

**1**  
2015



# TŘÍPÓL

[www.tretipol.cz](http://www.tretipol.cz)

Časopis pro studenty o vědě a technice / Zdarma



**STŘÍBRUJÁŘI**  
**KLOUZAJÍCÍ KAMENY**  
**TŘI SOUTĚSKY**  
**BLACKOUT**

článek na přání



## V novém kabátě

Slovo úvodem

Je to k nevíře, ale právě čtete šedesáté číslo časopisu Třípól (do roku 2008 Třetí pól)! První vydání vyšlo v listopadu 2001. Z průzkumu víme, že 42 % čtenářů nás čte od střední školy, 37 % ho předává ke čtení dál nejméně 4 dalším lidem, 42 % si články kopíruje a stahuje z webu. Jak je vidět z ankety na web stránce, nejvíce čtenáře zajímá jaderná fyzika, oblíbená je astronomie a návody na pokusy.

Do roku 2015 vstoupil Třípól jako nezávislý projekt. Prvních 14 let jsme vycházeli jako součást vzdělávacího programu energetické společnosti ČEZ „Svět energie“. Nyní se osamostatňujeme a děkujeme partnerům, kteří nás podporují i nadále. Nejvýznamnějším z nich je Nadace ČEZ. Zůstáváme věrní popularizaci vědy a techniky s důrazem na energetiku, protože všichni dobří autoři a členové redakční rady nám i dále zachovávají svou přízeň a pomáhají připravovat články pro vás čtenáře tak, aby byly nejen zajímavé a zábavné, ale hlavně srozumitelné a vědecky správné. Přejeme do dalšího roku čtenářům užitečné čtení a sobě dychtivé čtenáře!

(A napište nám, jak se vám líbí nová grafická podoba.)

**Marie Magdaléna Dufková**  
šéfredaktorka

## Soutěž

V zimním PDF loňského roku jsme čtenářům Třípólu položili soutěžní otázku „Co je zdrojem energie ve fúzním reaktoru? Je to štěpení jader těžkých prvků, slučování jader lehkých prvků, nebo chemická reakce?“.

Obratem nám správně odpověděla Jana Brettlová ze Skalné u Chebu.

Napsala, že zdrojem energie ve fúzním reaktoru je slučování jader lehkých prvků. K výhře gratulujeme a posíláme slíbenou odměnu.

**Soutěžní otázka jarního vydání zní:  
Rozvinuté země, ve kterých žije 20 % lidstva, spotřebovávají z celkového množství energie vyrobené na celém světě 60 %, 70 % nebo 80 %?**

Své odpovědi pošlete do konce roku 2015 na: [tretipol@volny.cz](mailto:tretipol@volny.cz)

(red)

## Obsah

- 3 Inteligence pejska Aibo
- 4 Kontroverze největší přehrady  
Tři soutěsky
- 5 Fúze ve Skunčích dílnách
- 6 Dlouhověké jaderky
- 7 Nové Infocentrum v Jaderné  
elektrárně Dukovany
- 8 Blackout
- 10 Klouzající kameny aneb záhada  
Údolí smrti
- 11 Když žárovky zavoní
- 12 Jádro vylepšuje jádro
- 13 Superkondenzátory z odpadního  
papíru
- 14 Debrujáři-Stříbrujáři;  
Stříbrujáři na Expo Science Asia  
v jordánském Ammánu
- 15 Stříbrujáři na Expo Science  
International v Abu Dhabi
- 16 Isaac Newton  
zakladatel moderní fyziky
- 17 Proč mají mince vroubkovaný  
okraj
- 18 Pět nejčastějších předsudků  
o tepelných čerpadlech
- 19 Mohou být elektrické motory  
efektivnější?
- 20 Pokus „Tužky v pytlíku“

## 1/2015

**TŘÍPÓL** Časopis pro studenty o vědě a technice. Součást vzdělávacího programu Svět energie pro ČEZ, a. s. Vydává: Simopt, s.r.o. Redakční rada: Šárka Beránková, Doc. Jan Obdržálek, Marina Hužvárová, Jan Pišala, Edita Bromová, Ing. Michael Sovadina Šéfredaktorka: Marie Magdaléna Dufková Redaktor: Michael Pompe Grafická úprava a sazba: Simopt, s.r.o. Kopírování a šíření pro účely vzdělávání dovoleno. Za správnost příspěvků ručí autoři. Kontakt: E [tretipol@volny.cz](mailto:tretipol@volny.cz), T +420 602 769 802, [www.tretipol.cz](http://www.tretipol.cz)



## RECENZE



### Čemu v dějinách doopravdy věřit?

„Lež prostředkem a lež cílem; i to jsou dějiny,“ napsal Karel Čapek. A G. K. Chesterton napsal: „Víra je to, co nelze dokázat, a věda to, co bude zítřka vyvráceno.“ Oba citáty se váží k nově vydané netradičně pojaté publikaci „Bylo nebylo“, jejíž překlad z německého originálu „Ist das wirklich wahr?“ vydala s podtitulem „Čemu v dějinách doopravdy věřit“ společnost Tarsago Česká republika (Praha 2014, 1. vydání, 320 stran, 313. publikace řady Reader's Digest, ISBN 978-80-7406-280-3).

Zda „to“ tak v dějinách bylo či nebylo, se čtenář v knize dozví formou více než 300 poučných, zajímavých a čtivých sond do světových dějin v celé jejich šíři – od pravěku přes starověk, středověk a novověk dokonce až po žhavou současnost. Setká se s proslulými i méně známými osobnostmi, napínavými událostmi a zápletkami a pozoruhodnými skutečnostmi, navštíví významná, ale i pozapomenutá jeviště historických událostí.

Kniha „Bylo nebylo“ nabízí dějiny obsahově bohatou a přitom humornou formou, kromě jiného i díky četným nekonvenčním ilustracím, které byly vytvořeny speciálně pro tuto publikaci a již samy o sobě čtenáře pobaví.

Pozoruhodné je nejen časové rozpětí, ale i geografický záběr knihy. Je v ní totiž zastoupeno všech pět kontinentů, zajímavé dějiny se nevyhýbaly žádnému z nich. Údiv nad tím, co všechno se opravdu stalo, ještě umocňuje řada historických „jistot“, které jsou však pouhými mýty a smyšlenkami. K přehlednosti a tematickému rozčlenění obsahu přispívají stručná shrnutí, jež u každé ze sedmi kapitol formulují ústřední okruh otázek a současně v kostce prezentují nejdůležitější události a pozadí dané historické epochy.



Pejska Aibo uvedla SONY na trh v roce 1999

## Inteligence pejska Aibo

Marie Dufková

Vzpomínáte si na pejska Aibo? Na slavného prvního robotického psa? Pořizovaly si ho nejen rodiny jako hračku pro své děti, ale i osamělí lidé jako společníka. Jeho umělá inteligence nyní poslouží k měření spotřeby elektřiny domácností!

Společnost Sony chce použít umělou inteligenci vyvinutou pro Aiba do svých připravovaných systémů měření spotřeby všech domácích elektrických spotřebičů. V roce 2013 Sony založilo technologickou firmu Informetis Co., která vyvíjí systém kontroly spotřeby televizorů, chladniček a dalších zařízení. Systém současně umožňuje zobrazování údajů o okamžité spotřebě na smartphonech jejich uživatelů. To vše zvládne malá destička velikosti krabičky od cigaret připojená k rozvodné skřini domácností. Informetis

se rozhodla použít umělou inteligenci robopsa Aibo pro jeho skvělou schopnost rychle posoudit situaci, rozhodovat, správně reagovat a přitom se učit z vlastních zkušeností. V domácnosti umělá inteligence analyzuje elektrické proudy tekoucí přes domácí rozvodnou skříň.

Tokyo Electric Power Co. (TEPCO) Na základě sebraných dat pak společnost plánuje nabídnout uživatelům novou službu – poradenství, jak šetřit energií u každého konkrétního elektrospotřebiče. ■



◀ Čínská přehrada Tři soutěsky

## Kontroverze největší přehrady Tři soutěsky

Václav Vaněk

„Tři soutěsky“ je název největší přehrady na světě. Je dlouhá 2 km a při její výstavbě se spotřebovalo 27 milionů krychlových metrů betonu. Její vodní nádrž je dlouhá 600 km, široká je několik set metrů a umožňuje lodní dopravu až do města Chongqing, které se díky tomu stalo jedním z nejrychleji se rozvíjejících měst v Číně. Vodní elektrárna má 32 turbín, z nichž každá váží tolik, jako Eiffelova věž. Přehradní nádrž se každé září zcela zaplňuje vodou. Kvůli výstavbě přehrady bylo zatopeno 13 velkých měst, 14 menších měst, 1 350 vesnic a bylo přestěhováno přibližně 1,3 milionů obyvatel.

### Příliš mnoho usazenin

Přehrada získala povolení ke stavbě v roce 1992. Její výstavbě předcházela důkladný průzkum pomocí modelu. Předpokládalo se například, že se původně rychlý průtok řeky nad přehradní nádrží zpomalí u města Chongqing, a že se zde uloží většina usazenin. Průtok je však rychlejší, takže se nánosy ukládají po proudu po celé délce nádrže až k přehradní zdi. Podle zprávy z roku 2012 sahají nánosy už do výšky 60 m, tj. až téměř do dvou třetin maximální hloubky. Množství usazenin představuje 200 milionů m<sup>3</sup>. Ještě závažnější je hromadění usazenin u přehradní zdi. Aby usazeniny nepůsobily problémy na vtocích k turbínám a také plavbě lodí dvěma zdymadly, musejí se odtěžovat. Uvádí se, že jediný způsob k odstranění problému s usazeninami je výstavba většího počtu dalších přehrad proti proudu řeky. Mnohé z nich jsou již v projektu.

### Příliš málo usazenin

Na druhé straně přehrada snížila téměř o polovinu usazeniny v deltě řeky, což

trojnásobně urychlilo erozi. Pro Šanghaj, která je postavena na miliardách tun usazenin a je v průměru jen jeden metr nad hladinou moře, je to vážný problém. Očekává se, že se zde v příštím století hladina moře může zvýšit až o dva metry. Protože při každoročním naplňování přehradní nádrže klesá pod přehradou průtok vody, vlévá se do ústí Žluté řeky voda mořská, která přispívá k zasoření. To nepříznivě ovlivňuje kvalitu pitné vody. Navíc, snížený průtok vody snižuje produktivitu rybolovu při ústí do Jihočínského moře.

### Příliš mnoho odpadu

Na rozdíl od období před výstavbou, kdy řeka rozličný odpad odnášela až do moře, hromadí se dnes odpad v přehradní nádrži, popř. je naplavován do přítoků Žluté řeky. Povrch nádrže pokrývá tlustá vrstva řas, plastového a dalšího průmyslového odpadu, a to navzdory tomu, že se denně odklízí až 3 000 tun tohoto materiálu. Po dokončení přehrady nastaly problémy i v ústí Žluté řeky, kde mezi sebou „válčí“ usazeniny a eroze. ■



◀ Programový manažer Tom McGuire vedle T-4 zařízení, které reprezentuje první fázi vývoje kompaktního fúzního reaktoru. Výsledný reaktor bude mít cca 10 × 7 metrů, vejde se tedy na vagon nebo auto (Credit Lockheed Martin)

## Fúze ve Skunčích dílnách

Milan Řípa

Firma Lockheed Martin prý vymyslela fúzní reaktor, který se dá naložit na auto, a to s ním zacouvá, kam bude třeba. A začne zlatý věk nadbytku levné energie. Bude to už konečně pravda?

### Inerciální elektrostatické udržení

Steve McGuire vypracoval svou doktorskou disertaci v roce 2001 v prestižním Massachusetts Institute of Technology a veden myšlenkou pohánět kosmickou raketu mířící na Mars se obrátil k termojaderné fúzi. Padesátá léta minulého století hýřila nejrůznějšími přístupy jak vyřešit otázku řízené termojaderné fúze coby zdroje energie. Jedním z přístupů bylo tzv. IEC – Inertial Electrostatic Confinement (Inerciální elektrostatické udržení). McGuire pojal ušlechtilý nápad probudit tehdy skomírající IEC k životu. Od protagonistů americké verze (Robert Bussard) si vypůjčil odvážný nápad vložit cívky udržujícího magnetického pole dovnitř vakuové komory a od sovětské verze (Oleg Lavrentěv) IEC řazení cívek vedle sebe či za sebou – jak libo. Stejně jako u obou verzí chtěl McGuire nechat sousedními cívkami protékat elektrický

proud opačného směru, což vytváří tzv. vstříčné magnetické pole. Moderní doba McGuireho inspirovala, aby elektromagnet opatřil supravodivým vinutím místo standardní mědi a vstříkem neutrálních částic – jak pro ohřev plazmatu, tak pro zvýšení jeho hustoty.

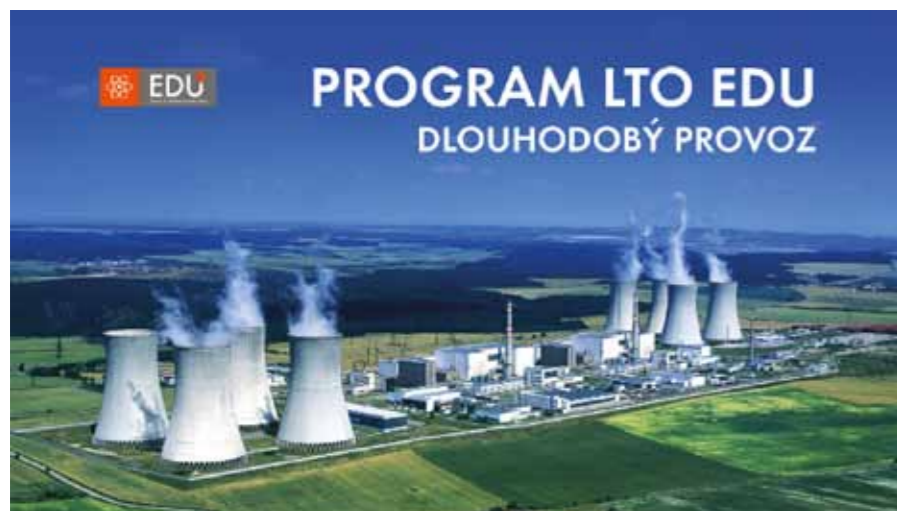
### Compact Fusion Reactor má vstříčné magnetické pole

V současné době se o IEC zajímá americké námořnictvo US NAVY, které jeho výzkum financuje, a také středoškolská studenti – několika teenagerům se již podařilo sestavit zařízení zvané fusor. Ano, známý fusor, o kterém jsme psali v článku „Teenager postavil jaderný reaktor“ a „Fúzor“, je příbuzným směru zvaného IEC. A proč inerciální? V tomto případě nejde o laserovou fúzi, ale o udržení elektrických nábojů v elektrostatické pasti. Poklidné elektrostatické bádání

zčeřila až zpráva z Lockheed Martin o Compact Fusion reaktoru.

Tvrzení, že do deseti let Lockheed Martin představí fúzní zdroj 100 MW, nejlépe transportovatelný na podvozku za tahačem, se dobře poslouchá, ale již hůře uskutečňuje. Tiskové zprávy typu Skunk Works (projektu společnosti Lockheed Martin, která ho tak nazvala podle továrny v kresleném seriálu Li'Abner) mají obvykle jediný účel: otevřít prostřednictvím mediálního rozruchu kohoutky penězovodů. Lockheed Martin touhu po dotacích přiznává a navíc hovoří o potřebě dalších výzkumníků.

V každém případě má zpráva z Lockheed Martin solidní základy – na rozdíl od pravidelně se opakujících zpráv o „úspěších“ studené fúze – a nezaslouží si ji předem odsoudit. Chybí však údaje o tom, co a jak bylo dosud naměřeno. Počkáme si. ■



◀ Dukovany budou po úspěšných 30 letech žádat o prodloužení provozu. Přejí si to i okolní města a obce. (Foto ČEZ)

### Co je to LTO EDU

Anglická zkratka LTO (Long Term Operation) se v celém světě vžila jako označení dlouhodobého (běžně až 60letého) provozu jaderné elektrárny za hranici stanoveného časového rámce (daného termíny licence, projektovými limity anebo předpisy atd.). V Dukovanech začala příprava na dlouhodobý provoz všech čtyř bloků už v roce 1996. V lednu 2009 schválilo představenstvo ČEZ, a. s., „Program zajištění LTO Elektrárny Dukovany“. Cílem jsou opatření nutná k bezpečnému dlouhodobému provozu bloků po roce 2015 a jejich prokázání podle tzv. Atomového zákona a mezinárodních doporučení, a samozřejmě získání kladného rozhodnutí k provozu bloků Jaderné elektrárny Dukovany po roce 2015 od Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

## Dlouhověké jaderky

Marie Dufková

Plánovaná doba provozu většiny jaderných elektráren ve světě byla při jejich výstavbě stanovena na 30 až 40 let. Mnoho z nich ale bude ve skutečnosti v provozu mnohem déle, některé až po dvojnásobek původně plánované doby. Celosvětově „frčí“ projekty LTO (Long Term Operation), což znamená dlouhodobý provoz.

Jaderná energetika je poměrně mladý obor. První reaktor vůbec byl spuštěn v roce 1942 (Fermiho zkušební „milíř“ v Chicagu), elektrický proud vyprodukoval první reaktor v roce 1951 (EBR-1 v Idahu) a opravdová komerční elektrárna dodala proud do veřejné sítě v roce 1954 (Obninsk v SSSR). Co je to ale proti více než stům let zkušeností např. s vodní energetikou. Odhady životnosti byly tedy opatrné a značně konzervativní. Většina jaderných elektráren ve světě vznikala v sedmdesátých a osmdesátých letech. Od té doby se vyhodnotily rozsáhlé zkušenosti a poznatky, které nebylo možné získat jinak, než přímo provozem elektráren. Týkají se zejména procesu materiálového „stárnutí“ reaktorové nádoby, která je jedinou součástí elektrárny, již nelze vyměnit. A ukázalo se, že tlakové nádoby reaktorů mohou bez rizika pracovat osmdesát i více let.

**Celá nová – kromě tlakové nádoby**  
Příkladem může být naše Jaderná elektrárna Dukovany. V „rodném listu“ (v projektu měla odhadnutou dobu provozu 30 let. O tom svědčí, jak pečlivě se zkoumají a vyhodnocují tzv. svědečné vzorky (kousky materiálů tlakové nádoby, které jsou vystavené provozním podmínkám, psali jsme o nich v článku Svědečný program), životnost jaderné elektrárny a reaktorová ocel. Zkoušky ověřily, že u některých částí primární smyčky je z pohledu „stárnutí“ skutečně životnost vyčerpána jen z 1 až 2 %! Životnost jiných zařízení včetně tlakové nádoby je využita ve vyšší míře, ale původně odhadovanou životnost výrazně převyšuje – minimálně dvojnásobně.

Technicky je tedy naše první jaderka mladice. Během 30 let, co je elektrárna v provozu, prošla mnoha modernizacemi, při nichž se vyměnila většina zařízení včetně těch největších – díky novým turbínám mají Dukovany dnes stejný

výkon jako Temelín. Jde tedy v podstatě o novou elektrárnu, než jakou v osmdesátých letech postavili.

**Prodlužování provozu a modernizace**  
V letech 2000–2011 se nově připojilo k síti ve světě 45 jaderných reaktorů, přitom zvýšení výkonu díky modernizaci a prodloužení provozu bylo ekvivalentní spuštění nejméně 30 dalších. Kolem 290 reaktorů ve světě je starších než 25 let. V příštích deseti letech by se muselo odstavit 160 z nich, pokud by pouze splnily projektovou životnost. Byla by to ale škoda – podle všech testů (a že po Černobylu i po Fukušimě musely projít obrovsky náročnými prověrkami!) mohou pracovat mnohem déle. V USA už dostalo povolení k provozu až na 60 let 73 reaktorů. Finsko prodloužilo licenci čtyřem reaktorům už o dvacet let, Maďarsko svým čtyřem stejně tak a Ukrajina dvěma. Francie, Korea, Švédsko nebo Švýcarsko žádné zákonné omezení provozu nemají. ■



◀ Průvodkyně jsou nenahraditelné

## Nové Infocentrum v Jaderné elektrárně Dukovany

Marie Dufková

29. 1. 2015 se slavnostně otevřelo modernizované informační centrum EDU. V Jaderné elektrárně Dukovany informační centrum funguje již od listopadu 1994 a od té doby hostilo již více než půl milionu návštěvníků. Zasloužilo si rekonstrukci a modernizaci, která proběhla vloni na podzim.

V novém audiosále se promítají tři zbrusu nové filmy – Jaderná elektrárna (názorný princip), Cvrček (o významu energetického mixu) a Blackout (co by se stalo po výpadku elektřiny). Všechny oblíbené modely a makety zůstaly zachovány, přibily obrazovky a projekce se slovními i obrazovými informacemi, virtuální procházka všemi prostory elektrárny, internet v odpočinkové zóně a fotostánek. Návštěvníci se mohou aktivně zapojit a soutěžit – čeká na ně šest zastavení v „barevné ulici“, spojených s jednoduchými kvízy. Vyhrát je možné zajímavé ceny.

**Otvírací doba, objednávky a kontakt**  
Infocentrum je otevřeno každý den včetně sobot a nedělí od 9 do 16 hodin. V období letních prázdnin od 9 do 17 hodin. Exkurze je třeba objednat vždy předem přes rezervační systém na webu, popřípadě telefonicky či e-mailem. Pro střední a vysoké školy či technicky zaměřené firmy nabízí elektrárna i prohlídku některých provozních prostor, pokud to pracovní podmínky umožní. Exkurze jsou pro všechny zdarma. Když už budete v Dukovanech, doporučujeme navštívit také nedalekou Vodní elektrárnu Dalešice – více na [www.cez.cz/dalesice](http://www.cez.cz/dalesice). ■

**Jaderná elektrárna Dukovany – Infocentrum**  
Dukovany 269, 675 50 / T: 561 105 519, E: [infocentrum.edu@cez.cz](mailto:infocentrum.edu@cez.cz)  
GPS: 49°5'19.133"N, 16°8'42.854"E



# BLACKOUT

Marie Dufková / článek na přání

Největší nevýhodou elektřiny je, že ji nelze skladovat. V síti musí být právě tolik elektřiny, kolik jí zrovna zákazníci požadují. Nerovnováha mezi výrobou a odběrem na kteroukoliv stranu může být příčinou plošného výpadku elektřiny na menším či větším území. A je tu ještě jedno úskalí – elektřina se řídí Kirchhoffovy zákony a nikoliv obchodními kontrakty. A tak když na pobřeží severního Německa fouká vítr, valí se přebytek elektřiny propojenou přenosovou sítí i do Čech a ohrožuje tak stabilitu naší soustavy. Bezproudu, neboli tzv. blackout, má pro naši na elektřině zcela závislou „civilizovanou“ společnost nedozírné následky. Mnoho zemí s ním má však již velmi konkrétní zkušenost a u nás je jen otázkou času, kdy přetečení velkého množství elektřiny z neřiditelných severoněmeckých větrných elektráren ochromí i naši zatím velmi statečnou rozvodnou síť.

## Postup blackoutu

Po výpadku elektřiny nastupuje velice rychle chaos. Už po pár hodinách nejde prakticky nic. Téměř okamžitě přestane fungovat průmysl, kolejová doprava, internet, pevné i mobilní sítě. Brzy je následují dodávky vody, čerpací stanice pohonných hmot a posléze se zastaví i vozy policie a hasičů a vyčerpají se záložní zdroje pro provoz úředních komunikačních sítí. Veřejný pořádek a bezpečnost jsou v ohrožení. Pokud taková situace netrvá déle než 24 hodin, zůstanou zachovány funkce uspokojující základní fyziologické potřeby lidí, bezpečí a sounáležitost ve společnosti. Déletrvající narušení dodávky elektřiny ale způsobí sociální nepokoje, a pokud mimořádná situace trvá déle než pět dní, nastává dezintegrace společnosti. Vláda vyhláší výjimečný stav.

## Příklady známých blackoutů

Jednou z příčin výpadku energie v roce 2004 v Řecku bylo omezení prostředků na údržbu soustavy v důsledku velkých investic do olympiády. Ve Švédsku bylo v roce 2003 zase jednou z příčin odstavení jaderné elektrárny Barseback, které mělo politické důvody. V Itálii v roce 2003 byla příčinou bouřka, která vyřadila linku mezi Švýcarskem a Itálií. Státní společnost ENEL ztratila kontrolu nad situací během 4 sekund. Tisíce lidí zůstaly ve vlacích a v metru, letecká doprava byla zrušena. Mediálně nejznámější blackout v USA a Kanadě v roce 2003 začal pádem několika stromů na linku velmi vysokého napětí. Tuto událost operátoři nezvládli a došlo k dominovému šíření poruchy. V koncovém stavu bylo od sítě odpojeno 256 energetických zdrojů. ■

## Některé z velkých BLACKOUTŮ

**20. února 1998, Auckland, Nový Zéland**  
pět týdnů, asi 700 tisíc obyvatel bez proudu

**14. srpna 2003, severovýchod USA a jihovýchodní Kanada**  
dva dny, 55 miliónů obyvatel bez proudu, nejméně 11 obětí

**23. září 2003, Dánsko a Švédsko**  
dvě hodiny, 5 miliónů obyvatel bez proudu

**28. září 2003, Itálie**  
dvanáct hodin, 55 miliónů obyvatel bez proudu

**12. července 2004, Řecko**  
dvanáct hodin, nejméně 5 miliónů obyvatel bez proudu

**18. srpna 2005, Bali, Indonésie**  
sedm hodin, 100 miliónů obyvatel bez proudu

**24. července 2006, Česko**  
řetězec různých příčin, nastal grayout: omezení velkoodběratelů a energetických zdrojů, část sítě v ostrovním režimu, ohroženo 10 miliónů obyvatel

**27. dubna 2007, Kolumbie**  
několik hodin, celá země bez proudu

**8. září 2011, USA a Mexiko**  
několik hodin, 5 miliónů obyvatel bez proudu

**30. a 31. července 2012, Indie**  
několik hodin, 370, resp. 670 milionů lidí bez proudu

## PŘÍČINY BLACKOUTU

Příliš vysoký odběr elektrické energie, např. V horkém létě kdy náhle vzroste používání klimatizací

Zatížení přenosových systémů, průhyb, přetržení (padlým stromem, letadlem, cizím tělesem či mechanismem)

Nerozpoznání běžné poruchy včas a její kaskádovitě šíření

Chyby v koordinaci při propojování energetických soustav a ve výměně dat mezi provozovateli soustav

Špatný technický stav energetické sítě

Přenos velkých výkonů na hranici zatížitelnosti

Došlo k poruchám v zásobování vodou, zkolabovala železniční i letecká doprava, telefonní síť, internet. Jen v New Yorku byla zaznamenáno 3000 požárů (od svíček). Nejvíce úmrtí vzniklo při dopravních nehodách (nefungovala světelná signalizace) a pádem zlodějů, rabujících v opuštěných domech, ze střechy nebo římsy. Došlo také k úmrtí v důsledku nadýchání zplodinami z provozu elektrocentrál.

Nejvážnější následky měl blackout v Aucklandu. Zasáhl sice „jenom“ necelý milion obyvatel, s důsledky blackoutu se ale město nevyrovnilo dodnes. Zpočátku jednoduchá porucha na vysokonapěťovém kabelu vyvolala řetězec dalších poruch na kabelech. Po každé opravě kabelu a následném připojení napětí došlo k závadě na dalších místech. Tento stav, kdy obchodní centrum města bylo zcela mimo provoz, trval pět týdnů! Denně spotřebovaly nouzové agregáty milion litrů nafty. Za tu dobu opustila město velká část obyvatel, ale také banky, univerzity, významné firmy... Drobným podnikatelům stát doporučil ohlásit bankrot a po zklidnění situace začít znovu.

## Jak se řeší blackout

Jak se zpátky „nahodí“ elektřina po blackoutu? Zatopí se pod kotlem nebo pustí voda a rozjede se nějaká turbína? Není to tak jednoduché. Elektrárenské generátory mají budiče... a nemají-li v dané chvíli elektřinu pro vlastní spotřebu, elektřinu nevyrobí, i když se bude turbína točit. Čili dojde-li k totálnímu rozpadu soustavy a odstavení generátorů z provozu, musí začít proces obnovy provozu soustavy u těch energetických zdrojů, které mají pro svůj start zajištěno napájení vlastní spotřeby z nezávislého zdroje. Taková zařízení mají certifikaci pro tzv. podpůrnou službu „Start ze tmy“ (black start).

## Příklad obnovy napájení

Certifikaci na poskytování podpůrné služby Start ze tmy má např. vodní elektrárna Orlík. Spolupráci by jí poskytla bezobslužná vodní elektrárna Kamýk. Princip služby je v tom, že v případě rozpadu sítě ČR a ztrátě možnosti obnovit dodávku energie ze soustav okolních států, je na vyžádání dispečera Ústředního dispečinku ČEPS (provozovatele české přenosové soustavy) podáno napětí z elektrárny Orlík na vytípanou klasickou elektrárnu, v tomto případě Elektrárnu Chvaletice nebo Počeradky, které by následně byly schopny najet a přifázovat své turbogenerátory a tím pomoci obnovit přenosovou soustavu ČR ("Podání napětí" je odborný termín, fyzikálně správný, budeme jej v článku dodržovat tak, jak je uváděn v materiá-

lech ČEPS. Lidově bychom asi spíš řekli "dodání elektrického proudu").

Při rozpadu sítě a stavu blackoutu reaguje automatika na vodní elektrárně Kamýk tak, že při nemožnosti zajistit napájení z externí sítě vydá povel ke startu dieselagregátu. Ten zajistí napětí pro vlastní spotřebu elektrárny. Poté dispečer vodních elektráren (ve Štěchovicích) vydá povel pro najetí jednoho ze čtyř soustrojí elektrárny Kamýk. Po roztočení turbogenerátoru a podání napětí do rozvodny elektrárny Kamýk (10 kV) je možné podat napětí po 10kV kabelech na Orlík. Obsluha Orlíku poté vydá povel na obnovení vlastní spotřeby z Kamýka a na požadavek dispečera také roztočí jeden orlický turbogenerátor (91 MW) v režimu „Start ze tmy“. Po uvedení tohoto stroje do provozu je podáno napětí do rozvodny Milín a dále až na vlastní spotřebu uhelné elektrárny Chvaletice nebo Počeradky. Služba musí být podle Kodexu ČEPS poskytnuta do 30 minut od požadavku dispečera ČEPS. Elektrárna Kamýk je bezobslužná a celý proces je tudíž plně automatizován. Ani následné kroky nevyžadují zásah operátora. Certifikaci této podpůrné služby má Orlík od dubna 2008. Cvičně bylo i prakticky odzkoušeno podání napětí přes vyčleněné linky 220 kV a 110 kV na vlastní spotřebu Elektrárny Chvaletice a následně byly roztočeny její pomocné pohony potřebné k najetí bloku.

## Greyout – na pokraji blackoutu

I energetika v České republice byla již na pokraji blackoutu. Nouzový stav, vyhlášený Českou přenosovou, a. s., 24. července 2006, nebyl typickým blackoutem ve smyslu fatálního dopadu na odběratele. Žádné domácnosti v ČR

nebyla dodávka elektřiny přerušena. Vlivem vyhlášených regulačních stupňů však museli velcí spotřebitelé omezit odběr. Dispečink ČEPS ten den řešil více než 1000 tisňových volání. Vlivem přetížení sítě v sousedních státech se změnil objem toku energie v ČR jak v severojižním směru, tak i od východu na západ. Stalo se to v červenci, kdy průměrná denní teplota byla 27 °C, v 9 hodin ráno byla teplota již 33 °C. Zatížení sítě bylo o 500 MW vyšší než obvykle v tomto čase. Několik týdnů předtím, dne 20. května 2006, bylo při vichřici zdemolováno vedení 400 kV mezi rozvodnou Hradec a německým Etzenrichtem. Toto vedení bylo rychle nahrazeno provizorní linkou a byla zahájena oprava. Shodou okolností právě dne 24. července probíhalo přepojování z provizorního vedení na původní opravené. Z důvodů oprav a revizí byly vypnuty další čtyři přenosové trasy na území ČR. Po 8. hodině ráno došlo k nečekanému vypnutí rozvodny Diviča ve Slovinsku (důsledek požáru v blízkosti rozvodny) v důsledku toho k navýšení odběru z ČR do Rakouska. To vedlo k přetížení jednoho z 400 kV vedení rozvodny Hradec a jeho vypnutí. Dominovým efektem pak došlo k dalším výpadkům, čímž část sítě v ČR přešla do ostrovního provozu. Tento ostrovní provoz byl však značně nesymetrický – zůstala v něm velká část zdrojů a vykazoval přebytek výkonu 1 500 MW. Stejný rozdíl byl ve zbývajících částech soustavy, ale naopak deficitní. Přesto se podařilo systémem zregulovat a asi po hodině soustavu ČR opět spojit (Ostrovním provozem nazýváme obecně takovou soustavu výroby, rozvodu a využití elektrické energie, která není připojena k okolní (celostátní) rozvodné síti). ■

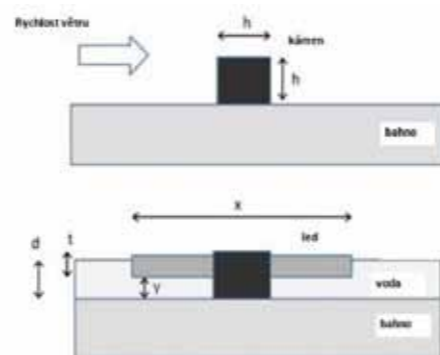


◀ V případě blackoutu by měl dispečink ČEPS plně ruce práce (foto ČEPS)



◀ Paralelní dráhy vytvořené ve vlhkém bahnitém povrchu (Credit: Jim Norris)

◀ Schéma situace a sil působících na kámen zamrzlý do „ledového raftu“



zimní noc, za druhé se oblast musí naplnit vodou tak hlubokou, aby se vytvořil plovoucí led, a přitom tak mělkou, aby kameny vyčnívaly ven. Když noční teplota klesne, povrch země zmrzne vrstvičkou ledu podobnou okennímu sklu. Musí být tak tenká, aby se mohla volně pohybovat, ale tak silná, aby si zachovala pevnost. Za slunečného dne led začne tát a rozpraská do velkých plovoucích panelů, kterými vítr pohybuje po planině, tlačí kameny před sebou a zanechává jejich stopy v měkkém bahně těsně pod povrchem.

#### Očité svědectví

„21. prosince 2013 se to stalo právě kolem poledne. Led začal prskat, praskání se ozývalo z celého povrchu oblasti,“ říká Richard Norris. „Povídám Jimovi: Je to tady!“ Pozorování vyvrátilo předchozí teorie o větrech síly hurikánu, slizkých vrstvách řas, tlustých ledových krách nebo dáblech. Naopak, kameny se pohybují při mírném větru kolem 3 až 5 metrů za sekundu a jsou poháněny ledem silným 3–5 milimetrů. Kameny kloužou rychlostí pár centimetrů za sekundu (2 až 6 m/min.), což je ze vzdálenějšího stanoviště téměř nepostřehnutelné. „Je docela možné, že někteří turisté už se na to dívali, aniž si všimli pohybu,“ říká Jim Norris z inženýrské firmy Interwoof ze Santa Barbary. „Je těžké zjistit, že se kámen hýbe, když všechny okolo se hýbou stejně.“ Individuálně se kameny kloužou od pár sekund až asi do čtvrt hodiny. V jednom případě vědci pozorovali kameny, které urazily více než 60 metrů. Někde se vytvářejí také stopy bez kamenů – ty dělá pohybující se led. Hlídači parku měli dříve za to, že kameny z konce takových stop kradou turisté. ■

s sebou jiné, srovnatelné velikosti a váhy.) Experiment instalovali v zimě 2011. Přesně jak jeho autoři předpokládali, byl to „nejnudnější experiment v dějinách“. Prostě jen čekali, jestli se něco stane. A stalo! V prosinci 2013 Richard Norris z university Johna Hopkinse a jeho synovec Jim přijeli do Údolí smrti a zjistili, že Playa je pokrytá sedmi centimetry vody. Brzy potom se kameny začaly pohybovat. „Vědec zkrátka musí mít někdy štěstí,“ říká Norris. „Předpokládali jsme, že budeme muset čekat pět či deset let, ale hned po dvou letech trvání experimentu jsme svědky toho, co se tu děje.“

#### Vzácné meteorologické podmínky

Z jejich pozorování vyplývá, že k pohybu kamenů musí nastat vzácná kombinace podmínek. Za prvé musí být chladná

## Klouzající kameny aneb záhada Údolí smrti

Marie Dufková

V části Údolí smrti v americké Nevadě zvané Racetrack Playa jsou roztroušeny stovky kamenů, některé o hmotnosti až 320 kg, které se tajemně přemísťují na dráze desítek až stovek metrů. Zanechávají za sebou stopy, jakoby jezdily na saních nebo snowboardech. Jaká mocná síla s nimi pohybuje? Jaké kouzlo?

Vědci se snaží rozluštit toto tajemství už od 40. let minulého století. Nikdo neviděl na vlastní oči, jak se těžké kameny pohybují – až do nedávna. Zprávu o přímém pozorování záhadného jevu zveřejnil tým paleobiologa Richarda Norrise z Océanografického ústavu ve Scripps, San Diego, v článku z 27. srpna 2014 v časopise PLOS ONE.

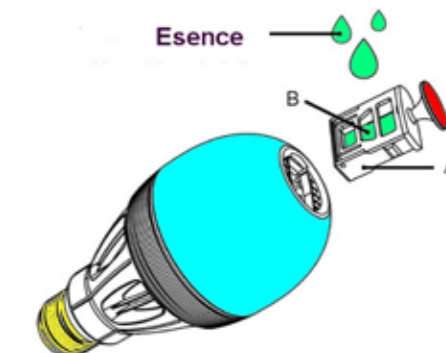
#### Nejnudnější experiment v dějinách

Protože kameny mohou ležet nepohnuté desítky let, nevsadili vědci na přímé pozorování, ale vybavili 15 kamenů GPS jednotkami aktivovanými pohybem a na místě instalovali výkonnou meteorologickou stanicí. (Nebylo to tak jednoduché, jak to vypadá – Správa Národního parku Death Valley nedovolila instalovat GPS na místní kameny, vědci si museli přinést



◀ Ovládání „hrající“ žárovky StriiimLIGHT MINI (foto AwoX)

◀ Způsob plnění žárovek AromaLIGHT voňavou esencí: A – nástrčka, B – nádržka esence (foto AwoX)



## Když žárovky zavoní

Jan Tůma

Světlo, zvuk i vůni do domácností přináší dálkově ovládané LED-žárovky, které letos v lednu představil francouzský výrobce AwoX na světovém veletrhu spotřební elektroniky CES 2015 (Consumer Electronic Show) v Las Vegas. Jak se ukazuje, úsporné LED se šroubovací patičkou, které se dnes povinně zavádějí místo „edisonových“ žárovek se žhnoucím vláknem, ještě neřekly své poslední slovo. V „inteligentních“ domácnostech budou časem spolupracovat běžně s veškerou elektronickou a telekomunikační technikou – zejména s osobními smart-mobily a tablety.

Současné diody LED (Light-Emitting Diode) snižují spotřebu elektřiny oproti klasické žárovce až o 90 % a přitom vykazují nejméně třicetinasobnou životnost. Baňka s kombinací modrých, červených a zelených LED v kombinaci s luminofory poskytuje ideální vjem bílého denního světla, které lze změnami napětí stmívat a měnit jeho barevnost. AwoX do kónicky tvarované baňky dokázal nejprve integrovat funkci oblíbených „vonných“ svíček, a krátce na to i proměnit žárovku ve zvukový reproduktor. Ze žárovek tak učinil multifunkční výrobek typu „dva v jednom“ či dokonce „tři v jednom“. Ovládání LED pak revolučně přenesl na bezdrátový přenos ručním ovladačem, smart-phonem, domácím počítačem nebo tabletem, a to prostřednictvím v domácnostech zaběhnutých funkcí Wi-Fi nebo Bluetooth.

#### Svítilní voňky

Jako první přichází na trh (včetně českého) „provoňující“ LED AwoX Aroma LIGHT Color s dálkově regulovatelným jasem, teplotou a barevností světla. Provoz řídí ovladač Wi-Fi ze vzdálenosti až 20 m. Výkon LED je sice jen 7 W, její světelný ekvivalent (500 lumenů) však odpovídá 25W žárovce. V průhledné hlavici je vysunovací zásobník na nejrůznější esenciální oleje s difuzorem, který po zapnutí žárovky bezhlučně rozptyluje do místnosti vůni, jejíž intenzitu lze řídit ovladačem nebo smartphonem. K ovládání si uživatel může běžným způsobem stáhnout potřebné programy pro většinu rozšířených iPadů, iPodů, počítačů a tabletů. Zabudovaný časovač umožňuje naprogramovat vypnutí a zapnutí difuzéru vůně a její intenzitu.

#### Žárovko, zahraj!

Naplnit místnost reprodukcí hudby a rádiem dokáže podstatně dražší „hrající“ LED AwoX StriiimLIGHT, vybavené do pláště integrovaným reproduktorem s výkonem 10 W. Název je odvozen od jejich schopnosti streamovat (kontinuální přenos audiovizuálního materiálu mezi zdrojem a koncovým uživatelem, především na internetu) hudbu. Hudbu nebo internetové rádio tak můžeme kdekoli v domácnosti či kanceláři poslouchat bez přenášení přehrávačů nebo počítače, bez natahování kabelů, a to v každé místnosti, v níž LED našroubujeme do stropního nebo stolního svítidla. Například v koupelnách tak poskytnou nejen intimní osvětlení, ale i romantickou hudbu. V dětském pokoji zase přehrají dětem před spaním vybranou pohádku.

Hlasitost zvukové reprodukce lze plynule regulovat, stejně jako načasovat zapnutí a vypnutí.

Chytré a voňavé LED jsou prvním praktickým krokem nové oblasti průmyslu, označované jako „internet věcí“. Ten slibuje automatickým propojením funkcí veškeré techniky kolem nás zvýšit světovou ekonomiku tak, aby se zlepšily podmínky našeho života. ■



let. Ječmen z ozářených zrn se pěstuje a sleduje v dalších generacích, testuje a vybírají se nejlepší zrna s žádoucími novými vlastnostmi. V polních i laboratorních podmínkách se přibližně po sedmi letech identifikují nejlepší typy a pokud je nová linie oficiálně potvrzena a schválena, uvolní se na trh jako nová varieta.

#### Centenario

Nejnovější a zatím neúspěšnější odrůdou, kterou La Molina vyvinula metodou radiačního šlechtění v roce 2006, je druh ječmene „Centenario“. Ten nepodléhá rziivosti, je odolný mrazu, má uzavřené klasy a tím i dobře snáší krupobití. „Farmáři si dosud spojovali ječmen jenom s pivem nebo s krmemím zvířat. Ignorovali fakt, že je po bramborách druhým nejvýznamnějším zdrojem výživy pro chudé komunity,“ říká profesorka Luz Gomez Pando. „Vysoce úrodné mutace dnes místo dřívějších 800 kg dávají výnos až 3 000 kg na hektar. A obsah proteinů v zrnu se zvýšil ze 7 na 14 %,“ dodává hrdě. Díky Centenariu dnes andští farmáři produkují nejen dostatek obilí pro sebe, ale zbývá jim i na prodej.

#### Potravina i obchodní artikl

Erwin Ortega, farmář z vesnice Conopa, říká: „V porovnání s jinými druhy ječmene je Centenario nejlepší, protože má nejvíce zrn v klasu a zrna jsou těžší. Také dobře chutná a to je důležité pro mé děti.“ Vynáší dvakrát více než jiné odrůdy a je tak populární, že farmáři chtějí rozšířit jeho trhy do dalších částí Peru nebo i za oceán. Trhy otevírá i další produkt – ječmenná mouka. Univerzitě pomáhá peruánská organizace Caritas, která podpořila řetězec malých provozoven, jež z ječmenné mouky vyrábějí další produkty a pekařské výrobky, aby je pak prodávaly v Limě a dalších částech Peru.

#### Ječmen má jaderné následovníky

Po úspěchu s ječmenem obrátili šlechtitelé na univerzitě La Molina pozornost k hospodářské rostlině kiwicha, což je druh laskavce (amarantu). Za použití radiační mutace vyšlechtili odrůdu známou pod jménem Centenario-Kiwicha, která má lepší nutriční hodnotu a větší výnosy. Kiwicha, základní potravina starověkých Inků, má o 30 % více proteinů než rýže nebo pšenice, je bohatá na vlákninu a minerály, zejména železo a magnezium. V Andách dnes není tak běžná jako ječmen, ani ji nelze tak snadno pěstovat, ale těší se exportnímu potenciálu, který zatím ječmenu chybí. Po kiwiche je velká poptávka v Japonsku a USA, protože jde o velmi kvalitní produkt. Trh s kiwichou rok od roku roste. ■



## Superkondenzátory z odpadního papíru

Václav Vaněk

K nabití tradiční baterie využívající ke skladování elektřiny chemické reakce je třeba dlouhá doba. Na rozdíl od nich kondenzátory, které skladují energii v elektrickém poli, mohou energii rychle dobít i rychle uvolňovat. Uskladní jí ale jen malé množství.

Ke zvýšení kapacity kondenzátorů při zachování jejich rychlosti vyvíjejí vědci kondenzátory, často obsahující formu pórovitého uhlíku, který může nasávat elektrický náboj jako houba. Mnohé komerční kondenzátory využívají uhlík z kokosových skořápek, což je ale méně dostupná komodita. Proběhly i pokusy s grafenem – výroba tenkých grafenových fólií je ale velmi nákladná. Proto se hledala levnější řešení.

#### Místo do koše do kondenzátorů

Jedno z nich našel Satishchandra Ogale z indické National Chemical Laboratory v Pune. Přišel na myšlenku použít odpadový kancelářský papír. Jeho tým rozřezal papír na malé proužky, které nechal projít sérií zahřívacích a ochlazovacích procesů,

včetně mixáže proužků papíru s kyselinou sírovou při teplotě 180 °C a jejich karbonizace při teplotě 800 °C. Výsledkem byl uhlík obsahující mikroskopické struktury, které mu dodávaly velkou povrchovou plochu pro udržení náboje – více než 2 300 m<sup>2</sup>/g. Tento uhlík pak spolu s elektrolytovým gelem použili k výrobě superkondenzátoru. Nový materiál uchovává náboj podobně jako jiné materiály pro superkondenzátory a je levný, protože využívá běžný recyklovatelný produkt. Pokud bude technologie výroby „papírových“ superkondenzátorů ekonomicky výhodná, můžeme se dočkat toho, že budeme odpadní papír jednoho dne používat ke skladování energie z větrných farem nebo k dobíjení elektromobilů. ■

## Jádro vylepšuje jádro

Marie Dufková

Na vyžádání Kryštofa Kolumba poslal král, který financoval jeho výpravy, do Ameriky loď s proviantem pro Kolumbovy muže. Obsahovala i zásilku ječmene – výživného druhu obilí. Tak se ječmen dostal roku 1500 do Peru, kde tehdy znali jen kukuřici. Prošel staletími šlechtění, aby se přizpůsobil vysokohorským podmínkám, nedostatku vody, zimě a chudé půdě. Až do 70. let minulého století byly jeho výnosy skrovné a farmáři jej užívali zejména jako krmivo pro zvířata. Pak nastoupily jaderné technologie...

V roce 1968 založil profesor Marino Romero na Národní zemědělské univerzitě La Molina v Limě Cereals Research Programme (Program výzkumu obilovin). Romero vyrostl v Andách a jako syn farmáře si dobře uvědomoval důležitost ječmene pro obyvatele hor. Proto se vydal cestou vývoje nových odrůd, které by rostly v nadmořské výšce nad 3 000 m a svou výživnou hodnotou by vylepšily zdraví i ekonomiku andské populace.

#### Na pomoc přišlo jádro

Podporu výzkumu ječmene poskytla mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA) a Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství (UN FAO). S jejich pomocí Romero v průběhu pouhých

40 let vyšlechtil devět vylepšených variant ječmene. Tyto nové odrůdy nyní zajišťují 90 % veškeré sklizně v Peru.

#### Radiačně indukovaná mutace

Dvě z neúspěšnějších odrůd ječmene vznikly pomocí techniky zvané radiačně indukovaná mutace. Ta spočívá v tom, že se ozářováním zrn ionizujícím zářením vyvolají změny v jejich genetickém materiálu. Některé změny jsou větší, jiné menší, někdy jsou pozitivní, jindy negativní. Proces, který v přírodě vlivem kosmického záření existuje, ale probíhá pomalu a nahodile, se tak významně urychluje. K zrnům se nepřidávají žádné chemikálie, jen se v podstatě kopíruje přírodní proces, který by jinak trval tisíce



Debrujáři ze Stříbra na Dnech vědy a techniky v Plzni



## Debrujáři-Stříbrujáři

Jitka Soukupová

V roce 2014 věnovala Nadace ČEZ finanční dotaci Klubu mladých debrujářů ze Stříbra. Debrujářský klub vznikl na podzim v roce 2002 a od té doby se postupně rozrůstá. Nyní již ve Stříbře pracují kluby tři. Na debrujářské pokusy nepotřebujete žádné složité přístroje, vystačíte s materiálem, který máte doma, denně ho používáte nebo ho koupíte v nejbližší prodejně potravin, papírnictví či drogerie.

### Kdo jsou Debrujáři?

Asociace malých debrujářů České republiky působí od 22. září 1992 a vznikla na základě zkušeností z Kanady a Francie. Slovo DEBRUJÁŘ je francouzského původu, vzniklo ze slov DÉBROUILLARD = šikovný, obratný a SE DÉBROUILLER = objevovat, pomoci si v těžkostech, umět si poradit. Debrujáři jsou chlapani a děvčata ve věku 7–19 let i jejich starší kamarádi, sourozenci, rodiče, učitelé, kteří mají zájem o vědu, techniku, a kteří stále něco vymýšlejí, objevují a experimentují.

### Kdo jsou Stříbrujáři?

Protože jsme ze Stříbra, spojili jsme jméno města se slovem debrujár a vznikli STŘÍBRUJÁŘI = debrujáři ze Stříbra. Čím se můžeme pochlubit? Na schůzkách si navzájem předvádíme různé fyzikální a chemické experimenty s jednoduchými pomůckami, vyrábíme různé fyzikální modely a hračky, řešíme úlohy celoroční soutěže Pohár vědy, připravujeme se na místní, regionální, ale i celorepublikové a mezinárodní přehlídky a festivaly vědy, navštěvujeme science centra u nás i v zahraničí. ■

## Stříbrujáři na Expo Science International v Abu Dhabi

V roce 2013 měli možnost, jako jedni ze čtyř zástupců České republiky, představit svůj projekt „Fyzika může být zábava“ na mezinárodní přehlídce žákovských a studentských projektů Expo Science International v Abu Dhabi.

Šárka Pomyjová, Hana Bártová, Kateřina Osmiková a PhDr. Jitka Soukupová se vypravily na 12 dní do Spojených Arabských Emirátů. Zde na Expo Science International v Abu Dhabi představily návštěvníkům studentský česko-anglický projekt „Physics can be fun“ (Fyzika může být zábava). Kromě prezentace samotného projektu formou výstavního stánku a workshopu na téma „Fyzikální pokusy s plechovkami od nápojů“ získaly také spousty zážitků a mnoho nových nápadů pro svou činnost.

### Vědecká výstava

Expo Science International probíhala ve výstavní hale ADNEC v Abu Dhabi a svůj studentský projekt zde představilo ve více než 300 stáncích okolo 1200 vystavovatelů z více než 60 zemí světa. Dopoledne výstavu navštěvovaly zejména arabské školy, odpoledne pak většinou individuální návštěvníci a rodiny s dětmi. Za tři výstavní dny, z nichž jeden den byla výstava přístupná pouze pro ženy, ji navštívilo více než 50 000 návštěvníků.

Během závěrečného ceremoniálu vystavily náš projekt „Physics can be fun“, ve kterém jsme představili tři samostatné sekce aktivit – fyzikální pokusy s jednoduchými pomůckami, fyzikální modely a hračky, které si sami můžete vyrobit v workshopu „Fyzikální pokusy s plechovkami od nápojů“, získal jedno z pěti ocenění pro vystavovatele do 18 let. Jsme moc rádi, že návštěvníci i pořadatelé náš stánek ohodnotili jako jeden z nejlepších, a že jsme si z Abu Dhabi přivezli krásné medaile, certifikáty a pohár.

Rádi bychom poděkovali všem, bez jejichž pomoci by se naše cesta určitě neuskutečnila. Za finanční podporu děkujeme Nadaci ČEZ, OŠMS Plzeňského kraje, Radě města Stříbra a Sdružení rodičů při Gymnáziu a Obchodní akademii Stříbro. V neposlední řadě patří obrovský dík rodičům účastníků a všem našim kamarádům za každodenní zájem a osobní podporu během celé akce. ■



### Zážitky, které jsme zde získali, jsou úžasné a je jich velice moc, takže namátkou jen „desítka našich NEJ ...“:

- navštívili jsme největší mešitu, mešitu šejka Zayeda, která pojme až 40 000 věřících,
- koupali jsme se v pro nás zatím nejteplejším moři, voda na Corniche Beach měla teplotu 36 °C,
- teplota vzduchu se pohybovala každodenně nad 40 °C, v nejteplejších dnech to bylo až 48 °C,
- svezli jsme se na nejrychlejší horské dráze na světě Formula Rossa ve Ferrari Parku v Abu Dhabi, jejíž maximální rychlost dosahuje 240 km/h,
- za 1 minutu jsme jedním z 57 výtahů vystoupali na vyhlídkovou plošinu nejvyšší věže na světě Burj Khalifa, jejíž výška je 828 m,
- prohlédli jsme si vstupní prostory areálu nejluxusnějšího hotelu v Abu Dhabi, hotelu Emirates Palace,
- absolvovali jsme pouštní safari v jeepech jedoucích mezi dunami, svezli se na velbloudech, nechali se „potetovat“ henou v beduínské vesnici,
- ochutnali jsme velbloudí mléko, čokoládu z velbloudího mléka a někteří i velbloudí maso,
- svezli jsme se růžovým taxíkem – tento taxík řídí vždy řidička a je určen pouze ženám,
- i v nákupních střediscích, výstavní hale a na dalších místech, kde bychom to přiliš nečekali, jsme nacházeli modlitebny.

◀ Pokusy s plechovkami vzbudily zájem návštěvníků



## Stříbrujáři na Expo Science Asia v jordánském Ammánu

Vloni se pod záštitou Asociace malých debrujářů České republiky jedenáctičlenná delegace žáků, studentů a pedagogů z celé České republiky (Stříbro, Nymburk, Petřvald, Hustopeče) vydala do Jordánska, aby se zde zúčastnila soutěžní přehlídky studentských vědeckých projektů Expo Science Asia 2014.

Odborná porota z celkem 72 projektů z 25 zemí, které představovalo 154 žáků a studentů, ocenila pohárem deset nejlepších projektů. Jeden z pohárů putuje i do České republiky. Získaly jej za projekt „Physical experiments with beverage cans“ stříbrské debrujárky Jana Nedvěďová a Šárka Pomyjová.



Kromě čtyřdenní prezentace projektů na stáncích, prezentace před odbornou porotou, prohlídky výstavy jordánským princem a slavnostního ceremoniálu, kde poháry vítězným týmům předával jordánský princ Hamzah, pro nás pořadatelé připravili i několik velice zajímavých výletů. ■

### A také pro vás máme několik zajímavostí:

- koupali jsme se 390 metrů pod hladinou světového oceánu,
- Jordánské děti mohou mít i více matek, tři ženy v jedné rodině jsou běžnou záležitostí,
- prohlédli jsme si skalní město Petra, kde se natáčel film Indiana Jones a poslední křížová výprava,
- výstava se konala pod záštitou jordánské královny Noor, poháry oceněným týmům předával jordánský princ Hamzah,
- Mrtvé moře má hustotu 1 240 kg/m<sup>3</sup>,
- v Jordánsku je nezdvořilé dávat nohu přes nohu, protože ukázat někomu podrážku boty je urážkou,
- ceny v taxíku jsou dobré a ještě lepší, za stejnou trasu někteří z nás zaplatili 5 JOD, někteří 2 JOD, je dobré mít v taxíku usměvavou blondýnku.





Zřejmě největší vědec všech dob – Isaac Newton. Žil na přelomu 17. a 18. století v letech 1642 (1643) až 1727. Považuje se za jednoho z nejvýznamnějších vědců všech dob či dokonce za zakladatele moderní fyziky a vědy vůbec. Velice se též zabýval magií. Střídala se u něho období neuvěřitelného myšlenkového soustředění, kdy zapomínal na běžné denní úkony, s léty depresí a podivinství, kdy panovaly pochybnosti o jeho duševním zdraví. I to však můžeme považovat za příznaky geniality. Na jeho počest byla pojmenována fyzikální jednotka síly, newton. Gravitační teorie a představy o prostoru a čase platily ještě dalších 200 let; do té doby, než přišel Albert Einstein.

## Isaac Newton Zakladatel moderní fyziky

Profesorem na Cambridžské univerzitě se stal ve věku pouhých 26 let. Za ni byl později v roce 1689 zvolen členem parlamentu. Jako politik se příliš neprosлавil. Ve známost vešel jediným „projevem“. Žádal v něm, zdali by se nemohlo zavřít okno.

V roce 1696 se přestěhoval z Cambridge do Londýna. Protože byl po celý život svobodný a bezdětný, nastoupila u něho po smrti svého otce na místo hospodyně jeho sedmnáctiletá krásná a duchaplná neteř Kateřina Bartonová. Dívka velmi brzy okouzila londýnskou smetánku. Z Newtonova domu se stalo shromaždiště inteligence, navštěvovali ho zahraniční i tuzemští učenci, královští úředníci, politici a další významní lidé. Jeho bývalý žák a mladší kolega hrabě Charles Montague, který zastával vlivné státní funkce včetně ministra financí, mu zajistil od roku 1699 výnosné místo velmistra Královské mincovny v pevnosti Toweru.

### Rytiřem

Byl znám jako důvěryhodná osobnost a jedinečný počtář, navíc měl zkušenosti ze slévárství při výrobě zrcadel i z chemie. Získal značnou rentu 1 500 liber šterlinků ročně, což mu zajistilo status bohatého člověka až do smrti a nezávisle na tom možnost povýšení do rytířského stavu, což se také v roce 1705 z rukou královny Anny stalo. Od té doby se psal „Sir“. Svou funkci vykonával s největší svědomitostí, nevšedním zaujetím a horlivostí, zejména během velkého ražení nových mincí, během něhož vymyslel a zavedl jejich vroubkování. To přetrvává

dodnes jako zajímavý anachronismus, aby nám připomínalo doby, kdy tržní hodnota kovu v minci (kdyby se roztavil) byla rovná hodnotě vyražené na jejím líci. Přednostně se zabýval problémy penězokazectví a stal se postrachem londýnských padělatelů; mimo jiných sankcí jich poslal dvacet na popraviště.

### Prezidentem Royal Society

Volného času, který mu zbýval při zastávání mincmistrovského úřadu, využil k řízení nového vydání svých spisů a k historickým studiím, které však neurčil k uveřejnění (přesto však byly již částečně tištěny za jeho života, proti jeho vůli). Roku 1703 byl zvolen prezidentem jedné z nejstarších vědeckých společností Royal Society – Královské společnosti. Stalo se to po smrti jednoho z jeho celoživotních rivalů, fyzika a objevitele zákona pružných sil Roberta Hooka. Se svými kritiky vedl spoustu ostrých sporů a vypořádával se s nimi zvláštním způsobem – počkal, až zemřou. Uznával však svůj závazek vůči obci vědců a známá je jeho poznámka: „Pokud jsem dohlédl dále, tak jen proto, že stojím na ramenou obrů.“ Soudí se, že to byla poklona Galileovu, Keplerovu a Descartovu dílu. Současně byl totální workoholik, přesvědčený, že veškerý čas nestrávený studiem je ztracený. Jako profesor byl značně neoblíben především pro nepochopitelnost a složitost svých přednášek, na kterých detailně popisoval svoje pokusy.

### Jiskry mu připomínaly blesk

Ačkoliv zkoumání elektřiny bylo na okraji Newtonových zájmů, i zde k rozšíření

dosavadních znalostí významně přispěl. Svým pokusem z roku 1675 dokázal, že sklo, třeme-li je, vyvine větší přitažlivou sílu než jiné látky. Průkopníci experimentálního zkoumání elektrických a magnetických jevů lékař William Gilbert a jeho krajan lékař a přírodovědec Thomas Brown většinu experimentů uskutečňovali s jantarem či drahokamy. Newton tak prokázal výhodnost skla při pokusech s elektřinou. Vedlejším produktem Newtonova zkoumání byla i stavba třecích elektrů – přístrojů pro získávání statické elektřiny.

### Newton – kutil

Newton byl nejen velký myslitel, ale také praktický a manuálně zručný muž. Již jako dítě měl stovky nápadů, vyráběl pro své potěšení papírové draky, sluneční a vodní hodiny, mechanické hračky, brousil skleněné čočky, dělal chemické pokusy. Později vynalezl a do praxe zavedl například také funkční zrcadlový dalekohled, ke kterému vytvořil i nástroje pro jeho stavbu. Z jeho návrhů vycházejí i dnešní největší dalekohledy – jeho jméno nese například teleskop o průměru 2,5 m na ostrově La Palma. Dalším zařízením je sextant, jeho objev ale nepublikoval, což bylo pro něj typické. O co více neměl rád lidi, o to více měl rád kočky, a tak se o této jeho lásce tradují četné historky. Protože svému oblíbenému kocourovi musel neustále otvírat a zavírat dveře a vyrušoval se tím při práci, vymyslel a sám vyrobil „kočičí dvířka“ používaná dodnes. Vedle nich prý vyřízl ještě menší dvířka pro kotě. ■



## Proč mají mince vroubkovaný okraj

V dějinách lidstva existovaly situace, které dnes zažijeme již jen stěží. Například prověřování pravosti kovových mincí chrupem. Přitom to byla po dlouhou dobu jedna z metod, jak poznat pravost zlatých mincí. Je možné tímto způsobem něco zjistit? Připomeňme si, že mince s vrubovanými okraji vynalezl a zavedl koncem 17. století slavný fyzik Isaac Newton. Samozřejmě to byl jen zlomek jeho přínosu do světové pokladnice vědy a techniky.

Zlato lidé využívají již velmi dlouhou dobu. Určit jeho ryze pouhým okem či kousnutím (samotné ryzí zlato je nejměkčí drahý kov vůbec) nedokáže ani nejzkušenější zlatník. Dokud se platilo drahými kovy, museli je prodávající či kupující neustále vážit a zjišťovat jejich kvalitu. To bylo nejen velmi pracné a zdouhavé, ale kladlo to také vysoké požadavky na odborné znalosti a praktické dovednosti obchodníků. Proto kousky zlata nahradily ručně ražené mince. Jejich tvar se ustálil na kruhu – z obrazců o stejném obvodu má největší plochu. Navíc kulatá mince netrhá měšce, kapsy a jiné prostředky k jejímu přenášení.

### Role královských mincoven

Zlaté mince dávaly do oběhu královské a státní mincovny, které ke zvýšení pevnosti a trvanlivosti do ryzího drahého kovu přidávaly trochu kovu obecného. Mince z vyrobené slitiny pak byla opatřena panovníkovou pečeti na znamení,

že zaručuje obsah drahého kovu (panovnícký monopol na ražbu mincí, tehdy grošů, zavedl u nás v roce 1300 král Václav II.). Číselná hodnota na líci mince byla vlastně prohlášením, že obsahuje jistou hmotnost drahého kovu v celém jejím objemu. Zrodilo se pregéřství neboli ražebnictví neboli ražební řemeslo.

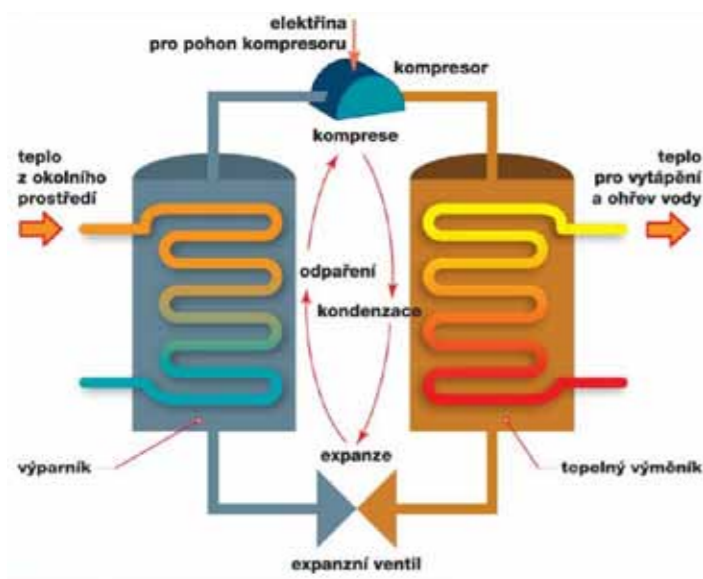
### Vroubky proti zlodějům

Lidé však odedávna podváděli a tak záhy někoho napadlo, jak se dá na mincích vydělat i jinak. Zlaté a stříbrné mince se během jejich používání opotřebovávaly, takže pokud z nich někdo kousek na okraji uštípl a vrátil je zpět do oběhu, většinou si toho nikdo nevšimnul. Zisk z takto získaného drahého kovu však byl značný. Jakmile se takové praktiky rozšířily, muselo se ražení mincí přizpůsobit situaci a výrobní postupy v mincovnách změnit. Problém byl odstraněn tím, že se okraj mincí začal vrubovat (vroubkovat). Poškození vroubkovaného okraje bylo pak

ihned viditelné a znamenalo, že někdo minci znehodnotil. Dalším oblíbeným postupem zločinců bylo padělaní – ražení mincí z levných slitin. Také v tomto případě to ražba nových mincí s vrubovanými okraji značně znesnadnila.

### Mince, které nikdo nechce

V současné době – stejně jako u papírových bankovek – nemusí občané (podnikatelé i zákazníci) přijímat výrazně opotřebované a poškozené mince. Záleží však na míře jejich znehodnocení a také na tom, zda se jedná o fyzickou či právní osobu. Rozlišují se dvě skupiny: „mince opotřebované oběhem“ (zašpiněné, odřené, zkorodované) a „mince nestandardně poškozené“ (nečitelný reliéf, deformovaný tvar, nastřížené, proděravěné, necelé, jednotlivé části oddělené), které se nevrací do oběhu. Další podrobné informace najdeme na internetových stránkách České národní banky. ■



Princip tepelných čerpadel a nejčastější uspořádání (foto ČEZ)

**Tepelné čerpadlo v mrazech sice topí, ale nedodává dostatečně teplou vodu**  
 Tepelnému čerpadlu se snižující se teplotou nízkopotenciálního zdroje výkon opravdu klesá. Například tepelné čerpadlo ROTEX HPSU HiTemp o jmenovitém výkonu 11 kW má při teplotě venkovního vzduchu  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  topný výkon 9,23 kW, je tedy na přibližně 84 % svého jmenovitého výkonu. Při instalaci tepelného čerpadla je tudíž obvykle instalován i další zdroj tepla, který pokryje odběrové špičky v nejmrazivějších dnech. Při správně navrženém tepelném čerpadle by bivalentní zdroj neměl dodat více než 5 % celoročně dodaného tepla. Přestože je provoz elektrokotle nákladnější, na celkových účtech za teplo se to příliš neprojevuje.

**Vzduchové tepelné čerpadlo je hlučné**  
 Pokud je instalováno zařízení od renomovaného výrobce a nedojde k chybnému umístění venkovní jednotky, pak s hlučností problémy nebývají. Chybná instalace venkovní jednotky, projevující se větší hlučností, je například mezi dvěma protilehlými stěnami nebo v rohu. Během chladného zimního období se více topí a k čerpání tepla z okolního chladného vzduchu je třeba více energie, kompresor tepelného čerpadla v zimě tedy skutečně pracuje intenzivněji. Hlučnost kvalitních tepelných čerpadel však ani během zimního období nepřevyšuje již ve vzdálenosti jednoho metru hladinu, která odpovídá běžnému hovoru. Dobře umístěné a kvalitní tepelné čerpadlo své okolí v zimě nadměrným hlukem neobtěžuje.

**Tepelné čerpadlo je drahé**  
 Někteří zákazníci omezují výběr tepelného čerpadla podle pořizovací ceny. Je nutné si však uvědomit, že zařízení kupujete pouze jednorázově, ale účty za energii budete platit opakovaně. Majitelé domů by si přesto měli investici do vlastního zdroje tepla pečlivě zvážit a oslovit pouze kvalitního dodavatele technologií, který zákazníkovi nezapře ani další možné výdaje nebo případné problémy. Úspory, které lokální zdroj tepla přinese, ovšem daleko převyšují náklady na jeho každoroční servis. Navíc životnost kvalitních tepelných čerpadel se zpravidla pohybuje zcela jinde než doba jejich ekonomické návratnosti. ■



Ferokapalina  
 Ferokapalina v mezeře mezi magnety



Motor s magnetickou kapalinou

## Mohou být elektrické motory efektivnější?

Josef Český / fotografie autor

Určitě ano. Před dvěma lety jsem totiž zavítal na Katedru teoretické elektrotechniky na FEL ZČU, kde jsem poprvé v životě uviděl magnetickou kapalinu a současně jsem se dozvěděl o probíhajícím výzkumu možnosti zlepšení chodu elektrických motorů právě s využitím magnetické kapaliny. Na nic jsem tedy nečekal a okamžitě jsem se ponořil do práce na lepších motorech; tu se mi podařilo uplatnit i v rámci studentské soutěže Ceny Nadace ČEZ 2014.

**Magnetické kapaliny**  
 Známe dva druhy magnetických kapalin: ferokapalina a magnetoreologické kapaliny. Ferokapaliny jsou tvořeny velice malými částicemi železa v oleji. Velikost těchto částic je menší než 10 nanometrů. Oproti tomu magnetoreologické kapaliny obsahují částice zhruba tisíckrát větší. Jejich rozměry jsou v jednotkách mikrometrů. Díky různé velikosti částic se kapaliny i odlišně chovají. Magnetoreologická kapalina v magnetickém poli okamžitě tuhne a její tekutost můžeme řídit magnetickým polem. Oproti tomu ferokapalina zůstane v magnetickém poli tekutá. Právě tato ferokapalina byla pro můj záměr ideální.

**Teorie účinnějších motorů**  
 Otáčení motoru je způsobeno magnetickým tokem mezi rotorem a statorem, mezi nimiž je vždy nezbytná vzduchová mezera. Ferokapalina klade procháze-

jícímu magnetickému toku nižší magnetický odpor než vzduch. Vyplníme-li tedy mezeru ferokapalinou, magnetický tok a s ním i vykonaná práce se zvýší. Nevýhodou jsou ovšem vyšší ztráty způsobené kapalinou.

**Úvodní experimenty**  
 Tato myšlenka je poměrně nová a motory se s ferokapalinou zatím nevyrobějí. Musel jsem proto začít od píky. Nejprve bylo třeba uskutečnit experimenty, které by prokázaly, že o něčem podobném má smysl vůbec uvažovat. Přes řadu pokusů s jednoduchými zařízeními se vzduchovou mezerou dokazující zvýšení magnetických toků a sil při využití kapaliny jsem se postupně dostal až k samotným motorům.

**Výsledky měření**  
 Na univerzálním komutátorovém stroji jsem provedl řadu měření s kapalinou a bez kapaliny. Naměřil jsem přitom

– v závislosti na velikosti magnetické indukce v mezeře – zvýšení točivého momentu motoru při měření nakrátko o 11,4 % až 47 %. Proud potřebný pro vyzvednutí závaží motorem se podařilo snížit až o 12,4 % a díky magnetické kapalině se rozběh motoru zrychlil. Účinnost motoru se do rychlosti 300 ot./min. zvýšila o 5,9 %.

**Praktické využití**  
 Pro sestavení prototypu prvního elektrického stroje s ferokapalinou, který by bylo možné využít v běžné praxi, bude třeba provést ještě mnoho experimentů a výpočtů. Zahájil jsem doktorské studium a mám tedy před sebou celé čtyři roky zajímavých experimentů s magnetickými kapalinami.

Autor získal 2. cenu v soutěži Cena Nadace ČEZ 2014 v kategorii Elektrické stroje. ■

## Pět nejčastějších předsudků o tepelných čerpadlech

(red)

Majitelé domů a bytová družstva často z důvodu vysokých nákladů na teplo a teplou vodu zvažují přechod na jiný zdroj vytápění. Dnešní trh nabízí řadu variant, největší potenciál z nich však mají tepelná čerpadla. Vůči tomuto zdroji vytápění však bohužel mezi laickou veřejností i nadále přetrvávají předsudky...

### Tepelné čerpadlo šetří málo

Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda, které se pro vytápění bytových domů nejčastěji používá, dodává teplo oproti starším typům vytápění obvykle za poloviční cenu. Je však nutné jej dobře vybrat, a to s ohledem na celou otopnou soustavu domu. Při použití nízkoteplotního tepelného čerpadla ve vysokoteplotním otopném systému s radiátory se může stát, že zařízení bude pracovat na hranici svých technických možností. To se pak projeví nižším topným faktorem, a tedy i nižšími úsporami. Pro teploty výstupní vody nad  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  ušetří nejvíce vysokoteplotní tepelné čerpadlo.

### Vzduchové tepelné čerpadlo v mrazech zamrzne a netopí

Konstruktéři tepelných čerpadel s tvorbou námrazy samozřejmě počítají, proto jsou moderní tepelná čerpadla vybavena pokročilou technologií odmrazování venkovní jednotky. Většina tepelných čerpadel je navíc vybavena dalším zdrojem tepla – nejčastěji elektrickým kotlem. Takže i kdyby samotné tepelné čerpadlo zamrzlo, spíše než významným poklesem teploty v objektu se to projeví méně výhodným provozem záložního zdroje tepla. Aby ale k tomuto jevu nedocházelo, testují renomovaní výrobci řádně svá zařízení v severských zemích s drsným klimatem.

# Pokus „Tužky v pytlíku“

Jitka Soukupová

Pokus využijete v tématu: Polymery, pružnost.

## Trocha teorie

Makromolekulární chemie je odvětví chemie zabývající se polymery. Polymer (řec. polys = mnoho; meros = část) – v molekule se mnohonásobně opakuje jedna (homopolymery) nebo více (heteropolymery) základních stavebních jednotek – monomerů.

## Pomůcky

Uzavíratelný plastový sáček Zip-up, voda, ostře ořezané tužky nebo pastelky, fotomiska.

## Postup

Plastový sáček naplníme ze tří čtvrtin vodou a uzavřeme jej. Sáček držíme nad fotomiskou a propichujeme skrz naskrz ostře ořezanými tužkami nebo pastelkami. Je-li tužka hladká a ostře ořezaná, voda ze sáčku vůbec neuniká, takže fotomiska je jen „bezpečnostní opatření“. Ořežte si tužky velmi ostře a ověřte, že tuha v nich je pevná a nekýve se.

## Vysvětlení

Plastové sáčky Zip-up jsou vyrobeny z polymerů. Řetězce molekul, které polymer tvoří, jsou pružné, a proto tužku pevně obalí. Díky této pružnosti polymeru se okolí tužky vodotěsně uzavře a voda ze sáčku neuniká, ani když jím otáčíte.

## Možné obměny

1. Místo tužek a pastelků můžeme použít špízové špejle.
2. Můžete prozkoumat, jak výsledné chování ovlivní množství vody v sáčku a tvar tužek.
3. Zjistěte, kolik tužek nejvíce protáhnete sáčkem, než začne voda ze sáčku vytékat.

## Čas

Příprava pokusu a pomůcek: 3 minuty  
Realizace pokusu: 4 minuty  
Úklid: 3 minuty  
Celkem: 10 minut

Pokus můžete předvést kamarádům a vzpomenout si přitom na Stříbrujáry!

