

# atp | journal

8/2024

PRIEMYSELNÁ AUTOMATIZÁCIA, INFORMATIKA A ÚDRŽBA

1994  
2024  
**30**

Priemysel bude  
s umelou inteligenciou  
inovatívnejší  
aj výkonnejší

Increase system availability  
35 YEARS PROFIBUS - proven and stable



**Zvýšte dostupnosť PROFIBUS sietí  
s diagnostickým nástrojom PB-Q ONE.**

Oslávte s nami 35 rokov siete PROFIBUS  
so špeciálnymi cenami na diagnostickú techniku.

**CONTROL  
SYSTEM**



# Technológie pod kontrolou



**Elektrosystémy**  
**Meranie**  
**Regulácia**  
**Automatizácia**

**Štúdie, projekty, dodávky, montáž,  
oživenie a servis v oblastiach:**

- meranie a regulácia
- automatizované systémy riadenia
- elektrické systémy
- výroba rozvádzačov
- informačné a telekomunikačné systémy
- technologické vybavenie dialnic a tunelov
- outsourcing energetiky

**Výstavba, rekonštrukcie, modernizácie,  
opravy a údržba elektrických zariadení  
elektrární, rozvodní, transformovní  
bez obmedzenia napätia**

**Správa priemyselných parkov a objektov**



**PPA CONTROLL®**

PPA CONTROLL, a.s., Vajnorská 137, 830 00 Bratislava  
tel.: +421 2 32 103 111, +421 2 32 103 136, ppa@ppa.sk  
[www.ppacontroll.sk](http://www.ppacontroll.sk)



## No ved' o čom inom, nie?

A je to tu. Téma tém. To naozaj už musí byť všade? Nedá sa písať aj o niečom inom? Dá, ale aj tak sa tej téme tém nevyhneme. Myslím, že pre väčšinu technicky zameraných ľudí je už jasné, že hovorím o umelej inteligencii. Spýtal som sa jej, čo si o sebe myslí. Odpovedala, že nemá sebauvedomenie ani vlastné myšlienky a že jej konečným cieľom je byť len užitočným a informačným zdrojom. To ma trochu upokojilo, alebo ako hovorí Bohouš z filmovej klasiky Dědictví: „Já sú klidnej.“ No čo ak to na nás tá umelá inteligencia len hrá a potichučky sa blíži k známej singularite? Sme na to ako ľudstvo pripravení? Zatiaľ ju skúšame, trénujeme, učíme. V mnohých oblastiach priemyslu už pomáha zvyšovať efektívnosť, zlepšovať procesy rozhodovania, znižovať náklady a zásadne podporuje vznik inovácií. Témou tém sa zaoberajú už dlhšie aj právnici a politici a hľadajú spôsob, ako nezabrzdiť potenciál prínosov umelej inteligencie pre ľudstvo a na druhej strane ju regulovať tak, aby neskĺzla do druhého extrému, keď prevezme na seba viac kontroly a moci, ako by sme si želali. Lebo o svedomí a zodpovednosti akejkoľvek technológie sa dá hovoriť len ak tak vo vedeckej fantastike. Zatiaľ vám chceme predostrieť doterajšie výsledky a aktuálne možnosti tejto technológie. A nie je to jediná inšpiratívna téma augustového vydania. V rámci redakčnej reportáže sme sa boli pozrieť vo Svite a predstavíme svetovo unikátnu technológiu ťažko spracovateľných plastov, ktorej autormi sú slovenskí nadšenci, odborníci a technologovia. Pripomenieme možnosti, prínosy a dôležitosť údržby a diagnostiky technických prostriedkov a pozrieme sa na konkrétne príklady využitia ďalšieho megatrendu – virtuálnej a rozšírenej reality v priemysle. Pohodové čítanie, priatelia.

**Anton Gérer**  
šéfredaktor

<b>INTERVIEW</b>	4	Digitalizácia je oveľa menej riziková ako automatizácia
<b>APLIKÁCIE</b>	8	Technológia, ktorá rieši ekologickú záťaž a vytvára zisk
	12	Zlievarne BENEŠ a LÁT plánujú výrobu efektívnejšie a šetria náklady pomocou umelej inteligencie
	14	Využitie rozšírenej reality pri prevádzke unikátneho smart pivovaru
	16	IIoT a automatizácia šetria čas a zlepšujú riadenie
<b>PREVÁDZKOVÉ MERACIE PRÍSTROJE</b>	19	Magnetostrikčné hladinoměry Kobold NMB
<b>AKČNÉ ČLENY</b>	20	Regulátory tlaku LDM
<b>PRIEMYSELNÝ SOFTVÉR</b>	22	Študenti sa pripravujú na reálnu prax v projektovaní s nástrojmi Eplan
<b>PRIEMYSELNÉ PC</b>	23	Nekompromisná dokonalosť. 75 nových modelov priemyselných PC x86



<b>ÚDRŽBA, DIAGNOSTIKA</b>	26	Progresívne metódy a prostriedky ochrany, monitorovania a technickej diagnostiky strojov
	28	Technická diagnostika – metódy a trendy
	32	Ako pristupovať k vibrodiagnostike?
<b>UMELÁ INTELIGENCIA</b>	36	Umelá inteligencia: nová hranica výkonu v priemyselných podnikoch
	40	Ako umelá inteligencia mení súčasné poľnohospodárstvo
<b>VIRTUÁLNA A ROZŠÍRENÁ REALITA</b>	43	Príklady využitia rozšírenej reality vo výrobe a údržbe
<b>PODUJATIA</b>	46	Príd' te si po inšpiráciu, ako zvýšiť produktivitu a posilniť konkurencieschopnosť podniku, na Národné fórum produktivity
	48	50. výročie založenie Katedry technickej kybernetiky na Žilinskej univerzite
	49	60. výročie Katedry kybernetiky a umelej inteligencie v Košiciach
	50	Hotel Partizán na Táloch opäť po roku privíta Projektantov
	50	57. konferencia elektrotechnikov Slovenska
<b>VZDELÁVANIE, LITERATÚRA</b>	53	Elektrotechnické STN
	54	Odborná literatúra, publikácie

PARTNERSKÉ ORGANIZÁCIE ATP JOURNAL



# MONITOROVANIE TECHNICKÉHO STAVU, OCHRANA A DIAGNOSTIKA STROJOV

Dodávka ucelených vibrodiagnostických a bezpečnostných monitorovacích systémov „na kľúč“. Diagnostika a ustavenie rotačných strojov, servisné zmluvy.



ISO 9001



VCM-3 / DDAU-3



**Brüel & Kjær Vibro**

**Bezpečnostné a vibrodiagnostické systémy** pre energetiku, plynárenstvo, chémiu, petrochémiu, hutníctvo, cementárne, papierenský priemysel ako aj pre rôzne iné aplikácie.

#### VIBROCONTROL radu 1800

Cenovo dostupný štvorkanálový smart vibračný monitor v kombinácii so snímačmi zrýchlenia, rýchlosti alebo s bezkontaktnými snímačmi polohy.



#### VIBROCONTROL 8000

Vysokokvalitné trvalé monitorovanie strojov. Prvý a aktuálne jediný systém na svete, kompatibilný s OS/soft®PI serverom.

#### Sortiment produktov HBM

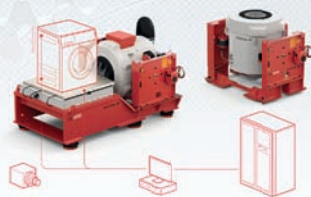
Široká ponuka snímačov sily, krútiaceho momentu a ďalšieho sortimentu z portfólia značky HBM.



#### Brüel & Kjær

**Prístroje na meranie hluku a vibrácií** v životnom a pracovnom prostredí.

**Meracie mikrofóny a snímače vibrácií**  
**Systémy na modálnu analýzu**  
**Univerzálny systém BK Connect™ na riešenie vibrodiagnostických úloh**  
**Elektrodynamické budiče** a systémy pre vibračné skúšky.



#### Fixturlaser

**Ďalej Vám ponúkame široký sortiment prenosných prístrojov na pochôdzkovú vibrodiagnostiku strojov, ako aj špičkové prístroje na nastavenie, súosovosti horizontálnych a vertikálnych rotorov (tzv. ustavenie strojov).**



VIBROSTORE 100

## TRVALÉ BEZKONTAKTNÉ MONITOROVANIE TEPLoty



optris



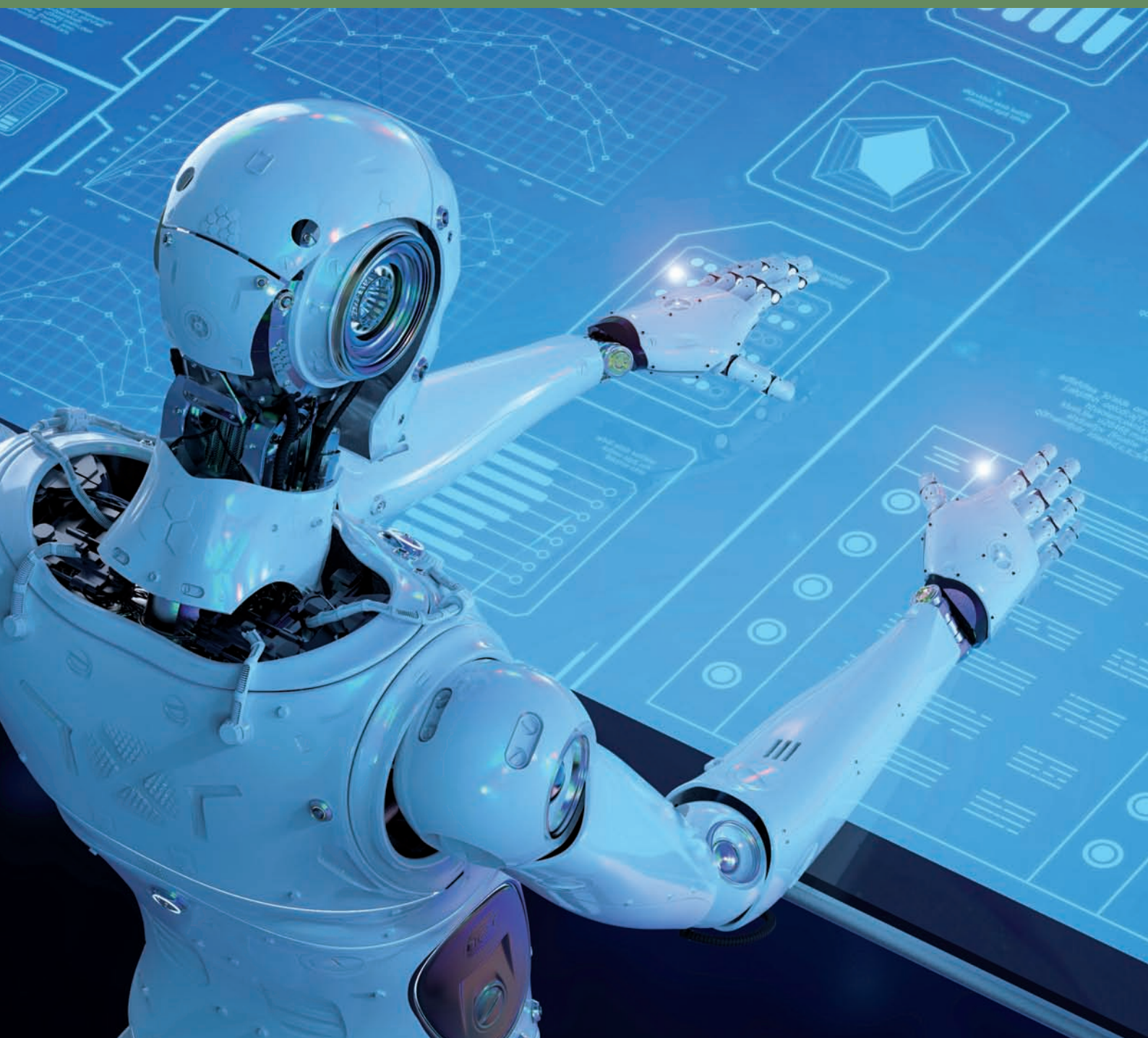
**B&K** S.R.O.  
**Bratislava**

Palisády 20, 811 06 Bratislava  
02 / 5443 0701 | bk@bruel.sk

[www.brueel.sk](http://www.brueel.sk)

# Digitalizácia je oveľa menej riziková ako automatizácia

Zlepšovať, inovovať, hľadať riešenia – to je údel ľudstva od jeho prvopočiatkov. Inovátorov či vynálezcov sa v priebehu dejín objavilo množstvo a ich diela často radikálne zmenili náš život. Napriek rozsiahlemu technologickému pokroku, ktorý ľudstvo dosiahlo za posledných sto rokov, bojujeme neustále s čoraz väčšími výzvami. No opäť prichádzajú na scénu technológie, ktoré by mohli zásadným spôsobom prispieť k riešeniu mnohých problémov. Hovoríme o umelej inteligencii či digitalizácii. Boris Fačkovec, konateľ a technický riaditeľ v spoločnosti Inovec Technology, s. r. o., prezradil, ako sa dá v priemysle digitalizovať za pár dní a pritom využiť umelú inteligenciu, digitálne dvojčatá a softvérové senzory.





Začnime trochu filozofickou otázkou: ak sa pozrieme na vývoj v oblasti technológií umelej inteligencie, je jasné, že málokto na svete by si teraz trúfol povedať, čo všetko sa zmení alebo môže zmeniť, keď pustíme umelú inteligenciu (UI) do našich životov, podnikov, škôl, zdravotníctva... Je sa teda čoho obávať? Alebo naopak, máme pred sebou žiarivú budúcnosť, kde sa vďaka UI veľa vecí zmení k výrazne lepšiemu?

Možno je to inherentne bezpečným charakterom UI, ktorú vyvíjame v našej firme, ale celkovo som optimista. Vidím obrovský prínos pre spoločnosť a prostredníctvom optimalizácie výroby aj riešenie existenčných hrozieb a vyťahnutie stá miliónoch ľudí z chudoby. Obavy sa zdajú oprávnené, sledujúc UI vylepšujúcu kód, ktorý jej pomáha rýchlejšie sa učiť. Tzv. singularita, keď nás počítače v inteligencii predbehnú, sa zrejme blíži. Singularita však nemusí znamenať žiaden Armagedon. Motivácia umelej inteligencie zničiť nás nemusí existovať. A pokiaľ budeme dbať na kybernetickú bezpečnosť, napríklad oddeľovať IT a OT systémy, UI nemusí mať dost nástrojov na boj proti ľuďom. Najväčšiu hrozbu vidím v tom, ako nebezpečne rýchlo a bez rozmyslu posúvajú firmy UI do výroby. Experimentálna technológia, ktorá neumožňuje dostatočnú transparentnosť, v rukách IT amatérov, ktorí niekedy nevedia pozbierať konzistentne pár čísel a grafickú kartu použili len na hranie počítačových hier, sa môže stať nebezpečnou zbraňou. Ako automatická puška v rukách dieťaťa. Výzvy na zastavenie alebo spomalenie vývoja UI však nepovažujem za aktuálne. Ľudstvo si nevystačí len s logaritmickým pravítkom a kresadlom, musíme rozvíjať užitočné technológie.

**Na úvodnej stránke webu vašej spoločnosti máte slogan Získajte excelentnosť vo výrobe vďaka umelej inteligencii. Je to teda tak, že umelá inteligencia prináša niečo zásadne iné, čo doterajšie technológie neboli schopné priemyslu ponúknuť?**

UI prináša priemyslu schopnosť spracovať obrovské množstvá dát tak, že musíme len málo predvídať, čo v tých dátach uvidíme. To je presne to, čo výroba potrebuje. Výroba je proces, do ktorého vstupuje hlina a z ktorého vystupuje bezpečné lietadlo. Výroba vyžaduje vyladenie mnohých prvkov, ktorým rozumieme len čiastočne, ak vôbec, a boj s variabilitami, ktoré nevieme predvídať. Preto potrebuje flexibilitu modelov, ktorú umožňuje UI. UI znamená revolúciu nielen v spracovaní údajov z výroby, ale aj v ich získavaní. Doteraz najväčšou bariérou digitalizácie výroby bol zber údajov. Tým, že náklady na uloženie údajov Moorovým zákonom 30 rokov exponenciálne klesali, je možné kumulovať mesiace videozáznamov výroby. No až 3. vlna umelej inteligencie znížila náklady na spracovanie týchto záznamov na bežné použitie. Revolučná je hlavne technológia tzv. virtuálnych alebo SW senzorov. Naša firma túto technológiu dostala

do použiteľnej podoby, už sme otestovali stotisíc takýchto senzorov a dokázali, že s ňou vieme digitalizovať výrobu za jeden deň.

**V odbornej literatúre sa hovorí o niekoľkých tzv. zimách a následne jarných obdobiach vo vývoji umelej inteligencie, podľa toho, ako sa tejto technológii darilo zaujať investorov a aký pokrok vo vývoji dosiahla. Vy hovoríte o tretej vlne umelej inteligencie – čo si máme pod ňou predstaviť?**

Tými vlnami myslíme kvalitatívny pokrok umelej inteligencie, ako je použiteľná vo výrobe a vnímaná spoločnosťou. V tomto modeli môžeme hovoriť celkovo o štyroch vlnách umelej inteligencie:

- Prvá vlna sa začala v 60. rokoch rozvojom symbolickej UI, ale očakávania revolúcie sa nenaplnili a nastala prvá zima, t. j. pokles záujmu a investícií ako dôsledok sklamaní. Druhá zima nastala niekedy v 80. rokoch, tretiu zimu už asi neočakávame. V 90. rokoch sa rozvíjala hlavne regresia, pravdepodobnostný prístup, ale bez zásadného rozšírenia a dôsledku na ekonomiku. Klasicky sa ešte tieto staršie prístupy rozlišujú na prúdy alebo vlny, to však v tomto modeli nemáme na mysli.
- Druhou vlnou rozumieme obdobie zhruba od 2012, ide o vývoj neurónových sietí, všeobecného modelu, ktorým možno opísať veľmi širokú triedu problémov. V počítačovom videní šlo hlavne o konvolučné neurónové siete, ktoré vedú výborne rozoznávať objekty na obrázkoch. Problémom sú však vysoké nároky na odborníkov pri používaní, čo zamedzuje škálovaniu, podobne ako sú klasické snímače obmedzené nedostatkom elektrikárov a inštalačných technikov.
- Tretia vlna prirodzene prichádza zhruba po roku 2021 ako dôsledok rozsiahlej akademickej činnosti a skúseností z pilotného použitia neurónových sietí v praxi. Rozšírené použitie a znížené náklady umožňujú veľké jazykové modely, prístupy kombinujúce strojové učenie a expertné systémy, kompozitná UI a tzv. human-in-the-loop UI kombinujúca flexibilitu človeka a konzistentnosť a náklady stroja. My vyvíjame práve posledný spomenutý prístup, vďaka ktorému vieme inštalovať senzor vo výrobe jedným klikom doslova za sekundu a dlhodobo udržiavať vysokú spoľahlivosť.
- Štvrtou vlnou je všeobecná umelá inteligencia, t. j. Čapkov robot, ktorý vymení dušu na bicykli, porazí vás v hre mikádo, odšofóruje auto, vyberie oblečenie z práčky na sušiak, následne ho úhľadne ožehlí starou žehličkou a zloží do skrine. To sú pre stroje veľmi náročné úlohy a možno je to stav až po spomínanej singularite.

**Ak niektoré technológie neboli dostatočne preverené časom a hlavne úspešnými inštaláciami a výsledkami, málokterý podnik si ich vyberie za svoj smer technologického rozvoja. Nie je zatiaľ umelá inteligencia v tejto fáze životného cyklu? Čo sa musí stať, aby bola v širokej miere prijatá aj vo výrobných a spracovateľských podnikoch?**

Nemyslím si, že by bariérou škálovania UI bol nedostatok pilotov a potvrdení. Problémom je väčšinou nedostatočná návratnosť investície z dôvodu vysokých nákladov, za ktoré si často môžu fabriky svojej nepripravenosťou na spoluprácu s firmami, ktoré distribuujú štandardné riešenia. Ďalšou brzdou škálovania bol samozrejme príliš dlhý čas potrebný na digitalizáciu reálneho sveta.

Fabriky sú zvyknuté zo sveta automatizácie, že treba pilotovať proces v praxi a že mnoho problémov sa ukáže až v reálnej prevádzke, takže každá zmena stojí veľa a musí sa dlho vyladovať. Tradične očakávajú prístup vývoja na mieru a pilot s vysokou investíciou overený v automatizácii aj v digitalizačných projektoch. Veria, že digitalizácia musí byť pre každú továreň iná, na mieru len pre jedného používateľa. Riešenie vyvinuté pre jedinú fabriku je potom však aj stokrát drahšie ako riešenie ponúkané mnohým firmám. Z pohľadu fabrík treba byť schopný rýchlo nadviazať spoluprácu s dodávateľom UI služieb, vedieť si ju dobre vyskúšať formou menšieho pilota a koncepcie porovnať alternatívy.

Digitalizácia je oveľa menej riziková než automatizácia a tretia vlna UI umožňuje veľmi univerzálne riešenia, takže návratnosť napríklad zavedenia výrobného informačného systému (MES) bude dostatočná v prípade desaťnásobného počtu firiem. Keď prekonáme

bariéry kolaboratívnosti fabrík a vysokých nákladov na digitalizáciu výrobných prevádzok, budeme vidieť stále viac prípadov využitia UI vo výrobe.

**Ktoré procesy je, resp. bude možné zveriť v rámci priemyselného podniku umelej inteligencii a aké výsledky by sa od nej dali očakávať?**

Prípadov použitia, ktoré majú dobrú návratnosť, je už teraz dost, ale z dôvodu prílišného vývoja na mieru sa oplatia len málo firmám. Najväčší efekt bude mať digitalizácia a UI na zvýšenie produktivity nižšieho manažmentu – optimalizácia úloh pre operátorov, plánovanie, rozvrhovanie, zvýšenie efektívnosti a trvácnosti zariadení, redukcia variability. Konkrétne napríklad naše SW snímače dokážu automaticky detegovať miesto zastavenia alebo spomalenia na linke, čím zefektívňujú prácu predáka linky. Alebo počítajú opakovateľný čas produkčného kroku, čím umožňujú lepší odhad nákladov. Môžu napríklad skontrolovať, či boli vykonané všetky montážne kroky, alebo automaticky určiť zastavenie z dôvodu chýbajúceho materiálu alebo prestavby. Prípadne sledujú mobilné zariadenia a tým zabezpečia sústavný prehľad o polohe materiálu v hale. Len pre UI na zber dát máme desiatky ďalších dokumentovaných použití.

UI teraz rýchlo automatizuje kancelárske práce, z ktorých mnohé sú relevantné aj pre výrobné firmy, napríklad nahrávanie faktúr, získavanie informácií o zákazníkoch, príprava grafiky pre marketing atď. Digitalizácia kancelárskych procesov potom prinesie mnoho príležitostí pre automatizáciu. Automatizácia fyzických procesov, ako napríklad spomenutá práca s látkou alebo výmena duše na bicykli, je oveľa náročnejšia, lebo treba zanalyzovať širokú škálu vstupných dát rôznymi modelmi v reálnom čase, takže príde neskôr. Tiež by som bol veľmi opatrný s automatizáciou procesov pomocou UI, teraz ešte UI metódy nedokážu v plnom automatickom režime zabezpečiť dostatočnú spoľahlivosť, takže využitie bude nabiehať len pozvoľna.

**Digitalizácia priemyslu je od ohlásenia konceptu Priemyslu 4.0 každodennou témou nielen v médiách, ale hlavne v stratégii podnikov všetkých veľkostí. Veľa výrobcov a dodávateľov hardvéru/softvéru sa s touto témou identifikuje a ponúka recept na digitalizáciu. Čo to znamená, keď tvrdíte, že vaša technológia dokáže stonásobne zrýchliť digitálnu transformáciu u zákazníka?**

Musím opraviť, že naša technológia nedokáže stonásobne urýchliť digitálnu transformáciu, ale digitalizáciu výroby. Transformácia zahŕňa aj správanie ľudí a podnikové procesy, ktorých nábeh sa dá zrýchliť flexibilnejším systémom, ale stonásobné zrýchlenie by znamenalo skrátenie z obvyklých jednotiek rokov na týždeň a tak rýchlo sa ľudia nemenia.

Úzkym hrdlom z pohľadu digitalizácie výroby je prenos a štruktúrovanie údajov z reálneho sveta do digitálneho a nedostatok relevantných údajov na analýzu. Hlavným problémom súčasne používaných HW snímačov je čas a náklady potrebné na ich naplánovanie, inštaláciu, overenie, údržbu a interpretáciu v prípade problémov. Na každý snímač sú potrebné hodiny až dni práce odborníkov, typicky rozložené do obdobia niekoľkých týždňov. Prax ukazuje, že na prvýkrát sa snímače nemusia nainštalovať na najvhodnejšie miesto, takže treba umiestnenie a pochopenie ich signálu postupne iterovať. Manažment týchto dlhých projektov, kde synchronizujeme elektrikárov, údržbárov, dátových analytikov a expertov na výrobu, trvá mesiace až roky.

SW senzory umožňujú tento čas skrátiť na menej než jeden deň inštalácie, po ktorej už v prevádzke netreba nič inštalovať alebo premiestňovať, pretože všetko je na zázname, takže na digitálnom obraze môžeme senzor validovať alebo premiestniť okamžite a dokonca späť. Popritom sme vyvinuli katalóg modelov pokrývajúci viac ako 80 % strojov a liniek, ktorý umožňujú rýchle zavedenie digitálneho dvojčaťa so širokým spektrom prínosov. Takže rýchlosť uvedenia nástrojov digitalizácie je rádovo jeden deň. Rýchlosť ich rozbehnutia, vyladenia a realizácie prínosov v praktickej výrobe závisí už len od používateľa. Máme vyvinuté doslova krabicové riešenie, kde aj si môže zákazník alebo jeho systémový integrátor nainštalovať potrebný hardvér, ľahko umiestniť SW senzory a napojiť ich do svojich monitorovacích systémov.



**Umelá inteligencia potrebuje veľké objemy údajov, aby dokázala generovať overiteľné a uveriteľné výstupy. Jednou z možností, ako tieto údaje získavať z výroby, je pridávať rôzne druhy snímačov. Vy ste sa rozhodli využiť na zber údajov kamery, ktoré ponúkajú niekoľkonásobne väčší objem informácií. V čom je teda výhoda takéhoto riešenia v porovnaní s klasickými snímačmi?**

Technológia SW senzorov využíva kamery, ktoré zbierajú až miliónkrát viac údajov, ako je potrebné, ale tým zabezpečia, že žiadne údaje nebudú chýbať. Interpretácia záznamov sa odsúva na neskôr. To prináša kvalitatívnu zmenu oproti starším prístupom zapojenia PLC strojov alebo tzv. retrofitom výrobných zariadení hardvérovými snímačmi. Hlavným prínosom SW senzorov je možnosť inštalovať senzory v minulosti – to pridáva v digitalizácii takú obrovskú flexibilitu, že aj v prípadoch, keď je SW senzor stokrát drahší, je jednoznačným riešením. Druhým prínosom je rýchlosť inštalácie, keď prakticky na päť klikov za pár sekúnd môžeme vytvoriť z videa nový dátový tok, ktorému dobre rozumiem, a pripojiť ho na ďalšie analýzy. Ďalšou výhodou SW senzorov je univerzálnosť. Fabriky sú stavané tak, aby boli vizuálne kontrolovateľné manažérmi a expertmi, takže drvivá väčšina dát relevantných pre riadenie a ladenie výroby sa dá získať kamerami. SW senzory dodávajú dôveryhodnejšie dáta, keďže signál zo senzorov možno ľahko overiť podľa pôvodných videí. Video sa oveľa náročnejšie falšuje ako tabuľka meraní zo senzora, takže SW senzory umožňujú rýchlejší konsenzus medzi ľuďmi analyzujúcimi problémy vo výrobe.

Tiež sa ukazuje, že ak sú potrebné veličiny nevhodne odsledovateľné kamerou, ako napríklad elektrický prúd alebo prietok tekutín, senzor už býva v strojoch zabudovaný, takže netreba pridávať nový snímač. SW senzory sú omnoho škálovateľnejšie a veľmi skoro ich počet predbehne počet HW snímačov. To však neznamená, že HW snímače sa prestanú používať. Práve naopak, rozsah digitalizácie výroby umožnený SW senzormi pomôže aj rozvoju HW snímačov. Nákladový trend ide jasne v prospech SW senzorov: zatiaľ čo pre bežné snímače predstavuje hlavné náklady človek, ktorého práca je stále drahšia, hlavnými nákladmi SW senzora je dátový tok a algoritmy, ktoré sa zlacňujú. Prax ukazuje, že aby snímač za jednotky eur dodával spoľahlivé dáta, celkové náklady na prácu ľudí za päť rokov dosahujú jednotky tisíc eur, HW tak vie byť len jednou tisícinou nákladov. Už v okamihu inštalácie bývajú SW senzory lacnejšie, potom ich prevádzka prináša významné úspory oproti HW snímačom.

**Jedným z megatrendov súčasnej priemyselnej automatizácie sú aj výpočty na okrajových zariadeniach (z angl. edge computing). Priblížiť technológie výpočtov a rozhodovania bližšie k zdroju, kde informácie vznikajú, prináša nesporné výhody. Budú práve edge zariadenia tými, kde budú bežať aj algoritmy umelej inteligencie? Dajú sa pomenovať**

Presun výpočtov z cloudu alebo on-premise vlastných serverov na edge je prirodzeným vývojom vo výrobe, pretože edge computing prináša kratšiu latenciu a vyššiu dostupnosť a náklady edge počítania klesajú. UI musí bežať na edge, pokiaľ aplikácia vyžaduje významnú mieru autonómie, napríklad sa využíva v autonómnom riadení alebo ak chceme riadiť fabriku, aj keď bager pretrhne optický kábel k internetu. Nedostatočne doceneným míľnikom edge computingu bolo vydanie edge zariadenia na výpočtovej úrovni bežného linuxového laptopu s nízkou spotrebou energie, ako sú napríklad inteligentné telefóny alebo jednodoskové počítače Raspberry Pi. Tieto zariadenia využívajú otvorené protokoly, open source SW, a ich komunita presiahla kritickú hranicu rýchleho rozvoja, z pár desiatok špecialistov na konkrétnu edge platformu na potenciálne všetkých programátorov. Hlavne dostupné počítače umožňujúce spracovanie obrazu na edge, ktoré prišli až v roku 2019, umožnili rýchle rozširovanie SW senzorov.

Zariadenia s nižšou výpočtovou kapacitou sa ukazujú ako nákladné na údržbu. Podobne ako HW snímače vyžadujú veľkú špecializáciu, ich vývojová komunita je príliš malá. Investícia do nich je riziková, lebo aspoň jedna z ich elektronických súčiastok vyrábaná v malých sériách sa pre veľmi nákladnú druhovú výrobu stane povestným „kazítkom“, pre ktoré vyhodíte celé zariadenie, a čaká vás nová

inštalácia, validácia dát atď. Ako keď vyhodíte kávovar, ktorého mechanické súčiastky sú v perfektnom stave, lebo nevíete zohnať jednu elektrickú súčiastku. Jednoduchá vymeniteľnosť je vždy základom dobrého IT, spoločná otvorená platforma v priemyselnom IoT na báze počítačov s nižším výkonom chýba, prevláda kultúra OT sveta, t. j. robiť si všetko na mieru. Filozofia IT/OT konvergencie jasne favorizuje platformy podobné Raspberry Pi, trendom bude zvyšovanie bezpečnosti, odolnosti, modularity.

Edge computing má potom nevýhodu v ochrane IP, keďže umiestnenie SW u zákazníka znamená jeho odhalenie. Riešením môžu byť rôzne open source modely vývoja, ale napríklad v našej firme sme po dlhšom experimentovaní a konzultáciách s expertmi stavili na integrovanú edge-cloud architektúru. Aj keby niekto prišiel s modernejším prístupom, pri zotrvačnosti firiem nepredpokladáme, že bude najbližších päť rokov niečo lepšie ako cloud-edge hybrid.

**Projekty, ktoré sa týkajú digitalizácie procesov a nasadzovania technológií umelej inteligencie v priemyselnom podniku, sa plánujú, inštalujú, testujú a overujú v reálnej prevádzke rádovo mesiace. Dá sa tento proces nejako skrátiť? Možno sa v tomto smere pohybovať na úrovni týždňov/dní?**

Áno, rýchlosť digitalizácie výroby sa vďaka SW senzorum bude približovať rýchlosti digitalizácie nevýrobných firiem, pričom táto rýchlosť je určená len mierou potrebnej zmeny správania ľudí, čo v niektorých prípadoch môžu byť mesiace, ale niekedy aj pár minút. Digitalizácia trvajúca niekoľko dní nie je žiadna teória, v našej firme máme skúsenosť s fabrikami, ktoré sme zdigitalizovali jednou návštevou za jeden až tri dni a následne sme pár týždňov pomáhali v rámci digitálnej transformácie prispôbovať nástroje individuálnym potrebám fabriky, resp. naopak priblížiť procesy zákazníka k tzv. best practice. Keďže predaj je v priemysle tradične veľmi dlhý a nákladný, začíname školiť rôznych distribútorov na tzv. partnerský predaj, aby sme mohli naším riešením digitalizovať desaťtisíce podnikov. V roku 2024 každá ambiciózná IT firma dodávajúca priemyselným podnikom synergické systémy, napríklad ERP, PLM, QMS, APS, dokonca i len základnú dátovú infraštruktúru atď., môže s pomocou BI konzultantov dodať MES na báze SW senzorov za pár dní. To bolo v roku 2023 nemysliteľné.

**Máte niekoľkoročné skúsenosti z reálnych projektov a z rôznych priemyselných odvetví pri nasadzovaní umelej inteligencie. Ak by ste sa na základe týchto skúseností pozreli do najbližšieho obdobia, ako bude vyzeráť využitie umelej inteligencie v priemyselnej praxi v najbližších rokoch? Ktoré smery budú prevládať a naopak, ktoré sa ukazujú ako nepoužiteľné?**

Za osem rokov praxe som mal možnosť byť pri projektoch digitalizácie v takmer sto fabrikách, pracoval som aj s desiatkami nevýrobných firiem. Jedna vec, ktorou som si celkom istý, je, že v rámci niekoľkých mesiacov sa toho nestane veľa. Čím väčšia organizácia, tým väčšia zotrvačnosť, v inováciách to znamená tým väčšia brzda. To je aj zrejme dôvod, prečo naša menšia agilná organizácia nainštalovala stotisíc senzorov, zatiaľ čo rôzne veľké IT firmy ich nainštalovali len niekoľko stoviek, maximálne zopár tisíc. Vysvetliť niektorým organizáciám, že na digitálne dvojča nepotrebuje investíciu, je niekedy zdĺhavejšie, než prejsť ich schvaľovaním CAPEX, čo môže trvať aj pol roka.

Na druhej strane, za 15 rokov vývoja, ktoré v akadémii a praxi sledujem, sa aplikácie strojového učenia, ako aj samotná technológia posunuli tak povediac z nuly na sto, pričom vývoj sa každým rokom zrýchľuje. Na úrovni niekoľkých rokov vidím obrovský potenciál v použití UI pri digitalizácii výroby, pričom tieto dáta môžu vstupovať do rôznych modelov digitálnych dvojčiat. To je zrejme oblasť s najväčším potenciálom použitia, a preto tým v našej firme prioritne zaoberáme. Následne budú môcť fabriky intenzívne využiť ďalšie technológie, ktoré sú viac zamerané na jednotlivé priemyselné odvetvia.

Ďakujeme za rozhovor.

Anton Gérec

# Technológia, ktorá rieši ekologickú záťaž a vytvára zisk

Každý rok skončí v oceánoch osem miliónov ton plastov a odhady hovoria, že iba 14 % plastov na celom svete sa recykluje. Avšak len málokto vie, že na Slovensku máme unikátnu technológiu na recykláciu problematických, ťažko recyklovateľných odpadových plastov. Hlavným cieľom spoločnosti EUREX ENERGY, s. r. o., ktorá technológiu vyvinula, je znižovanie uhlíkovej stopy a zvyšovanie miery recyklácie plastov v rámci Európskej únie. S konateľom tejto spoločnosti Vladimírom Daniškom sme sa porozprávali nielen o tom, ako táto myšlienka vznikla, ale aj o samotnom technologickom riešení a využití automatizácie, ktoré robia túto linku celosvetovo jedinečnou.



Na začiatku EUREX ENERGY bola myšlienka, ako pretaviť do reálnej podoby nápad, ktorý bol výsledkom niekoľkoročného výskumu a vývoja v oblasti technických a prírodných vied. Bez akýchkoľvek štátnych dotácií, len s vlastným kapitálom, sa skupina nadšencov vrhla do niečoho, čo podľa nich malo a má potenciál významným spôsobom zmeniť zhodnocovanie zmesových odpadov pomocou chemickej recyklácie.

## Od výroby energie k recyklácii plastov

Príbeh sa začal písať pred trinástimi rokmi so zámerom vyrábať elektrickú energiu spaľovaním pyrolýzneho oleja. „V tom čase sme nemali ambíciu byť výrobcami technológie na výrobu pyrolýzneho oleja či spracovania plastov. Brali sme to ako podnikateľský projekt zameraný na výrobu elektrickej energie prostredníctvom štyroch energetických zdrojov – kogeneračných jednotiek, každej s výkonom do 1 MWh. Takto vyrobená elektrická energia v rámci kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla mala v tom čase garantovanú výkupnú cenu od štátu na obdobie niekoľkých rokov, čo umožňovalo zaujímavým spôsobom zhodnotiť vstupné investície,“ vysvetľuje na úvod nášho stretnutia V. Daniška.

Okrem administratívnej záťaže spojennej s prevádzkou zdrojov sa postupom času objavil aj problém s pyrolýznym olejom od dovtedajších dodávateľov. Tí buď stratili certifikáciu na výrobu a dodávky pyrolýzneho oleja, alebo kvalita oleja sa natoľko znížila, že výrazne znížovala možnú dosiahnuteľnú účinnosť kogeneračných jednotiek. Po troch rokoch činnosti sa majitelia rozhodli skonštruovať vlastnú pyrolýznu technológiu na výrobu oleja, ktorý by využívali v kogeneračných jednotkách. V roku 2017 sa V. Daniška rozhodol kvôli rozdielnym pohľadom na oblasť investovania do výskumu a vývoja a rýchlosti návratnosti investícií do tejto technológie so svojimi vtedajšími biznis partnermi rozísť a vydať sa vlastnou cestou. Pomocnú ruku podal v roku 2020 vtedajší majiteľ Chemosvitu Martin Lach, ktorý si bol prototyp technológie pozrieť v Seredi a ponúkol priestory svojej spoločnosti na jej inštaláciu a ďalší vývoj. Práve o ďalšom rozvoji prototypu mal V. Daniška jasnú predstavu – prejsť od manuálneho ovládania závislého od obsluhy linky k takmer úplne automatickému režimu s minimálnou potrebou zásahu človeka.

## Patent s celosvetovou platnosťou

Autorom konceptu a majiteľom úžitkového vzoru linky EUREX ECO 1, ktorý je registrovaný na Úrade priemyselného vlastníctva SR s medzinárodnou platnosťou, je rodina Vladimíra Danišku. Skôr ako začal pracovať na návrhu vlastného riešenia, precestoval takmer celý svet, prezrel si približne tridsať podobných technológií a zo všetkých sa inšpiroval tým najlepším. Trojstupňový proces pyrolýzneho spracovania plastov, ktorý je základom linky EUREX ECO 1, je vo svete ojedinelý. Niektoré významné svetové spoločnosti majú síce takéto riešenia už funkčné, ale zatiaľ len v laboratórnych podmienkach a navyše sú tieto technológie niekoľkonásobne priestorovo väčšie. „Predmetom patentu nebol samotný pyrolýzny proces, známy už niekoľko desaťročí, ale celý technologický proces od vstupov po získanie výstupov,“ vysvetľuje V. Daniška.

## Homogenita a stabilita pyrolýzneho procesu

Pyrolýza nemá rada nehomogenitu a nestabilitu. Ak sa podmienky počas procesu menia, kvalita výstupu klesá a zvyšuje sa zaťaženie životného prostredia. V rámci inovácie dovtedy známych pyrolýzných technológií bola teda jednou z najväčších výziev homogenita a stabilita procesu premeny vstupov, čiže zmiešaného plastového odpadu na výstup – kvapalnej zmesi uhlíkovodíkov, ktoré môžu byť využité ako surovina pre petrochemický priemysel alebo ako náhrada kvapalných palív získavaných spracovaním ropy. Ukázalo sa, že bez dôkladného dočistenia vstupov a extrúzneho systému plastifikácie nebude možné dosiahnuť očakávané výsledky z hľadiska kvality.

Linka EUREX ECO 1 je postavená na unikátnom trojfázovom procese. V prvej, mechanicko-termickej fáze sa vstupný odpad vhodne upraví a zbaví väčšiny vody a iných znečisťujúcich látok. Vstupom



Vladimír Daniška, konateľ spoločnosti EUREX ENERGY, s. r. o., (vľavo) a Marián Filka, Area Sales Manager, Digital Industries v spoločnosti Siemens, s. r. o., v pozadí so zhmotnenou víziou unikátnej funkčnej linky na recykláciu problematických, ťažko recyklovateľných odpadových plastov

prítom môžu byť všetky plastové odpady na báze polyetylénu a polypropylénu v akomkoľvek pomere, a to aj s miernym znečistením do 15 % z celkovej hmotnosti. Plasty môžu pochádzať z komunálneho aj z priemyselného odpadu, ale aj zo skládok či iných zdrojov. Zo vstupných plastov vznikne tavenina, ktorá sa v druhej fáze rozkladá v reaktore na procesný plyn pri teplote do 430 °C. Ten postupuje do kondenzačného systému, kde sú oddelené dve kvapalné a jedna plynná frakcia.

Výsledným produktom môžu byť certifikované druhotné palivá vhodné ako náhrada palív z fosílnych zdrojov, napríklad do generátorov elektriny. Po doplnení absorpčných činidiel, dodatočným prečistením a filtráciou sa dajú výstupné produkty využiť opakovane aj na výrobu plastov. Časť nesukondenzovateľných plynov nájde uplatnenie ako plynné druhotné palivo na vlastný procesný ohrev reaktora recyklačnej linky.

## Chemická továreň v malom – výzva pre meranie a riadenie procesov

Jednoznačná voľba pri výbere technologického partnera pre oblasť merania, regulácie a automatizácie padla na spoločnosť Siemens. V priebehu roka realizačné technické tímy EUREX ENERGY, CHEMOSVIT STROJCHEM a Siemens vypracovali riešenie strojno-technologickej časti, ako aj samotnej automatizácie a riadenia.

Z pohľadu architektúry riadenia ide o spojitý (kontinuálny) proces, ktorý obsahuje veľké množstvo rôznych podprocesov a prevádzkových veličín. „Dalo by sa povedať, že máme pred sebou takú chemickú továreň v malom. Práve preto sme už na začiatku návrhu vedeli, že v tomto prípade nebude stačiť riadenie na báze PLC, ale priklonili sme sa k distribuovanému riadiacemu systému SIMATIC PCS 7,“ vysvetľuje Marián Filka, vedúci divízie Digital Factory v spoločnosti Siemens, s. r. o.

Ako už bolo spomenuté, pyrolýzne procesy vyžadujú homogenitu a stabilitu, a preto musí riadiaci systém zabezpečiť veľmi presné dodržiavanie nastavených žiadaných hodnôt jednotlivých procesných veličín. O to sa stará niekoľko desiatok PID regulátorov a v prípade prerušenia procesov niekoľko nábehových a dobehových sekvencií. Veľmi presne regulovaný je aj proces spaľovania plynu a ohrevu reaktora. Riadenie horákového systému musí spĺňať náročné kritériá aj z hľadiska prevádzkovej bezpečnosti. Pomerne zložité algoritmy sú nasadené aj na riadenie podielu spaľovania zemného a technologického plynu používaného na ohrev reaktora. „Donedávna bolo potrebné čakať, kým sa technologický plyn ako výstupný produkt linky vytvorí v objeme niekoľkých metrov kubických. V súčasnosti je už technológia vďaka inštalácii moderných stabilizátorov tak vyladená, že technologický plyn možno využiť už od prvého vyrobeného metra kubického,“ dopĺňa V. Daniška.



Už od začiatku bolo jasné, že z hľadiska riadenia nebude stačiť PLC, preto bol nasadený distribuovaný riadiaci systém SIMATIC PCS 7.

Samostatnou kapitolou je veľké množstvo prevádzkových meracích prístrojov, ktoré samy o sebe majú zabudované algoritmy nielen na spracovanie nasnímaných údajov, ale aj na komunikáciu s nadradeným systémom prostredníctvom protokolu HART či autodiagnostiku. Dôležitá je aj možnosť vzdialenej kalibrácie či získania informácie o aktuálnom stave, resp. „zdraví“ konkrétneho meracieho prístroja. Aj tieto požiadavky boli dôvodom nasadenia DCS systému.

Do riadiaceho systému sa dostáva približne stovka vstupov/výstupov z merania tlaku, teploty, prietoku, výšky hladiny, digitálne V/V, signály z frekvenčných meničov a pod. Archivuje sa približne 550 hodnôt, ako sú poruchy motorov, reset, žiadané hodnoty a pod.

Aby sa zabezpečilo kontinuálne dávkovanie suroviny do reaktora, treba prostredníctvom váhového systému SIWAREX od spoločnosti Siemens neustále navažovať správne množstvo plastového odpadu na vstupe linky tak, aby sa v reaktore za hodinu spracovalo 400 kg plastového odpadu. Iné hodnoty z hľadiska váhy vstupu by znamenali neefektívnosť pyrolyzného procesu. Po navážení smeruje plastový odpad do extrudéra, ktorého otáčky sú riadené na základe nameranej hodnoty výšky hladiny v reaktore. Ak by sa hodnota výšky hladiny zmesi v reaktore dostala nad žiadanú hodnotu, horákov systém by nedokázal dostatočne zohriať roztavený plast a celý pyrolyzný proces by bol narušený. Extrudér teda musí kontinuálne dodávať do reaktora také množstvo roztaveného plastu, aby výška hladina v reaktore dosiahla nastavenú žiadanú hodnotu.

Veľkou výzvou bolo samotné meranie výšky hladiny v reaktore. Vnútrore reaktora je charakterizované teplotou okolo 450 °C, vysokým tlakom, bubľajúcim a peniacim povrchom roztaveného plastu či pohybujúcim sa miešadlom. Ako riešenie bola zvolená radarová technológia, ktorá si dokázala poradiť s uvedenými procesnými podmienkami. Pri meraní prietoku, kde boli zvolené Coriolisove prietokomery od spoločnosti Siemens, bolo potrebné zvládnuť ich odrušenie od vibrácií, ktoré pri prevádzke technológie vznikajú. Sledovanie stavu meracích prístrojov či ich vzdialená diagnostika sú možné vďaka zabudovaným inteligentným funkciám a komunikácii prostredníctvom protokolu HART.

Koncept linky je navrhnutý tak, aby vyžadoval len minimálne zásahy obsluhy, ktorá navyše nemusí mať expertné znalosti pyrolyzných



Prevádzkové meracie prístroje majú zabudované algoritmy nielen na spracovanie nasnímaných údajov, ale aj na komunikáciu s nadradeným systémom prostredníctvom protokolu HART či autodiagnostiku.

procesov ani ich samotného riadenia. Prístup do technológie je možný aj prostredníctvom vzdialeného prístupu cez internet, pričom celý proces komunikácie a kybernetickej bezpečnosti je postavený na riešení SINEMA opäť od spoločnosti Siemens.

Vývoj celej aplikácie bol zrealizovaný v inžinierskom prostredí systému SIMATIC PCS7, kde bol využitý programovací jazyk funkčných schém pre kontinuálne procesy. Na vyššej úrovni sa nachádza niekoľko sekvencií naprogramovaných v sekvenčnej logike. Výhodou PCS7 je, že má prepracovaný systém vizualizácie a hlásení, ktoré operátorom umožňujú komfortne sledovať aktuálny stav, dodržiavanie časových intervalov pre určité deje a pod. Do PCS7 sú pripojené aj frekvenčné meniče, pričom informácie z nich nielen o prichlosti a stave zapnutia/vypnutia, ale aj o spotrebe energie sa odosielať do bilančného systému sledovania spotreby energií linky.

V rámci linky boli vytvorené dve operátorské stanice, z ktorých každá je webovým serverom a zároveň operátorským pracoviskom a sú postavené na platforme priemyselných PC umiestnených v rozvážači. Jedna stanica slúži pre operátora priamo na linke, kde si môže na operátorskom paneli SIMATIC HMI zobrazíť obrazovky jednotlivých častí linky s aktuálnymi údajmi. Druhá stanica bude v budúcnosti slúžiť pracovníkovi v miestnosti riadenia, kde bude možné zobrazovať rôzne grafy, priebehy a analýzy chodu linky. „To v prípade predaja liniek do zahraničia umožní odborníkom priamo zo Slovenska dohliadať na technológiu, sledovať stav procesov, analyzovať vzniknuté poruchy a dávať rady a odporúčania miestnym technológom, ako vzniknuté problémy riešiť a pod.“ vysvetľuje M. Filka.

Integrácia hlavných komponentov merania a regulácie bola vďaka jednému dodávateľovi, spoločnosti Siemens, veľmi jednoduchá. Pridané hodnoty jednotlivých komponentov napr. z pohľadu diagnostiky, archivácie, redundancie či konceptu kybernetickej bezpečnosti sa dajú len s veľmi jednoduchým inžinieringom dostať priamo do DCS.

„Čo nás po dva a pol roku posúva stále vpred pri vylepšovaní výrobného procesu, je, že práve vďaka pokročilým systémom merania prevádzkových veličín a automatizácie máme detailný pohľad na celý proces, a to aj z hľadiska historických údajov. Na základe nich sa učíme, ako proces ešte lepšie vyladiť, aby možnosti linky zodpovedali čo najširšiemu spektru požiadaviek trhu a aby celá technológia pracovala s čo najvyššou účinnosťou a bezpečnosťou,“ vysvetľuje V. Daniška.

### Vďaka linke budú firmy „zelenšie“ a ešte na tom môžu zarábať

Linka má pre ľudstvo dve nesporné výhody. Prvou je zásadné zníženie uhlíkovej stopy na tonu vyrobeného plastu v porovnaní so štandardnou technológiou výroby plastov z ropy. „Každý subjekt, ktorý sa zapojí do tohto reťazca recyklácie plastov, bude z pohľadu ochrany



Meranie výšky hladiny v reaktore s teplotou okolo 450 °C, vysokým tlakom, bublajúcim a peniacim povrchom roztaveného plastu či pohybujúcim sa miešadlom sa podarilo vyriešiť pomocou radarovej technológie.

životného prostredia zelenší. Nehovorím o to, že bude úplne zelený, určité zásady vývoja technológií sa nedajú preskočiť zo dňa na deň, ale ignorovať pokrok v pyrolýznej technológii a chemickom spracovaní plastov je absurdné a nelogické,“ zdôrazňuje V. Daniška.

Druhou výhodou je už spomínaná finančná návratnosť investícií do tejto technológie. „Keby sme chceli dodržať schválené ciele v oblasti recyklácie plastov do roku 2030, keď by sa malo recyklovať až 55 % plastov, tak by sme v celej Európe potrebovali takýchto technológií okolo 4 400, čo z hľadiska investícií predstavuje približne 13 miliárd eur. Aj vďaka tomu, že veľkú časť energie, ktorú linka spotrebúva, si aj sama vyrobí, investor môže počítať s návratnosťou do troch až šiestich rokov.“

## Ďalšie modernizácie smerujú k umelej inteligencii a digitálnemu dvojčatu

V. Daniška už teraz vidí možnosti ďalšieho zlepšovania linky. Tie budú podľa neho súvisieť s neustálym vývojom a modernizáciou najmä časti merania a automatizácie. Svoje miesto dostane v rámci modernizácie linky pravdepodobne aj súčasný megatrend – umelá inteligencia (UI). Nový modul od spoločnosti Siemens totiž dokáže využiť softvérové snímače a algoritmy UI na meranie emisií zo spaľovacieho procesu na základe informácií o tom, aké vstupy do procesu pyrolýzy prichádzajú, aké sú procesné podmienky a ďalších parametrov. Výhodou tohto riešenia je, že nie je potrebné investovať do drahého certifikovaného analyzátora spaľín, sond a súvisiacich montážnych, údržbárskych či servisných činností.

„Druhým smerom, kam by sa mala inovácia uberať, je využitie digitálneho dvojčata linky, ktoré umožní prediktívne získavať potrebné nastavenia linky tak, aby prebiehajúce procesy boli vyladené blízko optima z pohľadu účinnosti, energetickej efektívnosti, bezpečnosti a samozrejme najvyššej možnej kvality výstupných produktov,“ vysvetľuje plány do budúcnosti V. Daniška. Podľa predbežných plánov by sa tieto dve inovácie mali zapracovať do konceptu linky v priebehu nasledujúcich dvoch rokov.

O tom, že zlepšovanie linky napreduje postupne, svedčia aj inovácie v strojno-technologickej časti. „Nový reaktor, ktorý sme dali do prevádzky tento rok, je v porovnaní s reaktorom z minulého roku o pár



Na operátorskom paneli umiestnenom pri linke si obsluha môže zobrazit' obrazovky jednotlivých častí linky s aktuálnymi údajmi.

sto kilogramov ľahší a vďaka konštrukčnému zjednodušeniu ho možno vyrobiť priamo v priestoroch CHEMOSVIT STROJCHEM, s. r. o., ktorá je súčasťou skupiny CHEMOSVIT, a. s., nášho druhého technologického partnera,“ vysvetľuje V. Daniška. No asi najdôležitejším vylepšením je, že sa podarilo využiť takmer celé teplo, ktoré je doťahnuté až na hlavu reaktora. Tým sa výrazne zlepšil teplotný manažment vnútri samotného reaktora, pričom aj tie najvzdialenejšie body vnútri reaktora budú mať najmenšie odchýlky.

## Priemysel, komunálna sféra aj súkromný sektor

Technológia na chemickú recykláciu odpadu môže byť zaujímavá pre všetkých, ktorí majú dosah na ochranu životného prostredia či spracovanie odpadov, prípadne také subjekty, ktoré si dokážu zabezpečiť vstupy pre recyklačnú technológiu, lebo chcú byť výkonnejší, efektívnejší a chcú mať napr. vlastnú, lacnejšiu energiu. Prevádzkovateľom tejto technológie môžu byť priemyselné subjekty, mestá či súkromný sektor. Aktuálne sú už podpísané kontrakty na dodávku dvoch liniek pre západné a dvoch liniek pre východné Slovensko. Významným zahraničným kontraktom je dodávka desiatich liniek na Filipíny.

Záujem zo strany zahraničných investorov bol badateľný aj počas medzinárodného veľtrhu AICHEM, ktorý sa konal v júni tohto roku v nemeckom Frankfurtu. Vďaka spoločnosti Siemens mali zástupcovia EUREX ENERGY, s. r. o., možnosť prezentovať svoje riešenie v spoločnom stánku s týmto technologickým gigantom a tiež na podujatí, ktoré bolo pre pozvaných hostí z významných priemyselných závodov. Tí sa napríklad zaujímali aj o to, či je možné technológiu modifikovať na spracovanie väčšieho objemu vstupov a výstupov. „Ak chceme prispievať k udržateľnosti a znižovať uhlíkovú stopu pri recyklácii plastov, tak nie je logické postaviť jednu veľkú pyrolýznu technológiu s veľkým výkonom a do nej zväztať plastový odpad zo stoviek kilometrov vzdialených miest, ale práve ponechať túto technológiu v terajšom rozsahu a rozmiestniť ju bližšie k zdrojom vzniku odpadov. Navyše povaha termodynamických dejov v rámci pyrolýznych procesov neumožňuje až tak jednoducho tieto procesy násobiť či deliť z hľadiska výkonu,“ vysvetľuje V. Daniška.

Výhodou linky EUREX ECO 1 teda nie je len príspevok k ochrane životného prostredia a naštartovanie systému cirkulárnej ekonomiky, ale pri zohľadnení všetkých nákladov aj zaujímavý biznis projekt, ktorý prevádzkovateľovi linky dokáže generovať výnosy. „Vzniká tak úplne nové odvetvie modernej chemickej recyklácie plastov, ktoré sa bude v budúcnosti stále viac rozvíjať a bez ktorého nebude možné zvládnuť ciele recyklácie plastov stanovené pre členské štáty EÚ. Myslím, že pre investorov je to pozitívna správa,“ konštatuje V. Daniška na záver nášho stretnutia.

Ďakujeme spoločnosti EUREX ENERGY, s. r. o., a CHEMOSVIT, a. s., za možnosť realizácie reportáže a Vladimírovi Daniškovi a Mariánovi Filkovi za poskytnuté informácie.

Anton Géer

# Zlievarne BENEŠ a LÁT plánujú výrobu efektívnejšie a šetria náklady pomocou umelej inteligencie

Konkurenčný boj, inflácia, zložitá medzinárodná situácia, ekonomická neistota, vysoké nároky zákazníkov. Priemyselné podniky pri hľadaní cesty, ako sa s nepriaznivou situáciou vyrovnajú, v čoraz väčšej miere využívajú široké možnosti umelej inteligencie a ďalších moderných technológií. Tie vďaka rýchlemu vývoju dávno nie sú výsadou najväčších hráčov na trhu a sú stále dostupnejšie aj menším firmám. To je prípad aj strojárkej a metalurgickej spoločnosti BENEŠ a LÁT, a. s., so sídlom v stredočeských Poříčanoch, ktorá sa vo svojich štyroch závodoch špecializuje na odlievanie zo zliatin hliníka, obrábanie a 3D tlač kovov. Firma so zhruba 400 pracovníkmi a ročným obrátom okolo 800 miliónov českých korún využíva už od roku 2005 na ekonomicky efektívne riadenie výroby informačný systém KARAT. Aj vďaka nemu sa jej v časoch vysokej inflácie, rastúcich cien energií a tlaku na flexibilitu výroby stále darí.

## Umelá inteligencia plánuje výrobu v reálnom čase

Firma BENEŠ a LÁT vo veľkej miere nielenže využíva systém IS KARAT pri riadení výroby, ale významne dlhodobo prispieva aj k jeho ďalšiemu vývoju, najmä modulov plánovania výroby alebo internetu vecí (IoT). A práve v týchto oblastiach nachádza uplatnenie umelá inteligencia, kde zohráva zásadnú úlohu pri automatizácii, prechode na plánovanie v reálnom čase a zavedení prediktívnej údržby.

„Naším cieľom je realizácia konceptu výroby s prehľadom v reálnom čase. Teda takej, kde dochádza iba k minimálnym alebo nulovým prestojom zo strany človeka,“ vysvetľuje finančný riaditeľ Jan Lát. „Tomu bolo nutné podriadiť celý obchodný proces v systéme plánovania podnikových zdrojov (ERP), od vylepšenia systému na riadenie vzťahov so zákazníkmi (CRM) cez podchytenie obchodného procesu v module BPM, pri príprave výroby na automatické odvádzanie bez terminálov, plánovanie v reálnom čase až po podporu automatických činností v logistike.“

Jedným z prvých projektov využitia umelej inteligencie (UI) v prevádzke spoločnosti BENEŠ a LÁT sa stala transformácia plánovania výroby. V minulosti sa plánovači zaoberali väčšinu času operatívnym plánovaním. V plánoch bolo nutné zohľadňovať rôzne udalosti vo výrobe, ktoré ovplyvňovali dostupnosť pracovnej sily, materiálu alebo zariadenia. To však neprebiehало v reálnom čase a plán bol vo výsledku neaktuálny – zavedenie zmeny vo výrobe do plánu vyžadovalo, aby plánovač zmenu vykonal ručne v module pokročilého plánovania výroby (APS) systému IS KARAT, čo mohlo trvať aj niekoľko hodín.

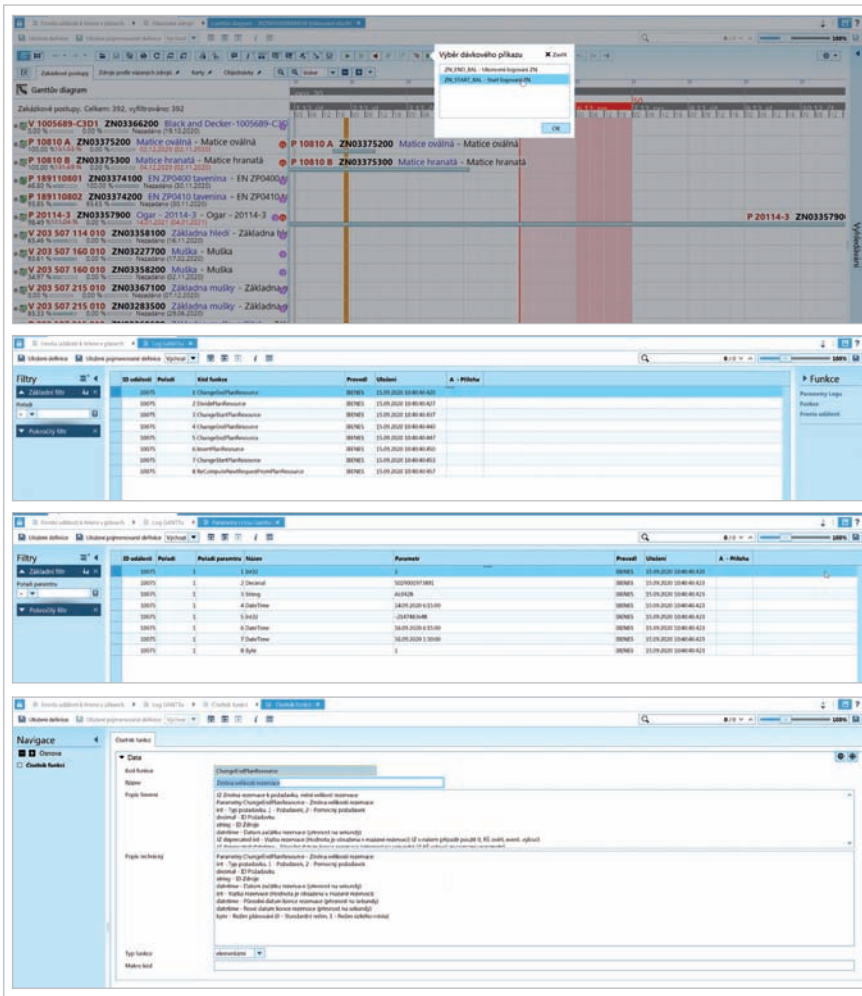


Filtery	ID záhlaví	Nájd záhlaví	Plánovaný	3006, Penultim	ID lega záhlaví	ID lega beneš	Stav	koncovka	Funkce
	10000								long callTo
	10001								Stav záhlaví, plánuj
	10002								Plánovaný záhlaví
	10003								Stav záhlaví
	10004								Stav záhlaví
	10005								Stav záhlaví
	10006								Stav záhlaví
	10007								Stav záhlaví
	10008								Stav záhlaví
	10009								Stav záhlaví
	10010								Stav záhlaví
	10011								Stav záhlaví
	10012								Stav záhlaví
	10013								Stav záhlaví
	10014								Stav záhlaví
	10015								Stav záhlaví
	10016								Stav záhlaví
	10017								Stav záhlaví
	10018								Stav záhlaví
	10019								Stav záhlaví
	10020								Stav záhlaví

Záznamy na plánovanie

Filtery	ID záhlaví	ID lega	Data	Pravidlo	Ukážka
	10021				
	10022				
	10023				
	10024				
	10025				
	10026				
	10027				
	10028				
	10029				
	10030				
	10031				
	10032				
	10033				
	10034				
	10035				
	10036				
	10037				
	10038				
	10039				
	10040				

Údaje aktuálneho plánu pred tréningom a po ňom



Trenovacie údaje

Bolo teda nutné odbúrať operatívne činnosti plánovačov ako jeden z prvých kľúčových krokov na zrýchlenie aktualizácie plánov výroby, obmedzenie prestojov, zníženie závislosti celého procesu od ľudského zásahu a uvoľnenie kapacity plánovačov, aby sa mohli zamerať na kvalitu plánu a v neposlednom rade aby sa pomocou automatizácie zotrel rozdiel medzi kvalitou práce jednotlivých plánovačov.

„Ak dôjde dnes k prestoju, ktorý znamená zmenu vo výrobe, nové riešenie s umelou inteligenciou pošle hruba do piatich minút informáciu, ako sa má výroba preplánovať. Všetko sa odohráva v module APS

informačného systému KARAT, plán sa uloží a pracovníci v prevádzke majú na termínaloch ihneď možnosť vidieť, kde majú pokračovať v práci, ktorá bola zmenou prerušená,“ vysvetľuje Zdenko Piovarčí, CIO a vedúci tímu stratégie spoločnosti BENEŠ a LÁT.

### Príklad z prevádzkovej praxe

Majster prevádzky zlievarne spoločnosti BENEŠ a LÁT spracováva štandardné procesy na svojom mobilnom zariadení, kde sa mu zobrazujú stroje, ktoré sú aktuálne v prevádzke, pričom rovnaká informácia je

k dispozícii na veľkoplášnych obrazovkách pre operátorov výroby. Ak dôjde k neštandardnej situácii, výpadku, poruche alebo akejkoľvek inej zmene stavu samotného stroja, automaticky sa spustí eskalačný proces, ktorý majstri okamžite pošle na mobilné zariadenie správu o zmene stavu stroja s upozornením na nutnosť kontroly a príslušného zásahu. Umožňuje to systémom internetu vecí, ktorý využíva snímače umiestnené na strojoch zariadeniach. Ten však slúži nielen na sledovanie a vyhodnocovanie stavu v reálnom čase, ale aj na prevenciu mimoriadnych stavov.

### Internet vecí pomáha predchádzať odstávkam

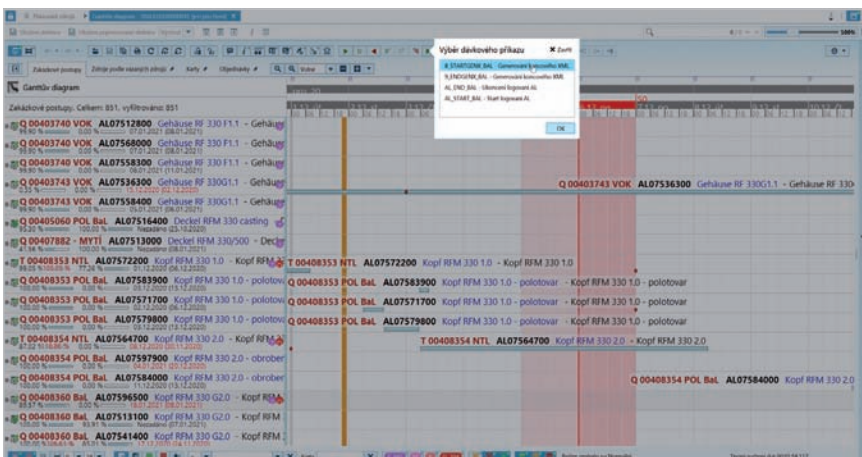
Nadstavbou umelej inteligencie v plánovaní výroby bol projekt číslo 2, zameraný na internet vecí. Ten slúži spoločnosti BENEŠ a LÁT na zber údajov o stave rôznych technologických zariadení – ide predovšetkým o sledovanie stavu hydraulického okruhu, kde sú snímače umiestnené na čerpadlách, tlakových vyrovnávacích vakoch, ale aj na strojoch a na niektorých bodoch chladenia. Prieběžne získavané hodnoty sú zo snímačov odovzdávané na spracovanie a vyhodnotenie systému prediktívnej údržby, založenému na umelej inteligencii.

„Pomocou systému prediktívnej údržby sme dnes schopní predpovedať, ktoré stroje, konkrétne napríklad lisy, budú musieť byť vyradené skôr, ako sa skončí ich životnosť, alebo naopak dokážeme zistiť, že po roku prevádzky sú vo veľmi dobrej forme a budú slúžiť ešte ďalších šesť mesiacov. Vďaka tomu sme schopní ušetriť náklady a predísť nečakaným výpadkom,“ hovorí Jakub Beneš, vedúci tímu logistiky a plánovania.

### Plánovaním a údržbou sa to nekončí

Neúprosný tlak na znižovanie nákladov, rýchlosť reakcie a flexibilita vo vzťahu k požiadavkám zákazníkov a vonkajšie ekonomické faktory, ako sú rastúce ceny materiálu, energií a služieb, nútia spoločnosť BENEŠ a LÁT pristupovať inovatívnym spôsobom k celej svojej prevádzke a snažiť sa byť stále o krok vpred. Vďaka využitiu moderných technológií na včasnú, ale aj doprednú, preventívnu reakciu je firma schopná znižovať celkové náklady na poruchu, čo sa prejavuje úsporou smerom do firmy a vo výsledku aj znížením ceny pre zákazníka.

„Umelá inteligencia sa nám v prvých dvoch prevádzkovo orientovaných projektoch osvedčila natolko, že sme sa rozhodli jej využitie v rámci ďalšieho projektu novo rozšíriť aj do modulu odbytový plán, kde bude slúžiť na obchodné predikcie. Tým všetkým prispieva k tomu, že dokážeme v náročných časoch nielen obstáť, ale aj sa ďalej rozvíjať,“ uzatvára J. Lát.



Načítanie výsledkov z neurónovej siete

# Využitie rozšírenej reality pri prevádzke unikátneho smart pivovaru

Rozšírená realita (angl. Augmented Reality, AR) sa stáva neodmysliteľnou súčasťou mnohých technických projektov prinášajúcich pokrokové inovácie a zvýšenú používateľskú hodnotu. Integrácia AR technológií do týchto projektov tak zvyšuje nielen ich atraktivitu, ale predovšetkým ich technickú a funkčnú úroveň.



Medzi projekty, v ktorých rozšírená realita zvyšuje hodnotu technologického zariadenia, patrí aj projekt SMART BREWERY – Automatizované zariadenie na výrobu piva. Projekt vznikol z iniciatívy študentov STU pod záštitou pedagógov z Ústavu procesného inžinierstva Strojníckej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave (ÚPI Sjf STU) a jeho realizáciu podporila aj následná spolupráca s pivovarom NILIO, ktorý je prvým nealkoholickým remeselným pivovarom na Slovensku a v Čechách a tiež spolupráca so softvérovou spoločnosťou SFÉRA, a. s., ktorá vyvíja okrem iného vlastné aplikácie na vizualizáciu a interakciu technologických procesov využitím virtuálnej a rozšírenej reality.

Odborné znalosti a snaha o dosiahnutie technologickej inovácie boli devízou projektového tímu tvoreného študentmi z STU pri návrhu a realizácii konštrukčných prác malého automatizovaného pivovaru dimenzovaného na výrobu 50 litrov piva pri využití rôznych receptúr. Dosiahnutie jedinečnosti a vysokých technologických štandardov skonštruovaného zariadenia potvrdzuje podanie žiadosti o patentovú ochranu technického riešenia nielen národným patentom na Slovensku (úžitkový vzor č. 9337 – Automatizovaný pivovar; patentová prihláška 145-2020 – Automatizované zariadenie na varenie piva), ale aj v zahraničí (PCT/ IB2021/062375, WO 2022/144763A1, EP4271787 – Device and method for automated beer brewing).

Podľa vyjadrenia zodpovedného riešiteľa projektu a nositeľa myšlienky doc. Ing. Petra Peciara, PhD. z Ústavu procesného inžinierstva na Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave,



Zľava: Ing. Matúš Pružinec, SFÉRA, a. s., Ing. Matúš Kozina, pivovar NILIO, doc. Ing. Peter Peciar, PhD., ÚPI Sjf STU v Bratislave na Medzinárodnom strojárskom veľtrhu 2024 v Nitre

*„Projekt na začiatku predstavoval pretavenie klasických metód a poznatkov vyučovaných na inžinierskom programe.“*



Prezentácia zariadenia na výrobu piva SMART BREWERY na konferencii COINTT 2023 v Bratislave

tento projekt na začiatku predstavoval pretavenie klasických metód a poznatkov vyučovaných na inžinierskom programe Chemické a potravinárske stroje a zariadenia na Strojníckej fakulte STU, ako sú tepelné a hydraulické procesy, mechanické procesy a bioprocessy spojené s konštrukciou výrobných zariadení a aparátov. Avšak až v spolupráci s partnermi projektu dostali kontúry projektu SMART BREWERY nový inovatívny smer so zapojením unikátnych postupov a využitím jedinečných technológií. Už samotný proces varenia piva má patentovanú metódu, avšak nemenej dôležité je práve spojenie odborníkov na varenie nealkoholického piva z pivovaru NILIO a aplikácia rozšírenej reality, ktorá vznikla v spolupráci so spoločnosťou SFÉRA, a. s.

## Aplikácia strojAR pre vyššiu efektívitu a udržateľnosť prevádzky zariadenia

Výnimočnosť projektu SMART BREWERY umocňuje integrácia softvérovej aplikácie rozšírenej reality strojAR vyvinutej pod vedením IT





Ukážka aplikácie strojAR v online móde

špecialistov spoločnosti SFÉRA, a. s. Táto aplikácia posúva pivovar do kategórie inteligentných technologických zariadení s možnosťou vzdialeného ovládania, automatizovania procesov a konštantného zberu dát. Uvedené funkcie poskytujú informácie dôležité pre rozhodovanie a optimalizáciu využitia zdrojov, čím sa dosahuje vyššia efektívnosť a udržateľnosť prevádzky zariadenia.

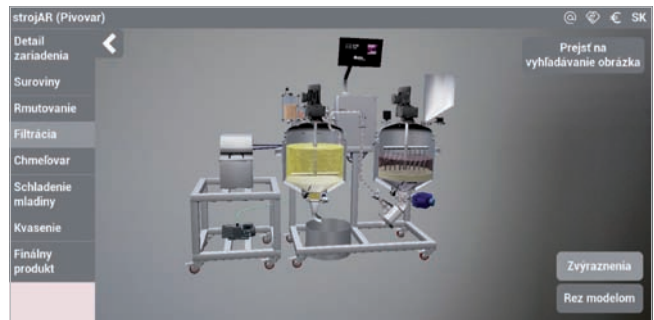
Vďaka aplikácii možno vo verzii offline vysvetliť jedinečnosť danej konštrukcie v danom prostredí a prezentovať všetky detaily a procesné kroky a vo verzii online získavať a spracúvať informácie v reálnom čase, čím možno predikovať jednotlivé procesy tzv. virtuálneho dvojčaťa pivovaru a rozhodovať o nich. Aplikácia síce môže celý proces riadiť od úplného začiatku, avšak používatelia môžu tento skutočný stav nielen monitorovať v danom čase na diaľku v rozšírenej realite, ale aj ovplyvňovať a riadiť výrobný proces v danom okamihu, čo umožňuje okamžitú reakciu na akékoľvek zmeny alebo vzniknuté problémy.

Online verzia aplikácie tiež vizualizuje procesy údržby a intuitívne navádza pracovníkov na realizáciu servisných výkonov, čím takýto proces môže nasmerovať odborných pracovníkov práve na vysokokvalifikované úlohy v reálnom čase, a to nielen v reálnom prostredí, ale práve na virtuálnom modeli. Práve prepojením reálneho a virtuálneho prostredia sa dosahuje automatizácia procesov zabezpečujúca konzistentnú kvalitu zariadenia a minimalizujúca ľudskú chybu. Navyše, konštantný zber dát poskytuje cenné informácie na analýzu s cieľom zlepšovania výrobných postupov.

## SMART BREWERY inšpiruje k digitálnej transformácii

Tím IT špecialistov spoločnosti SFÉRA, a. s., sa zhodol na konštatovaní, že vzájomná spolupráca na projekte iniciovanom na akademickej pôde v spolupráci s unikátnym pivovarom NILIO je nielen inšpiratívna, ale súčasne zaväzuje k dosahovaniu ďalších cieľov podporujúcich digitálnu transformáciu podnikov.

Projekt SMART BREWERY nie je len technickým úspechom, ale aj príkladom toho, ako rozšírená realita môže priniesť inovatívne riešenia do tradičných odvetví, pričom cieľom nie je obmedziť jedinečnosť tohto odvetvia, ale práve podporiť nové smery vnímania klasických odvetví. Vďaka synergii medzi technickými znalosťami



Ukážka aplikácie strojAR v offline móde

študentov a pedagógov z Ústavu procesného inžinierstva Strojníckej fakulty STU v Bratislave, odbornými skúsenosťami sládkov z pivovaru NILIO a pokročilými softvérovými riešeniami spoločnosti SFÉRA, a. s., vzniklo technologické zariadenie prezentujúce moderné technológie transformované vo výrobnom procese.

Treba tiež poznamenať, že realizácia tohto výnimočného pivovaru by nebola možná bez finančnej podpory z viacerých grantových schém, ako sú projekty KEGA na podporu pedagogického procesu (KEGA 036STU-4/2020, KEGA 003STU-4/2023), ale aj z Nadácie Tatra banky pri vzniku projektu cez E-Talent 2019 – SMART BREWERY (2019et011) a VZDELANIE pre inštitúcie 2022 – Implementácia rozšírenej reality do výučby procesnej techniky (2022VZDinst006).

Aj keď sa môže zdať, že projekt je úspešne na konci, otvorili sa ním nové technické riešenia na rozšírenie tohto projektu, na ktorých bude možné stavať aj v následných etapách so zapojením ďalších študentov, prípadne nových spolupracujúcich spoločností s unikátnymi riešeniami. Projekt SMART BREWERY sa tak stáva vzorom aj pre ďalšie technické riešenia, ktorých zámerom je dosiahnuť vyššiu efektívnosť, udržateľnosť a atraktivitu.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt Medzinárodné centrum excelentnosti na výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa, kód ITMS: 313021W404 a pre projekt Life Defender – Ochrana života, kód ITMS: 313010ASQ6, oba spolufinancované zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Stránka projektu  
Smart Brewery



Rozšírená realita,  
SFÉRA, a.s.



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ  
UNIVERZITA V BRATISLAVE  
STROJNÍCKA FAKULTA

doc. Ing. Peter Peciar, PhD.

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Strojnícka fakulta, Ústav procesného inžinierstva  
Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava  
peter.peciar@stuba.sk



Kolektív autorov

SFÉRA, a.s.

Karadžičova 2, 811 08 Bratislava

Tel.: +421 2 5021 3142

info@sfera.sk

<https://industry.sfera.sk/sk/rozsiarena-reality/>

# IloT a automatizácia šetria čas a zlepšujú riadenie



Spoločnosti Farm Data Systems (FDS) a Azcal Management skracujú čas správy a riadenia čerpadiel až o 90 %. Klientsku aplikáciu Ignition systému SCADA možno použiť na inteligentných telefónoch na zapnutie čerpadiel v priebehu niekoľkých sekúnd spolu s možnosťou nepretržitého sledovania tlaku a prietoku a vykonávania úprav bez priamej návštevy ktoréhokoľvek miesta.

Spoločnosť Azcal Management obhospodaruje približne 3 500 hektárov pôdy v okrese Kings v Kalifornii v srdci údolia San Joaquin. Pestuje pestrú škálu plodín vrátane pistácií, viniča, lucerny a hriadkových plodín, ako je cibuľa, cesnak a paradajky. Táto spoločnosť je priekopníkom v technológiách presného poľnohospodárstva, pričom sa zameriava na zvyšovanie produkcie a efektivity a zlepšovanie kvality plodín.

## Efektívne vodné hospodárstvo

V Kalifornii, ktorá je náchylná na sucho, sa farmári pri využívaní vody správajú veľmi zodpovedne. Náklady na vodu, vládne nariadenia a obavy o budúcu dostupnosť

vody znamenajú, že sa musia začať oveľa viac zameriavať na zabezpečenie primeraného množstva vody pre plodiny, ani príliš veľa, ani príliš málo. Jedna z fariem spoločnosti Azcal má 12 čerpadiel s hlbokými studňami, pričom všetky sú osadené čerpadlami riadenými frekvenčnými meničmi, ktoré zásobujú jedinou hlavnú trať obsluhujúcu farmu s rozlohou približne 1 600 hektárov južne od Lemoore v Kalifornii.

Pre manažérov farmy Jakea Sheelyho a Martyho Rhoadsa bývalo monitorovanie a riadenie týchto čerpadiel prácou na plný úväzok. Jazda po farme a vykonanie potrebných drobných úprav a nastavení na čerpacích a zavlažovacích systémoch trvalo každý deň šesť až sedem hodín. Ich monitorovanie

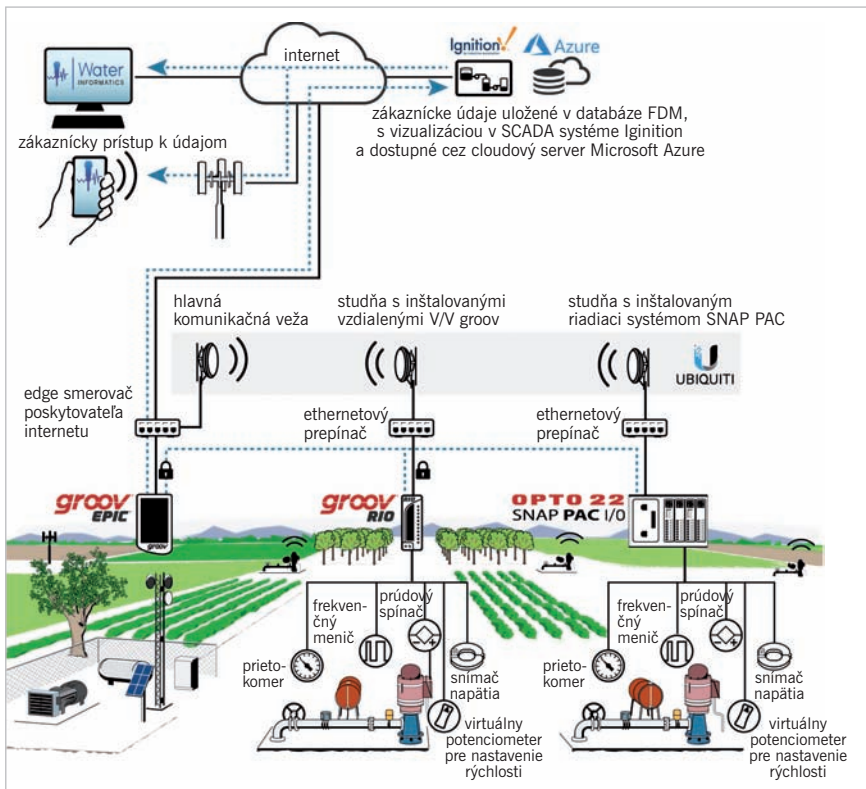
bolo životne dôležité, aby sa zabezpečilo, že tlak a prietok v systéme sú v rámci rozsahu a že čerpadlá fungujú efektívne. Keďže súčasne boli v chode štyri alebo päť čerpadiel, Jake a Marty museli byť mimoriadne usilovní, aby sa vyhli udalostiam, keď bol tlak nízky alebo naopak vysoký a často museli meniť studne na základe aktuálnej situácie.

Studne musia byť udržiavané v prevádzke, ale nie prečerpané. Pokles prietoku by znamenal prečerpanie studne a ak by sa do čerpadla nasal vzduch, oprava studne by mohla vyžadovať tisíce dolárov. Okrem toho, ako mnohí pestovatelia, aj oni trpeli výpadkami elektriny a čelili napäťovým špičkám v distribučnej sieti. To, že čerpadlo už nefunguje alebo zhorelo, sa pri tomto spôsobe monitoringu mohlo zistiť až po niekoľkých hodinách. Času spojeného s manuálnym monitorovaním a ovládaním bolo príliš veľa. Spoločnosť Azcal hľadala jednoduchý spôsob, ako automatizovať hospodárenie s vodou a sledovať udalosti čerpania s ohľadom na mesačné účtovanie vody.

Vedenie spoločnosti Azcal kontaktovalo niekoľko dodávateľov riešení a predstavilo im svoju víziu vzdialeného monitorovania a riadenia čerpadiel. Vyskúšali proprietárne nástroje určené na riadenie čerpadiel, ale hoci tieto nástroje fungovali pre jedno čerpadlo a plochu cca 16 hektárov, žiadne z nich nedokázalo integrovať všetko vo veľkom rozsahu. Obmedzená bola aj podpora diaľkového ovládania alebo sofistikovaného riadenia PID slučky.



Filteračné stanice Azcal sa využívajú na dodávku vody pre plodiny na poliach s rôznou veľkosťou.



Architektúra riadenia a prenosu údajov na farmách Azcal

## IIoT v poľnohospodárstve

Po týchto skúsenostiach boli predstavitelia spoločnosti skeptickí aj pri ponuke spoločnosti Farm Data Systems (FDS) s nejakou novou technológiou. S majiteľom a prezidentom FDS Johnom Williamsonom sa však už poznali z predchádzajúcich spoločných projektov v minulosti, takže boli ochotní počúvať.

Ako poznamenáva John, poľnohospodárski zákazníci sa snažia riešiť pomerne jednoduché problémy, ale je tu toľko ťažkostí, že sa to stáva zložitým. Technické zariadenia sú rozmiestnené na veľkej ploche a sú medzi nimi veľké vzdialenosti. Pevné ethernetové vedenie tu jednoducho nefunguje, a preto musí byť riešenie bezdrôtové. Pretože farmy zvyčajne nemajú veľký rozpočet, náklady sú zvyčajne rozhodujúcim faktorom.

Technici z FDS však posledných 20 rokov strávili hľadaním vhodnej technológie, ktorá bude relevantná a nákladovo efektívna pre poľnohospodárov, použiteľnej práve v takýchto prípadoch. V prvých rokoch používali na monitorovanie vlastnú technológiu, no zákazníci začali žiadať stále viac funkcií. FDS sa teda štandardizovala na hardvéri Opto 22 a softvéri Ignition od spoločnosti Inductive Automation®, čím sa aj do poľnohospodárstva začala dostávať technológia internetu vecí.

„Neviem si predstaviť, ako bude niekto schopný efektívne hospodáriť bez technológie internetu vecí o takých päť rokov,“ hovorí J. Williamson. Pomocou hardvéru Opto 22 a softvéru Ignition spoločnosť FDS vyvinula komplexné riešenie monitorovania polí a automatizácie na riadenie zavlažovania plodín. Riadiace systémy EPIC groov

a vzdialené V/V moduly groov od spoločnosti Opto22 sa pripájajú k snímačom a zariadeniam v teréne, aby zhromažďovali údaje a automatizovali riadenie.

FDS dodala aj platformu pre vodné hospodárstvo postavenú na softvérových moduloch Ignition od spoločnosti Inductive Automation. Tá je dostupná na súkromnom cloude FDS a poskytuje riadenie a údaje, ktoré farmári potrebujú, spôsobom, ktorému rozumejú a môžu ho ľahko používať. Každý zákazník má na základe svojho prihlásenia súkromný pohľad, ktorý zobrazuje iba technické prostriedky a informácie o jeho farme.

Tým, že sa zákazník vyhne drahému vlastnému hardvéru, ktorého výstavba a údržba môže byť časovo náročná, môže FDS udržať ceny dostupné a zároveň obmedziť prestoj, ak je potrebné niečo vymeniť alebo aktualizovať. Vďaka štandardným ovládačom, snímačom, ktoré sa už bežne používajú v mnohých iných odvetviach, a ich vlastnému ľahko použiteľnému softvéru sú systémy FDS pre farmárov cenovo veľmi dostupné. Spoločnosť nielenže výrazne zlepšila riadenie zavlažovania na viac ako 500 farmách pokrývajúcich viac ako 50 plodín, ale vytvorila aj vlastné technologicke laboratórium na rozlohe takmer 200 hektárov, kde testuje vylepšenia systému.

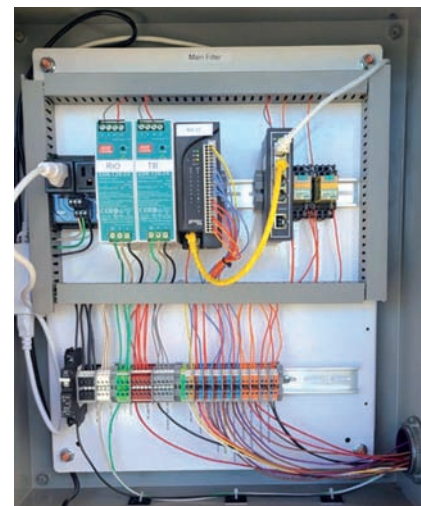
## Riešenie

To, čo spoločnosť Azcal potrebovala, bol riadiaci systém na každom čerpadle studne, plne integrovaný s ich existujúcimi frekvenčnými meničmi, ktorý by im umožnil diaľkovo spúšťať a zastavovať čerpadlá, ako aj vykonávať drobné úpravy rýchlosti alebo

nastavených hodnôt tlaku. Potrebovali tiež spoľahlivé monitorovanie prietokomerov a vstupného napätia. FDS splnila potreby spoločnosti Azcal s integrovanou modulárnou architektúrou, ktorú možno ľahko prispôbiť tak, aby spĺňala jedinečné požiadavky každého zákazníka.

## Hardvér

Farm Data Systems začala používať riadiace systémy Opto 22 a V/V pred niekoľkými rokmi. Na riadenie čerpadiel používala produkty Allen-Bradley®, ale systémy boli pre väčšinu fariem príliš drahé. Zistila, že nové produkty internetu vecí od Opto 22 dokážu robiť rovnaké veci efektívnejšie, čo im otvorilo dvere aj do sektora poľnohospodárstva. Spočiatku si na inštalácie v exteriéri vybrali regulátory SNAP PAC série R a V/V na báze ethernetu s montážou do rozvádzača. Keď však Opto 22 vydalo riadiaci systém groov EPIC a vzdialené V/V groov, videli príležitosť na ďalšie zníženie nákladov.



Vzdialené V/V groov s 10 univerzálnymi V/V kanálmi sú vhodným riešením pre čerpadlá používané na distribúciu vody zo studní na zavlažovanie polí.

„V Kalifornii je 60 000 zavlažovacích čerpadiel a 60 – 70 % má iba štyri až šesť V/V,“ hovorí J. Williamson. „Nemá zmysel dávať tam celý riadiaci systém.“ Namiesto toho FDS používa univerzálny modul vzdialených V/V groov, malú jednotku, ktorá ponúka širokú škálu softvérového konfigurovateľných typov signálov, zabudované zabezpečenie a komunikáciu IoT.

Na riadenie systému používa FDS odolný programovateľný priemyselný riadiaci systém EPIC edge. EPIC, navrhnutý pre priemyslú automatizáciu a internet vecí, ponúka bezpečnostné funkcie vrátane konfigurovateľného zariadenia – bezpečnostnej steny (firewall), používateľských účtov a autentifikácie, šifrovania dát, správy bezpečnostných certifikátov, VPN klienta a dvoch nezávislých ethernetových portov. Vďaka možnosti programovania riadenia a schopnosti spúšťať softvér Ignition je EPIC o krok vpred pred ostatnými priemyselnými riadiacimi systémami na trhu.



Všetky studne a filtračné zavlažovacie stanice na farmách Azcal sú vybavené frekvenčnými meničmi a prietokomermi.

Groov EPIC aj vzdialené V/V groov zahŕňajú komunikáciu Node-RED a MQTT, ktorú FDS čoraz viac využíva na zefektívnenie zberu dát. Vzdialené V/V groov môže napríklad posilať dáta cez MQTT priamo sprostredkovateľovi MQTT na serveri Ignition.

## Softvér

Kľúčovou súčasťou inštalácií Farm Data Systems je ich projektový softvér Ignition na správu vodného hospodárstva. S knižnicou UDT všetkých funkcií, ktoré poskytuje – čerpadlá, prietokomery, sondy vlhkosti, každé fyzické zariadenie –, možno nové technické prostriedky jednoducho skopírovať a priladiť, aby sa v priebehu niekoľkých minút vytvoril nový projekt. Po pridaní možno každú funkciu rozšíriť na ďalších zákazníkov.

Keďže architektúra je hosťovaná, FDS potrebuje iba zapnúť prístup zákazníka k jeho jednotlivým stránkam. Pridanie nového klienta je „super rýchle“, ako poznamenáva J. Williamson. „Softvérovú časť možno dokončiť za niekoľko dní. Inštalácia hardvéru predstavuje väčšinu práce.“

Pomocou štandardného riadiaceho hardvéru a softvéru SCADA ponúka FDS takmer 30 rôznych modulov umiestnených na zabezpečenom webovom serveri, od monitorovania pôdnej vlhkosti až po plnú

automatizáciu zavlažovania. A neustále pridávajú nové moduly na základe potrieb zákazníkov.

Pre Azcal začala FDS inštaláciou V/V jednotiek riadiaceho systému Opto 22 SNAP PAC na piatich studňových čerpadlách. Hneď ako boli na trhu dostupné vzdialené V/V groov, nainštalovali ich na ďalších sedem čerpadiel. Tieto V/V hlásia údaje o napäťových prevodníkoch, virtuálnych potenciometroch rýchlosti, žiadaných hodnotách, prúdových prepínačoch, frekvenčných meničoch a prietokomeroch na každom mieste, pričom tieto údaje odosielať prostredníctvom WiFi cez ethernetový prepínač a most Ubiquiti do hlavnej komunikačnej veže. Na komunikačnej veži je inštalovaný centrálny riadiaci systém groov EPIC bežiaci na princípe riadenia Opto 22 PAC Control. Z dedikovanej siete na mieste veže sa dáta zdieľajú prostredníctvom VPN z riadiaceho systému groov EPIC cez internet. Údaje o zákazníkoch sú uložené v softvéri Ignition SCADA spoločnosti Inductive Automation na cloudovom serveri Microsoft Azure.

Softvér na správu vodného hospodárstva umožňuje spoločnosti Azcal pristupovať k ich systému prostredníctvom mobilných zariadení. Zo svojich telefónov alebo iných zariadení s webovým prehliadačom môže Azcal:

- diaľkovo spúšťať a zastavovať čerpadlá,
- ovládať frekvenciu meničov na štyroch čerpadlách pomocou virtuálneho nastavenia rýchlosti,
- virtuálne ovládať požadovanú hodnotu tlaku na zostávajúcich ôsmich frekvenčných meničoch,
- neustále monitorovať tlak a prietok čerpadla,
- sledovať frekvenciu, napätie, prúd a výkon frekvenčných meničov,
- monitorovať napätie v sieti a stav studne,
- dostávať upozornenia na kritické prevádzkové problémy a všeobecnú činnosť čerpadla,
- prijímať správy o činnosti čerpadla a spotrebe vody.

## Prínosy

Manuálne monitorovanie a úpravy, ktoré predtým trvali Azcalu šesť alebo sedem hodín denne, teraz zaberú len niekoľko minút denne. „Sme nadšení z riešenia, ktoré prinieslo FDS. Prvú vec, čo ráno po príchode do kancelárie spravím, je, že skontrolujem stav čerpadiel. Jednoducho to funguje!“ hovorí J. Sheely.

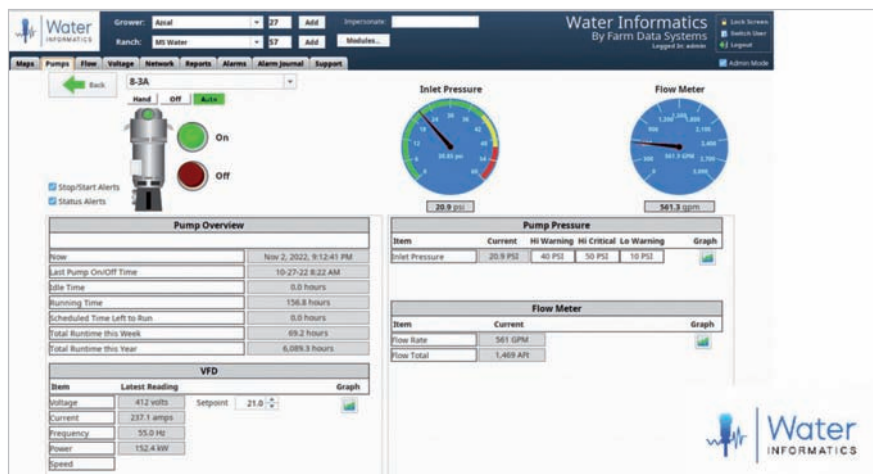
Od prvého dňa mohli Jake a Marty používať klientsku aplikáciu FDS Ignition na správu vodného hospodárstva na svojich telefónoch na kontrolu ktoréhokoľvek zo svojich čerpadiel v priebehu niekoľkých sekúnd. Okrem toho vidia, ako sa tlak a prietok neustále menia, a môžu vykonávať úpravy bez toho, aby museli naskočiť do auta a navštíviť niektorú z lokalít. Prvýkrát majú tiež prehľad o napájaní čerpadiel a dostávajú textové upozornenia vždy, keď systém stratí napájanie a čerpadlo sa vypne. „Každý časťi platformy od Opto 22 I/O cez komunikáciu Ubiquiti až po systém SCADA od Inductive Automation teraz úplne dôverujeme a sme presvedčení, že je bezpečná a spoľahlivá,“ dodáva J. Williamson.

## Budúcnosť

Kombinácia riešení od Opto22 a Ignition Automation sa ukázala ako veľmi flexibilitná. Každé zlepšenie, ktoré FDS a Azcal spoločne zrealizovali, pomohlo nielen im, ale aj ostatným existujúcim a novým zákazníkom.

Azcal má presne také riešenie, aké potreboval za dostupnú cenu. Najnovšie technológie priemyselného riadenia sa dobre prispôsobili poľnohospodárskemu prostrediu a okamžite začali prinášať návratnosť investícií. Výsledkom je, že Azcal už zavádza rovnakú technológiu na ďalších farmách s ďalšími funkciami vrátane riadenia ventilov a plánovania zavlažovania.

Zdroj: IIoT and automation saves time and enhances control. Opto22. Prípadová štúdia. [online]. Publikované 18. 1. 2023. Dostupné na: <https://iee-media.com/applications/iiot-industry-4/iiot-and-automation-saves-time-and-enhances-control/>.



Softvér spoločnosti FDM na správu vodného hospodárstva poskytuje zákazníkom ako Azcal všetky relevantné údaje a možnosť ovládania zariadení v exteriéri z počítačov a mobilných zariadení.

-tog-

# Magnetostrikčné hladinoměry Kobold NMB

Hladinoměry Kobold NMB sú vhodné najmä na presné meranie polohy hladiny čistých kvapalín, napr. palív a ropných produktov, vrátane fakturačných meraní.

Magnetostrikčný hladinomer pracuje na princípe pohybu plaváka s magnetickým diskom pozdĺž nemagnetickej vodiacej trubice, v ktorej je umiestnená špeciálna vodivá struna. Elektronika hladinomera generuje prúdové impulzy, ktoré sa šíria strunou. Pri prechode prúdu vzniká okolo struny elektromagnetické pole. Keď dôjde k interakcii medzi týmto poľom a magnetickým poľom plaváka, vytvorí sa v magnetostrikčnej strune torzná napätie. V dôsledku tohto javu je generovaný akustický signál, ktorý sa šíri pozdĺž struny. Doba medzi vyslaním prúdového impulzu a prijatím akustického signálu je úmerná vzdialenosti plaváka od vysielača. Elektronika prevodníka ju prepočítava v danom rozsahu na štandardný analógový výstup 4 až 20 mA.

## Vyhotovenie snímača a jeho montáž

Snímač možno inštalovať priamo do nádrže alebo obtoku. Merací rozsah je daný dĺžkou sondy: pevná sonda má dĺžku do 4,5 m, flexibilná sonda až 15 m. Dĺžku trubice si volí zákazník podľa konkrétnej meracej úlohy. Pripojenie je závitové alebo do príruby.

Snímač má rozlíšenie 1 alebo 0,1 mm. Vynikajúca je tiež hodnota hysterézy:  $\pm 1$  mm pre rozlíšenie 1 mm a  $\pm 0,25$  mm pre rozlíšenie 0,1 mm. Vďaka veľkej presnosti je snímač s obľubou využívaný na fakturačné meranie kvapalín. Teplota meraného média môže byť od  $-40$  do  $+90$  °C. Tlak v nádobe môže byť (podľa vyhotovenia) až 2,5 MPa. Snímač je vhodný pre čisté kvapaliny s hustotou minimálne  $0,4 \text{ kg/dm}^3$ . Štandardne sú trubice aj plavák z nehrdzavejúcej ocele, ale pre obzvlášť agresívne médiá je k dispozícii variant trubice s ochranným plastovým povlakom (PFA, PVDF, PP), plavák je potom tiež plastový (PVDF, PP).

## Prevodník

Prevodník hladinomera zabezpečuje spracovanie signálu a obsluhu komunikačného rozhrania pre jednoduché pripojenie snímača k riadiacemu systému. V prevodníku môže byť uložená linearizačná tabuľka až s 99 bodmi. Súčasťou prevodníkov môže byť grafický displej, ktorý číselne zobrazuje aktuálnu meranú hodnotu v jednotkách dĺžky alebo objemu a hodnotu prúdového výstupu; stĺpcový graf potom názorne ukazuje polohu hladiny v nádrži. Výstup 4 až



20 mA môže byť doplnený rozhraním HART na nastavenie parametrov a diagnostiku snímača. K dispozícii je aj externá zobrazovacia jednotka.

## Použitie

Magnetostrikčné hladinoměry radu NMB od firmy Kobold sú vhodné na veľmi presné meranie polohy hladiny čistých kvapalín. Vďaka výbornej presnosti sú ideálnym riešením na fakturačné meranie pohonných látok, rozpúšťadiel alebo alkoholov. Varianty s vodiacou trubicou s plastovou povrchovou úpravou umožňujú meranie hladiny agresívnych kvapalín. Snímače sa používajú v chemickom a petrochemickom priemysle a pri skladovaní a predaji pohonných látok. Ďalšou veľkou oblasťou použitia sú potravinárstvo a farmaceutický priemysel, napr. meranie množstva liehu a liehových nápojov. K dispozícii budú aj varianty schválené do prostredia s nebezpečenstvom výbuchu, a to iskrovo bezpečný variant aj vyhotovenie s pevným uzáverom (certifikáty ATEX a IECEx ExiaG, ExdG a ExdiaG sú v príprave).

Výhodou je to, že snímače nepodliehajú opotrebovaniu, nevyžadujú údržbu a ich inštalácia je jednoduchá a pohodlná. Magnetostrikčné hladinoměry majú aj niektoré obmedzenia. Plavákové snímače všeobecne nie sú vhodné pre príliš viskózne, lepkavé alebo znečistené kvapaliny. Pri umiestnení magnetostrikčného snímača treba počítať s pomerne dlhou mŕtvou zónou, 200 mm od začiatku sondy. Pretože pracujú na princípe interferencie elektromagnetických poľí, neodporúčajú sa do prostredia s veľkým elektromagnetickým rušením. Plavák a vodiace trubice sú v kontakte s meraným médiom, preto musia byť odolné proti ich korozívnym vplyvom.



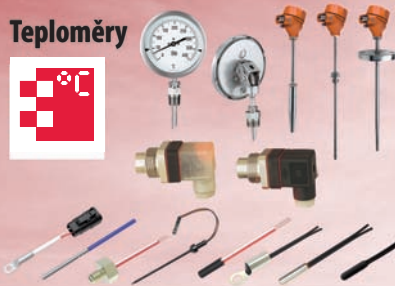
**KOBOLD Messring GmbH**  
info.cz@kobold.com

meranie · kontrola  
· analýza

## Prútokoměry



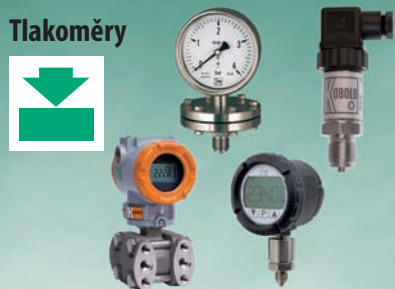
## Teploměry



## Hladinoměry



## Tlakoměry



**KOBOLD Messring GmbH**  
Reprezentativní kancelář  
Hudcova 78c, 612 00 Brno

[www.kobold.com](http://www.kobold.com)

Tel.: +420 775 680 213  
info.cz@kobold.com

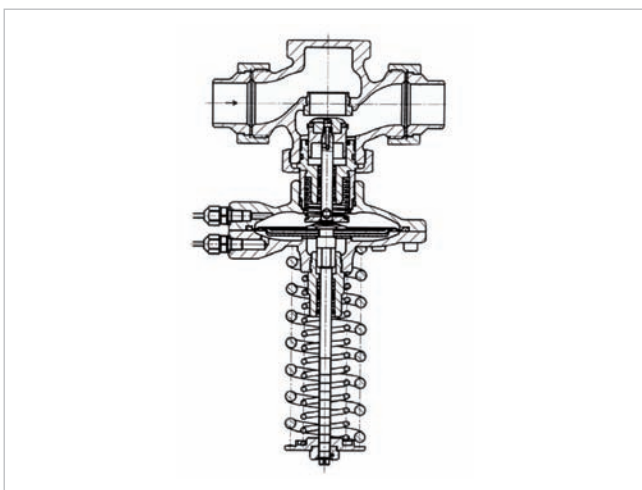
# Regulátory tlaku LDM

Regulačné ventily majú v sortimente LDM hlavné postavenie a predstavujú väčšinu produkcie firmy. Súčasťou výrobného programu sú však aj regulátory tlaku, ktoré už v súčasnosti tvoria neoddeliteľnú časť výrobného sortimentu a svojím rozsahom dopĺňajú výrobný program armatúr pre vykurovacie, vzduchotechnické, prípadne chladiarenské aplikácie.

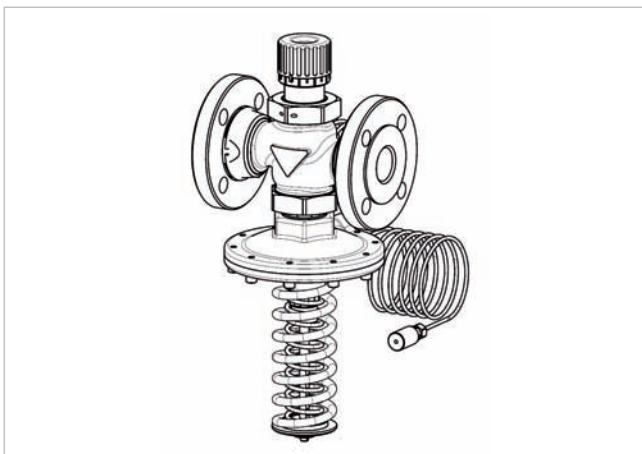
Regulátor diferenčného tlaku s označením RD122D je dvojcestná armatúra z tvárnej liatiny, vybavená precízne zhotoveným tlakovo vyváženým škrtiacim systémom. Rozsah ponúkaných svetlostí je DN 15 až 50, menovitý tlak PN 25. Variantné vyhotovenie pripojenia so závitovými či privarovacími nátrubkami alebo v prírubovom zhotovení umožňuje použitie týchto armatúr v systémoch s menovitým tlakom už od PN 2,5.

Bezúdržbová upchávka s EPDM tesniacimi elementmi je tu štandardom, zaručená je tiež prakticky nulová netesnosť uzáveru v zatvorenom stave vďaka mäkkým tesniacim prvkom. Priamočinné regulátory ovládané médiom sú tvorené tlakovo vyváženým vyhotovením základného ventilu a ovládacou hlavicou s gumovou membránou. Plocha membrány zaisťuje dobrú citlivosť kuželky na zmenu tlakových pomerov aj pri minimálnom pracovnom tlaku. Vo vyhotovení s diferenčným tlakom 10 alebo 20 kPa je riadený tlak pevne nastavený z výroby, v prípade diferenčného tlaku s vyšším rozsahom je plynule regulovateľný nastavením ovládacej pružiny.

Špecifickou vlastnosťou týchto ventilov je možnosť vybavenia ventilu mechanizmom na obmedzenie prietoku. Obmedzovač pomocou



Regulátor diferenčného tlaku RD 122 BEE line s nastaviteľným  $D_p$



Regulátor diferenčného tlaku RD 122 BEE line s obmedzovačom prietoku



Regulátor tlaku RD212



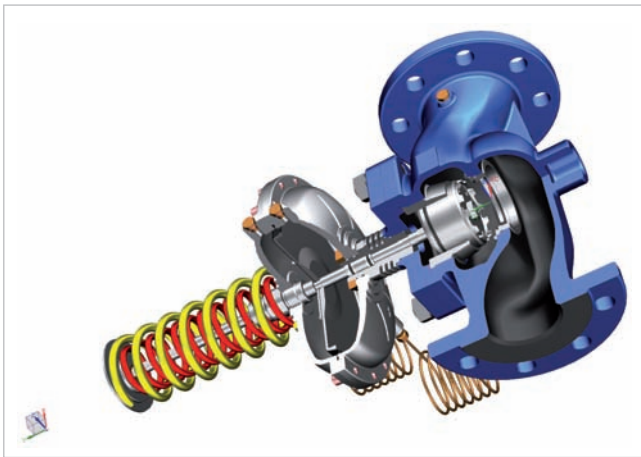
Regulátor tlaku RD213

druhej kuželky umožňuje nastaviť menovitý prietok armatúrou nezávisle od hodnoty  $K_{vs}$  ventilu.

Ventily sú vhodné na prácu s médiami, ako je (horúca) voda a vzduch do teploty 150 °C a rovnako chladiace zmesi, napr. voda s liehom alebo glykol do 50 % koncentrácie.

Ďalším variantom samočinného regulátora je regulátor výstupného tlaku s označením RD122V. Väčšiu škálu nastaviteľného pracovného tlaku zaisťujú dva rozmery membrán. Vyhotovenie s odbermi tlaku vybavenými chladiacimi kondenzačnými nádobkami navyše rozširuje oblasť použitia týchto armatúr aj pre paru až do teploty 180 °C.

Výrobkom, ktorý nadväzuje na osvedčené regulátory RD122 BEE line a rozširuje portfólio ponúkaných svetlostí, je regulátor tlaku s označením RD2xx. Ventily sú k dispozícii vo svetlostiach DN 65 až DN 150 a v tlakových triedach PN 16 a PN 25. Sú vhodné na použitie v zariadeniach, kde je regulovaným médiom voda, vzduch alebo para do 1,0 MPa. Ďalej sú vhodné pre chladiace zmesi a ďalšie neagresívne kvapalné a plyné médiá v rozsahu teploty +2 až +150 °C, prípadne v špeciálnom vyhotovení s chladiacimi kondenzačnými nádobkami až do 180 °C.



Rez ventilom RD212

Ovládacie hlavice sú osadené gumovými membránami s vysokou citlivosťou. Pracovné komory sú v ponuke s tromi veľkosťami membrán, čo zabezpečuje dostatočnú škálu nastaviteľných prevádzkových tlakov pre väčšinu bežných vykurovacích a teplárenských aplikácií. Súhrnný rozsah nastavenia tlaku je od 15 do 1 000 kPa. Špecifickou vlastnosťou týchto regulátorov je možnosť natočenia ovládacej hlavice okolo zvislej osi podľa dispozičných potrieb potrubnej sústavy.

Ventily sú vybavené sofistikovaným vyhotovením tlakovo vyváženej kuželky, ktorá vďaka svojej netradične riešenej regulačnej partii umožňuje použitie regulátorov aj pri vysokých tlakových spádoch. Použitie v oblasti škrtenia za vzniku kavitácie v kvapaline je prípustné, treba však počítať so zvýšeným opotrebením škrtiaceho orgánu (kuželky).

Tesniace plochy škrtiaceho systému sú odolné bežným kalom a nečistotám média, pri výskyte abrazívnych prímiesí je však nutné

do potrubia pred ventil umiestniť filter, aby sa zaistila dlhodobá spoľahlivá funkcia a tesnosť.

Prírubové teleso z tvárnej liatiny je vybavené pripojovacími bodmi pre impulzné potrubia, čo umožňuje používateľovi jednoduché zapojenie regulátora s možnosťou voľby umiestnenia tlakových impulzov na telese regulátora alebo na zvolenom mieste potrubia.

K dispozícii je niekoľko variantov výroby:

- regulátory, kde s rastúcim tlakom/tlakovým rozdielom dochádza k zatváraniu armatúry:
  - RD 212 D – priamočinný regulátor diferenčného tlaku,
  - RD 212 P – priamočinný regulátor diferenčného tlaku s obmedzovačom prietoku,
  - RD 212 V – priamočinný regulátor výstupného tlaku,
- regulátory, kde s rastúcim tlakom/tlakovým rozdielom dochádza k otváraniu armatúry:
  - RD 213 R – priamočinný prepúšťací ventil,
  - RD 213 S – priamočinný regulátor vstupného tlaku.

Príslušné katalógové listy a návody na montáž k regulátorom tlaku sú k dispozícii na našej internetovej stránke [www.ldm.sk](http://www.ldm.sk).



**Marek Lehota**  
riaditeľ spoločnosti

LDM Bratislava s.r.o.  
Mierová 151, 821 05 Bratislava  
Tel.: +421 2 4341 5027-8  
Mobil: +421 903 724 400  
obchod@ldm.sk  
[www.ldm.sk](http://www.ldm.sk)

Firma LDM si Vás dovoľuje pozvať na seminár



**LDM Bratislava**  
**30 rokov**  
**na Slovensku**



7.10.2024 Košice

9.10.2024 Banská Bystrica

8.10.2024 Žilina

10.10.2024 Bratislava



Seminár je usporiadaný v spolupráci so Slovenskou spoločnosťou pre techniku prostredia, členskou organizáciou ZSVTS.

Informácie o programe a prihlasovací formulár budú zverejnené na stránke [www.ldm.sk](http://www.ldm.sk).

**LDM Bratislava s.r.o., Mierová 151, 821 05 Bratislava, Slovenská republika**  
tel.: +421 2 4341 5027,8 mobil: +421 903 724400 e-mail: [obchod@ldm.sk](mailto:obchod@ldm.sk); [ldm@ldm.sk](mailto:ldm@ldm.sk) [www.ldm.sk](http://www.ldm.sk)

# Študenti sa pripravujú na reálnu prax v projektovaní s nástrojmi Eplan

Nový predmet na Katedre elektroenergetiky Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB-TU v Ostrave s názvom komplexný návrh a testovanie elektrických zariadení (KNTZ) pripravuje študentov na reálnu prax, ktorá je v čoraz väčšej miere digitálna. Študenti sa v rámci predmetu zoznávajú so základnými normami, legislatívou, spôsobom návrhu, konštrukciou, výrobou a overovaním rozvádzačov. Samotný predmet vznikol za podpory spoločností Eplan a Rittal, ktoré zaistili potrebné vybavenie, ale vo veľkej miere sa podieľali aj na tvorbe kompletných osnov alebo priebehu štúdia predmetu.



„Význam softvérovej platformy Eplan na výučbu je úplne zásadný, pretože sme spolupracovali už v minulosti. Vďaka podpore firiem Eplan a Rittal majú študenti možnosť zoznámiť sa s priemyselnými štandardmi a spôsobmi výroby rozvádzačov v reálnom prostredí,“ vysvetľuje priame napojenie na prax garant predmetu Ing. Peter Orság.

Študenti vďaka tomu vidia naživo, čo sa deje v rámci výroby. Uvidia tiež nasadzovanie prvkov automatizácie do výroby, takže majú možnosť overovať potenciál celej platformy aj nástroja Eplan Pro Panel, ktorý umožňuje digitalizovať údaje a udržiavať ich v neustále aktuálnom stave. Údaje potom môžu využiť vo výrobe aj v následných zmenových konaniach, ktoré sa v reálnych situáciách bežne vyskytujú.

Najväčšou výhodou je, že študenti zbierajú skúsenosti, rozvíjajú svoje kompetencie a prispievajú k svojmu profesijnému rastu už počas štúdia. Získavajú základy, ktoré môžu v praxi ďalej prehĺbovať. V záverečných ročníkoch bakalárskeho aj magisterského štúdia majú študenti povinnú odbornú prax, takže prichádzajú so základnými znalosťami do firiem, ktoré ich zapájajú do riešenia projektov. Aj tam môžu zbierať ďalšie skúsenosti a získať nad danou problematikou nadhľad. Tým, že vidia ich zmysel, majú o činnosti väčší záujem a chcú sa venovať problematike projektovania v pomerne rozsiahlom a zložitom systéme Eplan.

„Naša univerzita dlhé roky udržuje úzku väzbu na priemyselnú prax. Tým sa snažíme sledovať a presadzovať zmeny, ktoré sa dejú,“ vysvetľuje ďalej P. Orság. A to, že absolventom zvyšujú možnosť uplatnenia sa na trhu práce, možno sledovať napríklad aj pri realizácii bakalárskych a diplomových prác.

Počas štúdia majú študenti v bakalárskej forme za úlohu vypracovať projekt inteligentného bytového rozvádzača. V nadväzujúcej forme

štúdia zase navrhnúť riadiaci rozvádzač nejakej priemyselnej technológie. Študenti majú základ, s ktorým do praxe prichádzajú, takže sa môžu lepšie včleniť do projekčných tímov a plnohodnotne spolupracovať so skúsenými, ostriešanými elektroprojektantmi. Čo sa týka realizácie praktických aplikácií, v spolupráci s firmami z praxe sa vypisujú témy diplomových prác.

„Napríklad v spolupráci s firmou Ingeteam som viedol diplomanta, ktorý vypracoval a úspešne obhájil prácu zameranú na využitie virtuálneho dvojčata pri automatizácii priemyselnej výroby rozvádzača. Vypracoval obsiahlu prácu, v ktorej využíva digitálnu platformu firmy Eplan, aj keď vo väčšine menších firiem jej potenciál nebýva plne využívaný, čo je logické, pretože zaoberať si licenciou nie je lacná záležitosť,“ uvádza príklad znovu garant predmetu P. Orság.

Je zrejme, že študenti sa budú musieť snažiť sledovať trendy, ktoré sa v budúcnosti budú presadzovať. Trend automatizácie a on-line správy celého projektu je nevyhnutný. Vďaka spolupráci s firmou Eplan môžu študenti využívať tieto moderné technológie priamo vo výučbe.



EPLAN Software  
www.eplan-sk.sk



## Zvodič DEHNpatch DPA CLE IP 66 na ochranu dátových sietí a ethernetových aplikácií

Ani v časoch Covidu a energetických kríz sa vo firme DEHN SE vývoj nových zariadení na ochranu pred účinkami blesku nezastavil. Spoločnosť DEHN SE opäť neostala nič dlžná svojej pozícii svetového lídra v tejto problematike a ako prvá priniesla na trh zvodič na ochranu dátových a ethernetových aplikácií s optickou signalizáciou funkčnosti.

Je to nová generácia zvodičov DEHNpatch. Zvodič DEHNpatch je vyvinutý a prioritne určený na ochranu ethernetovej infraštruktúry. Je všestranný a efektívne chráni hardvér a dáta. Priestorovo nenáročný kombinovaný zvodič so zobrazením stavu a možnosťou diaľkovej signalizácie.

Univerzálnosť tohto zvodiča prepätia spočíva vo vhodnosti využitia v aplikáciách GBit Ethernet, Power over Ethernet (kompatibilný s IEEE 802.3 až PoE++/4PPoE) a podobných aplikáciách v štruktúrovanej kabeľži až do triedy E. Je vhodný na použitie v interiéri a exteriéri. Krytie IP66 na ochranu pred vniknutím prachu a vody zabezpečuje jeho spoľahlivé fungovanie aj pri montáži napr. na stĺp s vonkajšou kamerou. Zabezpečuje ochranu všetkých párov vodičov. Zvodič DEHNpatch je plne tieneny a umožňuje priame pripojenie pomocou tienených vedení pomocou konektorov RJ 45.

Praktické využite je v oblasti:

- komunikačné rozhrania požiarnych poplachových systémov, IP kamier, PoE kamerových systémov, ethernetové rozhranie, rack systémy, routre a switche.

Podrobné informácie nájdete na [www.dehn.cz](http://www.dehn.cz) alebo telefonicky u zástupcu firmy v Slovenskej republike.



## Systém snímania obilia poskytuje údaje o kvalite plodín v reálnom čase

Spoločnosť John Deere uviedla na trh systém snímania obilia HarvestLab™, ktorý dokáže priamo počas zberu snímať jeho kvalitu. Zároveň poskytuje mapy výnosov a prehľad o lepšom manažmente živín, výbere odrôd osiva a skladovania plodín. Systém je namontovaný na kombajnových dopravníkoch obilia a pomocou krátkodosahovej technológie infračervenej spektroskopie (z angl. Near Infrared, NIR) rozpoznáva zložky obilia. Dokáže určiť, ktoré živiny, napríklad dusík, prešli úspešnou premenou na bielkoviny alebo olejnaté látky.

Tieto údaje môžu pestovatelia následne zužitkovať pri vytvorení lepšie cielených spôsobov využitia hnojiva pre nasledujúcu sezónu. Odrody pšenice alebo repky môžu byť teoreticky veľmi sľubné, ale výsledky pestovateľskej činnosti nemusia vždy spĺňať očakávania.

HarvestLab™ pomôže lepšie pochopiť faktory špecifické pre danú lokalitu, aby bolo možné nájsť optimálnu odrodu. Na rozdiel od manuálneho odberu vzoriek sa vzorky NIR odoberajú a merajú nepretržite. Jeden údajový bod za sekundu zaznamenáva údaje z každých 8 až 30 metrov štvorcových v závislosti od rýchlosti pojazdu a šírky žacej lišty. Takto možno spoľahlivo zdokumentovať rozmanitosť kvality produktu v danej oblasti. Zbierané údaje špecifické pre danú lokalitu sa potom analyzujú a vizualizujú v John Deere Operations Center™. Nepretržité vzorkovanie v reálnom čase poskytuje informácie, ktoré je možné okamžite použiť.

[www.deere.com](http://www.deere.com)



## Nekompromisná dokonalosť. 75 nových modelov priemyselných PC x86

V mene spoločnosti MOXA predstavujeme novú generáciu priemyselných bezventilátorových počítačov série BXP (box PC), DRP (DIN PC) a RKP (Rackmount PC), ktoré sú kombináciou certifikovanej odolnosti pre kritické aplikácie a hardvérového a softvérového zabezpečenia.

Počítače prešli prísnyimi testami a skúškami dodržovania priemyselných noriem, aby zaistili dlhotrvajúcu a spoľahlivú prevádzku aj v drsných podmienkach priemyselného prostredia, vďaka čomu sú ideálne na využitie nielen v oblasti energetiky, priemyselnej automatizácie, ropného priemyslu, ale aj v oblasti napájania a energetiky, optimalizácie spotreby energie, v odpadovom hospodárstve, automatizácii budov, preprave tovaru, doprave osôb, automatizácii výroby atď.

Máme k dispozícii až 75 modelov, aby sme vedeli pokryť vaše technické požiadavky. Počítače sa vyznačujú podporou rôznych komunikačných sériových rozhraní, kompaktnými rozmermi, modulárnym dizajnom. Sú osadené vysokovýkonnými procesormi od Intel a podporujú operačné systémy Windows a Linux. Okrem toho trojročná záruka a desaťročná životnosť produktu podčiarkuje záväzok spoločnosti MOXA vzťahujúci sa na kvalitu ich produktov.



Viac informácií

Spoločnosť SOFOS, a. s., výhradný distribútor produktov a riešení značky MOXA na Slovensku, poskytuje svojim obchodným partnerom všetky výhody vyplývajúce z priamych vzťahov s našimi dodávateľmi, ako je promptná komunikácia priamo s výrobcou, široký výber zariadení a služieb, technické konzultácie, návrh individuálnych riešení, zapožičanie zariadení na testy v prostredí zákazníka, projektový manažment, riadenie a realizáciu projektov, kompletizáciu zariadení, technickú podporu, zákaznícky servis.

 sofos®



SOFOS, a. s.

Dúbravská cesta 3, 845 46 Bratislava  
Tel.: +421 2 5477 3982  
[ipc@sofos.sk](mailto:ipc@sofos.sk), [www.sofos.sk](http://www.sofos.sk)

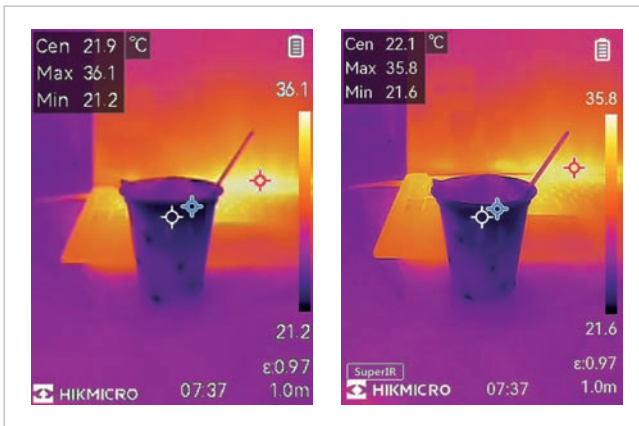
# Termokamery HIKMICRO a novinky roku 2024

Značka HIKMICRO (vzišla zo spoločnosti HIKVISION) sa úspešne etablovala ako výrobca spoľahlivých zariadení na termálne zobrazovanie. Ich portfólio pokrýva úplnú škálu od základných radov pre skutočne každého technika až po špičkové zariadenia. Za cenu bežnej skúšačky možno zaobstarať plnohodnotnú kameru a uľahčiť si tak odhaľovanie problémových miest. Najmä v letných mesiacoch sú tieto zariadenia už skoro nenahraditeľné.

Aj pre rok 2024 si výrobca pripravil množstvo novinek, a to na poli hardvéru, teda nových modelov, aj na poli obslužného softvéru. A hneď v prvom prípade ide o zásah do toho úplne najpopulárnejšieho modelu.

## HIKMICRO B20S a režim SuperIR

Pravdou je, že nejde o zásah do samotnej meracej sústavy. Čip aj objektív sú rovnaké, teda 256 x 192 pixelov, citlivosť 40mK a frekvencia 25 Hz, ale úplne nový je displej kamery s rozlíšením 640 x 480 (B20 bola osadená displejom s 320 x 240). To umožňuje plne využiť funkciu, ktorú počas posledného roku výrobca implementoval do väčšiny svojich modelov s názvom SuperIR (stačí aktualizovať firmvér a rozšíriť si tak funkčnosť staršieho modelu). Ide o technológiu využívajúcu vysokú snímkovaciu frekvenciu čipu 25 Hz a výkon procesora kamery na vylepšenie snímok na vyššie rozlíšenie. Detaily a kontúry snímok sú potom zreteľnejšie. Pri staršej kamere B20 bolo možné túto funkciu použiť iba v uloženej snímke. Model B20S je vďaka novému displeju schopný túto funkciu použiť aj v živom náhľade. Druhotným efektom nového displeja je lepšie vyzerajúca grafika menu prístroja a pohodlnejšie ovládanie. Už aj tak skvelý pomer ceny a výkonu tejto kamery je ešte o kúsok lepší.



Snímka s vypnutou (vľavo) a so zapnutou (vpravo) funkciou Super IR

## HIKMICRO MINI3

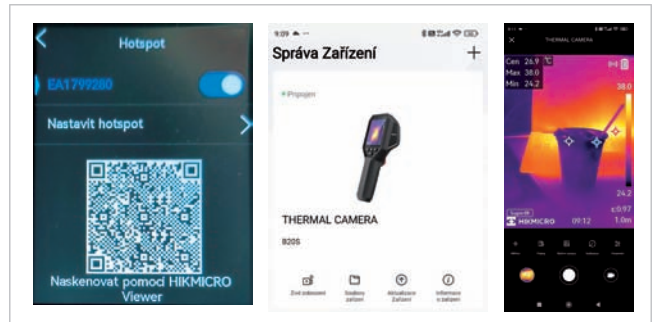
Modely určené pre mobilné telefóny a tablety si našli miesto u používateľov, ktorí využívajú kameru iba občas, alebo chcú malé kompaktné zariadenie do vrecka. Pre tých náročnejších sa ponuka modelového radu Mini rozšírila o model HIKMICRO MINI3. Modul je osadený čipom s vyšším rozlíšením ako bežné rady (384 x 288 pixelov) a manuálnym ostrením. Z mobilného telefónu s Androidom a USB-C tak urobí veľmi výkonný a kompaktný nástroj.

## Softvér HIKMICRO Viewer a HIKMICRO Analyzer

Pohodlná práca s kamerou bezpodmienečne vyžaduje profesionálny, prehľadný a ľahko ovládateľný softvér. Pre všetky kamery HIKMICRO je k dispozícii voľne šíriteľný softvér pre mobilné zariadenia aj PC. Obidve verzie sa dočkali značného rozšírenia funkcií. Ten mobilný napríklad umožňuje veľmi jednoduché pripojenie a prácu s kamerou (okrem úplne základných modelov majú všetky kamery HIKMICRO wifi) pomocou skenovania QR kódu. Nie je tak potrebné zložiť



Modul termokamery pre mobilné telefóny HIKMICRO MINI3



Mobilná aplikácia HIKMICRO Viewer

nastavenie. Po pripojení kamery môže priamo na displeji mobilného telefónu zobraziť náhľad z displeja kamery s možnosťou ukládania snímok alebo videí a samozrejme aj nastavenie parametrov merania. Rovnako umožňuje jednoduché stiahnutie dát pri pamäti kamery alebo rýchlu aktualizáciu firmvéru kamery.

Rovnako zásadnou aktualizáciou prešiel softvér pre PC HIKMICRO Analyzer. Popri prehľadnej knižnici, kde môžete snímky jednoducho triediť, je samozrejmosťou pokročilá editácia a tvorba správ. Tieto správy možno generovať na základe preddefinovaných aj používateľsky editovateľných šablón. Výstupom môže byť pdf či ďalej editovateľný odt súbor pre MS Word alebo Open Office. Rovnako ako pri mobilnej verzii možno aj tu zobraziť živý náhľad z kamery, ktorá je pripojená cez USB (UVC cast). Samozrejmosťou je lokalizácia do českého jazyka pri firmvéri kamier aj pri softvéri.



Pozrite si kompletnú ponuku kamier a získajte kontakt na našich technikov a ďalšie informácie. Radi vám poradíme alebo pomôžeme s výberom (nielen) kamier Hikmicro.



Ing. Ján Kančo

GHV Trading, spol. s r.o.  
Tel.: +421 255 640 293  
ghv@ghvtrading.sk  
www.ghvtrading.sk

# Automatizácia, ktorá funguje

Zvýšenie doby chodu vretena až na 8 000 hodín ročne? S automatizáciou na mieru je takmer možné aj toto. Spoločnosť SCHUNK, expert na automatizáciu, má vďaka komplexnému portfóliu nielen všetky potrebné komponenty, ale aj skúsenosti a know-how pre efektívne automatizačné riešenia vhodné pre akúkoľvek potrebu.

Pretrvávajúci nedostatok kvalifikovaných pracovníkov, malá veľkosť výrobných dávok s vysokou variantnosťou dielov, rastúce požiadavky na kvalitu, časový tlak a tlak na náklady – zoznam výziev, ktorým dnes čelia výrobné spoločnosti, je dlhý. Odpoveď na mnohé z týchto problémov je stručná: Automatizácia obrábacích strojov na mieru výrazne predlžuje prevádzku vretena, čiže merateľného, reálneho času prevádzky stroja. Zvyšuje sa tak produktivita, a to pri rovnakom počte strojov a pracovníkov. Dôraz sa kladie na individualizáciu, pretože automatizácia by mala byť rovnako individuálna ako samotný výrobný proces.

Ponuka automatizačných možností je medzičasom obrovská – od jednoduchých vstupných až po špičkové riešenia. Udržať si prehľad nie je jednoduché. Spoločnosť SCHUNK, špecialista na upínaciu, uchopovaciu a automatizačnú techniku, si uvedomil vysoký dopyt po poradenstve v tejto dôležitej téme a so svojim fundovaným know-how v oblasti komponentov a aplikácií pomáha zákazníkom s implementáciou ich automatizovanej výroby. „Disponujeme komplexným portfóliom komponentov, ktoré sú v rámci stroja potrebné na automatizovanú výrobu,“ vysvetľuje Markus Michelberger, vedúci oddelenia predaja v spoločnosti SCHUNK v Mengene. „A ponúkame všetko, čo súvisí s robotickým nakladaním a vykladaním dielov. Vďaka tomu spoločnosť SCHUNK spĺňa všetky predpoklady, ktoré sú nevyhnutné pre realizáciu individualizovanej automatizácie. Spolu s rôznymi systémovými integrátormi dokážeme zrealizovať aj komplexné riešenia.“

## Jednoduché vstupné riešenia

Pod vplyvom digitalizácie a tlaku rastúceho nedostatku kvalifikovaných pracovníkov sa etablovali riešenia, ktoré umožňujú automatizovanú výrobu prakticky vo všetkých oblastiach výroby. „Pre úspech na veľmi konkurenčnom trhu musia zákazníci nielen vyrábať produktívnejšie a nákladovo efektívnejšie, ale vzhľadom na situáciu na trhu práce musia aj vytvoriť atraktívne a zdravé pracovné prostredie, aby dokázali prilákať a dlhodobo si udržať zamestnancov. Kľúčom je pritom automatizácia,“ tvrdí M. Michelberger.

Efektívna a dlhodobo úspešná automatizácia je však spojená s náročným plánovaním a značnými investíciami, ktoré si najmä malé a stredne veľké podniky často nemôžu dovoliť. „Pre takéto firmy môžu už



So štíhrou automatizáciou ponúka spoločnosť SCHUNK rýchly a cenovo výhodný vstup do automatizovanej výroby. Stroj pracuje s existujúcimi zdrojmi. Inteligentné nástroje možno jednoducho dodatočne doplniť.

jednoduché vstupné riešenia znamenať rozhodujúci rozdiel a rýchlo vytvoriť skutočnú pridanú hodnotu,“ tvrdí M. Michelberger a dodáva: „Pomocou automatizačných komponentov od spoločnosti SCHUNK, ktorými možno veľmi jednoducho dodatočne vybaviť existujúce stroje, možno značne zvýšiť flexibilitu výroby.“ Ďalšie zrýchlenie výroby dokážu v ďalšom kroku zabezpečiť automatizované a robotizované procesy osádzania. Takéto procesy poskytujú zamestnancom možnosť vykonávania iných úloh s pridanou hodnotou a umožňujú predĺženie výrobných cyklov vo večerných hodinách a cez víkendy.

## Päť možností vhodnej automatizácie

S cieľom ponúknuť každému zákazníkovi vhodné riešenie spoločnosť SCHUNK prehľadne rozdelila svoj sortiment automatizačných možností do piatich stupňov rozšírenia. Štíhla automatizácia je ideálnym riešením pre cenovo výhodný vstup do sveta automatizácie. Ďalším krokom je automatizácia obrobkov, ktorá umožňuje nakladanie do strojov bez zásahu obsluhy. Automatizácia paliet je riešením pre upínanie a nakladanie zložitých a ťažkých dielov. Inteligentná kombinácia automatizácie obrobkov a paliet ponúka vysokú flexibilitu a umožňuje obrábanie konštrukčných dielov zo šiestich strán bez manuálnych zásahov. Pre zákazníkov, ktorí chcú pokryť celú svoju výrobu, dodáva spoločnosť SCHUNK vhodnú upínaciu techniku pre efektívnu prevádzku flexibilných výrobných systémov (FMS).

To, ktoré riešenie je najvhodnejšie, určia špecialisti zo spoločnosti SCHUNK na základe podrobnej konzultácie so zákazníkom. V rámci nej analyzujú existujúce stroje, produkty a výrobné prostredie.

## Štíhla automatizácia: využívanie existujúcich zdrojov

Pri jednoduchom a cenovo výhodnom vstupe so štíhrou automatizáciou od spoločnosti SCHUNK môžu zákazníci využívať už existujúce zdroje svojich strojov na automatizované nakladanie. Priestor na odkladanie surových a hotových dielov sa nachádza v oblasti pojazdu zariadenia a manipulácia s obrobkom pomocou uchopovača s rozhraním vretena prebieha v rámci stroja. Inteligentné a flexibilné nástroje, medzi ktoré patrí napríklad vretenový uchopovač GSW-B, TENDO Silver, ktorý je kompatibilný so všetkými vretenami obrábacích strojov, alebo silový upínací blok z konštrukčného radu TANDEM, nevyžadujú žiadne špeciálne znalosti o obsluhu, žiadny dodatočný priestor a žiadne vysoké investičné náklady.



**SCHUNK Intec s.r.o.**

Tehelná 4169/5C  
949 01 Nitra  
Tel.: +421 37 3260 610  
info@sk.schunk.com  
schunk.com

# Progresívne metódy a prostriedky ochrany, monitorovania a technickej diagnostiky strojov

Zvuk a mechanické vibrácie možno považovať za mimoriadne blízke fyzikálne veličiny. V určitom priblížení platí pravidlo, že tam, kde sú mechanické vibrácie, je aj hluk (zvuk) a platí to aj opačne.



Možnosti aplikácie merania a analýzy zvuku a vibrácií sú nasledujúce:

1. Meranie, analýza a monitorovanie hluku v pracovnom prostredí.
2. Meranie a hodnotenie zvuku vo verejnom zdravotníctve.
3. Monitorovanie komunálneho hluku (vrátane pozemnej dopravy monitorovanej dopravnou políciou).
4. Meranie a analýza zvuku v letectve, automobilovom priemysle, vesmírnom výskume a obrane.
5. Monitorovanie hluku v okolí letísk.
6. Monitorovanie hluku prostredníctvom akustických kamier za účelom diagnostiky.
7. Monitorovanie mechanického kmitania budov a stavebných konštrukcií.
8. Monitorovanie kmitania na ľudskom tele (operátori, vodiči zemných a poľnohospodárskych strojov).
9. Vibračné testy za účelom kontroly kvality a spoľahlivosti výrobkov (v letectve, automobilovom priemysle, vesmírnom výskume a obrane).
10. Meranie a analýza mechanického kmitania za účelom diagnostiky stavu stroja prenosnými prístrojmi, tzv. off-line diagnostika.
11. Meranie a analýza mechanického kmitania za účelom ochrany strojov bez podpory počítača, tzv. on-line monitorovanie strojov.
12. Meranie a analýza mechanického kmitania za účelom ochrany, monitorovania technického stavu a vibrodiagnostiky strojov s podporou počítača a výkonnej databázy, tzv. počítačom podporované on-line monitorovanie strojov.

Z pohľadu prevádzky a údržby strojov sú základné prostriedky a metódy zamerané najmä na správne a presné meranie, monitorovanie a analýzu mechanického kmitania. Exaktnejší opis základov vibrodiagnostiky je v tvrdení, že vibrodiagnostika je dôsledná a algoritmizovaná analýza zmien dynamických vlastností strojov, resp. ich častí. Je však dôležité zdôrazniť podstatu a ciele vibrodiagnostiky a monitorovania technického stavu strojov.

Podstata monitorovania technického stavu strojov je v meraní charakteristických hodnôt mechanického kmitania a v súčasnom porovnaní výsledkov merania s kritickými – limitnými hodnotami určenými technickými normami, výrobcom stroja alebo na základe dlhodobého pozorovania technického stavu sledovaného stroja. Monitorovanie je spravidla zamerané na určenie okamžitého technického stavu, nie na určenie príčin, ktoré vyvolávajú zmeny dynamických vlastností strojov alebo technického stavu.

Monitorovanie technického stavu sa realizuje najmä s ohľadom na ochranu a bezpečnosť strojov a prevádzkových prostriedkov. Prístroje a systémy určené na monitorovanie technického stavu umožňujú posudzovať technický stav stroja a v prípade havarijného stavu varovať alebo automaticky vypnúť monitorované stroje. Vzhľadom na vážnosť takého rozhodovania monitorovacie systémy majú byť vyrábané, inštalované a prevádzkované v súlade s odporúčaniami technických štandardov, t. j. technických noriem (napr. ISO, STN, API).

Okrem ochrany majetku, resp. technických prostriedkov je dôležité si uvedomiť, že často ide aj o ochranu zdravia a životov ľudí. V prípade, že havária alebo vážne poškodenie strojov spôsobí úraz s trvalým následkom alebo smrťou človeka, nedodržanie odporúčaní technických noriem môže mať aj trestnoprávne následky. Odporúčania týkajúce sa spôsobu merania a miesta uloženia – inštalácie snímačov, ako aj kritérií hodnotenia technického stavu sú zakotvené v technických normách, najmä ISO, ktoré majú dlhodobú platnosť a sú uznávané na celom svete.

## Monitorovacie systémy

Technické prostriedky na monitorovanie technického stavu strojov a vibračnú diagnostiku, ktoré sú v súčasnosti k dispozícii na svetovom trhu, v zásade možno rozdeliť do nasledujúcich skupín:

### Modulárne zabezpečovacie systémy

spriahnuté s trvalo nainštalovanými snímačmi, určené na prevádzkovanie v priemyselnom prostredí (bezpečnostné a zabezpečovacie on-line systémy). Významnými reprezentantmi tejto skupiny sú napr. systémy VIBROCONTROL 6000 a VIBROCONTROL 8000/SETPOINT, ktoré spĺňajú odporúčania ISO 10816, STN ISO 7919 a API 670 (obr. 1).



Obr. 1 VIBROCONTROL 8000/SETPOINT spĺňa odporúčania ISO 10816, STN ISO 7919 a API 670

Hlavné výhody systému VIBROCONTROL 8000/SETPOINT:

- prvý systém na svete, ktorý je kompatibilný so systémom PI/Aveva™ (OSIsoft®),
- 19-palcový rám až pre 56 kanálov,
- 8,4-palcový dotykový predný displej,
- systém diagnostiky vibrácií spĺňa API-670,
- možnosť pripojiť k existujúcim zabezpečovacím systémom,
- systém je vybavený vnútornou pamäťou (SD a SSD) na ukladanie údajov v časovej oblasti,
- vysoká spoľahlivosť.



Obr. 2 VST-100 a VST-100E využívajú najmodernejšiu technológiu s farebnou zobrazovacou jednotkou

#### Riešenie BKV Go – hardvérová časť príbehu...

##### Obsah balíčka

- Monitorovacie zariadenie VCM-3:
  - vrátane konfigurácia prostredníctvom web stránky BKV Config
  - vrátane zabudovaného informačného panelu
- Kovový kryt
  - vrátane VCM, ističa a napájacie zdroja
  - umožňuje inštaláciu v náročnom prostredí (certifikované s IP66)
- 1 x súprava so snímačom zrýchlenia (AS-667)
- 1 x súprava káblov (voliteľné)
- 1 rok bezplatná vzdialená zákaznícka podpora (úroveň 1)
- Príručka pre rýchle uvedenie do prevádzky
- Dostupné 3 veľkosti balíčkov...



Obr. 3 Zostava BKV GO

PI Aveva TM/(OSIsoft®) PI Server je stále viac sa rozširujúcou platformou, ktorá je schopná integrovať platformy rôznych decentralných riadiacich systémov z celého závodu alebo komplexu výrobných závodov. Veľkou výhodou je, že systém umožňuje kombinované zobrazovanie a analýzu procesných parametrov, ako aj charakteristických hodnôt mechanických vibrácií.

#### Systémy umožňujúce vibračnú diagnostiku prostredníctvom pravidelných opakovaných pochôdzkových meraní v priemyselnom prostredí (off-line systémy)

VST-100 a VST-100E sú prístroje, ktoré využívajú najmodernejšiu technológiu s farebnou zobrazovacou jednotkou; môžu byť dodané aj pre prostredie Ex (ATEX certifikované) a sú podporované výkonným programom pre PC (obr. 2).

Mimoriadne efektívnym riešením na technickú diagnostiku strojov s konštantnými otáčkami, ako sú napr. čerpadlá či ventilátory s elektrickým pohonom, je aj riešenie BKV GO. Je postavené

na báze VCM-3, ktorý má 12 vibračných vstupov, zabudovaný webový server a nevyžaduje žiadny špecializovaný softvér, vystačí si len s prostriedkami MS Windows, napr. Chrome.

Podrobnejšie informácie o uvedených riešeniach, ako aj odpovede na otázky týkajúce sa vašich konkrétnych projektov radi poskytnú odborníci našej spoločnosti.

## B&K s.r.o.

Ing. Peter Tirinda, CSc.

B & K s.r.o.  
 Palisády 20  
 811 06 Bratislava  
 Tel.: +421 2 544 307 01  
 bk@bruel.sk  
 www.bruel.sk

### Bezdrôtové snímanie vibrácií s podporou umelej inteligencie

Riešenie bezdrôtových snímačov BKV Beyond umožňuje monitorovať stav strojov, ako sú napr. trojosové vibrácie, či údaje o povrchovej teplote. Údaje sú snímané pomocou bezdrôtových snímačov, ktoré na výmenu údajov používajú siete typu mesh. Údaje možno spracovávať, ukladať alebo odosielať do lokálnych alebo cloudových koncových zariadení, pričom bezdrôtový prenos údajov je možný až do vzdialenosti 100 m pri voľnej viditeľnosti. Bezdrôtové snímače umožňujú realizovať zber údajov z ťažko dostupných zdrojov. K dispozícii sú aj snímače s certifikáciou na použitie do prostredia s potenciálne výbušnou atmosférou. Komunikačné brány sú dostupné s vysokým stupňom krytia (IP) s odolnosťou proti vode a prachu, ktoré umožňuje ich inštaláciu vo vonkajšom aj priemyselnom prostredí. Celý systém na bezdrôtové snímanie možno jednoducho nastaviť pomocou mobilnej aplikácie.

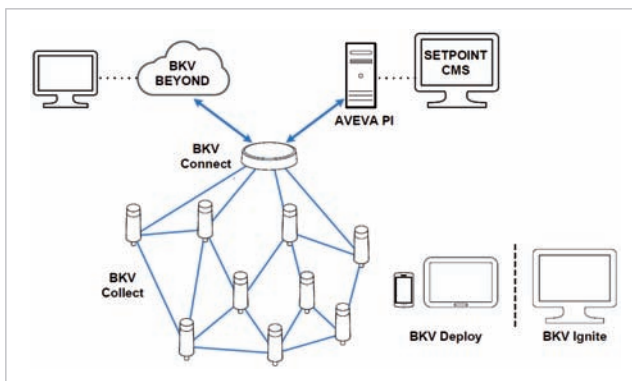


Schéma BKV Beyond

#### Odstráňte chyby rýchlejšie pomocou hodnotných informácií

Systém pomáha premeniť nespracované údaje na inteligentné rozhodnutia. Údaje z rotačných strojov sa zlučujú s ďalšími informáciami z prevádzky na platforme BKV Beyond a následne pomocou umelej inteligencie ich systém okamžite vyhodnocuje. Na rozdiel od iných systémov prediktívnej údržby BKV Beyond zisťuje chyby oveľa skôr, vďaka čomu možno včas predísť problémom. Systém tiež identifikuje hlavnú príčinu problému a navrhne riešenie, aby bolo možné reagovať skôr, prípadne navrhnuť preventívne opatrenia.

#### Zber

Bezdrôtové trojosové snímače vibrácií BKV Collect s patentovaným vyhotovením a integrovaným meraním teploty umožňujú efektívne monitorovať stroje. Úplne bezdrôtové vyhotovenie zabezpečuje jednoduchú montáž a pravidelné reporty.

#### Prepojenie

Brány BKV Connect spájajú údaje zhromaždené snímačmi pomocou nízkoenergetickej samoopravnej sieťovej technológie. Umožňujú bezpečný bezdrôtový prenos údajov a tvoria most medzi zariadeniami a sieťou.

#### Zlúčenie

Systém SETPOINT® poskytuje kontrolu nad údajmi. Prispôsobiteľné rozhranie prevádzkované systémom AVEVA™ PI System™ umožní okamžite sledovať aktuálne dianie v oblasti všetkých strojov. Snímače spolu s bránami tvoria jeden pokročilý systém monitorovania stavu strojov typu end-to-end.

www.bruel.sk



## Technická diagnostika – metódy a trendy

Technická diagnostika je definovaná ako proces, pri ktorom sa zisťuje aktuálny technický stav objektov na základe objektívneho vyhodnotenia príznakov zistených prostriedkami meracej techniky. Technickú diagnostiku možno členiť podľa rôznych kritérií. Napríklad z hľadiska potreby demontáže na demontážnu a bezdemontážnu, z hľadiska spôsobu vykonávania analýz na subjektívnu a objektívnu, podľa druhu analyzovaných parametrov, príp. meraných veličín, na vibrodiagnostiku, akustickú diagnostiku, termodiagnostiku, elektrodiagnostiku, tribodiagnostiku a pod.

### Vibroakustická diagnostika

Medzi moderné metódy technickej diagnostiky stále patrí najmä vibroakustická diagnostika (obr. 1). Vibrácie strojných zariadení poskytujú množstvo informácií o ich technickom stave a funkcií. Na meraní vibrácií je založené i monitorovanie stavu strojov a ich diagnostika. Pri najjednoduchšom spôsobe sa meria celková úroveň vibrácií v určitom frekvenčnom rozsahu, tzv. mohutnosť kmitania. Uvedeným spôsobom však nie je možné identifikovať príčiny alebo stupeň poškodenia komponentov zariadení. Tieto informácie možno získať napr. využitím metód frekvenčnej analýzy, keď sa analyzujú úzkopásmové spektrá vibrácií z vhodne zvolených meracích bodov. Pri diagnostike porúch sa vychádza z charakteristických frekvencií chvenia pre rôzne druhy porúch (nevyváženosť, nesúosovosť, rôzne poškodenia ložísk, ozubených kolies a pod.). Takto sa analyzujú jednotlivé, najmä dominantné frekvenčné zložky spektier vibrácií strojov. Analýza signálov vo frekvenčnej oblasti umožňuje na základe porovnania s referenčným spektrom vibrácií identifikovať zmeny technického stavu zariadení, ako napr. poškodenie či opotrebenie ložísk, nevyváženosť, uvoľnenie. Spracovaním časového priebehu

amplitúd určitých frekvenčných zložiek typických pre určité poškodenie možno hodnotiť tiež trendy postupného zhoršovania technického stavu a pod. V určitých prípadoch sa využívajú i analýzy signálu v časovej doméne, ale i ďalšie nástroje ako napr. analýza obálky, cepstrum či wavelet transformácia.

Vibrodiagnostika v oblasti elektrických zariadení umožňuje okrem identifikovania mechanických porúch analyzovať napr. aj príčiny vzniku vibrácií elektromagnetického pôvodu. V oblasti elektromotorov (v závislosti od ich typu a konštrukcie) môžu tieto príčiny spočívať napr. v premenlivej vzduchovej medzere, skrate vinutia, uvoľnených magnetoch a cievkach, prasknutých rotorových tyčiach, skratovaných rotorových alebo statorových plechoch.

Pri diagnostike strojov sa dnes často využíva ultrazvuk. Krátkovlnný charakter ultrazvukového signálu poskytuje z hľadiska diagnostiky rôzne výhody, ako je včasné zachytenie už malých zmien v kontrolovanom systéme, rýchla lokalizácia problematických miest uľahčená smerovosťou a nízkou energiou takéhoto vyžarovania a pod. Ultrazvuk sa šíri v tuhých látkach, kvapalnom i plynnom prostredí. Pri meraní ultrazvuku vo vzduchu sa používa ultrazvukový mikrofón.



Obr. 1 Prenosný analyzátor SKF Microlog

Možno ho použiť napr. na detekciu netesností (v tlakových a vákuových systémoch) či elektrického iskrenia. V oblasti štruktúrálnej detekcie miest spojených s generovaním ultrazvuku sa používajú piezoelektrické alebo MEMS senzory. Z tejto oblasti je známe využitie ultrazvukových metód pri problémoch s mazaním, resp. trením, včasnej detekcii poškodení valivých ložísk, chýb pohonov, prevodov a pod. Čo sa týka dostupnej meracej techniky, na pochôdzkové meranie sa využíva napr. SKF Inspector 400 (obr. 2), na automatizované meranie to môže byť merací systém vybavený napr. ultrazvukovým senzorom UCA 586.



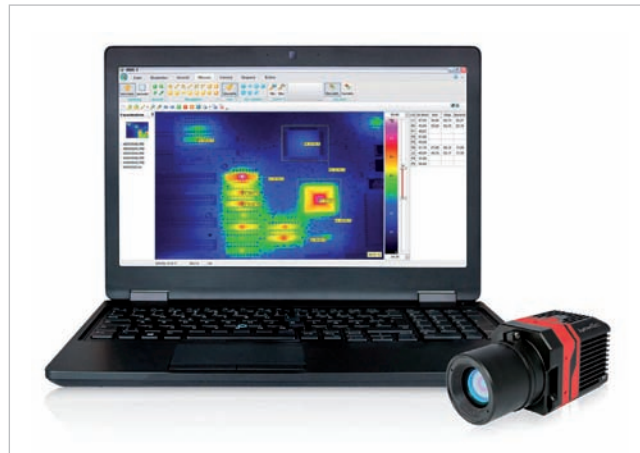
Obr. 2 SKF Inspector 400

V oblasti monitorovania chodu strojných zariadení umožňuje zavedenie ultrazvukových meraní významné rozšírenie prediktívnych schopností systému. Pri identifikácii problémov s mazaním (rôzne trecie uzly) a poškodením valivých ložísk možno využiť trendové charakteristiky alebo analyzovať časové priebehy a spektrá. V počítačom štádiu chýb možno zachytiť zmeny najmä v časovej oblasti. Z tohto dôvodu sa pri ultrazvukových analýzach uprednostňuje pred spektrálnou analýzou najmä analýza v čase.

Ďalšou oblasťou využitia ultrazvukových meraní môžu byť tzv. systémy EoLT (z angl. End-of-Line Test System), ak bežné vibrodiagnostické metódy neumožňujú spoľahlivú identifikáciu určitého problému (napr. výskyt rušivých zvukov v súvislosti s trením), a teda odlišenie výrobku OK a NOK. Ide o významnú oblasť technickej diagnostiky, čo potvrdzuje i tvorba technických noriem v oblasti ultrazvukových meraní. Problematike ultrazvukového monitorovania stavu strojov sa venuje napr. medzinárodná norma ISO 29821.

### Termodiagnostika

Vďaka rozvoju bezdotykových metód merania teploty povrchu telies sa čoraz viac uplatňuje v rôznych oblastiach priemyslu termodiagnostika. Táto metóda spočíva vo využití merania teploty povrchu telies na odlišenie miest s rôznou teplotou. Výstupom je obyčajne



Obr. 3 Rádiometrický infračervený kamerový modul InfraTec PIR uc 605

termografická snímka. Ďalšou analýzou sa potom hľadajú príčiny zvýšenej teploty (nadmerné trenie, poruchy mazania, zvýšený elektrický odpor a pod.). Medzi najrozšírenejšie priemyselné aplikácie termovízie patrí napr. kontrola dosiek plošných spojov (obr. 3), analýza stavu elektromotorov (skruty vo vinutiach, nedokonalé spoje, problém s mazaním valivých ložísk) a pod.

### Elektrodiagnostika

Druhy testov závisia od typu testovaného zariadenia. V prípade elektromotorov to môžu byť skúšky vinutia (odpor, indukčnosť), momentové charakteristiky, parametre riadiacej jednotky motora, testy konektorov a pod. Niektoré problémy indukčných elektromotorov možno diagnostikovať na základe analýzy napájacieho prúdu (analýza prúdových spektrier). Meranie je nutné vykonávať pri zaťaženom motore, pri meraní bez zaťaženia sa poruchy v spektre neprejavujú. Hlavnou výhodou tejto metódy je možnosť merania počas bežnej prevádzky zariadenia.

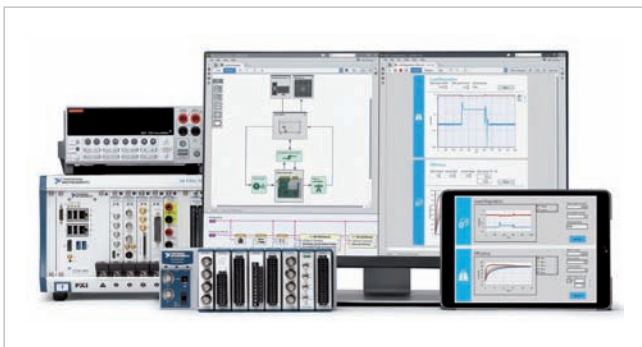
### Tribodiagnostika

V prevádzke strojného zariadenia sa v dôsledku opotrebenia uvoľňujú častice kovov alebo ich zlúčeniny. Tieto produkty opotrebenia vyplavuje mazací olej z trecích uzlov a spolu s olejom cirkulujú v mazacom systéme zariadenia. S narastajúcim opotrebením rastie i koncentrácia týchto častíc v oleji. Tribodiagnostika patrí medzi bezdemontážne metódy technickej diagnostiky, ktorá využíva na získanie informácií o rôznych dejoch a zmenách v mechanických systémoch použité mazivo.

Sledovanie stavu opotrebenia jednotlivých trecích uzlov zariadenia sa vykonáva na základe určenia obsahu cudzích látok v mazive (produktov opotrebenia), pričom dôležitý je najmä trend nameňovaných hodnôt. Analýzou množstva, veľkosti a tvaru týchto častíc možno nielen včas upozorniť na príznaky blížiacej sa poruchy (príp. prognózovať zvyškovú životnosť), ale často i lokalizovať miesto vzniku určitej mechanickej poruchy. Sledovanie zmien kvality vlastného maziva sa vykonáva meraním a analýzou jeho rôznych parametrov, ako sú viskozita, kyslosť, bod vzplanutia, obsah nečistôt a pod. Takto možno určiť napr. životnosť maziva. Zvýšené množstvo nečistôt v mazive znamená nielen väčšie opotrebenie mazaných častí, ale môže spôsobiť i poruchy funkcie mazacej sústavy. Na základe určenia životnosti mazív možno definovať i optimálne intervaly ich výmeny.

### Nasadenie moderných metód technickej diagnostiky v oblasti priemyselnej výroby

Uvedené metódy technickej diagnostiky sa v minulosti využívali pri vývoji nových strojov, v oblasti prediktívnej údržby strojov a zariadení a pod. Niektoré z týchto metód dnes nachádzajú uplatnenie aj v oblasti výstupnej (EoLT) alebo medzioperačnej kontroly rôznych produktov na montážnych linkách (obr. 4). V súčasnosti sa napr.



Obr. 4 Modulárny merací systém spoločnosti National Instruments na báze LabVIEW, využitelný aj v oblasti automatizovaných meraní na EoLT

metódy založené na meraní vibrácií používajú v oblasti kontroly a triedenia valivých ložísk, finálnej kontroly elektromotorov, prevodoviek a pod.

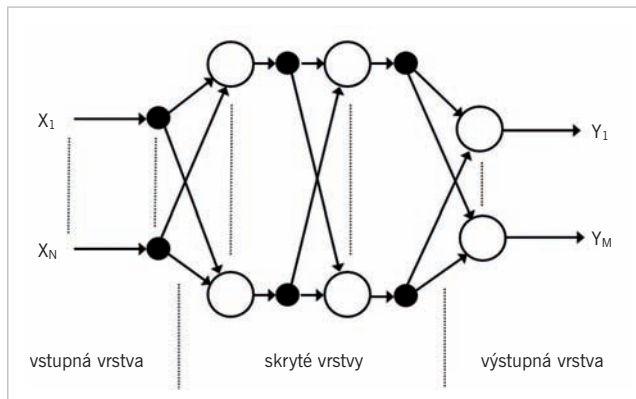
Okrem uvedených metód technickej diagnostiky tu dochádza aj k širokému nasadeniu strojového videnia. Použitím digitálnych obrázkov kombinovaných s modelmi hlbokého učenia sú stroje schopné napr. presne identifikovať a klasifikovať objekty a následne zodpovedajúco reagovať. Pre priemyselnú prax v oblasti technickej diagnostiky je momentálne charakteristická požiadavka na spracovanie veľkého množstva dát v krátkom čase. Táto úloha sa zvyčajne rieši využitím metód umelej inteligencie. Stroje a zariadenia v moderných priemyselných prevádzkach sú vybavené riadiacimi jednotkami, zvyšuje sa využitie autodiagnostických systémov, dochádza k sieťovaniu informačných a výrobných technológií, a to až na úroveň jednotlivých elektronických a mechanických komponentov strojov (internet vecí). Ďalším trendom je čoraz širšie využívanie bezdrôtových technológií ako GSM, Bluetooth, WiFi a pod.

## Expertné systémy v oblasti technickej diagnostiky

Expertné systémy sú obvyčajne počítačové programy, ktoré simulujú rozhodovacie činnosť skutočného odborníka. Tieto systémy využívajú vhodne reprezentované špecializované znalosti s cieľom dosiahnuť kvalitu rozhodovania v určitej oblasti na úrovni experta (pri rovnakých vstupných dátach by mal systém rozhodovať rovnako). V oblasti technickej diagnostiky to môže byť napr. pri automatizovaných meraniach na EoLT rozhodnutie, či je kontrolovaný produkt OK alebo NOK, pri monitorovaní nejakého systému pod tlakom to môže znamenať spustenie alarmu, ak dôjde k narušeniu jeho tesnosti a pod.

Základom expertných systémov v oblasti technickej diagnostiky je dnes často vhodne zvolená a natrénovaná neurónová sieť (napr. typu CNN, RNN a pod.). Neurónová sieť je obvyčajne sieť určitým spôsobom prepojených neurónov. Historicky najstarší model neurónu je zložený zo sčítacieho člena, na ktorý sa privádzajú vstupy neurónu  $X_1$  až  $X_N$  násobené reálnym číslom  $w$ , tzv. váhou. Počty neurónov a počty vrstiev sú parametrami siete a ich voľba závisí od riešenej úlohy. V praxi sa odhadujú pomocou heuristických (orientačných) pravidiel alebo experimentálne – natrénovaním niekoľkých sietí s rôznymi parametrami a výberom najlepšej. Činnosť neurónovej siete je určená váhami aplikovanými v skrytých a výstupných uzloch. Hodnoty váh sa obvyčajne upravujú využitím učiaceho algoritmu tak, aby bol minimálny rozdiel medzi skutočným a požadovaným výstupom. Tento postup vyžaduje dostatočne veľkú tréningovú množinu, v prípade EoLT sú to kusy OK a NOK. Najrozšírenejšou neurónovou sieťou je viacvrstvová sieť s dopredným šírením (obr. 5). Uzly vo vstupnej vrstve nevykonávajú žiadnu funkciu, slúžia len na rozdeľovanie vstupných signálov. Vstupná vrstva sa z tohto dôvodu obvyčajne nezapočítava do celkového počtu vrstiev siete. Výstup neurónu určitej vrstvy je vedený do vstupov všetkých neurónov nasledujúcej vrstvy. Vrstvy neurónov, ktoré sa nachádzajú pred výstupnou vrstvou, sa nazývajú skryté.

Využitie strojového učenia je zaujímavé napr. pri klasifikácii obrazových dát. V oblasti technickej diagnostiky tomu zodpovedajú napr.



Obr. 5 Schéma viacvrstvej neurónovej siete

aplikácie spočívajúce v meraní teploty povrchu telies (termodiagnostika) či akustického tlaku prostredníctvom poľa mikrofónov (monitorovanie využitím akustickej kamery – počuteľný aj ultrazvukový frekvenčný rozsah). Základom tu je využitie neurónovej siete pracujúcej s termosníkmi a hologramami s tým, že vstupná vrstva má toľko vstupov, koľko má obrázok pixelov (informácie o farbe predstavujú teplotu, akustický tlak) a výstupná vrstva má toľko výstupov, koľko tried porúch treba klasifikovať.

Dnes je k dispozícii množstvo softvérových balíkov obsahujúcich rôzne algoritmy strojového učenia (napr. RapidMiner, Weka, KNIME, Shogun toolbox, Scikit-learn, Apache Mahout), tiež on-line platformy, ako sú Microsoft Azure Machine Learning, TensorFlow a pod. Spolu s rastúcou úrovňou automatizácie tak môže k ďalšiemu zvyšovaniu efektívnosti výrobných procesov prispieť aj implementovanie rôznych inteligentných riešení z oblasti moderných metód technickej diagnostiky.

## Ing. Ján Haško, PhD.

má dlhoročné skúsenosti z praxe so zameraním najmä na NVH experimentálne metódy, ale aj iné technické merania a analýzy používané pri vývoji vozidiel. Absolvoval inžinierske štúdium v odbore konštrukcia dopravnej techniky a doktorské štúdium so zameraním na optimalizáciu dynamických vlastností hnacieho ústrojenstva vozidiel na Strojníckej fakulte STU v Bratislave. Pracoval na rôznych pozíciách vo vývojových oddeleniach viacerých renomovaných výrobcov automobilov a ich dodávateľov na Slovensku, v Českej republike a Nemecku. Venoval sa najmä riešeniu problematiky hluku a vibrácií hnacieho ústrojenstva vozidiel a podvozkových systémov (brzdy a elektromechanické systémy riadenia), ako aj návrhu koncových testerov na základe vibrodiagnostiky. Okrem rozsiahleho množstva meraní a analýz realizovaných v rámci riešenia rôznych projektov je autorom viac ako 70 výskumných a vývojových prác, štúdií, recenzí, školiacich materiálov a odborných článkov najmä z oblasti vibroakustiky. V súčasnosti sa špecializuje predovšetkým na štruktúrne analýzy, konštrukčné riešenia rôznych zariadení z hľadiska optimalizácie ich vibroakustických vlastností (kvalita zvuku) a tiež na technickú diagnostiku strojov a zariadení.

## Literatúra

- [1] Firemné materiály SKF, UE SYSTEMS INC., InfraTec, Emerson Electric (National Instruments)
- [2] Chollet, F.: Deep learning v jazyku Python. Praha: GRADA 2019.
- [3] Kreidl, M. – Šmíd, R.: Technická diagnostika. Sensory – Metody – Analýza signálu. Praha: BEN 2006.

## Ing. Ján Haško, PhD.

jan.hasko@jengineering.sk



# THE FUTURE OF MOBILITY

24. – 25. SEPTEMBER 2024  
KULTURPARK KOŠICE

SLOVAKIA  
**TECH**  
FORUM · EXPO

2024

24.–25. september  
Kulturpark Košice

Žijeme inováciami

**Najväčšia technologická konferencia + expo**

Vstup je bezplatný, podmienkou je iba registrácia na [slovakiatech.sk](http://slovakiatech.sk)

## PREDSTAVUJEME PRVÝCH ZAHRANIČNÝCH KEYNOTE SPÍKROV

**Dr. Andy Palmer** (keynote spíker v téme CarTech)

Andy Palmer je generálny riaditeľ Palmer Automotive, bývalý generálny riaditeľ automobilky Aston Martin a COO spoločnosti Nissan. Prezývku „krstný otec elektromobility“ si vyslúžil za svoju úlohu pri uvádzaní prvého masovo predávaného elektrického vozidla na svete, Nissanu LEAF v roku 2010. Palmer je už viac ako dve desaťročia na čele globálneho automobilového priemyslu. V súčasnosti pôsobí aj ako predseda predstavenstva slovenského výrobcu batérií InoBat. Špičkový britský odborník na vývoj elektromobilov predstaví vo východo-slovenskej metropole svoju víziu mobility budúcnosti.

**Pierre Renhult** (keynote spíker v téme CarTech)

Pierre Renhult je partnerom v spoločnosti Nexer Group s viac ako 30-ročnými skúsenosťami v automobilovom priemysle. Pôsobil ako CEO, člen predstavenstva a strategický poradca naprieč Európou aj USA, v sektore ťažkých nákladných vozidiel aj osobných áut. Renhult spolupracoval s poprednými spoločnosťami, ako sú Volvo Cars, Volvo Trucks, Ford, Jaguar Land Rover a Mercedes-Benz. Je tiež spoluautorom komplexnej priemyselnej správy o budúcich technológiách a trendoch v automobilovom sektore s názvom „Code over Chrome“.

**Stefan Hyttfors** (keynote spíker v téme ClimateTech)

Stefan Hyttfors je uznávaný švédsky futurista a odborník na revolučné technológie, behaviorálne zmeny a leadership novej generácie. Stefan vo svojej prednáške návštevníkom vysvetlí, prečo je strategická udržateľnosť novým modelom rastu v našej ére a ako môžu firmy z tohto trendu profitovať.

**Grzegorz Chuchra** (keynote spíker v téme HomeTech)

Grzegorz Chuchra je uznávaný podnikateľ a technologický líder, ktorý v súčasnosti pôsobí ako CEO a spoluzakladateľ spoločnosti Tedee, ktorá je na čele inteligentných bezpečnostných riešení pre domácnosti. Na SlovakiaTech Fórum-Expo Grzegorz predstaví novinky v oblasti inovácií v inteligentnom bývaní, riadenie energie v inteligentných domácnostiach a technológie zdravia v domácnosti.

[slovakiatech.sk](http://slovakiatech.sk)

Viac o programe a spíkroch nájdete na [www.slovakiatech.sk](http://www.slovakiatech.sk)

EXKLUZÍVNY  
AUTOMOBILOVÝ  
PARTNER:

PORSCHE

PARTNERI:

šeps

Slovenská  
elektrizačná  
prenosová  
systava

javys  
jadrová  
a výradovacia  
spoločnosť, a.s.

NEXXER

SBA  
SLOVAK | BUSINESS | AGENCY

TECHNICKÝ PARTNER:

LIFEPARK  
Sound, Light, Video Company...

HLAVNÝ MEDIÁLNY PARTNER:

markíza

MEDIÁLNI PARTNERI:

STARTITUP

F FONTECH

NEXTTECH

STROJÁRSTVO  
TROJROZSTAV  
ENGINEERING MAGAZINE

grantUP

latp | journal |

bigmedia  
PREMIUM OUTDOOR

bittner

KE  
ONLINE  
RÁDIO  
TV

FinReport

# Ako pristupovať k vibrodiagnostike?

Systémy na meranie mechanických vibrácií plnia rôzne funkcie a sú určené pre rôzne stroje. Rozhodujúce je zladiť monitorovací systém so zariadením. Na jednej strane sa tak môžeme vyhnúť výdavkom na príliš pokročilý systém a na druhej strane môžeme predísť nadmernému znižovaniu nákladov, ak sa rozhodneme pre riešenie, ktoré neposkytuje základné funkcie potrebné na udržanie prevádzky daného stroja. V najhoršom prípade zle zvolený systém nedokáže odhaliť svoje poruchy.

## Čo merať?

V prvom rade je dôležité mať na pamäti, že systémy založené na meraní „vibrácií“ nám pomôžu udržať stroj v dobrom technickom stave len dovtedy, kým poškodenia primárne generujú dodatočné „vibrácie“ – a tento predpoklad nie je vždy pravda. Preto sa oplatí vydať sa na cestu klasickej vibračnej diagnostiky oboznámením sa s týmto širším kontextom, t. j. s inými druhmi merania (meranie teploty, modálna analýza, meranie napätia, elektrické meranie, meranie zloženia oleja, meranie hluku a pod.). Často sa ukazuje, že pre daný objekt existuje najjednoduchší a najefektívnejší spôsob posúdenia technického stavu, ktorý zodpovedá prevádzkovým podmienkam.

## Úloha systémov merajúcich vibrácie

Ak sme sa rozhodli pre meranie vibrácií, ďalším krokom je odpoveď na otázku: čo od systému očakávame? V prípade všeobecnej rodiny systémov monitorovania a diagnostiky strojov táto otázka zodpovedá špecifickejším úlohám systémov, ktoré sú uvedené v tab. 1.

Kráľovnou detekcie poškodenia je odhad strednej kvadratickej rýchlosti vibrácií (vRMS), pretože norma ISO 20816 poskytuje špecifické príпустné rozsahy hodnôt strednej kvadratickej rýchlosti vibrácií v závislosti od výkonu stroja a niekoľkých ďalších parametrov. Identifikácia môže mať viacero významov, ale vibračná diagnostika často odkazuje na fyzické detaily poškodenia. Na začiatku môže indikovať, ktorá časť stroja môže byť poškodená a následne o aký typ poškodenia ide (napr. prasknutie zuba ozubeného kola alebo poškodenie vonkajšieho krúžku v ložisku – BPFO). Na tomto mieste je dôležité poznamenať, že praktická implementácia systémov rozlišuje:

- systémy spracúvajúce údaje bez merania fázových markerov (okamžitá rýchlosť otáčania),
- systémy spracúvajúce dáta so signálom fázového markera a vykonávajúce spracovanie a analýzu v určitom intervale.

Systémy bez fázových markerov sú lacnejšie a jednoduchšie, ale umožňujú identifikáciu komponentov iba pri nízkej frekvencii (kvôli spektrálnemu rozmazaniu). Na druhej strane systémy fázových markerov sú drahšie a náročnejšie na konfiguráciu a inštaláciu, ale podstatne efektívnejšie pri identifikácii.

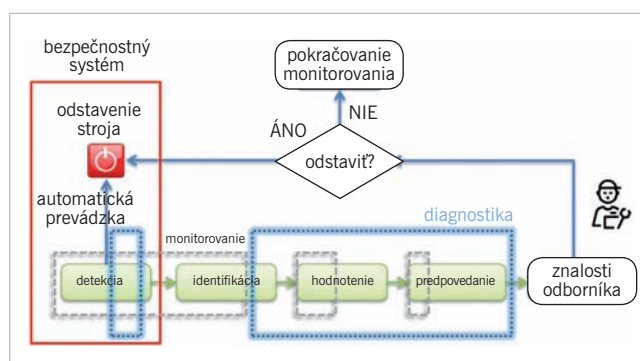
Určenie úrovne závažnosti poškodenia (hodnotenie) zvyčajne vyžaduje zaznamenávanie historických diagnostických ukazovateľov známych ako trendy. Klasickým príkladom tohto typu je zvýšenie amplitúdy postranného pásma frekvencie záberu ozubených kolies. Ďalšie diagnostické úlohy, ako je prognóza, analýza základnej príčiny (RCA) a odporúčania (pôvodne predpisy), sú v praxi stále vo vývoji pre problémy súvisiace s parametrizáciou metódy, predspracovaním a výberom diagnostických znakov.

## Typy „monitorovacích“ systémov

V technickom jazyku často používame termín „monitorovací systém“ na označenie „monitorovacieho a diagnostického systému“. Zároveň hovoríme o „diagnostickej analýze“ ako o procese analýzy údajov. Je zaujímavé, že v literatúre sa často používa anglická skratka CMS, čo znamená systémy monitorovania stavu, takže preklad pojmov nie je doslovný.

V praxi sa systémy jasne delia na ochranné, monitorovacie a diagnostické. Všetky tieto systémy môžu existovať samostatne, ale možno ich aj kombinovať v rôznych hardvérových a aplikačných konfiguráciách. Obr. 1 znázorňuje mapovanie typov systémov založených na vibráciách s ohľadom na ich úlohy opísané v predchádzajúcom bode.

Ako je znázornené na obr. 1, bezpečnostné systémy môžu na základe definovaných analýz automaticky vypnúť stroj. Takéto systémy



Obr. 1 Typy systémov založených na vibráciách mapovaných na úlohy

Systémová úloha	Otázka	Charakteristika systému
Detekcia poruchy	Vyskytla sa chyba? (ÁNO/NIE) ISO 20816	Širokopásmové indikátory
Identifikácia poruchy (mechanický komponent)	Ktorý mechanický komponent je poškodený?	Kinetostatický model + úzkopásmové indikátory
Identifikácia poruchy (typ poškodenia)	Typ poruchy (napr. nevyváženosť, Ball Pass Frequency Outer)	Spektrálna analýza
Úroveň závažnosti poruchy (vyhodnotenie)	Áká závažná je porucha?	Analýza trendu
Prognóza	Ako dlho môže stroj fungovať bez poruchy?	Prahové hodnoty alarmu, modelovanie (aproximácia bodu)
Analýza koreňových príčin (z angl. Root Cause Analysis)	Čo je hlavnou príčinou poruchy?	Pokročilá analýza historických údajov, prevádzkových podmienok + materiálové inžinierstvo
Predpis	Áké sú ďalšie pokyny pre údržbu?	Moderné moduly (vo vývoji)

Tab. 1

sa líšia od monitorovacích systémov, pretože zvyčajne spracúvajú relatívne vibrácie (skôr meranie vzdialenosti ako zrýchlenie vibrácií) a bežne sa vyskytujú v elektrárňach na hodnotenie technického stavu turbogenerátorov. Existujú však aj ochranné systémy založené na vibráciách, kde sa bežne monitorujú širokopásmové hodnoty.

Monitorovacie systémy v skratke pozostávajú z modulu trendov a modulu udalostí. Trendový modul umožňuje zobrazenie historických hodnôt diagnostických indikátorov, pričom modul udalostí má na starosti proces porovnávania aktuálnych hodnôt indikátorov s prípustnými prahovými hodnotami a generovanie udalostí (e-mail/SMS, svetlo, zvuk, piktogram atď.), ak je prekročená hraničná hodnota.

Diagnostické systémy v praxi zahŕňajú to, čo manuálne pozorujeme, konkrétne diagnostické „čísla“ (alebo grafy). Klasické údaje (transformácie signálu) zahŕňajú časové krivky, spektrum, rádové spektrum, obalové spektrum, rádové doménové spektrum a časovo synchronne priemerovanie (TSA). Okrem toho možno každé spektrum spriemerovať a škálovať (platí pre typy amplitúd, ako sú [g], [mm/s<sup>2</sup>], výkon, RMS a mierky, ako sú lineárne alebo logaritmické [dB]). Ako je znázornené na obr. 1, diagnostická analýza zahŕňa kombináciu širokopásmových a úzkopásmových indikátorov, trendovú analýzu týchto indikátorov, ako aj časovú a spektrálnu analýzu. Tá môže zahŕňať analýzu jedného spektra, porovnanie súčasného spektra s predchádzajúcimi referenčnými spektrami (predstavujúce „zdravotný“ stav) a vykreslenie kaskád po sebe nasledujúcich spektier v čase. Treba však poznamenať, že samotná analýza časových kriviek často poskytuje odpovede na mnohé otázky a je neoceniteľná pre overenie registrácie signálu.

## Výber monitorovacieho/bezpečnostného systému

Je systém s väčšou funkčnosťou vždy vhodnejší pre priemyselné aplikácie? Rozhodne nie. Rozhodnutie o výbere vhodného systému je pomerne náročné, keďže vyžaduje zodpovedanie niekoľkých otázok. Medzi tie najdôležitejšie možno zaradiť: Má byť systém prenosný alebo stacionárny? Bude sa merať rýchlosť otáčania? Koľko meracích kanálov bude potrebných? Aký je požadovaný rozsah snímačov? Aké dlhé budú merané signály? Aký frekvenčný rozsah je potrebný? Budú údaje archivované? Aké typy diagnostických údajov sú potrebné? Nákup systému s nedostatočnou funkcionalitou a implementácia systému s nadmernou architektúrou môže mať za následok jeho celkovú nízku efektívnosť. Preto je trh so systémami na monitorovanie stavu (CMS) pomerne rôznorodý a neustále sa vyvíja.

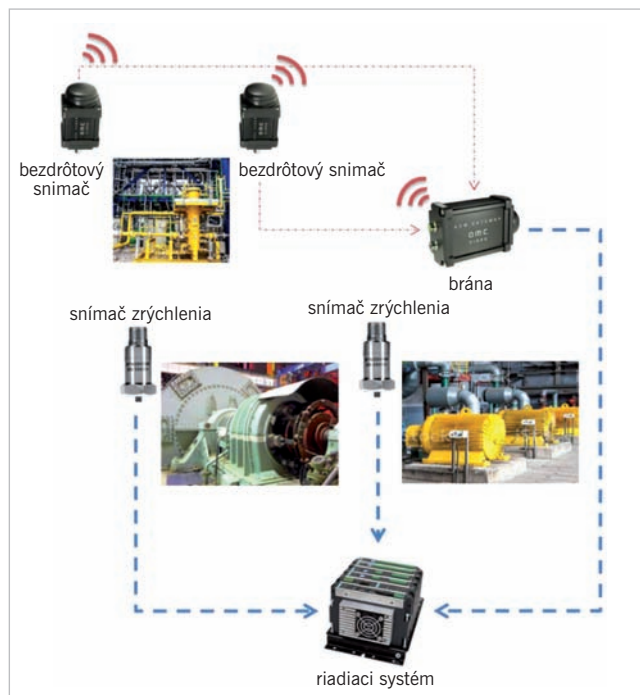
V nasledujúcej časti sa pozrieme na jeden z nových trendov – možnosti využitia bezdrôtových snímačov na vibrodiagnostiku.

## Bezdrôtové snímače – úskalia alebo nový trend?

Mnoho spoločností v súčasnosti ponúka bezdrôtové snímače vibrácií. Nájdete ich v akejkolvek cenovej kategórii, od veľmi drahých až po lacné snímače a samozrejme s rôznymi parametrami. Táto rozmanitosť vyvoláva otázky medzi používateľmi monitorovacích a diagnostických systémov, ktorí sa pýtajú na skutočnú hodnotu týchto produktov. Aké sú výhody a nevýhody v porovnaní s tradičnými systémami, ktoré sú na trhu už veľa rokov? Podobne ako tradičné snímače zrýchlenia, aj bezdrôtové snímače vibrácií zvyčajne merajú zrýchlenie pomocou vlastností piezoelektrických prvkov. Stručne povedané, používajú rovnakú konverziu fyzických signálov, t. j.:

silu -> prúd -> napätie -> signál zrýchlenia

Niektoré snímače využívajú akcelerometre v technológii MEMS, ale základné charakteristiky oboch variantov sú dosť podobné. Z pohľadu používateľa sa používanie bezdrôtových snímačov výrazne líši od používania tradičných zariadení. Aby sme mohli bezdrôtové snímače správne umiestniť do architektúry kontinuálneho monitorovacieho systému, musíme si uvedomiť ich obmedzenú funkčnosť a nenahraditeľné výhody. Príklad aplikácie bezdrôtových snímačov je znázornený na obr. 2.



Obr. 2 Schéma systému využívajúceho bezdrôtové senzory

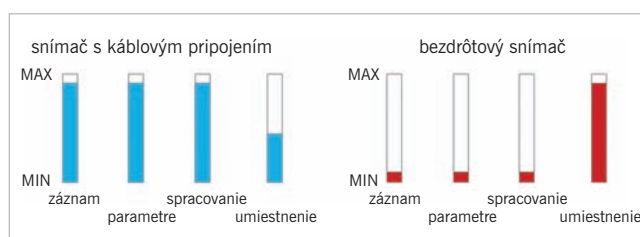
Ako je znázornené na obr. 2, bezdrôtové snímače sú zvyčajne umiestnené na pomocných strojach, ktoré nie sú za normálnych podmienok ľahko dostupné pomocou káblových snímačov. Keďže jednou z priorit bezdrôtových snímačov vibrácií je minimalizácia spotreby energie, údaje z týchto snímačov sa zvyčajne neprenášajú priamo do centrálného počítača. Namiesto toho prechádzajú cez príslušnú jednotku umiestnenú v blízkosti, ktorá je na obr. 2 označená ako brána. Požadovaná vlastnosť bezdrôtových snímačov, ako je znázornené na obr. 2, je schopnosť integrovať ich s káblovými snímačmi v rámci jedného systému monitorovania stavu (CMS). Bezdrôtové snímače vykonávajú meranie oveľa menej často, preto sa často inštalujú na miestach, kde sa predtým meranie vykonávalo pomocou prenosných zariadení.

## Rádiokomunikačný dosah

Bezdrôtové snímače využívajú na prenos informácií rádiové frekvencie. Preto je nevyhnutné posúdiť podmienky šírenia rádiových vln v danom prostredí. Pracovné frekvenčné pásmo snímača je veľmi dôležité. Všeobecne platí, že vyššie rádiové frekvencie poskytujú väčšiu šírku pásma, ale kratší komunikačný dosah. Pre populárne pásmo 868 MHz možno v otvorenom priestore zrealizovať dosah približne 1 kilometer alebo viac. Dosah však prudko klesá v prevádzke, kde sú steny a mnohé kovové prvky. Okrem toho, ak je stroj uzavretý v kovovom kryte, snímač nemôže fungovať vnútri, pretože kryt funguje ako Faradayova kletka a prerušuje komunikáciu.

## Napájanie bezdrôtových senzorov

Bezdrôtové snímače vibrácií sú určené na meranie na ťažko dostupných miestach, a preto je kľúčovou požiadavkou, aby fungovali na jednu batériu niekoľko rokov. V dôsledku toho sú bezdrôtové snímače vibrácií navrhnuté tak, aby fungovali niekoľko mesiacov



Obr. 3 Porovnanie vybraných aspektov drôtových a bezdrôtových snímačov

bez potreby výmeny batérie. Aj preto sú logika registrácie signálu, parametre zaznamenaných vibračných signálov a metódy spracovania signálov výrazne obmedzené v porovnaní s káblovými systémami napájanými zo siete. To je schematicky znázornené na obr. 3, kde sa porovnávajú možnosti umiestnenia snímačov medzi týmito dvoma typmi.

Nižšie sú podrobnosti o uvedených obmedzeniach:

## Logika registrácie

Na rozdiel od systémov nepretržitého monitorovania sa bezdrôtové snímače periodicky prebúdajú, zbierajú údaje, spracúvajú ich a potom sa vrátia do režimu spánku. Proces budenia prebieha zvyčajne synchronne, napríklad raz za osem hodín. V pokročilých systémoch možno zvýšiť registračnú frekvenciu so zvyšujúcou sa úrovňou vibrácií.

Dynamická registrácia znižuje spotrebu batérie, keď sa „nič nedeje“, a zameriava sa na presnejšie merania, keď dochádza k poškodeniu.

## Parametre vibračného signálu

Najdôležitejšími parametrami pri získavaní vibračných signálov sú dĺžka signálu a vzorkovacia frekvencia. V typických systémoch CMS majú zaznamenané signály dĺžku od 1 s do 10 s. Vo všeobecnosti platí, že čím pomalšie sa stroj otáča, tým dlhší by mal byť zaznamenaný signál. Ak je monitorovanie zamerané na zisťovanie nevyváženosti, nesúosovosti alebo celkovej úrovne vibrácií podľa ISO 20816, môže byť dostatočná vzorkovacia frekvencia 2 kHz. Na druhej strane, ak je systém určený na včasnú detekciu porúch valivých ložísk alebo iných javov, ktoré generujú štrukturálne vibrácie, je potrebná vzorkovacia frekvencia okolo 20 kHz alebo vyššia. Výsledkom je, že pre daný rozsah dĺžky signálu a vzorkovacej frekvencie sa počet vzoriek vo vyrovnávacej pamäti pohybuje od 2 000 (1 s × 2 000 vzoriek/s) do 200 000 (10 s × 20 000 vzoriek/s).

Pri bezdrôtových snímačoch dostupných v súčasnosti je horná hranica počtu vzoriek prakticky nedosiahnuteľná, a to najmä z dôvodu obmedzenia výkonu procesora a veľkosti pamäte. Vďaka dostupným výpočtovým knižniciam (napr. FFT) bezdrôtové snímače často využívajú vyrovnávaciu pamäť s dĺžkou 2n vzoriek na ďalšie výpočty. S touto hodnotou môže snímač zbierať napríklad jednosekundový signál so vzorkovacou frekvenciou  $f_s = 2\,048$  Hz (2 048 vzoriek) alebo signál s dĺžkou  $L = 0,125$  s a vzorkovacou frekvenciou  $f_s = 16\,384$  Hz (tiež 2 048 vzoriek). V prvom prípade je spektrálne rozlíšenie 1 Hz, zatiaľ čo v druhom prípade je to až 8 Hz. Vo výpočtoch sa používajú nasledujúce rovnice:

$$\text{Počet\_vzoriek} = L \times f_s$$

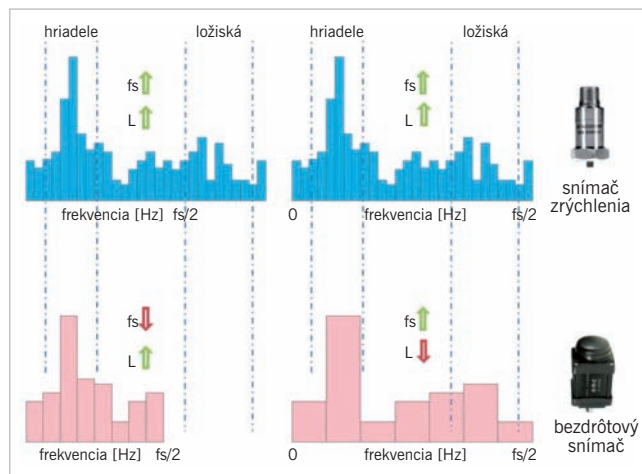
$$\text{Rozlíšenie} = 1/L = f_s/\text{počet\_vzoriek}$$

Grafické znázornenie týchto vzťahov je znázornené na obr. 4. Je dôležité poznamenať, že vibrácie merané snímačmi zrýchlenia (t. j. absolútne vibrácie) podliehajú významným náhodným zmenám komponentov (sú zašumené). Preto sa vo všeobecnosti odporúča vykonať viacnásobné spriemerovanie zaznamenaných cyklov. V praxi to znamená, že je výhodné, ak spracovaný vibračný signál obsahuje niekoľko periód analyzovaných zložiek. Napríklad jednosekundové signály sú vhodné na analýzu hriadeľov rotujúcich pri minimálnej rýchlosti 600 ot./min. (t. j. aspoň 10 Hz).

Ako je znázornené na obr. 4, nastavenie parametrov registrácie signálu v bezdrôtových snímačoch zahŕňa výber medzi širším frekvenčným rozsahom (umožňujúcim detekciu väčšieho súboru porúch) a lepším spektrálnym rozlíšením (umožňujúcim presnejšiu identifikáciu porúch generujúcich nízkofrekvenčné zložky, hlavne v hnacích hriadeľoch).

## Metódy spracovania signálu

Bezdrôtové snímače vďaka svojim vlastnostiam nemerajú fázu signálu (t. j. okamžitú rýchlosť otáčania stroja), a preto nevykonávajú



Obr. 4 Parametre snímání a ich vplyv na rozlíšenie a spektrálny rozsah

radovú analýzu (analýza spektrálnych zložiek signálu, ktorých frekvencia je pevne spojená so základnou frekvenciou stroja). Z praktického hľadiska to znamená, že sú určené na nepretržité monitorovanie strojov pracujúcich v ustálených prevádzkových podmienkach. Spolu s obmedzeným účelom bezdrôtových snímačov a ich obmedzenými schopnosťami získavania signálu existujú obmedzenia v metódach spracovania signálu, ktoré môžu byť implementované v takýchto snímačoch. Typické bezdrôtové snímače merajú nasledujúce hodnoty:

- PP zrýchlenie: špičková hodnota signálu zrýchlenia vibrácií,
- RMS zrýchlenie: efektívna hodnota signálu zrýchlenia vibrácií,
- RMS rýchlosť: stredná kvadratická hodnota signálu rýchlosti vibrácií (vrátane ISO 20816),
- PP obálka (spojitá krivka ohraničujúca extrémny signál): špičková hodnota signálu obálky zrýchlenia vibrácií,
- RMS obálka: stredná kvadratická hodnota signálu obálky zrýchlenia vibrácií.

Výpočtové metódy na analýzu rýchlostných signálov (VRMS) a obálkových signálov (EnvPP, EnvRMS) sú podobné tým, ktoré sa používajú v káblových systémoch. Avšak kvôli obmedzenej flexibilitě v dĺžke spracovávaných signálov sú konfiguračné parametre pre tieto analýzy relatívne obmedzené a zahŕňajú najmä výber medzných frekvencií hornopriepustných a dolnopriepustných filtrov z obmedzeného zoznamu. RMS hodnota signálu rýchlosti (VRMS) sa zvyčajne meria v rozsahu 10 Hz až 1 000 Hz podľa normy ISO 20816 a vzhľadom na obmedzenú dĺžku analyzovaných signálov sa nevzťahuje na stroje s rýchlosťou otáčania pod 600 ot./min.

## Zhrnutie

V prvom rade je dôležité si uvedomiť, že bezdrôtové snímače majú svoje špecifické miesto v diagnostike technických strojov. Nemali by sa používať ako náhrada káblových systémov – ich zmysel je tam, kde je inštalácia káblu prakticky nemožná alebo veľmi nákladná. Pri konfigurácii bezdrôtových snímačov je dobré odolať pokušeniu nastaviť prehnané parametre získavania a spracovania signálu, pretože to ovplyvní životnosť batérie. V porovnaní s káblovými snímačmi môžu bezdrôtové snímače ponúkať obmedzené možnosti, ale pri správnom umiestnení môžu poskytnúť významné výhody pre údržbu.

## Literatúra

[1] How to approach vibrodiagnostic? AMC Vibro. Blog. [online]. Publikované 19. 7. 2023. Dostupné na: <https://amcvibro.com/publications/how-to-approach-vibrodiagnostics/>.

[2] Wireless sensors – pitfall or a new trend? AMC Vibro. Blog. [online]. Publikované 25. 5. 2022. Dostupné na: <https://amcvibro.com/publications/12-wireless-sensors-pitfall-or-a-new-trend/>.

-tog-

"Využime synergiu schopnosti ľudí a sily technológií k získaniu konkurenčného náskoku".

# VÝROBNÝ MANAŽMENT

15. - 16. 10. 2024, Žilina

XIII. ročník

Aká je **budúcnosť výrobných podnikov**? Čo nás čaká a neminie?

Umelá inteligencia **pre optimalizáciu výroby**.

Ako vytvoriť **stratégiu digitálnej transformácie**?

Ako rozvíjať ľudí, aby boli schopní **využívať potenciál z rýchleho rozvoja technológií**?

Zvyšovanie výkonnosti s využitím **prvkov Industry 4.0** v Kovárňe VIVA

Ako využiť **silu technológií** k lepšej spolupráci **človeka so strojom**?

Ako vo firme rozvíjať **kultúru kontinuálneho zlepšovania**?



[www.vyrobnymanzment.sk](http://www.vyrobnymanzment.sk)

Gold partneri:



Mediálni partneri:



# Umelá inteligencia: nová hranica výkonu v priemyselných podnikoch

Umelá inteligencia (UI) je dostupnejšia ako kedykoľvek predtým. S množstvom historických údajov a existujúcimi odbornými znalosťami majú výrobné a spracovateľské podniky dobrú pozíciu na vytváranie nových príležitostí.

Nedávny prieskum spoločnosti McKinsey v skutočnosti zistil, že lídri v oblasti umelej inteligencie prekonalí svojich konkurentov v odvetví 3,4-násobne. Globálne odhady spoločnosti McKinsey ukazujú, že umelá inteligencia má do roku 2030 potenciál poskytnúť dodatočnú celkovú ekonomickú aktivitu vo výške približne 13 biliónov USD a hodnotu približne 1 bilión USD zostáva zachytiť z priemyselného sektora.

Aj keď je v priemyselnom sektore miera prijatia UI na nízkej úrovni, hodnotu možno dnes získať práve z existujúcej infraštruktúry. Podľa výskumu spoločnosti McKinsey operátori, ktorí aplikovali UI v priemyselných spracovateľských závodoch, hlásili desať- až pätnásťpercentný nárast výroby a štvor- až päťpercentný nárast EBITA. Prevádzkovatelia priemyselných výrobných a spracovateľských závodov majú obzvlášť dobrú pozíciu na to, aby využili výhody UI. Mnohé sa už vo veľkej miere spoliehajú na rozhodovanie založené na údajoch z prevádzok (v kombinácii s ponukou a dopytom po komoditách) a údajoch o cenách. Väčšina závodov dnes investovala značné prostriedky do technológií, ktoré umožňujú nasadenie a využitie umelej inteligencie, ako je návrh siete, riadiace systémy a zaznamenávanie historických údajov.

UI môže v budúcnosti pomôcť odhaliť vzory a poznatky, ktoré nie sú ľuďom ľahko zrejme, čím sa zvýši produktivita výrobných podnikov a ich konkurenčná výhoda. V nasledujúcej časti ukážeme, ako môže technológia UI a agilná metodológia pomôcť

podnikom rýchlo získať hodnotu, ako aj to, ako môže prijatie UI oživiť ľudí a procesy.

## Obmedzenia tradičných prístupov riadenia procesov

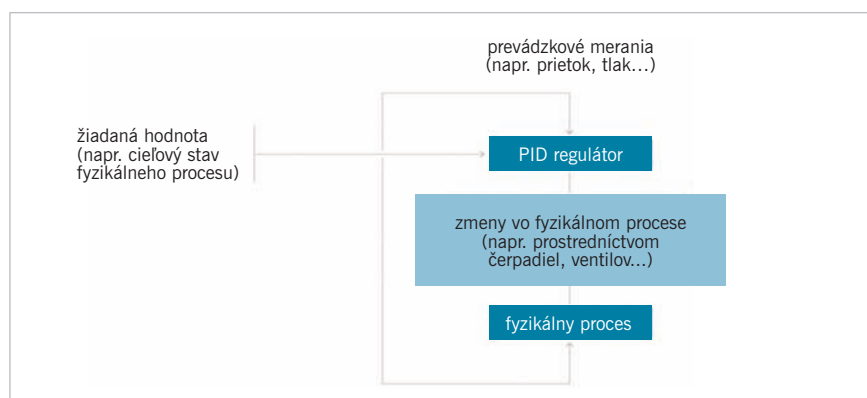
Typický výrobný podnik používa snímače na zhromažďovanie tisícok prevádzkových veličín, ako je prietok, teplota, tlak a výška hladiny, ktoré poskytujú informácie riadiacej logike pre rôzne ovládacie prvky. Napriek tomu väčšina priemyselných hráčov nemá odolné programy na riadenie presnosti a spoľahlivosti kritických procesných meraní.

Keď operátori závodu spozorujú problémy s meraním, zvyčajne sa vygenerujú požiadavky na údržbu. Mnohým závodom však chýba systematický prístup na udržiavanie

kvality kritických meraní, z veľkej časti preto, že nemajú spoľahlivý spôsob, ako sledovať, ktoré z tisícok meraní sú pre efektívnu prevádzku najdôležitejšie. Stanovenie priorit je založené na všeobecnom porozumení a skúsenostiach, ale nedostatok systematického prístupu môže spôsobiť chyby v týchto meraniach. Spätnú väzbu z prevádzkových snímačov potom spracúvajú tri typy riadiacich prvkov, z ktorých každý má rôznu úroveň odolnosti: základné regulačné slučky s jednou premennou, riadenie s viacerými regulátormi a pokročilé riadenie procesov (APC).

## Základné regulačné slučky s jednou premennou

Regulačné slučky s jednou premennou riadia jednu procesnú veličinu na požadovanú



Obr. 1 Regulačné slučky s jednou premennou riadia jednu procesnú veličinu na požadovanú hodnotu.

hodnotu, ako je napr. požadovaná hodnota prietoku, pomocou ovládanej premennej, ako je regulačný ventil (obr. 1). Kľúčovým obmedzením takýchto procesov je, že izolované slučky nezohľadňujú interakciu iných procesných veličín v reálnom svete. Viaceré regulačné slučky s jednou premennou v rámci toho istého systému sa navzájom „neregistrujú“, čo môže viesť k tomu, že regulátory s jednou premennou „bojujú“ o dosiahnutie svojich vlastných požadovaných hodnôt a negatívne tým ovplyvňujú iné premenné procesu, ktoré sú riadené ich vlastnými regulátormi.

## Riadenie s viacerými regulátormi

Na prekonanie obmedzení riadenia s jednou premennou sa v niektorých prípadoch využíva integrácia viacerých regulátorov s jednou premennou, ktoré využívajú rôzne stratégie regulácie, ako je dopredná, pomerová, kaskádová a pod. Hoci jednotlivé regulačné slučky stále pôsobia na jeden vstup a jeden výstup, celková schéma riadenia zohľadňuje interakcie v reálnom svete a pokúša sa zmierniť negatívny vplyv na kritické premenné procesu. Výhodou tohto prístupu je, že ho možno implementovať priamo do riadiaceho systému bez ďalších nástrojov. Kompromisom však je, že schémy riadenia tohto typu sú pre mnohé procesy komplikované.

## Pokročilé riadenie procesu

Tento prístup (z angl. Advanced Process Control, APC) používa základné riadiace algoritmy (obr. 2). APC sa zvyčajne implementuje nad úroveň riadenia s viacerými regulátormi a pracuje na dosiahnutí špecifických cieľových funkcií, ako je vyššia efektívnosť, priepustnosť a kvalita, vyvažovaním interakcií medzi základnými procesnými riadiacimi slučkami v rámci procesnej jednotky. Mnohé APC vytvárajú procesné modely a riadia viaceré procesné premenné. Iné APC používajú prístup založený na pravidlách, ako je fuzzy logika, aby napodobňovali znalosti a činnosti ľudských operátorov. Tak alebo onak, všetky APC vyžadujú neustálu údržbu, aby sa zohľadnili meniace sa podmienky procesu. Využitie APC v mnohých prevádzkach časom výrazne klesá a môže znížiť hodnotu vstupných

investícií a vynaloženého inžinieringu. V niektorých prípadoch zostáva aktívnych a udržiavaných menej ako 10 % implementovaných APC.

Jednou z hlavných výziev pri udržiavaní a zlepšovaní existujúcich systémov s viacerými regulátormi a APC systémov je ich samotná veľkosť. S tisíckami procesných meraní, regulačných slučiek a veľmi zložitých systémov APC nie je veľa technických možností schopných systematicky určovať priority a sústrediť sa na oblasti, v ktorých by zlepšenie malo najväčší význam. Práve tu možno využiť ďalší potenciál umelej inteligencie.

## Nový prístup k riadeniu procesov na úrovni organizácie

Niektorí predajcovia APC začali integrovať prvky pokročilej analýzy (z angl. Advanced Analytics, AA) a UI s cieľom zlepšiť presnosť svojich modelov procesov. Využitie AA a UI v rámci APC je však obmedzené na vylepšenie modelov APC. Budovanie schopností AA a UI v rámci organizácie a ich uplatňovanie vo výrobnom závode vo väčšom meradle predstavuje oveľa väčšiu príležitosť.

## Prečo majú výrobné podniky dobrú pozíciu na to, aby profitovali z UI?

Výrobné závody majú zavedené nasledujúce prvky na vytváranie nových príležitostí pomocou UI:

- **Dostupnosť historických údajov.** Výrobné závody výrazne investovali do získavania historických údajov, čo z nich robí ideálne prostredie na nasadenie UI. Väčšina závodov má roky podrobné historické údaje o podmienkach procesov a výkone. Navyše majú odolnú a bezpečnú architektúru siete, ktorá im umožňuje integrovať najnovšie cloudové technológie a zhromažďovať údaje z celej organizácie v centralizovanom dátovom modeli.
- **Existujúce odborné znalosti.** Okrem infraštruktúry majú podniky odborníkov na výrobné procesy a technológie, ktoré v rámci svojich prevádzok využívajú. Poskytovanie pomoci pri zavádzaní UI v takýchto podnikoch im môže pomôcť maximalizovať dosah riešení UI. To

znamená, že by bolo nerozumné očakávať, že odborníci na nejakú problematiku budú prezerat' viacročné historické údaje o tisíckach parametrov a identifikovať všetky relevantné súvislosti. Namiesto toho sa môžu pozrieť na konkrétne premenné, v ktorých už rozumejú tomu, čo hľadajú, a zvyšok procesu hľadania súvislostí ponechať na algoritmy UI.

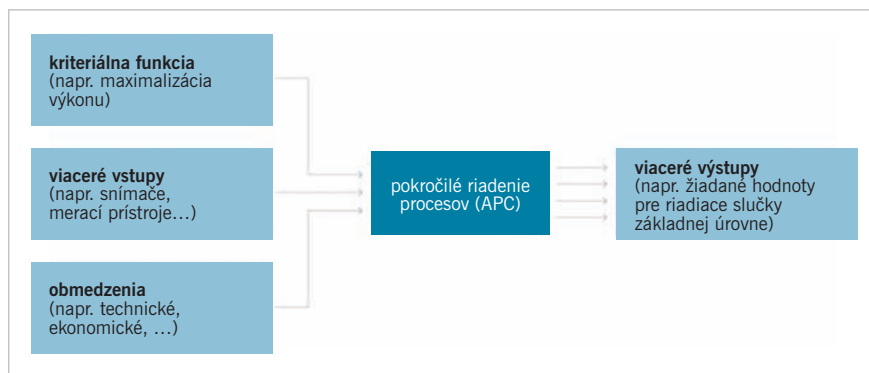
- **Technológia UI je dostupnejšia ako kedykoľvek predtým.** Aktuálny pokrok v cloudových technológiách znížil technické obmedzenia pri nasadení riešení UI. Najmä menší hráči už dnes dokážu rýchlo nasadzovať a testovať riešenia UI bez veľkých investícií do infraštruktúry. Okrem dostupnosti lacnejšieho cloudového úložiska a cloudových výpočtov prešli renesanciou aj nástroje UI a metodológie nasadenia. Vďaka štandardizovaným nástrojom a spôsobom práce sa nasadenie UI stalo skôr záležitosťou projektov typu „urob si sám“ ako zložitých a rozsiahlych výskumných aktivít. Hoci väčšina riešení pre základné aj pokročilé riadenie procesov sú proprietárne technológie, ktoré si vyžadujú špecifické skúsenosti, dátové inžinierstvo a UI sú výrazne prenosnejšie medzi systémami a organizáciami.

Riešenia UI sú najlepšou voľbou, keď môžu pomôcť spracovať obrovské množstvo procesných údajov, identifikovať medzi nimi súvislosti a odvodiť z nich nové možnosti a príležitosti. Iné počítačové systémy sa spoliehajú na to, že sú naprogramované pomocou explicitných pravidiel, systémy UI možno použiť na objavenie relevantných pravidiel prostredníctvom učenia sa z veľkého množstva procesných údajov pod dohľadom a bez dozoru. Namiesto toho, aby odborníci na danú problematiku identifikovali všetky pravidlá a vzťahy, ktorými sa riadi proces, umelá inteligencia dokáže odhaliť vzory a poznatky, ktoré nie sú pre ľudí ľahko viditeľné. Odborníci na danú problematiku potom môžu tieto poznatky využiť a integrovať ich do svojich prevádzkových rozhodnutí na zlepšenie výkonu. Týmto spôsobom môže UI pomôcť vlastníkom a operátorom optimalizovať tradičné riadenie procesov aj celé prevádzky (obr. 3).

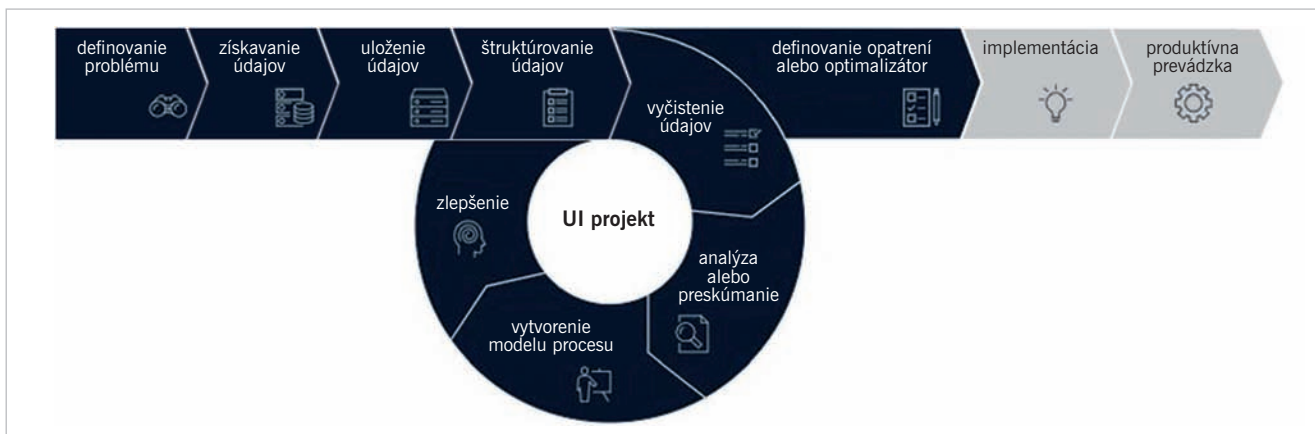
## Optimalizácia tradičných metód riadenia procesov pomocou UI

Umelá inteligencia môže slúžiť ako systém na podporu rozhodovania, pomáhajúci identifikovať príležitosti, ktoré nemusia byť viditeľné pre ľudí vo veľmi zložitých priemyselných procesoch. Môže tiež pomôcť zlepšiť kvalitu údajov a odhaliť poruchy snímačov. Technológia UI sa použila na identifikáciu nasledujúcich problémov a príležitostí, ktoré by zvyčajne vyžadovali skúsených odborníkov na danú problematiku, aby identifikovali:

- riadiace slučky, ktoré fungujú zle a inak neboli identifikované,
- predtým neidentifikované interakcie medzi premennými procesu, ktoré majú



Obr. 2 Pokročilé riadenie procesu vytvára rovnováhu vzájomných interakcií medzi základnými slučkami riadenia procesu v rámci prevádzky.



Obr. 3 Modely UI sa používajú na generovanie odporúčaní pre žiadané hodnoty v systémoch s otvorenou riadiacou slučkou (zdroj: McKinsey & Company).

vplyv na výrobu, ale nie sú zahrnuté v algoritmoch riadenia,

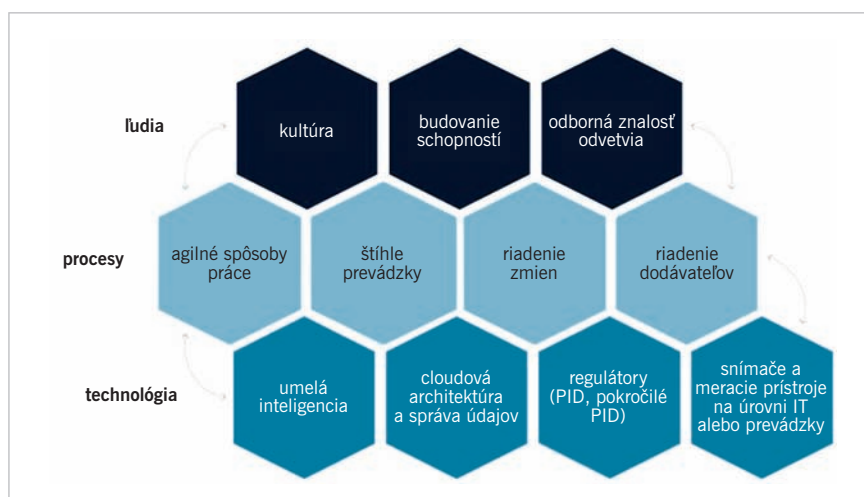
- procesné merania, ktoré majú veľký vplyv na výrobu, ale nie sú zahrnuté v APC,
- modelovanie vzťahov medzi premennými procesu a výrobou s cieľom posúdiť konfiguráciu existujúcich APC,
- nových kandidátov na ďalšie APC, ktoré budú mať najväčší vplyv na výrobu.

## Optimalizácia prevádzok pomocou UI

So zlepšením riadenia procesov umožňuje technológia UI identifikovať a optimalizovať prevádzkové postupy v rôznych procesných podmienkach. Operátori sa pri riadení procesov závodu často spoliehajú na svoje skúsenosti a intuíciu. Mnohí majú hlboké odborné znalosti o prevádzke svojich závodov, ale prvok ľudskej zaujatosti a tendencia udržiavať status quo má vplyv na potenciál neustáleho zlepšovania. Technológia UI umožňuje detekciu ďalších vzorov a náhľadov, ktoré nie sú ľahko viditeľné z dôvodu vysoko komplexnej a variabilnej povahy výrobných procesov.

Napríklad prevádzkovatelia veľkej povrchovej bane na ťažbu medi verili, že existujú iba tri druhy rudy vhodné na spracovanie, z ktorých jedna bola zďaleka najvýznamnejšia. V dôsledku toho len zriedka zmenili nastavené hodnoty spracovania (alebo „recept“). Nástroje strojového učenia však odhalili, že v skutočnosti existuje sedem rôznych druhov rudy a typy privádzané do mlyna sa menili oveľa častejšie, ako si operátori uvedomovali. To predstavovalo príležitosť použiť snímače, analytiku a riadenie procesov na identifikáciu týchto zmien takmer v reálnom čase a na aktualizáciu receptúr spracovania tak, aby vyhovovala konkrétnemu typu rudy. Celkovo viedla nová receptúra k zvýšeniu výroby viac ako o 10 % za menej ako šesť mesiacov.

Odolné riešenia UI môžu pomôcť identifikovať optimálne prevádzkové receptúry v rôznych procesných podmienkach, keď sa zmení kvalita krmiva alebo požadovaný mix produktov. Tieto systémy UI sa v priebehu času neustále učia a zlepšujú. Umelá inteligencia môže tiež pomôcť identifikovať



Obr. 4 Efektívna súhra medzi ľuďmi, procesmi a technológiami je nevyhnutná pre úspešné prijatie riešení AI.

a zdokumentovať poznatky súvisiace so zložitou výrobou závodu. To pomáha vytvárať konzistentný výkon medzi operátormi a zachováva odborné znalosti v rámci podniku, keď starší operátori odchádzajú do dôchodku.

## Ako vytvoriť konkurenčnú výhodu pomocou UI

Výrobné podniky, ktoré maximalizujú poznatky zo svojich údajov pomocou riešení AI, môžu zlepšiť výkon a neustále sa prispôbovať meniacim sa trhovým podmienkam. V odvetviach s nestálymi maržami a množstvom dodávateľských reťazcov a regulačných tlakov budú mať podniky, ktoré najlepšie využívajú údaje a zostanú flexibilné, významnú výhodu oproti svojim konkurentom. Napríklad trh určuje ceny komodít, ktoré tieto podniky vyrábajú, takže hlavnými pákami na zlepšenie ziskovosti sú znižovanie nákladov a zvyšovanie efektívnosti. Umelá inteligencia môže pomôcť na oboch týchto frontoch zlepšením výroby s použitím rovnakého množstva energie – nielen zvýšením výroby, ale aj znížením nákladov na vyrobenú tonu.

Ako sa uvádza v nedávno vydané publikácii spoločnosti McKinsey, úspešné prijatie UI bude fungovať len prostredníctvom efektívnej súhry ľudí, procesov a technológií

(obr. 4). Aby sme dokázali posunúť tradičné myslenie a umožnili vytváranie hodnôt pomocou UI, sú potrebné nasledujúce tri kroky: prijatie UI na oživenie ľudí a procesov, umožnenie rýchleho získavania hodnôt pomocou technológie UI a agilnej metodológie a zrýchlenie prijatia UI pomocou generatívnej UI.

## Prijatie UI na oživenie ľudí a procesov

Čo najskoršia implementácia riešení UI môže v rámci výrobných závodov viesť k prepracovaniu spôsobu fungovania tradičných tímov. Tradične spracovateľské a výrobné procesy fungujú ako ostrovy. Vytvorením jasného prepojenia medzi týmito procesmi a diskusiou o tom, ako UI zistila interakcie medzi procesmi, môže vedenie podniku dosiahnuť obrovské zlepšenia v spôsobe, akým podnik funguje. Okrem toho plánovacie, prevádzkové a údržbárske tímy už nemusia pracovať v uzavretých štruktúrach s pevnými formálnymi komunikačnými kanálmi. Namiesto toho môžu malé multidisciplinárne tímy zamerané na konkrétne ciele využiť svoje poznatky, aby našli rýchle a efektívne stratégie na zlepšenie procesov a výkonu.

Agilný prístup tiež pomáha vytvoriť kultúru úzkej spolupráce a neustáleho zlepšovania,





v ktorej tímy pracujú na získaní dodatočnej hodnoty v priebehu týždňov a nie mesiacov a rokov. Rýchle výsledky dosiahnuté vďaka efektívnosti, ktorú nástroje UI poskytujú, motivujú tímy ku kontinuálnemu zlepšovaniu. Takýto prístup postupom času pomáha podniku zostať na špici vo svojom odvetví, pokiaľ ide o technologický pokrok a ziskovosť.

### Umožnenie rýchleho získania hodnôt pomocou technológie UI a agilnej metodológie

Tradičné riadenie projektov vyžadovalo mesiace alebo roky, kým bolo riešenie pripravené na použitie. Dokonca aj dnes môže nová implementácia APC trvať viac ako rok, kým bude možné pozorovať a vyhodnotiť jej vplyv. Agilná metodika sa zameriava na rýchle nasadenie a iterácie, aby sa zabezpečilo, že tím objaví správne

kritériá úspechu a splní ich. Táto metóda transformovala podniky tým, že im umožnila fungovať efektívnejšie a získať hodnotu v priebehu niekoľkých týždňov a nie rokov.

Riešenia UI možno aplikovať agilným spôsobom, pri ktorom sa rýchlo nasadí dôkaz koncepcie, aby sa zistila realizovateľnosť a potenciálny vplyv. Napríklad v spomínanej baní tím zostavoval a testoval dátové modely v dvojtýždňových intervaloch. Vylepšenia boli pridané do backlogu, ktorý sa potom použil na určenie úloh pre nasledujúce intervaly.

Táto a podobné metódy môžu pomôcť znížiť riziká spojené s realizáciou veľkých kapitálovo náročných projektov bez jasného obrazu o potenciálnom dosahu. Agilná metodológia je dominantným prístupom v technologickom priemysle, kde sa preukázala jej účinnosť a v súčasnosti je čoraz bežnejšia aj v iných odvetviach.

## Urýchlenie prijatia UI pomocou generatívnej UI

Hoci tradičná aj generatívna UI majú individuálnu hodnotu, prevádzkové výhody sa môžu znásobiť, keď sa obe nasadia v tandeme. Zložitosť poznatkov a nejasných vzťahov objavených simuláciami alebo optimalizačnými algoritmi založenými na UI však môže spôsobiť odpor medzi prevádzkovými operátormi z dôvodu nedostatočného pochopenia toho, čo možno vnímať ako čiernu skrinku. V tomto bode môže generatívna UI vysvetliť odporúčania v ľahko zrozumiteľnom jazyku, čím sa zvýši dôvera a zvýši sa prijatie. Generatívna umelá inteligencia by sa však mala považovať za doplnok k tradičnému riadeniu zmien, nie za priamu náhradu.

Toto je vzrušujúca doba pre riadenie procesov a na obzore je veľa nových inovácií. Zaujímavé aktivity sa realizujú v oblasti samoladiacich riadiacich slučiek, riadenia odolného posunu a chýbám, včasnej detekcie anomálií, učenia sa bez modelu či návrhu stratégie riadenia pomocou UI. Podniky, ktoré investujú do budovania svojich schopností využívať UI, získajú podmienky pre svoj ďalší rast a upevnia si svoju pozíciu na trhu.

*Zdroj: Barbosa, F. – Blay, K. – Doheny, M. – Farooq, U. – Korbel, M. – Lehmitz, S. – Selischop, R. – Swan, D. – Luce, A. – Mori, L. – Morin, X.: AI: The next frontier of performance in industrial processing plants. McKinsey. [online]. Publikované 19. 9. 2023. Dostupné na: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/ai-the-next-frontier-of-performance-in-industrial-processing-plants>.*

-tog-

**Dodávky, implementácia, integrácie a dohľad v prostrediach OT a IoT podľa IEC 62 443. Od posúdenia SL-T, až po ostrý audit KB podľa zákona č. 69/2018 Z.z. a vyhlášky č. 436/2019 Z. z.**

**25 ROKOV PROCESNEJ AUTOMATIZÁCIE**

- Procesná automatizácia
- Kybernetická bezpečnosť
- Prístupové systémy
- Dochádzkové systémy
- Vývoj HW aj SW produktov

Navštívte nás na EPI KB 2024 v dňoch 30. 9. – 1. 10. 2024 alebo kedykoľvek na našom webe či LinkedIn profile.



**KFB**

+421 232 161 701  
kfb.sk | cs4ot.kfb.sk



# Ako umelá inteligencia mení súčasné poľnohospodárstvo

Do roku 2050 musíme vyprodukovať o 60 % viac potravín ako v súčasnosti, aby sme uživilí svetovú populáciu s 9,3 miliardami ľudí, uvádza Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo patriaca pod Organizáciu spojených národov. Vzhľadom na súčasné výzvy v tomto odvetví by to mohlo byť zložité.

Tradičné poľnohospodárstvo zahŕňa rôzne manuálne procesy. Implementácia modelov umelej inteligencie (UI) môže mať v tomto smere mnoho výhod. Doplnením aktuálne využívaných technológií môže inteligentný poľnohospodársky systém uľahčiť mnohé úlohy. UI dokáže zhromažďovať a spracovávať rozsiahle údaje a zároveň určiť a iniciovať najlepší postup. V nasledujúcej časti článku je uvedených niekoľko bežných prípadov použitia UI v poľnohospodárstve.

## Optimalizácia automatických zavlažovacích systémov

Algoritmy UI umožňujú autonómne riadenie pestovania plodín. V kombinácii so snímačmi internetu vecí (z angl. Internet of Things, IoT), ktoré monitorujú úroveň vlhkosti pôdy a poveternostné podmienky, môžu algoritmy v reálnom čase rozhodovať o tom, koľko vody poskytnú plodinám. Autonómny systém zavlažovania plodín je navrhnutý tak, aby šetрил vodu a zároveň podporoval udržateľné poľnohospodárstvo a poľnohospodárske postupy. UI v inteligentných skleníkoch optimalizuje rast rastlín automatickým nastavením teploty, vlhkosti a úrovne osvetlenia na základe údajov v reálnom čase.

## Detekcia netesnosti alebo poškodenia zavlažovacích systémov

UI zohráva kľúčovú úlohu pri zisťovaní netesností v zavlažovacích systémoch. Pomocou analýzy údajov môžu algoritmy identifikovať vzory a anomálie, ktoré naznačujú potenciálne úniky. Modely strojového učenia (SU; z angl. Machine Learning) možno trénovať tak, aby rozpoznali špecifické znaky netesností, ako sú zmeny prietoku vody alebo tlaku. Monitorovanie a analýza v reálnom čase umožňujú včasnú detekciu, čím sa predchádza plytvaniu vodou spolu s možným poškodením plodín.

UI dokáže spracovať aj údaje o počasí spolu s požiadavkami na dávku vody pre plodiny a na identifikáciu oblastí s nadmernou spotrebou vody. Automatizáciou detekcie únikov a poskytovaním upozornení zvyšuje UI efektivitu spotreby vody a pomáha farmárom šetriť zdroje.

## Monitorovanie plodín a pôdy

Nesprávna kombinácia živín v pôde môže vážne ovplyvniť zdravie a rast plodín. Identifikácia týchto živín a určenie ich účinkov na výnos plodín pomocou UI umožňuje poľnohospodárom jednoducho vykonať potrebné úpravy.

Zatiaľ čo ľudské pozorovanie je obmedzené vo svojej presnosti, modely počítačového videnia môžu monitorovať pôdne podmienky, aby sa získali presné údaje potrebné na boj proti chorobám plodín. Tieto údaje sa potom použijú na určenie zdravotného stavu plodín a predpovedanie výnosov pri označovaní akýchkoľvek konkrétnych problémov. Stav pôdy a rastlín je teda spúšťačom systémov UI prostredníctvom snímačov, ktoré zisťujú podmienky ich rastu a spúšťajú automatické úpravy prostredia. V praxi dokázala umelá inteligencia v poľnohospodárstve a farmárstve presne sledovať štádiá rastu pšenice a zrelosť paradajok s takou rýchlosťou a presnosťou, akej sa žiadny človek nevyrovná.

## Detekcia chorôb a škodcov

Počítačové videnie dokáže okrem zisťovania kvality pôdy a rastu plodín zistiť aj prítomnosť škodcov alebo chorôb. Funguje to tak, že UI v poľnohospodárskych projektoch skenuje obrázky s cieľom nájsť plesne, hnilobu, hmyz alebo iné hrozby pre zdravie plodín. V spojení s výstražnými systémami to pomáha farmárom rýchlo konať s cieľom vyhubiť škodce alebo izolovať plodiny, aby sa zabránilo šíreniu chorôb.

Technológia UI v poľnohospodárstve bola použitá na detekciu čiernej hniloby jablák s presnosťou viac ako 90 %. S rovnakým stupňom presnosti dokáže identifikovať aj hmyz ako muchy, včely, mole atď. Výskumníci však najprv potrebovali zhromaždiť obrázky tohto hmyzu, aby mali potrebnú veľkosť súboru údajov na tréning algoritmu.

## Monitorovanie zdravia hospodárskych zvierat

Odhalíť zdravotné problémy hospodárskych zvierat ako v prípade plodín sa môže javiť jednoduchšie, v skutočnosti je to mimoriadne náročné. Našťastie, aj s tým môže pomôcť UI. Napríklad spoločnosť CattleEye vyvinula riešenie, ktoré využíva drony a kamery spolu s počítačovým videním na monitorovanie zdravia dobytka na diaľku. Zisťuje atypické správanie dobytka a identifikuje činnosti, ako je napr. pôrod. CattleEye využíva riešenia UI a SU na určenie vplyvu stravy a podmienok prostredia na hospodárske zvieratá a poskytuje tak cenné poznatky. Tie môžu pomôcť farmárom zlepšiť pohodu dobytka a zvýšiť produkciu mlieka.

## Inteligentná aplikácia pesticídov

Poľnohospodári si už dobre uvedomujú, že aplikácia pesticídov je zrelá na optimalizáciu. Bohužiaľ, manuálne aj automatizované aplikčné procesy majú značné obmedzenia. Manuálna aplikácia pesticídov ponúka zvýšenú presnosť pri zacielení na konkrétne oblasti, hoci to môže byť pomalá a náročná práca. Automatizovaný postrek pesticídmi je rýchlejší a menej náročný na prácu, ale často chýba presnosť, čo vedie ku kontaminácii životného prostredia.

Drony využívajúce UI poskytujú najlepšie výhody každého prístupu a zároveň sa vyhýbajú ich nevýhodám. Používajú počítačové videnie na určenie množstva pesticídu, ktoré sa má nastriekať na každú oblasť. Aj keď je táto technológia ešte v plienkach, rýchlo sa prespája.

## Mapovanie výnosov a prediktívna analýza

Mapovanie výnosov využíva algoritmy SU na analýzu veľkých súborov údajov v reálnom čase. To pomáha farmárom pochopiť vzorce a vlastnosti ich plodín, čo umožňuje lepšie plánovanie. Kombináciou techník, ako je 3D mapovanie, a údajov zo snímačov a dronov môžu farmári predpovedať výnosy pôdy pre konkrétne plodiny. Údaje sa zhromažďujú počas viacerých letoch dronov, čo umožňuje čoraz presnejšiu analýzu pomocou algoritmov. Tieto metódy umožňujú presné predpovedanie budúcich výnosov pre konkrétne plodiny a pomáhajú farmárom zistiť, kde a kedy zasieť semená, ako aj to, ako prideliť zdroje pre najlepšiu návratnosť investícií.

## Automatické odstraňovanie buriny a zber

Podobne ako počítačové videnie dokáže odhaliť škodce a choroby, dá sa použiť aj na detekciu buriny a invázií druhov rastlín. V kombinácii so strojovým učením počítačové videnie analyzuje veľkosť, tvar a farbu listov, aby odlíšilo burinu od plodín. Takéto riešenia možno použiť na programovanie robotov, ktoré vykonávajú úlohy robotickej automatizácie procesov, ako je automatické odstraňovanie buriny. Keď sa tieto technológie stanú dostupnejšími, odstraňovanie buriny aj zber plodín by mohli vykonávať výlučne inteligentné roboty.

## Triedenie zozbieranej úrody

Umelá inteligencia nie je užitočná len na identifikáciu potenciálnych problémov s plodinami počas ich rastu. Svoju úlohu zohráva aj po zbere plodín. Väčšina procesov triedenia sa tradične vykonáva ručne, avšak UI dokáže triediť produkty presnejšie. Počítačové videnie dokáže odhaliť škodce, ako aj choroby v zberaných plodinách. Navyše môže triediť produkciu na základe jej tvaru, veľkosti a farby. To umožňuje poľnohospodárom rýchlo rozdeliť produkty do kategórií a napríklad predávať rôznym zákazníkom za rôzne ceny. Tradičné metódy manuálneho triedenia môžu byť v porovnaní s tým veľmi pracné.

## Dohľad

Bezpečnosť je dôležitou súčasťou riadenia farmy. Farmy sú bežným cieľom zločejov, pretože pre farmárov je ťažké nepretržite monitorovať svoje polia. Ďalšou hrozbou sú zvieratá – či už ide o líšky, ktoré sa dostanú do kurníka, alebo vlastné hospodárske zvieratá, ktoré poškodzujú úrodu alebo vybavenie. V kombinácii s video monitorovacími systémami dokáže počítačové videnie a SU rýchlo identifikovať narušenie bezpečnosti. Niektoré systémy sú dokonca dostatočne pokročilé na to, aby odlíšili zamestnancov od neoprávnených návštevníkov.

## Úloha UI v cykle riadenia informácií o poľnohospodárstve

Správa poľnohospodárskych údajov pomocou UI môže byť užitočná v mnohých smeroch:

- **Riadenie rizík.** Prediktívna analytika znižuje chyby vo farmárskych procesoch.
- **Rozmnožovanie rastlín.** UI využíva údaje o raste rastlín v poradenstve o plodinách, ktoré sú odolnejšie voči extrémnemu počasiu, chorobám alebo škodcom.
- **Analýza zdravia pôdy a plodín.** Algoritmy UI môžu analyzovať chemické zloženie vzoriek pôdy a určiť, ktoré živiny môžu chýbať. UI dokáže identifikovať alebo dokonca predpovedať choroby plodín.
- **Zavlažovanie a dávkovanie živín pre plodiny.** UI v zavlažovaní je užitočná na identifikáciu optimálnych vzorov a časov aplikácie živín, pričom predpovedá optimálnu zmes agronomických produktov.
- **Zber.** UI je užitočná na zvýšenie výnosov plodín a môže dokonca predpovedať najlepší čas zberu plodín.

## Optimalizácia UI pre poľnohospodárstvo a poľnohospodárske procesy

Zatiaľ čo výhody UI v poľnohospodárstve sú nesporné, ani táto technológia nemôže fungovať bez iných digitálnych riešení, ktoré už existujú, ako sú rozsiahle dáta, snímače a softvér. Platí to aj naopak – aj iné technológie potrebujú UI, aby správne fungovali. V prípade rozsiahlych údajov nie sú samotné údaje obzvlášť užitočné. Dôležité je to, ako sa spracujú a využijú.

### Rozsiahle údaje na informované rozhodovanie

Kombinácia UI s analýzou rozsiahlych údajov umožňuje farmárom získať odporúčania založené na presných informáciách v reálnom čase, čím sa zvyšuje produktivita a znižujú sa náklady.



## IoT snímače na zber a analýzu dát

Snímače internetu vecí spolu s ďalšími podpornými technológiami (ako sú drony, geografické informačné systémy a ďalšie nástroje) dokážu v reálnom čase monitorovať, merať a ukladať tréningové údaje o rôznych metrikách. Kombináciou týchto zariadení s UI reálnymi výsledkami pestovania môžu farmári rýchlo získať presné informácie.

## Inteligentná automatizácia a robotizácia na minimalizáciu manuálnej práce

UI v kombinácii s autonómnymi traktormi a internetom vecí pomáha riešiť bežný problém nedostatku pracovnej sily. Dôležitá je aj robotika – poľnohospodárske roboty sa už používajú na manuálne úlohy, ako je zber plodov. Roboty sú pre farmárske účely výhodnejšie vďaka svojej schopnosti pracovať dlhšie, zvýšenej presnosti a zníženej náchylnosti na chyby.

## Výzvy UI v poľnohospodárstve

Mnoho ľudí vníma UI ako niečo, čo sa vzťahuje iba na digitálny svet, bez toho, aby sa to týkalo každodennej práce, napr. poľnohospodárstva. Tento predpoklad je zvyčajne založený na nedostatočnom pochopení nástrojov UI. Väčšina ľudí úplne nerozumie tomu, ako funguje UI v poľnohospodárskej biotechnológii, najmä v odvetviach, ktoré nesúvisia s technológiami, čo vedie k pomalému prijímaniu UI v celom poľnohospodárskom sektore. Hoci poľnohospodárstvo vo svojej dlhej histórii zaznamenalo nepopierateľný pokrok, mnohí farmári sa stále viac sústreďujú na využívanie tradičných metód.

Poskytovatelia technológií pre poľnohospodárstvo často ani nedokážu jasne vysvetliť výhody nových technológií a ako ich implementovať. Musia urobiť obrovské množstvo práce, aby pomohli ľuďom pochopiť aplikáciu UI v poľnohospodárstve. Vzhľadom na výhody umelej inteligencie pre udržateľné poľnohospodárstvo môže



implementácia tejto technológie vyzerá ako logický krok pre každého farmára. Stále však treba prekonať niekoľko výziev.

### Velké počiatkové náklady

Aj keď riešenia UI môžu byť zo strednodobého až dlhodobého hľadiska nákladovo efektívne, nie je možné prehliadať skutočnosť, že počiatková investícia môže byť veľmi vysoká. Keďže mnohé farmy a agropodniky majú finančné problémy, prijatie UI môže byť v súčasnosti nemožné, najmä v prípade malých farmárov a tých v rozvojových krajinách. Náklady na implementáciu UI však môžu klesnúť s vývojom technológií. Farmári by sa mali zamerať aj na prieskum možných zdrojov financovania, ako sú vládne granty alebo súkromné investície.

### Neochota prijímať nové technológie a procesy

Neznalosť často spôsobuje, že ľudia váhajú s prijatím nových technológií, čo farmárom spôsobuje ťažkosti plne si osvojiť technológiu UI, a to aj napriek tomu, že ponúka nepopierateľné výhody. Odpor voči inováciám spolu s určitou neochotou riskovať nové procesy brzdia rozvoj poľnohospodárskych metód, ako aj ziskovosť odvetvia vo všeobecnosti. Farmári musia pochopiť, že UI je len pokročilejšia verzia jednoduchších technológií na spracovanie údajov v teréne. Na presvedčenie poľnohospodárskych pracovníkov, aby prijali UI, by mal verejný a súkromný sektor poskytnúť motiváciu, zdroje a školenia. Vlády by tiež mali vypracovať jasné príručky potrebné na zabezpečenie pracovníkov, že technológia nepredstavuje hrozbu.

### Nedostatok praktických skúseností s novými technológiami

Úroveň poľnohospodárskeho priemyslu z hľadiska technologického pokroku sa z globálneho pohľadu v jednotlivých regiónoch líši. Niektoré regióny by mohli využiť všetky výhody UI. Naopak sú krajiny, kde sú poľnohospodárske technológie novej generácie nezvyčajné a existujú tam určité prekážky. Technologické spoločnosti, ktoré dúfajú, že budú podnikať v regiónoch s rozvíjajúcimi sa poľnohospodárskymi ekonomikami, možno budú musieť zaujať proaktívny prístup. Okrem poskytovania svojich produktov musia ponúkať školenia a nepretržitú podporu pre farmárov a majiteľov agropodnikov, ktorí sú pripravení prijať inovatívne riešenia.

### Zdĺhavý proces prijímania technológie

Okrem nedostatku porozumenia a skúseností chýba poľnohospodárskemu sektoru vo všeobecnosti infraštruktúra potrebná na fungovanie UI. Dokonca aj farmy, ktoré už majú nejakú technológiu zavedenú, môžu mať problém napredovať. Infraštruktúra je výzvou aj pre poskytovateľov poľnohospodárskych technológií a softvérové spoločnosti. Jedným z hlavných spôsobov, ako to prekonať, je oslovovať farmárov postupne, napríklad najprv ponúknuť používanie jednoduchšej technológie, akou je poľnohospodárska obchodná platforma. Keď si farmári zvyknú na menej komplikované riešenie, poskytovatelia môžu pridať ďalšie nástroje a funkcie, výsledkom čoho sú farmy úplne založené na využití UI.

### Technologické obmedzenia

Keďže UI sa stále vyvíja, možno narazíme na hardvérové obmedzenia poľnohospodárskych technológií. Presné modely závisia od rôznorodých a kvalitných údajov, ktorých môže byť v poľnohospodárstve málo. Pre roboty so snímačmi môžu obmedzenia sťažiť adaptáciu na meniace sa poľnohospodárske prostredie. Prekonanie týchto obmedzení vyžaduje neustály výskum a analýzu údajov. Poľnohospodári by tiež mali zostať zapojení do procesu rozhodovania a nemali by úplne odovzdať kontrolu UI. V začiatkových fázach nasadenia UI bude manuálne monitorovanie rozhodnutí UI veľmi užitočné.

### Problémy so súkromím a bezpečnosťou

Stále existuje všeobecný nedostatok predpisov týkajúcich sa používania UI vo všetkých odvetviach. Najmä implementácia UI v presnom a inteligentnom poľnohospodárstve vyvoláva rôzne právne otázky. Napríklad bezpečnostné hrozby, ako sú kybernetické útoky a úniky údajov, môžu farmárom spôsobiť vážne problémy. Je dokonca možné, že poľnohospodárske systémy založené na UI by mohli byť terčom hackerov s cieľom narušiť dodávky potravín.

Umelá inteligencia má množstvo výhod pre poľnohospodárstvo, ale nie je bez inherentných rizík, ako je rušenie pracovných miest, koncentrácia vlastníctva a etické obavy. Ak bude UI automatizovať úlohy tradične vykonávané ľuďmi vo veľkom rozsahu, môže to viesť k strate pracovných miest v manuálnych aj kognitívnych rolách. Okrem toho by to mohlo zhoršiť koncentráciu vlastníctva, z čoho budú mať prospech veľké podniky alebo bohatí jednotlivci na úkor menších fariem.

Keď sa poľnohospodárska pôda zmení na priestor na zber údajov – pod zemou, na úrovni plodín a z oblohy, môže to viesť k problémom s ochranou osobných údajov. Tieto výzvy podčiarkujú potrebu starostlivého zvažovania a riadenia, aby sa vyvážili výhody UI s jej potenciálnymi nevýhodami. Je to jedinečné nielen v poľnohospodárskom sektore, ale vo všetkých odvetviach, kde sa UI používa.

### Aká je budúcnosť AI v poľnohospodárstve?

Umelá inteligencia bude v nadchádzajúcich rokoch určite zohrávať čoraz väčšiu úlohu v poľnohospodárstve a potravinovej udržateľnosti. Využívanie technológií bolo vždy v poľnohospodárstve zásadné, od primitívnych nástrojov cez zavlažovanie, poľnohospodárske stroje až po UI. Každý vývoj zvýšil efektívnosť pri súčasnom znížení problémov spojených s poľnohospodárstvom.

Ešte dôležitejšie je, že výhody UI v poľnohospodárstve sú nepopierateľné. Inteligentné poľnohospodárske nástroje, inteligentná automatizácia a produkty využívajúce UI vykonávajú opakujúce sa a časovo náročné úlohy, takže pracovníci môžu využiť svoj čas na strategickejšie operácie, ktoré vyžadujú ľudský úsudok. Stále dostupnejšie počítačové videnie spolu s poľnohospodárskou robotikou má potenciál urýchliť pokrok UI v poľnohospodárstve.

Umelá inteligencia má nástroje na riešenie výziev, ktoré predstavuje zmena klímy, environmentálne problémy a rastúci dopyt po potravinách. Prinesie revolúciu do moderného poľnohospodárstva zvýšením efektívnosti, udržateľnosti a alokácie zdrojov popri monitorovaní v reálnom čase s ohľadom na zdravie a kvalitnejšie produkty.

Nemôžete si však len kúpiť UI a začať ju používať. UI nie je niečo hmatateľné – je to súbor technológií, ktoré sú automatizované prostredníctvom programovania. Algoritmus UI v podstate napodobňuje spôsob, akým ľudia rozmýšľajú – najprv sa učí a potom rieši problémy na základe údajov. Transformácia poľnohospodárstva riadená UI si vyžiada zmeny v priemysle. Poľnohospodári musia byť vzdelaní a vyškolení v tom, ako používať riešenia poháňané umelou inteligenciou.

Čo to znamená pre pracovníkov v poľnohospodárstve? UI pravdepodobne zmení farmárov z manuálnych pracovníkov na plánovačov a dozorcov nad inteligentnými poľnohospodárskymi systémami. Pochopenie IT riešení a systémov „poľnohospodárskej inteligencie“ sa potenciálne stane užitočnejším ako schopnosť používať konvenčné nástroje alebo vykonávať fyzickú prácu.

Úspech ľudskej spoločnosti v podstate závisí od optimalizácie jej poľnohospodárskych systémov. Tradičné poľnohospodárske metódy sú zastarané, vyžadujú pokročilé technologické riešenia. Celosvetový vplyv automatizácie na priemyselné odvetvia bol vždy značný. Digitálne technológie teraz zohrávajú obrovskú úlohu pri transformácii poľnohospodárstva a vplyv umelej inteligencie v poľnohospodárstve bude zrejme obrovský.

### Literatúra

[1] Piddubna, A.: AI in Agriculture – The Future of Farming, intellis. Blog. [online]. Publikované 10. 7. 2024. Dostupné na: <https://intellis.com/artificial-intelligence-in-agriculture/>.

[2] Kesari, G.: The Future of Farming: AI Innovations that are Transforming Agriculture. Forbes. [online]. Publikované 31. 3. 2024. Dostupné na: <https://www.forbes.com/sites/ganeskesari/2024/03/31/the-future-of-farming-ai-innovations-that-are-transforming-agriculture/>.

-tog-

# Príklady využitia rozšírenej reality vo výrobe a údržbe

Väčšina priemyselných spoločností si uvedomuje potrebu modernizovať svoje výrobné procesy a procesy kontroly kvality a integrovať inovatívne nástroje do svojej stratégie. Aj keď sa digitálne riešenia už dávno objavili v kanceláriách pri návrhu a simulácii vyrábaných produktov, potenciál digitalizácie zostáva veľmi dôležitý v priestoroch výrobných prevádzok, kde digitálne technológie stále nie sú široko nasadené. Tieto technológie však môžu priniesť veľké pozitíva z hľadiska produktivity, kvality a efektívnosti činností aj v priemyselnej prevádzke.

Digitálne nástroje (internet vecí, rozšírená realita, umelá inteligencia, robotika atď.) sa už niekoľko rokov objavujú vo výrobných alebo údržbárskych centrách a v procesoch riadenia kvality. Ako však môžeme rozlíšiť medzi projektmi, ktoré nikdy neprekročili fázu testovania a overovania konceptu, a tými, ktoré boli nasadené a preukázali, že môžu priniesť hodnotu? V hre je niekoľko výhod:

- skrátenie času cyklu pri projekte typu „na prvý raz správne“,
- nižšia úroveň nezhôd,
- zníženie nákladov v dôsledku chýb zistených príliš neskoro v procese,
- zlepšená sledovateľnosť a digitálna kontinuita,
- zvýšenie kompetencie a komfortu práce pre operátorov.

V nasledujúcej časti uvádzame sedem konkrétnych prípadov využitia rozšírenej reality.

## 1. Pomoc pri montáži

Pri čoraz zložitejších zariadeniach, ktoré podliehajú veľkým zmenám v konfigurácii, je riziko chýb spôsobené interpretáciou papierovej dokumentácie a množstvom prvkov, ktoré sa majú zostaviť, opracovať alebo nainštalovať, vysoké. Čas prípravy je navyše často dlhý a nábeh zručností nových operátorov je v dnešnom priemyselnom kontexte skutočnou výzvou.



(© DASSAULT SYSTEMES)

## Riešenie AR

Digitálne montážne pokyny priamo z 3D digitálnej makety sa vo výrobnej prevádzke zhmotňujú tak, že sa premietajú priamo na zariadenie alebo sa zobrazujú na obrazovke. Fázy montáže, najmä presné umiestnenie a referencie prvkov (priemer vŕtania, typ nitov a podpier, ktoré sa majú zmontovať atď.), sa digitálne prekrývajú so skutočným dielom, ktorý sa má zmontovať, aby obsluha dostala usmernenia krok za krokom.

Výsledky:

- zníženie času prípravy,
- zníženie chybovosti,
- zvýšenie rýchlosti výroby,
- zrýchlenie rastu zručností.

Príklady aplikácie:

- príprava a montáž nitov, konzol, skrutiek atď. na širokých rovných plochách, ako sú napr. letecké konštrukcie,
- montáž zložitých podzostáv (motory, podvozky atď.),
- inštalácia digitálneho riadenia na letecké motory,
- výmena vrstiev alebo šablón v kozmickom priemysle,
- predvýrobná montáž v automobilovom sektore.

## 2. Kontrola kvality montáže zostáv a podzostáv

Spoľahlivá a presná kontrola a identifikácia prípadov nesúlady v každej fáze výrobného procesu je kritickým problémom. Jeho cieľom je zabezpečiť kvalitu surových dielov alebo zmontovaných



(© DASSAULT SYSTEMES)

zariadení a zabrániť chybným výrobkom dostať sa ku klientom a vyhnúť sa súvisiacim nákladom. Tieto kontroly sú však často dlhé a zložité a sledovateľnosť jednotlivých činností je veľmi obmedzená.

### Riešenie AR

Pomocou tabletu, vzdialenej kamery alebo dokonca inteligentných okuliarov na krátke činnosti pomáha rozšírená realita operátorovi vo fázach kontroly: operátor môže vidieť umiestnenie kontrolných bodov a zaznamenať všetky potenciálne a zistené nezhody, či už manuálne, alebo pomocou automatického detekčného algoritmu. Poruchy sú zdokumentované pomocou fotografií a lokalizované s odkazom na 3D model.

Výsledky:

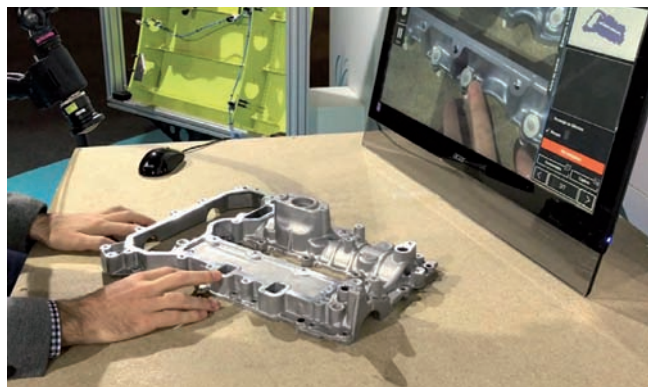
- skrátenie času potrebného na kontrolu, opravu a podávanie správ,
- zníženie rizika chýb pri lokalizácii a interpretácii porúch,
- zlepšenie kvality,
- zlepšenie sledovateľnosti a dokumentácie.

Príklady aplikácie:

- kontrola držiakov (prítomnosť/neprítomnosť, umiestnenie) na leteckej konštrukcii,
- záverečná kontrola zmontovaného vybavenia, ako sú motory, podvozky a nástroje,
- kontrola skrutiek, svorníkov alebo zvarov na podvozkoch v automobilovom priemysle,
- rozmerová kontrola odlievaného kusu.

### 3. Kontrola kvality jednotlivých častí

Kontrola a meranie prípadných defektov na povrchu jednotlivých dielov počas výrobného procesu vyžaduje vysokú spoľahlivosť a presnosť. Manuálne metódy kontroly na testovanie povrchových defektov sú však často časovo náročné, únavné a chýba im sledovateľnosť. Okrem toho môžu vzniknúť vysoké náklady spojené s rizikom výskytu chýb a nezistených prípadov nesúladu.



(© DASSAULT SYSTEMES)

### Riešenie AR

Rozšírená realita pomáha operátorovi pri geometrickom skúmaní dielov prostredníctvom zobrazenia digitálnych inštrukcií kontroly prekrytých na skutočnom objekte: umiestnenie, typ kontroly, ktorá sa má vykonať, a informácie o úrovni tolerancie defektov. Funkcia picking umožňuje vyzdvihnutie a anotáciu defektov s odkazom na 3D model s cieľom pomôcť pri opravných operáciách a vygenerovať komplexné kontrolné správy na účely sledovateľnosti.

Výsledky:

- zlepšenie kvality,
- kontrola a podávanie správ sú rýchlejšie,
- zlepšenie sledovateľnosti,
- zníženie nákladov spojených s vyradenými dielmi a neskorým prepracovaním.

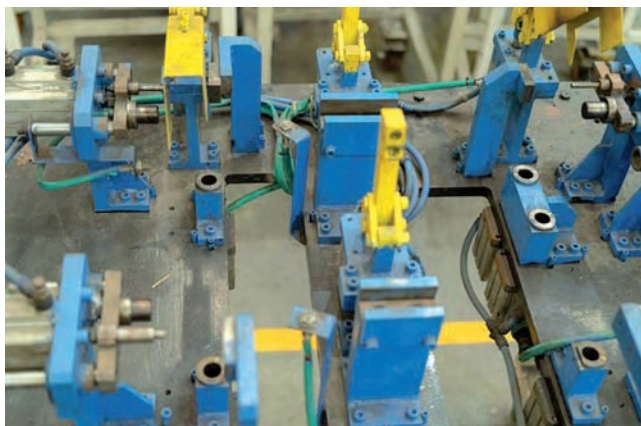
Príklady aplikácie:

- pomoc pri zisťovaní chýb na motoroch, skriniach atď.,
- kontrola umiestnenia prvkov, ako sú snímače alebo káblové zväzky,

- kontrola vŕtania,
- riešenie nezrovnalostí na leteckých častiach.

### 4. Kontrola zariadenia od dodávateľa pri jeho preberaní

Pri prijímaní nástrojov alebo zmontovaných zariadení od dodávateľov sa výrobcovia musia uistiť, že tieto diely budú vyhovovať pred ich integráciou do montážnych liniek, aby sa zachovali prísne normy kvality a aby sa vyhlili výrobným chybám na výrobných linkách. Tieto kontrolné postupy sú zdĺhavé a zložité s potenciálom veľmi nákladných chýb.



(© DASSAULT SYSTEMES)

### Riešenie AR

Séria digitálnych inštrukcií sprevádza operátora krok za krokom prostredníctvom tabletu alebo ručnej kamery, aby potvrdil zhodu prichádzajúcich zariadení alebo nástrojov porovnaním toho, ako sú vyrobené s tým, ako sú navrhnuté. Údaje (fotky a nájdené chyby) sa zhromažďujú v automaticky generovanej správe.

Výsledky:

- nákladovo efektívne a účinné riešenie kontroly,
- eliminácia rizík prerušenia výroby a súvisiacich nákladov,
- garancia kvality dodávaných dielov od dodávateľov,
- prijímané jednotky sú systematicky zaznamenané s fotografiami.

Príklady aplikácie:

- kontrola upevňovacích nástrojov a prípravkov v automobilovom priemysle,
- kontrola upevňovacích prvkov na leteckých konštrukciách od dodávateľov pred zaradením do výrobného procesu.

### 5. Pomoc pri údržbe

Keď zariadenie dorazí do strediska údržby, je potrebná kontrola, aby sa zistil stav poruchy a zmapovali sa opravy, ktoré sa majú vykonať. Tieto kontroly sú však často zdĺhavé a niekedy neúplné; vyžadujú



(© Safran)

veľa papierovej dokumentácie a môžu viesť k problémom s internou komunikáciou s opravárenskými tímami a nespokojnosti zákazníkov, keď niektoré opravy a náklady nie sú správne predvídané.

### Riešenie AR

Pracovník údržby je vedený krok za krokom cez všetky body, ktoré sa majú kontrolovať pomocou tabletu. Údaje, ako sú fotografie a presné záznamy o chybách (miesto, typ), sa zhromažďujú a zostávajú do personalizovanej správy, ktorá sa automaticky generuje a zdieľa s klientom a opravárenskými tímami. 3D model sa stáva jedinečnou referenciou pre každého, kto je zapojený do procesu.

Výsledky:

- úspora času pri kontrole a podávaní správ,
- kontroly, ktoré sú úplné a opakovateľné,
- zlepšenie spokojnosti zákazníkov vďaka lepšej komunikácii,
- optimalizovaná sledovateľnosť.

Príklady aplikácie:

- kontrola pristávacieho zariadenia, motora alebo vonkajšieho povrchu lietadla v kontexte leteckej údržby,
- kontrola priemyselných zariadení počas údržby priamo v prevádzke.

## 6. Pomoc pri nedeštruktívnom testovaní

Nedeštruktívne testovanie vykonávané v kontexte výroby alebo údržby je navrhnuté tak, aby odhalilo chyby, ktoré nie sú viditeľné voľným okom. Súčasné metódy však neumožňujú presné zaznamenávanie a lokalizáciu informácií o chybách pozorovaných počas kontroly ani jednoduché následné ďalšie zobrazovanie pri opravách pod bielym svetlom.



(© TESTIA)

### Riešenie AR

Prostredníctvom stolnej kamery používanej pri kontrole (napríklad v UV miestnosti) sa súradnice zistených defektov zaznamenávajú na digitálny model. Tieto zistené chyby sa potom môžu znova zobrazovať pod bielym svetlom alebo v inom kontexte prostredníctvom rozšírenej reality alebo premietnutím kontrolných bodov priamo na skutočnú konštrukciu, aby sa vykonali opravy.

Výsledky:

- presné umiestnenie vizualizovaných bodov nesúladu na 3D modeli,
- skrátenie času opravy,
- zlepšenie procesu lokalizácie defektov, ktoré sa majú opraviť.

Príklady aplikácie:

- nedeštruktívne testovanie na kompozitných paneloch lietadiel alebo na zvaroch spodku vozidla,
- testovanie penetračných náterov jednotlivých dielov počas údržby na diagnostiku pred opravou.

## 7. Kontrola zariadení priemyselného kotla

Kontrola kvality zariadení na výrobu priemyselných kotlov vrátane správneho umiestnenia a rozmerov určitých upevňovacích prvkov a iného príslušenstva je kľúčovým krokom pri zabezpečovaní súladu týchto produktov, ktoré sa budú používať v technologicky vyspelých



(© ARKEMA)

odvetviach bez toho, aby vznikol priestor na chyby s rizikom veľmi vysokých dodatočných nákladov.

### Riešenie AR

Operátor zobrazuje 3D model položky „ako bolo navrhnuté“ preložené do skutočného „ako bolo zostavené“ zariadenia prostredníctvom tabletu a pomocou rozšírenej reality. Prvky, ktoré sa majú kontrolovať, sú vopred identifikované a operátor potvrdí platnosť alebo neplatnosť každého prvku priamo v softvéri, ktorý zhromažďuje fotografie, umiestnenie a komentáre ku každej chybe, aby umožnil úplnú sledovateľnosť operácií.

Výsledky:

- zníženie nekvalitného vývozu,
- úspora času a zjednodušenie procesu kontroly.

Príklady aplikácie:

- kontrola kvality chladiacich kolón pre jadrový priemysel,
- ovládanie sila,
- kontrola geometrie rúr po výrobe.

## Zhrnutie

Hodnota rozšírenej či virtuálnej reality v priemyselnej automatizácii je nevyčísliteľná, ak vezmeme do úvahy reálne aplikácie, v ktorých môžu byť tieto technológie použité. Vylepšenia školiacich programov môžu viesť k menšiemu počtu bezpečnostných nehôd, vylepšeným postupom údržby, efektívnosti výroby, lepšiemu riadeniu zásob, maximálnemu zabezpečeniu kvality a pod. Výrobné podniky využívajúce túto technológiu sa môžu dopracovať k vyššej optimalizácii svojej pracovnej sily a vyššej životnosti svojich zariadení.

Priemyselná verzia rozšírenej reality má v porovnaní s inými aplikáciami oblasťami aj špecifické limity, ktoré môžu viesť k obmedzeniam pri jej nasadzovaní do praxe. Technológia rozšírenej reality má nedokonalosti a obmedzenia, najmä chýbajúcu spoľahlivosť a softvérovú podporu, dodržanie bezpečnosti práce a presnosť prekrývania s fyzickým, reálnym svetom. Aj keď teda technológia rozšírenej reality môže poskytnúť výhody v priemyselných aplikáciách, stále existujú výzvy, ktoré bude potrebné vyriešiť, aby mohli byť zariadenia využívajúce túto technológiu úspešne nasadené.

### Literatúra

[1] TOP 10 USE CASES FOR AUGMENTED REALITY IN INDUSTRY. Dassault Systemes. [online]. Publikované 2023. Dostupné na: <https://discover.3ds.com/top-10-use-cases-for-augmented-reality-in-industry>.

[2] Halvorson, E. J.: The Rising Role of Augmented Reality and Virtual Reality in Industrial Automation. Automation.com. [online]. Publikované 1. 2. 2024. Dostupné na: <https://www.automation.com/en-us/articles/february-2024/augmented-reality-virtual-reality-industrial>.

[3] Voinea, G. D. – Girbacia, F. – Duguleana, M. – Boboc, R. G. – Gheorghe, C.: Mapping the Emerging Trend in Industrial Augmented Reality.

-tog-

# Príd'te si po inšpiráciu, ako zvýšiť produktivitu a posilniť konkurencieschopnosť podniku, na Národné fórum produktivity



Tisíce účastníkov, viac ako päťsto spíkrov, stovka workshopov... Aj toto je bilancia 25 rokov Národného fóra produktivity (NFP), najväčšej a najdlhšie organizovanej konferencie zameranej na produktivitu a konkurencieschopnosť podnikov a slovenského priemyslu. Príd'te s nami osláviť štvrtstoročnicu konferencie 3. – 4. októbra 2024 do priestorov Vzdelávacieho centra KIA Slovakia a Château v Gbeľanoch. Čaká na vás výnimočný program, nové formáty, stretnutia so špičkovými odborníkmi a hlavne množstvo inšpirácií, ktoré môžu významne ovplyvniť váš profesijný rozvoj a podnikanie.

## Moderujeme dialóg priemyslu, podnikov a tvorcov politik

Aktuálny ročník NFP je výnimočný. „To, že sme tu už 25 rokov, vnímame ako náš spoločný úspech, ktorý chceme osláviť spolu s vami. Po celý čas ste našou inšpiráciou, zmyslom našich snažení a skvelými partnermi. Poznatky z fóra nám všetkých pomohli čeliť aj tým najväčším výzvam a umožnili nám posúvať sa ďalej,“ hodnotí Juraj Hromada, predseda Správnej rady Slovenského centra produktivity (SLCP) a jeden zo zakladateľov NFP.

Na NFP 2024 privítame zástupcov akademickej obce, vlády, podnikov, množstvo skvelých spíkrov. Otázku produktivity preberieme od národnej úrovne až po podnikovú. Fórum otvorí ministerka hospodárstva SR Denisa Saková. O najnovších analýzach vývoja budú auditórium informovať zástupcovia SLCP Juraj Hromada a nestor a priekopník témy v slovenskom priemysle Milan Gregor. Inšpiráciu, ako a kde hľadať priestor na zvyšovanie produktivity, prinesú vstupy lídrov produktivity spoločnosti Slovnaft a KIA Slovakia, Klementa Feketeho a Romana Kraľovanského.

Celkový obraz o vývoji, trendoch a prognózach produktivity Slovenska dokreslí diskusný stôl, za ktorý si sadnú zástupcovia všetkých zainteresovaných strán: Gabriel Galgóci, generálny riaditeľ sekcie stratégie z Ministerstva hospodárstva SR, Oliver Moravčík, rektor STU v Bratislave, za zamestnávateľov Tibor Gregor, výkonný riaditeľ Klubu 500, Monika Uhlerová, prezidentka KOZ SR, a Lucia Lednárová Dítěťová, expertka na oblasť trhu práce a ľudských zdrojov zo spoločnosti Trexima.

## Ľudské zdroje 4.0: podmienka rastu produktivity a konkurencieschopnosti

Posledné roky vývoja v priemysle ukazujú, že kritickým faktorom zvyšovania produktivity a hrozbou udržania konkurencieschopnosti sa stávajú ľudské zdroje. A to nielen z pohľadu ich obrovského deficitu, ale aj z pohľadu zručností a pripravenosti riešiť aktuálne potreby firiem a udržať tempo s konkurenciou. Tejto téme sa venujeme aj my. Martin Morháč zo Združenia Industry4UM predstaví auditóriu vzdelávacieho programu ING 4.0.

V paneli zameranom na prístupy ovplyvňujúce produktivitu podniku vystúpia Rastislav Bránik zo ŽOS Trnava, Ján Hirš z Deutsche European Telekom, Axel Mallener z Brose Prievidza či riaditelia spoločností Chemosvit folie Martin Lupták a Cloetta Igor Mandryš. Nastolené otázky z úrovne podnikov pri okružlom stole rozdiskutujeme s riaditeľmi Petrom Vörösom z HOPI SK, Petrom Kretovicom z

Minebea AccessSolution Systems, Michalom Ukropcom z Infotech a Zuzanou Callantovou z Orac Slovakia.

## EXPANDI 4.0 o nástrojoch na podporu digitalizácie podnikov

Druhý deň pokračuje konferenčnou časťou, ktorej hlavnou témou bude budúcnosť podniku postavená na digitálnej transformácii, a predstavíme aj niekoľko zaujímavých riešení z praxe. Sekciu pripravil Európsky digitálny a inovačný hub EXPANDI 4.0 a je zameraná na nástroje a riešenia v oblasti digitalizácie, kybernetickej bezpečnosti a využitie umelej inteligencie v podnikovom riadení a výrobe.

Zástupca konzorčného partnera EXPANDI 4.0 Artur Bobovický zo SIEA odpovie na otázku, kde hľadať prístup k infraštruktúre a službám podporujúcim digitálnu transformáciu organizácií. Milan Lokšík zo SOVA Digital sa zameria na dáta a hľadanie benefitov riadenia procesov na ich základe. Na riziká bezpečnosti digitálnych systémov upozorní a riešenia na ich elimináciu ponúkne Martin Lohnert zo spoločnosti Soitron.

Pravidelne oceňujeme excelentnosť v slovenskom biznise, firmy a jednotlivcov dosahujúcich pozoruhodné výsledky v produktivite a zaslúžia si ocenenie svojho úsilia. Aj tento rok tých najlepších oceníme Národnou cenou za produktivitu.

Program druhého dňa doplní široká ponuka workshopov. Súčasťou konferencie je tradičná prehliadka výroby spoločností Schaeffler Kysuce a Kia Slovakia.

## Malé a stredné podniky si môžu účasť prefinancovať!

Aktuálny ročník prináša malým a stredným podnikom jedinečnú možnosť prefinancovať si účasť prostredníctvom EXPANDI 4.0 cez schému de minimis. Stačí sa zaregistrovať! Program výnimočnej konferencie si môžete užívať za zlomok ceny.

Rezervujte si miesto vo svojom kalendári už dnes.

3. – 4. október 2024

Vzdelávacie centrum KIA Slovakia, Château Gbeľany

Tešíme sa na vás.

**Tím organizátorov NFP 2024**

[www.nfp.sk](http://www.nfp.sk)





Asociácia technických diagnostikov SR  
Technická univerzita v Košiciach  
Asociácia technických diagnostikov ČR  
Slovenská spoločnosť údržby  
Zväz slovenských vedecko-technických spoločností  
Zväz automobilového priemyslu SR






# DIS 2024

XXVII. ročník medzinárodnej vedeckej konferencie  
**TEÓRIA A APLIKÁCIA METÓD TECHNICKEJ DIAGNOSTIKY**

1. a 2. októbra 2024, Košice  
Hotel Centrum (DOM TECHNIKY)

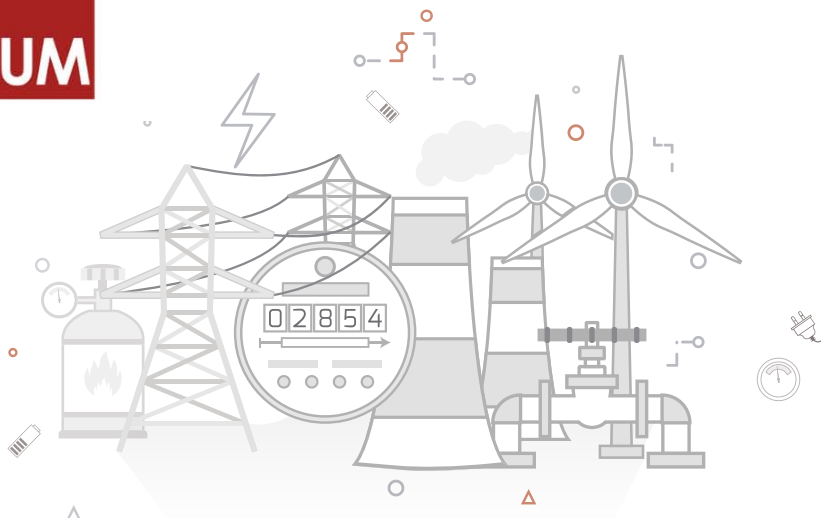
Online registrácia na konferenciu: <http://www.sjf.tuke.sk/kbap/aktivity/dis>

Bližšie informácie: Sekretariát konferencie DIS 2024  
Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta  
Katedra bezpečnosti a kvality produkcie, Letná 1/9, 042 00 Košice-Sever  
Tel.: +421 55 6022 530, [konferenciadis@gmail.com](mailto:konferenciadis@gmail.com), <http://www.sjf.tuke.sk/kbap/aktivity/dis>

Mediálni partneri: | **atp|journal** |  |  | 

# ENERGO FÓRUM

24. - 25. október 2024  
Hotel Partizán, Tále



# KONFERENCIA NABITÁ ENERGIUOU

[www.energoforum.sk](http://www.energoforum.sk)

# 50. výročie založenie Katedry technickej kybernetiky na Žilinskej univerzite

Dňa 7. 12. 2023 sa v priestoroch Novej menzy Žilinskej univerzity uskutočnil slávnostný galavečer pri príležitosti 50. výročia založenia Katedry technickej kybernetiky. Na slávnostný galavečer boli pozvaní zástupcovia vedenia Žilinskej univerzity, Fakulty riadenia a informatiky, bývalí zamestnanci katedry, predstavitelia katedrií kybernetiky zo Slovenska i Českej republiky a predstavitelia firiem, ktorí s katedrou spolupracujú.



Celý večer sa niesol v znamení spomienok na časy dávno i nedávno minulé. Boli odprezentované aktuálne výskumné projekty, ako aj plány katedry do budúcnosti. Počas 50 rokov fungovania sa katedra vyprofilovala ako vysokoodborné pracovisko, na ktorom sa riešia aktuálne výskumné problémy s celosvetovým presahom. Jej členovia vždy stáli pri vývoji i praktickej aplikácii najnovších technológií a poznatkov, počnúc prvými počítačmi v 80. rokoch až po metódy umelej inteligencie v súčasnosti. Práve orientácia na riešenie praktických problémov je dôvodom úzkej spolupráce katedry s veľkým množstvom firiem a výskumných pracovísk na Slovensku i v zahraničí. Čo sa vzdelávania týka, počas svojej existencie prešla katedra mnohými etapami vývoja, od počiatkov, keď sa venovala všetkým oblastiam kybernetiky, až po dnešok, keď je orientovaná na počítačové inžinierstvo. I keď v priebehu desaťročí došlo k rozčleneniu pôvodnej katedry na viacero samostatných pracovísk, ktoré dnes tvoria základ Fakulty riadenia a informatiky a aj k istému zúženiu odborného profilu, ako prejav úcty k vlastnej histórii si katedra zachovala svoj pôvodný názov až dodnes.

Galavečer otvorili slávnostným prejavom vedúci katedry technickej kybernetiky doc. Ing. Peter Ševčík, PhD., dekan Fakulty riadenia a informatiky prof. Ing. Emil Kršák, PhD., a prorektor pre informačné systémy doc. Ing. Michal Koháni, PhD., v zastúpení rektora Žilinskej univerzity v Žiline prof. Ing. Jána Čelka, CSc. Vo svojich vystúpeniach vyzdvihli úlohu a prínos katedry počas 50 rokov svojej existencie.

Autorom myšlienky založiť katedru technickej kybernetiky v roku 1971 bol pán prof. Ing. Ladislav Skyva, DrSc. Bolo to ešte v rámci fakulty Strojnícko-elektrotechnickej (SET) vtedajšej Vysokej školy dopravnej v Žiline. Katedru technickej kybernetiky viedli od jej založenia štyria vedúci: prof. Ing. Ladislav Skyva, DrSc., doc. Ing. Vladimír Jamrich, PhD., prof. Ing. Juraj Miček, PhD., a doc. Ing. Peter Ševčík, PhD.

V rámci slávnosti odovzdal dekan Fakulty riadenia a informatiky prof. Ing. Emil Kršák, PhD., ocenenie osobnostiam Žilinskej univerzity, a to prof. Ladislavovi Skyvovi, DrSc., a doc. Ing. Petrovi Gubišovi, PhD., ktorí doplnili už skôr ocenených prof. Ing. Juraja Mičeka, PhD., prof. Ing. Mikuláša Alexíka, PhD., a doc. Ing. Vladimíra Jamricha, PhD. Galavečer svojím vystúpením spríjemnili folklórny súbor Stavbár a komorný spevácky súbor Omnia. O svoje spomienky sa v prezentáciách podeli aj prof. Ing. Mikuláš Alexík, PhD., prof. Ing. Juraj Miček, PhD., a Ing. Michal Hodoň, PhD.

Celý galavečer sa niesol v príjemnej slávnostnej atmosfére, ktorá vytvárala príležitosť na obnovenie spomienok, pripomenutie úspechov,

zážitkov a osobných stretnutí ľudí, ktorí sa už dlho nevideli. Do ďalšieho života želáme katedre, aby naďalej pokračovala vo výchove úspešných absolventov a v realizácii významných medzinárodných projektov minimálne tak (ak nie viac) ako doteraz.

## Z histórie katedry

Svoju vzdelávaciu činnosť začala Katedra technickej kybernetiky v letnom semestri školského roku 1971/72 v študijnom odbore kybernetika v doprave. Na štúdium tohto odboru bolo vybraných 19 študentov z III. ročníka vtedajších fakúlt PED (Prevádzka a ekonomika dopravy) a SET (Strojnícko-elektrotechnická), ktorí pokračovali štúdiom v letnom semestri III. ročníka. Prví absolventi boli promovani v roku 1974 v študijnom odbore kybernetika v doprave. O štúdiu v tomto odbore bol mimoriadny záujem. Po premenovaní VŠD na VŠD (Vysoká škola dopravy a spojov) zmenil študijný odbor názov na kybernetika v doprave a spojoch. Po zriadení novej fakulty (Fakulta riadenia) v roku 1990 sa Katedra technickej kybernetiky stala súčasťou tejto fakulty a zároveň vznikol nový študijný odbor IRS (informačné a riadiace systémy). Po transformácii študijných odborov na bakalárske a magisterské štúdium a zavedení kreditového systému vzdelávania došlo k vytvoreniu systému povinných, voliteľných a povinne voliteľných predmetov. Pri akreditácii v roku 2004 došlo k zmene názvu študijného odboru IRS na študijný program PI (počítačové inžinierstvo), ktorý vedie Katedra technickej kybernetiky až doteraz. Pred dvomi rokmi bol otvorený ďalší študijný program spolu s Katedrou informačných sietí s názvom informačné a sieťové technológie. Katedra má dlhoročnú tradíciu a veľmi dobré výsledky v oblasti spolupráce so strednými školami i širokou verejnosťou a usporadúva každoročne od r. 2015 týždňové semináre a školenia zamerané na praktické aplikácie v oblasti robotiky, programovania a internetu vecí.



Fotografie i vybrané prezentácie z galavečera si môžete pozrieť po naskenovaní QR kódu.

**doc. Ing. Peter Ševčík, PhD.**

vedúci Katedry technickej kybernetiky  
Fakulta riadenia a informatiky  
Žilinská univerzita v Žiline  
peter.sevcik@fri.uniza.sk

# 60. výročie Katedry kybernetiky a umelej inteligencie v Košiciach

Tento rok oslávila Katedra kybernetiky a umelej inteligencie (KKUI)  
na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach

60. výročie svojho založenia. Na túto počesť zorganizovala katedra  
21. mája 2024 banket, kam pozvala vedeckých, univerzitných a firemných  
partnerov. Katedra prešla počas zmiernených 60 rokov viacerými zmenami.

V roku 1964 vznikla na pôde Strojníckej fakulty Vysokej školy technickej (VŠT) v Košiciach (dnes Technická univerzita v Košiciach, TUKE) Katedra základov automatizácie a regulácie. Túto katedru zakladal nestor košickej kybernetiky prof. Jirišpal, CSc., a osem rokov stál na jej čele. Poslaním tejto katedry, ktorá prezentovala nové trendy v automatizácii, najmä strojárstva, bola predovšetkým regulačná technika a zavádzanie výpočtovej techniky, ktoré bolo vtedy v úplných začiatkoch. Významnou udalosťou tohto obdobia bola inštalácia počítača druhej generácie ODRA 1013, ktorý bol na katedre uvedený do prevádzky v roku 1967 s celoškolskou pôsobnosťou. Programovalo sa v autokóde MOST a neskôr v jazyku AGOL. Na katedre sa začali tiež riešiť úlohy pre prax a kurzy výpočtovej techniky pre pracovníkov z praxe.

Medzníkom vo vývoji katedry bol vznik Elektrotechnickej fakulty (dnes Fakulty elektrotechniky a informatiky) na VŠT roku 1969. Súčasne sa katedra stala jej integrálnou súčasťou so zmeneným názvom Katedra automatizácie a regulácie a zabezpečovala výučbu v odbore technická kybernetika. V roku 1972 absolvovalo štúdium na katedre prvých 20 absolventov. V rovnakom roku sa prešlo na využívanie počítača MINSK 22 inštalovaného na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Vo výučbe programovania a vo výskumných prácach sa prešlo na programovací jazyk FORTRAN IV, ktorý bol na tomto počítači k dispozícii.

V roku 1973 bola katedra opäť premenovaná, tentoraz na Katedru technickej kybernetiky na základe názvu odboru, ktorý roky zabezpečovala. V tom období už bol na čele katedry prof. Ing. Milan Jelšina, CSc. O rok neskôr sa na katedre vytvorili dve zamerania, a to kybernetické systémy a elektronické systémy. Dynamika katedry bola veľmi veľká, a preto v roku 1975 vznikajú už tri zamerania: elektronické systémy, elektronické počítače a riadiace a automatizačné systémy. Tento stav trval päť rokov do roku 1980, keď sa zamerania zmenili na: riadiaca technika, automatizované systémy riadenia a robotika.

V 1985 roku dochádza k zmene vedúceho katedry, stáva sa ním doc. Ing. Ján Sarnovský, CSc. (neskôr prof.). Prof. Ing. Milan Jelšina, CSc., sa stal dekanom Elektrotechnickej fakulty. V tom istom roku katedra pripravila medziodborové zameranie s názvom počítačové prostriedky riadiacich systémov a systémov s umelou inteligenciou pre vynikajúcich študentov. Bol to vážny pokus o syntézu teórie riadenia, umelej inteligencie a teórie počítačov v rámci jedného programu.

Koncom 80. rokov sa Katedra technickej kybernetiky stala jednou z najväčších katedier na VŠT. Zabezpečovala dva študijné odbory, a to elektronické počítače a technická kybernetika, v ktorých každoročne skončilo viac ako 100 absolventov. Do uvedeného obdobia ukončilo aspirantskú výchovu a získalo hodnosť CSc. v uvedených odboroch viac ako dvadsať vlastných, ale i externých pracovníkov.

Rýchly technický vývoj vo svete, sledovanie nových perspektívnych trendov, ich zavádzanie do pedagogického a vedecko-výskumného procesu si logicky vyžiadalo rozdelenie katedry v roku 1989 na dve katedry, a to Katedru počítačov a informatiky a Katedru kybernetiky a umelej inteligencie. Prvým vedúcim KKUI od roku 1989 bol prof. Ing. Ján Sarnovský, CSc.

Deväťdesiate roky KKUI, zhodou okolností v nových spoločenských podmienkach, potvrdili správnosť osamostatnenia katedry. Napriek odchodu niekoľkých kvalitných pracovníkov sa podarila rýchla



adaptácia katedry vďaka vlastnému vedecko-pedagogickému dorastu, ktorý vyrástol z početnej skupiny doktorandov. Na katedre sa úspešne rozvíjali a používali informačné technológie. Pracovisko sa stalo priekopníkom používania webových technológií. Pracovníci katedry vytvorili prvú fakultnú a katedrovú webovú stránku, ako aj osobné webové stránky a napísali prvé príručky o internete a webe. Bežným sa stalo aj využitie týchto technológií vo výučbe. Katedra bola v oblasti pedagogiky a výskumu zameraná na riadiace systémy, umelú inteligenciu a automatizované systémy riadenia technologickej procesov.

Prvá dekáda nového milénia bola poznačená nástupom kreditového systému a rozdelenia štúdia do troch stupňov. V tejto súvislosti aj s rozvojom kybernetiky a umelej inteligencie sa postupne pripravovala nová koncepcia štruktúry výskumu a smerovania štúdia. Katedra v tomto období garantovala študijné odbory ako kybernetika, umelá inteligencia, automatizácia a začala s garantovaním aj nového odboru hospodárska informatika v spolupráci s Ekonomickou fakultou.

V roku 2013 sa vedúcim katedry stal prof. Ing. Peter Sinčák, CSc. Počas jeho pôsobenia došlo ku konsolidácii študijných odborov na základe nového vysokoškolského zákona a aktuálne katedra pôsobí len v jednom študijnom odbore, ktorým je informatika. Hlavné oblasti výskumu na katedre sú umelá inteligencia, robotika, inteligentné systémy, internet vecí, veľké dáta, inteligentné metódy a algoritmy riadenia a modelovania zložitých systémov, metódy výpočtovej inteligencie v inteligentných agentových systémoch a v aplikáciách, digitálne dvojča, Industry 4.0/5.0, objavovanie znalostí, znalostné technológie na vyhľadávanie informácií. Tieto oblasti výskumu sa premietajú aj do výučby v odbore informatika v dvoch študijných programoch, a to inteligentné systémy a hospodárska informatika.

Po úspešných desiatich rokoch práce na čele KKUI prenechal prof. Ing. Peter Sinčák, CSc., miesto doc. Ing. Petrovi Papcunovi, PhD.



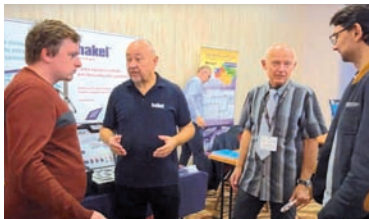
Fotogalériu zo slávnostného banketu si môžete pozrieť ako príspevok zo 14. 6. 2024 na facebookovej stránke katedry po naskenovaní QR kódu.

**doc. Ing. Peter Papcun, PhD.**  
vedúci katedry

**prof. Ing. Ján Sarnovský, CSc.**  
bývalý vedúci katedry

Technická univerzita v Košiciach  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a umelej inteligencie  
peter.papcun@tuke.sk, jan.sarnovskyy@tuke.sk

# Hotel Partizán na Táloch opäť po roku privíta Projektantov



Ešte stále sme síce uprostred leta, ale ani sa nenazdáme a príde jeseň plná odborných podujatí. Vybrať si medzi nimi tie, ktoré majú vysokú pridanú hodnotu pre každodennú prácu, nie je vôbec jednoduché. No medzi tie, na ktoré sa určite oplatí prísť, patrí aj konferencia Projektanti. Jej trinásť ročník sa pod organizačnou taktovkou spoločnosti ELEKTRO MANAGEMENT, s. r. o., uskutoční v termíne 8. – 10. októbra 2024 v hoteli Partizán na Táloch. Odborným garantom bude inšpektor elektrických zariadení Ing. Ľubomír Kišev z Technickej inšpekcie a.s.

mediálny partner  
**[atp | journal]**  
8. – 10.10.2024

Atraktivita podujatia spočíva nielen v krásnom prostredí nízkotatranskej prírody, ale najmä v programe, ktorý organizátori aj tento rok namiešali z niekoľkých ingrediencií.

V rámci prednáškovej časti zaznejú aj tieto prezentácie:

- Výkonové istenie digitálnej éry: problematika istenia DC obvodov, obmedzovanie skratových prúdov, význam parametrov istiacich prvkov NN (M. Dostál)
- Integrácia fotovoltiky a chytrých domácností: Sprievodca spracovaním technickej dokumentácie pre inštalácie v bytových komplexoch (M. Fedorko, A. Krhovský)
- Ochrana fotovoltických zariadení pred účinkami blesku – pripojiť či nepripojiť k bleskozvodu? (J. Kroupa)
- Konfigurátor pre trafostanice a exkurzia vo virtuálnej realite (M. Morávek)

- Návrh uzemňovacej sústavy pre účely ochrany pred bleskom (R. Štober) a ďalšie.

Účastníci podujatia sa môžu tešiť aj na praktické workshopy, kde si teoretické poznatky získané z prednášok budú môcť overiť v reálnych situáciách. V prvom z nich sa spojili dve spoločnosti EPLAN a Elektris, aby účastníkom ukázali, ako možno dosiahnuť optimalizáciu procesu prepojenia aplikácie Eplan s výrobnými strojmi Weidmüller. Inšpirácie k tomu, ako mať elektrodokumentáciu pod kontrolou, pripravuje spoločnosť Technodat. A v rámci tretieho workshopu sa môžu záujemcovia zoznámiť s bezpečným riešením videovrátnikov a prístupového systému – od návrhu až po realizáciu, ktorý povedú odborníci spoločnosti 2N TELEKOMUNIKACE.

Spoločnosti EPLAN a Rittal spolu pripravujú aj súťažný workshop pod názvom Zapojenie rozvádzačov – jednoducho a rýchlo.

V priestoroch konferencie opäť prebehne sprievodná výstava, na ktorej 40 domácich a zahraničných výrobcov a distribútorov predstaví novinky v oblasti meracích prístrojov, elektrických prvkov a zariadení.

A aby sa to všetko netočilo len okolo pracovných a odborných tém, tak v rámci večerného rautu v Tálskej bašte bude priestor aj na neformálne témy či nadviazanie nových kontaktov. Pre účastníkov je naplánovaná aj odborná exkurzia vo výrobnom závode Železiarne Podbrezová, a. s.

[www.elektromanagement.sk](http://www.elektromanagement.sk)

## 57. konferencia elektrotechnikov Slovenska



Slovenský elektrotechnický zväz – Komora elektrotechnikov Slovenska (SEZ-KES) v spolupráci so Slovenskou komorou stavebných inžinierov (SKSI) pripravuje v poradí už 57. konferenciu elektrotechnikov Slovenska, ktorá sa uskutoční v dňoch **6. a 7. 11. 2024** v kongresových priestoroch rezortu AquaCity Poprad, Športová 1397/1, Poprad. Záštitu nad 57. konferenciou prevzal Národný inšpektorát práce. Generálnym partnerom podujatia je spoločnosť HASMA, s. r. o., Krompachy. Hlavným partnerom je spoločnosť OBO Bettermann, s. r. o., Pezinok. Odborným garantom konferencie je Ing. Vladimír Vránky, prezident SEZ-KES.

**Program 57. konferencie je určený pre:**

- pracovníkov vo vývoji, výrobe, montáži elektrických zariadení a v energetike,

- projektantov a revíznych technikov elektro,
- pracovníkov v prevádzke a údržbe elektrických zariadení,
- správcov elektrických zariadení (správcovia majetku),
- učiteľov odborných predmetov elektro na SOŠ, SPŠ, VŠ a pod.

**Z tém konferencie vyberáme:**

- aktuálne informácie z oblasti technickej normalizácie,
- komplexná ochrana pred bleskom a pre-pätím pre monolitickú stavbu obsahujúcu OZE a nabíjacie stanice pre elektromobily,
- nová smernica EÚ č. 2024/1275 o EHB – presah do slovenskej legislatívy a praktické dopady na Slovensko,
- použitie UPS v praktických prípadoch,
- praktické aplikácie ukladania energie,

- ochranné prístroje v inštaláciách NN – trendy,
- revízná správa v znaleckom skúmaní.

Súčasťou konferencie bude sprievodná výstava firiem z oblasti elektrotechniky, elektrických inštalácií a príbuzných technických odborov.

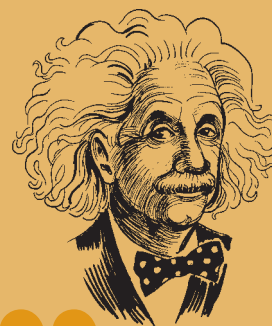
Na 57. konferenciu elektrotechnikov Slovenska sa bude možné prihlásiť elektronicky v dostatočnom časovom predstihu cez e-shop na webovej stránke [www.sez-kes.sk](http://www.sez-kes.sk), kde nájdete ďalšie podrobnosti o tomto podujatí.

mediálny partner  
**[atp | journal]**  
6. – 7.11.2024

[www.sez-kes.sk](http://www.sez-kes.sk)

# Nasleduj Alberta

Zvedavosť je spoločným menovateľom mladých ľudí – študentov stredných odborných škôl a univerzít, ktorých vám v našej rubrike „Nasleduj Alberta“ budeme postupne predstavovať. Spája ich jedno – dokázali vyniknúť, pretože využili svoju zvedavosť po objavovaní. Vďaka svojim rodičom, pedagógom a nesporne z veľkej časti vlastnou disciplínou a zaniieteniu majú „našliapnuté“ byť lídrami v tom, čo robia.



„NEMÁM ŽIADNY ZVLÁŠTNY TALENT. SOM IBA VÁŠNIVO ZVEDAVÝ.“

Albert Einstein

## Ako si sa dostal k oblasti/odboru, ktorý v súčasnosti študuješ?

Práca v IT bola pre mňa vždy preferovanou voľbou, no na strednej škole v Starej Turej som sa prvý raz dostal ku konceptu automatizácie priemyselných procesov a tá si ma vtedy získala. Pri výbere vysokej školy som zvažoval niekoľko možností, no naša fakulta bola celkom jasnou voľbou vďaka vybavenosti laboratórií, ako aj odbornosti pedagógov a potenciálu získať tu zamestnanie. Ďalšou témou, ku ktorej som prišiel na strednej škole, bola elektrotechnika, ktorá je výraznou súčasťou automatizácie a ktorej spojením s digitalizáciou vznikla aj téma mojej dizertačnej práce zameraná na energetické mikrosiete, obnoviteľné zdroje energie a batériové úložiská.

## Čo ťa viedlo k tomu, že si sa začal zapájať do odborných aktivít aj vo svojom voľnom čase?

Zo začiatku to bola určite motivácia zo strany pedagógov, aby sme výsledky svojej práce prezentovali napríklad na študentskej vedeckej konferencii (ŠVK). Významným faktorom je aj to, že tento odbor je aj moje hobby a tieto príležitosti ma motivovali posúvať svoje vedomosti ďalej. Navyše práve ŠVK môže poslúžiť ako cenná spätná väzba na bakalársku či diplomovú prácu a má potenciál odhaliť nedostatky, ktoré by sa nakoniec dostali do záverečnej práce.

## Máš nejaký vzor (osoba, firma), ktorý ťa motivuje napredovať v tom, čo robíš/študuješ? Prečo práve ona, resp. táto firma?

Nepovedal by som, že som mal niekedy konkrétnu osobu alebo firmu ako vzor, ale čo je pre mňa momentálne motivácia stále sa zlepšovať, je startup, ktorý sme ešte s dvoma kolegami založili minulý rok, v čom nám veľmi pomohol aj inkubátor na našej univerzite. Venujeme sa šetreniu energií pre priemyselné podniky, čo je neustále sa vyvíjajúca problematika vyžadujúca veľa hodín práce. No keď vidím, ako náš tím skvelých developerov spoločne pracuje na vízii vybudovania firmy, ktorá znižuje spotrebu veľkých firiem a pomáha znižovať uhlíkovú stopu, tak to ma veľmi naplňa.

## Keby si mal spomenúť dve veci v oblasti techniky, ktoré by bolo podľa teba potrebné zásadne zmeniť/inovovať/vyvinúť, čo by to bolo? Ako by si to urobil ty?

V dnešnej dobe vidíme progres umelej inteligencie takmer na každom kroku, no v oblasti priemyslu, aspoň v rámci Slovenska, je tento postup značne pomalý. Môže za to z veľkej časti nízka úroveň digitalizácie podnikov, ale aj nízka úroveň práce s existujúcimi dátami. Ak chceme zlepšovať naše procesy, uhlíkovú stopu a aj efektívnosť výroby, bude práca s veľkým množstvom dát nevyhnutná, v čom práve pomáha strojové učenie, ktoré dokáže odhaliť anomálie, úzke miesta, naplánovať údržbu strojov a podobne, samozrejme v spolupráci so skúsenými expertmi na dané oblasti.

## Máš nejaký cieľ/méto, kam by si to chcel vo svojom živote dopracovať? Čo by si potreboval na dosiahnutie tohto cieľa?

Ako mnohých iných, aj mňa trápia problémy spojené s klimatickou zmenou a tiež by som chcel spraviť čo je v mojich silách pre zlepšenie nášho vplyvu na planétu, ktorú máme momentálne len jednu. Mojou víziou je pomoc nielen pri znižovaní spotreby energie, ale aj vo vývoji nových riešení na zavádzanie obnoviteľných zdrojov a zvyšovanie efektivity ich využitia. Pre dosiahnutie tohto cieľa sa teraz venujem práve energetickým mikrosietam a práci s energetickými dátami.

## Akou krajinou by malo byť Slovensko, aby bolo pre teba príťažlivé zostať tu pracovať a žiť?

Ako odpoveď na otázku uvediem krajinu, ktorá je pekným príkladom inovatívnej krajiny a tou je Dánsko. S kolegami sme v rámci University World Startup Cup absolvovali prehliadku mesta aj digitálneho hubu a strávili sme v tomto meste niekoľko dní. Mojím (veľmi ťažko realizovateľným) snom by bolo Slovensko na rovnakej úrovni digitalizácie. Krajina, v ktorej sa na bicykli dostanem všade a kde sú ľudia milí a otvorení a deti sú vedené k rozvíjaniu svojich myšlienok a kreatívite vrátane podnikania.



## Jakub Perička

je v súčasnosti študentom 2. ročníka doktorandského štúdia v odbore automatizácia a informatizácia procesov na Materiálovotechnologickej fakulte so sídlom v Trnave, ktorá je súčasťou STU v Bratislave. Z jeho doterajších úspechov možno spomenúť najmä víťazstvo v rámci slovenského kola Slovak University Startup Cup, ktoré mu umožnilo zúčastniť sa na svetovom finále tejto súťaže v Kodani v roku 2023. Aktívne spolupracuje s priemyselnými podnikmi a je jedným zo zakladateľov startupu zameraného na šetrenie energie v priemyselných podnikoch.

Ak by sme hľadali odvetvie, ktoré praje technologickým inováciám a rozvoju, tak nepochybne jedným z nich je automobilový priemysel. Náročnosť výroby z hľadiska množstva dielov, z ktorých sa každý automobil skladá, je na jednej strane výzvou, na druhej strane ponúka obrovský priestor na kreativitu pri hľadaní riešení a postupov, aby výsledkom bol perfektný produkt. A veľkú zásluhu na tom, že perfektné automobily vychádzajú z liniek výrobného závodu Kia Slovakia s.r.o., má aj Michal Koňuch, vedúci sekcie technologického rozvoja montáže.

## ZO ZÁKULISIA PRACOVNÉHO MIESTA

vedúci sekcie technologického rozvoja montáže



Michal Koňuch

### Aký je presný názov vašej pracovnej pozície? Čo je náplňou vašej práce a ako by ste opísali svoj bežný pracovný deň?

Pracujem ako vedúci sekcie technologického rozvoja montáže v Kia Slovakia s.r.o. Mojou náplňou práce je vedenie a manažovanie tímu, ktorý zavádza nové modely do výrobného procesu montážnej haly. Tým, že každý nový automobil má svoje špecifiká, musíme tomu prispôbiť montážny postup a aj technológiu výrobných liniek. Ako vedúci sa snažím usmerňovať a koordinovať práce, ktoré sú nevyhnutné na úspešné spustenie výroby nového vozidla. Zahŕňa to plánovanie nutných modifikácií zariadení, implementácie zlepšení, príprava testovacích fáz výroby automobilu, príprava pracovných ciest do dizajnérskeho centra na montáže prototypov. Našou hlavnou úlohou je odstrániť maximum možných problémov ešte pred spustením masovej výroby automobilu.

### Aké technické zručnosti a vedomosti sú kľúčové pre túto pozíciu?

Moja pozícia vyžaduje hlavne zručnosti v oblasti manažovania a vedenia tímu. Musím mať však aj znalosti v oblasti technológie výrobných liniek, vo fungovaní automobilu, v komunikácii medzi technológiou a automobilom, ale aj skúsenosti so softvérovým nástrojom CATIA, kde robíme simulácie procesov. Tie oblasti, v ktorých sa pohybujem, sú veľmi široké a preto je nutné sa stále učiť a zisťovať nové trendy v priemysle cez školenia, ktoré nám naša firma poskytuje, alebo cez samovzdelávanie. V súčasnej dobe, ak človek pracuje s technológiami, hlavné nároky sa kladú na IT zručnosti, programovanie a simulácie. Dôležité je však mať analytické myslenie, kreativitu a schopnosť sa rýchlo rozhodovať. Ak to mám zhrnúť, vzdelávanie je základ pre každú pracovnú pozíciu.

### Ktoré momenty vo svojej práci považujete za najväčší úspech? A naopak, s akými výzvami sa pri práci stretávate?

Každý projekt alebo implementáciu zmeny v modelovom rade automobilu, ktorú dotiahneme do bezproblémovej výroby, beriem ako úspech. Každý člen môjho tímu vydáva zo seba maximum pri svojej práci a ja osobne považujem za úspech aj správne fungovanie môjho tímu. Čo sa týka výziev, tých je veľa. Pre mňa je momentálne najväčšia výzva modifikácia výrobných liniek pre elektrické vozidlo. Je "jednoduché" postaviť linku pre elektrické auto. Problém je urobiť hybridnú linku, kde sa dá vyrábať elektrické auto súčasne s autom so spaľovacím motorom.

### Ako sa snažíte rozvíjať svoje profesionálne zručnosti v rámci tejto pozície? Máte možnosť prinášať inovácie a prejavovať svoju kreativitu vo svojej oblasti?

Ako som už spomínal, zručnosti sa snažím rozvíjať cez semináre a kurzy v našom závode. Vzdelávanie je dôležitá súčasť môjho osobného aj pracovného života a bez toho sa človek nemá kam posúvať. Všetko vo svete priemyslu a technológií letí dopredu veľkou rýchlosťou a ak tento trend nebudeme stíhať, budeme mať problém. Mňa vždy zaujímala elektronika a rôzne bezpečnostné systémy, preto sa snažím nájsť vhodné miesta vo výrobných linkách, kde by sme mohli tieto systémy využiť, čo bez určitej dávky kreativity nejde.

### Ako sa technologické inovácie premietajú do vášho pracovného prostredia?

Tým, že pracujem v oblasti automotive a venujeme sa montážnemu procesu, sú technologické inovácie našou dennou súčasťou. Priemyselná automatizácia vo výrobe je trend, kde sa snažíme uľahčiť prácu ľuďom aplikovaním manipulátorov, implementovaním osobných pracovných pomôcok, ktoré minimalizujú námahu operátora alebo zlepšujú jeho ergonómiu. V extrémnych prípadoch, ak je pracovná pozícia veľmi náročná, snažíme sa človeka nahradiť robotom. Napríklad, teraz sa snažíme do výrobného procesu implementovať kolaboratívneho robota, ktorý môže pracovať spolu s človekom bez toho, aby ho ohrozil.

### Čo by ste poradili mladým ľuďom, ktorí uvažujú o kariére v oblasti STEM?

Už keď niekto uvažuje o budúcej kariére v oblasti STEM, znamená to, že má záujem sa vzdelávať v technickom smere. Dôležité je v tom vydržať a hľadať príležitosti, ako sa realizovať v praxi a byť aktívny aj vo vzdelávaní. Netreba zabúdať na to, že ak dlhodobo človek „tlačí na pílu“, môže prísť kríza, únava až vyhoranie. Preto treba byť aktívny aj mimo práce a nájsť si čas na rodinu, šport alebo záľubu, kde viete dobiť baterky. Vyváženie osobného a pracovného života je dôležité.

# Elektrotechnické STN

Prehľad vydaných elektrotechnických STN  
a ich zmien (triedy 33, 34, 36, 92).



STN 33 2000-4-43: 2024-07 (33 2000) Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-43: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred nadprúdom.

STN EN IEC 60079-31: 2024-07 (33 2320) Výbušné atmosféry. Časť 31: Ochrana zariadení pred vznietením prachu krytom „t“.\*)

STN EN IEC 61000-3-2/Zmena A2: 2024-07 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 3-2: Medze. Medze vyžarovania harmonických zložiek prúdu (zariadenia so vstupným fázovým prúdom  $\leq 16$  A).\*)

STN EN 61000-3-12/Zmena A1: 2024-07 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 3-12: Medze. Medze harmonických zložiek prúdu vytváraných zariadeniami so vstupným fázovým prúdom  $> 16$  A a  $\leq 75$  A, ktoré sa pripájajú k verejným rozvodným sieťam nízkeho napätia.\*)

STN EN IEC 61970-457: 2024-07 (33 4621) Rozhranie aplikačného programu pre systémy riadenia elektrickej energie (EMS-API). Časť 457: Profil dynamiky.\*)

STN EN IEC 61970-302: 2024-07 (33 4621) Rozhranie aplikačného programu pre systémy riadenia elektrickej energie (EMS-API). Časť 302: Všeobecný informačný model (CIM) – dynamika.\*)

STN EN IEC 60519-6: 2024-07 (33 5002) Bezpečnosť zariadení v elektrotepelných a elektromagnetických procesoch. Časť 6: Osobitné požiadavky na vysokofrekvenčné dielektrické a mikrovlnné ohrievacie a spracovateľské zariadenia.\*)

STN EN IEC 63305: 2024-07 (34 0882) Akustika v kvapalinách. Kalibrovanie vektorových prijímačov akustickej vlny vo frekvenčnom rozsahu 5 Hz až 10 kHz.\*)

STN P CLC/TS 50641-2: 2024-07 (34 1572) Pevné inštalácie pre dráhové aplikácie. Požiadavky na validáciu simulačných programov používaných na návrh napájacích systémov pre elektrickú trakciu. Časť 2: Jednosmerný prúd (DC) – mestské železničné systémy.\*)

STN EN IEC 60068-2-86: 2024-07 (34 5791) Skúšanie vplyvu prostredia. Časť 2-86: Skúšky. Skúška Fx: Vibrácie. Metóda s viacerými budičmi a viacerými osami.\*)

STN EN IEC 61189-2-720: 2024-07 (34 6513) Skúšobné metódy na elektrotechnické materiály, dosky s plošnými spojmi a iné spájacie štruktúry a zostavy. Časť 2-720: Zisťovanie defektov v prepojovacích štruktúrach meraním kapacity.\*)

STN EN IEC 62836: 2024-07 (34 6576) Meranie vnútorného elektrického poľa v elektroizolačných materiáloch. Metóda šírenia tlakovej vlny.\*)

STN EN IEC 60966-4-1: 2024-07 (34 7720) Súbory vysokofrekvenčných a koaxiálnych káblov. Časť 4-1: Predtlač podrobnej špecifikácie súborov polotuhých koaxiálnych káblov.\*)

STN EN IEC 60966-2-2: 2024-07 (34 7720) Súbory vysokofrekvenčných a koaxiálnych káblov. Časť 2-2: Predtlač podrobnej špecifikácie súborov ohybných koaxiálnych káblov.\*)

STN EN IEC 60966-4: 2024-07 (34 7720) Súbory vysokofrekvenčných a koaxiálnych káblov. Časť 4: Rámcová špecifikácia súborov polotuhých koaxiálnych káblov.\*)

STN EN 50719: 2024-07 (34 8155) Pripájacie svorkovnice pre prechodky od 250 A do 4 000 A pre izolačné transformátory plnené kvapalinou.\*)

STN EN IEC 62841-2-6/Zmena A12: 2024-07 (36 1560) Elektrické ručné náradie, prenosné náradie a strojové zariadenia pre trávnik a záhradu. Bezpečnosť. Časť 2-6: Osobitné požiadavky na ručné kladivá.\*)

STN EN IEC 62841-2-6/Zmena A1: 2024-07 (36 1560) Elektrické ručné náradie, prenosné náradie a strojové zariadenia pre trávnik a záhradu. Bezpečnosť. Časť 2-6: Osobitné požiadavky na ručné kladivá.\*)

STN EN IEC 62282-6-101: 2024-07 (36 4512) Technológie palivových článkov. Časť 6-101: Výkonové sústavy palivových mikročlánkov. Bezpečnosť. Všeobecné požiadavky.\*)

STN EN IEC 62282-6-106: 2024-07 (36 4512) Technológie palivových článkov. Časť 6-106: Napájacie systémy mikropalivových článkov. Bezpečnosť. Nepriame zlúčeniny triedy 8 (korozívne).\*)

STN EN IEC 80601-2-26/Zmena A1: 2024-07 (36 4800) Zdravotnícke elektrické prístroje. Časť 2-26: Osobitné požiadavky na základnú bezpečnosť a nevyhnutné prevádzkové vlastnosti elektroencefalografu.\*)

STN EN IEC 62368-1: 2024-07 (36 9064) Zariadenia audio/video, informačných a komunikačných technológií. Časť 1: Požiadavky na bezpečnosť.\*)

STN EN IEC 62368-1/Zmena A11: 2024-07 (36 9064) Zariadenia audio/video, informačných a komunikačných technológií. Časť 1: Požiadavky na bezpečnosť.\*)

*Mesiac vydania STN je uvedený za jej označením v tvare „: 2024-07“.*

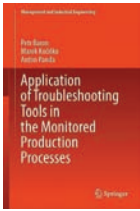
*\*) Normy boli vydané v anglickom jazyku.*

**Ing. Ludovít Harnoš**  
člen SEZ-KES

[www.sez-kes.sk](http://www.sez-kes.sk)

# Odborná literatúra, publikácie

Nové knižné tituly v oblasti automatizácie.



## Application of Troubleshooting Tools in the Monitored Production Processes (Management and Industrial Engineering) 1<sup>st</sup> ed.

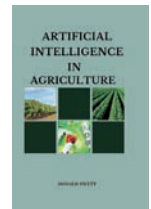
Autori: Baron, P. – Kočiško, M. – Panda, A., rok vydania: 2024, vydavateľstvo Springer, ISBN 978-3031414275, publikáciu možno zakúpiť na [www.amazon.com](http://www.amazon.com)

Kniha uvádza praktické príklady nástrojov na odstraňovanie porúch, aplikovaných v reálnych technologických procesoch. Obsah je užitočný pre technikov, inžinierov alebo odborníkov na údržbu, ktorí sa podieľajú na nastavovaní technických systémov a spoľahlivej prevádzke rotačných strojov. Kniha predstavuje rôzne metódy proaktívnej údržby a skúma, ako ich možno použiť na zvýšenie spoľahlivosti a účinnosti technických systémov. Zdôrazňuje sa dôležitosť technickej

diagnostiky, ktorá ponúka cenné poznatky o procese identifikácie a analýzy potenciálnych problémov. Publikácia skúma meranie a hodnotenie vibrácií v technických systémoch a zaoberá sa aj hodnotením stavu systémov prostredníctvom štúdia trenia, mazania a opotrebovania. Podrobná je aj aplikácia nástrojov technickej diagnostiky v testovacej prevádzke reduktorov. V záverečnej časti čitateľa nájdu premyslenú syntézu kľúčových konceptov, o ktorých sa v knihe hovorí.

## Artificial Intelligence in Agriculture: How AI is Transforming Agriculture in 2023: Precision Farming, Yield Prediction, and more (The Intelligent Future Series)

Autor: Swett, D., rok vydania: 2023, nezávislé vydanie, ISBN 979-8853374324, publikáciu možno zakúpiť na [www.amazon.com](http://www.amazon.com)



Začnite svoju cestu do fascinujúceho a revolučného sveta umelej inteligencie v poľnohospodárstve. S touto knihou čitateľa objavia potenciál revolúcie v modernom poľnohospodárstve so špičkovou umelou inteligenciou, od presnej výsadby až po inteligentnú kontrolu škodcov, čím sa farmárom uľahčí starostlivosť o našu planétu. Naučte sa, ako využiť silu algoritmov umelej inteligencie s týmto prístupným a ľahko zrozumiteľným sprievodcom. Táto cesta

osvetlí čitateľom úžasný potenciál umelej inteligencie v poľnohospodárstve a zároveň posilní nádej na jasnejšiu a zelenšiu budúcnosť. Predložená publikácia ponúka pohľad na základy umelej inteligencie a možnosti jej využitia v poľnohospodárstve, pochopenie dosahu umelej inteligencie na poľnohospodárske procesy a smerovanie k ekopoľnohospodárstvu a rieši aj etické súvislosti nasadenia umelej inteligencie.



## IoT in Agriculture: Innovations in Smart Farming and Precision Agriculture

Autor: Adjei, A. T., rok vydania: 2022, vydavateľstvo: Willey, ISBN 978-1119883029, publikáciu možno zakúpiť na [www.amazon.com](http://www.amazon.com)

Predložená publikácia je súčasťou rozsiahleho publikačného počínu, ktorý pozostáva zo 161 kníh rozoberajúcich rôzne aktuálne technologické témy. Je to komplexný sprievodca na pochopenie transformačnej sily technológií v modernom poľnohospodárstve. Táto kniha sa ponorí hlboko do sveta technológií inteligentného poľnohospodárstva a skúma, ako internet vecí (IoT) spôsobuje revolúciu

v poľnohospodárstve. Získajte informácie o najnovšom pokroku inováciách v oblasti presného poľnohospodárstva a zistíte, ako tieto technológie robia poľnohospodárstvo efektívnejším, udržateľnejším a produktívnejším. Odomknite potenciál inteligentnej poľnohospodárskej technológie a pripojte sa k hnutiu smerom k udržateľnejšej a efektívnejšej poľnohospodárskej budúcnosti. Nepremeškajte príležitosť byť o krok vpred a urobiť revolúciu vo svojich farmárskych postupoch.

## Integrating Blockchain and Artificial Intelligence for Industry 4.0 Innovations (EAI/Springer Innovations in Communication and Computing) 1<sup>st</sup> ed.

Autori: Anandan, R. – Goundar, S., rok vydania: 2024, nezávislé vydanie, ISBN 978-3031357503, publikáciu je možné zakúpiť na [www.amazon.com](http://www.amazon.com)



Uvedená publikácia rozoberá konvergenciu umelej inteligencie (UI) a blockchainu a to, ako môžu spolupracovať pri dosahovaní cieľov Priemyslu 4.0. Autori najskôr diskutujú o tom, ako môžu UI a blockchain pomôcť zvýšiť výkon v podnikaní a ako sa môžu technológie integrovať, aby poskytli konkurenčnú výhodu pre podniky prostredníctvom spracovania a využitia rozsiahlych údajov, čo by firmám umožnilo organizovať rozsiahle súbory údajov do štruktúrovaných komponentov, ktoré môžu počítače rýchlo spracovať. Autori sa zaoberajú aj bezpečnostnými dôsledkami a tým,

ako môžu UI a blockchain pôsobiť ako dvojsečná zbraň proti kybernetickým útokom. Diskutuje sa aj o vplyve týchto technológií na programovanie, výpočty, robotizáciu, roboty a zariadenia. Táto kniha uspokojuje širokú prierezovú a multidisciplinárnu čitateľskú obec. Je skvelým zdrojom pre akademikov, výskumníkov a ich študentov v témach ako umelá inteligencia, kybernetické fyzické systémy, etika, robotika, bezpečnostné inžinierstvo a systémy kritické z hľadiska bezpečnosti.



## Hlavní partneri

**SIEMENS**

Siemens s.r.o.  
www.siemens.sk



AutoCont Control spol. s r.o.  
www.autocontcontrol.sk



KOBOLD Messring GmbH  
www.kobold.com

## V celoročnej súťaži môžete vyhrať tieto ceny



Kávovar Espresso  
Siemens EQ.300



Tyčový vysávač  
Rowenta X-Force Flex



Prenosný reproduktor  
Marshall Kilburn II

# ČITATEĽSKÁ SÚŤAŽ ATPJOURNAL 8/2024

## Partneri kola súťaže:



EPLAN Software s.r.o.  
– organizačná zložka



SOFOS a. s.



LDM Bratislava s.r.o.

## V tomto kole súťažíte o tieto vecné ceny:



organizér do auta,  
kliešte bushman, pero



celosvetovo oceňovaná káva  
zo slovenskej pražiarne Kávoholik



cestovná taška, tričko, baterka,  
škrabka na ľad na auto

Otázky sú veľmi jednoduché. Ak by ste predsa len nepoznali odpovede, pretože vašou parketou je iná oblasť, môžete ich nájsť v tomto čísle ATP Journal, ako aj v článkoch uverejnených na stránke [www.atpjournal.sk](http://www.atpjournal.sk).

Súťažné otázky:

1. S čím sa zoznamujú študenti na Katedre elektroenergetiky FEI VŠB TU v Ostrave v rámci predmetu s názvom Komplexný návrh a testovanie elektrických zariadení?
2. Koľko modelov priemyselných počítačov možno nájsť v ponuke spoločnosti MOXA?
3. Aký regulátor tlaku od spoločnosti LDM sa skrýva pod označením RD 212 P?
4. Aký riadiaci systém bol nasadený na riadenie linky na spracovanie plastov EUREX ECO 1?

Súťažte prostredníctvom [www.atpjournal.sk/sutaz/otazky](http://www.atpjournal.sk/sutaz/otazky)

Odpovede posielajte najneskôr do 15. 9. 2024

Pravidlá súťaže sú uverejnené v ATP Journal 1/2024 na str. 55 a na [www.atpjournal.sk/sutaz](http://www.atpjournal.sk/sutaz)

### Správne odpovede

- 1. Aký softvérový nástroj od EPLAN využíva Rudolf Štober pre projektovanie rozvádzačov?**  
EPLAN Electric P8.
- 2. Aké označenie má najnovšia séria manažovateľných prepínačov Fast Ethernet od spoločnosti MOXA?**  
RKS-G4000.
- 3. Pre aké procesy je určená súprava 2D Grasping Kit od spoločnosti SCHUNK?**  
Procesy Pick & Place zamerané na náhodne usporiadané diely.
- 4. Aký cieľ môžu sledovať dva subjekty pri uzatvorení dlhoročnej PPA zmluvy?**  
Nielen environmentálne ciele, ale aj zníženie rizika z neočakávaného pohybu cien elektriny na trhu.

### Výhercovia

Peter Blažej, Bratislava

Juraj Fodor, Lúka

Peter Hajduk, Prešov

Srdečne gratulujeme.

ATPJOURNAL.SK/SUTAZ



Bezplatný odber

[www.atpjournalsk/registracia](http://www.atpjournalsk/registracia)

tlačenej alebo digitálnej verzie

### Zoznam firiem publikujúcich v tomto čísle

#### Firma • Strana (o – obálka)

B and K s.r.o. • 3, 26 – 27

ControlSystem, s.r.o. • o1

DEHN s.r.o. • 23

EPLAN Software s.r.o. – organizačná zložka • 22

GHV Trading, s.r.o. • 24

KFB Control s.r.o. • 39

KOBOLD Messring GmbH • 19

LDM Bratislava s.r.o. • 20 – 21

PPA Controll, a.s. • o2

ProCS, s.r.o. • o4

sféra, a.s. • 14 – 15

SCHUNK Intec s.r.o. • o3, 25

SOFOS, a.s. • 23

STU Bratislava • 14 – 15

### Redakčná rada

prof. Ing. Alexík Mikuláš, PhD., FRI ŽU, Žilina  
Ing. Balogh Richard, PhD., FEI STU, Bratislava  
prof. Ing. Belavý Cyril, CSc., SJF STU, Bratislava  
prof. Ing. Duchoň František, PhD., FEI STU – NCR, Bratislava  
prof. Ing. Fikar Miroslav, DrSc., FCHPT STU, Bratislava  
prof. Ing. Janiček František, PhD., FEI STU, Bratislava  
doc. Ing. Juhás Martin, PhD., MTF STU, Trnava  
prof. Ing. Krokavec Dušan, CSc., FEI TU Košice  
doc. Ing. Kvasnica Michal, PhD., FCHPT STU, Bratislava  
prof. Ing. Mészáros Alajos, CSc., FCHPT STU, Bratislava  
prof. Ing. Murgaš Ján, PhD., FEI STU, Bratislava  
prof. Ing. Pavlovičová Jarmila, PhD., FEI STU, Bratislava  
prof. Ing. Rástočný Karol, PhD., FEIT ŽU, Žilina  
prof. Ing. Smieško Viktor, PhD., FEI STU, Bratislava  
doc. Ing. Vachálek Ján, PhD., SJF STU, Bratislava  
prof. Ing. Veselý Vojtech, DrSc., FEI STU, Bratislava  
prof. Ing. Zolotová Iveta, CSc., FEI TU, Košice  
doc. Ing. Ždánky Juraj, PhD., FEIT ŽU, Žilina

Ing. Bartošovič Štefan,  
konateľ ProCS, s.r.o.

Ing. Filka Marián,  
Area Sales Manager, Siemens, s.r.o.

Ing. Horváth Tomáš,  
technický riaditeľ HMH, s.r.o.

Kroupa Jiří,  
riaditeľ kancelárie pre SK, DEHN SE + Co KG

Ing. Lásik Vladimír,  
PPA CONTROLL, a.s.

Ing. Mašláni Marek,  
riaditeľ B+R automatizácie, s.r.o. – o. z.

Mík Pavel,  
obchodný riaditeľ ABB, s.r.o.

Ing. Széplaky Ladislav,  
riaditeľ Emerson Process Management, s.r.o.

### Redakcia

ATP Journal  
Galvaniho 7/D  
821 04 Bratislava  
tel.: +421 2 32 332 182  
vydavatelstvo@hmh.sk  
www.atpjournalsk

Ing. Anton Géner, šéfredaktor  
gener@hmh.sk

Ing. Petra Valiauga, odborná redaktorka  
petra.valiauga@hmh.sk

Dagmar Votavová, obchod a marketing  
podklady@hmh.sk, mediamarketing@hmh.sk

Mgr. Radka Ivaničová, marketingový špecialista  
radka.ivanicova@hmh.sk

Zuzana Pettingerová, DTP grafik  
dtp@hmh.sk

Mgr. Bronislava Chocholová, PhD.  
jazyková redaktorka

### Vydavateľstvo

HMH, s.r.o.  
Galvaniho 7/D  
821 04 Bratislava  
IČO: 31356273

Vydavateľ periodickej tlače nemá hlasovacie práva  
alebo podiely na základnom imaní žiadneho vysielaťa.

### Spoluzakladateľ

Katedra ASR, EF STU  
Katedra automatizácie a regulácie, EF STU  
Katedra automatizácie, ChtF STU  
PPA CONTROLL, a.s.

Zaregistrované MK SR pod číslom EV 3242/09 & Vychádza mesačne & Cena pre registrovaných čitateľov 0 € & Cena jedného výtlačku vo voľnom predaji: 3,30 € + DPH & Objednávky na ATP Journal vybavuje redakcia na svojej adrese & Tlač a knižárske spracovanie KASICO a.s. & Redakcia nezodpovedá za správnosť inzerátov a inzertných článkov & Nevyžiadané materiály nevraciam & Dátum vydania: august 2024

ISSN 1335-2237 (tlačaná verzia)  
ISSN 1336-233X (on-line verzia)



SCHUNK



## Robustný a flexibilný

Utesnený, elektrický univerzálny  
uchopovač EGU s dlhým, voľne  
programovateľným zdvihom.

[schunk.com/egu](https://schunk.com/egu)

Hand in hand for tomorrow



Optimalizujeme  
vašu **konkurenčnú**  
**výhodu**  
na dennej báze



**ProCS, s.r.o.**  
**Kráľovská ulica 8/824**  
**927 01 Šaľa**

+421 31 7731 100  
info@actemium.sk  
www.actemium.sk