



CONNECT & SUPPLY

Časopis o auto-industriji

Izdvojeno iz sadržaja:

- TAIWAN'S MOBILITY ECOSYSTEM
- THE CATENA-X DATASPACE
- ŠTA HR MOŽE DA NAUČI OD AUTO-INDUSTRIJE, A ŠTA AUTO-INDUSTRIJA OD HR-A?

broj 15 • oktobar 2026.

AUTOMOBILSKI KLASITER SRBIJE

Misija

Povezivanje i umrežavanje privrede, naučnih, razvojnih i javnih institucija, radi lakšeg stvaranja sinergija, pokretanja zajedničkih razvojnih projekata, dostizanja zahtevanog nivoa kvaliteta i stvaranja prepoznatljivog brenda, doprineće jačanju konkurentnosti naših članica na međunarodnom planu.

Vizija

AC Serbia - centar umreženih proizvođača auto-delova i opreme, koji postaju deo međunarodnih dobavljačkih lanaca.

SISTEM USLUGA AUTO-KLASITERA

MARKETING

PODSTICANJE IZVOZA

EDUKACIJA / KONSALTING

ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ

KOMUNIKACIJA
I KOOPERACIJA

UPRAVLJANJE KVALITETOM
SERTIFIKACIJA

DIGITALIZACIJA
INDUSTRY 4.0

LOBIRANJE

Kancelarija AC Serbia kroz svoj sistem usluga obavlja funkciju ONE STOP SHOP-a

Sve usluge/informacije/kontakti
NA JEDNOM MESTU!

Saradnjom sa AC Serbia
ŠTEDITE SVOJE VREME I NOVAC!



Izdavač:

AUTOMOBILSKI KLASITER SRBIJE
Majke Jevrosime 9
11000 Beograd
Srbija
Mob. +381 62 400086
e-mail: IgorVijatov@acserbia.org.rs
Skype: IgorVijatov
www.acserbia.org.rs

Za izdavača

Igor Vijatov

Urednik časopisa:

Aleksandar Šaranac
aleksandar.saranac@acserbia.org.rs

Lektor za srpski jezik:

Perica Radović

Lektor za engleski jezik:

Marija Rakić Šaranac

Poštovani čitaoci,

Pred nama je još jedan mali jubilej – petnaesti broj časopisa Connect and Supply.

Period između dva broja obeležila je Catena-X, nova platforma za razvoj podataka u automobilske industriji, kojoj posvećujemo značajan prostor u ovom broju.

Druga važna tema je aditivna proizvodnja. Veliki broj stručnih skupova u poslednjih par meseci pokazao je da region Zapadnog Balkana još uvek nije u dovoljnoj meri spreman da prihvati nove metode proizvodnje kao što je 3D štampa. Zato naš časopis kroz nekoliko tekstova želi da da svoj doprinos razvoju ove teme u regionu.

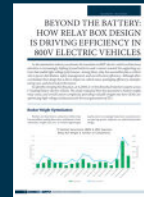
Želimo vam prijatno čitanje.

Aleksandar Šaranac,
urednik časopisa.



Sadržaj

SADAŠNJOST I BUDUĆNOST	5
Taiwan's Mobility Ecosystem in Motion: Highlights from 360° MOBILITY Mega Shows and What's Ahead in 2027	5
The Catena-X dataspace addresses key challenges in the automotive industry, while funding makes entry easier in 2026	8
DATAFACTORY: Swiss Precision Meets the Future of Smart Manufacturing	12
Beyond the Battery: How Relay Box Design Is Driving Efficiency in 800V Electric Vehicles.....	16
KULTURA POSLOVANJA	21
Šta HR može da nauči od auto-industrije, a šta auto-industrija od HR-a?	21
Automobil budućnosti neće se samo sklapati – On će se i 3D printati ...	24
NOVE TEHNOLOGIJE	31
Kada 3D print postaje dio proizvodnje: primjer Toyote i Riviana	31
Automatizirano 3D mjerenje u proizvodnji: kada kontrola kvalitete postane usko grlo	35



TAIWAN'S MOBILITY ECOSYSTEM IN MOTION: HIGHLIGHTS FROM 360° MOBILITY MEGA SHOWS AND WHAT'S AHEAD IN 2027

Taiwan's automotive sector is moving beyond its traditional role as a component supplier. Building on decades of strength in electronics, ICT, semiconductors and precision manufacturing, Taiwanese companies are increasingly developing vehicle electronics, EV systems, smart cockpits, advanced sensing and integrated hardware-software solutions for global OEMs and Tier 1 suppliers. The evolution of 360° MOBILITY Mega Shows reflects this shift toward higher-value mobility technologies, system integration and collaborative development.



TAIPEI AMPA
Taipei Int'l Automobile & Motorcycle Parts & Accessories Show
E-MOBILITY TAIWAN



Taiwan: From Components to Vehicle Systems

Taiwan's differentiation lies less in manufacturing scale than in its ability to combine flexible production with deep expertise in electronics and engineering. This shift is increasingly visible in Europe, where Taiwanese companies are moving beyond component supply toward co-development and system-level partnerships.

Foxconn and Stellantis established Mobile Drive to develop smart cockpit and connected-vehicle solutions, while AUO's acquisition of Germany-based BHTC strengthened its position in automotive HMI and expanded its role as a Tier 1 automotive supplier. These developments illustrate the deeper integration of Taiwanese technology into Europe's automotive value chain.

Building on AMPA: A Broader Mobility Platform

360° MOBILITY Mega Shows was introduced in 2025 as an umbrella brand bringing together Taipei AMPA, E-Mobility Taiwan and Autotronics Taipei. Building on Taipei AMPA's more than four decades of industry experience, the platform has expanded to reflect the convergence of automotive manufacturing, electronics, electrification and intelligent mobility.

2026: Taiwan's Mobility Ecosystem in Action

The 2026 edition attracted international visitors from 90 countries, including nearly 2,500 overseas

buyers and industry professionals, and generated 815 one-on-one business meetings. For OEM and Tier 1 audiences, however, the more significant story was the growing shift from individual components toward system-level vehicle technologies.

Foxconn demonstrated integrated Smart EV capabilities spanning vehicle development, EV systems and automotive electronics, from design and engineering through manufacturing. A Taiwan-developed hydrogen bus certified to both EU and UN standards provided further evidence of the industry's ability to develop hydrogen mobility solutions for international markets. E-Lead presented a vehicle-mounted drone system designed to improve visibility around truck and trailer blind spots. Other exhibits covered AI-enabled smart cockpit systems, EV power conversion and charging, while Turing Drive presented turnkey autonomous-driving solutions for vehicle manufacturers.

Taken together, these technologies highlighted Taiwan's ability to combine electronics, power systems, sensing, AI and manufacturing into solutions relevant to next-generation vehicle platforms.

2027: Evolving with the Mobility Industry

As electrification, automotive electronics and intelligent mobility continue to converge, the show is evolving alongside the industry. In 2027, 360° MOBILITY Mega Shows will bring together two ma-



major exhibition brands: Taipei AMPA and E-Mobility Taiwan, jointly covering a broader mobility value chain—from vehicles and precision components to automotive electronics, powertrain systems, autonomous driving and intelligent mobility applications.

The 2027 edition will be structured around three pillars:

- **Resilient Parts** — Emphasizing automotive-grade manufacturing, precision components, flexible production and reliable supply chains for OEM and Tier 1 partners.
- **Smart Mobility** — Focusing on automotive electronics, electric powertrain systems, EVs, autonomous driving and intelligent vehicle applications.
- **Connected Mobility** — Extending beyond vehicle connectivity to connect companies, technologies and business opportunities through business matchmaking, industry forums, expert sessions, curated buyer tours and networking across the wider mobility ecosystem.

A Bridge to Central and Eastern Europe

For automotive companies in Serbia and across Central and Eastern Europe, Taiwan offers a distinct combination of engineering expertise, automotive electronics and advanced manufacturing capabilities. 360° MOBILITY Mega Shows provides a practical entry point for companies looking to diversify sourcing, identify technology partners and explore co-development opportunities with Taiwanese and regional partners.

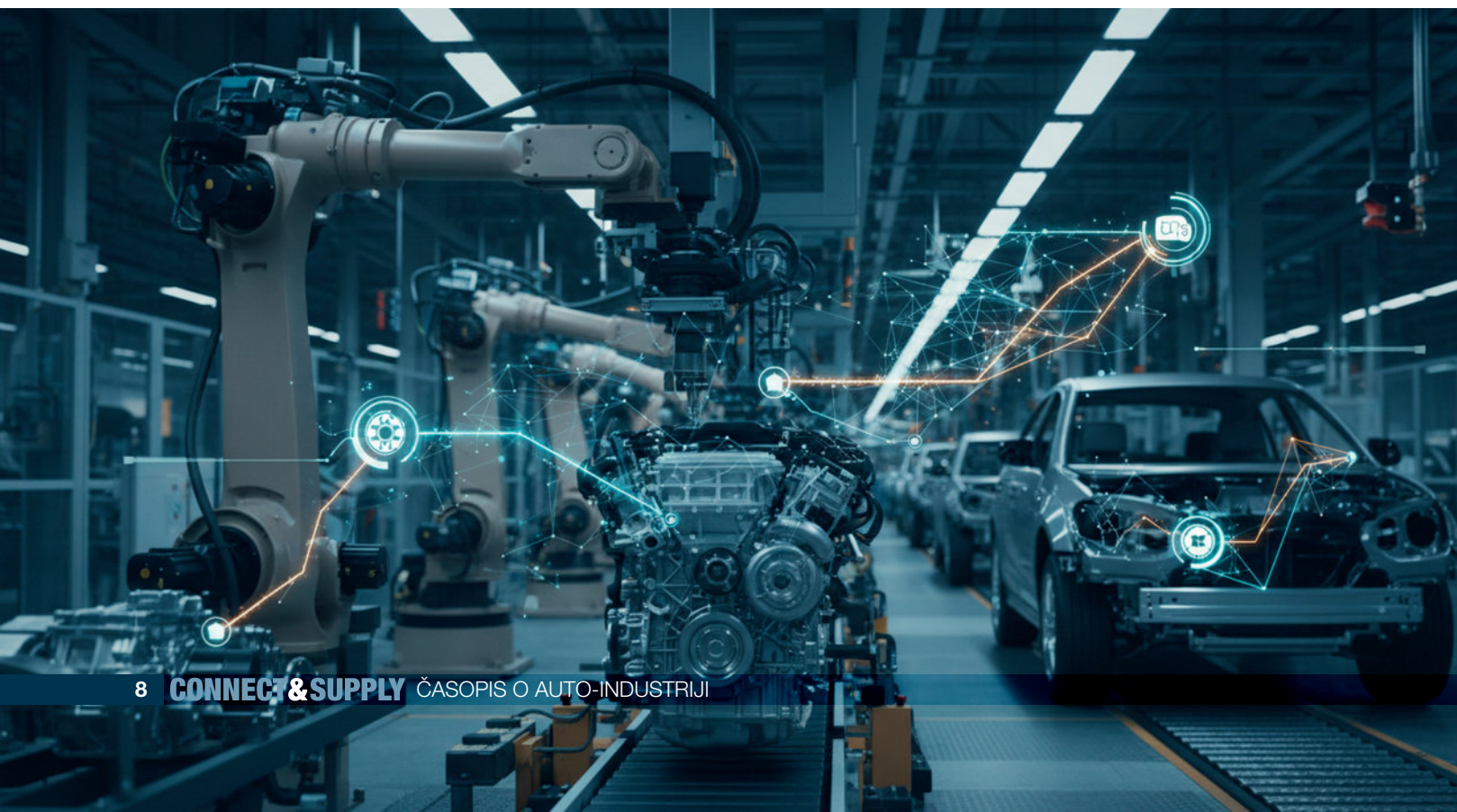
The value extends beyond procurement. International forums, guided tours, business matchmaking and industry networking give buyers and engineers opportunities to assess technologies, understand market developments and engage directly with potential partners.

Taking place in Taipei from **April 13–16, 2027**, the next edition will give buyers, engineers and sourcing teams direct access to Taiwanese suppliers and technology developers in advanced components, EV systems and intelligent mobility.

For more information, please visit the official website:
<https://www.taipeiampa.com.tw/en/index.html>

THE CATENA-X DATASPACE ADDRESSES KEY CHALLENGES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY, WHILE FUNDING MAKES ENTRY EASIER IN 2026

Supply chain disruptions, rising regulatory requirements, and increasing pressure from major automotive manufacturers are creating the same challenge for many companies: they need to exchange information much faster, in a more structured way, and across company boundaries. Digital collaboration across the supply chain has become a prerequisite for competitiveness, compliance, and new business opportunities. Catena-X provides the technical foundation for this. The dataspace enables secure and efficient data exchange along the automotive value chain. Participation is becoming increasingly relevant for partners of major OEMs such as BMW, Volkswagen, Mercedes-Benz, and Ford, and in some cases is already becoming part of procurement processes. Entering the ecosystem in 2026 is easier than ever before: a study funded by the German federal government provides financial support of up to €30,000 for companies getting started with Catena-X in 2026.



Data is becoming a competitive advantage

The automotive industry has been under pressure for years. Supply chains have become more volatile, regulatory requirements are increasing, and quality issues can cause significant downstream costs. All of these challenges have one thing in common: they can be addressed through data. Company A has information that can help Company B move forward, and vice versa. However, this information is often distributed and isolated across systems, locations, and companies.

The data exists, but it cannot be easily used along supply chains.

This is exactly where Catena-X comes in. The global dataspace enables an end-to-end flow of data across the entire value chain, from raw material suppliers to major manufacturers. The goal is to digitalize value chains while technically preventing the unintended disclosure of data between organizations.

What is Catena-X?

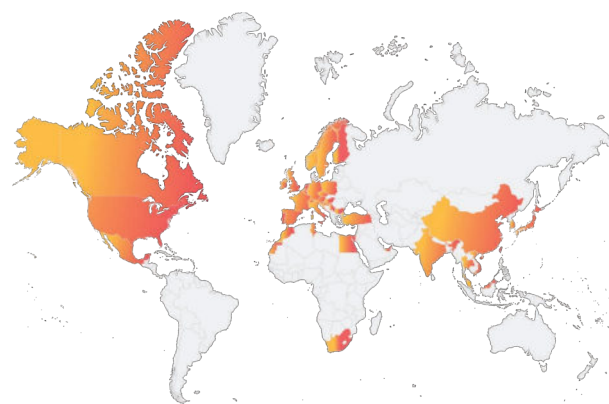
Catena-X was initiated in 2021 with support from the German federal government and European funding. Its founding members include Volkswagen, BMW, SAP, and Mercedes-Benz. The result is the first open, collaborative data ecosystem for the automotive industry, built with a clear objective: companies should be able to exchange data along the entire value chain in a standardized, secure, and sovereign way.

Sovereign means that every participant retains control over its own data. Companies decide for themselves which information they share, with whom, and under what conditions. Catena-X is therefore not a central cloud where all data is pooled. Data exchange takes place in a decentralized way, based on common rules and standardized interfaces. The security of each company's data always remains in the hands of the participant.

To make Catena-X usable in practice, companies need the right technical infrastructure. This infrastructure is provided by Cofinity-X as the first operating company of the Catena-X dataspace. In addition, Cofinity-X enables participant registration and the assignment of digital identities, provides ongoing customer support, and operates a marketplace where

companies can find suitable apps and services for their use cases.

Since 2025, the dataspace has grown significantly. More than 1300 organizations from over 45 countries are technically connected through Cofinity-X, and more than 70 app and service providers offer solutions for sovereign data exchange. At the same time, regional points of contact and partnerships are emerging in key automotive regions around the world. In addition to the main stakeholders in Germany, there are regional hubs and partnerships in North America, China, Spain, Sweden, France, Japan, and South Korea.



Benefits and potential

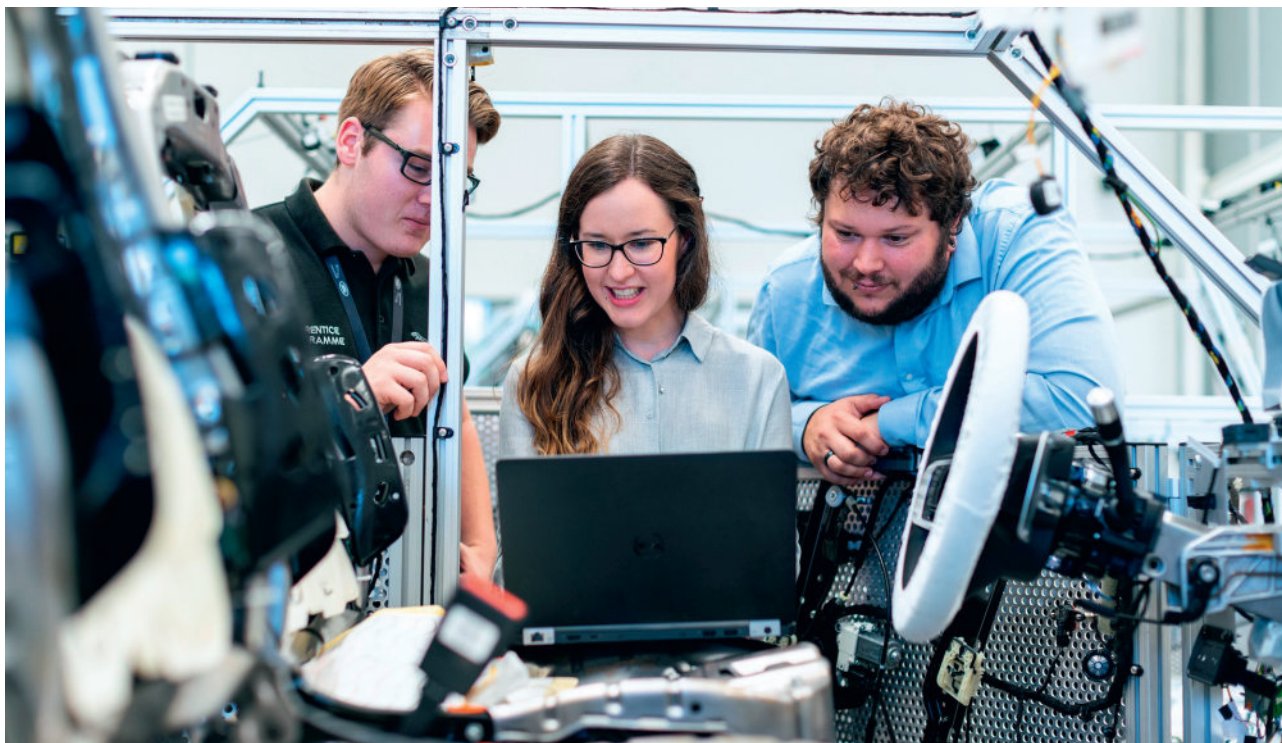
Catena-X addresses key industry challenges. The practical value of Catena-X becomes clearest when looking at concrete use cases. Sustainability, supply

chain resilience, and traceability show how standardized data exchange can turn isolated information into actionable insights across companies.

Sustainability

Regulators increasingly require companies to provide sustainability reporting, for example in the form of a Product Carbon Footprint (PCF) or Digital

Product Passport (DPP). Regulations such as the EU Battery Regulation 2023/1542 and the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) require



companies to provide data not only on emissions from their own production, but also on indirect emissions caused by upstream partners in the supply chain. Catena-X enables the secure exchange of required data across company boundaries and, through standardized calculation methods such as the Catena-X

PCF Rulebook, which allows for significantly more precise data and greater comparability across the entire industry. In one pilot, Ford, Flex, and Micron exchanged product carbon footprint data across three tiers, resulting in a calculated footprint that was 46% lower than an estimate based on industry averages.

Resilient Supply Chains

In the area of resilient supply chains, Catena-X creates greater transparency around demand, capacity, and bottlenecks. The blockage of the Suez Canal showed how quickly global flows of goods can be disrupted. The chip shortage between 2021 and 2023 also had a major impact on the automotive industry. When bottlenecks are identified too late, they can lead to high costs and production shutdowns.

With Catena-X, all participants in the automotive supply chain can exchange information on availabil-

ity and demand in a standardized way. This makes it possible to identify risks earlier. If a supplier can report available capacity, or if a bottleneck becomes visible before production comes to a halt, companies gain new room to maneuver. Smaller companies in particular benefit because they can make their role in the value chain more visible. Various use cases support the shift from reactive firefighting to proactive supply chain management.

Traceability and Quality Management

With data-driven quality management, problems should no longer become visible only after a failure has occurred. Global supply chains are becoming increasingly complex. Quality issues are often detected too late and can affect all downstream partners in the supply chain.

Through better collaboration and the exchange of quality information along the supply chain, companies can respond earlier, identify or even anticipate

potential quality issues and their root causes sooner, and initiate appropriate measures. Another key use case is the traceability of components using digital twins. If a quality case does occur, affected batches or vehicles can be identified precisely and recalls can be significantly narrowed down. So-called block notifications are intended to exclude affected parts from the further production process at the push of a button, without requiring dozens of phone calls between the



companies involved or allowing valuable time to pass. In a practical pilot project, matching field data from an OEM with production data from a supplier reduced the number of affected vehicles from 1.4 million to just 14. Koller Kunststofftechnik, a Tier 1 supplier to

major OEMs, reports that implementing a Catena-X-certified solution reduced the time required to calculate overall equipment effectiveness, a measure of production-equipment efficiency, by 51% and lowered energy losses by 15%.

Why now is the right time

Entering Catena-X has now become an operational necessity for companies. Leading OEMs are actively driving participation. At BMW, registration in the Catena-X dataspace has been a fixed part of the procurement process since April 2025. Other manufacturers such as Volkswagen, Mercedes-Benz, Ford,

and Renault are already activating their supply chains. Additional OEMs and Tier 1 suppliers around the world are preparing to connect their partners in the background. Hesitating suppliers risk falling behind the requirements of their own customers.

Financial support through a study funded by the German federal government

A current development makes entry easier than ever before. The Data Space Accelerator helps companies get started with Catena-X. The study is funded by the German government with a volume of €23 million and supports the productive start in the dataspace. Companies receive up to €30,000 in support for successful registration, the exchange of test data, and participation in an accompanying study. The entire process must be completed in 2026.

Catena-X is a response to current challenges in the automotive industry. Data exchange supports supply chain resilience, compliance, and quality management. At the same time, companies retain control over their data in Catena-X and benefit from

common standards and significantly more efficient collaboration. Shared communication channels and rules replace partner-specific information exchange via email, Excel, and similar tools.

The decisive factor is how quickly companies establish the necessary foundations. Companies that get started now can implement initial use cases productively, gain experience, and position themselves as reliable partners in an increasingly data-driven automotive industry. At the same time, 2026 offers the opportunity to enter the ecosystem in a cost-neutral way.

This makes the path from initial entry to additional use cases predictable, practically achievable, and supported by a clear financial incentive.

DATAFAKTORY: SWISS PRECISION MEETS THE FUTURE OF SMART MANUFACTURING

Switzerland has spent two centuries turning precision into a national trademark — first in watchmaking, then in pharmaceuticals and machine engineering. Today, that same instinct is being applied to a new raw material: data. Datafaktory AG, based at the Switzerland Innovation Park in Biel/Bienne, helps manufacturers, automotive suppliers included, turn everyday factory data into a genuine competitive advantage — and the story of how they do it says as much about Switzerland's innovation culture as it does about the company itself.



A robotics demonstration at a Swiss innovation event — the kind of hands-on exchange between engineers and industry leaders that the Switzerland Innovation Park is built to encourage.

A park built for good ideas to meet good engineering

The Switzerland Innovation Park is a network of national innovation campuses where startups, research institutes and established industrial companies share the same address on purpose. Biel/Bienne, the site Datafaktory calls home, sits at the crossroads of French- and German-speaking Switzerland and carries a long industrial heritage in precision mechanics — a fitting neighbourhood for a company whose

entire value proposition is precision, applied to data instead of gears.

Datafaktory also keeps a second, more informal base in Bern — Zentrooom, a collaboration space close to the capital's growing cluster of digital and public-sector innovation. Between the two locations, the company stays close to research, to policy, and to the industrial companies it works with across Europe.

What Datafaktory brings to the table

Datafaktory describes itself simply: an AI transformation and data engineering company that helps organizations build AI-ready data foundations and turn them into measurable business value. That spans three areas that build on one another. Strategy consulting helps a company work out where it stands and where it should go first. Software engineering — covering both enterprise AI & data work and what the

company calls „Industry X“ — builds the platforms and use cases that make that ambition real, from connecting shop-floor machines to enterprise systems, to deploying robotics, to tracking energy and emissions in real time. And skill development ensures the client's own team can run and grow the solution afterwards, rather than depending indefinitely on outside help.

TABLE 1 — Datafaktory's four-step way of working. Source: Datafaktory AG

Step	Focus	What it delivers	Good for
Engage	Maturity assessment	A clear picture of current strengths and gaps	Getting everyone aligned from day one
Envision	Strategy & architecture	A prioritized roadmap with real business cases	Turning ambition into a plan
Engineer	AI & Data + Industry X	Working platforms, integrations and use cases	Seeing results on the shop floor
Empower	Skills Faktory	A trained, confident in-house team	Making the change last

Good timing for the automotive industry

It is hard to imagine a better moment for this kind of partner to reach automotive suppliers. As other articles in this issue show, the industry is entering an era defined by software-defined vehicles, real-time data spaces such as Catena-X, and mounting expectations around CO₂ transparency. Every one of those shifts rewards the same underlying capability: a company

that trusts its own data enough to share it, analyse it and act on it quickly. Datafaktory's Catena-X implementation service — part-funded through the Data Space Accelerator programme — sits squarely inside that opportunity, built to help suppliers meet these new expectations without disrupting production lines that already work well.

Beyond the pilot: what „Industry X“ really covers

Inside Datafaktory, the shop-floor side of the business goes by the name „Industry X.“ It spans connecting machines and MES systems to enterprise IT

so status data flows both ways in real time; digitizing day-to-day factory operations to lift throughput and quality visibility; deploying robotics and human-

machine collaboration on the line itself; and monitoring energy and emissions closely enough to satisfy both cost pressure and compliance deadlines. None of these are separate products — they are layers of the

same data foundation, which is why a supplier can start with one and add the next without rebuilding from scratch.



Engineers collaborating around a robotics cell on a „Factory 4.0” demonstration line — the kind of hands-on, shop-floor environment Datafactory’s „Industry X” work connects to enterprise data systems, enabling real-time visibility and predictive maintenance.

A company profile worth following

TABLE 2 — Datafactory AG at a glance.

Company	Datafactory AG
Headquarters	Switzerland Innovation Park, Aarbergstrasse 46, CH-2503 Biel/Bienne, Switzerland
What they do	help enterprises to innovate AI & data products and build scalable AI-ready data foundations that drive AI & data monetization and measurable ROI—from discovery to real-world delivery.
Industries served	Automotive, metals & mining, chemicals, pharmaceuticals, electronics, FMCG, energy and more

Where this is heading

What makes the Swiss innovation ecosystem worth watching is not any single breakthrough, but the steady, cumulative habit of doing the unglamorous groundwork well — precise measurement, careful

engineering, patient collaboration between research and industry. Applied to data and AI, that habit is quietly reshaping what „smart manufacturing” means in practice: not a single dramatic leap, but factories

that see themselves more clearly, respond faster, and share what they learn with the partners who need it. For automotive suppliers in Southeastern Europe already proving themselves as reliable partners to

global OEMs, that is an invitation worth taking seriously — and, from Biel/Bienne to the shop floors of Kragujevac or Chişinău, a genuinely exciting one.

Meet the CEO: Dr. Milan Kumar



Dr. Milan Kumar

like Audi, Porsche, Bentley, Scania, MAN, and others worldwide in their manufacturing plants and dealership networks. Throughout his career, Dr. Kumar has supported technology transformation of many Fortune 500 companies such as VOLKSWAGEN Group, ZF Group, BMW Group, General Motors, British Airways, Reliance, Atlas Copco, VISA, Morgan Stanley to name a few. Member of the Board : Dr Kumar also holds Board Member role at Swiss CxO Forum, ETH Zurich AI strategy lab, UNIL AI Lab, INCIT Singapore. Dr. Kumar's academic achievements include a

Global CIO & CDO | Board Member | CEO | Digital Transformation Leader. Dr. Milan Kumar is a distinguished figure in the field of global technology as a Global Chief Information and Digital Officer (CIO & CDO), renowned as a TEDx speaker, educator, international author, and startup mentor. He is currently Member of the Board at Datafaktory AG and CIO & CDO at Switzerland Innovation PBB. He served previously as the CIO of ZF Commercial Vehicles, a leading supplier of technologies and services that enhance the safety, efficiency, and connectivity of commercial vehicles, based in Bern, Switzerland. Dr. Kumar has a wealth of experience in senior IT leadership roles, having previously acted as the CIO and CDO, as well as a board member at WABCO (NYSE:WBC). He also served as the CDO and CIO at NTL (a NTT Group company), where he consulted numerous Fortune 1000 companies with their digital transformation journey. Before this, Dr. Kumar held several high-ranking IT leadership positions within the VOLKSWAGEN group in Europe and India, including CIO/ Director and Board Member of Volkswagen IT Services IPL, where he co-founded Volkswagen's global IT delivery center in India, supporting various brands

PhD in AI Management and completion of the „Driving Growth Through Innovation“ at the Harvard Business School. He has been recognized with numerous awards, including the „Swiss CIO of the Year,“ „Global Digital CIO,“ and „CIO Excellence Award“ from Economics Times. Additionally, Dr. Kumar is a TEDx & Global Keynote Speaker and an avid technical writer with his articles being published in various CIO magazines, Springer, World Economic Forum (WEF), MIT etc. He has also authored three internationally acclaimed books as part of his CIO Series - „Smart Factory“, „Immersive and Augmented Analytics“, „Intelligent Robotics PA“, „Kumar-de-Brabandt AI Data Economy Model“ a copy-right/patented framework



Caption: Dr. Milan Kumar (left) at a Swiss CxO Forum event, where he serves on the Advisory Board.



Datafaktory AG

Switzerland Innovation Park, Aarbergstrasse 46,
CH-2503 Biel/Bienne, Switzerland
Zentrum, Bahnhofplatz 10B, CH-3011 Bern,
Switzerland

info_df@datafaktory.com | +41 76 247 33 65 |
www.datafaktory.com

BEYOND THE BATTERY: HOW RELAY BOX DESIGN IS DRIVING EFFICIENCY IN 800V ELECTRIC VEHICLES

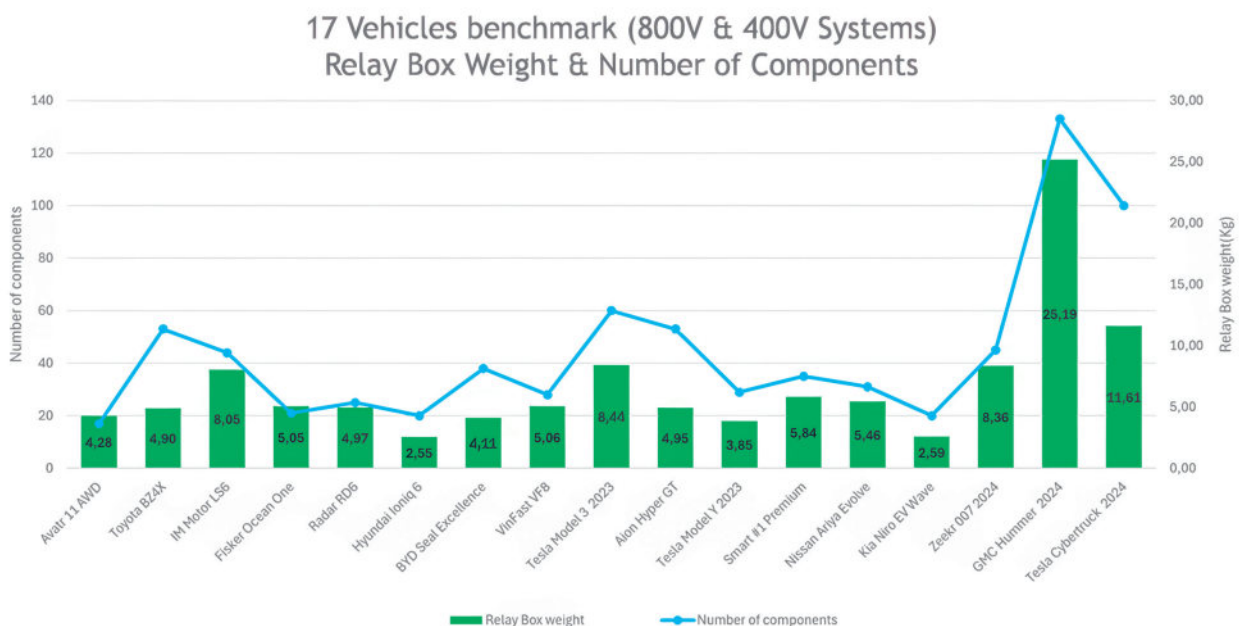
As the automotive industry accelerates the transition to 800V electric vehicle architectures, attention is increasingly shifting beyond batteries and e-motors toward the supporting systems that enable high-voltage performance. Among these, relay box assemblies play a critical role in power distribution, safety management, and overall system efficiency. Although often overlooked, their design has a direct impact on vehicle mass, packaging efficiency, manufacturing cost, and electrical performance.

To identify emerging best practices, at A2MAC1 we benchmarked relay box systems across 17 leading battery electric vehicles. The study evaluated three key parameters: busbar weight, relay count, and overall system complexity, providing valuable insight into how OEMs are optimizing high-voltage architectures for the next generation of EVs.

Busbar Weight Optimization

Busbars are the primary conductors within relay box assemblies, making them a key contributor to both subsystem weight and cost. As vehicle lightweight-

ing becomes increasingly important, manufacturers are placing greater emphasis on optimizing busbar design.



The benchmark reveals a clear industry trend toward aluminum busbars. Compared with traditional copper solutions, aluminum offers significant reductions in both weight and material cost while maintaining the electrical performance required for high-voltage applications. Advances in conductor design, joining technologies, and surface treatments have further strengthened the viability of aluminum as the preferred material for next-generation relay box systems.

Among the vehicles analyzed, the Hyundai Ioniq 6 and Kia Niro EV Wave demonstrate particularly ef-

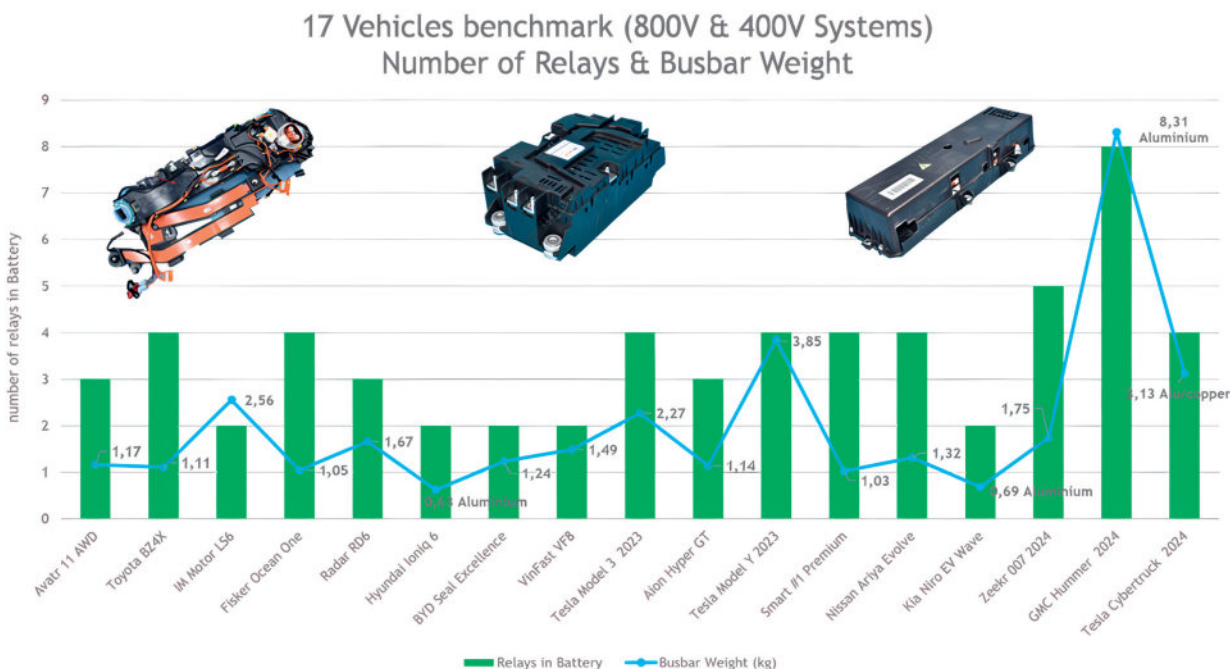
fective implementation of aluminum busbars, achieving an excellent balance between weight, cost, and functionality. In contrast, the GMC Hummer EV records the highest busbar mass at 8.31 kg, reflecting the demands of a high-power architecture and highlighting the challenges associated with vehicle-scale electrification.

The findings confirm that busbar optimization remains one of the most effective levers for reducing subsystem mass and improving overall vehicle efficiency.

Relay Count and System Complexity

In parallel with material optimization, manufacturers are increasingly focused on reducing relay count

and component complexity without compromising functionality, safety, or reliability.



Most vehicles included in the benchmark utilize two to three main relays within the battery pack, reflecting a highly efficient architecture with limited complexity. Tesla, Toyota bZ4X, Nissan Ariya, Fisker Ocean One, and Smart Premium adopt four-relay configurations, striking a balance between system redundancy, operational flexibility, and cost efficiency.

Zeekr employs a five-relay architecture designed to support enhanced charging performance and advanced power management strategies.

At the opposite end of the spectrum, the GMC Hummer EV features eight main relays with a com-

bined mass of approximately 3 kg. While this approach delivers additional functionality, it also increases weight, packaging requirements, and manufacturing cost.

The Tesla Cybertruck AWD presents another interesting case. Its relay box weighs 10.65 kg and contains approximately 100 individual components, indicating potential opportunities for further optimization through component consolidation and weight reduction. Based on the benchmark results, lowering system complexity remains one of the most effective pathways to improving cost competitiveness.

Key Industry Trends

1. Aluminum Becoming the Material of Choice

The transition from copper to aluminum is accelerating across the industry. OEMs increasingly recognize the benefits of lower material costs and reduced mass, both of which contribute directly to vehicle efficiency. At the same time, ongoing improvements in corrosion protection and coating technologies continue to expand aluminum's suitability for demanding automotive applications.

2. Simpler Architectures Deliver Greater Efficiency

The benchmark indicates a strong correlation between reduced relay count, lower component complexity, and improved cost performance. Fewer components simplify manufacturing, reduce assembly effort, and minimize potential failure points, resulting in more efficient and robust system designs.

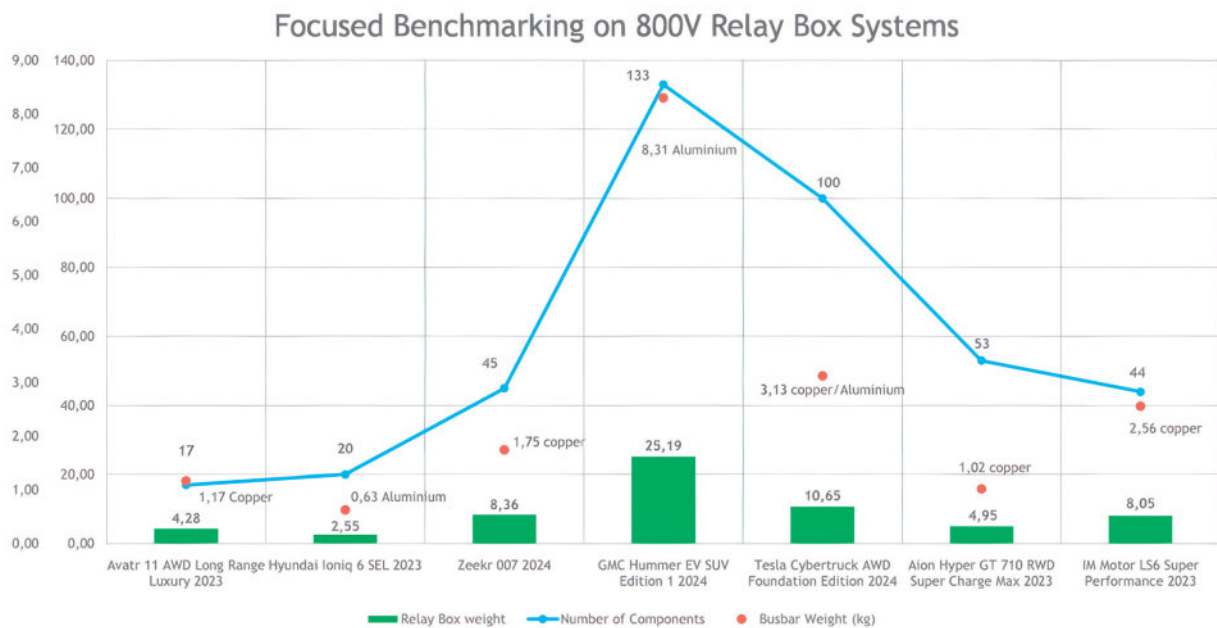
Conversely, highly complex architectures tend to carry penalties in both weight and cost.

The GMC Hummer EV exemplifies this trade-off, combining the highest relay box weight at 25.19 kg with the largest component count in the study at 133 components.

3. Increased Integration and Packaging Efficiency

As EV platforms become increasingly space-constrained, packaging efficiency is becoming a major design priority. Compact relay box architectures free valuable volume within battery systems and support higher levels of functional integration.

Tesla provides a notable example through its use of a Double Pole Double Throw switching architecture, which enables transitions between 400V and 800V operating modes without relying on conventional pre-charge relays. This innovative approach reduces component count while maximizing packaging efficiency and system integration.



Why Relay Box Optimization Matters

Although relay boxes account for only a small portion of total vehicle cost and mass, their influence extends across multiple performance metrics. Optimized designs contribute to:

- Lower manufacturing costs through reduced material usage and part count.
- Improved vehicle efficiency through subsystem lightweighting.

- Enhanced packaging flexibility within increasingly dense EV architectures.
- Greater system reliability through reduced complexity and fewer potential failure points.
- Improved scalability across future vehicle platforms.

As electrification continues to advance, relay box design is evolving from a supporting engineering activity into a strategic area of competitive differentiation.

Looking Ahead

The next generation of relay box systems will be shaped by continued efforts to reduce weight, simplify architectures, and increase functional integration. Key areas of development are expected to include:

- Wider adoption of solid-state switching technologies.
- Advanced conductor materials and next-generation surface treatments.
- Increased modularity to support multiple vehicle platforms.
- Further reductions in relay count and component complexity.

- More compact and integrated packaging solutions.

The benchmark findings demonstrate that the most competitive relay box architectures successfully combine lightweight materials, simplified designs, and high levels of integration. As 800V platforms become the industry standard, these principles will play an increasingly important role in improving vehicle efficiency, reducing costs, and accelerating the adoption of electric mobility.

Join the Conversation

How are you tackling relay box optimization in your projects? Let's exchange insights:

- What strategies are you exploring to improve relay box efficiency?

- How do you see busbar design evolving in the future of EVs?

We invite industry professionals to connect with us to continue driving innovation in power distribution and electrification!



**Kupite ScanBox
i ubrzajte svoja
3D mjerenja
za 50-80%
u odnosu na
tradicionalne metode**

Javite nam se za ponudu i besplatan demo:
info@topomatika.rs



Certified
Metrology Partner

Kada pomislite na merenje, pomislite na LOTRIČ Metrology.

SISTEMI ZA NADZOR

Za 100 % nadzor i automatizaciju proizvodnih procesa. Akreditacija prema ISO 9001.

ISPITIVANJA

Pet laboratorija za ispitivanje sa najsavremenijom opremom. Odobrenje od strane koncerna VW.

ZASTUPNIŠTVA

Za više od 30 proizvađača vrhunske merne opreme za primenu u industriji, laboratorijama, farmaciji, medicini, apotekama, vozilima

OCENJIVANJE USAGLAŠENOSTI

Ocenjivanje usaglašenosti sa propisima nacionalnog i evropskog zakonodavstva, sa harmonizovanim i ostalim standardima i sa zahtevima proizvađača.

ETALONIRANJE

464 metoda, od toga 225 akreditovanih. Akreditacija po ISO/IEC 17025.

SERTIFIKACIJA

Ovlašćeno telo NB 2897 za ličnu zaštitnu opremu.

Već više od 30 godina kao porodično preduzeće bavimo se razvojem i primenom metroloških rešenja. Izrasli smo u evropsku grupu LOTRIČ Metrology koju čini više od 190 stručnjaka na području metrologije, zaposlenih u 10 poduzeća u 8 država.



ŠTA HR MOŽE DA NAUČI OD AUTO-INDUSTRIJE, A ŠTA AUTO-INDUSTRIJA OD HR-A?

Pre godinu dana pozvao me je drug iz vojske: „Niški, trebaš mi. Nauči me kako da se foliram. Imam koleginicu koja me nervira.“ Često čujem i sledeće: „Takva mi je priroda“, „Nemamo vremena za razvoj ljudi“ ili „Ma, to je prodavanje magle.“ I mogu da ih razumem. Ponekad treninzi zaista liče na to. Kao inženjer elektronike, navikao sam da merim rezultate, a onda sam, kao HR konsultant, kroz rad sa **50 kompanija**

„Kvalitet smo pretvorili u sistem. Vreme je da isto uradimo sa razvojem ljudi – ali bez zaboravljanja da ljudi nisu mašine.“

u poslednjih 15 godina, uvideo kada razvoj ljudi daje rezultat, a kada ostaje samo još jedna obuka.

I ovo je priča o tome.

Tehnologija se menja sve brže. Čak **70% zaposlenih u auto-industriji** se ne oseća pripremljeno za trenutnu ulogu. AI dodatno ubrzava promenu: menja potrebne kompetencije i skraćuje vreme da ih razvijemo.

1. SOFT PROBLEM POSTAJE QUALITY PROBLEM

Auto-industrija dobro poznaje situaciju u kojoj odličan inženjer postaje rukovodilac. Do juče je rezultat zavisio od njegovog znanja. Danas zavisi od toga šta postiže preko drugih. Da li je ownership jasan? Da li se problem eskalira na vreme? Da li Production i Quality rešavaju problem ili traže krivca? Kada komunikacija zakaže, tehnički problem brzo postaje rework, kašnjenje, Quality issue ili customer escalation. Tu „soft“ problemi postaju veoma tvrdi poslovni problemi.

Postoji i naš komunikacioni paradoks. Mi na Balkanu volimo da se raspravljamo, ali često slabo slušamo jedni druge i očekujemo da se neke stvari podrazumevaju. Rezultat je često nedostatak komunikacije. Zato cilj treba da bude **konstruktivan konflikt: pažljivo slušamo, jasno komuniciramo i zajedno napadamo problem, a ne jedni druge**. Šezdeset četiri procenta zaposlenih u auto-industriji kaže da su „leaders who listen“ kritični za njihovo zadržavanje. Da li naši menadžeri znaju da slušaju?

Kada ljudi ne znaju kako da nešto iskomuniciraju, posledica nije uvek otvoren konflikt. Nekad je upravo suprotno: ćutanje, izbegavanje odgovornosti, povlačenje, pad angažovanosti, a ponekad i apsentizam ili odlazak.

Ipak, dobra komunikacija ne znači odsustvo standarda. **Kao što proces ima standard, mora ga imati i ponašanje.** Uloga menadžera i HR-a je da jasno kažu šta se očekuje, pomognu čoveku da to dostigne, prate napredak – ali i reaguju kada se odstupanje uporno ponavlja. Posebno kod promena, ljudi moraju da razumeju tri stvari: **zašto se nešto menja, šta smo odlučili i šta će zbog toga oni raditi drugačije.**

U radu sa jednim rukovodiocem, menjali smo pristup zaposlenoj sa kojom je komunikacija bila teška. Kasnije mi je napisao: „Ljudska podrška joj je mnogo značila – smanjila se tenzija i komunikacija je postala bolja.“ I dodao: „Najvažnije, počela je sama da se interesuje za kvalitet i produkciju.“ Promenili smo ponašanje rukovodioca, a efekat se pojavio u odnosu prema kvalitetu i proizvodnji.



AI može preneti znanje. Ljudi pokreću promenu.

2. PRAVI RAZVOJ POČINJE KADA SE TRENING ZAVRŠI

Auto-industrija ne očekuje da novi proces bude dobar zato što smo ga jednom objasnili. Testiramo, merimo, korigujemo i ponovo proveravamo. **Zašto onda očekujemo da se ponašanje rukovodioca promeni posle jednog treninga? I kako znamo da se promenilo?**

U radu sa klijentima, **4,9 od 5** na evaluaciji treninga jeste odlična ocena, ali tek prvi nivo. Važnije je kada **90% učesnika ostvari više od 90 poena na proveru znanja**, a još više kada ljudi kažu da je program stvorio bolji timski duh (bez „sektorskog rata“) i kada vidimo promenu ponašanja. Najvažnije je ipak kada se promena vidi u performansama. Kod jednog klijenta, **šest meseci nakon razvojne intervencije, produktivnost tima porasla je 13% i zbog razvojnih**

aktivnosti koje smo imali. Zato merimo četiri nivoa: zadovoljstvo → znanje → ponašanje → poslovni rezultat.

Pre treninga treba da postoji individualna procena. Posle njega, učesnik definiše šta želi da promeni, pravi plan, primenjuje ga, dobija feedback, proverava rezultat i koriguje pristup. **Plan – Do – Check – Act.** Ako je continuous improvement normalan način razmišljanja o procesu, zašto ne bi bio i način razvoja ljudi? Jedan jednostavan alat je „sastanak sa sobom“ – **15 minuta nedeljno**: Šta sam uradio drugačije? Gde sam ponovio staro ponašanje? Šta sledeće menjam? Cilj nije da zaposleni čeka sledeći trening, već da nauči da upravlja sopstvenim razvojem.



Pobeda se često gubi u predaji štafete, ne u trčanju

3. AI MOŽE DA UBRZA RAZVOJ. ČOVEK MORA DA GA POKRENE.

AI može da pomogne da procenimo potrebe, napravimo razvojni plan i pratimo napredak. Ali **1-na-1 ljudski kontakt** mora da ostane deo razvoja – uživo ili online. U razvoju nisu važni samo znanje i feedback, već i poverenje, iskustvo i pravo pitanje u pravom trenutku. AI donosi znanje i strukturu, ali razvoj nastaje i kroz ljudski odnos. Zato ne biramo između tehnologije i čoveka.

Auto-industrija je kvalitet pretvorila iz završne kontrole u sistem. Isto treba uraditi sa razvojem ljudi – ali uz podsećanje da ljudi nisu mašine. Nedavno sam dobio možda najbolju potvrdu toga. Šef proizvodnje visokotehnološke kompanije, među pet vodećih u svetu u svojoj oblasti, rekao

mi je posle tri trening sesije: „Gorane, komunikacija je važnija od tehnologije.“ Pošto u meni uvek proradi inženjerski identitet, malo sam se namrštio. Ali odmah je dodao: „Ne možeš da primenjuješ tehnologiju ako ne umeš da objasniš šta hoćeš, dokle si stigao, šta je uloga drugog čoveka i šta od njega očekuješ.“

Moj prijatelj sa početka priče, posle objašnjenja i nekoliko simulacija, rekao je: „Dobro je. Sad, kad shvatam da to nije foliranje, mogu mirno da spavam.“ Naučio je da bolje razume sebe i drugu osobu i da drugačije reaguje. U tome je lepota razvoja – da postajemo bolja verzija sebe. I tada svi dobijaju – zaposleni, kompanija i klijenti.

TEHNOLOGIJA NEĆE USPORITI. ZATO NAŠ RAZVOJ MORA DA UBRZA.

Goran Mladenović, ITG Consulting

AUTOMOBIL BUDUĆNOSTI NEĆE SE SAMO SKLAPATI – ON ĆE SE I 3D PRINTATI

Od mikroskopskih lamela u kalupu automobilske gume do hiperautomobila i motorsporta – metalna aditivna proizvodnja mijenja pravila automobilske industrije

Automobilska industrija više od jednog stoljeća usavršava procese lijevanja, kovanja, glodanja, tokačenja i zavarivanja. Međutim, nova generacija vozila pred konstruktore postavlja potpuno drugačije zahtjeve: manju masu, bolju termalnu kontrolu, kraće razvojne cikluse, elektrifikaciju i sve kompleksnije komponente.

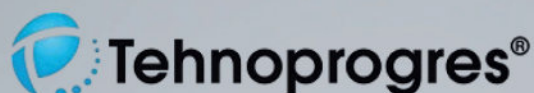
U takvom okruženju metalni 3D print, odnosno **Additive Manufacturing (AM)**, prestaje biti tehnologija rezervirana za prototipe.

Danas se aditivno proizvode proizvodni alati, dijelovi kalupa, izmjenjivači topline, komponente pogonskih sustava i strukturni elementi vozila. U

motorsportu, gdje svaki gram i svaki dan razvoja imaju vrijednost, tehnologija je otišla još dalje.

Kompanija **EOS**, jedan od pionira industrijske aditivne proizvodnje, razvija DMLS tehnologiju još od 1989. godine. Danas se EOS sustavi koriste za razvoj i serijsku proizvodnju metalnih i polimernih komponenti u automobilskoj, zrakoplovnoj, medicinskoj i drugim visokotehnološkim industrijama.

Za kompanije u Srbiji i regiji, **Tehnoprogres**, kao regionalni partner EOS-a, povezuje ovu tehnologiju s lokalnom industrijom – od prvog prepoznavanja aplikacije i analize poslovnog slučaja do implementacije tehnologije, edukacije i podrške.



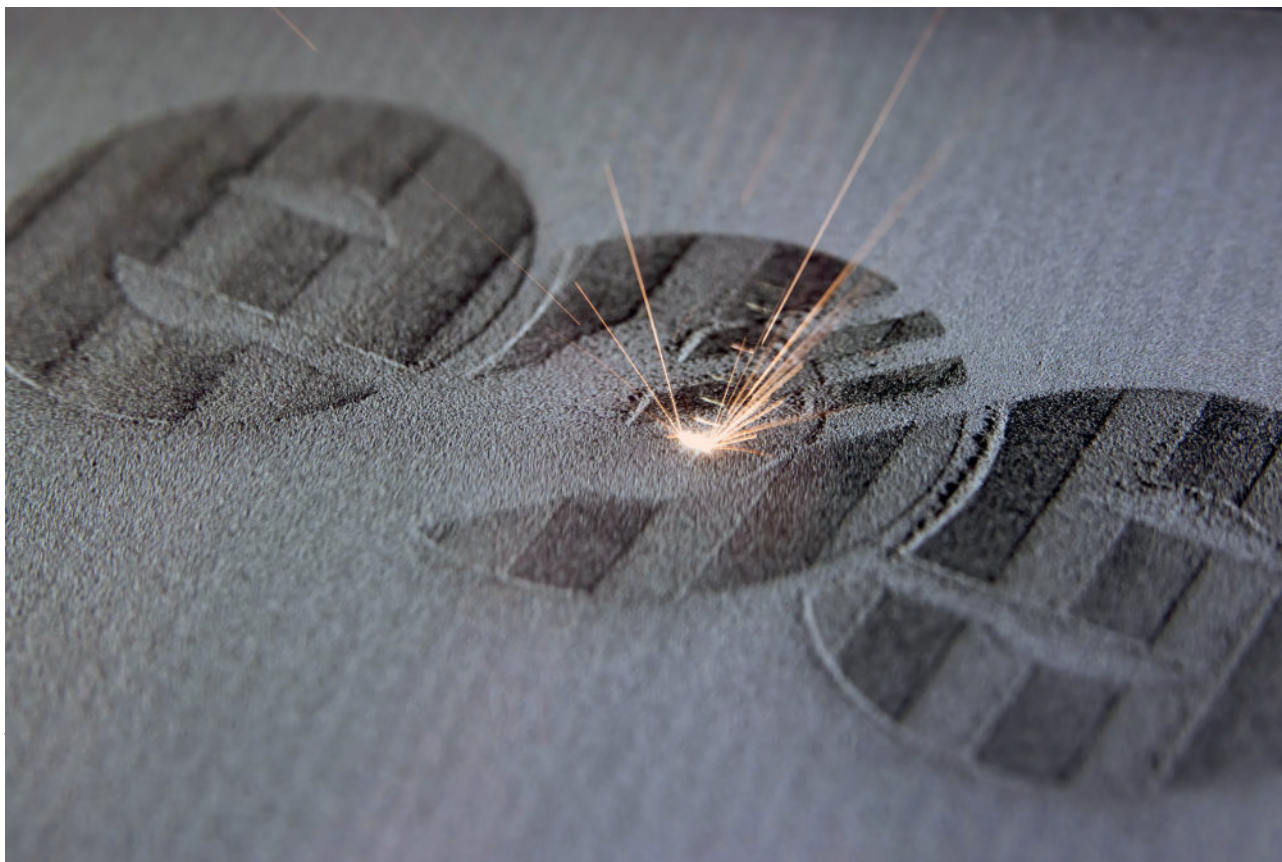
**Proizvodite
brže i više dijelova
po povoljnijoj cijeni!**

UZ SLS 3D PRINTER P110 FORMIGA -
STARTER PACKAGE



Javite nam se za besplatnu demonstraciju i sastanak na
d.loncar@tehnoprogres.hr ili na broj +385 1 3737 688





Jedna od najvećih zablude vezanih uz metalni 3D print jest ideja da će on zamijeniti CNC obradu, lijevanje ili kovanje.

Neće – niti bi trebao.

Ako se jednostavna komponenta može ekonomično proizvesti iz komada materijala na CNC stroju, nema mnogo smisla istu geometriju prebaciti na 3D printer.

Prava vrijednost aditivne proizvodnje nastaje kada **promijenimo način na koji konstruiramo komponentu.**

Umjesto pitanja:

„Možemo li ovaj dio 3D printati?“, važnije pitanje glasi:

„Što bismo napravili drugačije kada više ne bismo imali ograničenja klasične proizvodnje?“

Tada postaju mogući unutarnji kanali koji prate geometriju komponente, rešetkaste i bioničke strukture, integracija više dijelova u jednu komponentu, lokalno optimiziranje materijala te geometrije koje klasičnim alatima jednostavno nisu dostupne.

Upravo se tu nalazi stvarna vrijednost tehnologije.

Počnimo tamo gdje automobil dodiruje cestu – u gumi

Jedna od manje poznatih, ali izuzetno zanimljivih primjena metalnog 3D printa nalazi se u proizvodnji automobilskih guma.

Kompleksan profil moderne gume nije samo pitanje dizajna. Svaki kanal, blok i lamela utječu na ponašanje gume na suhoj, mokroj, snježnoj ili zaleđenoj podlozi.

Posebno su zanimljive tanke lamele, odnosno **sipes**, koje se u kalupu koriste za formiranje finih elemenata gaznog sloja.

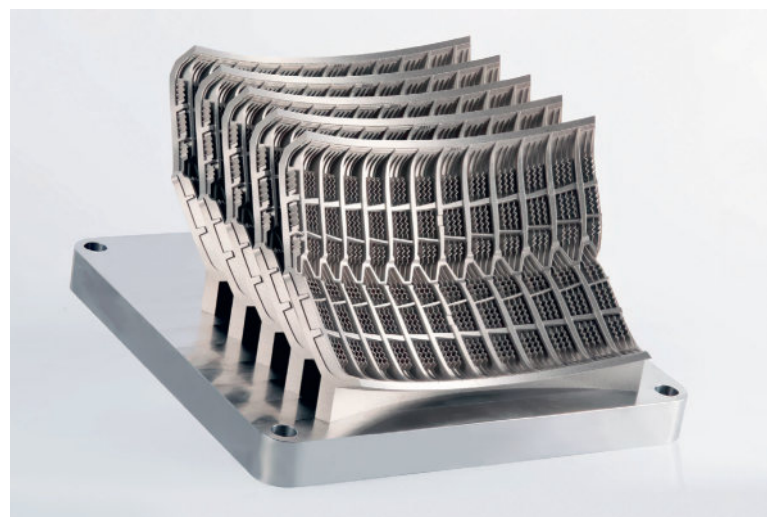
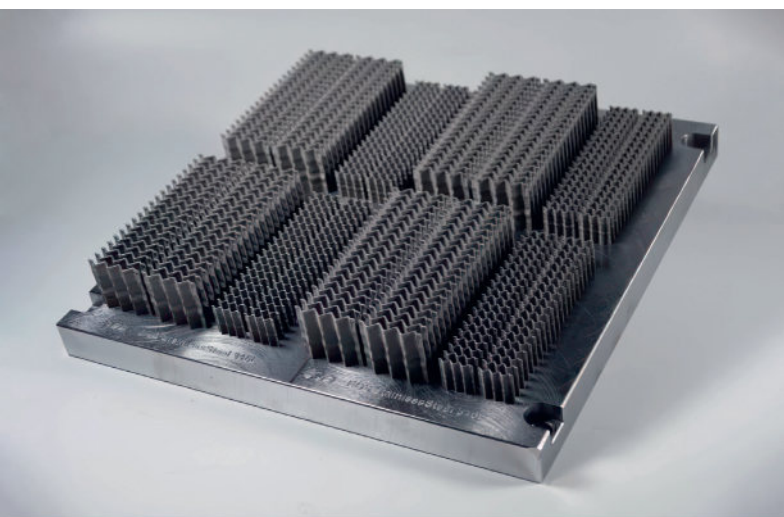
Kako geometrije postaju složenije, konvencionalna proizvodnja takvih elemenata postaje sve zahtjevnija. Aditivna proizvodnja omogućuje izradu

kompleksnih trodimenzionalnih sipes elemenata, uključujući geometrije s podrezima koje je konvencionalnim metodama teško ili nemoguće proizvesti.

EOS upravo proizvodnju kalupa i segmenata za gume navodi kao jednu od relevantnih automobilskih tooling aplikacija metalnog 3D printa.

To proizvođaču guma otvara potpuno novu mogućnost: **performanse gume mogu se razvijati kroz geometriju koju prije nije bilo moguće proizvesti.**

Drugim riječima, 3D printer ovdje nije zanimljiv zato što drugačije proizvodi isti alat. Zanimljiv je zato što konstruktoru omogućuje drugačiji proizvod.



Umetak za gumu izrađen na EOS sustavu za 3D print metala

Kada alat postane pametniji od dijela koji proizvodi

Sličan princip postoji kod alata za brizganje plastike, tlačni lijev i oblikovanje limova.

Klasično izrađeni rashladni kanali uglavnom su ograničeni mogućnostima bušenja. Metalni 3D print omogućuje tzv. **conformal cooling** – rashladne kanale koji prate samu konturu proizvoda.

Rezultat može biti ravnomjernije odvođenje topline, kraći proizvodni ciklus, manje deformacija i duži interval između održavanja.

U EOS-ovom projektu s kompanijom Innomia optimizacija alata s konturnim hlađenjem smanjila je ciklus proizvodnje brizganih automobilskih komponenti za **17 posto**, dok je interval održavanja produžen s približno dva tjedna na pet do šest tjedana.

Još značajniji signal dolazi iz Audijs. U Metal 3D Printing Centru u Ingolstadtu Audi koristi EOS M 400 za proizvodnju odabranih segmenata alata za hot forming. Pojedini aditivno proizvedeni segmenti dosežu duljinu do 400 mm i masu do 120 kg.

To je važna promjena percepcije tehnologije.

Metalni 3D print više nije samo način proizvodnje komponente automobila.

Ponekad je najveća vrijednost 3D printa u tome da poboljša način na koji proizvodimo milijune konvencionalnih komponenti.

Formula 1: laboratorij u kojem je vrijeme skuplje od materijala

Ako postoji industrija u kojoj se vrijednost tehnologije može ekstremno brzo dokazati, onda je to motorsport.

U Formuli 1 pitanje često nije samo koliko dio košta, nego koliko brzo nova ideja može prijeći put od računala do staze.

EOS je, primjerice, surađivao sa Sauber Technologies na primjenama aditivne proizvodnje usmjerenima na aerodinamičke elemente, funkcionalne dijelove bolida i proizvodna pomagala.

Razlog je jednostavan: AM uklanja potrebu za izradom posebnog alata za svaku iteraciju. Konstruktor može promijeniti CAD model i novu varijantu poslati direktno u proizvodnju.

Motorsport istovremeno koristi još jednu ogromnu prednost tehnologije – **lightweight design**.

Kod Formula Student projekta Rennteam Uni Stuttgart, korištenjem EOS DMLS tehnologije masa jednog elementa ovjesa smanjena je za **35 posto, odnosno 660 grama**, dok je krutost istovremeno povećana za **20 posto**.

U cestovnom automobilu 660 grama možda neće zvučati revolucionarno.

Na trkaćem automobilu stotine takvih odluka čine razliku.

3D printani klip: 10 posto lakši i s hlađenjem koje prije nije bilo moguće napraviti



3D printani klipovi motora

Jedan od najboljih primjera za razumijevanje ove filozofije dolazi iz Porschea.

U zajedničkom razvojnom projektu Porschea, MAHLE-a i TRUMPF-a proizvedeni su metalnim 3D printom visokoperformansni aluminijski klipovi za motor **Porschea 911 GT2 RS**.

Nije bila riječ samo o tome da se postojeći klip proizvede novom tehnologijom.

Konstrukcija je optimizirana prema stvarnim opterećenjima, pa su aditivno proizvedeni klipovi bili približno **10 posto lakši od serijskih kovanih klipova**.

Još važnije, unutar krune klipa integriran je zatvoreni rashladni kanal koji konvencionalnim postupkom nije bilo moguće proizvesti.

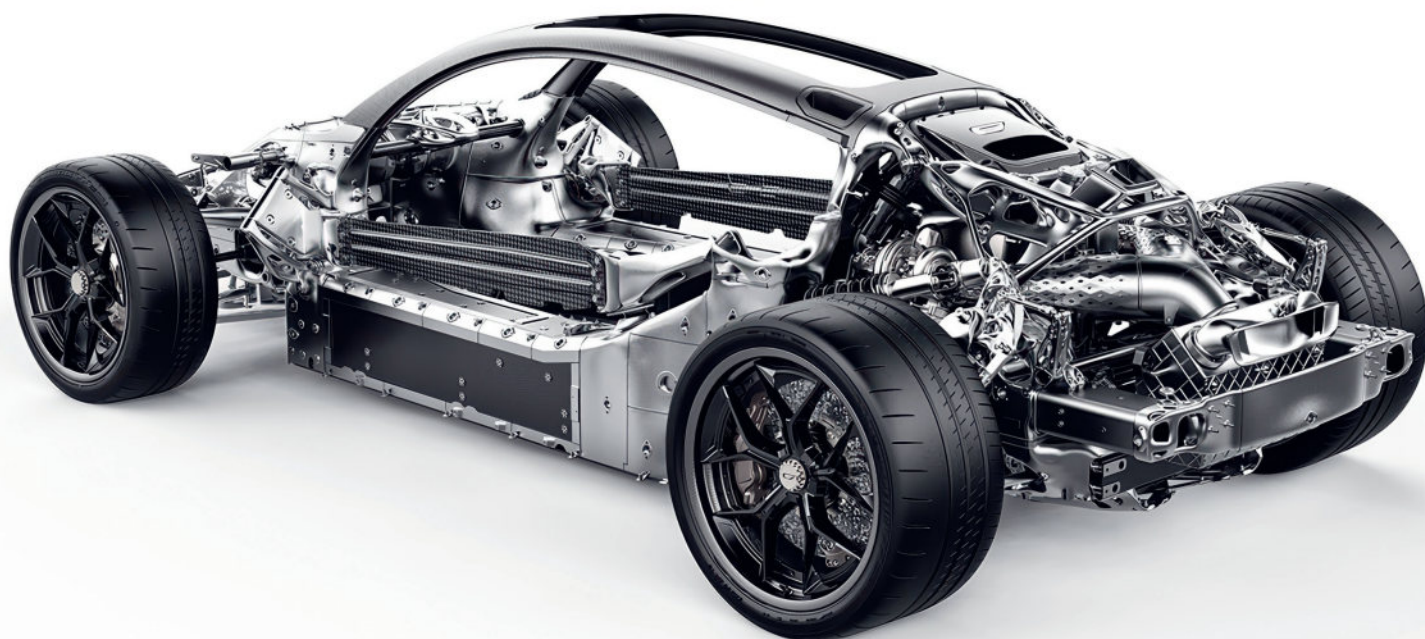
Manja masa i bolja termalna kontrola omogućuju veći broj okretaja i optimizaciju izgaranja. Porsche je procijenio potencijal povećanja snage za do **30 KS** na već 700 KS snažnom biturbo motoru.

To savršeno ilustrira smisao aditivne proizvodnje.

Ako bismo 3D printali potpuno isti klip kakav već možemo kovati, poslovni slučaj vjerojatno ne bi bio posebno zanimljiv.

Ali kada promijenimo konstrukciju klipa upravo zato što ga možemo aditivno proizvesti – dobivamo novu razinu performansi.

Czinger 21C: što ako automobil dizajniramo kao da tvornica nikada nije postojala?



Render stražnje strukture Czinger modela 21C pokazuje kako 3D print omogućuje složenu, organsku geometriju bez ograničenja tradicionalne proizvodnje i alata

Možda najradikalniji primjer dolazi iz Los Angelesa.

Czinger 21C nije nastao klasičnom filozofijom razvoja automobila. Njegova arhitektura kombinira algoritamski odnosno računalno generirani dizajn, aditivnu proizvodnju i automatizirano sklapanje.

Prema podacima proizvođača, 23 posto vozila je printano, dok struktura šasije ima masu od samo 276 lb, odnosno približno 125 kg.

Posebno su karakteristični organski oblikovani strukturni čvorovi koji izgledaju gotovo kao strukture nastale u prirodi.

I to nije slučajnost.

Kada algoritmu zadamo opterećenja, mjesta prihvata, raspoloživi prostor i sigurnosne faktore,

računalo ne razmišlja kao čovjek koji je desetljećima naučen konstruirati dio koji mora biti glodan, lijevan ili zavaren.

Rezultat često izgleda neobično.

Problem je što takve geometrije zatim treba proizvesti.

Tu se generativni dizajn i metalni 3D print prirodno susreću.

Czinger zato predstavlja zanimljiv pogled u budućnost automobilske industrije: **automobil se više ne projektira samo prema mogućnostima tvornice – proizvodni sustav prilagođava se optimalnom dizajnu automobila.**



Pogled na motorni prostor Czinger modela 21C, s komponentama izrađenima uz primjenu metalne aditivne proizvodnje – od šasije do kočnica, ovjesa i ispušnog sustava

Od jednog printera do digitalne tvornice



EOS M290 - sustav za 3D print metala

Za automobilsku industriju ipak nije dovoljno dokazati da se jedan impresivan dio može isprintati.

Potrebni su ponovljivost, produktivnost, kontrola kvalitete, automatizacija i ekonomika proizvodnje.

Upravo je to područje u kojem se industrijska aditivna proizvodnja posljednjih godina najviše promijenila.

EOS danas metalni AM ne promatra kao izolirani printer, nego kao proizvodni ekosustav koji obuhvaća sustave za proizvodnju, materijale, procesne parametre, software, monitoring, automatizaciju i post-processing.

Primjer industrijalizacije predstavlja i projekt **NextGenAM**, koji su zajednički razvijali Premium AEROTEC, EOS i Daimler s ciljem stvaranja automatizirane proizvodne linije za aditivnu proizvodnju serijskih i rezervnih dijelova.

Time dolazimo do sljedeće faze razvoja tehnologije.

Pitanje više nije:

„Možemo li metalni dio 3D printati?“

Sve češće glasi:

„Možemo li ga tako proizvoditi industrijski, ponovljivo i ekonomski opravdano?“

Što to znači za automobilsku industriju Srbije i regije?

Srbija i zemlje regije imaju snažnu bazu kompanija koje proizvode alate, strojno obrađene komponente, plastične i metalne dijelove te sklopove za europsku automobilsku industriju.

Upravo zato aditivna proizvodnja ne treba biti promatrana kao konkurencija postojećoj proizvodnji.

Ona može biti njezin sljedeći alat.

Za jednu kompaniju početna aplikacija može biti konturno hlađeni insert za postojeći alat. Za drugu kompleksan element kalupa za gumu. Za treću lagani nosač, izmjenjivač topline ili komponenta elektromotora. Negdje će najveću vrijednost imati brža izrada rezervnog dijela, a negdje mogućnost konsolidacije sklopa od deset komponenti u jednu.

Ključ je pronaći aplikaciju kod koje dodatna konstrukcijska sloboda stvara dovoljno veliku poslovnu vrijednost.

Zato **Tehnoprogres**, zajedno s EOS-om, pristup metalnoj aditivnoj proizvodnji ne temelji samo na pitanju odabira 3D printera. Cilj je s kompanijom analizirati postojeću proizvodnju, identificirati aplikacije s najvećim potencijalom i procijeniti tehničku i ekonomsku opravdanost njihove proizvodnje aditivnom tehnologijom.

Jer prvi korak prema industrijskom 3D printu ne mora biti kupnja stroja.

Prvi korak je pronaći pravi dio.

Sljedeća revolucija možda neće biti ispod poklopca motora – nego u načinu na koji automobil nastaje

Od 3D printanih sipes elemenata koji definiraju ponašanje automobilske gume, preko alata s unutar-njim rashladnim kanalima i ultralakih motorsport komponenti, pa sve do klipova s integriranim hlađenjem i algoritamski projektiranih struktura hiperautomobila – zajednička nit je ista.

Metalni 3D print omogućuje inženjerima da preispitaju ograničenja koja su desetljećima prihvaćali kao nepromjenjiva.

To možda predstavlja i najveći potencijal aditivne proizvodnje.

Ne da postojeće dijelove proizvodimo na drugačiji način.

Nego da konačno počnemo proizvoditi **dijelove koje prije nismo mogli ni projektirati**.

Za automobilsku industriju koja istovremeno prolazi kroz elektrifikaciju, digitalizaciju i fundamentalnu transformaciju proizvodnih procesa, upravo bi ta sloboda mogla biti jedna od najvažnijih konkurentskih prednosti sljedećeg desetljeća.

EOS & Tehnoprogres – od ideje i aplikacije do industrijske aditivne proizvodnje. Javite nam se na d.loncar@tehnoprogres.hr s konkretnim izazovom ili projektom i dogovorite sastanak i demonstraciju!

KADA 3D PRINT POSTAJE DIO PROIZVODNJE: PRIMJER TOYOTE I RIVIANA

U automobilskoj industriji vrijeme potrebno za izradu alata i proizvodnih pomagala izravno utječe na brzinu proizvodnje. Zato se sve više pažnje posvećuje tehnologijama koje omogućuju da se određeni alati, stezne i pozicijske naprave (fixtures), kontrolne naprave i prototipovi izrade brže, uz manje troškove i bez dugog čekanja na klasičnu strojnu obradu.



Jedan od najnovijih koraka u tom smjeru dolazi iz tvrtke Stratasys, vodećeg proizvođača industrijskih 3D printera. Tvrtka je predstavila novi F870™, **veliki industrijski FDM® 3D printer namijenjen upravo**

proizvodnim okruženjima, a među prvim korisnicima koji ga testiraju nalaze se **Toyota Production Engineering** u SAD-u i **Rivian Automotive**.

Od prototipa prema stvarnim proizvodnim potrebama

Industrijski 3D print već se koristi u automobilskoj proizvodnji za različite vrste proizvodnih pomagala. No, kako se primjena širi, raste potreba za većim sustavima koji mogu izrađivati dijelove dimenzija i performansi potrebnih na samom tvorničkom podu.

Upravo je to područje na koje cilja F870.

Toyota i Rivian koriste novi sustav za procjenu različitih primjena, od **alata i proizvodnih pomagala do naprednih prototipova**. Među primjerima

su veliki montažni alati te kontrolne i stezne naprave koje se tradicionalno izrađuju klasičnim postupcima, često uz dulje rokove izrade.

Prednost 3D printa u takvim slučajevima nije samo u tome što se dio može izraditi bez klasične obrade. Važna je i mogućnost da se alat relativno brzo prilagodi novom dizajnu, proizvodnom procesu ili specifičnom zahtjevu na proizvodnoj liniji.

F870 donosi veći format za zahtjevnije aplikacije

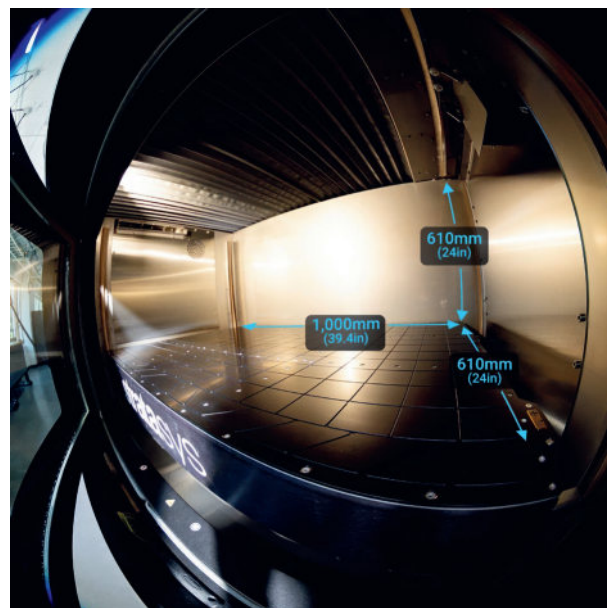
F870 ima radni volumen od **1000×610×610 mm**, odnosno približno 0,37 m³ prostora za izradu.

Sustav je razvijen s grijanom komorom i koristi industrijske FDM materijale poput **Nylon 12CF™**, **ASA** i **ABS**, uz novi **FDM® ABS Draft (Gray)**.

Za proizvodne alate posebno je zanimljiv Nylon 12CF, materijal ojačan ugljičnim vlaknima koji kombi-

nira **čvrstoću, krutost i trajnost**. Upravo su ta svojstva važna kod alata i naprava koji moraju izdržati svakodnevnu upotrebu u proizvodnom okruženju.

Veliki format pritom omogućuje izradu većih komponenti bez potrebe za njihovim dijeljenjem na više manjih dijelova i naknadnim sastavljanjem.



Što to znači za automobilsku industriju?

Za proizvođače automobila i njihove dobavljače ovakav pristup može biti posebno zanimljiv u situacijama kada je potrebno brzo reagirati na promjene u proizvodnji.

Primjerice, kada se mijenja konstrukcija dijela, uvodi nova komponenta ili prilagođava proizvodna linija, potreba za novim alatom može se pojaviti puno prije nego što je moguće završiti njegovu klasičnu izradu.

U takvim slučajevima industrijski 3D print može omogućiti **bržu izradu proizvodnih pomagala izravno prema digitalnom modelu**.

To otvara prostor za primjene kao što su: montažni i pozicijski alati, velike stezne naprave, kontrolne i inspekcijske naprave, proizvodna pomagala, prototipni alati i drugi alati prilagođeni konkretnom proizvodnom procesu.

Posebno je važna mogućnost da se takvi alati proizvode **na zahtjev**, bez potrebe za izradom i skladištenjem velikih količina rezervnih alata.

Toyota i Rivian već testiraju F870

Toyota Production Engineering i **Rivian Automotive** prvi su među proizvođačima koji već procjenjuju mogućnosti nove platforme.

Toyota već ima iskustva s primjenom aditivne proizvodnje, a prema izjavi njihovog inženjera za adi-

tivnu proizvodnju, sljedeći korak je proširiti korištenje tehnologije na veći broj proizvodnih aplikacija.

Upravo je to važan pomak: industrijski 3D print više nije promatran samo kao tehnologija za prototipove. Sve se više promatra kao **alat za svakodnevnu podršku proizvodnji**.



STRATASYS® ORIGIN TWO

Uz Origin Two 3D printer izrađujte
modele iz različitih materijala:

Otpornost na temperature do 300°C

Vrhunska izdržljivost – otporan na UV, vlagu i kemikalije

Elastičnost i snaga – istezanje do 230% bez pucanja



IZIT
www.izit.hr

Izit d.o.o. | Industrijska 3 - Novaki,
10431 Sveta Nedelja, Hrvatska
Tel: +385 1 36 67 029 | info@izit.hr
www.izit.hr

Javite nam se za besplatnu
demonstraciju na info@izit.hr



stratasys
PLATINUM PARTNER
2024

Industrijski 3D print kao dio proizvodnog procesa

F870 tako predstavlja još jedan korak prema tome da se aditivna proizvodnja integrira izravno u tvorničko okruženje.

Za automobilsku industriju to znači mogućnost brže izrade velikih alata i proizvodnih pomagala, lakšeg prilagođavanja promjenama te smanjenja ovisnosti o dugim rokovima klasične izrade alata.

A upravo kod proizvodnje u kojoj se zahtjevi, modeli i procesi neprestano mijenjaju, **brzina reakcije može biti jednako važna kao i sam proizvodni kapacitet.**

Ako se rezultati prvih implementacija Toyote i Riviana potvrde kroz širi raspon aplikacija, ovakav pristup mogao bi dodatno ubrzati primjenu industrijskog 3D printa na proizvodnim linijama.



IZIT je službeni zastupnik Stratasys tehnologija u Adria regiji, tako da su industrijski 3D printeri velikog formata dostupni i našim proizvođačima. Zanima Vas kako se industrijski 3D print može primijeniti u Vašoj proizvodnji? Javite nam se na info@izit.hr i razgovarajmo o konkretnoj aplikaciji.

AUTOMATIZIRANO 3D MJERENJE U PROIZVODNJI: KADA KONTROLA KVALITETE POSTANE USKO GRLO

U proizvodnji se često govori o povećanju kapaciteta, produktivnosti i kvalitete, no jedan segment pritom nerijetko postane ograničavajući faktor – mjerenje. Problem pritom najčešće nije u mjernoj tehnologiji, već u načinu na koji je mjerenje integrirano u proizvodni proces. Kao ovlašteni zastupnik za ZEISS mjeriteljska rješenja u regiji, s više od 25 godina iskustva, preko 600 korisnika i više od 300 instaliranih sustava, Topomatika se s tim izazovom susreće svakodnevno. Kako proizvodni volumeni rastu, a rokovi postaju sve kraći, sve više tvrtki traži način da kontrolu kvalitete učine bržom, ponovljivijom i manje ovisnom o raspoloživim resursima. Upravo tu svoju ulogu nalaze automatizirana mjeriteljska rješenja iz TOPOMATIKA mjernog laboratorija.



Izazovi i pitanja koja se ponavljaju na terenu

Jedan od češćih problema koji se pojavljuje u proizvodnji je nesrazmjer između rasta proizvodnje i rasta kontrole kvalitete. Dok se proizvodnja skalira, mjerenje ostaje ograničeno brojem ljudi i dostupnošću opreme. Kako volumen raste, a rokovi se skraćuju, mjerenje se počinje „razvlačiti“ između smjena, operatera i prioriteta.

Ista mjerenja se često ponavljaju zbog nepouzdanih rezultata, operateri ih ne izvode uvijek na isti način, a CMM kapaciteti ne prate tempo proizvodnje, pa se čekanje na rezultate počinje ugrađivati u sam proizvodni proces. U tom trenutku problem više nije samo mjeriteljstvo, nego stabilnost cijele proizvodnje.

Na sastancima s proizvodnjom tema se rijetko formuliše kao „trebamo automatizaciju“. Češće ta pitanja zvuče ovako:

- kako smanjiti ovisnost o jednom operateru
- kako ubrzati protok mjerenja bez dodatnih ljudi
- kako dobiti rezultate koji su usporedivi kroz vrijeme i smjene

Drugim riječima, traži se način da se mjerenje prestane ponašati kao varijabilni, ručni proces. Automatizirani sustavi tu ne povećavaju „snagu“ nego vrijeme iskorištenosti procesa. Mjerenje se može odvijati kontinuirano, s manje zastoja između ciklusa i bez potrebe za stalnom ručnom intervencijom.

U praksi to znači da se postojeći kapacitet koristi učinkovitije, a ne nužno da se dodaje novi.

Koje rješenje odabrati: ScanPort, ScanCobot ili ScanBox?



Kada se govori o automatizaciji 3D mjerenja, važno je naglasiti da ona ne mora značiti potpunu robotizaciju procesa. Danas postoje različite razine automatizacije koje proizvođačima omogućuju odabir sustava prema vlastitim potrebama, kapacitetima i proizvodnim zahtjevima.

ScanPort predstavlja početnu razinu automatizacije. Riječ je o troosnom mjernom sustavu u kojem se skener automatski kreće po definiranim putanjama, dok se mjerni objekt okreće na rotacijskom stolu. Na taj se način eliminira velik dio ručnog pozicioniranja

i osigurava ponovljivost mjernog procesa. ScanPort je posebno prikladan za manje i srednje velike dijelove te za tvrtke koje žele standardizirati mjerenje bez uvođenja složenijih robotskih sustava.

Korak dalje predstavlja ScanCobot. U ovom slučaju skener je montiran na kolaborativnu robotsku ruku koja omogućuje znatno veći raspon gibanja u odnosu na troosni sustav. Robotska ruka automatski zauzima različite mjerne pozicije oko dijela, dok se objekt istovremeno okreće na rotacijskom stolu. Time je moguće učinkovito skenirati složenije geometrije i teže dostupna područja uz visoku razinu automatizacije, ali i zadržavanje određene fleksibilnosti radnog prostora.

Najvišu razinu automatizacije predstavlja ScanBox. Tehnološki gledano, riječ je o konceptu sličnom

ScanCobotu, no integriranom u zatvorenu mjernu ćeliju koja funkcionira kao samostalan sustav. Ključna razlika nije samo u kućištu i razini integracije, već i u produktivnosti procesa. Kod ScanBox sustava robotska ruka i rotacijski stol kreću se sinkronizirano tijekom mjerenja, što značajno skraćuje vrijeme ciklusa i omogućuje brže prikupljanje podataka. Budući da je cijeli proces unaprijed definiran i zatvoren unutar mjerne ćelije, dobiva se visoko automatizirano rješenje namijenjeno serijskim mjerenjima i okruženjima gdje su brzina, ponovljivost i kapacitet ključni zahtjevi.

Iako se razlikuju po stupnju automatizacije, sva tri sustava imaju isti cilj: smanjiti ovisnost o ručnom radu, povećati ponovljivost mjerenja i osigurati stabilnije podatke za donošenje odluka u proizvodnji.



Imate novi projekt i pitate se bi li automatizirano mjerenje imalo smisla?

Na temelju vašeg CAD modela TOPOMATIKA može pripremiti **simulaciju merenja** na ScanBoxu kako biste unaprijed vidjeli:

- može li se dio uopće automatizirano izmjeriti
- kako bi izgledalo pozicioniranje i mjerenje

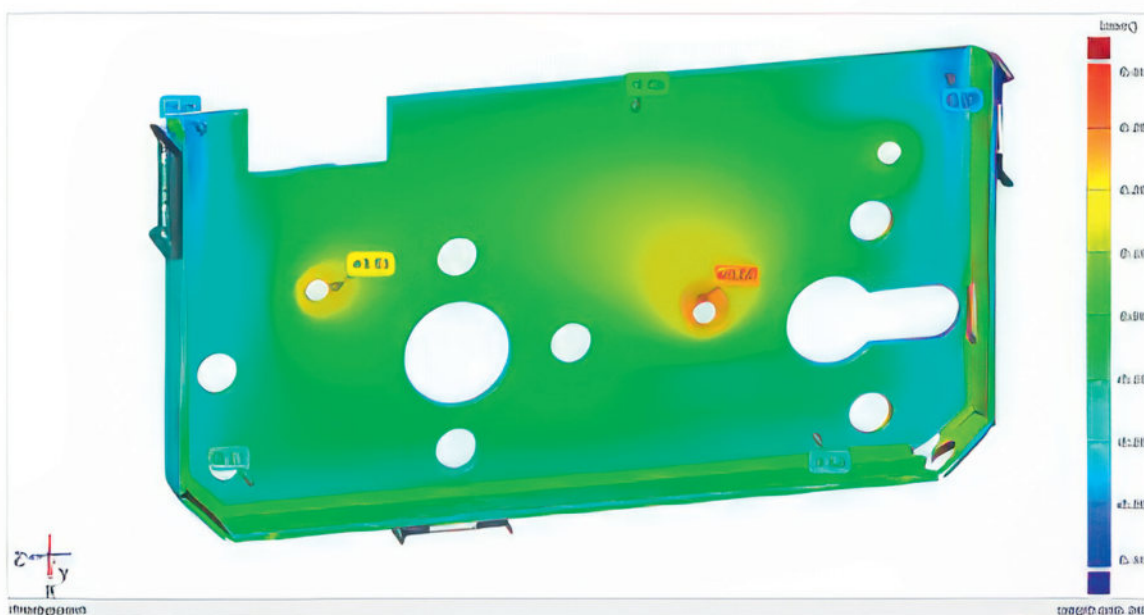
- mogu li se dohvatiti sve važne površine
- kako bi cijeli proces funkcionirao u praksi



Industrijski roboti su 100% digitalizirani DEMO



Opis: Digitalizacija i optimizacija procesa



Nedavno smo takvu simulaciju pripremili za tvrtku koja trenutno koristi manualni ATOS Q sustav,

a pokazala se kao vrlo koristan alat u razgovoru s njihovim kupcem oko novog projekta.



Ako želite provjeriti ima li automatizacija smisla za vaš dio ili proces, javite se direktno i bez obaveze našem voditelju odjela za automatizaciju na: j.kos@topomatika.hr



Problemi s opskrbom i nedostatkom dijelova usporavaju vašu proizvodnju?

Uz STRATASYS® H350™ printer smanjite ovisnost o dobavljačima, ubrzajte proizvodnju, osigurajte preciznost i kontrolu

Idealan za serijske i prilagođene proizvode!



IZIT
www.izit.hr

Izit d.o.o. | Industrijska 3 - Novaki,
10431 Sveta Nedelja, Hrvatska
Tel: +385 1 36 67 029 | info@izit.hr
www.izit.hr

Javite nam se za besplatnu demonstraciju na info@izit.hr



stratasys
PLATINUM PARTNER
2025

We design, build and implement clever solutions for lifting and manipulation operations in your production and material handling processes with **Atis** manipulators.

PLANCIE FURGONI
VAN DASHBOARD

ATISMIRUS100



RUOTE TRATTORI
TRACTOR'S WHEELS

ATISACER150



SEDILE TERZA FILA
3RD ROW SEAT

ATISMIRUS80



CRISTALLI
CAR WINDSCREEN

ATISACER55



PORTIERE
DOORS

ATISLINEAR



PAVIMENTO
CAR FLOOR

ATISMIRUS100



FIANCATE
SIDE CAR

ATISLINEAR



PORTELLONE
TAILGATE

ATISMIRUS80



PORTIERE
CAR DOORS

ATISMIRUS100



Your reliable partner in Serbia



DIMA GROUP Čarlija Čaplina 38, 11000 Beograd, Srbija
www.dimagroup.rs