

Amerykański przemysł półprzewodników – stan na koniec 2024 roku





dr Ewa Fronczak

Amerykanista i doktor nauk o bezpieczeństwie. Wykładowca Akademii Sztuki Wojennej i gościnnie Uniwersytetu Warszawskiego. Stypendystka naukowa i absolwentka Wydziału Bezpieczeństwa Narodowego, Akademii Sztuki Wojennej oraz Instytutu Ameryk i Europy UW. Ekspert w Centrum Stosunków Międzynarodowych ds. Stanów Zjednoczonych.

Rok 2022 przyniósł ważną zmianę w podejściu do przemysłu półprzewodników w Stanach Zjednoczonych. Pandemia COVID-19 uwiarydliła niewydolność tego sektora amerykańskiej gospodarki oraz jego ogromną zależność od zagranicznych dostawców. Lata zaniedbań i stawiania na delokalizację doprowadziły do tego, że obecnie USA odpowiada zaledwie za około 10% produkcji najnowocześniejszych układów scalonych, co jest znaczącym spadkiem z 37% w 1990 roku¹. Kiedy Sekretarz Handlu Gina Raimondo w styczniu 2022 roku nazwała kwestię niedoboru chipów sprawą „bezpieczeństwa narodowego,” nie pozostawiła złudzeń co do zmiany priorytetów amerykańskiej polityki w zakresie wysokich technologii.

¹ Semiconductor State Association, “2021 State of the US semiconductor industry”, <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-the-Industry-Report.pdf>.



Początki wojny technologicznej

Zakłócenia w łańcuchach dostaw podczas pandemii COVID-19 wstrząsnęły światową gospodarką, wywołując rosnące obawy, że potencjalny konflikt Chiny-Tajwan może sparaliżować dostęp tzw. Zachodu do rynku chipów. Administracja Prezydenta Trumpa rozumiała, że pozostawanie w tyle za Chinami w tak krytycznych technologiach może poważnie podkopać bezpieczeństwo narodowe i konkurencyjność gospodarczą USA, postanowiła więc działać. Rok 2018 to początek tzw. wojny technologicznej z Chinami, która rozgrywała się na kilku płaszczyznach i miała dwa podstawowe cele – maksymalnie wyhamować rozwój wysokich technologii w Państwie Środka i postawić na produkcję takowych we własnym kraju. Użyto do tego różnych polityczno-prawnych zabiegów, z których warto wspomnieć o kilku najważniejszych. Kongres uchwalił ustawę *Foreign Investment Risk Review Modernization Act*, która rozszerza uprawnienia Komitetu ds. Inwestycji Zagranicznych do badania inwestycji w „krytyczne technologie”. Ograniczono lub zakazano (na przykład jednostkom rządowym) dostępu do produktów Huawei w samych Stanach Zjednoczonych, ale także wywierano presję na sojuszników by zakazali 5G w swoich krajach¹. Kolejny rok przyniósł tylko przyspieszenie i eskalację. Departament Handlu umieścił Huawei i sześćdziesiąt osiem jego spółek zależnych na liście firm, którym Amerykanie nie mogą nic sprzedawać bez zgody rządu².

W 2020 roku ekipa obecnego Prezydenta Bidena rozpoczęła kolejny etap technologicznego starcia – wojnę o chipy³. W październiku 2022 roku nałożono ograniczenia na eksport do Chin zaawansowanych półprzewodników i narzędzi do ich

¹ Segal A., Year in review: Huawei and the Technology Cold War, Council on Foreign Relations, <https://www.cfr.org/blog/year-review-huawei-and-technology-cold-war>.

² Segal A., Cyber week in review: Dec 13, 2019, Council on Foreign Relations, <https://www.cfr.org/blog/year-review-2019-us-china-tech-cold-war-deepens-and-expands>.

³ Hawkins A., Chip wars: how semiconductors became a flashpoint in the US-China relationship, The Guardian, <https://www.theguardian.com/world/2023/jul/05/chip-wars-how-semiconductors-became-a-flashpoint-in-the-us-china-relationship>.



produkcji ze Stanów, ale także innych krajów, takich jak Japonia czy Holandia, z której pochodzą najnowocześniejsze maszyny litograficzne firmy ASML. Oprócz tego w sierpniu tego samego roku Biden podpisał rozporządzenie wykonawcze, zakazujące amerykańskich inwestycji w trzy kluczowe chińskie sektory technologiczne: półprzewodniki, technologię kwantową i sztuczną inteligencję.

Przemysł półprzewodników a przepisy prawne

Ustawa *CHIPS and Science Act (Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors)*⁴, która stała się swoistym ‘znakiem drogowym’ i punktem wyjścia kolejnych regulacji i wielu przedsięwzięć rządowych, podpisana w sierpniu 2022 roku, zapewniła 52,7 miliarda dolarów na badania, produkcję i rozwój siły roboczej w zakresie półprzewodników. Obejmuje ona zachęty produkcyjne o wartości 39 miliardów dolarów (w tym 2 miliardy dolarów na starsze chipy stosowane w samochodach i systemach obronnych), 13,2 miliarda dolarów na badania i rozwój oraz szkolenia pracownicze i 500 milionów dolarów na zapewnienie międzynarodowego bezpieczeństwa technologii teleinformatycznych i działań w łańcuchu dostaw⁵.

Nadrzędnym celem *CHIPS Act* jest dywersyfikacja lokalizacji produkcji półprzewodników, aby zmniejszyć prawdopodobieństwo zakłóceń związanych z geopolitycznymi zawirowaniami w Azji Południowo-Wschodniej. Stany Zjednoczone mają zerową zdolność produkcyjną najnowocześniejszych układów (5 nanometrów i mniej), podczas gdy 67% produkcji znajduje się na Tajwanie, a 31% w Korei

⁴ The White House, FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>.

⁵ Ibidem.



Południowej⁶. Jednym słowem jakikolwiek dłuższy brak dostępu w ich imporcie do USA oznacza przestój w produkcji sprzętu wojskowego i prac badawczo-rozwojowych związanych z bezpieczeństwem narodowym, co w efekcie może osłabić gotowość armii USA do udziału w konfliktach zbrojnych i uniemożliwić dostarczanie sojusznikom broni wykorzystującej półprzewodniki.

W ramach *CHIPS Act* działa *CHIPS for America*,⁷ kluczowy program wdrożeniowy realizowany przez dwa biura: *CHIPS Research and Development Office*, inwestujące w rozwój krajowego ekosystemu badawczo-rozwojowego oraz *CHIPS Program Office*, zajmujące się inwestycjami w obiekty i sprzęt. Biuro *CHIPS for America* 21 października br. ogłosiło do 300 milionów dolarów dofinansowania projektów badawczych dotyczących pakowania chipów w ramach *National Advanced Packaging Manufacturing Program (NAPMP)*. Oczekiwany odbiorcami będą Absolics Inc. z Georgii, Applied Materials Inc. z Kalifornii i Arizona State University z Arizony⁸. Wydaje się, że amerykańscy decydenci zrozumieli (lepiej późno niż wcale) znaczenie inwestycji w każdy etap łańcucha dostaw realizowanego i zamkniętego w kraju: „Kluczem do długoterminowej konkurencyjności Stanów Zjednoczonych jest nasza zdolność do prześcignięcia reszty świata w innowacyjności i budowaniu. Dlatego dział badawczo-rozwojowy programu *CHIPS for America* jest tak fundamentalny dla naszego sukcesu, a proponowane inwestycje w zaawansowane opakowania podkreślają pracę, którą wykonujemy, aby nadać priorytet każdemu etapowi łańcucha dostaw półprzewodników,”⁹ powiedziała amerykańska sekretarz handlu Gina Raimondo.

⁶ The White House, FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>.

⁷ NIST, Chips for America, <https://www.nist.gov/chips>.

⁸ NIST, Chips for America, <https://www.nist.gov/chips/research-development-programs/chips-manufacturing-usa-institute>.

⁹ US Department of Commerce, CHIPS for America Announces up to \$300 million in Funding to Boost U.S. Semiconductor Packaging, <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/11/chips-america-announces-300-million-funding-boost-us-semiconductor>.



Ponadto *CHIPS for America* wspiera powstawanie *CHIPS Manufacturing USA*¹⁰ – instytutu, który ma się skupić na ulepszeniu krajowych procesów projektowania, produkcji, zaawansowanego pakowania, montażu i testowania półprzewodników.

Nie zapomniano również o wąskim gardle całej strategii – sile roboczej. We wrześniu 2024 w ramach programu powstało Centrum Doskonałości Siły Roboczej Narodowego Centrum Technologii Półprzewodników¹¹, co stanowi decydujący krok w kierunku rozwiązania jednego z najpilniejszych wyzwań stojących przed amerykańskim przemysłem półprzewodników – brakiem rąk do pracy. Administracja uruchomiła także nowe ośrodki *Investing in America Workforce Hubs* w północnej części stanu Nowy Jork, Phoenix w Arizonie i Columbus w stanie Ohio, aby wspierać szkolenia potrzebne tamtejszym rozwijającym się gałęziom przemysłu, w tym półprzewodników. To tylko trzy z dziewięciu ośrodków w całym kraju, które tworzą kanały umożliwiające Amerykanom dostęp do dobrze płatnych miejsc pracy¹².

W październiku ubiegłego roku, pod szyldem opisanej wyżej ustawy *CHIPS Act*, Departament Stanu wydał także ostateczne przepisy wykonawcze dotyczące *Advanced Manufacturing Investment Credit*¹³ – znaczącej bo 25-procentowej ulgi podatkowej w celu zachęcenia prywatnych przedsiębiorstw do krajowej produkcji chipów. Ze względu na niezwykle złożone i zaawansowane technologicznie procesy projektowania i produkcji półprzewodników oraz ich wyjątkowo kosztochłonny charakter, taki kredyt to namacalna i niezwykle przekonująca zachęta dla inwestorów.

¹⁰ NIST, Chips for America, <https://www.nist.gov/chips/research-development-programs>.

¹¹ Ibidem.

¹² NIST, Chips for America, <https://www.nist.gov/chips/research-development-programs>.

¹³ Semiconductors Chips Association, SIA Welcomes Final Regulations for the Advanced Manufacturing Investment Tax Credit, <https://www.semiconductors.org/sia-welcomes-final-regulations-for-the-advanced-manufacturing-investment-tax-credit/>.



CHIPS Act uruchomił również specjalny, 500-milionowy fundusz *International Technology Security and Innovation*,¹⁴ czyli 100 milionów dolarów rocznie przez pięć lat przeznaczonych na promowanie rozwoju i rozbudowę bezpiecznych sieci telekomunikacyjnych oraz dywersyfikacji łańcucha dostaw półprzewodników. Fundusz zwiększy możliwości montażu, testowania i pakowania układów scalonych w krajach partnerskich Indo-Pacyfiku (Wietnamie, Indonezji, Filipinach) i obu Ameryk (Meksyku, Panamie i Kostaryce).

Kolejną wartą wspomnienia ustawą, podpisaną przez Prezydenta Bidena w październiku zeszłego roku, jest *Building Chips in America Act*¹⁵ zwalniający projekty otrzymujące dotacje na mocy ustawy *CHIPS and Science Act* z konieczności przeprowadzania przeglądów wymaganych przez *National Environmental Policy Act*¹⁶. Bez wątpienia jest to kolejny przepis prawny znacznie przyspieszający proces odbudowy amerykańskiego przemysłu wysokich technologii oraz pokazujący gdzie obecnie znajdują się priorytety polityki przemysłowej USA.

We wrześniu 2024 powołano do życia Narodowe Centrum Technologii Półprzewodników (*National Semiconductor Technology Center*),¹⁷ które jako partnerstwo publiczno-prywatne zaprasza do współpracy firmy półprzewodnikowe, uniwersytety, organizacje non-profit, instytucje badawcze, laboratoria krajowe i agencje rządowe. Amerykańska Narodowa Fundacja Nauki¹⁸ (*National Science Foundation*) wystartowała również z drugą pulą milionowych grantów na prowadzenie przełomowych badań w dziedzinie mikroelektroniki, produkcję chipów i rozwój

¹⁴ US Department of State, <https://www.state.gov/the-u-s-department-of-state-international-technology-security-and-innovation-fund/>.

¹⁵ US Congress, *Building Chips in America Act* of 2023, <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/senate-bill/2228>.

¹⁶ Ibidem.

¹⁷ ¹⁷ Semiconductors Chips Association, Narodowe Centrum Technologii Półprzewodników otwiera się na członków, <https://www.semiconductors.org/national-semiconductor-technology-center-opens-for-membership/>.

¹⁸ NSF Future of semiconductors, <https://new.nsf.gov/news/nsf-awards-42-4m-new-grants-support-future-semiconductors>.



potrzebnej bazy pracowniczej. We współpracy z Ericsson, Intel Corporation, Micron Technology i Samsung, Fundacja przyznała 42,4 mln dolarów na konkurs Przyszłość Półprzewodników (*Future of Semiconductors*). Jak dotychczas fundusz wspiera 23 nowatorskie projekty badawcze w 15 różnych stanach i 20 instytucjach i widać tu konsekwencje w działaniu, bo tegoroczna edycja to kontynuacja zeszłorocznej.

‘Półprzewodnikowa’ strategia na mapie i w liczbach

Najnowsze dane mówią od 740¹⁹ istniejących firmach z sektora produkcji półprzewodników w USA, które zatrudniają 154 228 pracowników (największe z nich to Intel, L3Harris Technologies i QUALCOM). 75% z nich sprzedaje swoje produkty na całym świecie. Co do lokalizacji, 49% znajduje się na zachodzie kraju, 22% na północnym wschodzie, 19% na południu, a pozostałe 10% na środkowym zachodzie (patrz Rys. 1).

¹⁹ Industryselect, Top Semiconductor Manufacturers in the U.S.
<https://www.industryselect.com/blog/top-10-semiconductor-manufacturers-in-the-us>.



| Company | City | State | Number of Employees |
|--|-------------------|-------|---------------------|
| Intel Corp. | Hillsboro | OR | 19,300 |
| L3Harris Technologies, Inc., ISR Systems | Greenville | TX | 5,500 |
| Intel Corp. | Folsom | CA | 5,300 |
| QUALCOMM, Inc. | San Diego | CA | 5,279 |
| Amkor Technology, Inc. | Tempe | AZ | 5,000 |
| NXP Semiconductors USA, Inc. | Austin | TX | 5,000 |
| GlobalFoundries, Inc. | Hopewell Junction | NY | 4,000 |
| Samsung Austin Semiconductor, LLC | Austin | TX | 3,500 |
| Enphase Energy | Petaluma | CA | 2,500 |
| GlobalFoundries US2, LLC | Essex Junction | VT | 2,100 |

Rys. 1. Source: <https://www.industryselect.com/blog/top-10-semiconductor-manufacturers-in-the-us>.

Jeśli chodzi o nowe inwestycje w przemyśle półprzewodników od czasu *CHIPS Act*, Arizona wychodzi na prowadzenie wśród stanów o największych nakładach produkcyjnych. Sektor prywatny, jak dotąd, wyszedł z inicjatywą łącznie 102 miliardów dolarów inwestycji, natomiast rząd przeznaczył do 8,5 miliarda dolarów dla firmy Intel (na budowę dwóch nowych fabryk i rozbudowę już istniejącej w Chandler) oraz dla TSMC na ich trzy planowane fabryki w Phoenix²⁰. Inni główni odbiorcy to Idaho, Nowy Jork, Ohio, Oregon i Teksas. Micron ma otrzymać ponad 6 miliardów dolarów na fabryki w Idaho i Nowym Jorku, oprócz wcześniej zaplanowanej przez firmę *megafab* o wartości 100 miliardów dolarów w pobliżu Syracuse. GlobalFoundries 1,5 miliarda dolarów na zakłady w Nowym Jorku i Vermont, podczas gdy w Teksasie Samsung – 6,4 miliarda dolarów na fabryki i centra badawczo-rozwojowe. Oprócz dotacji rządowych, wymienione firmy ogłosiły własne inwestycje w swój rozwój – TSMC co najmniej 12

²⁰ Roy D., The CHIPS Act: How U.S. Microchip Factories Could Reshape the Economy <https://www.cfr.org/in-brief/chips-act-how-us-microchip-factories-could-reshape-economy>.



miliardów dolarów²¹, Intel 20 miliardów dolarów²², a Micron nawet do 100 miliardów w ciągu najbliższych dwudziestu lat²³.

Podsumowując, od czasu prac nad ustawą *CHIPS Act* do połowy 2024 ogłoszono 90 nowych projektów (patrz Rys. 2)²⁴ w całych Stanach Zjednoczonych, w tym budowę nowych zakładów produkujących półprzewodniki, rozbudowę istniejących lokalizacji oraz zakładów dostarczających materiały i sprzęt wykorzystywany w produkcji układów scalonych. Inwestycje prywatne w 28 stanach osiągnęły wartość 450 miliardów dolarów i według szacunków mają przynieść 58 tysięcy nowych wyspecjalizowanych miejsc pracy, co umożliwi utworzenie setek tysięcy dodatkowych miejsc w całej gospodarce USA²⁵.

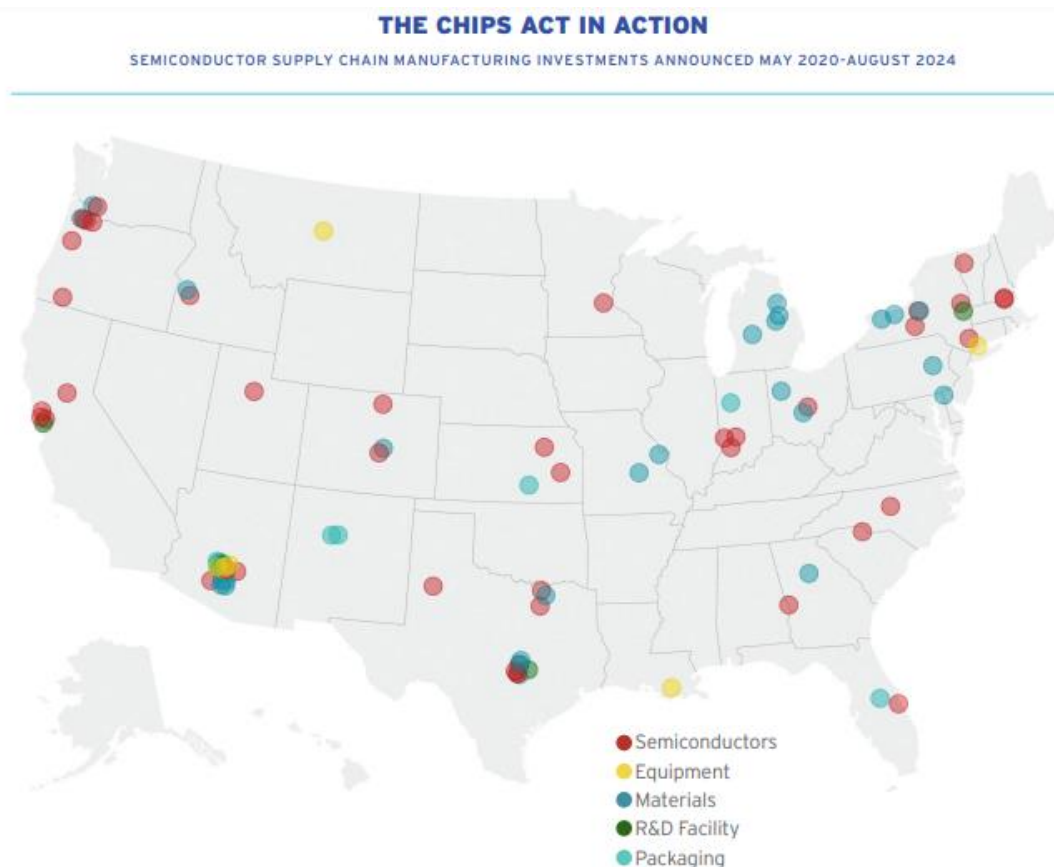
²¹ TSMC, TSMC Announces Intention to Build and Operate an Advanced Semiconductor Fab in the United States, <https://pr.tsmc.com/english/news/2033>.

²² Intel, <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/intel-announces-next-us-site-landmark-investment-ohio.html#gs.f2jgox>.

²³ Thorbecke C., CNN News, Micron to invest up to \$100 billion to build chip factory in upstate New York, <https://edition.cnn.com/2022/10/04/tech/micron-100-billion-chip-factory-new-york/index.html>.

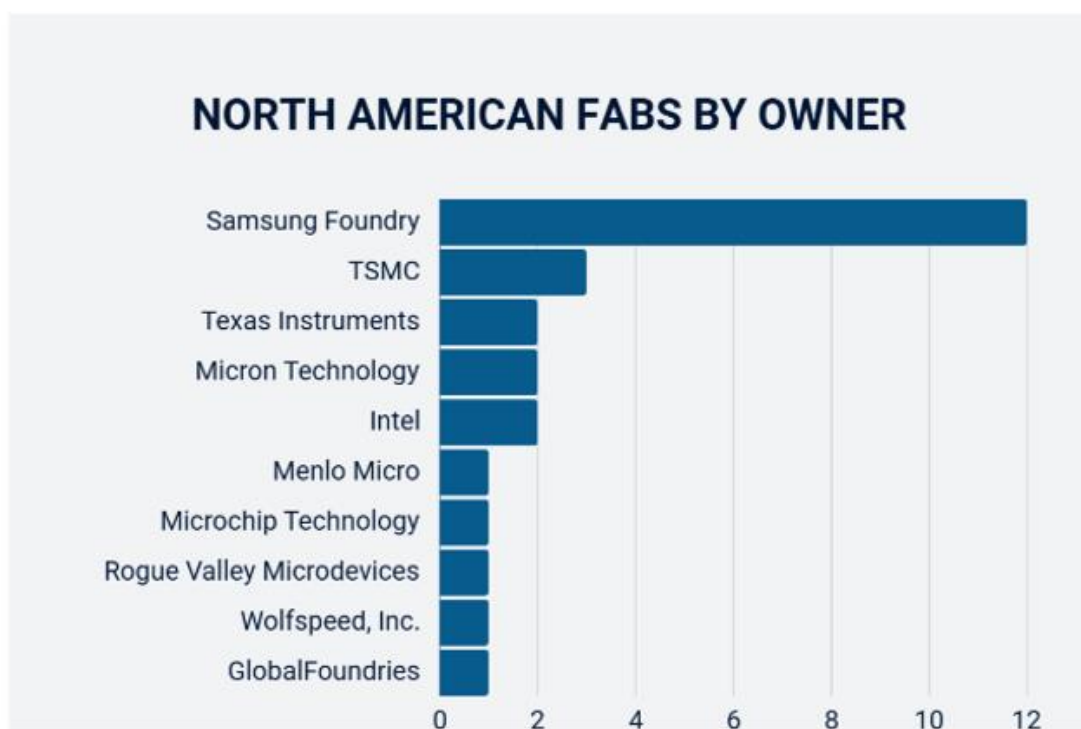
²⁴ Semiconductors Chips Association, The CHIPS Act Has Already Sparked \$450 Billion in Private Investments for U.S. Semiconductor Production, <https://www.semiconductors.org/the-chips-act-has-already-sparked-200-billion-in-private-investments-for-u-s-semiconductor-production/>.

²⁵ Ibidem.



Rys. 2. Source: <https://www.semiconductors.org/2024-state-of-the-u-s-semiconductor-industry/>.

Jeśli chodzi o właścicieli zakładów (zarówno nowych, jak i rozbudowywanych) liderem jest Samsung Foundry z 12 planowanymi fabrykami w Austin i Taylor w Teksasie. Fabryki Taylor mają zostać ukończone w ciągu najbliższych dwóch dekad, a pierwsza ma być gotowa do działania do 2026 roku. Dalej plasują się TSMC, Texas Instruments, Micron i Intel (patrz Rys. 3).



Rys. 3. <https://www.semiconductors.org/2024-state-of-the-u-s-semiconductor-industry/>.



Wyzwania

Na dzień dzisiejszy przyszłość przemysłu półprzewodników w USA dostarcza więcej znaków zapytania niż odpowiedzi. Niemniej jednak, przewidywania są imponujące. Autorzy raportu Semiconductor Industry Association (SIA)²⁶ wskazują, że do 2032 roku zdolność produkcyjna amerykańskich układów scalonych wzrośnie trzykrotnie. Taki wzrost zwiększyłby udział USA w światowej produkcji tych bardziej zaawansowanych (mniej niż 10 nm) układów z 10% do 28% do 2032 r., co według SIA po raz pierwszy od dziesięcioleci oznaczałoby wzrost potencjału produkcyjnego kraju w tej gałęzi gospodarki.

Niestety, jak donosi „Financial Times”, około 40% dużych projektów produkcyjnych w pierwszym roku obowiązywania *CHIPS Act* było opóźnionych²⁷. Na przykład TSMC poinformowało na początku 2024 roku, że otwarcie drugiej fabryki w Arizonie przewidywane jest na 2028 rok, czyli opóźnienie wyniesie około dwa lata. Już po raz drugi ten największy na świecie producent układów scalonych zmuszony jest odłożyć swoje plany w USA. Produkcja w jego pierwszej fabryce w tym samym stanie także zalicza czasowy poślizg z 2024 na 2025 rok z powodu niedoboru wyspecjalizowanych pracowników.²⁸ Co ciekawe, mimo wstępnych uzgodnień, nie jest jeszcze pewne jakiego rodzaju chipy: 4- czy 3-nanometrowe będą tam produkowane, bo jak twierdzi sam dyrektor generalny TSMS Marc Liu, „plany dotyczące drugiej fabryki są niepewne, ponieważ wielkość rządowych zachęt będzie decydować o rodzaju wdrożonej technologii”²⁹.

²⁶ Semiconductor State Association, “2021 State of the US semiconductor industry”, <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-the-Industry-Report.pdf>.

²⁷ Financial Times, Delays hit 40% of Biden’s major IRA manufacturing projects, <https://www.ft.com/content/afb729b9-9641-42b2-97ca-93974c461c4c>.

²⁸ Toh M., CNN News, TSMC says its \$40 billion chip project in Arizona faces a further delay, <https://edition.cnn.com/2024/01/19/tech/tsmc-taiwan-arizona-project-delay-intl-hnk/index.html>.

²⁹ Ibidem.



Amerykańska strategia outsourcingu w produkcji chipów w ciągu ostatnich trzech dekad spowolniła działania edukacyjne na temat półprzewodników i sprzętu³⁰. Podczas gdy liczba studentów specjalizujących się w informatyce podwoiła się od 2010 roku, liczba stopni naukowych związanych z chipami pozostała niezmienna. Na przykład Intel buduje dwie najnowocześniejsze fabryki chipów w Ohio i współpracuje z Ohio State University, aby zbudować konsorcjum w całym stanie. Złożenie tego ekosystemu edukacyjnego zajmie trochę czasu, a wykształcenie wystarczającej liczby absolwentów, aby sprostać zapotrzebowaniu to bardzo czasochłonny proces. Manufacturing Institute współpracuje ze studentami, aby zachęcić ich do działań na rzecz rozwoju branży. Angażuje również rodziców, edukatorów i liderów społeczności w nauczanie nowoczesnych możliwościach produkcji. Firmy, takie jak Micron i TSMC, organizują obozy STEM Chip/Tech Camps i konkursy dla uczniów klas licealnych, aby zachęcić ich do wyboru kierunków studiów z ich branży.³¹

Opinie niektórych ekspertów również nie napawają optymizmem: „Bardzo mało prawdopodobne jest, aby Stany Zjednoczone zwiększyły swój udział w światowej produkcji, ponieważ nawet gdy USA uruchamiają więcej fabryk, TSMC i inne azjatyckie firmy ogłaszają otwarcie fabryk w kolejnych miejscach i budują je jeszcze szybciej,” powiedział Scott Kennedy, starszy doradca w Centrum Studiów Strategicznych i Międzynarodowych³². Rzeczywiście, pesymistyczne przewidywania Kennedygo potwierdzają ostatnie doniesienia z siedziby tajwańskiego giganta, który wcale nie

³⁰ S. Van Sloun, U.S. Investment in Semiconductor Manufacturing: Building the Talent Pipeline, <https://www.cfr.org/blog/us-investment-semiconductor-manufacturing-building-talent-pipeline>.

³¹ Ibidem.

³² Thorbecke C., CNN News, The US is spending billions to boost chip manufacturing. Will it be enough?, <https://edition.cnn.com/2022/10/18/tech/us-chip-manufacturing-semiconductors/index.html>.



planuje osiąść na laurach i zatrudnia 6 tysięcy nowych pracowników (a ma ich obecnie aż ok. 70 tysięcy)³³.

Ten sam raport Centrum zwraca też uwagę na ciągle niewystarczające finansowanie w USA: „52 miliardy dolarów bledną w obliczu kwoty wymaganej do bycia konkurencyjnym w amerykańskim przemyśle półprzewodników, a inwestycje te rosną wykładniczo każdego roku. TSMC na Tajwanie, zdecydowanie największy i najbardziej zaawansowany producent półprzewodników na świecie, wydaje prawie 40 miliardów dolarów rocznie na wyposażenie kapitałowe oraz badania i rozwój.”³⁴.

W opinii prezesa Semiconductor Industry Association przemysł półprzewodników stoi w obliczu prognozowanego niedoboru 67 tysięcy pracowników do 2030 roku, szczególnie z powodu braku inżynierów, informatyków i techników. Dodał, że potrzeba więcej programów szkoleniowych i kursów STEM, aby wesprzeć przemysł, który w tym okresie ma stworzyć 115 tysięcy nowych miejsc pracy ³⁵.

Z kolei Dan Wang, profesor Columbia Business School, zwraca uwagę na koszty: „Jeśli chodzi o odlewnie, które są stroną produkcyjną półprzewodników, Stany Zjednoczone nie były głównym graczem przez wiele, wiele lat. (...) Jednym z głównych powodów tego jest niższy koszt pracy, a produkcja na bardzo dużą skalę układów scalonych i chipów w innych częściach świata jest po prostu o wiele tańsza”³⁶. Jednak największym wąskim gardłem nie jest kapitał, a ludzie: „Gdybyśmy dzisiaj mogli zbudować jak na zawołanie dziesięć nowych fabryk z wiodącymi na świecie chipami, prawdopodobnie nie

³³ Toh M., CNN News, Global chipmaking giant TSMC plans to hire 6,000 employees this year <https://edition.cnn.com/2023/03/06/tech/taiwan-tsmc-hiring-plans-2023-intl-hnk/index.html>.

³⁴ Richard Elkus Jr., A Strategy for The United States to Regain its Position in Semiconductor Manufacturing, <https://www.csis.org/analysis/strategy-united-states-regain-its-position-semiconductor-manufacturing>.

³⁵ Gordon N., TSMC complains it can't find enough skilled workers to get its Arizona chip plants ready in time, delaying mass production to 2025, <https://finance.yahoo.com/news/tsmc-complains-t-enough-skilled-100125351.html>.

³⁶ Ibidem.



mielibyśmy wystarczająco dużo ludzi, aby je obsłużyć”³⁷. To właśnie niewystarczająca liczba wykwalifikowanych pracowników spowodowała opóźnienie w zakładzie TSMC w Arizonie zeszłego lata. Firma była zmuszona ściągnąć techników z Tajwanu, aby przeszkolić pracowników w USA. Opracowano też specjalny program szkolenia kadr.

Guru przemysłu półprzewodników i współzałożyciel TSMC, Morris Chang, jako problematyczne także uznaje kwestie finansowe: „ (...) różnica kosztów między produkcją na Tajwanie a produkcją w Oregonie pozostała mniej więcej taka sama. Koszt wytworzenia tego samego produktu w Oregonie jest o około 50% wyższy niż na Tajwanie. (...) Uważamy, że niedawne wysiłki Stanów Zjednoczonych mające na celu zwiększenie produkcji półprzewodników na lądzie w tej chwili mówią o wydaniu jedynie dziesiątek miliardów dolarów z dotacji. To nie wystarczy. Uważam, że będzie to kosztowne przedsięwzięcie, które okaże się bezowocne. Stany Zjednoczone co prawda zwiększą nieco krajową produkcję półprzewodników, jednak odbywać się to będzie kosztem znacznego wzrostu kosztów jednostkowych. W rezultacie produkcja ta stanie się niekonkurencyjna na globalnym rynku, gdzie rywalizuje się z takimi gigantami jak TSMC.”³⁸

Ponadto produkcja półprzewodników wymaga szeregu specjalistycznych materiałów, w tym czystych chemikaliów, takich jak fluorowany poliamid gazu trawiącego czy maszyn do trawienia chipów. W miejscach takich jak Tajwan czy Fukuoka w Japonii dostawcy tych produktów znajdują się w pobliżu fabryk. Istnieje również jedna lub dwie firmy, które produkują kluczowe materiały i od dawna są godnymi zaufania dostawcami dla firm

³⁷ Thorbecke C., CNN News, The US is spending billions to boost chip manufacturing. Will it be enough?, <https://edition.cnn.com/2022/10/18/tech/us-chip-manufacturing-semiconductors/index.html>.

³⁸ The Brookings Institution, “Can semiconductor manufacturing return to the US?,” <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2022/04/Vying-for-Talent-Morris-Chang-20220414.pdf>.



w Azji. Nie dotyczy to na razie Arizony i Ohio, które potrzebują wielu lat, by stworzyć tak perfekcyjnie działający ekosystem³⁹.

Waszyngtoński Brookings Institute w swoim raporcie⁴⁰ wypunktował pięć podstawowych problemów amerykańskiego przemysłu półprzewodników. Po pierwsze, przez ostatnie dwie dekady tak dużo globalnego, w tym amerykańskiego, kapitału zostało zainwestowane w tę gałąź przemysłu w Azji, że produkcja tam jest i będzie szybsza, tańsza i łatwiejsza. Po drugie, półprzewodniki to nie tylko produkcja, ale także wszystko wokół, co jest do niej niezbędne. A te elementy łańcucha także znajdują się daleko za oceanem, co powoduje dodatkowe koszty związane z transportem. Innymi słowy skupienie się głównie na budowie fabryk do produkcji chipów to droga donikąd. W takim samym tempie w USA powinny powstawać linie produkcyjne maszyn czy chemikaliów niezbędnych do stworzenia chipów, aby uniezależnić się od ogromnej liczby dostawców drugiego i trzeciego poziomu rozsianych na całym świecie. Firmy te produkują maszyny przemysłowe, specjalistyczne chemikalia, czy sprzęt do hodowli krysztalów. Na przykład Japonia dominuje w produkcji materiałów półprzewodnikowych (24% udziału w rynku) i sprzętu do produkcji półprzewodników (31% udziału w rynku). Globalna zależność od japońskich firm materiałowych jest szczególnie wyraźna w produkcji płytek półprzewodnikowych (56% udziału w rynku) i fotorezystu (90% udziału w rynku). Po trzecie, USA nigdy nie przodowały (przegrywając tu nawet z Chinami) w hojnym dofinansowywaniu półprzewodnikowych startup-ów, które odgrywają ogromną rolę w rozwoju nowych rozwiązań w branży. Po czwarte, rządowe inwestycje w prace badawcze (R&D) nad materiałami produkcyjnymi, w nauki fizyczne, chemiczne i elektryczne nie zwiększały się adekwatnie do wzrostu PKB kraju na przełomie ostatniej dekady. Jednym słowem dziedziny najbardziej kluczowe dla rozwoju branży półprzewodników są w USA

³⁹ Thorbecke C., CNN News, The US is spending billions to boost chip manufacturing. Will it be enough?, <https://edition.cnn.com/2022/10/18/tech/us-chip-manufacturing-semiconductors/index.html>.

⁴⁰ Thomas Ch. A., A Semiconductor Strategy For The United States, https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2022/11/FP_20221103_semiconductor_strategy.pdf.



drastycznie niedofinansowane. Po piąte w końcu, pula pracowników przemysłu półprzewodników zbyt szybko się starzeje i zbyt wolno rozwija, by USA mogły się stać liderem w tej branży⁴¹.

By stawić czoła tak licznym wyzwaniom, eksperci⁴² radzą na przykład wydłużenie okresu obowiązywania zachęt na mocy ustawy *CHIPS and Science Act*, w tym kredytu inwestycyjnego na zaawansowaną produkcję, który ma wygasnąć w 2026 roku. Ponadto wspomniana wyżej ulga podatkowa powinna zostać rozszerzona o projektowanie chipów, aby zapewnić, że ta część łańcucha dostaw pozostanie w granicach kraju. W celu zwiększenia konkurencyjności amerykańskich produktów na światowych rynkach rząd USA powinien także nadal, i hojniej, finansować federalne programy badawcze. W 2023 roku sprzedano prawie 1 bilion półprzewodników (!) pop, tak więc popyt na tę ‘technologiczną ropę świata’ jest imponujący i raczej nie spadnie, zatem inwestycje właśnie w ten sektor gospodarki wydają się strategicznie racjonalną i opłacalną decyzją⁴³.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę tempo i kierunki rozwoju otaczającego świata – nowe technologie, sztuczna inteligencja, podbój kosmosu, robotyka – półprzewodniki są i pozostaną w centrum zainteresowania. Obecna rywalizacja dwóch największych światowych gospodarek – USA i Chin – dodatkowo przyspiesza i podnosi poprzeczkę technologicznego wyścigu. Teraz spór toczy się o bycie liderem w produkcji najnowocześniejszych chipów, 4- i 3-nanometrowych. USA ponosi dziś koszty swoich błędnych decyzji politycznych z ostatnich dwóch dekad. Ulokowanie mocy

⁴¹ Ibidem.

⁴² Semiconductor Industry Association, State Of The U.S. Semiconductor Industry, https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/10/SIA_2024_State-of-Industry-Report.pdf.

⁴³ Ibidem.



produkcyjnych półprzewodników poza granicami kraju oraz poleganie w większości na imporcie wszystkiego oprócz projektów, okazało się krótkowzroczną i nieefektywną strategią. Bez względu na ilość zainwestowanych środków w USA, inne kraje nie stoją beczynnie w miejscu, przeciwnie – starają się powiększyć swoją przewagę. Tak więc Ameryka powinna skupić się przede wszystkim na jakości, a nie tylko ilości wytwarzanych chipów, a także sumiennie i krok po kroku realizować krajowy rozwój KAŻDEGO etapu łańcucha dostaw, aby przynajmniej utrzymać się w światowej czołówce producentów.

dr Ewa Fronczak



CENTRUM STOSUNKÓW MIĘDZYNARODOWYCH

CSM jest niezależnym, pozarządowym ośrodkiem analitycznym zajmującym się polską polityką zagraniczną i najważniejszymi i problemami polityki międzynarodowej.

Fundacja została zarejestrowana w 1996 r. CSM prowadzi działalność badawczą i edukacyjną, wydaje publikacje, organizuje konferencje i spotkania, uczestniczy w międzynarodowych projektach we współpracy z podobnymi instytucjami w wielu krajach. Tworzy forum debaty i wymiany idei w sprawach polityki zagranicznej, relacji między państwami oraz wyzwań globalnego świata.

Działalność CSM jest adresowana przede wszystkim do samorządowców i przedsiębiorców, a także administracji centralnej, polityków, dyplomatów, politologów i mediów.

Od 2009 r. CSM jest uznawany za jeden z najlepszych think tanków Europy Środkowo-Wschodniej w badaniu „The Leading Public Policy Research Organizations In The World” przeprowadzonym przez Uniwersytet Pensylwanii.

Centrum Stosunków Międzynarodowych | ul. Ogrody 24, 03-994 Warszawa | +48 608 593 632



www.twitter.com/CIR_CSM



www.facebook.com/CIR.CSM



CENTRUM
STOSUNKÓW
MIĘDZYNARODOWYCH