

Atomová fakta

www.temelin.cz

Diskuze o atomové energetice často sklouzává do líbivých klišé: levná jaderná elektrína, životnímu prostředí neškodný provoz nebo dávno vyřešený problém s vysoceradioaktivním vyhořelým palivem. Naším cílem je do debaty vložit střízlivá fakta o různých zákoutích nukleárních elektráren: od samotného potenciálu uspokojit energetické potřeby společnosti k uranovým dolům nebo rizikům hlubinného úložiště.

Stav jaderné energetiky ve světě

Atomová energetika má nejen v Česku pověst vše spasitelného energetického odvětví. Reaktory však vyrobí asi 13 % světové elektřiny a z pohledu pokrytí primárních zdrojů energie zastupuje štěpení uranu 5,5 %. Nové jaderné elektrárny nepřibývají již dvacet let a elektrárenské firmy prodlužují existenci často obstarožních zařízení.

Kondice nukleárního průmyslu

Mezinárodní energetická agentura (IAEA) uvádí, že v roce 2011 bylo v provozu 439 jaderných reaktorů s celkovým instalovaným výkonem 374 GW(e). Dominantní roli hrají čtyři státy: Spojené státy (104 reaktorů), Francie (58) a Rusko (32). V minulosti mezi ně patřilo i Japonsko s 50 reaktory. Havárie ve Fukušimě vyřadila čtyři z nich nadobro a o dalších se bude rozhodovat.

Masivní nástup jádra sedmdesátých let umožnila existence silných elektrárenských společností a absence konkurence na energetickém trhu. Atomu pomohla i stabilní politická podpora. Politici nezůstávali pouze u slov, ale cukrovali jádro také garancí bankovních úvěrů, bezúročnými půjčkami nebo umělým snížením odpovědnosti za škody způsobené případnou havárií.

Nárůst nových reaktorů se zastavil na konci osmdesátých let. Příčinou byly obavy z možné jaderné havárie po Černobylu.

Stagnaci jádra také podstatně ovlivnila zkušenost s protahováním doby výstavby desítek projektů i mnohonásobné překročení rozpočtů.

Statistiky šedesátišesti rozestavěných projektů ukazují současný trend přesunu atomu na východ. Čína má v různé fázi stavby 27 projektů, Rusko 11, Indie 6. Čísla však zahrnují i věčná staveniště: například argentinský projekt se staví od roku 1981. Polovinu osmdesátých let reprezentují také dva ruské: z let 1985 a 1986. Starší z nich je dokonce grafitem moderovaný reaktor, který se používal v Černobylu.

Stárnoucí „velikáni“

Synonymem posledních dvaceti let jaderného průmyslu jsou především rekonstrukce starých typů jaderných reaktorů. Průměrný věk atomových elektráren pozvolna roste přes původní plánovanou životnost. V roce 2011 činilo průměrné stáří 26 let.



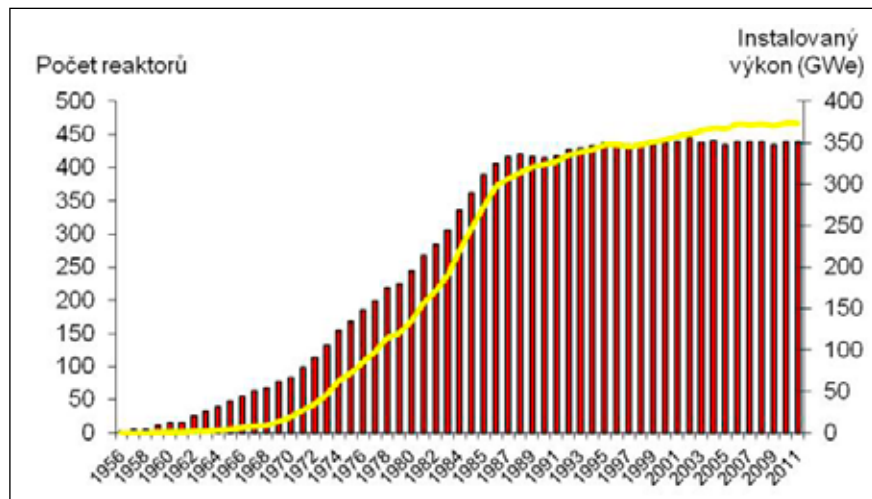
foto: Edvard Sequens

Přitom pokud se podíváme na průměrné stáří odstavených 130 reaktorů do roku 2011, je to jen 22 let. S prodlužováním životnosti úzce souvisí nárůst rizika vážných událostí, které se projevuje takzvaným fenoménem stárnutí

Stavět nebo odstavit?

Veřejné mínění po japonské katastrofě přimělo německou kancléřku vrátit se k rozhodnutí postupně utlmit atomové odvětví. Dle rozhodnutí německé vlády potvrzeného Spolkovým sněmem i prezidentem budou všechny jaderné reaktory odstaveny do roku 2022. Stejným směrem se vydalo také Švýcarsko, Itálie a Belgie.

Opačný přístup razí Finsko a Francie. Za své rozhodnutí však tvrdě platí. Obě rozestavěné elektrárny se potýkají s dvojnásobným překročením původního rozpočtu a odklady spuštění. Od roku 2005 o nových reaktorech přemýšlí také Velká Británie. Experti však varují vládu před ekonomickým rizikem – zmiňují například, že se projekty neobejdou bez veřejných dotací. K silným zastáncům rozvoje nukleární energetiky patří také současná česká vláda.



Statistiky vývoje počtu reaktorů a jejich výkonu ve světě.

zdroj: Mycle Schneider

Dnešní atomové technologie

Dnes provozované nukleární elektrárny zahrnujeme pod reaktory druhé generace. Uvažují-li některé státy nebo společnosti o vybudování nových, pak si vybírají z typů třetí generace. Cílem jejich vývoje bylo vylepšit ekonomiku provozu. Praxe však ukazuje, že i nad novou generací visí řada otazníků a diskutabilní jsou také posuny v jaderné bezpečnosti prototypů reaktorů.

Mírná evoluce, to je třetí generace

Reaktory třetí generace byly navrženy s cílem urychlit proces licencování, omezit kapitálové náklady a zkrátit dobu výstavby. Technologie reaktorů by pak měla umožňovat stabilnější provoz a být odolná proti provozním výpadkům. Vývoj se zaměřil také na palivo: zvýšil se stupeň vyhoření s cílem omezit množství použitého uranu a produkovaného odpadu. Prodloužit by se měla i doba životnosti – na šedesát let. Drtivá většina nových parametrů směřuje k vylepšení ekonomiky provozu, bezpečnostní charakteristiky jsou zmiňovány pouze vágně a opírají se zejména o snížení následků havárie s tavením aktivní zóny.

Evropský tlakovodní reaktor – vlajková loď nukleární deprese

Evropský tlakovodní reaktor EPR měl odstartovat novou éru jaderného průmyslu. Společnost Areva, jeho výrobce, slíbila snížení nákladů i doby výstavby a zejména zlepšení bezpečnosti reaktoru, kdy by se následky vážné havárie měly omezit pouze na prostor elektrárny.

Antony Froggatt, britský expert na jadernou bezpečnost, provedl srovnání s předchozími typy a zjistil, že EPR vykazuje naopak snížení bezpečnosti díky zjednodušení systému havarijního chlazení a rizikům výbuchu páry při tavení aktivní zóny s možným porušením kontejnmentu. Značná bezpečnostní rizika u EPR nachází také Dr. Helmut Hirsch, německý jaderný expert. Za problém označuje absenci nezávislých řídicích systémů. U samostatných

soustav totiž porucha jednoho systému neohroží celý reaktor. To však není případ EPR, kde jsou systémy vzájemně propojeny, i menší incident se tak může rozvinout ve vážnou nehodu.

Rizikovitost podobného konceptu ukazují následky v japonské Fukušimě, kde vyřazení chladicích systémů v průběhu přírodní katastrofy vedlo k těžké havárii. EPR sice kromě hlavních nouzových dieselagregátů disponuje dvěma dalšími záložními, ale to nestačí na bezpečné odstavení reaktoru, uvádí Dr. Hirsch. Konstrukce EPR je totiž postavena na předpokladu, že budou dodávky elektřiny ze sítě nebo dieselagregátů obnoveny do 24 hodin. Jenže Fukušima ukázala, že výpadek může trvat až 11 dnů.



Stavba reaktoru EPR ve finském Olkiluoto.

foto: Ivan Coleman, Greenpeace International

Další nabídka v jaderném menu

Dalším zástupcem nové generace reaktorů je typ AP 1000 od společnosti Westinghouse. Jeden projekt je realizován v Číně. Ve Spojených státech probíhá jeho licencování. Přestože je sporné, nakolik je reaktor schopný odolat silnému zemětřesení, se očekává konečné schválení koncem roku 2011.

Tlakovodním reaktorem třetí generace je také APWR společnosti Mitsubishi. Vývoj trvá od roku 1980 a dosud se nezačal nikde stavět. Mezi pokročilé patří také varný reaktor typu ESBWR, který je však stále ve fázi licencování a jeho předchůdce ABWR (oba jsou varné reaktory) z počátku osmdesátých let. Čtyři reaktory ABWR stojí v Japonsku a o šesti dalších se před Fukušimou uvažovalo.

Ruský zástupce řady VVER nabízí několik modifikací původního typu VVER 1000. Posledním typem je VVER 1200 (též AES-92). Dva první prototypy jsou ve fázi výstavby v Rusku. Pro Česko je nabízen ve verzi MIR.1200.

Ekonomické slabiny atomu

Kolik celkem bude atomová elektrárna stát? To je základní otázka a odpověď na ni není jednoduchá. Historie řady projektů ukazuje, že navyšování rozpočtu u reaktorů není žádnou novinkou. „Geniální“ taktika nukleární lobby – nabízet elektrárnu pod cenou, a během výstavby „překvapivě“ zjistit, že potřebují mnohem více peněz – poznamenala drtivou většinu atomových projektů.

Atomové finanční rekordy

„Standard & Poor's a Moody's by dostaly infarkt. A můj finanční ředitel také“ – tak v roce 2005 vysvětlil Thomas Caps, ředitel americké elektrárenské společnosti Dominion, proč neinvestují do atomových projektů. Obava ze srdeční slabosti je ve Státech na místě. Podle údajů amerického ministerstva energetiky (DOE) totiž došlo

u 75 reaktorů (výstavba zahájena mezi lety 1966 až 1977) k drtivému překročení rozpočtů. Celkové odhadované náklady se měly vejít do 45 miliard dolarů. Skutečné náklady se však vyšplhaly ke 145 miliardám dolarů. Kombinace překročení rozpočtů v průměru o hrozivých 200 % s havárií v elektrárně Three Mile Island v roce 1979 je hlavní příčinou, proč se na více než třicet let zájem o atom ve Spojených státech zastavil.

Problém s podhodnocenými náklady najdeme také v Česku. ČEZ v roce 1993 slíbil vládě, že postaví Temelín za necelých 69 miliard korun. Ve výsledku byl rozpočet překročen o dalších více než třicet miliard korun. Ušetřena nebyla ani Asie. Čtrnáct indických projektů z let 1972 až 2006 překročilo původní rozpočty o 180 až 400 procent. Podobné statistiky najdeme také ve Velké Británii u zatím posledního spuštěného reaktoru Sizewell B. Vyhodnocení projektu ukázalo, že došlo ke zvýšení kapitálových nákladů z původních 1691 na 3700 milionů liber. Navyšování nákladů se netýká pouze jaderných elektráren, ale také dalších atomových provozů. V Británii zahájily



koncem sedmdesátých let výstavbu závodu na zpracování vyhořelého jaderného paliva (THORP) s očekávanými náklady 300 milionů liber. Projekt se dostal do skluzu, byl dokončen až o pět let později – v roce 1992 – a náklady se vyšplhaly na šestinásobek (1,8 miliardy liber). Pokud bychom k projektu započítali i zařízení a budovy, které bylo nutno vybudovat mimo původní plán, dostaneme se až na částku 2,8 miliardy liber.

Příliš drahý atom

Jaderný průmysl dnes nabízí reaktory takzvané třetí generace. Cílem přípravy nové řady elektráren bylo zkrátit dobu výstavby a zkrotit rostoucí náklady – parametry, které brzdily výstavbu atomových elektráren od počátku odvětví.

Jedním z „moderních“ typů je Evropský tlakovodní reaktor (EPR) od společnosti

Areva. První projekt se od roku 2005 bude jeve finském Olkiluoto. Od počátku se však potácí ve vážných problémech v důsledku podhodnocených nákladů a nízké kvality dodávaných komponent. Potíže drtí ekonomiku projektu, a tak se cena vyšplhala z původních tří miliard eur na pomalu dvojnásobek. Doba dokončení: místo roku 2009 až o pět let později. Stejně problémy má i stavba ve francouzském Flamanville. I zde se cena vyšplhala na dvojnásobnou částku oproti plánu, tedy na šest miliard eur a spuštění bylo odloženo o čtyři roky.

O reaktor typu EPR má zájem Velká Británie. Investorem bude společnost RWE, která odhaduje, že každá elektrárna vyjde na 9,3 miliardy eur. Celý projekt nových reaktorů by pak měl stát přibližně 40 miliard liber (46 miliard eur). V první polovině roku 2009 se Areva ucházela se dvěma reaktory EPR také o zakázku ve vládním tendru na výstavbu jaderné elektrárny Darlington v kanadské provincii Ontario. Firma nabízela dva reaktory za 7,8 miliardy kanadských dolarů (5,6 miliard eur). Kompletní cenu výstavby však odhadla na 23,6 miliardy (17 miliard eur). Vzhledem k vysokým nákladům vláda provincie výběrové řízení nakonec zrušila.

Dalším producentem jaderných reaktorů je ruský Atomstrojexport. Dosud se soustředí především na asijský a východoevropský trh. Svůj produkt přihlásil do tendru na výstavbu první turecké jaderné elektrárny v Akkuyu. Ruský výrobce byl jediným zájemcem v tendru, v němž hlavním kritériem byla cena za dodávanou elektřinu při garanci patnáctiletého odběru. Původní

nabídka 21,16 amerických centů za kWh téměř trojnásobně převýšila zdejší cenu elektřiny (7,9 c/kWh). Atomstrojexport posléze nabídku snížil na 15,35 c/kWh.

Zájem o atom ve Spojených státech nastartovalo spuštění dotačního programu za vlády prezidenta Bushe v roce 2005. Riziko navyšování nákladů se však nevyhýbá ani novým projektům. V říjnu 2007 oznámila společnost Florida Power & Light (FPL) zájem postavit dva reaktory AP 1000 od společnosti Westinghouse s očekávanými náklady v intervalu 3100 až 4500 dolarů na kilowatt (2300 až 3350 eur na kilowatt). FPL však také odhadla, že celkové náklady včetně eskalace finančních nákladů mohou vytlačit cenu až na 5500 až 8000 dolarů na instalovaný kilowatt (4100 až 6000 eur na kilowatt).

Hra o stovky miliard

Přepočteme-li současnou známou cenu elektráren v Olkiluoto nebo Flamanville na koruny, dostaneme se k částce 147 miliard korun za reaktor. U dvou, které ČEZ plánuje v Temelině, by se tak cena vyšplhala na 300 miliard korun. Současně ČEZ uvažuje o celkovém tendru až pěti nových reaktorů, v plánech ministerstva průmyslu se jich objevuje dokonce až čtrnáct. Jejich realizace by pouze posílila dominantní postavení elektrárenských firem. Spotřebitelé nepřinášejí nižší cenu elektřiny, společnosti naopak předávají břemeno nevyřešeného problému s vysoceradioaktivním vyhořelým jaderným palivem. Současně také může blokovat investice do čistých a efektivních řešení, jako jsou obnovitelné zdroje energie.

Státní pomoc a dotace

Jaderná energetika se často sama označuje za vyspělé odvětví, které má za sebou desítky let praxe a chlubí se vlastní výhodností. Faktem je, že dodnes profituje z pestré směsi nejrůznějších státních podpor.

Vznik pomoci silné ruky státu

Současná jaderná energetika by na světě nebyla bez dlouholetých přímých státních dotací, úlev a jiných výhod. Zvláště rozsáhlé byly garance pro první postavené reaktory. Podle Mezinárodní energetické agentury utratily země OECD od roku 1974 v průměru 250 dolarů na jeden kilowatt instalovaného výkonu jaderných elektráren (bez započtení množivých reaktorů).

Ilustrativní jsou čísla ze Spojených států: celkové dotace, jež federální vláda poskytla jadernému průmyslu, činily v letech 1947–2000 zhruba 145 miliard dolarů. Subvence jen pro výzkum a vývoj za období 1948 až 1998 byly ve výši 66 miliard dolarů. Jaderné elektrárny v USA dostaly ve svém rozjezdovém období celkem 15,3 dolaru na každou kilowatthodinu vyrobené energie. Pro srovnání: větrné elektrárny jen

0,46 dolaru. Čísla z USA také ukazují, že dotace do obnovitelných zdrojů jsou efektivnější, než dotace do jádra – zvýšení produkce energie je v případě dotací do čistých zdrojů několikanásobně vyšší než u dotací do atomových technologií.

Dotace na nové reaktory

Nestandardní financování provází počátky výstavby reaktoru typu EPR ve Finsku. Původní dodavatel – konsorcium Framatome–Siemens (německý partner posléze z projektu vycouval) – se ve smlouvě s elektrárenskou společností TVO zavazuje postavit tlakovodní reaktor o výkonu 1600 MW za fixní částku tří miliard eur. U projektů můžeme vystopovat sérii typických kroků, jak zajistit financování velkého investičně náročného projektu, které stojí na hraně pravidel hospodářské soutěže:



foto: archiv Hnutí DUHA

- Půjčku ve výši 60 % investičních prostředků na velmi nízký 2,6% úrok poskytl konsorcium bankovních domů vedené Bayerische Landesbank, kterou většinově vlastní stát. Nízký úrok budí dojem státní podpory německé firmy Siemens.
- Francouzská vláda poskytla společnosti Areva, jež vlastní Framatome, dotaci 610 milionů eur od státní exportní agentury COFACE. Půjčka byla určena k podpoře vývozu do politicky nestabilních oblastí. Finsko tuto podmínku evidentně nesplňuje.



➔ Na financování projektu se podílí také finští daňoví poplatníci přes vklad ve výši 310 milionů eur od města Helsinky, jednoho z vlastníků TVO.

Novodobé dotační programy

Zelené energetice se často vyčítají státní podpory. Očím veřejnosti však uniká, že obdobných výhod požívá i jaderný sektor. V roce 2005 vyvinula Bushova administrativa velké úsilí, aby v rámci programu Nuclear Power 2010 oživila zájem o investice do reaktorů. Balíček dotací přináší investorům ekonomická zvýhodnění, s cílem zajistit pomoc při schvalování nových projektů a celkově rozhybat zájem o nové investice do jádra:

- Prvních šest investorů může využít kompenzace v celkové výši dvě miliardy dolarů, která je určena na pojištění rizik v případě, že dojde ke zdržení ve schvalovacích řízeních způsobených státními úřady nebo soudními spory, ale také sabotáží či teroristickými útoky.
- Poskytuje z veřejných prostředků záruky na půjčky až do výše 80 % rozpočtových nákladů na nové jaderné projekty.
- Uzakoňuje daňové zvýhodnění ve výši 1,8 centu za každou kilowatthodinu vyrobenou v jaderné elektrárně. Tato výjimka má platit po dobu osmi let od uvedení nového reaktoru do provozu, což může představovat úlevu v souhrnné výši až 5,7 miliard dolarů.

Myšlenka znovu dotovat reaktory se objevuje i v Británii. Přitom tamní politici dlouhodobě deklarovali, že neobnoví finanční podporu z veřejných rozpočtů pro investory do atomových elektráren. Současná pravicová vláda si snaží zachovat tvář trikem spočívajícím v zavedení podpory pro všechny nízkouhlíkové technologie. Riziko však spočívá v otevřené cestě k vysokým dotacím pro reaktory, zatímco na obnovitelné zdroje půjdou pouze symbolické částky. Provozovatelé jaderných elektráren by mohli získat například dlouhodobou garanci na výkup elektřiny za pevné stanové ceny, která by však neodpovídala podmínkám trhu.

Jádro s ručením omezeným

Škody při možné havárii jaderné elektrárny mohou dosáhnout enormních rozměrů. Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) uvádí jako spodní odhad následků při těžké jaderné havárii 83 miliard eur. Odpovědnost majitelů atomových zdrojů je však v řadě zemí uměle omezena. V Česku například platí garance pouze osmimiliardového odškodného, které by nepokrylo drtivou většinu škod.

Praktické důsledky

Nejde „pouze“ o princip a nespravedlnost. Klauzule má naprosto konkrétní a reálné důsledky. Omezuje odpovědnost na úkor poškozených. Škody přesahující limit osmi miliard korun vůbec nemusí být zaplacený. Ve výsledku také snižuje cenu jaderné elektřiny, takže bez rozumného důvodu diskriminuje konkurenční výrobce. Odvětví tak není vystaveno tržní soutěži s rovnými podmínkami.

Kde se to vzalo?

Koncept omezené odpovědnosti vznikl v roce 1957. Šéfové velkých energetických společností – General Electric, Westinghouse a dalších – oznámili americkému Kongresu, že pokud nebude existovat zákon o omezené odpovědnosti za případné škody, nebudou stavět žádné atomové reaktory. Kongresmani proto schválili dočasnou provizorní ochranu tehdy mladému průmyslovému odvětví: takzvaný Price-Andersonův zákon. Původně měl platit pouze deset let. Postupně však byl znovu a znovu prodlužován. Koncept omezené odpovědnosti se nakonec rozšířil také do zbytku světa.

Skrytá dotace

Omezená odpovědnost provozovatelů za škody, které může havárie atomového reaktoru způsobit, je největší skrytou dotací na výrobu elektřiny jaderným štěpením. V prostředí volného trhu by si musel provozovatel jaderné elektrárny sjednat plné pojištění. Právě vinou snížené odpovědnosti se ČEZ pojišťuje na částku o dva až tři rády nižší. Přesná výše této dotace se stanovuje

problematicky. Odhad ve Spojených státech určil pouze široký interval mezi 0,5–30 centy na vyrobenou kilowatthodinu (0,34–20,23 c€/kWh). Průměrná cena elektřiny ve Spojených státech se aktuálně pohybuje okolo 11 centů za kilowatthodinu (7,41 c€/kWh).

Francie vyrábí více než polovinu jaderné elektřiny v Evropské unii. Přesto má jednu z nejnižších pojistných částek ze zemí OECD. V systému neomezeného pojištění by se celkové výrobní náklady jaderné elektřiny od EdF by se zvýšily na trojnásobek.

Jak lze systém vylepšit

V Německu ručí provozovatelé jaderných elektráren neomezeně celým svým majetkem za všechny škody, které způsobí. Podléhají právně stejným zásadám jako každý jiný viník průmyslové havárie. Právní

norma ručení za jadernou škodu prošla změnou po roce 2001, kdy se spolková vláda a provozovatelé elektráren dohodli na zvýšení takzvaného preventivního krytí (to se realizuje individuálním povinným pojištěním) z původní výše 256 milionů eur na 2,5 miliardy eur. Systém se skládá ze dvou stupňů. První představuje částka 256 milionů eur v podobě pojištění u všeobecných pojišťoven. Druhý stupeň – zbývajících 2,244 miliardy eur – pokrývá takzvaná solidární smlouva s mateřskými společnostmi provozovatelů reaktorů. Poškození by tedy nedostali proplaceno vše, ale pořád ještě mnohem více než v České republice.

Co získáme zrušením omezeného ručení?

Masivní státní intervence ve prospěch jednoho odvětví by se měla stát minulostí. Schválení plné finanční odpovědnosti provozovatelů jaderných elektráren bude mít velký ekologický i ekonomický přínos. Plná finanční odpovědnost by pomohla odstranit dotace jadernému průmyslu a obnovit volný trh s elektrickou energií.



foto: Josef Pühringer

Technologická rizika

Nukleární průmysl vybudoval po tragických zkušenostech s haváriemi v Černobylu a Three Mile Island jeden z nejpřísnějších bezpečnostních režimů. I když je kladen velký důraz na zvyšování bezpečnosti, neznamená to, že se riziko vytratilo zcela. Japonská zkušenost Fukušimou ukázala, že nebezpečí těžké havárie s velkými následky stále existuje i v těch nejvyspělejších státech.

Rizika na hraně

Příčinou krizových stavů bývají technologické nedostatky, nízká kultura bezpečnosti nebo lidský faktor. K negativním rysům je nutno také přičíst snahu velkých společností maximalizovat svůj zisk provozováním obstarožních reaktorů – na úkor bezpečnosti.

Ukázkovým šlendriánem nezládnutého dozoru je například britský závod na přepracování vyhořelého jaderného paliva v Sellafieldu, kde měsíce unikal roztok s rozpuštěným vyhořelým palivem, který obsahoval dost materiálu na dvě desítky jaderných náloží, a to včetně plutonia. Nikoho nepřekvapí, že se vlastník snažil nehodu ututlat. Jenže bazén s vyteklou kapalinou o objemu 83 000 litrů jen tak lehce neschováte.

V červenci 2006 došlo během opravy zabezpečovacího zařízení jaderného reaktoru Forsmark ve Švédsku ke zkratu. Oprava se kvůli snaze maximalizovat profit prováděla za provozu elektrárny, oproti dřívějším postupům, kdy se zařízení odstavovalo. Zkrat vyřadil řídicí místnost jaderného reaktoru. Automatické systémy odstavení elektrárny nefungovaly, nepodařilo se nastartovat nouzové napájecí dieselaagregáty. Po celých 23 minut si nikdo v řídicí místnosti nemohl být jist, co se děje v reaktoru. Bylo přijato rozhodnutí o evakuaci pracovníků, avšak žádání se nekonala, protože systém pro její vyhlášení byl také bez proudu. Nakonec se podařilo manuálně připojit nouzové dieselaagregáty. Podle bývalého šéfa bezpečnosti ve Forsmark byl reaktor blízko vážné

havárie, která mohla vést až k jeho roztavení jako ve Fukušimě a jen čistou náhodou se tak nestalo.

Japonská preciznost nepomáhá

Nehody se však nevyhýbaly ani Japonsku. Země, která je pověstná svou precizností, trpí v atomové energetice pravým opakem. Situace z předchozích let dávají jasné signály, že japonský systém kontrol a bezpečnosti řadu let selhává. V roce 2004 muselo TEPCO (vlastník jaderné elektrárny Fukušima) odstavit 17 reaktorů po skandálu, kdy vyšlo najevo, že tato společnost falšovala dokumentaci o prováděných kontrolách bezpečnosti.

Problémy postihovaly i další japonské společnosti. V roce 1999 vedla chyba pracovníků explozi v továrně na výrobu jaderného paliva Tokajmura k nekontrolované jaderné reakci. Trvalo tři dny, než se jaderné štěpení podařilo zastavit. Tehdy muselo být evakuováno obyvatelstvo z okolí, tři pracovníci továrny byli zasaženi dávkami srovnatelnými s ozářením v epicentru výbuchu jaderné bomby v Hirošimě a zemřeli na nemoc z ozáření.

Katastrofa v atomové elektrárně Fukušima z 11. března 2011 byla nejhorším jaderným neštěstím ve světě od havárie v ukrajinském Černobylu v roce 1986. Poškozeny byly tři ze šesti reaktorů, bazény vyhořelého paliva a únik radiace do okolí si vyžádal evakuaci až 100 000 lidí. Japonská vláda již dříve sdělila, že některé oblasti budou neobyvatelné několik desetiletí.



foto: archiv Calla

Jaderný dozor

Pravděpodobnost události, při které by došlo k poruše kontejnmentu se uvádí v řádu 10⁻⁶ a nižší, je tedy relativně nízké. Vážné události v evropských jaderných elektrárnách a hrozivá katastrofa v Japonsku však ukazují, že i situace s minimální pravděpodobností může nastat.

Klíčovou roli hrají regulátoři, v českém případě Státní úřad pro jadernou bezpečnost, kteří musí zajistit, aby atomové bloky pracovaly co nejbezpečněji. Podmínkou účinné kontroly a bezpečného provozu je v každé zemi silná kultura nezávislosti práce kontrolního úřadu: přísná nestrannost, sebevědomí, pevné rozhodnutí odolávat politickým i ekonomickým vlivům a vědomí naprosté priority bezpečnosti a ochrany veřejného zdraví. Je tomu tak v České republice?

Těžba uranu a následky

Atomové reaktory mají pověst ultračistých provozů s obsluhou v bílých pláštích. Vyžehlený obrázek však pomíjí těžbu a zpracování uranové rudy. Procesy s drtivými dopady na životní prostředí, bez kterých se reaktory neobejdou.

Těžba uranové rudy a její následky

Uran netvoří souvislá ložiska, většinou se v horninách nachází rozptýlen. Těžba uranu dává ekonomicky smysl pouze v nalezištích s koncentrací dosahující minimálně 1000 g/t (0,1 %). Prakticky to znamená, že z jedné tuny vytěžené uranové rudy získáme přibližně jeden kilogram uranu. Například v uranovém dole v Rožné je koncentrace uranu v hornině menší než 0,2 procenta. Z důvodů nízkého obsahu uranu v rudě navazuje na těžbu nákladné zpracování za účelem jeho zkoncentrování. Značné množství

balastní hlušiny se musí oddělit od vlastní rudy.

Typické pro provoz těžby a zpracování uranu jsou velké haldy odvalů, hlušiny a kalů po chemickém zpracování, v nichž se nacházejí zbytky uranu a další radioaktivní látky z jeho rozpadové řady, zejména thorium a radium. Riziko vážných dopadů na životní prostředí souvisí zejména s těmito částmi získávání uranové rudy:

- Během těžby se z dolů musí odčerpávat velké množství kontaminované vody, která se vypouští do řek a jezer.



foto: Václav Vašků

- Odvětrávání dolů nutné pro snížení ohrožení zdraví horníků znamená uvolňování radioaktivního prachu a radonu do okolí, čímž narůstá riziko rakoviny plic u okolního obyvatelstva.
- Haldy hlusiny obsahují v porovnání s běžnou horninou zvýšené množství radionuklidů. Tyto haldy ohrožují zdraví lidí i životní prostředí ještě dlouho po uzavření dolu, neboť se z nich uvolňuje radon a dešťová voda vymývá radioaktivní a toxické materiály.
- V případě, že se uran nevyplatí těžit hornickým způsobem nebo to neumožňují geologické podmínky, může nastoupit technologie chemického loužení. Loužidlo (například kyselina sírová nebo louhy) se pumpuje do podzemí, postupně rozpouští rudu a uranový roztok se vyčerpává pro další zpracování. Při procesu hrozí rozsáhlé zamoření podzemních vod, které zůstává i po skončení „těžby“.
- Při dalším zpracování se uranová ruda rozemílá na prach. Odpad z uranových mlýnů má formu kalu, který se hro-

madí v usazovacích nádržích. Průsaky z kalových nádrží představují další významné riziko, zejména kvůli možné kontaminaci podzemních i povrchových vod. Rovněž hrozí, že se prvky jako uran a arsen dostanou do zásob pitné vody a do masa ryb.

Odvaly dolů v oblasti Schlema/Aue v Sasku mají objem 47 milionů m³ a pokrývají plochu 343 ha. Darmstadtský Őko-Institut tam vypočítal riziko onemocnění rakovinou plic během celého života na 20–60 případů na 1000 obyvatel. Protože radon se větrem šíří rychle, musí se vzít v úvahu i riziko obyvatel v širším okolí: Őko-Institut počítá s výskytem dalších šest případů rakoviny plic ročně v okruhu 400 km.

Na našem území vzniklo 38 velkých hlusinových odvalů (Jáchymovsko, Tachovsko, Příbramsko, Stráž pod Ralskem, Dolní Rožínka atd.) o celkovém objemu 43 milionů m³ na ploše 2,5 milionu m². V otevřených odkalištích je 47 milionů tun radioaktivních kalů. V okolí Stráže pod Ralskem došlo vedle toho při tzv. hydrochemické těžbě uranu k největším kontaminacím

podzemních pitných vod v české historii. Do podzemí zde byly vtačeny více než čtyři miliony tun kyseliny sírové a dalších chemických látek. Kyselý uranový výluh byl poté čerpán na povrch, uran z něj chemicky separován a loužící medium se zpětně vtačovalo pod zem. Dnes plocha zamoření dosahuje 24 km². Náklady na sanaci chemické těžby příjdou státní rozpočet každoročně na dvě miliardy korun a potrvají nejméně do roku 2030.

Spotřeba uranu

České jaderné elektrárny jsou zcela závislé na dováženém jaderném palivu a tuzemská produkce uranu je výrazně menší než spotřeba. Současné bloky v Temelíně a Dukovanech potřebují ekvivalent 610 tun uranu ročně, což končí těžba v Rožně nedokáže pokrýt. Dovoz jaderného paliva již dnes zvyšuje naši dovozní energetickou závislost o více než 50 procent. K podzemním zásobám uranu na Liberecku (115 tisíc tun) se bez obnovení chemické těžby, která by znamenala závažné poškození životního prostředí, nelze dostat.

Radioaktivní odpad

ČEZ zanechá Česku provozem svých jaderných elektráren za dobu jejich plánovaného provozu nejméně čtyři tisíce tun vysokoradioaktivního odpadu. I přes různé experimenty s přepracováním se všeobecně považuje za nejbezpečnější cestu uložení odpadu pod zem. Je však důležité, aby projekt hlubinného úložiště vznikl pouze se souhlasem dotčené veřejnosti a v průkazně bezpečné a stabilní hornině.

Vyhořelé palivo do izolace

Vysokoradioaktivní odpad patří mezi jedny z nejnebezpečnějších hmot. Přímý kontakt s vyhořelým palivem po vyjmutí z reaktoru by člověka ozářil smrtelnou dávkou během několika sekund. I když nebezpečnost použitých palivových tyčí postupně klesá, je třeba zajistit dokonalou izolaci po statisíce let. Tak dlouhý časový horizont se však vymyká lidské zkušenosti. Pro ilustraci: před pouhými 30 000 lety vůbec neexistoval

Lamanšský průliv a současnou Varšavu či Berlín pokrývaly jeden až dva kilometry polárního ledovce.

Česká vláda i další státy prosazují uložení odpadu do zemských hlubin. Místo pro úložiště musí splňovat přísná kritéria:

- je nutné nalézt rozsáhlý masiv horniny neporušené prasklinami a šterbinami, kde je vyloučeno zemětřesení a která zabezpečí odvod tepla po celou dobu, kdy radioaktivní odpad bude nebezpečný.

- geologové musí vyloučit průniky podzemní vody do úložiště, protože postupná korozí by poškodila kontejnery s odpadem. Proudění podzemních vod by pak mohlo vynést radioaktivní a toxické látky na povrch nebo kontaminovat zdroje pitné vody.

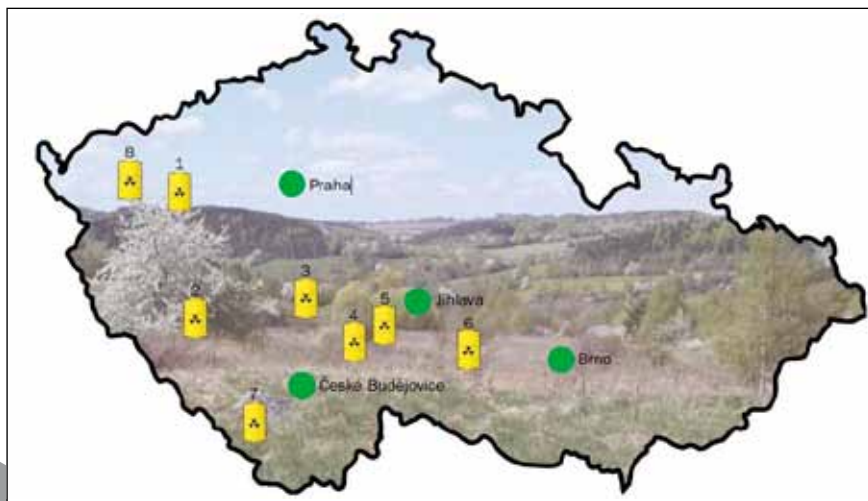
Trvalé úložiště

Vybudování hlubinného úložiště pozmění vybraný region na desítky příštích let. Jde o vážný zásah do životního prostředí – jedná se v podstatě o hlubinný důl. Bude vybudována rozsáhlá infrastruktura v podobě přístupových cest, vedení vysokého napětí a dalších staveb. Výstavba ovlivní dnešní sociální podobu malých, na zemědělství a rekreaci orientovaných vsí. V důsledku uvedených činností nutně poklesne rekreační hodnota oblastí, může klesnout i důvěra v zemědělskou produkci z této lokality.

Samotný provoz úložiště bude obce vystavovat riziku nehody při přepravě vyhořelého jaderného paliva. Americké ministerstvo energetiky odhaduje, že vážná nehoda by vedla ke kontaminaci území o ploše sta čtverečních kilometrů a základní asanace by trvala déle než rok.

Hledání úložiště po Česku

Stát, zastoupený Správou úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO), vede zákopovou válku s obcemi z lokalit vytipovaných pro budoucí umístění úložiště radioaktivních odpadů. Obrovskou vlnu odporu vyvolal mezi místními obyvateli způsob výběru



Lokality zájmu SÚRAO pro hlubinné úložiště.

autor: Radim Šašinka

lokalit v roce 2003 uskutečněný bez jejich vědomí. Veřejnost i zvolení zástupci v dotčených obcích a okolí odmítají požadavek státu, který se na jejich „dvorku“ rozhodl uložit vysoce radioaktivní odpad. Na základě nesouhlasu s postupem státu se v lokalitách od roku 2003 uskutečnilo 27 místních referend s průměrnou účastí 73 %. Jejich výsledkem je jednoznačné „ne“ plánům na uložení. Místní požadují právo spolurozhodovat v procesu, který může nezvratně ovlivnit fungování a podobu jejich domova. Eskalaci napětí mezi obcemi a státem zabrání jen nastavení nových demokratických pravidel procesu založených na respektu k názoru

obcí a veřejnosti. Obce by měly mít možnost samostatně rozhodnout o trvalém omezení svých vlastnických práv k území, na němž má být uloženo.

Existují reálné alternativy?

Často zmiňovanou možností, která má nahradit nutnost budovat trvalé uložení je přepracování vyhořelého paliva. Při tomto procesu se separuje uran a plutonium z odpadu pro jejich opětovné využití jako součásti směsného paliva pro lehkovodní reaktory. Z hlediska bezpečnosti jde o velmi komplikovaný proces. Během složité chemické procedury vznikají velké objemy

radioaktivních odpadů, často v kapalném skupenství. Jejich celková radiální aktivita je sice nižší, ale izolace je naopak náročnější než u nedotčeného vyhořelého paliva.

V oblastech, kde se nacházejí přepracovací závody, byl u místních obyvatel zaznamenán častější výskyt leukémie. Dnešní metody přepracování neumí vyhořelé palivo účinně likvidovat; navíc v žádném případě neodstraní nutnost vybudovat hlubinné uložení pro vysoce radioaktivní odpady. Často zmiňovanou alternativou hlubinných uložení vyhořelého paliva je tzv. transmutace. Již dnes známou nevýhodou je opět vysoká produkce vedlejších radioaktivních odpadů.

Atom klima neřeší

Jaderná energetika má nálepkou čistého zdroje, který může vyřešit problém klimatických změn. Nezaslouženě. Je sice pravda, že samotné elektrárny na uran nevypouštějí emise oxidu uhličitého, ale celý jaderný palivový cyklus ano. Další problém spočívá v omezených možnostech jaderné energetiky. Stav světové ekonomiky i bezpečnostní situace v zemích třetího světa neumožňují obnovení masivních investičních programů do atomového odvětví po celém světě. Statistiky stárí reaktorů a kondice jaderného průmyslu navíc napovídají, že výstavba nových zdrojů by nemohla nahradit postupně odstavované elektrárny.

Skryté emise

Reaktory nelze považovat za zcela bezemisní zdroj. Například těžba a zpracování uranové rudy, obohacování uranu, výroba paliva a činnosti, které jsou potřebné ke zpracování a ukládání jaderného odpadu. Všechny tyto složité procesy vyžadují náročná obslužná zařízení a vybavení, které je nutné pohánět a k nimž je třeba dopravovat tuny materiálů.

Další emise se ukrývají ve stovkách tun oceli, betonu a dalších materiálů potřebných pro výstavbu jaderné elektrárny a souvisejících zařízení. Mezinárodní studie spočítaly, že atomový celek vyprodukuje 30 až 120 gramů oxidu uhličitého na vyrobenou kilowatthodinu elektřiny. S narůstající těžbou rud s nižším obsahem uranu pak můžeme očekávat i růst emisního zatížení vlivem energeticky náročnější výroby paliva na 250 g CO₂/kWh. Je to samozřejmě mnohokrát méně emisí, než vznikne těžbou a spálením uhlí (1000–1200 g CO₂/kWh), zemního plynu (cca 600 g CO₂/kWh), ale oproti obnovitelným zdrojům je na tom atomová elektřina přeci jen hůře (větrné elektrárny do 7 g CO₂/kWh, vodní elektrárny cca 20 g CO₂/kWh atd.).

Tisíc nových elektráren a další pohádky

Existuje několik relevantních scénářů, jak předejít dramatickým dopadům klimatických změn. Jedním z nich je zpráva publikovaná Mezinárodní energetickou agenturou (IEA) v roce 2008: Energy Technology Perspectives. V této publikaci IEA na žádost států G8 sledovala

technologické trendy. Podle Mezinárodní energetické agentury budou hlavní roli ve snižování emisí oxidu uhličitého hrát především energetická efektivnost a rozvoj obnovitelných zdrojů. Studie propočítala, že už se současnými technologiemi je reálné do roku 2050 snížit emise oxidu uhličitého o 50 %. Přitom podle IEA:

Lze počítat s tím, že 36 % z potřebného snížení emisí zajistí lepší energetická efektivnost ekonomiky – nové, vysoce efektivní technologie s nízkou spotřebou.

Dalších 21 % z potřebného snížení exhalací dodají obnovitelné zdroje energie.

Podíl jaderné energetiky na snížení emisí oxidu uhličitého je pak 6 %. Zbytek tvoří hlavně ukládání uhlíku (CCS), přechod uhelných elektráren na relativně čistější paliva (hlavně zemní plyn) nebo větší účinnost při výrobě elektřiny z fosilních paliv.

Příspěvek v jednotkách procent atomových zdrojů by byl podle zprávy IEA možný v případech, že v letech 2005–2050 bude do provozu každý rok uvedeno 24 až 32 jaderných reaktorů, každý o výkonu 1000 MW. Za prvních pět let této etapy jich však bylo spuštěno jen 27, ale také trvale odstaveno 33. Atomový průmysl se tak oproti plánu dostal dokonce do mínusu.

Rozpálený reaktor vyschlá řeka nezchladí

Pro jadernou energetiku představují v budoucnu podstatné riziko samotné důsledky změn podnebí. V roce 2006 zasáhla vlna veder celou Evropu. Vzhledem k úbytku vody pro chlazení byly postiženy především velké centralizované zdroje energie, kam patří také jaderné elektrárny. Důkazem byla omezení provozu například v Německu, kde musel být snížen výkon reaktorů ve třech elektrárnách stojících na Labi a německá ekonomika tak přišla o výkon 3500 MW. Španělsko vyřadilo z provozu jadernou elektrárnu Santa Maria de Garoná na řece Ebro a Belgie musela snížit výkon dvou reaktorů v elektrárně Doel. Ve Francii byla elektrárenská společnost EdF nucena vyzvat zákazníky, aby omezili



foto: archiv Calla



odběry elektřiny, a aby zabránila výpadkům sítě, musela začít elektřinu dovážet z okolních zemí. Atom však ohrožuje další důsledek klimatických změn: povodně a silné větry. V červnu 2011 velká voda na řece Missouri zaplavila americkou elektrárnu Fort Calhoun. Jaderná elektrárna Browns Ferry v Alabamě přišla v dubnu 2011 kvůli silné bouři o dodávky proudu a musela nouzově odstavit své reaktory.

Řešení je jinde

Samotné Česko je důkazem, že se na projekty atomových elektráren spolehnout nelze. Jde o ekonomicky náročné odvětví, které vyžaduje obrovské investice v řádu stovek miliard korun. Projekt výstavby dalších reaktorů má sice politickou podporu, ale i kdyby o realizaci rozhodl ČEZ již zítra, připojí bloky do sítě nejdříve za deset let. Česko má našťastí řadu lepších a reálnějších řešení, které mohou podstatně snížit emise.

Nejvýhodnější je ta energie, která se nemusí vůbec vyrobit a tedy ani spotřebovat – takzvané negawatty. Proto má smysl místo atomu investovat do vylepšování energetické efektivity. České podniky spotřebují skoro o polovinu více energie než vyspělé státy EU. Energetickou náročnost českého průmyslu lze už s dnešními technologiemi vylepšit o čtvrtinu. Při zachování současné výroby by tak firmy ušetřily ekvivalent produkce dvou temelínských reaktorů.

Lze atom nahradit?

Domácí obnovitelné zdroje vyrábí kolem 5 % současné české spotřeby energie. Jaké jsou však jejich dlouhodobé šance? Patrně nejvíce respektovaný pramen – Pačesova komise – spočetla, že by v polovině století mohla česká zelená energetika dodávat až 44 % současné spotřeby tepla a dokonce pokrýt 69 % dnešní poptávky po elektřině.

Organická zelená energie

Biomasa je čistý zdroj s největšími možnostmi pro Česko v horizontu příštích 40 let. Palivo z našich lesů a polí může do poloviny století dodat až 56 % potenciálu zelené elektřiny a 68 % dodávek tepla. Celý balík energetických možností zemědělské biomasy dosahuje podle expertních studií zpracovaných pro Hnutí DUHA a sdružení Calla 194–255 PJ za rok. K cíleně pěstované biomase lze připočítat dalších přibližně 50 PJ ročně energeticky využitelné lesní biomasy.

Biomasa je významný zdroj i v evropském kontextu. Výroba tepla a elektřiny z biomasy se může v EU do roku 2020 zdvojnásobit a dosáhnout 1650 TWh. Energetické využití biomasy má i ekonomickou perspektivu: maximálním využitím jejího potenciálu dojde během následujících deseti let k poklesu nákladů o 15–40 % a začne konkurovat fosilním palivům.

Síla větru

České větrné elektrárny by podle Pačesovy komise mohly v roce 2020 vyrábět elektřinu pro milion domácností, tj. asi tři TWh, nebýt ovšem překážek ze strany státu a některých krajů. Dlouhodobé možnosti jsou dvakrát větší. Vítr se vyplatí i ekonomicky: od konce osmdesátých let klesla cena jedné

kilowatthodiny z větru na méně než polovinu. Ve Velké Británii je vítr levnější než uhlí a začíná konkurovat jaderné energii. Mezinárodní energetická agentura (IEA) očekává, že už kolem roku 2015 bude jedna megawatthodina z evropských větrných zdrojů v průměru asi o 10 % levnější než uhelná elektřina. Dnes větrné elektrárny pokrývají přibližně 5 procent evropské spotřeby. Za poslední dva roky však 40 procent výkonu všech nově spuštěných elektráren připadalo v Evropě na větrné elektrárny, 63 % pak na všechny obnovitelné zdroje.

Energie slunečního svitu

Komerční cena solárních fotovoltaických modulů se ze 32 dolarů na každý watt výkonu v roce 1979 propadla na 1,5 dolaru v roce 2011 a rychlý propad pokračuje. Podle analýz IEA můžou solární zdroje do poloviny století zajistit více než pětinu celosvětové výroby elektřiny a v Evropě být do deseti let konkurenceschopné s fosilními a jadernými zdroji. Solární proud se tak pomalu stává čistou šancí, která může i Česku pomoci v budování energeticky nezávislého systému.

Kouzlo kombinace

Papírových příležitostí i reálných příležitostí máme hodně. Ale opravdu důležité je,

kolik z nich tržní ekonomika využije a jak je bude kombinovat. To závisí na řadě věcí: na nákladech, na cenách a v neposlední řadě i na legislativě. Kolik úspor a zelených zdrojů může proměnit českou ekonomiku na zdravější, šetrnější k životnímu prostředí i peněženkám uživatelů? To je otázka, na kterou našly ekologické organizace odpověď v koncepci Chytrá energie. Ve spolupráci s renomovaným Wuppertalským institutem propočítaly, že lze snížit konečnou spotřebu energie do poloviny století o 40 procent oproti roku 2007. Obnovitelné zdroje mohou v roce 2050 pokrýt polovinu spotřeby primární energie (94 procent výroby domácí elektřiny bude z biomasy, vody, větru, slunce a geotermálních zdrojů).

Kdo se chytne, vyhraje

Pricewaterhouse Coopers představila studii, která ukazuje, jak lze už se současnými technologiemi zajistit, aby veškerou spotřebu elektřiny v Evropě a severní Africe v roce 2050 pokrývaly obnovitelné zdroje. Obdobně zaměřený výzkum sestavila Evropská nadace pro klima ve spolupráci s konzultačními společnostmi, například McKinsey a E3G. Studie porovnává technické i ekonomické možnosti snižování exhalací. Varianty se liší podle podílu obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny: od 40 procent do 100 procent. Výsledek ukazuje, že i nejambicióznější verzi lze technicky i ekonomicky provést.

Temelín.cz

Další, podrobnější a aktuální informace k problematice jaderné energetiky získáte na internetovém portálu www.temelin.cz.

Vychází jako příloha zpravodaje Jaderný odpad? Děkujeme, nechceme! v prosinci 2011.

Tiskovinu vydává: Calla – Sdružení pro záchranu prostředí, Fráni Šrámka 35, 370 01 České Budějovice,

IČO: 62536761, tel.: 384 971 930, www.calla.cz

Autoři textu: Martin Sedlák a Edvard Sequens

Vydáno ve spolupráci s Hnutím DUHA, Údolní 33, 602 00 Brno, tel.: 545 214 431, www.hnutiduha.cz

Grafická úprava, sazba a typografie: Radim Šašinka, www.larvagrafik.com, Tisk: A+A Tisk Brno, aatisk@seznam.cz



Hnutí DUHA