

Lanțul fragil al cipurilor. Călătoria AI-ului din Olanda până în telefoanele, laptopurile și chiar în mașinile noastre

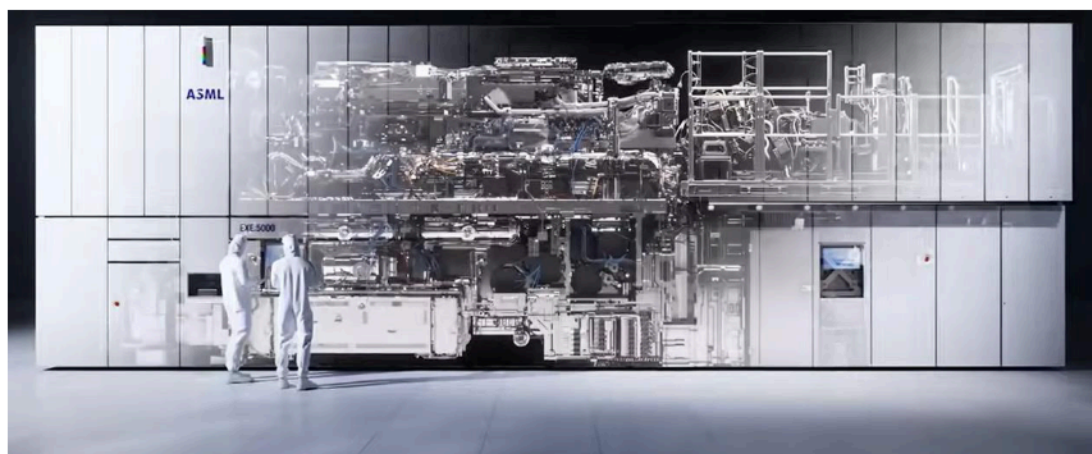
Catalin VRABIE | 16.01.2026

Când vorbim despre Inteligența Artificială, tentația este să o reducem la algoritmi, modele și aplicații [1]. Dar, în realitate, limitele AI sunt adesea de natură *hardware*: fără cipuri de ultimă generație nu există accelerare, fără centre de date nu există scalare, iar fără infrastructură nu există distribuție [2]. Dacă „datele sunt noul petrol” așa cum a spus matematicianul Clive Humby încă din 2006 [3] – expresie devenită proverbială, atunci adevărata putere nu stă doar la cine deține datele, ci și în capacitatea de extracție și rafinare, adică în fabricarea cipurilor și în rețelele care alimentează economia digitală.

Câți dintre noi știm că cea mai importantă companie din lumea cipurilor nu este *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)* sau *Nvidia*, ci o companie dintr-un orașel micuț, situat în sudul Olandei, denumit *Veldhoven*.

Poate șocant dar, este cum nu se poate mai adevărat: o singură companie controlează 100% din producția mașinilor de litografiere *EUV (Extreme Ultraviolet Lithography)* din lume – mașinile necesare pentru a produce cele mai avansate cipuri de pe planetă [4, 5, 6]. Este vorba despre *ASML (Advanced Semiconductor Materials Lithography)* – singura capabilă să execute astfel de sarcini extrem de avansate.

ASML construiește mașini de fotolitografie ultra-precise care „imprimă” modele minuscule de tranzistori pe plachete de siliciu, în loc să proiecteze sau să fabrice cipurile în sine [5, 7]. Cel mai avansat model – imprimanta *EUV*, costă aproximativ 400 de milioane de dolari și durează luni să fie asamblată din sute de mii de piese [4, 5, 8]. *EUV-urile* sunt instrumentele cheie care fac producția scalabilă economic și tehnic: fără ele este dificil spre imposibil a fi realizate procesoare sau cipuri de memorie de top pentru dispozitive precum *smartphone*-uri, laptopuri sau mașini electrice [5, 7] ceea ce face din *ASML* fundația „ascunsă” a întregii industrii de cipuri, oferindu-i o putere discretă, dar uriașă [4, 6].



Mașină EUV. Sursa: <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems> [9]

Istoria companiei începe acum patru decenii, mai precis în 1984, ca un mic proiect comun creat de *Philips* și *ASM International* [5, 10]. În primii ani, aproape nimeni din lumea tehnologiei nu credea că firma are vreo șansă să devină un jucător important, mai ales într-o perioadă în care giganții japonezi dominau piața litografiei. Asemenea multor companii de succes și *ASML* a început dominată de dificultăți financiare, desfășurându-și activitatea într-o dependență a unei clădiri *Philips* [10, 11].

În timp ce mulți competitori s-au retras, deoarece tehnologia era prea complexă și mult prea scumpă, managementul *ASML* a ales o strategie pe termen lung, cu investiții masive în îmbunătățirea litografiei [10, 11]. În timp s-au construit parteneriate solide cu furnizorii, s-au îmbunătățit mașinile... totul concentrându-se pe tehnologiile viitorului și nu pe câștiguri imediate [10, 11].

Această abordare i-a câștigat încrederea marilor producători de cipuri precum *TSMC*, *Samsung* și *Intel* – mai ales când *ASML* a pariat puternic pe tehnologia *EUV*, o decizie de altfel foarte riscantă care a avut nevoie de decenii pentru a-și arăta rezultatele [5, 10, 12]. Astăzi, datorită anilor de angajament, inovație și unei credințe încăpățanată în viziunea sa pe termen lung, *ASML* a devenit una dintre cele mai valoroase companii din Europa, evaluată astăzi la peste 400 de miliarde de dolari, și un lider global într-un domeniu pe care nimeni altcineva nu a reușit să-l stăpânească [4, 13].

Una dintre cele mai mari surprize din lumea semiconductoarelor este că *ASML* are un monopol de 100% în litografia *EUV* care este, așa cum s-a înțeles deja, tehnologia necesară pentru a fabrica cele mai avansate cipuri [4, 6, 7]. Nicio companie – *Canon*, *Nikon* sau vreun producător chinez, nu a reușit să construiască până acum o mașină *EUV* [5, 7, 12].

Competitorii produc încă mașini mai vechi precum *Deep Ultraviolet (DUV)*, cu *Nikon* având aproximativ 10% din piață și *Canon* aproximativ 4–5% [5, 12, 14]. Când vine însă vorba de tehnologia de vârf necesară pentru cipuri de 5, 3 și de 2 nanometri (nm), cota lor de piață este practic 0% [5, 6, 7].

Tehnologia *EUV* a cerut peste 20 de ani de cercetare și investiții de peste 9 miliarde de dolari [5, 10, 12, 15]. În timp ce alte companii au renunțat, *ASML* a continuat până a obținut un progres pe care nimeni altcineva nu l-a mai putut egala [10, 12, 16]. Acest efort i-a oferit companiei controlul a aproximativ 90% din întreaga piață a litografiei și 100% din segmentul avansat, făcând-o singura capabilă să furnizeze instrumentele de care giganți precum *TSMC*, *Samsung* și *Intel* depind în mod absolut [5, 6, 12, 14].

Iată o întrebare la care merită să ne gândim: dacă o singură companie controlează un instrument de care au nevoie cei mai mari producători de cipuri de pe planetă, cine deține cu adevărat puterea? Acest monopol le oferă, în tăcere, celor de la *ASML* un nivel de influență asupra lumii tehnologiei pe care foarte puțini îl înțeleg cu adevărat [4, 6, 17].

Acum firesc ar fi să ne întrebăm de ce o altă companie nu poate pur și simplu să construiască o mașină *EUV*? În primul rând pentru că bariera tehnologică este enormă. *EUV* se bazează pe fascicule de lumină de 13,5 nanometri, create prin „lovirea” cu o frecvență de 150.000 de ori pe secundă a unor particule de staniu nu mai mare de 30 de microni (și care se deplasează la rândul lor cu o viteză de aproximativ 250 km/h), cu lasere la o temperatură de peste 200.000°C¹ [7, 17, 18, 19, 20], iar aceste fascicule trebuie să se reflecte pe oglinzi *Zeiss* ultra-pure (dacă acest termen ar fi să existe); atât de perfecte încât, dacă am putea face o machetă în mărime naturală a unei țări precum România, cu tot cu formele sale de

¹ Pentru o înțelegere mai bună este util a reaminti că temperatura de la suprafața Soarelui nostru este de 6000°C.

relief, abaterile ar fi mai mici decât un milimetru². Doar ASML și partenerii săi pot atinge acest nivel de precizie³ [5, 7, 21].



Simulare a unei secvențe din procesul de producție – lovirea unei particule de staniu cu o rază laser.

Sursa: <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems> [9]

A doua provocare este lanțul de aprovizionare. ASML construiește doar în jur de 15% din piesele fiecărui sistem EUV [22], în timp ce restul provine de la mii de furnizori specializați, care au perfecționat componente individuale de-a lungul a zeci de ani, făcându-i aproape imposibil de înlocuit [4, 5, 10, 17].

Ultima barieră este cea a brevetelor (și în general a înțelegerii și cunoașterii mediului și modului de lucru). ASML deține un portofoliu de zeci de mii de brevete în domenii precum fizică, optică, ingineria de precizie și nanotehnologie [10, 12, 23]. Iar peste toate se adaugă un grad de cunoaștere profundă, pe care niciun competitor nu o poate copia rapid. Chiar și cu bani nelimitați, recuperarea decalajului ar putea dura zeci de ani, ceea ce arată de ce aceste mașini rămân aproape imposibil de replicat de către oricare altă companie din lume [6, 10, 17].

Producția globală de cipuri avansate sub 10 nm este covârșitor concentrată în Taiwan (aproximativ 92%) cu TSMC deținând poziția dominantă pe acest segment: dar fiecare dintre liniile de producție depinde complet de mașinile EUV ale ASML [6, 24]. Samsung, un alt producător major, este la fel de dependent de aceste sisteme [6, 7, 24], iar Intel, deși încearcă să recâștige supremația, are nevoie în continuare de tehnologia ASML pentru a produce cipuri de ultimă generație [5, 6, 7].

Asta creează o situație în care Nvidia poate proiecta cele mai „tari” cipuri AI, iar TSMC le poate fabrica, însă mașinile care fac posibil întregul proces vin doar de la ASML [6, 17, 24]. Cu alte cuvinte, dacă ASML ar opri livrările de echipamente, fiecare centru de date AI, producător de smartphone-uri, constructor de laptopuri și chiar producător auto s-ar confrunta cu o criză globală majoră care ar genera efecte în lanț greu de anticipat [2, 6, 17]. Acesta este nivelul de influență pe care îl are ASML!!

Evident că o astfel de poziție atrage atenția mai multor competitori, dar niciunul nu este aproape de dominația sa în litografia EUV. Nikon, cândva puternică, are acum doar

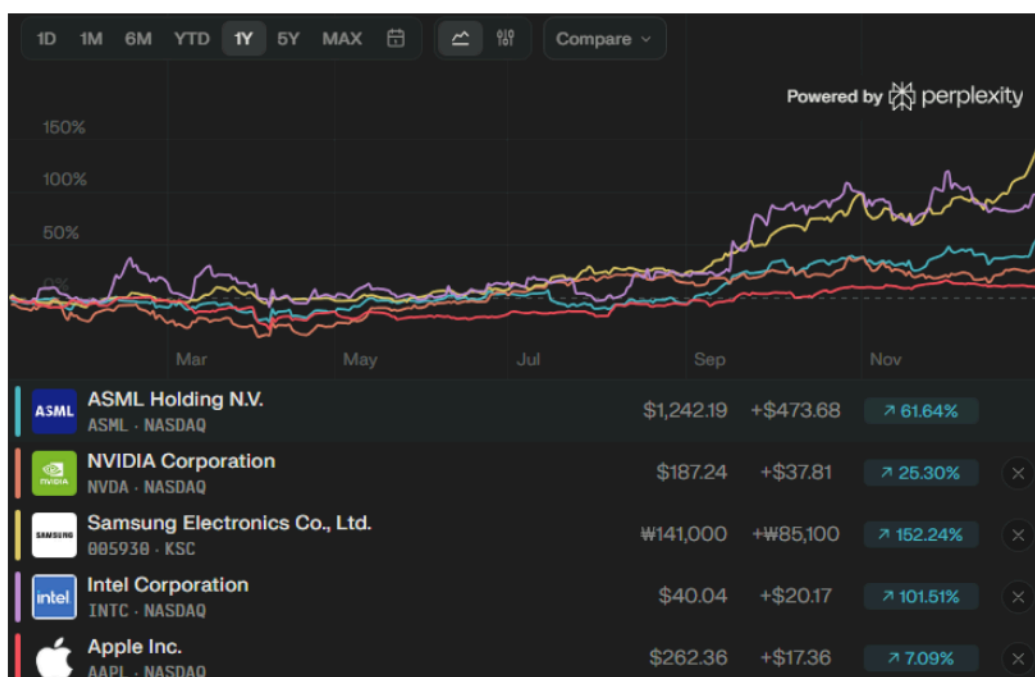
² În literatura de specialitate, comparația apare cu Germania [41, 42], însă, pentru o ancorare într-o realitate mai apropiată publicului românesc, am refăcut calculul folosind România ca referință: abaterea echivalentă este de aproximativ 0,82 milimetri..

³ Merită spus că eroare acestui proces este literalmente 0 (zero).

aproximativ 10% după ce a abandonat *EUV* din cauza dificultăților tehnice [5, 12, 14]. *Canon* rămâne concentrată pe mașini mai vechi și mai ieftine, cu o cotă mică de 4–5% și cu prezență zero în cipurile avansate [5, 12, 14]. *SMEE* (*Shanghai Micro Electronics Equipment*) din China deși progresează, o face lent fiind încă limitată la echipamente de 90 până la 28 nm [25], mult în urma capacităților *ASML* de 3 și 2 nm [6, 26, 27, 28]. În ciuda ambițiilor, îi lipsesc lanțul de aprovizionare, brevetele și deceniile de expertiză necesare pentru a recupera [6, 17, 26].

Per ansamblu, cifrele arată că *ASML* controlează aproximativ 80-90% din piața litografiei și 100% din mașinile *EUV*. *Nikon* menține în jur de 10%, *Canon* doar 4–5%, iar *SMEE* rămâne în zona cipurilor mai vechi [5, 6, 12, 14, 26]. Niciuna dintre aceste companii nu are tehnologia sau ecosistemul de producție necesar pentru a înlocui sistemele *EUV* ale *ASML*. Asta poziționează ferm compania olandeză ca lider de necontestat în fabricarea avansată de semiconductori [4, 6, 12].

Forța financiară a companiei se vede de altfel și din ultimele rezultate publicate (15 octombrie 2025), când a raportat 7,5 mld. euro vânzări nete în T3 (cu marjă brută 53,0% și profit net de 2,1 mld.) [29], și aproximativ la fel în T1 și T2 [30, 31]. Pentru T4⁴, compania a estimat 9,2–9,8 mld. euro în vânzări cu o marjă brută de 51–53%; iar pentru întreg anul 2025 a reiterat o creștere cu aproximativ 15% mai mare față de 2024. Managementul leagă explicit această dinamică de intensificarea investițiilor în AI, extinse către tot mai mulți clienți. Pe termen lung, compania menține scenariile pentru 2030: venituri anuale între 44 și 60 mld. euro și marjă brută între 56 și 60% [32]. Aproape jumătate din aceste venituri provin din sistemele *EUV*, impulsionate de cererea din AI, vehicule electrice și tehnologii *cloud*, iar reinvestirea aproape integrală a profiturilor în cercetare menține *ASML* cu mult înaintea rivalilor [4, 10, 13, 22].



Se poate observa creșterea valorii *ASML* în ultimul an ca fiind a III-a cea mai accelerată prin comparație cu alți giganți ai industriei înaintea *Apple* și chiar *Nvidia* (aceasta din urmă fiind considerată la momentul actual cea mai valoroasă companie de pe planetă cu o capitalizare bursieră de 4,56 trilioane USD (cf. *NASDAQ*) [33]

Ierarhia semiconductoarelor devine clară: *Nvidia* (alături de *AMD*, *Apple* și *Qualcomm*) proiectează *GPU*-uri. *TSMC*, *Samsung* și *Intel* le fabrică. Dar niciunul nu poate opera linii

⁴ La momentul redactării prezentului articol rezultatele *ASML* pe T4 nu au fost încă publicate.

avansate fără mașinile EUV ale ASML, ceea ce face din ASML cea mai discretă, dar totodată și cea mai puternică verigă din lanțul tehnologic global [6, 17, 24, 34].

În geopolitică, ASML este esențială. SUA exercită presiuni asupra guvernului olandez pentru a bloca vânzările de EUV către China, limitând vânzările încă din 2019 și înăspriind regulile chiar și pentru mașinile DUV în 2023 [17, 35, 36, 37]. Acest lucru împiedică China să ajungă la tehnologii de vârf precum cele de 5 sau de 3 nm, ceea ce oferă Statelor Unite un avantaj strategic [6, 17, 35, 36].

Nu de mult, China se bucura de 26% din vânzările ASML, dar această pondere a scăzut, și continuă să o facă, din cauza restricțiilor [13, 35]. Asta adaugă presiune, alături de alte provocări ale ASML: blocaje în lanțul de aprovizionare (inclusiv materiale rare), restricții politice în creștere, potențiala dezvoltare pe termen lung a competitorilor din China și dificultatea de a produce suficiente unități EUV pentru a satisface cererea explozivă din industria AI [6, 17, 35, 38, 39].

Privind înainte, ASML construiește mașini High-NA EUV (*High Numerical Aperture Extreme Ultraviolet*) capabile să imprime cipuri sub 2 nanometri, cu un cost estimat între 380 și 450 de milioane de dolari [4, 5, 7, 13, 40]. Se așteaptă ca primii cumpărători să fie evident tot Intel, TSMC și Samsung, pregătind terenul pentru următorul deceniu al AI-ului [5, 7, 24].

Deși Nvidia atrage titlurile tuturor ziarelor, iar TSMC primește laude pentru fabricația avansată, ASML rămâne coloana vertebrală a tehnologiei moderne pentru că fiecare *smartphone*, *laptop*, vehicul electric, *server cloud* și model AI depinde de cipuri create cu ajutorul mașinilor ASML care a devenit, parcă pe neașteptate, fundația tăcută a industriei globale de calculatoare⁵.

References

- [1] C. Vrabie, AI de la idee la implementare. Traseul sinuos al Inteligenței Artificiale către maturitate. [AI from idea to implementation. The winding path of Artificial Intelligence to maturity], Bucharest: Pro Universitaria, 2024.
- [2] R. Klingler-Vidra și Y. C. Kuo, „Brexit, Supply Chains and the Contest for Supremacy: The Case of Taiwan and the Semiconductor Industry,” în *A New Beginning or More of the Same?*, Singapore, Palgrave Macmillan, 2021, pp. 183-203.
- [3] Forbes, „Data as The New Oil Is Not Enough: Four Principles For Avoiding Data Fires,” 02 03 2022. [Interactiv]. Available: <https://www.forbes.com/sites/nishatalagala/2022/03/02/data-as-the-new-oil-is-not-enough-four-principles-for-avoiding-data-fires/>. [Accesat 05 01 2026].
- [4] J. Ren, „Analyzing Asset Investment: Taking Three Large Semiconductor Companies as Examples,” *Transactions on Economics, Business and Management Research*, vol. 14, pp. 86-92, 2024.
- [5] S. Grimes și D. Du, „China's emerging role in the global semiconductor value chain,” *Telecommunications Policy*, vol. 46, nr. 2, 2022.
- [6] W. Xiong, D. D. Wu și J. H. Y. Yeung, „Semiconductor supply chain resilience and disruption: insights, mitigation, and future directions,” *International Journal of Production Research*, vol. 63, nr. 9, pp. 3442-3465, 2024.

⁵ Consider deosebit de important ca „Generația Net” [46] așa cum a denumit-o Don Tapscott în *Grown Up Digital: How The Net Generation Is Changing Your World* [45, 44], împreună cu mediul educațional [46, 47, 48, 49], să înțeleagă și să transmită mai departe, formal sau informal, astfel de informații pentru că, păstrând comparația inițială, așa cum toată lumea știe că benzina nu este extrasă din pământ în forma în care o găsim la pompă, la fel AI-ul nu devine „disponibil” fiecăruia dintre noi doar prin magie algoritmică sau printr-o simplă aplicație instalată pe telefon. În spate stă un ecosistem industrial solid și extrem de complex: de la materiale, energie și lanțuri logistice, până la standarde, brevete, laboratoare, fabrici, centre de date și, inevitabil, efecte directe asupra pieței muncii. Iar tocmai de aceea, mișcările politice din ultima perioadă – fie că vorbim despre politici industriale, controale la export, subvenții strategice sau re poziționări geopolitice, nu sunt doar „zgomot de fundal”, ci reacții directe la acest ecosistem și la punctele lui de presiune. Inteligența artificială nu este doar *software*; este, înainte de toate, o infrastructură globală.

- [7] G. Rao, C. Ju și Z. Feng, „AI-Driven Identification of Critical Dependencies in US-China Technology Supply Chains: Implications for Economic Security Policy,” *Journal of Advanced Computing Systems (JACS)*, vol. 4, nr. 12, pp. 43-57, 2024.
- [8] ZEISS, „Light of the future: How does EUV lithography work?,” 06 12 2022. [Interactiv]. Available: <https://www.zeiss.com/semiconductor-manufacturing-technology/smt-magazine/so-does-euv-lithography-work.html>. [Accesat 06 01 2025].
- [9] ASML, „Unveiling High NA EUV | ASML,” 05 06 2024. [Interactiv]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=h_zgURwr6nA&t=20s. [Accesat 07 01 2026].
- [10] Y. Bai, S. Chen și W. Xin, „The Impact of COVID-19 on ASML's Financial Performance,” *Highlights in Business, Economics and Management*, vol. 23, pp. 935-945, 2023.
- [11] B. L. Glass, H. Chen și Y. Ren, „Supply chain resilience in the semiconductor manufacturing industry: A dynamic simulation Bayesian network analysis of Taiwan semiconductor manufacturing Co,” *Mathematics and Systems Science*, vol. 3, nr. 1, 2025.
- [12] A.-C. Tung și H. Wan, „Organisational Investment: The Case of ASML—Can the Product Make the Producer?,” *Foreign Trade Review*, vol. 58, nr. 1, pp. 176-191, 2022.
- [13] A. Malkin, „The geoeconomics of global semiconductor value chains: extraterritoriality and the US-China technology rivalry,” *Review of International Political Economy*, vol. 31, nr. 2, pp. 674-699, 2024.
- [14] P. Schröder, M. Charter și J. Barrie, „Circularity of Semiconductor Chip Value Chains: Advancing AI Sustainability Amid Geopolitical Tensions,” *Journal of Circular Economy*, vol. 2, nr. 3, 2025.
- [15] IEEE Spectrum, This Machine Could Keep Moore's Law on Track, 10 07 2023. [Interactiv]. Available: <https://spectrum.ieee.org/high-na-euv>. [Accesat 06 01 2026].
- [16] Gadgets 360, Netherland's ASML Is the Most Important Company Behind the Global Rise of AI: 5 Things You Should Know, 19 06 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.gadgets360.com/ai/features/asml-netherlands-why-important-ai-gemini-chatgpt-euv-lithography-machines-5-things-to-know-8701047>. [Accesat 06 01 2026].
- [17] T. Shibata, M. N. Nasiri, J. Suzuki și Y. Baba, „The co-evolution of exploitation and exploration toward industrialising frontier technology: insights from ASML's pursuit of EUV lithography,” *Technology Analysis & Strategic Management*, pp. 1-15, 2024.
- [18] ASML, „Light and lasers,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.asml.com/en/technology/lithography-principles/light-and-lasers>. [Accesat 05 01 2026].
- [19] ZEISS, „EUV lithography optics from ZEISS,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.zeiss.com/semiconductor-manufacturing-technology/inspiring-technology/euv-lithography.html>. [Accesat 05 01 2026].
- [20] T. Wang, Z. Hu, L. He, N. Lin, Y. Leng și W. Chen, „Characterization of optical depth for laser produced plasma extreme ultraviolet source,” *Vacuum*, vol. 231, nr. A, 2025.
- [21] C. P. Bown, „How the United States Marched the Semiconductor Industry into Its Trade War with China,” *East Asian Economic Review*, vol. 24, nr. 4, pp. 349-388, 2020.
- [22] Reuters, „New ASML CEO's job is harder than it might look,” 09 05 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.reuters.com/breakingviews/new-asml-ceos-job-is-harder-than-it-might-look-2024-05-09/>. [Accesat 06 01 2026].
- [23] Insights GreyB, „ASML Holding Patents – Insights & Stats (Updated 2024),” 04 09 2024. [Interactiv]. Available: <https://insights.greyb.com/asml-holding-patents>. [Accesat 06 01 2026].
- [24] G. S. Rasador și A. M. Cunha, „The new security grey zone: export controls, emerging technologies and US-China technological rivalry,” *The Pacific Review*, vol. 38, nr. 6, pp. 1020-1048, 2024.
- [25] The Business Timeq, „Chinese chip gear leader SMEE achieves key breakthrough, backer says,” 20 12 2023. [Interactiv]. Available: <https://www.businesstimes.com.sg/companies-markets/telcos-media-tech/chinese-chip-gear-leader-smee-achieves-key-breakthrough-backer>. [Accesat 05 01 2026].
- [26] S. Jin, „Comparative Analysis of Financial Ratios of Selected Semiconductor Equipment Firms During 2020-2023,” *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, vol. 107, 2024.
- [27] ASML, „The dual-stage extreme ultraviolet (EUV) system supports high-volume manufacturing of 2 nm Logic nodes and leading-edge DRAM nodes,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems/twinscan-nxe-3800e>. [Accesat 05 01 2026].
- [28] Tech Explore, „TSMC says started mass production of 'most advanced' 2nm chips,” 31 12 2025. [Interactiv]. Available: <https://techxplore.com/news/2025-12-tsmc-mass-production-advanced-2nm.html>. [Accesat 06 01 2026].
- [29] ASML, „ASML reports €7.5 billion total net sales and €2.1 billion net income in Q3 2025,” 15 10 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.asml.com/en/news/press-releases/2025/q3-2025-financial-results>. [Accesat 05 01 2026].

- [30] ASML, „ASML reports €7.7 billion total net sales and €2.4 billion net income in Q1 2025,” 16 04 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.asml.com/en/news/press-releases/2025/q1-2025-financial-results>. [Accesat 05 01 2026].
- [31] ASML, „ASML reports €7.7 billion total net sales and €2.3 billion net income in Q2 2025,” 16 07 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.asml.com/en/news/press-releases/2025/q2-2025-financial-results>. [Accesat 05 01 2026].
- [32] ASML, „ASML provides updated view on market opportunities at 2024 Investor Day meeting,” 14 11 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.asml.com/en/news/press-releases/2024/asml-investor-day-2024>. [Accesat 05 01 2026].
- [33] Market Cap, „Largest Companies by Marketcap,” 07 01 2026. [Interactiv]. Available: <https://companiesmarketcap.com/>. [Accesat 07 01 2026].
- [34] L. Mönch, R. Uzsoy și J. W. Fowler, „A survey of semiconductor supply chain models part I: semiconductor supply chains, strategic network design, and supply chain simulation,” *International Journal of Production Research*, vol. 56, nr. 13, pp. 4524-4545, 2018.
- [35] N. Fu, Y. Liu, X. Ma și Z. Chen, „EUV Lithography: State-of-the-Art Review,” *Journal of Microelectronic Manufacturing*, vol. 2, nr. 2, 2019.
- [36] H.-W. Liu și C.-F. Lin, „Techno-Geopolitics and Semi-conductor Chokepoints: beyond the US-China WTO Dispute,” *The Journal of World Investment & Trade*, vol. 26, pp. 749-791, 2025.
- [37] Le Monde, „Semiconductors: ASML, the tech giant at the center of the US-China conflict in the race for AI,” 26 12 2025. [Interactiv]. Available: https://www.lemonde.fr/en/economy/article/2025/12/26/semiconductors-asml-the-tech-giant-at-the-center-of-the-us-china-conflict-in-the-race-for-ai_6748844_19.html. [Accesat 06 01 2026].
- [38] K. DING, „China’s Semiconductor Industry under US Restrictions,” *East Asian Policy*, vol. 17, nr. 2, pp. 126-142, 2025.
- [39] C. Vrabie, „Deep Learning. Viitorul inteligenței artificiale și impactul acesteia asupra dezvoltării tehnologiei,” *Smart Cities International Conference (SCIC) Proceedings*, vol. 10, p. 9–32, 2022.
- [40] Reuters, „Semiconductor equipment maker ASML ships second 'High NA' EUV machine,” 14 04 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.reuters.com/technology/semiconductor-equipment-maker-asml-ships-second-high-na-euv-machine-2024-04-17/>. [Accesat 06 01 2026].
- [41] ASML, „Lenses & mirrors,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.asml.com/en/technology/lithography-principles/lenses-and-mirrors>. [Accesat 05 01 2026].
- [42] ZEISS, „Light of the future: How does EUV lithography work?,” 06 12 2022. [Interactiv]. Available: <https://www.zeiss.com/semiconductor-manufacturing-technology/smt-magazine/so-does-euv-lithography-work.html>. [Accesat 05 01 2026].
- [43] A.-M. Tirziu și C. Vrabie, „NET Generation. Thinking outside the box by using online learning methods,” *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, vol. 6, nr. 8, pp. 41-47, 2016.
- [44] C. Vrabie, „Book Review: 'Grown Up Digital: How the Net Generation is Changing Your World' by Don Tapscott,” *HOLISTICA Journal of Business and Public Administration*, vol. 6, nr. 1, 2015.
- [45] D. Tapscott, *Grown Up Digital: How the Net Generation is Changing Your World*, McGraw Hill, 2009.
- [46] A. Tarziu și C. Vrabie, *Education 2.0: universities’ e-learning methods*, LAP Lambert Academic Publishing, 2015.
- [47] C. Vrabie, „Education – A Key Concept for E-Administration,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 186, pp. 371-375, 2015.
- [48] D. Iancu, C. Vrabie și M. Ungureanu, „Is Blended Learning Here to Stay? Public Administration Education in Romania,” în *Central and Eastern European eDem and eGov Days*, Budapest, 2021.
- [49] C. Vrabie, „Education 3.0 – AI and Gamification Tools for Increasing Student Engagement and Knowledge Retention,” *Digital Transformation. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 495, p. 74–87, 2023.