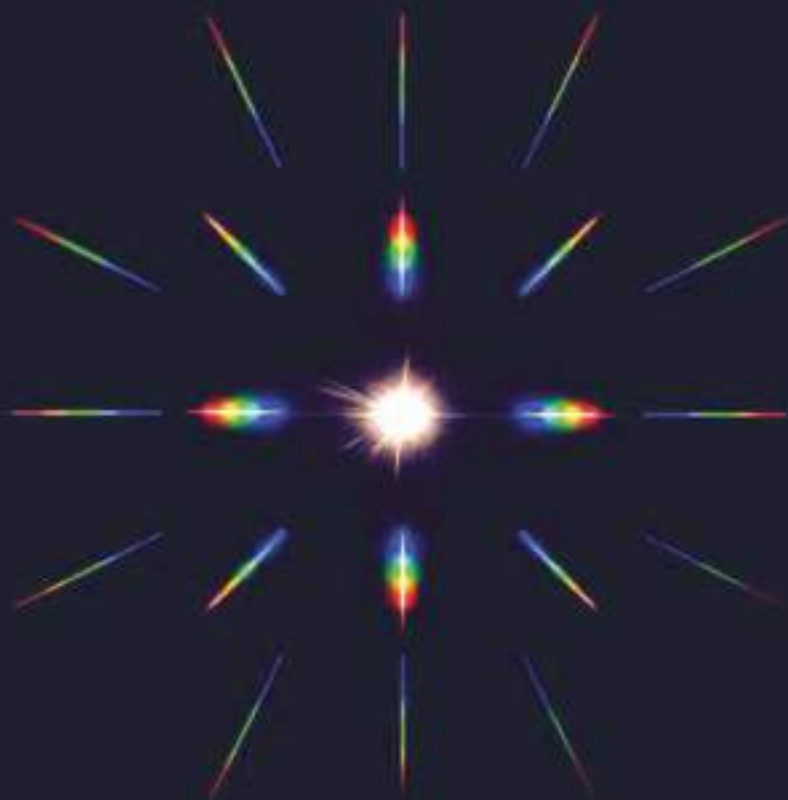


FOTONIKA

Techniczne zastosowania światła
INFOGRAFIKI



Fotonika przedstawiona w tej książce umożliwia rozwój nowoczesnego społeczeństwa i ukazuje nowe ścieżki rozwoju kariery głównie dla techników, inżynierów, naukowców oraz ludzi biznesu. Polskie Stowarzyszenie Fotoniczne ma nadzieję, że prezentowane treści zachęcą czytelników do kontynuowania dalszej edukacji, jak i budowania nowych ścieżek rozwoju ich kariery zawodowej.

Aby uzyskać więcej informacji na temat fotoniki i pomysłów w tym zakresie odwiedź:

www.photonics.pl

Serdecznie dziękujemy wszystkim firmom i instytucjom,
dzięki którym powstała publikacja:

GOLD



SPECTARIS

German Industry Association for Optics,
Photonics, Analytical and Medical Technologies

FIBRAIN®
Fiber Optic Solutions

**Warsaw University
of Technology**



**RESEARCH
UNIVERSITY**
EXCELLENCE INITIATIVE



**Mode-locked
Technology**

VIGO
PHOTONICS

OpTecBB



SILVER

Fluence
technology

PPTF
Polska Platforma
Technologiczna Fotoniki

FOTONIKA

Techniczne zastosowania światła

INFOGRAFIKI

SPIS TREŚCI

PODSTAWY

Co to jest fotonika?	01
Najmniejsze wymiary	02
Najwyższa prędkość	03
Najkrótsze czasy	04
Najwyższa moc	05
Niezakłócone przesyłanie danych	06
Widmo optyczne światła	07
Niezwykła kraina fotoniki	08
Krótsze długości fal	09
Szkoło okienne kontra włókno optyczne	10
Zwierciadła kontra zwierciadła laserowe	11
Rodzaje laserów	12
Lasery kontra światło słoneczne	13

TECHNOLOGIA PRODUKCJI

Obraz najmniejszych struktur	14
Precyzyjne spawanie laserowe napędza elektromobilność	15
Cięcie laserowe	16
Laser kluczem do produkcji smartfonów	17
Druk 3D	18

TRANSFER DANYCH

Sieci światłowodowe	19
Komunikacja laserowa w przestrzeni kosmicznej	20
Kody QR	21

AKWIZYCJA OBRAZU I WYŚWIETLANIE

Obiektywy fotograficzne	22
Okulary do wirtualnej oraz rozszerzonej rzeczywistości	23
Płaskie ekrany	24
Wyświetlacze LCD kontra OLED	25

FOTONIKA W MEDYCYNIE

Zliczanie komórek krwi	26
Endoskopia	27
Widzieć z bliska i z daleka	28
Ponownie widzieć wyraźnie	29

OŚWIETLENIE

Białe światło diodowe (LED)	30
Jaśniej dzięki diodom LED	31
Parametry źródła światła	32
Pokazy laserowe	33

TRANSPORT

Kontrola ruchu	34
Światła w samochodzie	35
Reflektory samochodowe	36
Oświetlenie na lotnisku	37

ENERGIA ODNAWIALNA

Ogniwa fotowoltaiczne	38
Energia słoneczna	39
Laserowa synteza termojądrowa	40

ŚRODOWISKO

Fotonika w pomiarach środowiskowych	41
Monitorowanie pożarów lasów	42
Sortowanie optyczne	43

BADANIA I GOSPODARKA

Fotonika jako sektor przemysłu	44
Fotonika na świecie	45
Laureaci nagrody Nobla	46
Kraje rozwijające fotonikę	47
Najlepsze ośrodki naukowe w fotonice	48
Technologie kwantowe	49

NA SAM KONIEC...

Pasjonat fotoniki	50
-------------------------	----

PODSTAWY

CZYM JEST FOTONIKA?

Fotonika to wytwarzanie, transmisja oraz wykorzystanie światła.

Najmniejszym nośnikiem światła jest foton.

Fotonika dostarcza rozwiązań w obliczu globalnych wyzwań naszych czasów.

wytwarzanie



transmisja



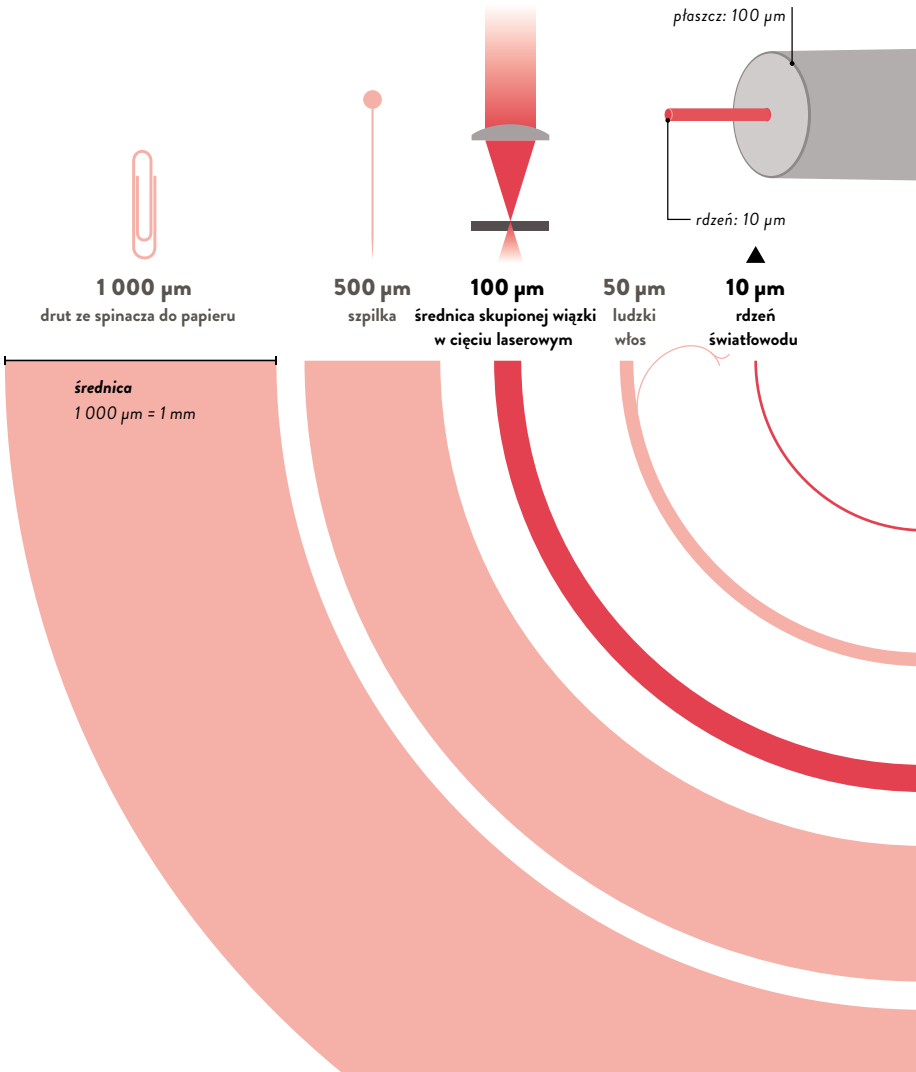
wykorzystanie



INFORMACJA
 ZDROWIE
 BEZPIECZEŃSTWO
 MOBILNOŚĆ
 ENERGIA
 KOMUNIKACJA
 KLIMAT
 POTENCJAŁ

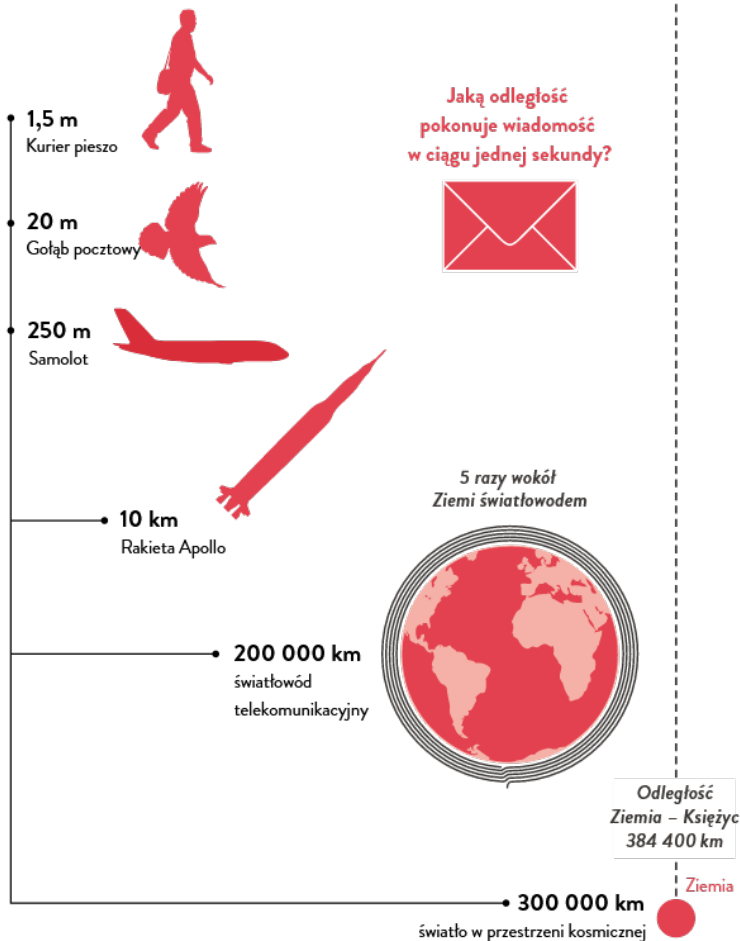
NAJMNIJSZE WYMIARY

Światło można skupiać na bardzo małych obszarach.



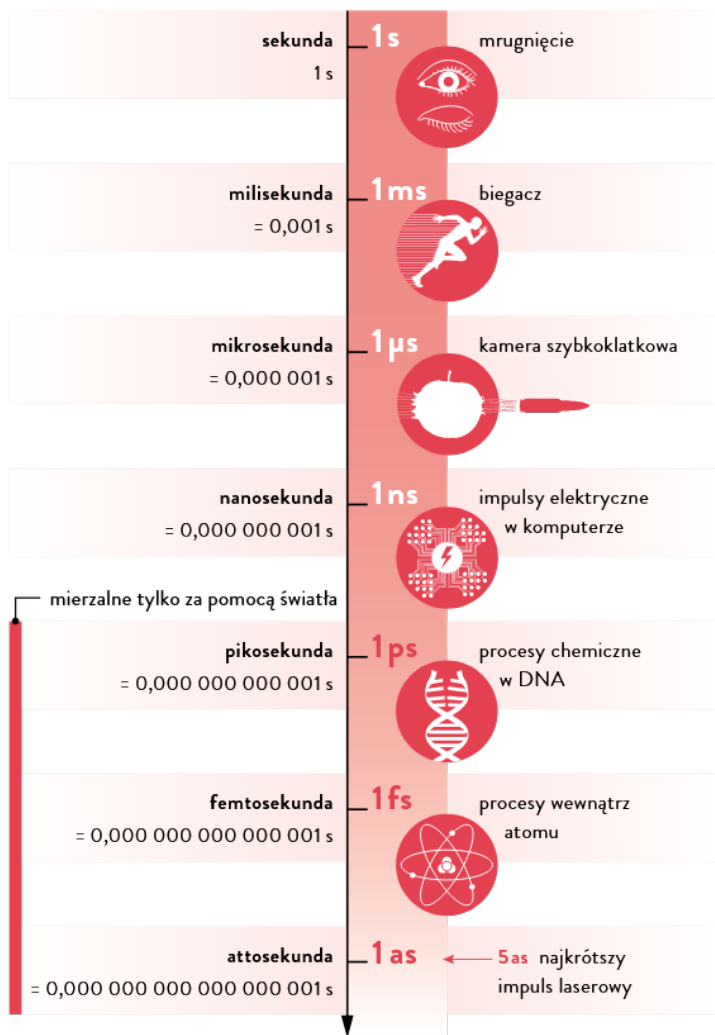
NAJWYŻSZA PRĘDKOŚĆ

Nic nie jest szybsze od światła.
Prędkość światła wynosi 299 792 458 m/s.



NAJKRÓTSZE CZASY

Światło sprawia, że nawet najszybsze zdarzenia są mierzalne.



NAJWYŻSZA MOC

Dzięki pracy impulsowej laserów można osiągnąć moc o rzędy wielkości większą niż cokolwiek, co znaleźliśmy dotychczas. Jest to możliwe dzięki koncentracji mocy wiązki laserowej w bardzo krótkich impulsach czasowych trwających pojedyncze femtosekundy.

PORÓWNANIE MOCY



Światowa ilość mocy wytwarzanej przez elektrownie

3,3 terawata = 3 300 gigawatów

około 3 000 razy

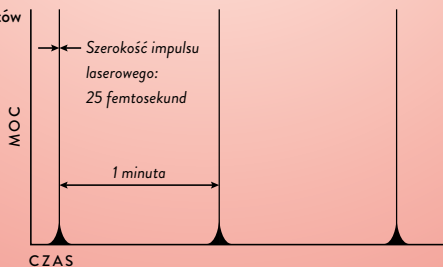
10 petawatów



Moc wytworzona w projekcie
infrastruktury świetlnej ELI-NP w Rumunii

10 petawatów

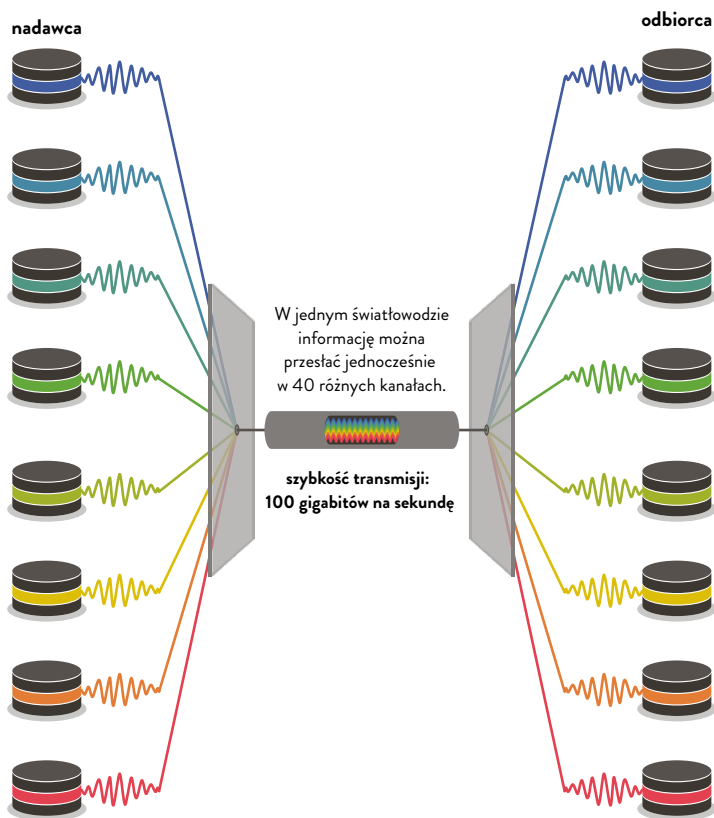
= 10 000 000 gigawatów



Szczytowe wartości mocy są osiągane okresowo w bardzo krótkich odstępach czasu.

NIEZAKŁÓCONE PRZESYŁANIE DANYCH

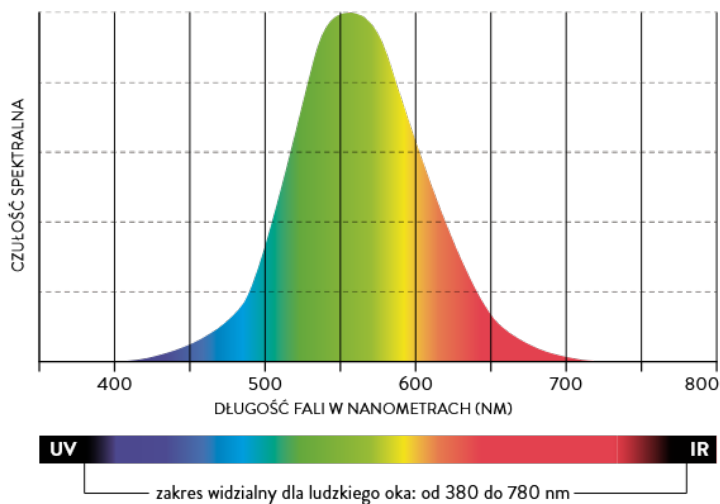
Dziesiątki sygnałów optycznych mogą być jednocześnie wprowadzone do światłowodu i ponownie rozdzielone po stronie odbiorcy. Sygnały mogą być rozróżnialne na podstawie ich długości (barwa spektralna), polaryzacji oraz fazy.



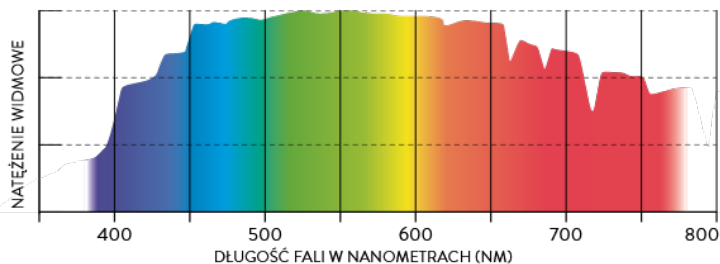
WIDMO OPTYCZNE ŚWIATŁA

Światło to bardzo wąska część widma fal elektromagnetycznych z zakresu od 380 nm do 780 nm, która jest widoczna dla ludzkiego oka.

CZUŁOŚĆ SPEKTRALNA LUDZKIEGO OKA W PORZE DZIENNEJ



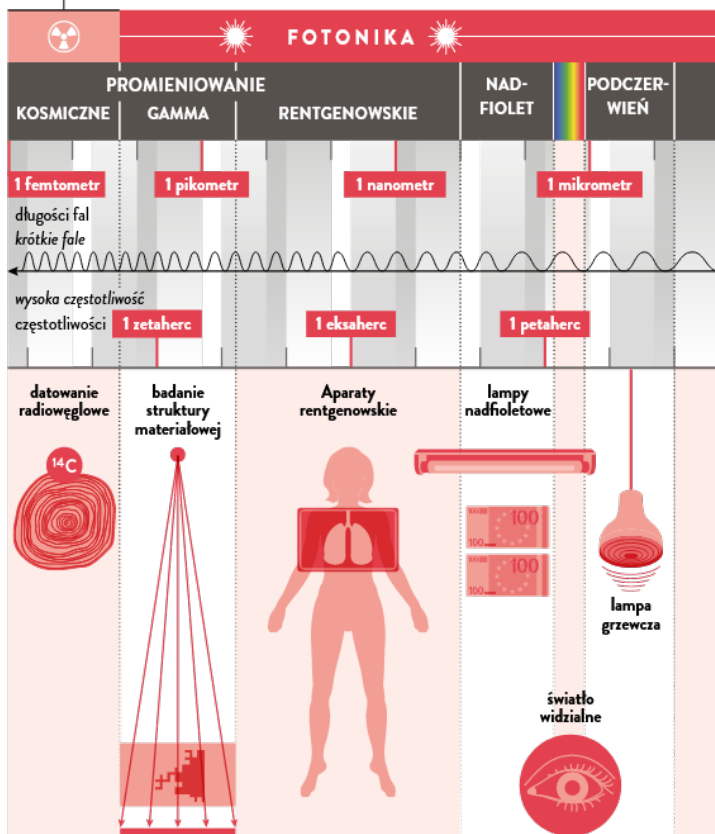
ROZKŁAD WIDMOWY ŚWIATŁA SŁONECZNEGO NA ZIEMI

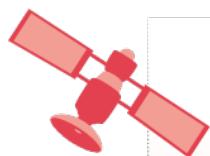
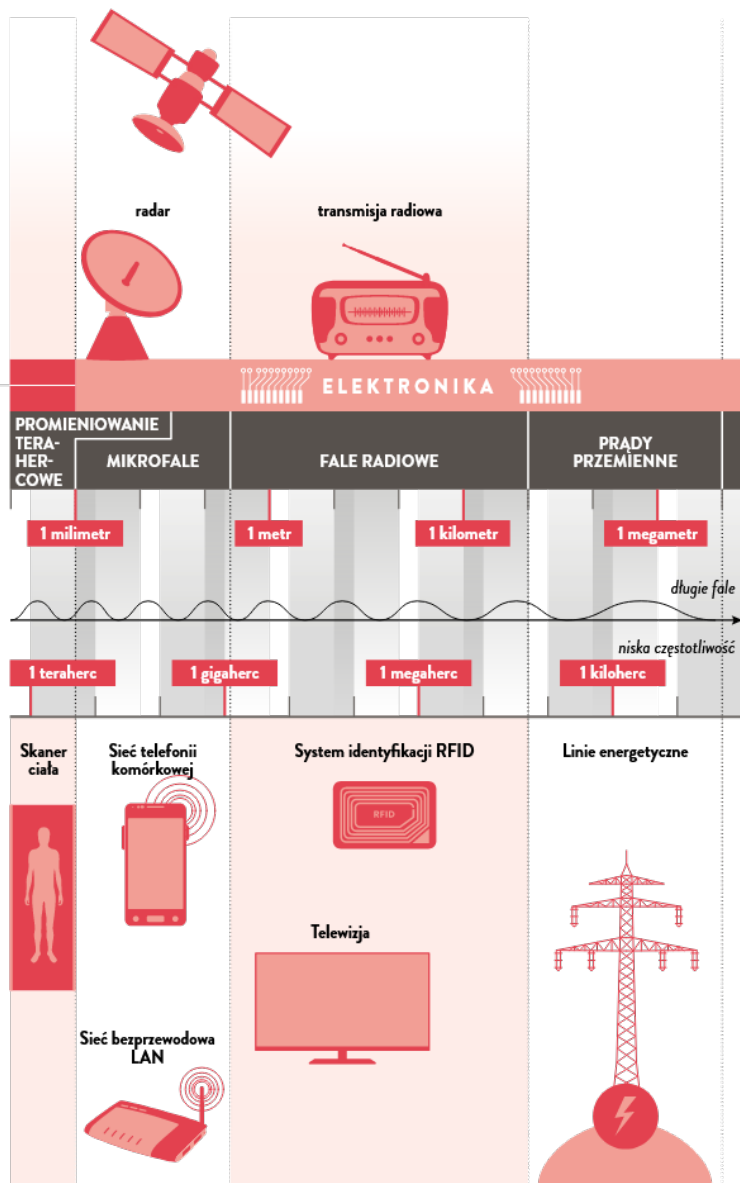


NIEZWYKŁA KRAINA FOTONIKI

Zastosowania fotoniki obejmują również szeroką część widma elektromagnetycznego niewidocznego dla ludzkiego oka.

TECHNOLOGIA JĄDROWA





radar



transmisja radiowa



ELEKTRONIKA



PROMIENIOWANIE
TERAHER-COWE

MIKROFALE

FALE RADIOWE

PRĄDY PRZEMIENNE

1 milimetr

1 metr

1 kilometr

1 megamet

długie fale

niska częstotliwość

1 teraherc

1 gigaherc

1 megaherc

1 kiloherc

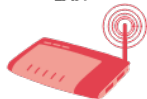
Skaner ciała



Sieć telefonii komórkowej



Sieć bezprzewodowa LAN



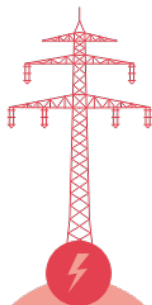
System identyfikacji RFID



Telewizja



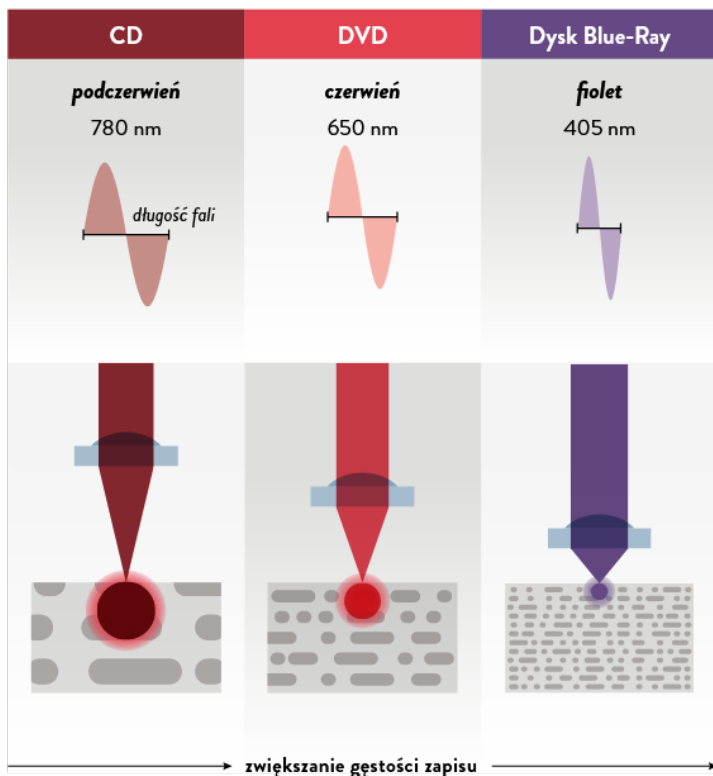
Linie energetyczne



KRÓTSZE DŁUGOŚCI FAL

Długość fali ma ogromny wpływ na wydajność systemów optycznych. Krótsze fale mogą być skupione na mniejszym obszarze, co zwiększa gęstość zapisu danych na nośniku optycznym.

DŁUGOŚCI UŻYWANE W ODTWARZACZACH PŁYT KOMPAKTOWYCH



SZKŁO OKIENNE KONTRA WŁÓKNO OPTYCZNE

Szko jest najwazniejszym skladnikiem ukkladow optycznych.
Jednakze zwykle szklo okienne i szklo uzywane w fotonice to dwa
zupelnie inne swiaty.

PRZEPUSZCZALNOŚĆ ŚWIATŁA PRZEZ SZKŁO

Jak grube muszą być różne rodzaje szkła, aby 1% emitowanego
światła nadal było przepuszczane?

SZYBA OKIENNA



grubość szkła
80 cm

1%
światła



SZKŁO OPTYCZNE



29 m

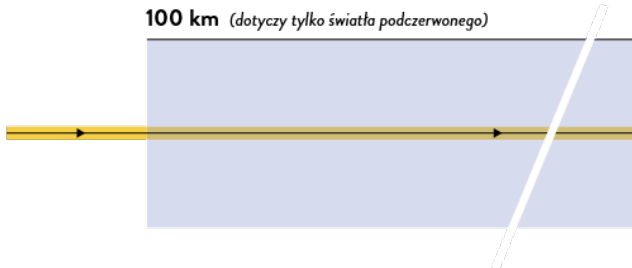
(przykład: obiektyw aparatu)



ŚWIATŁOWÓD



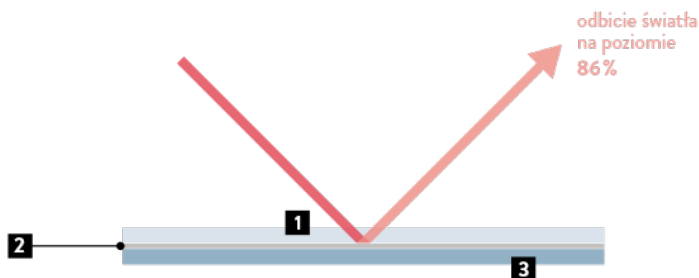
100 km (dotyczy tylko światła podczerwonego)



ZWIERCIADŁA KONTRA ZWIERCIADŁO LASEROWE

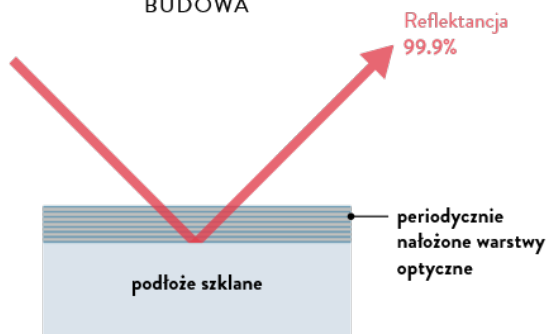
W naszym domowym otoczeniu możemy znaleźć wiele elementów optycznych w ich podstawowej formie. Jednakże, elementy optyczne używane w fotonice cechują się większą precyzją wykonania.

ZWIERCIADŁO DOMOWE (LUSTRO) BUDOWA



- 1** tafla szkła
- 2** warstwa srebra
- 3** warstwa ochronna

ZWIERCIADŁO LASEROWE BUDOWA



Zwykle co najmniej 20 do 50 warstw optycznych o grubości 100-200 nm jest nakładanych na podłoże szklane. To pozwala uzyskać nadzwyczajnie wysoką reflektancję.



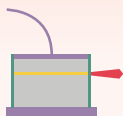
RODZAJE LASERÓW

Lasery są głównym elementem spotykanym w wielu układach fotonicznych. Liczne typy laserów, pomimo różnych konstrukcji, składają się zawsze z tych samych podstawowych elementów.

podstawowe elementy

- ośrodek aktywny = wzbudzone atomy lub molekuly
- źródło energii = pompa optyczna elektryczna
- rezonator (końcowe zwierciadło lub sprzęgacz wyjściowy)
- wiązka laserowa

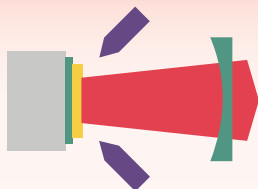
DIODA LASEROWA



LASER ŚWIATŁOWODOWY



DYSK LASEROWY



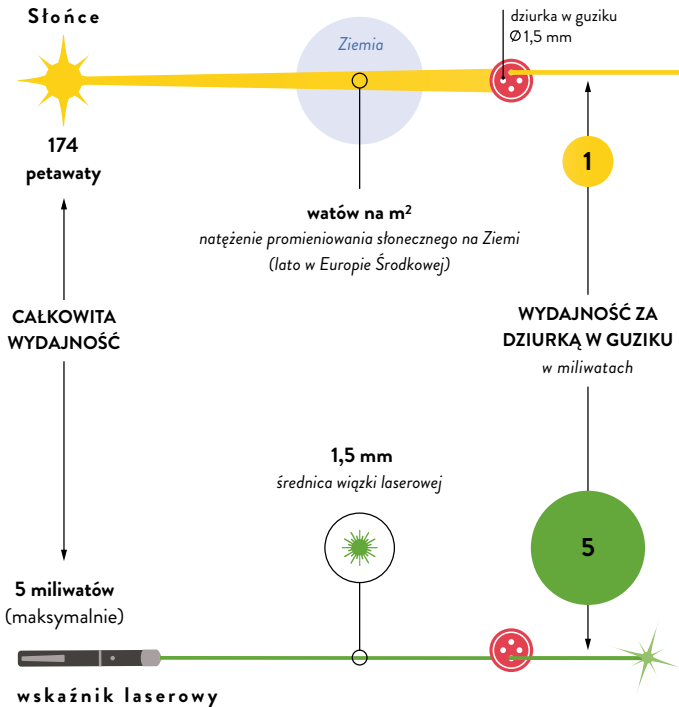
LASER GAZOWY



LASERY KONTRA ŚWIATŁO SŁONECZNE

Podczas gdy konwencjonalne źródła światła emitują energię we wszystkich kierunkach, lasery bardzo efektywnie skupiają światło w prawie równoległą wiązkę o małym przekroju.

PORÓWNANIE WYDAJNOŚCI





TECHNOLOGIA
PRODUKCJI

OBRAZOWANIE MIKROSTRUKTUR

Nowoczesne technologie wymagają wydajnych układów elektronicznych rozmieszczonych na coraz mniejszych przestrzeniach. Dzięki technologiom optycznym możliwe jest produkowanie większej ilości komponentów elektronicznych w jednym układzie scalonym.

ROZWÓJ PROCESÓW PRODUKCJI PÓLPRZEWODNIKÓW

Obrazowanie coraz mniejszych struktur półprzewodnikowych wymaga zastosowania źródeł światła emitujących bardzo krótkie długości fal.

ŚCIEŻKA WIĄZKI OPTYCZNEJ

Wiązka światła w zakresie głębokiego nadfioletu o długości fali zaledwie 13,5 nm wymaga zastosowania zaawansowanego układu zwierciadeł odbijających i skupiających wiązkę na powierzchni substratu krzemowego.

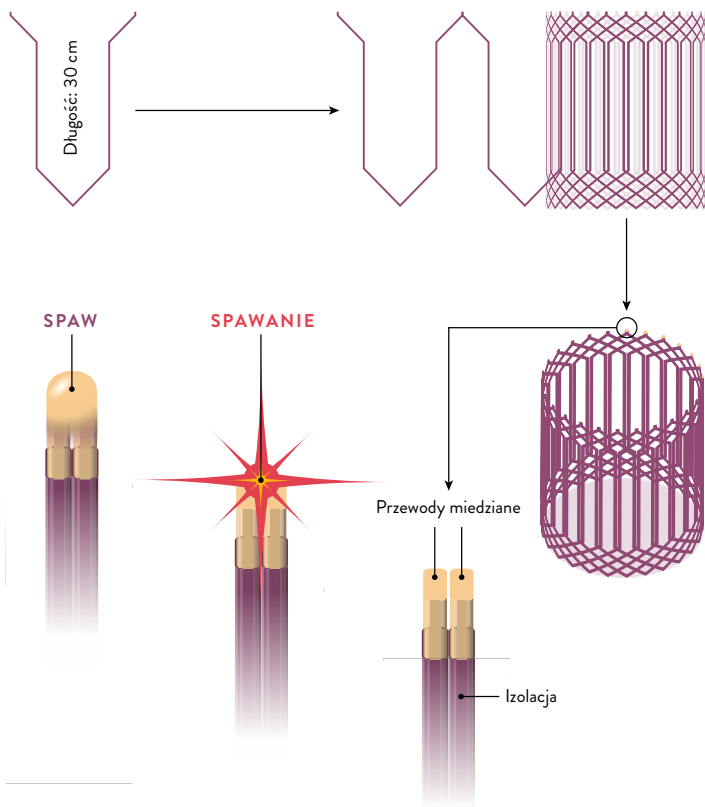


PRECYZYJNE SPAWANIE LASEROWE NAPĘDZA ELEKTROMOBILNOŚĆ

W samochodach elektrycznych cechujących się wysokimi osiągnięciami, uzwojenie silnika składa się z wielu drutów miedzianych uformowanych w kształt przypominający spinkę do włosów. Krótkoimpulsowa technologia laserowa pozwala efektywnie spawać ze sobą poszczególne fragmenty przewodów miedzianych. Usuwanie izolacji oraz kontrola jakości spawów również jest realizowana za pomocą laserów.

Miedziany drut uformowany w kształt spinki do włosów

Uzwojenie silnika zbudowane z zespalanych fragmentów drutów miedzianych



CIĘCIE LASEROWE

Cięcie laserowe pozwala na bardzo szybką obróbkę materiałową przy minimalnych stratach materiału, co czyni tę metodę nadzwyczajnie efektywną i energooszczędną.

PORÓWNANIE WYDAJNOŚCI I EFEKTYWNOŚCI KONWENCJONALNEGO FREZOWANIA I CIĘCIA LASEROWEGO

cięcie blachy stalowej o grubości 5 mm na długości 1 metra



SZEROKOŚĆ CIĘCIA

(milimetry)

10

0.4



WYDAJNOŚĆ METODY

(kilowaty)

0.4



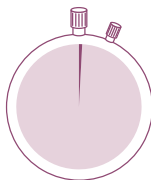
20

CZAS CIĘCIA

14 minut



12 sekund



ZUŻYCIE ENERGII

(kilowatogodziny)

0.10



0.07



ODPADY

(gramy)



390

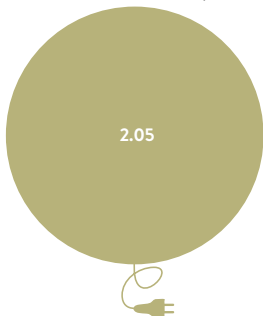
15



CAŁKOWITE ZUŻYCIE ENERGII

biorąc pod uwagę całkowitą oszczędność materiału
(kilowatogodziny)

2.05



0.14



SMARTFONY DZIĘKI LASEROM

Każdego dnia produkowane są setki tysięcy smartfonów. Jakość i efektywność produkcji mają dla producentów na tym konkurencyjnym rynku kluczowe znaczenie.

Lasery są tutaj kluczem do sukcesu.

TYPY LASERÓW

- laser światłowodowy
- lasery krótkoimpulsowe
- lasery UV na ciele stałym
- lasery UV ekscymerowe
- lasery na ciele stałym
- podczerwone diody laserowe
- lasery CO₂

PROCESY MASZYNOWE

- / krawędź
- obszar
- / / wzór
- . . . otwór

Ekran dotykowy

- cięcie wyjątkowo cienkiego szkła, twardego szkła ochronnego /
- cięcie folii ekranowej /
- konstruowanie warstw przewodzących / /

Ekran

- wytwarzanie warstw polikrystalicznych □
- hermetyzacja szkła laminowanego /

Bateria

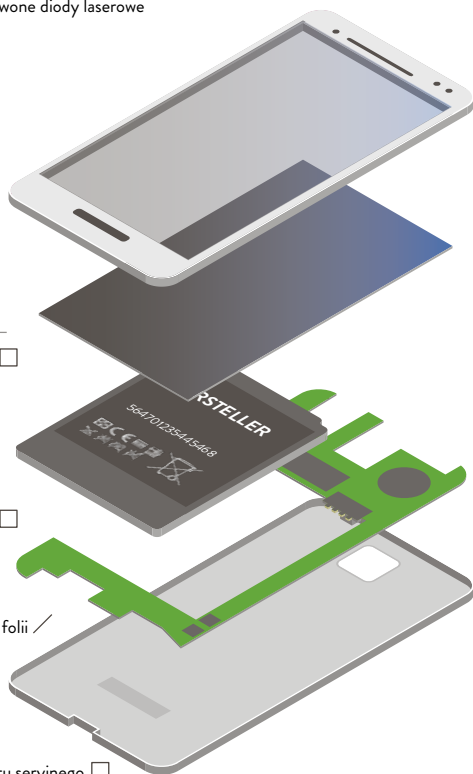
- spawane obudowy baterii /
- nanoszenie znaków graficznych i numeru seryjnego na obudowie baterii □

Płytką drukowaną

- wytwarzanie ścieżek przewodzących / /
- wytwarzanie ścieżek przewodzących na folii /
- wiercenie otworów kontaktowych . . .

Obudowa

- wycinanie kształtu obudowy /
- nanoszenie znaków graficznych i numeru seryjnego □

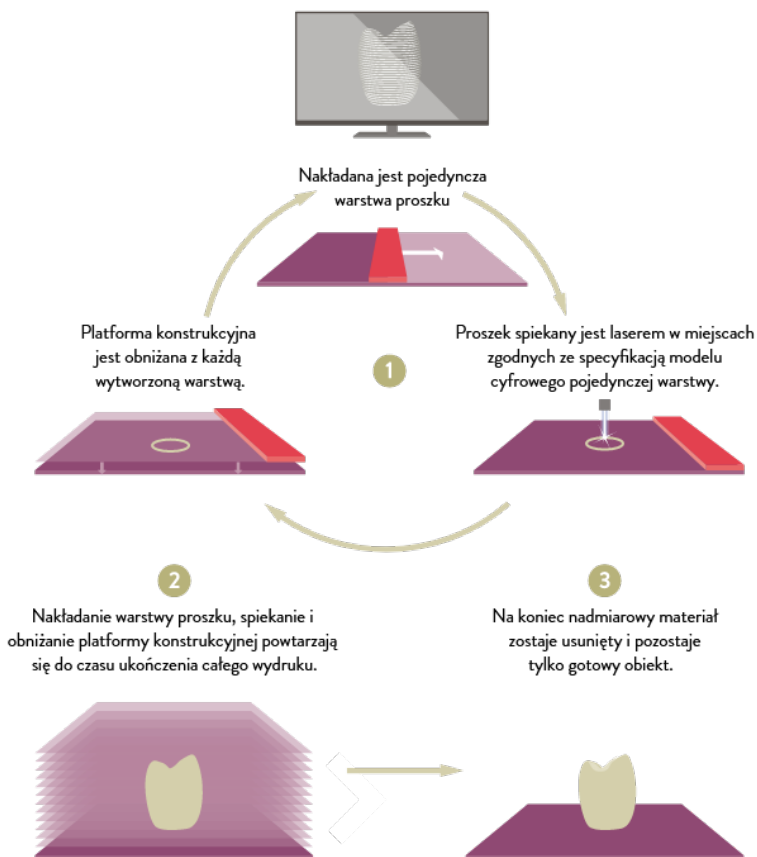


DRUK 3D

Na podstawie cyfrowego modelu komputerowego złożone struktury trójwymiarowe mogą być wytwarzane z plastiku, ceramiki i metali za pomocą selektywnego spiekania wiązką laserową. Technologia druku 3D znajduje zastosowanie zwłaszcza w protetyce i implantologii stomatologicznej.

OGÓLNA ZASADA DZIAŁANIA

Cyfrowy model obiektu jest przekształcany do modelu złożonego z szeregu pojedynczych warstw.






TRANSFER DANYCH

SIECI ŚWIATŁOWODOWE

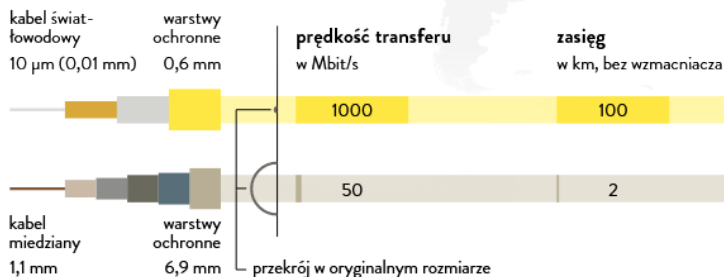
W 1988 roku uruchomiono pierwszy transatlantycki kabel światłowodowy TAT-8. Światłowód szybko zastąpił kable miedziane zaspokajając gwałtownie wzrastające zapotrzebowanie na coraz większą przepustowość telekomunikacyjną.

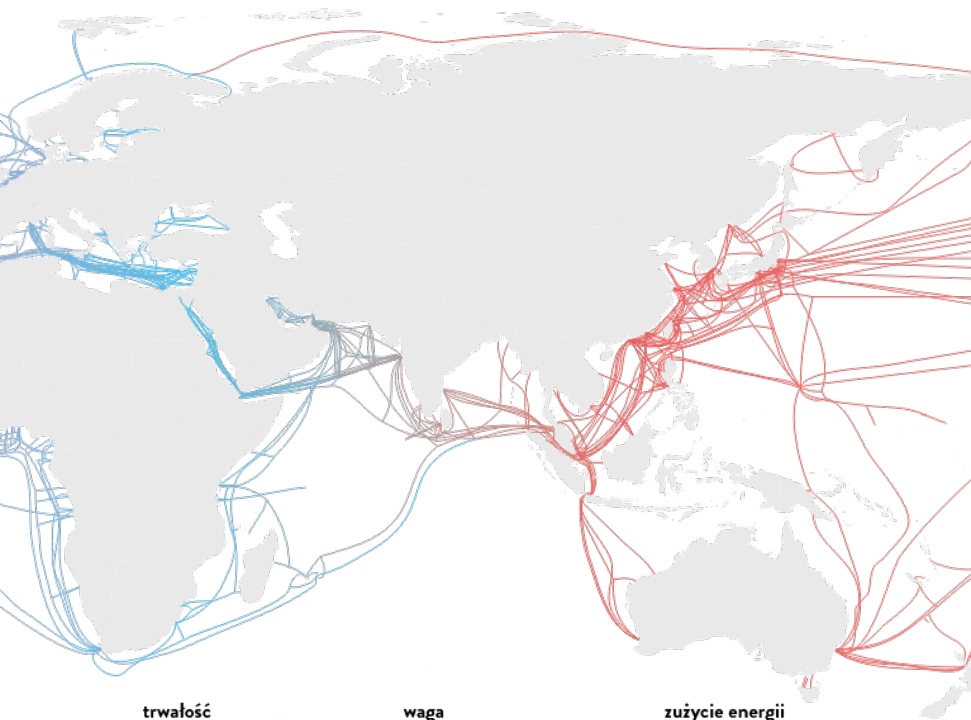
Obecnie kable podmorskie o przepustowościach rzędu kilku terabajtów na sekundę łączą całą Ziemię umożliwiając globalne udostępnianie sygnału wideo.



Światłowody oferują znacznie wyższe prędkości transmisji zapewniając jednocześnie duże zasięgi. Kable światłowodowe są znacznie lżejsze, potrzebują mniej przestrzeni i mniej wzmacniaczy sygnału. Koszty eksploatacji i konserwacji również ulegają znacznemu obniżeniu.

Kabel do transmisji danych na terenie miasta





trwałość
w latach

50

5

waga
100 m kabla w kg

0,6

5,8

zużycie energii
w watach na użytkownika

2

10

KOMUNIKACJA LASEROWA W PRZESTRZENI KOSMICZNEJ

Komunikacja optyczna w wolnej przestrzeni między satelitami geostacjonarnymi i znajdującymi się na orbitach okołozemskich umożliwia szybki transfer danych do stacji naziemnych. W ten sposób istotne dane podczas katastrof naturalnych lub w sytuacjach awaryjnych na morzu mogą być niemal natychmiast przesyłane i odbierane.

ZALETY LASERA

DUŻE ILOŚCI DANYCH

1,8
gigabajta na sekundę
co odpowiada ok.
500 piosenkom
na sekundę

**BRAK
OGRANICZEŃ**
dzięki alokacji
częstotliwości



**NIŻSZE
ZUŻYCIE ENERGII**
wydłuża trwałość



**MNIEJSZA
MASA**
oszczędza
koszty

LASER I OPTYKA SPEŁNIAJĄ NAJWYŻSZE WYMAGANIA TECHNICZNE

**MINIMALNE
POSZERZENIE**
generowanej wiązki
laserowej na
dużych
odległościach



stabilny
pomimo
RÓŻNIC

TEMPERATUROWYCH

odporny na silne
DRGANIA
i
PRZYSPIESZENIA
podczas startu rakiety

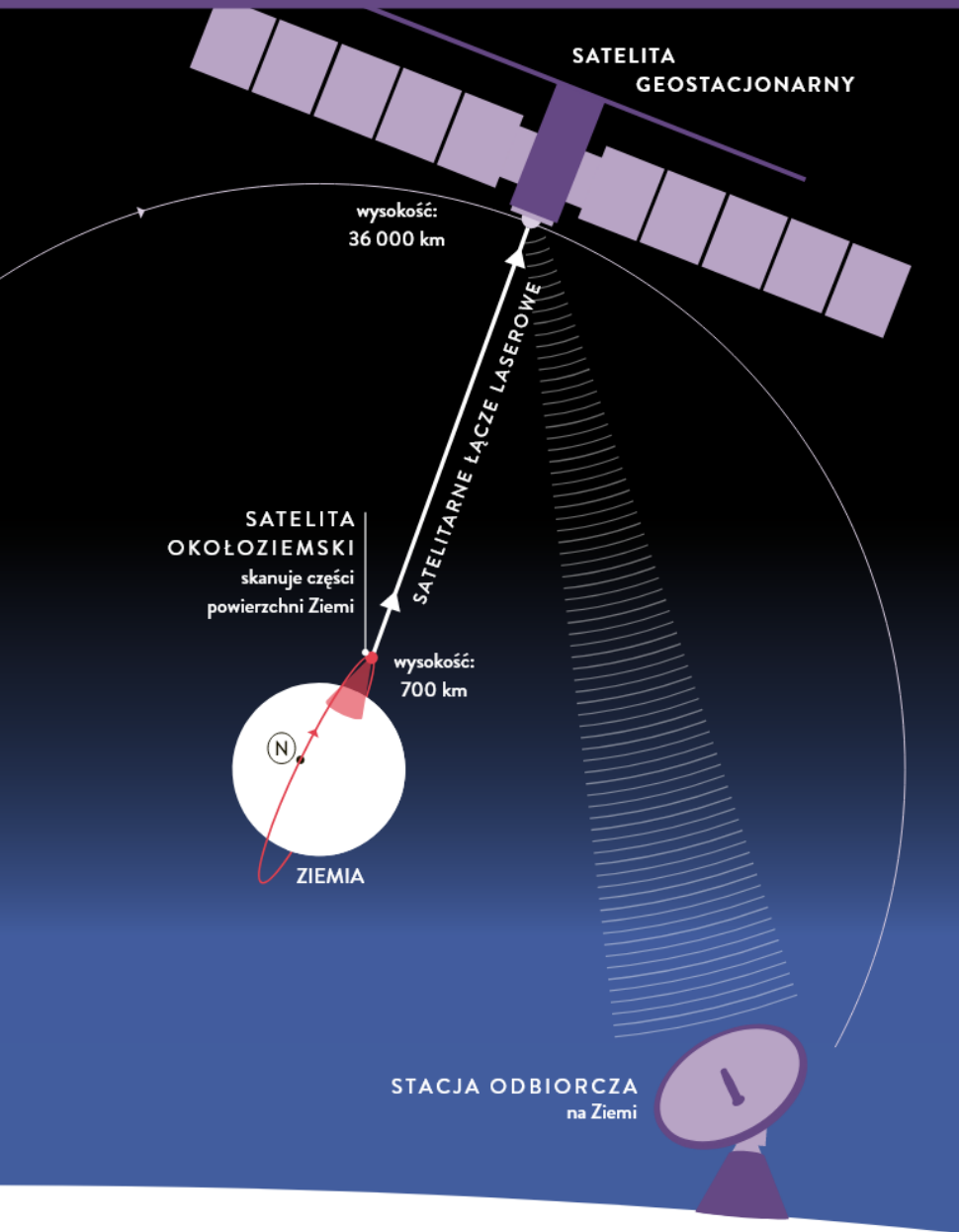
BEZOBSŁUGOWY
nawet w okresie

15 lat.



ODPORNY
na promieniowania
UV i gamma
w przestrzeni
kosmicznej





KODY QR

Kamery i czujniki optyczne często współpracują przy inteligentnym przetwarzaniu obrazu. Kody QR (ang. Quick Response) jednoznacznie tego dowodzą.

UŻYCIE KODU QR

Kody QR to dwuwymiarowe kody kreskowe. Telefon wyposażony w kamerę cyfrową i odpowiednie oprogramowanie rozpoznaje kod i rozszyfrowuje zawarte w nim informacje.

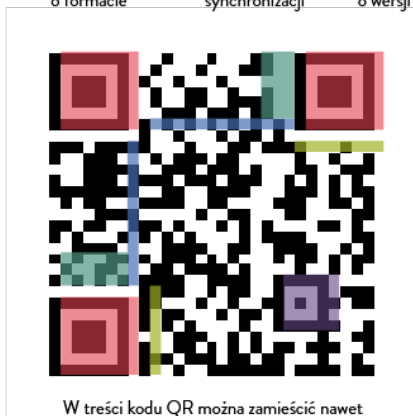


STRUKTURA KODU QR

Oprócz treści kody QR zawierają dodatkowe elementy, dzięki którym oprogramowanie prawidłowo rozpoznaje dane.

W zakres tych elementów wchodzi:

- wzór wyszukiwania
- informacje o formacie
- wzór synchronizacji
- informacje o wersji
- wzór pozycji



W treści kodu QR można zamieścić nawet
4 000 znaków alfanumerycznych.

ZALETY KODÓW QR

W porównaniu do klasycznego kodu kreskowego, kody QR mogą zawierać w sobie więcej informacji na mniejszym obszarze i nie wymagają specjalnych czytników.

Można je odczytać nawet gdy są częściowo uszkodzone:





AKWIZYCJA OBRAZU
I WYŚWIETLANIE

OBIEKTYWY FOTOGRAFICZNE

Dzisiaj doskonałe zdjęcia można wykonać za pomocą małych obiektywów w smartfonach. Więc dlaczego nadal potrzebujemy dużych skomplikowanych obiektywów w fotografii?

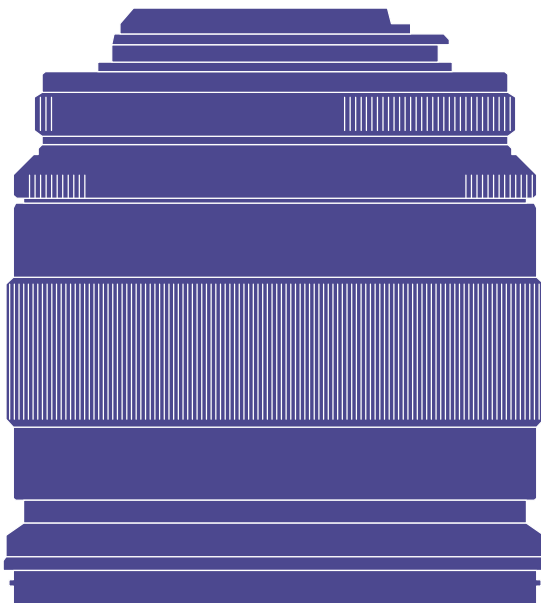
PORÓWNANIE ROZMIARÓW

(oryginalne rozmiary)

OBIEKTYW
SMARTFONA

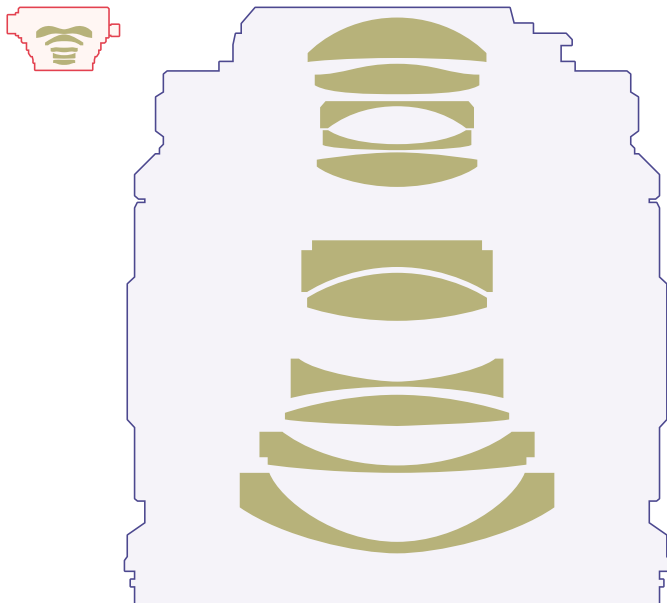


OBIEKTYW
LUSTRZANKI



UKŁAD SOCZEWEK

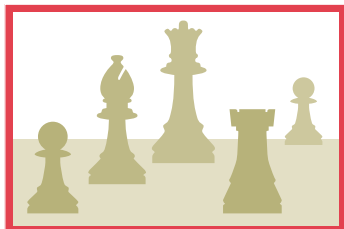
Pomimo niewielkich rozmiarów obiektywy w smartfonach mają wyrafinowaną optykę ze złożonym układem soczewek.



GŁĘBIA OSTROŚCI

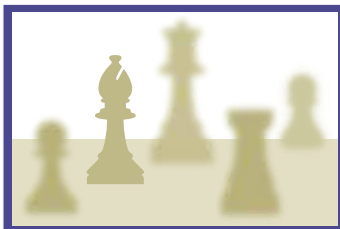
Najważniejszą konsekwencją różnicy wielkości obiektywów jest ich głębia ostrości.

OBIEKTYW SMARTFONA



Kamera w smartfonie obrazuje wszystkie bliskie i dalekie obiekty z tą samą ostrością.

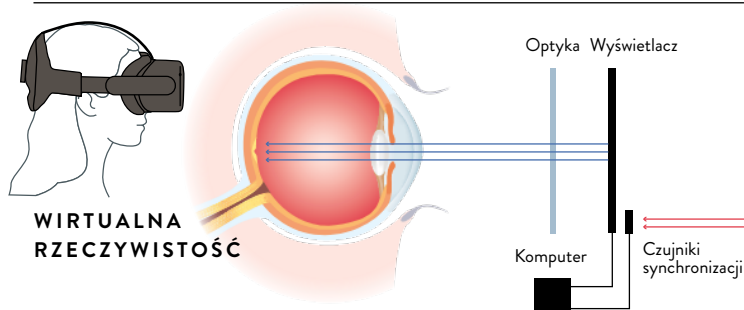
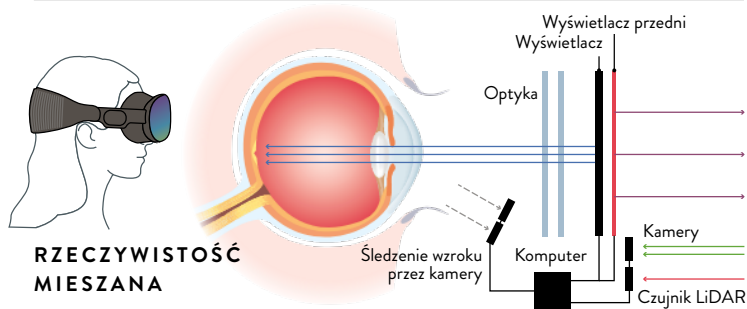
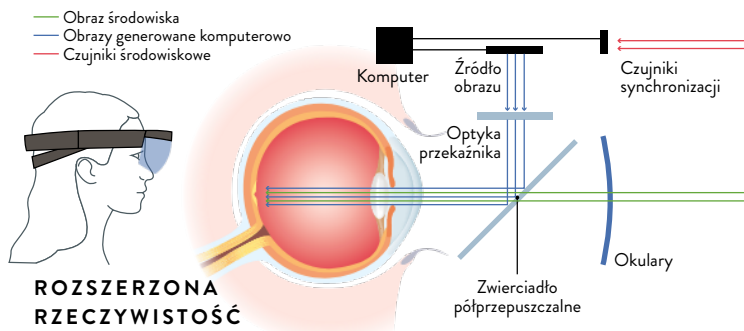
OBIEKTYW LUSTRZANKI



Głębina ostrości może być manualnie zmieniana w dużych obiektywach lustrzankowych.

OKULARY DO AR & VR

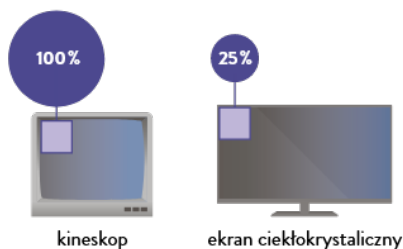
Stereoskopowe wyświetlacze Google pozwalają zanurzyć się użytkownikowi **wirtualnej rzeczywistości (VR)** w całościowym cyfrowym środowisku, podczas gdy mikroprojektorzy i urządzenia łączące wiązkę okularów **rzeczywistości rozszerzonej (AR)** nakładają elementy cyfrowe na świat rzeczywisty. Więcej komponentów optoelektronicznych, takich jak kamery i LiDARy, umożliwiają interakcję z otoczeniem pomiędzy rzeczywistością rozszerzoną i wirtualną.



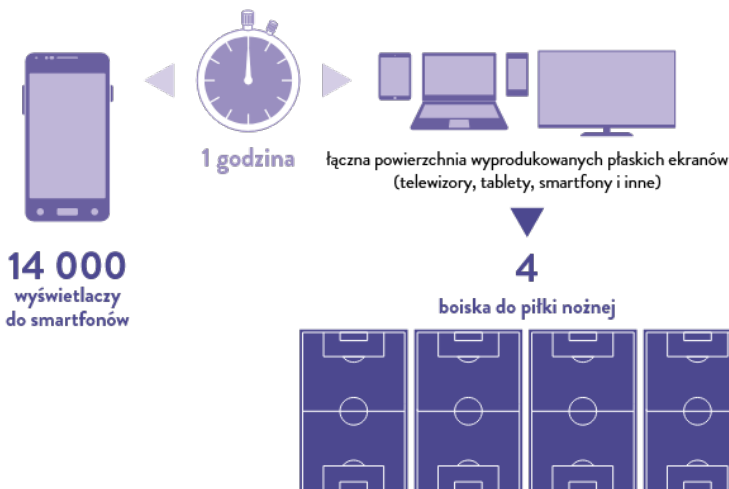
PŁASKIE EKRANY CIEKŁOKRYSTALICZNE (LCD)

W przeciwieństwie do wcześniejszych ekranów kineskopowych, płaskie ekrany ciekłokrystaliczne są dużo bardziej energooszczędne. Globalne możliwości produkcyjne potrafią sprostać wysokiemu zapotrzebowaniu na tego typu ekrany.

ZUŻYCIE ENERGII PRZY TYM SAMYM ROZMIARZE EKRANU



PRODUKCJA PŁASKICH EKRANÓW W CIĄGU GODZINY

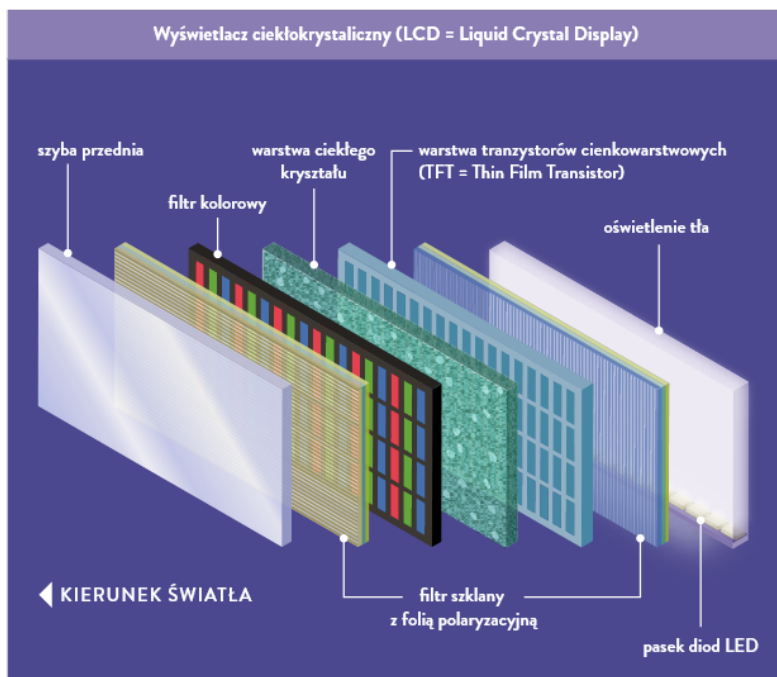


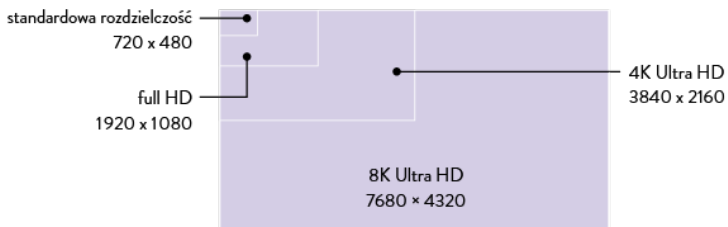
LCD KONTRA OLED

Obecnie na rynku płaskich ekranów dominują **wyświetlacze ciekłokrystaliczne (LCD)**, ale w smartfonach **organiczne diody LED (OLED)** zyskują coraz większą popularność. Wyświetlacze OLED są cieńsze, bardziej energooszczędne, mają lepszy współczynnik kontrastu, ale są droższe w produkcji.

STRUKTURA WYŚWIETLACZA LCD

Najpopularniejszy obecnie typ wyświetlaczy tworzy obraz poprzez blokowanie lub przepuszczanie białego światła emitowanego przez diody LED z tyłu wyświetlacza.

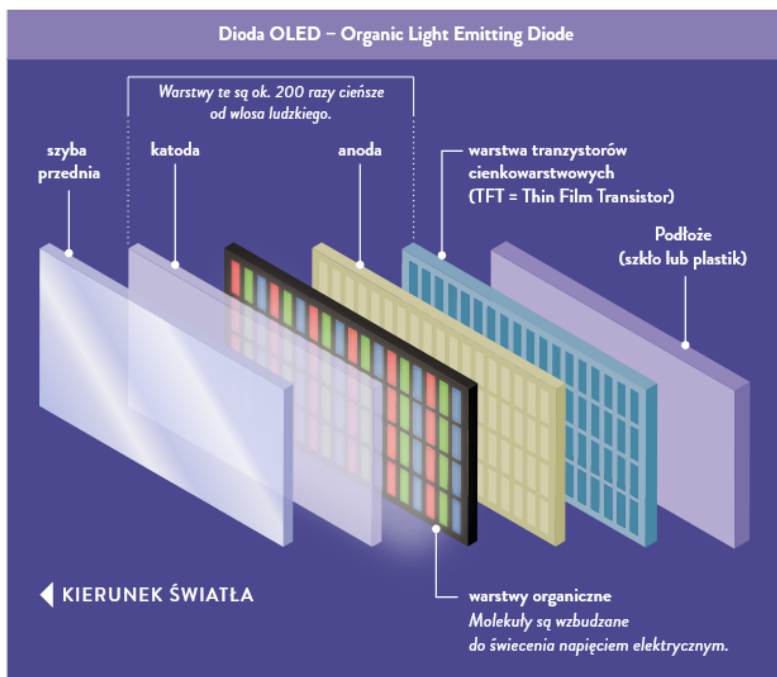




rozdzielczość wyświetlaczy
w pikselach

STRUKTURA WYŚWIETLACZA OLED

Organicznie świecące materiały w wyświetlaczach OLED nie potrzebują osobnego źródła światła, co czyni ich konstrukcję znacznie cieńszą.

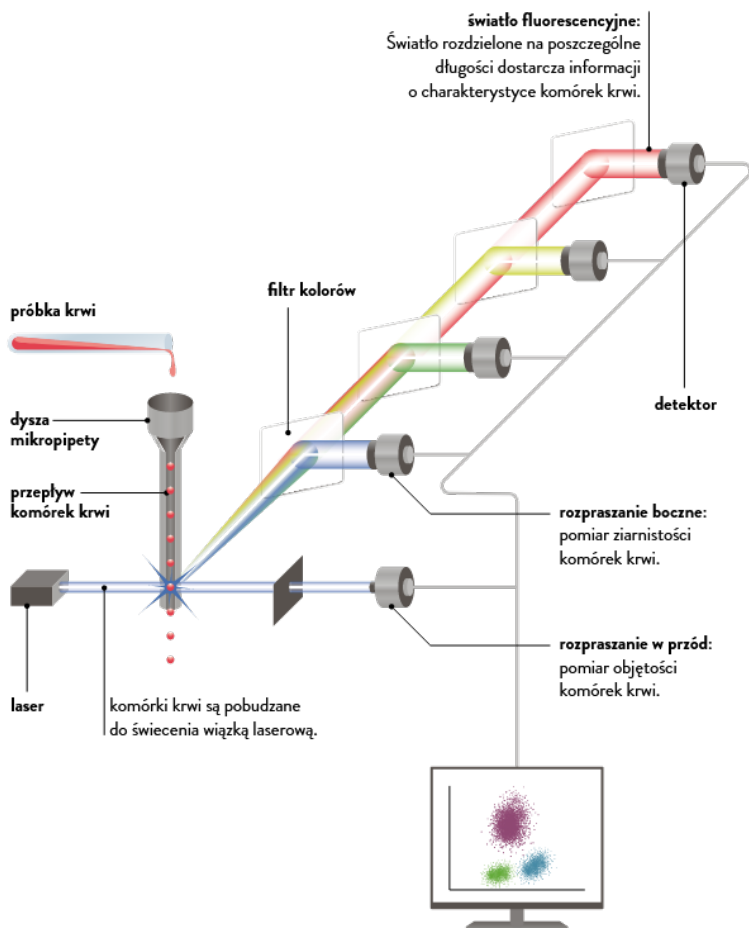




FOTONIKA
W MEDYCYNIE

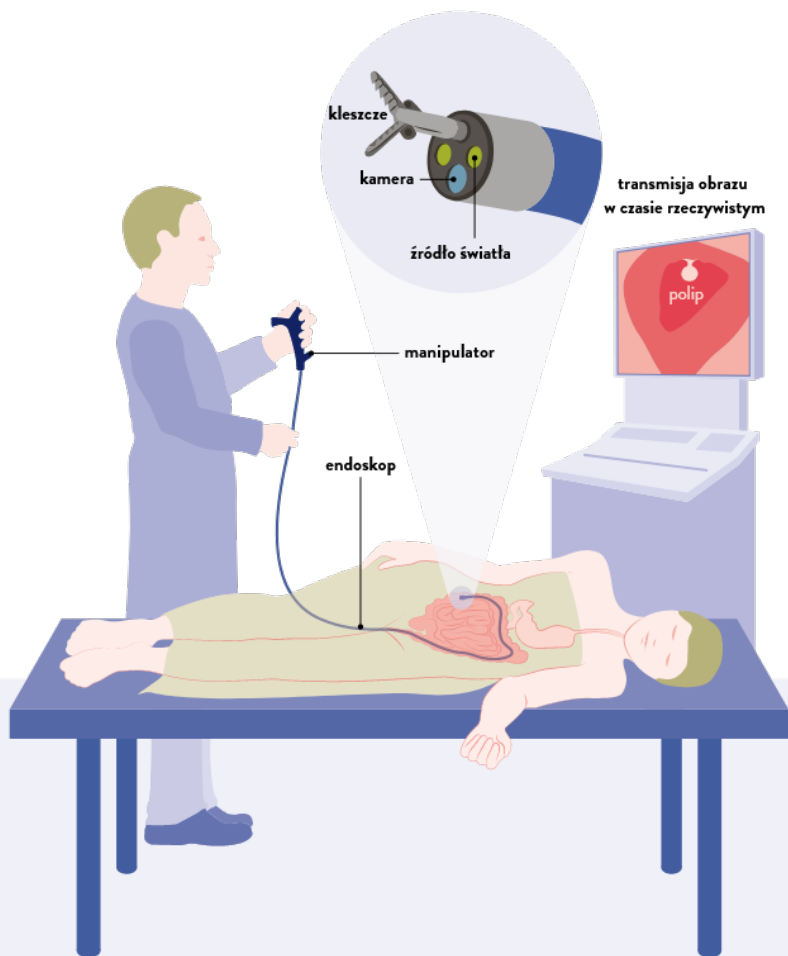
ZLICZANIE KOMÓREK KRWI

Tysiące komórek krwi co sekundę jest zliczanych i charakteryzowanych w ramach analityki medycznej i biotechnicznej opartej o laserową cytometrię przepływową.



ENDOSKOPIA

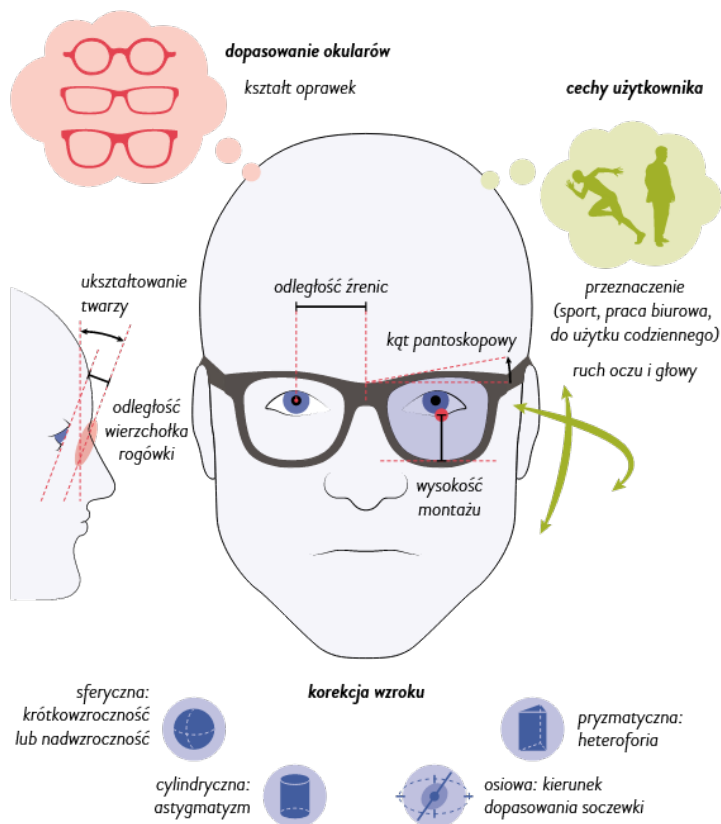
Endoskopy pozwalają lekarzom zajrzeć w głąb jam ciała, diagnozowanie chorób i jednocześnie ich leczenie metodami bezinwazyjnymi. Endoskop, który ma średnicę kilku milimetrów, przesyła światło w jedną stronę i odbiera obraz odbity wysokiej rozdzielczości.



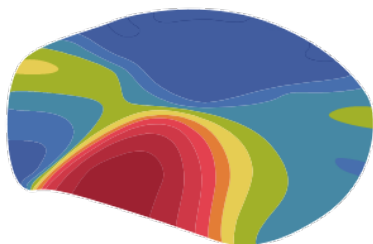
WIDZIEĆ Z BLISKA I Z DALEKA

Indywidualnie dopasowane soczewki zmiennogniskowe pomagają osobom starszym widzieć dobrze w każdej odległości. Szereg kryteriów musi być wziętych pod uwagę podczas projektowania personalizowanej soczewki zmiennogniskowej. Komputerowe obrabiarki numeryczne są używane do przekształcenia cyfrowego modelu soczewki w rzeczywistą soczewkę z mikrometrową precyzją.

KRYTERIA INDYWIDUALNE

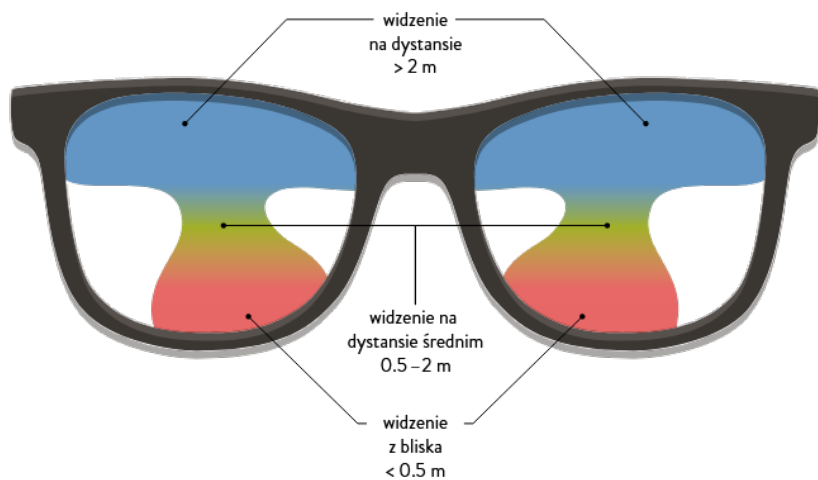


CYFROWY PROJEKT SOCZEWKI



*Różne kolory wskazują różną moc refrakcyjną soczewki:
od czerwonego (silna) do niebieskiego (słaba).*

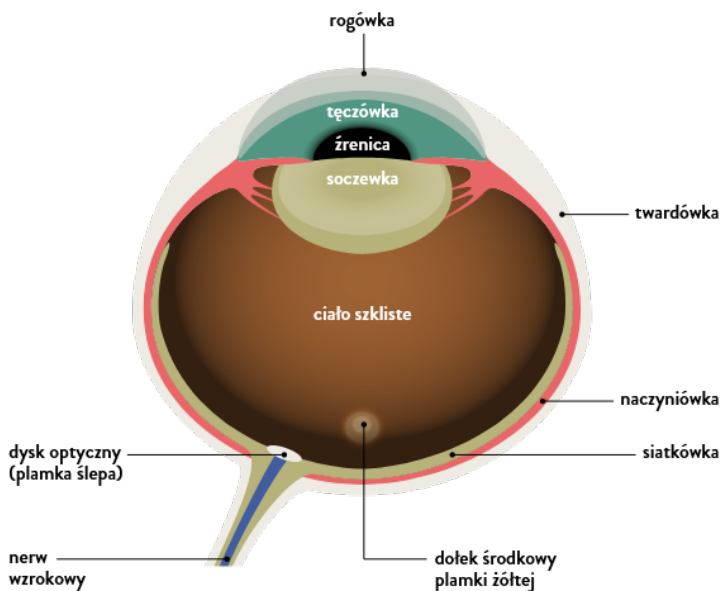
MODEL OKULARÓW ZMIENNOOGNISKOWYCH



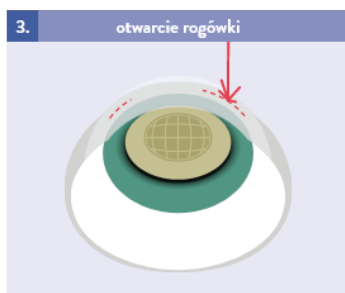
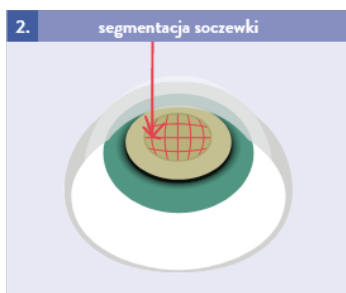
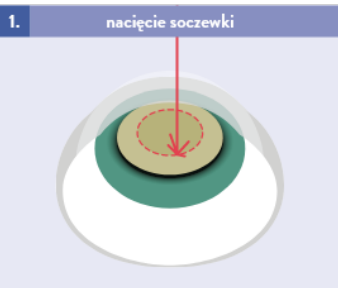
PONOWNIE WIDZIEĆ WYRAŹNIE

Po 60. roku życia u większości ludzi występuje niewielka zaćma. Leczenie zaćmy jest najczęstszą operacją wykonywaną na świecie. W roku 2022 Światowa Organizacja Zdrowia raportowała wykonanie ponad 29 milionów operacji zaćmy na świecie. Użycie laserów femtosekundowych generujących ultrakrótkie impulsy pozwala na precyzyjne i ostrożne przeprowadzenie operacji.

ANATOMIA LUDZKIEGO OKA



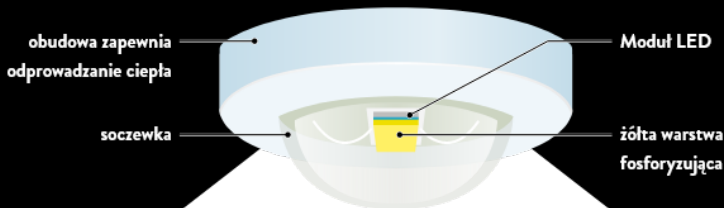
ETAPY OPERACJI ZAĆMY



OŚWIETLENIE

BIAŁE ŚWIATŁO DIODOWE

Moduły LED wytwarzają kolorowe światło.
Światło białe powstaje wskutek konwersji luminescencji.



Światło białe jest mieszanką światła czerwonego, niebieskiego i zielonego.



Tworzenie światła białego za pomocą konwersji luminescencji:

Moduł LED

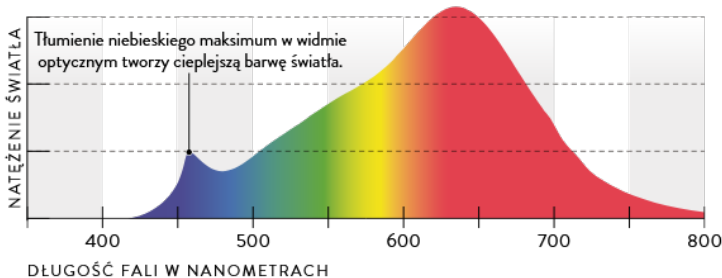
Emitowane jest niebieskie światło.

Warstwa żółtej warstwy fosforyzującej przekształca przechodzące światło.

Powstaje światło czerwone, niebieskie i zielone.

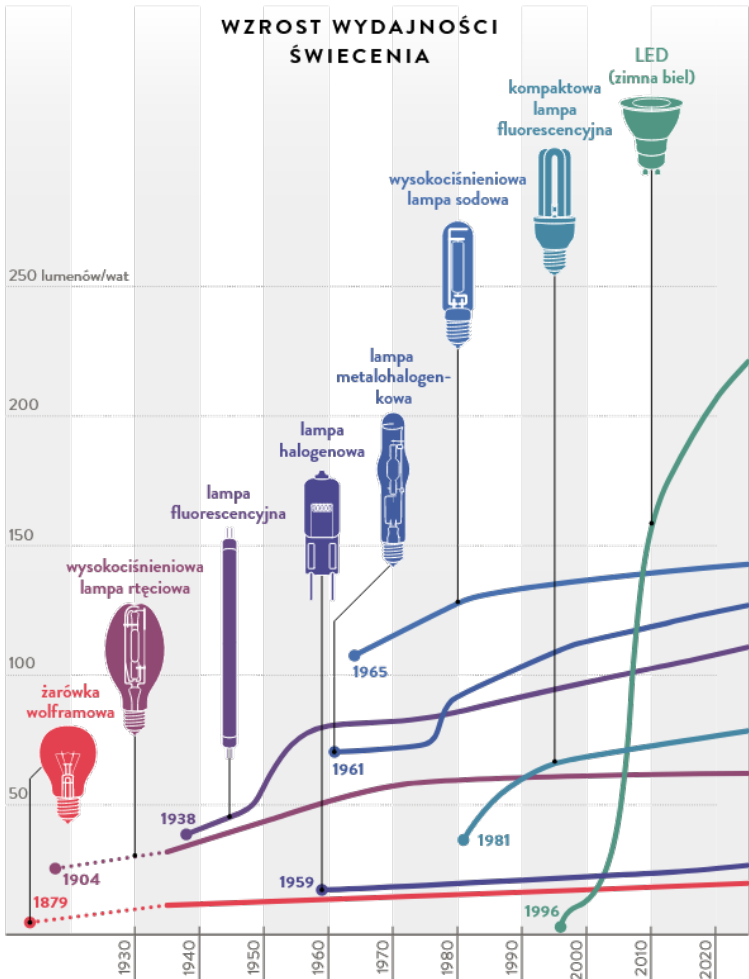
Mieszanka czerwonego, niebieskiego i zielonego światła tworzy białe światło.

WIDMO OPTYCZNE BIAŁEJ LAMPY LED



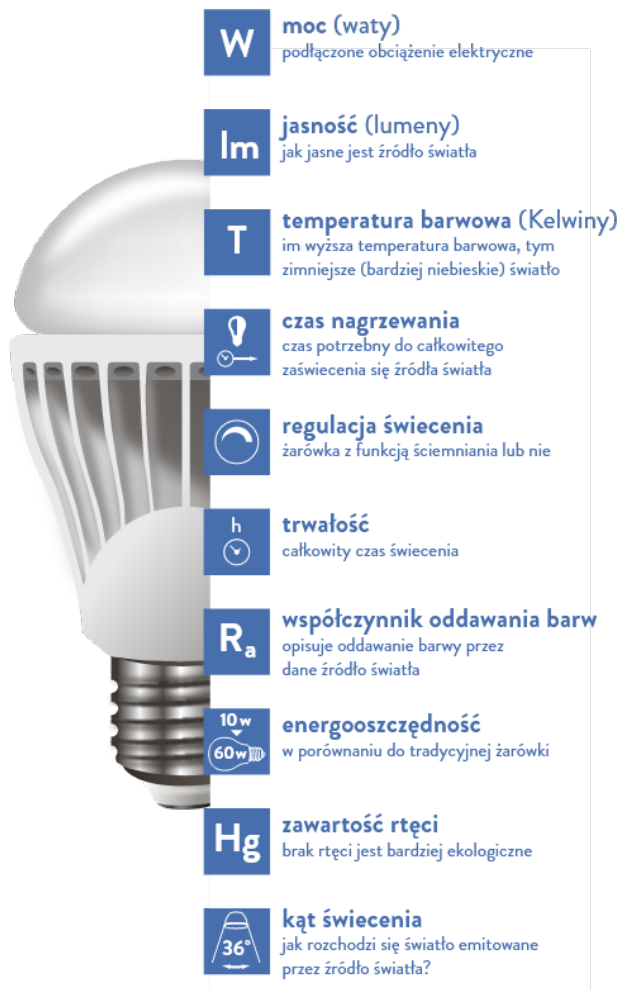
JAŚNIEJ DZIĘKI DIODOM LED

Od czasu pojawienia się pierwszej żarówki, luminancja kolejnych rodzajów źródeł światła znacznie wzrosła. Obecnie białe diody LED są najefektywniejszymi i zarazem najbardziej energooszczędnymi źródłami światła.



PARAMETRY ŹRÓDŁA ŚWIATŁA

Jeszcze kilka lat temu można było dowiedzieć się prawie wszystkiego o źródle światła, patrząc po prostu na jej moc podaną w watach. Obecnie trzeba rozważyć kilka kryteriów przy doborze odpowiedniego źródła światła.



POKAZY LASEROWE

Pokazy laserowe to imponujący sposób pokazania jak fascynująca może być fotonika.

JASKRAWE KOLORY

Tylko lasery mogą tworzyć światło o całkowitym nasyceniu.

ROZRYWKA PRZYJAZNA ŚRODOWISKU

Stosunkowo niskie zużycie energii jest przyjazne dla środowiska naturalnego.

PUBLICZNOŚĆ

SZTUCZNA MGŁA

Wiązka laserowa może być widzialna dzięki rozpraszaniu na mgłę.





POJEDYNCZE PROMIENIE LASEROWE NA NIEBIE

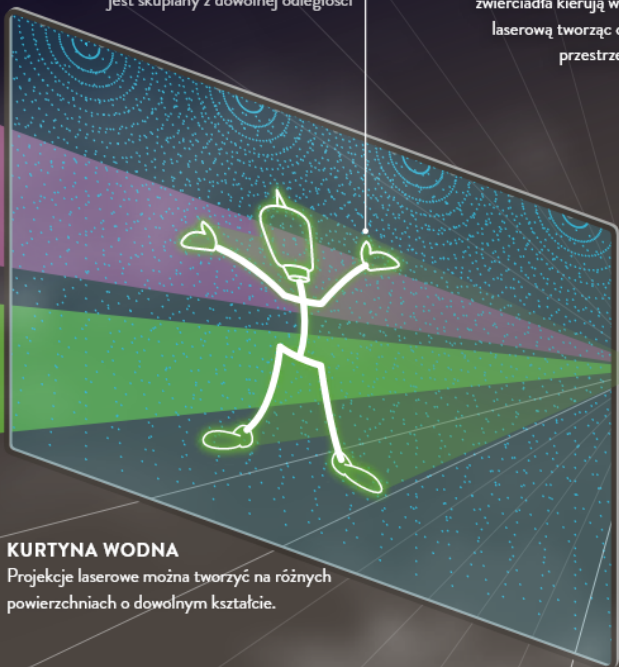
Jest to możliwe wyłącznie za wyraźną zgodą agencji lotnictwa zarządzającą bezpieczeństwem przestrzeni powietrznej.

WYSOKI KONTRAST PROJEKCJI

W porównaniu do obrazu wideo, obraz laserowy jest skupiany z dowolnej odległości

PROJEKTOR LASEROWY

Dwa szybko poruszające się zwierciadła kierują wiązkę laserową tworząc obraz przestrzenny.



KURTYNA WODNA

Projekcje laserowe można tworzyć na różnych powierzchniach o dowolnym kształcie.



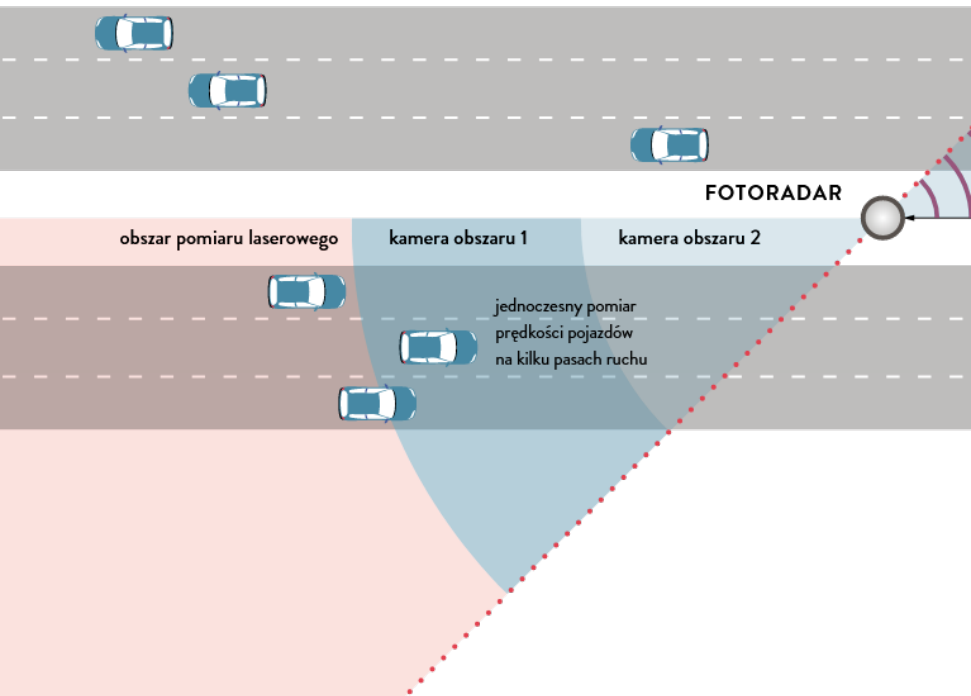
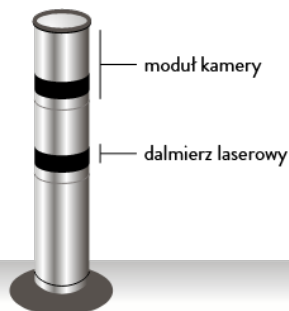
The background consists of several overlapping geometric shapes in shades of blue. A large, light blue triangle points downwards from the top center. A darker blue triangle is positioned to its right. A diagonal line in a medium-dark blue color runs from the top left towards the bottom right, intersecting the light blue triangle. The word "TRANSPORT" is centered in white, uppercase letters within the light blue triangle.

TRANSPORT

NADZÓR I KONTROLA RUCHU

Systemy pomiarowe oparte na obliczaniu czasu między wysłaniem impulsu z lasera podczerownego a jego rejestracją przez detektor pozwalają precyzyjnie wyznaczyć prędkość pojazdów. Kamery mogą robić zdjęcia pojazdu i kierowcy, który dopuścił się złamania przepisów ruchu drogowego.

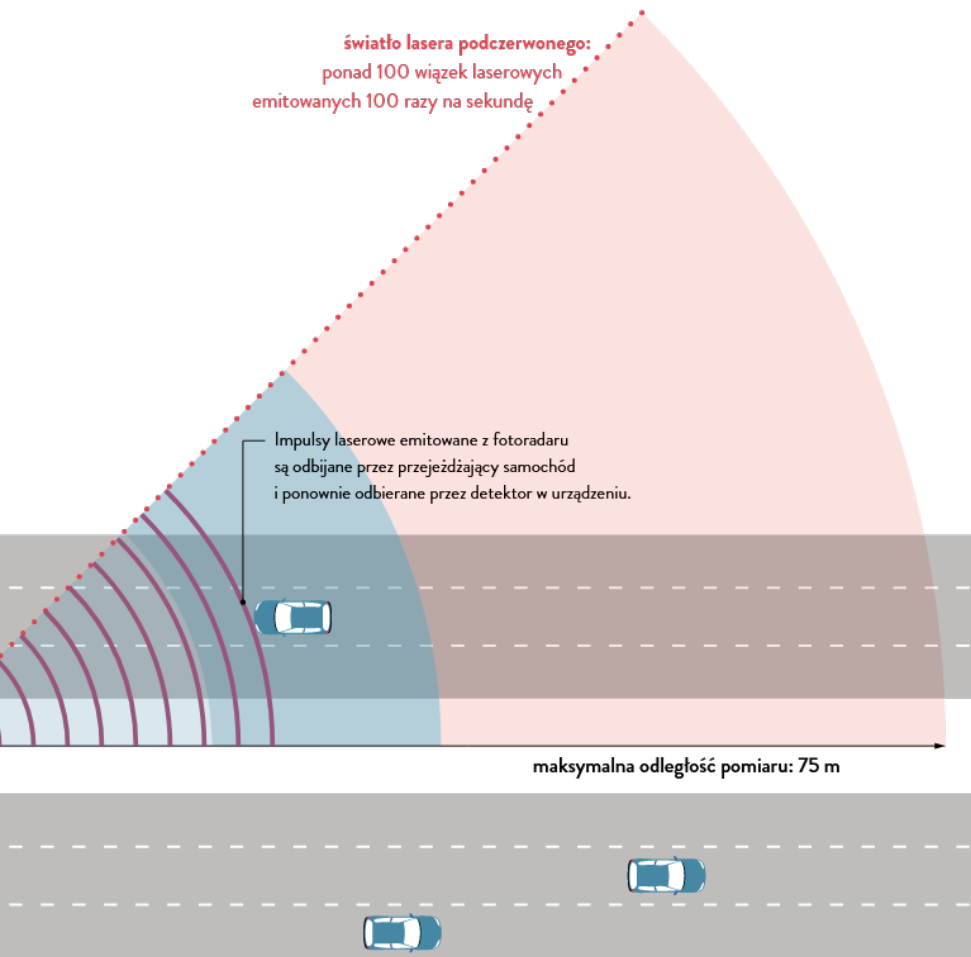
FOTORADAR



światło lasera podczerwonego:
ponad 100 wiązek laserowych
emitowanych 100 razy na sekundę

Impulsy laserowe emitowane z fotoradaru
są odbijane przez przejeżdżający samochód
i ponownie odbierane przez detektor w urządzeniu.

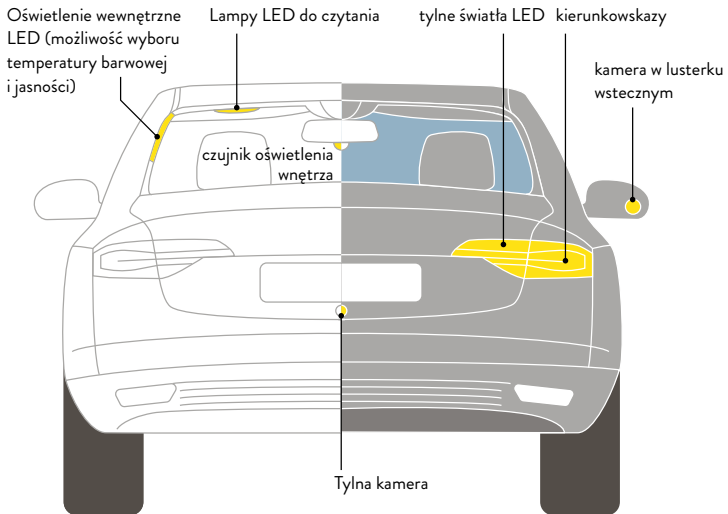
maksymalna odległość pomiaru: 75 m



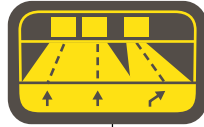
ŚWIATŁA W SAMOCHODZIE

Inteligentne oświetlenie LED, systemy wspomagające oparte na kamerach i wyświetlacze elektroniczne zapewniają wyższe bezpieczeństwo w każdej sytuacji drogowej.

WNĘTRZE NA ZEWNĄTRZ



WIDOK Z TYŁU

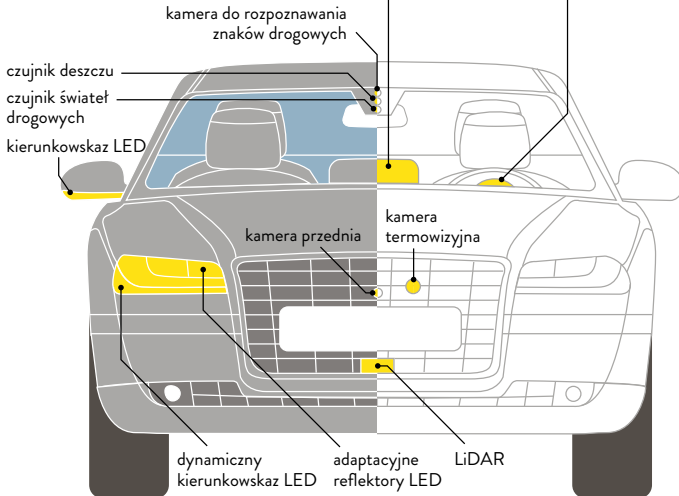


wyświetlacz systemu
multimedialnego



wyświetlacz
przezierny

NA ZEWNĄTRZ WNĘTRZE

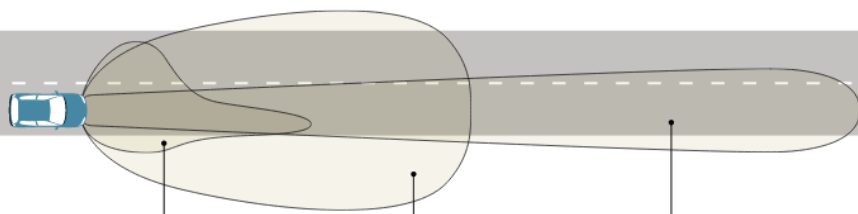


PRZEDNI WIDOK

REFLEKTORY SAMOCHODOWE

Patrząc w przyszłość: połączenie źródeł światła LED i laserów pozwoli na optymalne oświetlenie przestrzeni przed samochodem w każdej sytuacji.

SNOP ŚWIATŁA Z REFLEKTORÓW



Reflektory LED

inteligentne oświetlenie zapobiegające oślepieniu kierowców nadjeżdżających z naprzeciwka

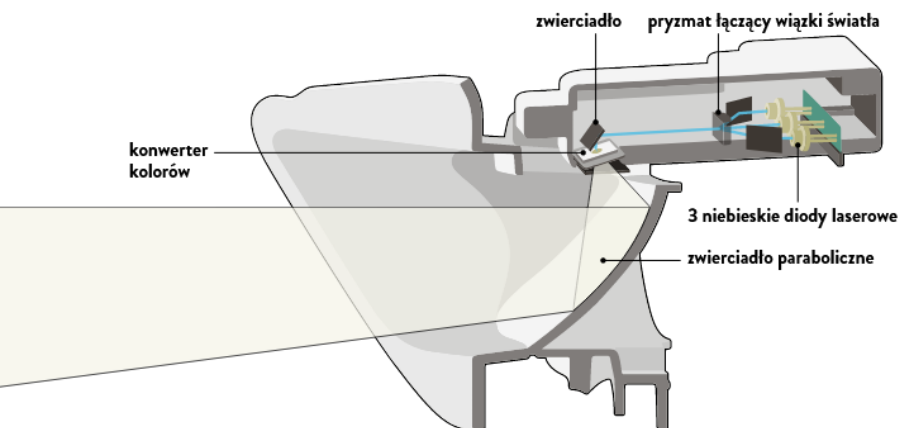
Światła drogowe LED

oświetlenie na dłuższym dystansie

Laserowe światła drogowe

skupiają wiązkę światła zapewniając optymalną widoczność na dużej odległości

LASEROWE ŚWIATŁA DROGOWE



konwerter kolorów

zwierciadło

pryzmat łączący wiązki światła

3 niebieskie diody laserowe

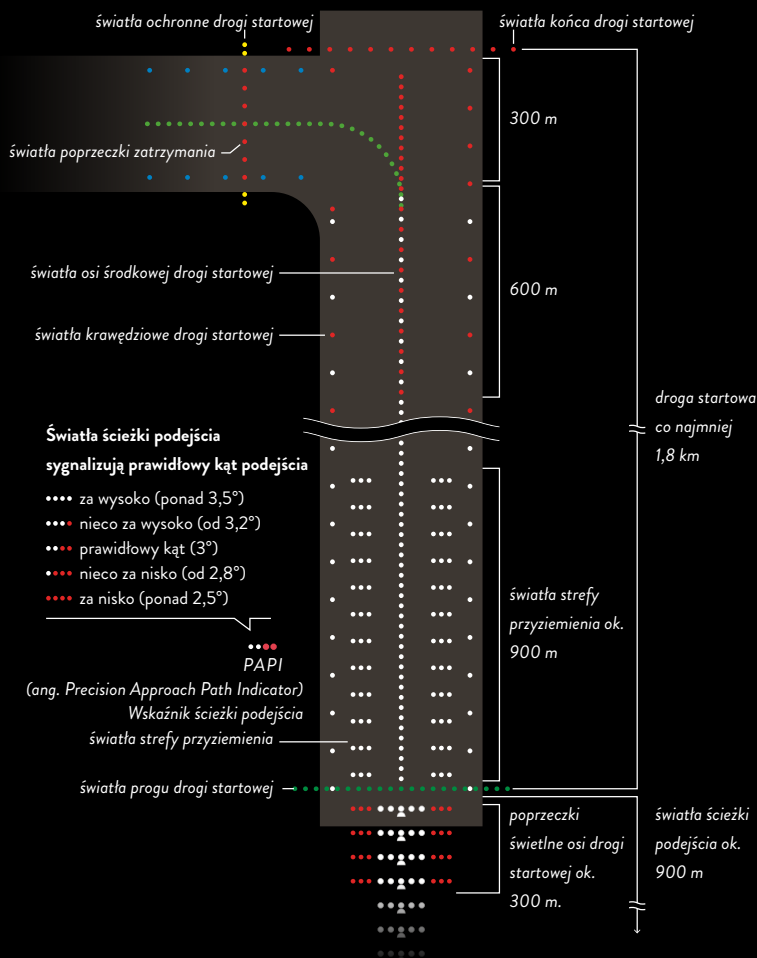
zwierciadło paraboliczne

OŚWIETLENIE NA LOTNISKU

Miliony nowych lamp LED obniżają zużycie energii i koszty utrzymania na lotniskach na świecie.

LED kontra halogen

żywność źródła	60 000	—————	2 500
typowa moc źródła (W)	18	—————	65





ENERGIA
ODNAWIALNA

OGNIWA SŁONECZNE (FOTOWOLTAICZNE)

Ogniwa fotowoltaiczne mogą przekształcać światło słoneczne bezpośrednio w energię elektryczną. Sprawność konwersji na poziomie 48% została już uzyskana w warunkach laboratoryjnych.

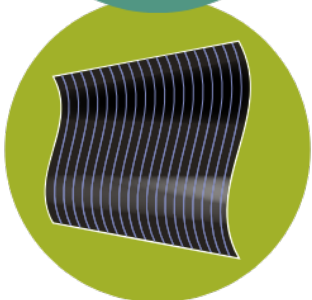
PODSTAWOWE TYPY OGNIW



Monokrystaliczne ogniwa krzemowe są wycięte z okrągłego fragmentu kryształu krzemu. Charakterystyczne są ścięte rogi kwadratów. Taka forma ma na celu najefektywniejsze wykorzystanie całej powierzchni kryształu krzemowego.

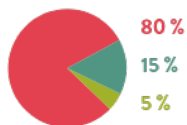


Polikrystaliczne ogniwa krzemowe cechują się charakterystyczną teksturą wynikającą z bardzo bliskiego ułożenia kryształów krzemu.



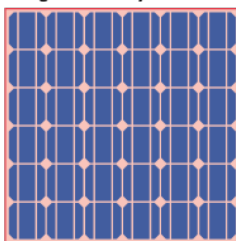
Komórki cienkowarstwowe składają się z amorficznego krzemu lub innych materiałów. Mogą być nanoszone na dowolne podłoża, nawet elastyczne.

UDZIAŁ W GLOBALNYM RYNKU

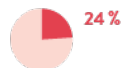


CHARAKTERYSTYKA

ogniwa monokrystaliczne

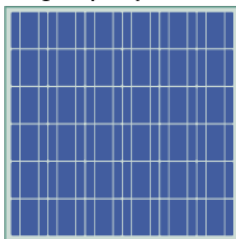


efektywność



koszty uzyskania

ogniwa polikrystaliczne



ogniwa cienkowarstwowe

krzem amorficzny



selenek miedziowo-indowy



ENERGIA SŁONECZNA

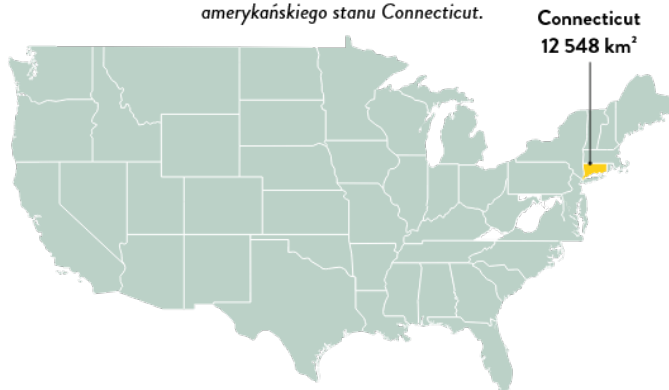
Energia słoneczna może potencjalnie zaspokoić rosnące ogólnoświatowe zapotrzebowanie na energię elektryczną nie zanieczyszczając środowiska naturalnego.

Roczne zużycie energii elektrycznej w USA: 4050 TWh (2022)

Powierzchnia ogniw fotowoltaicznych potrzebnych do dostarczenia takiej energii:

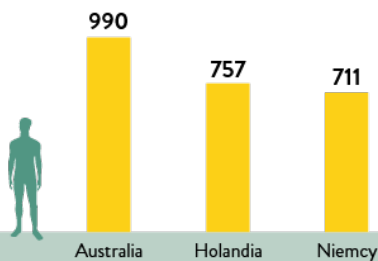
12 700 km²

To odpowiada mniej więcej obszarowi amerykańskiego stanu Connecticut.



NAJWIĘKSI PRODUCENCI

moc zainstalowana w 2022 r. na jednego mieszkańca (w watach)



PORÓWNANIE PRODUKCJI W 2022 ROKU



Roczna produkcja energii fotowoltaicznej na Świecie

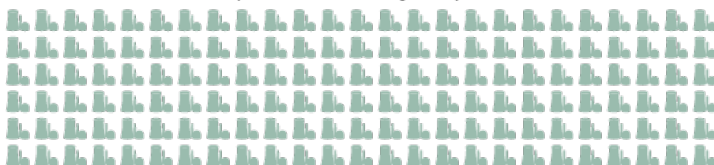
1,32 petawatogodziny (PWh)

= 1 320 000 000 000 kilowatogodzin (kWh)



Energia jądrowa

Wytworzona energia elektryczna odpowiada wolumenowi wygenerowanemu przez 150 elektrowni jądrowych



Ropa naftowa

w przypadku ropy naftowej jest to równowartość 310 mln ton.

Ilość ta odpowiada 1000 tankowcom o ładowności 300 000 BRT* każdy



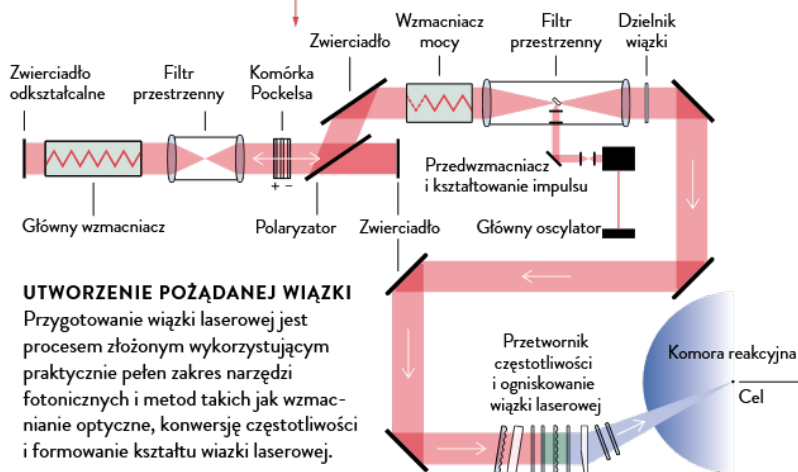
*BRT = tona rejestrowa brutto

LASEROWA SYNTEZA TERMOJĄDROWA

Lasery impulsowe są zdolne wytworzyć warunki wysokiego ciśnienia i temperatury, które prowadzą do syntezy jąder wodoru przy uwalnianiu ogromnych ilości energii. Proces ten, podobny do syntezy termojądrowej na powierzchni Słońca, może zapewnić ludzkości niewyczerpane i zrównoważone źródło energii na Ziemi.

KONSTRUKCJA SUPER LASERA

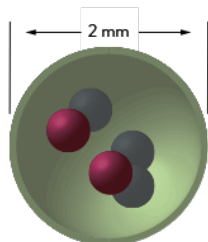
Wiele wiązek laserowych o impulsach rzędu megadžuli musi być poprowadzonych tak, aby uderzyć w jeden punkt ze wszystkich stron w komorze reakcyjnej.



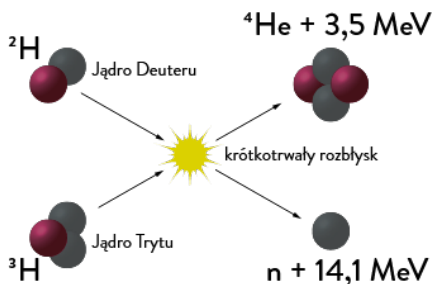
UTWORZENIE POŻĄDANEJ WIĄZKI

Przygotowanie wiązki laserowej jest procesem złożonym wykorzystującym praktycznie pełen zakres narzędzi fotonicznych i metod takich jak wzmacnianie optyczne, konwersję częstotliwości i formowanie kształtu wiązki laserowej.

● PROTON ● NEUTRON

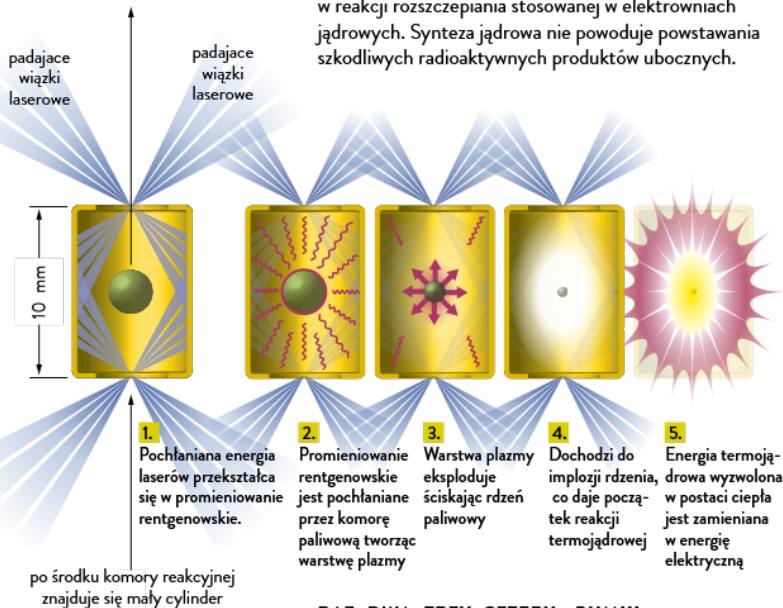


Pośrodku cylindra znajduje się kapsuła paliwowa wypełniona mieszaniną Deuteru i Trytu.

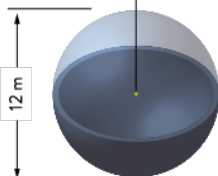


CO WYRÓŻNIA SYNTEZĘ JĄDROWĄ?

Synteza jądrowa polega na łączeniu jąder atomowych, w wyniku którego powstaje znacznie więcej energii niż w reakcji rozszczepiania stosowanej w elektrowniach jądrowych. Synteza jądrowa nie powoduje powstawania szkodliwych radioaktywnych produktów ubocznych.



po środku komory reakcyjnej znajduje się mały cylinder



Komora reakcyjna

RAZ, DWA, TRZY, CZTERY - BUM!!!

Lasery dostarczają energię inicjującą proces reakcji termojądrowej, co wydaje się proste, ale w rzeczywistości wiąże się z wieloma problemami fizycznymi i technicznymi, nad których rozwiązaniem pracują zastępy naukowców i inżynierów.



ŚRODOWISKO

FOTONIKA W POMIARACH ŚRODOWISKOWYCH

Smartfony z dołączanymi mini spektrometrami umożliwiają monitorowanie aktualnych czynników środowiskowych przy pomocy tysięcy mieszkańców kraju.

SMARTFON Z MINI
SPEKTROMETREM

POLARYZACJA

WIDMO
OPTYCZNE

KĄT

AKWIZYCJA KILKU
WARTOŚCI POMIAROWYCH
umożliwia obliczenie stężenia
drobnych cząstek pyłu

DANE POMIAROWE
+
LOKALIZACJA GPS

ILOŚĆ

ROZMIAR

STRUKTURA





**DROBNE
CZĄSTKI PYŁU**



DROBNE CZĄSTKI PYŁU
dostają się do powietrza z
różnych źródeł



CENTRALNA BAZA DANYCH
oszacowanie dotyczące ilości,
rozmiaru i składu

**ZMAPOWANE DANE DLA
DANEGO OBSZARU W
CZASIE RZECZYWISTYM**
przykład: Holandia
ZANIECZYSZCZENIE

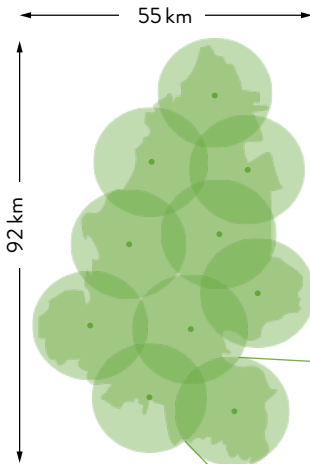
bardzo silny

bardzo niski



NADZÓR PRZECIWOPOŻAROWY LASÓW

Zautomatyzowane systemy czujników optycznych monitorują duże obszary leśne w dzień i w nocy w celu wykrywania pożarów.



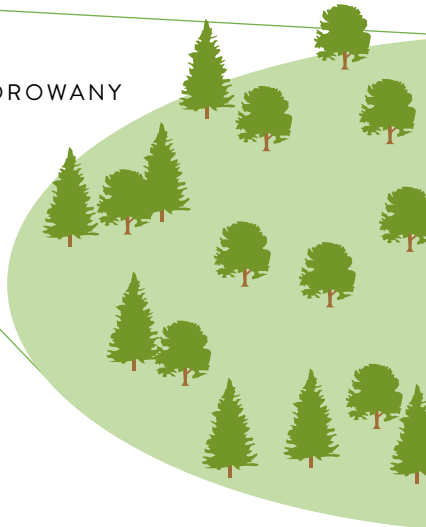
PRZYKŁAD
monitorowanie obszarów leśnych
w okręgu Teltow-Fläming pod
Berlinem w Niemczech

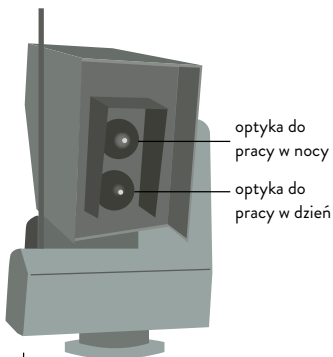
OBSZAR
MONITOROWANY

Pokrycie obszaru

3100 km²

za pomocą **10 SYSTEMÓW**
optycznych na wieżach obserwacyjnych



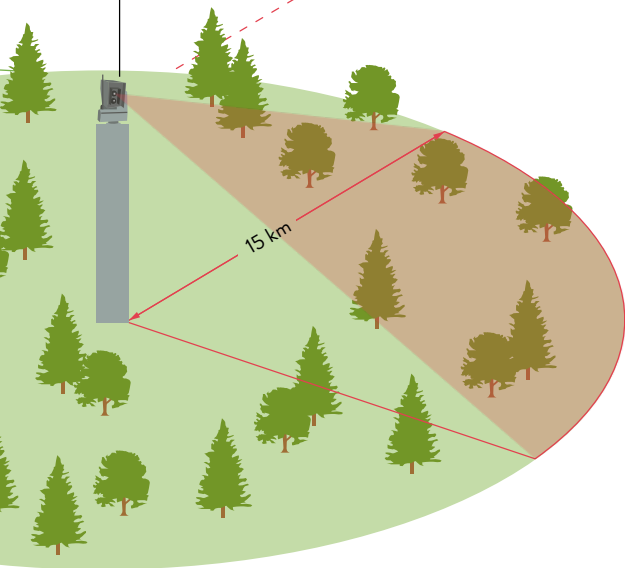


SYSTEM CZUJNIKÓW OPTYCZNYCH

System czujników optycznych rejestruje powstawanie dymu w zakresie widma widzialnego i podczerwonego. Kamera obraca się stopniowo wokół własnej osi w czasie 6 minut.



CENTRUM
KONTROLI
STRAŻY POŻARNEJ
otrzymuje dane i obrazy
w przypadku wykrycia pożaru



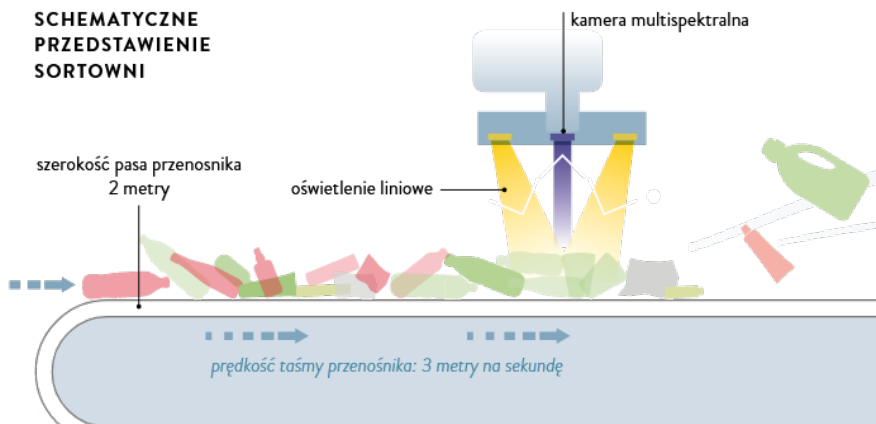
KĄT
WIDZENIA
KAMERY
60° na minutę

SORTOWANIE OPTYCZNE

Nowoczesne sortownie pozwalają na odzysk wielu surowców wtórnych z odpadów domowych. Wraz z oprogramowaniem do szybkiego przetwarzania obrazu, kamery multispektralne w ułamku sekundy rejestrują co należy umieścić w jakim pojemniku z surowcami.



SCHEMATYCZNE PRZEDSTAWIENIE SORTOWNI



IDENTYFIKACJA MATERIAŁÓW

PAPIER I KARTON



PLASTIKOWE POJEMNIKI



POZOSTAŁE ŚMIECI



ROZPOZNAWANIE OBIEKTÓW I WIZUALIZACJA BUTELEK

● PET ● PE ● PP ● PET+PVC ● PET+PP ● PET+PS



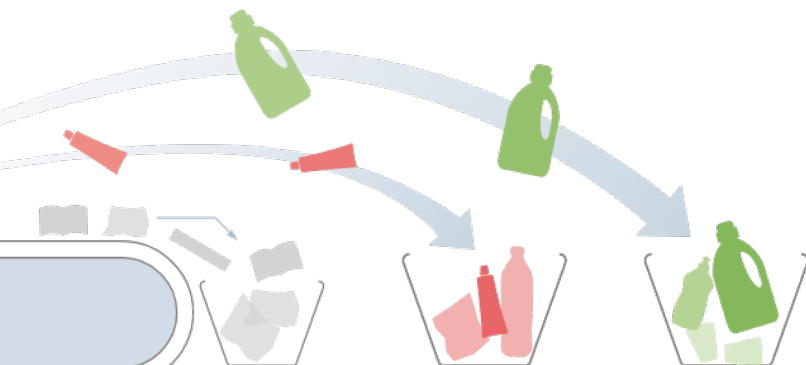
PE
polietylen

PET
politereftalan etylenu

PP
polipropylen

PS
polistyren

PVC
polichlorek winylu





BADANIA
I GOSPODARKA

FOTONIKA JAKO GAŁĄŻ PRZEMYSŁU

W ciągu kilku dziesięcioleci termin fotonika ewoluował od terminu technicznego używanego w badaniach do terminu branżowego obejmującego wszystkie techniczne zastosowania światła.



► od lat 60-tych XX w

W fotonicznych obwodach zintegrowanych (układach zintegrowanych) odpowiednikiem elektronów stały się fotony. W analogii do elektroniki wprowadzono więc termin fotonika.

Wynalezienie lasera

Wiodący amerykański magazyn branżowy zmienia nazwę na Optical Invention of the Laser Spectra na Photonics Spectra

1960

1965

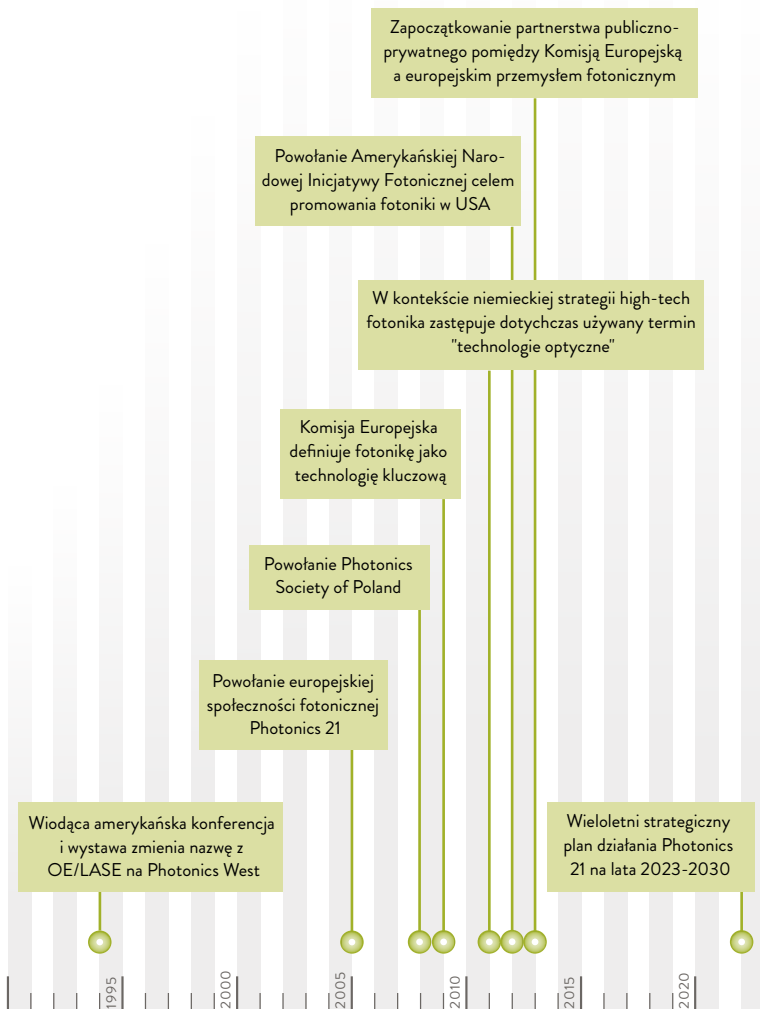
1970

1975

1980

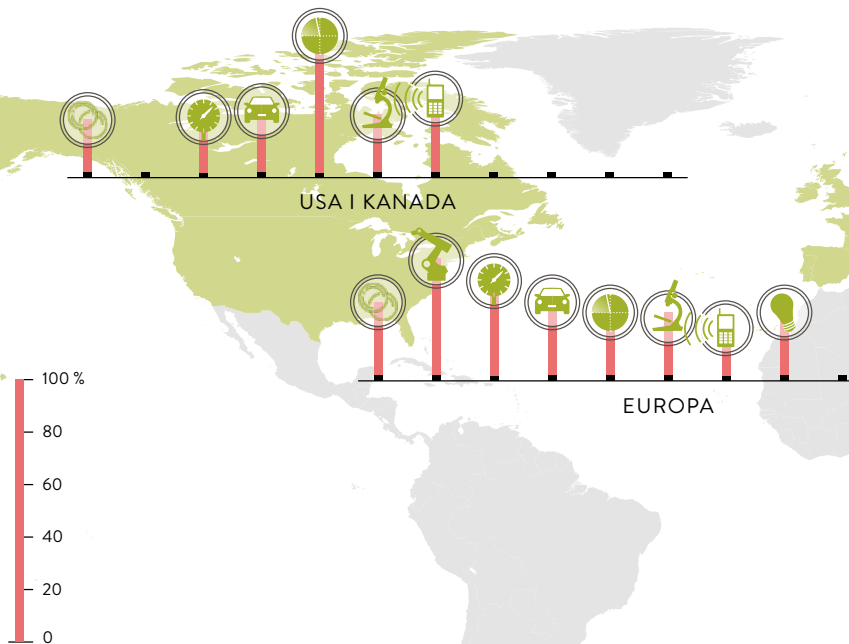
1985

1990



FOTONIKA NA ŚWIECIE

Obecnie fotonika stanowi globalną gałąź przemysłu. Ta grafika przedstawia najważniejsze segmenty rynku w każdym regionie świata.

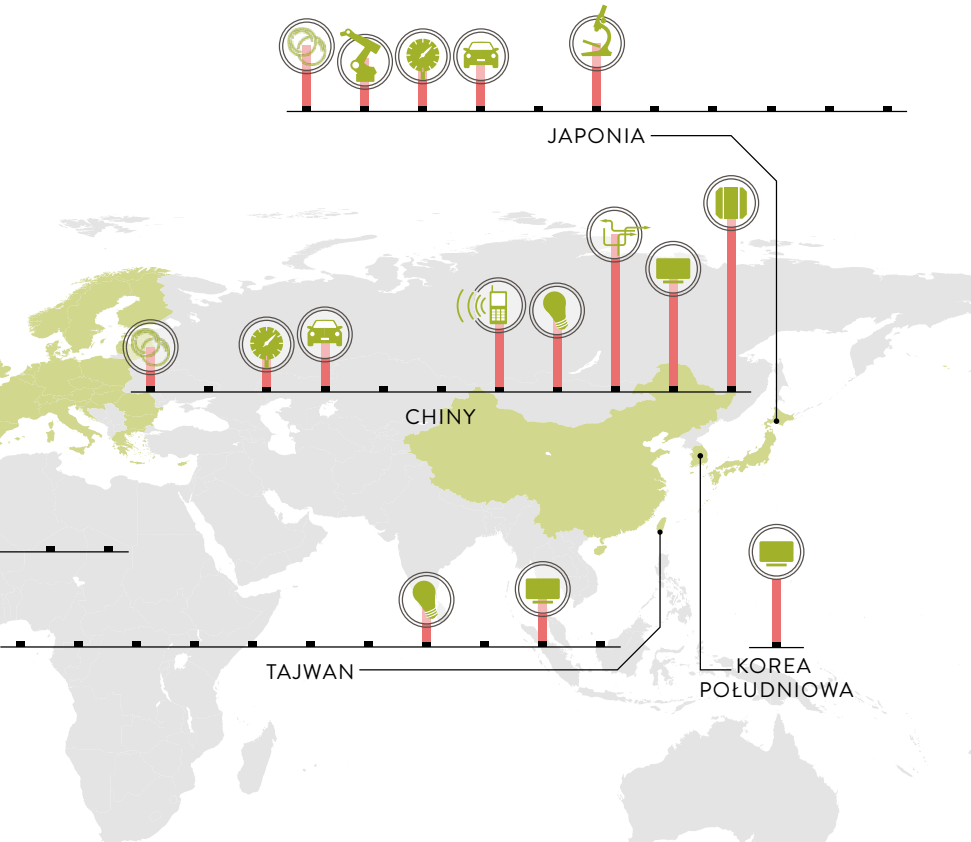


Udział w rynku światowym w danym segmencie rynku (informacja w %)

Celem podkreślenia mocnych stron regionu, pokazane są jedynie udziały w rynku przekraczające 10%

Segmenty rynku

-  elementy optyczne
-  systemy produkcyjne
-  widzenie maszynowe









JAPONIA

CHINY

TAJWAN

KOREA
POŁUDNIOWA

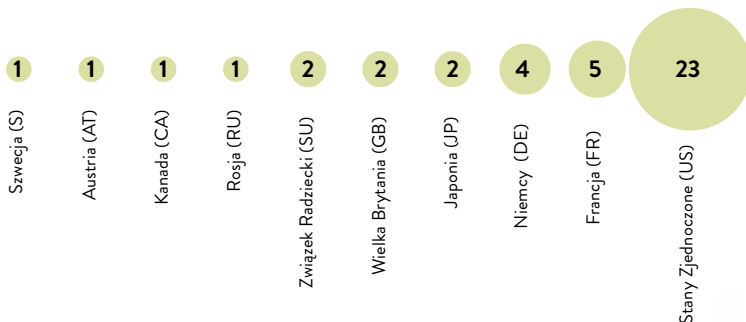
- | | | | |
|---|-------------------------|---|--------------------------|
|  | motoryzacja |  | oświetlenie |
|  | obrona i bezpieczeństwo |  | technologie informacyjne |
|  | opieka zdrowotna |  | wyświetlacze |
|  | telekomunikacja |  | fotowoltaika |

LAUREACI NAGRODY NOBLA

Laureaci Nagrody Nobla związani z fotoniką
od czasu wynalezienia lasera w 1960 roku.

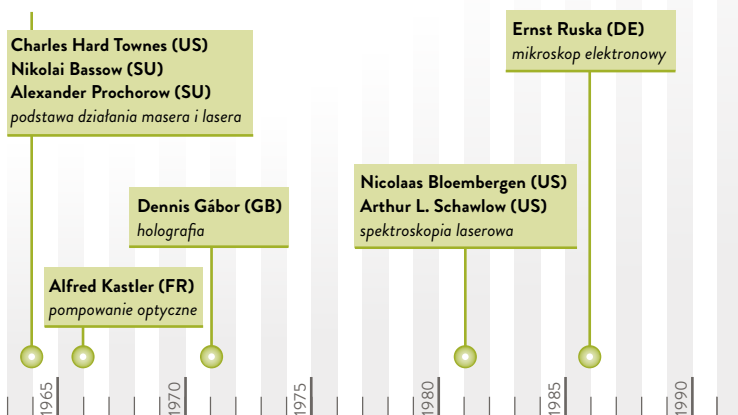
LICZBA LAUREATÓW

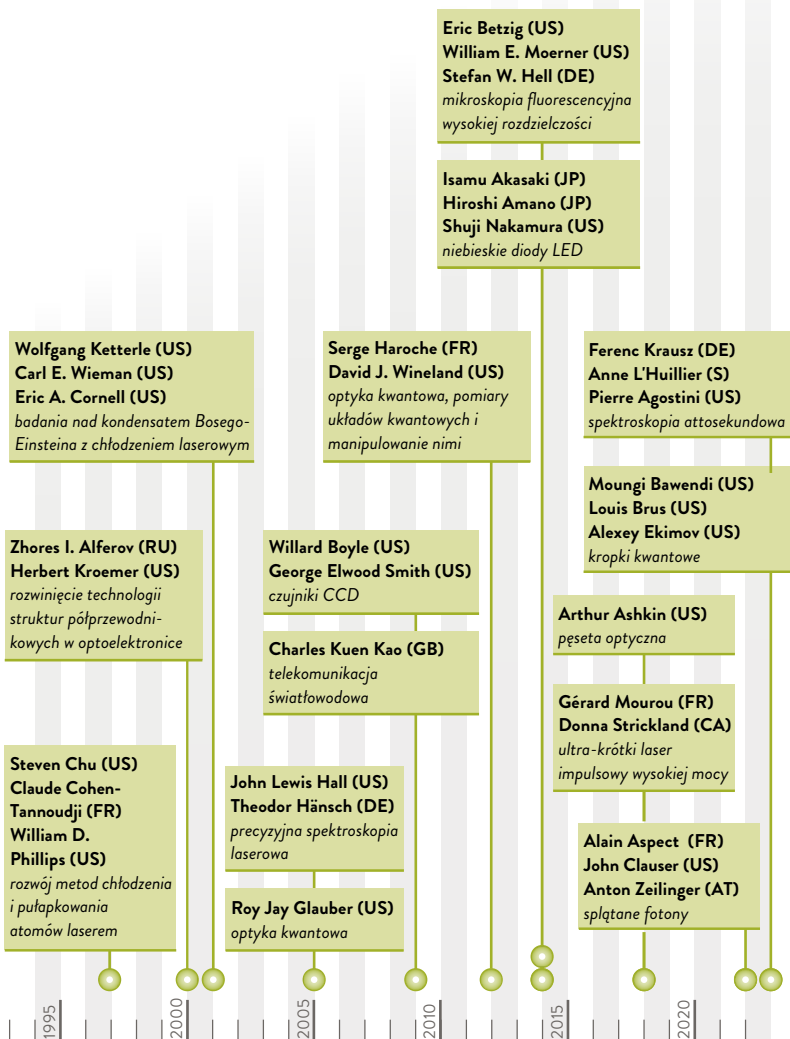
według kraju pochodzenia w momencie ceremonii wręczenia nagrody



LAUREACI NAGRODY NOBLA

z wyszczególnieniem osiągnięcia





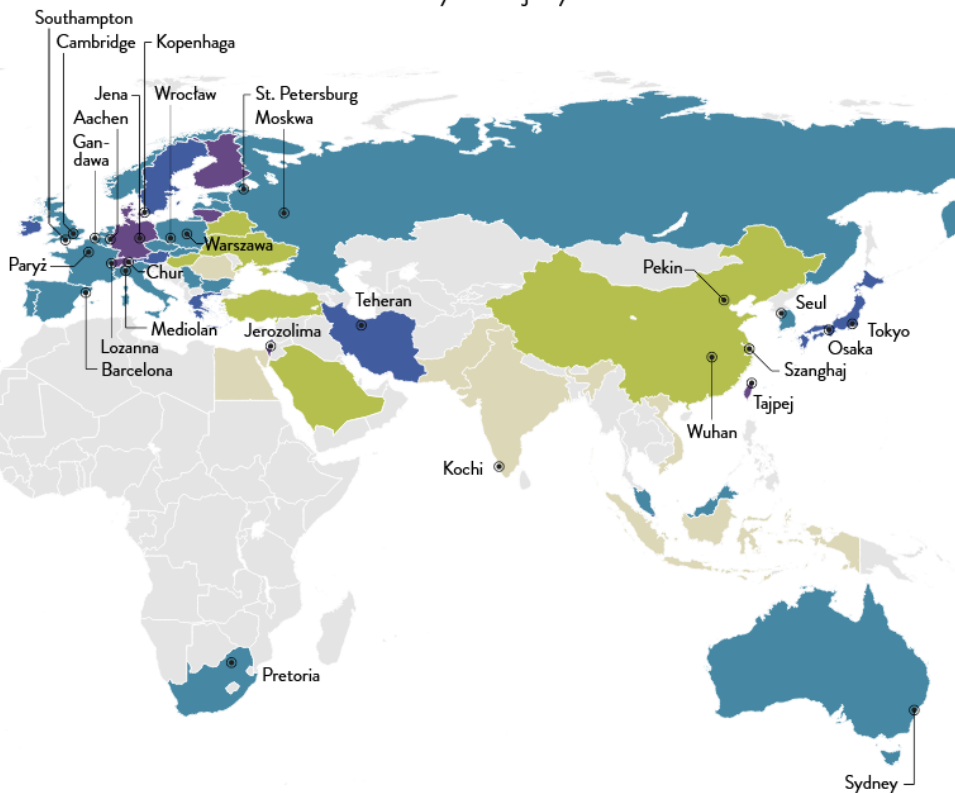
KRAJE ROZWIJAJĄCE FOTONIKĘ

Najwięcej specjalistów w dziedzinie fotoniki znajduje się w Europie i Azji Wschodniej.



NAJLEPSZE OŚRODKI NAUKOWE W FOTONICE

Zorientowane na biznes media społecznościowe pokazują, gdzie profesjonaliści w zakresie fotoniki uzyskali swoje wykształcenie.



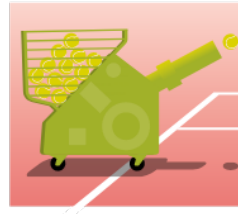
Wybór najlepszych
miejsc do studiowania fotoniki

© Miasto uniwersyteckie

TECHNOLOGIE KWANTOWE

Lasery i elektronika wykorzystują teorie kwantowe do manipulowania niezliczonymi cząsteczkami kwantowymi w podobny sposób. Wzrastające opanowanie pojedynczych cząstek kwantowych i ich często nieintuicyjnych oddziaływań prowadzi do nowych "kwantowych skoków" w informatyce, komunikacji i sensoryce. Fotony znowu odgrywają tu kluczową rolę.

PIERWSZA REWOLUCJA KWANTOWA



Opiera się na dyskretnej naturze cząstek kwantowych. Wiele kwantów kontroluje się w ten sam sposób.

TEORIA

MECHANIKA KWANTOWA

DYSCYPLINY



FIZYKA I CHEMIA
KWANTOWA



FIZYKA CIAŁA
STAŁEGO



FIZYKA
JĄDROWA

TECHNOLOGIE



ROZSZCZEPIANIE JĄDRA ATOMOWEGO

Elektrownie jądrowe



TRANZYSTOR

Mikroelektronika



ZEGARY ATOMOWE

Globalny pomiar czasu



LASER

Fotonika



MAGNETYCZNY REZONANS JĄDROWY

Obrazowanie za pomocą
rezonansu magnetycznego

XX WIEK



KWANTOWE NAUKI INFORMACYJNE



**OBLICZENIA
KWANTOWE**



**KOMUNIKACJA
KWANTOWA**



**SENSORYKA
KWANTOWA**



**DYSTRYBUCJA KLUCZY
KWANTOWYCH**



**KOMUNIKACJA MIEJSKA
I MIĘDZYMIASTOWA**



GRAWIMETR



**KOMPUTER KWANTOWY
Z TOLERANCJĄ BŁĘDÓW**



**KOMPUTER KWANTOWY
POŚREDNIEJ SKALI**



**INTERNET
KWANTOWY**



KOMPAS KWANTOWY



KWANTOWE OBRAZOWANIE MEDYCZNE

XXI WIEK



NA SAM KONIEC...

PASJONAT FOTONIKI

Fotonikę możemy zastosować w rekreacji.



KAMERA NA KASKU



okulary sportowe z korekcją wad wzroku
OKULARY SPORTOWE



plecak wyposażony w
PANEL SŁONECZNY

MONITOR AKTYWNOŚCI
z czujnikiem optycznym



PROJEKCJA ZE ŚWIATŁA
TYLNEGO

pokazująca bezpieczną odległość
od roweru



OŚWIETLENIE NA SZPRY-
CHACH ROWEROWYCH

które pozwala na wyświetlanie
statycznych obrazów

PROJEKCJA
SIATKI

do wykrywania dziur
i przeszkód



KURTKA Z ELEMENTAMI OŚWIETLENIA
z aktywnymi kierunkowskazami



ŹRÓDŁA

- 01 spectaris.de
- 02 Wikipedia
- 03 Wikipedia
- 04 Wikipedia
- 05 thalesgroup.com · energyinst.org
- 06 Wikipedia
- 07 Wikipedia
- 08 photonics.com · spectaris.de
- 09 blu-raydisc.com
- 10 schott.com
- 11 edmundoptics.com
- 12 coherent.com · trumpf-laser.com
- 13 spectaris.de
- 14 zeiss.de
- 15 trumpf-laser.com
- 16 trumpf-laser.com
- 17 trumpf.de · rofin.de · coherent.com
- 18 ilt.fraunhofer.de
- 19 submarinemap.com · explainthatstuff.com
- 20 esa.eu
- 21 explainthatstuff.com
- 22 zeiss.de
- 23 Wikipedia
- 24 statista.com
- 25 howstuffworks.com

- 26 flowcytometry.med.ualberta.ca
- 27 karlstorz.com
- 28 spectaris.de · zeiss.de
- 29 northtorontoeyecare.com
- 30 osram.com
- 31 osram.com
- 32 osram.com
- 33 lobo.de
- 34 vitronic.com
- 35 audi.com
- 36 audi.com · bmw.com
- 37 frankfurt-airport.de
- 38 solarserver.de
- 39 energyinst.org
- 40 lasers.llnl.gov
- 41 ispex.nl
- 42 fire-watch.de
- 43 lla.de
- 44 spectaris.de
- 45 photonics21.org · spectaris.de
- 46 nobelprize.org
- 47 linkedin.com · spectaris.de
- 48 spectaris.de
- 49 opg.optica.org
- 50 amazon.com · ebay.com

DRUK

SPECTARIS

**German Industry Association for Optics, Photonics,
Analytical and Medical Technologies**

&

**Photonics Society of Poland
(Polskie Stowarzyszenie Fotoniczne)**

Editorial team:

Wenko Süptitz, SPECTARIS

Tomasz Woliński, PSP

Daniel Budaszewski, PSP

Projekt:

Schwochow Visual Stories GmbH

Edycja:

Daniel Budaszewski, PSP

Wydanie I, 2024

© 2024 SPECTARIS GmbH

Wszystkie prawa zastrzeżone

ISBN: 9 7839817 205 25

ISBN 9-783981-720525



SPECTARIS

German Industry Association for Optics,
Photonics, Analytical and Medical Technologies



50 pouczających infografik

