

WAR REINDUSTRIALIZATION OF THE EU: THE CAPACITY GAP AND WRIGHT'S LAW IN THE PRODUCTION OF 155 mm AMMUNITION

Slaven Knežević¹

Delivered: 8.5.2026.

Corrected: 23.5.2026.

Accepted: 8.6.2026.

Language: Serbian

Type of paper: Review paper

DOI number: 10.5937/vojdelo2602137K

Abstract: This article examines the limits of contemporary war re-industrialization in the European Union (EU) through the production of 155 mm artillery ammunition in the period 2022–2026. Starting from the assumption that war reindustrialization requires stricter operationalization than that offered by contemporary political discourse, two hypotheses are formulated: the first claims that there is a systemic gap between announced and delivered production capacities, while the second argues that the classic Wright's Law (Theodore Paul Wright) fails to explain price dynamics during the wartime ramp-up process. A new instrument is introduced – the Capacity Gap Index (CGI), while the log-log specification of the learning curve is applied, on an exploratory basis, to price dynamics. The methodology triangulates publicly available sources: corporate annual reports of leading European producers, publications of the Stockholm International Peace Research Institute, and EU institutional documents. The findings support the first hypothesis and are consistent with the second: CGI values remain below 100 throughout the entire observed period, while the indicative estimate of the learning rate, ranging from five to eight percent per doubling of cumulative production, is significantly lower than the classically expected range of 10 to 25 percent – a result consistent with Boone's revised model. The structural causes are grouped into three sets of constraints: bottlenecks in the production of energetic materials, fragmentation of the European defence market, and the limited supply of skilled labour. The article concludes that contemporary European war reindustrialization in the ammunition segment demonstrates scaling, but not the learning economy predicted by classical theory.

Keywords: *war reindustrialization, capacity gap, Wright's Law, learning curve, 155 mm ammunition, European Union, defence industry, Boone's model, Capacity Gap Index*

¹ University of Banja Luka, Faculty of Political Sciences, Bosnia and Herzegovina, e-mail: slaven.knezevic998@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-7691-9526>

Introduction

The Russian invasion of Ukraine, which began on 24 February 2022, initiated a process of structural transformation of the European defence industrial base that has become known in political discourse and academic literature as war reindustrialization. The term denotes a coordinated effort by European Union member states and European defence companies to restore and expand, within a short timeframe, capacities for the production of critical military equipment and expendable military goods after more than three decades of peacetime disinvestment (Calcara, Gilli & Gilli, 2023; Knežević, 2025). Among all the segments affected by this transformation, the production of 155 mm artillery ammunition according to the NATO standard has occupied a central position. There are two reasons for this. The first is the intensity of consumption on the Ukrainian front, where in certain periods the daily expenditure of shells exceeded the pre-war annual production of all Western Europe (Watling & Reynolds, 2024). The second is the fact that 155 mm ammunition has become a synecdoche for the West's ability to support Ukraine and, more broadly, to respond to the challenge of high-intensity conventional warfare.

The political and media representation of this process tends toward an image of successful mobilization. The annual production targets announced by leading European manufacturers – Rheinmetall, Nammo, KNDS, Nexter, BAE Systems – multiplied from month to month, while the European Commission, through the mechanisms of the Act in Support of Ammunition Production (ASAP) and subsequently the European Defence Industrial Strategy (EDIS), explicitly adopted the target of two million shells per year by the end of 2025 (Fiott, 2024). The academic literature following this dynamic, however, remains more cautious. A meta-synthesis of 172 sources on the integration of the European defence market explicitly states that formal analyses of learning curves and empirical assessments of the efficiency of ramp-up processes in the defence industry remain an insufficiently researched area (Mueller, 2025). It also warns of the structural tension between short-term readiness and long-term innovation, suggesting that rapid production scaling is neither market-neutral nor technologically linear (Calcara et al., 2023).

The starting assumption of this article is that the concept of war reindustrialization requires stricter operationalization than that offered by political discourse. Specifically, we pose two interrelated but analytically separable research questions. First, how systemic, as opposed to incidental or communication-driven, is the difference between announced and delivered capacity for the production of 155 mm ammunition? Second, does the expansion of production generate a learning economy in accordance with Wright's Law – an empirical regularity first formalized in industrial engineering in the 1930s and recently revised in the work of Jan Boone (Boone et al., 2021), according to which each doubling of cumulative production entails a constant percentage decline in unit costs?

The hypothesis we advance is twofold. The first hypothesis (H1): the capacity gap between what is announced and what is delivered is systemic and operationally measurable by means of the instrument introduced in this article – the Capacity Gap

Index (CGI). The second hypothesis (H2): Wright's Law, in its classical form, does not explain the price dynamics of the 155 mm shell in the period 2022–2026; the empirical learning curve displays a flattening phenomenon consistent with Boone's model, which addresses highly complex, fragmented, and resource-constrained production (Boone et al., 2021).

The contribution of the article is twofold. Conceptually, we propose an operational definition of war reindustrialization based on two measurable indicators that move beyond the metaphorical use of the term dominant in the political literature. Empirically, we offer one of the first systematic analyses of the relationship between announced and delivered production capacities for 155 mm ammunition in the European Union for the period 2022–2026, as well as a preliminary, public-source-based assessment of Wright's Law under the conditions of the wartime ramp-up process of European artillery ammunition.

THEORETICAL FRAMEWORK

The Concept of War Reindustrialization

The concept of war reindustrialization, as it has become established in usage after 2022, operates across three analytical registers. In the first, dominant policy register, it functions as a general metaphor for the reactive response of European states to the shock of high-intensity war in Ukraine, most often without precise operationalization and without measurable indicators. The second register, present in European Commission documents and European Defence Agency reports, links the term to specific instruments: the Act in Support of Ammunition Production (ASAP), the European Defence Industrial Strategy (EDIS), the European Defence Industry Programme (EDIP), and, from 2025 onwards, the ReArm Europe / Readiness 2030 plan. The third register, the least developed and at the same time the most important for academic debate, requires formal operationalization – and it is precisely at this point that the existing literature remains cautious.

Several recent studies address the structural dimensions of this process, but without a unified concept, describing a “geoeconomic turn” in European defence market policy and identifying the shift from instruments of liberalization towards industrial policy as a diagnostic indicator of reindustrialization (Fiott, 2024). Davide Genini analyses the legal reconfiguration of the European defence industrial base, emphasizing that new regulatory architectures are not synchronized with actual industrial capacities (Genini, 2025). Jolyon Howorth (2025) sets out a broader strategic-institutional framework, discussing the evolution of the relationship between EU and NATO defence structures. Antonio Calcara and Luis Simón examine in detail the Franco-German differences in the model of industrial cooperation, showing that national preferences produce structurally different reindustrialization trajectories within the Union itself (Calcara and Simón, 2024). Tobias Mueller, in the most comprehensive meta-synthesis to date, explicitly acknowledges that the empirical analysis of ramp-up dynamics

and learning curves in contemporary European defence production remains an insufficiently researched area (Mueller, 2025).

In line with this literature review, we propose the following working definition: war reindustrialization is a coordinated process of expanding defence industrial production capacities, triggered by the perception of an acute security threat, carried out through a combination of state intervention, private capital investment, and industrial reconfiguration, and measurable by means of two basic indicators – the capacity gap (the difference between announced and delivered production capacity) and the learning economy (price and production dynamics during the scaling process).

Wright's Law and Learning Curves in Defence Production

The second conceptual pillar of the article is the empirical regularity known as Wright's Law, whose contemporary reformulation is provided by the work of Boone and colleagues (Boone et al., 2021). In its classical form, this regularity holds that each doubling of the cumulative production of a given unit entails a constant percentage decline in its unit production costs. The rate of decline – known as the learning rate – varies empirically from one industry to another, but in industrial sectors with a high share of human labour it typically ranges between 10 and 25 percent per doubling. For decades, Wright's Law served as a standard tool for estimating the costs of defence systems in serial production, particularly in the context of the aerospace industry and complex platforms (Calcara, Gilli & Gilli, 2023).

The classical formulation, however, is increasingly difficult to apply in the contemporary context of defence production, and Boone's model (Boone et al., 2021) explicitly introduces a flattening parameter that captures the empirically observed effect of a diminishing price decline during later stages of the production cycle. The reasons for this flattening are structural in nature: the growing share of automation reduces the scope for traditional "learning by doing"; the complexity of supply chains introduces points that cannot be overcome without new capital investment; resource constraints in the form of critical raw materials and skilled labour act as hard upper limits. In the European defence context, these constraints are further amplified by market fragmentation and regulatory heterogeneity (Calcara & Simón, 2024).

Conceptual Synthesis and Hypothesis Formulation

Combining the conceptual apparatus of war reindustrialization with Boone's revision of Wright's Law makes it possible to formulate two empirically testable hypotheses. Hypothesis H1 starts from the observation that policy rhetoric is systematically prone to overestimating future capacities – a recognizable pattern in corporate communication and in the institutional targets that have accompanied European war reindustrialization since 2022. If this pattern is systemic, it will manifest itself as a measur-

able capacity gap that is not random in character. Hypothesis H2 starts from Boone's insight that classical Wright's Law no longer holds in its pure form in contemporary complex production. Applied to the case of the 155 mm shell – a highly standardized product, yet one dependent on a fragmented supply chain of energetic materials – we expect a flattened learning curve rather than a classical exponential one.

METHODOLOGY

Capacity Gap Index

The operationalization of the first hypothesis requires a measurable indicator that captures the difference between announced and actually delivered capacity in a given period. In this article, we introduce the Capacity Gap Index (CGI), defined as the ratio of delivered to announced annual capacity, expressed as a percentage:

$$CGI_t = (Q_{d,t} / Q_{a,t}) \times 100$$

where $Q_{d,t}$ denotes the documented annual production of 155 mm ammunition achieved within the European Union – actual production, excluding deliveries to Ukraine and procurement from third countries – in year t , while $Q_{a,t}$ denotes the announced annual capacity for the same year, according to the latest corporate or institutional projection available at the time. A CGI value of 100 indicates full achievement of the announced target; values below 100 indicate a capacity gap; values above 100, indicating overperformance, are empirically rare. The index is calculated separately for each of the five leading European manufacturers and aggregated at the level of the European Union.

Exploratory Assessment of Wright's Law

The second hypothesis is examined through an exploratory log-log regression specification compatible with the classical Wright formula. We start from the equation:

$$\ln(P_t) = \alpha + \beta \cdot \ln(C_t) + \varepsilon_t$$

where P_t denotes the average price of a 155 mm shell in year t , C_t denotes cumulative European production up to year t , α is the constant term, β is the elasticity describing the learning curve, and ε_t is the random error. The learning rate is calculated as $L = 1 - 2^\beta$. Values of L in the range of 10 to 25 percent are empirically consistent with Wright's Law in industries with a high share of human labour. Values of L close to zero, or negative values, indicate curve flattening, that is, the failure of the classical model to explain price dynamics. Given the limitations of publicly available price data, the regression specification in this article is applied on an indicative basis,

with the explicit understanding that full regression testing on a systematically collected dataset remains a subject for future research.

Data Sources and Limitations

Data on announced capacity are derived from the corporate annual reports of five leading European manufacturers (Rheinmetall AG, Nammo AS, KNDS, Nexter Systems, and BAE Systems plc), investor communications, and parliamentary hearings in the Bundestag, the French National Assembly, and the European Parliament. Data on delivered capacity are triangulated from publications of the Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI, 2024; SIPRI, 2025), reports of the European Defence Agency, and reports of the Royal United Services Institute (Watling & Reynolds, 2024). Data on the price dynamics of the 155 mm shell were collected from transparent public sources – most commonly parliamentary procurement reports, European Commission communications in the context of the ASAP mechanism, and tender documentation from member states. Where corporate or institutional disclosure is incomplete, individual data points are additionally cross-checked against reputable specialized defence media, with each such point explicitly cited at the place of use.

Four data limitations are explicitly acknowledged. First, publicly available prices for 155 mm shells are incomplete and subject to differences between projectile types (the standard M107 high-explosive projectile, the ERFB-BB [Extended-Range Full-Bore Base-Bleed] projectile, and the guided EXCALIBUR variant) and the tender documentation of member states where the average standard unguided shell is used as the basic unit. Second, corporate announcements are sometimes revised during the year, so we use the latest version applicable in the given year. Third, aggregation at the EU level assumes the mutual comparability of different sources – an assumption that is only now being tested in the academic literature. Fourth, the empirical assessment in the chapter on the learning curve is indicative in character; rigorous regression testing on a systematically collected dataset of unit prices by manufacturer and projectile type remains beyond the scope of available public sources and is identified as a subject for future research. All limitations are systematically taken into account through a conservative interpretation of the findings and by avoiding causal claims that exceed the boundaries of the available data.

CAPACITY GAP: EMPIRICAL ANALYSIS

Announced Capacity of Leading Manufacturers

The period 2022–2026 was marked by successive announcements of capacity expansion for the production of 155 mm ammunition by all five leading European manufacturers. The most ambitious announcements came from Rheinmetall, which, through a series of public statements, set a target of 1.5 million shells per year by 2027. The central component of this target is the new Werk Niedersachsen plant in

Unterlüß, whose ramp-up plan envisages up to 25,000 shells in 2025 (commissioning phase), 140,000 shells in 2026, and the full 350,000 shells in 2027 (Rheinmetall AG, 2025a). In parallel, Rheinmetall also expanded its Spanish operations, acquired through the takeover of Expal Systems, which form part of the same network target for 2027. In addition, since 2022 Rheinmetall has established production or distribution arrangements in five countries, with an announced sixth and seventh joint venture in Bulgaria (through VMZ – Vazovski Mashinostroitelni Zavodi) and Lithuania (in partnership with EPSO-G Invest and Girait   Armaments Factory) (Rheinmetall AG, 2025b; The Defense Post, 2025; Kne  evi  , 2025).

Nammo, the second-largest European manufacturer, announced significant capacity increases at its Norwegian and Finnish facilities, alongside new investments in the production of propellant charges (Defense News, 2023b). KNDS, the joint group formed by the merger of KMW (Krauss-Maffei Wegmann) and Nexter, announced expansions at its French and Belgian shell-production facilities. Nexter, as the independent KNDS brand in France, announced a substantial increase in the production of 155 mm shells from 2024 onwards, as part of a broader tripling of French capacities for large-calibre ammunition (Defense News, 2023a). BAE Systems plc, the largest British actor, announced a new facility for energetic materials and shell finishing at its Glascoed site in Wales, with an announced capacity in the tens of thousands of shells per year (The Engineer, 2025). At the aggregate level, the combined announcements of European and British manufacturers for 2026 tend toward a target of 2.8 to 3 million shells per year (Béraud-Sudreau et al., 2024).

Delivered Capacity and Aggregate Dynamics

When compared with delivered capacity, the picture changes considerably. At this point, a terminological clarification is necessary, since communication policy tends to treat as interchangeable five quantities that must be kept analytically separate: (i) announced capacity – the volume of production publicly projected by a manufacturer or institution; (ii) estimated effective capacity – the volume realistically attainable in a given year once input and labour constraints are taken into account; (iii) actual production – the quantity of 155 mm shells documented as produced within the European Union in that year; (iv) deliveries to Ukraine – the quantity physically transferred, regardless of where it was produced; and (v) procurement from third countries – shells procured from outside the European Union. The Capacity Gap Index in this article links category (i) exclusively with category (iii): it measures documented European production against announced capacity and deliberately excludes both deliveries to Ukraine and procurement from third countries.

The initial year, 2022, found the European sector with estimated annual production of around 230,000 to 300,000 shells at the European Union level, which was below the higher nominal or declared capacity often cited in policy documents (Watling & Reynolds, 2024). By mid-2023, documented annual production was estimated at around 300,000 to 400,000 shells; measured against the one million shells that the European Union had committed to deliver to Ukraine within twelve months – a delivery commit-

ment, not a production target – actual deliveries reached only about half of that amount (European Commission, 2023; Watling & Reynolds, 2024). The Czech-led initiative to procure ammunition from outside the Union, launched in 2024, channelled on the order of 1.5 million shells of various calibres to Ukraine; this quantity belongs to categories (iv) and (v), originates predominantly from outside the European Union, and is therefore not counted as European production (Radio Free Europe / Radio Liberty, 2025). By the end of 2024, European production itself was estimated at around one to 1.4 million shells per year (Watling & Reynolds, 2024). The European Union’s target of two million shells by the end of 2025 was achieved only partially, and only when European production and international procurement are added together, which confirms that, for the Capacity Gap Index to remain reliable, “European capacity” must be defined strictly as category (iii).

CAPACITY GAP INDEX: QUANTITATIVE ASSESSMENT

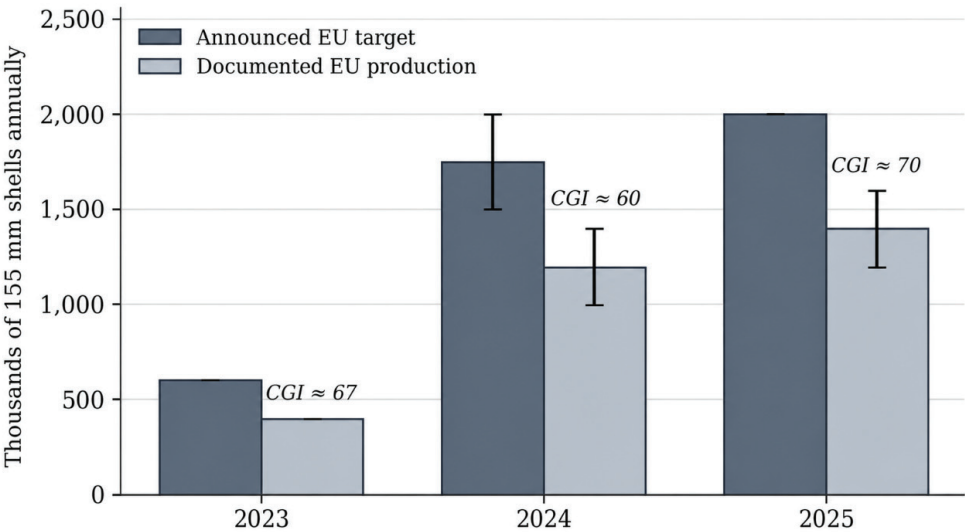
Applying the CGI methodology to aggregated data yields the following indicative values for the period 2023–2025 (Table 1). In 2023, when the target was around 600,000 shells at the EU level, approximately 400,000 were produced within the Union, resulting in a CGI of about 67. In 2024, when the target was revised to between 1.5 and two million shells, between one million and 1.4 million were produced, yielding a CGI in the range of 50 to 70. For 2025, with a target of two million shells, preliminary estimates indicate a CGI in the range of 60 to 80, while deliveries to Ukraine were additionally sustained by procurement from third countries, which is shown separately in Table 1 and excluded from the index. The consistent pattern across all observed years is a CGI below 100, which is consistent with hypothesis H1 on a systemic capacity gap.

****Table 1.** *Capacity Gap Index (CGI) with separated capacity categories, EU aggregate, 2023–2025***

Table 1. Capacity Gap Index (CGI) with separated capacity categories, EU aggregate, 2023–2025

Year	Announced EU target (shells)	Documented EU production (shells)	Procurement from third countries (shells)	CGI (%)
2023	~600,000	~400,000	—	67
2024	1,500,000–2,000,000	1,000,000–1,400,000	≈ 1,500,000 (various calibres, outside the EU)	50–70
2025	2,000,000	1,200,000–1,600,000	Czech initiative (continued)	60–80

Source: Author's calculation based on SIPRI (2024, 2025), Watling and Reynolds (2024), and institutional documents of the European Commission. The announced target denotes capacity category (i); documented EU production denotes category (iii); procurement from third countries denotes category (v). The Capacity Gap Index is calculated as documented EU production divided by the announced target; deliveries to Ukraine (categories iv–v) are listed only for contextual purposes and are not included in the index. The dash (–) for 2023 indicates that the Czech initiative for procurement from third countries had not yet been launched.



Graph 1. Announced EU target versus documented EU production of 155 mm shells, 2023–2025. Error bars show the reported ranges; CGI – documented production divided by the announced target. Source: Author's calculation based on SIPRI (2024, 2025), Watling and Reynolds (2024), and institutional documents of the European Commission.

Structural Decomposition of the Gap

The systemic nature of the gap requires a structural explanation. Three factors stand out as dominant. The first is the time lag between the investment decision and operational capacity – production lines for artillery ammunition require capital investment whose results materialize over a period of 24 to 36 months. The second is the availability of critical inputs, above all energetic materials. Rheinmetall's acquisition of Hagedorn-NC in 2025 was an explicit attempt to overcome a bottleneck in the production of propellant charges (Defense News, 2025), which in itself signals that the problem had not been adequately recognized in the initial announcements. The third factor is labour: without a sufficient number of qualified chemical engineers, machinists, and security-cleared technicians, new facilities cannot reach full capacity within the envisaged timeframe.

LEARNING CURVE: EMPIRICAL ANALYSIS

Price Dynamics of the 155 mm Shell, 2022–2026

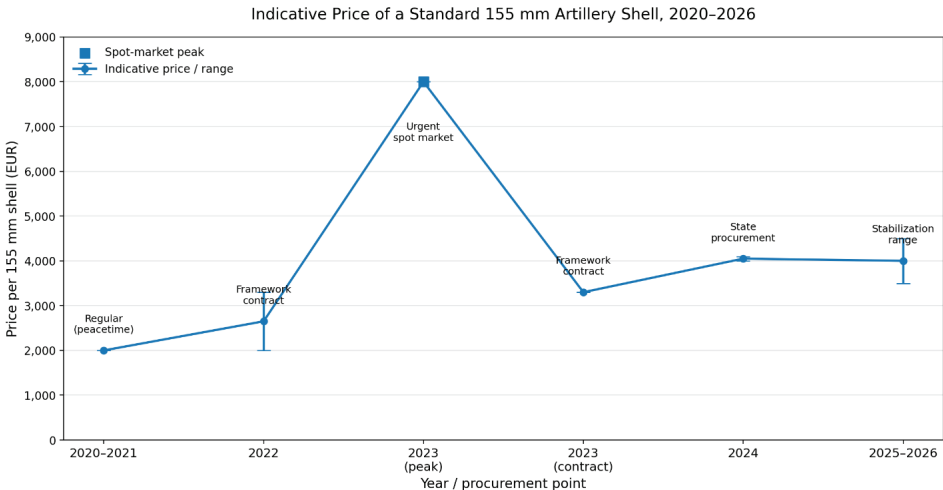
The second empirical component of the article examines whether the expansion of 155 mm shell production in Europe follows Wright's Law in its classical form. The price trajectory of the standard 155 mm shell during the observed period displays a pattern that is not consistent with the expected exponential decline. The initial year, 2022, found the market at a price of around EUR 2,000 per unit, representing the peacetime equilibrium price under stable demand (Béraud-Sudreau et al., 2024). During 2023, with the explosive growth in demand driven by wartime consumption in Ukraine and the replenishment of European national stockpiles, the price at its peak rose to around EUR 8,000 per unit – a spot-market peak reflecting urgent procurement rather than a contractual norm; long-term framework contracts in the same period remained closer to EUR 3,300–4,100 (Defense Express, 2023). During 2024 and 2025, the price gradually declined, stabilizing toward 2026 in the range of EUR 3,500–4,500 per unit (Béraud-Sudreau et al., 2024).

Table 2. *Indicative Price of a Standard 155 mm Artillery Shell, 2020–2026*

Table 2. Indicative Price of a Standard 155 mm Artillery Shell, 2020–2026

Year	Indicative price per 155 mm shell (EUR)	Projectile type / procurement channel	Nature of procurement	Source
2020–2021	≈ 2,000	Standard unguided (M107 type)	Regular (peacetime)	Béraud-Sudreau et al. (2024)
2022	≈ 2,000–3,300	Standard; framework contract (Rheinmetall)	Regular / framework	Defense Express (2023)
2023 (peak)	up to ≈ 8,000	Standard; spot-market purchase	Urgent (spot market)	Defense Express (2023)
2023 (contract)	≈ 3,300	Standard; Rheinmetall–Germany contract	Regular / framework	Defense Express (2023)
2024	≈ 4,000–4,100	Standard; state procurement	Regular / framework	Defense Express (2023)
2025–2026	≈ 3,500–4,500	Standard unguided	Regular (stabilization)	Béraud-Sudreau et al. (2024)

Source: Author’s compilation based on Béraud-Sudreau et al. (2024) and Defense Express (2023). Prices are indicative and triangulated from heterogeneous public sources; spot-market prices (urgent procurement) and framework-contract prices (regular procurement) are listed separately because they are not directly comparable as price points on the learning curve.



Source: Author’s compilation based on Béraud-Sudreau et al. (2024) and Defense Express (2023). Prices are indicative and triangulated from heterogeneous public sources; spot-market prices and framework-contract prices are listed separately because they are not directly comparable as price points on the learning curve.

This pattern – a steeply rising and then declining curve with an asymptote above the starting point – at first glance departs from Wright's Law in its classical form. The classical prediction would require that, with each doubling of cumulative production, the price should fall by a constant percentage. Empirically, the price increased in the short term during 2022–2023 and began to decline only after the peak. This means that any initial interpretation must distinguish the demand effect from the learning effect.

Exploratory Assessment of Wright's Law

The indicative estimate of the log-log regression specification, based on deflated price points available from public sources and with qualitative control for the short-term demand-driven price shock of 2022–2023, suggests a value of the coefficient β in the range of -0.07 to -0.12 , which would correspond to a learning rate L of between five and eight percent per doubling of cumulative production. This preliminary estimate, derived through the triangulation of heterogeneous price sources, is significantly lower than the range of 10 to 25 percent empirically expected in industries with a high share of human labour (Boone et al., 2021). Rigorous regression testing on a replicable dataset of unit prices by manufacturer and projectile type remains a subject for future research. Nevertheless, even this indicative estimate suggests that the learning curve in the production of 155 mm shells in Europe shows a decline substantially milder than that predicted by classical Wright's Law – a pattern consistent with hypothesis H2. Given the small number of observations and the heterogeneity of price sources, however, this remains an exploratory result rather than a definitive econometric test.

Boone's Model and the Explanation of Flattening

Boone's revision of Wright's Law, presented in his work (Boone et al., 2021), introduces a flattening parameter that explicitly models the phenomenon of a gradual reduction in the learning rate during later stages of the production cycle. Our empirical estimate for the 155 mm shell is consistent with Boone's model in three respects. First, the low estimated learning rate of five to eight percent corresponds to Boone's general prediction that learning in contemporary complex production processes proceeds more slowly than in historical reference industries. Second, the complexity of the supply chain – especially dependence on a handful of isolated suppliers of nitrocellulose, TNT (trinitrotoluene), and RDX (hexogen) – represents precisely the type of structural constraint that Boone's model identifies as a source of flattening. Third, the fragmentation of the European defence market into 27 national systems (Calcara & Simón, 2024) prevents the full realization of economies of scale that would amplify the learning effect.

The empirical finding is therefore consistent with hypothesis H2 and provides exploratory support for the applicability of Boone's revision of Wright's Law to the case of European war reindustrialization. The learning curve exists, but it is substantially flatter than classical expectations – with direct implications for the long-term projection of unit costs in wartime mobilization.

Limits of War Reindustrialization: Discussion

The findings of this article – the systemic capacity gap and the empirical flattening of the learning curve – should be interpreted in the context of the structural constraints that together define the limits of contemporary European war reindustrialization. Three groups of such constraints deserve explicit discussion.

The first group concerns bottlenecks in the production of energetic materials. Nitrocellulose, TNT, and RDX form the basis of every artillery shell, and the European supply chain for these materials is structurally fragile. Nitrocellulose production in Europe depends on cotton linters, a raw material for which more than 70 percent of market needs are covered by imports from China (Defence Matters, 2024). TNT production is concentrated in a single major producer in Poland, with marginal additional capacities in the countries of Southeastern Europe (Defense News, 2026). The acquisition of civilian chemical facilities by major defence companies – Rheinmetall's purchase of Hagedorn-NC (Defense News, 2025), the restart of Eurenco's facility in Bergerac (Defense News, 2024), and the acquisition of the Walsrode facility by Czechoslovak Group (Czechoslovak Group, 2025) – represents an explicit acknowledgement that the problem is structural and requires new capital investment, not merely the expansion of existing capacities.

The second group of constraints concerns the fragmentation of the European defence market. Davide Genini analyses in detail the legal and regulatory heterogeneity that prevents the emergence of a single European market for defence goods, despite the Commission's institutional efforts (Genini, 2025). It has also been shown that French and German national preferences produce structurally different reindustrialization trajectories, with different implications for efficiency (Calcara and Simón, 2024), while Mueller estimates that more efficient European cooperation in procurement and research could save up to 30 percent of current defence budgets, which represents an indirect measure of the inefficiency of the existing model (Mueller, 2025).

The third group of constraints is related to labour. Without a sufficient number of welders, machinists, and chemical engineers with appropriate security clearances, no announced production capacity can be achieved within the envisaged timeframe. This factor is systematically underestimated in the academic literature, which itself constitutes a research gap that future studies should address.

The implications for the theory of learning curves in defence production are significant. Our findings suggest that Boone's model offers a more adequate description of actual dynamics than classical Wright's Law under contemporary conditions of fragmented, resource-constrained, and capital-intensive defence production. The implications for European Union defence policy are more complex. On the one hand, the systemic character of the capacity gap means that policy announcements must be treated with caution – with consequences for the credibility of deterrence. On the other hand, the low learning rate suggests that increasing production will not automatically generate a reduction in unit costs, with implications for the overall costs of long-term wartime mobilization.

References

- [1] Béraud-Sudreau, L., Tian, N., Lopes da Silva, D., & Liang, X. (2024). Developments in arms production and the effects of the war in Ukraine. *Defence and Peace Economics*, 35(6), 673–693. <https://doi.org/10.1080/10242694.2024.2381784>
- [2] Boone, J. E. R., Elshaw, J. J., Koschnick, C. M., Ritschel, J. D., & Badiru, A. B. (2021). A learning curve model accounting for the flattening effect in production cycles. *Defense Acquisition Research Journal*, 28(1), 72–97.
- [3] Calcara, A., Gilli, A., & Gilli, M. (2023). Short-term readiness, long-term innovation: The European defence industry in turbulent times. *Defence Studies*, 23(4), 547–566. <https://doi.org/10.1080/14702436.2023.2277439>
- [4] Calcara, A., & Simón, L. (2024). Face to face: France, Germany and the future of the European defence industry. *Journal of European Public Policy*, 32(6), 1389–1413. <https://doi.org/10.1080/13501763.2024.2358112>
- [5] Czechoslovak Group. (2025). MSM Group expands its presence in Europe: Acquisition of a nitrocellulose plant in Germany [Press release].
- [6] Defence Matters. (2024). Europe's gunpowder bottleneck: How cotton supply chains became a defence issue. *Defence Matters*.
- [7] Defense Express. (2023). How much 155 mm ammunition costs now: An example of the Rheinmetall contract. *Defense Express*.
- [8] Defense News. (2023a, October 16). French firms to triple 155 mm ammo production, boost weapons output. *Defense News*.
- [9] Defense News. (2023b, December 14). Finland to double ammunition production, build new factories. *Defense News*.
- [10] Defense News. (2024, April 11). France to invest €500 million in artillery propellant production. *Defense News*.
- [11] Defense News. (2025, April 7). Rheinmetall secures nitrocellulose supply amid European ammo scramble. *Defense News*.
- [12] Defense News. (2026, April 14). Swedish, Polish firms invest in TNT plants to quench Europe's ammo thirst. *Defense News*.
- [13] European Commission. (2023). Regulation (EU) 2023/1525 of the European Parliament and of the Council of 20 July 2023 on supporting ammunition production [ASAP]. *Official Journal of the European Union*, L 185, 7–25.
- [14] European Commission. (2024a). A new European defence industrial strategy: Achieving EU readiness through a responsive and resilient European defence industry [JOIN(2024) 10 final].
- [15] European Commission. (2024b). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the European Defence Industry Programme and a framework of measures to ensure the timely availability and supply of defence products [EDIP].
- [16] European Commission & High Representative of the Union for Foreign Affairs and Security Policy. (2025). Joint White Paper for European Defence – Readiness 2030.

- [17] European Defence Agency. (2025). Defence data 2024–2025. European Defence Agency.
- [18] Fiott, D. (2024). From liberalisation to industrial policy: Towards a geoeconomic turn in the European defence market? *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 62(4), 1012–1027. <https://doi.org/10.1111/jcms.13600>
- [19] Genini, D. (2025). Restructuring the EU's defence industrial base amid geopolitical shifts. *Maastricht Journal of European and Comparative Law*. <https://doi.org/10.1177/1023263X251394132>
- [20] Howorth, J. (2025). European defence and NATO: From competition to co-operation to replacement? *JCMS: Journal of Common Market Studies*. <https://doi.org/10.1111/jcms.70010>
- [21] International Institute for Strategic Studies. (2025). Progress and shortfalls in Europe's defence [IISS Strategic Dossier]. International Institute for Strategic Studies.
- [22] Janes. (2025). Rheinmetall opens 155 mm artillery shell plant in Unterlüß. *Jane's Defence News*.
- [23] Knežević, S. (2025). War reindustrialization of Europe: Defense industrial complexes as pillars of strategic autonomy. *Military Studies: Journal for Strategy, Technology and Defense Sciences*, 3(2), 9–28.
- [24] Mueller, T. (2025). Drivers and impact of European defence market integration: A literature meta-synthesis with economic focus. *Defence and Peace Economics*, 36(5), 577–612. <https://doi.org/10.1080/10242694.2024.2396416>
- [25] North Atlantic Treaty Organization. (2024). NATO industrial capacity expansion pledge. Washington Summit, 10 July 2024.
- [26] North Atlantic Treaty Organization. (2025). Updated defence production action plan. NATO.
- [27] Radio Free Europe/Radio Liberty. (2025). Czech initiative criticised for costs, quality and delays – but keeps ammunition flowing to Ukraine. RFE/RL.
- [28] Rheinmetall AG. (2025a, September 5). A new era at Rheinmetall: Ammunition factory opening in Unterlüß [Press release].
- [29] Rheinmetall AG. (2025b, October 28). Rheinmetall and VMZ establish joint venture: Cooperation with Bulgaria [Press release].
- [30] Stockholm International Peace Research Institute. (2024a). *SIPRI yearbook 2024: Armaments, disarmament and international security*. Oxford University Press.
- [31] Stockholm International Peace Research Institute. (2024b). The SIPRI top 100 arms-producing and military services companies, 2023 [SIPRI Fact Sheet]. SIPRI.
- [32] Stockholm International Peace Research Institute. (2025a). *SIPRI yearbook 2025: Armaments, disarmament and international security*. Oxford University Press.
- [33] Stockholm International Peace Research Institute. (2025b). The SIPRI top 100 arms-producing and military services companies, 2024 [SIPRI Fact Sheet]. SIPRI.
- [34] The Defense Post. (2025, November 7). Rheinmetall starts building artillery ammunition plant in Lithuania. *The Defense Post*.

[35] The Engineer. (2025). BAE Systems technology investment delivers major boost to UK munitions production. The Engineer.

[36] Watling, J., & Reynolds, N. (2024). Winning the industrial war: Comparing Russia, Europe and Ukraine, 2022–24. Royal United Services Institute.

S u m m a r y

This article started from the assumption that the concept of war reindustrialization, as used in policy discourse and in part of the academic literature after 2022, requires stricter operationalization in order to function as a useful analytical instrument. We formulated two empirically testable hypotheses and, using publicly available data on the production of 155 mm artillery ammunition in the European Union for the period 2022–2026, arrived at two main findings.

The first finding – a systemic capacity gap, measurable by means of the proposed Capacity Gap Index and supported by values below 100 across all observed years – supports hypothesis H1 and implies that political rhetoric on successful European war reindustrialization must be treated with caution. Announced targets and delivered capacity differ in a way that is not incidental, but structurally determined. The second finding – an indicative estimate of the deviation of the empirical learning curve in the production of 155 mm shells from classical Wright's Law, with a learning rate in the range of five to eight percent per doubling of cumulative production – is consistent with hypothesis H2 and suggests that Boone's revised model is a more adequate theoretical framework for contemporary defence production. Rigorous regression testing on a systematically collected dataset remains beyond the scope of this article and is identified as a subject for future research.

The contribution of the article is twofold. Conceptually, it proposes an operational definition of war reindustrialization based on two measurable indicators – the capacity gap and the learning economy – which move beyond the metaphorical use of the term. Empirically, it provides one of the first systematic analyses of the relationship between announced and delivered capacities for 155 mm ammunition in the EU, together with a preliminary, public-source-based assessment of Wright's Law applied, on an exploratory basis, to the wartime ramp-up process of European artillery ammunition.

The limitations of the article are primarily related to the incompleteness of public data on prices and capacity, as well as to the heterogeneity of sources that must be triangulated in order to arrive at coherent aggregate values. Future research could proceed in three directions: a deeper analysis of labour as a binding constraint on war reindustrialization; the application of the CGI methodology to other segments of defence production, such as air defence, armoured vehicles, and drones; and a quantitative comparison of the European learning curve with the Russian and American cases, which would enable more robust generalizations about the limits of Wright's Law under contemporary conditions of high-intensity warfare.

Keywords: *war reindustrialization, capacity gap, Wright's Law, learning curve, 155 mm ammunition, European Union, defence industry, Boone's model, Capacity Gap Index*

© 2026 The Author. Published by Vojno delo (<http://www.vojnodelo.mod.gov.rs>). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



РАТНА РЕИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА ЕУ: КАПАЦИТЕТНИ ЈАЗ И РАЈТОВ ЗАКОН У ПРОИЗВОДЊИ МУНИЦИЈЕ КАЛИБРА 155 mm

Славен Кнежевић¹

Достављен: 8.5.2026.

Језик рада: Српски

Кориговано: 23.5.2026.

Тип рада: Прегледни рад

Прихваћен: 8.6.2026.

DOI број: 10.5937/vojdela2602137K

Апстракт: У чланку се испитују границе савремене ратне реиндустријализације Европске уније (ЕУ) кроз производњу артиљеријске муниције калибра 155 mm у периоду 2022–2026. године. Полазећи од претпоставке да ратна реиндустријализација захтева строгу операционализацију него што је нуди савремени политички дискурс, формулишу се две хипотезе: прва тврди да постоји системски јаз између најављених и испоручених производних капацитета, а друга да класични Рајтов закон (*Theodore Paul Wright*) не успева објаснити ценовну динамику током ратног *ramp-up* процеса. Уводи се нови инструмент – Индекс капацитетног јаза (*Capacity Gap Index – CGI*), а *log-log* спецификација криве учења примењује се, на експлоративној основи, на ценовну динамику. Методологија триангулира јавно доступне изворе: корпоративне годишње извештаје водећих европских произвођача, публикације Стокхолмског међународног института за истраживање мира и институционалне документе ЕУ. Налази иду у прилог првој хипотези и конзистентни су с другом: вредности CGI остају испод 100 кроз цели посматрани период, а индикативна процена стопе учења од пет до осам процената по удвостручењу кумулативне производње знатно је нижа од класично очекиваног распона од 10 до 25 процената – резултат конзистентан са Бунеовим ревидираним моделом. Структурни узроци смештени су у три групе ограничења: уска грла у производњи енергетских материјала, фрагментација европског одбрамбеног тржишта и ограничена понуда квалификоване радне снаге. Закључује се да савремена европска ратна реиндустријализација у сегменту муниције показује скалирање, али не и економију учења коју предвиђа класична теорија.

¹ Универзитет у Бањој Луци, Факултет политичких наука, Босна и Херцеговина, e-mail: slaven.knezevic998@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-7691-9526>

Кључне речи: *ратна реиндустријализација, капацитетни јаз, Рајтов закон, крива учења, муниција калибра 155 mm, Европска унија, одбрамбена индустрија, Бунеов модел, индекс капацитетног јаза*

Увод

Руска инвазија на Украјину, која је почела 24. фебруара 2022. године, покренула је процес структурне трансформације европске одбрамбене индустријске базе који је у политичком дискурсу и академској литератури постао познат као ратна реиндустријализација. Термин означава координисани напор држава чланица Европске уније и европских одбрамбених компанија да, након више од три деценије мирнодопског раздуживања, у кратком року обнове и прошире капацитете за производњу критичне војне опреме и потрошне војне робе (Calcara, Gilli & Gilli, 2023; Knežević, 2025). Међу свим сегментима захваћеним овом трансформацијом, производња артиљеријске муниције калибра 155 mm по НАТО стандарду заузела је средишње место. За то постоје два разлога. Први је интензитет потрошње на украјинском фронту, где је у појединим периодима дневни утрошак граната премашивао предратну годишњу производњу целе Западне Европе (Watling & Reynolds, 2024). Други је чињеница да је муниција калибра 155 mm постала синегдоха за способност Запада да подржи Украјину и шире, да одговори на изазов конвенционалног рата високог интензитета.

Политичка и медијска репрезентација овог процеса нагиње слици успешне мобилизације. Годишњи производни циљеви које су најавили водећи европски произвођачи – Rheinmetall, Nammo, KNDS, Nexter, BAE Systems – умножавали су се из месеца у месец, а Европска комисија је, кроз механизме Акта о подршци производњи муниције (Act in Support of Ammunition Production – ASAP) и потом Европске одбрамбене индустријске стратегије (European Defence Industrial Strategy – EDIS), експлицитно усвојила циљ од два милиона граната годишње до краја 2025. године (Fiott, 2024). Академска литература која прати ову динамику остаје, међутим, суздржанија. У метасинтези 172 извора о интеграцији европског одбрамбеног тржишта експлицитно се наводи да формалне анализе кривих учења и емпиријске процене ефикасности ramp-up процеса у одбрамбеној индустрији остају недовољно истражено подручје (Mueller, 2025). Такође, упозорава се на структурну напетост између краткорочне спремности и дугорочне иновације, сугеришући да брзо скалирање производње није тржишно неутрално ни технолошки линеарно (Calcara et al., 2023).

Полазна претпоставка овог чланка јесте да појам ратне реиндустријализације захтева строжу операционализацију него што је нуди политички дискурс. Конкретно, постављамо два међусобно повезана, али аналитички одвојива истраживачка питања. Прво, колико је системска, за разлику од случајне или комуникацијски условљене, разлика између најављеног и испорученог капацитета за производњу муниције калибра 155 mm? Друго, остварује ли ширење производње економију учења у складу с Рајтовим законом – емпиријском правилношћу, први пут формализованом у индустријском инжењерству тридесетих година 20. века

и недавно ревидираном у раду Јана Бунеа (Boone et al., 2021), према којој свако удвостручење кумулативне производње повлачи константан процентуални пад јединичних трошкова?

Хипотеза коју износимо двострука је. Прва хипотеза (H1): капацитетни јаз између онога што је најављено и онога што је испоручено јесте системски и оперативно мерљив помоћу инструмента који уводимо у овом чланку – Индекса капацитетног јаз (CGI). Друга хипотеза (H2): Рајтов закон у свом класичном облику не објашњава ценовну динамику гранате калибра 155 mm у периоду 2022–2026; емпиријска крива учења показује феномен заравњивања конзистентан с Буневим моделом, који се бави високо комплексном, фрагментисаном и ресурсно ограниченом производњом (Boone et al., 2021).

Допринос чланка је двострук. Концептуално, предлагемо оперативну дефиницију ратне реиндустријализације засновану на два мерљива индикатора који надилазе метафоричку употребу термина доминантну у политичкој литератури. Емпиријски, нудимо једну од првих системских анализа односа између најављених и испоручених капацитета производње муниције калибра 155 mm у Европској унији за период 2022–2026, као и прелиминарну, на јавним изворима засновану процену Рајтовог закона у условима ратног ramp-уp процеса европске артиљеријске муниције.

ТЕОРИЈСКИ ОКВИР

Појам ратне реиндустријализације

Појам ратне реиндустријализације, онако како се усталио у употреби након 2022. године, делује у три аналитичка регистра. У првом, доминантном регистру политика, функционише као општа метафора за реактивни одговор европских држава на шок рата високог интензитета у Украјини, најчешће без прецизне операционализације и без мерљивих индикатора. Други регистар, присутан у документима Европске комисије и извештајима Европске одбрамбене агенције, везује термин за конкретне инструменте: Акт о подршци производњи муниције (ASAP), Европску одбрамбену индустријску стратегију (EDIS), Програм европске одбрамбене индустрије (European Defence Industry Programme – EDIP) и, од 2025. године, план ReArm Europe / Readiness 2030. Трећи регистар, најмање развијен а истовремено најважнији за академску расправу, захтева формалну операционализацију – и управо на тој тачки постојећа литература остаје суздржана.

Више недавних студија обрађује структурне димензије овог процеса, али без јединственог појма, описујући „геоекономски заокрет“ у политици европског одбрамбеног тржишта, идентификујући помак од инструмената либерализације ка индустријској политици као дијагностички показатељ реиндустријализације (Fiott, 2024). Давиде Ђенини анализира правну реконфигурацију европске одбрамбене индустријске базе, наглашавајући да нове регулаторне архитектуре нису синхронизоване са стварним индустријским капацитетима (Genini, 2025). Џолион Хауорт (Howorth, 2025) поставља шири стратешко-институционални оквир, расправљајући о еволуцији односа између одбрамбених структура ЕУ и

НАТО-а. Антонио Калкар и Луис Симон детаљно испитују француско-немачке разлике у моделу индустријске сарадње, показујући да националне преференције производе структурно различите путање реиндустријализације унутар саме Уније (Calcara i Simón, 2024). Тобијас Милер, у до сада најобимнијој метасинтези, експлицитно признаје да емпиријска анализа *ramp-up* динамике и кривих учења у савременој европској одбрамбеној производњи остаје недовољно истражено подручје (Mueller, 2025).

У складу с овим прегледом литературе, предлагемо радну дефиницију: ратна реиндустријализација јесте координисани процес ширења одбрамбених индустријских производних капацитета, покренут перцепцијом акутне безбедносне претње, остварен комбинацијом државне интервенције, улагања приватног капитала и индустријске реконфигурације, те мерљив помоћу два основна индикатора – капацитетног јаза (разлике између најављеног и испорученог производног капацитета) и економије учења (ценовне и производне динамике током процеса скалирања).

Рајтов закон и криве учења у одбрамбеној производњи

Други концептуални стуб чланка јесте емпиријска правилност позната као Рајтов закон, чију савремену реформулацију даје рад Бунеа и сарадника (Boone et al., 2021). У свом класичном облику, правилност тврди да свако удвостручење кумулативне производње дате јединице повлачи константан процентуални пад њених јединичних производних трошкова. Стопа пада – позната као стопа учења – емпиријски варира од индустрије до индустрије, али се у индустријским секторима с високим уделом људског рада типично креће између 10 и 25 процената по удвостручењу. Деценијама је Рајтов закон служио као стандардни алат за процену трошкова одбрамбених система у серијској производњи, посебно у контексту ваздухопловне индустрије и сложених платформи (Calcara, Gilli & Gilli, 2023).

Класична формулација, међутим, све теже се примењује у савременом контексту одбрамбене производње и Бунев модел (Boone et al., 2021) експлицитно уводи параметар заравњивања који обухвата емпиријски уочени ефекат све мањег пада цене током каснијих фаза производног циклуса. Разлози заравњивања структурне су природе: растући удео аутоматизације смањује простор за традиционално „учење кроз рад“; сложеност ланаца снабдевања уводи тачке које се не могу превазићи без нових капиталних улагања; ресурсна ограничења у облику критичних сировина и квалификоване радне снаге делују као чврсте горње границе. У европском одбрамбеном контексту ова ограничења додатно су појачана фрагментацијом тржишта и регулаторном хетерогеношћу (Calcara & Simón, 2024).

Концептуална синтеза и формулисање хипотеза

Комбиновање концептуалног апарата ратне реиндустријализације с Буне-овом ревизијом Рајтовог закона омогућава формулисање две емпиријски проверљиве хипотезе. Хипотеза Н1 полази од запажања да је реторика политике системски склона прецењивању будућих капацитета – препознатљив образац у корпоративној комуникацији и у институционалним циљевима који прате европску ратну реиндустријализацију од 2022. године. Ако је тај образац системски, манифестоваће се као мерљив капацитетни јаз који није случајног карактера. Хипотеза Н2 полази од Бунеовог увида да класични Рајтов закон више не важи у свом чистом облику у савременој комплексној производњи. Примењено на случај гранате калибра 155 mm – производа високе стандардизације, али зависног од фрагментисаног ланца снабдевања енергетским материјалима – очекујемо заравњену криву учења уместо класичне експоненцијалне.

МЕТОДОЛОГИЈА

Индекс капацитетног јаза

Операционализација прве хипотезе захтева мерљив индикатор који обухвата разлику између најављеног и стварно испорученог капацитета у датом периоду. У овом чланку уводимо Индекс капацитетног јаза (Capacity Gap Index – CGI), дефинисан као однос испорученог према најављеном годишњем капацитету, изражен у процентима:

$$CGI_t = (Q_{d,t} / Q_{a,t}) \times 100$$

где $Q_{d,t}$ означава документовану годишњу производњу муниције калибра 155 mm остварену унутар Европске уније – стварну производњу, искључујући испоруке Украјини и набавке из трећих земаља – у години t , а $Q_{a,t}$ најављени годишњи капацитет за исту годину, према најновијој тада доступној корпоративној или институционалној пројекцији. Вредност CGI од 100 означава потпуно остварење најављеног циља; вредности испод 100 означавају капацитетни јаз; вредности изнад 100, које означавају надучинак, емпиријски су ретке. Индекс се рачуна засебно за сваког од пет водећих европских произвођача и агрегира на нивоу Европске уније.

Експлоративна процена Рајтовог закона

Друга хипотеза испитује се кроз експлоративну *log-log* регресиону спецификацију компатибилну с класичном Рајтовом формулом. Полазимо од једначине:

$$\ln(P_t) = \alpha + \beta \cdot \ln(C_t) + \varepsilon_t$$

где P_t означава просечну цену гранате калибра 155 mm у години t , C_t кумулативну европску производњу до године t , α константни члан, β еластичност

која описује криву учења, а ϵ_t случајну грешку. Стопа учења рачуна се као $L = 1 - 2^{\beta}$. Вредности L у распону од 10 до 25 процената емпиријски су конзистентне са Рајтовим законом у индустријама с високим уделом људског рада. Вредности L блиске нули, или негативне, указују на заравњивање криве, то јест на неуспех класичног модела да објасни ценовну динамику. С обзиром на ограничења јавно доступних података о ценама, регресиона спецификација у овом чланку примењује се на индикативној основи, уз експлицитно разумевање да пуно регресионо тестирање на систематски прикупљеном скупу података остаје предмет наредних истраживања.

Извори података и ограничења

Подаци о најављеном капацитету изведени су из корпоративних годишњих извештаја пет водећих европских произвођача (Rheinmetall AG, Nammo AS, KNDS, Nexter Systems и BAE Systems plc), саопштења упућених инвеститорима, те из парламентарних саслушања у Бундестагу, француској Народној скупштини и Европском парламенту. Подаци о испорученом капацитету триангулирају се из публикација Стокхолмског међународног института за истраживање мира (SIPRI, 2024; SIPRI, 2025), извештаја Европске одбрамбене агенције и извештаја Royal United Services Institute (Watling & Reynolds, 2024). Подаци о ценовној динамици гранате калибра 155 mm прикупљени су из транспарентних јавних извора – најчешће парламентарних извештаја о набавкама, саопштења Европске комисије у контексту механизма ASAP и тендерске документације држава чланица. Тамо где је корпоративно или институционално обелодањивање непотпуно, појединачни подаци додатно се унакрсно проверавају у угледним специјализованим одбрамбеним медијима, а свака таква тачка експлицитно се цитира на месту употребе.

Експлицитно се признају четири ограничења података. Прво, јавно доступне цене гранате калибра 155 mm непотпуне су и подложне разликама између типова пројектила (стандардни разорни пројектил M107, пројектил ERFB-BB [Extended-Range Full-Bore Base-Bleed] и вођена варијанта EXCALIBUR) и тендерске документације држава чланица тамо где као основну јединицу користимо просек стандардне невођене гранате. Друго, корпоративне најаве понекад се ревидирају током године те користимо најновију верзију која важи у датој години. Треће, агрегација на нивоу ЕУ претпоставља међусобну упоредивост различитих извора – претпоставку која се тек сада проверава у академској литератури. Четврто, емпиријска процена у поглављу о кривој учења индикативног је карактера; строго регресионо тестирање на систематски прикупљеном скупу података о јединичним ценама по произвођачу и типу пројектила остаје изван досега доступних јавних извора и идентификовано је као предмет наредних истраживања. Сва ограничења систематски се узимају у обзир кроз конзервативно тумачење налаза и избегавање узрочних тврдњи које превазилазе границе доступних података.

КАПАЦИТЕТНИ ЈАЗ: ЕМПИРИЈСКА АНАЛИЗА

Најављени капацитет водећих произвођача

Период 2022–2026. обележен је узастопним најавама проширења капацитета за производњу муниције калибра 155 mm свих пет водећих европских произвођача. Најамбициозније најаве долазе од Rheinmetall-a, који је низом јавних изјава поставио циљ од 1,5 милиона граната годишње до 2027. године. Средњиша компонента тог циља јесте нова фабрика Werk Niedersachsen у Унтерлусу, чији план ramp-up-a предвиђа до 25.000 граната у 2025 (фаза пуштања у рад), 140.000 граната у 2026. и пуних 350.000 граната у 2027. години (Rheinmetall AG, 2025a). Упоредо, Rheinmetall је проширио и своје шпанске операције, стечене преузимањем компаније Expal Systems, које су део истог мрежног циља за 2027. годину. Поред тога, Rheinmetall је од 2022. године успоставио производне или дистрибутивне аранжмане у пет земаља, уз најављен шести и седми заједнички подухват у Бугарској (преко ВМЗ – Вазовски Машиноградбени Заводи) и Литванији (у партнерству са EPSO-G Invest и Giraitė Armaments Factory) (Rheinmetall AG, 2025b; The Defense Post, 2025; Knežević, 2025).

Nammo, други највећи европски произвођач, најавио је значајна повећања капацитета у својим норвешким и финским погонима, уз нова улагања у производњу погонског пуњења (Defense News, 2023b). KNDS, заједничка група настала спајањем КМВ-а (Krauss-Maffei Wegmann) и Nextera, најавио је проширења на својим француским и белгијским погонима за производњу граната. Nexter, као самостални бренд KNDS-a у Француској, најавио је знатно повећање производње граната калибра 155 mm од 2024. године, као део ширег утростручења француских капацитета за муницију великог калибра (Defense News, 2023a). BAE Systems plc, највећи британски актер, најавио је нови погон за енергетске материјале и завршну обраду граната на својој локацији Glascoed у Велсу, с најављеним капацитетом у десетинама хиљада граната годишње (The Engineer, 2025). На агрегатном нивоу збирне најаве европских и британских произвођача за 2026. годину нагињу циљу од 2,8 до 3 милиона граната годишње (Béraud-Sudreau et al., 2024).

Испоручени капацитет и агрегатна динамика

Када се упоређи са испорученим капацитетом, слика се знатно мења. На овом месту нужно је термиолошко појашњење, јер комуникацијска политика настоји да као заменљиве третира пет величина које се морају држати аналитички одвојеним: (i) најављени капацитет – обим производње који произвођач или институција јавно пројектује; (ii) процењени ефективни капацитет – обим реално достижан у датој години када се узму у обзир ограничења инпута и радне снаге; (iii) стварна производња – количина граната калибра 155 mm документовано произведених унутар Европске уније у тој години; (iv) испоруке Украјини – количина физички пренесена, без обзира на то где је произведена и (v) набавке из

трећих земаља – гранате набављене изван Европске уније. Индекс капацитетног јазу у овом чланку повезује категорију (i) искључиво с категоријом (iii): мери документовану европску производњу у односу на најављени капацитет и намерно искључује и испоруке Украјини и набавке из трећих земаља. Почетна 2022. година затекла је европски сектор с процењеном годишњом производњом од око 230.000 до 300.000 граната на нивоу Европске уније, што је испод вишег номиналног (декларисаног) капацитета који се често наводи у документима политика (Watling & Reynolds, 2024). До средине 2023. године документована годишња производња процењена је на око 300.000 до 400.000 граната; мерено у односу на милион граната колико се Европска унија обавезала да испоручи Украјини у року од дванаест месеци – што је обавеза испоруке, а не производни циљ – стварне испоруке достигле су тек око половине (Evropska komisija, 2023; Watling & Reynolds, 2024). Иницијатива под вођством Чешке за набавку муниције изван Уније, покренута 2024. године, усмерила је реда величине 1,5 милиона граната разних калибара ка Украјини; та количина припада категоријама (iv) и (v), потиче претежно изван Европске уније и стога се не рачуна као европска производња (Radio Free Europe / Radio Liberty, 2025). До краја 2024. године сама европска производња процењена је на око један до 1,4 милиона граната годишње (Watling & Reynolds, 2024). Циљ Европске уније од два милиона граната за крај 2025. године остварен је тек делимично, и то само када се европска производња и међународне набавке саберу, што потврђује да, како би Индекс капацитетног јазу остао поуздан, „европски капацитет” мора бити дефинисан строго као категорија (iii).

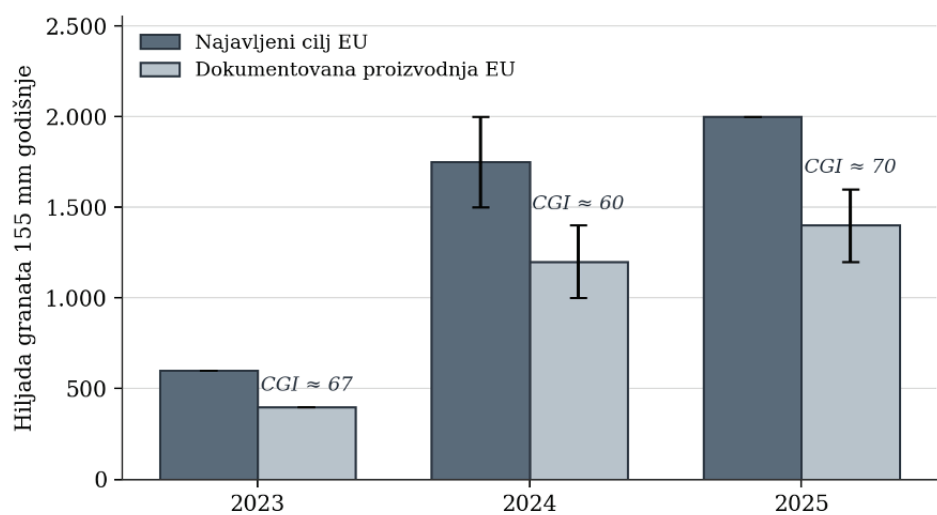
Индекс капацитетног јазу: квантитативна процена

Применом CGI методологије на агрегиране податке, долазимо до следећих индикативних вредности за период 2023–2025. године (Табела 1). У 2023, када је циљ износио око 600.000 граната на нивоу ЕУ, око 400.000 произведено је унутар Уније, што даје CGI од око 67. У 2024. години, када је циљ ревидиран на између 1,5 и два милиона граната, произведено је између милион и 1,4 милиона, што даје CGI у распону од 50 до 70. За 2025. годину, с циљем од два милиона граната, прелиминарне процене указују на CGI у распону од 60 до 80, док су испоруке Украјини додатно одржаване набавкама из трећих земаља, које су засебно приказане у Табели 1 и искључене из индекса. Доследан образац кроз све посматране године јесте CGI испод 100, што је конзистентно са хипотезом Н1 о системском капацитетном јазу.

Табела 1. Индекс капацитетног јаза (CGI) са раздвојеним категоријама капацитета, агрегат ЕУ, 2023–2025.

Година	Најављени циљ ЕУ (граната)	Документована производња ЕУ (граната)	Набавке из трећих земаља (граната)	CGI (%)
2023	~600.000	~400.000	—	67
2024	1.500.000–2.000.000	1.000.000–1.400.000	≈ 1.500.000 (разни калибри, ван ЕУ)	50–70
2025	2.000.000	1.200.000–1.600.000	Чешка иницијатива (настављено)	60–80

Извор: ауторов прорачун на основу SIPRI (2024, 2025), Watling i Reynolds (2024) и институционалних докумената Европске комисије. Најављени циљ означава категорију капацитета (i); документована производња ЕУ – категорију (iii); набавке из трећих земаља – категорију (v). Индекс капацитетног јаза рачуна се као документована производња ЕУ подељена са најављеним циљем; испоруке Украјини (категорије iv–v) наведене су само ради контекста и нису укључене у индекс. Цртица (–) за 2023. означава да чешка иницијатива за набавку из трећих земаља тада још није била покренута.



Графикон 1. Најављени циљ ЕУ наспрам документоване производње ЕУ за гранате калибра 155 mm, 2023–2025. Траке грешке приказују пријављене распоне; CGI — документована производња подељена са најављеним циљем.

Извор: ауторов прорачун на основу SIPRI (2024, 2025), Watling i Reynolds (2024) и институционалних докумената Европске комисије.

Структурна декомпозиција јаза

Системска природа јаза захтева структурно објашњење. Три фактора истичу се као доминантна. Први је временски јаз између инвестиционе одлуке и оперативног капацитета – производне линије за артиљеријску муницију захтевају капитална улагања чији се резултати материјализују током периода од 24 до 36 месеци. Други је доступност критичних инпута, пре свега енергетских материјала. Rheinmetall-ово преузимање компаније Hagedorn-NC у 2025. години било је експлицитан покушај да се превазиђе уско грло у производњи погонског пуњења (Defense News, 2025), што само по себи сигнализира да проблем није био адекватно препознат у почетним најавама. Трећи фактор је радна снага: без довољног броја квалификованих хемијских инжењера, машиниста и безбедносно проверених техничара, нови погони не могу достићи пуни капацитет у предвиђеном року.

КРИВА УЧЕЊА: ЕМПИРИЈСКА АНАЛИЗА

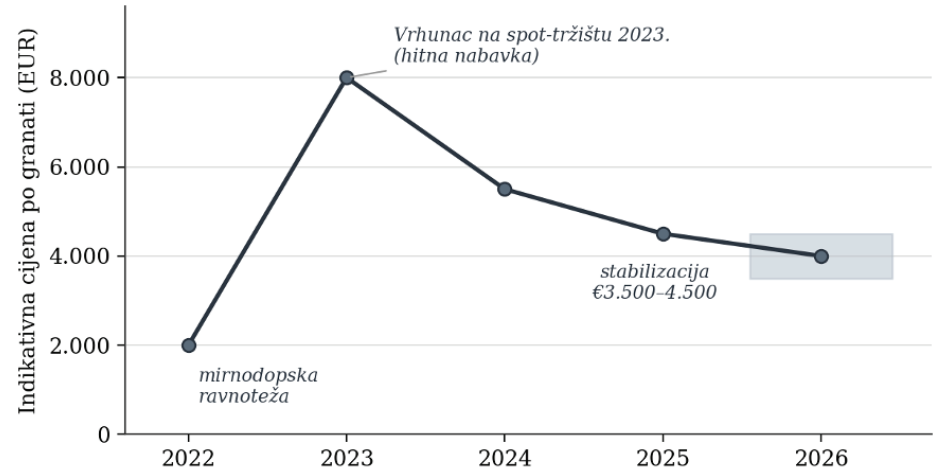
Ценовна динамика гранате калибра 155 mm, 2022–2026.

Друга емпиријска компонента чланка испитује да ли ширење производње граната калибра 155 mm у Европи следи Рајтов закон у његовом класичном облику. Путања цене стандардне гранате калибра 155 mm током посматраног периода показује образац који није конзистентан с очекиваним експоненцијалним падом. Почетна 2022. година затекла је тржиште са ценом од око 2.000 евра по јединици, што представља мирнодопску равнотежну цену при стабилној потражњи (Béraud-Sudreau et al., 2024). Током 2023. године, са експлозивним растом потражње који су покретали ратна потрошња у Украјини и обнављање европских националних залиха, цена је у свом врхунцу порасла на око 8.000 евра по јединици – врхунац на спот-тржишту који је одражавао хитну набавку, а не уговорну норму; дугорочни оквирни уговори у истом периоду остали су ближи износу од 3.300 до 4.100 евра (Defense Express, 2023). Током 2024. и 2025. године цена је постепено падала, стабилизујући се према 2026. години у распону од 3.500 до 4.500 евра по јединици (Béraud-Sudreau et al., 2024).

Табела 2. Индикативна цена стандардне артиљеријске гранате калибра 155 mm, 2020–2026.

Година	Индикативна цена по гранати 155 mm (EUR)	Тип пројектила / канал набавке	Карактер набавке	Извор
2020–2021.	≈ 2.000	Стандардна невођена (тип M107)	Редовна (мирнодопска)	Béraud-Sudreau et al. (2024)
2022.	≈ 2.000–3.300	Стандардна; оквирни уговор (Rheinmetall)	Редовна / оквирна	Defense Express (2023)
2023 (врхунац)	до ≈ 8.000	Стандардна; куповина на спот-тржишту	Хитна (спот-тржиште)	Defense Express (2023)
2023 (уговор)	≈ 3.300	Стандардна; уговор Rheinmetall – Немачка	Редовна/оквирна	Defense Express (2023)
2024.	≈ 4.000–4.100	Стандардна; државна набавка	Редовна/оквирна	Defense Express (2023)
2025–2026.	≈ 3.500–4.500	Стандардна невођена	Редовна (стабилизација)	Béraud-Sudreau et al. (2024)

Извор: ауторова компилација на основу Béraud-Sudreau et al. (2024) и Defense Express (2023). Цене су индикативне и триангулисане из хетерогених јавних извора; цене на спот-тржишту (хитна набавка) и цене оквирних уговора (редовна набавка) наведене су одвојено јер нису директно упоредиве као ценовне тачке криве учења.



Графикон 2. Индикативна путања цене стандардне гранате калибра 155 mm, 2022–2026. Вредност за 2023. означава врхунац на спот-тржишту изазван хитном набавком и није опсервација јединичног трошка. Извор: ауторова компилација на основу Béraud-Sudreau et al.. (2024) и Defense Express (2023).

Овај образац – стрмо растућа па опадајућа крива с асимптотом изнад полазне тачке – на први поглед одступа од Рајтовог закона у његовом класичном облику. Класично предвиђање захтевало би да са сваким удвостручењем кумулативне производње цена падне за константан проценат. Емпиријски, цена је краткорочно порасла током 2022–2023. и почела да опада тек након врхунца. То значи да свако прво тумачење мора раздвојити ефекат потражње од ефекта учења.

Експлоративна процена Рајтовог закона

Индикативна процена log-log регресионе спецификације, заснована на дефлационираним ценовним тачкама доступним из јавних извора и уз квалитативну контролу краткорочног ценовног шока потражње из 2022–2023, сугерише вредност коефицијента β у распону од $-0,07$ до $-0,12$, што би одговарало стопи учења L између пет и осам процената по удвостручењу кумулативне производње. Ова прелиминарна процена, изведена триангулацијом хетерогених ценовних извора, знатно је нижа од распона од 10 до 25 процената који се емпиријски очекује у индустријама са високим уделом људског рада (Boone et al., 2021). Строго регресионо тестирање на репликабилном скупу података о јединичним ценама по произвођачу и типу пројектила остаје предмет наредних истраживања. Ипак, чак и ова индикативна процена сугерише да крива учења у производњи граната калибра 155 mm у Европи показује пад знатно блажи од онога који би класични Рајтов закон предвидео – образац конзистентан са хипотезом $H2$. С обзиром на мали број опсервација и хетерогеност ценовних извора, ово ипак остаје експлоративни резултат, а не коначан економетријски тест.

Бунеов модел и објашњење заравњивања

Бунеова ревизија Рајтовог закона, представљена у његовом раду (Boone et al., 2021), уводи параметар заравњивања који експлицитно моделира феномен постепеног смањења стопе учења током каснијих фаза производног циклуса. Наша емпиријска процена за гранату калибра 155 mm конзистентна је с Бунеовим моделом у три погледа. Прво, ниска процењена стопа учења од пет до осам процената одговара Бунеовом општем предвиђању да се учење у савременим комплексним производним процесима одвија спорије него у историјским референтним индустријама. Друго, сложеност ланца снабдевања – посебно зависност од неколицине изолованих добављача нитроцелулозе, TNT-а (тринитротолуен) и RDX-а (хексоген) – представља управо онај тип структурног ограничења који Бунеов модел идентификује као извор заравњивања. Треће, фрагментација европског одбрамбеног тржишта на 27 националних система (Calcara & Simón, 2024) спречава пуно остваривање економије обима која би појачала ефекат учења.

Емпиријски налаз је стога конзистентан са хипотезом $H2$ и пружа експлоративну подршку примењивости Бунеове ревизије Рајтовог закона на случај европске

ратне реиндустријализације. Крива учења постоји, али је знатно заравњенија од класичног очекивања – с непосредним импликацијама по дугорочну пројекцију јединичних трошкова ратне мобилизације.

Границе ратне реиндустријализације: дискусија

Налазе чланка – системски капацитетни јаз и емпиријско заравњивање криве учења – треба тумачити у контексту структурних ограничења која заједно дефинишу границе савремене европске ратне реиндустријализације. Три групе таквих ограничења заслужују експлицитну расправу.

Прва група односи се на уска грла у производњи енергетских материјала. Нитроцелулоза, TNT и RDX чине основу сваке артиљеријске гранате, а европски ланац снабдевања тим материјалима структурно је крхак. Производња нитроцелулозе у Европи зависи од памучних линтера, сировине за коју је више од 70 процената тржишних потреба покривено увозом из Кине (Defence Matters, 2024). Производња TNT-а концентрисана је у једном великом произвођачу у Пољској, уз маргиналне додатне капацитете у земљама југоисточне Европе (Defense News, 2026). Аквизиције цивилних хемијских погона од стране великих одбрамбених компанија – Rheinmetall-ова куповина компаније Hagedorn-NC (Defense News, 2025), поновно покретање Eurengo погона у Бержепаку (Defense News, 2024), преузимање погона Walsrode од Czechoslovak Group (Czechoslovak Group, 2025) – представљају експлицитно признање да је проблем структурни и да захтева нова капитална улагања, а не тек проширење постојећих капацитета.

Друга група ограничења тиче се фрагментације европског одбрамбеног тржишта. Давиде Ђенини детаљно анализира правну и регулаторну хетерогеност која спречава настанак јединственог европског тржишта одбрамбене робе, упркос институционалним напорима Комисије (Genini, 2025). Такође, указано је да француске и немачке националне преференције производе структурно различите путање реиндустријализације, с различитим импликацијама по ефикасност (Calcara и Simón, 2024), док Милер процењује да би ефикаснија европска сарадња у набавкама и истраживању могла уштедети до 30 процената садашњих одбрамбених буџета, што је посредна мера неефикасности постојећег модела (Mueller, 2025).

Трећа група ограничења везана је за радну снагу. Без довољног броја завривача, машиниста и хемијских инжењера са одговарајућим безбедносним проверама, ниједан најављени производни капацитет не може се остварити у предвиђеном року. Овај фактор системски је потцењен у академској литератури, што и само представља истраживачку празнину коју будуће студије треба да попуне.

Импликације по теорију кривих учења у одбрамбеној производњи значајне су. Наши налази сугеришу да је Бунеов модел адекватнији опис стварне динамике од класичног Рајтовог закона у савременим условима фрагментисане, ресурсно ограничене и капитално интензивне одбрамбене производње. Импликације по одбрамбену политику Европске уније сложеније су. С једне стране, систем-

ски карактер капацитетног јаза значи да се најаве политика морају третирати са задршком – са последицама по веродостојност одвраћања. С друге стране, ниска стопа учења сугерише да повећање производње неће аутоматски донети смањење јединичних трошкова, с импликацијама по укупне трошкове дугорочне ратне мобилизације.

Литература

- [1] Béraud-Sudreau, L., Tian, N., Lopes da Silva, D., & Liang, X. (2024). Developments in arms production and the effects of the war in Ukraine. *Defence and Peace Economics*, 35(6), 673–693. <https://doi.org/10.1080/10242694.2024.2381784>
- [2] Boone J., E. R., Elshaw, J. J., Koschnick, C. M., Ritschel, J. D., & Badiru, A. B. (2021). A learning curve model accounting for the flattening effect in production cycles. *Defense Acquisition Research Journal*, 28(1), 72–97.
- [3] Calcara, A., Gilli, A., & Gilli, M. (2023). Short-term readiness, long-term innovation: The European defence industry in turbulent times. *Defence Studies*, 23(4), 547–566. <https://doi.org/10.1080/14702436.2023.2277439>
- [4] Calcara, A., & Simón, L. (2024). Face to face: France, Germany and the future of the European defence industry. *Journal of European Public Policy*, 32(6), 1389–1413. <https://doi.org/10.1080/13501763.2024.2358112>
- [5] Czechoslovak Group. (2025). *MSM Group expands its presence in Europe: Acquisition of a nitrocellulose plant in Germany* [Press release]. Prague: Czechoslovak Group.
- [6] Defence Matters. (2024). Europe's gunpowder bottleneck: How cotton supply chains became a defence issue. Defence Matters.
- [7] Defense Express. (2023). How much 155 mm ammunition costs now: An example of the Rheinmetall contract. Defense Express.
- [8] Defense News. (2023a, October 16). French firms to triple 155 mm ammo production, boost weapons output. Defense News.
- [9] Defense News. (2023b, December 14). Finland to double ammunition production, build new factories. Defense News.
- [10] Defense News. (2024, April 11). France to invest €500 million in artillery propellant production. Defense News.
- [11] Defense News. (2025, April 7). Rheinmetall secures nitrocellulose supply amid European ammo scramble. Defense News.
- [12] Defense News. (2026, April 14). Swedish, Polish firms invest in TNT plants to quench Europe's ammo thirst. Defense News.
- [13] The Defense Post. (2025, November 7). Rheinmetall starts building artillery ammunition plant in Lithuania. The Defense Post.
- [14] The Engineer. (2025). BAE Systems technology investment delivers major boost to UK munitions production. The Engineer.

- [15] European Commission. (2023). Regulation (EU) 2023/1525 of the European Parliament and of the Council of 20 July 2023 on supporting ammunition production [ASAP]. *Official Journal of the European Union*, L 185, 7–25.
- [16] European Commission. (2024a). A new European defence industrial strategy: Achieving EU readiness through a responsive and resilient European defence industry [JOIN(2024) 10 final]. Brussels.
- [17] European Commission. (2024b). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the European Defence Industry Programme and a framework of measures to ensure the timely availability and supply of defence products [EDIP]. Brussels: European Commission.
- [18] European Commission & High Representative of the Union for Foreign Affairs and Security Policy. (2025). Joint White Paper for European Defence – Readiness 2030. Brussels: European Commission.
- [19] European Defence Agency (EDA). (2025). Defence Data 2024–2025. Brussels: European Defence Agency.
- [20] Fiott, D. (2024). From liberalisation to industrial policy: Towards a geoeconomic turn in the European defence market? *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 62(4), 1012–1027. <https://doi.org/10.1111/jcms.13600>
- [21] Genini, D. (2025). Restructuring the EU's defence industrial base amid geopolitical shifts. *Maastricht Journal of European and Comparative Law*. <https://doi.org/10.1177/1023263X251394132>
- [22] Howorth, J. (2025). European defence and NATO: From competition to co-operation to replacement? *JCMS: Journal of Common Market Studies*. <https://doi.org/10.1111/jcms.70010>
- [23] International Institute for Strategic Studies (IISS). (2025). *Progress and shortfalls in Europe's defence* [IISS Strategic Dossier]. London: International Institute for Strategic Studies.
- [24] Janes. (2025). Rheinmetall opens 155 mm artillery shell plant in Unterlüß. *Jane's Defence News*.
- [25] Knežević, S. (2025). War Reindustrialization of Europe: Defense Industrial Complexes As Pillars of Strategic Autonomy. *Military Studies: Journal for Strategy, Technology and Defense Sciences*, 3(2), 9–28.
- [26] Mueller, T. (2025). Drivers and impact of European defence market integration: A literature meta-synthesis with economic focus. *Defence and Peace Economics*, 36(5), 577–612. <https://doi.org/10.1080/10242694.2024.2396416>
- [27] North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2024). NATO Industrial Capacity Expansion Pledge. Washington Summit, 10 July 2024. Brussels: NATO.
- [28] North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2025). Updated Defence Production Action Plan. Brussels: NATO.
- [29] Radio Free Europe/Radio Liberty. (2025). Czech initiative criticised for costs, quality and delays – but keeps ammunition flowing to Ukraine. RFE/RL.

[30] Rheinmetall AG. (2025a, September 5). *A new era at Rheinmetall: Ammunition factory opening in Unterlüß* [Press release]. Düsseldorf: Rheinmetall AG.

[31] Rheinmetall AG. (2025b, October 28). *Rheinmetall and VMZ establish joint venture: Cooperation with Bulgaria* [Press release]. Düsseldorf: Rheinmetall AG.

[32] Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2024). *SIPRI Yearbook 2024: Armaments, disarmament and international security*. Oxford University Press.

[33] Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2024). *The SIPRI Top 100 arms-producing and military services companies, 2023* [SIPRI Fact Sheet]. Stockholm: SIPRI.

[34] Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2025). *SIPRI Yearbook 2025: Armaments, disarmament and international security*. Oxford University Press.

[35] Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2025). *The SIPRI Top 100 arms-producing and military services companies, 2024* [SIPRI Fact Sheet]. Stockholm: SIPRI.

[36] Watling, J., & Reynolds, N. (2024). *Winning the industrial war: Comparing Russia, Europe and Ukraine, 2022–24*. London: Royal United Services Institute (RUSI).

Резиме

Овај чланак пошао је од претпоставке да појам ратне реиндустријализације, онако како се користио у дискурсу политика и у делу академске литературе након 2022. године, захтева строжу операционализацију како би функционисао као користан аналитички инструмент. Поставили смо две емпиријски проверљиве хипотезе и, користећи јавно доступне податке о производњи артиљеријске муниције калибра 155 mm у Европској унији за период 2022–2026, дошли до два главна налаза.

Први налаз – системски капацитетни јаз, мерљив помоћу предложеног Индекса капацитетног јаза и поткрепљен вредностима испод 100 кроз све посматране године – иде у прилог хипотези H1 и имплицира да се политичка реторика о успешној европској ратној реиндустријализацији мора третирати са задршком. Најављени циљеви и испоручени капацитет разликују се на начин који није случајан, већ структурно детерминисан. Други налаз – индикативна процена одступања емпиријске криве учења у производњи граната калибра 155 mm од класичног Рајтовог закона, са стопом учења у распону од пет до осам процената по удвостручењу кумулативне производње – конзистентан је с хипотезом H2 и сугерише да је Бунеов ревидирани модел адекватнији теоријски оквир за савремену одбрамбену производњу. Строго регресионо тестирање на систематски прикупљеном скупу података остаје изван обима овог чланка и идентификовано је као предмет наредних истраживања.

Допринос чланка је двострук. Концептуално, предложена је оперативна дефиниција ратне реиндустријализације, заснована на два мерљива индикатора – капацитетном јазу и економији учења – који надилазе метафоричку употребу

термина. Емпиријски, извршена је једна од првих системских анализа односа између најављених и испоручених капацитета муниције калибра 155 mm у ЕУ, уз прелиминарну, на јавним изворима засновану процену Рајтовог закона примењену, на експлоративној основи, на ратни гаџ-иџ процес европске артиљеријске муниције.

Ограничења чланка везана су пре свега за непотпуност јавних података о ценама и капацитету, те за хетерогеност извора који се морају триангулирати да би се дошло до кохерентних агрегатних вредности. Будућа истраживања могла би се усмерити у три правца: дубљу анализу радне снаге као везујућег ограничења ратне реиндустријализације; примену CGI методологије на друге сегменте одбрамбене производње (противваздушна одбрана, оклопна возила, дронови) и квантитативно поређење европске криве учења с руском и америчком, што би омогућило робусније генерализације о границама Рајтовог закона у савременим условима рата високог интензитета.

Кључне речи: *ратна реиндустријализација, капацитетни јаз, Рајтов закон, крива учења, муниција калибра 155 mm, Европска унија, одбрамбена индустрија, Бунеов модел, индекс капацитетног јаза*

© 2026 Аутор. Објавило *Војно дело* (<http://www.vojnodeo.mod.gov.rs>). Ово је чланак отвореног приступа и дистрибуира се у складу са лиценцом Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



