



BRANŻA PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE 2025

Opracowanie



Patronat



SPIS TREŚCI

European Chips Act	04
Polskie prawo i formy wsparcia inwestorów	06
Globalny łańcuch dostaw do produkcji półprzewodników	10
Przemysł elektroniczny w Polsce	19
Ekosystem produkcji półprzewodników w Polsce	23
Między nauką a biznesem	50
Kadry dla branży produkcji półprzewodników	55
Analiza SWOT	58
Załącznik: Wsparcie PAIH dla przedsiębiorców z sektora półprzewodników	59
Oferta wsparcia NCBR	66



Półprzewodniki to nasza wspólna szansa – na silniejszą gospodarkę, niezależność technologiczną, bezpieczeństwo strategiczne oraz lepszą przyszłość. W świecie, w którym technologie stają się fundamentem obronności i odporności państw, inwestycje w krajowy ekosystem półprzewodników to nie tylko rozwój, ale i gwarancja suwerenności. Ten cel osiągniemy tylko razem. Potrzebujemy współpracy ponad podziałami – państwa, biznesu, nauki i społeczeństwa. To moment, by zbudować zespół, który poprowadzi Polskę do roli lidera nowoczesnych technologii w Europie.

Michał Jaros

Sekretarz Stanu
Ministerstwo Rozwoju
i Technologii

EUROPEAN CHIPS ACT

W ciągu ostatnich dziesięciu lat, globalne znaczenie przemysłu półprzewodnikowego znacząco wzrosło. Ponadto pandemia COVID-19 wyraźnie ujawniła strategiczne słabości w łańcuchach dostaw i podkreśliła potrzebę posiadania silnego, lokalnego przemysłu półprzewodnikowego. Zarówno Stany Zjednoczone, jak i Unia Europejska zdały sobie sprawę z konieczności zwiększenia produkcji chipów na swoim terytorium, aby zapewnić bezpieczeństwo gospodarcze i technologiczne.

W odpowiedzi na te wyzwania, **25 lipca 2023** roku Rada Unii Europejskiej zatwierdziła **European Chips Act**, który oficjalnie wszedł w życie 21 września 2023. Inicjatywa ta stanowi część większego wysiłku na rzecz promowania innowacji cyfrowych w Europie, a jej celem jest zwiększenie produkcji półprzewodników, co ma doprowadzić do poszerzenia obecności europejskich mikroprocesorów na światowym rynku.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że mimo znaczącej roli w produkcji urządzeń elektronicznych, **udział Unii Europejskiej w światowym sektorze półprzewodników jest ograniczony**. Ustawodawcy w UE wyrazili obawy dotyczące gospodarki, która w dużej mierze polega na imporcie. W swoim przemówieniu o stanie Unii w 2021 roku komisarz Ursula von der Leyen zaznaczyła, że Europa musi osiągnąć pozycję lidera w dziedzinie półprzewodników, co jest kluczowe dla 'suwerenności technologicznej'.

European Chips Act określa ambitne cele na najbliższą dekadę, dążąc do **podwojenia udziału Unii Europejskiej w globalnej produkcji półprzewodników – z obecnych 10% do 20%**. Przewiduje się jednakże, że zapotrzebowanie na chipy podwoi się do 2030 roku, co oznacza, że sama zwielokrotniona produkcja w UE nie będzie wystarczająca, aby sprostać przyszłemu popytowi. Dlatego też UE planuje zainwestować **43 mld EUR** z funduszy wspólnotowych, oferując w ten sposób dotacje dla sektora półprzewodników aż do 2030 roku. Dzięki wsparciu finansowemu Unia Europejska ma nadzieję obniżyć wysokie koszty wejścia na rynek, co ma na celu uczynienie branży samowystarczalną przed końcem dekady.

Sam akt ECA został podzielony na trzy zasadnicze filary. Pierwszy z nich, inicjatywa 'Chips for Europe', stanowi wyraz bezpośredniej realizacji głównego celu, zwiększenie produkcji półprzewodników w Europie. W tej części akt ma ułatwiać transfer wiedzy z laboratorium do fabryki, promując industrializację innowacyjnych technologii przez europejskie przedsiębiorstwa. Inicjatywa otrzyma wsparcie w wysokości **3.3 mld EUR** z funduszy UE, które, jak się oczekuje, zostanie uzupełnione środkami z państw członkowskich. W ramach pierwszego filaru będą wspierane takie działania jak tworzenie zaawansowanych pilotażowych linii produkcyjnych, rozwój platformy projektowej opartej na chmurze, tworzenie centrów kompetencyjnych, rozwój chipów kwantowych, a także utworzenie dedykowanych instrumentów finansowych.

EUROPEAN CHIPS ACT

Drugi filar europejskiej ustawy o chipach zachęca do inwestycji publicznych i prywatnych w zakłady produkcyjne, w tym również wsparcie małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) poprzez zmniejszenie barier finansowych związanych z rozpoczęciem działalności w branży półprzewodnikowej. Jednak już w momencie składania wniosku w sprawie ustawy ECA komisja wskazała, że pomoc może zostać przyznana jedynie obiektom nowatorskim, jak to określono 'first-of-a-kind'.

W trzecim filarze ECA ustanawia mechanizm koordynacji między państwami członkowskimi a Komisją w celu zacieśnienia współpracy pomiędzy państwami, monitorowania dostaw półprzewodników, szacowania popytu, przewidywania niedoborów i w razie potrzeby uruchamiania działań korygujących. Pierwszym krokiem jest uruchomiony 18 kwietnia 2023 roku system zgłaszania zakłóceń w łańcuchu dostaw półprzewodników.

Generalnie, **European Chips Act ma zachęcać inne przedsiębiorstwa do rozważenia Unii Europejskiej jako atrakcyjnego miejsca dla rozwijania produkcji, oferując dofinansowanie i ułatwienia w szybkim rozwoju działalności.** ECA szczegółowo opisuje również plany utrzymania konkurencyjności UE w dłuższej perspektywie poprzez innowacje. Ma to być głównie osiągnięte poprzez inwestycje w centra innowacji i start-up'y, które mają korzystać zarówno z funduszy prywatnych, jak i publicznych. UE ma już programy wspierające małych przedsiębiorców i wynalazców, takie jak choćby Digital Europe i Horizon Europe, które otrzymają 15 mld EUR na badania i rozwój związany z półprzewodnikami.

Europa szykuje nowy Chips Act 2.0., który przygotowany jest przez państwa takie jak: Holandia, Francja, Niemcy, Włochy oraz Hiszpania. Konkretnie propozycje mają zostać przedstawione Komisji Europejskiej już w 2025 roku. Inicjatywa ma bezpośredni związek z oczekiwaniami producentów chipów i firm dostarczających narzędzia do wytwarzania półprzewodników, którzy apelowali o drugą rundę finansowania. **W prace nad Chips Act 2.0 zaangażowały się wiodące firmy europejskiego sektora półprzewodników, a także producenci sprzętu** - Bosch, Infineon, NXP, STMicroelectronics, ASML, ASM, Carl Zeiss oraz Air Liquide. Branża oczekuje, że Chips Act 2.0 zapewni szerszy zakres wsparcia niż poprzedni program. Organizacje ESIA oraz SEMI Europe apelują, by nowym finansowaniem objęto **nie tylko budowę fabryk układów scalonych, ale także centra projektowe, dostawców materiałów i sprzętu oraz inicjatywy badawczo-rozwojowe.** Zdaniem przygotowujących aktualizację programu, Unia Europejska posiada silne kompetencje w obszarach takich jak badania i rozwój czy produkcja narzędzi do wytwarzania układów scalonych, czego dowodem jest pozycja rynkowa takich firm jak ASML, ASM International, Carl Zeiss SMT czy SUSS MicroTec.

Chociaż wielu postrzega ustawodawstwo UE jako odpowiedź na US CHIPS Act, w rzeczywistości obie inicjatywy są wysiłkami mającymi na celu **zmniejszenie zależności od dostaw z Tajwanu, Korei Południowej i Chin.** Ostatnie dane pokazują, że 87% półprzewodników było produkowanych w tych trzech krajach, z Tajwanem stanowiącym ponad 60% rynku. Dla UE i USA, jasne ryzyko stanowi silna zależność od tego obszaru, szczególnie biorąc pod uwagę wzrost napięć w regionie Indo-Pacyfiku. European Chips Act jest co prawda szeroko postrzegany jako krok we właściwym kierunku, ale stoi on także przed wieloma wyzwaniami, w tym koniecznością szybkiego zwiększenia zdolności produkcyjnych i przyciągnięcia talentów niezbędnych do obsługi zaawansowanych technologii półprzewodnikowych. Ponadto UE musi nawigować w skomplikowanym środowisku globalnym, gdzie inne mocarstwa, takie jak USA i Chiny, również intensywnie inwestują w swoje przemysły półprzewodników.

POLSKIE PRAWO I FORMY WSPARCIA INWESTORÓW

Zarówno European Chips Act, jak i producenci, tacy jak Intel, skupiają się na wyborze lokalizacji, które oferują nie tylko **dostęp do wykwalifikowanej kadry**, ale również korzystają z **ekologicznej i ekonomicznej energii**. Polska podejmuje szereg działań dążących do zmniejszenia oddziaływania sektora energetycznego na środowisko, a kluczowym czynnikiem jest rozwój odnawialnych źródeł energii. W roku 2030 ponad połowa energii elektrycznej ma pochodzić z odnawialnych źródeł energii, w tym głównie z PV oraz energii wiatrowej. Jak wynika ze strategii opracowanej w **PEP2040**, obniżenie emisyjności sektora energetycznego wpłynie na wzrost konkurencyjności gospodarki.

Światowy rynek półprzewodników doświadczył znaczących wstrząsów w wyniku pandemii COVID-19 oraz wojny na Ukrainie. Wynikająca z nich **rekonfiguracja globalnego rynku półprzewodników** otwiera szanse dla całej Europy, w tym także dla Polski: - Nastąpiła dywersyfikacja w przenoszeniu produkcji półprzewodników z Dalekiego Wschodu do innych lokalizacji, głównie w USA i Europie. Chodzi o coś więcej niż tylko plany czy zapowiedzi. Mamy do czynienia z rzeczywistymi programami, które finansowo wspierają rozwój dużych instytutów badawczych i firm półprzewodnikowych. Inicjatywy te, zabezpieczone konkretnymi budżetami, są realizowane zarówno w Europie, jak i w Stanach Zjednoczonych. Trend ten jest już nieodwracalny i z perspektywy Polski oraz Europy wydaje się bardzo korzystny. Po drugie, patrząc na wskaźniki ekonomiczne, znajdujemy się w momencie stopniowego wychodzenia z kryzysu. Jeśli nie dojdzie do kolejnych nieprzewidzianych wydarzeń, powinniśmy obserwować umiarkowany, ale dynamiczny wzrost - mówi w wywiadzie dla tek.info.pl dr hab. Mariusz Sochacki, profesor Instytutu Mikroelektroniki i Optoelektroniki Politechniki Warszawskiej [1].

- Angażując się w produkcję półprzewodników, warto też postawić na kooperację. Możliwość ta stała się obecnie bardziej widoczna niż kiedykolwiek, bo amerykańskie zakazy dotyczące chińskiego udziału w łańcuchu dostaw stworzyły większą przestrzeń. Na przykład GlobalFoundries rozwinęło wiele wspólnych przedsięwzięć na całym świecie – w tym w Nowym Jorku z Qualcomm i we Francji z STMicroelectronics – w celu zmniejszenia nakładów inwestycyjnych i szybkiego zwiększenia produkcji chipów. Producenci chipów powinni również zadbać o podobne wspólne przedsięwzięcia w Unii Europejskiej. Takie, dzięki którym będzie można szybciej uruchomić nowe obiekty i przy mniejszych nakładach finansowych, niż w przypadku działania w pojedynkę – wskazuje Łukasz Wiśniewski, konsultant z warszawskiego biura Kearney [2].

Szczegółowy opis wsparcia administracji państwowej dla sektora półprzewodników, przygotowanych specjalnie pod potrzeby branży, zawiera dodatek **Wsparcie PAIH dla przedsiębiorców z sektora półprzewodników** (strona 59), instrumenty stymulujące badania naukowe zawiera dodatek **Oferta wsparcia NCBR** (strona 66)

[1] Źródło: https://tek.info.pl/article/3716/wyzwania_i_osiagniecia_polskiego_przemyslu_polprzewodnikowego

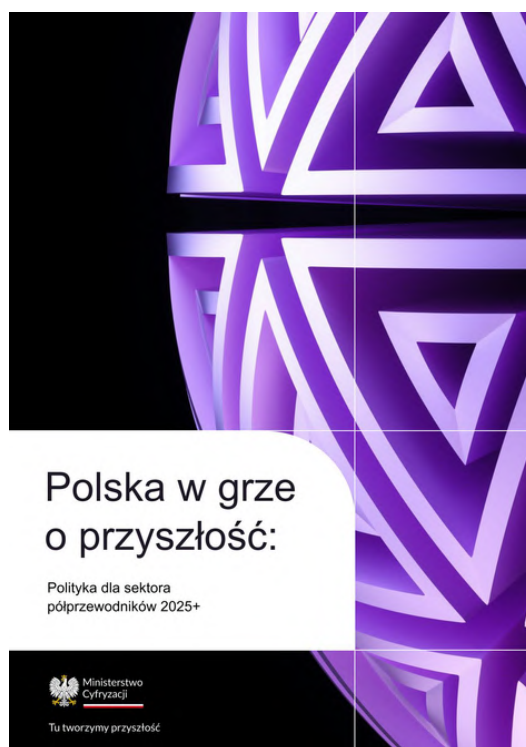
[2] Kearney o rynku półprzewodników: Europa wkracza do rywalizacji. 2023, Kearney

POLSKIE PRAWO I FORMY WSPARCIA INWESTORÓW

Ożywieniu sektora półprzewodników ma służyć rządowy program wspierający inwestycje, które przyczyniają się do zwiększenia innowacyjności i konkurencyjności polskiej gospodarki. Projekt zatytułowany: „**Program wspierania inwestycji o istotnym znaczeniu dla gospodarki polskiej na lata 2011-2030**”, został zainicjowany przez **Ministerstwo Rozwoju i Technologii**. W ramach tego programu możliwe jest dofinansowanie w formie **dotacji** zarówno dużych inwestycji strategicznych, jak i średniej wielkości projektów innowacyjnych. Premiowane są przedsięwzięcia adaptujące nowoczesne technologie i przewidujące prowadzenie działalności badawczo-rozwojowej, co ma bezpośrednie przełożenie na rozwój sektora półprzewodników.

Znaczącym krokiem w kierunku wzmocnienia polskiego sektora półprzewodników jest również program: '**Krajowe Ramy Wspierania Strategicznych Inwestycji Półprzewodnikowych**', przedłożony przez Ministerstwo Cyfryzacji z planowanym budżetem **1,5 mld USD**. Założenia programu obejmują cały łańcuch wartości półprzewodników - od fazy projektowania po moce produkcyjne. Celem jest wsparcie projektów rozwijających produkcję półprzewodników w Polsce, z naciskiem na inwestycje zwiększające konkurencyjność gospodarki UE, wspierające zrównoważony wzrost gospodarczy oraz tworzące nowe miejsca pracy. Aby uzyskać pomoc, **inwestor musi zainwestować co najmniej 850 mln PLN** w zintegrowany zakład produkcyjny lub otwartą unijną fabrykę w ciągu maksymalnie **20 lat**, a także stworzyć i utrzymać co najmniej **100 nowych miejsc pracy** przez cały okres trwania projektu. Co więcej, program wymaga od inwestorów współpracy z jednostkami badawczymi i naukowymi.

6 lutego 2025 zaprezentowano przygotowaną przez Ministerstwo Cyfryzacji **strategię rozwoju Polski w dziedzinie półprzewodników**. Rządowa strategia opiera się na siedmiu filarach, które mają stworzyć sprzyjające warunki dla rozwoju branży półprzewodników w Polsce: infrastruktura (inwestycje w nowoczesne laboratoria, zakłady produkcyjne i centra badawczo-rozwojowe), impuls państwa (wspieranie polskich innowacji, inicjowanie projektów, wdrażanie nowych technologii i rozwój eksportu), współpraca międzynarodowa (budowa partnerstw z globalnymi liderami w branży), inwestycje i finansowanie (pozyskiwanie środków i zapewnianie funduszy dla realizacji rodzimych projektów oraz przyciągnięcie dużych, międzynarodowych inwestorów), kształcenie kadr i edukacja (rozwój zasobów ludzkich w sektorze półprzewodników), dostępność wody i energii (zapewnienie niezbędnych zasobów do produkcji) oraz dostępność chemikaliów i surowców (stabilizacja łańcucha dostaw kluczowych materiałów).



WSPÓŁPRACA Z TAJWANEM

W 2022 roku PAIH i Polska aktywnie zabiegały o inwestycję Intela o wartości 4,6 mld dolarów w zaawansowane centrum integracji i testowania chipów, co okazało się przełomowym momentem dla Polski jako lokalizacji inwestycji z sektora półprzewodników. Rok **2022** był również rokiem pierwszej misji do Polski **Taiwania Capital**, tajwańskiego funduszu inwestycyjnego, który stał się ważnym partnerem w promocji Polski na Tajwanie. We wrześniu **2022** r. odbyła się prestiżowa misja badawczo-rozwojowa w zakresie półprzewodników, która odwiedziła Warszawę i Wrocław. Misja zapoczątkowała **powstanie polsko-tajwańskiej rządowej grupy ds. półprzewodników**.

Od tamtej pory, PAIH kontynuuje działania mające na celu promocję polskiego ekosystemu półprzewodników i współpracę z partnerami na kluczowych rynkach dla branży półprzewodników. W **2023** r. PAIH zainaugurowała swoją flagową akcję promocyjną w Tajpej – **Polski Pawilon Narodowy na targach Semicon Taiwan**. Od tamtej pory Pawilon Polski stał się coroczną tradycją wraz z wydarzeniem **Forum Biznesu Polska-Tajwan** organizowanym przez PAIH we współpracy ze strategicznym partnerem branżowym – **SEMI**, globalną reprezentacją branży półprzewodników. Regularna obecność na Tajwanie przyniosła wymierne rezultaty – globalny gracz, **Compal Electronics**, otworzył swoją nową fabrykę elektroniki samochodowej w Czeladzi.

Nawiązano szereg kontaktów w środowiskach biznesowych i rządowych, które stworzyły fundamenty obecnej współpracy między firmami i instytucjami w Polsce i na Tajwanie. W roku 2024 doszło do powstania nowych podmiotów instytucjonalnych, takich jak Semicon Supply Poland, Polsko-Tajwańska Izba Przemysłowo-Handlowa czy Tajwańsko-Polska Izba Handlowa TAIPO, które aktywnie włączają się w działania wspierające partnerstwa z firmami tajwańskimi.

Decyzja **TSMC** o inwestycji w Europie znacząco wzmocniła wzajemne zainteresowanie między Polską a Tajwanem. Lokalizacja fabryki chipów w Dreźnie – zaledwie 100 kilometrów od granicy z Polską – stworzyła nowe możliwości rozwoju zarówno dla polskich, jak i tajwańskich przedsiębiorstw. W marcu **2025** roku **TEEMA** największa organizacja reprezentująca tajwański przemysł elektroniczny odwiedziła **Katowice** i **Wrocław**. W raporcie specjalnym opublikowanym przez TEEMA po wizycie w 2025 roku Polska została ujęta jako integralna część europejskiego 'trójkąta półprzewodnikowego', odgrywając strategiczną rolę w ekosystemie ICT i stając się kluczowym przyszłym centrum tajwańskiego przemysłu półprzewodników i ICT. We wrześniu 2025r. podczas targów SEMICON Taiwan, PAIH po raz kolejny będzie promować Polskę jako strategicznego partnera dla Tajwanu w Centralnej Europie. W Pawilonie Narodowym zostaną zaprezentowane wiodące polskie firmy z branży a podczas Forum Biznesu zostaną poruszone aspekty atrakcyjności inwestycyjnej.



– **Łódź, Katowice i Wrocław tworzą dynamiczny trójkąt ICT**. Wraz z rozwojem tajwańskiego sektora produkcyjnego w Europie Środkowej, korytarz czesko-polski może stać się kolejną osią napędową tajwańskich inwestycji w sercu UE – stwierdziła TEEMA w swoim raporcie specjalnym po wizycie w Polsce zorganizowanej przez PAIH we współpracy z Biurem Przedstawicielskim Tajpej w Polsce w kwietniu 2025 roku.

BUDOWA RELACJI POLSKA-TAJWAN

Lipiec 2025: List intencyjny zawarty przez **ARP** i **TAIPO**, którego owocem ma być ocena możliwości stworzenia dedykowanego parku przemysłowego dla tajwańskich firm z branży high-tech, elektroniki oraz półprzewodników na Pomorzu.

Czerwiec 2025: PAIH reprezentował Polskę podczas **Silicon Saxony Day**, zachęcając obecne w Dreźnie firmy, w tym **TSMC**, do współpracy z polskim przemysłem.

Wrzesień 2024: **Wilk Elektronik** oraz **Phison Electronics** podpisały MoU, zakładające utworzenie spółki joint venture, którego głównym zadaniem będzie rozwijanie firmware stosowanego w dyskach SSD oraz pamięciach flash.

Maj 2024: PAIH we współpracy z TealA (tajwańską organizacją zrzeszającą dostawców TSMC) organizuje w Tajpej Forum Gospodarcze: Polska Chemia dla Półprzewodników.

Kwiecień 2024: **Advantech** ogłosił otwarcie nowego hubu logistycznego w Polsce, obsługującego europejskie operacje tajwańskiej firmy.

Lipiec 2023: **Exatel S.A.** oraz **Chunghwa Telecom Company** podpisały MoU i zamierzają realizować wspólne projekty w dziedzinie m.in. cyberbezpieczeństwa, oraz badań i rozwoju (R&D) oraz rozwoju technologii SDN.

Czerwiec 2022: Pierwsza wizyta funduszu Taiwan Capital w Polsce, początek współpracy z PAIH w zakresie badania potencjału polskiego rynku pod kątem potrzeb Tajwanu

Wrzesień 2020: **Universal Scientific Instruments**, należący do tajwańskiej Grupy ASE, przejmuje polski zakład PCBA firmy Chung-Hong pod Wrocławiem.

Wrzesień 2025: Polskie Stoisko Narodowe na Semicon Taiwan 2025. Trzecia edycja Forum Biznesu Polska – Tajwan organizowane przez PAIH we współpracy z SEMI.

Lipiec 2025: Na Tajwanie przebywała największa w historii polska misja gospodarcza pod przewodnictwem wiceministra rozwoju i technologii Michała Jarosa. Podczas wizyty podpisano siedem porozumień o współpracy gospodarczej, odbyły się spotkania z **TSMC** oraz **Foxconn**.

Marzec 2025: Oficjalna misja TEEMA w Polsce w Katowicach i Wrocławiu, która zapoczątkowała na Tajwanie promocję trójkąta ICT: Łódź – Katowice – Wrocław i jego znaczenia w kontekście budowania łańcucha dostaw dla TSMC.

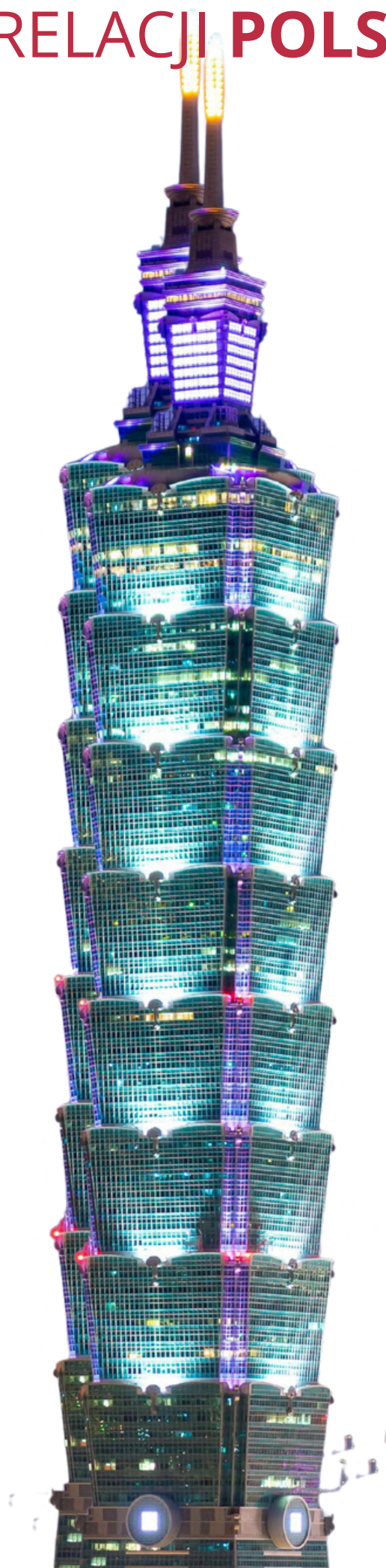
Wrzesień 2024: Polskie stoisko narodowe na **SEMICON Tajwan 2024**

Lipiec 2024: **Compal Electronics** ogłosił plany otwarcia nowego zakładu produkcji elektroniki samochodowej w Czeladzi o wartości 60 mln PLN. Projekt pozyskany i wspierany na wszystkich etapach przez PAIH.

Wrzesień 2023: Polskie stoisko narodowe na **SEMICON Tajwan 2023**

Wrzesień 2022: Podpisanie porozumienia o współpracy w zakresie półprzewodników (MoU) między Polską a Tajwanem i utworzeniu tajwańsko-polskiej grupy roboczej ds. półprzewodników.

Lipiec 2022: **XTPL** przyjął pierwsze zlecenie z Tajwanu na dostawę modułu drukującego, stanowiącego element prototypu urządzenia do **advanced packaging** w branży półprzewodnikowej.



GLOBALNY ŁAŃCUCH DOSTAW DO PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

Nie ma chyba bardziej międzynarodowego biznesu niż produkcja półprzewodników. Łańcuchy dostaw poszczególnych firm niemal zawsze obejmują kilkanaście krajów Azji, Ameryki i Europy. Ze względu na niezwykle poziom skomplikowania procesu, wymuszający ścisłą specjalizację poszczególnych firm, żaden kraj czy region nie jest niezależny ani autonomiczny w całym łańcuchu dostaw [1].

W efekcie **poszczególne kraje czy nawet regiony utrzymują wiodącą pozycję w poszczególnych segmentach łańcucha dostaw**. Obecnie jedynie około 10% światowej produkcji półprzewodników odbywa się w Europie i ogranicza się głównie do wytwarzania chipów w technologii 22 nanometrów lub więcej. Tylko dwie firmy w Azji Wschodniej, tajwański TSMC oraz południowokoreański Samsung są w stanie tworzyć najnowocześniejsze chipy w technologii od 2 do 7 nanometrów, jednak sprzęt niezbędny do tej produkcji produkowany jest wyłącznie w Europie przez firmę ASML w Holandii. Tych wzajemnych zależności w międzynarodowym łańcuchu dostaw jest bardzo, bardzo wiele.



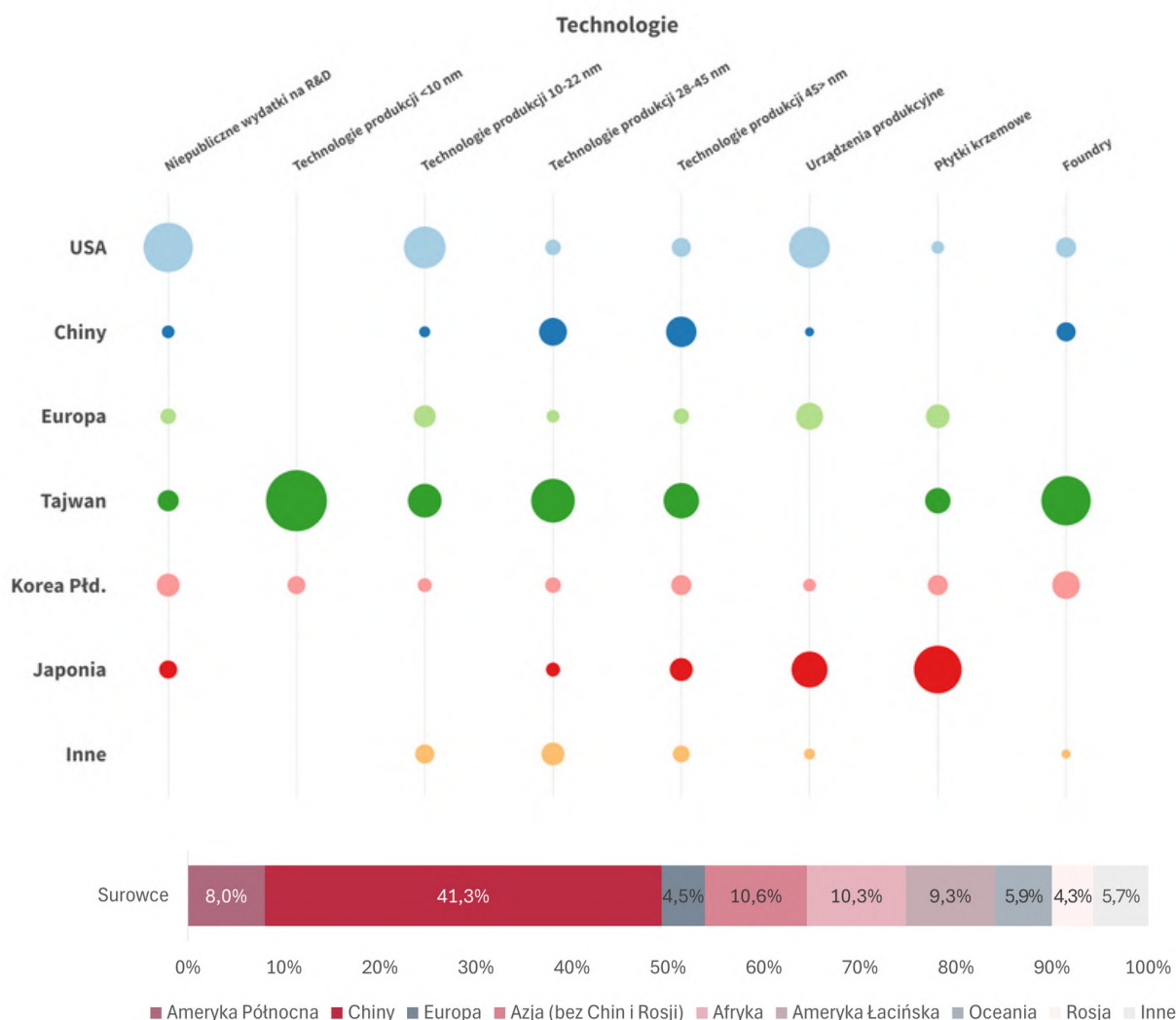
- Żaden kraj nie jest samowystarczalny w zakresie półprzewodników ze względu na złożoność, lokalizację geograficzną i głębokie współzależności charakteryzujące łańcuch dostaw. [...] Stany Zjednoczone dominują w światowych wydatkach na badania i rozwój, Tajwan to najbardziej zaawansowane technologie produkcyjne i dominacja na rynku foundry, Japonia - produkcja płytek, a Chiny - surowce. Wytwarzanie chipów, od projektu po produkcję, montaż, testowanie i pakowanie, składa się z ponad 1.000 etapów z wykorzystaniem około 300 materiałów, w tym płytek krzemowych, gazów i chemikaliów. Producenci półprzewodników korzystają z 16.000 dostawców na całym świecie. Łańcuch dostaw wymaga przekroczenia granicy 70 razy, zanim chip dotrze do użytkownika końcowego, i ma ponad 50 wąskich gardeł, w których jeden region posiada ponad 65% udziału w rynku światowym. To sprawia, że łańcuch dostaw jest podatny na zakłócenia, takie jak klęski żywiołowe, awarie infrastruktury i napięcia geopolityczne – piszą w 2024 roku analitycy ESPAS w raporcie dla EU [2]

[1] The position of the EU in the semiconductor value chain: evidence on trade, foreign acquisitions, and ownership. 2024, Joint Research Centre, Andrea Ciani, Michela Nardo

[2] Global Semiconductor Trends and the Future of EU Chip Capabilities, European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS), 2024

GLOBALNY ŁAŃCUCH DOSTAW DO PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

Udział regionów w poszczególnych segmentach łańcucha dostaw dla produkcji półprzewodników



Źródło: Global Semiconductor Trends and the Future of EU Chip Capabilities, European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS), 2024

Dane dotyczące łańcucha dostaw potwierdzają, że europejskie firmy produkujące półprzewodniki w dużym stopniu polegają na dostawcach i odbiorcach mających siedziby poza UE. Z badań przeprowadzonych w roku 2023 przez Joint Research Centre wynika, że średnio **prawie 80% dostawców aktywnych w europejskim łańcuchu dostaw dla półprzewodników ma siedziby poza UE**. Ponadto unijne firmy biorące udział w łańcuchu dostaw dla przemysłu półprzewodnikowego mają średnio tylko 37% swoich klientów w UE. Spośród owych 80-procent dostawców spoza UE, większość ma swoje siedziby w Stanach Zjednoczonych (36%), a w dalszej kolejności na Tajwanie (12%), w Chinach (11%), Korei Południowej (10%) i Japonii (9%). **Świadomość tych faktów była jednym z motywów inicjatywy European ChipAct.** [1]

[1] The position of the EU in the semiconductor value chain: evidence on trade, foreign acquisitions, and ownership. 2024, Joint Research Centre, Andrea Ciani, Michela Nardo

GŁOBYNY ŁAŃCZYCH DOSTAW DO PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

Front-End kontra Back-End

Cały proces produkcji półprzewodników można podzielić na dwa wyraźnie oddzielone etapy, nazywane front-end oraz back-end. Oba etapy charakteryzują się bardzo odmiennymi procesami technologicznymi oraz i wymagają rozważenia różnych czynników przy określaniu optymalnej lokalizacji dla zakładów produkcyjnych. **Unikalne wymagania tych dwóch etapów skutkują wyraźnymi różnicami pomiędzy listami krajów i regionów, które są idealnie przystosowane do prowadzenia tego typu produkcji.**

Produkcja typu **front-end** obejmuje konwersję krzemu na zaprojektowane płytki krzemowe i jest wysoce technicznym procesem, charakteryzującym się bardzo wysokimi wymaganiami dotyczącymi nakładów inwestycyjnych. Niezbędna jest również odpowiednia liczba wysoko wykwalifikowanych pracowników, mogących obsłużyć bardzo zaawansowane technicznie operacje produkcyjne.

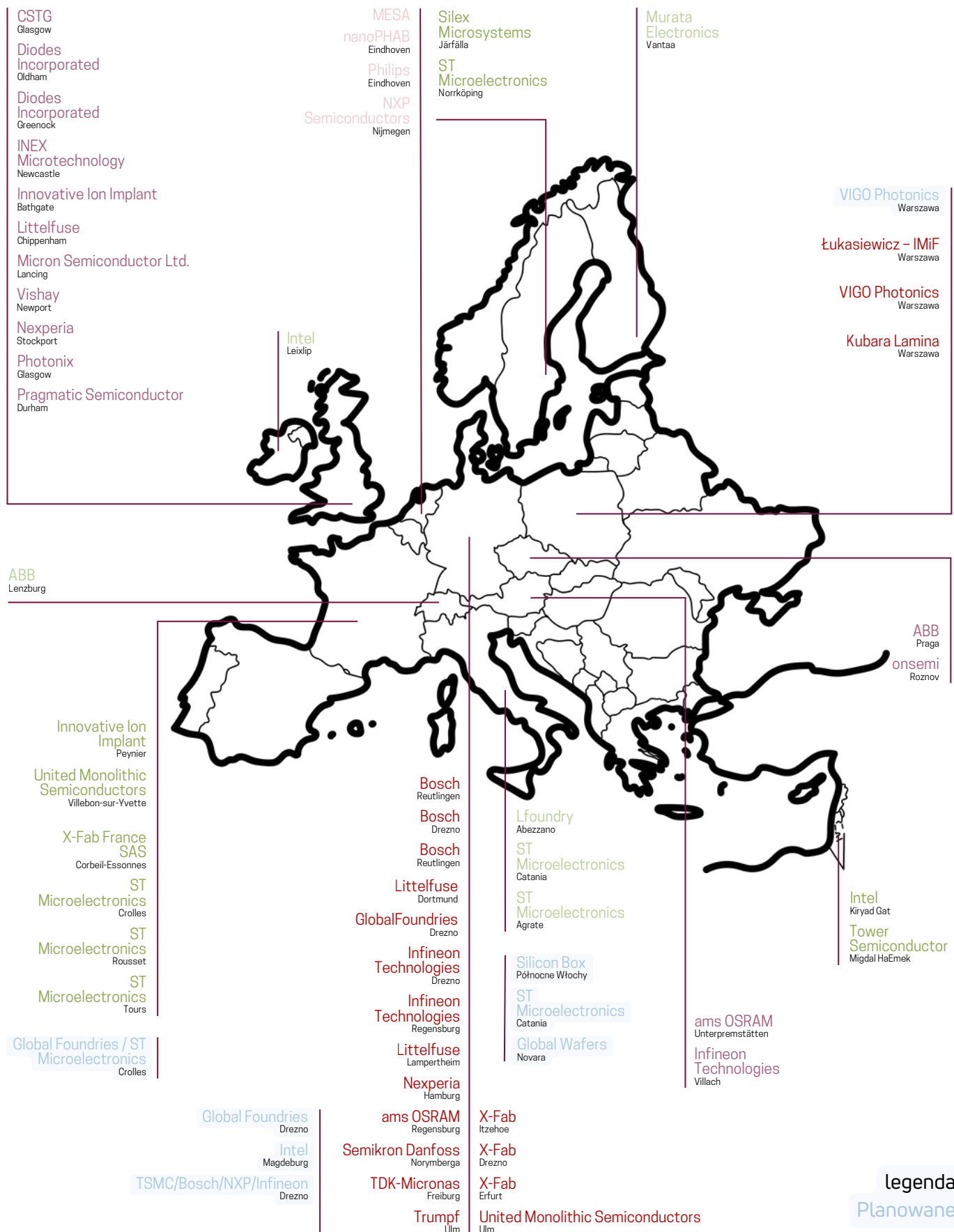
Z kolei produkcja **back-end** obejmuje testowanie i pakowanie układów scalonych z płytek krzemowych wytwarzanych w procesie front-end. Produkcja back-end poczyniła w ostatnich latach olbrzymie postępy technologiczne (pakowanie 2.5D/3D, automatyzacja procesu), redukując jednocześnie poziom zanieczyszczeń i kosztów operacyjnych. Pomimo postępu technologicznego i automatyzacji, ten etap pozostaje mniej kapitałochłonny, stawia również stosunkowo mniej wygórowane wymagania w zakresie ochrony własności intelektualnej i zapewnienia wysoko wykwalifikowanej siły roboczej. **Z punktu widzenia Polski, branża back-end lepiej też odpowiada już posiadanym doświadczeniom i umiejętnościom technicznym, nabytym w procesie rozwoju przemysłu elektronicznego w Polsce.**

Front-end w Europie

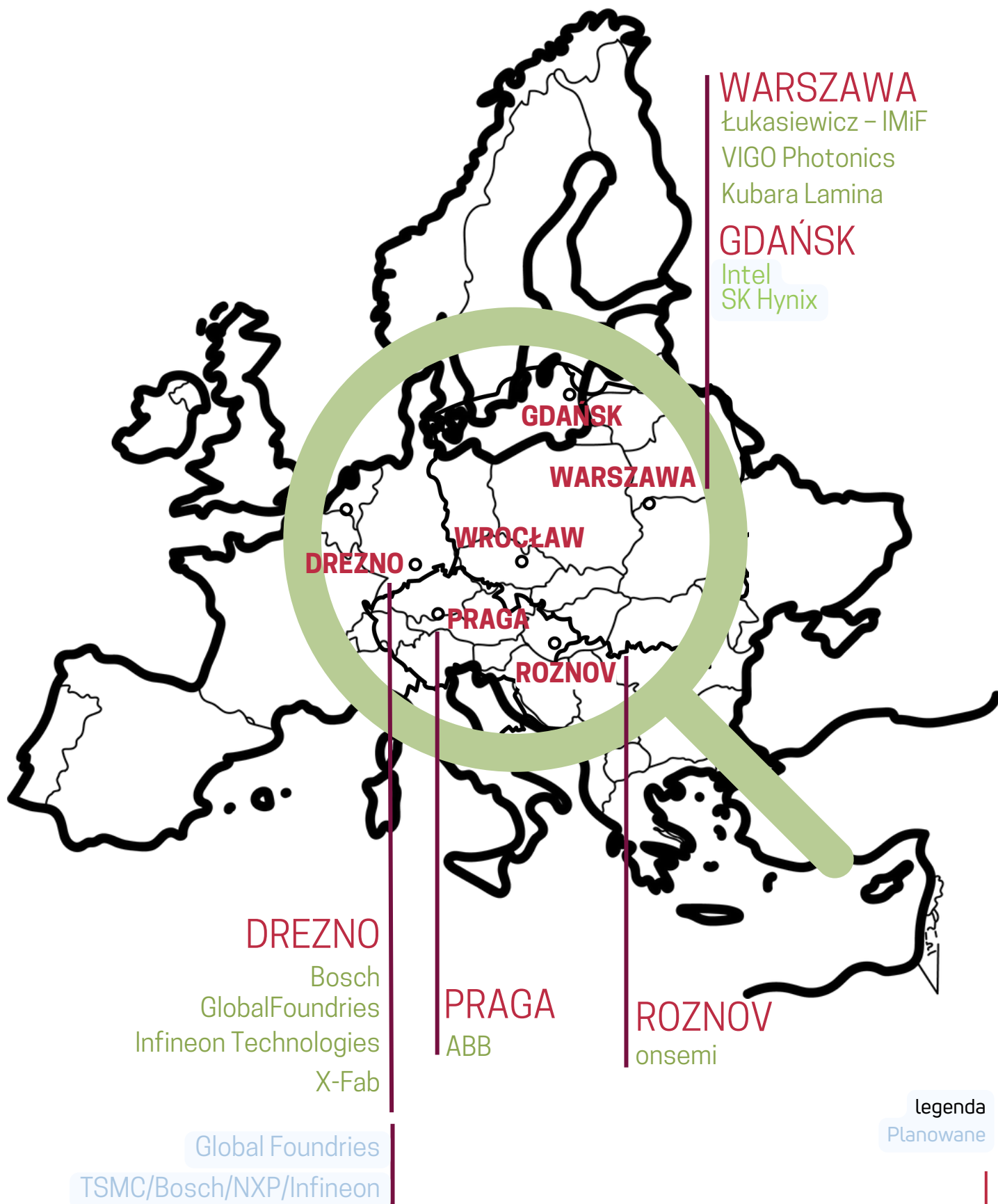
W Europie zlokalizowanych jest około **55 zakładów**, związanych z procesami *front-end*. Niektóre z nich powstały już lata temu - historia najstarszych z nich sięga lat 50-tych - a udział Europy w światowej produkcji był kiedyś znacznie większy niż dziś. Obecnie najwięcej, bo aż 17 zakładów front-end posiadają **Niemcy**, niewiele mniej (11) zlokalizowano w **Wielkiej Brytanii**. Wiele z linii ulokowanych w Europie specjalizuje się w niszowych aplikacjach lub pełni funkcje badawczo-rozwojowe.

W ujęciu paneuropejskim, na wyróżnienie zasługuje region **Saksonii i Czech**, zwłaszcza wobec licznych zapowiedzi rozwoju produkcji w Dreźnie oraz Wrocławiu. Już teraz w Dreźnie znajdują się fabryki **GlobalFoundries** (odkupione od AMD), **Bosch**, **Infineon** i **X-Fab**, a w nieodległych Czechach swoje zakłady mają **ABB** oraz **onsemi**. Po kryzysie łańcucha dostaw półprzewodników wywołanych pandemią koronawirusa, pojawiły się zapowiedzi budowy nowych zakładów ze strony producentów półprzewodników, a **Drezno jest wśród nich często wymienianą lokalizacją. Region ten może stać się w przyszłości europejskim centrum produkcji półprzewodników.**

EUROPEJSKIE LOKALIZACJE ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH FRONT-END



POLSKA MOŻE STAĆ SIĘ ZAPLECZEM DLA WIODĄCEGO CENTRUM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W EUROPIE ZLOKALIZOWANEGO WOKÓŁ DREZNA



GŁOBYNY ŁAŃCZYH DOSTAW DO PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

BACK-END W EUROPIE

Europejski sektor zaawansowanych technologii końcowego montażu stanowi jedynie niewielką część rynku światowego. **W 2023 roku wolumen rynku advanced packaging w UE szacowany jest na 300 mln EUR, co stanowi zaledwie 1,8% światowej produkcji.** Do kluczowych europejskich lokalizacji o zaawansowanych możliwościach pakowania należą zakłady Amkor w Portugalii, Infineon w Niemczech i STMicroelectronics na Malcie. Łącznie w tych zakładach pracuje około 5200 osób, skupiając się na takich technologiach końcowego montażu jak Fan-Out (FO) i Flip Chip Ball Grid Array (FC BGA).

Zakład Infineon w Ratyzbonie w Niemczech zatrudnia 3.000 pracowników i zajmuje się technologiami FO eWLB i matryc wbudowanych, jednak większość operacji back-end firmy ulokowana została w Azji. STMicroelectronics ma zakład w Kirkop na Malcie, w którym pracuje 1.600 pracowników zajmujących się technologiami FC BGA, oraz mniejszy zakład produkcyjny FO w pobliżu Neapolu we Włoszech. Ponadto zakład Amkor w Porto w Portugalii, w którym pracuje 600 pracowników, stosuje technologie Fan-Out i WLP (Wafer-Level Packaging).

Pomimo obecności tych zakładów, wkład UE w globalne zaawansowane pakowanie pozostaje skromny. Z drugiej, istnieją realne perspektywy poprawy tego stanu rzeczy. Na przykład wspólna inwestycja TSMC, NXP, Infineon i Bosch w Dreźnie może potencjalnie obejmować również zaawansowane technologie finalnego montażu. Również Thales we Francji realizuje operacje advanced packaging dla przemysłu lotniczego i militarnego, opierając się na technologiach FO i FC BGA.

Perspektywa globalna

Zaawansowane technologie w ramach etapu back-end, określane jako **advanced packaging**, wymagają specjalistycznej wiedzy na wielu poziomach łańcucha dostaw, oferując dzięki temu znaczne perspektywy wzrostu. Lider kontraktowej produkcji półprzewodników, TSMC, uzyskuje około 20% przychodów z działalności OSAT i regularnie intensywnie inwestuje w tę dziedzinę. **Strategiczne perspektywy wzrostu rynku OSAT wynikają z jego trzech głównych zaletach: szybszym wprowadzaniu półprzewodników na rynek, obniżeniu kosztów rozwoju oraz ugruntowanych relacjach z klientami.**

Ocenia się, że od **2022 do 2035** roku rynek zaawansowanych technologii integracji półprzewodników będzie rósł o **11,4% rocznie**, znacznie przewyższając wskaźniki wzrostu całego rynku OSAT. Wielkość tego rynku ma zwiększyć się z **20 miliardów EUR w 2022 roku** do około **80 miliardów EUR w roku 2035**.

Czynnikami napędzającymi ten wzrost są rosnący popyt na wysokowydajne komputery, miniaturyzacja urządzeń elektronicznych i postęp w technologiach półprzewodnikowych, które wymagają coraz bardziej wyrafinowanych rozwiązań w zakresie końcowego montażu.

Pod względem najważniejszych aplikacji, rynek advanced packaging zdominowany jest przez elektronikę użytkową (smartfony, PC), stanowiącą 41% wszystkich zastosowań. Kolejnym pod względem wielkości segmentem są serwery i infrastruktura telekomunikacyjna z udziałami odpowiednio 21% i 12%. Sektor motoryzacyjny, napędzany takimi technologiami jak Flip Chip Ball Grid Array (FC BGA) i Fan-Out, stanowił 10% rynku. Inne segmenty, takie jak automatyzacja, odnawialne źródła energii, opieka zdrowotna, lotnictwo i obronność oraz bezpieczeństwo, łącznie stanowiły 16%.

POLSKA NA PIĄTYM MIEJSCU NA ŚWIECIE POD WZGLĘDEM ATRAKCYJNOŚCI LOKOWANIA PRODUKCJI BACK-END

Ranking Kearney

We wrześniu 2024 roku analitycy **Kearney** przeanalizowali 28 parametrów, decydujących o atrakcyjności danego kraju, podzielonych na trzy zasadnicze kategorie: **otoczenie biznesowe** (waga 30%), **zachęty kapitałowe** (waga 20%) oraz **koszty i zachęty operacyjne** (waga 50%). Rysunek na kolejnej stronie dokumentu przedstawia ranking krajów i regionów, powstały w wyniku analizy Kearney.

Polska znajduje się na piątej pozycji rankingu Kearney, najwyżej spośród wszystkich krajów Europejskich. Liderami rynku produkcji back-end (tzw. rynek OSAT) są Tajwan i Chiny kontynentalne, którzy łącznie kontrolują ponad 60 procent jego udziałów, a także Malezja i Indie. Spośród 10 największych dostawców OSAT na świecie, sześciu ma siedzibę na Tajwanie, a trzech w Chinach kontynentalnych. Jednak jak pisze Kearney, **Unia Europejska chce wzmocnić swoją lokalną sieć produkcji półprzewodników, uzupełniając zakłady produkcji front-end w Niemczech, Irlandii i Francji o funkcje back-end.** Polska jest strategicznie dobrze pozycjonowana na rynku OSAT poprzez możliwość zaoferowania stosunkowo niskich kosztów operacyjnych. **Łącznie Polska uzyskała od Kearney 5.2 punktu** (lider listy, Tajwan, otrzymał 6 punktów), z czego aż 3.4 z tytułu przyjaznego otoczenia gospodarczego.

Na drugim miejscu rankingu plasuje się Malezja, postrzegana jako niezależne, bezpieczne miejsce do plasowania operacji back-end. **Jej wysoki, 13-procentowy udział w globalnym rynku OSAT jest efektem trwałych, wieloletnich wysiłków rządu,** skoncentrowanych na wsparciu solidnego, lokalnego ekosystemu półprzewodników. Malezja oferuje wyjątkowo stabilne środowisko biznesowe w porównaniu z innymi rozwijającymi się regionami, zapewnia ponadto niedrogą i wykwalifikowaną siłę roboczą. Nie bez znaczenia jest oczywiście zestaw zachęt, takich jak pięcioletnie wakacje podatkowe czy zwolnienie z ceł importowych na surowce i komponenty.

Europejski Ekosystem branży back-end

W Europie działają **producenci sprzętu i narzędzi back-end**, tacy jak **BESI** (Holandia) i **Süss MicroTec** (Niemcy). Konsorcjum **UE Pack4EU** ma zaproponować plan inwestycji w zaawansowane technologie końcowego montażu, obejmujący między innymi linię pilotażową finansowaną przez **European Chips Act**, skupiającą się na opakowaniach 3D dla RF. W przedsięwzięcie zaangażowane są między innymi IMEC, Fraunhofer oraz CEA Leti.

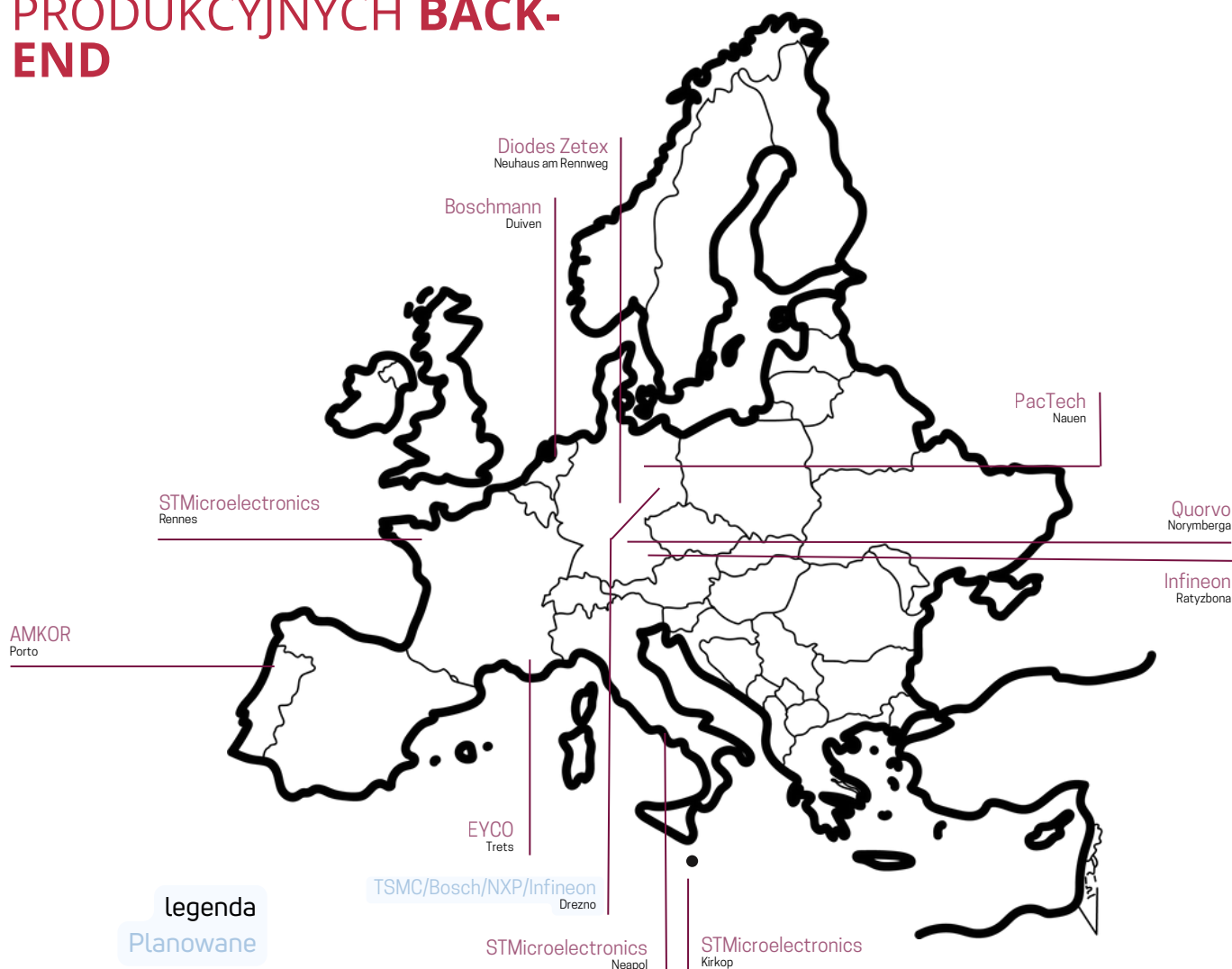
Przyszłość back-end w Europie

Branża zaawansowanych technologii back-end w UE jest gotowa na wzrost, choć nadal istnieją również poważne wyzwania. Jak pisze IPC w swym raporcie **Securing the European Union's Electronics Ecosystem**, kluczowe dla utrzymania i potencjalnego zwiększenia udziału UE w rynku globalnym wydają się być inwestycje w nowe zakłady i technologie. Strategiczne inicjatywy, współpraca i ciągłe inwestycje w badania i rozwój odegrają kluczową rolę w kształtowaniu przyszłości advanced packaging w Europie.

Niezrealizowany plan Intel: zakład back-end we Wrocławiu

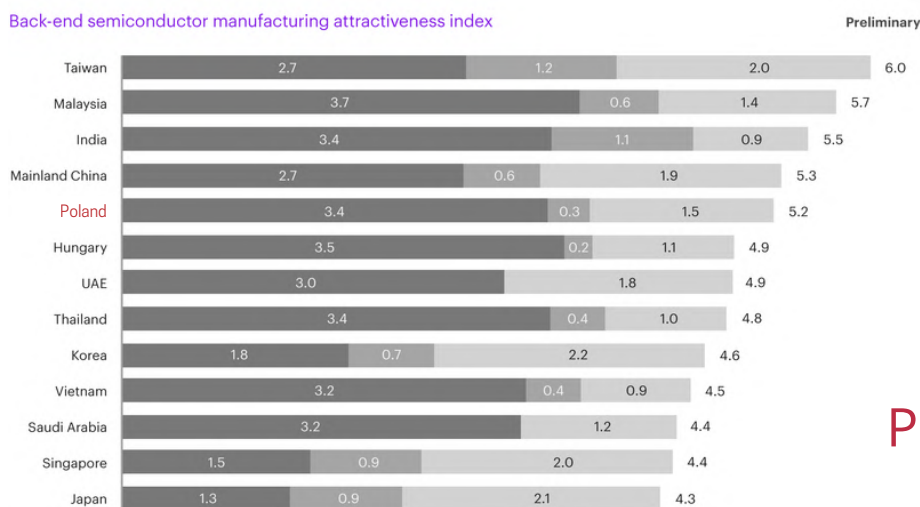
16 czerwca 2023 Intel ogłosił, iż wyda **4.6 mld USD na budowę zakładu integracji i testowania półprzewodników w Miękinii pod Wrocławiem.** Zakład OSAT miał stworzyć około **2.000** miejsc pracy, a start produkcji zaplanowano na rok **2027.** Ze względu na słabą kondycję finansową firmy oraz spadek popytu rynkowego, we wrześniu **2024** roku Intel wstrzymał dalsze kroki na okres dwóch lat. W lipcu **2025** ostatecznie zrezygnowano z planu budowy zakładu back-end w Polsce.

EUROPEJSKIE LOKALIZACJE ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH BACK- END



*Źródło: Securing the European Union's Electronics Ecosystem, IPC 2024

Back-end semiconductor manufacturing attractiveness index



**RANKING
KEARNEY
ATRAKCYJNOŚĆ
KRAJÓW POD
WZGLĘDEM
LOKOWANIA
PRODUKCJI BACK-
END**

*Źródło: Back-End Semiconductor Manufacturing Attractiveness Index, Kearney 2024



O SEMI

SEMI to globalne stowarzyszenie branżowe łączące ponad 3.000 firm członkowskich i 1,5 miliona profesjonalistów, zaangażowanych w poszczególne etapy łańcucha dostaw dla branż projektowania i produkcji półprzewodników. Organizacja koordynuje współpracę członków w zakresie rozwiązań najważniejszych wyzwań branżowych poprzez reprezentację branży na zewnątrz, działania wspierające rozwój kadr, zrównoważony rozwój, zarządzanie łańcuchem dostaw i inne programy.

SEMI prowadzi wystawy i wydarzenia organizowane pod brandami SEMICON oraz ISS (Industrial Strategy Symposium). **Przez dwa lata z rzędu, Sopot jest gospodarzem tego kluczowego dla branży wydarzenia.**



ISS Europe 2025

Sopot

12-14 marca 2025

219

uczestników

35

mówców

27

sponsorów

24

prezentacje

2

panele
dyskusyjne

50

partnerów
medialnych

ISS Europe 2026

Sopot

11-13 marca 2026



- Musimy unikać myślenia skoncentrowanego na wybranych krajach. Siła Europy leży w jej różnorodności, a poszczególne regiony wyróżniają się w różnych obszarach i wyzwaniem jest połączenie ich mocnych stron. Inicjatywy, takie jak linie pilotażowe są doskonałym przykładem tej idei w działaniu, łącząc możliwości w zakresie fotoniki, zaawansowanych technologii końcowego montażu czy technologii kwantowych na całym kontynencie. [...] Aby naprawdę przyspieszyć pozycję Europy w globalnym krajobrazie półprzewodników, musimy skupić się na integracji - łączeniu punktów między regionami, instytucjami i branżami - powiedział w marcu 2025 **Laith Altimime, prezes SEMI Europe**

PRZEMYSŁ ELEKTRONICZNY W POLSCE

SEKTOR EMS I OEM

Często wyrażana jest opinia, że Polska jest zapleczem produkcyjnym Europy. W przypadku przemysłu elektronicznego, twierdzenie to na pewno jest prawdziwe.

Aby to osiągnąć, Polska przebyła długą drogę. Po transformacji ustrojowej na przełomie lat 80-tych oraz 90-tych przemysł elektroniczny był reprezentowany zaledwie przez kilka firm, często odstających poziomem technologicznym od reszty świata. Jednak zachodnie firmy szybko dojrzały w Polsce ogromny potencjał, rozpoczynając trwającą do dziś falę inwestycji. Jedną z pierwszych inwestycji była fabryka produkująca TV **Philips**, obecna w Kwidzynie od połowy lat 90-tych. W roku 2004 zakład został przejęty przez producenta EMS, **Jabil Circuit**, który wraz z funkcjonującym od roku 1998 **Lacroix Electronics** oraz obecnym w Polsce od 2000 roku **Flex** stworzył podwaliny nowoczesnej branży **EMS** w Polsce. Obecnie tworzy ją około **80 podmiotów**, co daje nam według szacunków firm **in4ma** oraz **tek.info.pl** od **6.9% do 7.2% europejskiej produkcji EMS**. Polska jest **piątym** pod względem wielkości produkcji centrum EMS w Europie. [1]

Oczywiście inwestowały nie tylko firmy EMS, lecz także **OEM**. Śladem Philips poszły inne firmy, specjalizujące się w elektronice konsumenckiej. Jednym z najważniejszych inwestorów w Polsce jest **LG**, posiadające jedną z największych fabryk TV w skali Europy w Mławie. Odbiorniki TV produkuje także **Sharp** w Toruniu, **TCL** w Żyrardowie i **TVP** w Gorzowie. Przykładami udanych inwestycji mogą być też **TRUMPF Huettinger**, **JOYNEXT**, **Diehl**, **TechniSat** i wielu, wielu innych. Rozwój zagranicznych OEM pociągnął także rozwój rodzimych firm, których w Polsce działa około 300, a blisko 40 z nich osiągnęło obrót przekraczający 25 mln EUR rocznie [2]



*Polska to **piąte** pod względem wielkości centrum produkcji EMS w Europie, którego udział w rynku wynosi około **7%** [1].*

[1] tek.info.pl/article/868/polska_branza_ems_na_tle_europy

[2] tek.info.pl/article/4204

PRZEMYSŁ ELEKTRONICZNY W POLSCE

CENTRA BADAWCZO-ROZWOJOWE

Charakter prowadzonej w Polsce produkcji zmienił się diametralnie od lat 90-tych. Najpierw był to najczęściej najprostszy, stricte mechaniczny montaż. W miarę nabywania coraz większych umiejętności polskim zakładom powierzano coraz bardziej złożone zadania, w tym pełen proces NPI oraz PCBA. **W ostatnich latach jednak da się zauważyć nowy trend: w Polsce lokowane jest coraz więcej centrów badawczo-rozwojowych.** Uzupełniają one prowadzone od lat w Polsce procesy (przykładem może być centrum B&R Jabil we Wrocławiu czy gdańska jednostka Nippon Seiki), lub stanowią całkowicie nowe jednostki. **Od projektowania układów elektronicznych do produkcji półprzewodników to tylko jeden krok w łańcuchu dostaw przemysłu elektronicznego, a sektor ten może stanowić naturalne zaplecze dla rodzącego się przemysłu półprzewodnikowego.**



Centrum B&R Aptiv w Krakowie zatrudnia przeszło 2.500 osób

Źródło: Aptiv

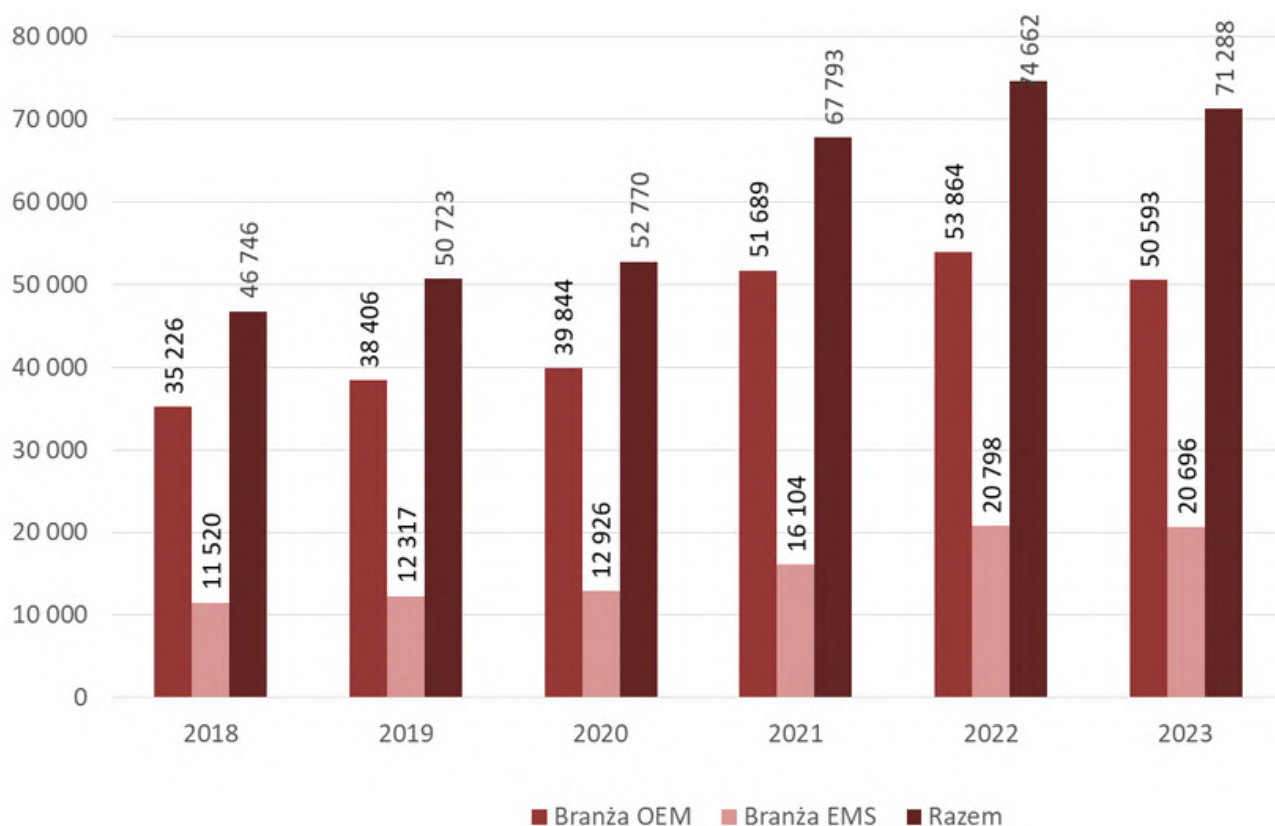
W szczególności Polskę upodobała sobie **branża motoryzacyjna**, lokując tu swoje centra projektowe. Jednym z pierwszych i jednocześnie największych jest krakowska jednostka B&R amerykańskiego **Aptiv**, zatrudniająca około 2.500 inżynierów. Centrum pracuje nad takimi technologiami jak rozpoznawanie gestów, komunikacja bezprzewodowa, systemy monitorowania stanu kierowcy, autonomicznej jazdy i kilkunastoma innymi. Warto też wspomnieć, iż część z tych technologii jest następnie wytwarzana w ośrodku produkcyjnym w Gdańsku. Podobny model obecności w Polsce ustanowił też niemiecki koncern **ZF**, łącząc funkcje produkcyjne i badawcze. ZF posiada w Polsce aż trzy jednostki badawcze i dwa zakłady PCBA. Firma pracuje w Polsce nad systemami aktywnego bezpieczeństwa i autonomicznej jazdy, część z nich wytwarzając w wyspecjalizowanych zakładach w Częstochowie i Wrocławiu. Kolejnym ważnym przykładem jest koncern **Nippon Seiki**, który w Gdańsku pracuje nad rozwojem wyświetlaczy przeziernych typu HUD, produkując je w nowej fabryce pod Łodzią. [1]

Motoryzacja nie wyczerpuje oczywiście tematu obecności centrów B&R w Polsce, których jest w Polsce kilkadziesiąt. Wśród ośrodków powstałych w ostatnich latach można wymienić niezwykle zaawansowane jednostki firm specjalizujących się w aparaturze pomiarowej (**Rigaku, Pendulum Instruments, Bustec**), zastosowaniach przemysłowych (**ifm ecolink, voestalpine Signalling, Honeywell**) i wiele innych. Nie można też zapomnieć o ośrodkach B&R polskich firm OEM, często zatrudniających kilkadziesiąt osób, których w Polsce jest na pewno ponad sto.

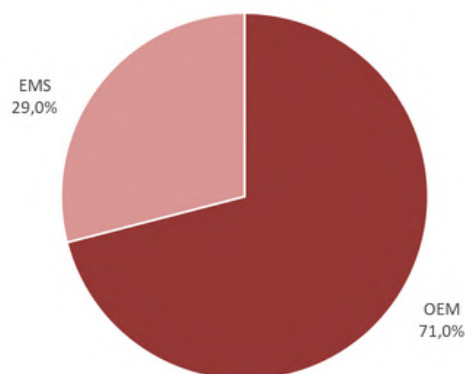
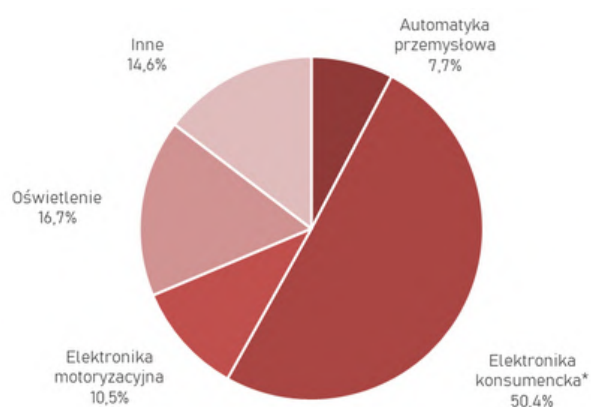
[1] https://tek.info.pl/article/1912/raport_elektronika_motoryzacyjna_w_polsce_2022

PRZEMYSŁ ELEKTRONICZNY W POLSCE

Obroty sektorów EMS i OEM w Polsce w latach 2018-2023 [mln PLN]



Struktura OEM w Polsce (2023)



Udział OEM i EMS w obrotach przemysłu elektronicznego w Polsce (2023)

Źródło: tek.info.pl

KLUCZOWI INWESTORZY OEM

Aptiv
Compal
Diehl
Glamox
Nice
Heesung Electronics
Ifm ecolink
ismaControlli
Joynext
LG Electronics
LG Innotek

Lumel SA
Mobase Electronics
Scanreco
Sharp
Signify
TCL
Technisat Digital
TPV Displays
Trumpf Huettinger
Voestalpine Signaling
Woodward



W polskiej jednostce TRUMPF Huettinger projektowane są zasilacze laserów, stosowanych w maszynach ASML
Źródło: TRUMPF Huettinger

NAJWIĘKSZE POLSKIE OEM

AC
Apator
Bury
Elektrometal
Lena Lighting
LUG
MEDCOM
Mikronika
PCO
PIT-Radwar
Polon-Alfa
Posnet Polska
SATEL
Sonel
WB Electronics
Wilk Elektronik
Zurad

KLUCZOWI INWESTORZY EMS

Bitron
Darekon
E.G.O.
Flextronics
Hanza
Jabil
Kimball
Kitron
Lacroix Electronics
Noratron Electronics
OrbitOne
Scanfil Poland
Universal Scientific
Industrial

NAJWIĘKSZE POLSKIE EMS

Assel
EAE Elektronik
Elhurt EMS
Fideltronik
InterPhone Service
Nordes
TABEMAX
TS Tronic
Vector Blue Hub

JEDNOSTKI B&R ZAGRANICZNYCH INWESTORÓW

ABB
ADVA Optical
Aptiv
Arobs
Becker Avionics
BorgWarner
Bosch
Bustec
CAREL
DGS Diagnostics

Diehl
DIP Draexlmaier
Dynamic Precision
Ericsson
Etteplan
Fluke
Gebauer & Griller
Gigaset
Glamox
Honeywell
IAV

ifm ecolink
ismaControlli
Jabil
Kongsberg Maritime
LTTS
Lumel
Monroe
Nexteer
Nice
Nippon Seiki
Nokia

Pendulum Instruments
Renau
Rigaku
Samsung
Taoglas
Trumpf Huettinger
Verkada
voestalpine Signalling
VOLVO
VW
ZF

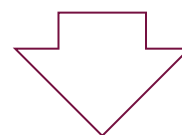
EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

DESIGN / SOFTWARE

INTEL
SK HYNIX
NORDIC SEMICONDUCTOR
SYNOPSYS
SILICON CREATIONS
ANALOG DEVICES

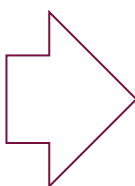
ALDEC
DCD
PHISON
SII
OPEN CHIP
GRAPHCORE

OMNI CHIP
CHIPCRAFT
SOLIDIGM
PHONEMIC
SEMIQA
GRYFIN



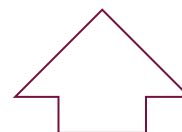
MASZYNY

TRUMPF HUETTINGER
INSOPTICS
ASYS
XTPL
INSTYTUT FOTONOWY
SYSTERION
NANORES



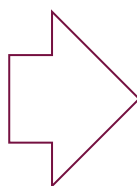
IDM/FABLESS

VIGO PHOTONICS
RESQUANT
TELESYSTEM
KUBARA LAMINA
TOPGAN LASERS



CHEMIA

PCC ROKITA



MATERIAŁY

ENSEMBLE3
QNA
PHOTIN
NOCTILUCA

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

Intel Technology Poland		2 445
Trumpf Huettinger		1 524
SK hynix NAND		247
Synopsys Poland		234
VIGO Photonics		220
Kubara Lamina		121
Nordic Semiconductors		112
Silicon Creations		89
XTPL		76
Aldec-ADT		63
RAZEM		5 131

Firmy z łańcucha dostaw dla półprzewodników zatrudniają w Polsce ponad **5.000** osób.

Aż **92%** zatrudnionych jest przez międzynarodowe firmy.

Łączne obroty polskiego ekosystemu firm, związanych z półprzewodnikami to około
3 mld PLN.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PROJEKTOWANIE I OPROGRAMOWANIE UKŁADÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

Intel Centrum B&R w Gdańsku

Centrum badawczo-rozwojowe Intelu w Gdańsku zostało założone w roku **1993**. Obecnie gdańska jednostka to **4.000 stałych pracowników, 38 laboratoriów i 6.000 mkw. powierzchni**, której ostatnio przybyło dzięki otwarciu nowoczesnego biurowca nazywanego IGK-6 (Intel Gdańsk Kampus). **Gdański kampus jest największym centrum technologicznym badawczo-rozwojowym Intelu w Europie** i jednym z największych tego typu ośrodków na świecie, a jego **wiodącą specjalizacją jest opracowywanie oprogramowania**.

Pierwsze prace skupiały się wokół rozwoju architektury urządzeń dla sieci komórkowych. Stopniowo centrum rozszerzało zakres prowadzonych prac o takie zagadnienia jak oprogramowanie do PC, oprogramowanie serwerów, programowalne sieci komputerowe SDN, mikroprocesory graficzne, prace nad technologiami USB, Wi-Fi, Thunderbolt oraz przetwarzanie dźwięku i obrazu. W ostatnich latach centrum rozwijało też technologie 5G, rozwiązania chmurowe, produkty dla sieci Ethernet, interfejsy API, AI & Machine Learning.



Gdańskie centrum B&R Intel po ponad 30 latach rozwoju zatrudnia obecnie 4.000 osób.
Źródło: Intel

- Intel od lat prowadzi działalność w Polsce, która jest dobrze przygotowana do współpracy z zakładami Intelu w Niemczech i Irlandii.

Polska jest także bardzo konkurencyjna kosztowo w porównaniu z innymi lokalizacjami produkcyjnymi na świecie i oferuje wspaniałą bazę talentów, którą z przyjemnością pomożemy rozwijać – powiedział w czerwcu 2023 CEO Intelu, Pat Gelsinger. [1]

Analog Devices

Krakowska spółka Analog Devices rozpoczęła działalność operacyjną w 2017 roku. Poza aktywnością handlową spółka zajmuje się projektowaniem półprzewodnikowych układów scalonych, specjalizując się w produktach opartych na konwerterach o różnym stopniu wbudowanej programowalności. Wszystkie technologie zaprojektowane lub opracowane przez polską spółkę są eksportowane do Analog Devices Int. W Krakowie spółka zatrudnia 18 osób.

Nordic Semiconductors

Powstała w 2014 roku spółka Nordic Semiconductor w Krakowie zajmuje się rozwojem i badaniami w zakresie technologii bezprzewodowych, w szczególności Bluetooth Low Energy (BLE) i innych rozwiązań dla Internetu Rzeczy (IoT). W skali międzynarodowej firma projektuje i produkuje układy scalone, moduły oraz systemy wbudowane, koncentrując się na technologiach niskomocowych. Centrum programistyczne w Krakowie zatrudnia 112 osób.

[1] Źródło: <https://businessinsider.com.pl/biznes/intel-wybuduje-pod-wroclawiem-wielki-zaklad-polska-wchodzi-do-gry-o-rynek>

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PROJEKTOWANIE I OPROGRAMOWANIE UKŁADÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

Solidigm

Solidigm powstało w 2021 r. w wyniku przejęcia działu projektowania pamięci NAND i SSD Intel'a przez południowokoreańską firmę **SK Hynix**. Solidigm jest globalnym dostawcą innowacyjnych rozwiązań pamięci **NAND flash**, które mają na celu uwolnienie ogromnego potencjału danych, umożliwiając klientom przyspieszenie postępu technologicznego. Firma koncentruje się na dostarczaniu produktów pamięci masowej, które odpowiadają na potrzeby rynku, zarówno konsumenckiego, jak i korporacyjnego. Portfolio produktów Solidigm obejmuje również różnorodne dyski SSD, które wcześniej były częścią oferty Intel'a.

Firma działa w 13 lokalizacjach na całym świecie, w tym w Gdańsku. Polski oddział wspiera globalne działania firmy w zakresie rozwoju technologii pamięci masowej i jest kluczowym elementem strategii rozwoju firmy w Europie.

Proces projektowania pamięci rozpoczyna się już od płytki półprzewodnikowej. Firma stawia na pamięć o wysokiej wydajności energetycznej i cieplej, zwiększonej trwałości i niezawodności, co pozwala na zapisanie większej ilości danych i odczytywanie obciążone mniejszą liczbą błędów przez cały okres użytkowania. Dzięki wsparciu SK Hynix Solidigm jest w stanie szybko realizować swoje cele technologiczne i strategiczne. Firma stawia na innowacje i rozwój nowych technologii, co pozwala jej konkurować z największymi graczami na rynku pamięci półprzewodnikowych. Solidigm jest zaangażowane w rozwój produktów, które nie tylko spełniają obecne wymagania rynkowe, ale również przygotowują grunt pod przyszłe innowacje w dziedzinie pamięci masowej.

SK Hynix

W październiku 2024 **SK Hynix** światowy lider w produkcji układów pamięci, ogłosił otwarcie nowego Centrum Badań i Rozwoju w Gdańsku. Nowy oddział SK Hynix będzie specjalizować się w projektowaniu i optymalizacji technologii pamięci NAND flash, kluczowej dla współczesnych urządzeń elektronicznych. Rozwiązania te pozwalają na trwałe przechowywanie danych bez potrzeby zasilania, co czyni je niezbędnymi w urządzeniach takich jak np. smartfony czy laptopy.

Nowy oddział koreańskiego przedsiębiorstwa mieści się w tym samym kompleksie co centrum Solidigm i będzie ściśle współpracował z siostrzaną spółką. Ponadto polskie centrum B+R będzie współpracować z SK Hynix Korea oraz ośrodkiem B+R w USA.



Zarówno Solidigm, jak i nowo utworzone centrum SK Hynix, znajduje się w kampusie stworzonym przez Intel przy gdańskim lotnisku
Źródło: Solidigm

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PROJEKTOWANIE I OPROGRAMOWANIE UKŁADÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

Sii

Sii Polska jest wiodącym dostawcą usług doradztwa technologicznego, transformacji cyfrowej, inżynierii oraz usług biznesowych w Polsce. Od 20 lat Sii Polska rozwija kompetencje w obszarze półprzewodników w całym łańcuchu wartości tej branży, dostarczając rozwiązania w zakresie rozwoju produktów, inżynierii oprogramowania, zapewnienia jakości oraz optymalizacji operacji. Działa w takich domenach technologicznych jak: platformy firmware i BIOS, DevSecOps, sterowniki graficzne i wyświetlacze, urządzenia sieciowe i Ethernetowe, pamięci masowe i nieulotne, FPGA, wsparcie techniczne laboratoriów oraz AI w procesach integracji produkcyjnej.

Dysponując zespołem ponad **7 300** specjalistów, Sii Polska łączy bogate doświadczenie w inżynierii, badaniach i rozwoju (R&D) oraz dedykowanym wsparciu IT, realizując projekty dla ponad **200 klientów na całym świecie** – w tym producentów półprzewodników, firm typu fabless, dostawców sprzętu oraz innowatorów technologicznych w branży high-tech.

Sii Polska jest często wybierana przez firmy produkujące hardware, które poszukują wsparcia w integracji warstwy sprzętowej z oprogramowaniem oraz w dostarczaniu złożonych rozwiązań firmware i aplikacyjnych, zwiększających wartość istniejących produktów szybko i efektywnie. Sii Polska posiada szerokie kompetencje w zakresie dostarczania rozwiązań embedded, obejmujących nie tylko projektowanie sprzętu i budowę prototypów, ale również kompleksowe tworzenie oprogramowania, od definiowania wymagań po projektowanie niezawodnych, skalowalnych, wydajnych i bezpiecznych systemów wbudowanych.

Sii Polska wyróżnia się szerokimi kompetencjami w zakresie zarządzania projektami, metodyk zwinnych (Agile) oraz rozwiązań opartych na AI – od najnowszych zastosowań generatywnej AI i NLP, po analitykę predykcijną wspieraną przez data science. Nasze zespoły ekspertów wspierają i przyspieszają wdrażanie skalowalnych innowacji opartych na AI, które generują wymierne rezultaty biznesowe w branży półprzewodników.

Wiodąca firma z branży półprzewodników z siedzibą w Niemczech, przy wsparciu specjalistów Sii Polska, zrealizowała szereg kluczowych dla biznesu inicjatyw opartych na sztucznej inteligencji, transformując procesy produkcji półprzewodników w wielu lokalizacjach. Jedną z najbardziej przełomowych inicjatyw było uruchomienie globalnej platformy do zarządzania konserwacją zapobiegawczą wykorzystującą AI, która znacząco zredukowała przestoje w licznych fabrykach półprzewodników. Dodatkowo wdrożono zaawansowane narzędzia kontroli jakości i inspekcji wspierane przez AI, stosowane na różnych etapach procesu produkcyjnego półprzewodników. Pozwoliły one zwiększyć dokładność testów, przyspieszyły wykrywanie błędów i poprawiły spójność wyników, jednocześnie płynnie integrując się z operacjami produkcyjnymi.

Od kilku lat Polska stara się przyciągnąć inwestycje firm z łańcucha dostaw przemysłu półprzewodnikowego. Czy te wysiłki zmieniły postrzeganie naszego kraju przez międzynarodowe środowisko półprzewodnikowe?

Tak, Polska jest zdecydowanie coraz bardziej aktywna na tym polu i od kilku lat została wciągnięta na radar firm półprzewodnikowych jako potencjalne atrakcyjne miejsce inwestycji. Jest to efekt prowadzonych od paru lat działań szerokiego zespołu, w skład którego wchodzi między innymi ARP, PAIH czy MRiT, pracującego nad budową łańcucha dostaw dla tego przemysłu w Polsce.

Sprzyja nam sytuacja geopolityczna, wymagająca zwiększenia autonomii regionów, co staramy się wzmocnić przez obecność na targach i organizację misji. Następnym krokiem, jaki planujemy, jest wystąpienia w Osace na zamknięcie Expo, prezentujące gotowość Polski do produkcji półprzewodników, dzięki czemu budujemy wizerunek Polski jako miejsca, w którym branża ta jest już obecna, ale też kraju, który ma ambicje na znacznie więcej.

W ujęciu historycznym miejscem, z którego wyrosła branża półprzewodników była Dolina Krzemowa. Z czasem, dzięki wysiłkom rządów krajów azjatyckich, sama produkcja rozwinęła się również na Dalekim Wschodzie, przede wszystkim na bezsprzecznie wiodącym w tej chwili Tajwanie, ale też w Malezji i Korei Południowej. Dbamy o to, aby być widocznymi w tych dwóch kluczowych ośrodkach przemysłu, USA i Azji.

Proces rozwoju technologii back-end w ostatnich latach wyraźnie przyspieszył, wydaje się też, że nabiera coraz większego znaczenia. Jaka jest obecnie rola tego etapu w całym łańcuchu dostaw?

Wytwarzanie półprzewodników to najbardziej skomplikowany proces technologiczny w historii ludzkości. Aby swobodnie o nim opowiadać, trzeba stosować pewnego rodzaju uproszczenia. Takim uproszczeniem jest podział na dwa zasadnicze etapy: front-end i back-end. W skład pierwszego z tych pojęć wchodzi etapy projektowania masek, projektowania struktur na poziomie płytek krzemowych, procesy litografii, wytrawiania, jonowania, domieszkowania, galwanizacji i w końcu tworzenia ścieżek, które łączą tranzystory na płycie krzemowej. Back-end to z kolei cięcie wafli na kości krzemowe, które potem są integrowane na podstawkach krzemowych, a także zaawansowane techniki pakowania, czyli heterogeniczna integracja, polegająca na łączeniu kości między sobą.

Przez ostatnie kilkadziesiąt lat rynek podąża za prawem Moore'a, a więc dwukrotnym zwiększeniem mocy obliczeniowej mikroprocesora co dwa lata. Wraz z każdą nową generacją upakowywaliśmy na procesorze coraz więcej tranzystorów i przez lata to proces front-end był w głównej mierze odpowiedzialny za progres technologiczny. Obecnie doszliśmy do etapu, gdzie tranzystory budujemy nieomal z pojedynczych atomów i ciężko jest pójść dalej. Z drugiej strony, prawo Moore'a wciąż działa i innowacyjność coraz mocniej zaczęła przenosić się do etapu back-endu.

W efekcie można powiedzieć, że w przeszłości proces back-end był dużo prostszy niż jest obecnie - umieszczano zwykle jedną kość na jednej podstawie. Współcześnie stosujemy heterogeniczną integrację, w której wiele kości łączy się zarówno w płaszczyźnie horyzontalnej, jak i w 3D. Utworzenie finalnego układu, w którym jedna kość znajduje się na drugiej, wymaga utworzenia bardzo dużej ilości drobnych połączeń, rzędu mikro- i nanometrów. To bardzo trudna do opanowania dziedzina wiedzy, wymagająca pracy w cleanroomach o wysokim poziomie czystości.

We wrześniu 2024 roku renomowana firma analityczna Kearney uznała Polskę jako najbardziej atrakcyjne miejsce do lokowania operacji back-end spośród wszystkich krajów Europejskich, przyznając nam szczególnie dużą ilość punktów za poziom kosztów operacyjnych i zachęty ze strony państwa. Co stoi za tak wysoką oceną Polski?

Tak jak wspomnieliśmy, ciężar innowacji i skomplikowania procesu technologicznego przenosi się zdecydowania w stronę back-end i spodziewamy się, że będzie to stały trend. Back-end to coraz bardziej złożony i wyzywający proces i to, że Polska jest w raporcie Kearney na piątym miejscu, jako najwyższej sklasyfikowany kraj w Europie, jest dla Polski bardzo dobrą wiadomością. Niewątpliwie, ta branża będzie się bardzo mocno rozwijać w najbliższych latach, a my możemy stać się częścią tych zmian.

To, co tak naprawdę kryje się pod wysoką oceną atrakcyjności Polski to myśl technologiczna, ludzie. To tego poszukują inwestorzy: ludzi zdolnych produkować najbardziej zaawansowane produkty na świecie. Moim zdaniem – i najwyraźniej zdaniem autorów raportu też – właśnie tacy ludzie w Polsce są dostępni.

Ponadto, zastanawiając się, w jakich elementach łańcucha dostaw Polska byłaby jeszcze konkurencyjna, warto spojrzeć na to z perspektywy budowania autonomii w skali Europy i nie zastanawiać się, w jakich niszach rynku konkurować, ale gdzie uzupełnić istniejący łańcuch dostaw. Na pewno branża back-end nie jest w Europie licznie reprezentowana.

Często podnoszony jest argument, że główną przeszkodą na drodze do rozwoju produkcji półprzewodników w Polsce jest brak wyszkolonych talentów. Czy faktycznie tak jest?

Największą innowacyjność jesteśmy w stanie zbudować, jeśli do rozwiązania problemów zatrudnimy ludzi z różnym doświadczeniem, z różnych dziedzin - chemii, fizyki, mikroelektroniki - ale również bardzo wielu specjalności, które potencjalnie nie wydają się ściśle związane z półprzewodnikami. Postęp w procesach front-end i back-end jest bardzo szybki i to, o czym dziś można dowiedzieć się na uczelni, za pięć lat i tak już się zmieni. Dopiero wtedy, kiedy zatrudnimy osoby o różnorodnym doświadczeniu i szkolimy je w ramach naszych procesów wytwórczych, stworzymy zespół mogący opracowywać technologie przyszłości. Bardziej chodzi o podstawowe doświadczenia i nastawienie: nie jest krytycznie ważne, aby konkretna dziedzina - na przykład mikroelektronika - była super rozwinięta i aby było mnóstwo kandydatek i kandydatów, którzy skończyli taki kierunek. To pomocne, ale nie konieczne.

Jedna fabryka półprzewodników to 200-300 osobnych urządzeń, multidyscyplinarnych i bardzo jednocześnie wyspecjalizowanych. Na tym poziomie technicznym, każdy dzień pracy to rozwiązywanie skomplikowanych problemów technicznych, których źródła mogą mieć korzenie w bardzo wielu różnych dziedzinach. Zespół musi wspólnie, szybko znaleźć precyzyjne i skuteczne rozwiązanie problemu i dlatego potrzebujemy mieć osoby, które mają doświadczenie z różnych domen, takich jak mechatronika, fizyka, matematyka, chemia, a nawet biologia. Produkcja półprzewodników to bardzo kreatywna praca, brak nudy jest po prostu gwarantowany!

Staramy się już teraz możliwe najlepiej przygotować kadry do pracy w przemyśle półprzewodnikowym. Udało się utworzyć laboratorium mechatroniki we wrocławskim Centrum Kształcenia Zawodowego, w którym kształcimy uczniów szkół średnich, jak działa fabryka półprzewodników. Takie kompetencje są nabywane także na poziomie szkolnictwa wyższego, przykładowo na Politechnice Wrocławskiej przeprowadziliśmy kursy, pokazujące praktyczne aspekty każdego etapu produkcji półprzewodników.

Wiele lat był Pan związany z firmą Intel. Jaką rolę w strukturach Intelu odgrywa największa dotąd inwestycja w naszym kraju, czyli gdański ośrodek B&R? Jaka jest specjalizacja jednostki i co ma ona wspólnego z projektowaniem półprzewodników?

Intel w Polsce rozwija się od 1993 roku, natomiast powstały w 1999 roku kampus w Gdańsku z biegiem czasu stał się największym ośrodkiem R&D Intelu w Europie. Oddział specjalizuje się w oprogramowaniu, obecnym w praktycznie każdym produkcie z portfolio Intelu, jest z tej perspektywy niezwykle istotny dla całej firmy. Jeżeli używacie jakiegokolwiek produktu Intelu, to możecie mieć pewność, że z całą pewnością są tam fragmenty kodu pisane przez inżynierów z Polski. W Gdańsku tworzone są technologie obejmujące cały stos oprogramowania, od niskopoziomowego oprogramowania platform aż do frameworków czy workloadów klientów. Przykładem kompleksowego rozwiązania tworzonego w Gdańsku jest zestaw narzędzi Intel OpenVINO, w tym w postaci darmowej platformy udostępnianej w Internecie po to, aby każdy mógł tworzyć własne aplikacje AI, nawet na prostych komputerach. Wpisuje się to w strategię Intel demokratyzacji technologii, a Gdańsk odgrywa w niej istotną rolę.

Na co Polska musi stawiać nacisk, aby pozyskiwać kolejne elementy łańcucha dostaw półprzewodników?

Kompetencją przyszłości, pożądaną przez każdą branżę, jest sztuczna inteligencja. Cały przemysł zastanawia się obecnie, jak zwiększyć wykorzystanie AI dla podniesienia efektywności. Jeżeli Polska zainwestuje w edukację w tym obszarze, to będzie gotowa, aby ściągnąć więcej inwestycji. Kolejny obszar, który warto eksplorować to innowacyjność i przedsiębiorczość. Właściwe zrozumienie i uczenie tych postaw i wartości, od najwcześniejszych etapów edukacji, pomaga w przyszłym życiu, przygotowując do większej efektywności w miejscu pracy.

Innowacyjność to otwartość, generowanie i testowanie różnych możliwości, a przy tym akceptacja, że popełnianie błędów jest wpisane w tę grę. Jeśli jesteśmy uczeni od dzieciństwa, że możemy popełniać błędy i tylko w ten sposób znajdziemy najlepsze rozwiązanie, zwiększamy prawdopodobieństwo, że staniemy się innowacyjni. Osoby, które przejdą przez system edukacji, który uczy jak radzić sobie z porażkami, są nauczone prawdziwej innowacyjności, a nie tylko przedsiębiorczości, rozumianej jako sposób zakładania działalności gospodarczej. Przedsiębiorczość to zdolność do podejmowania takich decyzji, które doprowadzą do kreatywnych rezultatów, a te kroki wymagają wielokrotnych pomyłek po drodze i ciągłego uczenia się.

Można w tym miejscu ponownie nawiązać do pytania o ekosystem. Dodanie muskułu innowacyjności w systemie edukacji jest krytycznie ważne nie tylko dla samej inwestycji, ale też dla tworzenia nowych start-up'ów. Widzimy, że w innych krajach nasi pracownicy, którzy czasem po kilku - kilkunastu latach decydują się odejść i założyć własną działalność, rzeczywiście tworzą dodatkowy, kreatywny system start-up'ów, wzmacniający przemysł półprzewodników. W Polsce taki ekosystem właśnie powstaje i zakładamy właśnie klaster półprzewodnikowy, który dodatkowo go wzmocni.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PROJEKTOWANIE I OPROGRAMOWANIE UKŁADÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

DCD

Digital Core Design została założona w 1999 roku w Bytomiu, przez absolwentów Politechniki Śląskiej. Od samego początku firma skupia się na projektowaniu specjalizowanych układów scalonych (**IP Core oraz SoC**), które znajdują zastosowanie właściwie w każdej gałęzi gospodarki – począwszy od elektroniki użytkowej, poprzez branżę mobilną czy automotive, na branży wojskowej czy kosmicznej skończywszy. DCD w ciągu 25 lat działalności zaprojektowała ponad **100 różnego typu architektur, które zostały wykorzystane w co najmniej 1 miliardzie urządzeń elektronicznych na całym świecie.**

Pośród kilkunastu osób zatrudnionych w spółce można znaleźć zarówno inżynierów z kilkudziesięcioletnim doświadczeniem, jak i też utalentowanych absolwentów uczelni wyższych, którzy zdobywając unikalne w skali kraju umiejętności i wzbogacając je o własne, innowacyjne pomysły. Dzięki mieszance doświadczenia oraz świeżości Digital Core Design w ciągu przeszło dwóch dekad zbudowała swoją markę na globalnym rynku IT, dostarczając swoje rozwiązania do firm takich jak m.in. **VW, Toyota, Sony, Raytheon, Osram, Bosch, ABB, Siemens, Micron** czy **Honeywell**. Do największych osiągnięć firmy można zaliczyć:

- pierwszy w historii Polski interfejs CAN XL dedykowany aplikacjom motoryzacyjnym (szybkość transmisji danych do 20Mbps; dodatkowa możliwość implementacji Functional Safety),
- 32-bitowe oraz 64-bitowe procesory RISC-V wraz z zestawem peryferiów, oraz rozszerzeń (DCD jest członkiem RISC-V International, organizacji zrzeszającej firmy rozwijające standard RISC-V),

- najszybszy na świecie procesor z rodziny 8051, który dzięki niezwykle popularnej architekturze znajduje zastosowanie m.in. w IoT, IIoT czy też elektronice konsumenckiej (DQ80251 jest ponad 75- krotnie wydajniejszy od standardu stworzonego przez firmę Intel, a dzięki bogatemu zestawowi peryferiów jest doskonałym wyborem dla projektów power/performance).

- w 100% bezpieczny polski system kryptograficzny Crypt-One, oferujący sprzętową kryptografię oraz tzw. lightweight cryptography,
- Holistyczne portfolio peryferiów, takich jak np. USB, I2C, I3C, SPI, UART, które można wykorzystać zarówno w połączeniu z układami DCD, jak i też firm zewnętrznych.

Griffin Microelectronics

Griffin Microelectronics to dynamicznie rozwijająca się firma specjalizująca się w projektowaniu zaawansowanych układów scalonych. Firma projektuje kompletne układy scalone, spełniające swe zadania zarówno w sektorach konsumenckich, jak i przemysłowych, medycznych oraz automotive. Zespół składa się z doświadczonych inżynierów i specjalistów, którzy z pasją podchodzą do tworzenia nowoczesnych technologii.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PROJEKTOWANIE I OPROGRAMOWANIE UKŁADÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

ChipCraft

Firma powstała w roku 2016 przez osoby związane z Politechniką Warszawską. Firma wykonuje usługi polegające na projektowaniu bloków składowych analogowych i cyfrowych układów scalonych lub całych układów. Jedną z kluczowych specjalizacji firmy jest projektowanie układów do nawigacji **GNSS**, co znalazło wyraz w opracowaniu własnego układu spółki o nazwie NaviSoC oraz modułów opartych o ten układ. Obecnie firma prowadzi prace nad drugą generacją NaviSoC2 w oparciu o dofinansowanie ze strony NCBiR. Wspólnie z kilkoma partnerami, w tym **Thales**, ChipCraft realizuje też europejski projekt GEONAV, którego celem jest opracowanie rozwiązań służących precyzyjnej nawigacji. Podstawowym celem projektu jest rozwój i industrializacja drugiej fazy ewolucji rozwiązania GEONAV IoT, zgodnie z wynikami NAVISP Element 2 (TRL7).

Phison / Wilk Elektronik j.v.

We wrześniu 2024, podczas targów Computex w Tajpej, polska firma **Wilk Elektronik**, jedyny w Europie producent pamięci komputerowych DRAM, ogłosiła strategiczne partnerstwo z tajwańskim **Phison Electronics**, światowym liderem w produkcji kontrolerów NAND flash i rozwiązań pamięci masowej NAND. Obie firmy planują stworzenie specjalistycznego zespołu badawczo-rozwojowego, którego głównym zadaniem będzie rozwijanie firmware stosowanego w dyskach SSD oraz pamięciach flash.

Firmy rozważają także współpracę nad technologią **aiDAPTIV+**, która należy do tajwańskiej firmy. Mogłaby ona umożliwić tworzenie lokalnych centrów obliczeniowych i optymalizację danych bez konieczności przesyłania ich do chmury.

Silicon Creations

Polski oddział powstałej w 2006 roku amerykańskiej firmy z siedzibą w Atlancie. Silicon Creations to projektant rozwiązań IP opartych na krzemie z biurami w USA i Polsce oraz jednostkami handlowymi na całym świecie. Firma zajmuje się projektowaniem układów taktowania (PLL), oscylatorów, niskoenergetycznych, wysokowydajnych wieloprotokołowych bloków komunikacyjnych SerDes oraz szybkich układów LVDS I/O. Komponenty opracowywane przez firmę znajdują zastosowanie w smartfonach i innych urządzeniach przenośnych, elektronice konsumenckiej, procesorach, urządzeniach sieciowych, motoryzacji, IoT i urządzeniach medycznych. Silicon Creations projektuje półprzewodniki, produkowane masowo w technologiach od **3 nm do 180 nm**.

Projekt ten wpisuje się rosnące potrzeby rynku w obszarze cyberbezpieczeństwa - zagrożenia cybernetyczne obejmują nie tylko warstwę programową, ale coraz częściej także sprzęt, w tym oprogramowanie układowe (firmware) pamięci.

- Podczas gdy w zastosowaniach konsumenckich firmware pamięci nie odgrywa kluczowej roli, w infrastrukturze krytycznej jego znaczenie jest fundamentalne. Atak na system operacyjny można często zneutralizować poprzez reinstalację lub reset. Jednak, gdy cyberatak dotknie firmware pamięci w tysiącach elementów infrastruktury - np. w systemach sterowania koleją czy sieciach energetycznych - powszechnie stosowane środki naprawcze przestają działać - mówi Monika Wilk, dyrektor ds. strategii i rozwoju polskiego partnera [1].

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PROJEKTOWANIE I OPROGRAMOWANIE UKŁADÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

Openchip

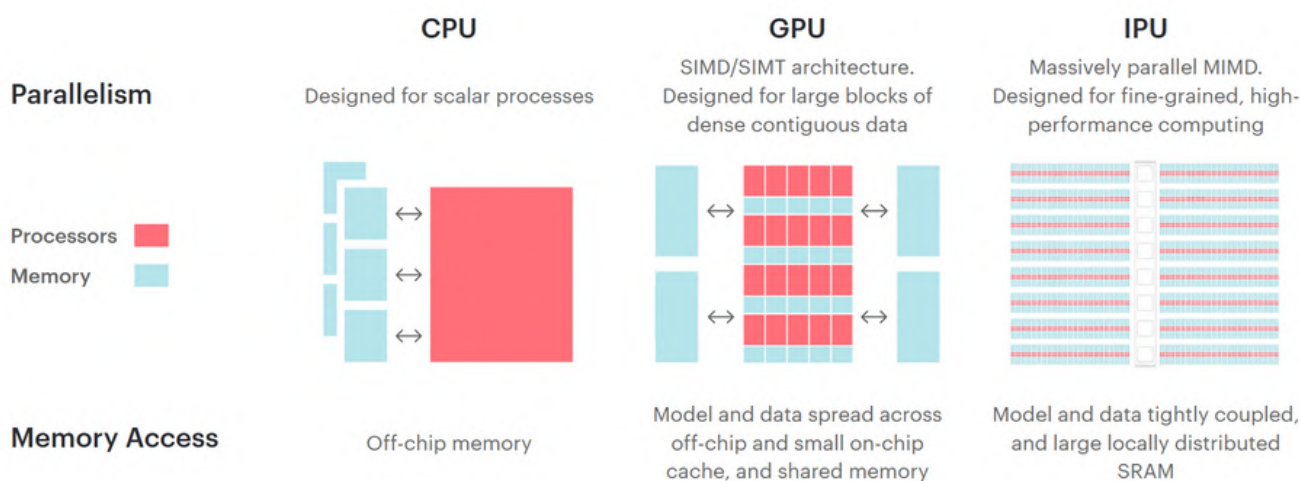
Openchip specjalizuje się w projektowaniu systemów akceleryjnych dla wysokowydajnych obliczeń (HPC) oraz rozwiązań typu System-on-Chip (SoC) opartych na architekturze RISC-V. Technologie firmy znajdują zastosowanie m.in. w genomice, astrofizyce, energetyce czy lotnictwie. Główna siedziba Openchip mieści się w Barcelonie, spółka posiada też jednostkę we Włoszech. **W marcu 2025 firma ogłosiła otwarcie nowego centrum R&D w Gdańsku**, które będzie koncentrować się na tworzeniu nowoczesnych procesorów i akceleratorów dla centrów danych i HPC, zgodnych z europejskimi wymogami efektywności energetycznej. Akceleratory spółki zostaną zaprojektowane z wykorzystaniem technologii węzłów krzemowych i otwartej architektury zestawu instrukcji dla procesorów (RISC-V). Openchip zapowiedział zwiększenie załogi do kilkudziesięciu osób jeszcze w roku 2025.

Graphcore

Założona w Bristolu w 2016 roku firma Graphcore jest od 2024 roku częścią Grupy SoftBanku i produkuje systemy komputerowe dla sztucznej inteligencji, zasilane przez Intelligence Processing Unit (IPU). Jest to najnowocześniejszy procesor, zaprojektowany przez firmę z myślą o unikalnych wymaganiach obliczeniowych SI. IPU stwarza naukowcom zajmującym się sztuczną inteligencją możliwości badań w zupełnie nowych obszarach, niemożliwych do eksploracji przy użyciu obecnych technologii. Systemy Graphcore są wykorzystywane w aplikacjach sztucznej inteligencji w wielu branżach, m.in. w farmaceutykach, usługach finansowych, przemyśle motoryzacyjnym i konsumenckich usługach internetowych.

Nowy oddział Graphcore w Gdańsku będzie stanowił jego centrum badawczo-rozwojowe.

Obecnie pracują w nim **22 osoby**, firma zapowiada szybki rozwój polskiej jednostki.



Unikalna koncepcja połączenie procesora i pamięci rozwijana przez Graphcore Źródło: Graphcore

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PROJEKTOWANIE I OPROGRAMOWANIE UKŁADÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

Phonemic

Zlokalizowana w Lublinie firma wykonuje projekty i weryfikację **RTL** oraz firmware dla FPGA, a także dla specjalizowanych układów scalonych w takich aplikacjach jak cyfrowe przetwarzanie sygnału (5G, LTE), kryptografia, projektowanie i integracja na poziomie systemu.

Między innymi, firma zajmuje się opracowywaniem IP-core dedykowanych dla specyficznych potrzeb klientów, od poziomu matematycznego i algorytmicznego po mikroarchitekturę, badaniem architektur sprzętowych czy opracowywaniem algorytmów. Phonemic opracował szereg **autorskich rdzeni IP**, od rdzeni arytmetycznych (FFT, kryptografia, filtry FIR), złożonych rdzeni przetwarzania radiowego (DPD, CFR) po złożone rozwiązania interfejsów głosowych (VAD).

Synopsys

Synopsys to amerykańska korporacja zajmująca się wsparciem producentów układów scalonych oraz urządzeń elektronicznych poprzez dostarczanie oprogramowania w zakresie projektowania elektronicznego (EDA), gotowych fragmentów projektu w postaci tzw. IP Core oraz urządzeń i oprogramowania wspierającego prototypowanie, oraz testowanie. Rozwiązania firmy Synopsys obejmują projektowanie i weryfikację układów półprzewodnikowych zarówno w zakresie hardware'u jak i software'u. Synopsys została założona w 1987 roku, aktualnie zatrudnia ponad 20 tysięcy pracowników. Oddział w Gdańsku zatrudnia około 200 inżynierów, którzy projektują układy scalone (projektowanie analogowe i projektowanie layoutu, czyli w jakim układzie tranzystory są rozmieszczane), wspierają rozwój narzędzi i systemów prototypowania oraz EDA. Gdańscy inżynierowie pracują m.in. w technologiach rzędu 2 nm.

OmniChip

Spółka projektuje układy scalone na zlecenie zagranicznych firm półprzewodnikowych oraz tworzy produkty i bloki IP na potrzeby własnych produktów. W 2022 roku spółka realizowała prace badawcze w projekcie Realholo dofinansowanym z projektu Horizon 2020, które polegały one na zaimplementowaniu i weryfikacji części cyfrowej układu scalonego przeznaczonego do wyświetlaczy holograficznych 3D. OmniChip opracował też platformę do obsługi protokołu NFC. Warszawska firma wykonuje między innymi analizy i projektowanie architektury, projekty IP i weryfikację systemu, prototypowanie FPGA.

ALDEC-ADT

Założona w 1998 roku ALDEC-ADT jest producentem nowoczesnego oprogramowania przeznaczonego do projektowania układów scalonych **FPGA i ASIC**. Głównymi produktami firmy są: Active-HDL i Riviera-PRO – pakiety zintegrowanego środowiska wspomagającego projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języków opisu sprzętu VHDL, Verilog HDL, SystemVerilog i SystemC. Polski oddział pełni funkcję centrum rozwoju oprogramowania EDA dla całego koncernu.

Jakie unikalne szanse w branży projektowania struktur półprzewodnikowych ma Polska na tle globalnej konkurencji?

- Większość polskich firm w tej branży to małe, ale bardzo wyspecjalizowane przedsiębiorstwa i to właśnie ta wysoka specjalizacja może stanowić naszą przewagę konkurencyjną. Przykładem takiej właśnie firmy jest, chociażby Digital Core Design z Bytomia, która od ponad 25 lat zajmuje się projektowaniem struktur półprzewodnikowych. Na rynku jest niewiele firm, które posiadają takie unikalne technologie jak my, dzięki którym możemy oferować nie tylko gotowe cyfrowe architektury, ale także prowadzić projekty od etapu prototypów aż do finalnych układów scalonych. 99% naszych klientów pochodzi z zagranicy, co nie zmienia faktu, że staramy się przekonywać nasze krajowe firmy do korzystania z układów scalonych szytych na miarę ich potrzeb oraz możliwości. Wiele z nich wciąż boi się bazować na własnych projektach, decydując się na rozwiązania zagranicznych koncernów... w których to często i tak znajdują się IP Core opracowane przez DCD. Dlatego też tak ważne jest stworzenie polskiego ekosystemu firm, które w kontekście zagrożeń (takich jak wojen, czy pandemia), ale też szans, które się rysują (jak np. European Chips Act) pozwoli na efektywne, bezpieczne i skalowalne projektowanie, testowanie oraz produkcję półprzewodników.

Jakie główne zagrożenia stoją przed Polską w kontekście globalnej konkurencji w branży półprzewodników?

- Główne zagrożenia stojące przed Polską są związane z konkurencją wewnątrz Unii Europejskiej oraz z opóźnieniami technologicznymi. W ramach inicjatywy European Chips Act planuje się tworzenie centrów kompetencyjnych w każdym kraju członkowskim UE. Oznacza to, że takich inicjatyw jak w Polsce będzie wiele, co może prowadzić do rozdrobnienia zasobów i konkurencji między krajami, osłabiając wspólny potencjał. Kluczowe jest więc stworzenie zintegrowanego, wspólnego projektu na poziomie europejskim. Jeśli każdy kraj będzie rozwijał swoje technologie półprzewodnikowe niezależnie, może to prowadzić do nieefektywności. Regionalizacja może stać się zagrożeniem, jeśli zabraknie współpracy między krajami UE. To właśnie rozdrobnienie inicjatyw i brak wspólnych działań mogą osłabić pozycję Europy na globalnym rynku półprzewodników. Doskonałym potwierdzeniem tej tezy są oficjalne dane nt. branży półprzewodnikowej na świecie. Jeszcze 5-6 lat temu europejskie firmy stanowiły ok. 2% światowego rynku tzw. fabless IC manufacturer. W zeszłym roku było to już mniej niż 0,5%. Dlatego też tak ważna jest współpraca państwami należącymi do UE, bowiem tylko dzięki synergii, a nie konkurencji – będą one atrakcyjne dla globalnych potentatów pochodzących z Tajwanu, USA, Japonii czy Chin.

Polska odnajduje się dobrze nie tylko w strukturach unijnych, ale także transatlantyckich, co stwarza możliwości współpracy z firmami z USA. Może to być znaczącym atutem w kontekście globalnej konkurencji. Inicjatywy takie jak American Chips Act, które zachęcają do tworzenia zakładów półprzewodników na kontynencie amerykańskim, stwarzają okazję dla polskich przedsiębiorstw, które mogą łatwiej nawiązywać współpracę i sprzedawać licencje oraz inne rozwiązania technologiczne amerykańskim partnerom.

“

Większość polskich firm w tej branży to małe, ale bardzo wyspecjalizowane przedsiębiorstwa i to właśnie ta wysoka specjalizacja może stanowić naszą przewagę konkurencyjną

Nie można jednak zapominać, że Polska ma duże opóźnienia technologiczne w porównaniu z bardziej rozwiniętymi krajami europejskimi, takimi jak na przykład Niemcy. Wystarczy spojrzeć na okolice Drezna, które są hubem technologicznym dla Europy Środkowej i Wschodniej. Wieloletnie inwestycje, których początki sięgają lat 90. XX wieku, nowoczesne fabryki i doświadczeni inżynierowie to niewątpliwie niebagatelny potencjał. Dlatego to właśnie zacieśnienie współpracy na poziomie europejskim oraz wykorzystanie międzynarodowych partnerstw będzie kluczowe, by Polska i polskie firmy były ważnym elementem europejskiej Doliny Krzemowej. Jeśli tego nie zrobimy, skazujemy się na dalszą peryferyzację.

Ale czy to właśnie inicjatywy rządowe są właściwym kierunkiem, aby wzmocnić pozycję polskich firm na arenie międzynarodowej?

- Patrząc na rozwój branży półprzewodnikowej w innych krajach, warto spojrzeć na Chiny. Trzy dekady temu Pekin postawił na produkcję własnych procesorów i układów scalonych, dążąc do uniezależnienia się od innych rynków. Dzięki temu ich produkty zyskały na jakości i obecnie dorównują tym produkowanym, chociażby w USA. Polska powinna zainspirować się tym przykładem i maksymalnie wykorzystać potencjał wszystkich krajowych firm działających w branży półprzewodników. Co prawda polskie firmy radzą sobie dobrze pod względem biznesowym i technologicznym, jednakże wsparcie rządowe może być kluczowe w zdobywaniu kontraktów i zwiększaniu konkurencyjności. Program Krajowe Ramy Wspierania Strategicznych Inwestycji Półprzewodnikowych może być odpowiedzią na potrzebę lepszej koordynacji. Ważne jest, aby zespół odpowiedzialny za ten program posiadał odpowiednie kompetencje, a instytucja była wolna od wpływów politycznych. Sprawnie działająca i niezależna instytucja ma bowiem szansę znacząco pobudzić rozwój firm technologicznych i półprzewodnikowych w Polsce. Układy scalone nie mają barw partyjnych – powinny być traktowane jako dobro narodowe.

W jaki kierunku według Ciebie będzie podążać Polska, przeważa wizja optymistyczna czy pesymistyczna?

- Jestem optymistą i patrzę na przyszłość Polski w branży półprzewodników z dużą nadzieją. Nie skupiam się na potencjalnych zagrożeniach ze strony innych krajów, takich jak Niemcy czy Czechy, gdzie planowane jest stworzenie doliny krzemowej na osi Drezno-Praga. Widzę w tym raczej doskonałą okazję do współpracy. Polska może dołączyć do tego projektu, uwzględniając nasze kluczowe miasta technologiczne, takie jak Wrocław, Katowice, Gdańsk, Kraków, a także Bytom, gdzie mieści się siedziba naszej firmy. W przeszłości mówiło się o polskiej dolinie krzemowej wzdłuż autostrad A4 i A1 między Wrocławiem i Krakowem, i myślę, że to wciąż jest możliwe. Inicjatywy takie jak europejski i amerykański Chips Act oraz planowane inwestycje Intelu stwarzają ogromne możliwości dla rozwoju polskiego sektora półprzewodnikowego. Sprzęt, możliwości prototypowania oraz licencje na dodatkowe oprogramowania są ważne, ale kluczowy jest pomysł i umiejętności pojedynczego inżyniera, które decydują o finalnej funkcjonalności produktu. W branży półprzewodnikowej każdy nawet najmniejszy element musi działać niezawodnie, ponieważ od niego może zależeć sukces całego projektu wartego setki milionów dolarów. Know-how niewątpliwie już mamy, zatem warto tę wiedzę i umiejętności „obudować” sprzętem i instytucjami, które pozwolą na aktywną grę na międzynarodowej scenie półprzewodników.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

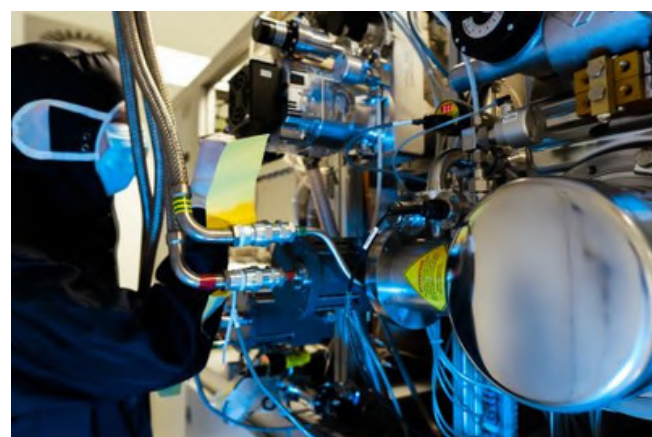
MATERIAŁY

ENSEMBLE³

Firma powstała w roku 2020, a jej jedynym udziałowcem jest Łukasiewicz – IMiF. Zatrudniająca blisko 100 osób firma pełni rolę centrum doskonałości w zakresie nanofotoniki, zaawansowanych materiałów i nowoczesnych technologii opartych na wzroście kryształów. Centrum pracuje nad rozwojem nowatorskich technologii materiałowych i nowoczesnych materiałów o wyjątkowych właściwościach elektromagnetycznych, które mogą znaleźć zastosowanie w takich dziedzinach, jak fotonika, optoelektronika, telekomunikacja, konwersja energii słonecznej, medycyna i lotnictwo. ENSEMBLE³ produkuje monokryształy AIII BV: arsenek galu (GaAs), arsenek indu (InAs), fosforek galu (GaP), fosforek indu (InP) oraz antymonek galu (GaSb). Materiały produkowane przez ENSEMBLE³ znajdują zastosowanie w produkcji mikrofalowych układów scalonych, różnego rodzaju diod (w tym diod LED), detektorów promieniowania podczerwonego, fotodetektorów itp. Firma wytwarza też węgiel krzemu (SiC), kilka rodzajów materiałów termoelektrycznych oraz tlenki mające zastosowanie w optyce i optoelektronice.

Photonics Innovation

Firma, stosująca nazwę handlową Photin, świadczy usługi wytwarzania cienkich warstw półprzewodnikowych w technologii MOCVD. Firma produkuje w małych seriach fosforek indu, oferując klientom na całym świecie usługi w zakresie badań i rozwoju oraz produkcji na małą skalę złożonych urządzeń półprzewodnikowych (InP, GaAs, GaSb, InAs).



Źródło: Łukasiewicz – IMiF

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

INTEGRATED DEVICE MANUFACTURER

VIGO Photonics

Vigo Photonics jest liderem na światowym rynku fotonowych detektorów średniej podczerwieni.

Detektory produkowane obecnie przez firmę znajdują zastosowanie w największych na świecie ośrodkach badawczych (pomiar parametrych wysokotemperaturowej plazmy w badaniach nad syntezą termojądrową, pomiar ultrakrótkich impulsów promieniowania podczerwonego emitowanego przez lasery i synchrotrony, spektrometry do pomiaru skrajnie niskich stężeń substancji) oraz przy tworzeniu zaawansowanych aplikacji takich jak: bezpieczeństwo ruchu kolejowego (systemy wykrywania awarii taboru oraz systemy wykrywania pożarów), ochrona środowiska (monitoring środowiska), zastosowania przemysłowe (skanery przemysłowe do badania rozkładu temperatury), zastosowania militarne (systemy naprowadzania pocisków, ostrzegacze przed namierzaniem), bezpieczeństwo (wykrywanie substancji wybuchowych i niebezpiecznych, systemy kontroli zawartości bagażu pasażerów) czy przemysł kosmiczny (łącność laserową w otwartej przestrzeni kosmicznej, urządzenia pomiarowe do zastosowań kosmicznych).

VIGO Photonics włączyło do swojej oferty również epitaksjalne warstwy półprzewodnikowe. Tworzone w VIGO Photonics warstwy epitaksjalne bazujące na fosforu indy i arsenku galu są podstawą do produkcji m.in. kantowych laserów kaskadowych, laserów z pionową wnęką rezonansową (VCSEL), oraz innych źródeł promieniowania podczerwonego, jak i komponentów mikroelektronicznych (tranzystory, diody).

Wszystkie produkty oparte są na własnej, unikalnej technologii. Grupa posiada kompletną linię produkcyjną przyrządów półprzewodnikowych o wysokiej przepustowości – od epitaksji materiałów ze złożonych półprzewodników z grup II-VI (tellur, kadm, rtęć) oraz grup III-V układu okresowego pierwiastków (ind, arsen, gal, antymon), poprzez produkcję chipów detektorów oraz laserów, aż po ich mikromontaż oraz integrację z elektroniką. Grupa dysponuje również własnymi nowoczesnymi laboratoriami pomiarowymi, umożliwiającymi szybkie i dokładne pomiary na każdym etapie produkcji.

W lutym 2024, warty **878,6 mln PLN** projekt spółki **HyperPIC** został wpisany na listę przedsięwzięć przeznaczonych do dofinansowania przez UE w kwocie 453,7 mln PLN. Projekt ten jest jednym z kluczowych elementów ogłoszonej w czerwcu 2021 roku strategii rozwoju firmy do roku 2026. Celem projektu jest opracowanie i wdrożenie technologii zintegrowanych fotonicznych układów scalonych, przeznaczonych do detekcji w zakresie średniej podczerwieni, budowa kompletnej linii produkcyjnej oraz utworzenie kompletnego łańcucha dostaw dla tych układów. Innymi strategicznymi inicjatywami są doskonalenie technologii produktów opartych o tellurek kadmowo-rtęciowy (MCT), zgodne z RoHS detektory oparte na antymonkach indy i arsenu, czy miniaturowe niskobudżetowe moduły detekcyjne podczerwieni do szerokiego stosowania w zastosowaniach przemysłowych i ochronie środowiska. Celem kolejnej inicjatywy InGaAs jest wejście na istniejący rynek detektorów pracujących w zakresie tzw. krótkiej podczerwieni (SWIR), które mają potencjał do zastosowania w elektronice użytkowej. Spółka rozwija ponadto technologię produkcji matryc chłodzonych i niechłodzonych detektorów podczerwieni, epitaksji materiałów półprzewodnikowych III-V oraz produkcji źródeł bliskiej podczerwieni (laserów VCSEL) oraz produkcji heterostruktur epitaksjalnych metodą MOCVD.



Źródło: VIGO Photonics

UNIKALNY PROCES PRODUKCYJNY VIGO PHOTONICS

VIGO PHOTONICS

PRODUCTION STEPS

↓

EPITAXY

↓

PROCESSING

↓

DETECTORS PACKAGING

↓

INTEGRATION WITH ELECTRONICS

MBE

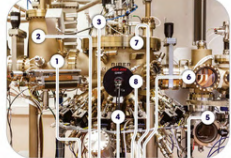
For production of InAs and InAsSb RoHS compliant MWIR and LWIR detectors and detection modules.



The molecular beam epitaxy (MBE) growth technology is used for manufacturing bulk InAs, InAsSb and superlattice (SL) InAs/InAsSb detectors. SL detector made of In materials have strong covalent bonds, which results in a higher temperature operating range, better uniformity of the crystal, and better optical and electrical parameters.



REACTOR



- 1 Growth gauge
- 2 RGA - Residual Gas Analyser
- 3 Manipulator
- 4 Effusion cells
- 5 Preparation chamber
- 6 Buffer chamber
- 7 Growth chamber
- 8 RHEED Screen

PROCESS

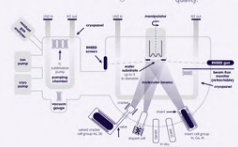
Above the substrate the heater that provides the desired growth temperature is placed.

In this way, the amount of background contamination is minimized and the ballistic transport between a source and the substrate is possible.

Molecular beam reaches the substrate placed on the rotatable holder.

For the proper operation of the MBE, an ultra-high vacuum is necessary, which is achieved with the help with a special pump system.

A high-energy electron diffraction (RHEED) device allows to control the growth rate and the crystalline layer's quality.

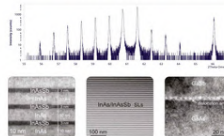


WHAT WE CREATE?

III-V InAs/InAsSb

Material details:

- Lattice matched to GaSb
- Strong covalent bonds (thermal & mechanical stability)
- Thicknesses below critical thickness
- Possibility to grow on GaAs substrate via GaSb buffer
- Strain control during growth



VIGO PHOTONICS

PRODUCTION STEPS

↓

EPITAXY

↓

PROCESSING

↓

DETECTORS PACKAGING

↓

INTEGRATION WITH ELECTRONICS

MOCVD

For production of HgCdTe MWIR and LWIR detectors and detection modules



The technique used for manufacturing HgCdTe detectors is the metalorganic chemical vapour deposition (MOCVD) method. As a result, multi-layer semiconductor heterostructures are obtained consisting of more than twenty layers as a maximum, varying in terms of thickness, composition, doping and band gap broadening.



REACTOR



Metalorganic Chemical Vapour Deposition

- Aix 200 System
- Interdiffusion Multi-Layer Process - IMP
- To grow Hg_{1-x}Cd_xTe heterostructures
- On GaAs substrates with in-situ doping
- (111) or (100) HgCdTe orientations possible

PROCESS

The first stage of MOCVD technology is reactor heating to remove residues from the previous growth process.

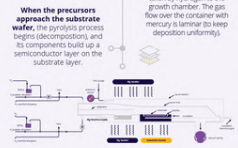
Hydrogen (carrier gas) is admitted into bubbler cylinders.

When the precursors approach the substrate wafer, the pyrolysis process begins (decomposition), and its components build up a semiconductor layer on the substrate layer.

MOCVD reactor: five sources of organometallic precursors, one gas source.

The substrate is heated and rotated, in second heating zone inside the reactor elemental mercury is evaporated.

During the bubbling process, cadmium and telluride are taken by hydrogen to the growth chamber. The gas flow over the container with mercury is laminar to keep deposition uniformity.



WHAT WE CREATE?

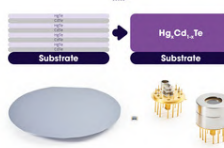
MWIR and LWIR HgCdTe epilayers

HgCdTe has been used for production of VCSEL photodetectors, various modifications of PC, PL, PVM, PEM and other devices.

Material details:

- Band gap tunability 0.1-4 eV
- High performance
- Complex 3D heterostructure
- Architecture based on computer simulations
- Graded gap/doping design

IMP



VIGO PHOTONICS

PRODUCTION STEPS

↓

EPITAXY

↓

PROCESSING

↓

PACKAGING

↓

INTEGRATION WITH ELECTRONICS

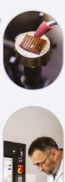
PROCESS

- 1 Photolithography**

Defines patterns in a thin layer of a photo-sensitive polymer, called a photoresist, by exposing selected areas to UV light. The pattern is transferred onto a semiconductor by etching on secondary material deposition.

 - Spin coater - coats a semiconductor wafer with a photoresist through spinning
 - Mask aligner - photolithography device, for alignment of a pattern on a photomask to a pattern on an epitaxial wafer
- 2 Pattern Etching**
 - Chemical Etching (wet)
 - In chemical solutions (acid-based)
 - Etching solutions dedicated to various materials to achieve a specific result
 - The etching effect depends on the chemical composition of the solution, the ambient conditions, the area of the material to be etched, and the density and dimensions of the pattern.
 - Plasma Etching (dry)
 - Inductively Coupled Plasma
 - Reactive Ion Etching - ICP-RIE
 - Chemical (by chemical reaction) and physical (by ion bombardment) etching of semiconductors using plasma.
- 3 Contact formation**
 - Metallization
 - E-beam evaporation
 - E.g. Ti/Au, Pt/Ti/Au
 - Allows an electric contact with the semiconductor
- 4 Indium Bumps**

In some cases, an additional medium for the flip-chip mounting.
- 5 Dicing**
 - Dicing Wafer into single devices (chips)
 - Automatic diamond blade sawing (dicing street 80-100 µm)
 - Manual scribing with a diamond tip
 - Cleaning the chips
 - Visual inspection and selection

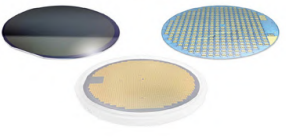

DETECTOR CHIPS

The processing aims to process semiconductor wafers with epitaxial layers into useful devices in the shape of chips.



Growth on 2" and 3" GaAs substrates

- III-V MOCVD - growth on substrates up to 150 mm
- Currently, VIGO can process substrates up to 100 mm
- Typically, VIGO processes wafer pieces (17 mm x 17 mm)
- A typical chip for a hyperimmersive lens takes up 4 mm²
- 2": has a usable area = 1650 mm², it gives 450 chips
- 3": has a usable area = 3950 mm², it gives 987 chips



VIGO PHOTONICS

PRODUCTION STEPS

↓

EPITAXY

↓

PROCESSING

↓

ASSEMBLY

↓

INTEGRATION WITH ELECTRONICS

DETECTOR ASSEMBLY



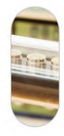
- 1 Immersion Lens Technology**

Optical immersion enables improving the detectivity of a detector in the simplest way possible - without losses, without aligning, and at a very small expense.

The immersion is created directly with the use of the substrate on which the active layer of the detector is placed.

This means the lens is an integral part of the device - no adhesives or other joints that could generate losses are used for its fabrication.
- 2 Flip-Chip**
 - A process of connecting semiconductor structure with the carrier (sapphire, silicon)
 - It allows to obtain a good electrical connection between the elements
 - Method used in VIGO - thermocompression
 - Gluing - underfilling

ASSEMBLY PROCESS

- 3 Open Detector Assembly**
 - If detector cooled
 - Mounting on a thermoelectric (TE) cooler (gluing the active structure with carrier on the TE cooler)
 - Assembling the thermistor
 - Absorber container mounting, mounting (for low-temperature fluctuations)
 - Making wire connections
 - Open detector measurements
 - Window assembly
- 4 Hermeticization**
 - Absorber container filling with gel
 - Detector case and detector cap assembly
 - Pumping the air out
 - Filling with heavy noble gases (nitrogen) of low thermal conductivity
 - Sealing the detector
 - Engraving the serial number

INTEGRATION

Integration with electronics

- Infrared Detection Module Components
 - Infrared photodetector
 - Signal processing electronics
 - Optics (optional)
 - Heat dissipation systems (optional)
 - Other components



Advantages

- Low noise, transimpedance, voltage Pre-amplifier (reverse bias)
- Less vulnerable to over-volts, electrostatic discharges and electromagnetic interferences
- Improved high frequency performance
- Output signal standardization
- Effective heat dissipation
- Miniaturization
- Cost reduction
- Fast (GHz) reduction of parasitic impedances

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

INTEGRATED DEVICE MANUFACTURER / CHEMIA

Kubara Lamina

Działalność produkcyjna Kubara Lamina oparta jest na dwóch głównych filarach: produkcji **półprzewodników dużych mocy** oraz produkcja wyrobów mikrofalowych. Firma produkuje diody i tyrystory wysokich mocy, amplitrony, absorbery, magnetrony i zwieraki. Wyroby firmy znajdują zastosowanie w przemyśle energoelektronicznym oraz militarnym, w tym głównie w konstrukcji urządzeń radiolokacyjnych. Aktualnie we współpracy z WAT, ITWL, Siltec oraz ZM Tarnów, Kubara Lamina pracuje nad nowym rodzajem broni, przeznaczonej do eliminacji bezzałogowych statków powietrznych.

TopGaN

Założona w 2001 roku firma TopGaN była drugą firmą w Europie, która zademonstrowała **fioletowe diody laserowe** i od tego czasu wprowadziła wiele innowacyjnych technologii w dziedzinie **emiterów opartych na azotkach**. TopGaN produkuje zaawansowane emitory światła widzialnego i UV GaN, pracujące w zakresie widmowym 395-461 nm, w tym diody laserowe o przestrzajalnej długości fali (diody laserowe z zewnętrzną wnęką), półprzewodnikowe wzmacniacze optyczne diody superluminescencyjne oraz niestandardowe, fotoniczne układy scalone.

Do niedawnych osiągnięć firmy należy optymalizacja konstrukcji laserów fioletowych z przedziału długości fali 415-435 nm. Dodatkowo, dzięki modyfikacji procesu montażu i struktury epitaksji, uzyskano czas życia laserów 421 nm powyżej 10 tys. godzin, co jest krytycznym parametrem tych urządzeń na rynku przemysłowym. Spółka jest też uczestnikiem europejskiego programu TEAM TECH, którego celem jest wytworzenie monolitycznego, dwuwymiarowego półprzewodnikowego układu diod laserowych przy użyciu materiałów GaN.

CRW Telesystem Mesko

Firma specjalizuje się w pracach B+R oraz produkcji dla przemysłu obronnego. Opracowuje, wdraża i produkuje zespoły optoelektroniczne i elektroniczne dla przenośnych systemów przeciwlotniczych i przeciwpancernych. Jest twórcą i producentem unikalnych w skali światowej fotodetektorów InSb i PbS, specjalistycznej optyki i nowoczesnych hybrydowych przedwzmacniaczy. Firma opracowała i wdrożyła szereg krytycznych technologii produkcyjnych, w tym technologie precyzyjnego montażu elementów optycznych oraz technologie produkcji fotodetektorów o wysokiej detekcyjności ($D^* > 10^{10} \text{ (cm}^2 \cdot \text{Hz}^{0.5} / \text{W)}$).

CHEMIA

PCC Rokita

PCC Rokita opracowała technologię wytwarzania **tlenochlorku fosforu (POCl₃)** o bardzo wysokiej czystości, dzięki czemu znajduje on zastosowanie w tak wymagających gałęziach przemysłu jak produkcja farmaceutyczna, szeroko rozumiana chemia organiczna, elektronika czy światłowody. Produkt POCl₃ Solar Grade to odpowiedź na rosnące zapotrzebowanie rynku na **ogniwa słoneczne oraz urządzenia półprzewodnikowe typu n i p**. Tlenochlorek fosforu w produkcji emiterów i półprzewodników typu n i p zawdzięcza swoją rosnącą popularność dzięki łatwości aplikacji tej substancji na liniach technologicznych, dobrej kontroli procesu, dobrej stabilności przechowywania, jednorodności i wysokiej wydajności. POCl₃ Solar Grade charakteryzuje się bardzo niską zawartością metalu, którego suma nie przekracza 1 ppm, dając tym samym produkt o klasie czystości 99,9999% (6N). PCC Rokita SA oferuje POCl₃ Solar Grade w specjalistycznych pojemnikach o pojemności 1 l, które są przygotowane do bezpośredniego wykorzystania w produkcji półprzewodników i nadaje się do stosowania w atmosferycznych i niskociśnieniowych piecach dyfuzyjnych.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

INTEGRATED DEVICE MANUFACTURER

ResQuant

ResQuant to polska firma deep-tech z siedzibą w Łodzi, specjalizująca się w sprzętowej implementacji standardów **kryptografii postkwantowej (PQC)**. Założona w 2020 roku, ResQuant projektuje tzw. koprocесory kryptograficzne – sprzętowe moduły odpowiedzialne za generowanie i przechowywanie kluczy oraz wykonywanie operacji szyfrujących. Są one oferowane w modelu licencyjnym (IP core), dzięki czemu producenci układów scalonych mogą łatwo integrować je ze swoimi produktami.

Firma współpracuje z partnerami takimi jak AROBS Polska, Creotech Instruments, Klaster Technologii Kwantowych, ChipCraft, Cybernetica, czy Instytut Łączności. W najbliższych miesiącach ResQuant planuje rozpocząć produkcję prototypów w technologii **22 nm w fabrykach GlobalFoundries w Dreźnie**.

Wśród głównych produktów firmy znajdują się:

- **Licencje IP Core dla PQC** – własne implementacje akceleratorów sprzętowych dla algorytmów postkwantowych takich jak Dilithium, Kyber, SHAKE, AES, XMSS i SPHINCS+, dostępne w wariantach zoptymalizowanych pod kątem powierzchni, zużycia energii i szybkości działania.
- **FPGA z PQC** – gotowe urządzenia ze wstępnie zintegrowanym zestawem kryptografii zgodnym ze standardami NIST, umożliwiające praktyczne testowanie w środowiskach krytycznych.
- **System-on-a-Chip PQC** – obecnie w fazie badań i rozwoju, z własnym bezpiecznym środowiskiem sprzętowym przeznaczonym dla rynków: IoT, wojskowego, motoryzacyjnego i ICT, zaprojektowanym oraz produkowanym w Unii Europejskiej.

SemiQa

SemiQa to pionier technologii ANNET (analogowych sieci neuronowych), znajdującej zastosowanie w innowacyjnych aplikacjach AI, oferujących 50-krotnie wyższą prędkość i 5-krotnie niższe zużycie energii. Technologia ANNET przetwarza sygnały w sposób ciągły w formie analogowej, eliminując niedogodności konwersji typowe dla tradycyjnych systemów cyfrowych. Pomijając konwersję analogowo-cyfrową i cyfrowo-analogową, ANNET traktuje czas jako zmienną ciągłą i umożliwia integrację czasową podobną do biologicznych sieci neuronowych, zapewniając niespotykaną dotąd wydajność w czasie rzeczywistym. Technologia zapewni 100-krotnie niższe opóźnienia dla aplikacji czasu rzeczywistego.

Firma jest częścią prestiżowego programu NVIDIA Inception, co ma przyspieszyć komercjalizację ich produktów.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

URZĄDZENIA DO PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

XTPL

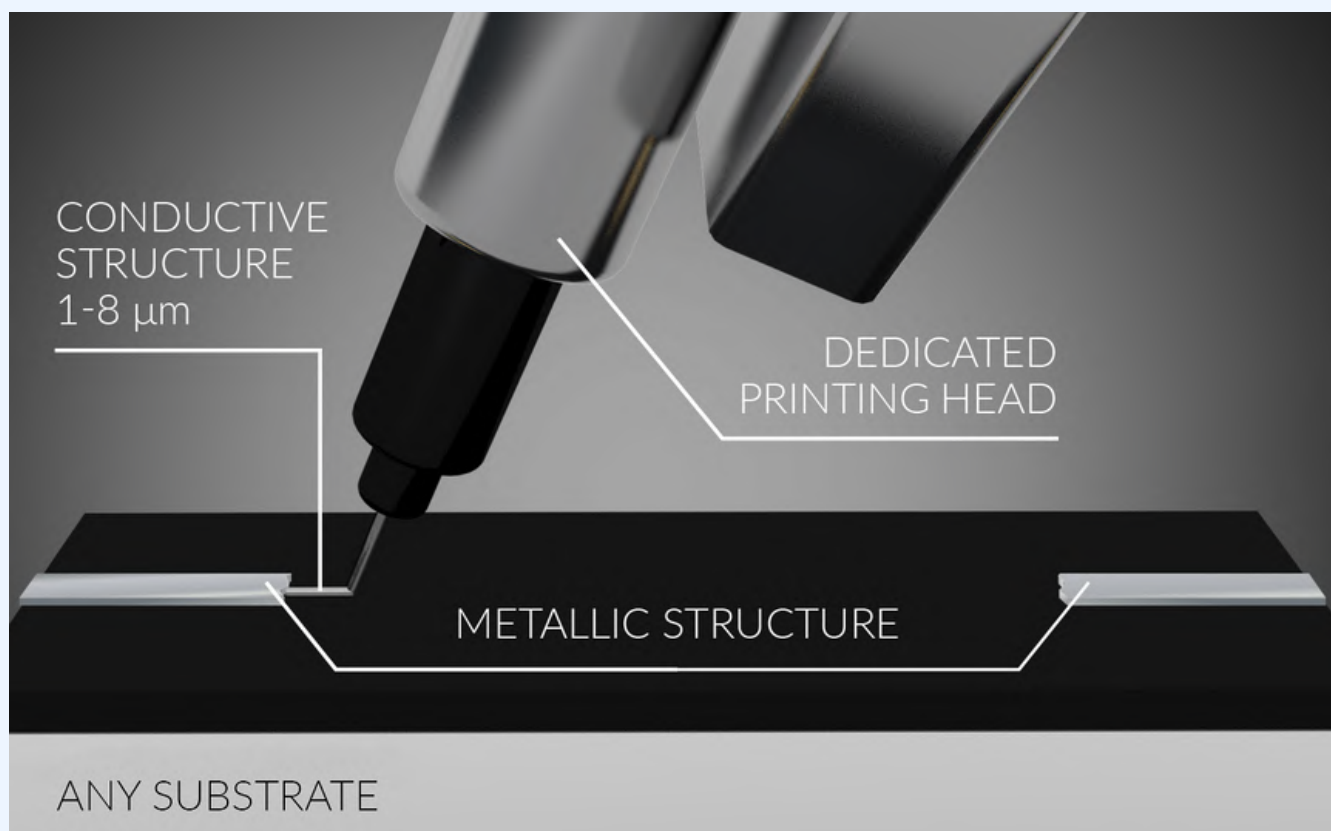
XTPL opracowała innowacyjną głowicę drukującą i dedykowane nanotusze umożliwiające **ultraprecyzyjną depozycję i uzyskiwanie nanostruktur do zastosowań w sektorze półprzewodników**, a także w budowie wyświetlaczy, biosensorów czy wysoko zaawansowanych PCB. Rozwiązanie pozwoli na uzyskanie struktur w skali mikrometrycznej (1–100 µm), wymaganej przez większość firm działających na rynku półprzewodników. Metoda XTPL pozwala na dodawanie materiału w celu uzyskania pożądaných wzorów w ramach jednoetapowego procesu z submikronową precyzją i prostotą. **Rozwiązuje to kilka zasadniczych problemów będącej obecnie rynkowym standardem subtraktywnej technologii produkcji półprzewodników, czyli fotolitografii.** Główną wadą fotolitografii jest jej złożoność i wieloetapowe podejście. Proces ten jest również drogi, a konieczność maskowania ogranicza jego wszechstronność. Fotolitografia wymaga zarówno niezwykle czystego podłoża, jak i idealnych warunków temperaturowych, wolnych od wszelkich zanieczyszczeń, cieczy i czynników niebezpiecznych dla środowiska. Może być stosowana do wytwarzania odpowiednich wzorów wyłącznie na płaskich powierzchniach. Addytywna technologia XTPL niweluje większość niedogodności fotolitografii, ponieważ nie wymaga specjalnych warunków zewnętrznych i może być wykorzystywana na większości podłoży, w tym na podłożach nierównych. W odróżnieniu od subtraktywnej metody fotolitograficznej addytywna metoda XTPL jest pozbawiona złożoności. Rozwiązania XTPL uwzględnią wszystkie wymagania nowoczesnego sektora półprzewodników: wysoką przepustowość, miniaturyzację wielkości plamki, ultraprecyzję, kontrolę nad chropowatością krawędzi, eliminację kosztownego maskowania, zmniejszenie zużycia materiału i odpadów materiałowych, zmniejszenie złożoności procesu, skrócenie czas produkcji i zmniejszenie całkowitych kosztów.

W połączeniu z nanotuszami dostosowanymi do sektora półprzewodników technologia XTPL może znaleźć zastosowanie jako alternatywa dla fotolitografii w różnych podsektorach branży elektronicznej: elektronice drukowanej, wyświetlaczach czy biosensorach. W styczniu 2022 XTPL poinformował o podjęciu współpracy z **Nano Dimension** w zakresie opracowania nowej formuły tuszu przewodzącego prąd, opartego na nanocząstkach metalicznych, dedykowanej na rynek PCB oraz Additively Manufactured Electronics (AME). Moduł drukujący XTPL stanowi także istotny element prototypu urządzenia przemysłowego do zastosowań w obszarze zaawansowanego mikromontażu (advanced packaging), opracowywanego przez tajwańską spółkę technologiczną. Podobnie, technologia XTPL jest w fazie ewaluacji przez koreańskiego producenta wyświetlaczy HB Technology pod kątem jej wykorzystania przy konstrukcji nowej generacji OLED, jest też testowana przez amerykańskiego klienta, jednego z największych producentów maszyn przemysłowych dla wytwórców półprzewodników oraz wyświetlaczy FPD.

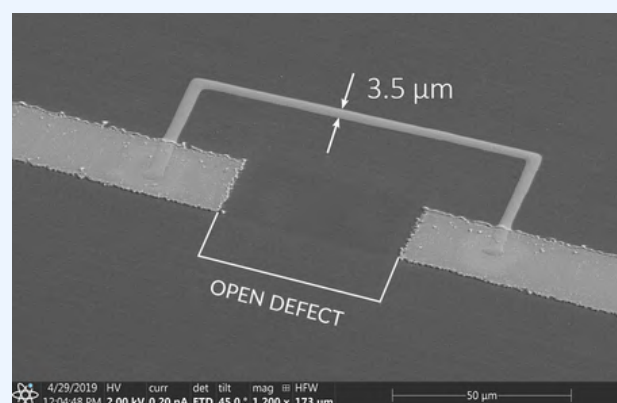
ASYS Polska

ASYS Polska to spółka-córka niemieckiej firmy, która od ponad 15 lat zajmuje się produkcją przemysłowych robotów dla branży półprzewodnikowej, które spełniają najwyższe standardy czystości, pracując nawet w warunkach próżni. Firma jest dostawcą robotów m.in. dla ASML, VDL Groep oraz Bosch Polska. W styczniu 2024 ASYS Polska ogłosił, iż zainwestuje 20 mln PLN w powiększenie zakładu o nową halę i wyposażenie do produkcji robotów.

TECHNOLOGIA **ULTRA PRECISE DEPOSITION** OD XTPL



Kluczowym osiągnięciem XTPL jest innowacyjna **technologia ultraprecyzyjnej depozycji (UPD - Ultra Precise Deposition)**. Głowica drukująca XTPL wyposażona w specjalną dyszę nanosi tusz na podłoże i pozwala na tworzenie zaprojektowanych struktur, których szerokość może wynosić nawet **1 μm**. Dla porównania większość dostępnych na rynku metod druku materiałów elektronicznych z trudem osiąga wartość 20 μm, a już jedynie pojedynczy producenci deklarują osiągnięcie wartości w okolicach 10 μm. Rozwiązanie XTPL może być stosowane na różnych rodzajach podłożach, także tych elastycznych czy zakrzywionych. Za pomocą technologii UPD można drukować różne kształty, zarówno proste linie, jak i wzory czy mikropipki.



Źródło: XTPL

Insoptics

Firma Insoptics zajmuje się produkcją i rozwojem urządzeń spektroskopowych do monitorowania procesów plazmowych, takich jak osadzanie cienkich warstw, trawienie plazmowe, PECVD, plazma atmosferyczna itp. Insoptics oferuje takie produkty jak urządzenia jak monochromatory, spektrometry i spektrografy.

Instytut Fotonowy

Firma opracowuje prototypy i unikalne urządzenia na zamówienie, mające zastosowanie w procesach badawczo-rozwojowych półprzewodników. Firma konstruuje przyrządy do charakterystyki półprzewodników, urządzenia i akcesoria do fotoelektrochemii i elektrochemii, różnego rodzaju spektrometry, specjalistyczne źródła światła itp.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

URZĄDZENIA DO PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

TRUMPF Huettinger

TRUMPF Huettinger, jeden z kluczowych inwestorów branży elektronicznej w Polsce, we współpracy z **ASML**, liderem sprzętu do produkcji półprzewodników, oraz firmą **Zeiss**, czołową firmą w dziedzinie układów optycznych, opracowuje **systemy laserowe, będące sercem maszyn do produkcji półprzewodników**. Mający ponad 100-letnią historię, koncern Trumpf w Polsce obecny jest od 2007 roku, kiedy to przejął założoną przez grupę naukowców z Politechniki Warszawskiej spółkę Advanced Converters (AC). Trumpf zatrudnia w Polsce już blisko **1.700** osób i osiąga przychody na poziomie **1,5 mld PLN**. Układy scalone z układami logicznymi i pamięcią posiadają struktury mierzone w nanometrach i mogą być wytwarzane w drodze skomplikowanych procesów naświetlania promieniem lasera. Tradycyjna metoda wykorzystująca promienie laserowe z zakresu ultrafioletu z laserów ekscymerowych coraz częściej okazuje się już niewystarczająca. Mniejsze struktury będzie można generować w przyszłości tylko z użyciem jeszcze mniejszych długości fal w zakresie skrajnego ultrafioletu (EUV). TRUMPF Huettinger w Polsce rozwija zasilacze dużej mocy (**generatory plazmowe**), dzięki którym precyzyjnie ustala się warunki wybudzania plazmy w komorze próżniowej oraz zasilanie do laserów i maszyn TRUMPF. Połowa produkcji w tym zakresie w Polsce pokrywa zapotrzebowanie wewnętrzne grupy w Niemczech. Pozostali partnerzy to m.in. takie koncerny jak Airbus, Apple czy firmy japońskie (Tokyo Electron) i koreańskie. Generatory plazmowe rozwijane w polskich zakładach grupy wykorzystywane są m.in. do produkcji zaawansowanej elektroniki (półprzewodników, powłok na smartfonach, wiertłach diamentowych), czy paneli fotowoltaicznych.

Generatory plazmy TRUMPF Huettinger odgrywają nadrzędną rolę także podczas właściwej produkcji układów scalonych.

Jakość zasilania prądowego definiuje jakość i precyzję wygenerowanej plazmy, która w kolejnym kroku jest wykorzystywana w celu domieszkowania (implantacji jonowej), odcinania (PECVD, ALD) lub usuwania (trawienia plazmowego) różnych materiałów służących do produkcji półprzewodnikowych układów scalonych. Kolejnym, po naświetlaniu i budowie układów połączeń na wałkach krzemowych, wyzwaniem dla łańcucha procesów elektronicznych, jest rozdzielanie na osobne układy scalone. Aby uzyskać jak najmniejsze szczeliny cięć i wysoką jakość krawędzi oraz nie uszkodzić wrażliwych układów scalonych pod wpływem wysokich temperatur, przy rozdzielaniu używa się laserów TRUMPF o ultrakrótkich impulsach.

Systerion

Systerion opracowuje innowacyjne urządzenia do nanopozycjonowania i nanowyrównywania, przeznaczony do zadań o ultra wysokiej precyzji w najbardziej wymagających środowiskach przemysłowych. Systemy nanowyrównywania są zoptymalizowane dla branż wymagających ekstremalnej precyzji, w tym produkcji półprzewodników, systemów optycznych i zaawansowanej produkcji. Systemy Systerion zapewniają najwyższą dokładność, zapewniając precyzyjne wyrównanie w skali nanometrów. Rozwiązania Systerion do nanopozycjonowania są zaprojektowane tak, aby osiągnąć dokładność subnanometrową nawet w najbardziej wymagających środowiskach przemysłowych. Zaprojektowane z myślą o stabilności i powtarzalności, systemy będą obsługiwać procesy o wysokiej precyzji, w których nawet najmniejsze odchylenie może mieć wpływ na wydajność.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

INNE

QNA Technology

QNA Technology koncentruje się na opracowywaniu technologii i procedury produkcji **nanomateriałów półprzewodnikowych (tzw. kropek kwantowych)**, niezawierających metali ciężkich i stosowanych w produkcji wyświetlaczy. QNA wyróżnia całościowe podejście do procesu, od otrzymywania nanomateriałów aż do ich wdrożenia do zastosowań przemysłowych, tak więc firma opracowała technologie modyfikacji powierzchni kropek kwantowych oraz formułacji tuszów półprzewodnikowych bazujących na kropkach kwantowych, umożliwiając klientom możliwość drukowania półprzewodników na dowolnych podłożach, przy wykorzystaniu różnorodnych technik druku. Kropka kwantowa to nanokryształ półprzewodnika o rozmiarach mierzonych w nanometrach, którego struktura składa się z nieorganicznego, półprzewodnikowego rdzenia (odpowiedzialnego za generowanie i absorpcję światła), powłoki zabezpieczającej rdzeń przed działaniem czynników zewnętrznych oraz zewnętrznej powłoki organicznej, stanowiącej rodzaj interfejsu pomiędzy materiałem kropki kwantowej a materiałem, w którym zostanie ona umieszczona. W dalszej kolejności kropki są dostarczane w postaci tuszu, umożliwiając drukowanie półprzewodników na różnego rodzaju podłożach w tym elastycznych, czy przezroczystych. Głównym produktem QNA Technology są DeepBlue.dots – niebieskie kropki kwantowe niezawierające metali ciężkich ani pierwiastków rzadkich, emitujące przy długości fali 440 nm. Obecnie firma pracuje nad PureBlue.dots o maksymalnej emisji 455 nm. W sierpniu **2022** roku kropki kwantowe PureBlue.dots zostały wykorzystane do konstrukcji prototypu diody QDEL przez niemiecki Instytut Fraunhofera. Technologia spółki jest też w procesie walidacji u klienta z Japonii. 5 lutego **2024** QNA zakończyła proces budowy pierwszej wersji eksperymentalnej pilotażowej linii syntezy kropek kwantowych.

Noctiluca

Noctiluca zajmuje się rozwojem i produkcją **zaawansowanych związków chemicznych** (high performance materials), stanowiących kluczowy, **odpowiadający za luminescencję element wyświetlaczy OLED i źródeł światła**. Ich parametry decydują o wydajności zamiany prądu elektrycznego na światło, jakości obrazu wyświetlanego w technologii OLED, nasyceniu barw i jasności. Są to związki emitujące światło dzięki termicznie aktywowanej opóźnionej fluorescencji (TADF) do zastosowań w technologii OLED 3. i 4. generacji. Noctiluca opracowuje także dedykowane dla nich specjalistyczne materiały pomocnicze, które stanowią większość warstwy emisyjnej wyświetlacza OLED, oferując swoim klientom gotowe rozwiązanie składające się z emitera, sensybilizatora i hostów. Całość zamykana jest wewnątrz specjalnej diody, tworzących panel OLED, następnie matrycę, by na końcu dzięki wszystkim tym warstwom uzyskać gotowy wyświetlacz OLED, emitujący obraz oglądany przez użytkownika.

Noctiluca szczyci się współpracą z **LG Display, Inkbit, Inuru, TCL** czy **ITRI**. W lipcu 2023 spółka podpisała umowę typu Evaluation License Agreement z największym na świecie producentem elektroniki użytkowej z USA (Kalifornia). **Spółka posiada i rozwija relacje z 8 spośród dziesięciu największych firm branży wyświetlaczy na świecie.**

W lipcu 2025 firma zawarła list intencyjny z wiodącą firmą inwestycyjną, w ramach którego ma pozyskać 3-4 mln USD. Pozyskane środki będą przeznaczone na rozbudowę zaplecza inżynierskiego oraz utworzenie w Azji Wschodniej centrum techniczno-handlowego Noctiluca, które umożliwi spółce prowadzenie projektów aplikacyjnych (MTA i JDP) bezpośrednio przy azjatyckich fabrykach.

EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

TESTOWANIE

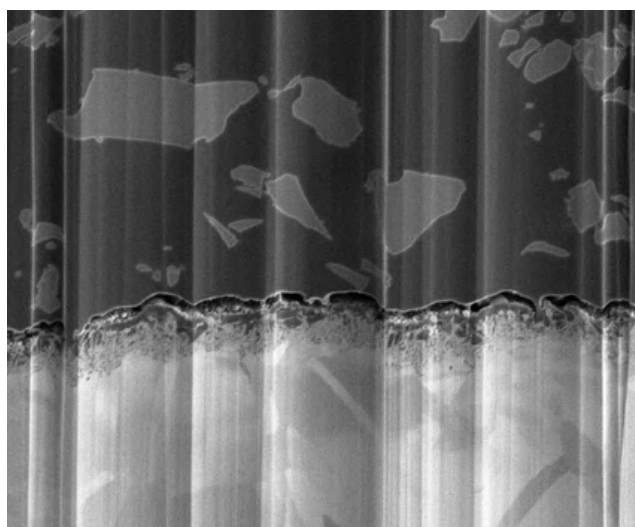
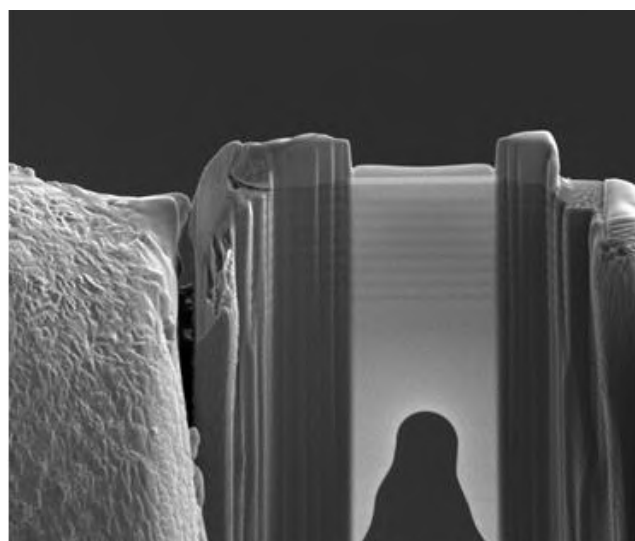
NanoresLAB

NanoresLAB to laboratorium nanotechnologiczne, wspierające swoich klientów z przemysłu półprzewodnikowego przy wykorzystaniu takich narzędzi jak SEM (Scanning Electron Microscopy), FIB (Focused Ion Beam), TEM (Transmission Electron Microscopy), EDS (Energy Dispersive Spectroscopy), CT (Computerized Tomography) czy laser femtosekundowy. Badania te dostarczają szczegółowych informacji o właściwościach fizycznych i chemicznych struktur półprzewodnikowych.

Unikalną kompetencją NanoresLAB jest możliwość badania całych komponentów półprzewodnikowych, począwszy od zgrubnego skanu tomograficznego (np. w celu zlokalizowania potencjalnych defektów), przez cięcie przy użyciu specjalnych pił mechanicznych i lasera femtosekundowego, wykonywanie zgładów i mikroskopię optyczną, po schodzenie do inspekcji warstw o grubości pojedynczych nanometrów za pomocą przekrojów SEM/FIB i mikroskopii transmisyjnej.

Pomiary topografii i morfologii struktur półprzewodnikowych, takich jak nanodruki, heterostruktury, rozproszone reflektory Bragga, studnie kwantowe itp., opierają się na ultrawysokorozdzielczej mikroskopii skaningowej (SEM) połączonej ze spektroskopią dyspersji energii (EDS) do analizy pierwiastkowej oraz zogniskowanej wiązki jonów (FIB) do analizy przekroju czynnego i preparatyki płytek metodą transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM). Techniki te umożliwiają inspekcję struktur półprzewodnikowych na poziomie mikroskopowym, gwarantując zgodność struktur z normami jakościowymi i pomagają inżynierom zrozumieć zachowanie materiałów oraz zoptymalizować ich wydajność. Wykrycie defektów lub nieprawidłowości na wczesnym etapie procesu może zapobiec kosztownym błędom w przyszłości.

Badania mają na celu poprawę lub modyfikację połączenia w chipach, tak by naprawić błędy w ich projekcie, czy przetestować projektowane zmiany przed zleceniem kosztownej produkcji kolejnego wafla. Klienci firmy to uczelnie i instytuty, startupy, średnie firmy i międzynarodowe korporacje z różnych krajów Europy. NanoresLAB zrealizował ponad 1.000 projektów i zleceń badawczych dla ponad 250 klientów z kilkunastu krajów Europy i świata.



BEZPIECZNE JUTRO ZACZYNA SIĘ DZIŚ - TECHNOLOGIE ODPORNE NA ATAKI KWANTOWE

WYWIAD
MICHAŁ ANDRZEJCZAK
CO-FOUNDER
RESQUANT

Czym w istocie są koprocesory kryptograficzne opracowywane przez ResQuant i jaki sposób mogą być implementowane w układach elektroniki?

- Projektujemy elementy procesorów i układów scalonych - bloków kryptograficznych - które odpowiadają za generowanie, przechowywanie oraz zabezpieczanie kluczy kryptograficznych, a także realizację funkcji szyfrujących. Jest to element dostosowujący produkty naszych klientów do wymagań nadchodzących standardów PQC (Post-Quantum Cryptography). W typowym układzie scalonym mamy procesor, pamięć i inne komponenty pełniące różne role. Jednym z kluczowych elementów jest blok odpowiedzialny za bezpieczeństwo i kryptografię. I właśnie ten fragment projektujemy - zarówno jako część większego systemu, jak i jako niezależny układ, który można zintegrować z dowolnym urządzeniem. Taki komponent może działać jako fragment procesora, osobny chip na płycie głównej albo niezależny moduł w urządzeniu końcowym.

Kryptografia postkwantowa dla większości z nas brzmi jak melodia przyszłości. Czy już obecnie mógłby Pan wymienić konkretne zastosowania Państwa produktów?

- Portfolio jest szerokie. Jeśli jednak mielibyśmy skupić się na najważniejszych projektach, to możemy wyodrębnić dwa główne filary naszej działalności. Pierwszy to rozwijany obecnie projekt dla Europejskiej Agencji Kosmicznej. Pracujemy nad szyfrowanym modułem wejścia danych dla satelitów, który odpowiada za bezpieczną komunikację z Ziemią. To przykład bardzo konkretnego zastosowania naszego know-how w wymagającym środowisku. Drugim kluczowym obszarem, który stanowi fundament naszej działalności, jest projektowanie tzw. koprocesorów kryptograficznych. Tworzymy ich architekturę i oferujemy ją w modelu licencyjnym producentom układów scalonych. Dzięki temu nasi partnerzy mogą integrować te rozwiązania bezpośrednio w swoich chipach - zyskują tym samym pełną funkcjonalność kryptograficzną odporną na zagrożenia ze strony komputerów kwantowych.

Wiemy, że produkty ResQuant są dojrzałymi konstrukcjami, przygotowywanymi do seryjnej produkcji. Z drugiej strony budowa pierwszych prototypów wymagała pewnej odwagi - zespół działał bowiem zanim jeszcze pojawiły się oficjalne standardy. Jakie były największe wyzwania na tej drodze do dojrzałego produktu?

- Największym wyzwaniem nie były kwestie czysto techniczne - zespół miał kompetencje i doświadczenie. Najwięcej trudności sprawiło poruszanie się po rynku, który jeszcze nie miał wytyczonych zasad. Rozpoczęliśmy prace, zanim ustalono oficjalny standard kryptografii postkwantowej. Przez lata pojawiło się wiele propozycji, ale nie było jasne, które algorytmy zostaną zaakceptowane. Musieliśmy więc samodzielnie zdecydować, w które rozwiązania zainwestować czas i zasoby. Na szczęście trafnie przewidzieliśmy, które algorytmy zostaną standardem. Pozwoliło nam to zbudować przewagę - zanim rynek jeszcze dojrzał do wdrożeń, my już dysponowaliśmy zaawansowaną wiedzą i działającymi prototypami.

BEZPIECZNE JUTRO ZACZYNA SIĘ DZIŚ - TECHNOLOGIE ODPORNE NA ATAKI KWANTOWE

WYWIAD
MICHAŁ ANDRZEJCZAK
CO-FOUNDER
RESQUANT

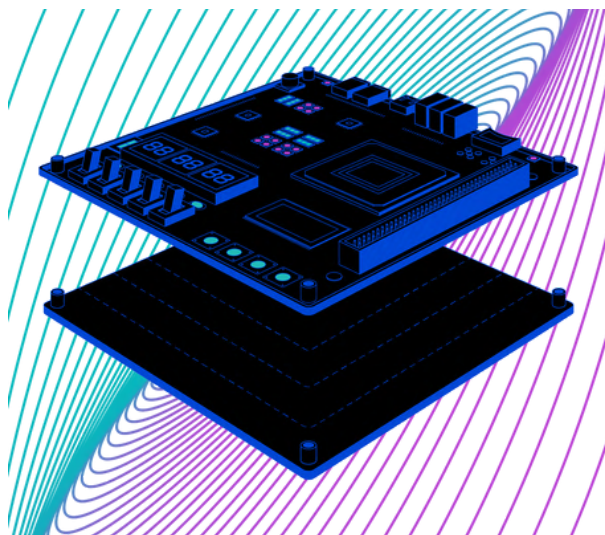
Sytuacja na rynku kryptografii postkwantowej zmieniła się radykalnie po opublikowaniu przez NSA wytycznych, które wskazywały, że od 2030 roku wszystkie systemy dopuszczone do administracji publicznej w USA muszą wspierać algorytmy PQC. Sprawie to, że rozwiązania projektowane dziś muszą być odporne na zagrożenia, które pojawią się za 10 czy 20 lat. Dlaczego w tej sytuacji zwykła aktualizacja oprogramowania nie wystarczy?

- Najczęstszy błąd to przekonanie, że migracja do kryptografii postkwantowej sprowadza się do prostej wymiany jednego algorytmu na inny - albo do aktualizacji oprogramowania. Rzeczywiście, w

niektórych zastosowaniach, np. usługach działających w chmurze czy aplikacjach webowych, część tego procesu zostanie wykonana przez dużych dostawców technologii, jak Google czy Microsoft. Aktualizacja przeglądarki czy biblioteki może rzeczywiście automatycznie wprowadzić wsparcie dla PQC. Problem zaczyna się tam, gdzie wchodzimy w świat urządzeń fizycznych - IoT, infrastruktury krytycznej, systemów wbudowanych. Algorytmy postkwantowe są znacznie bardziej zasobożerne niż klasyczne - wymagają większych kluczy, generują więcej danych i potrzebują więcej mocy obliczeniowej. To rodzi konkretne wyzwania: gdzie przechowywać tak duże klucze czy system ma dość pamięci, jak długo będą trwały operacje kryptograficzne, czy nie zakłócą pracy innych komponentów. W przypadku łączności radiowej pojawiają się dodatkowo problemy z rozmiarem wiadomości - dłuższe dane mogą przekraczać limity pakietów, co wymusza bardziej złożoną synchronizację i fragmentację transmisji. Dochodzi też kwestia zgodności z istniejącymi protokołami komunikacyjnymi, które często mają ścisłe ograniczenia. W urządzeniach o podwyższonych wymaganiach bezpieczeństwa dochodzą kolejne wyzwania - ochrona przed atakami fizycznymi, zarządzanie poborem mocy, niezawodność działania w trudnych warunkach. Algorytmy PQC wymagają więcej energii, a wiele urządzeń, np. czujniki zasilane bateryjnie, nie ma zasobów, by je obsłużyć.

Jakie będą najważniejsze wydarzenia w rozwoju Waszej firmy w najbliższym czasie?

- Planujemy przeprowadzić formalny proces certyfikacji naszych produktów w akredytowanych laboratoriach zewnętrznych. Będzie to niezależne potwierdzenie, że nasze zabezpieczenia spełniają wymagania określonego poziomu bezpieczeństwa. Z technologicznego punktu widzenia naszym priorytetem na najbliższe miesiące jest produkcja nowych prototypów w procesie technologicznym 22 nm w fabrykach GlobalFoundries w Dreźnie. Chcemy ją uruchomić w czwartym kwartale 2025 roku, by dokładnie zweryfikować parametry - takie jak zużycie energii, wydajność obliczeniowa czy stabilność działania. Te dane będą kluczowe zarówno dla nas, jak i dla naszych partnerów. Jeśli chodzi o cele komercyjne, koncentrujemy się na finalizacji rozmów z kilkoma kluczowymi klientami. Z jednej strony są to producenci układów scalonych dla amerykańskiego sektora obronnego - tam kryptografia postkwantowa staje się już wymogiem. Z drugiej - partnerzy, z którymi współtworzymy bardziej złożone układy scalone - zawierające nasze IP - przeznaczone dla jednej z największych firm technologicznych na świecie. Naszym celem jest, aby nasze rozwiązania stanowiły kluczowy element ich produktów w nadchodzących latach.



EKOSYSTEM PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW W POLSCE

PPTF

Organizacją zrzeszającą i jednoczącą wysiłki polskiego sektora mikroelektroniki oraz fotoniki jest powstała w 2013 roku **Polska Platforma Technologiczna Fotoniki (PPTF)**. Powstanie platformy było wspólnym przedsięwzięciem przedsiębiorstw, stowarzyszeń, wyższych uczelni oraz instytutów badawczych działających w Polsce w obszarze fotoniki, które wpisywało się w podejście Unii Europejskiej wobec najbardziej innowacyjnych obszarów gospodarki w Europie. Misją PPTF jest zwiększenie innowacyjności polskiego przemysłu fonicznego poprzez koordynację działań polskich przedsiębiorców, jednostek naukowych, administracji rządowej i samorządowej, a także organizacji pozarządowych w zakresie opracowywania nowych technologii i wyrobów optoelektronicznych, rozwoju kadr oraz szerszego wykorzystania technologii fonicznych w Polsce. Z inicjatywy PPTF oraz CEZAMAT w roku 2023 został powołany **Klaster Mikroelektroniki, Elektroniki i Fotoniki (microEPC)**. Członkami założycielami klastra jest 51 firm, uczelni, instytutów i organizacji.



- Myślę, że fotonika jest po prostu technologią o olbrzymim potencjale innowacyjnym. Niosącą wiele obietnic co do tego, jak rzeczywiście będziemy mogli uczynić świat trochę lepszym - mówi w wywiadzie dla Łukasiewicza – IMiF Maciej Nowakowski z PPTF [1].



[1] <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/maciej-nowakowski/>

MIĘDZY NAUKĄ A BIZNESEM

Łukasiewicz – IMiF

Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki należy do sieci **Łukasiewicz**, trzeciej pod względem wielkości sieci badawczej w Europie, zarządzającej **440** laboratoriami B+R i zatrudniającej blisko **4.500** pracowników pionu badawczego i inżynierijno-technicznego. Łukasiewicz – IMiF opracowuje konstrukcje i technologie wytwarzania mikro- i optoelektronicznych przyrządów, w tym: **mikrofalowych i fotonicznych przyrządów dyskretnych, detektorów i czujników, układów scalonych, mikrosystemów i podzespołów elektronicznych, mikroelektronicznych układów hybrydowych, przyrządów mocy czy elementów dyfrakcyjnych**. Ponadto instytut opracowuje technologie wytwarzania nowych materiałów, takich jak: **azotek galu, grafen epitaksjalny i płatkowy, kompozyty ceramiczno-metalowe, szkła i zaawansowana ceramika** oraz bada ich właściwości pod kątem przemysłowego wykorzystania. Rozwiązania Łukasiewicz – IMiF znalazły zastosowanie w energetyce, elektronice, fotonice, medycynie, przemyśle lotniczym, obronnym, kosmicznym, branży motoryzacyjnej oraz innych sektorach gospodarki.

Cztery linie technologiczne:

- **Linia podzespołów optoelektronicznych:** fotolitografia, trawienie, napylenie warstw metalicznych / dielektrycznych, die bonding, wire bonding, zamykanie struktur w obudowach w atmosferze gazu obojętnego.
- **Linia podzespołów krzemowych:** proces oparty o technologię CMOS (reguły projektowania 3 μm)/EBL ($< 1 \mu\text{m}$), obejmujący mycie RCA, fotolitografię, procesy termiczne, trawienie plazmowe i mokre, osadzanie metalu i implantacja jonów, operacje mikromontażu, cleanroom 1.200m²
- **Linia podzespołów półprzewodników szerokoprzerwowych:** Kompletna linia technologiczna zlokalizowana w pomieszczeniach czystej technologii w standardzie ISO-5 i ISO-6 o powierzchni ok. 600 m² przeznaczona do wytwarzania przyrządów półprzewodnikowych na bazie azotku galu na różnych podłożach (GaN, SiC, Si, szafir) oraz wykonywania procesów osadzania różnego rodzaju cienkich warstw metalicznych, dielektrycznych i półprzewodnikowych,
- **Linia dla technologii LTCC:** układy LTCC są wytwarzane w kompleksowym procesie technologicznym od wytworzenia folii ceramicznej poprzez procesy wycinania folii i formowania otworów, drukowania warstw przewodzących, rezystywnych i dielektrycznych, pakietowania i prasowania modułów, końcową obróbkę termiczną, montaż i zabezpieczanie do finalnego testowania. Linia umożliwia wytwarzanie trójwymiarowych struktur układów elektronicznych na bazie sprasowywanych folii ceramicznych z nadrukowanymi warstwami funkcjonalnymi.

W Łukasiewicz – IMiF realizowane są projekty i wytwarzane są produkty wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłu: od elektroniki, branży motoryzacyjnej poprzez cyberbezpieczeństwo, medycynę, elektromobilność, przemysł kosmiczny aż po przemysł obronny. Są to m.in.:

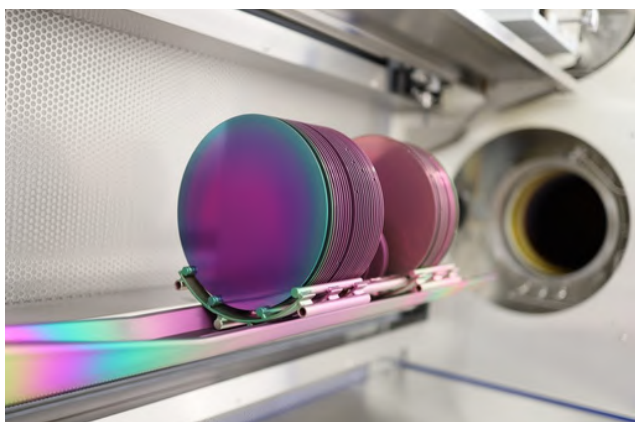
- kwantowe lasery kaskadowe (QCL) emitujące światło w pasmach: 4.5-5.5 μm i 8-10+ μm , kompaktowe i łatwo sterowalne. Doskonałe źródła światła do zastosowań w zakresie średniej i dalekiej podczerwieni
- układy mikroelektroniczne i fotoniczne do zastosowań w układach celowniczych
- fotodiody do systemów naprowadzania rakiet i pocisków
- tranzystor mikrofalowy AlGaIn/GaN dla radiolokacji na pasmo S w technologii GaN-HEMT
- wyspecjalizowane układy scalone do głowic optoelektronicznych
- detektory do czujników zbliżeniowych
- generator zimnej plazmy do ochrony przed zagrożeniami biologicznymi

MIĘDZY NAUKĄ A BIZNESEM

CEZAMAT

Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT Politechniki Warszawskiej jest jedną z największych inwestycji w dziedzinie badań i rozwoju w obszarze wysokich technologii w Polsce. CEZAMAT PW to kompleks specjalistycznych laboratoriów, w których prowadzone są badania nad materiałami wykorzystywanymi w mikroelektronice, optoelektronice, nanoelektronice i bioelektronice. Unia Europejska dofinansowała w 2013 roku inwestycję kwotą 76.6 mln EUR, całkowity koszt inwestycji wyniósł **90 mln EUR**. Kamień węgielny pod budowę obecnej siedziby CEZAMAT wmurowano we wrześniu 2014. Jest to wspólny projekt kilku polskich uczelni, wiodącą rolę odrywa **Politechnika Warszawska** (w skład konsorcjum wchodzi również Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk, Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk, Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk, Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Instytut Technologii Elektronowej, Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych, Uniwersytet Warszawski oraz Wojskowa Akademia Techniczna. Obecnie w ramach CEZAMAT funkcjonuje dział **Inteligentnych Systemów Półprzewodnikowych**, pracujący w pięciu zespołach: Technologii Półprzewodnikowych i Planarnych, Fotoniki Scalonej, Technologii Struktur Optycznych, Internetu Rzeczy oraz Mikrogeneratorów Energii.

- **Zespół Technologii Półprzewodnikowych** prowadzi badania w dziedzinie materiałów półprzewodnikowych, przyrządów i systemów półprzewodnikowych, opartych nie tylko na technologii krzemowej, ale również prowadzone są prace nad alternatywnymi materiałami GaN czy SiC. Prowadzone badania dotyczą przyrządów CMOS, diod tunelowych MOS/MIM czy pamięci. Prace dotyczą także technologii nanostruktur na potrzeby przyrządów mikroelektroniki i fotoniki. Procesy technologiczne wykonywane w ramach prac polegają na przygotowaniu powierzchni, wytwarzaniu cienkich warstw, odwzorowywaniu kształtów, modyfikacji właściwości warstw czy trawieniu.
- **Zespół Fotoniki Scalonej** prowadzi prace rozwojowe w zakresie projektowania, symulacji, wytwarzania oraz charakteryzacji scalonych przyrządów i układów fonicznych. W dorobku zespołu znajdują się m.in. scalone elementy foniczne działające w świetle widzialnym, wyprodukowane na platformie materiałowej azotku krzemu, fosforku indu oraz SOI. Zespół Fotoniki Scalonej koncentruje się na przyrządach znajdujących zastosowanie w biosensorach, czujnikach środowiskowych oraz w aplikacjach naukowych. Zaplecze technologiczne umożliwia samodzielne wytwarzanie warstw tlenków i azotków o zakładanych grubościach. Zastosowanie litografii wiązką elektronową w procesie wytwarzania pozwala na prototypowanie elementów i układów fonicznych bez konieczności wytwarzania masek fotolitograficznych lub rozproszonych źródeł energii (np. światło).



Źródło: Cezamat

MIĘDZY NAUKĄ A BIZNESEM

- **Zespół Internetu Rzeczy** we współpracy z ST Microelectronics opracował system monitoringu rozproszonego: samoorganizującą się sieć komunikujących się czujników.
- **Zespół Mikro-generatorów Energii** koncentruje się na opracowywaniu nowych technik produkcji energii ze strat (np. ciepło, drgania, ruch).
- **Zespół Technologii Struktur Optycznych** zajmuje się precyzyjnymi elementami optycznymi, wykonywanymi za pomocą procesów typowych dla półprzewodnikowej linii technologicznej: fotolitografii, elektronolitografii, nanoszenia warstw oraz trawienia jonowego. Opracowana jest także technologia wytwarzania struktur fazowych w procesie elektronolitografii typu grayscale, który umożliwia naświetlanie struktur o zmiennej wysokości w ramach pojedynczego procesu. W dorobku zespołu znajdują się m.in. soczewki Fresnela i kinoformy o grubości od 0,5 do 3 μm i średnicy rzędu milimetrów, hologramy odbiciowe i transmisyjne o submikronowym wymiarze piksela, metastruktury, siatki dyfrakcyjne oraz matryce mikrosoczewek. Opracowano także metodę wykonywania transmisyjnych rentgenowskich struktur dyfrakcyjnych umieszczonych na membranie z azotku krzemu, z wymiarami poniżej 50 nm.

Unipress

Instytut Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk, znany również jako Unipress, jest wiodącym ośrodkiem badawczym w dziedzinie fizyki i technologii półprzewodników oraz inżynierii materiałowej. W szczególności instytut jest rozpoznawalny na świecie z unikalnej wiedzy i doświadczenia w zakresie **krystalizacji objętościowych kryształów azotku galu (GaN)**. Badania realizowane w Instytucie obejmują fizykę i epitaksję półprzewodników azotkowych, wytwarzanie biomateriałów, badania materii miękkiej i szkieł, fizykę promieniowania THz i inne obszary. Unipress opracowuje i wytwarza urządzenia wysokociśnieniowe do laboratoriów badawczych na całym świecie.

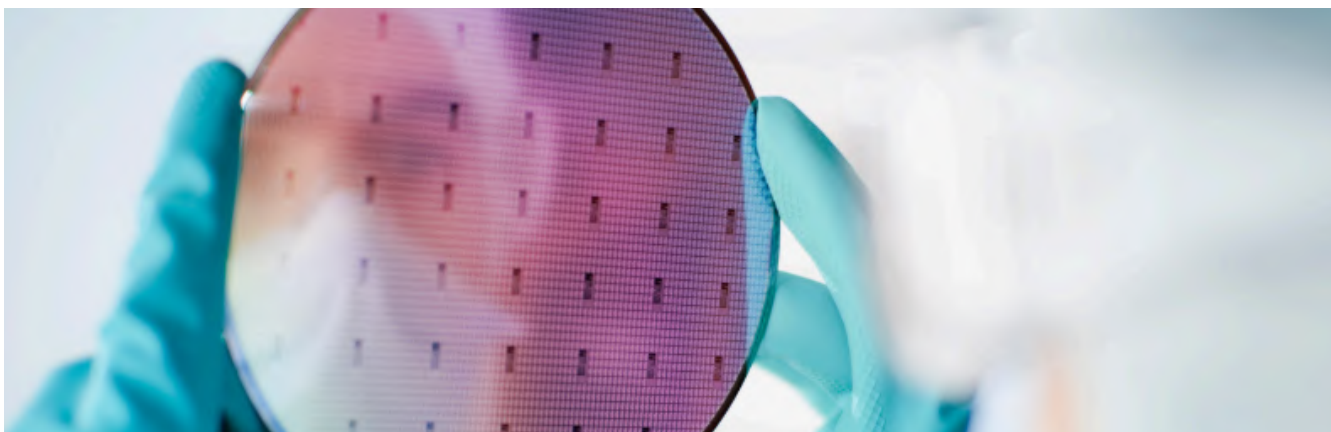
Częścią Unipress jest **laboratorium Epitaksji MBE (NL-14), specjalizujące się w rozwoju niebieskich diod luminescencyjnych (LED) i diod laserowych (LD)**, wytwarzanych technologią epitaksji z wiązek molekularnych z użyciem plazmy azotowej (PAMBE - ang. Plasma-Assisted Molecular Beam Epitaxy). Zespół wytwarza długofalowe emitery światła: modeluje teoretycznie struktury kwantowe oraz optymalizuje parametry optyczne i elektryczne przyrządów, wytwarzanych na podłożach azotku galu (GaN).



Procesy produkcyjne w laboratorium Epitaksji MBE Źródło: Unipress MBE

MIĘDZY NAUKĄ A BIZNESEM

POLSKIE INSTYTUTY BADAWCZE W EUROPEJSKICH PROJEKTACH



Centrum Kompetencji Mikroelektroniki i Fotoniki

Ogłoszone w maju **2024** Centrum Kompetencji Mikroelektroniki i Fotoniki będzie wspólnym przedsięwzięciem trzech jednostek naukowych, finansowanym ze środków **KPO: Łukasiewicz – Instytutu Mikroelektroniki i Fotoniki (lider), Łukasiewicz – Instytutu Tele- i Radiotechnicznego** oraz **CEZAMAT PW**. Projekt będzie kosztował **519.7 mln PLN**, a wysokość dofinansowania ze strony UE to **370.0 mln PLN**. Projekt ma być zrealizowany do roku **2027**. Jednym z celów jest utworzenie nowych laboratoriów, które wykorzystując unikatowe kompetencje z zakresu projektowania i wytwarzania zarówno materiałów jak i przyrządów pozwolą na olbrzymi skok technologiczny w Polsce. Począwszy od technologii wzrostu warstw epitaksjalnych, a kończąc na gotowych nowatorskich przyrządach - projekt umożliwi prowadzenie badań na najnowocześniejszym sprzęcie. Z kolei nowoczesne systemy pomiarowe pozwolą na jeszcze bardziej kompleksową charakteryzację materiałów i struktur na poziomie nano.

W części realizowanej przez **CEZAMAT** Politechnika Warszawska zakupi i uruchomi nową aparaturę technologiczną, diagnostyczną oraz pomiarową w istniejących już laboratoriach. Aparatura dostępna w CEZAMAT PW w połączeniu z przewidzianymi do zakupu urządzeniami **utworzy unikatową linię technologiczną** w skali kraju do **wytwarzania fonicznych układów scalonych oraz przyrządów mikroelektronicznych**. Będzie to jedyna aparatura w pełni dostosowana do podłoży o rozmiarach **200 mm** w tej części Europy. Koszt inwestycji CEZAMAT PW wyniesie ponad **97 mln PLN**, z czego dofinansowanie będzie wynosić **70 mln PLN**.

W części realizowanej przez **Łukasiewicz - Instytut Tele-i Radiotechniczny**, o łącznej wartości **25.6 mln PLN** (dofinansowanie UE: **16.7 mln PLN**), ITR utworzy Laboratorium Obwodów Drukowanych i Montażu Elektronicznego. Prace badawcze laboratorium dotyczyć będą opracowania nowych rozwiązań w zakresie konstrukcji, doboru materiałów, optymalizacji procesów technologicznych i wytwórczych obwodów drukowanych oraz montażu i demontażu zespołów elektronicznych.

W ramach inwestycji **Łukasiewicz – Instytutu Mikroelektroniki i Fotoniki** zbuduje lub zmodernizuje laboratoria Materiałów Funkcjonalnych, Przyrządów GaN i mikromontażu, Fotoniki Podczerwieni, Projektowania Układów Scalonych i Systemów Elektronicznych, Laboratorium Centrum Grafenu i Innowacyjnych Nanotechnologii, Laboratorium Szkła Specjalnych i Światłowodów. Na początku 2025 roku pierwsze urządzenia zakupione w ramach projektu dotarły już do Laboratorium Materiałów Inteligentnych Łukasiewicz IMiF.

MIĘDZY NAUKĄ A BIZNESEM

POLSKIE INSTYTUTY BADAWCZE W EUROPEJSKICH PROJEKTACH

Chips Act - WBG Pilot Line

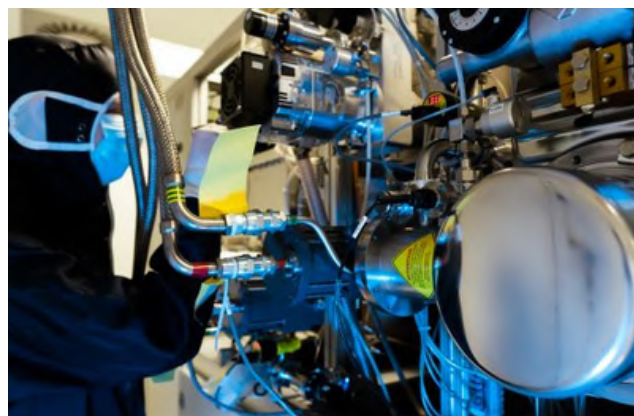
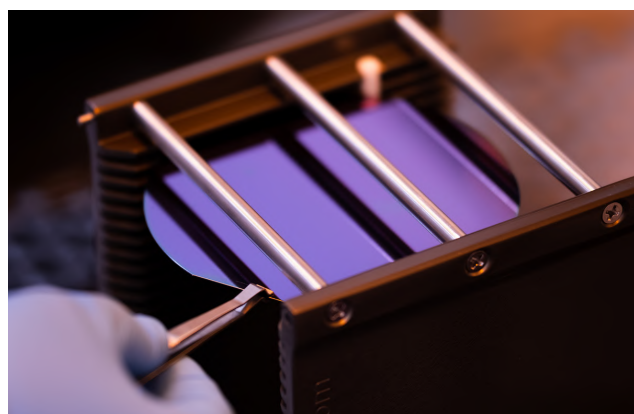
W kwietniu 2024 roku **Chips Joint Undertaking**, działając w ramach European Chips Act, wybrało zespół, w skład którego wchodzi **UNIPRESS** oraz **Łukasiewicz - IMiF** do realizacji jednej z czterech europejskich linii pilotażowych w zakresie zaawansowanych technologii półprzewodnikowych.

WBG Pilot Line (Wide Band Gap semiconductors pilot line) pozwoli rozwinąć innowacyjne technologie materiałowe i budowy przyrządów, bazujących na półprzewodnikach szerokoprzerwowych, takich jak azotek galu (GaN), węgiel krzemu (SiC) czy tlenek galu (Ga₂O₃), stanowiące kluczowe elementy dla zastosowań przemysłowych, motoryzacji, energii odnawialnej, elektroniki użytkowej czy obronności. Projekt ma na celu uruchomienie linii pilotażowej oraz opracowywanie i rozwój technologii **FD-SOI 10 nm i 7 nm**. Technologia ta jako jedyna powstała w całości w Unii Europejskiej i z tego względu jest strategiczna dla rozwoju technologii półprzewodnikowych w Europie.

W ramach międzynarodowego konsorcjum, w skład którego wchodzi 22 jednostki naukowo-badawcze i uczelnie wyższe z Włoch, Szwecji, Finlandii, Austrii, Niemiec, Francji i Polski, **wspólnym zadaniem IWC PAN oraz Łukasiewicz - IMiF będzie przede wszystkim rozwój technik wzrostu podłoży i warstw epitaksjalnych GaN oraz rozwój technologii wykonania przyrządów na bazie GaN i Ga₂O₃**, w tym wertykalnych przyrządów mocy takich jak diody czy tranzystory. Budowa linii ma rozpocząć się już w 2025 roku, a na realizację założonych celów Łukasiewicz - IMiF i IWC PAN dostaną **50 mln EUR**.

PIXEurope

Politechnika Warszawska (Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki oraz CEZAMAT) znalazła się w składzie konsorcjum międzynarodowego projektu **PIXEurope**, który ma na celu stworzenie pierwszego otwartego ekosystemu dla fotonicznych układów scalonych (**PIC**). Inicjatywa ta jest częścią European Chips Act i realizowana w ramach programu CHIPS Joint Undertaking. **Projekt przewiduje stworzenie nowoczesnej linii pilotażowej, która umożliwi szybkie prototypowanie w obszarze fotoniki oraz ocenę procesów produkcyjnych, które mają zostać przeniesione na skalę przemysłową.** Częścią prac jest również opracowanie procesów integracji oraz zaawansowanych technologii pakowania i testowania. PIXEurope zrzesza partnerów z Austrii, Belgii, Finlandii, Francji, Irlandii, Włoch, Polski, Portugalii, Hiszpanii, Holandii oraz Wielkiej Brytanii.



Źródło: Łukasiewicz-IMiF

KADRY DLA BRANŻY PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

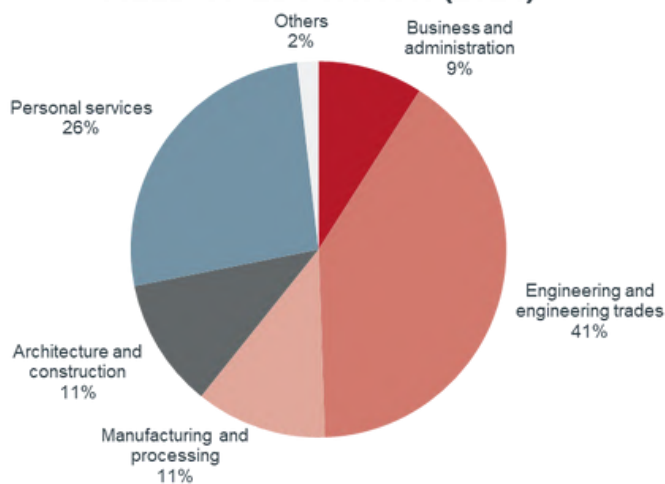
Fakt, iż Polska na dzień dzisiejszy nie posiada odpowiednich kadr, jest najczęściej wymienianą przeszkodą w rozwoju przemysłu półprzewodnikowego w Polsce. Uczelnie wyższe nie szkolą kadr dla tej branży, bo nie mają dla kogo ich szkolić, inwestorzy się nie pojawiają, bo nie ma kadr: kółko się zamyka. Jednak pojawienie się nowych inwestycji, najprawdopodobniej przerwie ten krąg.

- Rekrutując nowego pracownika, wziętego z rynku z innych gałęzi przemysłu elektronicznego czy też studenta kończącego uczelnię, nie możemy liczyć na to, że będzie wiedział, co robić. Sprawdzamy kandydatów w trakcie okresu próbnego, stażu czy praktyk, widzimy, do jakich funkcji predestynują ich zdolności i podejmujemy proces ich kształcenia. W pewnej części ich rozwój oparty jest o zewnętrzne szkolenia i konferencje, jednak większość wiedzy jest dostarczana przez naszych pracowników – mówi Emil Batorowicz z **VIGO Photonics** [1].

Bardzo ważny głos, bo padający z perspektywy globalnej, płynie też ze strony **SEMI**. To perspektywa wielkiego biznesu, o nieograniczonych możliwościach i ogromnych doświadczeniach:

- Największą innowacyjność jesteśmy w stanie zbudować, jeśli do rozwiązania problemów zatrudnimy ludzi z różnym doświadczeniem, z różnych dziedzin - chemii, fizyki, mikroelektroniki - ale również bardzo wielu specjalności, które potencjalnie nie wydają się ściśle związane z półprzewodnikami - mówi w wywiadzie dla tek.info.pl **Max Dropiński** z **SEMI**. - Postęp w procesach front-end i back-end jest bardzo szybki i to, o czym dziś można dowiedzieć się na uczelni, za pięć lat i tak już się zmieni. Dopiero wtedy, kiedy zatrudnimy osoby o różnorodnym doświadczeniu i szkolimy je w ramach naszych procesów wytwórczych, tworzymy zespół mogący opracowywać technologie przyszłości. Bardziej chodzi o podstawowe doświadczenia i nastawienie: nie jest krytycznie ważne, aby konkretna dziedzina - na przykład mikroelektronika - była super rozwinięta i aby było mnóstwo kandydatek i kandydatów, którzy skończyli taki kierunek. To pomocne, ale nie konieczne.

GRADUATES OF TECHNICAL SCHOOLS BY FIELD OF EDUCATION (2024)



Źródło: Eurostat, GUS

[1] Źródło: <https://tek.info.pl/article/3865>

[4] https://tek.info.pl/article/3847/inwestycja_intel_pod_wroclawiem_to_przelom_dla_ekosystemu_polprzewodnikow_w_polsce

KADRY DLA BRANŻY PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

Nauka bardzo szybko odpowiadała na potrzeby zapowiedzianej inwestycji Intel w zakład back-end i 31 stycznia 2024 **Politechnika Wrocławska** podpisała list intencyjny z amerykańskim koncernem, zakładający m.in. wspólne prowadzenie projektów badawczo-rozwojowych, opracowanie i adaptację programu kształcenia, aby przybliżyć go do realnych potrzeb przemysłu, a także prowadzenie wykładów przez specjalistów z firmy Intel.

- Program, którego flagowym partnerem stał się Intel, z perspektywy uczelni oznacza chęć ukierunkowanej współpracy z przemysłem półprzewodnikowym. Nieobecność amerykańskiego koncernu na Dolnym Śląsku wcale nie zamyka tego programu, wręcz przeciwnie, w dalszym ciągu utrzymujemy kontakt związany z dydaktyką i bazujemy na materiałach dostarczanych przez Intel. Na pewno część związana z końcowymi etapami produkcji półprzewodników jest i będzie obecna w ramach naszego programu nauczania. Technologie wytwarzania półprzewodników to znacznie więcej niż jedna firma, a samo pojęcie półprzewodników to pojęcie znacznie szersze niż procesory - mówi w sierpniu 2025 roku w wywiadzie dla tek.info.pl Rafał Walczak, dziekan Wydziału Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów Politechniki Wrocławskiej. Wydział EFiM PW obejmuje trzy katedry silnie powiązane z zagadnieniami wytwarzania przyrządów półprzewodnikowych: Katedrę Nanometrologii, Katedrę Mikroelektorniki i Nanotechnologii oraz Katedrę Mikrosystemów.

Politechnika Gdańska, w ramach swojej misji wspierania innowacyjności oraz integracji środowiska akademickiego z przemysłem, zainicjowała współpracę z czołowymi przedstawicielami lokalnych firm z branży półprzewodników, w tym z firmami **Intel** oraz **Synopsys**. W ramach współpracy przewiduje się wyposażenie nowoczesnych laboratoriów, które będą służyć zarówno celom edukacyjnym, jak i badawczym. Katedra Systemów Mikroelektronicznych z Wydziału ETI PG otrzymała już od firmy Intel dwa silne serwery (96 core'ów każdy oraz po 256G pamięci RAM). Serwery zostały już zainstalowane w serwerowni katedralnej i będą służyły do obsługi laboratoriów dydaktycznych dotyczących projektowania układów scalonych i programowalnych.

Inicjatywy obejmują także programy stażowe i praktyki zawodowe, umożliwiające studentom zdobycie praktycznego doświadczenia w realnych warunkach przemysłowych. Dodatkowo istotnym elementem współpracy są konsultacje programu studiów z ekspertami z branży oraz gościnne wykłady prowadzone przez specjalistów spośród lokalnych firm, co pozwala na bieżące dostosowywanie treści kształcenia do dynamicznie zmieniających się wymagań rynku pracy. Dzięki synergii pomiędzy Politechniką Gdańską a lokalnym ekosystemem możliwe będzie nie tylko podniesienie poziomu kształcenia technicznego, ale także znaczący wkład w rozwój regionalnego ekosystemu innowacji. Dzięki współpracy nawiązanej między Katedrą Systemów Mikroelektronicznych a SEMI Europe, studenci Politechniki Gdańskiej mają możliwość podnoszenia swoich kompetencji w zakresie półprzewodników w ramach różnorodnych inicjatyw, w tym np. European Chips Skills Academy.

- Dzięki bezpośredniemu zaangażowaniu liderów branży półprzewodników, jesteśmy w stanie nie tylko wzbogacić programy studiów o najnowsze osiągnięcia technologiczne, ale również zapewnić naszym studentom dostęp do pracy w światowej klasy przedsiębiorstwach. Partnerstwo z firmami takimi jak m.in. Intel, Cadence czy Synopsys pozwala nam kształcić przyszłych inżynierów na najwyższym poziomie, jednocześnie wspierając rozwój regionalnego ekosystemu innowacji - mówi dr hab. inż. Marek Wójcikowski, prof. PG, Kierownik Katedry Systemów Mikroelektronicznych, Wydział ETI Politechniki Gdańskiej.

KADRY DLA BRANŻY PRODUKCJI PÓŁPRZEWODNIKÓW

POTENCJAŁ KSZTAŁCENIA STEM W POLSCE



Politechnika Gdańska

Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Uniwersytet Morski w Gdyni

Wydział Elektryczny



Politechnika Koszalińska

Wydział Elektroniki i Informatyki



Politechnika Poznańska

Wydział Elektroniki i Telekomunikacji



Politechnika Wrocławska

Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów
Wydział Informatyki i Telekomunikacji
Wydział Podstawowych Problemów Techniki



Politechnika Świętokrzyska

Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki



Akademia Górniczo-Hutnicza

Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji



Politechnika Krakowska

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej



Politechnika Śląska

Wydział Elektryczny
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki



Politechnika Białostocka

Wydział Elektryczny



Wojskowa Akademia Techniczna

Wydział Elektroniki
Wydział Optoelektroniki



Politechnika Warszawska

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych



Politechnika Bydgoska

Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki



Politechnika Łódzka

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki



Politechnika Lubelska

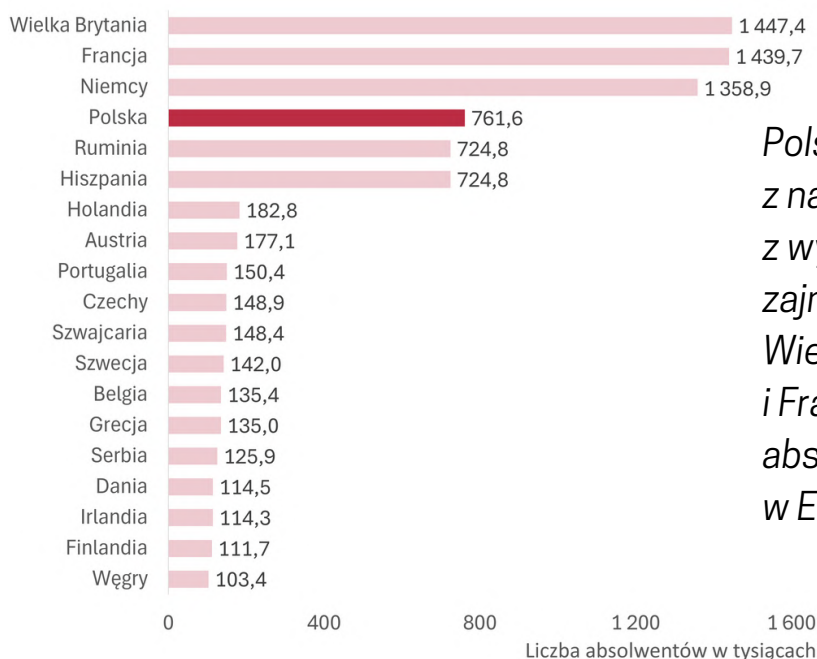
Wydział Elektrotechniki i Informatyki



Politechnika Rzeszowska

Wydział Elektrotechniki i Informatyki

LICZBA ABSOLWENTÓW STEM W LATACH 2013-2019



Polska dysponuje jedną z największych ilości osób z wykształceniem technicznym, zajmując **4. miejsce** w Europie, po Wielkiej Brytanii, Niemczech i Francji. Odsetek kobiet wśród absolwentów STEM jest najwyższy w Europie i wynosi aż **43%**.

Źródło: Eurostat

ANALIZA SWOT

SZANSE	ZAGROŻENIA
- Europejski Chips Act stymuluje rozwój branży w całej Europie - COVID wywołał wyraźny trend przesuwania produkcji bliżej Europy (<i>nearshoring</i>) - Pozytywne doświadczenia w Polsce zagranicznych inwestorów z innych segmentów rynku elektronicznego - Duży stopień międzynarodowych powiązań w łańcuchu dostaw - Geograficzna bliskość europejskich fabryk łańcucha dostaw dla półprzewodników - Nawiązane relacje z partnerami tajwańskimi: TAITRA, SEMI, TeaLa, TAIROA, Taiwan Capital, TEEMA - Organizacja SEMI - ISS Europe w Sopocie w latach 2025 i 2026 oraz promocja Polski na SEMICON TAIWAN od 2023 do 2025r. - Rosnąca rozpoznawalność Polski jako lokalizacji inwestycji i naszego potencjału wśród globalnych firm półprzewodnikowych (m.in. na Tajwanie)	- Konkurencja ze strony państw Europy Zachodniej - Rosnąca rola innych państw Europy Centralno-Wschodniej na arenie międzynarodowej - Dominacja wybranych krajów na poszczególnych etapach łańcucha dostaw, hamująca rozwój w innych krajach - Obawy inwestorów przed wojną z Rosją
MOCNE STRONY	SŁABOŚCI
- Obecność kilku firm z łańcucha dostaw przemysłu produkcji półprzewodników, w tym kluczowego inwestorów (Intel, SK Hynix) - Dobrze rozwinięte inne segmenty rynku elektronicznego: OEM i EMS - Dobrze rozwinięte sektory wspierające rozwój półprzewodników: militarny, automatyzacji produkcji, oprogramowania. - Mocny sektor chemiczny, z pierwszymi doświadczeniami w produkcji chemii dla półprzewodników - Dobry poziom szkolnictwa wyższego i kadry profesorskiej - Rozwinięty system zachęt dla inwestorów ze strony rządu; wsparcie PAIH	- Niewielka liczba kierunków studiów wyższych, obejmujących elementy przygotowujące do pracy w przemyśle półprzewodników - Ograniczone zasoby finansowe polskich firm w porównaniu do potrzeb kapitałowych branży półprzewodników - Niewielka ilość kadr gotowych do pracy przy produkcji półprzewodników - Brak dobrze rozwiniętego ekosystemu dostaw dla półprzewodników w Polsce - Niewielki udział polskich firm w światowym łańcuchu dostaw dla półprzewodników - Brak klastra integrującego całą branżę półprzewodników w Polsce

WSPARCIE PAIH DLA PRZEDSIĘBIORCÓW Z SEKTORA PÓŁPRZEWODNIKÓW

Polska oferuje szeroki wachlarz zachęt dla sektora półprzewodnikowego, aby przyciągnąć inwestycje z tego obszaru i zbudować łańcuch dostaw, który przyczyni się do realizacji, wyznaczonych przez Unię Europejską, celów związanych z uniezależnieniem się od importu czipów z państw trzecich. Przedsiębiorcy z tego sektora, mogą skorzystać zarówno ze wsparcia merytorycznego Polskiej Agencji Inwestycji i Handlu S.A. (PAIH), jak i również z zachęt finansowych, takich jak regionalna pomoc inwestycyjna. Ponadto został dla nich stworzony specjalny program będący odpowiedzią na Europejski akt w sprawie czipów - Krajowe Ramy wspierania strategicznych inwestycji półprzewodnikowych (Krajowe Ramy).

Departament Wsparcia Inwestycji (DWI) PAIH oferuje kompleksowe wsparcie inwestorom rozważającym zlokalizowanie lub rozszerzenie swojej działalności w Polsce oraz każdorazowo indywidualnie podchodzi do przedsiębiorców i ich zamierzeń inwestycyjnych. Usługi DWI PAIH obejmują m.in. doradztwo lokalizacyjne, organizację wizyt lokalizacyjnych, udzielanie informacji o zachętach inwestycyjnych, przygotowywanie pakietów informacyjnych, identyfikację potencjalnych partnerów biznesowych, współpracę ze startupami i dostawcami technologii, organizację spotkań biznesowych, pomoc w budowaniu relacji z instytutami badawczymi i centrami innowacji, wsparcie w kontaktach z administracją, opiekę poinwestycyjną. DWI PAIH prowadzi również bazę działek inwestycyjnych tzw. Generator Ofert Inwestycyjnych. Wszystkie usługi PAIH oferowane są przedsiębiorcom bezpłatnie.



*Departament Wsparcia Inwestycji PAIH wg. stanu na sierpień **2025 r.** obsługuje **132** projekty inwestycyjne o deklarowanej wartości inwestycji (tzw. CAPEX) **10.2 mld EUR** i liczbie nowych miejsc pracy **24 tys.***

WSPARCIE PAIH DLA PRZEDSIĘBIORCÓW Z SEKTORA PÓŁPRZEWODNIKÓW

EUROPEJSKI AKT W SPRAWIE CHIPÓW

Europejski akt w sprawie chipów zakłada wsparcie inwestycji w produkcję półprzewodników, rozwój technologii zaawansowanych oraz promocję badań i innowacji w tej dziedzinie. Akt ten ma na celu wspieranie europejskich firm w zdobywaniu konkurencyjnej pozycji na rynku światowym.

Odpowiedzią Polski na powyższe było uchwalenie **Krajowych Ram**, na podstawie których przedsiębiorca z sektora półprzewodników może uzyskać pomoc na projekt mający na celu utworzenie zintegrowanego zakładu produkcyjnego lub otwartej unijnej fabryki w rozumieniu Europejskiego aktu w sprawie Chipów.

Maksymalny dopuszczalny pułap pomocy na projekt jest określony w oparciu o stwierdzoną lukę w finansowaniu w odniesieniu do kosztów projektu. Inwestor powinien zobowiązać się do poniesienia nakładów inwestycyjnych w wysokości co najmniej **850 000 000 PLN**, w okresie realizacji projektu, **nie dłuższym niż 20 lat**, oraz do utworzenia co najmniej **100 nowych miejsc pracy** i ich utrzymania do końca trwania projektu.

PAIH jest instytucją, która udzieli informacji o tej formie pomocy publicznej, wspiera inwestora w procesie oceny kwalifikowalności projektu oraz przygotowania dokumentacji aplikacyjnej.

Równolegle do Krajowych Ram, w Polsce trwają prace nad dalszym wdrażaniem Europejskiego aktu w sprawie Chipów. Zgodnie z Europejskim aktem w sprawie Chipów, Polska wyznaczy punkt kontaktowy, który będzie pełnił funkcję łącznikową w celu zapewnienia współpracy transgranicznej z innymi państwami członkowskimi.

GRANT RZĄDOWY

Inwestorzy chcący realizować nowe projekty półprzewodnikowe w Polsce, w ramach pakietu pomocy regionalnej, mogą ubiegać się o grant rządowy. PAIH prowadzi konsultacje z przedsiębiorcami w zakresie przygotowania wniosków oraz dokumentów aplikacyjnych na etapie ich przygotowania. W ramach tych konsultacji specjaliści z PAIH udzielają wsparcia i porad dotyczących procesu aplikacyjnego. Inwestorowi przydzielany jest opiekun projektu, który prowadzi i koordynuje projekt, pozostaje w bieżącym kontakcie z inwestorem, a także wspiera inwestora na każdym etapie projektu.

TYTUŁY WSPARCIA

W ramach Programu wsparcie będzie udzielane z dwóch tytułów:

- kosztów kwalifikowanych inwestycji (**CAPEX**), albo
- kosztów kwalifikowanych **tworzenia nowych miejsc pracy**.

Przedsiębiorcy mogą otrzymać wsparcie na projekty stanowiące „inwestycję początkową” w rozumieniu Rozporządzenia Komisji (UE) nr 651/2014 z dnia 17 czerwca 2014 r. uznającego niektóre rodzaje pomocy za zgodne z rynkiem wewnętrznym w zastosowaniu art. 107 i 108 Traktatu. W przypadku dużych przedsiębiorców realizujących inwestycję na terenie województwa dolnośląskiego, wielkopolskiego i części mazowieckiego (aglomeracja warszawska) duzi przedsiębiorcy mogą otrzymać wsparcie projekty będące „inwestycją początkową, która zapoczątkowuje nową działalność gospodarczą” w rozumieniu powyższego Rozporządzenia.

WSPARCIE PAIH DLA PRZEDSIĘBIORCÓW Z SEKTORA PÓŁPRZEWODNIKÓW

FORMA WSPARCIA

Wsparcie przyznawane jest w formie dotacji na podstawie dwustronnej umowy zawartej pomiędzy ministrem wł. ds. gospodarki a inwestorem.

POZIOMY REGIONALNEJ POMOCY PUBLICZNEJ W POLSCE - ILE MOŻNA OTRZYMAĆ?

Polska przyjęła nową mapę pomocy regionalnej, która określa procentowe limity wsparcia dla **dużych firm** w różnych regionach kraju (od **15%** do **50%**). **Średnie i małe firmy** mogą liczyć na dodatkowe podwyższenie intensywności pomocy regionalnej odpowiednio o **10** i **20** punktów procentowych. Z drugiej strony, w przypadku dużej inwestycji o kosztach przekraczających **55 mln euro**, maksymalna pomoc państwa jest dostosowywana – obliczana na podstawie wzoru na „dostosowaną kwotę pomocy” w rozumieniu ww. Rozporządzenia 651/2014.

Obowiązek współpracy z podmiotami tworzącymi system szkolnictwa wyższego i nauki

W ramach wsparcia w postaci grantu rządowego duży przedsiębiorca zobowiązany jest do poniesienia w okresie realizacji lub utrzymania inwestycji kosztów w zakresie współpracy z podmiotami tworzącymi system szkolnictwa wyższego i nauki, lub ze szkołami ponadpodstawowymi w wysokości co najmniej 15% wartości przyznanego wsparcia.

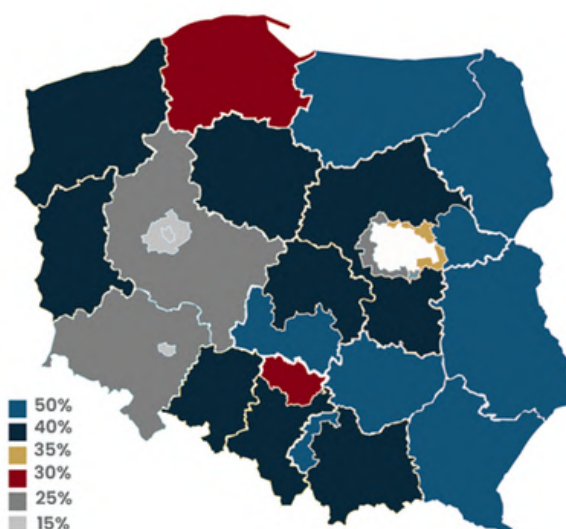
Wymóg spełnienia kryteriów jakościowych zgodnie z Programem

Ubiegając się o grant rządowy, inwestor oprócz spełnienia kryteriów ilościowych deklaruje również spełnienie kryteriów jakościowych, które w większości podlegają weryfikacji w okresie utrzymania. Maksymalnie w ramach oceny jakościowej inwestycji przedsiębiorca może otrzymać 10 punktów. Minimalna liczba punktów z oceny jakościowej zależy od lokalizacji projektu i wynosi, w zależności od lokalizacji, co najmniej 4,5 albo 6 punktów.

Zwiększenie wsparcia w związku ze szkoleniami pracowników

Wysokość wsparcia z tytułu kosztów tworzenia nowych miejsc pracy lub kosztów inwestycji może być zwiększona w wypadku oferowania przez przedsiębiorcę pracownikom szkoleń.

MAPA INTENSYWNOŚCI POMOCY REGIONALNEJ



WSPARCIE PAIH DLA PRZEDSIĘBIORCÓW Z SEKTORA PÓŁPRZEWODNIKÓW

WSPARCIE Z TYTUŁU **KOSZTÓW INWESTYCJI** (GRANT INWESTYCYJNY)

Do ubiegania się o wsparcie z tytułu kosztów inwestycji uprawnia realizacja inwestycji:

1. Strategicznej,
 2. Innowacyjnej,
 3. Centrum Usług Badawczo-Rozwojowych,
- zgodnie z kryteriami wskazanymi w poniższej tabeli

Tabela minimalnych kryteriów ilościowych - nakładów inwestycyjnych i zatrudnienia dla projektów inwestycyjnych realizowanych przez dużych przedsiębiorców ubiegających się o grant inwestycyjny

Rodzaj inwestycji	Minimalne nakłady inwestycyjne (mln PLN) [1]	Minimalne zatrudnienie [1]	Maksymalne wsparcie (jako % kosztów kwalifikowanych) [2]
Strategiczna	160	50	mikro przedsiębiorca / mały przedsiębiorca: do 25% / 15% - średni przedsiębiorca / przedsiębiorca rozwijający: do 20% / 10% - duży przedsiębiorca: do 15% / 5%
Innowacyjna	7	20	
Centrum Usług Badawczo-Rozwojowych	1	10	do 25% / 15%

[1] minimalne nakłady i zatrudnienie odnoszą się do dużego przedsiębiorcy i są odpowiednio niższe dla mikro, małych, średnich i rozwijających się przedsiębiorców albo ze względu na lokalizację inwestycji na obszarze zagrożonym wykluczeniem; minimalne zatrudnienie obniżone w przypadku reinwestycji

[2] w zależności od lokalizacji inwestycji

WSPARCIE PAIH DLA PRZEDSIĘBIORCÓW Z SEKTORA PÓŁPRZEWODNIKÓW

WSPARCIE Z TYTUŁU KOSZTÓW TWORZENIA NOWYCH MIEJSC PRACY (GRANT NA ZATRUDNIENIE)

Do ubiegania się o wsparcie z tytułu kosztów tworzenia nowych miejsc pracy uprawnia realizacja inwestycji w:

- Centrum Usług Biznesowych,
- Centrum Usług Badawczo-Rozwojowych,

zgodnie z kryteriami wskazanymi w poniższej tabeli.

Tabela minimalnych kryteriów ilościowych - nakładów inwestycyjnych i zatrudnienia dla projektów usługowych ubiegających się o grant na zatrudnienie

Rodzaj inwestycji	Minimalne nakłady inwestycyjne (mln PLN) [1]	Minimalne zatrudnienie [1]	Maksymalne wsparcie (na każde miejsce pracy, w PLN) [2]	Rodzaj procesów
Centrum Usług Biznesowych	1	100	15.0 tys./ 7.5 tys.	Średniozaawansowane, zaawansowane i wysokozaawansowane usługi (określone w załączniku nr 2 do Programu)
Centrum Usług Badawczo-Rozwojowych	1	10	do 40 tys./ do 30 tys./ do 20 tys./ do 15 tys.	Usługi badawczo-rozwojowe (określone w załączniku nr 2 do Programu)

[1] minimalne nakłady i zatrudnienie odnoszą się do dużego przedsiębiorcy i są odpowiednio niższe dla mikro, małych, średnich i rozwijających się przedsiębiorców albo ze względu na lokalizację inwestycji na obszarze zagrożonym wykluczeniem

[2] w zależności od lokalizacji inwestycji, liczby nowych miejsc pracy

WSPARCIE PAIH DLA PRZEDSIĘBIORCÓW Z SEKTORA PÓŁPRZEWODNIKÓW

PROCEDURA UDZIELANIA WSPARCIA

Aplikacja o grant rządowy została uregulowana w Programie. W celu uzyskania grantu przedsiębiorca powinien złożyć następującą dokumentację:

Do **PAIH**:

- wypełniony w języku polskim formularz aplikacyjny (Informacja o projekcie),
- analizę efektu zachęty (dot. dużych i rozwijających się przedsiębiorców),
- załączniki wskazane w Informacji o projekcie,
- kopię wniosku złożonego do ministra właściwego ds. gospodarki.

Do **Ministra właściwego ds. gospodarki**:

- wniosek o przyznanie pomocy publicznej wraz z niezbędnymi załącznikami.

Rozpoczęcie prac nad inwestycją jest możliwe dopiero po złożeniu wniosku o pomoc publiczną wraz z załącznikami do ministerstwa właściwego ds. gospodarki (analiza efektu zachęty jest wymagana tylko w przypadku projektów realizowanych przez dużych i rozwijających się przedsiębiorców), co opisano powyżej.

Grant rządowy stanowi jedną z chętniej wybieranych form wsparcia. Kluczem do przeprowadzenia procesu aplikacyjnego zakończonym sukcesem jest dobre ustrukturyzowanie projektu oraz poprawne przygotowanie dokumentacji.

ZWOLNIENIE Z PODATKU DOCHODOWEGO

Obecnie możliwe jest skorzystanie ze zwolnienia z podatku na obszarze całej Polski, gdzie dostępna jest pomoc regionalna. Okres, na który wydawana jest decyzja o wsparciu, zależy od intensywności pomocy publicznej dla lokalizacji, w której realizowana jest inwestycja i może wynosić 12, 14, albo 15 lat. Decyzja wydawana jest w imieniu ministra właściwego ds. gospodarki, przez zarządzającą danym obszarem Specjalną Strefę Ekonomiczną.

ULGI PODATKOWE

Ulgi podatkowe dla przedsiębiorców są specjalnymi uprawnieniami umożliwiającymi obniżenie wysokości podatków, które musieliby zapłacić przedsiębiorcy. Dzięki nim przedsiębiorcy mogą zaoszczędzić środki, co pozwala im zwiększyć rentowność oraz zdolność do inwestowania w rozwój firmy.

- **Ulgą badawczo-rozwojową** stanowi zachętę inwestycyjną wspierającą przedsiębiorców prowadzących działalność badawczo-rozwojową. Pozwala na odliczenie kosztów kwalifikowanych związanych z prowadzeniem prac badawczo-rozwojowych od podstawy opodatkowania dla przychodów z działalności gospodarczej (PIT) albo innych niż przychody z zysków kapitałowych (CIT). Dzięki uldze koszty poniesione na działalność B+R mogą zostać dwukrotnie uwzględnione przy kalkulacji należnego podatku dochodowego.
- Uzupełnieniem ulgi B+R jest **ulga na innowacyjnego pracownika**. W przypadku, gdy koszty kwalifikowane na działalność B+R przekroczą wysokość dochodu przedsiębiorcy w danym roku podatkowym, przedsiębiorca może pomniejszyć o ww. koszty kwoty zaliczek na podatek PIT, które powinien zapłacić od wynagrodzenia wypłacanego innowacyjnym pracownikom.
- **Ulgą na robotyzację** umożliwia przedsiębiorcy dodatkowe odliczenie od podstawy opodatkowania kosztów uzyskania przychodów do maksymalnie 50% związanych z inwestycją w robotyzację.
- **Ulgą na prototyp** stanowi wsparcie dla inwestora na etapie poprzedzającym produkcję na masową skalę, umożliwiając odliczenie od podstawy opodatkowania kosztów produkcji próbnej nowego produktu oraz kosztów wprowadzenia na rynek nowego produktu.

POLSKIE PRAWO I FORMY WSPARCIA INWESTORÓW

Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. (ARP) bezpośrednio lub pośrednio przez spółki zależne zarządza czterema z czternastu specjalnych stref ekonomicznych w Polsce, gdzie świadczy kompleksową obsługę inwestorów, w tym wsparcie w wyborze lokalizacji, pozyskania dostępnych zachęt inwestycyjnych, w tym decyzji o wsparciu, jak też bieżącą pomoc na każdym etapie funkcjonowania inwestycji. Niezależnie od powyższego ARP wspiera PAIH oraz pozostałych zarządców specjalnych stref ekonomicznych (SSE) w przygotowaniu kompleksowych ofert inwestycyjnych także poza terenami zarządzanymi przez ARP. W oparciu o posiadane doświadczenie i zasoby ARP wspólnie z władzami lokalnymi oraz innymi zarządcami SSE przygotowuje tereny dedykowane na potrzeby inwestycji strategicznych, poczynając od zmiany planów zagospodarowania przestrzennego, a skończywszy na realizacji infrastruktury otoczenia inwestycji. ARP posiada możliwości nie tylko w zakresie realizacji, ale też zarządzania parkami przemysłowymi, czego przykładem jest park przemysłowy w Kobierzycach pod Wrocławiem dedykowany branży elektromobilności z największym w Europie zakładem produkcji baterii do aut elektrycznych. Przekłada się to m.in. na kluczowe znaczenie ARP w finansowaniu i budowie parku przemysłowego w Miękinii, ukierunkowanego na branżę mikroelektroniki.



PAIH oferuje kompleksowe wsparcie inwestorom rozważającym zlokalizowanie lub rozszerzenie swojej działalności w Polsce oraz każdorazowo indywidualnie podchodzi do przedsiębiorców i ich zamierzeń inwestycyjnych. Usługi DI PAIH obejmują m.in. doradztwo lokalizacyjne, organizację wizyt lokalizacyjnych, udzielanie informacji o zachętach inwestycyjnych, przygotowywanie pakietów informacyjnych, identyfikację potencjalnych partnerów biznesowych, współpracę ze startupami i dostawcami technologii, organizację spotkań biznesowych, pomoc w budowaniu relacji z instytucjami badawczymi i centrami innowacji, wsparcie w kontaktach z administracją, opiekę poinwestycyjną. DI PAIH prowadzi również bazę działek inwestycyjnych tzw. Generator Ofert Inwestycyjnych. Wszystkie usługi PAIH oferowane są przedsiębiorcom bezpłatnie.

Polski Fundusz Rozwoju to grupa instytucji finansowych i doradczych dla przedsiębiorców, samorządów i osób prywatnych inwestująca w zrównoważony rozwój społeczny i gospodarczy kraju. Model działania PFR został opracowany w 2017 roku w ramach realizacji Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. Obecnie PFR SA to zintegrowane centrum informacji dla przedsiębiorców, samorządów i osób zainteresowanych instrumentami rozwoju. Fundusz pomaga wybrać z ponad 100 produktów, rozproszonych dotychczas w polskich instytucjach rozwoju. PFR skupia się na realizacji inwestycji infrastrukturalnych, innowacji, rozwoju przedsiębiorczości, eksporcie i ekspansji zagranicznej polskich przedsiębiorstw, wsparciu samorządów, realizacji programu Pracowniczych Planów Kapitałowych oraz obsłudze inwestycji zagranicznych.



OFERTA WSPARCIA NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju od lat aktywnie wspiera rozwój technologii półprzewodnikowych poprzez finansowanie projektów badawczo-rozwojowych zarówno w ramach programów krajowych, jak i międzynarodowych. W międzynarodowym portfolio NCBR można znaleźć wiele inicjatyw związanych z technologiami półprzewodnikowymi, w których polscy badacze uzyskali dofinansowanie. Są to m.in.:

1. Inicjatywy w ramach programu Horyzont Europa oraz Horyzont 2020:

- Partnerstwo „Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Czipów” (**Chips Joint Undertaking**) oraz inicjatywy poprzedzające: Przedsięwzięcie „Wspólne Przedsiębiorstwa ENIAC i ARTEMIS”, „Wspólne Przedsięwzięcia ECSEL” (Electronic Components and Systems for European Leadership) oraz Partnerstwo „Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Kluczowych Technologii Cyfrowych” (Key Digital Technologies Joint Undertaking – KDT JU).
- Inicjatywa **Eurostars** będąca częścią europejskiego Partnerstwa na rzecz Innowacyjnych MŚP, gdzie NCBR pełni rolę krajowego operatora programu.

2. Programy ERA-NET wspierające budowę europejskiej sieci badawczej:

- **M-ERA.NET** - europejska sieć finansująca badania w dziedzinie nauk o materiałach i inżynierii materiałowej, w której NCBR uczestniczy od 2015 r.
- **ERA-NET Photonics Based Sensing Cofund** - międzynarodowy program finansowania badań, koncentrujący się na wspieraniu projektów z zakresu fotoniki, ze szczególnym uwzględnieniem sensorów opartych na fotonice działający w latach 2016-2021.
- **ERA-NET QuantEraCofund in Quantum Technologies** - międzynarodowy program wspierający badania i innowacje w dziedzinie technologii kwantowych w Europie.
- **ERA-NET MNT** (European Research Area Network on Materials and Nano-Technologies) - sieć skupiająca organizacje finansujące badania w dziedzinie nauk o materiałach i inżynierii materiałowej, w tym nanotechnologii w latach 2004-2011.
- **ERA-NET MATERA** (Materials) - sieć organizacji finansujących badania z obszaru inżynierii materiałowej i nauk o materiałach, w której NCBR działało w latach 2020-2021.

3. Inne inicjatywy:

- **EIG CONCERT-Japan** - międzynarodowa inicjatywa wspierająca współpracę naukowo-technologiczną między Europą a Japonią.
- **V4-Japonia i V4-Korea** - współpraca pomiędzy instytucjami finansującymi badania naukowe z krajów Grupy Wyszehradzkiej i Japonii/Korei.
- **EUREKA** - międzynarodowa inicjatywa, której celem jest zwiększanie nowoczesności, produktywności i konkurencyjności przemysłu europejskiego.

4. Współpraca bilateralna

NCBR dotychczas realizowało projekty z zakresu technologii półprzewodnikowych i elektroniki z partnerami z różnych krajów. Na szczególną uwagę zasługuje program współpracy z **Tajwanem**. To jeden z najdłużej i najbardziej regularnie prowadzonych programów bilateralnych w portfolio NCBR. W 2025 roku została ogłoszona trzynasta edycja konkursu na międzynarodowe projekty badawczo-rozwojowe koordynowana przez NCBR oraz tajwańską Krajową Radę Nauki i Technologii (National Science and Technology Council - NSTC). **W czasie tych 13-letnich kontaktów przeprowadzono i rozstrzygnięto 12 dwustronnych konkursów na projekty badawcze.**

OFERTA WSPARCIA NCBR

W ramach konkursów wybrano do dofinansowania **72 projekty** realizowane przez polsko-tajwańskie konsorcja złożone z jednostek naukowych i przedsiębiorstw, w tym minimum **6 z dziedziny półprzewodników na kwotę ponad 5 mln zł**. Całkowita kwota dofinansowania projektów z NCBR w ramach współpracy polsko-tajwańskiej to ponad **31 mln zł**.

Co więcej, w ramach porozumienia o współpracy, NCBR i NSTC organizują też coroczne seminaria naukowe połączone z wizytami studyjnymi, realizowane naprzemiennie w Polsce i na Tajwanie. Do tej pory zorganizowanych zostało jedenaście seminariów. W każdym z nich udział wzięła wybrana grupa badaczy z obu krajów. Podczas wizyt uczestnicy mieli możliwość odwiedzenia ośrodków badawczych i instytucji naukowych kraju gospodarzy i zapoznania się z prowadzonymi w nich badaniami. Punktem kulminacyjnym każdej wizyty jest seminarium poświęcone zagadnieniom badawczym uznanym za priorytetowe we wzajemnej współpracy.

W 2023 r. odbyło się seminarium poświęcone półprzewodnikom, którego gospodarzem był strona tajwańska reprezentowana przez TSRI (Taiwan Semiconductor Research Institute), będący częścią National Applied Research Laboratories (NarLabs), wiodącej tajwańskiej sieci instytutów badawczych, a koordynatorem merytorycznym wizyty była dr Mei Yu Chang, z Biura Spraw Międzynarodowych NarLabs oraz dr Chang-Hong Shen, Zastępca Dyrektora TSRI. Po stronie polskiej koordynatorem merytorycznym była prof. dr hab. Izabella Grzegory, Zastępca Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Wysokich Ciśnień Polskiej Akademii Nauk.

Temat półprzewodników pojawia się w wielu krajowych inicjatywach wspieranych przez NCBR. Choć nie zawsze skupiają się bezpośrednio na danej technologii to często mieści się on w szerszych kategoriach takich jak: technologie materiałowe, cyfrowe czy mikroelektronika. Przykład mogą stanowić strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych takie jak TECHMATSTRATEG czy INFOSTRATEG które m.in. wspierają innowacje technologiczne w obszarach zaawansowanej elektroniki i bezpieczeństwa cyfrowego.

Ponadto, w ramach konkursów realizowanych z funduszy europejskich warto wskazać:

- 1. Konkurs Important Projects of Common European Interest (IPCEI)** - Microelectronics/Communication Technologies (ME/CT) - Konkurs w ramach działania 2.10 FENG, skierowany do przedsiębiorstw realizujących projekty IPCEI. Obejmuje mikroelektronikę i technologie komunikacyjne. W 2024 r. NCBR podpisało umowę z liderem branży półprzewodnikowej Vigo Photonics S.A. umożliwiającą realizację projektu „HyperPIC - Fotoniczne układy scalone do zastosowań w średniej podczerwieni”, w którym kwota dofinansowania to ponad 440 mln zł, a całkowita wartość projektu to ponad 853 mln zł. Projekt HyperPIC to według jego twórców wieloletni program inwestycyjny, który, znacząco przyczyni się do rozwoju polskiego klastra technologii fotonicznych, ale także zapewni wiele nowych miejsc pracy, zarówno bezpośrednio w projekcie, jak i w ekosystemie partnerów i klientów oraz przyciągnie talenty inżynierskie do Polski. Dzięki projektowi HyperPIC firma wprowadzi na rynek innowacyjne w skali świata produkty odpowiadające potrzebom AI, IoT, przemysłu 4.0, rolnictwa 4.0 itp.
- 2. Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki (FENG)** - Konkursy w ramach działania FENG.01.01 wspierają projekty badawczo-rozwojowe i wdrożeniowe w obszarach zaawansowanych technologii, w tym elektroniki i mikroelektroniki, co obejmuje również półprzewodniki.
- 3. STEP – Strategic Technologies for Europe Platform.** Konkurs realizowany w ramach działania FENG.05.01. W ścieżce B+R wspierane są projekty w obszarach deep-tech, technologii cyfrowych i strategicznych komponentów – co może obejmować półprzewodniki jako kluczowy element suwerenności technologicznej UE.

AUTORZY

Raport opracował zespół portalu **tek.info.pl**, dedykowanego dla osób profesjonalnie związanych z projektowaniem i produkcją elektroniki.



Zapraszamy na cykliczne spotkanie branży elektronicznej TEK.day, **11 września 2025, Gdańsk**.



Dorobek polskiego sektora półprzewodnikowego będzie prezentowany przez PAIH na targach Semicon Taiwan na stoisku narodowym, **10-12 września 2025**.



Dorobek polskiego sektora półprzewodnikowego będzie prezentowany przez PAIH, Invest in Pomerania oraz Pomorską Specjalną Strefę Ekonomiczną na targach Semicon Europa, **18-21 listopada 2025**.



Coroczne międzynarodowe spotkanie liderów sektora półprzewodników w Sopocie, organizowane przez SEMI, pod patronatem Invest in Pomerania, **11-13 marca 2026**.

