

Zdeněk Vostracký, Václav Ježek, Michal Korecký, Jiří Polívka

Energetika je klíčem k harmonickému rozvoji světa

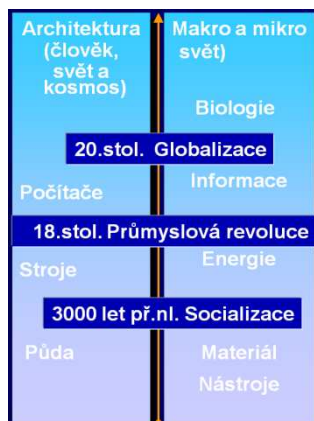
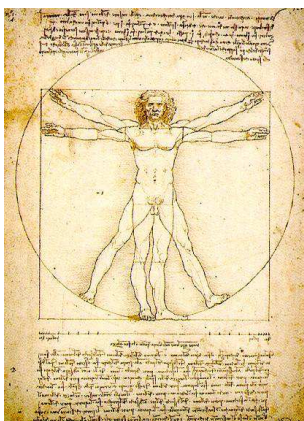
Abstract

This article dealt with the task of development of human society from the general point of view and especially electrical energy. It is shown that no power energy generation is purely clean (green) and all have some advantages and disadvantages because of influence on environment and materials. There is introduced the forecast of the world energy consumption from present up to 2040. It is described that for the nearest future is the inevitable source nuclear energy. It is high time to start building new nuclear power stations. Energy is time and spatially scattered and therefore it is very important task concentration in research and development on power energy storage. Utilities started new strategy in research and development comprehensive also new use of energy not only generation and distribution. ČEZ started the project energy for tomorrow so called Future/E/Motion. It is shown also the importance in education of electrical engineers, because in the whole world is lack of these engineers. It is discussed how could be engineering study more attractive for young people. Energy is a source of standard of living as well as quality of life culture.

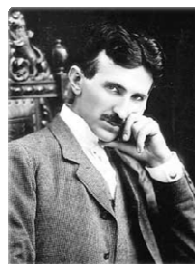
Úvod - vývoj světa

„Nedědíme Zemi po našich předcích, nýbrž si ji vypůjčujeme od našich dětí.“
(Antoine de Saint-Exupéry)

Svět prodělává stále nové změny. Technologie tyto změny urychlují nebo dokonce podmiňují. Schematicky lze znázornit charakteristiku těchto změn na následující grafice.

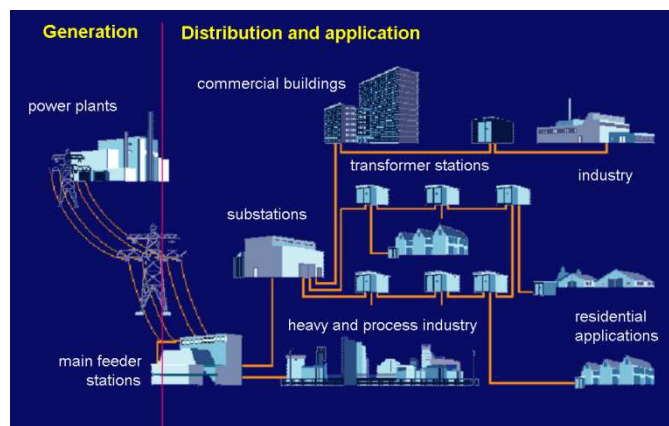
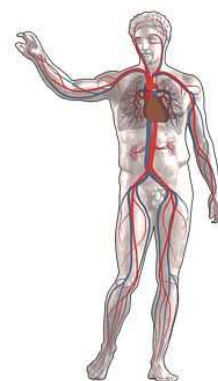


Na obrázku se zpravidla znázorňují uvedené etapy. V etapě průmyslové revoluce se uvádí jako impuls vynález parního stroje, jako zdroje energie. Parní stroj je lokálním zdrojem energie, ale stále chyběl přenos energie. Po objevech elektřiny a výzkumu i vývoji elektrických strojů – generátorů a motorů – transportu elektrické energie se rozvinuly mnohé další technologie. Rozvod elektřiny, na malé i na velké vzdálenosti, malého i velkého výkonu je podmínkou funkce téměř všech zařízení od domácnosti až po průmysl. Tato elektrotechnická revoluce přísluší do oblasti průmyslové revoluce a její důsledky lze přirovnat k vynálezu parního stroje. Počátek můžeme datovat od doby, kdy uplatnili své vynálezy Edison (1847-1931)



a Tesla (1856-1943).

Jestliže přirovnáme zdroje energie k srdci a žaludku, pak můžeme přirovnat rozvodné systémy ke krevnímu řečišti, jenž teprve celý organismus oživuje. Na něm jsou závislé všechny orgány. S jistotou nadsázkou lze říci, že zdroje energie se mohou doplňovat nebo nahrazovat, ovšem bez sítí nemůže energetický systém pracovat. To platí také o informačních technologiích, jakémusi „mozku“ mnoha technologických systémů.



I. Energetice zvoní hrana – výroba energie

Energie se stala předmětem intenzivních diskusí, ve kterých se střetávají názory na zdroje energie. Také zpráva Nezávislé energetické komise vedené profesorem Václavem Pačesem vyvolává mnohé střety názorů, i když jen opatrně konstatuje všeobecné a (zdánlivě) nekontroverzní pravdy. Jedna z těchto reakcí se týká jaderné energie. Tento článek je příspěvkem k této problematice. Komise se mohla opírat, a při formulování závěrů asi vycházela i z poznatků Římského klubu (Club di Roma) i světové organizace World Energy Council (WEC – zasedání v roce 2008). Z mnoha analýz je zřejmé, že ve světě lze předpokládat růst poptávky po elektrické energii. Elektrická energie je pro civilizaci již životně téměř nepostradatelná (výroba, doprava, domácnosti, počítače atd.) a její spotřeba se dále zvyšuje nejen v rozvinutých zemích, ale zejména narůstají požadavky v rozvíjejících a lidnatých zemích (Čína, Indie a další).

Současnou úlohou je strategicky rozhodnout o struktuře výroby energie. Jedná se o rozhodnutí, které má vyhovět protichůdným hlediskům: stoupajícímu nároku na spotřebu energie a tedy výstavbu nebo rekonstrukci nových zdrojů (průmysl i požadavky občanů), tak i veřejnému mínění kritizujícímu výstavbu nových zdrojů energie ovlivňujících nepříznivě životní prostředí. Byly zpracovány mnohé prognózy vývoje, ale ty bývají dobré pro „odhad!“ scénářů vývoje. Komplexní ekonomické a ekologické posouzení všech zdrojů energie není jednoduché například proto, že se mění ceny surovin a posuzování životního prostředí a také proto, že vývoj může být nelineární a ovlivněn událostmi pozitivními (např. objev druhotného spalování radioaktivního odpadu) nebo negativními (např. havárie v Černobyli, ropná krize). Kritéria rozhodování tedy mohou být za několik let jiná než dnes. Ovšem rozhodnutí o zdrojích energie je nutné učinit co nejdříve. Promeškání rozhodnutí o výstavbě zdroje energie, zejména jaderné elektrárny, která se vybuduje za více než deset let, může znamenat nenapravitelný nedostatek energie.

1.1. Energie by neměla být sugestivně chápána a označována jako jednobarevná

Všechny způsoby výroby energie mají globální dopady, protože se spotřebovávají globálně vyčerpitelné zásoby surovin a vedlejší produkty ovlivňují globálně životní prostředí – vzduch, vodu, zem, atd. Dnes je převážná většina elektřiny vyrobena z fosilních paliv. Těžba i přeprava uhlí a ropy a jejich spalování však mají zřejmé nepříznivé ekologické, sociální a demografické následky. Lze předpokládat, že fosilní paliva budou postupně ztrácet na významu. Vzhledem k dopadům na životní prostředí bylo možné dříve energii z uhelné elektrárny považovat za „černou“ energii. Dnes, po odsíření a zbavení úletu pevných částic, tento zdroj již není tak devastující životní prostředí (mimo CO₂ a dolování v krajině) a nelze jej již vnímat tak jednoznačně dříve a energii dávat psychologicky negativně chápanou nálepku „černá“ energie, protože ani ostatní zdroje energie nejsou bez nepříznivého vlivu na životní prostředí. Význam obnovitelných zdrojů (větrné elektrárny, fotovoltaické zdroje, biomasa) je často nadhodnocen. Nevýhodou větrných elektráren je nežádoucí vliv na krajinu i závislost dodávky energie na měnící se intenzitě větru, což přináší nestabilitu do sítě i nutnost pohotových záložních zdrojů jako náhradu energie při bezvětří. Při výrobě fotovoltaických zdrojů se spotřebovávají na výrobu suroviny a energie. Jaderná energie má také některé nepříznivé dopady, jako nebezpečí úniku radioaktivních látek, problémy s vyhořelým palivem, obrovské investiční náklady atd. Všechny zdroje energie mají z hlediska

investičních a provozních nákladů, z hlediska ekologického i bezpečnostního výhody i nevýhody projevující se nejen lokálně, ale i globálně. Neexistuje tedy ideální zdroj energie.

Energie z alternativních zdrojů označuje sugestivně jako „čistá“ zelená energie. To navozuje ve veřejnosti zjednodušené i tendenční optimistické chápání této energie jako ekologicky „čisté“. K jejich výstavbě jsou však užívány „neobnovitelné zdroje“, železné rudy a další materiály, vyrobené prostřednictvím „černé“ energie. Není tedy tato „zelená“ energie „černo-zelená“? Energie z různých zdrojů by bylo proto označovat spektrem barev například: černá - uhlí, hnědá - nafta, oranžová - plyn, červená - jaderná energie, modrá - vodních zdroje, oranžová - vítr, žlutá - fotočlánky, zelená - biomasa, rudá - jaderná syntéza, atd.

1.2. Jaderné elektrárny jsou perspektivní

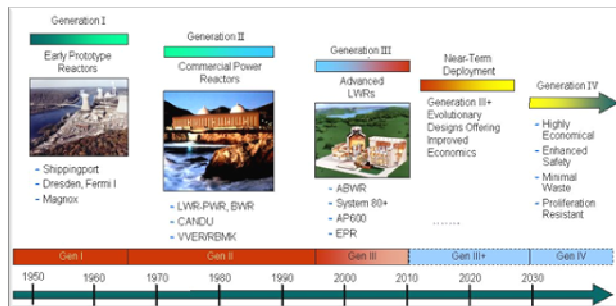
V současné době je v provozu více 437 bloků jaderných elektráren ve více než třiceti zemích a ve výstavbě je dalších 30 bloků. Jejich celkový výkon přesahuje 370 GW (tj. ekvivalent 370 bloků 1000 MW v JE Temelín). Podíl na celkově vyráběné energii je v členských zemích OECD 22% a v rozvojových zemích přibližně 6%. Je tedy zřejmé, že jaderné elektrárny mají významné místo ve výrobě energie a s ohledem na jejich velký počet a dlouhou dobu provozu je možné je považovat za relativně spolehlivé. Francie a Japonsko se orientovaly na jadernou energetiku a podíl výroby energie z jaderných elektráren je převažující. Dostatečné a ekonomicky vhodné zásoby uranu mají Kanada, Jižní Afrika a Austrálie. Přitom je snadné udržování zásob jaderného paliva na pět a více let. Jako palivo lze využít také náplně atomových zbraní. Pokračuje výzkum elektráren čtvrté generace, které budou mít velkou spolehlivost a budou užívat regenerované palivo z uzavřených cyklů, což v optimálních případech povede ke snížení množství odpadů a nižším nákladům na výstavbu, na provoz i likvidaci jaderných elektráren.

Existují dva scénáře vývoje. Jeden z pesimistických scénářů předpokládá, že převládne strach veřejnosti z havárií nebo teroristických útoků a poklesne podíl jaderných elektráren na výrobě energie. Příčinou dosavadního útlumu byla havárie jaderné elektrárny v Černobyli, která zasáhla rozsáhlá území a vyvolala ve veřejnosti obavy z této technologie. Tato havárie byla způsobena shodou velmi nepravděpodobných náhod (především mnohých chyb obsluhy). Druhý scénář předpovídá renesanci jaderné energetiky a významný nárůst podílu jaderné energie. Podporou této varianty je úspěšný vývoj nových spolehlivějších generací jaderných elektráren s pasivní bezpečností (typ AP). Reálně se jeví mírný nárůst celosvětově instalovaného výkonu jaderných elektráren - prognózy OECD počítají s 600 MW ročně až do roku 2030, převážně v Asii. Blížící se konec životnosti mnoha současných elektráren vyžaduje obnovu výkonů až 4 000 MW za rok.

Mění se také názory veřejnosti ve prospěch jaderné technologie. Průzkum veřejného mínění provedený IAEA (Mezinárodní agentura pro atomovou energii) ukázal, že třetina dotázaných by byla pro zachování současného stavu atomových elektráren bez dalšího rozšiřování, téměř jedna třetina dotázaných by podpořila větší jejich rozvoj a čtvrtina dotázaných by myslí, že by všechna zařízení měla ukončit provoz, zbytek respondentů bylo nerozhodnutých. Z historie ovšem víme, že subjektivní, někdy iracionální, úsudek veřejnosti dlouhodobě neurčoval budoucnost. To platí i o jaderné energetice, protože názor na nové spolehlivější a ekonomičtější elektrárny bude pozitivní.

Strategická rozhodnutí o projektové přípravě jaderné elektrárny a systému přenosu elektrické energie je možné a nutné učinit dnes.

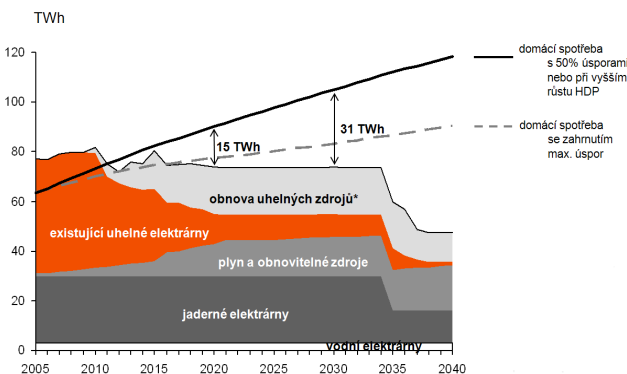
Civilizace reaguje na vývoj a přestává používat ověřené technologie jen tehdy, pokud jiná výhodnější technologie zaujme jejich místo. Zkušenosti se současnou jadernou technologií a zájem pro výzkum a vývoj, včetně vojenského výzkumu, jsou předpokladem toho, že jaderná energie bude nadále nezastupitelným zdrojem energie. Lze předpokládat, že nově vyvinuté generace jaderných elektráren budou výhodnější než jiné zdroje energie.



Již dnes se však rozhoduje o budoucnosti za 10 let, protože celková doba výstavby jaderné elektrárny může přesahovat i deset let. V tomto časovém horizontu lze jen obtížně předpovídat budoucí vývoj: ceny surovin, uplatnění nových vyvinutých technologií. Rozhodování sice není jednoduché, ale jedno rozhodnutí je možné učinit již dnes. Je to rozhodnutí o zahájení příprav, přičemž náklady na přípravné práce jsou zanedbatelné oproti nákladům a vážné situaci s nedostatkem energie vzniklé zmeškáním. Zahájení vlastní stavby (až za několik let) lze vždy posoudit znovu a práci zastavit.

Diskuse se soustřeďují na zdroje elektrické energie, ale stále větší pozornost se musí věnovat transportním problémům velkých výkonů, protože ty mají podobnou problematiku s povolovacím řízením. Jedná se o pozemkové a ekologické obtížné schvalovací procedury spojené s pozemky a rovněž vlivy elektromagnetického pole. Další výzkum musí být zaměřen na stabilitu sítí v souvislosti s proměnlivým výkonem z větrných elektráren a fotovoltaiky. Spektrum těchto problémů, daných lokálními a časovými zdroji energie, může řešit akumulace energie. Tento obtížný strategický úkol je předmětem výzkumu špičkových pracovišť.

Pokud uvažíme vliv veřejnosti, je občas velmi problematický. Nerozumný přístup by způsobil nedostatek energie a tak ovlivnil cenu energie, průmyslovou výrobu i spotřebu energie v domácnostech a životní úroveň (stačí si představit následky a starosti občanů, kdyby byla elektřina vypnuta na několik dnů, možná by jejich názor byl příznivější k výstavbě elektráren).



Očekávaná dodávka českých zdrojů vs. vývoj spotřeby

1.3. Nové strategické úkoly energetických společností

Energetické podniky byly zatím převážně zaměřeny na výrobu, na transport i distribuci elektrické energie. Stávající energetika dosáhla hranic svého rozvoje. Zejména pro EU, ale i další regiony včetně USA je významným problémem závislost na dovozech paliv z politicky nestabilních regionů a rychle pokračující regulace znečišťování životního prostředí. Světovou energetiku nyní čeká rozvoj moderních a méně tradičních technologií. Světové energetické společnosti se orientují na výzkum a vývoj nových technologií. Tuto novou strategii zvolila také ambiciózní skupina ČEZ. Ta se soustředí nejen na klasické technologie příslušející související s trhem s elektřinou, ale také na nové technologie obecně, na inovace. Cílem je zajištění lepšího využití zdrojů ve výrobě, spotřebě i distribuci a inovace a podpora nových technologií, snižujících dopady na životní prostředí. Chce tak udržet nebo posílit svoji pozici v celosvětové konkurenci.

Skupina ČEZ si stanovila strategii ve více směrech, jež vzájemně vytvářejí synergický efekt /12/. Patří mezi ně:

Smart grids je komplexem celé řady dílčích technologií, jež zjistí lepší flexibilitu, spolehlivost a uživatelskou přívětivost energetické sítě. Jedná se i o lokální výrobu ve zdrojích mimo hlavní páteřní síť, jenž bude vsazena do kontextu klasické energetiky, kde silné celky musejí vždy tvořit základ. Proto je budoucnost v hledání rovnováhy mezi stabilními zdroji (např. jádro) a výrobou z malých lokálních zdrojů. Cílem je zvýšení bezpečnosti dodávek a snižování dopadů na životní prostředí i snížení požadavků na transport energie.

Malá kogenerace v budoucnu se výrazně posílí role kogenerace (výroba elektřiny a tepla) a trigenerace (výroba elektřiny, tepla a chladu) ve zdrojích s malou kapacitou, které budou významně doplňovat stávající výrobní portfolio a smart grids.

Inovativní zdroje obnovitelné energie bude kromě tradičních zdrojů novou technologií dosud komerčně nedostupnou, využívající např. geotermální energii. Ty se zatím ještě potýkají s řadou technologických problémů a proto zatím nejsou masově nasazovány.

Elektromobilita spočívá v komplexní řešení náhrady spalovacího motoru pohonem na elektřinu (žádné emise v místě spotřeby, úspora nákladů, snížení hlučnosti). Souvisí s potřebou budování infrastruktury (dobíjecí stanice), vývoje kvalitnějších baterií s větší kapacitou a spolehlivých elektromobilů.

Akumulace energie je jednou z největších výzev, protože řeší časové a lokální nerovnoměrnosti zdrojů i spotřebičů energie. Se skladováním elektřiny a tepla mohou pomoci využít existující energie i ztrát energie a to v energetice i v dopravě a také snížit emise.

Projekty výzkumu a vývoje naplňuje využití potenciálu, kapitálu, schopnosti lidí ve spolupráci s výzkumně - vývojovými pracovišti a vysokými školami a to s podporou technologických platform a realizace projektů v prioritních oblastech.

Skupina ČEZ chce být inovativním podnikem a posunout Českou republiku mezi země, které dokáží „táhnout pokrok“, a ne jen pasivním uživatelem technologií vytvořených na jiných pracovištích.

II. Inženýrství v energetice je syntetickou vědní oblastí

2.1. Inženýrství je ve společnosti nedocenené

Každý člověk touží po uznání v rodině, ve škole i ve společnosti. Uznání inženýrů ve společnosti je dosti sporné. Presentace umělců a sportovců v médiích je na denním pořádku. Vědci nestojí o takovou velkou popularitu, ale přece jen si zaslouží jisté uznání, protože jejich díla prospívají denně k jejich životní úrovni i spokojenosti. Stačí jen připomenout, že v titulcích filmu je uveden každý, kdo se na díle podílel i při nižšího významu jeho práce. U inženýrských děl je to zpravidla jen architekt u staveb. Povědomí společnosti je také ovlivněno vyjádřeními umělců o matematice, jejíž význam je snižován nebo s problémy s matematikou jsou presentovány jako jakási „zajímavost“. Nikdo se však nechlubí tím, že neví, kdo to byl Shakespeare.

2.2. Inženýrství je obtížné, ale má perspektivu

Malý zájem studentů o inženýrské obory je dán společenskou situací, a povolání inženýrů, náročností studia a z toho všeho vyplývajícího menšího zájmu studentů. Jistý vliv mají také vlastní vysoké školy. Inženýrství vyžaduje nejen mít teoretické znalosti, ale také vidět skutečnosti v nových souvislostech, tvořit nové principy, a přitom respektovat prostředí – ekonomiku, ekologii, etiku. Inženýři mají také mimořádně velkou odpovědnost za dílo, protože to může ohrozit život lidí. Názorným příkladem toho byl výsledek analýzy příčiny havárie raketoplánu Challenger, při níž zahynulo sedm kosmonautů. Důvodem bylo poškození jednoho dílu z tisíce - kruhového pryžového těsnění, a to v důsledku souhry nepříznivých okolností – materiál, teplota okolí i výrobní tolerance. Právě na základě výsledku této analýzy světoznámý fyzik Richard Feynman vyslovil velký obdiv k práci inženýrů.

Inženýrství je syntetickou vědeckou oblastí, inženýr má obtížné studium, potřebuje k dosažení příslušné pozice poměrně dlouhou dobu (5 až 10 let). V rozporu jsou u výkonných funkcí nízké pravomoci a velká zodpovědnost. Rovněž tak odměny a náročnost povolání. Inženýr dostává náročné úkoly a chyby jsou měřitelné i „trestány“. Naproti tomu informatici po chybách programy ladí a manažeři obdrží „zlatý padák“. Proto také mají tito lidé středního managementu velké psychické zatížení, jak konstatují psychologové i psychiatři.

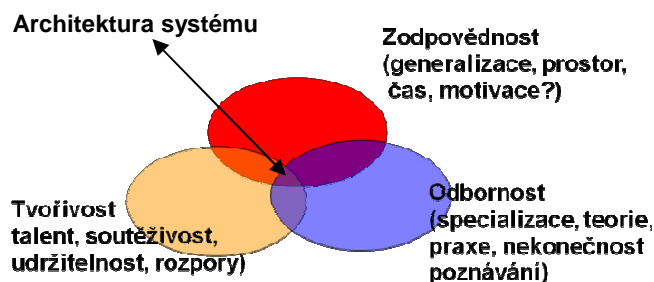
Znalosti i praxe inženýrů jsou „kapitálem“, jenž se uplatní zejména v blízké budoucnosti. Nedostatek inženýrů je již zřejmý a to vyvolává po nich poptávku. Inženýrství dává široké možnosti uplatnění. V USA je mnoho autorů ekonomických knih psaných inženýry elektrotechniky, řada špičkových manažerů má elektrotechnické vzdělání. Mnoho vynálezců později bylo zakladateli úspěšných firem – například Siemens, General Electric atd. Inženýr může mít v životě více profesí, naopak například ekonom nebo právník nemůže být pak inženýrem. Jedna přednost v inženýrství je však velké. Jsou to díla, která fungují, což potvrzuje neoddiskutovatelně jejich význam a užitečnost.

2.3. Inženýrské studium potřebuje nové přístupy

Inženýrství je považováno za obtížné a mladí lidé volí často jiné, zdánlivě lehčí obory studia. Nesmíme z této volby vinit jen mladé lidi, ale měli bychom jim ukázat krásu inženýrství již při studiu. Prostor pro práci inženýra je oproti minulosti podstatně změněno a při posuzování budoucnosti inženýrského vzdělávání je nutné uvážit tyto základní okolnosti:

- vědecké objevy jsou šířeny bez bariér a zaplavují svět, je nutné je umět aplikovat,
- probíhá globalizace a vývoj se koncentruje jen do velkých ústavů,
- je k dispozici výkonná výpočetní technika včetně systémů CAD,
- stoupají požadavky na ekologická řešení a úspory materiálu i energie,
- stále větší roli hraje etika užívání nových objevů v technologiích,
- v inženýrském vzdělávání se musí projevit nové myšlení zahrnující také kladné emoce.

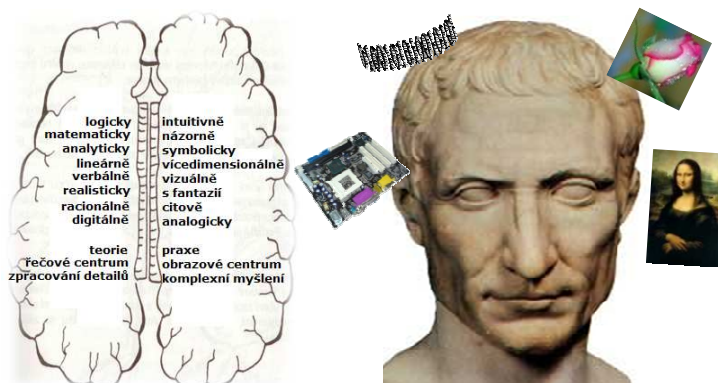
Komplexnost práce inženýra je možné znázornit schematicky jako trivium inženýra.



Ukážeme mladým lidem také to, že inženýrství má budoucnost nejen proto, že budou mít zaměstnání, ale také proto, že inženýrství má odezvu i v humanitních a společenských oblastech. Studium by mělo být organizováno tak, aby studenti ve škole mohli uplatnit fantazii snů při vymýšlení nových návrhů a současně pravdivě posuzovat možnosti realizace, mít v inženýrských ateliérech uspokojení z tvůrčí práce podobně jako u uměleckých oborů. Nové přístupy k práci inženýra budou stále více obsahovat mimo racionální a rutinní způsob myšlení (soustředěný v levé polovině mozku) také intuitivní způsob myšlení (soustředěný v pravé polovině mozku) a zejména jejich je nutné jejich vzájemné doplňování i obohacování. To je třeba ukázat také veřejnosti, aby změnila názor na „suché“ inženýrství a uvědomila si, že inženýrská věda je sama dobrodružstvím. Pak bude moci inženýrství naplnit verše:

„Svět v zrnku písku spatřovat,
či nebe v plané květině,
nekonečno v dlani skrýt
a věčnost v jedné vteřině.“

(William Blake – „Proctví nevinosti.“)



III. Energetika vyžaduje posílení v personální oblasti

Nedostatek surovin a energie je spouštěčem zvláštních reakcí politických i podnikatelských. Kritický nedostatek pak může mít dalekosáhlé důsledky nejen v poklesu životní úrovně, ale mocenského, možná i válečného, boje o strategické suroviny, o energii. Toto ohrožení již v energetice existuje a bez příslušných opatření se bude zvyšovat. Problém není jenom v materiální investici, ale jedná se také o personální zajištění a o výzkum. Nedostatek odborníků pro energetiku je nejen u nás, ale i ve světě.

Například vláda USA vyhlásila program nábory inženýrů z celého světa (dříve známý brain drain). V Anglii absolvuje jen 50 Bc. a 20 inženýrů v oboru energetika. Je tedy zřejmé, že nedostatek inženýrů povede k celosvětové soutěži o absolventy. Je nejvyšší čas investovat do vzdělávání specialistů na vysokých školách a do energetického výzkumu jak do výrobní oblasti, tak do úspor a skladování energií. Vzhledem k tomu, že to jsou úlohy vyžadující koncentrované investice i soustředění odborníků byla v polovině roku 2009 založena národní energetická platforma.

Znalosti v energetice není snadné a rychle nabývat. Proto je nutné bezprostředně zahájit renesanci vzdělávání i posílit společenské uznání odborníků.



3.1. POP studium (Projektově Orientované Programy)

Cílem POP Studia je zastavení úbytku zájmu i úrovně inženýrů

K dosažení cílů je potřebné posílit hluboké teoretické vzdělání ve specializacích a rozšířit hlubší poznání a pochopení metodiky. Zároveň připravit studenty na řešení problémů v multidisciplinárním pojetí odpovídajícím podmínkám skutečného života. Naučit studenty pozorovat, sbírat, organizovat a vyhodnocovat data (včetně experimentů)

Naučit studenty vše, co souvisí s řešením reálných projektů (systémový pohled na problém, práce v týmu, plánovat svoji práci a řídit práci jiných členů týmu, komunikovat v prostředí podniku i mimo něj) a v neposlední řadě formulovat, analyzovat, řešit problém a umět ho prezentovat (ne jako reprodukce znalostí získaných od učitele, ale jako výsledek práce na řešeném projektu).

Projektový přístup byl uplatněn v doktorském studijním programu i zahájena aplikace v inženýrském studiu v rámci Výzkumného centra Progresivní technologie a systémy pro energetiku při ZČU v Plzni.

Práce v komplexním týmu ukázala oprávněnost POP studia.

3.2. Energetika se stává komplexní inženýrskou oblastí renesance inženýrského vzdělání

S ohledem na současný stav je zapotřebí předjímat rizika, která by mohla v případě nereagování vyústit v krizovou situaci.

Jako klíčová se ukazuje úloha dodávky elektrické energie (prosperita hospodářství, život domácností).

Spolehlivý rozvod elektrické energie je podmínkou rozvoje společnosti, jeho projektování a spolehlivost vyžadují vědecké a technické znalosti (dostatečný počet odborníků).

S ohledem na vývoj a provoz obnovitelných zdrojů je zapotřebí prohlubovat znalosti o jejich řízení a kompenzaci vlivu na nestabilitu celého systému.

Je nutné zlepšit podporu inženýrského matematického a vědeckého vzdělání ve všech úrovních studií.

Energetické společnosti musí být aktivnější v kontaktu s univerzitami a to jak ve formování studijních programů, tak v získávání talentovaných lidí

Je potřebné vytvořit společenské povědomí o významu energie a v této souvislosti nabízet kariéru s významnou složkou výzkumné a vývojové práce

Je nutné včas analyzovat riziko výměny kvalifikovaných a zkušených lidí odcházejících do penze

A posílit národní programy (ne jen izolované fakultní či univerzitní programy, které neposilují strategický záměr).

K dosažení nemalých cílů, je zapotřebí několika důležitých kroků.

- posílit hluboké teoretické vzdělání ve specializacích
- rozšířit hlubší poznání a pochopení metodiky
- připravit studenty na řešení problémů v multidisciplinárním pojetí odpovídajícím podmínkám skutečného života
- naučit studenty pozorovat, sbírat, organizovat a vyhodnocovat data (včetně experimentů)
- naučit studenty vše, co souvisí s řešením reálných projektů (systémový pohled na problém, práce v týmu, plánovat svoji práci a řídit práci jiných členů týmu, komunikovat v prostředí podniku i mimo něj)
- formulovat, analyzovat, řešit problém a umět ho prezentovat (ne jako reprodukce znalostí získaných od učitele, ale jako výsledek práce na řešeném projektu)

3.3. Jak mohou přispět energetické podniky?

Je zřetelná naléhavost potřeby inženýrů pro energetiku a zároveň současný nedostatek odborníků je nejen v ČR ale i v zahraničí.

Návrhy na řešení a propojení vysokých škol s podniky jak při tvorbě studijních programů, tak při účasti na výuce i prostřednictvím stipendií.

Dále podpořit personální práce s cílem podchytit zájem nastupujících studentů i absolventů pro daný podnik a zejména pro stát.

Lze odhadnout, že v příštích letech bude chybět cca 40% odborníků, tento nedostatek odborníků bude problémem např. při výstavbě nových bloků jaderných elektráren a zachování bezpečnosti stávajících.

Existuje také reálné nebezpečí v odchodu odborníků za výhodnějšími podmínkami i do zahraničí, např. do Velké Británie, která již nyní importuje většinu techniků z Pákistánu, Indie a Číny.

IV. Souhrn – kde jsou meze růstu?

Evoluce člověka a vzrůst společnosti byl vždy podmíněn dostatkem energie. Pohled na vývoj světa a lidstva nás jistě inspiruje k úvahám kde jsou hranice lidských nároků na spotřebu, kde jsou hranice nároků na energii, ale také k tomu, abychom se zamysleli nad tím, kde jsou hranice lidské tvořivosti. Jedna za zásadních otázek je, zda se člověk stává spoluarchitektem světa. To platí i o činnosti v energetice. Spotřebováváním (někdy i plýtváním) nerostného bohatství se ovlivňuje krajina, výstavba velkých energetických bloků vede k značným nárokům i na transport energie, lidstvo se stává stále více závislým na informačních technologiích atd.

Lidé byli vždy překvapováni, dokonce zaskočení, tím jak se svět vyvíjel po objevech. Množství objevů roste geometrickou řadou. Platí ovšem zákon, který definoval C. N. Parkinson: „Narůstání přináší složitost, která má tendenci k rozkladu po překročení určitých hranic“. Uvažujme i to, že narůstání složitosti systému vede často k jeho zhroutení, jak symbolizuje následující obrázek. To se týká i stálého narůstání komplikací v rozvodných systémech. Možná je řešením rozdělení celého systému na podsystémy například „smart little grids“ energetiku jistě čeká zajímavý vývoj jak ukazuje i strategie ČEZ:



Pieter Brueghel st.: Babylonská věž (1563)

Poděkování

Tento článek vznikl za finančního přispění MŠMT v rámci projektu výzkumu a vývoje 1M06059

Literatura

- [1] Vostracký, Z.: Being a Chancellor in a Gown and without a Gown. Pilsen NAVA-Euroverlag, 2007,
- [2] Vostracký, Z., Skalický, J., Potměšil, J.: Technological Innovation in Electrical Engineering: Integrated Engineering Management. PICMET '97, Portland, 1997, Oregon USA,
- [3] Vostracký, Z., Zuna, P., Exner, J., Hayer, M.: Engineering. Innovation and society. 12th World Engineering Colloquium, The Royal Academy of Engineering – CAETS '97, 1997, Edinburgh, Great Britain,
- [4] Rollag, K.: How start-up to motivate new engineers. IEEE Spektrum, November, 1997,
- [5] List, V.: Engineer's Trivium, Electrical-Technical Horizon, 1967,
- [6] Bordogna, J.: The 21st Century Engineer, IEEE Spectrum, p.16-17, Jan. 2001,
- [7] Vostracký, Z.: Identical project carried out, as a part of student curricula in differ. environment, US & the Czech R. SVU Conf., March-2005, Miami 6 p.,
- [8] Vostracký, Z., Korecký, M.: Applying Project Management to Portland Low Floor Tram Project. PICMET '03, Portland, 2003, Oregon USA,
- [9] Korecký, M.: Mechanical-electronic cluster of track vehicles project. Modelling and optimising of corporate processes: how to innovate corporate processes. Western Bohemia Section of the Czech Society for System Integration and Department of Industrial Engineering and Management of the Western Bohemia University in Pilsen, 10 February 2006,
- [10] Hofman, J., Korecký, M. : ComplexTrans – ein zukunftsorientiertes kombiniertes Personen- und Gütertransportsystem im Intercity- und Stadtverkehr. Moderne Schienenfahrzeuge. Technische Universität Graz, 16-18 April 2007,
- [11] Votava, V., Ulrych, Z., Edl, M., Korecký, M., Trkovský, V.: Analysis and optimising of production processes of small-series complex production in new production premises based on discrete simulation. WITNESS 2008 International Conference, hotel Skalní Mlýn u Macochy, 5 - 6 June 2008.
- [12] Roman, M.: Future/E/Motion - Energie zítřka. ČEZ NEWS, červen 2009, str.18-25

Kontakt

Zdeněk Vostracký, University of West Bohemia in Pilsen, Department of Power Engineering and Ecology, Univerzitní 26, Pilsen, CZ 306 14, Czech Republic, zdenekv@ntc.zcu.cz

Václav Ježek, University of West Bohemia in Pilsen, Department of Power Engineering and Ecology, Univerzitní 26, Pilsen, CZ 306 14, Czech Republic, jezekv@kee.zcu.cz

Michal Korecký, ŠKODA TRANSPORTATION s.r.o., Tylova 1/57, 301 28 Pilsen, Czech Republic; phone +420 378 186 377, e-mail: michal.korecky@skoda.cz;

Jiří Polívka, University of West Bohemia in Pilsen, Department of Power Engineering and Ecology, Univerzitní 26, Pilsen, CZ 306 14, Czech Republic, jpolivka@kee.zcu.cz