

- V čísle:
- Firmy požadují zahrnutí jádra do plánů ekonomické obnovy Evropy
 - Nový zákon jako podmínka k uzavření tzv. třetí smlouvy mezi vládou a ČEZ
 - IEA apeluje na vlády národních států: podpořte finančně jádro, potřebujeme ho v boji proti klimatickým změnám
 - Zajímavosti z World Nuclear News v prvním pololetí roku 2020
 - Ze studenta temelínským operátorem
 - Plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov
 - Mikro modulární reaktory
 - Studenti na Wikipedii

Firmy požadují zahrnutí jádra do plánů ekonomické obnovy Evropy

Polovina elektřiny v Evropské unii pochází z výroby, při které vznikají emise CO₂. Pokud má kontinent urychleně přejít na bezuhlíkovou ekonomiku, nemůže si dovolit ignorovat jadernou energetiku, říká dvacet pět energetických firem včetně ČEZ a 14 oborových asociací z třinácti evropských zemí. Pro mnohé země by totiž podle nich nezahrnutí jádra do plnění klimatických cílů znamenalo nárůst nákladů. Sdružení provozovatelů jaderných zařízení FORATOM navíc zdůrazňuje, že nová pravidla pro financování nízkouhlíkových zdrojů musí být nediskriminační.

V otevřeném dopise, adresovaném předsedkyni Evropské komise von der Leyenové a předsedům Evropské rady a Evropského parlamentu, přední energetické firmy poukazují na skutečnost, že jádro zajišťuje v současnosti více než čtvrtinu bezemisní elektřiny v Evropské unii. Podle nich tedy přirozeně patří do bezuhlíkové průmyslové strategie Evropské unie, jak ostatně sama Komise v roce 2018 naznačila ve svém strategickém dokumentu Čistá planeta pro všechny. V tomto výhledu do roku 2050 přisuzuje jádru 15% podíl na evropské výrobě elektřiny a považuje ho spolu s obnovitelnými zdroji energie za páteř bezuhlíkového energetického systému. V nových plánech pro integraci energetického systému a ekonomickou obnovu ale jaderná energie nefiguruje.

Signatáři dopisu apelují na zachování technologické neutrality: tedy aby Komise přistupovala ke všem nízkouhlíkovým zdrojům stejně a bez diskriminace. „Pro některé národní státy by splnění celoevropských cílů bylo bez jaderné energetiky významně dražší, snížení uhlíkové zátěže méně efektivní, a navíc by představovalo zvýšené riziko v zajištění bezpečnosti dodávek energie a oslabilo by odolnost celého energetického systému,“ varují.

Epidemie koronaviru odhalila, jak důležité je pro Evropu zachovat celistvost navazujících průmyslových

činností a snížit závislost na dodavatelích z třetích zemí. Jaderná energetika v Unii zaměstnává přes milion lidí, má výrazný potenciál pro vývoz jak technologií, tak know-how a navíc masivně investuje do výzkumu a inovací.

Energetické firmy provozující jaderné elektrárny jsou podle slov svých nejvyšších představitelů připravené podílet se na plnění evropských klimatických cílů. Potřebují ale jasný signál, že o to Komise stojí. Bez něj totiž nechtějí riskovat investice do výzkumu nových technologií typu malé modulární reaktory, ani do výstavby nových a dlouhodobého provozu stávajících zdrojů. Komise by také podle nich měla urychlit sestavení odborné skupiny, která ještě v průběhu letošního roku objektivně zhodnotí jadernou energetiku vůči kritériím udržitelného financování. Hodnocení, kterým musí projít všechny zdroje, bude vodítkem pro investory na cestě k nízkouhlíkovým investicím.

Celé znění dopisu v angličtině si můžete přečíst zde: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/opinion/european-nuclear-industry-open-letter-eu-nuclear-industry-is-ready-to-play-an-important-part-in-supporting-national-and-eu-clean-economic-revival/>

Zdroj: Tisková zpráva ČNS

Nový zákon jako podmínka k uzavření tzv. třetí smlouvy mezi vládou a ČEZ

Komentář k Vládnímu návrhu zákona (O opatřeních k přechodu České republiky k nízkouhlíkové energetice), Důvodové zprávě a Závěrečné zprávě RIA (Hodnocení dopadů regulace).

K textu Vládního návrhu zákona včetně Důvodové zprávy nemám připomínky. Rozhodující bude až konkrétní smlouva o výkupu elektrické energie mezi ministerstvem (MPO) a oprávněným investorem (ČEZ), ve které bude stanovena smluvní cena (tzv. "realizační cena"), za kterou bude stát vykupovat elektrickou energii, vyrobenou v novém jaderném zdroji, a následně ji umisťovat na trh.

Vláda a tým vládního zmocněnce pro jadernou energetiku změnili názor na státem garantované ceny za elektrickou energii vyrobenou v nových jaderných zdrojích (ve stylu CfD, tj. Contract for Difference pro JE Hinkley Point ve Velké Británii) o 180%! Ještě v nedávné minulosti vláda ústy svého předsedy Andreje Babiše kategoricky odmítala takovou vládní garanci. Nyní variantu CfD chce pomocí předkládaného zákona zavést, tj. výkup vyrobené elektřiny státem za předem dohodnutou cenu s tím, že stát bude (na rozdíl od Hinkley Point C) vykoupenu elektrickou energii prodávat na trhu. Vláda i tým vládního zmocněnce pro jadernou energetiku, kteří veřejnost přesvědčovali, že původně oznámené smlouvy mezi státem a společností ČEZ jsou ta jediná správná cesta k výstavbě nového jaderného zdroje, najednou hovoří o nutnosti tzv. "třetí smlouvy mezi vládou a společností ČEZ". To nesvědčí příliš o tom, že kapitán řídící loď, aby nenajela na mělčinu, to má pevně v ruce. Ale nic proti tomu, každý člověk se může mýlit, důležité je, aby svůj omyl uznal.

Rozumím tomu, že vláda zjistila následující skutečnost a reaguje odpovídajícím způsobem. Komerční banky vládní garance v původních dvou smlouvách (Rámcová smlouva a smlouva na první etapu realizace) mezi vládou a společností ČEZ nepovažovaly za dostatečné na to, aby daly stejné úrokové míry společnosti ČEZ, jako kdyby o úvěr žádala vláda. Proto musí být tzv. "třetí smlouva mezi vládou a společností

ČEZ", aby vysoké úrokové míry za úvěry neúměrně nezdražily celý projekt.

Protlačení zákona Poslaneckou sněmovnou Parlamentu ČR v prvním čtení bude velmi náročné. Opozice a protijaderní aktivisté budou připomínat Andreji Babišovi, že jeho záporné vyjádření k vládním garancím za cenu vyrobené elektrické energie v roce 2014 poslaly v rámci vlády vedené Bohuslavem Sobotkou tendr na výstavbu 3. a 4. bloku JE Temelín "do kopru". Diskuze už teď začíná být zcela demagogická, viz např. "Otázky Václava Moravce".

Třetí smlouva bude klíčová z hlediska notifikace s Evropskou komisí v rámci posouzení, zda nejde o nedovolenou státní podporu. Vláda tedy musí dosáhnout schválení zákona, uzavřít smlouvu se společností ČEZ ohledně výkupu elektřiny za garantovanou (realizační) cenu a notifikovat tuto tzv. "třetí smlouvu" s Evropskou komisí, aby ČEZ mohl podepsat v roce 2024 smlouvu s dodavatelem vybraným v tendru, jak uvádí v harmonogramu. Vláda i ČEZ se tedy musí hodně snažit, tj. ve sportovní terminologii opravdu "propotit tričko".

Doufám, že vládu nenapadne, že text tzv. "třetí smlouvy" mezi vládou a společností ČEZ musí odladit s prvními dvěma smlouvami, které již schválila, takže bude zmíněné dvě schválené smlouvy moci podepsat v červnu 2020, jak původně slíbila (jde již o druhé odložení původního termínu). *[V době vydání byl termín již posunut na polovinu července. Poz. red.]* Zámek v Dukovanech je optimální místo pro slavnostní podpis.

Pokud tak neučiní, bude to pro veřejnost náznak toho, že jedná populisticky v rámci filozofie "I cesta může být cíl" a ve skutečnosti ji nezáleží na tom, zda nové jaderné zdroje budou v ČR postaveny! :-).

Zdroj: Miroslav Kawalec, Česká nukleární společnost, z.s.

IEA apeluje na vlády národních států: podpořte finančně jádro, potřebujeme ho v boji proti klimatickým změnám

Nejasný postoj Evropské unie i některých národních států ohledně jaderné energie vyvolává nejistotu u investorů, což brzdí výstavbu nových jaderných elektráren i prodlužování provozu těch stávajících. Globální spotřeba elektřiny roste a bez významného přispění jaderných elektráren se nepodaří dostat emise skleníkových plynů pod kontrolu. To jsou závěry Mezinárodní energetické agentury (IEA). V nejnovější zprávě týkající se doporučení post-covidových investic do energetiky pak IEA radí, aby vlády podpořily jadernou energetiku prostřednictvím výkupních cen, garancí za úvěry nebo systémem kreditů za bezemisní výrobu. IEA tedy radí postupovat podobným způsobem, jakým se vydala česká vláda při přípravě nového jaderného zdroje v Dukovanech.

V nejnovější zprávě o směřování světové energetiky Mezinárodní energetická agentura upozorňuje, že realita vývoje světových emisí CO₂ předčila všechna pesimistická očekávání. Například v roce 2008 odborníci odhadovali, že pokud vlády nepodniknou žádné kroky k ochraně klimatu, dosáhnou emise z energetiky do deseti let hodnoty 33,7 miliard tun. Ve skutečnosti činily v roce 2018 tyto emise 33,2 miliard

tun, a to navzdory vládami podporované masivní výstavbě obnovitelných zdrojů v posledních pěti letech. IEA tak vyzývá protijaderné státy, aby opustily své ideologické předsudky a přiznaly jaderné energetice odpovídající podíl v boji s klimatickými změnami.

Scénář udržitelného rozvoje v energetice říká, že pro omezení růstu globální teploty pod 2 °C je potřeba, aby emise CO₂ klesaly příštích deset let tempem -4 % ročně.

Loni ale jejich pokles činil jen -1,3 %. Podíl nízkouhlíkových zdrojů (obnovitelné zdroje, jádro a zdroje se zachycováním CO₂) by se měl do roku 2030 téměř zdvojnásobit (z dnešních 37 na 60 %), loňský meziroční nárůst ale činil pouhé 1 %. Bez příspěví jaderné energetiky, která je druhým největším nízkouhlíkovým zdrojem na světě, půjdou tyto cíle plnit ještě hůř. Podle IEA přispívá jádro v přepočtu na jednotku instalovaného výkonu ke klimatické neutralitě mnohem významněji než obnovitelné zdroje, které nejsou z fyzikální podstaty schopny trvalé produkce, a proto musí být zálohovány elektrárnami na fosilní paliva. Jaderné elektrárny naopak pracují v trvalém základním zatížení, a tak vyrobí na jednotku instalovaného výkonu zhruba dvojnásobek bezemisní elektřiny než pozemní a mořské větrné turbíny a čtyřnásobek oproti fotovoltaickým panelům.

IEA proto ve svém dokumentu vyzvala vlády, aby na jadernou energetiku pohlížely jako na strategickou infrastrukturu národního zájmu, a uvedla, že přímá i nepřímá vládní podpora je na místě. V nedávno zveřejněném návrhu investic do energetického sektoru, na němž spolupracovala s Mezinárodním měnovým fondem, dokonce vyjmenovala možné způsoby vládní podpory. Uvádí například dlouhodobé smlouvy na odběr

elektřiny, nastavení výkupních cen (tzv. feed-in tarify), vládní záruky za úvěry, systém kreditů za nízkouhlíkovou výrobu, či kapacitní platby. IEA tak de facto volá globálním rozšíření podobných schémat, jaké nyní připravuje česká vláda pro podporu výstavby jaderných zdrojů v Česku.

Podpora by se podle IEA měla týkat nejen výstavby nových jaderných zdrojů, ale také investic do dlouhodobého provozu těch stávajících. Pokud nedojde k prodloužení provozu existujících jaderných elektráren v rozvinutých ekonomikách, zaplatí svět za přechod k uhlíkově neutrální energetice navíc o 80 miliard dolarů ročně. Zároveň spotřebitelům stoupnou účty ze energie v průměru o dalších 5 % oproti současnému scénáři růstu cen.

Pokud chce svět skutečně splnit deklarované klimatické cíle, je podle IEA potřeba, aby ročně přibýlo minimálně 15 GWe nové jaderné kapacity. Agentura proto vyzývá vlády, aby zaujaly jasné stanovisko a uznaly klíčovou roli jaderné energetiky v boji proti klimatickým změnám. Investoři totiž ze všeho nejvíc potřebují stabilní a předvídatelné tržní prostředí.

Zdroj: Tisková zpráva ČNS

Zajímavosti z World Nuclear News v prvním pololetí roku 2020

Tradiční Energy Outlook, výhled budoucího vývoje energetiky do roku 2040, publikovaný společností BP, opět rozčeřil debatu o možnosti lidstva uspokojit stoupající poptávku po energiích a přitom si nezničit planetu. Podle BP i v budoucnu zůstane role jádra významná. Pokud bychom skutečně chtěli protlačit ambiciózní cíle na snižování emisí, pak bude jeho přínos o to důležitější.

Svět jaderné energetiky je ovlivněn požadavky ekologických závazků dlouhodobé redukce oxidu uhličitého. K životnímu prostředí šetrná energie z jaderných reaktorů však často naráží na odmítavý společenský postoj k tomuto druhu energetiky a není tak využíváno jejího potenciálu.

Jedním z trendů ekologie je podpora elektromobility. Kanada se zavázala do roku 2040 zlikvidovat osobní vozy přímo produkující emise. Pro dosažení tohoto cíle je budována síť 160 rychlonabíjecích stanic pro elektromobily rozmístěných na 73 místech. Kanada provozuje celkem 19 reaktorů pokrývajících 15% energetické spotřeby země. Podobná situace je ve Velké Británii s 15 reaktory (21% spotřeby země). Oba státy spolupracují na poli vývoje malých modulárních reaktorů. Malé reaktory jsou pro Kanadu výhodné z důvodu geograficky rozlehlého charakteru státu. Spolupráce konkrétně probíhá mezi britskou University of Wales a kanadskou University of New Brunswick.

Pro Britskou energetiku je nyní hlavním tématem výstavba na elektrárně Hinkley Point, konkrétně dostavba bloku C dvou reaktorů typu EPR, každý o výkonu 1 600 MW. Jedná se o první nové reaktory v Británii po téměř 20leté pauze a měly by pokrýt 7% spotřeby státu. Během stavby je kladen důraz na využívání lokálních dodavatelů, v tuto chvíli jsou úspěšně položeny betonové základy pro oba reaktory (každý o váze 49 000 tun). Britský premiér Boris

Johnson patří k podporovatelům jaderné energetiky v zemi, je pro něj cestou ke splnění závazků nulových emisí do roku 2050.

Ve Francii došlo k uzavření elektrárny Fessenheim, nejdéle fungující jaderné elektrárny v zemi, jejíž bloky byly spuštěny v letech 1977 a 1978. Jaderná energie pokrývá ve Francii 78% spotřeby (62,3 GWe), v současnosti je zde v provozu 57 reaktorů. Z politických důvodů se stalo cílem Francie omezit podíl jaderné energie na 50 %, prezident E. Macron má za cíl uzavřít celkem 14 reaktorů. Původním cílem bylo dosáhnout snížení podílu na 50 % do roku 2025, protože však tento postup je jen těžko slučitelný s ekologickými závazky, došlo k odložení až na rok 2035. Za uzavření elektrárny Fessenheim, provedené předčasně ještě před oficiálním vyčerpáním její životnosti, vyplatí francouzská vláda kompenzaci 400 mil. EUR.

Co se v prvním pololetí událo:

- Rolls-Royce dokončil projekt modernizace bezpečnostních systémů na Finské elektrárně Loviisa. Firma zprostředkovala tyto systémy 150 reaktorům pro energetické i výzkumné účely.

- Japonská elektrárna Onagawa 2 se dočká dokončení výstavby bezpečnostních prvků až v roce 2023, o 2 roky později než bylo původně plánováno. Hlavním prvkem je 29 metrů vysoká a 800 metrů dlouhá zeď, která má sloužit jako ochrana proti případné vlně Tsunami v této seismicky aktivní oblasti. Důvodem

prodloužení je zvýšení požadavků na bezpečnostní systémy.

- Řešením kontaminované vody na japonské elektrárně Fukušima, poškozené v roce 2011 zemětřesením a vlnou Tsunami bude její vypuštění. Dle expertních analýz je voda obsahující tritium dostatečně neškodná, aby mohla být vypuštěna přímo do moře, nebo odparem. Kvůli potřebě chlazení reaktoru kontaminované vody neustále přibývá, v roce 2022 by při současném postupu došlo k úplnému naplnění připraveného rezervoáru.

- Se zpožděním jeden a půl roku dojde v Číně ke spuštění bloků 5 a 6 na elektrárně Hongyanhe, spuštění je plánováno na druhou polovinu roku 2021. Jedná se o tlakovodní reaktory ACPR-1000, 1080 MWe.

- Americký výzkumný tým v Oak Ridge National Laboratory pracuje na vývoji komponent jaderného mikroreaktoru s využitím 3D tisku. Cílem je zmenšit náklady na výrobu a najít nové postupy pro design, výrobu a licencování.

- USA poskytuje financování ve výši 120 mil. dolarů pro výstavbu dvou demonstračních reaktorů, které by měly být v provozu do 5 až 7 let. Cílem projektu ARDP (Advanced Reactor Demonstration Program) je snížení emisí, vytvoření nových pracovních míst a podpora ekonomiky USA.

- V Německu byla dokončena stavba druhého skladu pro nízko a středně radioaktivní odpady v rámci projektu LUnA. Jedná se o stavbu o rozměrech 79x17x28 metrů vybudovanou z 8 000 m³ betonu a 1 562 tun oceli. Licencovaná kapacita je 5 000 m³ jaderného odpadu.

- Dalším významným milníkem pro nakládání s jaderným odpadem je americký projekt WIPP (Waste Isolation Pilot Plant). Jde o ukládání nádob s jaderným odpadem do hloubky 655 metrů pod povrchem do solného podloží. Každé z úložišť se stává ze sedmi vyhloubených komor o rozměrech 33x13x300 stop. Přírodními geologickými procesy dochází k pohybům v masivu, následkem čehož dojde k uzavření. S tímto procesem také souvisí potřeba správného načasování plnění úložiště odpadem, tedy ideálně ihned po vyhloubení, aby nedošlo k problémům s pohyby horniny.

- Ruská elektrárna Rostov 1 u města Volgograd získala prodloužení licence do roku 2031 a zůstává v provozu.

- Švédská elektrárna Ringhals odstavila druhý blok, první je mimo provoz od roku 2019 a odstavení třetího bude nadcházet v průběhu letošního roku.

Důsledky COVID-19 v jaderné energetice

Poptávka po energii v důsledku koronavirové krize celosvětově klesla v porovnání se stejným obdobím minulého roku řádově o jednotky procent. Rovněž došlo k poklesu produkce oxidu uhličitého ve spojení s menší poptávkou po uhlí a ropě v tomto období. Provoz přímo na jaderných elektrárnách nebyl šířením nákazy významně ovlivněn, došlo pouze k zavedení nových bezpečnostních opatření. K významnému omezení však došlo u dodavatelů jaderného paliva. Největší světový dodavatel Kazatomprom zavedl na svých uranových dolech výrazná bezpečnostní opatření, přestože se jedná o doly v odlehlých izolovaných oblastech. Zdravotní bezpečnost je hlavní prioritou, Kazatomprom je připraven začít nahrazovat nevytěžený materiál ze svých rezerv. V zásobě je uloženo množství paliva schopné uspokojit poptávku po dobu 8 měsíců. K pozastavení těžby došlo také na uranových dolech v Namibii, probíhá zde pouze nejnútnejší údržba a minimální provoz. Namibie v roce 2018 pokryla podíl 10% celosvětové spotřeby uranu. K zastavení provozu došlo také na uranových dolech v Austrálii.

Národní rozpočtová rada České republiky v souvislosti s koronavirovou krizí vyjádřila obzřetnost při financování projektů obdobných dostavbě bloku JE Dukovany. V květnu byl představen vládní návrh poskytnutí půjčky společnosti ČEZ pokrývající 70 % potřebných financí (112 mld. Kč) pro dostavbu této jaderné elektrárny. Lze očekávat, že finální částka na výstavbu bude ještě vyšší.

V období po koronavirové krizi by jaderná energetika měla představovat jednu z cest, jak stabilizovat ekonomiku. Investice do jaderných elektráren je nejen cestou k splnění ekologických závazků, ale i příležitostí vytvářet nová pracovní místa.

Zdroj: Vojtěch Smolík, Ústav Energetiky, FS ČVUT v Praze

Ze studenta temelínským operátorem

Každý student stojí před koncem studií před volbou, kam půjde po škole pracovat a co vlastně chce v životě dělat. Před rokem stál před podobnou volbou i můj kamarád a bývalý spolužák Tomáš Bohuslav (26). Potkali jsme se na bakalářském studiu na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze, kde jsme oba studovali obor Jaderné inženýrství. Tomáš úspěšně ukončil bakalářské studium v roce 2017 a šel studovat obor Jaderná energetická zařízení na Fakultě strojní ČVUT v Praze, kde jsme se o rok později potkali znovu, a který úspěšně absolvoval před rokem v červnu. Ke konci bakalářského a v průběhu magisterského studia se věnoval i výzkumu použití 3D tisku při výrobě vybavení na reaktoru VR-1, ale v současné době se již připravuje na profesi operátora sekundárního okruhu na Jaderné elektrárně Temelín. Předtím, než bude sednout za řídicí pult sekundárního okruhu, musí absolvovat školení Beta ve školicím středisku v Brně, kde se připravují budoucí operátoři jaderných elektráren v České Republice, a to i v době opatření proti šíření nemoci COVID-19.

Jak se ti daří?

Jde to, jsem doma (pozn. aut.: v Českých Budějovicích). ČEZ kvůli COVID-19 zavírá veškerá zbytná pracoviště a my jsme už delší dobu na homeoffice, takže máme samostudium. Ale jsem spokojený, rozvrh je zvládnutelný, a i v normálním režimu je v něm nějaké

samostudium. Díky tomu můžou kolegové z Dukovan po skončení výuky domů, zatímco my jdeme na ubytování a domů jen na víkend. Mohli by to udělat v lokalitě, dukovanské učít na EDU a nás na ETE, mnozí školitelé stejně učí látku pouze pro jednu z elektráren.

To mě tak přivádí na otázku – proč zrovna Temelín.

Můj pohled je, že přece jen ETE je „novější“, ale NJZ se bude stavět v Dukovanech, není pro tebe zajímavější, že by sis po několika letech jako operátor jistě na vyšší pozici „osahal“ novou technologii?

Důvodů pro mě bylo víc. Hlavní je asi ten, jak říkáš, „ETE je novější“. Zároveň vzhledem k tomu, že to pro mě znamená stěhování za práci, tak ETE je i blíž. A samozřejmě proto, že v Českých Budějovicích by chtěl žít každý! Nový jaderný zdroj teď není ve středu mých zájmů. Budu rád, když se v ČR prosadí, ale zatím to není ani vysoutěženo. Než budou potřeba operátoři, bude to tak 10-15 let a to je za dlouhou dobu.

To je pravda, snad se dočkáme v nějaké rozumné době. Co tě vlastně vedlo k profesi operátora? Volba z rozumu nebo to byla láska na první pohled?

Asi ani jedno. K jaderné energetice mě to táhlo delší dobu, ve výsledku už od střední školy, kdy jsme navštívili Vrabce (VR-1 na KJR FJFI ČVUT v Troji). A když jsem pak na bakaláři byl na Letní univerzitě na ETE a vyšly mi rozšířené psychotesty, bylo rozhodnuto o operátorovi. Po Letní univerzitě jsem vstoupil do stipendijního programu ČEZ, ve kterém jsem se zavázal po studiu nastoupit jako operátor na ETE. V podstatě i trochu z tohoto důvodu jsem zvolil cestu bakaláře na KJR FJFI ČVUT a pak program Jaderná energetická zařízení na FS ČVUT.

Co znamenají „rozšířené psychotesty“? Já měla vzato, že jsou jedny standardizované a podle výsledného profilu ti dají povolení pro určité profese...

První testy, co jsem dělal, byly na Letní univerzitu. Tam se ty psychotesty dělají ve zkrácené formě a na jejich základě se určí, zda má člověk způsobilost pracovat na elektrárně. Ti, kterým vyjdou vhodné profily například pro operátora, pak absolvují dotestování, tedy další sérii testů a dotazů, které určí, zda jsou vhodní na pozici operátora, dozimetristy, nebo například reaktorového fyzika.

To je pravda, práce operátora je monotónní ve větším měřítku v neměnném prostředí, tak musíte být odolní. Připravují vás na to na školisku nějak?

Sice je to monotónní, ale prošli jsme kvůli tomu psychotesty, takže s tím počítáme. Navíc je to jakási daň za porozumění technologii a tomu, jak celá elektrárna funguje. Sezení na blokové dozorně asi není kariéra na 50 let, ale nějakou dobu tam člověk stráví. Pak se dá jít v

rámci ETE, nebo ČEZ dál. Ale to je hudba budoucnosti. Teď nás učí všechno od začátku.

To je pochopitelné, potřebují dostat všechny operátory na stejnou úroveň. Jak je vůbec dělána výuka na školisku? Obdobný princip jako vysoká, nebo mají lepší, praktičtější přístup?

Výuka je dělená. Půl roku na školisku v Brně, půl roku praxe na ETE, pak zase do Brna. Navíc jsou mezi výukou různé stáže, tak to člověku ani nepřijde. A i když je to občas hodně jednotvárné, tak musím smeknout před znalostmi školitelů. Výuka sama o sobě je skvělá.

Bylo ti vlastně studium k něčemu? Když vyučují všechny absolventy technických oborů na Betě stejně?

První měsíce jsem se celkem nudil od neutronky přes základy technologie. Strojárna mě připravila na víc než Jaderka, z té beru hlavně v neutronové teorii. Na Strojárně byly naprosto nepostradatelné dva předměty – Systémy s panem Zdeborem a Provoz s panem Hezoučkým. Z toho, co jsem se drtil na zkoušku k panu docentu Hezoučkému a nadával na to, teď hodně čerpám. Obecně můžu za sebe říct, že kombinace Jaderka na bakaláři a Strojárna na magisterském je asi nejlepší kombinace pro budoucího operátora.

Je dobré slyšet, že ta škola k něčemu je. Teď v rámci opatření proti šíření COVID-19 nemůžete chodit vy (ani my) do „školy“ a učit se. Nechybí ti to? Už víš, kdy se budete moci vrátit k přednáškám?

Situace se mění každým týdnem. Někjaké informace máme, ale zatím není nic jisté. Aktuálně se snažíme dělat přes Skype co můžeme, například dílčí zkoušky. Velké zkoušky, které nás čekají, je ale nutné dělat osobně, aby byla zaručena jejich regulérnost. A jestli mi nechybí škola? No teď už pomalu ano. I když spíš, než že by mi „chyběla“, mi vadí, že každé takové zdržení se nakonec někde projeví na celkovém harmonogramu.

Na závěr bych chtěla Tomášovi poděkovat, že si na mě udělal ve svém nabitém programu čas. Přeji mu, aby se mu dařilo nejen v profesním, ale i osobním životě a v blízké budoucnosti pevné nervy při studiu i skládání zkoušek a především hodně štěstí při závěrečných zkouškách. Doufám, že se někdy zase sejdeme.

Zdroj: Karolína Brázdová, Ústav energetiky, FS ČVUT v Praze

Plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov

Akademik Lomonosov je ruská komerční plovoucí jaderná elektrárna pojmenována po jednom z nejvýznamnějších ruských vědců Michailu Vasiljeviči Lomonosovovi. Elektrárna je pilotním projektem a „pracovním prototypem“ ruské státní jaderné agentury Rosatom pro budoucí flotilu plovoucích jaderných elektráren a pobřežních zařízení založených na ruských modulárních reaktorech (SMR). Tyto malé jaderné elektrárny budou schopné dodávat energii do odlehlých a těžko dostupných oblastí nejen pro zásobování domácností elektrickou energií a teplem, ale pomůžou i při těžbě přírodních zdrojů. Německo údajně odstaví všechny své jaderné elektrárny do čtyř let, Belgie má následovat o tři roky později. Francie vyhlásila k roku 2025 snížení podílu jádra na energetickém mixu o čtvrtinu. Slíbené termíny se ale kvapem blíží a jmenované země si začínají uvědomovat, jak náročný úkol si vytyčily. Kulhá výstavba náhradních zdrojů i potřebné infrastruktury.

Konstrukce a cesta

Stavba hlavního kýlu lodi Akademik Lomonosov započala už 15. dubna 2007 v loděnicích Sevnaš v Severodvinsku a celkový odhad ceny se pohyboval okolo 6 miliard rublů. V srpnu 2008 byl trup nedokončené lodi z důvodů zpoždění v případě konstrukce a přetížení loděnic převezen do loděnic Baltiskij Zavod v Petrohradě. Loděnice Baltiskij jsou místem, kde byly postaveny lodě ruské jaderné flotily ledoborců, a je to jediný stavitel lodí na světě, který má zkušenosti s budováním civilních námořních reaktorů.

V roce 2010 byl Akademik Lomonosov poprvé spuštěn na vodu včetně turbín, které byly na loď instalovány během května a srpna roku 2009. V důsledku konkurzního řízení na loděnicích byly v polovině roku 2011 konstrukční práce zastaveny. Společnost byla následně získána státem vlastněnou společností United Shipbuilding Corporation a Rosenergoatom podepsal v prosinci 2012 novou smlouvu s loděnicí Baltiskij Zavod na dokončení plovoucí jaderné elektrárny. Z důvodů těchto ekonomických potíží byly reaktory na Akademik Lomonosov instalovány až v říjnu 2013 a celá jaderná loď byla kompletně připravená na svoji první cestu až o dalších pět let později. Celá konstrukce měla původně trvat pouhé 3 roky. Toto zpoždění vedlo ke zvýšení stavebních nákladů, které se odhadují na 24,5 miliardy rublů.

Na konci dubna 2018 vyrazila loď bez jaderného paliva na palubě z Petrohradu do Murmanska, kde byly dokončeny poslední technologické operace, a reaktor byl zavezen jaderným palivem. První kritické testy proběhly 8. listopadu 2018 a až 23. srpna 2019 po absolvování všech komplexních reaktorových zkoušek, díky kterým jaderná elektrárna dostala na 10 let licenci od ruského jaderného dozoru, mohl Akademik Lomonosov vyplout na svoji cestu arktickými vodami dlouhou téměř 5000 kilometrů do své cílové destinace ve městě Pevek nacházející se v Čukotském autonomním okruhu. Konečné ukotvení plovoucí elektrárny a jejího propojení s pevninou pro přenos elektřiny a tepla proběhlo 19. prosince 2019, ale k úplnému zahájení komerčního provozu bylo potřeba provést ještě několik zkoušek a testů, aby se ověřilo, že jaderná elektrárna splňuje všechny normy a předpisy. Povolení do úplného provozu dostala jaderná elektrárna od ruského státního dozorového orgánu Rostechnadzor 22. května 2020 a stala se tak jedenáctou ruskou jadernou elektrárnou.

Od připojení do sítě dodal Akademik Lomonosov k 22. květnu 2020 více než 47,3 GWh elektřiny a v současné době pokrývá 20 % poptávky energie v oblasti. V blízké budoucnosti se má stát ústředním zdrojem elektrické energie ve východní oblasti tím, že plně nahradí Čaunskou uhelnou teplárnu a dosluhující Bilibinskou jadernou elektrárnu typu RBMK vystavěnou v 70. letech, která ze svých čtyř bloků dodává celkem 48 MW pro místní výrobu elektrické energie a páru pro místní systém ústředního topení pro 50 000 obyvatel v oblasti. Odhadovaná životnost celé plovoucí elektrárny je 40 let.

Design lodi

Plavidlo je kogenerační energetické zařízení vyrobené jako ponton s plochým dvojitým trupem bez vlastního pohonu, který se pohybuje za pomoci vlečných lodí. Samotná loď má délku 144 metrů, šířku 30 metrů a výtlak

21 000 tun. V prostřední části lodi se nachází reaktorová hala se dvěma reaktory KLT-40S a bazénem pro překládku a skladování vyhořelého paliva. Prostor reaktoru je z vnějšku chráněn ochranným krytem sestávajícím z vícevrstvých stropů, přepážek strojoven a bočních místností nadstavby. Všechny tyto konstrukce tvoří vnější ochrannou bariéru prostoru reaktoru, která je schopna odolat vnějším vlivům, včetně nárazu letadla. Na přídi jsou umístěny strojovny s parními turbínami a rozvodny energie, zatímco na zádi se nacházejí záložní naftové generátory a kajuty pro zhruba 70 členou posádku, která je zodpovědná za provoz reaktorů a celkovou údržbu lodi.

Plovoucí jaderná elektrárna je k pevnině připojena pomocí hydraulických kotevnických tyčí. Hydraulické ukotvení je nezbytné nejen k zajištění pevného ukotvení, ale také umožňuje kotevnímu systému bezpečně odolat všem přírodním vlivům. Jaderná elektrárna Akademik Lomonosov bude muset především odolávat polárnímu podnebí a snášet tak extrémně nízké teploty pohybující se až do $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, tloušťce ledu až 2,5 m, nárazům vln 7 m vysokých a hurikánu s rychlostí větru až 200 km/h.

Specifikace reaktoru KLT-40S

Na lodi jsou instalovány dva tlakovodní reaktory typu KLT-40S. Každý z reaktorů má tepelný výkon 150 MW a dokáže do elektrické sítě dodat nominální výkon o velikosti 32 MWe. V případě potřeby může být loď přeměněna na odsolovací zařízení schopné produkovat až 240 000 m³ sladké vody denně.

Reaktor KLT-40S vychází z ruského konceptu malých jaderných reaktorů typu KLT-40M a KLT-40, které jsou umístěné na jaderných ledoborcích a kontejnerové lodi Sevморпуť. Tyto reaktory pracují s velmi vysokým obohacením jaderného paliva pohybující se mezi 30-40 % a případně až 90 %. Reaktory KLT-40S na lodi Akademik Lomonosov pracují s jaderným palivem s průměrným obohacením 14 % U-235, které se každé 3-4 roky provozu bude vyměňovat. Aby se minimalizovala potřeba zvláštních přepravních opatření nebo speciálních údržbářských lodí, konstrukce plavidla obsahuje prostory jak pro skladování kapalného a pevného jaderného odpadu, tak i skladování čerstvého a vyhořelého jaderného paliva. Vyhořelé jaderné palivo je nejprve skladováno v mokřém zásobníku a následně v suchých kontejnerech na palubě lodi. Každých 12-15 let bude plovoucí jaderná elektrárna odstavena a odtažena zpátky do mateřského závodu v Murmanskú za účelem nezbytné kontroly, opravy a údržby. Během této odstávky budou doplněny zásoby čerstvého jaderného paliva a radioaktivní odpad bude přemístěn z lodi ke konečnému uložení.

Každý reaktor je uzavřen do vlastního kontejneru tvořeného ocelovou nádobou, která představuje fyzickou bariéru navrženou tak, aby omezila šíření radioaktivních látek v případě havárie s roztržením hlavního cirkulačního potrubí. Primární okruh je čtyř smyčkový s nuceným i přirozeným prouděním chladiva s parogenerátory typu PG-28S, které zásobují dvě kogenerační parní turbíny. Aktivní zóna reaktoru KLT-40S je tvořena 121 palivovými soubory v trojúhelníkové mříži o celkové délce 1670 mm a aktivní délce 1200 mm. Teplota chladiva na vstupu do aktivní zóny je $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ a na výstupu dosahuje $316\text{ }^{\circ}\text{C}$ při tlaku 12,7 MPa.

Jaderná bezpečnost plovoucí jaderné elektrárny je zajištěna optimální kombinací aktivních a pasivních bezpečnostních systémů, které vycházejí z osvědčených inženýrských postupů a zkušeností s použitou technologií. Pasivní bezpečnostní systémy spoléhají převážně na zpětné vazby a procesy, které nevyžadují zásah operátora, jako jsou záporné koeficienty reaktivity, celková vysoká tepelná setrvačnost reaktoru a přirozená cirkulace v primárním okruhu při výpadku hlavních cirkulačních čerpadel. Mezi další bezpečnostní systémy reaktoru KLT-40S patří systémy aktivního a pasivního havarijního chlazení reaktoru pomocí vypouštění páry z parogenerátoru do primárního kondenzátu, systémy nouzového zásobování vodou z hydroakumulátorů a další bezpečnostní systémy.

Perspektiva do budoucnosti

Elektrárna Akademik Lomonosov je referenční a zkušební jednotka sloužící jako průkopník designu malého modulárního reaktoru, který může být používán nejen v plovoucích elektrárnách, ale také v běžných instalacích v odlehlých a těžko dostupných regionech. Na základě zkušeností s její konstrukcí a provozem plánuje Rosenergoatom výstavbu dalších plovoucích jaderných elektráren. Teprve až sériová výroba zajistí potřebné ekonomické parametry, které zlepší celkovou ekonomiku projektu.

Zdroj: Tomáš Krupička, Ústav energetiky, FS ČVUT v Praze

Mikro modulární reaktory

Mikro modulární reaktory (μ MR) jsou modulární jaderná zařízení s výkonem nižším než 10 MWe. μ MR navazují na aktuálně často skloňované téma malých modulárních reaktorů (SMR) a díky extrémně nízkému výkonu se snaží prohloubit výhody SMR, které plynou z malých rozměrů obou zařízení. V 50. a 60. letech minulého století se sice již objevilo velké množství jaderných reaktorů s výkonem nižším než 10 MWe, avšak postrádaly zmíněnou modularitu (například první plovoucí jaderná elektrárna na světě MH-1A s výkonem 10 MWe).

μ MR díky svému rozměru dosahují větší odolnosti proti zemětřesení, vyšší inherentní bezpečnosti, nižších investičních nákladů či zkrácené doby výroby. Zároveň se pro SMR i μ MR oprášíla myšlenka stavění jaderných reaktorů pod zemí, což by bylo v případě konvenčních jaderných elektráren ekonomicky nepřijatelné. V případě zakopání reaktoru pod zem by se sice zvýšila bezpečnost systému proti větrným hrozbám nebo proti hrozbě teroristického útoku, zároveň je však citelně snížen přístup k zařízení v době odstávkových prací nebo případné havárie. Zakopání pod zemský povrch by bylo lukrativní také pro armádní využití, kde by se čerpal z malého zastavěného povrchu, avšak pro vojenské účely by bylo třeba extrémně zrychlit proces instalace.

Další velkou výhodou μ MR je menší závislost na chladicích schopnostech v lokalitě výstavby. Při výkonech menších než 60 MWe by bylo i chlazení vzduchem. Také se v hojně míře uvažuje o pasivním chlazení aktivní zóny. Díky malému výkonu je přitom možné volit lokalitu umístění reaktoru blíž osídlení, čímž se snižují nároky na přenosovou soustavu. V souvislosti s μ MR se také hovoří o možnosti výměny paliva v továrnách místo konvenčního způsobu, který známe z velkých jaderných zdrojů.

Nevýhodou zůstává stále problematika operátorského personálu a veřejného mínění. Žádný jiný průmysl není tak silně ovlivněn veřejným míněním jako jaderná energetika. V případě návrhu designu nových jaderných zdrojů to nese však svá positiva ve smyslu většího důrazu na bezpečnost zařízení. Nedostatek lidských zdrojů je však svým způsobem také propojen s názorem společnosti. Veřejnost seznámená s fungováním jaderné elektrárny má totiž větší tendenci podílet se na provozu samotného zařízení.

Oproti SMR je velké množství μ MR stále ve fázi koncepčního designu. Některé projekty byly buď ukončeny, nebo řeší problematiku týkající se spíše reaktorů generace IV, tedy se čím dál více zaměřují na výzkum materiálového a strojního inženýrství.

Mezi ruské PWR (Pressurized Water Reactor) patří například civilní koncepční projekty ELENA či UNITHER. Ruské námořnictvo posunulo do fáze finálního designu reaktor ABV-6E a detailního designu reaktor SHELF. Všechny čtyři reaktory pracují s vysoce obohaceným palivem pod 20 %.

Reaktor ELENA je design, na kterém pracuje Kurčatovův institut. Předpokládaný výkon by měl mít až 3,3 MWth. Tento reaktor je primárně navržen na dálkové vytápění budov s palivovým cyklem 22 let. Pro reaktor ELENA je dokonce navrhována možná přeprava vzduchem.

Až 30letý palivový cyklus s dosažením vyšší účinnosti díky vysoké teplotě chladiva by oproti PWRs byly schopny zvládat FHRs (Fast Neutron Spectrum Reactors). Mezi takové projekty FHR se řadí japonský 4S, nizozemský LFR-TL-X nebo například švédský SEALER. Oba evropské projekty jsou zatím koncepční návrhy.

Reaktor 4S (Super-Safe, Small and Simple Reactor) je sodíkem chlazený reaktor navržený firmou Toshiba. 4S by měl dosahovat dvou výkonů, a to 10 MWe a 50 MWe, z nichž druhá varianta by již patřila do kategorie SMR. Součástí systému řízení reaktivity by sloužil axiálně se posouvající reflektor. Celý systém by měl být nainstalován pod povrchem a měl by pracovat s kovovým palivem. Mimo elektrické energie je možná, díky vysokým teplotám 510-550 °C, kombinace výroby elektrické energie a vysokoteplotní elektrolýzy. Aljašské město Galena již v roce 2004 slíbilo společnosti Toshiba, že zde mohou vystavět první demonstrační jednotku s výkonem 10 MWe. Podle aktuálního vyjádření NRC je bohužel tento pokročilý projekt 'neaktivní'.

Mezi μ MR patří také americký Westinghouse eVinci Micro Reactor. Projekt je ve fázi TRL 5 (Technology Readiness Level) a měl by mít kombinovanou výrobu tepla a elektřiny podle nejnovějších zdrojů o výkonu 1-5 MWe. Reaktor je navržen primárně pro odlehlé oblasti s více jak

tříletým palivovým cyklem. Zajímavostí je snaha o dosažení plně autonomního systému, což je z hlediska dnešní legislativy nemyslitelné. Westinghouse eVinci je reaktor s pasivním chlazením pomocí systému tepelných trubic (Heatpipes). Aktivní zóna reaktoru je samo o sobě podkritické a kritičnosti se dosahuje pomocí přiblížení rozměrných radiálních a axiálních reflektorů. Tento design je zároveň od března 2020 podporován americkým DoD (Department of Defense). Stavba demonstračního zařízení byla posunuta z roku 2019 na rok 2022 a komerční nabídka pro trh je předpokládána již na rok 2025. Překážkou pro zprovoznění elektrárny v tomto termínu by však mohla být slibovaná moderace pomocí intersticiálních hydridů a předpokládané sekundární chlazení pomocí CO₂ v superkritickém stavu, které je podle autorů možné nahradit Stirlingovými motory.

Korejský projekt KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology) se zaměřuje na stavbu μ MR chlazeného superkritickým CO₂. Systém je zde navržen tak, aby se větší část μ MR dovezla na místo připojení k síti

buď kamionem či pomocí lodní dopravy, kde by se pouze připojil ke generátoru. μ MR by pracoval ve 20letých palivových cyklech. Chlazení pomocí sCO₂ je však samo o sobě výzvou a aktuální výzkumy KAIST ukazují na detailní snahu o vyřešení právě této problematiky.

Vzhledem k silící tendenci snižování emisí skleníkových plynů a zvyšování šetrnosti k životnímu prostředí je energie z jaderných reaktorů neodlučitelnou součástí moderní koncepce energetiky. I když je řešení μ MR pro státy typu ČR nevhodné (dostatečná elektrifikace, malé množství odlehlých lokalit, apod.), i samotná participace na projektech a dílčí výsledky zapojených výzkumných center jsou velkým přínosem pro ostatní země. V případě ČR by bylo mnohem výhodnější přemýšlet o SMR, které by mohly mít za určitých okolností potenciál nahradit například teplárny či do jisté míry emisně velmi nepříznivé uhelné a plynové zdroje.

Zdroj: Jan Syblík, Ústav energetiky, FS ČVUT v Praze

Studenti na Wikipedii

Studenti magisterského oboru „Jaderná energetická zařízení“ na Fakultě strojní ČVUT v Praze pomáhají upravovat a vytvářet hesla na české wikipedii. Jejich snahou je, aby články z oblasti jaderné energetiky byly fakticky správné, věcné a srozumitelné i pro potřeby široké veřejnosti.

Wikipedie je v 21. století celosvětově jeden z nejpoužívanějších zdrojů informací. Její popularita a rozšířenost ovšem nezaručuje, ba možná i vylučuje, že se v člancích a heslech na ní vytvořených nacházejí pouze pravdivé a ověřené informace. Ať už nepřesné informace vznikly záměrně nebo ne, jedná se o problém, který by Wikipedii, jakožto studnu i odborných informací, doprovázet neměl.

Situaci pomáhají napravit studenti z Ústavu energetiky Fakulty strojní ČVUT v Praze, kteří si v prvním semestru magisterského studia v rámci předmětu „Seminář z jaderné energetiky 1“ vybírají ať už existující nebo neexistující heslo z oblasti jaderné energetiky. Studenti, kteří si vyberou neexistující heslo, pak za užití vhodných podkladů vytvářejí úplně nový článek, který je následně přes účet Ústavu energetiky zveřejněn. Během tvorby článku jej doplňují odpovídajícími obrázky, vybírají a zpracovávají podstatné informace, které srozumitelným způsobem vloží do článku, odkazují na použité zdroje, v textu vytvářejí odkazy na související hesla na wikipedii a v existujících heslech vytvoří odkazy na nově vznikající článek. V případě již vytvořených hesel aktualizují zastaralé údaje a data, upravují neuspořádané a nesrozumitelné texty, odstraňují balast a soukromé názory, a také zavádějí a tendenční informace.

Tvorba nových článků a úprava stávajících probíhá v rámci celého semestru, kdy se tvůrci článků scházejí na seminářích a své nápady a postup prezentují ostatním posluchačům jaderného oboru. Právě během semináře dochází k diskuzím, nápadům a připomínkám ostatních studentů, ze kterých si poté tvůrci berou inspiraci. Těchto prezentací se samozřejmě účastní i odborný

dozor z řad zaměstnanců Ústavu energetiky. Těmi jsou nejčastěji Ing. Pavel Zácha, Ph.D., Ing. Václav Železný, doc. Ing. Václav Dostál, Ph.D. a Ing. Jan Prehradný, Ph.D. Pedagogové nabízejí svůj pohled na věc a své připomínky a autora článku tak rovněž obohatí a inspiroují.

K červnu 2020 bylo upraveno 15 hesel a vytvořeno 29 nových hesel. Upravena byla například hesla: Jaderná elektrárna, Tlakovodní reaktor, Regulační tyč, EPR a Fritz Strassmann. Z nově vytvořených hesel je vhodné zmínit zejména tato: Centrum výzkumu Řež, Výzkumný reaktor LVR-15, Výzkumný reaktor LR-0, MOX palivo, Lehkododní reaktor nebo třeba Hlavní cirkulační čerpadlo.

Mimo hesel přímo souvisejících s jadernou energetikou byla vytvořena i hesla, která se zabývají i jiným využitím jaderné energie než pro výrobu elektrické energie. Příkladem může být článek „Jaderný pohon“, který nabízí informace o tom, jak lze jadernou energii využít k pohonu plavidel a vozidel. Jsou v něm zmíněny způsoby pohonu jaderných ponorek, lodí a letadel, dále pokusy o sestavení tanku na jaderný pohon a jaderné pohony vesmírných lodí. V článku „Jaderný pohon v kosmu“ se poté čtenář dozví konkrétněji, jaké jsou možnosti využití jaderné energie pro pohon vesmírných sond, kdy se první takové pohony začaly vyvíjet, jaké je rozdělení na tepelné a pulzní pohony a konkrétní příklady jednotlivých typů. Heslo „Přírodní jaderný reaktor“ zase nabízí zajímavé informace o přírodním reaktoru, který samovolně pracoval před dvěma miliardami let v oblasti Oklo v Gabonu. Tento článek popisuje, jakým způsobem byl přírodní reaktor objeven, jaký měl přibližný výkon, jak v něm probíhala

štěpná řetězová reakce a jakým způsobem docházelo k samoregulaci. Pod heslem „Radiofarmaka“ se pak nachází článek obsahující informace o výrobě a použití radionuklidů, které se využívají zejména pro diagnostické účely v medicíně.

Správnost a věcnost hesel na wikipedii je důležitá jak pro širokou veřejnost, která tak má přístup k fundovaným informacím o jaderné energetice, čímž nedochází k různým mystifikacím a nedorozuměním, tak pro odborníky, kteří mají šanci si osvěžit či dokonce rozšířit své znalosti z oboru. Mimo to mají obě skupiny možnost se dozvědět zajímavosti a nové informace z

neenergetického využívání jaderné energie a příbuzných oborů. Studenti JEZ tak berou tvorbu a úpravu hesel velmi vážně a na svých článcích na wikipedii si dávají pečlivě záležet.

Za svou aktivitu studenti získali ocenění Železná hvězda kvalitního wikipedisty – Wikiv yznamenání 1. třídy – což je základní uživatelské vyznamenání české Wikipedie, které každoročně dostane cca 10-20 wikipedistů.

*Zdroj: Michal Sedláček, Ústav energetiky,
FS ČVUT v Praze*

www.csvts.cz/cns

Zpravodaj ČNS 01/2020, vydán 9. 7. 2020

Sídlo ČNS: V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, cns@troja.fjfi.cvut.cz, www.csvts.cz/cns

Prezident: Daneš Burket, tel.: 266 172 539, danes.burket@cvrez.cz

Viceprezident: Vlastimil Koubek, tel.: 561 104 660, vlastimil.koubek@cez.cz

Povolení MK ČR E 11041 ze dne 8.1.2001

ISSN 2464-4811
