

VEDECKO-TECHNICKÝ POKROK A IMPLEMENTÁCIA INOVAČNÝCH TECHNOLOGIÍ DO ENERGETIKY

doc. Ing. Jana Naščáková, PhD.

Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v

Košiciach, EU Bratislava

e-mail: jana.nascakova@euke.sk

Abstrakt

Článok popisuje dôležitosť a význam inovačných technológií do odvetvia energetiky, týkajúcich sa najmä nekonvenčných, obnoviteľných a perspektívnych zdrojov energie. Upozorňuje tiež na tzv. „efekt spätnej väzby“ a možné prínosy a negatíva súvisiace s vedecko-technickým pokrokom, rozvojom a implementáciou inovačných technológií do energetiky.

Kľúčové slová

Inovačné technológie, energetika, vedecko-technický pokrok, Európa, svet, inteligentná energetika

Úvod

Svetová ekonomika zasahuje do všetkých oblastí spoločenského života. S cieľom zabezpečiť ekonomický rast, zamestnanosť, kvalitu a rast životnej úrovne obyvateľstva, rastú požiadavky na výrobu a služby, surovínové a energetické zdroje. Energia je jedným z kľúčových faktorov ekonomického rastu.

Rast energetickej a surovínovej náročnosti priemyselných odvetví a zvyšujúce sa nároky ľudí na kvalitu života zapríčiňujú závislosť od prírodných a energetických zdrojov. Vedecko-technický pokrok síce znásobuje možnosti výroby a spotreby, ale súčasne ovplyvňuje aj rastúci dopyt po surovinách a energii, vrátane dopytu po alternatívnych energetických zdrojoch.

Zatiaľ čo v Európe sa objavujú postupné zmeny smerujúce k „zelenej“ a udržateľnej budúcnosti, v USA podľa Rifkina (2011) stále veria v neobmedzený ekonomický rast, neobmedzenú produkciu a spotrebu tradičných zdrojov energie. Podobný postoj ako USA má aj Japonsko, India a Stredný východ. Autoritatívne vlády a oligarchovia, ktorí na rope zbohatli alebo vďaka nej ovládajú krajiny už niekoľko desaťročí, myšlienku alternatívnych zdrojov energie odmietajú. Je to z dôvodu, pretože ropa a zemný plyn sú tzv. „elitnými zdrojmi energie“, ktoré sa nenachádzajú všade a prístup k nim nemá každý. Oligarchovia, šejkovia, politici a rôzne záujmové skupiny nemajú záujem o zmeny týkajúce sa zmien zdrojov a spotreby energií, pretože vďaka produkcii a spotrebe tradičných zdrojov energie majú bohatstvo a moc. Podobná situácia je aj v jadrovom priemysle. Väčšina krajín po havárii v Černobyle

zastavila svoje jadrové programy, ale v súčasnosti sa už jadrový priemysel dostáva do popredia ako najlepšie riešenie na klimatické zmeny, globálne otepľovanie a nedostatok fosílnych zdrojov energie. Jadrové lobistické skupiny presvedčajú jednotlivé vlády krajín, že nemusia zavádzať zmeny týkajúce sa alternatívnych, obnoviteľných zdrojov energie z dôvodu relatívne dostupnej a čistej jadrovej energie.

1 Implementácia nízkouhlíkovej energie v ekonomike

Podobne ako spomíname na „dobu bronzovú a dobu železnú“ súčasnosť by sme mohli nazvať ako „dobu uhlíkovú (karbónovú)“ – Rifkin (2011)

Globálna environmentálna kríza vychádza z veľkej časti z globálneho energetického systému založeného na fosílnych zdrojoch energie, tvrdí Sachs (2014), profesor udržateľného rozvoja na Columbijskej univerzite v New Yorku. Asi 80% všetkej primárnej energie na svete pochádza z uhlia, ropy a zemného plynu. Keď sa tieto zdroje spaľujú, uvoľňujú CO₂, ktorý mení klimatické podmienky na Zemi a dochádza k postupnému otepľovaniu Zeme. Fyzikálne základy týchto dejov sú známe už viac ako sto rokov. Niekoľko ropných spoločností však vynakladá finančné prostriedky na vytváranie nejasností aj tam, kde vedci dospeli k jasnej dohode: Ak chceme chrániť Zem, zabezpečiť spoločenský blahobyt a kvalitu života budúcich generácií, musíme sa preorientovať na nový, nízkouhlíkový energetický systém.

Táto transformácia sa podľa Sachsa (2014) skladá z troch častí:

- Zdokonalená energetická účinnosť – na dosiahnutie rovnakej úrovne blahobytu spotrebúvať menej energie ako doteraz (napríklad konštruovať budovy tak, aby využívali slnečný svit a prirodzenú cirkuláciu vzduchu, a vyžadovali menej energie na vykurovanie a klimatizáciu).
- V rámci možností využívať solárnu, veternú, vodnú a geotermálnu energiu a ďalšie formy, ktoré sa neopierajú len o fosílnu palivá a keď je to nevyhnutné, tak len v obmedzenej miere. Existujú technológie, ako tieto alternatívy využiť bezpečne, za dostupnú cenu a v dostatočne veľkom rozsahu, aby nahradili takmer všetko uhlie a veľkú časť ropy, ktorú dnes spotrebúvame. Významnejším zdrojom energie zostal len zemný plyn, najčistejšie horiace fosílnu palivo.

- Zachytávanie emisií CO₂ z elektrární skôr, ako uniknú do atmosféry. Zachytený CO₂ by sa potom pumpoval do podzemia alebo pod morské dno, kde by bol dlhodobo bezpečne uložený. Zachytávanie a sekvencia uhlíka (Carbon Capture and Storage - CCS) sa už v malom rozsahu používa, a ak sa ukáže, že ide o vhodnú metódu na rozsiahle využitie, krajiny závislé od uhlia (Čína, India a Spojené štáty), by mohli svoje zásoby ďalej využívať.

Stratégie nízkouhlíkovej energie by mohli zahŕňať aj narastajúcu daň z emisií CO₂, úsilie v oblasti výskumu a vývoja nízkouhlíkových techník, prechod k elektrickým vozidlám a nariadenia zaisťujúce postupné uzatvorenie všetkých uhľových elektrární s výnimkou tých, ktoré zavedú CCS. Problém vidí Sachs (2014) v tom, že v krajinách, kde mocné lobistické skupiny obhajujú zavedené uhľové alebo ropné záujmy, politici väčšinou nemajú záujem presadzovať nevyhnutnosť nízkouhlíkovej energie.

V roku 2009 vtedajší britský premiér Gordon Brown ohlásil začiatok zelenej revolúcie, rozsahom porovnateľnej s priemyselnou revolúciou. Zelená revolúcia by mala viesť k novej ekologickej dobe, v ktorej sa uhlíková stopa stane základným meradlom pre akúkoľvek hospodársku aktivitu. Keďže hlavným motívom je znižovanie emisií skleníkových plynov, dostal sa do politickej rétoriky pojem „*nízkouhlíková ekonomika*“. Je to nový prístup, ktorý postupne vytláča doterajší koncept udržateľného rozvoja. Je to vízia ekonomiky, pri ktorej sú úvahy o boji proti klimatickej zmene, úsporách, efektívnosti a racionalite využívania prírodných zdrojov a tiež ochrany životného prostredia vnímané cez ekonomickú optiku.

Nízkouhlíková ekonomika ponúka riešenia v boji proti klimatickej zmene a úpadku životného prostredia, a rovnako môže byť aj nástrojom pre oživenie hospodárstva a tvorbu nových podnikateľských príležitostí a pracovných miest. Táto koncepcia sa prelína s vedomostnou ekonomikou a zahŕňa aj odpovede na otázky týkajúce sa stability a nezávislosti na fosílnych zdrojoch energie. Nízkouhlíková ekonomika sa stala predmetom politických programov, európskej stratégie Európa 2020 a politik Európskej únie na ďalšie dekády. Únia stanovuje záväzné ciele pre znižovanie emisií skleníkových plynov, znižovanie spotreby energie a nahrádzanie tradičných, fosílnych zdrojov energie, obnoviteľnými zdrojmi. Európska komisia vypracovala „Plán prechodu na nízkouhlíkové hospodárstvo do roku 2050“ a rovnaké úvahy zapracovala aj do stratégií a plánov týkajúcich sa energetiky a dopravy. Nová regionálna politika po roku 2013 zahŕňa investičnú prioritu „Prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo

vo všetkých sektoroch“ a očakáva sa, že každý členský štát na ňu vyčlení finančné prostriedky z eurofondov.

Skutočný prínos opatrení k zníženiu uhlíkovej stopy závisí od toho, čo bude označené Európskou úniou ako nízkouhlíkové. Plynárska loby sa snaží pretlačiť ako nízkouhlíkové palivo zemný plyn, aby si zabezpečila prístup k európskym fondom. Uhoľná loby zase vidí výhodu v technológii spaľovania a v uskladení vyprodukovaného uhlíka a nie v palive, a preto tlačí na prijatie zachytávania a uskladňovania uhlíka do nízkouhlíkových technológií. Ako nízkouhlíková sa prezentuje aj jadrová energetika, ktorá sa prezentuje obrovským množstvom energie s minimálnymi emisiami skleníkových plynov. Ak by sme chceli byť dôslední, mali by sme sa snažiť o vylúčenie akýchkoľvek procesov závislých na neobnoviteľných zdrojoch energie. To by však predpokladalo zamyslenie sa a uskutočnenie zmien týkajúcich sa spoločenskej deľby práce, miery uspokojovania potrieb a spotrebiteľského správania. - Mojžiš (2012)

Veľký potenciál, zatiaľ takmer nevyužívaný zelenej energie, predstavuje geotermálna energia. V rozmedzí rokov 2005 a 2010 sa zvýšilo využívanie geotermálnej energie o 20 percent. Aj keď podľa výskumov má 39 krajín potenciál uspokojiť svoj energetické potreby len prostredníctvom geotermálnej energie, len 9 z nich ju zatiaľ začalo využívať. Kandidátmi pre využitie dostupnej geotermálnej energie v rámci EÚ je Taliansko, Francúzsko, Nemecko, Rakúsko, Maďarsko, Poľsko a Slovensko.

2 Implementácia nekonvenčných, obnoviteľných a perspektívnych zdrojov energie

Bridlicový plyn

Bridlicový plyn je nekonvenčný druh zemného plynu, ktorý obsahuje prevažne metán a nachádza sa v hĺbkach 1,5 až 6 km, v geologických celkoch zložených z ílovitej bridlice. Ťažba bridlic je v súčasnosti hnacím motorom ekonomiky USA prostredníctvom neustáleho dopytu po oceľových potrubíach, zariadeniach na ťaženie a ďalších materiáloch potrebných pri ťažbe. Dostupnosť lacných pohonných hmôt zároveň umožňuje energeticky náročným výrobným odvetviam znížiť náklady a tak lepšie konkurovať zahraničnému dovozu.

Bridlicový plyn ako alternatívny zdroj energie môže byť pre Európu veľkou výzvou. Nielen pre snahu znížiť ceny zemného plynu, ale z dôvodu zabezpečenia stability a energetickej bezpečnosti dodávok primárnych energetických surovín, sa členské štáty EÚ vzhľadom na nedávnú situáciu na Ukrajine začali intenzívne zaoberať alternatívnymi, novými zdrojmi energie. Jednu z možností na zníženie závislosti od ruských

energetických zdrojov ponúka využitie bridlicového plynu, ktoré na americkom kontinente v poslednej dekáde zaznamenalo rozmach a zmenilo ich regionálny energetický mix. V súčasnosti je priemerná cena plynu v USA tri až štyrikrát nižšia ako v EÚ. Konzervatívne odhady hovoria, že vďaka produkcii bridlicového plynu sa USA už v roku 2020 stanú čistým exportérom plynu. Najväčšou výzvou pre USA je to, ako čo možno najrýchlejšie a najvýhodnejšie vyviezť prebytočné množstvá bridlicového plynu.

Medzinárodná energetická agentúra odhaduje, že bridlicový plyn by mohol v roku 2030 tvoriť až 7% celkovej svetovej dodávky plynu. Ako už bolo spomenuté, jeho najväčším producentom sú v súčasnosti USA a veľké zásoby bridlicového plynu sa nachádzajú aj v Číne, Argentíne, Mexiku a Južnej Afrike. Vo viacerých krajinách sa už robia v súvislosti s bridlicovým plynom prieskumné práce. Presný rozsah jeho zásob v Európe nie je jasný, najväčšie zásoby bridlicového plynu sa odhadujú vo Francúzsku, Rakúsku, Nemecku, Bulharsku, Dánsku, Holandsku, Rumunsku, Švédsku, Veľkej Británii a v Poľsku. Viac ako dve tretiny z 30 prieskumných vrtov v Európe sa nachádzajú v Poľsku. Potenciálnym dobývacím územím je aj východná časť Slovenska.

Zástancovia ťažby zemného plynu tvrdia, že jeho spaľovanie produkuje v porovnaní s uhlím o polovicu menej emisií a môže sa preto považovať za „zelený zdroj energie“. *Štúdia o Vplyve ťažby bridlicového plynu a ropnosnej bridlice na životné prostredie*, ktorú v roku 2011 zverejnila Európska komisia, však upozorňuje, že energetické využívanie bridlicového plynu znamená vyššie emisie skleníkových plynov ako v prípade konvenčného zemného plynu alebo ropy. Okrem emisií, ktoré sa do atmosféry dostávajú spaľovaním, je totiž významným producentom skleníkových plynov práve ťažba a spracovanie bridlicového plynu. Keď sa voda používaná pri hydraulickom štiepení (frakovaní) vracia späť na povrch obohatená o veľké množstvá plynu, uvoľňuje sa metán. Metán sa uvoľňuje aj cez trhliny, ktoré vznikajú pri vrtoch, počas procesu štiepenia a počas prepravy a podľa rôznych správ a výskumov má až 20 krát silnejší radiačný účinok ako oxid uhličitý.

Podľa správy IEA „Golden Rules for a Golden Age of Gas“ (2012) by rozvoj priemyslu na báze bridlicového plynu pravdepodobne znamenal globálny nárast teplôt o viac ako 3,5 stupňa Celzia do konca tohto storočia. V neprospech využívania bridlicového plynu ako preklenovacieho zdroja paliva pri transformácii globálnej energetiky z fosílnych na nefosílné zdroje však hovoria mnohé ďalšie argumenty: Počas štiepenia je potrebné množstvo vody – pri každom cykle sa spotrebuje až 15 miliónov litrov vody, pričom jeden vrt je možné využiť na 10 ťažobných cyklov. To je ekvivalent ročnej spotreby vody 10 000 Európanov. Okrem

spotreby vody je problémom jej kontaminácia. Tekutina používaná na štiepenie obsahuje asi 98 % vody a zvyšok tvoria rôzne chemikálie. Na jeden cyklus sa tak použije až 133 ton 300 rôznych druhov chemikálií.

Proces hydraulického štiepenia a vstrekovanie odpadovej vody použitej pri štiepení naspäť do vrtu môže súvisieť aj s niektorými menšími zemetraseniami. Odpadová voda použitá pri štiepení totiž pôsobí na zlomových líniah ako mazivo, dôsledkom čoho sa zosúvajú a dochádza k zemetraseniu a otrasom. Ťažba bridlicového plynu tiež ohrozuje biodiverzitu a je hlučná. [www.1]

Energia morských prúdov

Doteraz málo využívaná zásobáreň energie sa nachádza v oceánoch. S pomocou ponorných turbín, poháňaných morskými prúdmi, je možné vyrábať elektrickú energiu vo veľkých množstvách.

Čína má ideálne podmienky pre využívanie energie z oceánu. Viac ako 17 700 km jej pobrežia predstavuje veľký potenciál pre využitie morských technológií a Čína sa v súčasnosti pokúša o masové využitie morskej energie. Spoločne s Čínou sú do projektu využitia morských prúdov zapojené aj západoeurópske spoločnosti. Nemecká spoločnosť Siemens očakáva, že výroba elektrickej energie s využitím morských prúdov a prílivových vln by v budúcnosti mohla pokryť spotrebu 250 miliónov domácností. Okrem Siemensu sa podobnými technológiami zaoberá aj francúzska spoločnosť Alstom. Zahraničné firmy sú si tejto "komparatívnej výhody" vedomé a zakladajú spoločné podniky s čínskymi protistranami a narastajú aj investície do podmorských technológií súvisiacich s výrobou elektriny. Príkladom takejto spolupráce môže byť investičná súčinnosť Lockheed Martin s čínskym konglomerátom Reignwood Group. Od roku 2010 už Čína investovala viac ako miliardu juanov (cca 160 mil. USD) do vývoja technológií na získavanie energie z morských prúdov. Európske súkromné investície do tejto oblasti potom dosiahli od roku 2007 už asi 825 miliónov dolárov. Rozvoj vo využití energie z morských prúdov by mohol mať vplyv aj na konvenčnú energetickú politiku.

Energeticky náročná priemyselná produkcia Číny predstavuje pre jej tvorcov hospodárskej politiky výzvu na zabezpečenie dostatočného množstva energie potrebnej pre najľudnatejšiu krajinu sveta. Produkcia elektriny pomocou ponorných turbín môže pre Čínu znamenať podobnú revolúciu, ako ťažba bridlicového plynu pre USA. [www.2]

Hydrát metánu

Hydrát metánu je zlúčenina metánu s vodou. Predpokladá sa, že hydrát metánu vzniká uvoľňovaním metánu zo zemského jadra, ktorý stúpa nahor trhlinami v zemskej kôre a v miestach,

kde sa zmieša s chladnou morskou vodou je uzatvorený do kryštálov. Jeho zásoby sa nachádzajú niekoľko sto metrov pod morským dnom, alebo pod zamrznutou pôdou na Sibíri alebo Aljaške. Aj keď z dôvodu súčasného rozmachu ťažby plynu z bridlíc nebol po plyne z hydrát metánu dopyt, podľa prieskumov je energetický potenciál tejto metódy veľký. Prieskumy preukázali veľké zásoby tejto zlúčeniny u východného pobrežia Japonska, v severnej časti Mexického zálivu a pod severnými svahmi Aljašky.

V Ázii, a časom aj v Európe, by mohol hydrát metánu spôsobiť energetickú revolúciu, podobne ako v súčasnom období bridlicový plyn v USA a energia morských prúdov v Číne. Najnovšie japonské objavy by mohli Európe pomôcť dostať sa k lacnejším zdrojom energie. V Európe sa ložiská hydrát metánu nachádzajú pri pobreží Španielska, Škandinávie alebo Británie a ťažba v mori by bola pre Európanov pravdepodobne prijateľnejšia, ako víťanie a púšťanie chemikálií do bridlíc na pevnine.

Keďže sa hydrát metánu nachádza takmer vo všetkých plytkých moriach, prestalo by sa nerastné bohatstvo koncentrovať do niekoľkých málo krajín. Strategicky uvažujúce krajiny sa budú snažiť mať svoj energetický mix čo najpestrejší.

Jadrová syntéza

Jadrová syntéza je zlúčenie atómových jadier s nižšou atómovou hmotnosťou do jadra s vyššou atómovou hmotnosťou. Je to opačný proces ako jadrový rozpad (štiepenie). Na produkciu energie je možné použiť reakciu plynného deutéria a plynného trícia. Deutérium sa nachádza vo vode (v 500 hektolitroch vody je asi 1 kg deutéria), trícium by sa muselo vyrábať z lítia.

Matejčík (2011) z katedry experimentálnej fyziky FMFI UK považuje jadrovú syntézu za efektívny spôsob získavania energie v budúcnosti. Z pohľadu súčasných potrieb, doterajších výskumov a geologických poznatkov by sa riadená termonukleárna reakcia (jadrová fúzia, syntéza) mohla v budúcnosti stať nevyčerateľným zdrojom energie. Pri jadrovej syntéze vzniká hélium zlučovaním izotopov vodíka. V princípe je možné aj zlučovanie iných, ťažších atómov, ale táto fúzia má horšiu energetickú bilanciu. Vodík sa na rozdiel od uránu, či plutónia, nachádza viazaný vo vode a iných zlúčeninách kdekoľvek v zemskej kôre, no uvažuje sa o využití jeho ťažších izotopov – deutéria a trícia. Palivo pre jadrovú fúziu sa môže tiež získavať technologickým spracovaním surovín (vody, resp. lítia). Oproti štiepnym jadrovým materiálom je takéto palivo široko dostupné (preto, v porovnaní s inými obmedzenými palivami, aj lacnejšie), navyše ho reaktor spotrebuje malé množstvo. [www.3]

Jedným z problémov pri riadenej jadrovej fúzii je udržanie vodíkovej plazmy o teplote viac

ako 100 miliónov stupňov Celzia v uzavretej nádobe reaktora. Pre naštartovanie jadrovej fúzie sa totiž musia jadrá atómov zraziť s obrovskou energiou, ktorá zodpovedá uvedenej teplote plazmy. Tokamak (typ fúzneho reaktora - toroidná komora v magnetických cievkach) využíva práve tento princíp, keď udržiava plazmu uväznenú uprostred silného magnetického poľa tvaru prstenca.

Najväčší medzinárodný tokamak na svete v rámci programu *ITER* (International Thermonuclear Experimental Reactor), postupne vzniká v kooperácii EU, USA, Ruska, Japonska, Číny, J. Kórei a Indie neďaleko francúzskeho mesta Cadarache

Program *ITER* je považovaný za posledný stupeň k budúcim fúznym elektrárnam. Zatiaľ čo dnešné experimentálne tokamaky riešia problém, keď na impulzné spustenie fúzie a následné udržanie plazmy uprostred magnetického poľa spotrebujú viac energie, než sa jej podarí získať ($Q < 1$), *ITER* má ambíciu vyprodukovať aspoň desaťnásobok vstupnej energie ($Q \geq 10$). Jeho prevádzka vyžaduje 50 MW, no výstupný výkon by mal dosiahnuť 500 MW. Stavebné práce na vedeckom komplexe *ITER* sa začali v roku 2009 a prvá plazmová prevádzka je očakávaná v roku 2018. [www.4]

Jadrová fúzia by podľa odborníkov dokázala riešiť problém aj so znižovaním emisií oxidu uhličitého CO_2 . Ak totiž tepelná elektráreň s výkonom 1000 MW spotrebuje ročne 2,7 milióna ton uhlia a vyprodukuje adekvátne množstvo emisií, termonukleárna elektráreň s rovnakým výkonom si vystačí s množstvom paliva, ktoré odvezie malá dodávka. Potrebných 250 kg deutéria a trícia (v rovnakom pomere) by nemal predstavovať logistický problém a oproti súčasným jadrovým elektrárnam budú odstránené aj komplikácie s likvidáciou rádioaktívneho odpadu. To všetko pri nulových emisiách oxidu uhličitého. Výstavba areálu elektrárne spolu s technológiou uhlíkovú stopu samozrejme zanechá, ale to platí aj o solárnych, veterných a tiež vodných elektrárnach. – Procházka (2010),

Vodík

Energetický systém, v ktorom je vodík využívaný k získavaniu energie bol navrhnutý austrálskym elektrochemikom Johnom Bockrisom už v roku 1970. Podľa viacerých odborníkov by mohol zmeniť doterajší energetický systém, aj keď využitie tohto potenciálu nie je jednoduché. Vodík sa nazýva aj ako „energetický zdroj budúcnosti“ pretože môže byť oxidovaný v palivových článkoch pre výrobu elektriny (napríklad k pohonu aut), bez toho, aby sa uvoľňoval oxid uhličitý CO_2 a tiež je možné vyrábať ho aj vo vzdialených lokalitách bez elektrickej infraštruktúry. Od roku 2003, po vydaní knihy Jeremyho Rifkina o vodíkovej ekonomii

(2002), je téma vodíka, ako zdroja energie, často riešená ako reálna možnosť v blízkej budúcnosti.

Nemecká firma Masterflex AG vyvinula prvú generáciu bicyklov na pohon vodíkových článkov a v roku 2006 zahájili ich testovanie v prevádzke. Tieto dvojkoľosové a trojkoľosové bicykle na vodíkový pohon majú dojazd 250 km - čo je väčšia vzdialenosť než u štandardného bicykla na elektrický pohon - s rýchlosťou až 25 km/h, vďaka čomu by sa mohli stať lacným a „ekologickým“ dopravným prostriedkom.

Významné automobilky za zaoberajú vývojom vozidiel na vodíkový pohon. Tieto vozidlá sa testujú v Európe, USA a Japonsku a podľa údajov spoločností Toyota, Honda a General Motors sa uvedenie prvých komerčných modelov do autosalónov očakáva v rokoch 2014-2015.

Taktiež výrobné podniky a firmy podnikajúce v sektore služieb začínajú zavádzať stacionárne elektrárne na palivové články, ktoré budú slúžiť ako záložné zdroje energie počas energetických špičiek, alebo v čase, kedy sieť nie je schopná uspokojiť okamžité zvýšenie dopytu po energii. Podľa Rifika (2006) sa nachádzame na vrchole tretej priemyselnej revolúcie a budúcim zdrojom energie by mal byť práve vodík. [www.5]

Skupina vedeckých pracovníkov z univerzity Virginia Tech v roku 2013 objavila spôsob ako vytážiť veľké množstvo vodíka z akejkoľvek rastliny. Tento vedecký objav má potenciál priviesť svet nízko nákladový a pre životné prostredie aj priaznivý zdroj paliva a spôsobiť tak revolúciu v obnoviteľných zdrojoch energie.

3 Implementácia inováčných technológií a efekt spätnej väzby

Charakteristickým znakom technologických zmien od čias priemyselnej revolúcie je zmena v používaní obnoviteľných zdrojov na neobnoviteľných zdroje, najmä na fosílna palivá. Využívanie nových technológií na základe fosílnych palív zvýšilo produktivitu odvetví, ako sú poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov avšak tieto nezlepšili a ani neudržali produkčnú schopnosť ekosystému, ktorý vytvára plodiny, drevo a ryby. Postupne dochádza k rozsiahlemu znehodnocovaniu pôdy, odlesňovaniu i nadmernému výlovu rýb. Znečistenie z používania fosílnych palív, ťažba, výroba a nadmerná spotreba naďalej zhoršujú produkčnú schopnosť ekosystému. - Stern (2004)

Judson, Schmalensee a Stoker (1999) pozorovali pomocou regresnej krivky na veľkom súbore dát vzťahy pre spotrebu energie v každom z množstva energeticky náročných odvetví, ako sú priemysel, stavebníctvo, doprava, poľnohospodárstvo, domácnosti a iné. Sledovali rôzne vplyvy inovácií a nových technológií, pomocou ktorých odhalili rastúcu spotrebu energie

v priebehu času v sektore domácností a poľnohospodárstva a naopak klesajúcu spotrebu v priemysle a stavebníctve. Technické inovácie majú totiž tendenciu priniesť do domácností viac energeticky náročných spotrebičov a do priemyslu naopak energeticky úsporné technológie.

Khazzoom (1980) a Brookes (1990) na základe svojich výskumov predpokladajú, že inovácie šetriace energiu môžu v konečnom dôsledku spôsobiť ešte väčšiu spotrebu energie, ak sa ušetrené peniaze utratia za ďalší tovar a služby, ktoré sú pri ich výrobe sami o sebe závislé na spotrebe energie. Samotná výroba energetických služieb, ktoré vyžaduje výrobca alebo spotrebiteľ, potrebuje energiu. Inovácia, ktorá znižuje množstvo energie potrebnej na výrobu jednotky energetickej služby znižuje skutočnú cenu energetických služieb. To má za následok zvýšenie dopytu po energetických službách, a teda aj po samotnej energii. Nižšia cena energie ovplyvní tiež príjem, čo zvýši dopyt po všetkých tovaroch v ekonomike, a teda aj po energii potrebnej na ich výrobu, čím sa prejaví tzv. efekt spätnej väzby.

Howarth (1997) vo svojej vedeckej štúdii zase dospel k názoru, že efekt spätnej väzby je vždy nižší ako pôvodná redukcia spotreby energie vyvolaná inováciou, takže zlepšenie energetickej využiteľnosti v skutočnosti znižuje celkový odber energií. Dôležitý faktor zmierňujúci nedostatok zdrojov v štandardnom modeli rastu predstavujú okrem substitúcie aj technologické zmeny. Aj keď sú možnosti substitúcie obmedzené, udržateľnosť je stále možná práve pomocou technologických zmien.

Argumenty, ktoré obhajujú technologické zmeny ako riešenie problémov, by boli podľa Sterna (2004) viac presvedčivé, ak by bolo zrejmé, že technologické zmeny nie sú to isté ako substitúcia. Existuje viac ako jeden typ substitúcie vstupov a tiež viac ako jeden dôvod, prečo môže byť substitúcia obmedzená. Pri substitúcii môžeme využiť náhradu z kategórie podobných výrobných vstupov - napríklad medzi rôznymi palivami - alebo z kategórie rôznych druhov vstupov - napríklad medzi energiou a strojmi. Taktiež treba rozlišovať medzi substitúciou na mikroúrovni a na makroúrovni. Je zrejmé, že niektoré typy substitúcií je možné vykonať v určitej krajine, ale nie na celom svete.

Záver

Na základe uvedeného je možné konštatovať, že vedecko-technický pokrok, rozvoj a implementácia inováčných technológií do energetiky, majú okrem nesporných výhod a prínosov aj možné negatívne dopady. Neznižujú význam prínosov, je potrebné upozorniť aj na možné negatíva, v snahe čo najviac ich zredukovať, keďže ich úplná eliminácia z dôvodu efektu spätnej

väzby nie je možná. Rovnako je potrebné podporovať efektívne a opodstatnené využívanie potenciálu obnoviteľných zdrojov energie v regiónoch a uplatňovať princípy tzv. „inteligentnej energetiky“ na lokálnej úrovni, ktorými sú sebestačnosť, miestna kontrola, udržateľnosť, podpora miestnej ekonomiky a efektívnosť.

Literatúra

- [1] RIFKIN, J. 2011: The Third Industrial Revolution, How Lateral Power is Transforming Energy, The Economy and The World, Palgrave Macmillan, New York, 291 s.
- [2] SACHS J. D. 2014: Karbónová loby zabíja planétu. Dostupné na: <http://komentare.hnonline.sk/komentare-167/karbonova-loby-zabija-planetu-603568>
- [3] MOJŽIŠ, M. 2012: Nízky uhlík. Dostupné na: <http://blog.jetotak.sk/kriticka-ekonomia/2012/08/20/miroslav-mojzis-nizky-uhlik/>
- [4] Medzinárodná energetická agentúra (IEA) 2012, „Golden Rules for a Golden Age of Gas“ Dostupné na: <http://www.worldenergyoutlook.org/goldenrules/>
- [5] MATEJČÍK, Š. 2011: Jadrová fúzia je najefektívnejší spôsob získavania energie. Rozhovor pre portál energia.sk. Dostupné na: <http://www.energia.sk/spravodajstvo/jadrova-energia/s-matejcik-jadrova-fuzia-je-najefektivnejši-sposob-ziskavania-energie/1797/>
- [6] PROCHÁZKA, J. 2010: Riadená jadrová fúzia je čoraz bližšie. Dostupné na: <http://www.zive.sk/clanok/43465/riadena-jadrova-fuzia-je-coraz-blizsie>

- [7] STERN, D. I. 2004: Economic Growth and Energy. In: Encyklopedia of Energy, Vol. 2.
- [8] JUDSON, R. A., SCHMALENSEE, R., STOKER T. M. 1999: Economic development and the structure of demand for commercial energy, The Energy Journal 20 (2): 29-57.
- [9] KHAZZOOM D. J. 1980: Economic implications of mandated efficiency standards for household appliances, The Energy Journal, 1(4): 21-39.
- [10] BROOKES L. 1990: The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution. In: Energy Policy 18: 199-201.
- [11] HOWARTH R. B. 1997: Energy efficiency and economic growth. Contemporary Economic Policy 25: 1-9.
- www.1
<http://www.worldenergyoutlook.org/goldenrules/>
- www.2
<http://finweb.hnonline.sk/komentare-patrie-160/cina-spusta-energeticku-revoluciu-v-oceane-611566>
- www.3
<http://www.energia.sk/spravodajstvo/jadrova-energia/s-matejcik-jadrova-fuzia-je-najefektivnejši-sposob-ziskavania-energie/1797/>
- www.4
<http://www.zive.sk/clanok/43465/riadena-jadrova-fuzia-je-coraz-blizsie>
- www.5
<http://hn.ihned.cz/c1-18028580-jeremy-rifkin-maly-krucek-pro-vodik-velky-skok-do-nove-ery>