały, podzespoły i struktury do systemów bezpieczeństwa.**
- **Sensory do systemów monitoringu bezpieczeństwa.**
- **Systemy zarządzania bezpieczeństwem.**
- **Bezpieczeństwo systemów informacyjnych.**



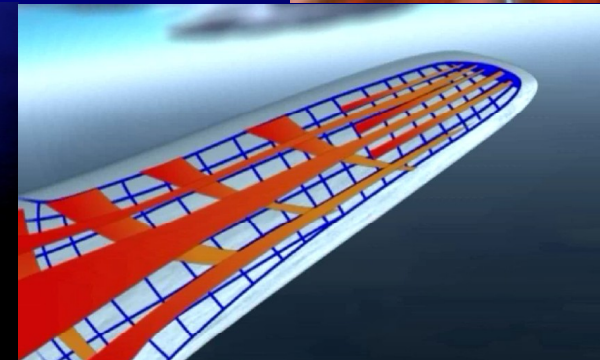
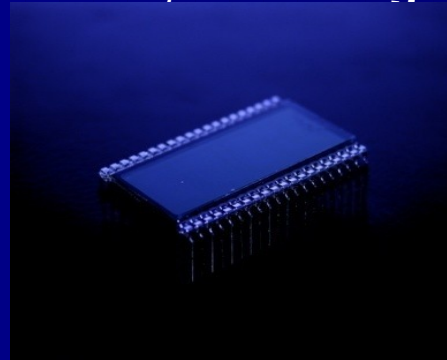
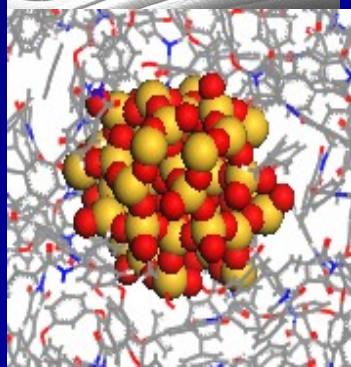
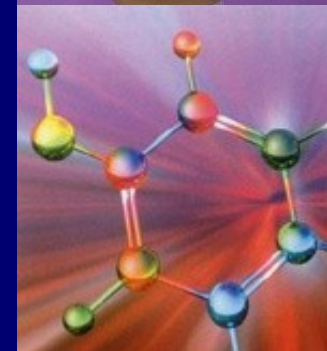
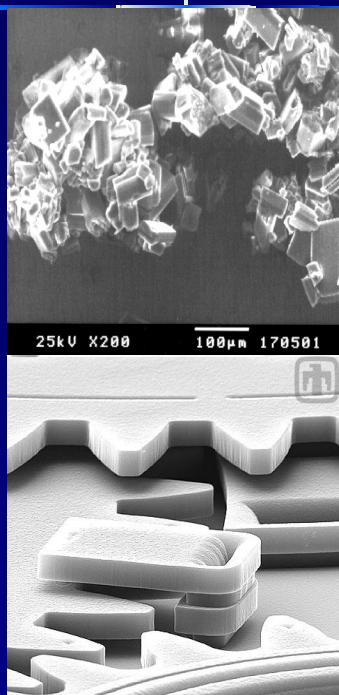
www.platforma.wat.edu.pl



ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W SYSTEMACH BEZPIECZEŃSTWA

Inżynieria materiałowa i nanotechnologie

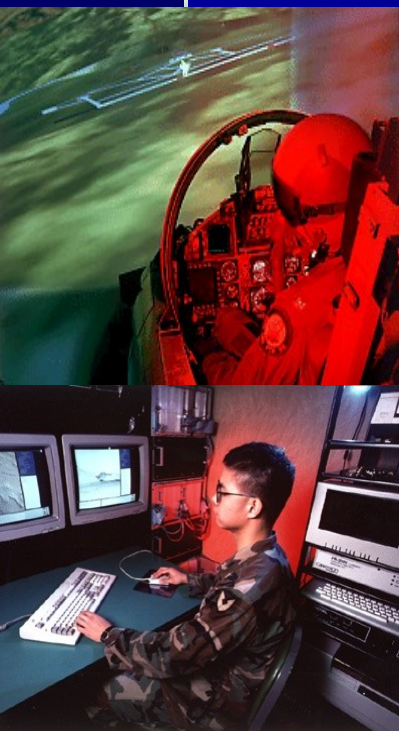
1. Nowe właściwości i funkcje materiałów
2. Materiały o programowalnych właściwościach (optycznych, termicznych i mechanicznych)
3. Polimery, ceramiki, materiały kompozytowe
4. Materiały wysokoenergetyczne
4. Ogniwia paliwowe, napędy hybrydowe
5. Ultralekkie pancerze
6. Nanorurki
7. Systemy NEMS
8. Zintegrowane nanosensory
9. Układy zobrazowania
10. Adaptacyjne maskowanie, technologie STEALTH





ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W SYSTEMACH BEZPIECZEŃSTWA

Technologie informacyjne i telekomunikacja



1. Sztuczna inteligencja
2. Wspieranie procesu decyzyjnego
3. Urządzenia komunikacyjne
4. Ochrona informacji
5. Bezpieczeństwo w cyberprzestrzeni
6. Scenariusze i symulacje decyzji
7. Zabezpieczenie sygnału
8. Elektroniczne uwierzytelnianie



Sięciocentryczność

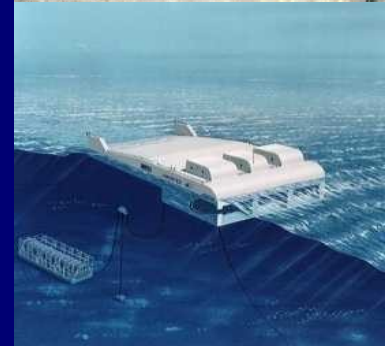
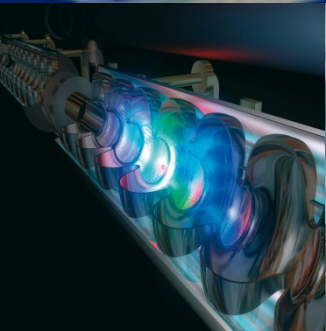
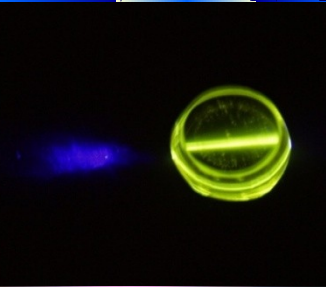
- wprowadzenie powszechnej dostępności w sieci do wiarygodnej, jednolitej informacji w czasie rzeczywistym
- wypełnienie sieci nowymi, dynamicznymi źródłami informacji
- zapewnienie dynamicznego i elastycznego kierowania



ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W SYSTEMACH BEZPIECZEŃSTWA

Energetyka

1. Produkcja i konwersja biomasy
2. Układy z paliwem wodorowym
3. Systemy geotermalne
4. Pompy ciepła o wysokiej efektywności
5. Fotoogniwa – struktury wielowarstwowe
6. Ogniwa paliwowe
7. Siłownie wiatrowe
8. Energetyka jądrowa
9. Gazyfikacja węgla
10. Czyste technologie węglowe
11. Fuzja nuklearna
12. Energooszczędne źródła światła

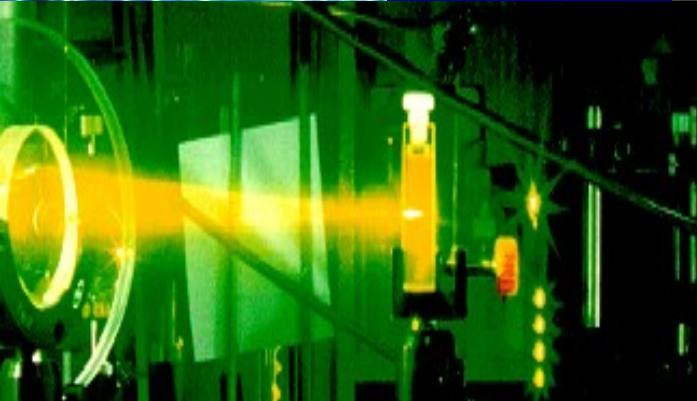
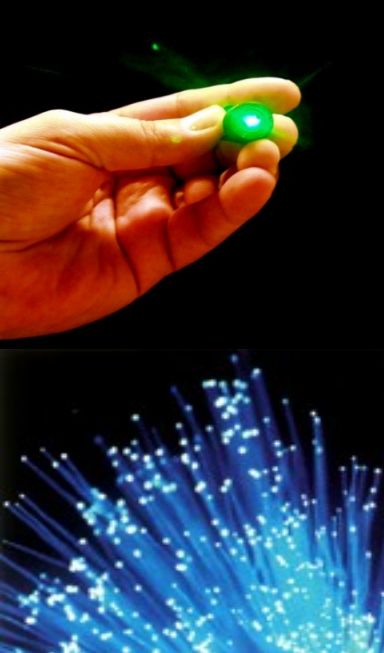




ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W SYSTEMACH BEZPIECZEŃSTWA

Technologie fotoniczne

1. Materiały fotoniczne
2. Światłowody i obrazowody
3. Detektory promieniowania
4. Źródła światła
5. Baterie słoneczne i displeje
6. Systemy obserwacji i rozpoznania
7. Technologie laserowe
8. Systemy monitorowania zagrożeń
9. Szerokopasmowa łączność laserowa

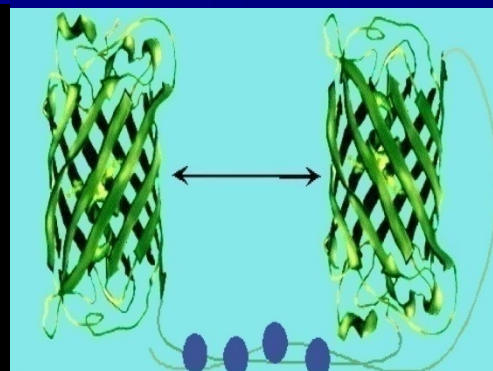
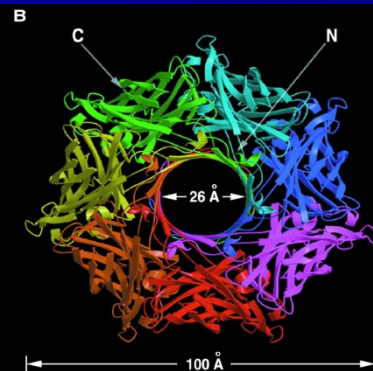
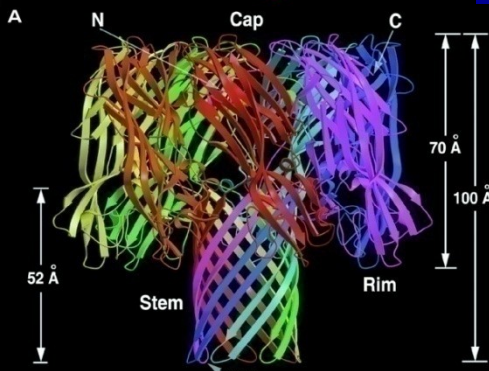
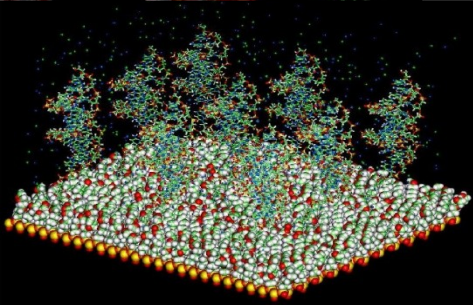
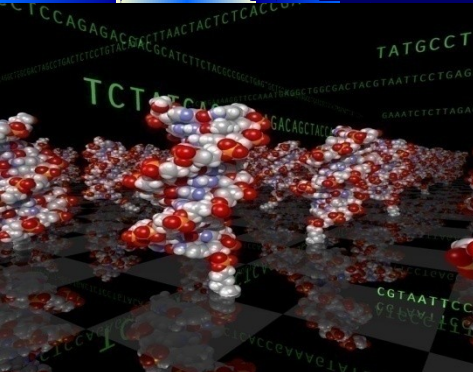




ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W SYSTEMACH BEZPIECZEŃSTWA

Technologie biomedyczne

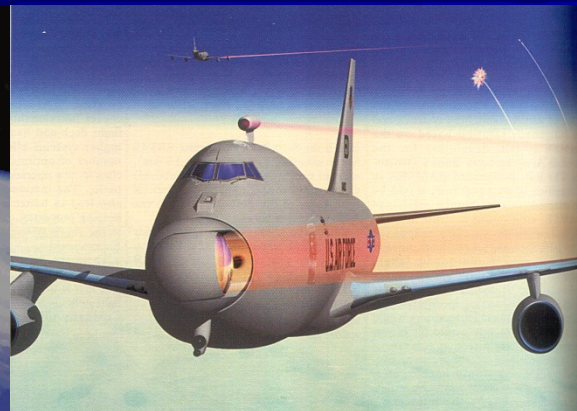
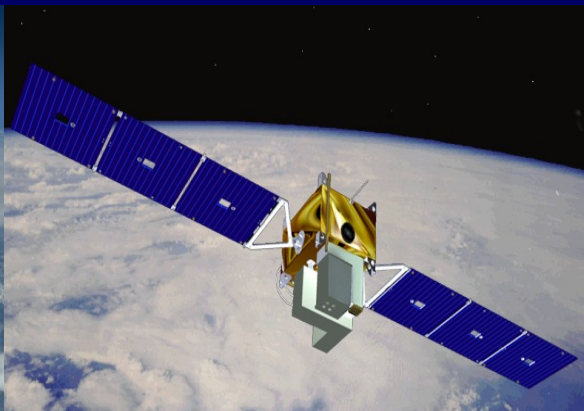
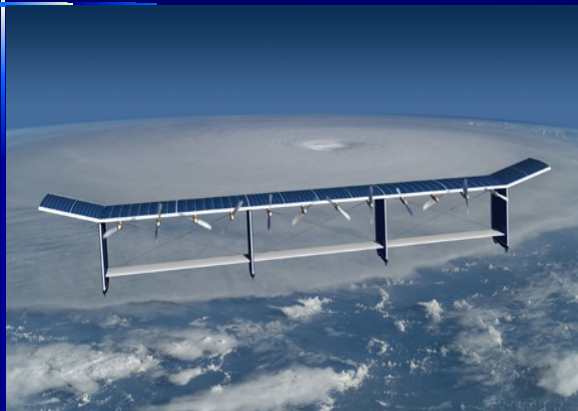
1. Bio- nano- materiały
2. Nanorurki z proteinami
3. Biopolimery
4. Sensory biomolekularne
5. Detektory grawitacji
6. Bio-radiometry
7. Miniaturowe bioreaktory
8. Znaczniki DNA (Bio-IFF)
9. Systemy diagnostyczne
10. Urządzenia do terapii



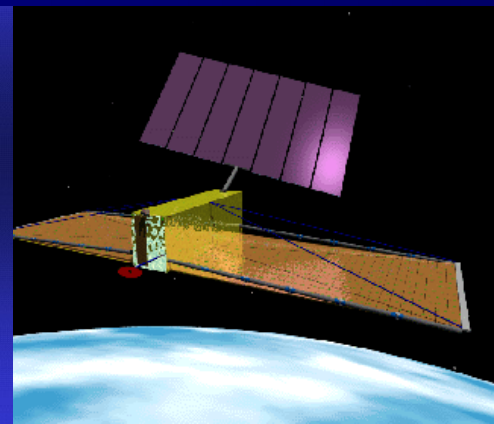
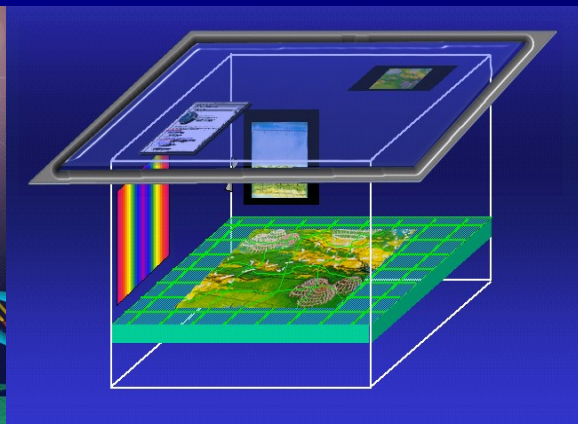


ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W SYSTEMACH BEZPIECZEŃSTWA

Technologie kosmiczne



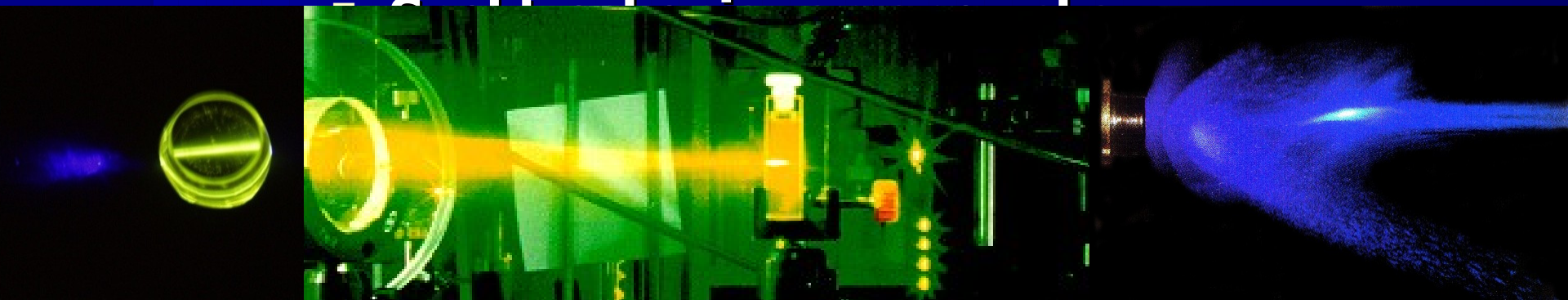
Integracja wszystkich technologii i systemów
Mikro- Nano- Bio- Info- i Opto-





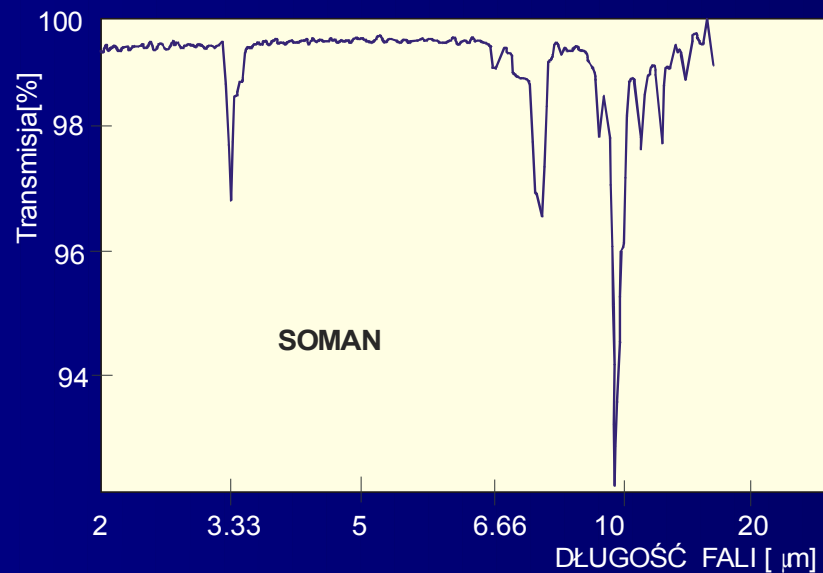
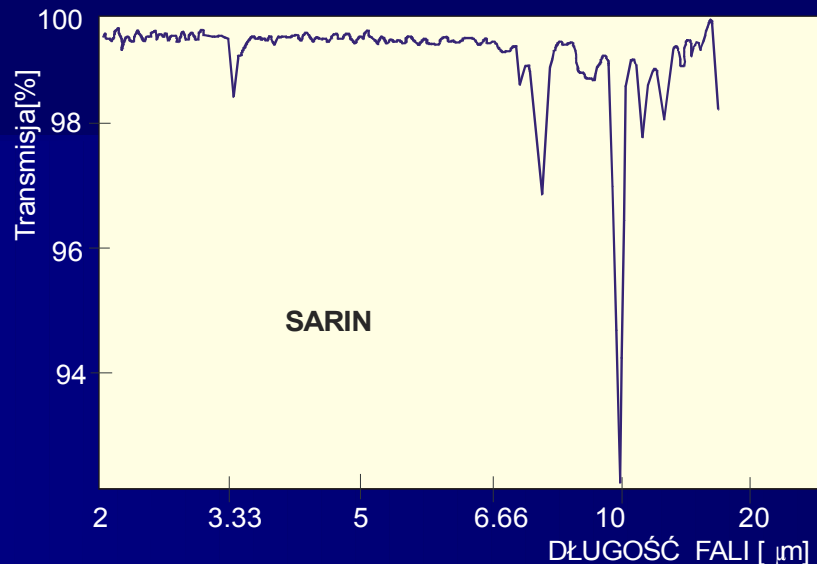
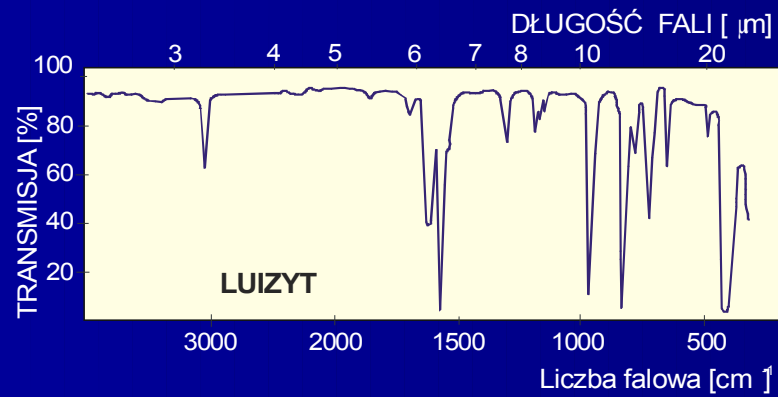
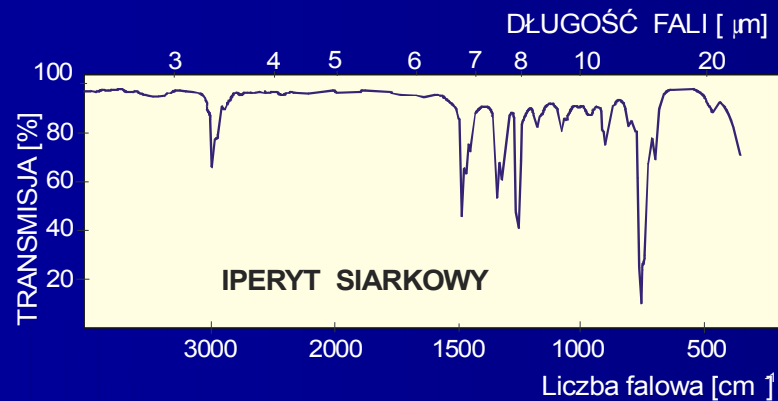
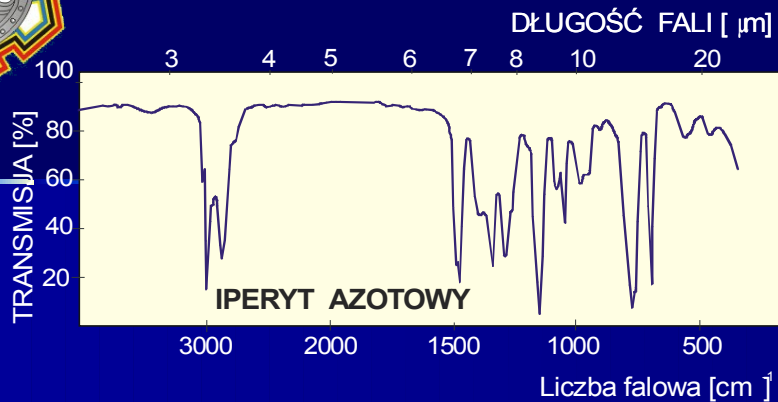
METODY SPEKTROSKOPOWE

- Spektroskopia absorpcyjna
- Spektroskopia emisyjna
- Spektroskopia rozproszeniowa
- Spektroskopia fotoakustyczna



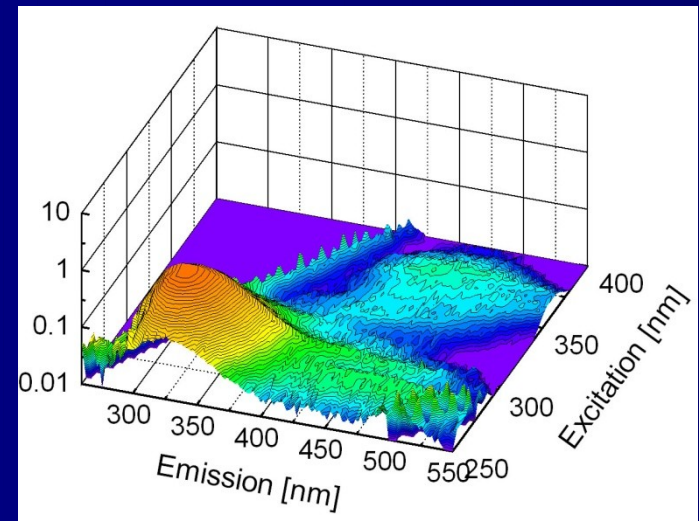
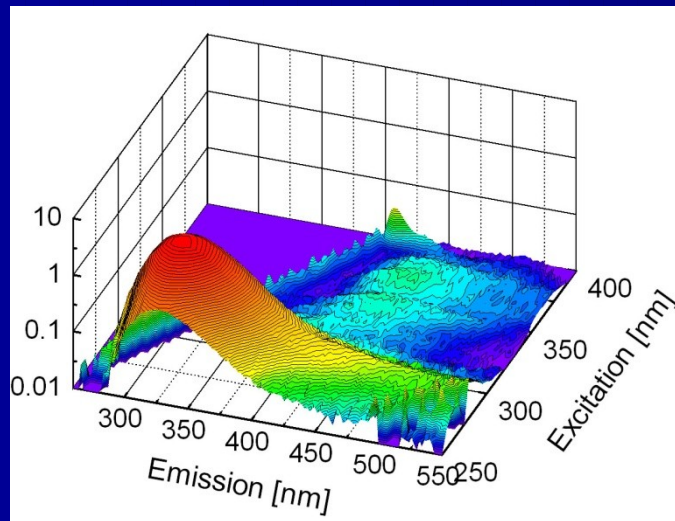
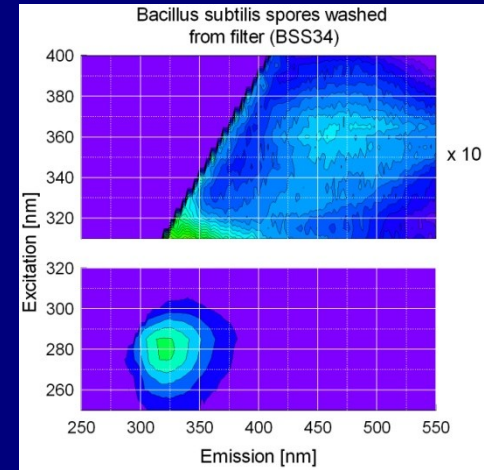
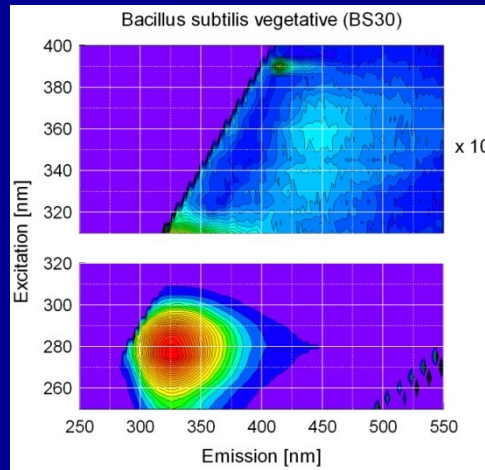


WIDMA TRANSMISJI BST



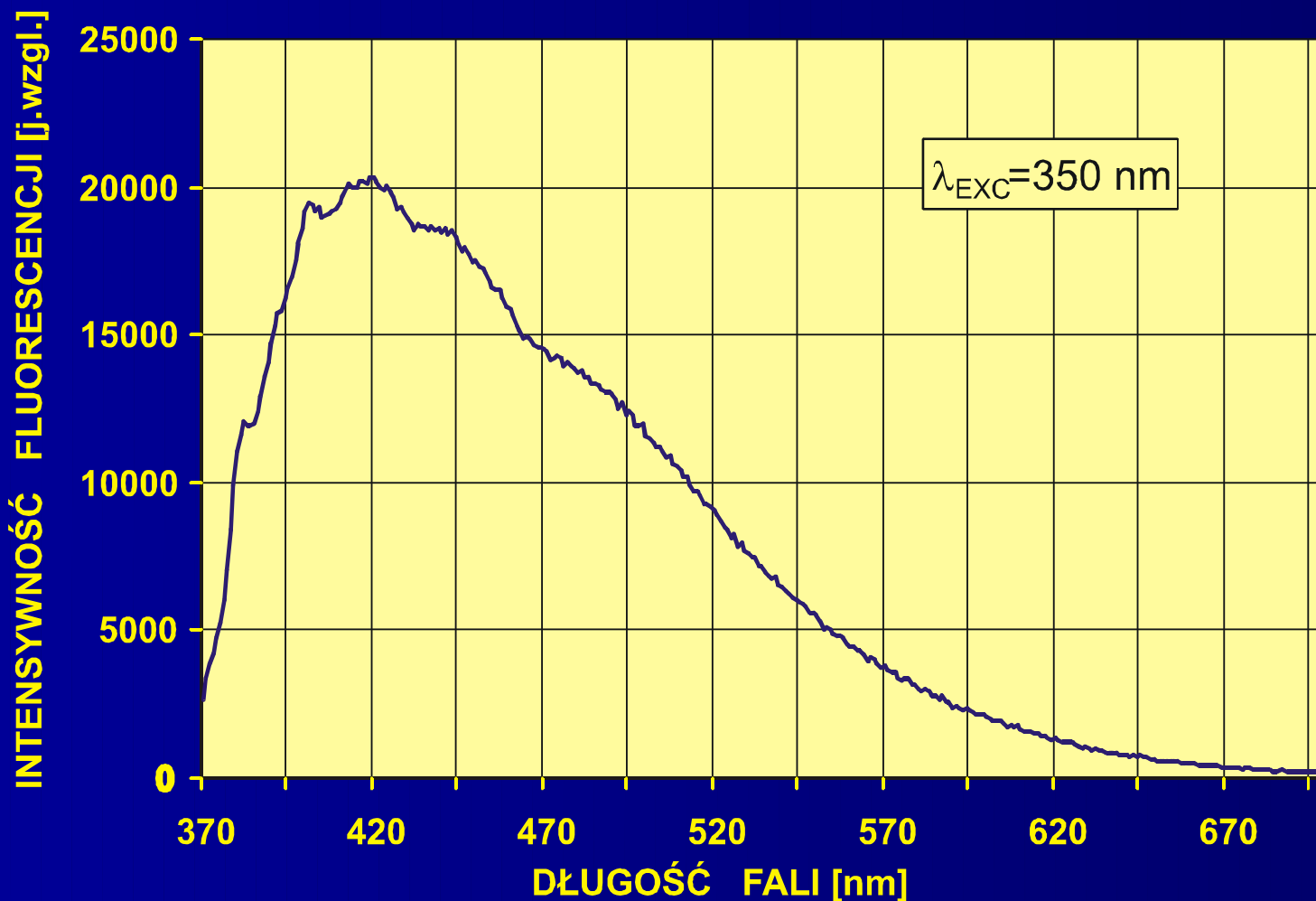


MATRYCE WZBUDZENIOWO-EMISYJNE BAKTERII *Bacillus Subtilis*



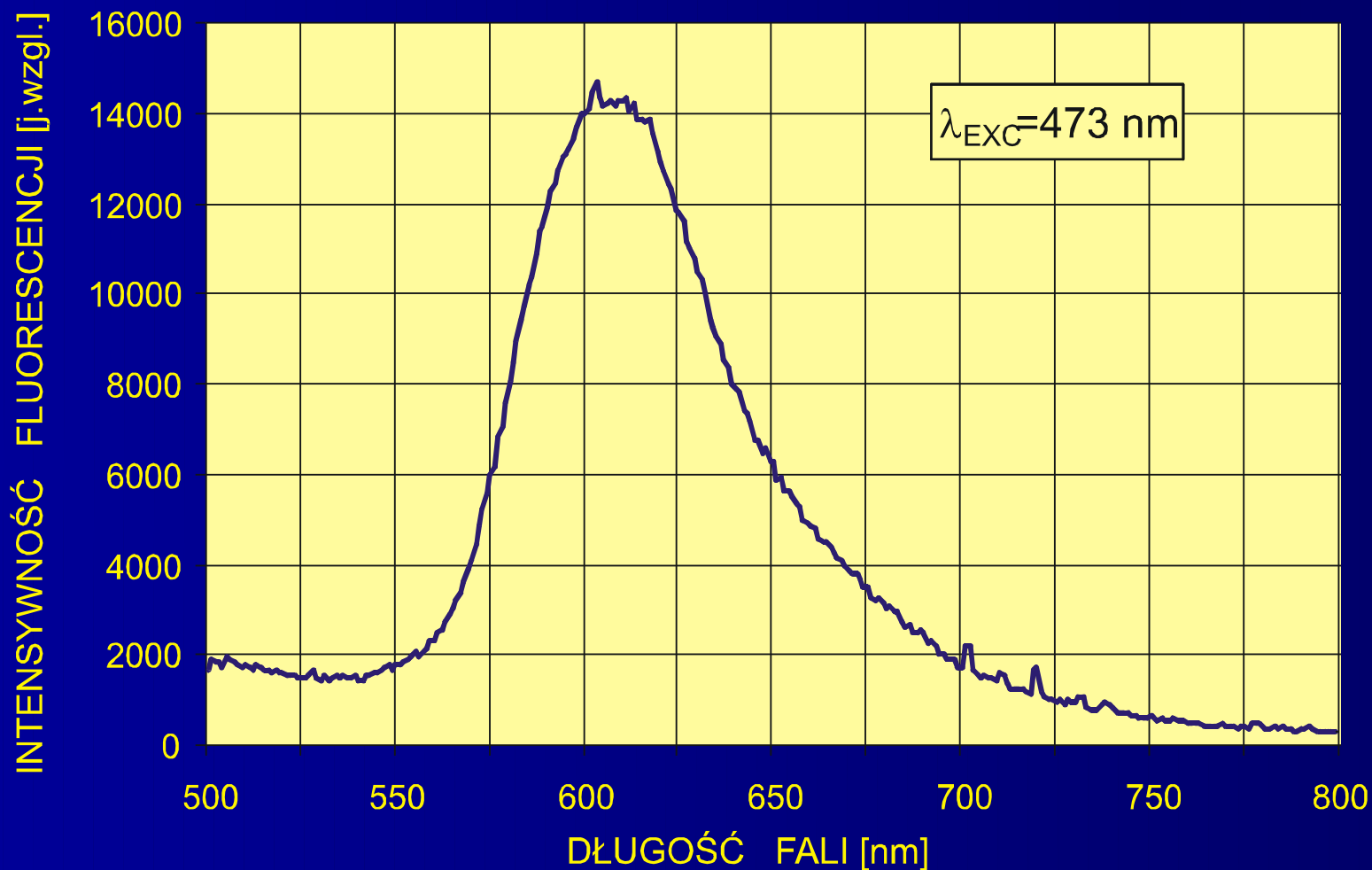


Widmo emisji materiału SEMTEX przy wzbudzeniu 350 nm



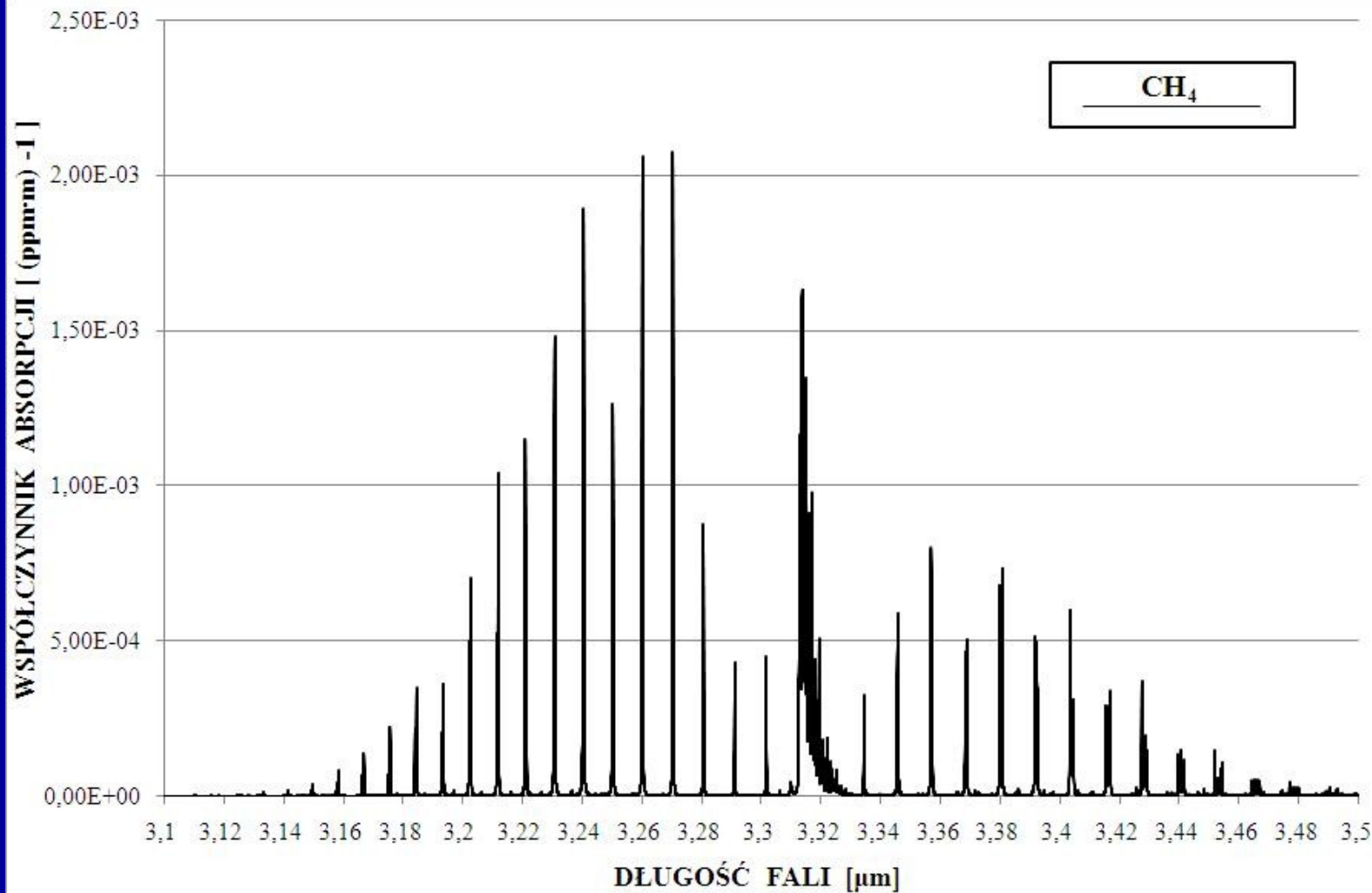


Widmo emisji materiału OKTOGEN przy wzbudzeniu 473 nm



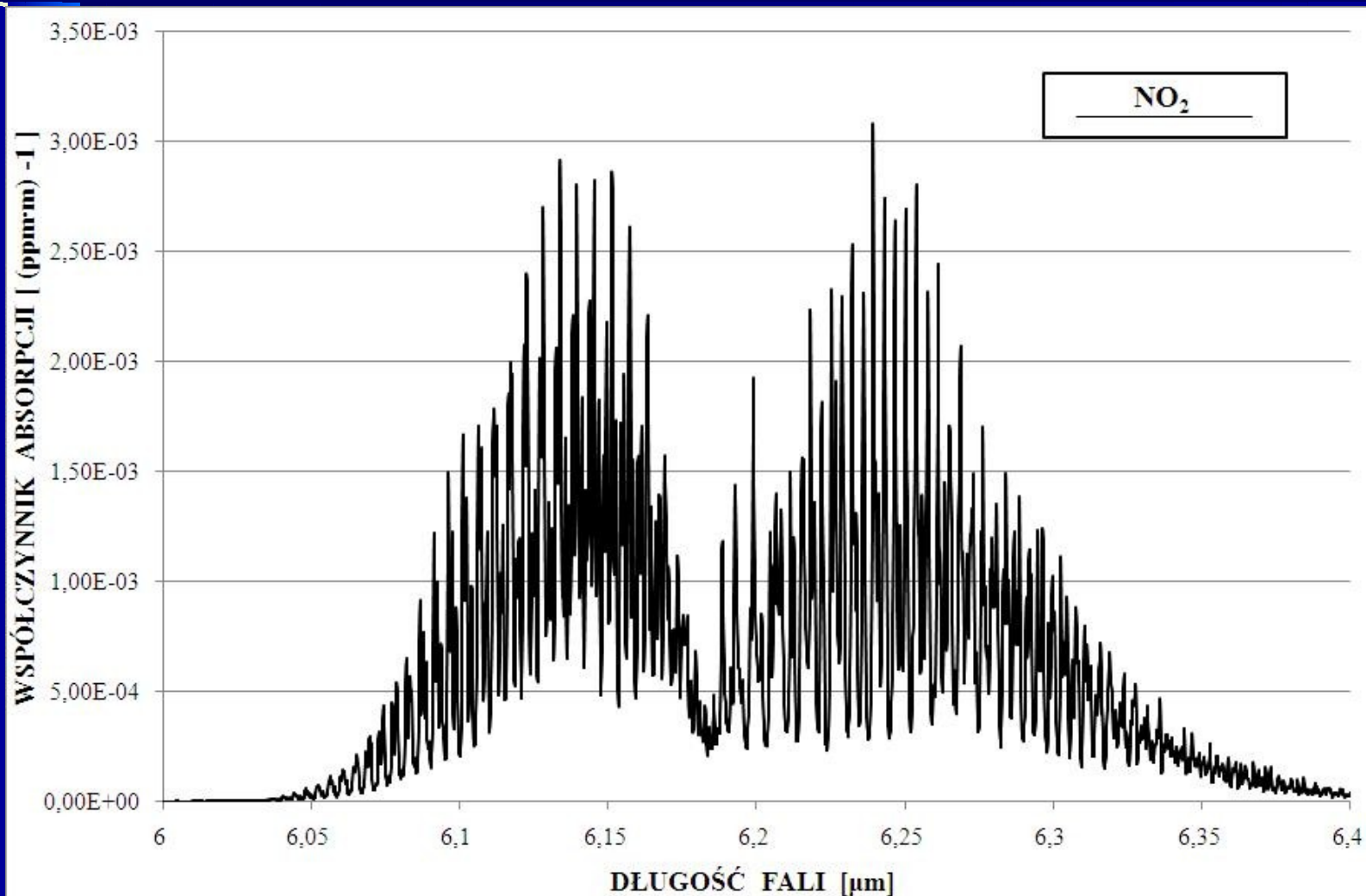


WIDMA ABSORPCJI GAZÓW



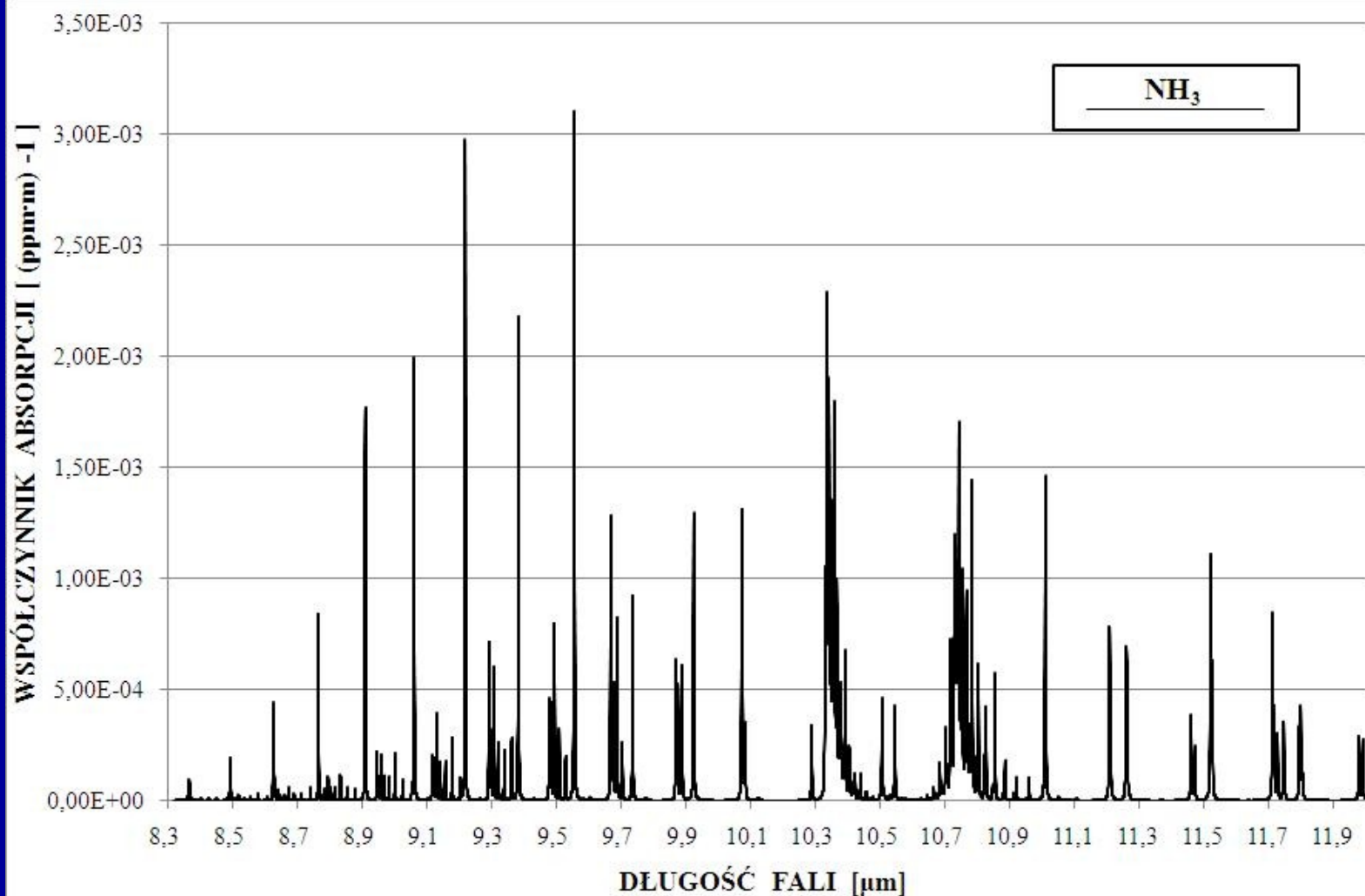


WIDMA ABSORPCJI GAZÓW



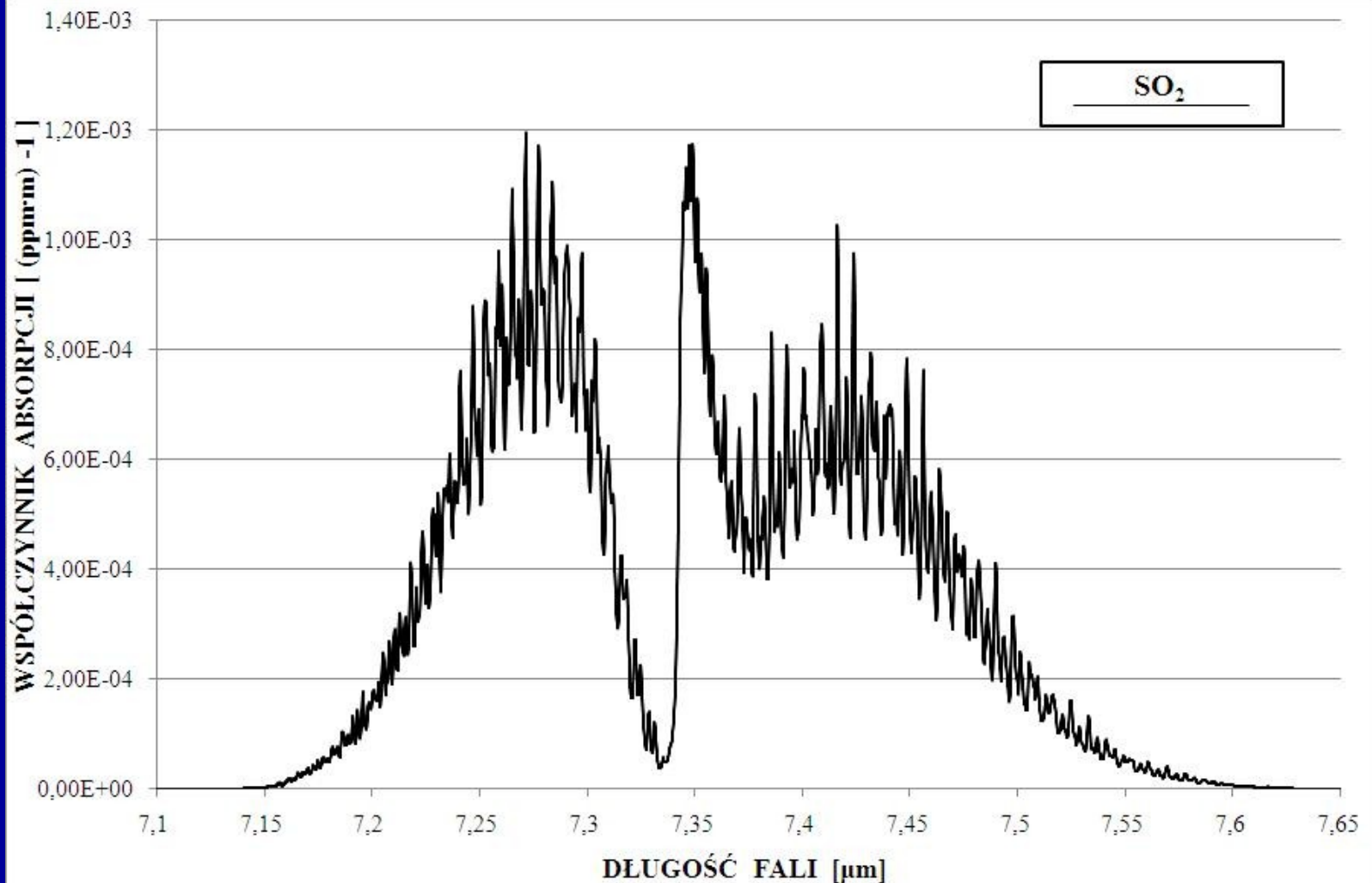


WIDMA ABSORPCJI GAZÓW



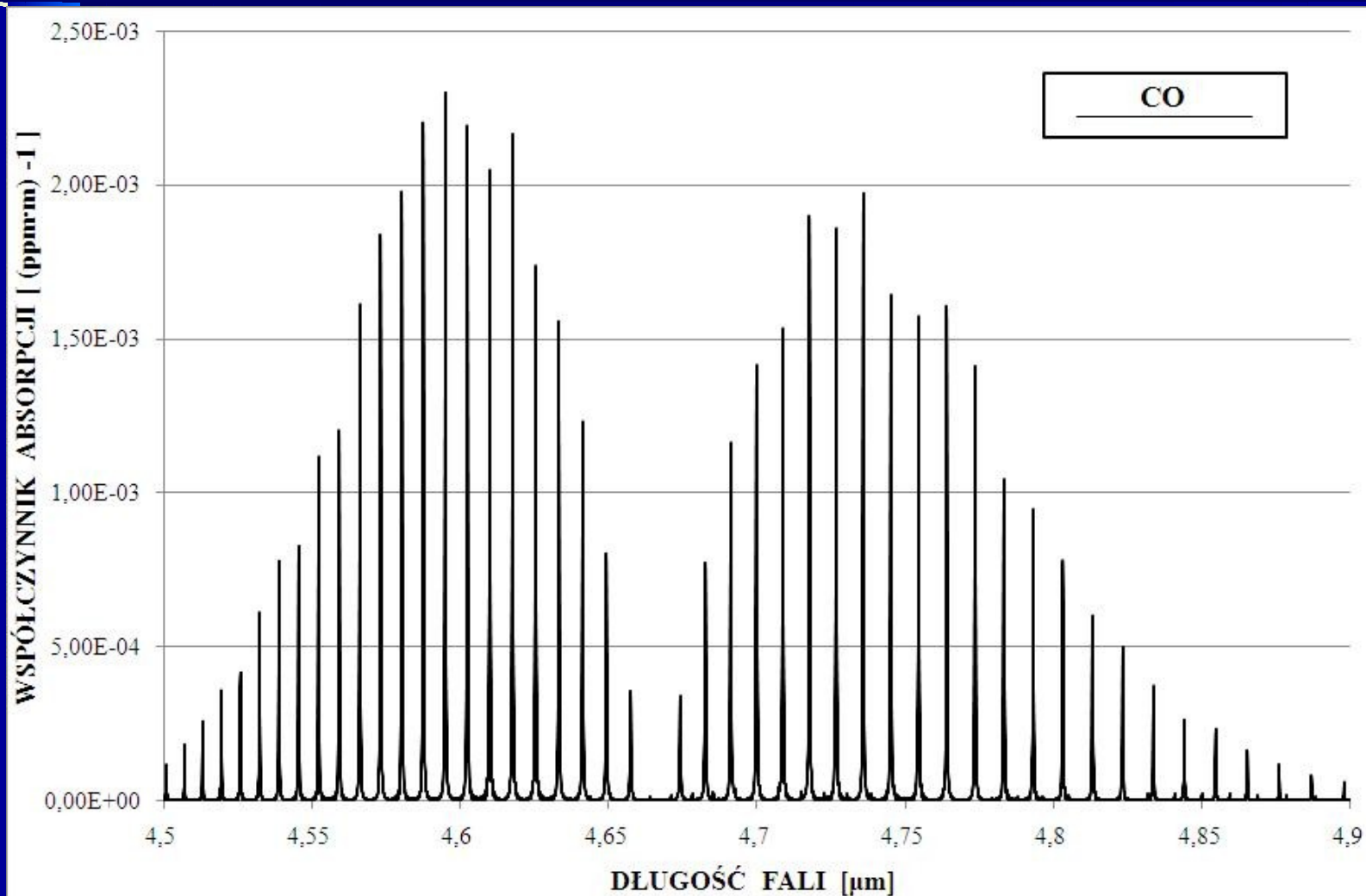


WIDMA ABSORPCJI GAZÓW



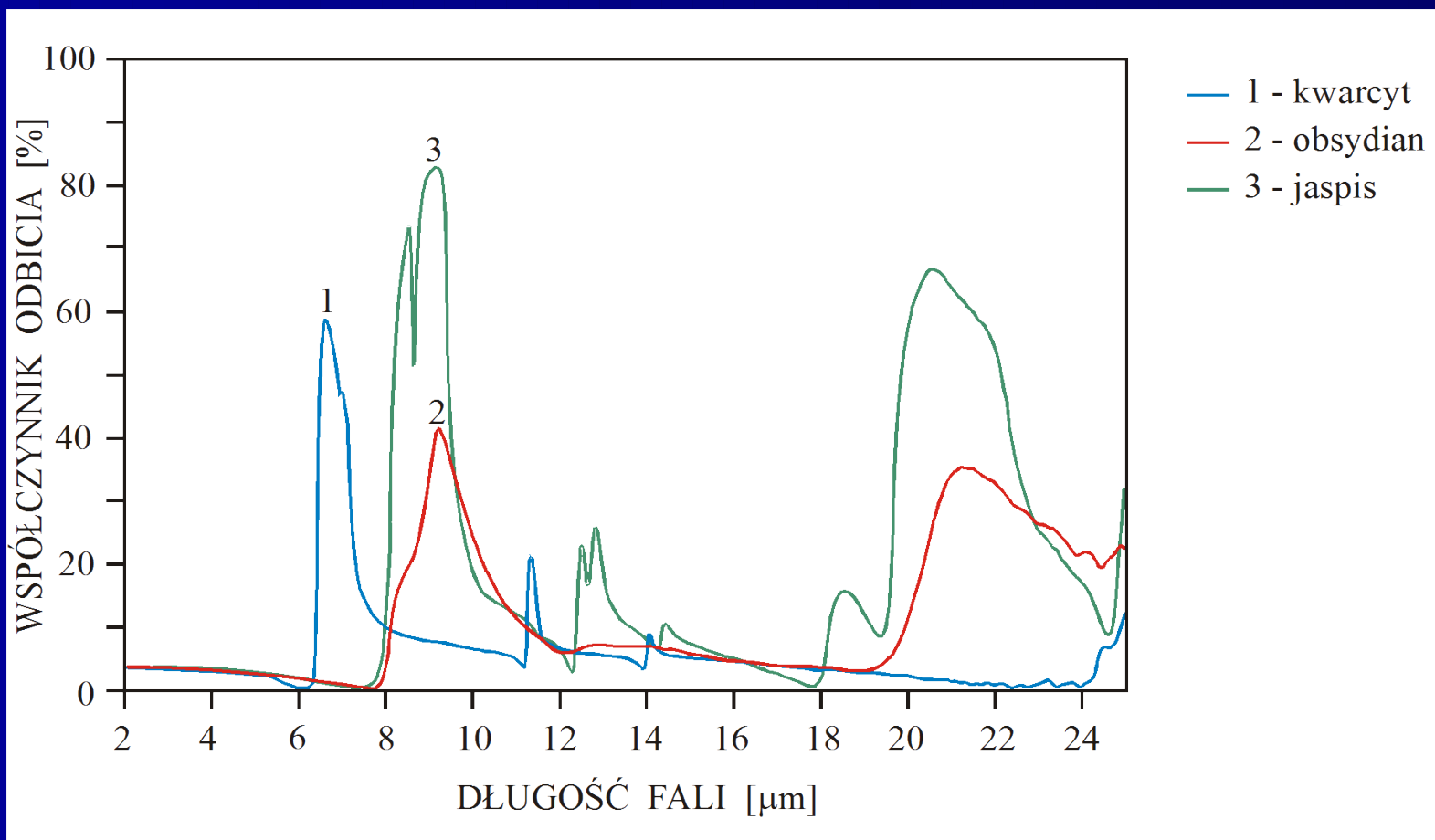


WIDMA ABSORPCJI GAZÓW



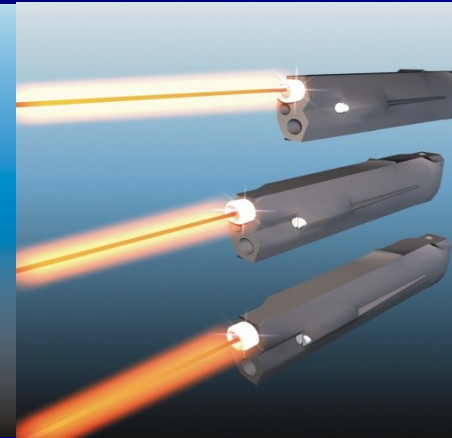
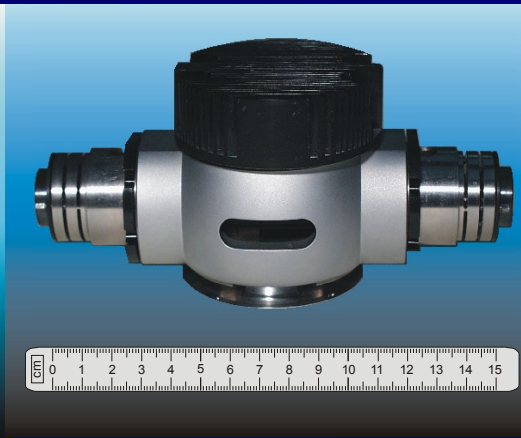
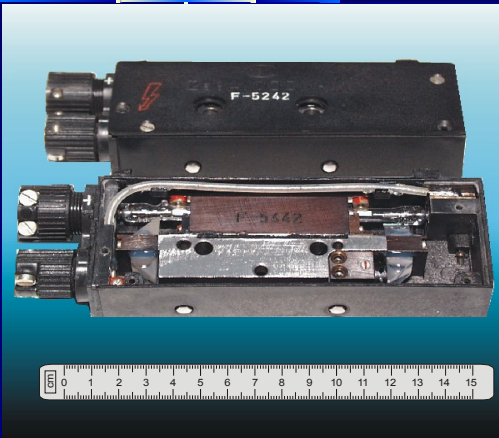


Wartości współczynnika odbicia wybranych minerałów w zależności od długości fali padającego promieniowania

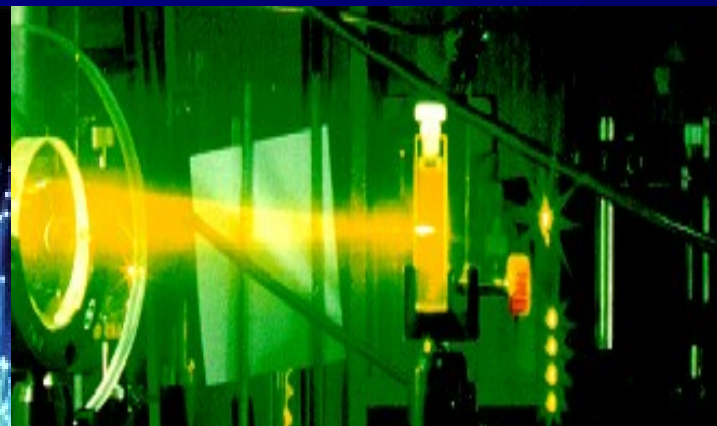
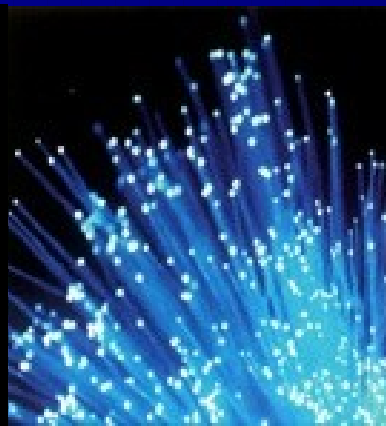
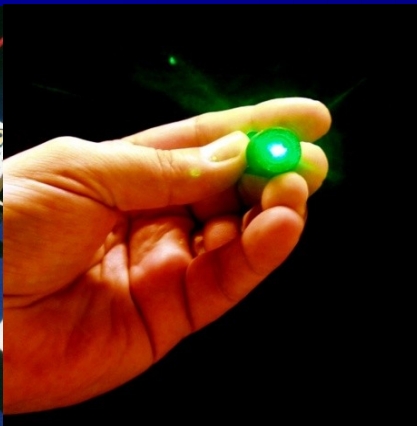
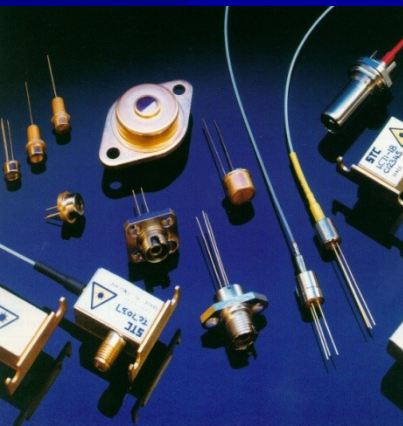




LASERY STOSOWANE W SYSTEMACH ZDALNEGO WYKRYWANIA ZAGROŻEŃ



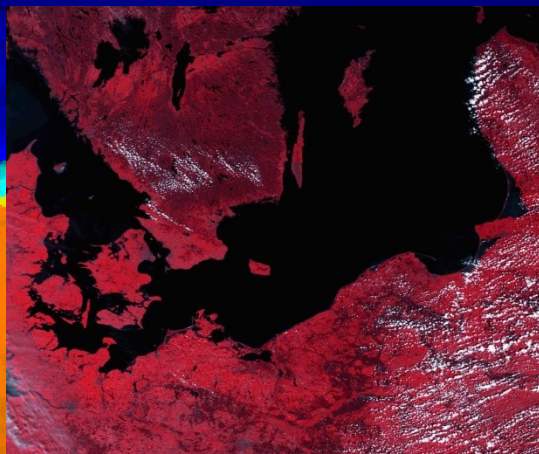
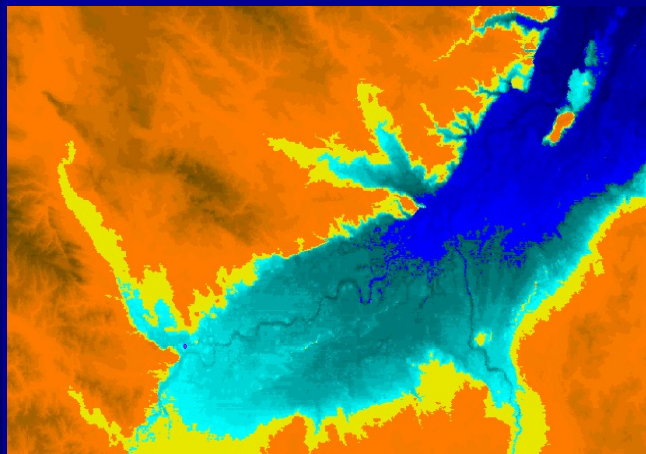
GENERACJA OD EUV DO THz





TELEDETEKCJA

Teledetekcja jest działem nauk technicznych zajmującym się pozyskiwaniem informacji o obiektach fizycznych i ich otoczeniu drogą rejestracji, pomiaru i interpretacji obrazów otrzymywanych z sensorów nie będących w bezpośrednim kontakcie z tymi obiektami.

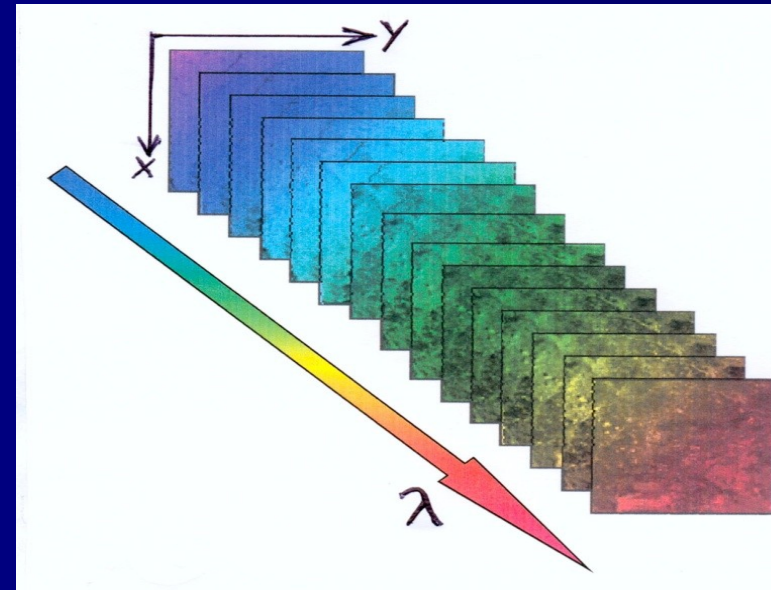
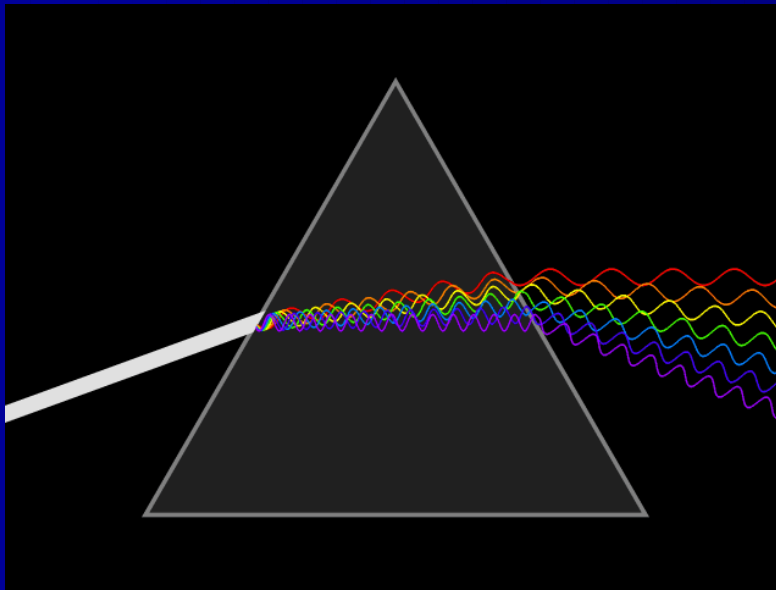




TELEDETEKCJA WIELOSPEKTRALNA

TERMINOLOGIA

- **Panchromatic:** jedno szerokie pasmo spektralne (> 250 nm)
- **Multispectral:** 2 do 5 pasm spektralnych (40 do 100 nm)
- **Superspectral:** 5 do 10 pasm spektralnych (20 do 40 nm)
- **Hyperspectral:** 10 do 100 pasm spektralnych (2 do 20 nm)





Systemy zdalnego wykrywania i identyfikacji skażeń i zanieczyszczeń atmosfery

Systemy "stand-off"

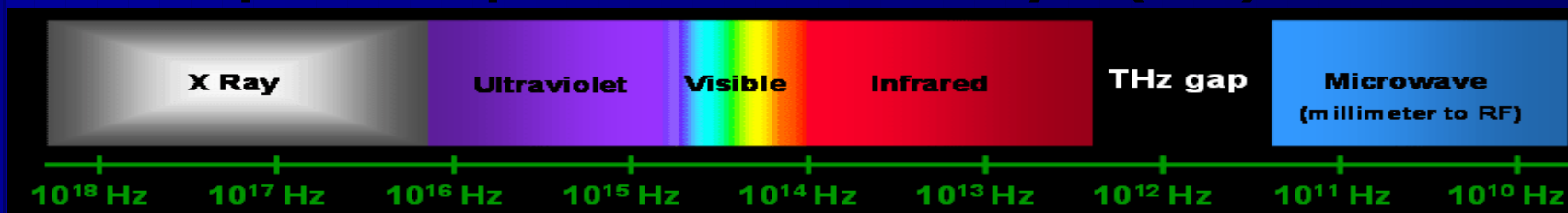
pozwalają wykrywać skażenia i zanieczyszczenia ze znacznej odległości bez kontaktu z obiektem

■ **Metody aktywne**

- różnicowe rozpraszanie i różnicowa absorpcja (IR)
- laserowo wzbudzana fluorescencja (UV, VIS)
- spektroskopia ramanowska
- spektroskopia laserowo indukowanego przebiecia LIBS

■ **Metody pasywne**

- fourierowska spektroskopia w podczerwieni
- zobrazowanie wielospektralne
- spektroskopia fal submilimetrowych (THz)

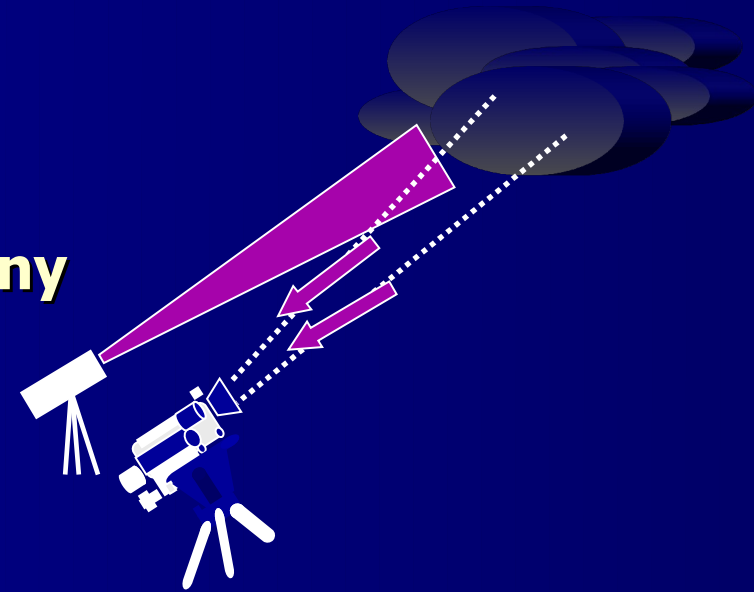
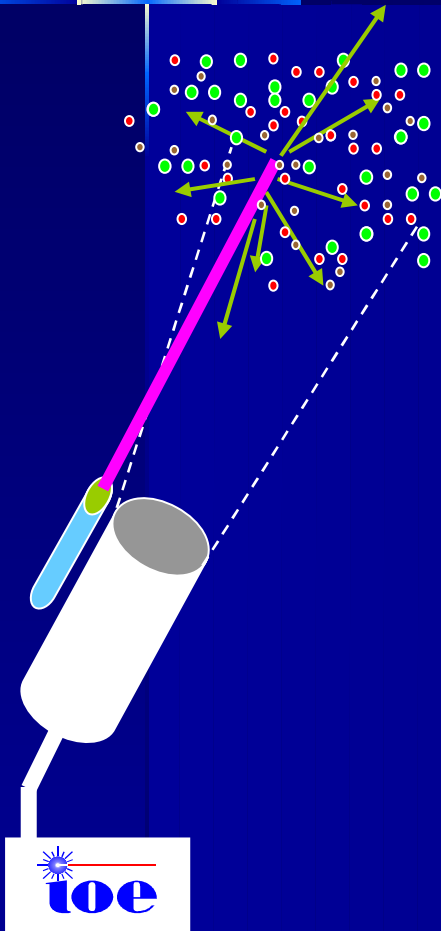




METODY LIDAROWE

LIDAR=Light Detection And Ranging

- **LIDAR rozproszeniowy**
- **LIDAR absorpcji różnicowej (DIAL)**
- **LIDAR ramanowski**
- **LIDAR fluorescencyjny**
- **LIDAR dopplerowski**





PORÓWNANIE METOD ZDALNEJ DETEKCJI

Metoda	Przekrój czynny (cm ² /mol/st)	Zalety	Wady
Absorpcja (IR)	10 ⁻²⁰	Możliwość identyfikacji substancji chemicznych	Absorpcja tła
Fluorescencja	10 ⁻²³	Silne sygnały, możliwość wykrycia substancji biologicznych	Szerokie pasma emisji
Przesunięcie Ramana	10 ⁻²⁹ (w rezonansie 10 ⁻²⁵)	Możliwość wykrycia substancji chemicznych i biologicznych, możliwość wykrycia substancji na powierzchni wody	Bardzo mały przekrój czynny, silna fluorescencja tła



Systemy zdalnego wykrywania i identyfikacji skażeń i zanieczyszczeń atmosfery

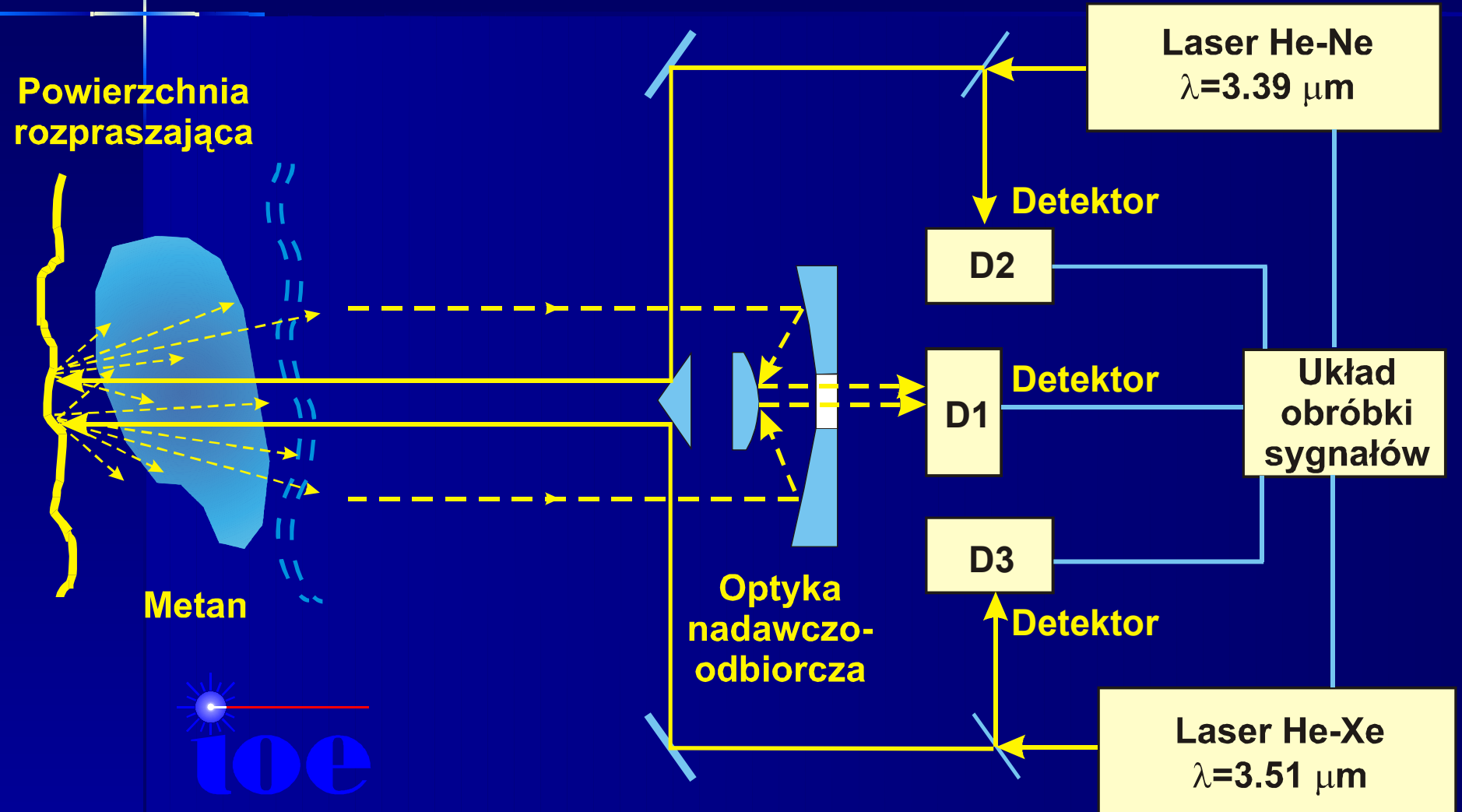
Systemy „remote”

wykorzystują różne rodzaje niewielkich czujników punktowych "in situ", przy czym dane z tych czujników przesyłane są za pomocą łącz przewodowych lub bezprzewodowych do centrów alarmowych

- Sensory optyczne i biologiczne
- Sensory półprzewodnikowe
- Sensory elektrochemiczne
- Spektrometry ruchliwości jonów
- Spektrometry fotoakustyczne i LIBS
- Analizatory masowe (SAW)



SCHEMAT SYSTEMU LASEROWEGO DIAL DO ZDALNEJ DETEKCJI METANU





URZĄDZENIA DO ZDALNEJ DETEKCCJI METANU

system aktywny - zasięg 10 - 50 m, czułość 10 ppm
system pasywny - zasięg > 100 m, czułość 500 ppm



PSDM



ASDM



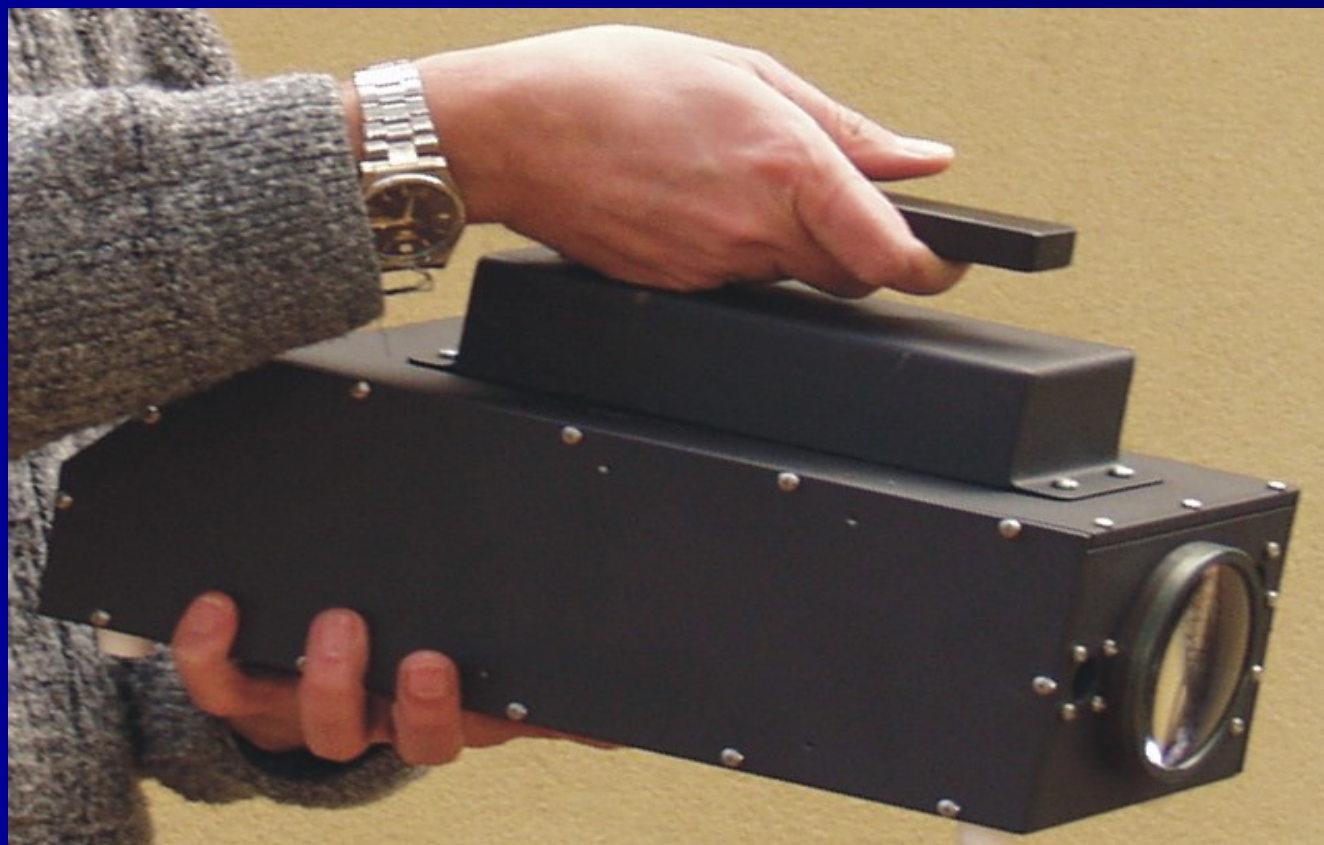
UKŁAD PASYWNY Z KORELATOREM OPTYCZNYM

Badania eksploatacyjne na śmigłowcu





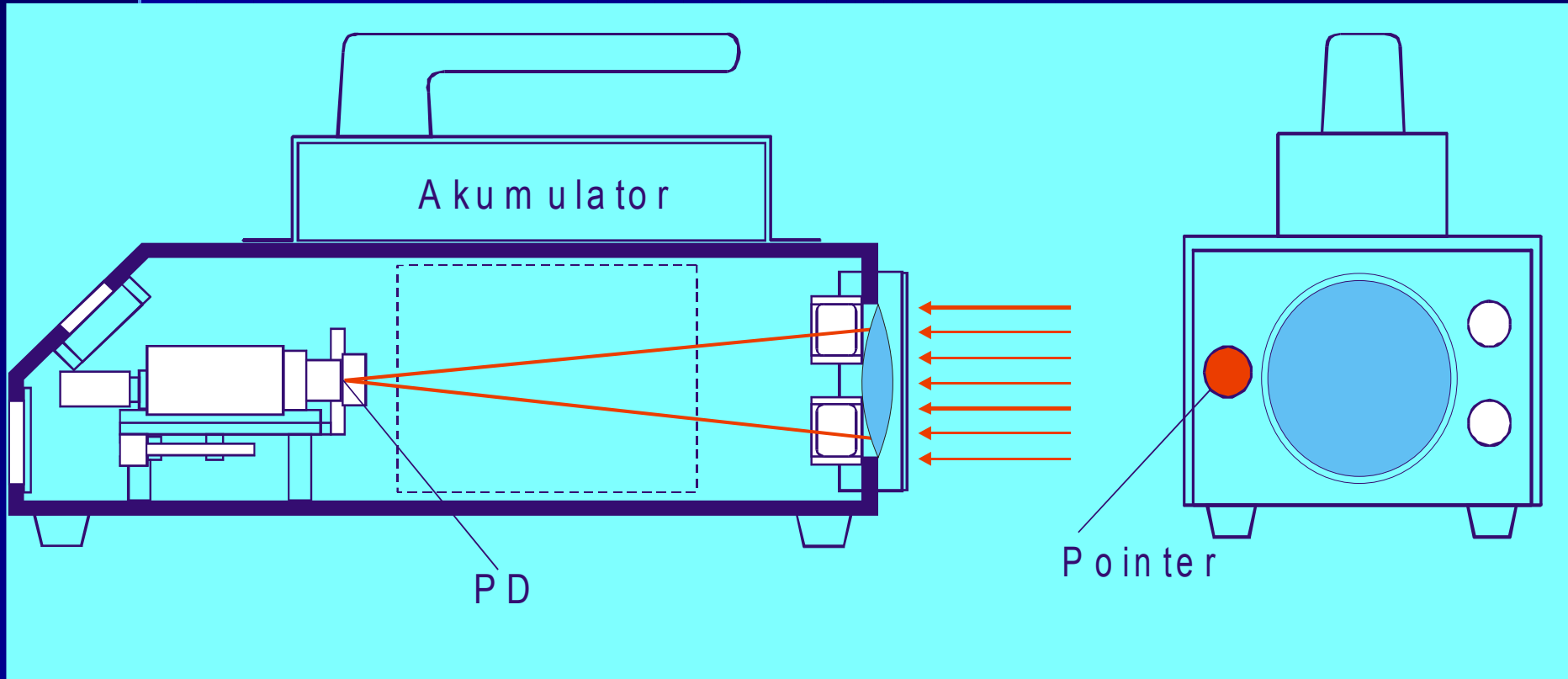
PRZENOŚNY SYSTEM DIAL DO ZDALNEGO WYKRYWANIA METANU



Czułość (10 m) 50 ppm x m (stała czasowa 50 ms)
Zasięg do 20 m



PRZENOŚNY SYSTEM DIAL DO ZDALNEGO WYKRYWANIA METANU



Schemat konstrukcyjny



PRZENOŚNY SYSTEM DIAL DO ZDALNEGO WYKRYWANIA METANU



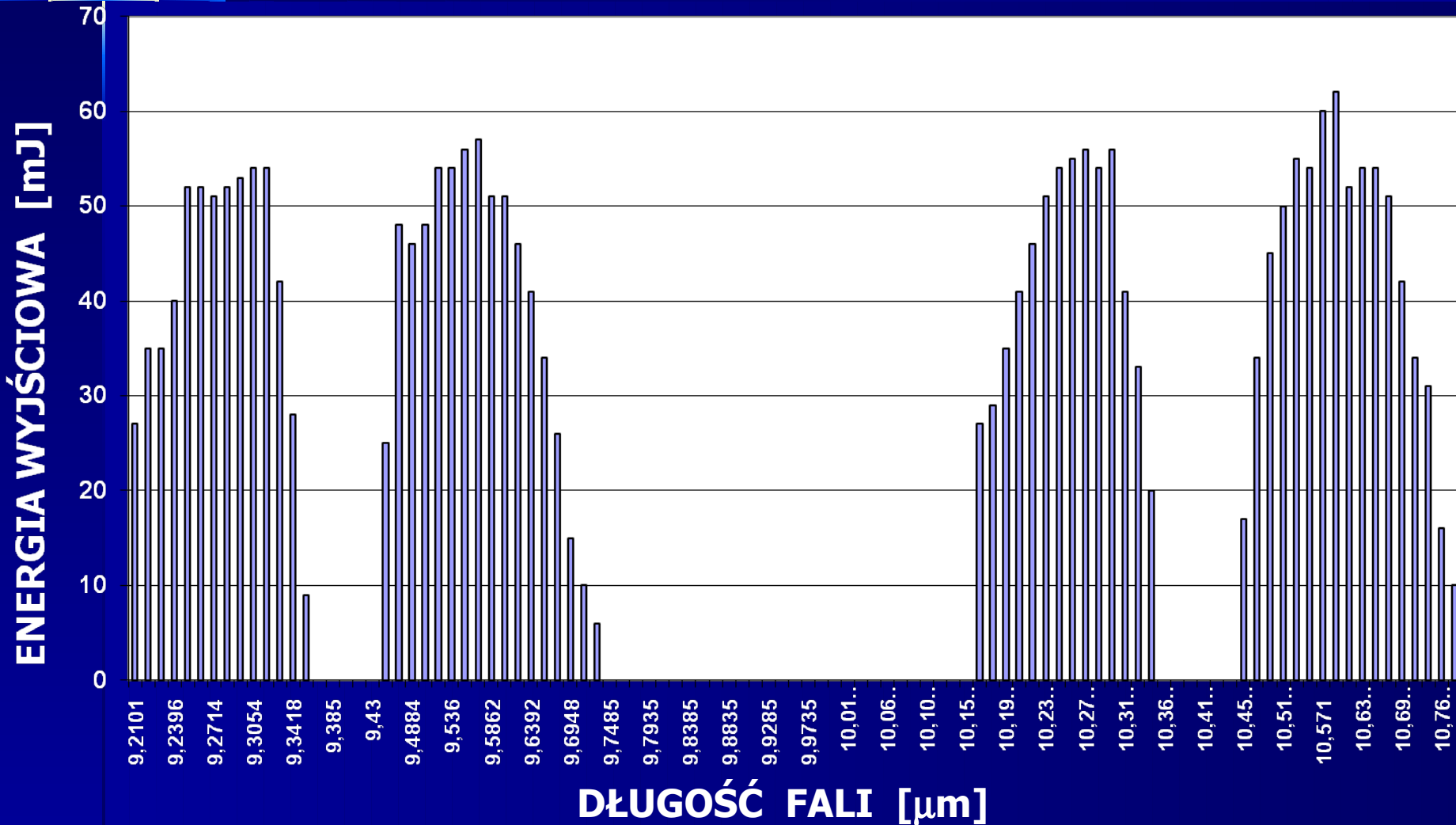
Przykłady zastosowania



WIDMO EMISJI LASERA CO₂



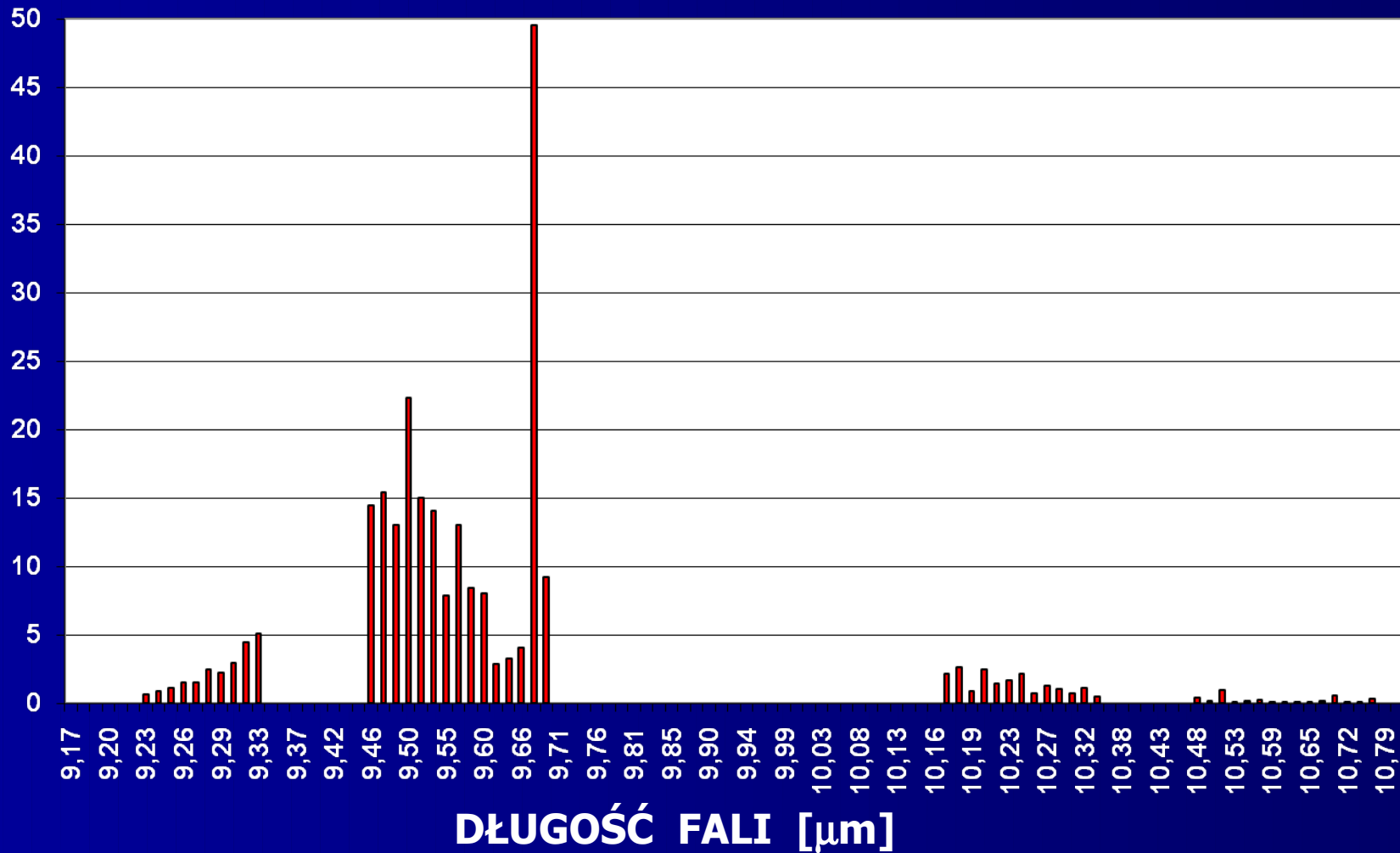
Przestrajanie 9,2-10,7 μm (> 60 linii)





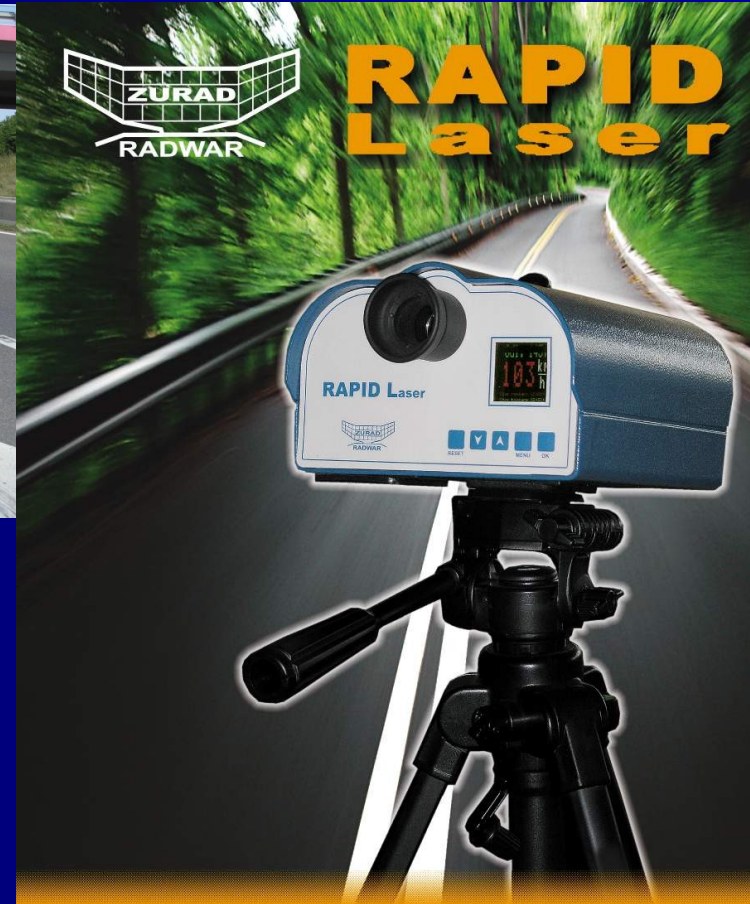
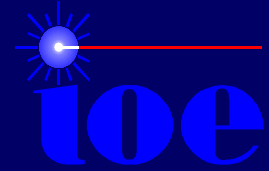
WIDMO ABSORPCJI METANOLU

WSPÓŁCZYNNIK ABSORPCJI
[$\text{m}^{-1}\text{Pa}^{-1}$] · 1000





URZĄDZENIA TELEMETRII LASEROWEJ



Zasięg pomiaru prędkości do 600 m

Zasięg pomiaru odległości
od 20 do 999 m

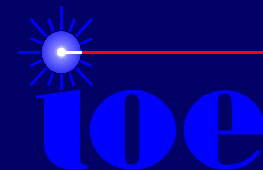
Dokładność pomiaru odległości 1 cm

Zakres pomiaru prędkości
od 0 do 250 km/h

**LASEROWY MIERNIK
PRĘDKOŚCI POJAZDÓW**

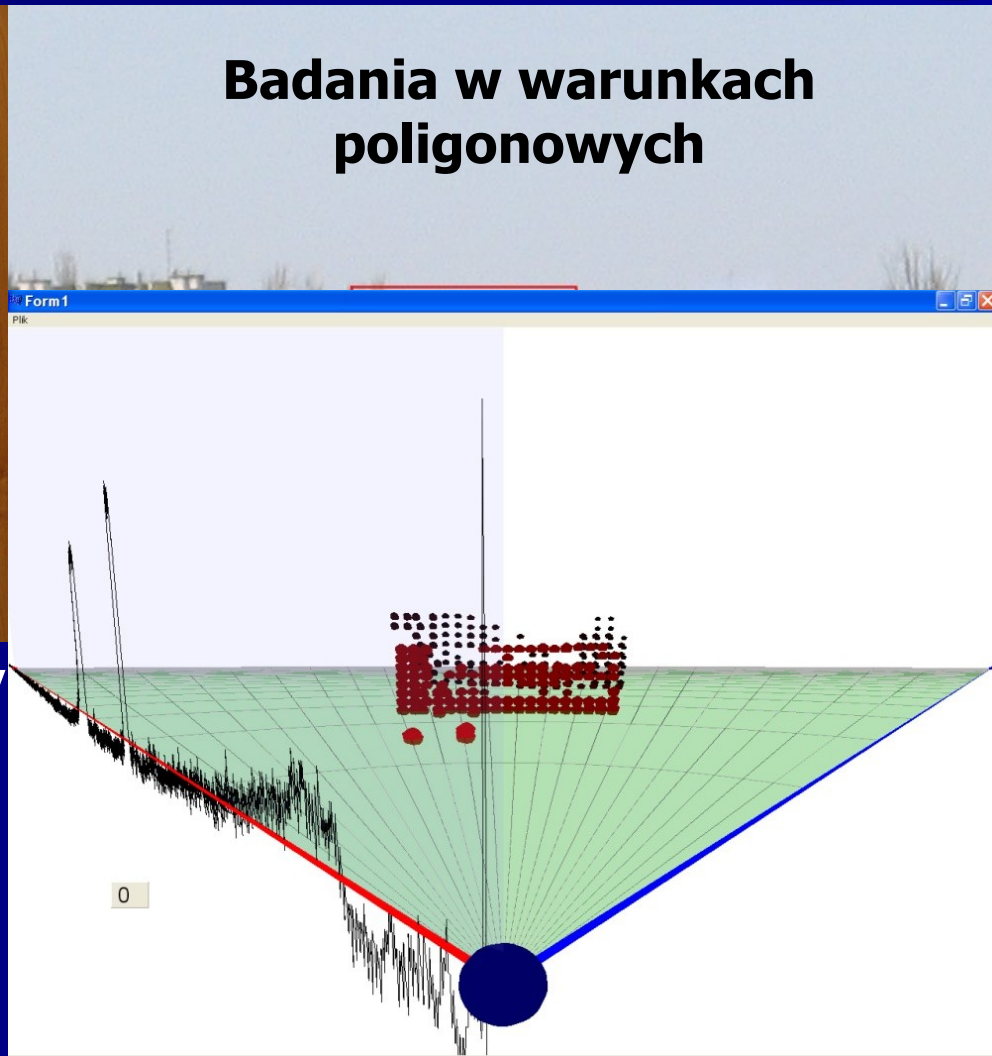


Lidar rozproszeniowy do zdalnego wykrywania skażeń chemicznych i biologicznych



**Układ nadawczy i odbiorczy
na platformie skanującej**

Badania w warunkach poligonowych





Zintegrowany system do zdalnego wykrywania i identyfikacji broni chemicznej i biologicznej

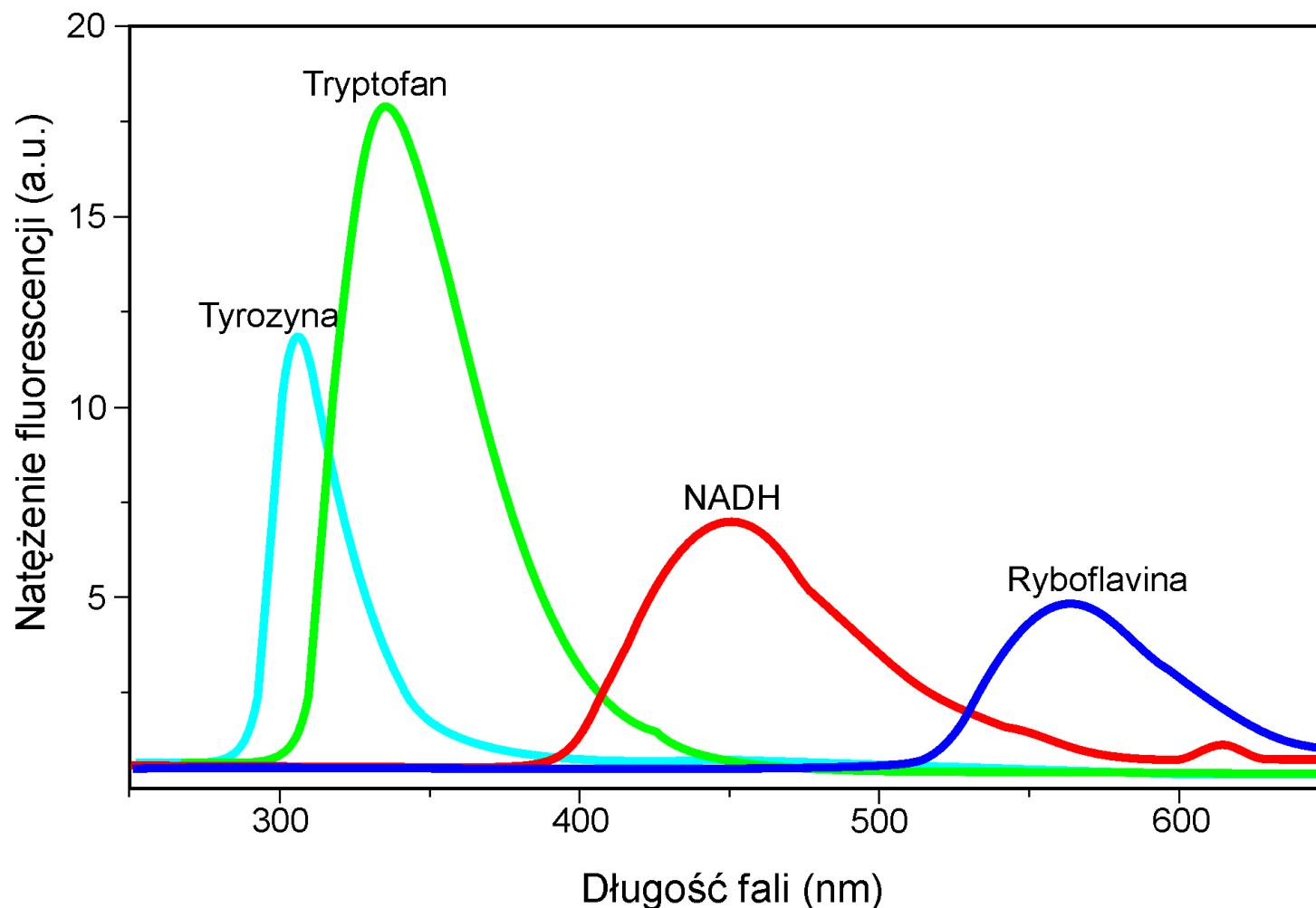
- ◆ Lidar rozproszeniowy (wykrycie sztucznych aerozoli)
- ◆ Lidar fluorescencyjny (wykrycie BST i BSMR)
- ◆ System DIAL (identyfikacja BST)
- ◆ Czujniki „remote” (identyfikacja BSMR i BST)

Modułowy charakter systemu zdalnej detekcji:

- a) system ostrzegania
- b) system wykrywania
- c) system identyfikacji

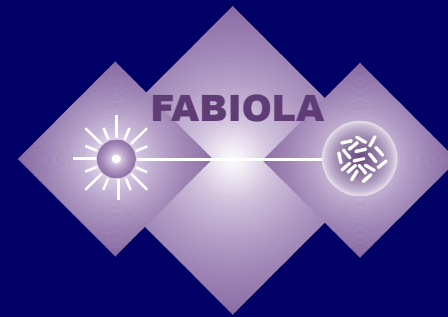


Widma emisji głównych fluoroforów zawartych w materiałach biologicznych (wzbudzenie 266 nm)

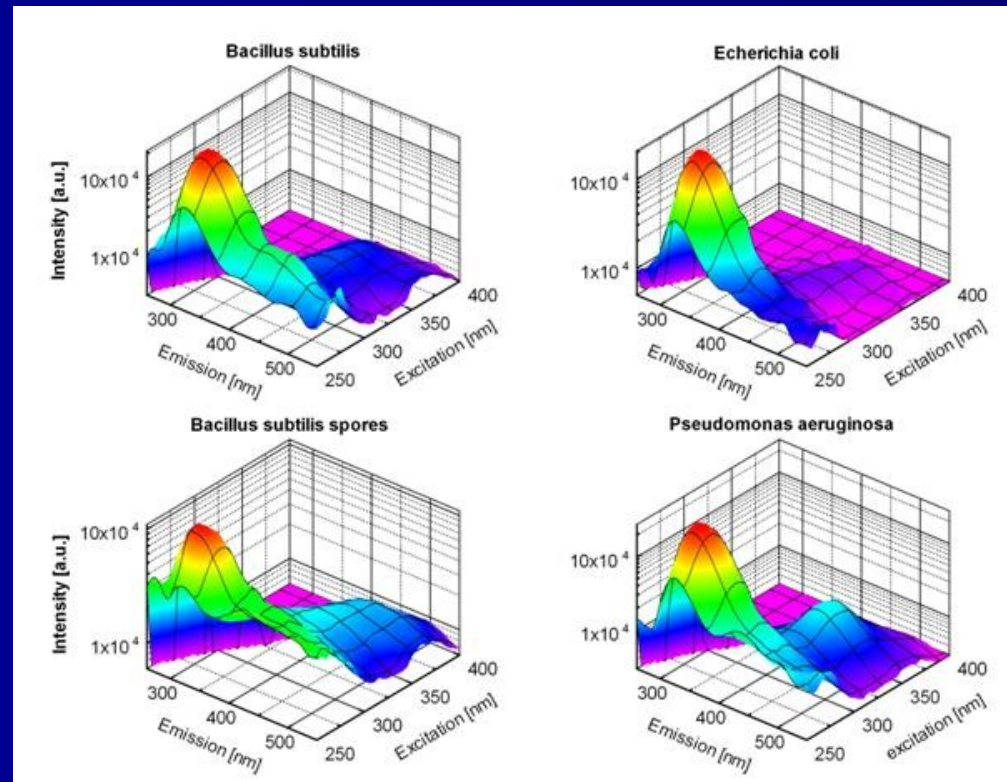




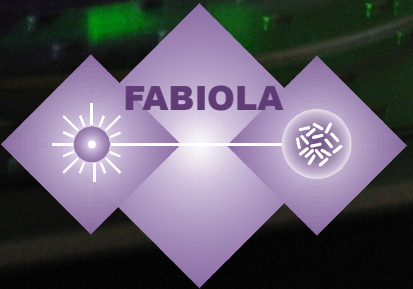
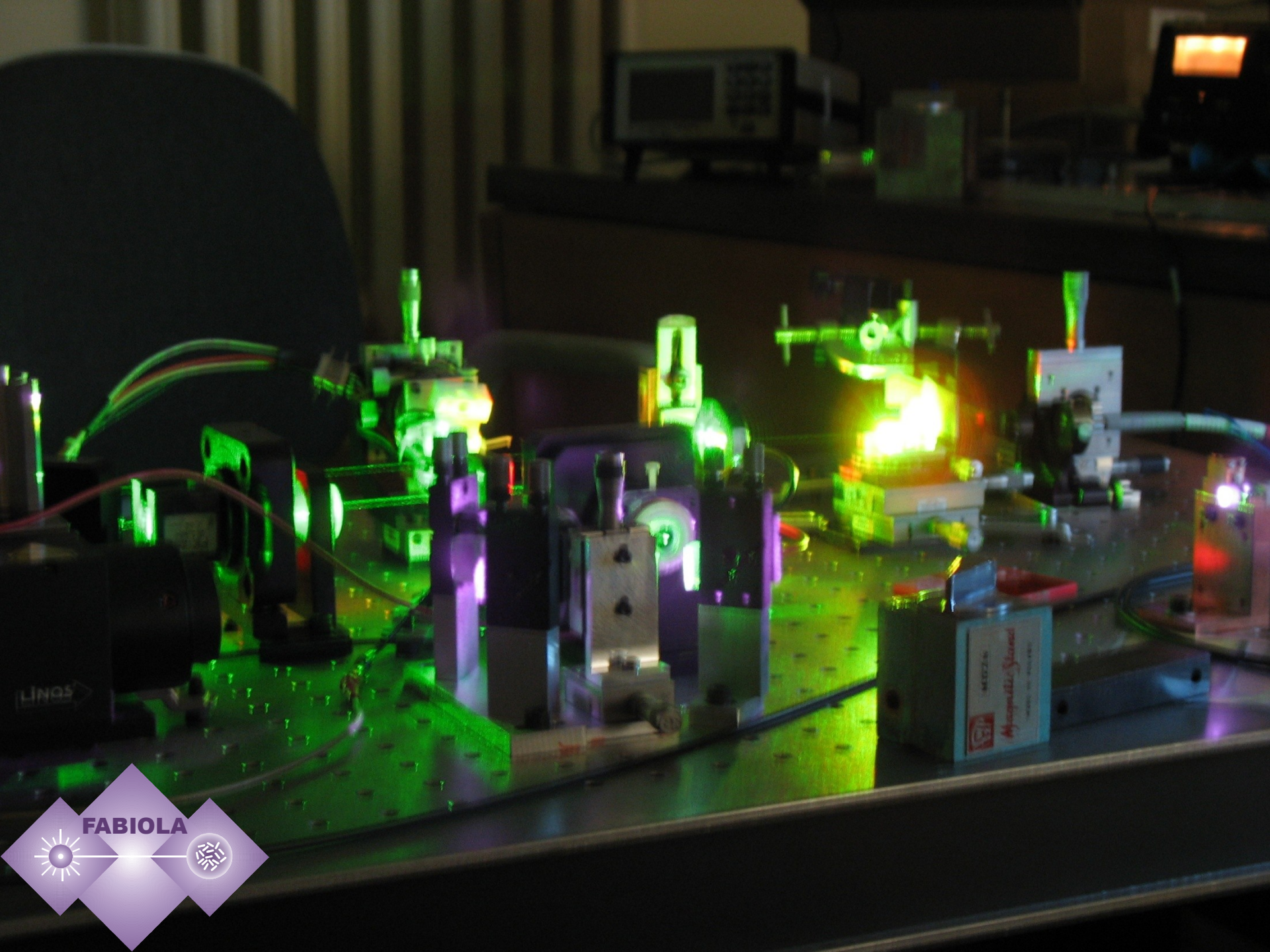
PROGRAM EDA FABIOLA



Fluorescence Applied to BIOLogical Agents Detection



**Przykłady matryc emisyjno-wzbudzeniowych
wybranych bakterii**

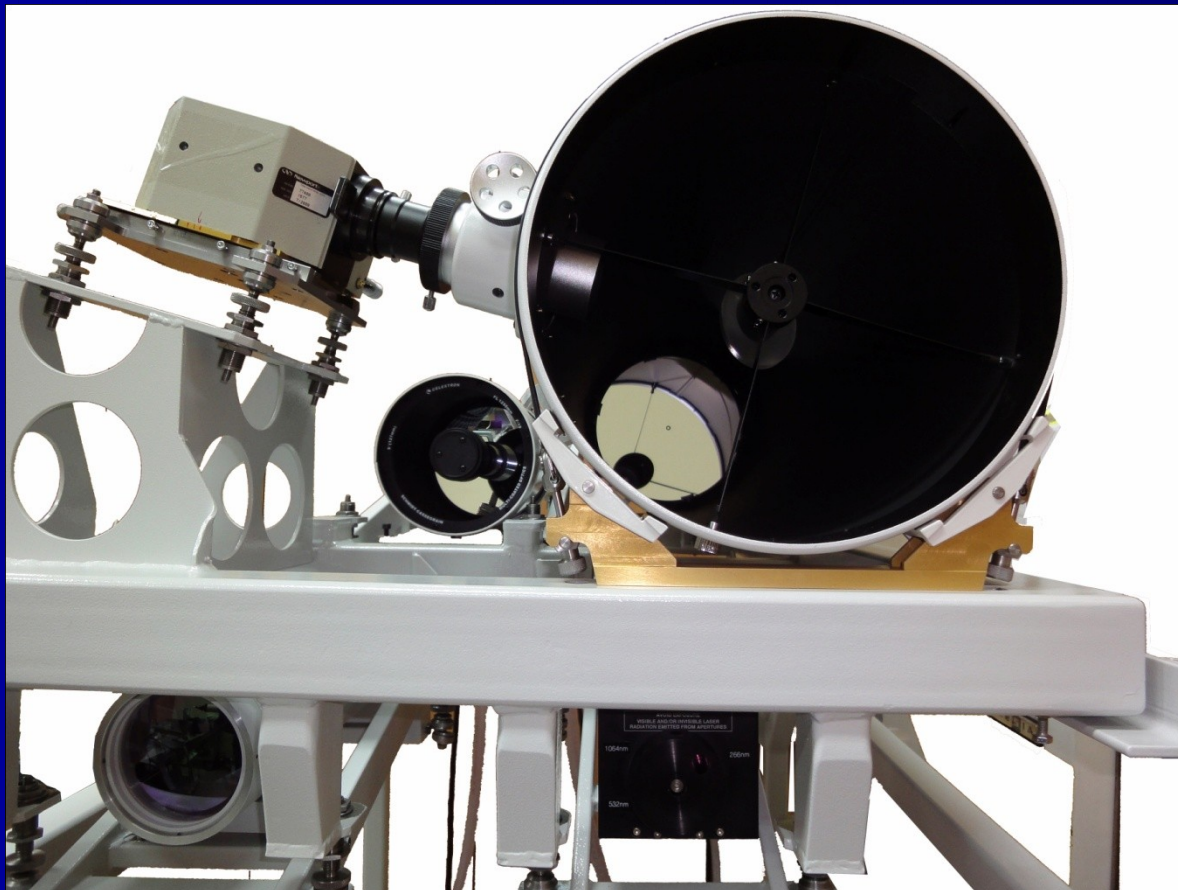


FABIOLA



UKŁAD LABORATORYJNY LIDARA FLUORESCENCYJNEGO

WZBUDZENIE 266 nm, DETEKCCJA 325 nm



Teleskop:

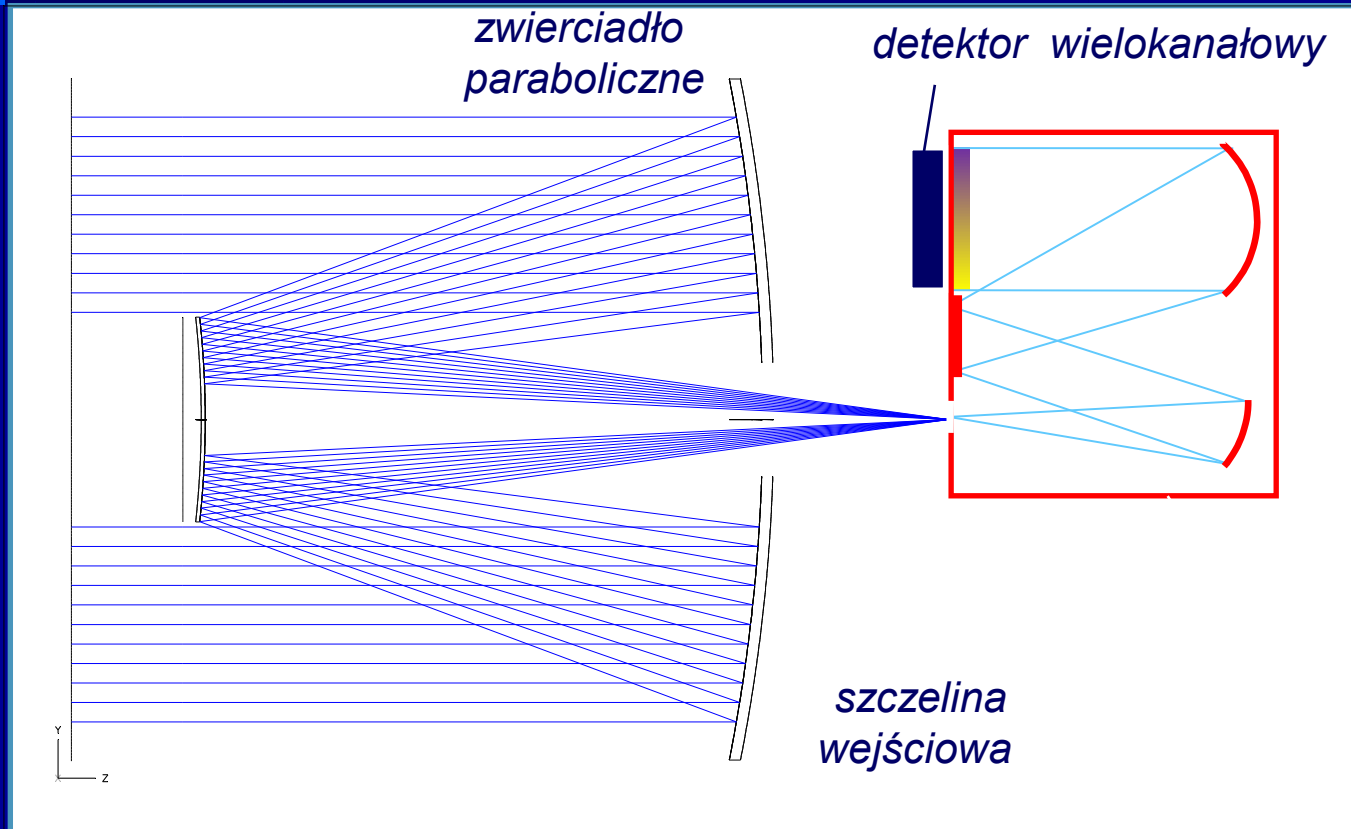
$D = 260 \text{ mm}$
 $F = 1050 \text{ mm}$
 $F/\# \sim 4$

Laser:

$P_p = 0.6 \text{ MW}$
 $\tau_p = 8 \text{ ns}$



OPTYCZNY UKŁAD ODBIORCZY LIDARA FLUORESCENCYJNEGO Z DETEKcją WIELOSPEKTRALNĄ



3D LAYOUT

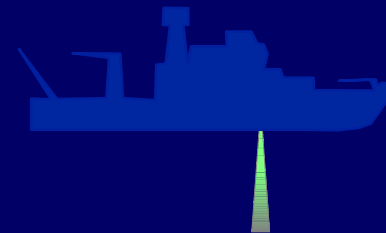
SCHMIDT-CASSEGRAIN, SNL
THU FEB 5 2009

JACEK WOJTANOWSKI
IOE WAT

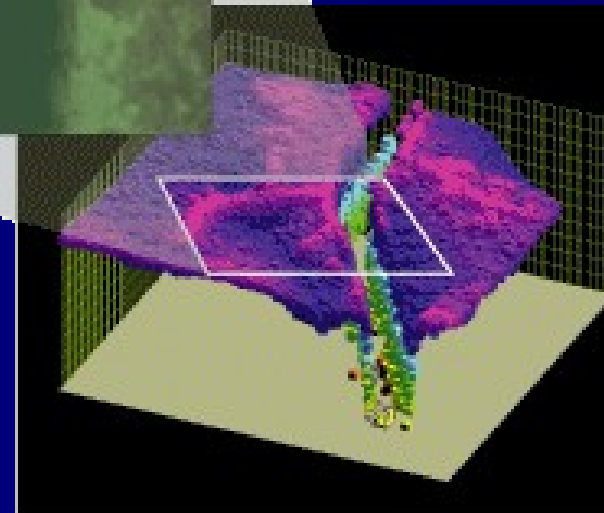
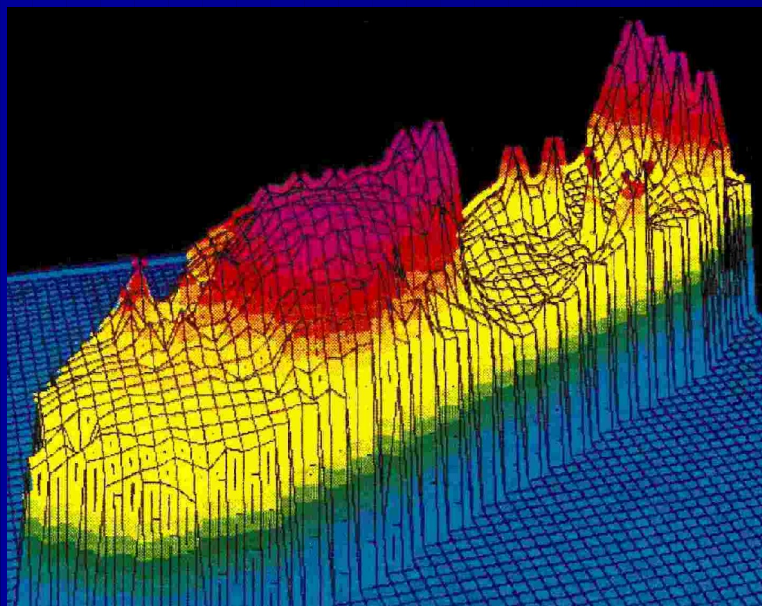
SCHMIDT-CASSEGRAIN.ZMX
CONFIGURATION 1 OF 1



LASEROWE WYKRYWANIE OBIEKTÓW PODWODNYCH



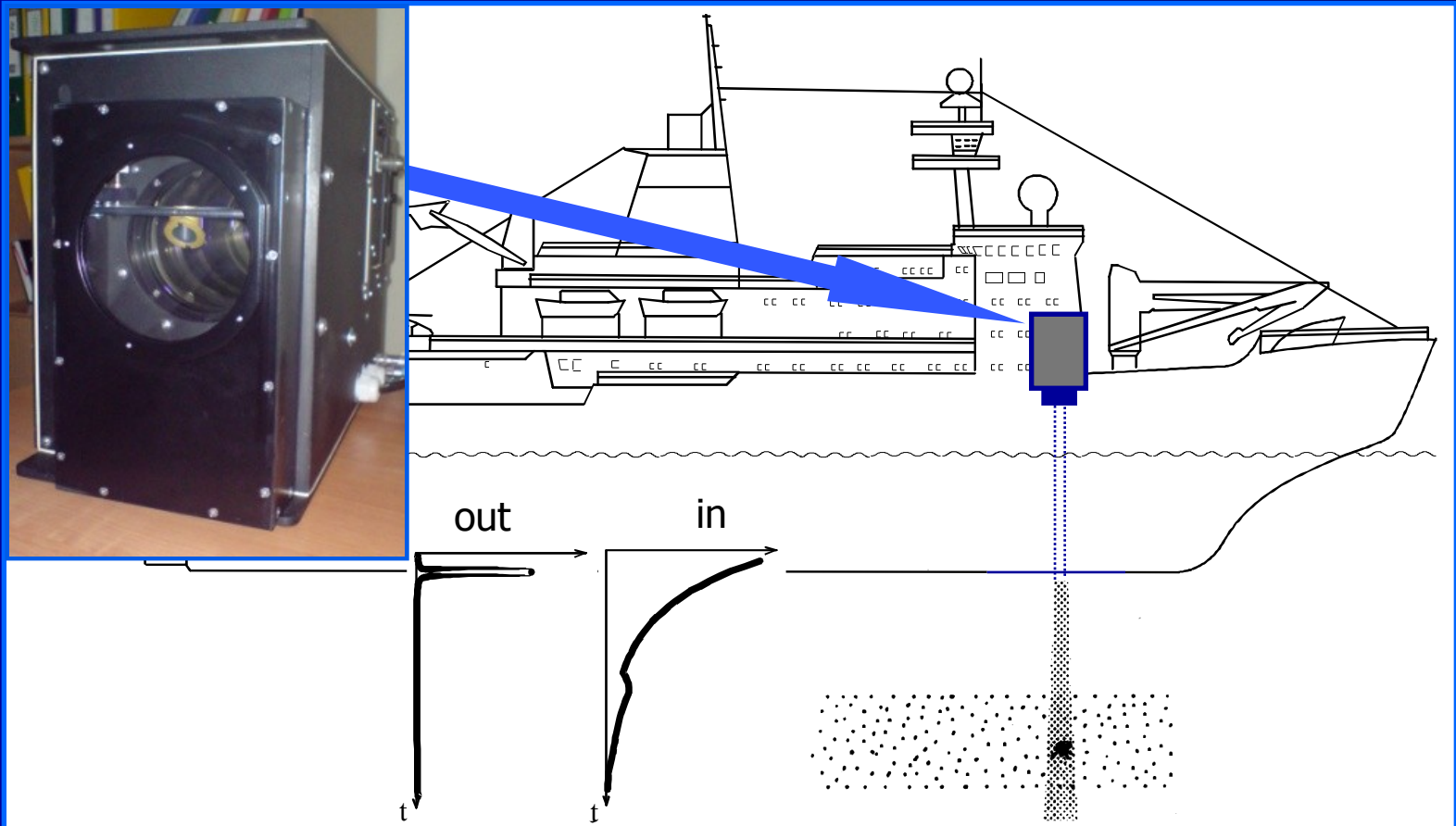
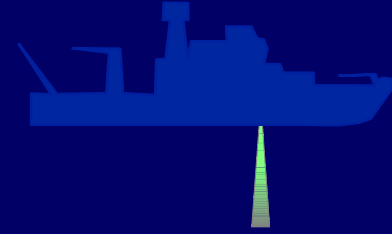
Analiza kształtów obiektów podwodnych



Analiza szczegółów profilu dna

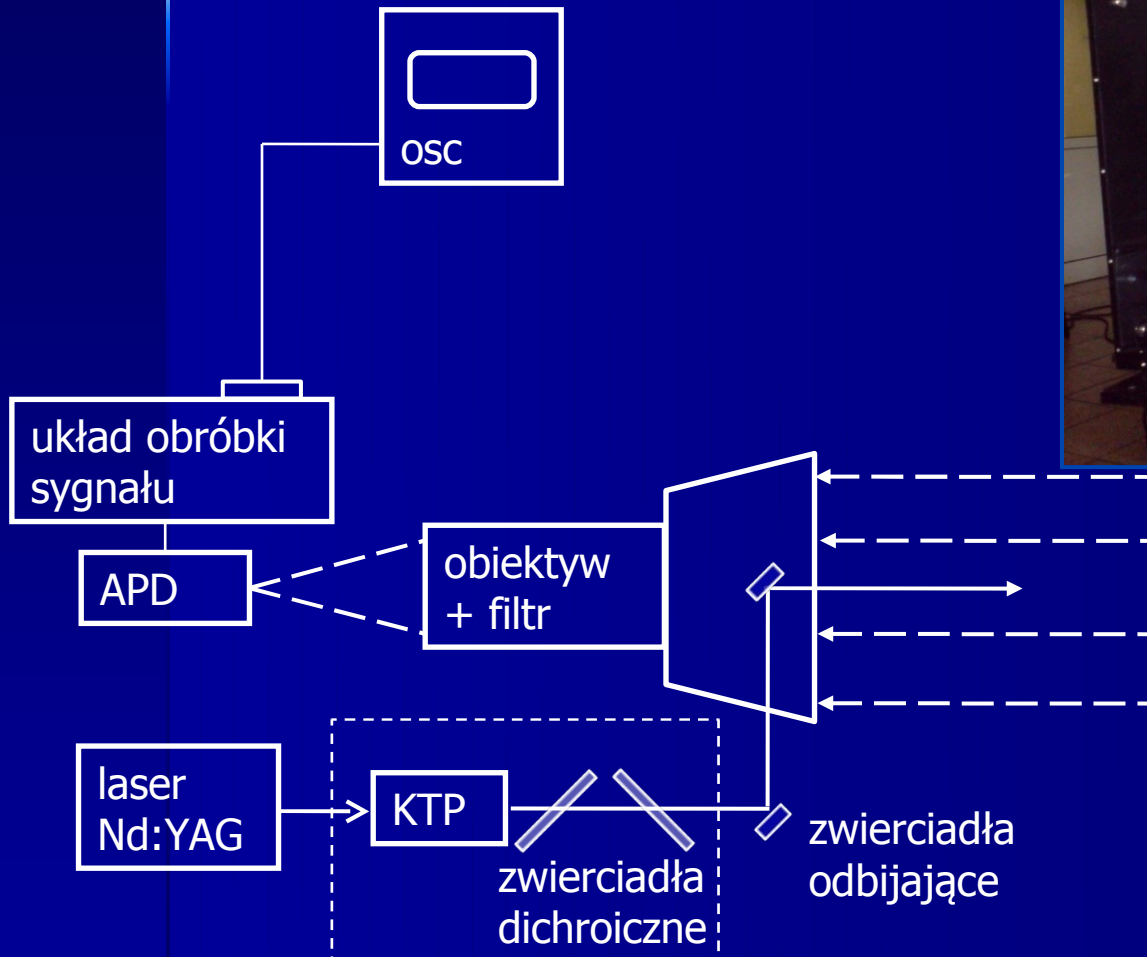
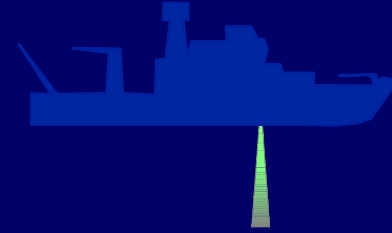


LASEROWE WYKRYWANIE OBIEKTÓW PODWODNYCH



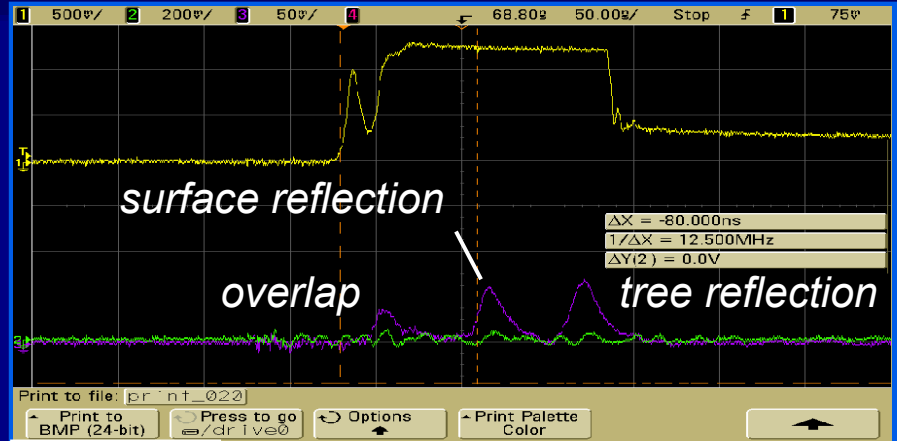
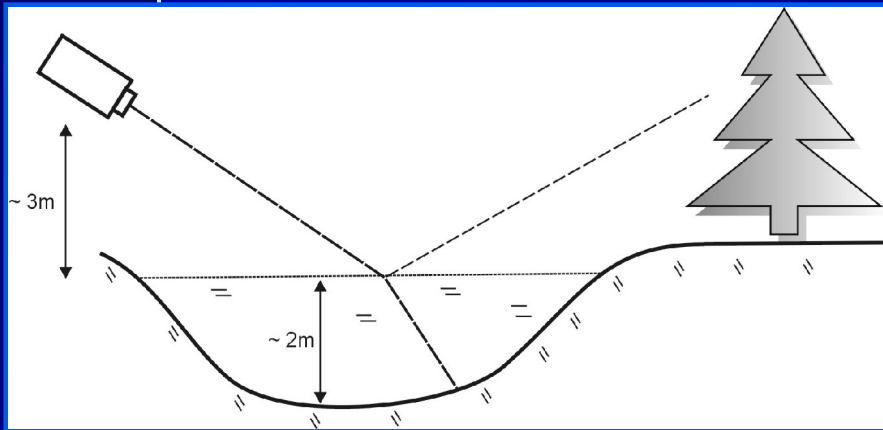
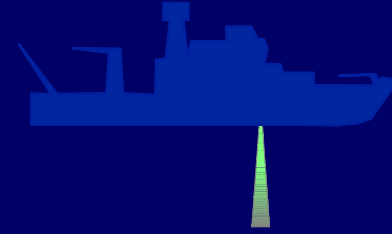


LASEROWE WYKRYWANIE OBIEKTÓW PODWODNYCH

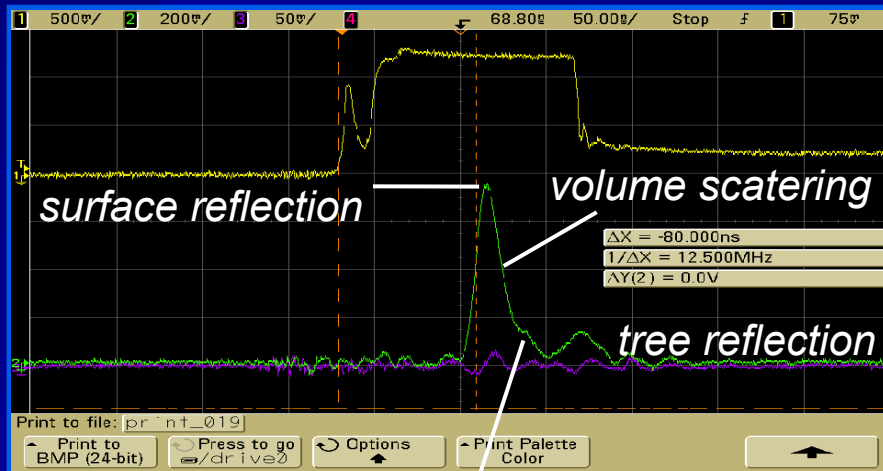




LASEROWE WYKRYWANIE OBIEKTÓW PODWODNYCH



1064 nm



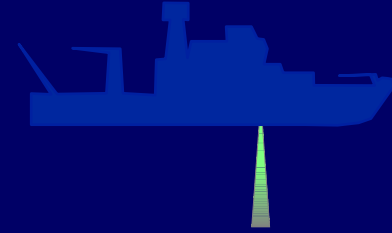
532 nm

bottom reflection





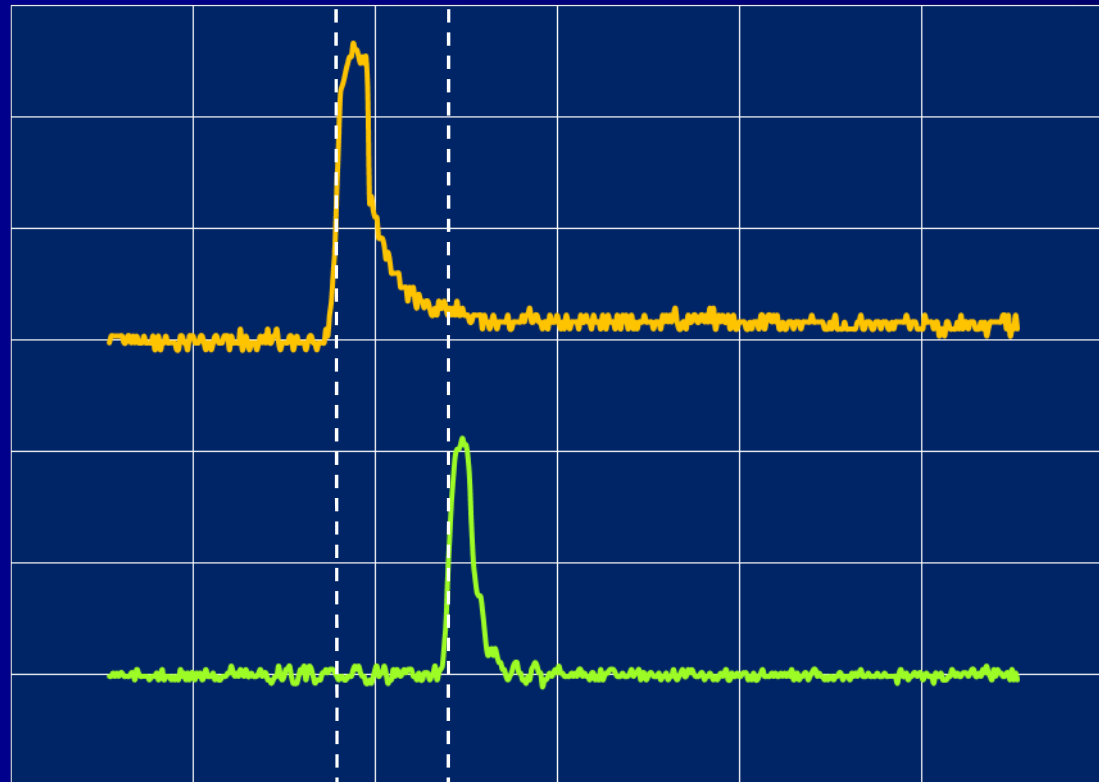
LASEROWE WYKRYWANIE OBIEKTÓW PODWODNYCH



$\Delta t = 69 \text{ ns}$ \longrightarrow $s \sim 21 \text{ m}$

impuls
„start”

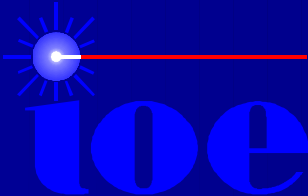
impuls
powrotny





FOTOGRAFIA LASEROWA

Rejestracja obrazów metodą kadrowania przestrzenno-czasowego **Range Gated Imaging System**



**Marek PISZCZEK
Krzysztof RUTYNA
Mieczysław SZUSTAKOWSKI**



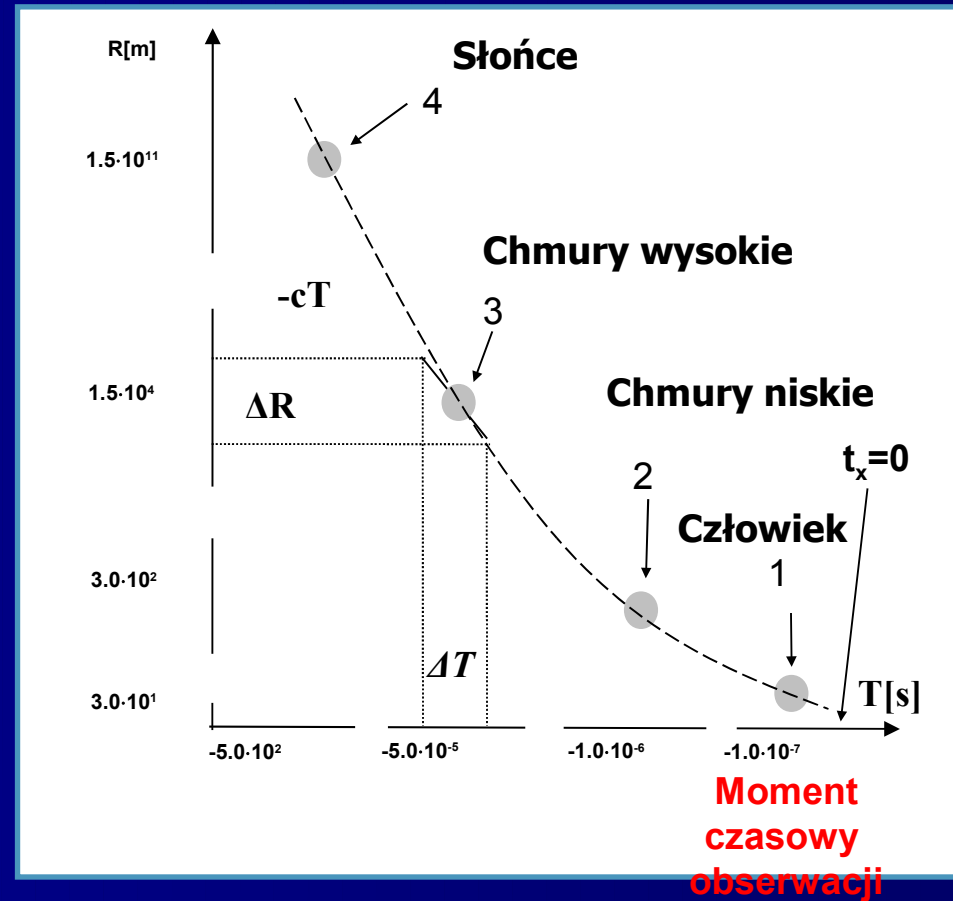
HARDsoft®
Systemy Mikroprocesorowe

HARDsoft Systemy Mikroprocesorowe
ul. J. Conrada 63, 31-357 Kraków
tel.: +48 12 626 79 10, e-mail:
hardsoft@hardsoft.com.pl



PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI KLASYCZNEJ FOTOGRAFII

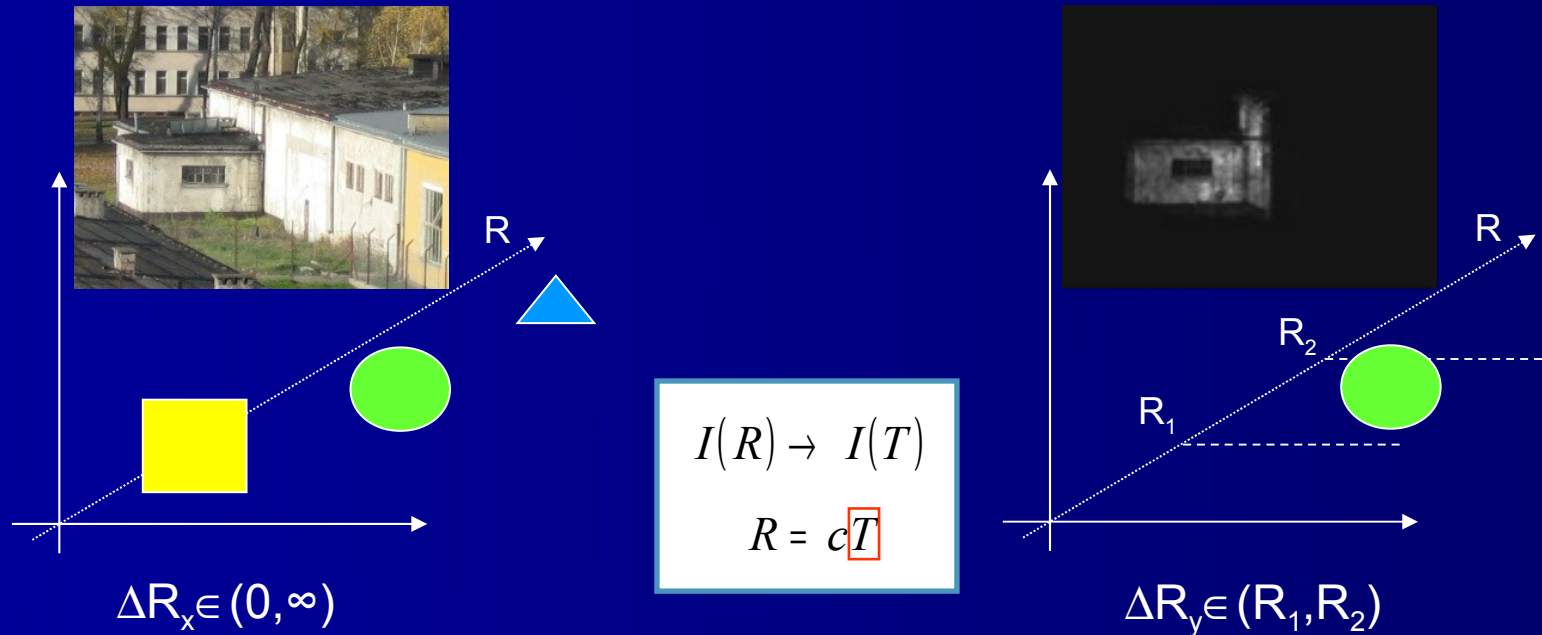
Horyzont przestrzenno-czasowy





FOTOGRAFIA LASEROWA

Idea pomiarowa →
obserwacja wybranego fragmentu przestrzeni



Promieniowanie docierające do detektora w metodzie klasycznej

$$I \propto \int_0^{R_1} I_x(R) dR + \int_{R_1}^{R_2} I_x(R) dR + \int_{R_2}^{\infty} I_x(R) dR$$

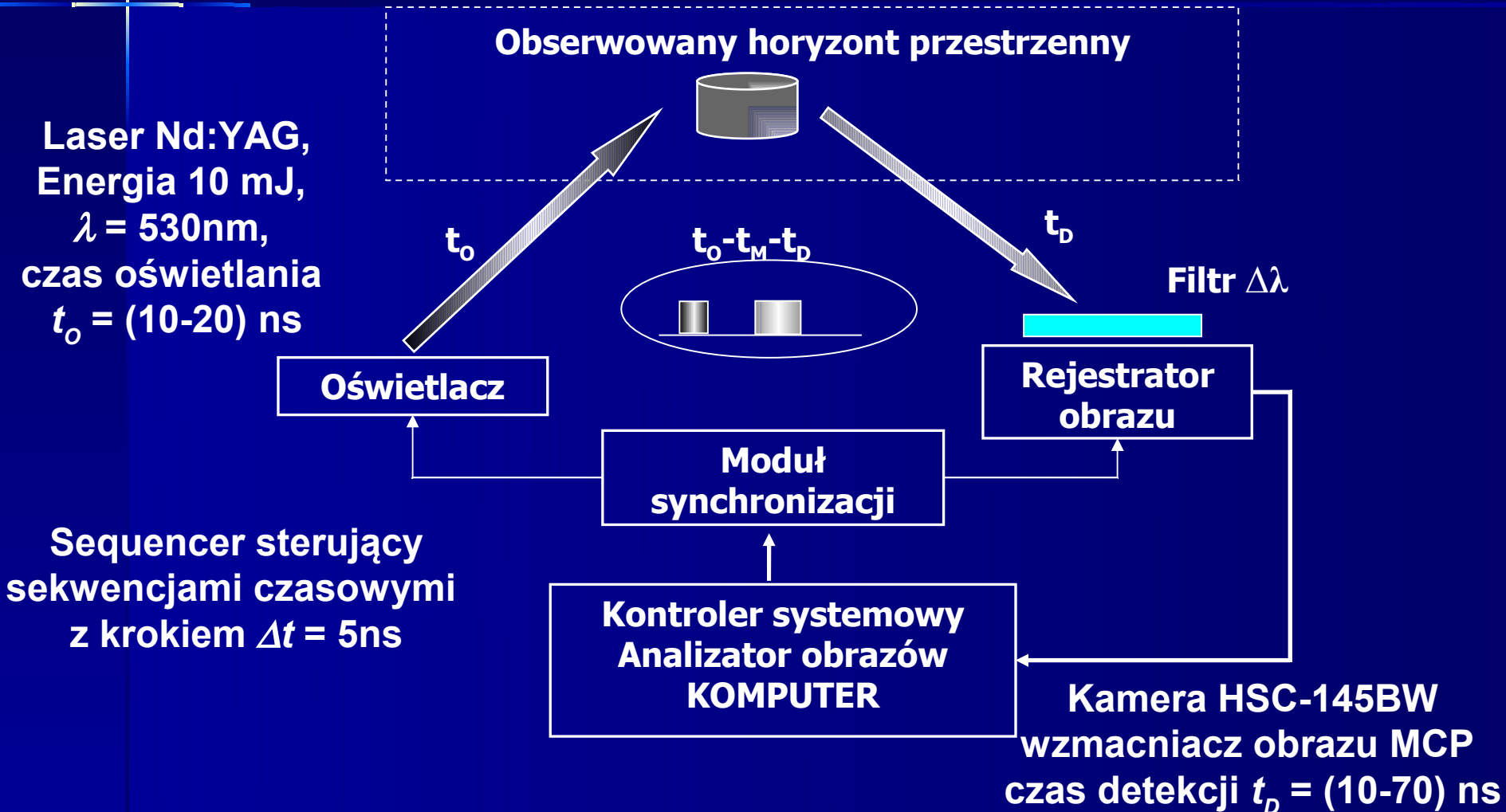
Dane użyteczne

Promieniowanie docierające do detektora w metodzie fotografii laserowej

Szum informacyjny



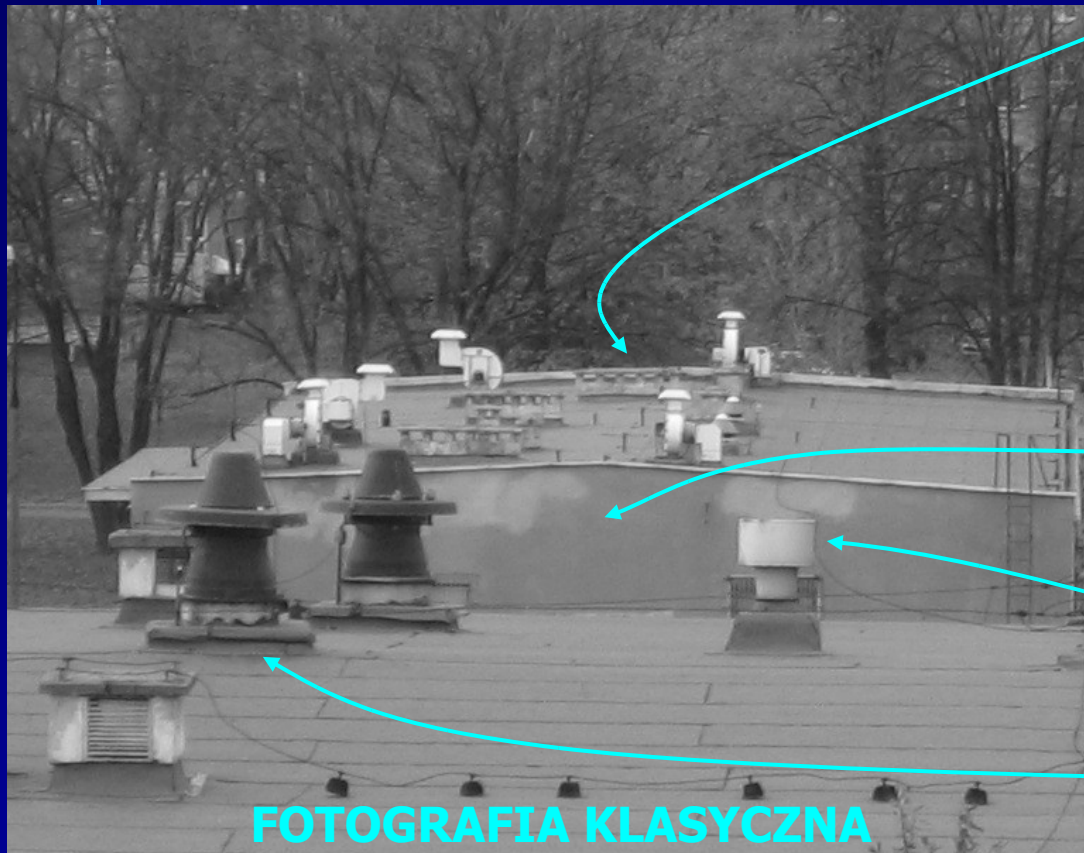
STANOWISKO POMIAROWE SYSTEMU FOTOGRAFII LASEROWEJ



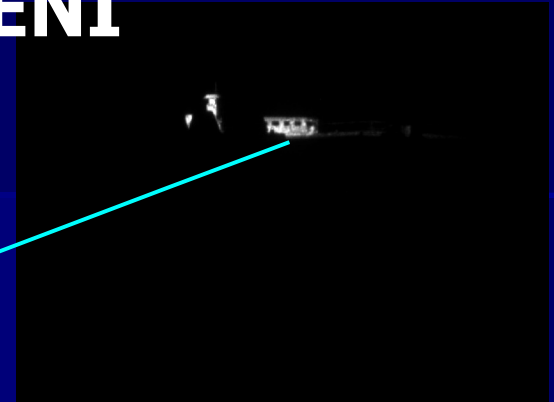


KADROWANIE WYBRANYCH OBSZARÓW PRZESTRZENI

FOTOGRAFIA LASEROWA



FOTOGRAFIA KLASYCZNA



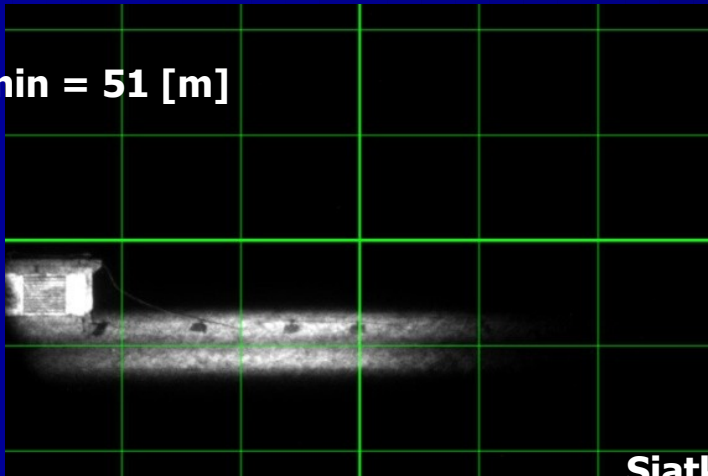
CZAS MIGAWKI 10 ns



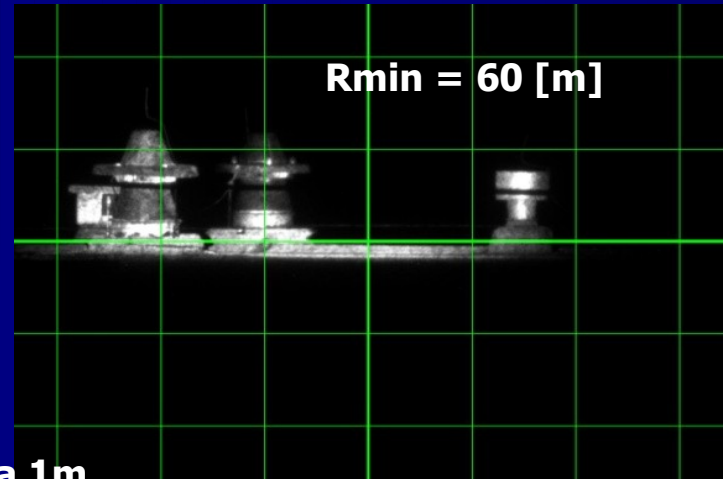
FOTOGRAFIA LASEROWA

WYMIAROWANIE PRZESTRZENI

$R_{min} = 51$ [m]



$R_{min} = 60$ [m]

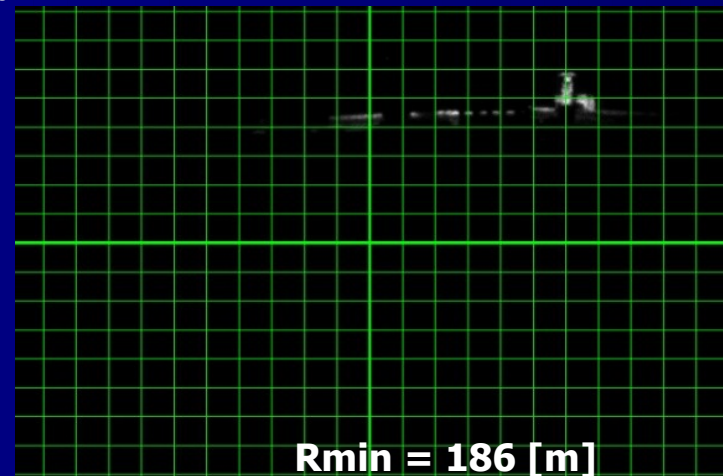


Siatka 1m

$R_{min} = 148$ [m]



$R_{min} = 186$ [m]





FOTOGRAFIA LASEROWA SYNTEZA INFORMACJI 3D

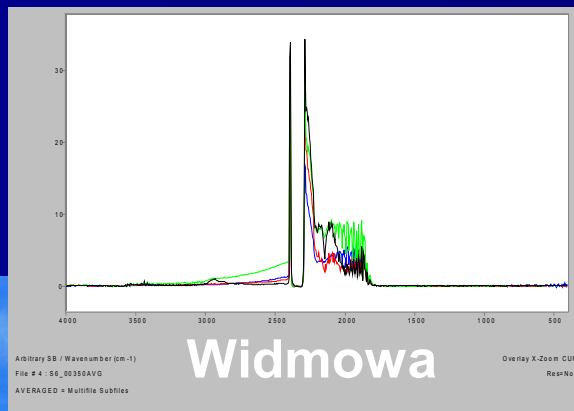
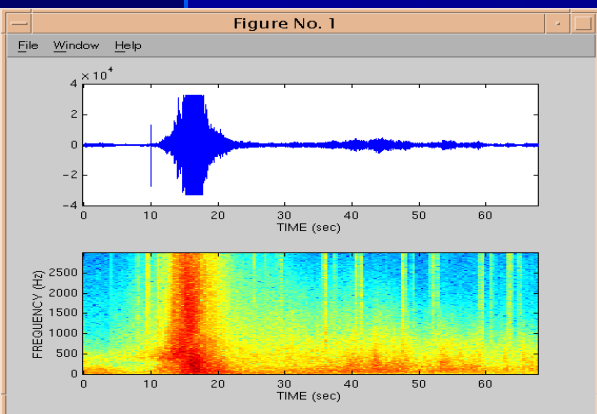


**Autosegmentacja obiektów
dla selektywnych obserwacji przestrzennych**

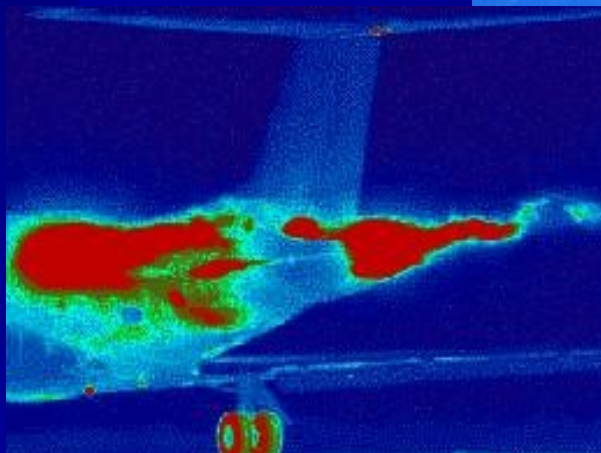
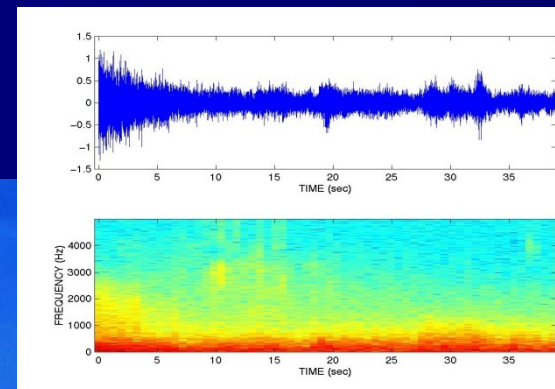


WIELOCZUJNIKOWA I WIELOSPEKTRALNA IDENTYFIKACJA OBIEKTÓW

Akustyczna



Sejsmiczna



Termalna



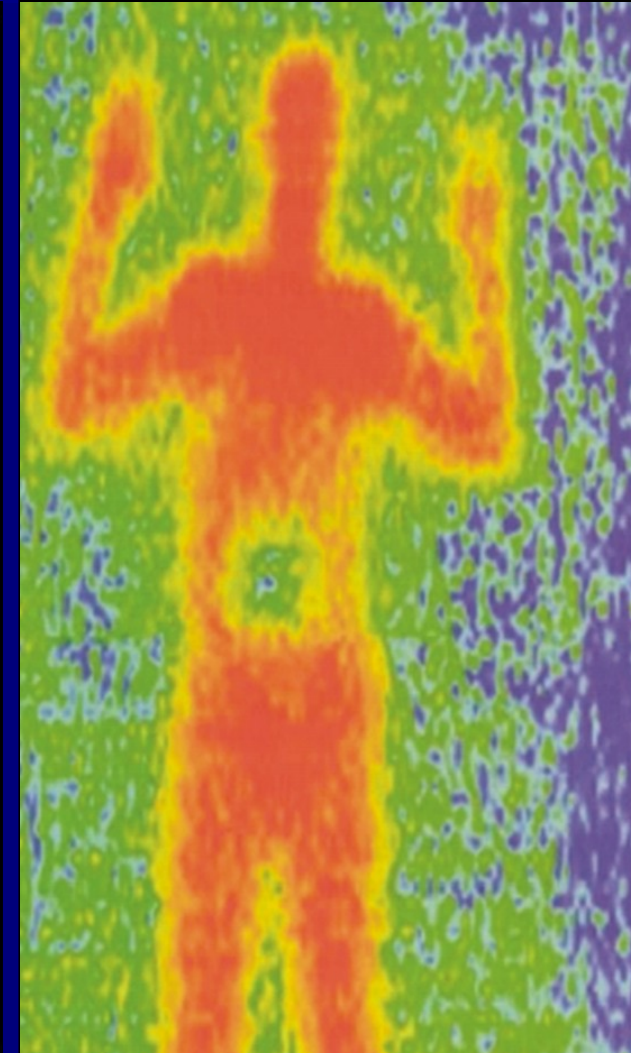
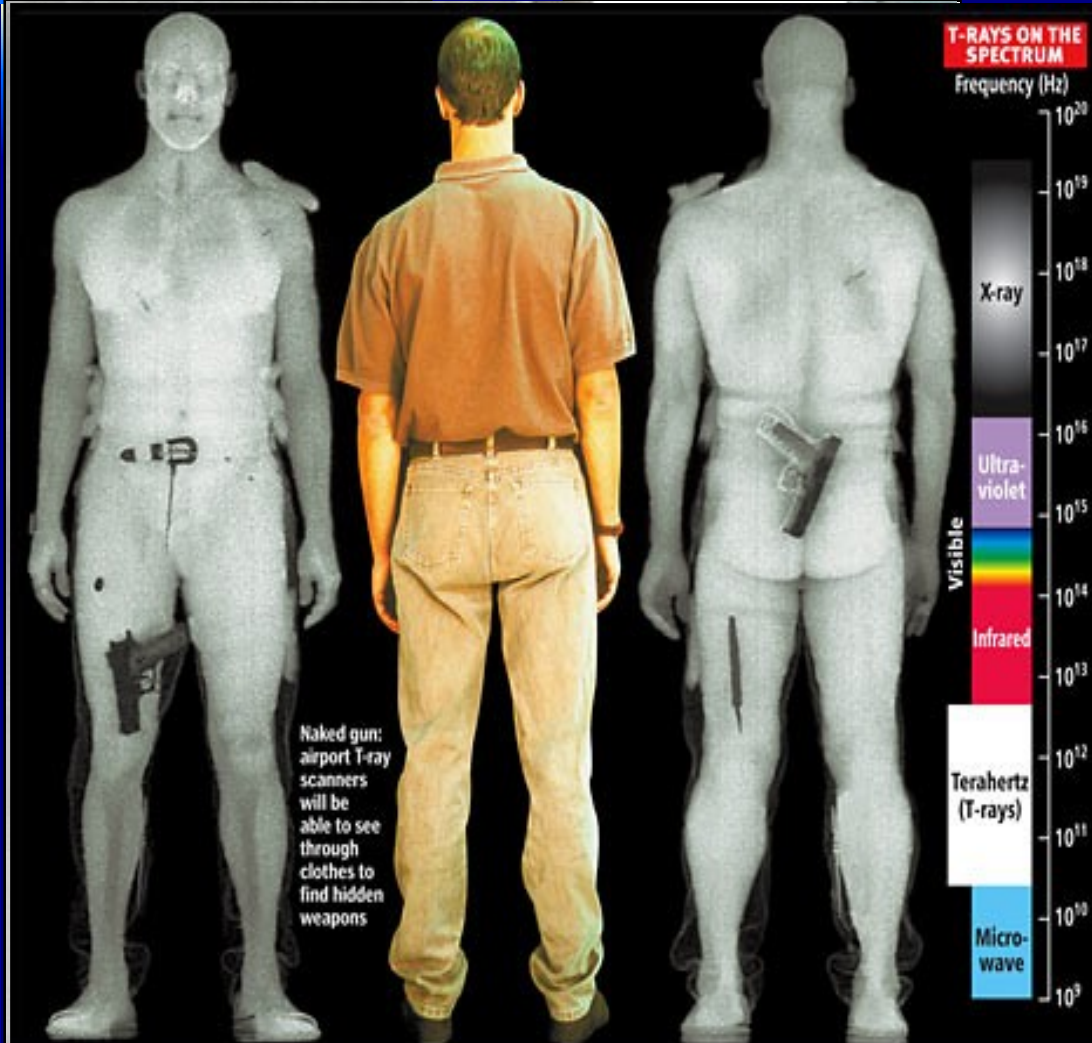
OBIEKT



Widzialna

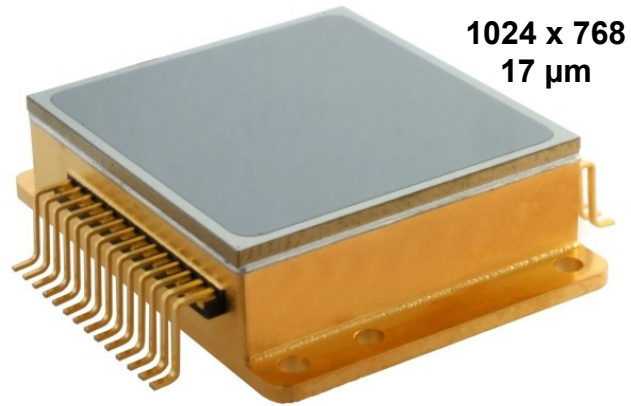
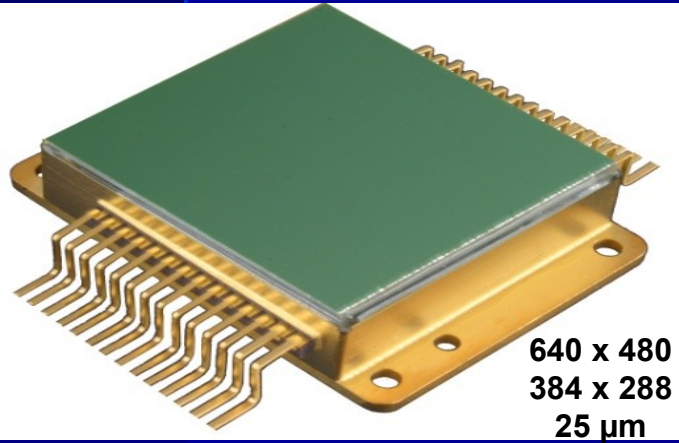
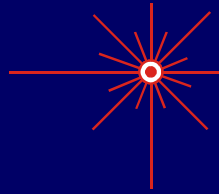


PRZYKŁADY ZOBRAZOWANIA W OBSZARZE FAL SUBMILIMETROWYCH (PASMO THz)



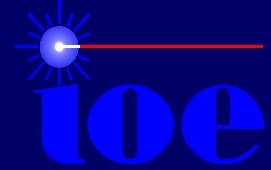


PEO
WARSZAWA





URZĄDZENIA TELEMETRII LASEROWEJ



PRZYRZĄDY OBSERWACYJNO-CELOWNICZE



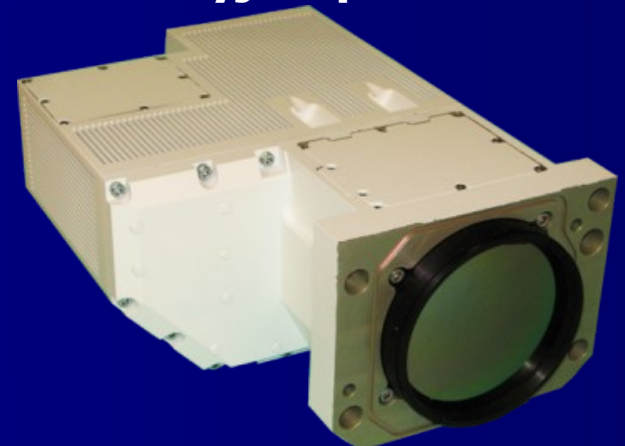
Dalmierz lornetkowy DLR-1



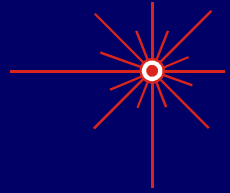
**Lornetka
obserwacyjno-pomiarowa**



Celownik termowizyjny CTS-1



Kamera termowizyjna do SKO



Lornetka Noktowizyjno-Termowizyjna MTN-1



Zespolony obraz noktowizyjny i termowizyjny daje w efekcie obraz, który umożliwia wykrywanie obiektów zamaskowanych optycznie i jednocześnie odwzorowuje realistycznie obraz obserwowanego terenu. W obrazie zespolonym, obiekty o temperaturze wyższej od temperatury sceny są wyświetlane w kolorze żółto-zielonym.



MULTISPEKTRALNY SYSTEM WYKRYWANIA PŁOMIENIA STOPFIRE



Głowica systemu STOPFIRE jest przeznaczona do detekcji i sygnalizacji takich zagrożeń jak:
pojawienie się płomienia, wybuch paliwa,
eksplozja materiałów wybuchowych,
obecność ciał wysokotemperaturowych.

CZAS URUCHOMIENIA SYSTEMU GAŚNICZEGO < 3 ms
WYSOKA ODPORNOŚĆ NA FAŁSZYWE ALARMY



PERSPEKTYWICZNE KIERUNKI SYSTEMÓW MONITOROWANIA ZAGROŻEŃ



SENSORY I ICH ZASTOSOWANIA

- detektory, lasery, niekoherentne źródła światła, światłowody
- integracja różnych systemów elektro-optycznych
- połączenie technologii INFO- BIO- NANO- i OPTO-
 - technologie informacyjne i sieciowe



e-mail: zmierczyk@wat.edu.pl
<http://www.wat.edu.pl>

Dziękuję za uwagę