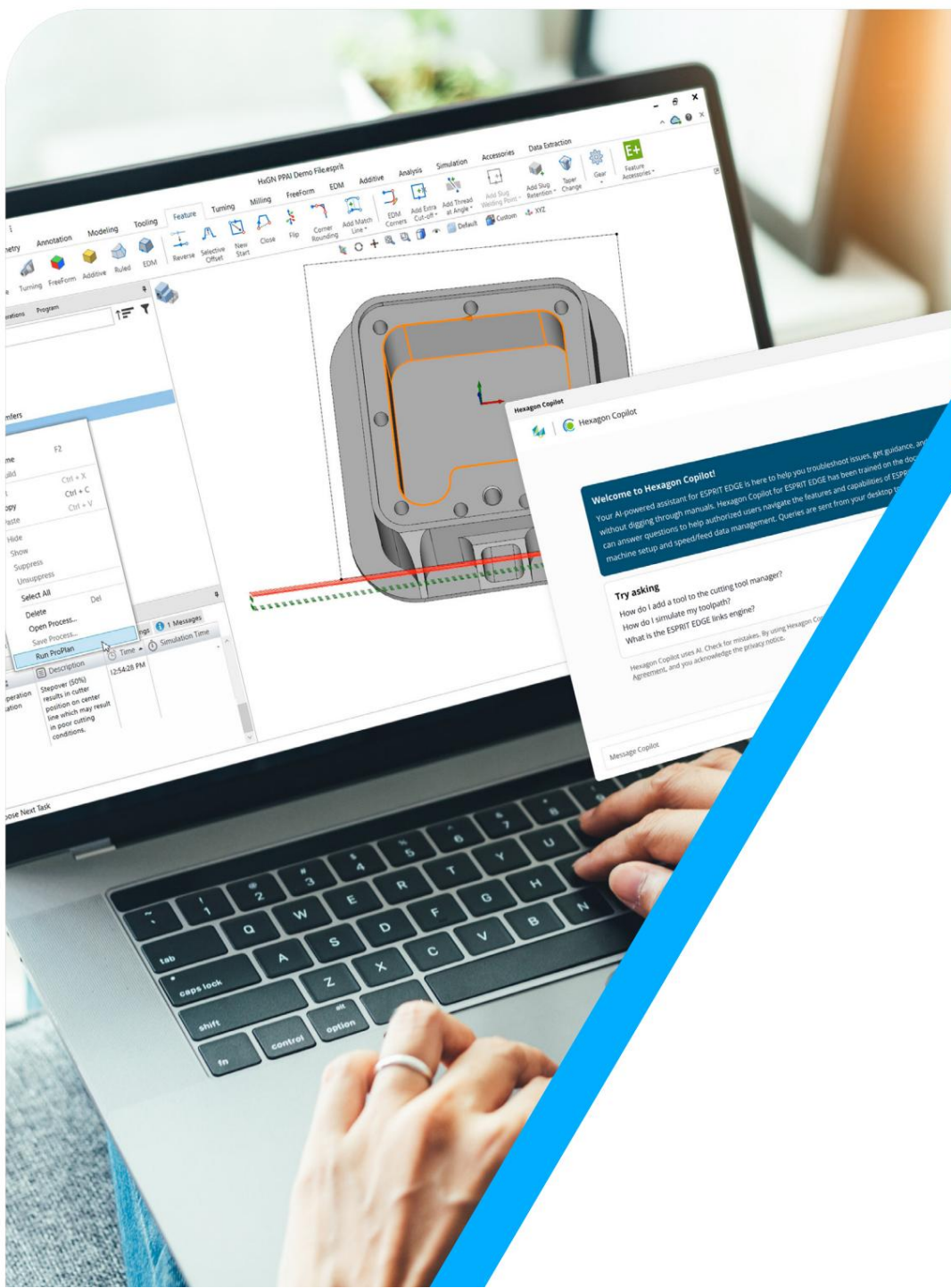




# Zrýchlite CAM Programovanie pomocou AI

Rýchlejšia cesta k dráham nástroja: Prekonajte Výzvy  
CAM Automatizácie pomocou Umelej Inteligencie  
(Artificial Intelligence - AI).



Ako určujúca charakteristika Priemyslu 4.0 je automatizácia čoraz dôležitejšia pre výrobné pracovné postupy a prináša výhody od automatického rozpoznávania prvkov až po robotickú manipuláciu. Softvér pre počítačom podporovanú výrobu (CAM) sa historicky primárne zameriaval na automatizáciu založenú na pravidlách (Rules-Based Automation - RBA). Hoci bol RBA vyvinutý na zachytávanie a aplikáciu ľudských vedomostí tým, že umožňuje softvéru CAM robiť programovacie rozhodnutia bez zásahu zamestnancov pomocou inštrukcií „ak/potom“ („if/then“) pre konkrétne scenáre, ukázal sa ako inherentne rigidný automatizačný nástroj.

## Čo je automatizácia založená na pravidlách (RBA).

RBA pri programovaní v CAM používa preddefinované inštrukcie „if/then“ na automatizáciu programovacích rozhodnutí. Napríklad pravidlo môže špecifikovať proces vrtania na základe priemeru a hĺbky otvoru. Tento prístup zachytáva a aplikuje ľudské znalosti na základe programovacích pravidiel.



## Výzvy tradičnej CAM automatizácie

Napriek svojmu počiatočnému príslubu uplatňovania osvedčených postupov predstavuje RBA pre výrobcov značné výzvy. Jednou z hlavných prekážok je jej **inherentná rigidita**. Pre spoločnosti je náročné implementovať a udržiavať RBA interne, najmä s rastúcou zložitou obrábacích strojov, objavovaním sa nových materiálov a vývojom obchodných potrieb.

Pravidlá RBA, hoci sú určené na zachovanie znalostí a aplikáciu programovania na základe faktorov, ako je typ materiálu, povrchová úprava alebo charakteristiky prvkov, sú časovo náročné a pracné na implementáciu

**Aj malé rozdiely vo výrobných postupoch** môžu sťažiť konzistentné používanie tejto formy automatizácie. Pravidlo môže byť špecifické (napr. pre otvor s priemerom 10 mm a hĺbkou 20 mm), že sa vzťahuje iba na úzku množinu výrobných postupov. Navrhovanie týchto vysoko špecifických pravidiel zvyčajne pripadá na používateľa alebo dodávateľa CAM.

Táto nepružnosť znamená, že zatiaľ čo výrobcovia pri veľkosériovej výrobe, kde sa opakovane vyrábajú tie isté diely, môžu ľahšie profitovať z RBA, **výrobcovia pri kusovej a malosériovej výrobe nevidia hodnotu** v implementácii automatizácie, ktorú nemožno konzistentne používať pri výrobe rôznych výrobkov.

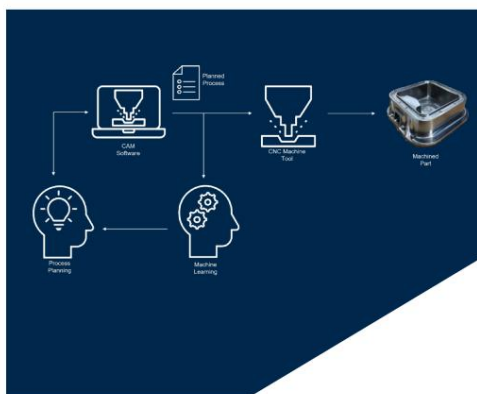
Výrobcovia sa tiež snažia zostať agilní v neustále sa vyvíjajúcej sa priemyselnej výrobe kvôli nepružnosti tradičnej automatizácie.

## Ako AI mení CAM programovanie.

Aby sme výrobcovi pomohli rýchlejšie, jednoduchšie a dôkladnejšie aplikovať zavedené znalosti, ďalším krokom vo vývoji automatizácie CAM programovania je použitie **umelej inteligencie (AI) a strojového učenia (Machine Learning - ML)**. Namiesto spoliehania sa na rigidné, manuálne písané pravidlá „if/then“ umelá inteligencia využíva existujúce naprogramované dáta.

Nástroje poháňané AI, ako napríklad **ProPlanAI**, využívajú existujúce CAM programy ako stavebné kamene pre ideálne procesy. Automaticky skúmajú existujúce naprogramované informácie, aby predpovedali ideálne výsledky prispôbené preferenciám, výrobným možnostiam a potrebám výrobných spoločností.

ProPlanAI sa dokáže **naučiť zavedené postupy** z existujúcich naprogramovaných dát zhromaždených z predchádzajúcich, overených CAM programov. Dokáže sa učiť z malého počtu programov alebo aj zo stoviek či tisícok predchádzajúcich programov.



Tento prístup strojového učenia umožňuje výrobcovi aplikovať znalosti z predtým naprogramovaných dielov namiesto toho, aby sa spoliehali na príliš špecifické pravidlá. Technológia analyzuje vlastnosti dielov a informácie o nastavení v nových programoch, aby takmer okamžite identifikovala overený výrobný postup, ktorý čo najlepšie zodpovedá špecifickým prvkom aktuálneho dielu.

Schopnosť využiť všetky informácie o predchádzajúcich programoch je najväčšou výhodou ProPlanAI. Automaticky vyberá stratégie, ktoré obsahujú zavedené znalosti a postupy jednotlivých výrobných spoločností.

## AI/ML verus Automatizácia založená na pravidlách RBA.

AI/ML využíva historické naprogramovacie dáta na učenie sa vzorcov a predpovedanie optimálnych procesov, pričom sa prispôsobuje zmenám. RBA vyžaduje manuálne vytváranie a údržbu špecifických pravidiel „if/then“ pre každý predpokladaný výrobný postup. AI prosperuje z akumulácie dát, zatiaľ čo RBA zápasí s nepružnosťou a nekonzistentným používaním v rôznych úlohách.

	Založené na pravidlách RBA	ProPlanAI
Automatizácia aplikovať procesy	Áno	Áno
Metóda automatizácie	Pravidlá napísané užívateľom	Strojové učenie
Čas na automatizáciu	Týždne až mesiace	Hodiny
Vyžadované súbory CAM	Žiadne	250+
Úroveň kontroly nad výstupom	Vysoká	Nízka
Aktualizácia s novými informáciami	Manuálna aktualizácia alebo prídanie pravidiel	Neustále učenie sa z nových súborov

## AI je Ďalším Krokem v Evolúcii CAM Programovania.

Automatizácia riadená AI, ako napríklad ProPlanAI, prosperuje z akumulácie údajov, ktoré výrobcovia už produkujú. To znamená, že v porovnaní s RBA vyžaduje len veľmi málo prípravných prác na implementáciu.

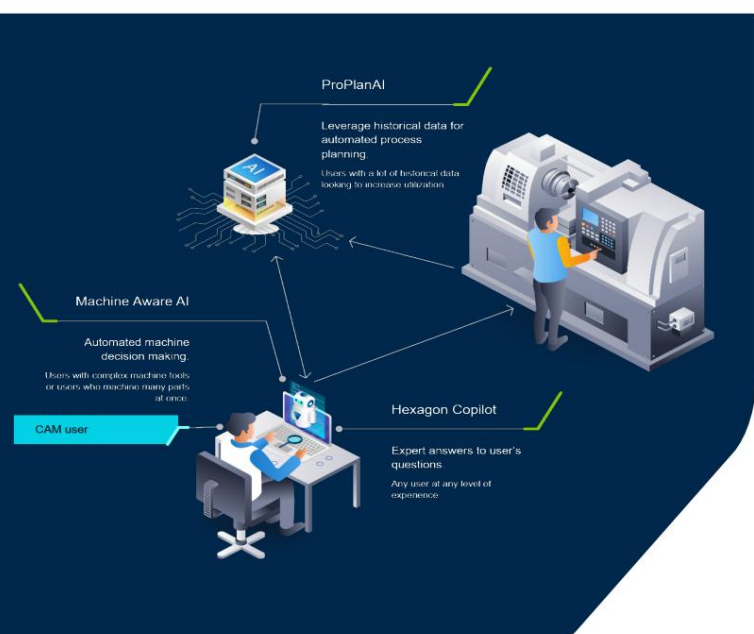
Jediným kliknutím dokáže technológia prehľadať množstvo predchádzajúcich procesov a identifikovať najlepší proces na obrábanie akéhokoľvek prvku súčiastky. Napríklad, ak má spoločnosť preferované metódy na obrábanie otvorených a uzavretých káps, algoritmus strojového učenia identifikuje vzory v stovkách rôznych dátových súboroch a automaticky navrhne preferovanú výrobnú metódu pre výrobnú spoločnosť.

Keď prvýkrát programuje prvok na súčiastke, ProPlanAI dokáže identifikovať predtým naprogramované prvky, ktoré sa najviac zhodujú. Používateľ potom môže proces aktualizovať a ProPlanAI tieto nové informácie ukladá, pričom sa neustále učí a prispôsobuje.

Technológia dokáže rýchlo trénovať a pre-trénovať svoje modely strojového učenia, len za pár minút, vyhľadávaním podobností a rozdielov medzi veľkými objemami dátových bodov. Dokáže analyzovať a zoskupovať informácie o prvkoch a informáciách o operáciách, aby vytvorila modely s overenými parametrami operácií pre ich budúce použitie.

## Kľúčové schopnosti AI

- **Automatizované plánovanie procesov:** Predpovedá ideálne stratégie opracovania pre prvky súčiastok na základe historických údajov.
- **Zber znalostí:** Učí sa zavedené postupy a automaticky ich aplikuje.
- **Nepretržité vzdelávanie:** Prispôsobuje sa zmenám a optimalizuje programovanie v priebehu času.
- **Stratégie založené na dátach:** Vyberá osvedčené postupy na základe zhromaždených údajov spoločnosti.
- **Automatické tréningy:** Automaticky sa aktualizuje po získaní nových údajov.



## Riešenie Kľúčových Výziev Výroby pomocou AI.

Automatizácia CAM s umelou inteligenciou priamo rieši niekoľko kritických výziev, ktorým čelia moderné strojárne a výrobné spoločnosti.

**Zjednodušenie manuálnych úloh a úzkych miest:** S rastúcou automatizáciou úloh vo výrobnej hale sa samotné programovanie CAM môže stať úzkym hrdlom. Nástroje AI pomáhajú zefektívniť pracovné postupy a **eliminovať časovo náročné manuálne úlohy**, čím uvoľňujú personál pre strategické iniciatívy. Napríklad ProPlanAI dokáže skrátiť čas programovania CNC strojov až o 75 %.

Skráťte čas programovania CNC strojov až o 75 % vďaka automatizácii poháňanou AI !

**Preklenutie rozdielov v zručnostiach:** Vzhľadom na nedostatok kvalifikovaných zamestnancov čelí výroba výzve v oblasti prenosu znalostí. Znalosti od skúsených zamestnancov sa často strácajú, keď odchádzajú. AI, konkrétne ProPlanAI, pomáha **zachytávať a následne prenášať zavedené znalosti** z overených predchádzajúcich programov, čím premostuje rozdiely v zručnostiach. To poskytuje menej skúseným CNC programátorom nástroje, ktoré im pomáhajú uspieť pri zložitých úlohách.

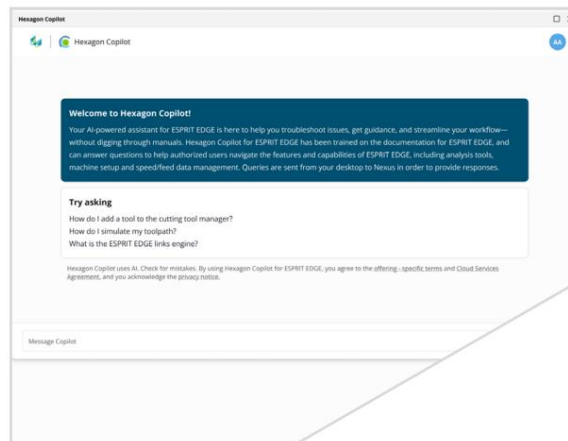
**Štandardizácia a konzistencia procesov:** Rôzni programátori môžu používať rôzne stratégie pre podobné súčiastky, čo vedie k nekonzistentným programom. Využitím vlastného súboru údajov spoločnosti, programovacie predpovede riadené umelou inteligenciou automaticky odrážajú osvedčené postupy jednotlivých podnikov, súčiastok, ktoré vyrábajú, a obrábacích strojov, ktoré používajú, čím sa zabezpečuje lepšia konzistencia programovania. AI ponúka **vyššiu flexibilitu, konzistentnosť a efektívnosť**.

**Integrácia nových technológií:** Implementácia nových technológií môže niekedy spôsobiť narušenie pracovného postupu a prestoje. Riešenia ako ProPlanAI sú navrhnuté tak, aby prosperovali na existujúcich dátach a vyžadujú si len málo prípravných prác, čo uľahčuje integráciu.

## Odborné poradenstvo: Hexagon Copilot

Okrem automatizovaného plánovania procesov poskytuje umelá inteligencia aj odborné znalosti na požiadanie. Hexagon Copilot slúži ako virtuálny asistent a špecializovaný asistent pre CAM programovanie.

Ponúka **odborné znalosti špecifické pre CAM** a poskytuje odborné odpovede na programátorské otázky.

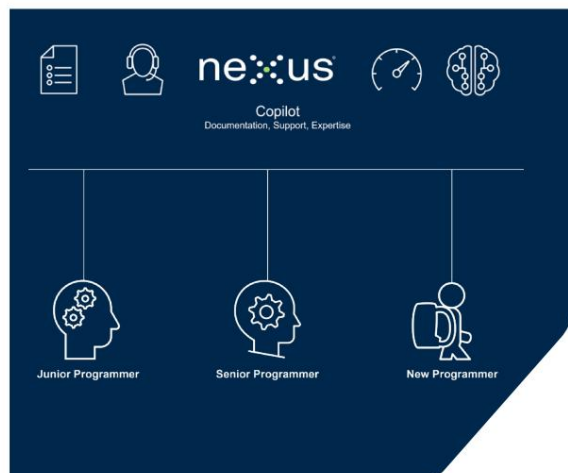


Copilot poskytuje **okamžité, odpovede prispôbené rôznym** úrovňam skúseností programátorom, od nováčikov po skúsených profesionálov.

Používatelia môžu okamžite získať potrebné informácie, čím maximalizujú produktivitu a minimalizujú prestoje. Poskytuje prispôbené a ľahko zrozumiteľné odpovede bez potreby pokročilých technických znalostí.

Poskytuje okamžitý prístup k odborným znalostiam z CAM softvéru. Prináša riešenia prispôbené pre všetky úrovne zručností. Pomáha používateľom orientovať sa v zložitých úlohách a maximalizovať produktivitu.

CoPilot poskytuje kontextové pokyny v reálnom čase prispôbené úrovni skúseností každého používateľa. Či už ste nový programátor, ktorý sa učí základy, alebo skúsený expert, ktorý zdokonaľuje zložité stratégie, CoPilot odhaľuje osvedčené postupy, navrhuje optimálne dráhy nástrojov a upozorňuje na potenciálne problémy skôr, ako nastanú. Kombináciou sily umelej inteligencie s rozsiahlymi odbornými znalosťami spoločnosti Hexagon umožňuje CoPilot každému používateľovi pracovať rýchlejšie, inteligentnejšie a sebavedomejšie – čím zabezpečuje konzistentnú kvalitu a maximalizuje hodnotu každého rozhodnutia pri programovaní.



## Využitie AI na optimalizáciu komplexného obrábania

Strojovo riadená AI v ESPRIT EDGE, poskytuje inteligenciu, ktorá neustále optimalizuje spôsob prípravy a spracovania dielov v dielni. Vďaka využitiu presného digitálneho dvojčata každého stroja a jeho kompletného nastavenia – vrátane kinematiky, nástrojov a upínacích prípravkov – táto funkcia umožňuje automatické, dátami riadené rozhodnutia na zdokonaľovanie CNC programov v reálnom čase.

Prináša pokročilú automatizáciu aj pre tie najzložitejšie viacosé a viackanálové stroje prostredníctvom inteligentného prepojavacieho mechanizmu, nepretržitej optimalizácie programov, automatickej synchronizácie a bezproblémovej výmeny strojov v prípade potreby. Tento hlboko integrovaný prístup odstraňuje veľkú časť manuálnej námahy, ktorá bola tradične potrebná na zvládnutie sofistikovaných stratégií obrábania.

Keďže strojovo riadená AI poskytuje okamžitú spätnú väzbu špecifickú pre daný stroj, programátori sa už nemusia vo veľkej miere spoliehať na rozsiahle interné znalosti ani tráviť čas úpravou kódu pre jednotlivé stroje. Namiesto toho sa môžu sústrediť na samotný diel, zatiaľ čo umelá inteligencia s ohľadom na stroj rieši komplexnosť v zákulisí. Výsledkom je, že programy sa jednoduchšie generujú, bezpečnejšie sa spúšťajú a sú konzistentne optimalizované pre výkon. Vďaka skrátenému času mimo samotného odoberania materiálu, inteligentnejším rozhodnutiam o dráhach nástrojov a vstavaným bezpečnostným opatreniam pomáha strojovo riadená AI výrobcovi maximalizovať čas vretena, zvýšiť celkovú efektívnosť strojov a dosiahnuť spoľahlivý a vysoko kvalitný výstup s menším úsilím.

## Budúcnosť CAM programovania.

AI dnes ponúka významné výhody, šetrí čas, šetrí zdroje, ako sú obrábacie stroje a rezné nástroje, a zabezpečuje lepšie výsledky zaznamenávaním a automatickým generovaním riešení, ktoré zodpovedajú preferenciám a možnostiam spoločnosti.

Pokračujúci vývoj umelej inteligencie v CAM má ďalší potenciál. Okrem zefektívnenia programovania dielov by táto technológia mohla pomôcť podnikom identifikovať skryté štandardné postupy, poskytovať upozornenia na odchýlky od programovacích štandardov a lepšie využívať informácie o výrobe produktov (PMI) pre ešte viac automatizované CNC programovanie.

Riešenia ako ProPlanAI od spoločnosti Hexagon, Machine aware AI a Hexagon Copilot, dostupné s ESPRIT EDGE, predstavujú túto budúcnosť a transformujú CNC programovanie z časovo náročného manuálneho procesu na efektívny a automatizovaný. Spoločne tvoria výkonnú dvojicu kombinujúcu bezproblémovú automatizáciu s odborným vedením.

Zatiaľ čo tradičná automatizácia založená na pravidlách prinášala počiatočné výhody, jej nepružnosť a výzvy pri implementácii zdôrazňujú potrebu flexibilnejšieho prístupu založeného na dátach. Umelá inteligencia a strojové učenie sa ukazujú ako nevyhnutný ďalší krok. Využitím vlastných historických údajov výrobcu umožňujú AI nástroje, ako je ProPlanAI, rýchlejšie, konzistentnejšie a efektívnejšie programovanie, prekonávajú obmedzenia automatizácie založenej na pravidlách a efektívne zachytávajú dôležité zavedené znalosti. V spojení s odborným vedením od asistentov umelej inteligencie, ako je Hexagon Copilot, sú výrobcovia schopní preklenúť medzery v zručnostiach, zefektívniť operácie a zamerať sa na dosahovanie dokonalosti. Strojovo riadená AI umožňuje používateľom programovať rýchlejšie a s väčšou istotou tým, že automaticky prispôsobuje dráhy nástrojov jedinečným schopnostiam každého stroja, čím znižuje manuálnu námahu a zároveň maximalizuje výkon stroja a dobu prevádzky vretena. Využite silu AI na transformáciu svojich výrobných možností a zabezpečte si škálovateľnú a udržateľnú budúcnosť.

Navštívte stránku [hexagon.com/solutions/ai-powered-cam](https://hexagon.com/solutions/ai-powered-cam) alebo nás kontaktujte a zistite, ako môžu riešenia umelej inteligencie od spoločnosti Hexagon priniesť revolúciu do Vašich CAM procesov.

Viac informácií nájdete aj na stránke distribútora IPM Solutions, s.r.o. [ipmsolutions.sk/esprit\\_edge/](https://ipmsolutions.sk/esprit_edge/).



Spoločnosť Hexagon je svetovým lídrom v oblasti meracích technológií. Poskytujeme dôveru, na ktorú sa životne dôležité odvetvia spoliehajú pri budovaní, navigácii a inováciách. Od mikrónov až po Mars, naše riešenia zabezpečujú produktivitu, kvalitu a udržateľnosť vo všetkom, od výroby a stavebníctva až po ťažbu a autonómne systémy.

Spoločnosť Hexagon (Nasdaq Stockholm: HEXA B) má približne 24 800 zamestnancov v 50 krajinách a čistý predaj približne 5,4 miliardy EUR.

Viac informácií nájdete na [hexagon.com](https://www.hexagon.com).

**Kontakty na distribútora:**

IPM SOLUTIONS,s.r.o. - Kamenná 11, 080 01 Prešov -Šalgovík , Slovenskárepublika, [www.ipmsolutions.sk](https://www.ipmsolutions.sk)

Kancelárie :

Bratislava -Kutuzovova 3, 031 03 Bratislava, tel.: +421/2/444 58 361

ŽILINA -A. Kmeťa 9, 010 01 Žilina, tel.: +421/41/507 47 11

PREŠOV -Kúpeľná 1/A, 080 01 Prešov, tel.: +421/51/772 21 33

