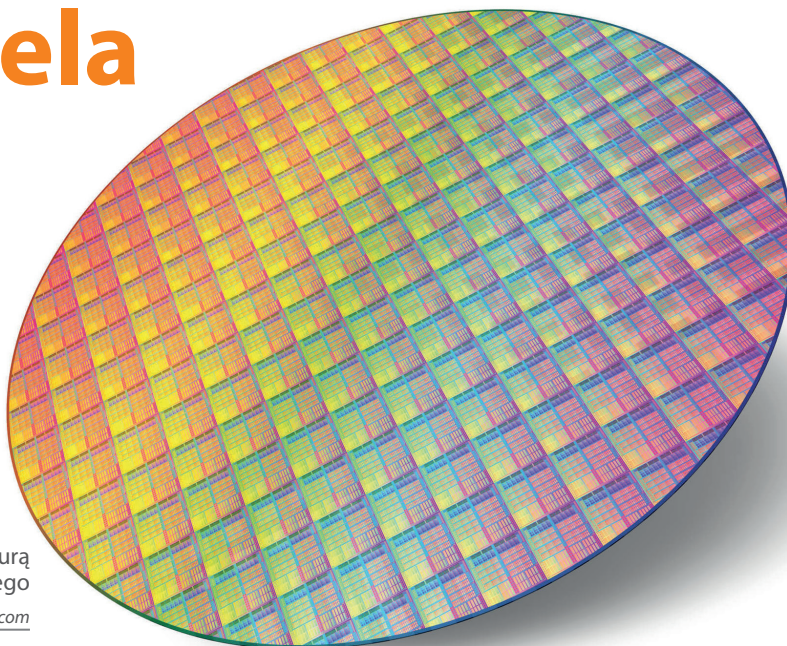


Kryzys Intela

złą wróżbą dla krajów NATO

Gotowy „wafel” ze strukturą układu scalonego

Źródło: <https://www.waferworld.com>



Czasy, w których nasz świat wydawał się zintegrowaną całością wspólnie pracującą dla dobra ogólnie pojętej ludzkości, szybko się kończą. Interesy poszczególnych mocarstw wysuwają się obecnie na pierwszy plan, przy czym wzmocnione Chiny zagrażają swoim błyskawicznym rozwojem technologicznym pozycji USA i Zachodu. Do łask wróciła geopolityka i wytyczanie granic, a globalizacja biznesowa okazuje się coraz większym ciężarem, utrudniającym funkcjonowanie rynku i wpływającym na bezpieczeństwo dostaw oraz produkcji.



Jacek Grabowski

z wykształcenia specjalista gazownictwa i górnictwa naftowego, przygodę z informatyką rozpoczął w końcu lat 80. XX wieku od współpracy z wydawnictwem „Lupus”, gdzie publikował teksty głównie w dwutygodniku „PCKurier” i miesięczniku „Enter”. Współtwórca pierwszego w Polsce informatycznego czasopisma B2B „MRK” (1997). Był redaktorem naczelnym miesięcznika „Reset”, współpracownikiem wielu innych tytułów (magazyn „WWW”, „IT Reseller”, „Komputer Świat”). Obecnie freelancer, współpracuje m.in. z warszawską komunikacją miejską.



Kluczowa branża, którą jest projektowanie i produkcja układów scalonych, również znalazła się w kryzysie, który poważnie zagraża strategicznym interesom Zachodu. Dzieje się tak, ponieważ lata globalizacji i poszukiwania oszczędności doprowadziły do wyprowadzenia kluczowych gałęzi produkcji czipów do krajów azjatyckich, które teraz albo są uważane za nieprzyjazne, jak Chiny, albo znajdują się pod presją agresji ze strony Chin (jak Tajwan) lub np. Korei Północnej (jak Korea Płd.). Zrozumienie powagi tej sytuacji wymaga uzmysłowania sobie, w jakich modelach biznesowych funkcjonują wiodący producenci scalaków.



Fabless i foundry – dwie strony chipa

Do lat 80. XX w. wiodący producenci mikrokontrolerów i mikroprocesorów działali w najprostszym i najbardziej bezpiecznym strategicznie modelu, określanym jako IDM (*Integrated Device Manufacturer*), czasem też ODM (*Original Device Manufacturer*). Firma IDM zarówno projektuje, testuje, jak również produkuje i pakuje swoje czipy, czyli zamyka cały proces w jednym biznesie. Jednak w miarę komplikowania się układów i coraz większego ich upakowania i integracji, własna produkcja zaczęła być

tak kosztowna, że stwarzała mniejszym firmom poważne bariery do wejścia na rynek. Tak narodziła się koncepcja oddzielenia projektowania struktury logicznej czipów od właściwej produkcji czy odlewania wafli krzemowych, ich odpowiedniego przycinania i pakowania. Do rozwoju tej koncepcji przyczynił się Tajwańczyk, dr Morris Chang, który pod koniec lat 80. założył firmę Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation (TSMC), pierwszą tzw. odlewnię (foundry) układów scalonych.

Proces produkcji układów jest dość skomplikowany i można podzielić go na dwie części – tzw. front-end packaging i back-end packaging. W zakładzie typu *foundry* ma miejsce etap front-end, czyli wytworzenie całej struktury półprzewodnikowej, natomiast back-end obejmuje cięcie krzemowego wafła na pojedyncze chipy i następnie pakowanie ich w obudowy i testowanie, czym zajmują się inne fabryki, tzw. OSAT (*Outsourcing Assembly and Testing Services*). Projektanta całego scalaka i zarazem posiadacza praw własności intelektualnej do niego, korzystającego z usług tych zewnętrznych podmiotów przy końcowej produkcji, określamy jako firmę działającą w modelu *fabless* („bez fabryki”).

Obecnie większość najważniejszych firm nazywanych producentami układów w rzeczywistości działa w modelu *fabless*, czyli eksportuje proces produkcyjny do odlewni i zakładów OSAT. W ten sposób pracuje np. potężny producent procesorów do kart graficznych i sztucznej inteligencji – Nvidia. Podobnie działa najważniejszy konkurent firmy Intel w produkcji CPU dla komputerów osobistych – AMD, który już w 2008 r. sprzedał swoje fabryki, tworząc osobną firmę Global Foundries. Obie te firmy, a także wiele innych mniejszych, najczęściej korzystają z usług wspomnianej już tajwańskiej odlewni TSMC, która ma obecnie największy udział (64 proc.) w rynku zakładów typu *foundry*.

Istnieje jeszcze pośredni model produkcji, tzw. *fab-lite*, w którym producent układów zachowuje część fizycznej produkcji prostszych technologicznie chipów, korzystając z usług zewnętrznej odlewni tylko do najbardziej skomplikowanych układów. Tak działają m.in. Apple i Qualcomm.

Na rynku pozostało natomiast stosunkowo niewiele firm działających w najdroższym modelu IDM. Do grupy IDM-ów zaliczamy m.in. Texas Instruments i Samsunga, jednak ze względu na lokalizację, zaawansowanie technologiczne i profil produkcji kluczowe znaczenie dla Zachodu ma amerykański Intel. Tymczasem ten gigant produkcji CPU od paru lat znajduje się w kryzysie, który w ostatnim czasie pogłębił się o tyle, że pojawiło się ryzyko bankructwa. Jak to się stało?

Błędna strategia przyczyną problemów

Kłopoty Intela zaczęły się prawie 10 lat temu, kiedy okazało się, że mikroarchitektura jego procesorów jest podatna na ataki polegające na możliwości nieautoryzowanego odczytu

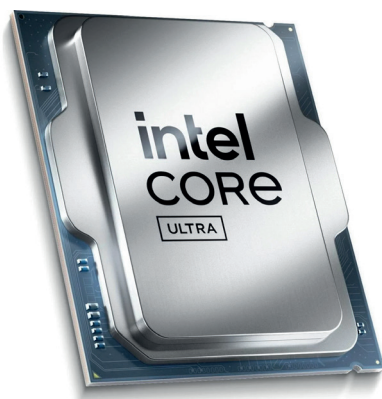
danych znajdujących się w pamięci podręcznej (cache). Dziura ta, nazywana „Meltdown”, nie dotyczyła głównego konkurenta Intela AMD i występowała praktycznie we wszystkich CPU Intela produkowanych od połowy lat 90. Akcja naprawcza nie była wprawdzie nadmiernie skomplikowana, lecz „łatki” przyczyniały się do spadku wydajności CPU, szacowanego nawet na 10–20 proc. w przypadku części modeli. Spadki wydajności dotyczyły najbardziej użytkowników wielkich baz danych, w mniejszym stopniu wpływały na użytkowników indywidualnych, np. graczy (tu oszacowano je na ok. 5 proc.).

Dodatkowo Intel przegrywał konkurencję rynkową z AMD, bo procesory tej firmy okazywały się wydajniejsze przy podobnej cenie. Zmusiło to Intela do przyspieszenia rozwoju swoich układów, co z kolei przekładało się na rosnące wydatki, a pośpiech powodował pojawianie się kolejnych problemów z opanowaniem coraz bardziej wymagających procesów technologicznych. Błędym ruchem okazało się także zlekceważenie sztucznej inteligencji i odmowa za inwestowania w projekt OpenAI, co w pewnym momencie postawiło Intela poza dynamicznie rozwijającym się rynkiem SI. Wszystko to zmusiło firmę do restrukturyzacji i w 2021 r. ówczesny CEO Intela, Pat Gelsinger, ogłosił nową strategię nazwaną IDM 2.0. Jej założeniem było przekształcenie tradycyjnego modelu IDM w model hybrydowy – własne odlewnie Intela poza pracą na wewnętrzne potrzeby firmy miały być udostępnione zewnętrznym podmiotom i produkować również dla nich układy scalone. Wydawało się to dobrym pomysłem, a w perspektywie czasowej projekt ten – gdyby okazał się sukcesem – mógł spowodować spore przetasowania na rynku czipów.

Niestety, mimo perspektyw strategia IDM 2.0 nie przyniosła spodziewanych rezultatów, a wręcz przeciwnie – przyczyniła się do dalszego zwiększania strat. Intelowi bowiem nie udało się pozyskać odpowiednio dużych i zasobnych klientów dla swoich odlewni, a wdrażanie nowych procesów technologicznych natrafiło na spore kłopoty i pociągnęło za sobą rosnące inwestycje. Co więcej, Intel zaczął korzystać z usług firmy TSMC, jednak niefortunne wypowiedzi Gelsingera na temat sytuacji Tajwanu skomplikowały stosunki z kooperantem i podobno przyczyniły się do wycofania TSMC z pierwotnych warunków umowy z Intelem, obejmujących sporą zniżkę na usługi odlewni. Wszystko to doprowadziło Intela na skraj bankructwa i ostatecznie spowodowało zwolnienie Gelsingera w grudniu 2024 r.

Dokąd zmierza Intel?

Nowy CEO Intela, Lip-Bu Tan, rozpoczął działania naprawcze. Jego celem stało się ograniczenie kosztownych inwestycji w technologię tzw. węzła 18A, będącego oczkiem w głowie Gelsingera i skoncentrowanie się na nowszej technologii węzła 14A. Technologia ta ma oferować o ok. 15–20 proc. lepszą wydajność w porównaniu z węzłem 18A, przy 25–35 proc. niższym zużyciu energii.



Procesory Core Ultra to najnowszy produkt Intelu

Źródło: Intel

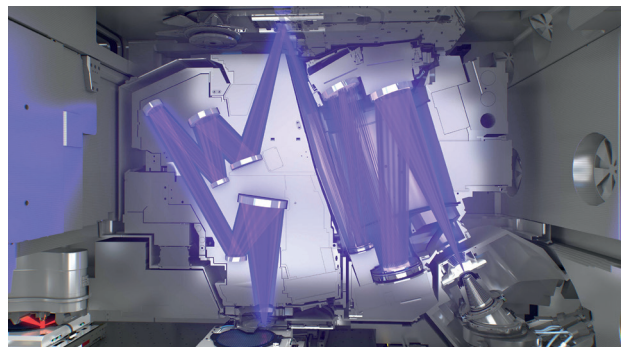
Intel wciąż potrzebuje jednak co najmniej dwóch dużych zewnętrznych klientów dla swoich odlewni, aby wyrównać koszty rozwoju 14A. Inaczej – zasignalizował Lib-Bu Tan – może pojawić się konieczność sprzedania odlewni i stopniowego przejścia na model *fabless*. Jednocześnie firma zaczęła ograniczać inwestycje, wycofując się z budowy nowych zakładów produkcyjnych m.in. w Polsce i Niemczech, a także spowalniając rozwijanie nowych fabryk w Ohio (projekt Ohio One). Pierwotnie pierwsza fabryka w projekcie Ohio One – będącym kluczowym elementem strategii mającej na celu uniezależnienie USA od produkcji chipów w Azji – miała być uruchomiona w 2025 r., obecnie termin ten przesunięto o pięć lat, do 2030 r.

Decyzje Lip-Bu Tana przekształciły także dotychczasową strategię IDM 2.0 w model bardziej zbliżony do *fabless*, jednak przy zachowaniu wewnętrznych odlewni. Zostały one oddzielone od jednostek projektowych (np. Client Computing, Data Center i AI), przy wprowadzeniu cen rynkowych dla transakcji wewnętrznych. Ta zmiana miała na celu wprowadzenie dyscypliny kosztowej, z prognozowanymi oszczędnościami rzędu 500 mln–1 mld USD rocznie dzięki skróceniu czasu realizacji płytek krzemowych i zbędnym iteracjom projektowym. Również kooperacja z TSMC została podtrzymana i pogłębiona. David Zinsner, dyrektor finansowy Intelu, ogłosił podczas konferencji Citi Global Technology Conference we wrześniu tego roku, że Intel będzie już „na zawsze” współpracował z tajwańską odlewnią. Deklaracja ta potwierdziła wcześniejsze spekulacje o rosnącej zależności amerykańskiej firmy od zewnętrznych producentów. Szacuje się, że około 30 proc. produktów Intelu powstaje w zakładach TSMC, w tym wszystkie procesory rodziny Lunar Lake (dla notebooków) i większość chipów Arrow Lake (znanych pod handlową nazwą Core Ultra). Choć ten odsetek ma spaść w nadchodzących latach, prawdopodobnie pozostanie znacznie wyższy niż dekadę temu. Kontrastuje to z wcześniejszymi planami Intelu odnośnie do samowystarczalności produkcyjnej i potwierdza trudności firmy w nadążeniu za tempem rozwoju technologicznego TSMC, która dzięki skupieniu się wyłącznie na odlewaniu wafli krzemowych może sprawniej unowocześniać swoje procesy produkcyjne.



Zagrożenie dla nas wszystkich?

Gdyby Intel faktycznie pozbył się swoich odlewni i przeszedł całkowicie na model *fabless*, żeby zachować płynność finansową, Zachód znalazłby się w trudnej sytuacji, bo w żadnym z krajów NATO nie byłyby produkowane układy scalone. Zdecydowana większość produkcji znalazłaby się w TSMC na Tajwanie, który jest wciąż zagrożony chińską inwazją. Gdyby do niej doszło, produkcja chipów mogłaby natrafić na wielkie trudności, bo TSMC jest najbardziej zaawansowaną technologicznie firmą odlewniczą, a ewentualne alternatywy nie zapewniają odpowiedniej jakości i wydajności. Nic dziwnego, że strategia Lip-Bu Tana zwróciła uwagę Senatu USA i wzbudziła podejrzenia, że może mieć on powiązania z Chinami. Nie są to domniemania zupełnie bezpodstawne, bo w przeszłości Tan zarządzał ponad 40 firmami z Chin oraz posiadał mniejszościowe udziały w ponad 600 przedsiębiorstwach. Republikański senator Tom Cotton wysłał list do zarządu Intelu, w którym wyraził „zaniepokojenie bezpieczeństwem i integralnością operacji Intelu oraz ich potencjalnym wpływem na bezpieczeństwo narodowe Stanów Zjednoczonych”. Zdaniem Toma Cottona, skoro Intel korzysta z federalnych programów wsparcia, ma obowiązek zagwarantować, że jego zarząd nie ma żadnych powiązań z Chinami, pozostającymi pod władzą partii komunistycznej. Europa jest w jeszcze gorszej sytuacji, bo na naszym kontynencie nie działa praktycznie żaden liczący się producent układów scalonych – ani w modelu *fabless*, ani IDM. Nie mamy też własnych odlewni, które mogłyby konkurować z Chinami i Tajwanem. Jedyną europejską firmą pośrednio związaną z produkcją chipów jest holenderska ASML, będąca wyłącznym dostawcą maszyn do litografii w skrajnym ultrafiolecie (EUV), które są niezbędne do produkcji najpotężniejszych procesorów.



Maszyna do litografii EUV (Extreme Ultraviolet Lithography) wykorzystuje światło skrajnego ultrafioletu (o długości fali 13,5 nm) do tworzenia coraz mniejszych i bardziej skomplikowanych wzorów na płytkach krzemowych

Źródło: <https://www.powerelectronicsnews.com>

Jednak pozycja ASML jest też nadszarpnięta przez kryzys Intelu i jego decyzje o wycofywaniu się z niektórych projektów. Sytuacja jest więc patowa, a konsekwencje polityki wyprowadzania fabryk chipów poza granice NATO mogą w perspektywie czasu okazać się katastrofalne.