



Vodíkové hospodárstvo

V posledných dvoch desaťročiach došlo k masívnej inštalácii nových obnoviteľných zdrojov energie, a to nielen v oblasti malých zdrojov. Najväčšie elektrárne na svete majú inštalovaný výkon aj niekoľko GW, napr. solárna elektráreň Xinjiang Solar Farm v Číne spustená do prevádzky v lete 2024 až 3,5 GW, solárny park Bhadla v Indii, ktorého štvrtá fáza bola spustená do prevádzky v roku 2021, má inštalovaný výkon 2,245 GW. Veterné farmy disponujú o niečo menším výkonom, ale rádovo už tiež dosahujú GW, napr. veterná farma Hornsea pri pobreží Spojeného kráľovstva, ktorej prvá fáza má inštalovaný výkon 1,32 GW. Elektrárne v EÚ sa k týmto číslam len približujú, napr. Solarpark Witznitz v Nemecku (2024) s inštalovaným výkonom 605 MW, o niečo starší Rätești Solar Park v Rumunsku (2023) s výkonom 155 MW alebo niekoľko novovybudovaných elektrární na Balkáne, napr. Apriltsi Solar Power Plant v Bulharsku (2024) s inštalovaným výkonom 400 MW.

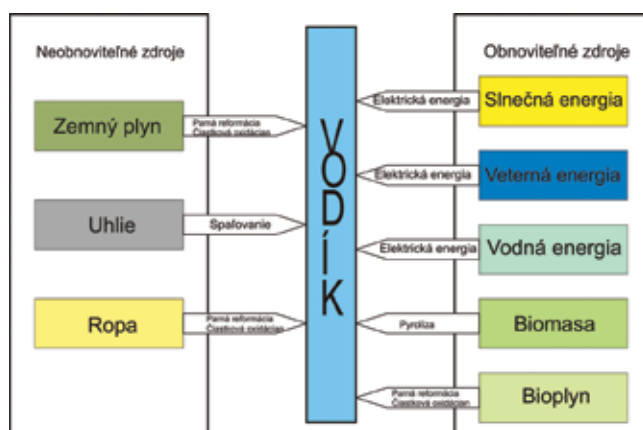
Táto tendencia je dôsledkom viacerých faktorov – využívania rôznych foriem finančnej podpory, výrazného napredovania technológií a zároveň poklesu cien týchto technológií a v neposlednom rade trendu orientácie na čistejšiu energiu. Z globálneho hľadiska sa podiel OZE na výrobe elektrickej energie zmenil takto – v roku 2014 predstavoval podiel 28,2 % a v roku 2023 dosiahol 43 %, pričom nárast v EÚ bol v roku 2014 40 % a v roku 2023 až 57,7 %, v krajinách Ázie stúpol podiel z 25,7 % (2014) na 43,4 % (2023) [1]. So zvyšujúcou sa mierou integrácie OZE do energetických systémov sa čoraz viac diskutuje o ich ekonomickej efektívnosti či vplyve na elektrizačnú sústavu a životné prostredie.

Obnoviteľné zdroje energie kladú zvýšené nároky na elektrickú sieť, do ktorej sú pripojené, a to najmä z dôvodu kolísavého výkonu a neharmonických prúdov. Zlá predikovatelnosť výroby a negatívny vplyv OZE na sústavu možno zmierniť napr. aj prostredníctvom akumulácie elektrickej energie a jej následného využitia, predovšetkým v špičkových odberoch. Budovanie batériových úložísk predstavuje kľúčový prvok pre stabilizáciu elektrizačnej sústavy a okrem technických problémov treba spomenúť, že umožňujú obchodovanie s elektrinou a poskytujú služby primárnej a sekundárnej regulácie. Ďalšou z možných metód uchovávaní energie, na ktoré sa upriamuje pozornosť hlavne EÚ, je využitie vodíka. Treba upozorniť, že vodík je len nosič energie, nie jej zdroj.

Výroba vodíka

Vodík možno vyrábať a následne premieňať na využiteľnú energiu pomocou rôznych druhov energetických zdrojov, ako sú obnoviteľné zdroje či jadrové a fosílné palivá, a to za použitia širokej škály technologických procesov (obr. 1).

Elektrolýza, ktorá patrí medzi najstaršie metódy výroby vodíka, sa považuje za bezemisný proces, ak elektrická energia na napájanie elektrolyzéra pochádza z OZE. Elektrický prúd vyvoláva rozklad chemickej väzby vody na vodík a kyslík, ale v súčasnosti len okolo 4 % vyrobeného vodíka vzniká elektrolýzou. Pri súčasných technologických možnostiach sa dosahuje účinnosť medzi 50 až 60 % a na výrobu 1 kg vodíka je potrebných 9 l vody a približne 50 kWh elektrickej energie.



Obr. 1 Možnosti výroby vodíka

Výroba vodíka z fosílnych palív prebieha v súčasnosti najmä parným reformingom, ktorý je však považovaný za jeden z najviac znečisťujúcich spôsobov. Takto získaný vodík sa označuje ako sivý vodík (tab. 2). Na jeho produkciu sa najčastejšie využíva zemný plyn, pričom základom procesu je endotermická reakcia medzi vodnou parou a metánom. Účinnosť sa pohybuje okolo 75 %, ale proces je spojený s vysokou produkciou CO₂ – na výrobu 1 kg vodíka pripadá 9 – 12 kg CO₂. V súčasnosti sa parný reforming dopĺňa technológiami CCS (Carbon Capture and Storage – zachytávanie a ukladanie CO₂) alebo CCU (Carbon Capture and Utilization – zachytávanie a využitie CO₂), ktoré umožňujú znížiť emisie CO₂. Vodík vyrobený týmto spôsobom sa označuje ako modrý vodík (tab. 2).

Priama disociácia vody prostredníctvom termolýzy nie je na získavanie vodíka prakticky využiteľná vzhľadom na potrebu veľmi vysokej teploty (nad 2 500 K) a nízky podiel vodíka pri dosiahnutí termodynamickej rovnováhy (5 – 6 %). Tieto nevýhody je možné prekonať aplikáciou termochemickej cyklov štiepenia vody (WSTC – Water Splitting Thermo-Chemical Cycles). Voda sa pri nich rozkladá na vodík a kyslík prostredníctvom série chemických reakcií.

kých reakcií pri použití medziproduktov, ktoré sa recykľujú. Termochemické cykly sa považujú za perspektívnu technológiu hlavne na veľkokapacitnú výrobu vodíka. V porovnaní s elektrolyzou dokážu WSTC priamo premieňať nízkoúrovňové tepelné zdroje na chemickú energiu vo forme vodíka a kyslíka. Z množstva známych WSTC (viac ako sto) vyberáme dva z najperspektívnejších: dvojstupňový Westinghouseov cyklus (WH cyklus) a trojstupňový sirno-jódový cyklus (SI cyklus).

SI cyklus	WH cyklus
$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2$
$\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (Bunsenova reakcia)	$\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$
$2\text{HI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2$	

Tab. 1 Chemické reakcie vybraných WSTC

Potrebná tepelná a elektrická energia (v prípade hybridných WSTC, ktoré zahŕňajú aj elektrolytický krok, ale rozkladné napätie je nižšie ako pri elektrolyze vody) môže byť zabezpečená obnoviteľnými zdrojmi, konkrétne sústredeným slnečným žiarením.

Problematikou vodíka sa zaoberajú aj viaceré dokumenty EÚ, spomenieme najmä smernicu RED (Renewable Energy Directive), ktorá podporuje využívanie obnoviteľných zdrojov energie a vodíka. V roku 2023 bola rozšírená v rámci RED III, ktorá stanovuje ambicióznejšie ciele využitia obnoviteľného vodíka najmä v priemysle a doprave. Do roku 2030 by mal obnoviteľný vodík tvoriť minimálne 42 % vodíka používaného v priemysle (v súčasnosti je to len okolo 4 %). RED tiež definuje pomerne prísne kritériá pre vodík z OZE (RFNBO – Renewable Fuel of Non-Biological Origin, obnoviteľné palivo neživočíšneho pôvodu) vrátane požiadaviek na dodatočnosť, časovú koreláciu a geografickú blízkosť výroby elektriny, čo môže obmedziť regióny, ktoré nemajú dostatočný potenciál OZE. Požiadavka dodatočnosti je tiež veľmi obmedzujúca – hovorí, že elektrina použitá na výrobu obnoviteľného vodíka musí pochádzať z obnoviteľného zdroja, ktorý nebol uvedený do prevádzky viac ako 36 mesiacov pred začatím prevádzky elektrolyzéra. Obhajobou tohto pravidla je, že má zabezpečiť neodčerpanie elektriny z existujúcich OZE (ktoré už dodávajú do siete) na výrobu vodíka a má motivovať k výstavbe nových kapacít. Dodatočnosť má zaručiť, že zelený vodík bude skutočne dodatočným prínosom pre dekarbonizáciu, a nie konkurenciou. Požiadavka časovej korelácie znamená, že energia musí byť vyrobená v rovnakom čase, ako prebieha samotná výroba vodíka, teda napr. elektrolyzér môže vyrábať RFNBO vodík len vtedy, keď práve vyrába aj solárna alebo veterná elektrárňa, ktorá mu dodáva elektrinu. Požiadavka časovej korelácie má prechodné obdobie (do 2030), keď sa povoľuje korelácia v mesačnom alebo kvartálnom rozsahu. A opäť na obhajobu tohto pravidla uvádzame – treba zabezpečiť, že výroba RFNBO nezaťažuje sieť a

Farebný typ	Popis
Sivý vodík	Vodík sa vyrába z fosílnych palív, najmä zo zemného plynu procesom parného reformingu, pričom sa nevyužívajú žiadne technológie na zachytávanie skleníkových plynov.
Hnedý/čierny vodík	Vodík je splyňovaný z uhlia a je považovaný za najviac škodlivý pre životné prostredie.
Modrý vodík	Vodík sa vyrába zo zemného plynu, ale s využitím technológií CCS (Carbon Capture and Storage) alebo CCU (Carbon Capture and Utilization), ktoré umožňujú zachytiť až 90 – 95 % emisií CO_2 .
Zelený vodík	Energia potrebná na jeho výrobu pochádza z OZE.
Žltý vodík	Vodík sa vyrába elektrolyzou, pri ktorej je zdrojom elektrickej energie solárna energia.
Ružový vodík	Vodík sa vyrába elektrolyzou, pri ktorej sa využíva elektrická energia z jadrových elektrární alebo vysokoteplotná elektrolytická para z jadrových reaktorov. Vďaka nízkym emisiám počas výroby sa považuje za nízkoemisný vodík.

Tab. 2 Opis vybraných typov farebného značenia vodíka

nespôsobuje nepriamu spotrebu elektriny z fosílnych zdrojov, t. j. vodík má byť vyrábaný skutočne v čase, keď je k dispozícii čistá energia. Tu by sme si dovolili poznamku – OZE bývajú často označované za bezemisné. LCA – analýza životného cyklu, ktorá sa často používa ako nástroj na dokazovanie „zelenosti“, však zahŕňa tri fázy – výstavbu, prevádzku a demontáž. Pri prevádzkovej fáze OZE je ich vplyv naozaj minimálny, ale bolo by vhodné zohľadniť aj ich výrobu, ktorá by mala zahŕňať aj ťažbu potrebných nerastov a uloženie či v lepšom prípade zrecyklovanie použitých materiálov, ktoré by nemalo byť len v tom, že sa technológia nahradí novšou a staršia sa posunie do inej krajiny. Okrem týchto prísnych kritérií smernica vyžaduje aj pomerne rozsiahle monitorovanie, vykazovanie a certifikáciu, čo predstavuje značnú byrokratickú záťaž a tým zníženie konkurencieschopnosti najmä menších výrobcov. Smernica tiež výrazne preferuje zelený vodík (tab. 2), čím znevýhodňuje iné nízkoemisné technológie, pričom aj jeho výroba musí spĺňať kritérium, že nesmie prekročiť 3,38 kg CO_2 na 1 kg vodíka.

Vodíkové hospodárstvo

Pod vodíkovým hospodárstvom rozumieme nahradenie fosílnych palív v energetike a iných priemyselných aplikáciách vodíkom. Využívanie vodíka ako nosiča energie možno zjednodušene vyjadriť vodíkovým cyklom, ktorý pozostáva z nasledujúcich fáz: výroba, uskladnenie, preprava a konečné využitie.

Hlavnou myšlienkou využívania vodíka v energetike je jeho spojenie s obnoviteľnými zdrojmi, a teda s možnosťou skladovania čistej energie. Vodík možno produkovať rôznymi technologickými procesmi, na základe ktorých môžeme možnosti výroby rozdeliť na výrobu vodíka z fosílnych a jadrových palív a z obnoviteľných zdrojov energie. Momentálne sú najviac využívané technológie priamej výroby vodíka z fosílnych palív a len 4 % celosvetového objemu výroby predstavuje elektrolyza. Celosvetová produkcia vodíka dosiahla v roku 2023 približne 97 Mt, pričom menej ako 1 Mt (teda len okolo 1 %) pochádzala z nízkouhlíkových zdrojov, za ktoré sa považuje zelený a modrý vodík [2]. Využívanie fosílnych palív pri výrobe vodíka je v súčasnosti podmienené hlavne cenou.

V súčasnosti je podľa viacerých voľne dostupných zdrojov až 95 % celosvetovo vyprodukovaného vodíka spotrebovaného na mieste výroby, pričom v mnohých prípadoch ide len o krátkodobé skladovanie. Preprava vodíka súvisí so spôsobom, ako uskladňujeme vyrobený vodík, teda či je prepravovaný vo forme plyného alebo kvapalného skupenstva alebo je viazaný na inú látku.

V závislosti od formy skladovania rozlišujeme:

- Skladovanie vodíka v plynnom skupenstve:** momentálne najviac využívaný spôsob skladovania. Skladovanie v plynnej forme môže využívať klasické nádoby so špeciálnymi ventilmi (podiel vodíka na celkovej hmotnosti pri využití ocelových nádob je 1 %), alebo je možné využitie ľahších nádob na báze uhlíka. V prípade veľkokapacitného skladovania možno využívať podzemné úložiská (pozostatky solných baní a ložísk zemného plynu).
- Skladovanie vodíka v kvapalnom skupenstve:** proces je finančne a energeticky náročnejší, nakoľko je potrebné ochladenie vodíka pod jeho teplotu varu ($-252,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Proces skvapalňovania vyžaduje využívanie vodíka s vyššou čistotou v porovnaní s uložením v plynnej forme.
- Skladovanie vodíka viazaného v hydridoch kovov a alkalických zemín:** výhodou takého uskladnenia vodíka je hlavne bezpečnosť. Princíp je založený na absorpcii vodíka materiálmi pri istých podmienkach (teplota, tlak). Vodík zostáva následne naviazaný na štruktúru pôvodného materiálu pri normálnej teplote a tlaku, vďaka čomu odpadáva potreba zvýšených skladovacích nárokov. Dej je vratný, teda pri zmene podmienok dochádza k spätnému uvoľneniu vodíka z chemických štruktúr materiálu. Problém predstavuje väčší objem a hmotnosť, ktoré sú potrebné na uskladnenie rovnakého množstva vodíka v porovnaní s kvapalným skupenstvom.

Možnosti prepravy vodíka:

- Preprava vodíkovými plynovodmi:** v súčasnosti sa uvažuje nad výstavbou len na miestach s vyššou koncentráciou výroby aj spotreby vodíka na menšom území. Problémy tejto prepravy sú vodíkové krehnutie, korózia a požiadavky na tesnosť.

- **Preprava v tlakových nádobách:** rozlišujeme prepravu v menších tlakových a veľkokapacitných nádobách. Preprava vodíka po cestných komunikáciách súvisí s technikou uskladnenia vodíka (plynné, kvapalné skupenstvo) a prepravou využívaných zásobníkov. Cena takto prepravovaného vodíka sa zvýši približne o 2,5-násobok výrobnéj ceny. Pre prepravu vodíka platia vo všeobecnosti rovnaké podmienky ako pre prepravu malo- a veľkokapacitných nádob, napríklad so zemným plynom, metánom a inými výbušnými plynmi.

Aj čo sa týka prepravy, má EÚ pripravený plán, ktorým je EHB (*European Hydrogen Backbone* – európska vodíková chrbtica); jeho cieľom je vybudovanie európskej infraštruktúry na prepravu vodíka, pričom tri štvrtiny majú byť založené na existujúcej infraštruktúre (z existujúcich plynovodov, čo má výrazne znížiť náklady na výstavbu). Prioritne má prepravovať zelený a modrý vodík (tab. 2), pričom sa očakáva, že cena distribúcie vodíka bude 0,11 až 0,21 €/kg/1 000 km, čo by malo byť konkurencieschopné s dnešným plynom. Celkovo má ísť o sieť tzv. koridorov, ktoré budú mať viac ako 53 000 km. EHB má prepojiť oblasti s vysokým potenciálom produkcie vodíka (napr. severná Afrika, Španielsko, Nórsko, Ukrajina) s industriálnymi regiónmi, kde sa predpokladá veľká spotreba vodíka (Nemecko, krajiny Beneluxu). Slovensko je tiež súčasťou plánovanej siete, pričom chce na prepravu vodíka využiť svoju existujúcu plynárenskú infraštruktúru. Slovenský plynárenský priemysel je aktívnym partnerom iniciatívy a slovenské plynovody získali certifikát umožňujúci distribúciu zemného plynu, biometánu aj vodíka, čo nám umožňuje napojenie na EHB. V súčasnosti je najvypracovanejší koridor E, tzv. stredoeurópsky vodíkový koridor, ktorý by mal slúžiť na prepravu z Ukrajiny (predpokladá sa tam jeho masívna produkcia) cez ČR aj SR k najväčšiemu odberateľovi, ktorým je Nemecko.

Záver

Predpokladá sa, že vodík bude zohrávať jednu z kľúčových úloh v dekarbonizácii európskej energetiky, priemyslu a dopravy. EHB predstavuje ambiciózne plán vybudovania rozsiahlej potrubnej siete, ktorá prepojí producentov a spotrebiteľov vodíka naprieč kontinentom. Slovensko má vďaka existujúcej plynárenskej infraštruktúre strategickú pozíciu na zapojenie sa do tejto siete. Uvidíme, či sa podarí plány naplniť.

Podakovanie

Tento článok vznikol vďaka finančnej podpore EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu c. 09I04-03-V02-00033.

Tento článok podporila Agentúra na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0157 pre projekt Efektívne prepojenie energetických systémov miest pomocou pokročilých otvorených technológií.

Literatúra

[1] IRENA. Renewable energy statistics 2024 [online]. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency 2024. [online]. Citované 22. 7. 2025. Dostupné na: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Jul/IRENA_Renewable_Energy_Statistics_2024.pdf.

[2] IEA (2024). Global Hydrogen Review 2024 – Executive summary, International Energy Agency, Paris. Dostupné online na IEA pod licenciou CC BY 4.0.

[3] EURÓPSKY PARLAMENT a RADA EÚ. Smernica (EÚ) 2018/2001 z 11. decembra 2018 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov (prepracované znenie). Úradný vestník Európskej únie, L 328, 21. 12. 2018, s. 82 – 209. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>.

doc. Mgr. Miroslava Farkas Smítkova, PhD.

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Slovenská technická univerzita v Bratislave
Ilkovičova 3, 841 04 Bratislava
E-mail: miroslava.smítkova@stuba.sk

eSmart

intelligentné riešenie pre automatizovaný zber, prenos a spracovanie dát z fakturačných elektromerov

Určený najmä pre prevádzkovateľov miestnych distribučných sústav (MDS), výrobcov elektriny (FtE, MVE, KGJ, BPS), ako aj pre priemyselné areály, obchodné a biznis centrá.

- zohľadňuje legislatívne požiadavky OKTE, SEPS, ÚRSO a metrológie
- zabezpečuje automatický prenos 15-minútových dát, ich archiváciu, vyhodnotenie a export vo formátoch xls, csv alebo cez API.
- odosielanie údajov na OKTE/SEPS,
- podporuje fakturáciu a prediktívne riadenie spotreby
- vysoká dostupnosť, bezpečnosť a škálovateľnosť vďaka cloudovej architektúre
- umožňuje sledovanie MRK, integráciu batériových úložísk a lokálnych zdrojov
- flexibilné riešenie, prispôsobiteľné individuálnym potrebám klientov.



eSmart – technologicky efektívne a legislatívne spoľahlivé riešenie pre energetiku budúcnosti



eSmart energy s.r.o., Pluhová 50/A, 831 03 Bratislava
info@esmart.sk | www.esmart.sk

| atp | journal |

5/2025

PRÍEMYSELNÁ AUTOMATIZÁCIA, INFORMATIKA A ÚDRŽBA

Andrej Lasz: Elektrotechnika je a zostane srdcom moderného priemyslu

ACOPOSTRAK

Neprekonateľná efektívnosť vo výrobe



B&R

A member of the ABB Group



bezplatná registrácia

INTERVIEW

4 Ak sú náklady na pracovnú silu vysoké, hľadá sa priestor na automatizáciu a digitalizáciu

APLIKÁCIE

50 Schopný tím a kvalita. To sú silné stránky Actemium Slovakia.

6 Udržateľné riešenie pre logistiku: dobijacie stanice s fotovoltikou a batériovým úložiskom

9 Medeko Cast – nižšie náklady vďaka batériovým úložiskám brAln

10 Moderné technológie posúvajú Mondi SCP v Ružomberku medzi svetovú špičku

14 Inovácie vo valcovní rúr

ENERGETICKÉ SYSTÉMY A INTELIGENTNÉ SIETE

16 Čo môže byť lacnejšie na drahej elektrine?

19 Stabilita dodávky energií: faktor, ktorý sa nedá získať len za peniaze

20 Obojsmerná konverzia energie v batériových úložiskách

22 BlackOut 2025 na Pyrenejskom polostrove, jeho opis a úvaha o jeho elektroenergetických príčinách (1)

UMELÁ INTELIGENCIA ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE

25 Agenti umelej inteligencie zmenia tvár priemyslu (2)

26 Úložiská energie z pohľadu firmy Rittal a jej riešenia



27 Systém pro M compact® InSite na meranie elektrického výkonu a spotreby v rozvážačoch

28 Pokročilá precízna technológia PowerNex

29 DEHN chráni Gotthardský tunel – kľúčovú tepnu európskej železničnej dopravy

30 Nový rad praktických záznamníkov prúdu a napätia Chauvin Arnoux L411, L412, L461

31 Vodíkové hospodárstvo

35 Prečo môže byť Active Directory najslabším článkom bezpečnosti OT siete?

36 Hacktivistí menia taktiku – ich cieľom sú čoraz častejšie priemyselné podniky

38 Školenie Eplan ma posunulo výrazne vpred

39 IFS Cloud: Kľúč k digitálnej transformácii stavebných firiem

40 MATLAB Copilot – UI asistent optimalizovaný pre MATLAB

41 Predĺžte životnosť svojho systému aj po ukončení podpory Windows 10!

42 Radarové senzory zvyšujú spoľahlivosť a efektívnosť

43 Bezkontaktné meranie veľkých vzdialeností

44 Efektívnosť sa stretáva s presnosťou: riešenia upínania a automatizácie pre každý výrobný proces

45 Riešenie bezpečnosti v automatizovaných intralogistických procesoch

46 Transformácia výrobnéj linky na výrobnú sieť

48 IIoT a Industrial Edge umožňujú využiť potenciál skrytý v prevádzkových údajoch

54 Lidri oceľarskeho priemyslu už využívajú umelú inteligenciu aj digitálne dvojčatá

49 Inovatívne riešenie na priemyselné meranie: ultrazvukový prietokomer DUC

47 Prvý ročník KOBEST spojí teoretické znalosti s praktickými skúsenosťami

57 MSV 2025: Technológia, silný program plný noviniek aj príležitosti pre networking

8 ZEP SR: Férové podnikanie, inovácie a spolupráca

58 Trestnoprávna zodpovednosť stavebných inžinierov

59 Martinovo okno (3)

60 Elektrotechnické STN - júl, august

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE KYBERNETICKÁ BEZPEČNOSŤ

PRÍEMYSELNÝ SOFTVÉR

SNÍMAČE

STROJNÉ ZARIADENIA A TECHNOLOGIE

PRÍEMYSEL 4.0

PREVÁDZKOVÉ MERACIE PRÍSTROJE PODUJATIA

ODBOROVÉ ORGANIZÁCIE

VZDELÁVANIE, LITERATÚRA

PARTNERSKÉ ORGANIZÁCIE ATP JOURNAL

