

# POLSKIE ŚWIATŁOWODY

Przełomowe innowacje drogą do rozwoju nowoczesnej gospodarki

””

Fotonika światłowodowa należy do grupy przełomowych technologii, które działając ramię w ramię z tradycyjnymi sektorami przemysłowymi mają potencjał, by odmienić gospodarkę.

## SPIS TREŚCI

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| ABSTRAKT                          | 3  |
| WSTĘP                             | 5  |
| LIFE SCIENCE                      | 7  |
| BEZPIECZEŃSTWO                    | 15 |
| PRZEMYSŁ CIĘŻKI                   | 21 |
| PRZEMYSŁ TRANSPORTOWY I KOSMICZNY | 41 |
| TRANSFER DANYCH                   | 49 |
| RYNEK ROZWIĄZAŃ OPTYCZNYCH        | 57 |



# ABSTRAKT

Fotonika światłowodowa była kojarzona dotychczas głównie z telekomunikacją. Znajdujemy się w momencie, w którym postrzeganie to ulega zmianie. Oczywiście, światłowody nadal będą pełnić niezwykle ważną rolę w telekomunikacji, gdzie również czeka nas rewolucja dzięki zastosowaniu specjalnych włókien optycznych, które mogą zapewnić odbiorcom wielokrotnie większą szybkość transmisji i uczynić powszechnymi innowacyjne rozwiązania, takie jak Internet Rzeczy czy sieci 5G. Jednak **fotonika światłowodowa jest również odpowiedzią na inne wyzwania.**

s. 55

**Światłowody specjalne doskonale odnajdują się wszędzie tam, gdzie elektronika nie jest już w stanie poradzić sobie sama.** Przewyższają one inne dostępne rozwiązania dzięki swym szczególnym zaletom. Do najważniejszych z nich należą: **elastyczność** (zarówno w procesie użytkowania, jak i tworzenia), **szybkość transmisji, precyzja, odporność.** Wszystko to razem sprawia, że w wielu branżach są po prostu niezawodne i – o czym już się przekonuje przemysł – wręcz niezastąpione. Przykładem niech będzie przemysł ciężki, w którym odpowiednio zabezpieczone światłowody specjalne mogą pełnić funkcję czujników temperatury, naprężeń, drgań czy obecności gazów w środowiskach agresywnych chemicznie i w temperaturach w zakresie **od -200°C do nawet +1000°C** – rozwiązanie to jest unikalne w skali światowej. Dzięki temu możliwe jest znaczne ograniczenie kosztów poprzez zapobieganie awariom, monitorowanie miejsc, do których do tej pory nie było dostępu, czy automatyzacja często niebezpiecznych procesów przemysłowych. Przede wszystkim jednak prezentowana technologia zapewnia rozwiązania, których nie da się wycenić – **bezpieczeństwo ludzi** pracujących w otoczeniu potencjalnie podatnym na zagrożenia czy poważne awarie, lub pracujących w trudnych warunkach. Nie jest to jedyny przypadek, gdy światłowody specjalne wychodzą naprzeciw potrzebom ludzi. Zachęcamy tutaj szczególnie do przeczytania o tym, jak fotonika może pomóc ultraszybkiej, niemalże nieinwazyjnej diagnostyce nowotworów, skutecznie wspomagając lub zastępując biopsję. Innym przykładem niech będzie inteligentny system ochrony obszarów wymagających specjalnych środków bezpieczeństwa, który zapewnia możliwie najbardziej dyskretny sposób monitoringu wyznaczonych obszarów, obiektów, granic, zapewniając natychmiastową identyfikację zagrożeń na odcinku o długości nawet 70 km, działając jak **dziesiątki tysięcy mikrofonów nasłuchujących**, co się dzieje w danym obszarze.

s. 24

s. 7

s. 15

Przykładów zastosowań fotoniki światłowodowej jest całe mnóstwo i pomimo że katalog, który trzymają Państwo w rękach, jest obszerny i dotyczy wielu zagadnień – proszę nam wierzyć – **to wciąż mało. Potencjał fotoniki światłowodowej jest nieskończony**, o czym przekonujemy się na co dzień, mając do czynienia z firmami należącymi do Klastra Fotoniki i Światłowodów, które realizują coraz to nowsze i coraz bardziej zaskakujące projekty. Obserwujemy wciąż rosnące zainteresowanie fonicznymi rozwiązaniami. Zainteresowanie to dociera do nas od osób reprezentujących bardzo różne branże, ale które cechują pewne wyjątkowe wspólne wartości – **otwartość na nowoczesne technologie i chęć rozwoju. Technologia światła**, którą jeszcze niedawno nazywaliśmy technologią przyszłości, **stała się rzeczywistością** i już teraz współtworzy nowoczesny, konkurencyjny przemysł, w którym efektywne zarządzanie zasobami oraz bezpieczeństwo pracy są wartościami fundamentalnymi.

”  
”  
**Jako Klaster Fotoniki i Światłowodów stanowimy ekosystem innowacji, tworząc unikalne środowisko firm, których synergia jest kluczem do rozwoju nowoczesnej gospodarki.**

”  
”  
**Fotonika światłowodowa ma wszelkie potrzebne narzędzia, by dokonać tak rewolucyjnych zmian, jakich dokonała elektronika w ubiegłym stuleciu.**

”  
”  
**Niezbędnym jest powstawanie prywatnych jednostek biznesowych, których główną specjalizacją będzie tworzenie i ochrona własności intelektualnej oraz konstruowanie prototypów.**

# WSTĘP

**Przełomowe innowacje są jedyną drogą do rozwoju** nowoczesnego przemysłu i tworzenia konkurencyjnej gospodarki. Fotonika światłowodowa należy do grupy wspomnianych przełomowych technologii, które działając ramię w ramię z tradycyjnymi sektorami przemysłowymi, mają potencjał, by odmienić gospodarkę. Innowacyjny rozwój wymaga **interdyscyplinarnej współpracy, sięgania po nowe technologie oraz umiejętności postrzegania szerszej perspektywy**. Jako Klaster Fotoniki i Światłowodów stanowimy **ekosystem innowacji**, tworząc unikalne środowisko firm, których synergia jest kluczem do rozwoju nowoczesnej gospodarki. Nasza współpraca oparta jest na podobnym sposobie myślenia, wzajemnym zaufaniu, odpowiedniej organizacji kształtowania nowych kadr oraz budowaniu partnerstwa. Dzięki temu jesteśmy w stanie osiągnąć nasz cel, którym jest **stymulowanie rozwoju i stworzenie globalnej, komercyjnej marki**, opartej na naszej rodzimej, wiodącej technologii światłowodowej, wywodzącej się z Lubelszczyzny. Dzięki tej technologii Polska jest krajem o **wysokim potencjale innowacyjności**, który należy wykorzystać.

Fotonika światłowodowa ma wszelkie potrzebne narzędzia, by dokonać tak rewolucyjnych zmian, jakich dokonała elektronika w ubiegłym stuleciu. Dzięki rozwiązaniom wykorzystującym Polskie Światłowodowy specjalne w tradycyjnych obszarach, takich jak przemysł ciężki, medycyna, rolnictwo czy budownictwo, **dochodzi do skokowych zmian, które przenoszą przemysł w nową erę innowacji**. Zmiany te gwarantują ogromne oszczędności, najwyższą efektywność pracy, znacznie większe bezpieczeństwo oraz przewagę konkurencyjną. Oszczędność, ponieważ rozwiązania fotoniczne w porównaniu do innych rozwiązań nie wymagają tak wielkich nakładów finansowych związanych z instalacją i utrzymaniem. Na przykład światłowodowe systemy czujnikowe sprawiają, że możliwe jest zapobieganie awariom i możliwe jest wczesne wykrywanie zagrożeń nawet w najcięższych warunkach. Najwyższą efektywność pracy, ponieważ rozwiązania fotoniczne charakteryzuje wysoka precyzja, a informacje docierają do użytkownika z prędkością światła, dzięki czemu możliwa jest natychmiastowa odpowiednia reakcja, np. w wypadku zagrożenia bezpieczeństwa ludzi czy infrastruktury. Przewagę konkurencyjną, gdyż produkty wykorzystujące fotonikę światłowodową mają znacznie lepsze parametry, a więc wyprzedzają konkurencję. **Przewaga ta jest tym wyższa, im szybciej dokona się innowacyjnych zmian**. Ponadto tylko skokowy rozwój przemysłu **pozwała wydobyć gospodarkę z pułapki średniego rozwoju**. Długotrwały brak zmian czy jedynie drobne usprawnienia, czyli innowacje inkrementalne, oznaczają zastój i spadek przewagi konkurencyjnej, co może skutkować poważnymi negatywnymi konsekwencjami.

Aby to wszystko było możliwe, konieczne jest **tworzenie stałej współpracy pomiędzy nauką a biznesem**. Transfer między instytucjami badawczymi a przemysłem musi być możliwie jak najsprawniejszy. Obie strony mają swoje cechy charakterystyczne oraz odmienne, czy wręcz przeciwne, priorytety i **tylko umiejętne ich połączenie sprawi, że możliwy staje się przełomowy rozwój**. Instytucje naukowe charakteryzuje chęć zdobywania i rozwijania wiedzy, ciekawość badawcza oraz misja edukacyjna, potrzeba publikowania, odkrywania nowych zjawisk. Priorytetem przemysłu są zaś wytwarzanie oferowanych produktów i ich sprzedaż. Zasadniczo żadna ze stron nie stawia sobie jako najwyższego priorytetu wytwarzania i ochrony własności intelektualnej prowadzącej do opracowywania innowacyjnych demonstratorów i prototypów. Często jednostki naukowe i przemysł są zainteresowane tym zagadnieniem, ale ponieważ nie są to ich priorytetowe działania, a jedynie wspomagające czy towarzyszące podstawowej i głównej działalności, nie będą tego robić w sposób efektywny. Dlatego niezbędne jest powstawanie prywatnych jednostek biznesowych, kierujących się zyskiem, dla których główną działalnością i specjalizacją będzie właśnie tworzenie i ochrona własności intelektualnej oraz konstruowanie prototypów. Będzie to skuteczne jedynie przy **efektywnej współpracy z przemysłem – jako wskazującym na konkretne potrzeby rynku – z jednej strony oraz z nauką – wskazującą nowe zjawiska, technologie i rozwiązania – z drugiej**. Tego typu jednostki, jak firma badawczo-rozwojowa InPhoTech, są niezbędnymi integratorami nauki i biznesu, gdyż samodzielnie nie są w stanie efektywnie działać i rozwijać przemysłu.

Jako Klaster Fotoniki i Światłowodów, mając świadomość pełnego cyklu tworzenia i wdrażania innowacji przemysłowych, zrzeszamy zarówno jednostki naukowe i przemysłowe, ale zarówno firmy integrujące badania i przemysł. **Działając w ten sposób wdrażamy rodzimą technologię światłowodową do różnych działów przemysłu i budujemy przewagę konkurencyjną współpracujących z nami firm produkcyjno-handlowych.**



” Dzięki zastosowaniu fotoniki światłowodowej powstało urządzenie, które w sposób nieinwazyjny i szybki diagnozuje obecność markerów nowotworowych, nawet na wczesnym etapie.

# LIFE SCIENCE

Nauka o życiu – jedna z najcenniejszych nauk i z pewnością pierwsza. Life science skupia się wokół ludzi, zwierząt, roślin, mikroorganizmów, a więc wszelkich organizmów żywych. Do nauk tych należą: szeroko pojęta biologia, biotechnologia, medycyna. Wszystkie one zajmują się badaniem życia oraz pielęgnowaniem go.

## PRODUKTY

Oświetlacz do leczenia **chorób dermatologicznych**, m.in. bielactwa, łuszczycy

Obrazowy detektor **promieniowania rentgenowskiego** wykorzystujący światłowody specjalne

Sonda światłowodowa do diagnostyki **chorób nowotworowych**

Optyczny czujnik **świeżości żywności**



## OŚWIETLACZ DO LECZENIA CHORÓB DERMATOLOGICZNYCH, M.IN. BIELACTWA, ŁUSZCZYCY

W medycynie znanych jest wiele przypadków chorób skóry. Niektóre z nich nie zagrażają bezpośrednio zdrowiu fizycznemu pacjenta i stanowią problem głównie pod względem estetycznym, część z nich może jednak utrudniać życie codzienne. Do chorób takich należą np. **bielactwo, łuszczyca, atopowe zapalenie skóry i wiele innych**. Obecnie większość osób, których dotyczy schorzenie takie jak bielactwo, nie decyduje się na uciążliwą terapię u dermatologa. Terapia taka wymaga wizyt w klinice kilka razy w tygodniu, co może być nieakceptowalne przez dużą część społeczeństwa, w szczególności gdy schorzenie nie jest mocno widoczne. Istnieje więc zapotrzebowanie na produkt, który będzie w stanie poprawić stan wizualny skóry w zaciszu domowym. Problematyczna jest również łuszczyca, która charakteryzuje się powstawaniem nieprzyjemnych, złuszczonej się plam, których swędzenie wiąże się dla chorych z dużym dyskomfortem. Ciągłe poszukiwana jest metoda skutecznego jej leczenia. Na rynku brakuje obecnie produktu w przystępnej cenie, który umożliwiłby regularną, domową i skuteczną terapię.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Dzięki możliwościom, jakie dają innowacyjne źródła światła, możliwe jest stworzenie oświetlacza, który **pozwoli pacjentom na prowadzenie skutecznej i bezpiecznej terapii schorzeń skóry w zaciszu domowym**. Terapia odbywa się przy użyciu precyzyjnie dobranej długości fali emisji promieniowania UVB i odpowiednio dobranej dawce, dzięki czemu nie zagraża pacjentowi. Osoba poddana terapii nie musi uczęszczać do kliniki dermatologicznej w celu przeprowadzania okresowych naświetleń. Tym samym terapia stanie się bardziej atrakcyjna i mniej uciążliwa. Urządzenie może być stosowane ze wspomagającymi terapię dermokosmetykami.



## OBRAZOWY DETEKTOR PROMIENIOWANIA RENTGENOWSKIEGO WYKORZYSTUJĄCY ŚWIATŁOWODY SPECJALNE

**Medycyna jest jedną z najprężniej rozwijanych dziedzin.** W każdym rozwiniętym kraju prowadzone są badania mające służyć poznaniu i leczeniu trapiących nas chorób. Nowoczesne technologie służą medycynie, a ta czerpie z nich pełnymi garściami. Jedną z jej wielu potrzeb jest możliwość dokładniejszej analizy zdjęć rentgenowskich. Metoda ta jest bardzo powszechna i w wielu przypadkach stanowi jedno z najważniejszych wykonywanych badań. Wiąże się to bezpośrednio z potrzebą wykonywania ich w coraz wyższej rozdzielczości, co przekłada się na wyższą dokładność obrazowania. Dodatkowo pożądaną cechą takich urządzeń jest możliwie niska dawka promieniowania konieczna do wykonania zdjęcia, która ogranicza negatywne skutki dla pacjentów.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Rozwiązania fotoniczne umożliwiają **szybkie uzyskanie zdjęć rentgenowskich o kilkukrotnie wyższej rozdzielczości obrazu** niż przy obecnie stosowanej technice. Opracowywany detektor pozwala na konwersję promieniowania rentgenowskiego na zakres światła rejestrowanego przez ludzkie oko. Rozwiązanie to pozwala na znacznie dokładniejsze obrazowanie w zakresie badań podstawowych, stomatologii, tomografii komputerowej, fluoroskopii czy też radioterapii. Dodatkową zaletą jest to, że czas wykonywania zdjęcia zostaje znacznie skrócony, co oznacza **dużo mniejszą dawkę promieniowania, którą otrzymuje pacjent**.

## SONDA ŚWIATŁOWODOWA DO DIAGNOSTYKI CHORÓB NOWOTWOROWYCH

Jedną z największych tragedii naszych czasów jest choroba nowotworowa – wyjątkowo trudna w diagnostyce i leczeniu. Na całym świecie naukowcy pracują nad złotym środkiem zwalczającym raka. Można z nim wygrać, o czym coraz częściej słyszymy, ponieważ każdy nowy sukces w tej tematyce odbija się ogromnym echem. **Należy przede wszystkim rozpowszechniać świadomość, że wygrana ta najczęściej wiąże się z jak najszybszą diagnostyką choroby.** Jedną z przyczyn podawanych przez pacjentów, dla których przeciągali oni decyzję o udaniu się do specjalisty, jest strach przed badaniem (m.in. przed inwazyjną biopsją), którego przebieg często nie należy do przyjemnych. Dodatkowo czas oczekiwania na wyniki badań jest długi – w pewnych przypadkach ten czas okazuje się być zdecydowanie zbyt długi dla pacjenta. Ponadto niektóre metody nie dają wystarczająco dokładnych wyników, a z każdym niedociągnięciem badania i z każdym kolejnym dniem oczekiwania szanse na możliwie najmniej uciążliwy przebieg leczenia maleją. **Dla dobra pacjentów należy przeprowadzić rewolucję w diagnostyce nowotworów.**

## JAK MOŻE POMÓC FOTONIKA ŚWIATŁOWODOWA

Dzięki zastosowaniu fotoniki światłowodowej powstało urządzenie, które w sposób **nieinwazyjny i szybki diagnozuje obecność markerów nowotworowych, nawet na wczesnym etapie.** Dla lekarzy takie urządzenie oznacza pomoc w skuteczniejszym leczeniu, wcześniejszej profilaktyce i lepszym zrozumieniu mechanizmów procesów nowotworowych. Z kolei dla pacjentów oznacza znacznie mniejszy stres związany z wykonaniem badania, oczekiwaniem na wyniki oraz leczeniem. Dla służby zdrowia urządzenie to może przynieść znaczące oszczędności, ponieważ metoda ta jest nie tylko szybka, ale również tańsza od dostępnych aktualnie metod. Dodatkowo ze względu na to, że rozwiązanie to jest łatwe w użyciu, **może być również dostępne dla lekarzy rodzinnych,** co znacznie zwiększa jego dostępność, a więc i wykrywalność choroby.

## ROZWIĄZANIE

Innowacyjna sonda światłowodowa służy do diagnostyki chorób nowotworowych *in vivo*. Sonda oparta jest na światłowodzie – ma kształt igły niewiele grubszej od ludzkiego włosa, a jej koniec pokryty jest specjalną substancją. **Urządzenie zapewnia wysoką rozdzielczość z możliwością pomiarów w czasie rzeczywistym i sposobem diagnozy typu „tak lub nie”, której można dokonać już przy pierwszym badaniu.** Badanie przeprowadzane jest w niemal nieinwazyjny sposób. Metoda ta nie wymaga pobrania tkanek (choć na pobranych tkankach również można jej użyć), więc wyeliminowane zostaje ryzyko wycięcia zdrowych tkanek oraz powikłań pozabiegowych. Badanie to nie wymaga również przerwania ewentualnego leczenia antykrzepowego. Łatwiej też będzie diagnozować wrażliwe narządy, przy których biopsję stosuje się w ostateczności. Natychmiastowy i jednoznaczny wynik pomiaru jest niezależny od czynnika ludzkiego, który może wprowadzić błąd w interpretacji badań. Sonda jest wykorzystywana do diagnostyki raka piersi i żołądka, a jej zastosowanie obejmuje także diagnostykę innych rodzajów nowotworów. Jest to rewolucja w dziedzinach biotechnologii, onkologii, fotoniki i inżynierii biomedycznej.



## OPTYCZNY CZUJNIK ŚWIEŻOŚCI ŻYWNOŚCI


### ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Przemysł spożywczy w ostatnich dziesięcioleciach przeszedł ogromną metamorfozę. Dziś w niemal każdym pobliskim sklepie możemy kupić egzotyczne owoce i warzywa, sprzedawana jest ogromna ilość mięsa itd. W przypadku niektórych produktów, w szczególności mięsa i ryb, **istnieje duże ryzyko zepsucia, które może nastąpić w przypadku niekontrolowanego rozmrożenia.** Stąd **wiele produktów z czasem jest utylizowanych, co ma negatywny wpływ na nasze środowisko i stanowi dużą stratę dla przedsiębiorcy.** Straty żywności na różnych etapach łańcucha dostaw są poważnym problemem współczesnej gospodarki i wiele uwagi poświęca się do ich redukcji. Również konsumenci chcieliby wiedzieć, czy produkt, który kupili bądź zamierzają kupić, jest jeszcze świeży, czy nie. Istnieje zatem duże zapotrzebowanie na czujniki świeżości żywności, dzięki którym możliwe byłoby wydłużenie czasu jej przydatności do spożycia poprzez prosty monitoring stanu produktów i odpowiednie reagowanie w przypadku ich psucia się.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Dzięki wykorzystaniu fotoniki oraz chemii możliwe jest opracowanie czujników, które są w stanie wykazać, **czy produkt wcześniej został rozmrożony, czy nie.** Czujniki świeżości żywności pozwoliłyby na **ograniczenie liczby zatruc pokarmowych**, co jest poważną kwestią związaną z koniecznością wypłaty odszkodowań przez sprzedawców oraz z problemami zdrowotnymi osób zatrutych. Wykorzystanie czujników świeżości przekłada się również bezpośrednio na **wydłużenie daty przydatności do spożycia** wielu produktów poprzez dokładną kontrolę ich stanu i wpływu otoczenia. Możliwe byłoby wówczas **ograniczenie strat żywności** w sklepach, marketach, magazynach i hurtowniach. Dłuższy okres przydatności do spożycia oznaczałby również mniejsze straty finansowe dla sklepów i sieci handlowych związane z koniecznością wyrzucania przeterminowanej żywności. Innowacyjne optyczne **czujniki świeżości żywności mają postać naklejek umieszczanych wewnątrz opakowań z żywnością, które zmieniają barwę, gdy dany produkt spożywczy nie nadaje się już do spożycia.** Naklejki mogą reagować w sposób nieodwracalny na obecność gazów pojawiających się w wyniku rozkładu żywności bądź też mogą nieodwracalnie reagować na rozmrożenie. Dzięki nim konsument może się dowiedzieć, czy dany produkt żywnościowy nadaje się do spożycia.





” Wykorzystanie innowacyjnej technologii włókien specjalnych sprawia, że jest możliwa w pełni bezpieczna transmisja poufnych danych w narażonych na ataki instytucjach.

# BEZPIECZEŃSTWO

Poczucie bezpieczeństwa jest jedną z podstawowych potrzeb człowieka. Przekłada się to na konieczność zabezpieczenia dóbr materialnych, terenu czy wiedzy nie tylko pojedynczych jednostek, ale przede wszystkim dużych instytucji przemysłowych, państwowych czy banków.

## PRODUKTY

Inteligentny **system ochrony wybranego obszaru, granic** i obiektów wymagających specjalnych środków bezpieczeństwa

Światłowody przeznaczone do **bezpiecznego przesyłania danych** - światłowody odporne na podsłuchy

Specjalny element światłowodowy (sprzęgacz utrzymujący polaryzację) do zastosowań w **precyzyjnej nawigacji**

# INTELIĞENTNY SYSTEM OCHRONY WYBRANEGO OBSZARU, GRANIC I OBIEKTÓW WYMAGAJĄCYCH SPECJALNYCH ŚRODKÓW BEZPIECZEŃSTWA

Ochrona kluczowych obszarów jest zasadniczą potrzebą rozwiniętego przemysłu i kraju. Poza ochroną granic państwowych (co ma kluczowe znaczenia dla bezpieczeństwa obywateli) ważne jest również bezpieczeństwo narażonych miejsc o dużym znaczeniu strategicznym, jak **ważne obszary przemysłowe** (np. zakłady chemiczne, obiekty z kluczową aparaturą) czy **instytucje infrastrukturalne** (np. lotniska), **polityczne, wojskowe**. Polska jako państwo graniczne strefy Schengen, w sposób szczególny musi kontrolować przepływ ludności na swoich granicach, co ma znaczenie międzynarodowe.

## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Dzięki zastosowaniu fotoniki możliwe jest **dyskretne i skuteczne kontrolowanie wyznaczonych obszarów 24 godziny na dobę**. Monitorowanie zagrożeń jest prowadzone wraz ze wstępną ich identyfikacją i klasyfikacją, jednak kluczowa jest tu dyskrecja – **intruz nie będzie miał świadomości, że właśnie uruchamia alarm**. Rozwiązanie bazujące na światłowodach, w porównaniu do metod elektronicznych, jest tanie ponieważ dzięki zastosowaniu jednego systemu opartego tylko na urządzeniu nadawczo-odbiorczym i światłowodzie można stworzyć sieć, która **działa jak dziesiątki tysięcy rozłożonych mikrofonów nasłuchujących, co dzieje się w danym obszarze**.

System ochrony granic składający się z urządzenia nadawczo-odbiorczego wraz ze światłowodem pozwala na jednoczesną detekcję drgań i identyfikację zagrożeń **na odcinku 70 km**. Produkt umożliwia nie tylko wykrycie zaistnienia zagrożenia, ale także jego klasyfikację i uruchomienie niezbędnych procedur bezpieczeństwa. Światłowód umożliwia **automatyczną interpretację uzyskanych wyników**, informując użytkownika, czy granica została przekroczona, np. przez grupę ludzi czy samochód. Światłowód, wykonany ze szkła, zakopany jest pod ziemią co sprawia, że wykrycie obecności takiego systemu, za pomocą np. wykrywacza metalu, i jego skuteczne ominięcie jest niemożliwe.



## ŚWIATŁOWODY PRZEZNACZONE DO BEZPIECZNEGO PRZESYŁANIA DANYCH - ŚWIATŁOWODY ODPORNE NA PODSŁUCHY

### ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

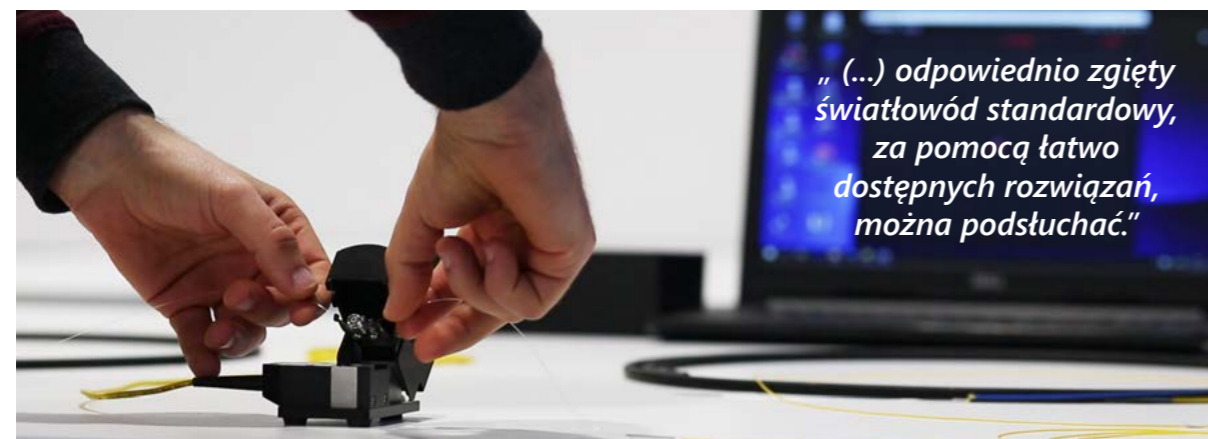
W celu zapewnienia coraz większej ochrony przetwarzanych oraz przesyłanych danych opracowywane są coraz nowsze metody ich zabezpieczenia. Jest to **koniecznie m.in. w bankach, instytucjach finansowych, organizacjach rządowych oraz jednostkach i służbach mundurowych** – a więc wszędzie tam, gdzie znajdują się wyjątkowo poufne **dane, których wyciek może stanowić duże zagrożenie dla stabilności ważnych instytucji i kraju**. Większość proponowanych metod zabezpieczania takich sieci bazuje na rozwiązaniach programistycznych oraz kryptograficznych, pozwalających na zaszyfrowanie sygnału przed wysłaniem go łączem światłowodowym. Utrudnia to analizę sygnału, ale nie zabezpiecza go przed przechwyceniem, ponieważ odpowiednio zgięty światłowód, za pomocą łatwo dostępnych rozwiązań, można podsłuchać. Oznacza to, że sama „kradzież” sygnału nie jest bardzo trudna, a jego odszyfrowanie jest kwestią czasu dla coraz bardziej wyrachowanych i wykształconych złodziei i niebezpiecznych organizacji.

### JAK MOŻE POMÓC FOTONIKA ŚWIATŁOWODOWA

Dzięki fotonice po raz pierwszy może dodać fizyczną warstwę zabezpieczeń w komunikacji światłowodowej. Wykorzystanie innowacyjnej technologii włókien specjalnych sprawia, że jest **możliwa w pełni bezpieczna transmisja poufnych danych** w narażonych na ataki instytucjach. Możliwe staje się zapewnienie bezpieczeństwa przesyłu danych kluczowych dla interesu klientów banków, instytucji rządowych i ostatecznie bezpieczeństwa gospodarki i kraju.

### ROZWIĄZANIE

Opracowane światłowody dedykowane do bezpiecznego przesyłania danych, dzięki odpowiednio zaprojektowanej mikrostrukturze składającej się z otworów powietrznych oraz wielu rdzeni prowadzących światło, pozwalają na konstrukcję połączeń optycznych odpornych na próby podsłuchu (czyli przechwytywania sygnału w łączu pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem). Ponadto dzięki konstrukcji włókna, **wprowadzono metodę informowania użytkownika, gdy system wykryje, że mają miejsce próby przechwycenia sygnału**. Przesyłana informacja zawiera również dane o miejscu, w którym doszło do zdarzenia, co pozwala na szybką i dokładną interwencję. **Sam intruz nie ma świadomości, że wywołał alarm.**



## SPECJALNY ELEMENT ŚWIATŁOWODOWY (SPRZĘGACZ UTRZYMUJĄCY POLARYZACJĘ) DO ZASTOSOWAŃ W PRECYZYJNEJ NAWIGACJI

### ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Do naprowadzania urządzeń takich jak samoloty, samochody, statki, pociągi używa się praktycznie wyłącznie **żyroskopów światłowodowych**. Spowodowane jest to stosunkowo niskim kosztem takiego żyroskopu przy jednoczesnym uzyskaniu najwyższej dokładności pomiarowej. W obliczu nakładów na transport, które Unia Europejska zamierza ponieść w najbliższej perspektywie, należy wyjść z propozycją komponentów niezbędnych do zwiększania potencjału transportu i automatyzacji, oraz potencjału militarnego. Istnieje m.in. zapotrzebowanie na specjalne elementy światłowodowe (takie jak sprzęgacze utrzymujące polaryzację), które są niezbędne w szczególności w konstrukcji precyzyjnych urządzeń wykorzystywanych w najczulszych żyroskopach optycznych i czujnikach drgań sejsmicznych. **Czujniki takie są wykorzystywane zwłaszcza w nawigacji lotniczej.**

### JAK MOŻE POMÓC FOTONIKA ŚWIATŁOWODOWA

Zastosowanie światłowodowych włókien specjalnych o specjalnej mikrostrukturze pozwala na wytworzenie elementu światłowodowego (sprzęgacza utrzymującego polaryzację) o wyjątkowych parametrach. **Niezawodność tych urządzeń bezpośrednio przekłada się na działanie całego systemu nawigacji** oraz na zwiększenie bezpieczeństwa. Dodatkowo **mała waga urządzenia** sprawia, że element ten spełnia wymagania nowoczesnych konstrukcji lotniczych, co **przekłada się na mniejsze zużycie paliwa**, a więc przynosi oszczędności przedsiębiorcy.

### ROZWIĄZANIE

Sprzęgacz utrzymujący polaryzację jest szczególnym przykładem urządzenia całkowicie światłowodowego, które **rozdziela sygnał optyczny na dwa światłowody, utrzymując przy tym właściwości wiązki wejściowej** (a dokładnie jej stan polaryzacji). Element ten wykonany jest w technologii światłowodów specjalnych o dopracowanej mikrostrukturze, co pozwala na **znaczące polepszenie parametrów użytkowych, zapewniając niezawodność działania**. Użytkownik uzyskuje zatem możliwość **dokładniejszego określania położenia urządzeń i pojazdów**, co jest niezbędne w zastosowaniach w nowoczesnym, zautomatyzowanym przemyśle, transporcie oraz w zastosowaniach militarnych.



# PRZEMYSŁ CIĘŻKI

Przemysł ciężki charakteryzują ogromne zakłady przemysłowe oraz duża skala przedsięwzięć. Stanowi on jeden z ważniejszych filarów państw wysoko rozwiniętych. Jego gałęzie to m.in. przemysł budowlany, chemiczny, paliwowo-energetyczny.

## PRODUKTY

**Ochronne pokrycia metalami** dla światłowodów pracujących w trudnych warunkach środowiskowych

Element światłowodowy (sprzęgacz) **odporny na działanie wysokich temperatur**

**System czujnikowy** do pomiaru naprężeń i temperatury

Światłowodowy czujnik **od bardzo niskich do bardzo wysokich** temperatur

**Światłowodowy czujnik prądu** do monitorowania systemów elektroenergetycznych

System **rozłożonego pomiaru** ciśnienia i temperatury


**Wysokotemperaturowy** czujnik światłowodowy

Światłowodowy czujnik **mikrodrgań**

Czujnik pomiaru **zmian przemieszczenia**

Światłowodowy **czujnik zgięć** dedykowany robotom przemysłowym i medycznym

” Dzięki zastosowaniu metalowych pokryć możliwa jest praca światłowodów w temperaturach od  $-200^{\circ}\text{C}$  aż do  $+1000^{\circ}\text{C}$  oraz w otoczeniu o wysokim stężeniu kwasów, zasad czy agresywnych gazów.



# ROZWIĄZANIA ŚWIATŁOWODOWE DO PRACY W TRUDNYCH WARUNKACH

Przemysł taki jak naftowo-gazowy, hutniczy czy energetyczny charakteryzują **wyjątkowo trudne warunki pracy** – **ekstremalnie wysokie temperatury** czy **agresywne środowisko**. Należy unowocześnić metody pomiarowe w monitorowaniu newralgicznych obszarów czy procesów przemysłowych, ponieważ **tradycyjne rozwiązania oparte o układy elektroniczne ulegają zniszczeniu w tak nieprzyjnym środowisku**. Wystąpienie awarii powoduje zagrożenie dla **bezpieczeństwa nie tylko przedsiębiorstwa, ale przede wszystkim jego pracowników**. Również specjalistyczne, kosztowne sprzęty czy konstrukcje wykorzystywane w trudnych warunkach są stale narażone na działanie szkodliwych czynników zewnętrznych. Istnieje wyraźna potrzeba posiadania odpowiedniej wiedzy na temat ich stanu, aby móc w odpowiednim momencie uprzedzić groźne zdarzenia, a w konsekwencji – uniknąć kosztownych, skomplikowanych napraw czy zakupu nowego sprzętu.

# ROZWIĄZANIA ŚWIATŁOWODOWE DO PRACY W TRUDNYCH WARUNKACH

## OCHRONNE POKRYCIA METALAMI DLA ŚWIATŁOWODÓW PRACUJĄCYCH W TRUDNYCH WARUNKACH ŚRODOWISKOWYCH

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Dzięki połączeniu dwóch dziedzin nauki: fotoniki światłowodowej oraz chemii możliwe jest opracowanie połączeń oraz czujników światłowodowych **działających w nawet najtrudniejszych warunkach środowiskowych**. Możliwe jest kontrolowanie nie tylko stanu newralgicznych miejsc, ale również **przedłużenie życia wykorzystywanych sprzętów poprzez ich stały monitoring**. Wczesne wykrywanie potencjalnych defektów czy uszkodzeń zapewnia **oszczędność poprzez zapobieganie awariom**. Natychmiastowe wykrycie zagrożenia w trudnym środowisku pozwala **zminimalizować zagrożenie życia i zdrowia personelu** oraz zmniejszyć możliwe straty materialne.

Zwykłe światłowody, tak jak i inne urządzenia, posiadają swoje ograniczenia. Wykonane ze szła włókna chronione plastikową powłoką przy zbyt wysokich lub niskich temperaturach oraz w agresywnym środowisku zaczynają się kruszyć. Stąd wynika potrzeba ich wzmacniania tak, by były odporne i mogły spełniać powierzoną im rolę, np. w przemyśle ciężkim. W wyniku tej potrzeby **opracowano światłowody pokryte specjalnymi metalicznymi pokryciami ochronnymi**, które doskonale sprawdzą się w wysokiej klasy systemach pomiarowych oraz transmisyjnych odpornych na trudne warunki środowiskowe. Dzięki zastosowaniu pokryć wykonanych ze złota, srebra, miedzi, niklu bądź aluminium możliwa jest praca włókien w temperaturach **od -200°C aż do +1000°C** oraz w **otoczeniu o wysokim stężeniu kwasów, zasad czy agresywnych gazów**. Pokrycia metaliczne w takich warunkach stanowią barierę przed wymienionymi wyżej czynnikami. Światłowody służące do komunikacji pomiędzy danymi obszarami są więc maksymalnie zabezpieczone. Tak samo możliwe staje się stosowanie światłowodowych systemów pomiarowych oferujących szereg unikalnych właściwości w stosunku do systemów elektronicznych, np. pomiar wzdłuż całego odcinka światłowodu (a więc w każdym miejscu np. wielokilometrowego odcinka kabla), odporność na zakłócenia elektromagnetyczne, beziskrowość (urządzenia elektryczne mogą ulec zapłonowi, zjawisko to nie dotyczy światłowodów). Charakteryzuje je również bardzo wysoka czułość, dokładność i szybkość pomiaru.

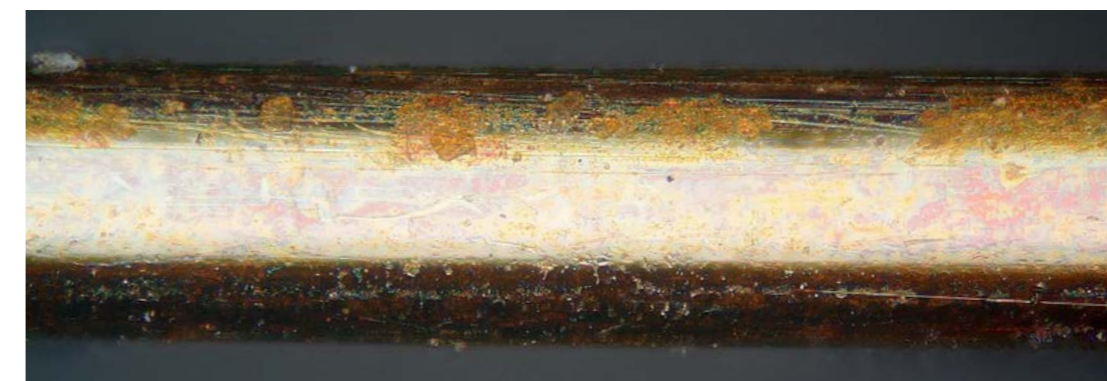
## ELEMENT ŚWIATŁOWODOWY (SPRZĘGACZ) ODPORNY NA DZIAŁANIE WYSOKICH TEMPERATUR

### ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Jednym z podstawowych elementów światłowodowych wykorzystywanych w układach i urządzeniach opartych o technologie światłowodowe jest sprzęgacz – umożliwia on łączenie i rozdzielanie sygnałów optycznych z zachowaniem ich właściwości. Ma zastosowanie m.in. jako **kluczowy podzespół czujników światłowodowych**, które przewyższają tradycyjne czujniki swoimi właściwościami.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Specjalnie opracowana technologia włókna światłowodowego umożliwia wytworzenie sprzęgacza **odpornego na działanie bardzo wysokich i bardzo niskich temperatur – jest to rozwiązanie unikalne w skali światowej**. Element taki umożliwia instalację układów światłowodowych, takich jak czujniki czy systemy transmisji sygnału, w środowisku narażonym na bardzo wysokie i bardzo niskie temperatury (od -200 °C do +1000°C). Może być wykorzystany w czujnikach do **monitorowania elektrowni jądrowych, procesów spalania w silnikach i turbinach, odwiertów naftowych i gazowych, układów kriogenicznych, nadprzewodników, generatorów bardzo silnych pól magnetycznych i w wielu innych dziedzinach**. Ponadto przemysł wymaga różnych typów pomiarów – **punktowych** (bardzo precyzyjnie ulokowanych) oraz **rozłożonych** (zbierających pomiar z większego obszaru). Odpowiednio dostosowane sprzęgacze są w stanie spełnić te wymagania.



# ROZWIĄZANIA ŚWIATŁOWODOWE DO PRACY W TRUDNYCH WARUNKACH

## SYSTEM CZUJNIKOWY DO POMIARU NAPRĘŻEŃ I TEMPERATURY

### ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Obecnie w zastosowaniach kopalnianych większość pomiarów wykonywana jest przez górników, którzy poświęcają czas na ich przeprowadzanie w wielu miejscach. Dla przykładu temperatura ścian chodnikowych mierzona jest bardzo rzadko, ponieważ odbywa się to przy wykorzystaniu urządzeń ręcznych, gdzie konieczne jest dojsię górnika do punktu pomiarowego. Co więcej, część kluczowych pomiarów nie jest wykonywana, ponieważ nie są dostępne odpowiednie czujniki, które mogłyby zostać zainstalowane w kopalni w celu realizacji tego pomiaru. Jednocześnie zaniechanie wykonywania takich pomiarów może skutkować katastrofami górniczymi. Na przykład bez kontroli temperatury może dojść do samozapłonu. Kolejnym istotnym aspektem jest możliwość monitorowania urządzeń takich, jak: taśmociągi, kombajny górnicze i inne maszyny w kopalniach. **Brak wiedzy na temat ich stanu zużycia może skutkować awariami, zagrożeniem zdrowia lub życia górników oraz poważnymi konsekwencjami finansowymi.** Dbłość o zachowanie ciągłości ich pracy jest istotna, by zachowana została płynność pracy całego przedsiębiorstwa.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Dzięki zastosowaniu technologii światłowodowej możliwy jest **ciągły i automatyczny monitoring stanu infrastruktury kopalnianej**. Czujniki oparte na włóknach światłowodowych pozwolą na monitorowanie między innymi: temperatury ścian chodników kopalnianych, temperatury górotworu, temperatury elementów maszyn i urządzeń kopalnianych, naprężeń obudów chodnikowych, naprężeń w ścianach chodnika czy pojawiających się drgań górotworów, chodników itp. Zastosowanie takich czujników wpływa na **zwiększenie bezpieczeństwa w kopalni** (poprzez wczesne informowanie o pojawiających się zagrożeniach) przy jednoczesnym ograniczeniu zasobów ludzkich potrzebnych do monitorowania infrastruktury kopalnianej.

Proponowane rozwiązanie zakłada instalację autonomicznych czujników, które z określoną częstotliwością wykonywać będą pomiary oraz przesyłać wyniki do jednostki centralnej. Jednostka taka może być oddalona od miejsc pomiarowych nawet o wiele kilometrów (dzięki zastosowaniu transmisji optycznej), co oznacza, że może być umieszczona na powierzchni, nie zagrażając bezpieczeństwu kopalni. Proponowany system pomiarowy pozwoli na realizację pomiaru kluczowych parametrów wpływających na bezpieczeństwo w kopalniach. Zaletami takiego rozwiązania są m.in.: **brak ryzyka iskrzenia, brak konieczności doprowadzania zasilania do punktów pomiarowych, małe rozmiary czujników oraz duża dokładność pomiarowa.**

## ŚWIATŁOWODOWY CZUJNIK OD BARDZO NISKICH DO BARDZO WYSOKICH TEMPERATUR

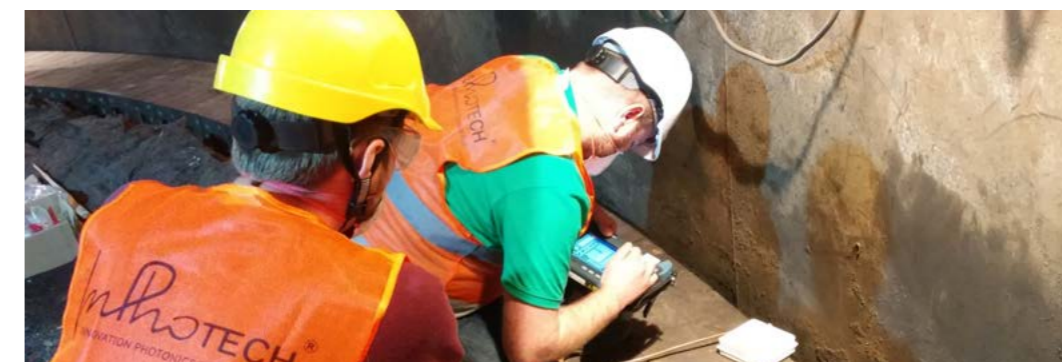
### ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Obecnie dostępne na rynku czujniki elektroniczne, takie jak termopary czy termorezystory wymagają specjalnego przystosowania do działania w niektórych miejscach, jak **strefy zagrożenia wybuchem lub obszary z wysokim polem elektromagnetycznym** (np. układy chłodzenia w elektrowniach), co znacząco podnosi ich cenę. Zazwyczaj w wymienionych miejscach **kontrola temperatury jest niezbędna dla bezpieczeństwa ludzi i przedsiębiorstwa.** To wprowadza zapotrzebowanie na czujniki, które będą działały w trudnych warunkach przy jednocześnie znacznie niższej cenie.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Czujniki wykorzystujące możliwości, jakie daje fotonika światłowodowa, umożliwiają bezpieczny i wiarygodny pomiar temperatury, z wysoką dokładnością, **w miejscach, gdzie dotąd było to niemożliwe lub utrudnione. Dzięki zastosowaniu technologii światłowodowej rozwiązanie jest tanie** – wymaga jedynie zastosowania odpowiednich urządzeń nadawczo-odbiorczych oraz czujnika wykonanego na bazie światłowodów.

Światłowodowy czujnik temperatury działa w zakresie **-200°C do +1000°C, co jest zakresem nieosiągalnym dla większości konkurencyjnych rozwiązań.** Jest to możliwe dzięki zastosowaniu specjalnego włókna światłowodowego oraz ochronnego pokrycia metalowego. Aby tak zabezpieczyć światłowod, potrzebna jest specjalnie opracowana technologia, która sprawi, że dwa różne materiały szkło i metal, będą trwale połączone. Rozwiązanie to jest unikalne na skalę światową.



# ROZWIĄZANIA ŚWIATŁOWODOWE DO PRACY W TRUDNYCH WARUNKACH

## ŚWIATŁOWODOWY CZUJNIK PRĄDU DO MONITOROWANIA SYSTEMÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH

### ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

W dobie innowacyjnych rozwiązań systemy monitorowania sieci energetycznych do przesyłu energii elektrycznej są niezbędnym elementem rozwoju gospodarczego. Szczególnie istotne jest monitorowanie zasobów dostarczanego prądu przez jednostki przesyłowe w sposób precyzyjny i jednocześnie nieingerujący w działającą sieć elektroenergetyczną. Monitoring poziomu wytwarzanej energii elektrycznej wynika z potrzeby możliwie wczesnego wykrywania awarii sieci i szybkiej reakcji dostawcy na nieprzewidziane zdarzenia. Obecnie wykorzystywane czujniki prądu pełnią również istotną rolę w szacowaniu zasobów energetycznych. Potrzeby precyzyjnego monitorowania zasobów sieci ciągle wzrastają z uwagi na konieczność minimalizacji kosztów magazynowania wytworzonego nadmiaru energii. **Obecnie stosowane systemy monitorowania sieci elektroenergetycznych są często inwazyjne i kosztowne w instalacji oraz niosą ze sobą ryzyko wystąpienia zwarcia, które mogą pociągnąć za sobą przerwy w dostawie prądu oraz związane z tym koszty.**

### JAK MOŻE POMÓC FOTONIKA ŚWIATŁOWODOWA

Wykorzystanie techniki światłowodowej w procesie monitorowania sieci wysokich napięć elektrycznych jest sposobem na eliminację dotychczas wykorzystywanych, kosztownych, niosących ryzyko awarii urządzeń diagnostycznych. Technika ta posiada szereg zalet, kluczową jest **zupełny brak kontaktu z monitorowaną siecią**. Takie rozwiązanie nie wymaga stosowania zasilania czy elementów przewodzących, metalicznych, co oznacza **całkowitą eliminację możliwości wystąpienia zwarcia**. Z uwagi na specyfikę działania światłowodowy czujnik jest dostosowywany do wymagań odbiorcy i może być wykorzystywany do **monitorowania prądu w dedykowanym zakresie, zależnym od potrzeb dostawcy prądu**. Jego elastyczność ułatwia proces montażu, który może odbywać się bez ingerencji w działanie sieci elektroenergetycznej. Ponadto czujnik światłowodowy jako proponowane rozwiązanie umożliwia **eliminację procesu wstrzymania działania sieci elektrycznej na czas montażu**. Dodatkowo istotne jest, że może być on montowany w miejscach trudno dostępnych czy w niekorzystnych środowiskowo warunkach.

### ROZWIĄZANIE

Światłowodowy czujnik do monitorowania prądu w obecności zachodzących zmian w przepływie dostarczanej energii elektrycznej przekazuje użytkownikowi odpowiedni sygnał – wprost odpowiadający monitorowanym zmianom przepływu prądu. Dzięki automatyzacji czujnik wysyła wszelkie zarejestrowane zdarzenia do systemu przetwarzającego dane, a następnie **automatycznie komunikuje użytkownikowi zaobserwowane zmiany**. Światłowodowe monitorowanie zmian w dostawie prądu w trybie pełnej automatyzacji procesu, który może trwać nieprzerwanie w całym cyklu działania sieci elektroenergetycznej, jest unikalnym rozwiązaniem na rynku.





# CZUJNIKI DO POMIARU PRZEPŁYWU GAZÓW I CIECZY

Zaawansowane systemy czujnikowe mają zastosowanie w branży wydobywczej, gdzie pomiar ciśnienia i temperatury jest niezwykle istotny z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy w danej infrastrukturze. Szczególnie w sieciach przesyłowych i dystrybucyjnych podstawowym pomiarem jest **pomiar przepływu paliw gazowych, niebezpiecznych gazów, cieczy**. Są one przesyłane na bardzo duże odległości, **niejednokrotnie sięgające tysięcy kilometrów**, dlatego troska o to, by ich przepływ zachodził bez przeszkód, jest szczególnie istotna. Dokładność określenia przepływu zależy w dużej mierze od dokładności określenia ciśnienia i temperatury oraz miejsca dokonywania tych pomiarów - im dalej od siebie znajdują się czujniki, tym mniejsza jest dokładność określania przepływu. Istnieje zatem zapotrzebowanie na **precyzyjne**,

**odporne czujniki, obejmujące swym zakresem możliwie szeroki obszar**. Ponadto obecnie stosowane technologie (elektroniczne, piezoelektryczne itp.) charakteryzują się ograniczeniem temperaturowym, co oznacza, że często nie mogą być stosowane w temperaturach powyżej 280°C. Jest to poważny problem, szczególnie w zastosowaniach, gdzie przesyłane są pary o znacznie wyższych temperaturach. W przypadku np. elektrowni atomowych, zakładów produkujących odczynniki chemiczne czy też spalarni śmieci istnieje duże zapotrzebowanie na urządzenia mierzące przepływ gorących par (temperatury rzędu 500°C) lub skroplonych gazów (temperatura do -200°C).

## SYSTEM ROZŁOŻONEGO POMIARU CIŚNIENIA I TEMPERATURY

### JAK MOŻE POMÓC FOTONIKA ŚWIATŁOWODOWA

Zastosowanie światłowodowego systemu czujników spowoduje **wzrost bezpieczeństwa pracy w branży wydobywczej**. Czujniki fotoniczne mogą być wykorzystane do **badania stanu gazociągów oraz wycieków, a nie jedynie przepływów**. Jednocześnie i niezależnie wykonują one pomiary ciśnienia i temperatury. Dodatkowo system taki **może zastąpić ponad 35 000 czujników punktowych, obsługując nawet 70 km długości badanego elementu**. Przekłada się to na **zmniejszenie wydatków** klienta przeznaczanych na badanie stanu gazociągów czy linii energetycznych poprzez wykorzystanie tańszej aparatury pomiarowej przy jednoczesnym podniesieniu jej dokładności, oraz eliminację kosztów związanych z naprawami urządzeń.

### ROZWIĄZANIE

Czujniki światłowodowe pozwalają na tzw. **pomiary rozłożone, czyli na lokalizowanie w sposób dynamiczny zmian ciśnienia i temperatury na długim (rzędu kilometrów) odcinku światłowodu**. Produktem jest element czujnikowy bazujący na światłowodach specjalnych wraz z systemem interrogacyjnym, umożliwiającą dokonywanie pomiarów najważniejszych wartości fizycznych mierzonych w przemyśle naftowo-gazowym. Bezkonkurencyjność systemu rozłożonego pomiaru ciśnienia i temperatury polega na tym, że **monitoring następuje w czasie rzeczywistym na całej długości światłowodu jednocześnie**.

## WYSOKOTEMPERATUROWY CZUJNIK ŚWIATŁOWODOWY

### JAK MOŻE POMÓC FOTONIKA ŚWIATŁOWODOWA

Fotonika pozwala na stworzenie rozwiązania, które **może być stosowane w miejscach, gdzie dotychczas znane urządzenia nie mogą działać**. Co więcej, dzięki specjalnej budowie i małym rozmiarom światłowodowego elementu czujnikowego urządzenie fotoniczne **pozwala na wykonywanie pomiaru bez jakiegokolwiek ingerencji w przepływ mierzonego ośrodka**. Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest fakt, iż pomiar światłowodowy **nie jest zakłócany przez pole elektromagnetyczne**, co pozwala na wykorzystanie czujnika np. w elektrowniach atomowych. Przekłada się to na bezpieczeństwo i oszczędność przedsiębiorstwa, pozwalając na szybką reakcję w przypadku zbliżającego się zagrożenia.

### ROZWIĄZANIE

Opisany światłowodowy czujnik pozwala na **nieustanny monitoring szybkości przepływu gazów oraz cieczy w rurach**. Czujnik ten może być zastosowany wszędzie tam, gdzie ważne jest precyzyjne określenie ilości dostarczonego rurociągami produktu. Rozwiązanie to integruje w sobie **szereg innowacyjnych technologii**, takich jak: specjalne włókna światłowodowe, ochronne pokrycia metalowe czy też technologię trwałego łączenia światłowodów z innymi materiałami. Rozwiązanie to pozwala na wykonywanie pomiarów w ekstremalnie wysokich temperaturach: sięgających nawet do +1000°C oraz bardzo niskich temperaturach: do -200°C.

# ŚWIATŁOWODOWE CZUJNIKI GAZÓW

Możliwość dokładnego pomiaru nawet najmniejszych ilości trujących i szkodliwych gazów jest bardzo potrzebna w przemyśle. **Dlaczego?**

## SIARKOWODÓR

Siarkowodór jest gazem, który może występować w **kopalniach podziemnych**, w szczególności może towarzyszyć pokładom węgla oraz rudom metali, m.in. miedzi. Badanie obecności siarkowodoru w kopalniach ma bardzo duże znaczenie, gdyż **gaz ten stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia i życia górników**. Przekroczenie dopuszczalnych stężeń może wywoływać ciężkie powikłania, a w przypadku bardzo wysokich stężeń już pojedynczy wdech **może okazać się śmiertelny**. W górnictwie istnieje więc potrzeba prowadzenia pomiarów bardzo niskich stężeń siarkowodoru wewnątrz wąskich odwiertów wykonywanych w ścianach. Pozwoli to na wcześniejszą reakcję na zagrożenie oraz planowanie prac górniczych tak, by tego zagrożenia uniknąć. W chwili obecnej nie ma na rynku urządzeń, które miałyby wymiary pozwalające na umieszczenie ich w tak małych otworach. Ponadto działanie tych mierników, które są dostępne komercyjnie, oparte jest na technologiach elektronicznych, i nie są one w stanie wykrywać niskich stężeń gazu. Czujniki siarkowodoru potrzebne są także w innych dziedzinach, takich jak uzdatnianie ścieków, przemysł chemiczny oraz rolnictwo.

## METAN

Metan jest gazem powszechnie wykorzystywanym w wielu gałęziach gospodarki, do których zaliczyć można **przemysł wydobywczy, energetykę oraz przemysł chemiczny**. Metan jest głównym składnikiem gazu ziemnego, który używany jest do celów energetycznych, ale inne jego składniki mogą być wykorzystywane do syntezy polimerów oraz różnych substancji chemicznych. W każdym z tych przypadków kluczowe jest **monitorowanie na bieżąco składu używanego gazu**, a przede wszystkim badanie zawartości metanu, od którego zależy kaloryczność gazu. Do tych celów potrzebne są specjalne czujniki metanu, pozwalające na pomiar tego gazu przy wysokich stężeniach i ciśnieniach, które nie niosą za sobą **ryzyka wywołania eksplozji**. Ponadto czujniki metanu często są używane dla potrzeb bezpieczeństwa do monitorowania stanu powietrza w pobliżu możliwych źródeł metanu, takich jak gazociągi lub instalacje gazowe. Istotna jest wtedy możliwość wykrywania niskich stężeń metanu, poniżej jego progu wybuchowości.

Warto także zwrócić uwagę, że jednym z głównych źródeł metanu w atmosferze jest rolnictwo i tam również występuje potrzeba monitorowania jego stężenia, w szczególności w miejscach hodowli zwierząt.

## DWUTLENEK WĘGLA

Dwutlenek węgla **jest jednym z gazów cieplarnianych** (gazów, które stanowią jedną z przyczyn efektu cieplarnianego). W dużych ilościach jest również bardzo niebezpieczny dla ludzi, potrafi być zabójczą trucizną. Dwutlenek węgla jest **ubocznym produktem w wielu branżach**, powstaje m.in. w wyniku spalania, a więc dzięki monitoringowi jego stężenia możliwa jest detekcja pożarów, co jest szczególnie istotne **w miejscach zagrożonych wybuchem**. Często takie warunki nie pozwalają na instalację tradycyjnych urządzeń pomiarowych, które nie pracują poprawnie np. przy zbyt wysokich temperaturach. Ponadto warto wspomnieć, że dwutlenek węgla jest również produktem fermentacji czy oddychania, zatem jego detekcja może służyć również w innych obszarach np. w rolnictwie.

# ŚWIATŁOWODOWE CZUJNIKI GAZÓW

Fotonika światłowodowa umożliwia prowadzenie pomiarów w bardzo zróżnicowanych warunkach. Możliwe jest wykrywanie zarówno wysokich, jak i niskich stężeń gazów, co pozwoli na stosowanie czujników zarówno w przemyśle ciężkim i energetyce, gdzie z reguły pożądane jest badanie wysokich stężeń, jak i dla potrzeb bezpieczeństwa, gdzie istnieje konieczność wykrywania niskich stężeń. Istotną wartością dodaną czujników światłowodowych jest to, że **pomiar stężenia gazu odbywa się bez udziału prądu elektrycznego w miejscu pomiaru**, dzięki czemu **nie występuje ryzyko iskrzenia**. Atut ten istotnie poszerza spektrum zastosowań czujników światłowodowych w stosunku do konwencjonalnych. Dzięki wyeliminowaniu ryzyka iskrzenia, a dzięki temu ryzyka wybuchu, czujniki nie muszą być instalowane w specjalnych obudowach, co znacząco redukuje ich koszt. Jedną z najważniejszych zalet czujników światłowodowych jest **możliwość prowadzenia pomiarów w wielu punktach z zastosowaniem systemu czujnikowego** zasilanego w danym miejscu, co istotnie obniża cenę rozwiązania w przeliczeniu na jeden czujnik. **Pomiar światłowodowy można także prowadzić na odległość w strefach szczególnego zagrożenia**, co nie jest możliwe w wypadku czujników elektrycznych, gdyż tam należy doprowadzić prąd aż do miejsca pomiaru.

Ponadto fotonika światłowodowa pozwala na zmniejszenie wymiarów czujnika tak, by mógł **zmieścić się w otworach o średnicy nawet kilku milimetrów**. Dzięki fotonicznemu czujnikowi będzie możliwe wykrywanie obecności gazu w np. ścianach kopalni, co pozwoli na zaplanowanie prac górniczych w taki sposób, by nie wchodzić w obszary, w głębi których istnieje ryzyko obecności większych ilości gazu. Przełoży się to na duże oszczędności związane z mniejszymi przestojami pracy ludzkiej oraz drogiego sprzętu. W innych dziedzinach można wykorzystać brak zagrożenia uszkodzeniem w wyniku korozji czujnika fotonicznego, co stanowi dużą zaletę w porównaniu do czujników elektrycznych, mających krótki czas życia w ciężkich warunkach. Ponadto możliwe jest wykonanie **szczegółowych pomiarów, dokładnie opisujących dany obszar, łącznie z informacją na temat temperatury oraz wilgotności danego miejsca**. Przekłada się to na pełne zabezpieczenie miejsc narażonych na wybuchy, a w razie zagrożenia – **pozwala na dokonanie możliwie szybkiej interwencji a dzięki temu ograniczenie strat finansowych**.



## CZUJNIK SIARKOWODORU

Czujnik siarkowodoru wyposażony jest w specjalny materiał fotoniczny, który zmienia swoje właściwości optyczne w wyniku kontaktu z gazem. Opracowana technologia pozwala wykrywać w ten sposób nawet **bardzo niskie stężenia siarkowodoru**. Światłowody służą do badania właściwości materiału fotonicznego i pozwalają na przeprowadzanie pomiaru na odległość. Dzięki temu możliwe jest używanie czujnika **do badania miejsc trudno dostępnych, w tym głębokich odwiertów**. W chwili obecnej nie ma na rynku żadnych urządzeń pozwalających na prowadzenie pomiarów w podobny sposób. Czujnik może być również wykorzystywany w innych niż górnictwo zastosowaniach, gdzie istotne są kompaktowe wymiary, możliwość wykrywania niskich stężeń siarkowodoru oraz przydatność do pracy w ciężkich warunkach.

## CZUJNIK METANU

Czujnik metanu stworzony jest na bazie światłowodów specjalnych, których dedykowana konstrukcja pozwala na bezpośrednią interakcję światła wprowadzonego do czujnika z otaczającym go gazem. Obecność metanu wpływa na ilość światła wychodzącego z czujnika. Światło pochodzące ze źródła można podzielić na kilka czujników, co pozwala znacząco zredukować koszt urządzenia, więc może być ono nie tylko bezpieczniejsze, ale także i tańsze od dotychczas wykorzystywanych czujników elektronicznych. Czujnik można dostosować do działania **nie tylko przy zarówno wysokich, jak i niskich stężeniach metanu, ale także przy różnych wartościach ciśnienia**. Dzięki temu czujnik spotyka się z szerokim zainteresowaniem w wielu gałęziach przemysłu.

## CZUJNIK DWUTLENKU WĘGLA

Opracowywany innowacyjny czujnik dwutlenku węgla wykorzystuje światłowody dostarczające światło do fotonicznych materiałów reagujących zmianą swoich właściwości optycznych wraz ze zmianą stężenia gazu. Oprócz tego czujnik **jest w stanie monitorować jednocześnie i niezależnie temperaturę oraz wilgotność otoczenia**. Ponadto niewielki rozmiar światłowodów umożliwia umieszczenie kilku czujników na bardzo małej powierzchni. Czujnik jest przystosowany do pracy w warunkach zagrożenia wybuchem oraz agresywnych chemicznie dzięki zastosowaniu specjalnej powłoki ochronnej. W porównaniu do urządzeń elektronicznych jest odporny na zakłócenia elektromagnetyczne, jest beziskrowy oraz nie wymaga źródła zasilania w miejscu pomiaru.

## ŚWIATŁOWODOWY CZUJNIK MIKRODRGAŃ

Urządzenia służące do wykrywania drgań skorupy ziemskiej, wywołanych wstrząsami naturalnymi i sztucznymi są **podstawowymi narzędziami do ochrony ludzkiego życia i konstrukcji** w miejscach szczególnie zagrożonych wstrząsami. Do takich miejsc należą zarówno **tereny naziemne** (budynki mieszkalne, mosty, konstrukcje), jak i **podziemne** (kopalnie). Obecnie wyzwaniem w dziedzinie sejsmografii jest problem zasilania urządzeń wykrywających drgania i przesłanie wygenerowanej informacji na znaczne odległości od punktu pomiarowego. Bardzo często występuje konieczność wykorzystania czujników drgań pod ziemią, co wyklucza technikę radiową, a przy stosowaniu urządzeń elektronicznych problem stanowią pojawiające się zakłócenia, szumy oraz duże straty i opóźnienia w przesyłaniu danych. Powoduje to znaczne trudności w interpretacji i analizie odczytów z rozproszonych urządzeń pomiarowych.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Dzięki światłowodowemu czujnikowi możliwy jest znacznie bardziej dokładny i wiarygodny pomiar. Jego zaletą jest to, że **nie wymaga on zasilania w miejscu dokonywania pomiaru**, a przesyłanie danych między poszczególnymi punktami pomiarowymi za pomocą światłowodów gwarantuje **brak opóźnień, eliminację szumów oraz odporność na zakłócenia**. Wiarygodna informacja i pewność pomiaru wpływają bezpośrednio na **bezpieczeństwo monitorowanych konstrukcji, mostów, budynków oraz kopalni i w razie potrzeby umożliwiają natychmiastową ewakuację ludzi z zagrożonych rejonów**.

Czujnik gwarantuje wysoką dokładność pomiaru drgań, szybkość transmisji oraz bardzo dobrą czułość pomiarów w obszarze **aż do 25 km od centrum analizy danych**. Transmisja informacji z prędkością światła powoduje zebranie danych pomiarowych umożliwiających trafną analizę w zakresie: czasu wystąpienia, dokładnej lokalizacji oraz przebiegu i charakteru wstrząsu. **Zostaje więc przeprowadzona pełna analiza wstrząsu, pozwalająca nie tylko na przeprowadzenie szybkiej akcji ewakuacyjnej, ale również umożliwiająca na lepsze rozpoznanie występujących zjawisk**.

## CZUJNIK POMIARU ZMIAN PRZEMIESZCZENIA

Liczne konstrukcje poddawane są działaniu sił zewnętrznych, wibracji czy zmian temperatury, które powodować mogą **niepożądane zniekształcenia i w konsekwencji – poważne uszkodzenia**. Do konstrukcji takich należą m.in. mosty, budynki, tunele, rurociągi. Aby uniknąć uszkodzeń, stosuje się mechanizmy, które redukują niepożądane zjawiska, takie jak naprężenia mechaniczne i drgania. Mechanizmy te często nie są wyposażone w systemy pomiarowe badające zmiany przemieszczenia różnych elementów konstrukcyjnych. Istnieje więc wysokie zapotrzebowanie na urządzenie czy sieć urządzeń pozwalających na automatyczny, zdalny pomiar wspomnianych przemieszczeń, ponieważ bez tego mosty, budynki, tunele czy rurociągi narażone są na wystąpienie szkód, stwarzając zagrożenie dla ludzi i okolicznej infrastruktury.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Fotonika pozwala na wykonywanie dokładnych pomiarów zmian przemieszczenia bez konieczności fizycznego dostępu do maszyn kompensujących drgania i naprężenia czy innych elementów konstrukcyjnych podlegających przemieszczeniom. Dzięki fotonicznemu pomiarom możliwe jest wykonanie skutecznego monitoringu przemieszczeń elementów konstrukcji, co zapewnia **stałe monitorowanie stanu infrastruktury oraz reakcję w odpowiednim momencie, która przekłada się na minimalizację ewentualnych strat**.

Proponowany czujnik umożliwia zdalny pomiar bez konieczności doprowadzania zasilania do obszaru pomiarowego. Ponadto możliwa jest analiza danych w miejscach znacznie oddalonych od samych mechanizmów redukujących naprężenia czy elementów konstrukcji podlegających przemieszczeniom. Dzięki zastosowaniu technologii światłowodowej czujnik taki zintegrowany jest z urządzeniem i w momencie jego pracy będzie w stanie mierzyć aktualny stopień przemieszczenia. Rozwiązanie to pozwala na **zbudowanie kompletnej sieci czujnikowej**, gdzie wszystkie dane zbierane są na jednym urządzeniu pomiarowym, dokonującym automatycznej analizy i informującym o potencjalnym zagrożeniu.

# ŚWIATŁOWODOWY CZUJNIK ZGIĘĆ DEDYKOWANY ROBOTOM PRZEMYSŁOWYM I MEDYCZNYM

## ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

W przemyśle powszechnie stosowane są roboty, które stały się niezbędne wszędzie tam, gdzie potrzebna jest wyjątkowa siła i precyzja. Dostępne roboty przemysłowe charakteryzują się dużą wagą ze względu na konieczność dużej sztywności ramion, co przekłada się na precyzyjność określenia położenia końcówki ramienia robota, jednak skutkuje ograniczeniem szybkości ruchów. Ponadto wymagane jest umieszczenie robotów w klatkach zapewniających bezpieczeństwo ludzi pracujących w bliskiej odległości od robotów. **Szybkość działania jest dla przemysłu niezbędna aby zachować wysoką efektywność procesu**, dlatego należy zadbać o to, by roboty przemysłowe były lekkie i sprawne oraz by praca przy nich była bezpieczna.

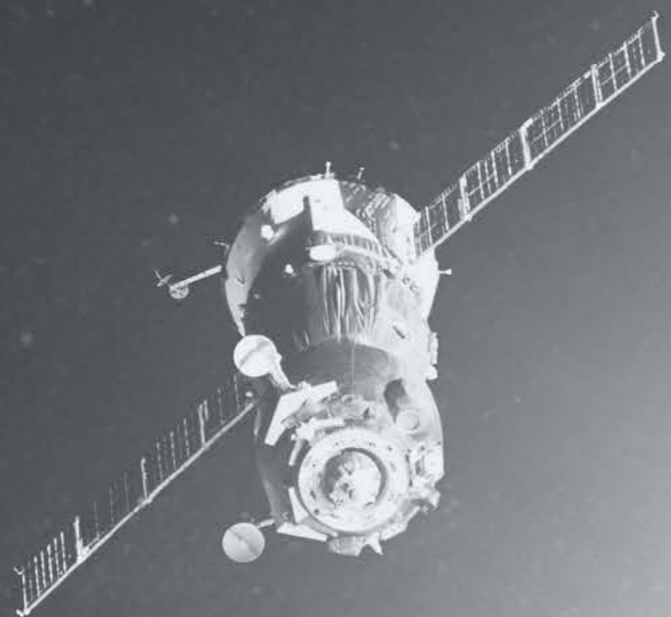
## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Wykorzystanie fotoniki światłowodowej umożliwia przyspieszenie pracy robotów przemysłowych, a także czyni ją możliwą w bliskim otoczeniu człowieka, co jest bardzo atrakcyjne ze względu na usprawnienie prac produkcyjnych. Przekłada się to na możliwość lepszego zagospodarowania przestrzeni roboczej w fabrykach, ponieważ odpowiednio kontrolowane maszyny nie potrzebują klatek i nie zajmują tak wiele miejsca. Ponadto inne zalety fotoniki światłowodowej: mała waga, niewielki rozmiar, brak iskrzenia, możliwość integracji w różnych materiałach i wiele innych, przyczyniają się do zwiększenia efektywności prowadzonych przez roboty prac oraz zwiększenia ich bezpieczeństwa.

Dzięki wykorzystaniu światłowodowych czujników zgięć możliwe jest przyspieszenie ruchów robotów przy zachowaniu ich ogromnej precyzji poprzez wytworzenie ruchomych elementów (np. ramion robotów) o lżejszej konstrukcji i większej elastyczności, np. przy użyciu materiałów kompozytowych wraz z zintegrowanym czujnikiem światłowodowym. Czujnik ten wykonany jest na bazie włókna o innowacyjnej strukturze, dzięki której możliwe jest rozróżnienie kąta wygięcia oraz jego kierunku w całym zakresie kątów (0-360°). Światłowodowy czujnik zgięć może zostać również wykorzystany w medycynie dzięki swojej małej wadze, małym rozmiarom oraz możliwościom określania nie tylko kąta wygięcia, ale również kierunku. Ponadto światłowodowy czujnik zgięć zapewnia bezpieczeństwo pracy, brak iskrzenia oraz umożliwia zdalny pomiar do kilku kilometrów, ponieważ pomijalny jest wpływ długości kabla pomiarowego na wynik pomiarów.

*Należy zwrócić uwagę, że roboty są stosowane nie tylko w przemyśle ciężkim, precyzyjnym ale również w medycynie. Szczególnie w tej branży precyzja i niezawodność sprzętu stawiana jest na pierwszym miejscu, ponieważ niejednokrotnie zależy od niej zdrowie, a nawet i życie, pacjentów.*





” Wykorzystanie światłowodów specjalnych, umożliwiających pomiary i zintegrowanych z materiałami kompozytowymi pozwala na otrzymanie tzw. *inteligentnych materiałów*.

# PRZEMYSŁ TRANSPORTOWY I KOSMICZNY

Przemysł środków transportu zajmuje się produkcją pojazdów do transportu osób i towarów, takich jak samochody, samoloty, lokomotywy, statki. W ostatnich dekadach nastąpił przyspieszony rozwój technologii do zastosowań w przestrzeni kosmicznej.

## PRODUKTY

Światłowody przeznaczone do integracji z **materiałami kompozytowymi** - tworzenie tzw. *inteligentnych materiałów*

Rozłożony czujnik **temperatury maszyn, urządzeń silnikowych** czy akumulatorów/baterii

System monitorowania **stanu szyn**

Światłowod do wzmacniania sygnału optycznego w **zastosowaniach kosmicznych**

## ŚWIATŁOWODY PRZEZNACZONE DO INTEGRACJI Z MATERIAŁAMI KOMPOZYTOWYMI - TWORZENIE TZW. INTELIGENTNYCH MATERIAŁÓW

Materiały kompozytowe na bazie np. PVC lub włókien węglowych czy szklanych są obecnie powszechnie stosowane w wielu różnych dziedzinach przemysłu. Dzięki takim ich właściwościom jak: **trwałość, wytrzymałość, możliwość formowania wymaganych kształtów** stanowią bardzo dobry materiał do wytwarzania stabilnych, lekkich i bardzo mocnych elementów konstrukcyjnych. Wykorzystuje się je między innymi przy tworzeniu nowoczesnych środków transportu, samochodów czy samolotów. Aktualny trend rynku polega na przechodzeniu z cyklicznych przeglądów podzespołów na **stały monitoring ich stanu zużycia**. Polega to na dokonywaniu ciągłego pomiaru parametrów konstrukcji, cyklu jej życia oraz detekcji ewentualnych uszkodzeń. Znacząco wpływa to na **poprawę bezpieczeństwa i obniżę koszty wytwarzania oraz eksploatacji maszyn**.

### FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Wykorzystanie światłowodów specjalnych, umożliwiających pomiary i zintegrowanych z materiałami kompozytowymi pozwala na otrzymanie tzw. **inteligentnych materiałów**. Pozyskiwanie informacji na temat aktualnego stanu konstrukcji czy jej elementów pozwala na obniżenie kosztów operacyjnych poprzez m.in. **zmniejszenie liczby przeglądów i przestojów** pojazdów czy statków powietrznych, dzięki serwisowaniu ich dokładnie wtedy, gdy jest to konieczne, tzn. gdy występuje potencjalne zagrożenie wystąpienia uszkodzenia. Jednocześnie możliwe jest **monitorowanie procesów starzeniowych**, co pozwala na lepsze poznanie wykorzystywanych materiałów i odpowiednie modyfikowanie ich przy tworzeniu kolejnych generacji. Precyzja pomiaru stopnia uszkodzeń przekłada się na **wzrost bezpieczeństwa oraz obniżenie kosztów** związanych z zużyciem materiałów.

*Inteligentne materiały* dostarczają kontrolerom informacji na temat stanu ich struktury w czasie rzeczywistym podczas rutynowej pracy urządzeń. Jest to możliwe dzięki wykorzystanym przy ich produkcji **światłowodów specjalnych, które są zintegrowane z materiałem w sposób nierozdzielny**. Jest to możliwe dzięki temu, że światłowody mają małe rozmiary i małą masę, a jednocześnie są wytrzymałe mechanicznie na rozciąganie. Ponieważ światłowod jest łączony z materiałem kompozytowym w czasie produkcji, **możliwe jest wdrożenie produkcji masowej materiałów inteligentnych**. Światłowod taki wykorzystany może być jako czujnik światłowodowy służący do realizacji pomiaru naprężeń, obciążenia termicznego, drgań. Pozwala to na natychmiastowe wykrywanie przekroczeń poziomów bezpieczeństwa i zapobieganie niebezpiecznym sytuacjom. Zastosowanie czujników światłowodowych niesie za sobą szereg korzyści: brak konieczności zasilania w miejscu pomiaru, pomijalny wpływ na masę i kształt mierzonego elementu, możliwość pomiaru na całej długości włókna, odporność na zakłócenia i bardzo dużą dokładność pomiarów.



# ROZŁOŻONY CZUJNIK TEMPERATURY MASZYN, URZĄDZEŃ SILNIKOWYCH CZY AKUMULATORÓW/ BATERII

## ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Coraz częściej stawiamy na nowoczesne środki transportu – szybkie koleje, samoloty, ekologiczne samochody. **Nie jest to zwykły trend, ale realna troska o środowisko i wyczerpujące się surowce naturalne.** Przyszłość transportu opiera się na nowych typach maszyn, ponieważ – poza dobrym wpływem na nasze otoczenie – **są one źródłem oszczędności**, z którego coraz częściej korzystają np. nowoczesne środki transportu miejskiego. Obecnie stosowane systemy monitorowania temperatury ich układów napędowych czy baterii nie są w stanie określić dokładnego miejsca przegrzania. Powoduje to częstsze niż zamierzone przestoje w użytkowaniu maszyny i zmniejsza jej bezpieczeństwo. W obecnym na światowym rynku trendzie polegającym na przejściu z cyklicznych przeglądów na rzecz monitorowania stanu urządzeń i jednostek napędowych pomiar temperatury w czasie ich pracy jest jednym z kluczowych elementów zapewniających długą i bezawaryjną eksploatację.

## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Używając rozłożonego czujnika temperatury, wykorzystującego światłowody specjalne w zasilaniu i układzie napędowym danego środka transportu, użytkownik końcowy jest w stanie **w sposób precyzyjny określić, kiedy jest niezbędny kolejny przegląd i w jakim stopniu maszyna podlega zużyciu.** Pozwala to w sposób bardziej efektywny planować zarządzanie maszynami, a to z kolei wpływa na zmniejszenie kosztów eksploatacji floty.

Rozłożony czujnik temperatury składa się z małego urządzenia, interrogatora i światłowodu specjalnego rozmieszczonego w kluczowych obszarach. Zestaw taki umożliwia **monitorowanie temperatury w newralgicznych miejscach**, mających wpływ na parametry użytkowe pojazdów. Czujnik jest w stanie zmierzyć temperaturę z rozdzielczością przestrzenną rzędu centymetrów i **zobrazować rozkład temperatur.** Opracowany czujnik pozwala nie tylko na wykrywanie sytuacji awaryjnych, ale także na ciągły monitoring pracy urządzenia, co ma znaczenie dla **optymalizacji eksploatacji.** Dodatkowo daje to cenne informacje dla firm ubezpieczeniowych i serwisowych.



# SYSTEM MONITOROWANIA STANU SZYN

## ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

**W transporcie szynowym** temperatura oraz drgania są zasadniczym czynnikiem wpływającym na naprężenia w szynach kolejowych czy tramwajowych, a w konsekwencji, na bezpieczeństwo ruchu pojazdów szynowych. Zmiany temperatur powodują rozszerzanie i kurczenie metalu, **co może skutkować pęknięciami i złamaniami szyn.** Obecnie monitoring stanu szyn realizowany jest manualnie przez pracowników, którzy w określonych odstępach czasowych mierzą temperaturę szyn i na tej podstawie określają ryzyko wystąpienia uszkodzenia, nie mając przy tym możliwości monitoringu drgań oddziałujących na szyny, wywołanych przez przejeżdżające po nich pojazdy. Aby zwiększyć efektywność monitorowania szyn, należy **znacznie zwiększyć liczbę punktów pomiarowych, ograniczyć czas potrzebny na pomiar,** dążąc jednocześnie do tego, by rozwiązanie takie było opłacalne. W niektórych kolejach europejskich prowadzone są stałe, zautomatyzowane pomiary, jednak w większości wymagają one osobnego źródła energii, co ogranicza ich mobilność oraz zwiększa koszty instalacji tego typu urządzeń.

## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Z pomocą przychodzi fotonika światłowodowa, dzięki której możliwe jest usprawnienie diagnostyki technicznej stanu torów. W ten sposób zostają zredukowane koszty monitoringu oraz ewentualnych napraw spowodowanych awariami i ich konsekwencjami, jak np. odszkodowaniami. **Nowoczesna kolej to kolej działająca sprawnie, przewidująca zbliżające się zagrożenia i natychmiast na nie reagująca.**

Proponowane urządzenie bazuje na czujnikach światłowodowych służących do stałej diagnostyki toru. Pomiary takie są **w pełni zautomatyzowane i samoobsługowe.** Automatycznie pozyskane dane z pomiarów będą przesyłane do scentralizowanej bazy, w której na bieżąco dokonywana będzie ich analiza i w której **zapadać będzie decyzja o konieczności reakcji.** Kolejną zaletą wyróżniającą opisywane rozwiązanie jest fakt, że światłowód sam w sobie nie korzysta ze źródła energii – jedynie źródła światła oraz bazy nadawcze i odbiorcze potrzebują standardowego, aczkolwiek bardzo niewielkiego, zasilania. **Opisane rozwiązanie czujnikowe służy również do pozyskiwania większej wiedzy dotyczącej warunków eksploatacji infrastruktury torów, co może w przyszłości pomóc ją usprawnić.**



# ŚWIATŁOWÓD DO WZMACNIANIA SYGNAŁU OPTYCZNEGO W ZASTOSOWANIACH KOSMICZNYCH

## ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Stale rosnąca potrzeba przesyłania i przetwarzania na orbicie okołoziemskiej ogromnych ilości danych zmusza przemysł kosmiczny do poszukiwania rozwiązań pozwalających na istotne zwiększenie prędkości transmisji danych wewnątrz satelitów. Należy zwrócić uwagę, że **światłowody, które z powodzeniem są wykorzystywane na Ziemi często nie mogą być wykorzystywane w kosmosie** ze względu na niszczące promieniowanie kosmiczne. Dodatkowo, masa satelitów jest w tym przypadku kluczowym parametrem, ponieważ koszt wyniesienia na orbitę geostacjonarną, na której znajduje się większość satelitów telekomunikacyjnych, wynosi dziesiątki tysięcy dolarów za kilogram.

## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Specjalne włókna światłowodowe sprawiają, że możliwa jest **szybsza i efektywniejsza transmisja danych** w satelitach telekomunikacyjnych. Opracowany dzięki nim system jest lżejszy, efektywniejszy, a montaż urządzeń w strukturze satelity jest szybszy. Taki system jest niezawodny i może pracować znacznie dłużej od standardowego. Ponadto **lżejsza konstrukcja bezpośrednio przekłada się na zmniejszenie kosztów wyniesienia satelity na orbitę**.

Światłowód opracowany dla zastosowań kosmicznych jest **nieczuły na niszczące promieniowanie kosmiczne i czynniki zewnętrzne**, to jest silne pola magnetyczne czy duże i nagłe zmiany temperatury, które zagrażają standardowym metalowym przewodom używanym do przesyłania informacji. Innowacyjny światłowód aktywny dla wzmacniaczy optycznych jest światłowodem siedmiordzeniowym, co oznacza, że **przy zachowaniu rozmiarów standardowego włókna światłowodowego możliwe jest przesłanie nim siedmiokrotnie większej ilości informacji** (co daje znaczne zmniejszenie masy kabli poprzez ograniczenie ich ilości). Ponadto dzięki światłowodom aktywnym, wzmacnianie sygnału na orbicie może odbywać się w sposób całkowicie optyczny, bez konieczności konwersji na sygnał elektryczny, co dodatkowo upraszcza przetwarzanie informacji. Specjalny światłowód do komunikacji w kosmosie zaprojektowany został z myślą o wielowiązkowych satelitach telekomunikacyjnych i wszystkich zastosowaniach kosmicznych odznaczających się potrzebą bardzo dużej prędkości transmisji danych.

”  
**Światłowod wielordzeniowy jest rewolucyjnym rozwiązaniem. Pozwala na zwiększenie przepustowości sieci przynajmniej tyle razy, ile rdzeni posiada.**

# TRANSFER DANYCH

Telekomunikacja jest jedną z najważniejszych dziedzin nauki i techniki. Zajmuje się transmisją danych na odległość. Jej powstanie w ubiegłym stuleciu przyczyniło się do diametralnej zmiany naszego sposobu życia i funkcjonowania.

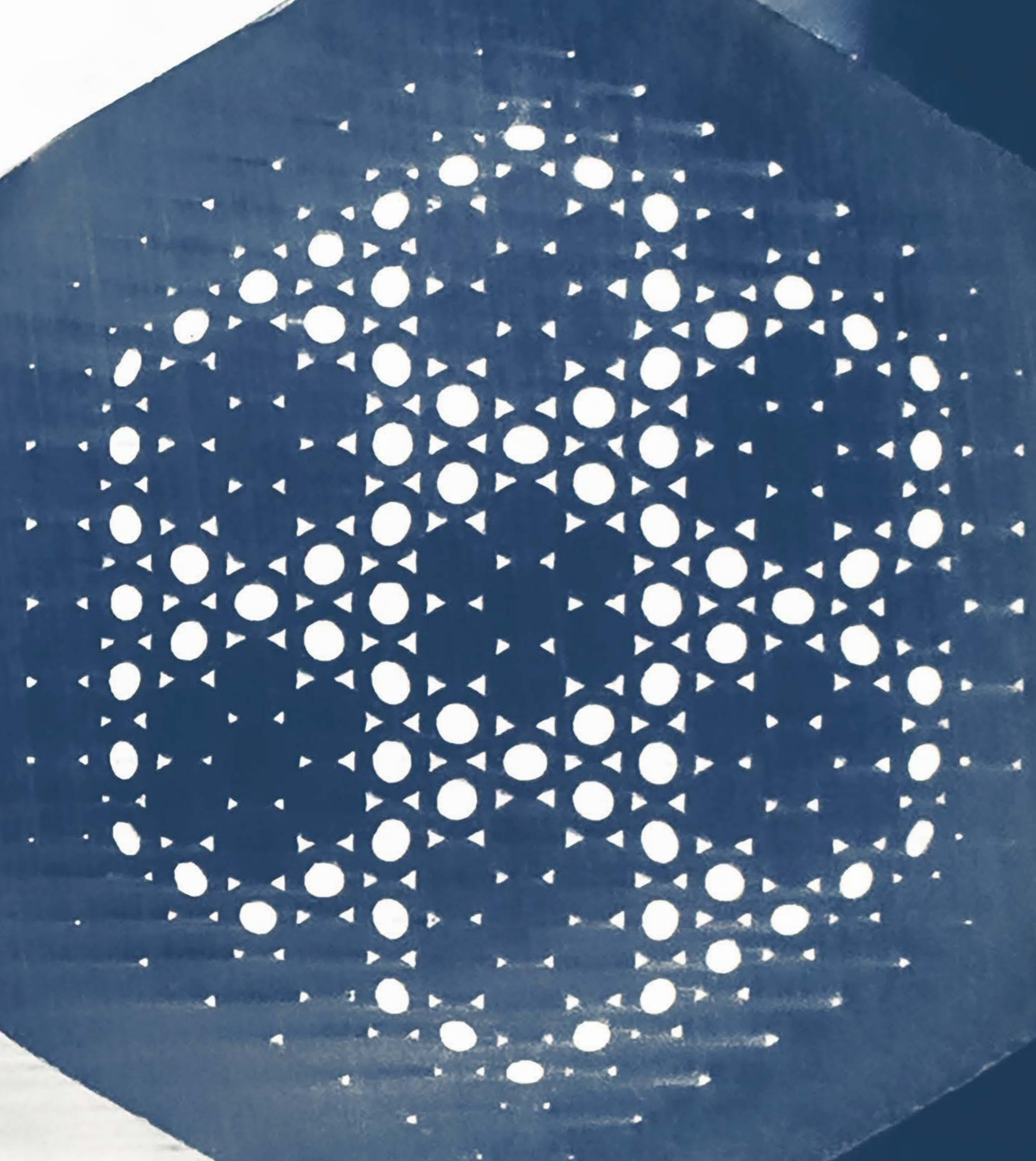
## PRODUKTY

**Światłowod wielordzeniowy**, umożliwiający skokowy wzrost ilości przesyłanych danych

**Moduł nadawczo-odbiorczy** do obsługi centrów danych na bazie światłowodów wielordzeniowych i dedykowanej macierzy laserów

**Światłowod kilkumodowy** dla sieci telekomunikacyjnych nowej generacji

Specjalny element światłowodowy (multiplexer modowy) do **zwiększenia liczby dostępnych kanałów transmisyjnych** w światłowodzie



**Rynek telekomunikacyjny jest jednym z najszybciej rozwijających się.** W związku z ciągłym wzrostem wymagań odbiorców na coraz szybsze połączenia komunikacyjne, z roku na rok średnio o 42% rośnie zapotrzebowanie na coraz szybszy przepływ danych w centrach danych. Dyktowane jest to m.in. przez technologie takie jak **Video on Demand** lub **Internet of Things** oraz przez **wzrost dostępu do informacji i usług poprzez urządzenia mobilne**. Powoduje to skokowy wzrost zapotrzebowania na przepustowość danych w sieciach telekomunikacyjnych, które w obecnej formie przestają nadążać za stawianymi im wymaganiami. Wymusza to ciągłą wymianę infrastruktury nadawczo-odbiorczej, mającej na celu wyjście naprzeciw zapotrzebowaniom klienta. **Obowiązujący obecnie standard 40G lub 100G zostanie niebawem zastąpiony standardami 100G czy 400G.** Najprostszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie kabli z większą ilością światłowodów, nie jest to jednak możliwe, ponieważ infrastruktura, szczególnie w większych aglomeracjach, nie jest w stanie pomieścić tak dużej ilości kabli. **Aby osiągnąć zamierzone cele, należy w najbliższym czasie podjąć zdecydowane kroki i zmodernizować znane dotychczas technologie i stworzyć nowe rozwiązania.**

Fotonika światłowodów specjalnych oferuje rozwiązanie **zgodne z trendem miniaturyzacji**, które umożliwia obniżenie kosztów sieci. **Jest ono realizowane poprzez ograniczenie niezbędnej przestrzeni centrów danych**, zachowanie dotychczasowej architektury sieci, stosowanie tanich komponentów i przede wszystkim – wdrożenie innowacji w przemysł. Proponowane rozwiązania **zwiększają przepustowość danych pojedynczego łącza światłowodowego kilkukrotnie czy kilkunastokrotnie, a nawet kilkudziesięciokrotnie, bez konieczności zastępowania istniejącej infrastruktury urządzeń nadawczo-odbiorczych.** Są to technologie przyszłości, które odpowiadają na wciąż rosnące zapotrzebowanie na przepływ informacji w sieciach telekomunikacyjnych. Spowoduje to zmniejszenie kosztów położenia kabla światłowodowego i zmniejszenie niezbędnej infrastruktury w przeliczeniu na dostępny kanał telekomunikacyjny. **Końcowy użytkownik łącza telekomunikacyjnego otrzyma wyższą jakość usługi za niższą cenę.**

## ŚWIATŁOWÓD WIELORDZENIOWY, UMOŻLIWIAJĄCY SKOKOWY WZROST ILOŚCI PRZESYŁANYCH DANYCH

Światłowod wielordzeniowy jest rewolucyjnym rozwiązaniem. **Pozwala on na zwiększenie przepustowości przynajmniej tyle razy, ile rdzeni posiada** (aktualnie dostępne są opcje włókien o 7 i 19 rdzeniach). Oznacza to, że **jeden taki światłowod może zastąpić 7 (lub 19) standardowych włókien**, co zdecydowanie obniża koszty przesyłu danych. **Parametry transmisyjne oraz wymiar światłowodu wielordzeniowego są zgodne z przyjętymi wymaganiami dla telekomunikacyjnych światłowodów standardowych**, dzięki czemu idealnie dopasowują się one do współczesnej architektury sieci i niemalże z dnia na dzień mogą być do niej dołączone.

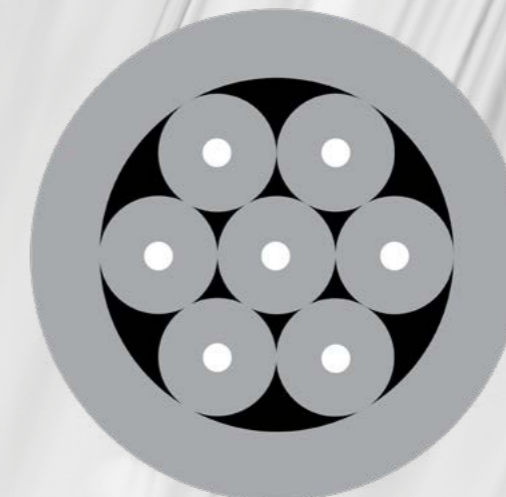
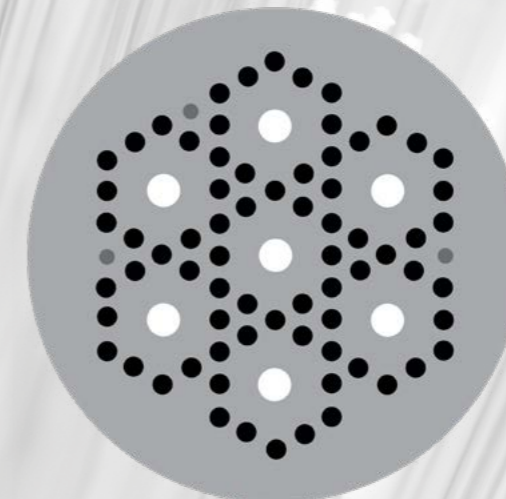
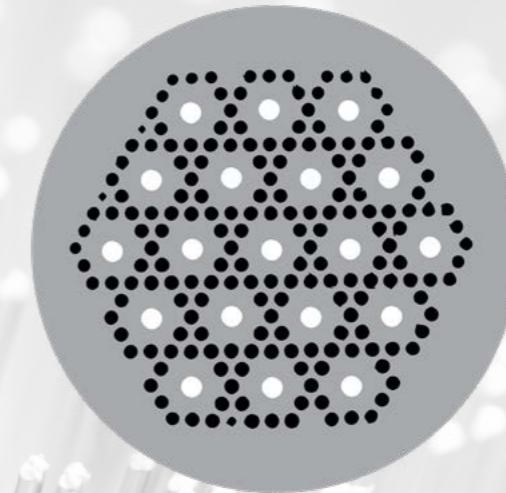
Sygnal do światłowodu wielordzeniowego może być nadawany przez dedykowany komponent typu **fan-in/fan-out**. Komponenty te umożliwiają łączenie włókna wielordzeniowego z dotychczas stosowanymi światłowodami standardowymi, a więc – włączenie nowego światłowodu w istniejące już sieci transmisyjne. Sygnały od użytkownika wysyłane są za pośrednictwem siedmiu światłowodów standardowych. Fan-in łączy je ze światłowodem wielordzeniowym, dzięki czemu każdy sygnał nadawany jest osobnym rdzeniem/kanalem włókna specjalnego. Na wyjściu wykorzystywany jest bliźniaczy komponent, fan-out, który wyprowadza przesyłane sygnały ze światłowodu wielordzeniowego do światłowodów standardowych.

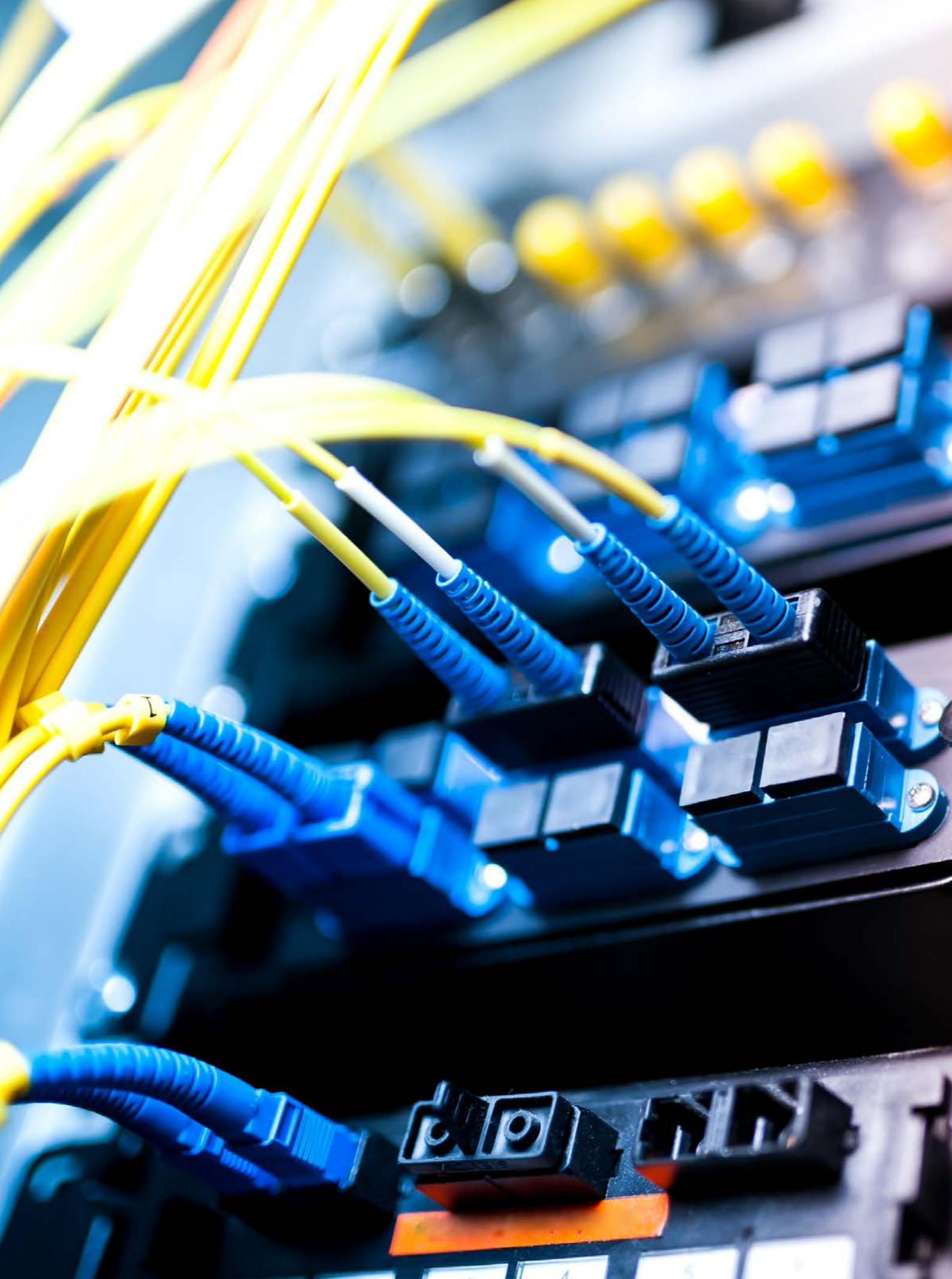
## MODUŁ NADAWCZO-ODBIORCZY DO OBSŁUGI CENTRÓW DANYCH NA BAZIE ŚWIATŁOWODÓW WIELORDZENIOWYCH I DEDYKOWANEJ MACIERZY LASERÓW

Moduły nadawczo-odbiorcze są powszechnie stosowanymi urządzeniami, które służą połączeniom między serwerami w centrach przetwarzania danych. Moduły te są jednym z podstawowych elementów centrów danych, a **ich możliwości przesyłowe wpływają na działanie całego centrum danych**.

Opracowywany na bazie specjalnych światłowodów moduł nadawczo-odbiorczy w sposób bezpośredni **zaspokaja potrzeby operatorów centrów danych, umożliwiając kilkukrotne przyspieszenie transferu informacji**. Podniesienie parametrów użytkowych przy porównywalnych kosztach i możliwości zachowania dotychczasowej infrastruktury sieci transmisyjne daje wymierne oszczędności dla odbiorcy.

Dzięki zastosowaniu światłowodów wielordzeniowych klient w ramach zbliżonej ceny uzyskuje wielokrotne zwiększenie przepływności danych w takiej samej jednostce przestrzeni serwerowej. **Do opisanego włókna opracowano dedykowaną macierz laserów typu VCSEL**, które są powszechnie stosowanym w branży tanim źródłem światła. Dzięki niemu możliwe jest dołączenie światłowodu wielordzeniowego bezpośrednio do istniejących już urządzeń. Ponieważ **źródło to w postaci macierzy laserów dostosowane jest do opracowanego światłowodu wielordzeniowego, to maksymalnie wykorzystuje jego właściwości transmisyjne**.





## ŚWIATŁOWÓD KILKUMODOWY DLA SIECI TELEKOMUNIKACYJNYCH NOWEJ GENERACJI

**Światłowód kilkumodowy** składa się z pojedynczego włókna światłowodowego zawierającego jeden rdzeń propagujący kilka sygnałów optycznych. Specjalnie opracowane włókno światłowodowe wykorzystuje charakter sygnałów optycznych wynikający z falowej natury światła, **umożliwiając jednoczesną transmisję danych kilkoma kanałami w tym samym fizycznym obszarze rdzenia**. Dodatkowo, wykorzystując opatentowaną technologię światłowodów wielordzeniowych, światłowody kilkumodowe potencjalnie **zwiększają przepustowość danych nawet 100-krotnie** poprzez maksymalne zagęszczenie sygnału w pojedynczym włóknie światłowodowym w istniejącej infrastrukturze telekomunikacyjnej. W każdym rdzeniu światłowodu wielordzeniowego można stworzyć po kilka kanałów transmisyjnych, co przekłada się na ogromne oszczędności. Dzięki zastosowaniu opracowanych urządzeń nadawczo-odbiorczych możliwe będzie wdrożenie rozwiązania do istniejących już sieci.

## SPECJALNY ELEMENT ŚWIATŁOWODOWY (MULTIPLEKSER MODOWY) DO ZWIĘKSZANIA LICZBY DOSTĘPNYCH KANAŁÓW TRANSMISYJNYCH W ŚWIATŁOWODZIE

Dzięki zastosowaniu światłowodów specjalnych możliwe jest stworzenie nowego rodzaju elementu światłowodowego typu multiplexer. **Dzięki niemu operator sieci będzie w stanie zwiększyć wielokrotnie liczbę dostępnych kanałów transmisyjnych w światłowodzie**. W znaczny sposób obniży to koszty utrzymania sieci, a w szczególności jego instalacji w sieciach miejskich. Aktualnie zwielokrotnianiu sygnałów w sieciach służy popularna metoda WDM (Wavelength Division Multiplexing). Jednak możliwości tej metody powoli się wyczerpują.

Multiplexer modowy jest podstawowym narzędziem przyszłych sieci światłowodowych. **Zwielokrotnianie liczby kanałów powstaje przy wykorzystaniu poszczególnych modów światłowodu kilkumodowego** – każdy mod służy tu jako osobny kanał informacyjny. Pozwala to na skorzystanie z większej liczby kanałów dostępnych w światłowodach kilkumodowych, które będą zastępować obecnie używane światłowody standardowe (które są jednomodowe, a więc istnieje w nich możliwość transmisji tylko jednym modem). Urządzenie charakteryzuje kompaktowy rozmiar oraz wysoka selektywność adresowania wybranych kanałów transmisyjnych.

# RYNEK ROZWIĄZAŃ OPTYCZNYCH

Rynek ten skupia urządzenia budowane na bazie optyki, które mają na celu służyć dalszym gałęziom przemysłu. Należą do nich m.in. precyzyjne urządzenia pomiarowe czy specjalne źródła światła, wśród których wyróżnić należy te najbardziej w ostatnich latach rozwijane, czyli lasery wysokiej mocy.

## PRODUKTY

Urządzenie do ultraszybkiego i **precyzyjnego pomiaru elementów optycznych**

Innowacyjne źródło szerokopasmowe na **zakres podczerwieni dla nowoczesnych systemów pomiarowych**

**Niskokosztowe** półprzewodnikowe źródła światła do wykorzystywania w **czujnikach światłowodowych**

**Światłowody specjalne** dla laserów wysokiej mocy

Specjalny element światłowodowy (sprzęgacz typu **pompa-sygnal**) dla laserów wysokiej mocy

” Naprzeciw potrzebom przemysłu wychodzą lasery światłowodowe, które w ciągu ostatnich 15 lat zrewolucjonizowały rynek.

# URZĄDZENIE DO ULTRASZYBKIEGO I PRECYZYJNEGO POMIARU ELEMENTÓW OPTYCZNYCH

## ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

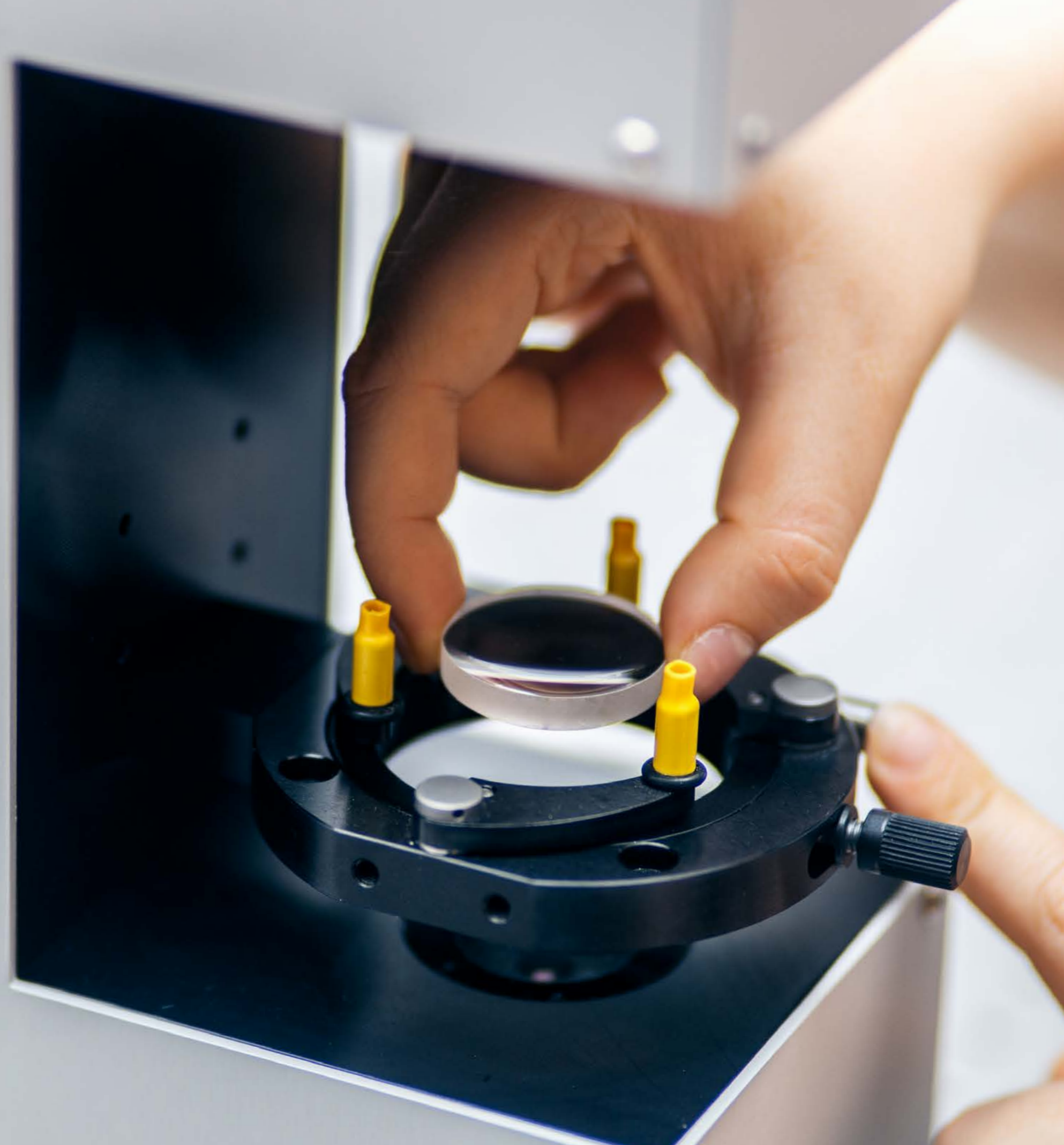
**Produkcja soczewek**, których zastosowanie w m.in. optoelektronice jest bardzo szerokie, **wymaga ogromnej precyzji i jest dużym wyzwaniem dla ich twórców**. Ze względu na specyfikę ich budowy **pomiar soczewek jest bardzo utrudniony** i często trwa nawet do kilkunastu minut, co jest zbyt długim czasem dla przemysłu. Każda wykonana soczewka musi spełniać restrykcyjne normy. W stosowanych dotychczas metodach pomiarowych soczewka musi być bardzo precyzyjnie ułożona w aparaturze pomiarowej, co przekłada się na wydłużenie procesu jej pomiaru oraz wysokie koszty maszyn spełniających określone wymogi. Ponadto długi czas pomiaru elementów optycznych oznacza wysokie koszty procesu, a konsekwencją ich zmniejszania jest obniżenie jakości produkcji, ponieważ mierzone są pojedyncze egzemplarze soczewek zamiast wszystkich wyprodukowanych. Istnieje więc prawdopodobieństwo, że część z soczewek nie będzie spełniać norm i zostanie odrzucona przez odbiorcę.

## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Dzięki wykorzystaniu fotoniki światłowodowej możliwe jest wykonywanie większej liczby pomiarów w krótszym czasie, a w konsekwencji – **przyspieszenie i zmniejszenie kosztów produkcji**. Możliwe jest również **zmierzenie w sposób zautomatyzowany wymiarów wszystkich produkowanych elementów optycznych**, a nie, tak jak dotychczas, wybranej ich liczby, co zapewni najwyższą jakość wykonanego towaru, zmniejszenie liczby odrzuconych egzemplarzy, a więc również ograniczenie zwrotów przez odbiorcę. **Uzyskujemy tym samym niższą cenę produkcji, wraz z szybszym procesem i wysoką jakością towaru.**

Urządzenie do pomiaru grubości soczewek jest instrumentem optycznym, który umożliwia szybki, precyzyjny i bezdotykowy pomiar centralnej grubości soczewki. Jest ono bezpośrednią odpowiedzią na potrzeby przemysłu. Czas, który jest niezbędny na zmierzenie wymiaru pojedynczej soczewki, wynosi w tym przypadku zaledwie **kilkanaście sekund**, typowa **dokładność pomiaru to 5 mikrometrów**, a powtarzalność pomiaru wynosi przynajmniej 1 mikrometr (czyli 0,001 milimetra) – **tak precyzyjny pomiar w tak krótkim czasie jest czymś niespotykanym dotąd w branży**. Dzięki zastosowaniu innowacyjnej metody pomiarowej **nie jest konieczne precyzyjne ułożenie soczewki**. Opisywane rozwiązanie umożliwia zautomatyzowanie procesu oraz zintegrowanie urządzenia z linią produkcyjną poprzez zastosowanie dedykowanego modułu. **Urządzenie to jest niewielkie i umożliwia elastyczne dostosowanie go do konkretnego zapotrzebowania.**

Poza pomiarem szklanych soczewek możliwe jest również wykorzystywanie urządzenia do pomiaru grubości płytek płasko-równoległych, elementów wykonanych z kryształu oraz do pomiaru optycznych elementów polimerowych.



# INNOWACYJNE ŹRÓDŁO SZEROKOPASMOWE NA ZAKRES PODCZERWIENI DLA NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW POMIAROWYCH

## ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

W dobie innowacyjnych rozwiązań **elementy światłowodowe rozwijają się i działają w coraz szerszym przedziale długości fal**, co niesie za sobą potrzebę testowania ich w coraz szerszym zakresie optycznym, a tym samym w zakresie niekonwencjonalnym. Niemniej jednak rynek źródeł światła jest ograniczony pod względem wyboru zakresu optycznego. Z jednej strony, są źródła, które obejmują istotną część zakresu optycznego wymaganego do testu, ale często niewystarczającą do pełnej weryfikacji układu. Z drugiej strony, produkowane są źródła dla pełnego zakresu działania elementów optycznych, są one jednak zbyt kosztowne dla potencjalnego odbiorcy. Często w celu uzyskania odpowiedniego przedziału optycznego łączone są zestawy kilku źródeł, jednak zwiększenie ich liczby nadal nie jest rozwiązaniem optymalnym.

## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Naprzeciw potrzebom realizacji źródeł światła do testowania elementów światłowodowych wychodzi rozwiązanie wykorzystujące światłowody specjalne. **Proponowane źródło realizowane jest z myślą o dostosowaniu się do potrzeb klienta w obszarze wymaganego zakresu optycznego.** Rozwiązanie to niesie za sobą również znaczne obniżenie kosztów produkcji źródła światła względem obecnie dostępnych na rynku. Proponowane źródło światła jest odpowiedzią na bezpośrednie zapotrzebowanie przemysłu, a kilkukrotnie niższe koszty realizacji pozwolą na upowszechnienie rozwiązania na niezagospodarowanym obszarze rynku.

Światłowodowe źródło światła jest realizowane w oparciu o połączenie standardowych komponentów telekomunikacyjnych (co obniża znacząco koszt) z niekonwencjonalnymi światłowodami. Innowacyjny sposób realizacji źródła pozwala na **spełnienie zapotrzebowania klientów oraz umożliwia otwarcie na nowe obszary rynku z branży telekomunikacji i metrologii przemysłowej.** Dostosowanie się zakresem świecenia źródła do potrzeb klienta może być zrealizowane w oparciu o wymienną część światłowodu specjalnego. Proponowane rozwiązanie jest unikalne na obecnym rynku dostępnych źródeł światła. Znacząco niższe koszty dostępu do źródeł o szerokim zakresie optycznym umożliwiają również dostęp do bardziej precyzyjnych optycznych metod pomiarowych. Zastosowanie opisywanego źródła wiąże się z wprowadzeniem nowej jakości w procesie wytwarzania i testowania innowacyjnych optycznych elementów telekomunikacyjnych na etapie produkcji.

# NISKOKOSZTOWE PÓŁPRZEWODNIKOWE ŹRÓDŁA ŚWIATŁA DO WYKORZYSTYWANIA W CZUJNIKACH ŚWIATŁOWODOWYCH

## ZAPOTRZEBOWANIE RYNKU

Pigtailowane źródła światła to takie, które są trwale połączone ze światłowodem, czyli **emitowane światło zostało wprowadzone do światłowodu jeszcze przez producenta.** Źródło oraz zintegrowany z nim światłowód sprzedawane są jako gotowy komponent. W technologii światłowodowej kluczowy jest proces wprowadzenia światła ze źródła do światłowodu w sposób efektywny. Zasadniczą trudność stanowi wprowadzenie światła do włókna optycznego z powodu dużej rozbieżności kątowej wiązki światła pochodzącej z taniego źródła oraz niewielkich rozmiarów światłowodu. Dostępne obecnie rozwiązania dla czujnikowych światłowodów specjalnych są znacznie droższe niż te dla typowych światłowodów telekomunikacyjnych, w związku z czym ich wykorzystanie jest ograniczone. Na rynku istnieje zapotrzebowanie na tanie, wykorzystujące technologie półprzewodnikowe, pigtailowane źródła światła dla światłowodów specjalnych, dzięki czemu obniżone zostaną koszty związane np. z czujnikami bazującymi na światłowodach specjalnych.

## FOTONICZNE ROZWIĄZANIE

Produkt składa się ze źródła światła wykonanego w technologii półprzewodnikowej, odpowiednich elementów optycznych i odcinka światłowodu specjalnego. **Wszystkie elementy stanowią zintegrowaną całość, zapewniającą niski poziom strat przy wprowadzaniu światła do światłowodu oraz niską cenę ze względu na zastosowane technologie LED i VCSEL, a także łatwość w masowej produkcji.**



# ROZWIĄZANIA DLA LASERÓW WYSOKIEJ MOCY

W przemyśle powszechnie używa się laserów wysokiej mocy do specjalistycznej obróbki. Korzysta z nich zarówno przemysł ciężki do zgrubnego przetwarzania materiałów (np. cięcia blachy, spawania), jak i przemysł zajmujący się np. **mechaniką precyzyjną** czy **obróbką mikroelektroniki**. Lasery takie znajdują zastosowanie również w przemyśle motoryzacyjnym, lotniczym, budowlanym, lekkim, obronnym. Zapotrzebowanie na lasery jest bardzo duże, stąd należy wciąż je dopracowywać, tak aby działały w sposób jak najbardziej efektywny i miały większą moc optyczną, nie generując przy tym wysokich kosztów – czego nie spełniają lasery starego typu.

Naprzeciw tym potrzebom wychodzą lasery światłowodowe, które w ciągu ostatnich 15 lat zrewolucjonizowały rynek ze względu na swoją przewagę nad innymi rodzajami laserów, którymi są m.in. dzięki **większej niezawodności** oraz **mniejszemu poborowi energetycznemu**. Obecnie producenci laserów nie mają jednak możliwości produkcji światłowodów i elementów światłowodowych nowej generacji optymalizowanych pod kątem laserów dużej mocy. Stosują oni włókna optyczne dostępne komercyjnie, które nie są jednak dostosowane do zwiększającego się zapotrzebowania na duże moce i energie, co stwarza poważne ograniczenia w obrabianiu niektórych materiałów przemysłowych. Również liderzy branży światłowodowej nie są w stanie dostarczyć rozwiązań, które sprostałyby obecnym potrzebom rynkowym w tym zakresie, ponieważ rozwiązania proponowane przez nich dotychczas, które umożliwiały stosowanie tańszych komponentów, pogorszyły jednocześnie jakość wiązki i wymagały korzystania ze sztywnych i niewygodnych prętów światłowodowych.

Zapotrzebowanie rynku wymusza opracowanie zupełnie nowych komponentów światłowodowych używanych w produkcji laserów wysokiej mocy. **Światłowody specjalne pozwolą połączyć trzy istotne cechy: wygodę użytkowania, zachowanie wysokiej jakości wiązki oraz elastyczność włókna.** Umożliwi to funkcjonowanie urządzeń opartych na światłowodach specjalnych (lasery, wzmacniacze) w miejscach, w których do tej pory nie były one stosowane, np. w przestrzeni kosmicznej.

## ŚWIATŁOWODY SPECJALNE DLA LASERÓW WYSOKICH MOCY

Lasery światłowodowe wykorzystują zarówno **światłowody stanowiące ośrodek aktywny lasera** (następuje w nich **generacja światła laserowego**), jak i **światłowody pasywne** (doprowadzające światło lasera w **pożądane miejsce**). Zaproponowanym rozwiązaniem są światłowody pozwalające na prowadzenie dużej mocy (pasywne), światłowody do laserów kompaktowych wysokiej mocy (aktywne i pasywne) o małym promieniu zgięcia (pozwalające na miniaturyzację urządzeń) oraz aktywne włókna do zastosowań w laserach specjalnych (o zwiększonej odporności na pracę w wymagających warunkach, jak np. w obecności promieniowania jonizującego). Ponadto po zastosowaniu odpowiednich światłowodów specjalnych możliwe jest zmniejszenie wymiarów lasera.

## SPECJALNY ELEMENT ŚWIATŁOWODOWY (SPRZĘGACZ TYPU POMPA-SYGNAŁ) DLA LASERÓW WYSOKIEJ MOCY

Dążenie do otrzymywania coraz wyższej mocy wyjściowej laserów pociąga za sobą konieczność opracowania nowego elementu światłowodowego (specjalnego sprzęgacza) typu **pompa-sygnal**. Łączy on część lasera dostarczającą moc optyczną z ośrodkiem wzmacniającym. Znajdzie on zastosowanie w laserach wysokich mocy przeznaczonych do obróbki materiałowej do pracy ciągłej oraz do pracy impulsowej. **Dzięki opracowanemu know-how producent jest w stanie stworzyć indywidualny projekt sprzęgacza do specjalnych zastosowań.**



Klaster Fotoniki  
i Światłowodów

Klaster Fotoniki i Światłowodów to grupa przedsiębiorstw, instytucji naukowych oraz innego rodzaju organizacji działających na tym samym lub pokrewnych rynkach. Naszym zamierzeniem jest zorganizowanie współpracy w obszarze fotoniki, szczególnie w zakresie technologii światłowodowej.

Przedsiębiorstwa uczestniczące w Klastrze współpracują w obszarach, gdzie możliwe jest wyzwolenie efektów synergii wspólnych działań polegających m.in. na:

- dyfuzji know-how oraz wymianie pracowników w ramach Klastra Fotoniki i Światłowodów,
- zwiększeniu efektywności i mocy produkcyjnych,
- zwiększeniu absorpcji innowacji,
- tworzeniu środowiska akceleracji dla nowych podmiotów gospodarczych działających w innowacyjnym obszarze fotoniki
- przyciąganiu kolejnych członków, a razem z nimi nowych zasobów,
- realizacji wspólnych projektów.

Podstawowym warunkiem dla wyzwolenia efektu synergii jest gotowość wszystkich uczestników Klastra Fotoniki i Światłowodów do nawiązania współpracy. Gotowość ta powinna być oparta na wzajemnym zaufaniu, ponieważ członkostwo w powiązaniu to także dostęp do wspólnej bazy umiejętności, potrzeb szkoleniowych czy działań marketingowych i badawczo-rozwojowych. Współpracujący przedsiębiorcy zyskują nowe sieci kontaktów, dzięki czemu mogą działać na większą skalę. Ma to znaczenie przede wszystkim w przypadku mniejszych przedsiębiorstw, które działając w pojedynkę, są odcięte od dużych rynków zbytu czy dostawców.

#### KONTAKT

Klaster Fotoniki i Światłowodów: +48 570 421 608, [biuro@klaster-fotoniki.pl](mailto:biuro@klaster-fotoniki.pl)

Polskie Centrum Fotoniki i Światłowodów: [centrum@pcfs.org.pl](mailto:centrum@pcfs.org.pl), [www.pcfs.org.pl](http://www.pcfs.org.pl)



Klaster Fotoniki  
i Światłowodów

koordynowany przez  
Polskie Centrum  
Fotoniki i Światłowodów

## SYNERGIA DLA POLSKIEJ FOTONIKI

Prowadzimy networking **krajowy i zagraniczny,**

Organizujemy i udostępniamy specjalistyczną  
**infrastrukturę badawczą,**

Wspomagamy działania w zakresie innowacji  
**i transferu technologii,**

Edukujemy, szkolimy, promujemy **rodzime  
technologie,**

Wspieramy współpracę **nauki z biznesem** oraz  
wspomagamy **młodych naukowców.**

## POSTAW NA FOTONIKĘ I DOŁĄCZ DO NAS



Klaster Fotoniki  
i Światłowodów