

2
2018



TŘÍPÓL

www.tretipol.cz

Časopis pro studenty o vědě a technice / Zdarma

100

STOLETÍ
ELEKTRINY
V ČESKU

JAK SE STAVÍ ITER

**ELEKTRÁRNA MEZI
DVĚMA ŘEKAMI**

**ROBOT, DRON
A VRTULNÍK**

**JAK NAUČIT ČÁSTICE
TANČIT**



Studenti Letní univerzity poslouchají výklad v plnorozsahovém simulátoru velína Jaderné elektrárny Temelín (foto ČEZ)

Obsah

- 2 Koupaliště vyměnili za jaderný reaktor
- 3 Jaderné palivo odolné proti nehodám
- 4 Jak se staví budova tokamaku ITER
- 6 Robot, dron a vrtulník hledaly zdroj radioaktivity
- 8 Obří lodní výtah Niederfinow zlepšil evropskou lodní dopravu
- 10 Století elektřiny v Česku (Československu)
- 12 Stoleté elektrárny u nás spolehlivě slouží
- 14 Světová premiéra autonomní tramvaje
- 15 Klimatizace ochlazují podniky i domácnosti už 116 let
- 16 Největší lom na kaolin ve střední Evropě
- 17 Vynález Viagry je jedním z největších náhodných objevů v medicíně
- 18 Unikátní elektrárna mezi dvěma řekami
- 19 Jak naučit nanočástice tančit
- 20 Na co všechno může být rentgen

Koupaliště vyměnili za jaderný reaktor

Marek Sviták

Mohli se koupat, opalovat a užívat si zasloužené prázdniny. Místo toho se 35 studentů z deseti českých fakult rozhodlo učit. A nelitují. Zvyšují si svoje šance na budoucí pracovní uplatnění. Na temelínské Letní univerzitě strávili studenti dva týdny. 3. srpna jejich letní studium ukončil závěrečný test.

Podívali se k jadernému reaktoru, navštívili vnitřek chladicí věže a viděli i odkrytou turbínu. Vedle toho absolvovali desítky přednášek a potkali řadu zajímavých osobností. V závěrečný den Letní univerzity se studentům představila i předsedkyně Státního úřadu pro jadernou bezpečnost Dana Drábová. „Je jiná doba a dnešní studenti jsou bezesporu jiní, než když jsem studovala. Ale stejně jako kdysi my, mají zájem o to, jaký bude svět kolem nich. Proto je důležité poskytnout jim pohled na širší souvislosti toho, jak energetika ovlivňuje náš každodenní život,“ řekla předsedkyně českého jaderného dozoru.

Denní program studentů trval dvanáct hodin

S programem byli účastníci spokojeni. „Studium na škole je hlavně o teorii. V Temelíně jsme měli možnost poznat přímo praxi. Energetika mě baví a ČEZ je jedním z potenciálních zaměstnavatelů do budoucna. Program univerzity byl velmi pestrý, pokud jde o témata přednášek, ale

i vlastní prohlídky provozu a dobře připraven byl i doprovodný program,“ zhodnotil netradiční univerzitu jednadvacetiletý Jiří Jarošík, student Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT.

Letos máme královnu

Králem (královnou) Letní univerzity se stala studentka druhého ročníku Západočeské univerzity strojní fakulty Eva Berková. Správně odpověděla na 24 z 26 otázek. „Bylo potřeba během přednášek i exkurzí dávat pozor. Hodně mě zaujal profesionální přístup a odbornost zdejších pracovníků,“ uvedla třiadvacetiletá studentka.

Většinu studentů čekají ještě tři roky studia. Pak se možná na Temelín vrátí. Podle zdejších personalistů mají absolventi velkou šanci získat v ČEZ další uplatnění. Společnost ČEZ patří k největším českým zaměstnavatelům. Společnosti Skupiny ČEZ zaměstnávají více než 29 tisíc zaměstnanců. Aktuálně nabízí 114 volných pozic, z toho 13 v Jaderné elektrárně Temelín. ■

2/2018

TŘÍPÓL Časopis pro studenty o vědě a technice. Součást vzdělávacího programu Svět energie pro ČEZ, a. s. Vydává: Simopt, s.r.o., Tábor. ISSN 2464-7888

Redakční rada: Šárka Beránková, Doc. Jan Obdržálek, Marina Hofmanová, Jan Píšala, Edita Bromová, Ing. Michael Sovadina, Šéfredaktorka: Marie Magdaléna Dufková
Grafická úprava a sazba: Simopt, s.r.o.
Kopírování a šíření pro účely vzdělávání dovoleno. Za správnost příspěvků ručí autoři. Kontakt: tretipol@volny.cz, +420 602 769 802, www.tretipol.cz



▶ Testovací reaktor ATR
(Zdroj: Idaho National Laboratory)

Jaderné palivo odolné proti nehodám

Marie Dufková

V americkém reaktoru ATR (Advanced Test Reactor) Národní laboratoře v Idahu se právě testuje nový typ jaderného paliva, tzv. palivo odolné proti nehodám (ATF, Accident Tolerant Fuel). Palivo se vyvíjí v rámci programu amerického ministerstva energetiky (DOE), jehož cílem je komercializace ATF do roku 2025. Francouzská společnost FRAMATOME testuje v laboratoři dva nové koncepty: povlak palivových proutků z chromu, který je navržen tak, aby chránil palivo před poškozením a oxidací při vyšších teplotách; a palivové pelety dopované chromem, u nichž se předpokládá, že budou mít delší životnost a budou lépe pracovat za havarijních podmínek.

Dvacet šest miniaturních palivových tyčí se testuje ve speciálním testovacím obvodu, který napodobuje podmínky chladicího okruhu běžného energetického lehkovodního reaktoru. Reaktor ATR může simulovat rychlé stárnutí paliva tak, že poškození neutrony, které by trvalo roky, se projeví již za několik měsíců. Údaje o chování paliva se pak vyhodnotí a budou podkladem pro Jadernou komisi USA (Nuclear Regulatory Commission, období našeho SÚJB) při žádosti o licencování nového typu paliva.

ATF využívají pokročilé konstrukce povlakových materiálů a konstrukcí palivových pelet pro zvýšení bezpečnosti a výkonu jaderného paliva. Mají potenciál vydržet ztrátu chlazení v aktivní zóně reaktoru po delší čas než současné typy paliva, a tím rozšířit stávající bezpečnostní rezervu pro jaderné elektrárny. Také díky své delší životnosti mohou zlepšit výkon stávajících jaderných elektráren a připravit cestu pro licencování paliv pro pokročilé reaktory.

Současný experiment by měl běžet až do ledna 2021

Zároveň se v reaktoru Hatch v Georgii testují další palivové tyče z jiných ATF, které byly vyvinuty v rámci programu ATF DOE. Vzorky paliv se pak použijí při dalších zkouškách na zkušebním zařízení Transient Reactor Test Facility, také v Idaho National Laboratory, aby se stanovily jejich bezpečné provozní limity. Program ATF byl zahájen po nehodě Fukushima Daiichi v roce 2011 a jeho cílem je demonstrovat schopnosti technologie ATF do roku 2022 a komerční nasazení do roku 2025. Zrychlený časový rámec je rozhodující pro to, aby prospěch z nového paliva měla ještě stávající flotila energetických jaderných reaktorů, licencovaných do třicátých let 21. století.

Varianty ATF

Některé z technologií, které přicházejí v úvahu, zahrnují nátěry stávajících zirkoniových povlaků palivových tyčí, vývoj alternativních povlaků, jako jsou povlaky ze slitin karbidu křemíku (SiC)

a slitin na bázi molybdenu, plášť ze slitiny FeCrAl, či přísady do uranových pelet. IronClad, materiál pokrytí palivových článků z ferritické oceli, je speciálně odolný proti oxidaci za vysokých teplot a má vynikající parametry při provozu za širokého rozpětí provozních podmínek. ARMOR, zirkonové pokrytí, zajišťuje zvýšenou ochranu palivových tyčí proti otěru a je rovněž odolný oxidaci.

Co musí Accident Tolerant Fuel umět

- Být odolný k velmi vysokým teplotám (více než 1 700 °C)
 - Zvýšit zadržení štěpných produktů v náročných podmínkách z minut na hodiny resp. dny
 - Omezit reakci pokrytí paliva s vysokoteplotní párou a tím snížit tvorbu vodíku
 - Zlepšit interakci palivo-pokrytí při výkonech za extrémních podmínek
 - Zlepšovat ekonomiku provozu za normálních provozních podmínek
- Kongres schválil a prezident podepsal v letošním roce na podporu vývoje ATF 85 milionů dolarů. ■



◀ V dolní části tokamakové jámy můžeme nyní rozpoznat vnitřní prstenec betonu a radiální stěny. (Credit © ITER Organization, <http://www.iter.org/>)

Jak se staví budova tokamaku ITER

Milan Řípa

V prostoru budoucího reaktoru tokamaku ITER se staví ve třísměnném režimu – dvě plné pracovní směny ve dne a třetí směna v noci. Ta je věnovaná nastavování pohyblivého lešení a bednění při přípravě na úkoly následujícího dne. Všichni usilují o splnění důležitého termínu v kalendáři stavby ITER: březen 2020. Pro hlavní instalační činnosti bude zapotřebí mít hotovou cestu pro první pohyb jeřábu mezi Montážní halou (Assembly Hall) a Budovou tokamaku (Tokamak Building). Dnes tu pracuje více než 2 000 osob, ale v příštích měsících se tato oblast staveniště zaplní lidmi ještě více.

První co se staví je základ kryostatu. Hotové biologické stínění je prozatím dočasně přikryté víkem, které chrání pracovníky pracující v podzemních úrovních stavby. Když se Budova tokamaku dostaví po celém obvodu (přizpůsobí se výšce a šířce Montážní haly v pozadí), bude odstraněno dočasné víko, černá textilní stěna na Montážní hale bude svinuta a kolejnice jeřábu budou prodlouženy z Montážní haly přes tokamakovou jámu (Tokamak Pit). Pak se začnou instalovat těžkotonážní výtahy.

Hala odvodňovací nádrže

Šestnáct metrů široká a jedenáct metrů vysoká hala slouží k uložení sedmi zásobníků potřebných pro rozvod chladicí vody

a pro regulaci jejího tlaku ve vakuové nádobě. Vysoké pláty z nerezové oceli pokrývají dolní část stěn a podlahu (nyní při natírání jsou před stříkající barvou chráněné krytem) a kvůli ukotvení bylo instalováno 800 zapuštěných desek. Dodavatelé právě dokončují natírání stěn haly. Od srpna se jedna po druhé instalují nádrže – spouštějí se do haly otvorem ve střeše.

Prstenec betonu v tokamakové jámě

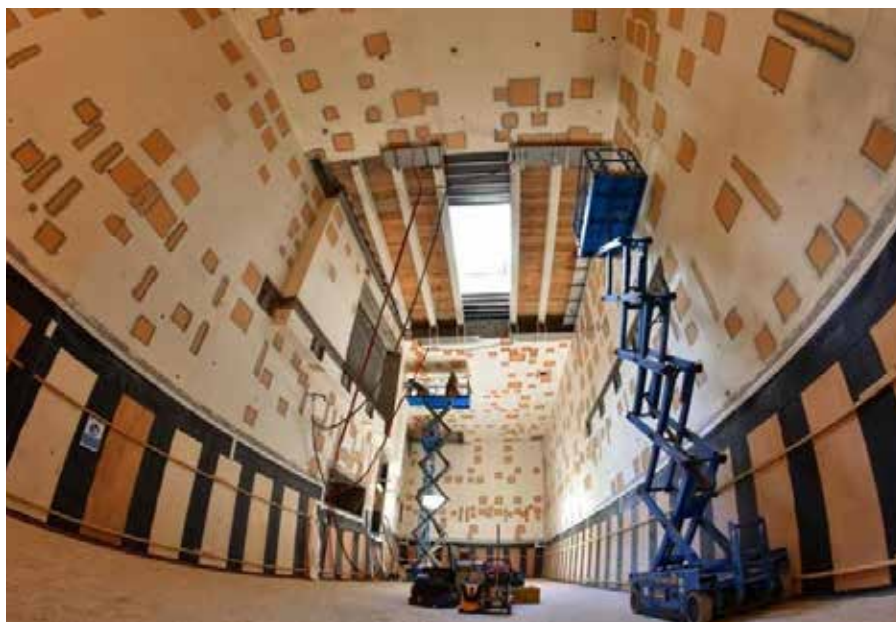
Jedná se o betonovou korunu pevně spojenou se zemí a biologickým stíněním, které je rovněž ukotveno v zemi. Vlastní reaktor, z kterého návštěvník uvidí pouze kryostat, bude mít hmotnost 23 000 tun. Těchto 23 000 tun bude

přes ložiska „usazeno“ na zmíněné koruně. Vršek koruny má schodovitý tvar (360° amfiteátr o dvou řadách), který pasuje s opačně schodovitým tvarem spodku – základny kryostatu. Nebýt ložisek, tak by se do sebe více méně zakously schod koruny zespodu a schod základny kryostatu shora, a dvě prstencové plochy schodů koruny a základny kryostatu by na sebe dosedly bez možnosti vzájemného pohybu. Díky ložiskům se ale kryostat spolu s celým reaktorem bude „vznášet“ nad korunou (valit po koruně) na ložiskách a pohyb po ložiscích bude kompenzovat síly vznikající při činnosti reaktoru. Kryostat s reaktorem uvnitř bude tedy vůči koruně uložen pohyblivě. Ložiska na vnějším prstenci (schodu) koruny ponosou 23 000 tun! Základna kryostatu bude prvním kusem skládky zvané reaktor tokamaku ITER. Vnitřní prstenec základny kryostatu bude kryt při pohledu shora vnitřní prstenec koruny. Dnes je vnitřní prstenec koruny pokryt kolejnicemi pro kruhový jeřáb. Základna kryostatu tu ještě není hotová.

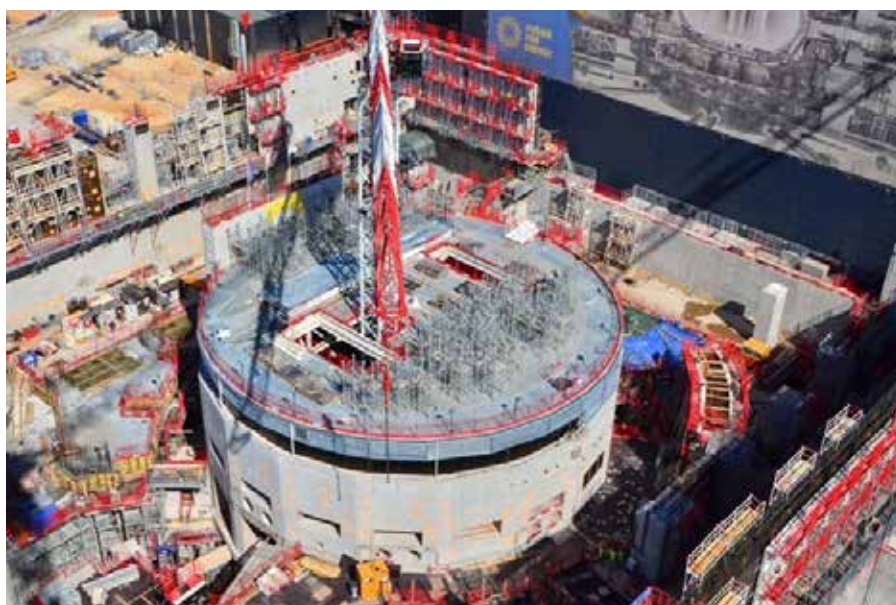
Nebude trvat dlouho a charakteristický válcovitý tvar kryostatu bude skryt v 60 m vysoké Budově tokamaku. Po kolejích bude nejvýkonnější jeřáb na staveništi – tzv. dvojče – navážen jednotlivé komponenty tokamaku z přilehlé Montážní haly a uvnitř kryostatu poroste vakuová komora největšího tokamaku na světě – tokamaku ITER. ■



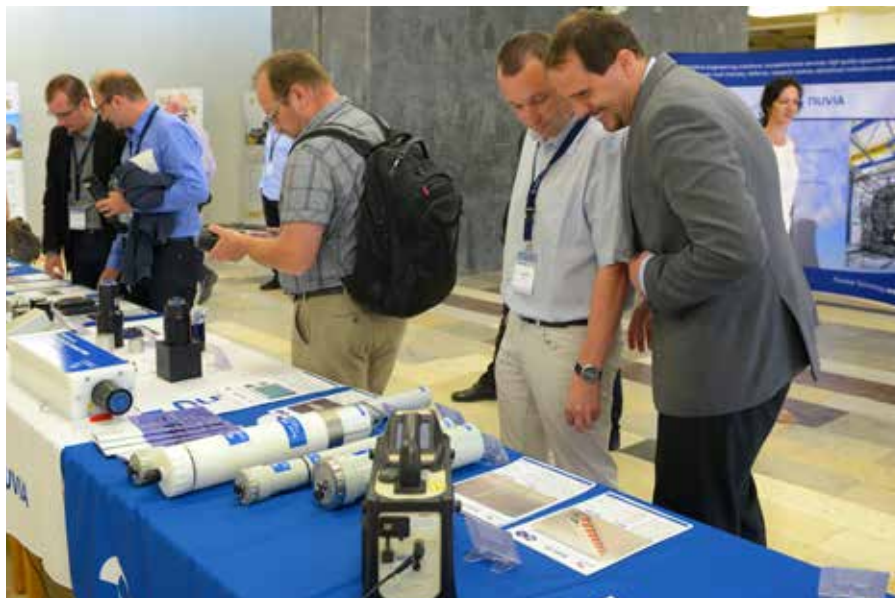
- ✦ Biologické stínění – šestiúrovňová 30 m vysoká stavba uprostřed Budovy tokamaku – bylo dokončeno počátkem tohoto roku. (Credit © ITER Organization, <http://www.iter.org/>)



- ✦ V útrobách Budovy tokamaku se ukrývá zvláštní hala – odvodňovací nádrž. (Credit © ITER Organization, <http://www.iter.org/>)



- ✦ Z vysokého jeřábu je vidět, že biologické stínění nemá přesně válcový tvar, ale tvar osmnáctibokého hranolu (bude tu 18 cívek toroidálního pole). (Credit © ITER Organization, <http://www.iter.org/>)



◀ Na akci RADTECH 2018 si odborníci měli možnost zevrubně prohlédnout různé detektory a další přístroje (foto NUVIA)

s označením BRUS (bezpilotní rotorový univerzální systém). Dron létal nad postiženou oblastí s detekční technologií DRONES-G ve výšce okolo 10 metrů. Zdroj radiace tak zaměřil s přesností na centimetry.

Terénní radiační monitoring

V průběhu dne se na scénu dostala i terénní technika. Jejím úkolem bylo prozkoumat radiační situaci v „zasazeném“ místě. Do akce vyjel čtyřkolový robot Orpheus-X4 vybavený párem kamer a detekčním systémem pro měření gama záření. 58 kg vážícího robota lze ovládat na dálku pomocí vizuální teleprezence, nebo může pracovat v autonomním režimu. Vedle radiačního monitoringu nabízí další široké možnosti využití, je například schopný pomáhat při různých záchranných nebo pátracích operacích. Druhým představeným řešením byl gama spektrometr RADScout, který nese obsluha v batohu na zádech. Jádro této mobilní verze detektoru tvoří výkonný mobilní telefon nebo tablet.

Mobilní vyhodnocovací středisko

Armádním či hasičským odborníkům byla na letišti k dispozici i mobilní plně vybavená laboratoř, v níž mohli přímo na místě za pomoci speciálních přístrojů upravit a vyhodnotit odebrané vzorky. Nakonec museli lidé i použitá technika projít mobilním portálovým monitorem pro kontrolu kontaminace. ■

Robot, dron a vrtulník hledaly zdroj radioaktivity

Noah Žyla

Ztratil se radiační zdroj. Je poškozen a září někde ve volné krajině. Je potřeba jej najít okamžitě. Do akce jsou povoláni Orfeus a skaut – ti prohledávají terén – a pro urychlení startuje do vzduchu letecká patrola a drony. Ne, nepomáhají zálesáci a mytologické osobnosti, ale supermoderní technika. Při simulaci mimořádné události se předvedly technologie třebešické společnosti NUVIA. Česká republika má jeden z nejvypracovanějších systémů monitorování radiační situace na světě.

V polovině června proběhla ve Vyškově na letišti akce RADTECH 2018. Jednotky Integrovaného záchranného systému si společně s výzkumníky vyzkoušely práci s moderními technologiemi a přístroji pro monitorování radiační situace a kontrolu kontaminace radioaktivními látkami. Přihlízející z řad odborné veřejnosti, zástupců armády, hasičských záchranných sborů, policie, Státního úřadu pro jadernou bezpečnost nebo univerzit mohli vidět v akci profesionální radiometrické technologie vyrobené českou společností NUVIA. Cílem simulace bylo představit prostředky pro řešení mimořádné situace, při níž by mohlo dojít ke ztrátě kontroly nad zdrojem ionizujícího záření.

Radiační monitoring ze vzduchu, přesnost na centimetry

Letecká technika byla zastoupena policejním vrtulníkem, který měl na své palubě speciální letecký gama spektrometr RADPatrol-A. Helikoptéra, ve snaze najít záměrně ukrytý

radioaktivní zářič, pročesávala prostor letiště z výšky zhruba 100 metrů. Druhým zástupcem letecké techniky byl bezpilotní prostředek, tzv. dron



◀ Dron se systémem radiačního monitorování DRONES-G (foto NUVIA)



◀ Na palubě vrtulníku je umístěn speciální letecký gama spektrometr RADPatrol-A (foto NUVIA)

Charakteristika jednotlivých technologií:

RADPatrol-A

Systém RADPatrol-A je radiační monitorovací systém určený pro letecký průzkum. Zahrnuje velké množství radiačních detektorů gama záření, nebo neutronových detektorů. Systém lze upevnit na vrtulníky, případně drony s plochými křídly.

Využití:

- Monitoring velké oblasti zasažené radiací a mapování kontaminace
- Vyhledání radioaktivních zdrojů za účelem jejich následné likvidace
- Detekce a identifikace radionuklidů nebo izotopů
- Sledování radioaktivních oblaků a kontaminace vzduchu

RADScout

Jde o systém pro detekci radiace s mnoha funkcemi. Lze jej přepravovat v ruksaku na zádech nebo prostřednictvím dronu. Umožňuje přenos dat přes WiFi, Bluetooth i USB. Je navržený tak, aby bez poškození vydržel pád z jednoho metru.

Využití:

- Nenápadný monitoring radiace díky přístroji ukrytému v ruksaku
- Monitoring těžko dostupných oblastí pomocí dronu
- Vyhodnocení kontaminace za pomoci bezpilotních leteckých prostředků

DRONES-G

Systém radiačního monitorování určený pro bezpilotní letadla (drony s označením BRUS). Poskytuje vynikající výkon pro kontrolu radiace ve volném prostředí, radiační monitoring ve výjimečných situ-

acích a další aplikace. Umožňuje rychlé nasazení, přesné ovládání, automatické prozkoumávání oblasti, rychlé vyhodnocení získaných dat. Váží 2–4 kg, doba provozu modulu je 4 hodiny, provozní teploty: -10 °C až +50 °C.

Využití:

- Průzkum menších oblastí
- Schopnost práce i v zamořeném prostředí
- Vyhledání zdroje radioaktivity

ORPHEUS-X

Bezpilotní terénní čtyřkolové vozidlo střední velikosti, průzkumný robot s variabilní konstrukcí umožňující využití různých senzorů. Rozměry jsou 950 × 590 × 620 mm, váha 58 kg, maximální rychlost 13 km/h, maximální doba provozu 120 min.

◀ Robot ORPHEUS-X v terénu (foto NUVIA)



Využití:

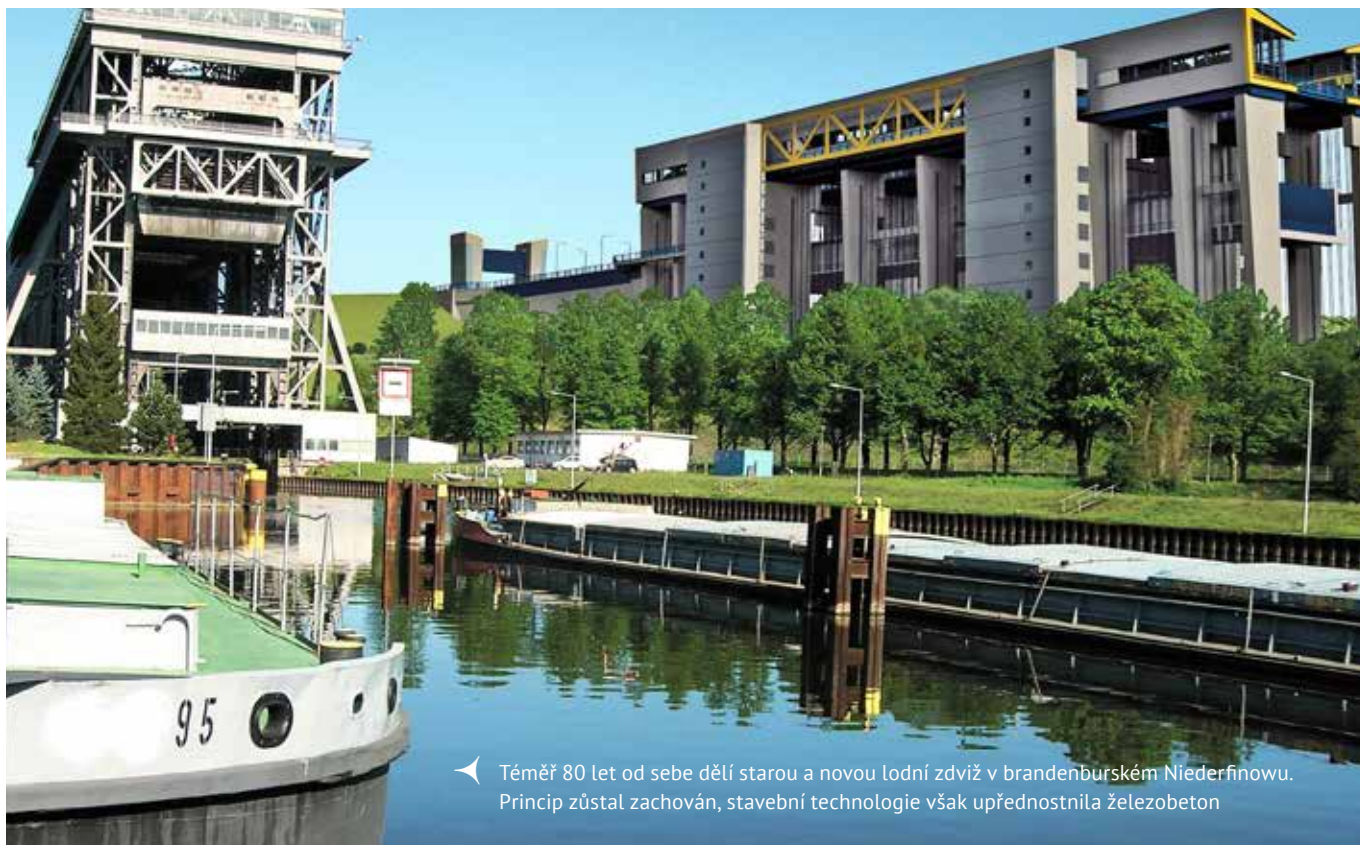
- 3D multispektrální skenování
- Lokalizace gama záření
- Autonomní zajištění oblasti
- Pomoc při různých záchranných nebo pátracích operacích

PORTAL D

Kompaktní modulární screeningový systém pro mimořádné situace, vhodný pro kontrolu osob i vozidel. Umožňuje rychlé nasazení v nouzové situaci pro screening velkého počtu objektů. Jeho výhodou je lehká, stabilní konstrukce umožňující rychlé sestavení a možnost napájení z různých nezávislých zdrojů.

Využití:

- Kontrola kontaminace osob nebo vozidel různých velikostí např. na hranicích, v jaderných elektrárnách apod. ■



▶ Téměř 80 let od sebe dělí starou a novou lodní zdviž v brandenburském Niederfinow. Princip zůstal zachován, stavební technologie však upřednostnila železobeton

Obří lodní výtah Niederfinow zlepšil evropskou lodní dopravu

Jan Tůma / foto J. Tůma

Pouhých 180 kilometrů od našich severních hranic se dokončuje unikátní stavba lodní zdviže, která středoevropskými vodními kanály propojí přes Magdeburg a Berlín severomořské přístavy s Polskem a Baltským mořem.

Sama vodní cesta je stará už více než 400 let, jenže mezi Berlínem a Odrou musely čluny po staletí překonávat hraniční pohoří kaskádou primitivních plavebních komor, které plavbu zdržovaly a při nedostatku vody i znemožňovaly. Brandenbursko se proto před 90 lety rozhodlo u obce Niederfinow (60 km východně od Berlína) vybudovat v té době nejdůležitější lodní zdviž, která v protizávaží vyvážené vodní vaně zdvíhala čluny a plavidla s výtlakem až 1 000 tun z Oderského kanálu do jeho vrcholové části o 36 m výše. Ojedinelým inženýr-

ským dílem, chráněným jako národní technická památka, v posledních letech proplová ročně kolem 5 tisíc nákladních člunů přepravujících asi 2,2 mil. tun nákladů, 4 200 vyhlídkových člunů s turisty, a nejméně 4 tisíce malých osobních motorových člunů. Zdálo by se, že 60 m vysoká ocelová konstrukce přitahuje ročně jako atrakce okolo 150 tisíc turistů, kteří mohou zdvihání lodí ve vodní vaně sledovat nejen ze spodních parkovišť, ale i z vyhlídkových teras na samotné konstrukci, a obejít dílo během dvou hodin vyznačenými turistickými stezkami.



◀ Říční motorový člun najíždí do vany historické zdviže Niederfinow 1

Lodní zdviž jako vana

Lodě z Oderského kanálu naplouvají sklopenou čelní stěnou do ponořené ocelové vany 85 m dlouhé, 12 m široké a 2,5 m hluboké. Po uzavření stěny se vana s vodou i čluny o hmotnosti 4 300 t začne šplhat rychlostí 0,12 m/s po ozubených hřebenech na ocelových sloupech čtveřicemi pastorků poháněných stejnosměrnými elektromotory. Pro plynulý a „měkký“ rozběh jsou napájené Ward-Leonardovými soustrojími ve strojovně ocelového monstra. Během 5 minut vana s nákladem odpovídajícím hmotnosti 75 000 osob zastaví o 36 m výše na úrovni hladiny horního kanálu. Čelo vany přisedne těsněním na čelo kanálového mostu, pojistná horní vrata kanálu se otevřou, čelo vany se sklopí, a plavidla z vany se vydají cestou k Ber-

línu. Za zázrak je pokládáno, že viditelně při tom nikde neunikne ani kapka vody! V době, kdy ještě nebyly známé dnešní pryžové těsnicí systémy, se v roli těsnicí hmoty prý využívaly do žlabů vtěsnané vepřové kůže.



➤ Zdvížená vana mezi nosnými pilíři 65 m vysoké konstrukce na modelu Niederfinow 2 v Infocentru

Díky Archimedovu zákonu zdvihání vyžaduje minimum energie

Podle Archimedova zákona vytlačí čluny vplouvající do vany množství vody odpovídající jejich hmotnosti, a to umožňuje naplněnou vanu se stálou hmotností (4 300 t) přesně vyvážit a tím snížit spotřebu energie k jejímu zdvihu či spouštění na minimum. Vana je totiž zavěšena na 196 ocelových lanech vedených přes lanové kladky na vrcholku 60 m vysoké příhradové konstrukce, na jejichž koncích jsou vyvažující protizávaží. Proti zřícení nebo nevyváženosti (například při přetržení některého lana, nebo utržení protizávaží) je vana chráněna propojením pohonů pastorků. Stejně tak i proti nedovolenému náklonu, kdy během tří sekund automaticky dojde k havarijnímu zastavení pohybu. Na unikátním kinetickém systému těžké vany, jejího pohonu, vedení a zabezpečení jsou podepsány světoznámé předválečné německé společnosti Demag, Siemens, Krupp a AEG, a není divu, že podobná, a na světě největší postavená vertikální vanová lodní zdviž na čínské přehradě Tři soutěsky (Three Gorges Dam) na řece Jang-Tse (s hmotností plně vany 15 000 t a výškou zdvihu 113 m), si tento zdvihací systém objednala u německých zkušených firem.

Nový Niederfinow s dvojnásobnou kapacitou

Když se roku 2008 mohla zdviž pochlubit od počátku své existence 800 tisíci zdvihy(!), při kterých přepravila 160 milionů tun nákladů, začala Spolková vláda spolu s Brandenburkem připravovat rekonstrukci tohoto tranzitního uzlu, který navíc zajišťuje vnitrozemskou vodní dopravu mezi Štětínem a Berlínem. Životnost ocelové konstrukce se totiž přiblížila k odhadovaným sto letům, a proto bylo rozhodnuto o výstavbě paralelní lodní zdviže většího výkonu, jaký požaduje proplouvání dnešních rozměrnějších euročlunů a až 115 m dlouhých motorových člunů s více než stovkou kontejnerů, nebo těžkotonážních člunů s náklady až 2 300 tun. Projektu se ujala mostařská firma Bilfinger a po slavnostním poklepání na základní kámen v dubnu 2009 zahájilo konsorcium společností ARGE zemní práce. Předpokládané náklady jsou 285 milionů eur. Pod ochranou betonového pažení byl terén do konce roku 2010 prohlouben pro betonovou základovou plochu zdviže, tentokrát s železobetonovou konstrukcí vysokou 66 m, a pro přírodní kanál s přístavem. Rýpadla a buldozery musely přesunout na 800 000 m³ zeminy. Pro nedostatek peněz byla v roce 2011 stavba zpomalena. Ve chvíli, kdy už stály železobetonové pylony konstrukce, která má opět s modernizovaným „pastorkovým“ pohonem vést, zdvihát a spouštět ocelovou vanu dlouhou 115 m, 12,5 m širokou a 4 m hlubokou. Celkovou hmotnost 9 800 t s vodou a plavidlem bude zdvihát osm elektrophonů s výkonem po 160 kW, s hydraulickým přitlačováním pastorků do ozubených hřebců. Tentokrát však museli projektanti použít počítačové modelování vlivu teploty a změťresení na obří pohyblivou vanu. ■

Zajímavý cíl výletu

Vedle stojící a stále naplno sloužící výtah je neustále středem pozornosti turistů, pro které je u silnice Niederfinow-Liepe zřízeno skvěle vybavené turistické Informační středisko. V něm návštěvníci obdivují zejména model zázraku z bílého betonu, který vyrostl jen o 200 metrů vedle historické zdviže a chybí už jen napojení dolního vjezdového koryta a přístaviště. Zpoždění o více než 5 let je ale v celém Německu kritizováno. Betonový Niederfinow 2 má být konečně uveden do provozu koncem letošního roku.

Možnost porovnat obrovský pokrok techniky v posledních sto letech a dokonce proplout kanálem a zažít zdvihání a spouštění na vyhlídkových člunech (vstupné na starou zdviž 3 euro, dvouhodinová plavba 10 euro), stejně jako návštěvu zmíněného informačního centra doporučujeme o víkendů i kdykoliv po celý rok našim čtenářům.

Podobné informace najdete na internetové adrese <http://www.wsa-eberswalde.de/>, kde lze vyhlídkové plavby i noclehy v Niederfinowu dopředu zajistit. ■



➤ Model nové zdviže Niederfinow 2 s železobetonovou konstrukcí a vanou 115 m dlouhou zavěšenou na „pralesu“ lan s protizávažími v Informačním centru

◀ Výstavba elektrárny Trmice (Zdroj: ČEZ)



100 kWh. To by dnes jedné české domácnosti nevystačilo ani na dva týdny.

Vznik „Všeúčtečných společností“

Situace se rychle začala zlepšovat po roce 1919, kdy Národní shromáždění přijalo zákon o vzniku „všeúčtečných elektrárenských společností“. Prohlášením podniku za všeúčtečný se mu přikazovala povinnost zásobovat elektřinou na určitém území každého, kdo o to požádá, neprokáže-li se, že by připojení bylo nerentabilní. Současně s těmito povinnostmi dostaly všeúčtečné společnosti značná práva a výhody. Na území dnešní České republiky tak vzniklo 20 všeúčtečných elektrárenských společností. Pro celou republiku byla zavedena proudová třífázová soustava 50 Hz s napětím $3 \times 380/220$ V pro místní síť a 100 000 V pro dálkové síť. Přestože se elektrifikace českých zemí výrazně zpomalila během druhé světové války, v roce 1955 bylo již pokrytí kompletní. V roce 1946 byly zřízeny České energetické závody, které sloužily jako prostředník mezi ministerstvem průmyslu a jednotlivými elektrárenskými a plynárenskými podniky. Pro jednotné řízení byl vytvo-



◀ Vodní dílo Les Království, první léta 1. Československé republiky



◀ Stavba vedení 110 kV z Brna do Uherského Hradiště (Zdroj: ČEZ)



◀ Výstavba vodní elektrárny Hučák, počátek 20. st.

Století elektřiny v Česku (Československu)

Alice Horáková

Při vzniku samostatné republiky v roce 1918 činila hrubá spotřeba na území Čech, Moravy a Slezska celkem 1 TWh. Nyní to je téměř 74 TWh. Za posledních sto let spotřeba elektřiny v Česku stoupala v průměru každý rok o 4,4 procenta, za sto let tedy 74krát. V Českých zemích se spotřebovalo za 100 let existence přes 3 350 TWh elektřiny, což je více než současná roční spotřeba všech zemí Evropské unie. Odhaduje se, že do roku 2050 využití elektřiny dál vzroste, a to až trojnásobně, především v oblasti dopravy, průmyslu a v budovách. Během posledních sto let stoupl instalovaný výkon v českých zemích z přibližně 800 MW na dnešních 22 267 MW, výroba vzrostla dokonce 80krát. Počet obyvatel přitom zůstal na podobné úrovni. Za sto let se vybudovalo čtvrt milionu kilometrů elektrického vedení, maximální zatížení přenosové soustavy stoupl více než šest tisíckrát. Elektřina v současném Česku tvoří asi 20 % celkové spotřeby energií, její role ale bude do budoucna stoupat.

Už za první republiky byl energetický průmysl v českých zemích na velice vysoké úrovni. Nově vzniklé Československo bylo celosvětově na devátém místě v průměrné výrobě elektrického proudu na obyvatele, zatímco dnes se pohybuje ve třetí desítky.

Elektrifikaci táhli zemědělci

Elektřina se v době vzniku republiky využívala převážně v průmyslu a zemědělství, zaváděly ji například pily, mlýny, hamry, tkalcovny či sklárny. K domácnostem si razila cestu postupně, často ve formě přebytků prodávaných podniky. Za systematickou elektrifikaci českých

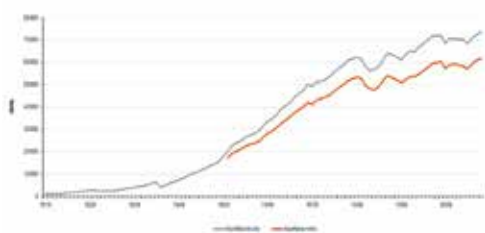
zemí paradoxně nestály požadavky průmyslu, který si byl schopen dostatečně levnou energii obstarat sám, ale nároky tehdy dominantního zemědělství. Nedostatek pracovních sil vedl k tomu, že farmáři hledali náhradu lidské práce ve strojích. Začaly vznikat malé elektrárny s lokálními distribučními sítěmi.

Přístup k elektřině měla v roce 1918 v Čechách na Moravě a ve Slezsku jen zhruba třetina obyvatel, v samotných Čechách to bylo 40 %. Na Slovensku byly k elektrické síti při vzniku republiky připojeny naproti tomu jen 2 % měst a obcí. Domácnost s přístupem k elektřině spotřebovala v roce 1918 v průměru



◀ Kaplanova turbína

řen dispečink pro celou zemi, rozdělený na dva zemské dispečinky. Od roku 1948 až do roku 1989 zaměstnával tento plně integrovaný energetický podnik téměř 57 000 pracovníků. Zabýval se výrobou, přenosem a prodejem elektrické energie, distribucí elektřiny až ke konečným spotřebitelům na území ČR, průmyslovou a inženýrskou činností.



◀ Růst spotřeby elektřiny v Českých zemích (Zdroj: ČEZ)

Od roku 1989 do roku 1992 byla z Českých energetických závodů řada organizačních jednotek vyčleněna a v květnu 1992 vznikla elektrárenská akciová společnost ČEZ. Dnes ČEZ produkuje 67 % elektřiny vyrobené na území České republiky a z 65 % se stará o její distribuci. Skupina ČEZ v ČR provozuje 2 jaderné, 13 uhelných, 35 vodních, 13 fotovoltaických a 2 větrné elektrárny, několik desítek kogeneračních jednotek a 1 bioplynovou stanici.

Výkon elektráren stoupl za sto let 28krát, výroba elektřiny dokonce 80krát
Malé elektrárny v českých zemích na přelomu 19. a 20. století vznikaly živelně pro potřeby zemědělství, průmyslu, ale i obcí a měst. Technické parametry byly z počátku značně roztržité: používal se stejnosměrný i střídavý proud (jednofázový i trojfázový), různé hodnoty napětí (fázové napětí 120 V a 220 V) i kmitočtů.

Distribuce byla pouze lokálního charakteru, bez vzájemného propojení. Až nově vzniklé Československo soustavně elektrifikaci přikládalo veliký význam a vnímalo ji jako nezbytnou podmínku pro rychlý rozvoj samostatného demokratického státu.

Od malých elektráren k velkým

Titulem největšího zdroje se v roce 1918 pyšnila Holešovická elektrárna v Praze s výkonem 32 000 koňských sil, což odpovídá necelým 24 MW. Následovaly severočeská elektrárna Trmice a východočeská elektrárna v Poříčí. (V obou lokalitách má Skupina ČEZ elektrárnu dosud). Pro rychlejší a levnější postup elektrifikace republiky se jevíly vhodnější větší zdroje, postupně tedy výkony narůstaly. Elektrárna Ervěnice na Mostecku v roce 1932 měla již 70 MW, elektrárna Komořany začátkem 50. let 210 MW. Dnes je největším českým zdrojem jaderná elektrárna Temelín s instalovaným výkonem 2 164 MW, tedy 90krát větším než zmíněná Holešovická elektrárna. Vedle rozšiřování či budování nových elektráren je další možností zvyšování účinnosti těch stávajících. To se již děje: instalovaný výkon Temelína i Dukovan se díky modernizacím, využití projektových rezerv a řadě technických opatření postupně zvýšil oproti původním parametrům o 530 MW. To je, jako bychom postavili jeden velký uhelný blok - ale bez emisí a bez záboru jediného metru půdy.

svědčí také srovnání maximálního zatížení elektrorozvodné soustavy. Zatímco v roce 1923 činilo 1,94 MW, v roce 1935 již 21,5 MW a v únoru 2018 dosáhlo 12 000 MW.

Byl to ten slavný den...

Za počátek vzniku jednotné soustavy ČSR se považuje rok 1950, kdy se spojily dvě největší radiální sítě: česká a moravskoslezská. Zatímco na Moravě bylo v roce 1945 elektrifikováno více než 90 % obcí a většina osad, mezi českými kraji trvaly značné rozdíly a nejnepříhodnější situace panovala na Slovensku. V roce 1955 byla elektrifikace v českých zemích dokončena, na Slovensku chybělo elektrifikovat ještě 30 procent obcí. Připojení poslední československé obce Zlatá Baňa na Prešovsku v září 1960 zavadalo důvod k celostátním oslavám.

Od šedesátých let plynulé dodávky elektřiny

V šedesátých letech se rychle rozvíjela soustava 400 kV, která převzala úlohu hlavního rozvodu elektrické energie. První vedení 400 kV bylo uvedeno do provozu v září 1965 z Hradce u Kadaně do Prosenice v délce 346 km. Osmdesátá léta pokračovala ve výstavbě přenosové sítě 400 kV. Postupně se k ní napojují velké elektrárenské bloky, například 500 MW Mělník či bloky Jaderné elektrárny Dukovany. Na konci 80. let je páteří sítě přenosové soustavy dokončena.

Budoucnost je elektrická

Bez elektřiny by život v dnešní podobě neexistoval. Při většině činností je význam elektřiny nenahraditelný a prosazuje se i v oblastech, kde bychom to v takové míře dříve nečekali. K masivní elektrifikaci dochází v dopravě, kde nastupují elektromobily, elektrobuses nebo elektrokola. Podle studie vypracované evropským energetickým sdružením EURELECTRIC se předpokládá, že elektrický proud se bude mnohem více využívat vedle dopravy také v budovách a v průmyslové výrobě. Elektřina v současnosti pohání jen 1 % veškeré dopravy (především železniční), do roku 2050 by tento podíl měl ve středním scénáři studie stoupnout na 43 %. V oblasti bydlení jsou podle EURELECTRIC největší rezervy ve vytápění – elektřinou topí jen jedna z dvanácti budov pro běžné bydlení, pro ohřev vody ji využívá každá desátá. Podle středního scénáře studie má elektrifikace všech budov stoupnout z dnešních 34 % na 54 %.

Distribuce elektřiny

V době vzniku Československa měli obyvatelé k dispozici jen 1 500 kilometrů elektrického vedení. O dvacet let později to bylo již 37 000 km vedení, dnes na území České republiky napočítáme 247 604 km. V průměru se tak každý rok během století existence republiky postavilo 2 461 kilometrů vedení. O potřebě elektřiny pro rozvoj měst i průmyslu

Zásadní proměnu současné energetiky avizuje postupné uzavírání uhelných elektráren a jejich náhrada nízkemisními zdroji. ČEZ se touto významnou změnou zabývá již řadu let. Od roku 2012 vyrábí většinu své elektřiny v bezemisních zdrojích, přičemž v době vzniku ČEZ v roce 1992 vyráběl ještě 73 procent elektřiny z uhlí. ■

◀ Malá vodní elektrárna Želina u Kadaně slouží od roku 1908 (Zdroj: ČEZ)



Stoleté elektrárny u nás spolehlivě slouží

Alice Horáková

Šest energetických zdrojů funguje a dodává elektřinu už od začátku republiky. Jsou to tři vodní elektrárny, které pamatují vznik Československa v roce 1918: elektrárna Želina u Kadaně, Hučák v Hradci Králové a Čeňkova pila na Klatovsku. Dalších osm fungujících vodních elektráren pak pochází z období první republiky. Dlouhodobě ale fungují i uhelné zdroje. Nejstarším rodokmenem se pyšní Energocentrum Vítkovice, kde se elektřina vyráběla již v roce 1897. Před dvěma lety oslavila sto let lokalita Trmice u Ústí nad Labem, kde současná teplárna nahradila na stejném místě stojící původní elektrárnu z roku 1916. Od roku 1914 se elektřina vyrábí i v Poříčí u Trutnova.

Trojice více než stoletých vodních elektrárenských pamětníků vyrobila v loňském roce 4 523 MWh elektřiny, a dodala tak ekologickou elektřinu pro více než 1 800 českých domácností. I přes svůj pokročilý věk zůstávají spolehlivými zdroji. Slouží i jako vzor českého umu a technické zručnosti. Vždyť třeba želinské turbíny jsou stále původní, stejně jako většina zařízení na Čeňkově pile.

Znovuzrození Želiny

Nejvíce svíček na dortu – rovných 110 – letos 6. dubna sfoukla malá vodní elektrárna Želina v Ústeckém kraji. Myšlenka využít k zásobování města Kadaně elektrárnu na řece Ohři vznikla již v roce 1902, o tři roky později dali kadaňští radní zelenou zařízení se dvěma horizontálními Francisovými turbínami (2 × 294 kW). Vznikl 2,9 metru vysoký betonový jez, vodu na turbíny přiváděl 166 m dlouhý tunel vyražený do skalnatého břehu v meandru řeky. Výstavba trvala tři roky a stála 680 000 rakouských

korun. Želina však poměrně brzy přestala rostoucí poptávce Kadaně stačit, a tak ji v roce 1925 doplnila a následně zcela nahradila větší a výkonnější elektrárna v nedalekých Lomazicích. Vodní elektrárna v Želině se stala pouhým vstupním

a čistícím objektem pro lomazickou, ta však byla v roce 1967 zatopena Nechrnickou přehradou. K obnově elektrárny Želina došlo na počátku devadesátých let a v roce 1995 byla opět slavnostně uvedena do provozu s repasovanými původními turbínami. Pozoruhodnou architektonickou i technickou památku lze i navštívit, rezervace exkurze je nutná.

Secesní dáma

Shodný rok narození mají v rodném listě další dvě elektrárenské pamětnice: v roce 1912 začaly dodávat elektřinu Hučák na řece Labi v Hradci Králové i šumavská elektrárna Čeňkova pila na Vydře. Východočeský secesní skvost Hučák byl vybudován na Hučavém jezu, podle něhož získala elektrárna své jméno, v letech 1908–1911 a stál téměř 1,5 milionu rakouských korun. Původní vybavení tvořily tři Francisovy třístupňové turbíny s vertikální hřídelí, doplněné kvůli velmi proměnlivé průtočnosti Labe o dva rychloběžné stojaté parní stroje



(každý o výkonu 400 koňských sil) a parní turbínu (1 500–1 800 koňských sil). Parní část sloužila do roku 1946, od té doby je Hučák čistě vodní elektrárnou. První velkou rekonstrukcí a modernizací včetně výměny turbín prošla elektrárna již v polovině 20. let minulého století, další generální oprava přišla na řadu až letos. V elektrárně dnes funguje také infocentrum zaměřené na obnovitelné zdroje energií, které je možné navštívit.

Šumavský dřič

Elektrárna Čeňkova pila nese jméno významného pražského podnikatele Čeňka Bubeníčka, který v polovině 19. století vybudoval na soutoku řek Křemelná a Vydra velkou pilu a sklad dřeva. Po jeho smrti přešla pila do majetku města Kašperské Hory a v roce 1912 byla



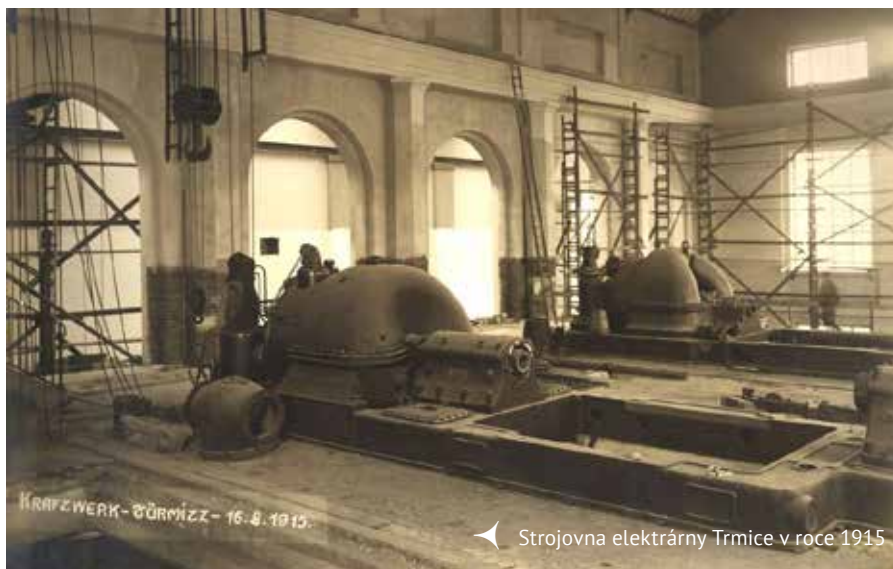
Elektrárna Hučák

přestavěna na vodní elektrárnu. Vybavení elektrické části soustrojí, např. generátor o výkonu 96 kW, samočinný regulátor napětí, ochrana proti přepětí apod., bylo na tehdejší dobu velmi moderní. Strojní část je vybavena horizontální Francisovou turbínou o výkonu 125 koní od firmy J. M. Voith AG. Celá vodní elektrárna, pro kterou vodu přivádí otevřený derivační kanál, který se cca 50 m před budovou mění na dřevěný akvadukt (vantroky), je vedena Ministerstvem kultury ČR v evidenci památkově chráněných objektů. Samotná přízemní strojovna je jedno velké funkční muzeum, kde se zastavil čas. Díky pečlivé údržbě má dodnes každý možnost na vlastní kůži zažít atmosféru výroby elektřiny z počátku 20. století. Zařízení se totiž zachovalo v téměř původním stavu.

Exkurze na Želínu, Hučák i Čeňkovu pilu můžete objednat zde: <https://www.cez.cz/cs/o-spolocnosti/kontakty-sku-pina-cez/informacni-centra.html>.

Trmice a Poříčí – od elektřiny k teplu

Jednou z nejstarších elektrárenských lokalit v České republice jsou také Trmice v severních Čechách. Elektrárna



Strojovna elektrárny Trmice v roce 1915

Trmice tam pro potřeby města Ústí nad Labem začala vyrůstat v roce 1914, při vzniku Československa již jela dvě turbosoustrojí, každé o výkonu 6 MW, napájená čtyřmi kotly. Do začátku druhé světové války se Trmice rozrostly v šestnácti-kotlový kolos s šesti chladicími věžemi, s celkovým výkonem 59,8 MW. Stejně jako ve sklárnách a hutích měli zaměstnanci v tehdejšímu provozu – konkrétně na pracovišti odstruskování – vzhledem k prašnému, zakouřenému a horkému prostředí povoleno pít sedmistupňové pivo. Za jednu směnu se ho vytočilo až 250 litrů, v létě pak denně až šest hektolitřů. Pivo se běžně podávalo až do roku 1953. V roce 1976 se Elektrárna Trmice mění na Teplárnu Trmice. Ta dnes zásobuje teplem přibližně 27 000 domácností i řadu podniků v Ústí nad Labem a okolí.

Také v lokalitě Poříčí u Trutnova se elektřina vyrábí přes sto let. Elektrárna Poříčí I se začala stavět v roce 1912 a fungovala v letech 1914–1970. Původní výkon 4,5 MW se postupně navyšoval a vrcholného výkonu i výroby dosáhla elektrárna ve 30. letech, v roce 1945 pak poklesl z 26 MW na 6 MW. V letech 1964–1966 se víc než na elektřinu využívala na výrobu germania, poměrně vzácného polokovu do polovodičů. Od roku

1957 totiž v lokalitě začala fungovat Elektrárna Poříčí II se třemi turbogenerátory o jednotkovém jmenovitém výkonu 55 MW. V současné době se využívají dvě soustrojí a třetí je připravené pro krytí dodávek pro případ dlouhodobých oprav. Elektrárna Poříčí vyrábí elektřinu i teplo a zásobuje teplem město Trutnov a značnou část jeho okolí.

Energocentrum Vítkovice

Další z lokalit Skupiny ČEZ, která překračuje stovku odsloužených let, je Energocentrum Vítkovice, jehož historické kořeny sahají až do roku 1897. Tehdy archivní údaje datují vznik první elektroústředny, která se stala základem elektroenergetiky ve Vítkovicích. Výroba je zde úzce spjata s Vítkovickými železárnami, kde si prudký rozvoj válcoven a oceláren vyžádal dodávky velkého množství všech druhů energií. Proto v roce 1912 vznikl závod Elektrárna, do kterého byly soustředěny veškeré energetické zdroje železáren. V současné době Energocentrum Vítkovice zásobuje elektřinou a teplem například ostravskou část Třineckých železáren, Vítkovice Holding, Vítkovickou nemocnici i domácnosti v okolí. Elektřinu a teplo nyní vyrábějí dva černouhelné kotle o celkovém výkonu 182 MW. ■

Další prvorepublikové pamětnice mezi vodními elektrárnami ČEZ

Les Království (Labe)	1923 / Francisovy turbíny (2 × 1,105 MW)
Brno-Komín (Svratka)	1923 / Kaplanovy turbíny (1 × 0,106 MW; 1 × 0,140 MW)
Spálov (Iizera)	1926 / Kaplanovy (původně Francisovy) turbíny (2 × 1,2 MW)
Přelouč (Labe)	1928 / Kaplanovy a Francisovy turbíny (2 × 0,68 MW; 2 × 0,49 MW)
Černé jezero (Úhlava)	1930 / Peltonovy a Kaplanova turbína (1 × 1,5 MW; 1 × 0,37 MW; 1 × 0,04 MW)
Střekov (Labe)	1936 / Kaplanovy turbíny (3 × 6,5 MW)
Vrané (Vltava)	1936 / Kaplanovy turbíny (2 × 6,94 MW)
Pastviny (Divoká Orlice)	1938 / Francisova trubína (1 × 3 MW)



◀ Testovací jízdy první zcela autonomní tramvaje v ulicích Postupimi
(Foto: Siemens.com/Press)

Světová premiéra autonomní tramvaje

Ing. Jan Tůma

Na letošním mezinárodním železničním veletrhu INNOTRANS 2018, který se konal 18.–21. září v Berlíně, došlo k odvážné prověrce první autonomní tramvaje v rámci hromadné městské dopravy. Bylo to tedy v prostředí s živým provozem na křižovatkách, se všemi myslitelnými situacemi při nástupu a výstupu cestujících, při hrozících srážkách s neopatrnými chodci a nepozornými řidiči různých vozidel. Po nasazení automatizovaných nad- či podzemních vláčků (např. v londýnském East Endu, na některých letištích či v japonském Tokiu) a ohlašovaných pokusech o automatické řízení metra, vlaků, ale i autobusů a nákladních automobilů, to byla první opravdová „zkouška ohněm“ v případě tramvaje.

Digitální oči všeho druhu

Zkoušelo se v několik kilometrů vzdálené Postupimi. Na deset let staré tramvaji Combino – 400 uplatnil Siemens ve spolupráci s dopravním podnikem VIP – Potsdam řadu dosud ve světě nepoužitých prvků aktivních i pasivních asistenčních systémů, které byly vyvinuty pro digitální a bezdrátovou mobilitu: zejména radary, laserové skenery, snímače a kamery schopné registrovat a vyhodnotit chování chodců, cyklistů nebo vozidel křižujících jízdní dráhu. Naprostou novinkou jsou systémy schopné vyhodnocovat pohyby a chování cestujících na nástupních ostrůvcích a také při nastupování nebo vystupování na nástupních plošinách. Tyto „digitální oči“, jak je výstižně pojmenovali novináři přítomní provozním testům na 6 km dlouhé městské tramvajové lince č. 92, měly „mozkové centrum“ v digitální skříni uvnitř vozu, k níž byly nejméně stovkou metrů kabelů napojeny snímače a kamery na přídě, na střeše a na bocích tramvaje.

Tramvaj „vidí“ i kočku

Čtyřčlanková nízkopodlažní tramvaj s kapacitou 200 cestujících dosahovala mezi konečnými stanicemi rychlosti až 50 km/h. Během najetých testovacích 3 000 km prokázal systém naprostou bezpečnost, a to i když byly do cesty stavěny nečekané překážky. Tramvaj i z plné rychlosti spolehlivě zastavila, když na koleje vjel mimo přechod chodec s kočárkem! Systém Siemens Tram Assistant reaguje na světelné signály křižovatek a dokáže objevit jakékoliv překážky větší než kočka do vzdálenosti 100 m před sebou!

Malé vláčky již autonomně jezdí

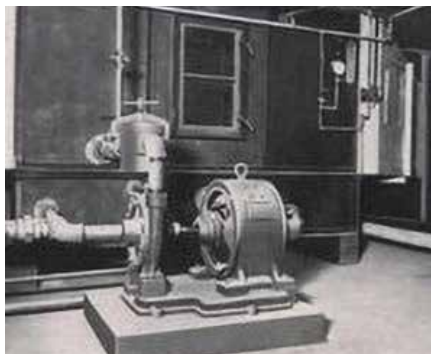
V evropských městech již jezdí bez řidičů automatizovaná klasická metra v podzemních tunelových trasách nebo povrchově vedená tzv. lehká metra na 40 místech. Většinou však stále jede i neuniformovaný odpovědný pracovník připomínající kdysi nepostradatelné průvodčí, který kontroluje pořádek

v propojených vozech soupravy a také dokáže cestujícím otevřít dveře na bezpečném místě v případě poruchy, výpadku proudu či nehody. Cestující mají všechny potřebné provozní a bezpečnostní informace z dispečinku prostřednictvím rozhlasu či na displejích uvnitř soupravy. Jen v Postupimi se však zatím prosadila lehká tramvajová souprava bez řidiče a průvodčího i v hustém pouličním městském provozu.

Vývojáři u Siemens Mobility, Bombardieru a italského AnsaldoBreda zatím nechtějí slibovat nasazení zcela autonomního městského dopravního provozu dříve než za 20 let, byť již nyní mohou stále dokonalejší digitální systémy zajistit každému bezpečnou autonomní mobilitu, při níž tramvaj navíc virtuálně komunikuje s okolními vozidly a je neustále pod dohledem centrálního dispečinku. ■



◀ Zastaralé klimatizační jednotky stále hydří řadu domů (Zdroj: ENBRA)



◀ Klimatizační jednotka firmy Carrier (Zdroj: ENBRA)



◀ Moderní klimatizace v obývaných prostorách se mohou ovládat na dálku i programovat např. přes mobil v rámci systému „chytré domácnosti“ (Zdroj: ENBRA)

Klimatizace ochlazují podniky i domácnosti už 116 let

Petra Aigelová

Zájem tuzemských spotřebitelů o klimatizace neustále roste: jen v loňském roce se hodnota těchto zařízení dovezených ze zahraničí vyšplhala až na 10,7 miliardy korun. Kde se ale vlastně klimatizace vzala a jak se za posledních sto let změnila? Věděli jste, že na jejich počátku stály špatně schnoucí barvy? Následující historický exkurz přibližuje, jak se ochlazovali naši předci a co čeká v budoucnu nás.

Horké letní dny a nesnesitelné teplo v domovech trápilo už obyvatele starověkého Říma či Indie. Zatímco Římané začali k ochlazení domů využívat studenou vodu z horských pramenů, kterou vedli pomocí sítě akvaduktů přes celé město, v Indii lidem posloužila kombinace rohoží, větru a vody. Paláce totiž mívaly na návětrné straně otvory, na něž obyvatelé věšeli vlhčené rohože z trávy či rákosu. Odpařovaná voda, kterou hnal vítr dovnitř, pak domy ochlazovala. Právě odpařování a jeho možný vliv na ochlazení objektů o několik století později začal testovat Benjamin Franklin. V roce 1820 pak Michael Faraday přišel se zjištěním, že rozeptutím stlačeného zkapalněného amoniaku dokáže výrazně ochladit okolní prostředí. A princip klimatizace byl na světě.

Poprvé klimatizaci zapnuli v New Yorku

Za vynálezce první klimatizace je považován Willis Carrier, který v roce 1902 využil v praxi srážení vodních par na studených trubkách. Mladý inženýr ze strojírenské firmy Buffalo Forge dostal na starost vyřešit problém teploty a vlhkého vzduchu v tiskárně Sackett-Wilhelm v Brooklynu, kde tiskařům

vlivem horkého vlhkého vzduchu špatně usychaly barvy, a vlnil se papír. Klimatizace kromě ochlazení také dodnes zbavují vzduch vlhkosti. Obvykle totiž nasávají teplý a vlhký vzduch ke studeným trubicím, ve kterých proudí chladicí látka. Na trubicích se sráží vlhkost, takže vzduch, který se vrací zpět do prostoru, je chladnější a mnohem sušší.

Jen půl roku po Carrierovi představil Stuart Cramer vlastní klimatizaci, která využívala vodní páru. Ve 30. letech 19. století si pak nechal vlastní způsob ochlazení vzduchu patentovat i John Gorrie. Využíval k tomu přístroj na výrobu ledu, který současně uměl vytvářet studený vzduch. Postupně byly klimatizace zavedeny do řady veřejných institucí: chladnějšího vzduchu se tak díky tomu dočkali například v Bílém domě či americkém Kongresu. Ani Československo nezaostávalo; ve třicátých letech začala technologie Carrier ke chlazení využívat například budova Elektrických podniků v Praze.

V domácnostech si kvůli ceně i velikosti prvních klimatizací lidé museli ještě pár let počkat. První chladicí zařízení se v domovech objevila sice už kolem roku 1914, ale větší rozmach zažila až

v 50. letech 20. století. V roce 1965 tak mělo klimatizaci údajně asi 10 % všech Američanů. Dnes je to přes 90 %.

Budoucnost patří čistšímu vzduchu a chytrým zařízením

Ačkoliv by se mohlo zdát, že klimatizace je jedním z vynálezů, které už není kam dál posouvat, opak je pravdou. Jen během posledního desetiletí se chladicí zařízení dočkala řady proměn. A výrobci nadále hlásí změny ve vzhledu i fungování. Jednou z významných inovací bylo, když se k chladicím jednotkám přidala možnost vytápění. To je pro mnoho zákazníků důležitý parametr. Nemusejí tak pořizovat několik zařízení zvlášť, vystačí si s jediným. Výrobci opatřují klimatizaci i nejrůznějšími filtry, díky nimž do místností proudí vzduch nejen studenější, ale i čistší. Proměnou prochází také velikost chladicích zařízení, celá řada z nich je v dnešní době již mobilní. Nevýhodou mobilních klimatizací je však nižší účinnost a zároveň poměrně vysoká hlučnost.

Jedním z posledních trendů, jenž podle odborníků v současnosti hýbe odvětvím klimatizací, je možnost napojení chladicího zařízení k centrálnímu inteligentnímu systému domácnosti, který je možné ovládat například pomocí chytrého telefonu či tabletu. Stále více zákazníků zajímá, zda mohou klimatizaci napojit do systému chytré domácnosti. Díky tomu si pak mohou například vzdáleně nastavovat požadovanou teplotu nebo regulovat spotřebu elektrické energie. ■



➤ Pohled do kaznějovského kaolinového lomu je impozantní; jeho rozměry jsou 1 800 × 800 m

Největší lom na kaolin ve střední Evropě

Marie Dufková / (foto autorka)

Kaznějov je malé městečko (3 100 obyvatel) na sever od Plzně. Pro turisty nabízí malebná zákoutí a procházky po okolí s krásnou přírodou, pro milovníky přírodovědy a techniky největší kaolinový důl ve střední Evropě. Těžba kaolinu tu probíhá od roku 1904, bylo zde několik dolů, dodnes se těží v největším z nich. Důl leží v nadmořské výšce 486 m n. m., je dlouhý téměř 1,8 km, v nejširším místě má 800 m. V současné době se těží z minimálně patnácti pater. Roční produkce je 320 000 tun kaolinu. Zdejší kvalitní kaolin má dobrou pověst u nás i v zahraničí, těží se zejména pro výrobu porcelánu, keramických dlaždic a obkladu.

Lom je nepřístupný, vstup do těžebního pole je možný pouze se souhlasem majitele (Lasselsberger a.s.). Je částečně viditelný ze silnice mezi Kaznějovem a Mrtníkem.

Kaolin a kaolinit

Kaolinit je minerál s chemickou značkou $(Al_2(OH)_4Si_2O_5)$. Vzniká rozkladem živců, slíd a sopečného skla, nebo transformací montmorillonitu a jiných jílových minerálů. Kaolin je bělavá nebezpečná hornina (ušlechtilý jíl), skládající se z minerálu kaolinit a drobných křemenných zrn, jejichž obsah ovlivňuje jeho vlastnosti, zejména viskozitu. V technické praxi se jako kaolin označují i horniny, jejichž jílový podíl činí pouhých 10 až 15 %. V jílové složce jsou minerály kaolinitové skupiny zastoupené více než 80 %. Výraz kaolin pochází z čínštiny: Kao-ling tchu znamená „hlína z Vysokého kopce“, podle naleziště Kao-ling („Vysoký kopec“) u města Ťing-te. Kaolin je sedimentárního původu. Vzniká zvětráváním či kaolinizací hornin bohatých na živce, zejména draselny (granitoidy, kyselá ortoruly, arkózy aj.), v podmínkách teplého a vlhkého klimatu, v kyselém

prostředí. Vzniká také hydrotermálním rozkladem živcových hornin. U Kaznějova vzniklo kaolinitové ložisko z prvohorních karbonových arkóz kladenského souvrství v plzeňské pánvi. Jiná ložiska (např. na Karlovarsku) vznikla působením horčích pramenů. V tropických oblastech kaolinizaci způsobují monzunové deště v kyselém prostředí, které ze živců vymývají draslík, sodík a železo.

Zásoby kaolinu

Světové zásoby se odhadují na 14 miliard tun. Více než polovina je v USA, 28 % v Brazílii, po 7 % na Ukrajině a v Indii. Česká republika má kvalitní kaolin v ložiscích v okolí Kadaně, Podbořan, Karlových Varů, Plzně a Znojma. Další ložiska leží v Chebské pánvi, Třeboňské pánvi a na Vidnavsku. Česká republika patří mezi největší spotřebitele kaolinu na světě. V roce 2010 se v Česku vytěžilo 2 950 000 tun. Po USA, Uzbekistánu a Německu byla ČR jeho čtvrtým největším producentem.

Využití kaolinu

Kaolin se podle svých různých vlastností daných též vlastnostmi ložiska používá

Zábavná statistika

- LB Minerals, správce kaznějovského lomu, dodává základní suroviny na výrobu keramických obkladů a dlaždic jejichž roční výroba odpovídá cyklistické stezce podél rovníku (asi 40 tis. km) s šířkou okolo 1,5 m.
- Téměř v každém autě vyrobeném v Evropě je kolem 20 kg kaolinu zpracovaného ve firmě LB MINERALS.
- V každé větrné elektrárně zhotovené v Evropě je kolem 2 až 3 tun kaolinu vyrobeného ve firmě LB MINERALS.
- V každé třetí ze čtyř keramických komínových vložek zhotovených v Evropě je jíl vytěžený ve firmě LB MINERALS.
- Možná i Vaše pivo bylo při své výrobě filtrováno za pomoci filtrační křemeliny dodané z firmy LB MINERALS.
- Stelivo pro kočky používané po celé Evropě obsahuje křemelinu a také bentonit perfektně pohlcující pachy.

na výrobu keramiky, porcelánu, jako plnivo v gumárenství, plavený kaolin jako plnivo při výrobě papíru, jako příměs do barev a do žáruvzdorných cihel. Kaolin rozpuštěný ve vodě se používá do nátěrových hmot. Hojně se využívá v papírenství. ■

Zdroje: <http://www.lb-minerals.cz/cz>, <https://cs.wikipedia.org>

Historie tohoto převratného objevu se začala psát na počátku devadesátých let minulého století v jednom z řady výzkumných ústavů amerického farmaceutického gigantu Pfizer sídlícího ve městě Sandwich, kde zkoumala skupina britských farmakologů chemickou látku nazvanou sildenafil v naději, že se jim podaří vyvinout nový a účinnější lék na snížení vysokého krevního tlaku (zvýšením přítoku krve do srdečního svalu)

ovlivňuje tvorba oxidu dusnatého (NO). Působí konkrétně na rozšíření cév, erekci a činnost střev. A svoje účinky zesiluje také při aplikaci sildenafilu. Závěry firemního výzkumného týmu vedení koncernu šokovaly: zejména zařazení příznivého vlivu na erekci mezi „neblahé“ (nežádoucí) vedlejší účinky! Další výzkum využití Viagry jako léku na onemocnění srdce byl okamžitě zastaven.

kontrolu léčiv (FDA) povolení pro používání prvního amerického orálně podávaného léku proti impotenci a erektilní dysfunkci.

Síla Niagary

Medikament brzy vstoupil na americký trh pod obchodním názvem Viagra, který byl vytvořen sloučením slov Vigor (moc, energie, síla) a Niagara (nejvýkonnější vodopády v Severní Americe). Tvář reklamní kampaně se stal americký senátor Bob Dole a brazilská fotbalová legenda Pelé. Šlo přinejmenším o neobvyklou volbu, ale kampani se nemůže odepřít komerční úspěch. Příjmy z prodeje Viagry již v roce 2008 překonaly hranici dvou miliard dolarů ročně. V roce 2013 vypršel patent na sildenafil v Evropské unii a od té doby jej může kterýkoliv podnik vyrábět jako generikum. Generické léky jsou ekvivalenty originálních léčivých přípravků, které mohou přijít na trh po vypršení patentové ochrany; zjednodušeně se dá také uvést, že dostat se k originální a účinné Viagře

Vynález Viagry je jedním z největších náhodných objevů v medicíně

Bohumil Tesařík



V letošním roce slaví své 20. narozeniny Viagra, jeden z neznámějších současných léků, na který se spoléhají miliony mužů na celém světě. Malé tabletky s typickou modrou barvou a nápisem pfizer změnily moderní společnost. Jak to bývá v medicíně časté, účinky Viagry byly objeveny úplně náhodou.

a k léčbě anginy pectoris. Vzorky preparátu byly poslány do nemocnice Morriston ve Swansea, kdy byly pod dohledem doktora Iana Osterloha testovány jako potenciální lék těchto srdečních onemocnění.

„Neblahé účinky“

Již v průběhu klinických testů se prokázalo, že nový preparát pouze nepatrně ovlivňuje průběh léčení anginy pectoris, a navíc je doprovázen řadou „neblahých“ vedlejších účinků, mezi něž byla zařazena bolest hlavy a svalů, návaly horka, otoky, podráždění pokožky, překrvení a rozostřené vidění. Ale především docházelo u mužských pacientů k silné erekci penisu. Mnoho biologických funkcí v lidském těle

Úžasné účinky!

Vrcholový management Pfizeru si uvědomil ekonomický potenciál nového medikamentu. Po necelých deseti letech testování léku a jeho účinků, vypracování původní technologie výroby a vhodné lékové formy, bylo rozhodnuto vyrábět jej v průmyslovém měřítku a nabízet k léčbě těžších stádií erektilní dysfunkce a impotence. V roce 1996 podal výrobce žádost o udělení patentu na výrobní proces sloučeniny sildenafil s tím, že jako oficiální vynálezce Viagry byl ve světovém tisku uváděn britský chemik Dr. Simon Campbell, tehdejší viceprezident oddělení lékařského vývoje společnosti, který měl na starosti dohled nad celým vývojem „modré“ tabletky. Dne 27. března 1998 udělil americký Úřad pro

od firmy Pfizer je nemožné bez lékařského předpisu. Nákupem Viagry „načerno“, s 99% pravděpodobností získáme neúčinnou napodobeninu pochybného původu, vyrobenou někde v garáži, „na koleně“, bez jakékoliv hygienické a potravinářské kontroly.

Od uvedení Viagry na trh byly objeveny také další způsoby jejího využití. Odborníci z jedné argentinské univerzity tvrdí, že Viagra pomáhá křečkům překonávat pásmovou nemoc. Někteří profesionální sportovci věří, že jim rozšířené cévy zvýší výkonnost; dvě na sobě nezávislé studie, izraelská a australská, udávají, že rozpuštěním jednoho miligramu Viagry ve vodě výrazně prodloužíme život řezaným květinám. ■



◀ Hydroelektřárna na řece Rice.



◀ Rozvod elektrické energie v horských oblastech někde ještě pamatuje sovětské časy.

Unikátní elektrárna mezi dvěma řekami

Jaroslav Kusala / foto autor

Četli jste Olbrachtovu knížku Nikola Šuhaj loupežník? Hrdinou příběhu je mladý vojenský zběh Nikola Šuhaj, který se na začátku 20. let minulého století s partou kamarádů skrýval v okolí své rodné vesnice, Koločavy. Skrýval se, bohatým bral, chudým dával a miloval svou Eržiku... Pojdme se do jeho kraje podívat na jeden energetický unikát.



◀ Přehradní hráz na řece Terebla.

Koločava je obyčejná podhorská vesnice, kterou ze všech stran obklopují vysoké kopce a protéká jí řeka Terebla. Podíváte-li se na mapu, najdete pár kilometrů na jih od Koločavy přehradní nádrž, která tam zdánlivě není „k ničemu“. Opak je však pravdou - voda z přehrady na Tereble pohání turbíny unikátní hydroelektřárny, postavené v sousedním údolí řeky Rika. Asi vám připadá toto tvrzení divné, ne-li nesmyslné. A přece je tomu tak. Řeky Terebla a Rika protékají ze severu na jih dvěma hlubokými, téměř rovnoběžnými údolními, vzdálenými od sebe místy jen několik kilometrů. Údolí Terebly však leží přibližně o 210 metrů výš než údolí Riky. Tato geografická zvláštnost inspirovala už v roce 1923 českého inženýra Křižku, který navrhl originální využití tohoto výškového rozdílu k vybudování elektrárny. Podle

něho se na Tereble měla postavit vysoká přehradní hráz a pohořím mezi oběma údolními měla být proražena štola. Tou by část zadržené vody proudila na turbíny hydroelektřárny, instalované o 200 metrů níž v sousedním údolí. Elektrárna se měla stát zdrojem energie pro elektrifikaci tohoto zapadlého kraje.

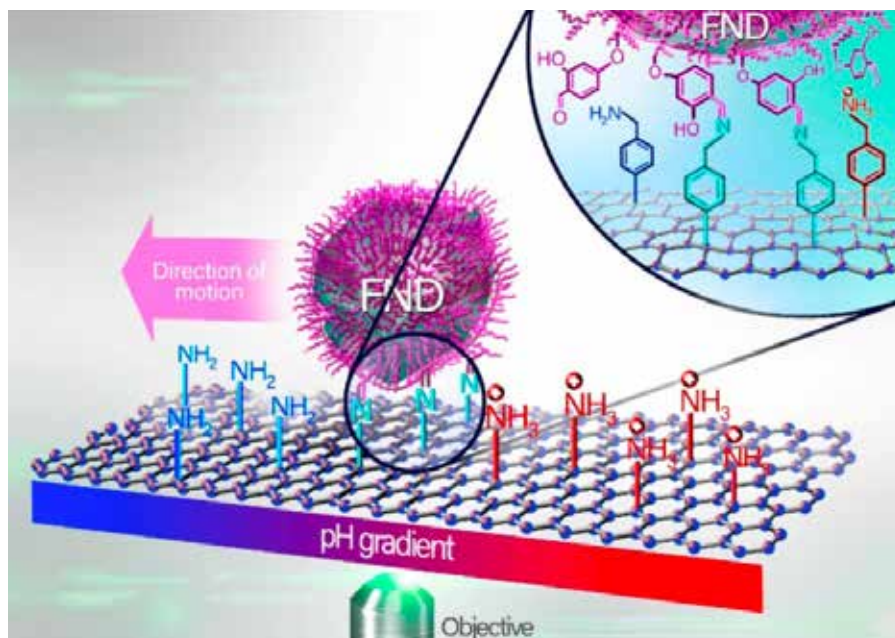
Elektrárna na dvou řekách

Křižkův projekt se před válkou nerealizoval, ale jeho návrh nezapadl. Konstrukční řešení prakticky beze změny převzali finští inženýři, kteří hydroelektřárnu Terebla-Rika v letech 1949 až 1955 postavili. Na řece Tereble byla vybudována přehrada, jejíž betonová hráz o délce 153 metrů je vysoká 46 m. Přehradní jezero má plochu asi 1,6 km². Voda z přehrady proudí téměř 4 km dlouhým přivaděčem

do elektrárny v údolí Riky, kde pohání tři nad sebou umístěné Peltonovy turbíny, každou o výkonu 9 MW. Elektrárna pracuje prakticky nepřetržitě, protože vody v přehradě na Tereble je po celý rok stále dost. Průměrné roční srážky v oblasti Koločavy jsou totiž opravdu vysoké, přes 1 400 mm.

Až se někdy rozhodnete k cestě na Podkarpatskou Rus, můžete cestou do Koločavy navštívit obě části Křižkovy hydroelektřárny. Cestou z Chustu na sever do okresního města Mežhorje uvidíte pár kilometrů za vesnicí Nižnyj Bystryj na břehu řeky Riky budovu elektrárny i část potrubí přivaděče vody. A až budete odjíždět z Koločavy směrem na jih do Buštiny, projedete vesnicí Merešor, za níž se můžete pokochat pohledem na přehradní jezero a betonovou přehradní hráz. ■

- ◀ Schematické znázornění experimentu pohybu nanočástice po povrchu grafenu. FND je zkratka pro fluorescenční diamant. (Zveřejněno se souhlasem ACS Nano, American Chemical Society 2018)



Jak naučit nanočástice tančit

– red –

Českým vědcům z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR se jako prvním na světě podařilo kontrolovaně rozpohybovat nanočástice na povrchu grafenu. To se dosud pro svou náročnost a delikátnost žádnému vědeckému týmu na světě nepodařilo. Princip tohoto pohybu je navíc zobecnitelný i na jiném povrchu. O svém úspěchu vědci publikovali článek v americkém odborném časopise ACS Nano, který se specializuje na nanovědu.

Vědci z týmu Oddělení nízkodimenzionálních systémů měli zdánlivě jednoduchý úkol: dostat do pohybu nanočástičku z bodu A do bodu B na povrchu, a zařídit, aby byl tento pohyb přímo pozorovatelný. Řešit přitom museli poměrně zásadní protichůdné parametry: částice na tomto povrchu musela držet a „neutéct“ z něj, zároveň však ne příliš pevně, aby s ní bylo možné pohybovat. „Grafen jsme zvolili nejen pro jeho unikátní vlastnosti, ale také proto, že ho velmi dobře známe. Víme, jak s ním pracovat, umíme na něm vyvinout potřebné chemické reakce a také víme, jak ho studovat. Povrch grafenu je navíc hladký – nanočástice, které jsme chtěli uvést do pohybu, tak nemusely překonávat žádné náročné překážky,“ vysvětluje Petr Kovaříček, který projekt se svým vedoucím Martinem Kalbáčem přímo řídil. „Snažili jsme se zvládnout techniku na úrovni, kde to doposud nebylo možné. Je však zřejmé, že princip pohybu je využitelný i v jiných aplikacích – od nanorobotiky, přes biomedicínské použití po nanovědu obecně,“ uzavírá Kovaříček.

Spolupráce několika týmů

Kromě dobré znalosti grafenu jako povrchu však hrál roli i fakt, že vědci chtěli celý pokus pozorovat přímo, v reálném čase. K tomu byla zapotřebí fluorescenční mikroskopická technika, a tím pádem i průhledný povrch, na kterém by bylo možné experiment uskutečnit – to grafen také splňuje. Zmíněnou mikroskopickou techniku, která byla pro sledování pohybu nanočástic potřebná, poskytuje oddělení biofyzikální chemie v rámci Heyrovského ústavu, výroba užitých nanočástic je však samostatnou vědní disciplínou. Pro tento projekt byly použity fluorescenční diamantové nanokrystaly vyvinuté týmem Petra Cíglera z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR.

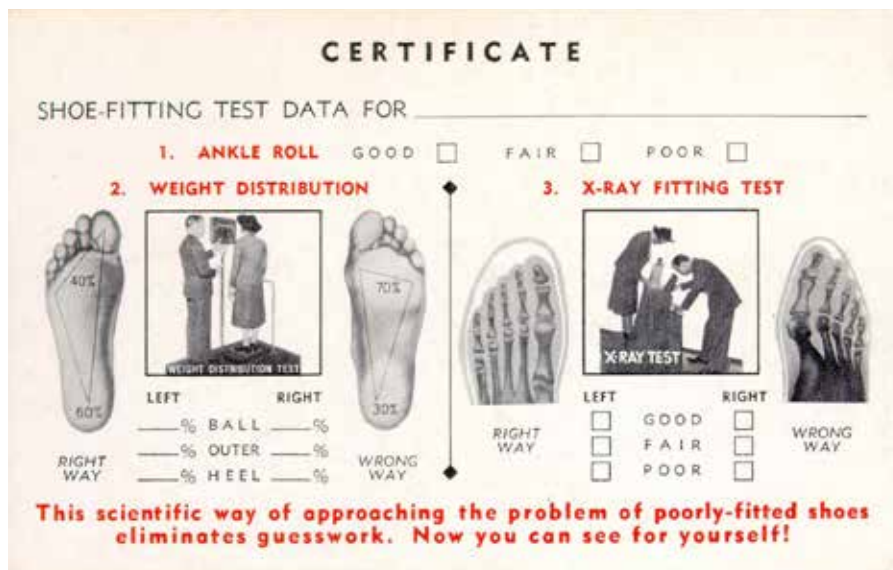
Plány do budoucna

Vědecký tým zatím pozoroval jen jeden způsob pohybu – lineární. Dalším krokem výzkumu bude zjistit, jak v nanoměřítku vytvořit dráhu složitější a vést částici po povrchu jinou než lineární cestou. Na to je potřebné užití více působících sil. ■

Na co všechno může být rentgen

Historický plakát z 30. let vysvětlující výhody obuvnického fluoroskopu.

Mezinárodním dnem radiologie je 8. listopad a my proto přinášíme připomínku objevu rentgenových paprsků a perličky z jejich současného širokého použití. Profesor Röntgen by se velice podivil tomu, co vlastně také vynalezl.



Psal se rok 1895, již sedm let probleskávalo téměř každý večer setmělými okny Fyzikálního ústavu Filozofické fakulty bavorské univerzity ve Würzburku skoro strašidelně bledě zelené světlo elektrických výbojů. Zdejší řádný profesor fyziky a jeden z nejlepších experimentátorů druhé poloviny 19. století Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) se po ukončení přednášek klasické fyziky dlouho do noci věnoval ve své laboratoři systematickému výzkumu tehdy aktuální problematiky působení elektrického proudu na plyny. Vzhledem k vědově samotářskému způsobu práce, legendární úspornosti popisu jeho experimentů a opatrnými formulacemi jakýchkoli závěrů, není známo, co bylo skutečně cílem jeho výzkumu v onen večer 8. listopadu. Snad experimentoval jen z božské zvědavosti, jak říkal Albert Einstein.

Tajemství přírody

Jak to někdy u slavných vědeckých objevů bývá, okolnosti odhalení existence paprsků X se staly legendou. Vyprávění, jak si vědec náhodou povšiml světélkování na pracovním stole ležícího neukliženého papírového stínítka potaženého fluorescenčním kyanidem platnato-barnatým, kdykoli nastal ve skleněné trubici elektrický výboj ve zředěném plynu, patří k příběhům, o kterých napsal kdysi Giordano Bruno, že „i kdyby to nebyla pravda, je to hezky vymyšlené“. Podobný osud má i jeden z nejznámějších snímků v dějinách fotografie, vůbec první rentgenový snímek z 22. prosince 1895, na kterém je ruka Röntgenovy manželky Anny Berthy. Na rozdíl od jejího muže jí obraz kostí se snubním prstenem příliš nenadchnul.

Jak rentgen zvýšil prodej bot

V prvních desetiletích paprskového boomu přicházel kdekdo s novými senzačními vynálezy, nejrůznějšími prosvícenými objekty a výsledky dalších „šťastných objevitelských náhod“. Jeden takový „skvělý“ nápad dostal také bostonský lékař Jacob Lowe, který v roce 1927 získal americký patent na vynález označovaný jako „Foot-O-Scope“. Jeho předmětem byla konstrukce zařízení pomáhající lidem při zkoušení bot před jejich zakoupením. Využití tajemné síly rentgenových paprsků zde bylo shledáno velice vhodným k řádnému „prohmatání“ nohou a prstů, aby se předešlo „deformaci citlivých kloubů“. Doporučována byla rovněž pomoc „odborného poradce“ a prodavače bot. Důmyslný přístroj tehdy získal nejvyšší hodnocení a doporučení časopisu pro rodiče Parents Magazine. I když bota „seděla“ na noze dobře, zákazníci se dožadovali dalšího použití „obuvního fluoroskopu“, protože to byla víceméně zábava.

Poprvé nastala situace, kdy děti chodily rády nakupovat boty. Zřejmě se to líbilo i majitelům obchodů s obuví, protože zakoupili deset tisíc těchto zařízení. Kompletní přístroj o velikosti dnešní myčky na nádobí stál asi dva tisíce dolarů, což tehdy představovalo malé jmění. Když děti vsunuly nohu do spodní části stroje, rodiče, prodavač a nadšením zářící sourozenci či kamarádi sledovali dění speciálními okénky. Každé stisknutí tlačítka spustilo až na 20 sekund proud rentgenových paprsků. Lidem se líbilo, když je mohli vyvolat jen mačkáním knoflíku. A čím vícekrát knoflík stiskli, tím lépe nové boty vyhovovaly.

Rentgenem proti chloupkům

Zhruba ve stejné době před téměř 100 lety si odbylo premiéru i další zařízení s názvem „Tricho“. Bylo instalováno v kadeřnictvích vedle vysoušečů vlasů a jeho vynálezcem byl doktor Greysler, penzionovaný profesor fyziologické terapie. Podle dobových reklam zasvětil tento lékař celý život odstraňování chloupků z ženských rtů a tváří. Díky svému patentovanému rentgenovému zařízení pro různé kosmetické úpravy se konečně dočkal úspěchu.

Radiologická měření přišla pozdě

O dvě desítky let později se zjistilo, že záření způsobuje nežádoucí biologické, chemické a genetické změny. Došlo také na měření úrovně radiace u rentgenových fluoroskopů používaných v obchodech s obuví. Vyzařovaly více rentgenových paprsků, než běžné lékařské diagnostické rentgeny! V závislosti na typu zařízení mohla mladá dívka, která si vyzkoušela jen několik párů bot, dostat tak vysokou dávku radiace, že to dokázalo zastavit její růst. Po uplynutí čtvrtiny století se radiace ukázala být větším problémem než příliš těsné boty a federální úřady ve Spojených státech používání těchto zařízení v roce 1953 zakázaly. Lékaři a biologové postupně zjišťovali, že nadžívání rentgenovského záření může způsobit poškození kožních buněk, zanechat popáleniny a dokonce vyvolat rakovinné bujení. Nicméně teprve ve druhé polovině 20. století byla rizika rentgenového záření plně rozpoznána a byla zavedena přísná opatření k minimalizaci ozáření. ■