

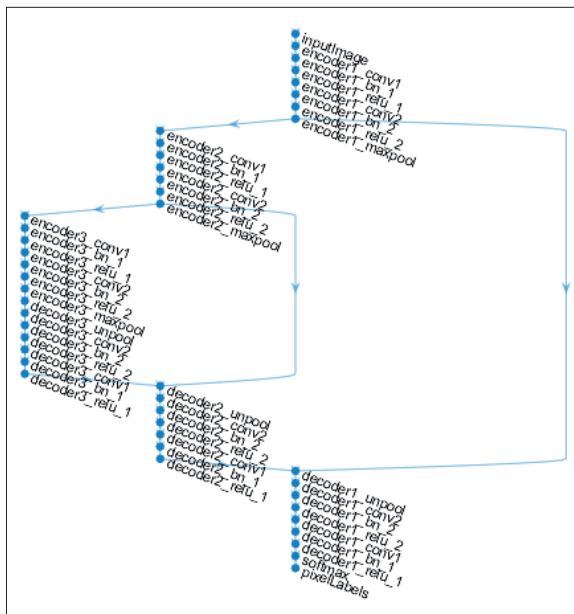
## Sémantická segmentace v prostředí Matlab

V prostředí Matlab je k dispozici funkce `semanticseg(img,network)`, která provede sémantickou segmentaci daného obrázku při použití připravené hluboké neuronové sítě (výsledek takto provedené sémantické segmentace obrázku je ukázán na obr. 2).

Efektivní sémantickou segmentaci obrázků umožňuje speciální struktura hluboké neuronové sítě zvaná SegNet [1]. V prostředí Matlab lze síť SegNet vytvářet při použití funkce `segnetLayers`. Síť SegNet je síť typu DAG a obsahuje několik skupin vrstev (obr. 5). Každá skupina se skládá z vrstev *Convolution2D*, *BatchNormalization*, *ReLU* a *MaxPooling2D* nebo *MaxUnpooling2D*. Na vstupu sítě je vrstva *ImageInput* pro vstup obrázku a na výstupu sítě jsou vrstvy *Softmax* a *PixelClassification* pro přiřazení klasifikačních kategorií jednotlivým pixelům v obrázku.

Na vstup sítě přichází obrázek určený k segmentaci. Skupiny v první polovině sítě jsou označovány jako kodéry a slouží k extrakci významných rysů z obrázku, na základě kterých se určují jednotlivé segmenty. V druhé části sítě se nachází stejný počet skupin označovaných dekodéry, které

zpětně mapují segmenty vytvořené sítě na původní obrázek. Na výstupu sítě je segmentovaný obrázek se stejnou velikostí jako vstupní obrázek. Počet skupin kodérů a dekodérů si uživatel může zvolit. Na obr. 5 je zobraze-



Obr. 5. Síť SegNet se třemi skupinami kodérů/dekodérů

na struktura sítě SegNet se třemi skupinami kodérů/dekodérů.

Uživatel si také může zvolit, zda vytvoří „čistou“ síť SegNet, kterou naučí od základu, nebo využije předtrénovanou síť, založenou na síti VGG-16 nebo VGG-19.

Trénování sítě pro sémantickou segmentaci vyžaduje velké množství označených obrázků, kde jsou jednotlivým oblastem přiřazeny kategorie. V prostředí Matlab je k dispozici grafická aplikace Image Labeler, která manuální označování snímků částečně automatizuje a tím celý proces urychluje.

## Využití sémantické segmentace v praxi

V současné době jsou typickými oblastmi využití sémantické segmentace tyto obory:

- autonomní řízení vozidel,
- průmyslové inspekční systémy,
- klasifikace satelitních snímků,
- analýza snímků v lékařství.

S dalším nárůstem výpočetní síly lze předpokládat, že se sémantická segmentace nejen bude dále používat stále častěji ve velkých analytických systémech, ale pronikne též do světa vestavných zařízení, zejména v oboru autonomní dopravy.

## Literatura:

- [1] Deep Learning v prostředí Matlab. *Automa*. Děčín: Automa – ČAT, 2017, (5), 12–14. ISSN 1210-9592.
- [2] BADRINARAYANAN, Vijay – Alex KENDALL a Roberto CIPOLLA. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation. arXiv preprint. arXiv:1511.00561, 2015.

Jaroslav Jirkovský,  
Humusoft s. r. o.

# Automatizace nevyčerpatelné a udržitelné energetiky

Článek podává informaci o semináři energetického cyklu E2017, který organizuje již mnoho let společnost EGÚ Praha Engineering, a. s. Seminář se konal 14. června 2017 a jeho hlavním tématem byly velké systémové energetické zdroje v České republice.

Důvodem pro uspořádání tematického semináře byla skutečnost, že v odborných energetických časopisech se o elektroenergetice píše, jako by už v nejbližších letech měly obnovitelné zdroje OZE téměř zcela nahradit klasické elektrárny. Přitom „stávající“ klasické (kondenzační) elektrárny budou v provozu minimálně do roku 2050 a jaderné minimálně do roku 2100.

Předpokladem a podmínkou efektivního provozu velkých energetických bloků je vysoká úroveň automatizace energetických procesů. V souvislosti s vyčerpatelností a udržitelností české energetiky je zmíněn tzv. Krajíčkův zákon, z něhož vyplývá, že by Česká republika měla budovat

dvojnásobnou elektrickou přenosovou soustavu, nikoliv ji kapacitně utlumovat. Důvod pro výstavbu a rozvoj je jednoznačný: potřeba zvládnout na konci tohoto století všechny výkonové rázy a přetoky elektřiny vzniklé z nevyčerpatelných zdrojů (solární a větrná energie). V závěru je upozorněno na absolutní nedostatek propagace českého jaderného i nejaderného energetického průmyslu a nedostatek informací o možnostech výstavby jaderných bloků v ČR s maximální účastí českých průmyslových podniků. V této souvislosti jsou specifikovány přínosy výstavby nových velkých klasických i jaderných elektráren pro konkurenceschopnost českého průmyslu.

## Dostupné zdroje energie pro lidstvo

Krajíčkův zákon, formulovaný na konci 60. let minulého století českým geografem Liborem Krajíčkem [1], nepoužívá současnou terminologii „obnovitelné“ a „neobnovitelné“ zdroje, ale dělí je na „vyčerpatelné“ a „nevyčerpatelné“. Mezi nevyčerpatelné patří slunce, gravitace, zemský klimatický systém [2], geotermální energie a slapové síly. Vyčerpatelné zdroje teprve pak dělí na „obnovitelné“ (rostlinná biomasa) a „neobnovitelné“ (fosilní zdroje uhlí a uran).

Podle Krajíčka by Československo (podobně to dnes platí pro země střední Evropy včetně ČR) mělo budovat dvojnásobnou elektrickou přenosovou soustavu – možná v některých místech trojnásobnou –, aby na konci století zvládlo všechny rázy a přetoky elektřiny získané z nevyčerpatelných zdrojů,

ze současného pohledu především ze slunce (ze Španělska, severní Afriky – obnovený projekt Desertec) a „zemského klimatického systému – větru“ (z Německa, Dánska, Velké Británie a jiných lokalit vhodných pro tzv. off-shore větrné elektrárny). Jestliže některé ekonomové oponují vysokou investiční náročností takového razantního posílení přenosové soustavy, protiargumentem je skutečnost, že jde o základní problém lidské populace [4], tzn. zda chceme žít s elektřinou a mít ji vždy dostupnou, kvalitní a bezpečnou.

### Úloha obnovitelných zdrojů

Nejen v populárních médiích, ale i v odborných časopisech se píše tak, jako by už v nejbližších letech měly obnovitelné zdroje OZE téměř zcela nahradit klasické elektrárny, protože výhledy instalovaného výkonu OZE vysoko překračují celkovou spotřebu v ČR. Například Česká solární asociace [3] konsta-

### Klasická energetika a částečný přechod na OZE

Při této úvaze je třeba si položit otázku: Proč je nutné brát v úvahu klasické uhelné i jaderné energetické zdroje, a nejen OZE? Důvody lze shrnout do dvou základních skupin.

Zaprvé budou současné klasické (uhelné kondenzační) KE v provozu minimálně do roku 2050. Pro toto tvrzení lze uvést několik příkladů:

- Elektrárna Tušimice II byla po kompletní obnově uvedena do provozu roku 2012, připočte-li se minimální projektovaná životnost 30 let, je tedy nutné předpokládat provoz do roku 2042,
- Elektrárna Pruněvov II byla kompletně obnovena v roce 2015, bude tedy provozuschopná do roku 2045,
- nový zdroj Elektrárny Ledvice o výkonu 660 MW má projektovanou technickou životnost do roku 2057.

### Odborný průběh semináře

Seminář se konal 14. června 2017 v Praze a měl jako hlavní téma velké systémové energetické zdroje (kondenzační a jaderné elektrárny) v České republice. Tematické motto semináře zahrnovalo rovněž kyberneticko-fyzikální pohled na energetiku. Na elektroenergetické soustavy lze pohlížet jako na velmi rozsáhlé nelineární dynamické systémy, kde se tudíž nutně musí vyskytovat jevy jako deterministický chaos, bifurkace, kolapsy a hroící blackouty. Proto je nutné tyto soustavy monitorovat, analyzovat a řídit, což teprve dohromady tvoří „chytrou síť“, *smart grid*. Smart grid tedy není pouze „chytré měření“, *smart metering*, v oblastech spotřeby.

Technický program semináře byl v dnešní době nestandardní právě svým zaměřením na velké systémové elektrárny a teplárny. Memento lze formulovat následně: každý současný začínající energetik se s velkými konvenčními zdroji bude setkávat po celý svůj odborný život.

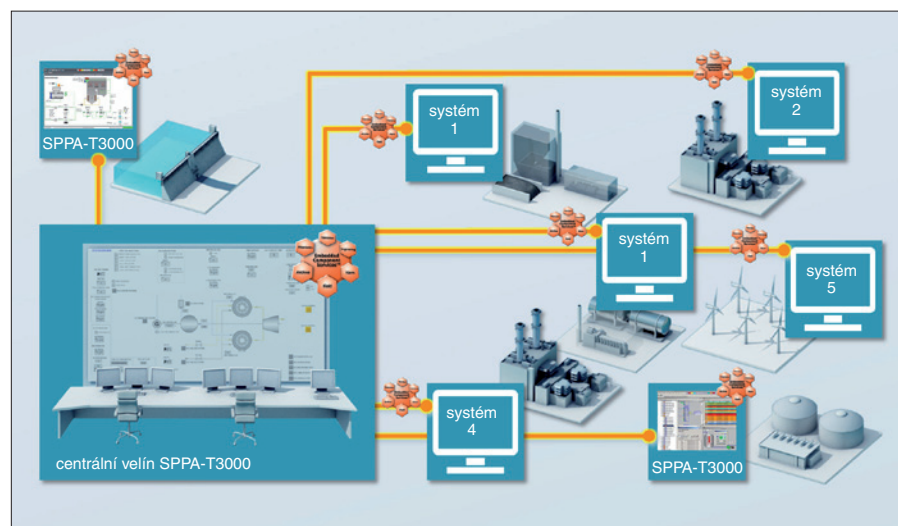
### Kompletní obnova Elektrárny Tušimice II

Ing. Jaroslav Hněvkovský ze společnosti Škoda Praha Invest hovořil o kompletní obnově Elektrárny Tušimice II. Cílem obnovy této elektrárny bylo snížení emisí a zvýšení účinnosti bloků při instalovaném výkonu 4x 200 MW. Základní časové mílníky projektu byly takovéto:

- smlouva o projektové přípravě: květen 2005,
- smlouva na generální dodávku: duben 2006,
- zahájení realizace: červen 2007,
- první fázování bloku č. 23: červen 2009,
- první fázování bloku č. 21: prosinec 2011,
- ukončení realizace projektu: duben 2012.

Projektované parametry bloků byly dodrženy nebo mírně zlepšeny (čistá účinnost bloků 39 %, účinnost kotle 90,5 %). Technická životnost elektrárny byla prodloužena do roku 2042.

Pro tento projekt byl jako blokový řídicí systém vybrán SPPA-T3000 od firmy Siemens. Jde o webově orientovaný systém založený na modulární hardwarové a softwarové architektuře, na moderních jazycích typu Java a XML a na osvědčených hardwarových komponentách, jako jsou řídicí jednotky řady Simatic S7. Prostřednictvím jednotné inženýrské platformy s grafickým rozhraním a s mnoha podpůrnými nástroji a uživatelskými volbami lze efektivně projektovat a uvádět do provozu veškeré systémové i aplikační funkce. Operátorská úroveň umožňuje operátorovi ovládat a monitorovat příslušné technologické zařízení. Kromě základních funkcí, jako jsou vizualizace procesů, dialogová okna pro zadávání povelů, přehledná chronologie alarmů nebo zobrazování historických dat v konfigurovatelných protokolech a grafech, je uživateli k dispozici mnoho dalších možností a nástrojů.



Obr. 1. Architektura řídicího systému SPPA-T3000

tuje, že fotovoltaické elektrárny jsou konkurenceschopné, nové instalace potřebují již jen malou počáteční investiční podporu. V jejich studii se uvádí, že potenciál výroby „střešní energetiky“ se rovná polovině roční výroby jaderné elektrárny Temelín.

K tomu je však třeba doplnit srovnání, které zmíněný využitelný potenciál uvádí na pravou míru z hlediska koncentrace srovnávaných výrobníků a jejich efektivity využívání. Roční solární výroba 7,4 TW·h znamená, že FVE vyrábějí plný elektrický výkon jen 7,2 % z ročního časového fondu, tzn. pouze 630 h. Naopak roční výroba například JETE ve výši 14,8 TW·h znamená trvalý roční průměr výroby 1 690 MW. Na plný výkon tudíž JETE vyrábí plných 84,5 % z ročního časového fondu, tzn. 7 400 h. Jestliže se tedy nepodaří zvýšit roční využití OZE a zajistit účinné a hospodárné velkokapacitní skladování elektrické energie, jsou obnovitelné zdroje OZE oproti jaderným blokům JE nekonkurenceschopné.

Rovněž rekonstruované teplárny budou v provozu minimálně do roku 2050, např. Teplárna Planá nad Lužnicí má projektovanou životnost do roku 2045.

U připravovaných nových bloků jaderných elektráren musí být uvažován provoz minimálně do roku 2100: Jaderná elektrárna Dukovany 5: 2035/2039 + 60 = 2095/2099, Jaderná elektrárna Temelín 3, 4: 2045 + 60 = 2105.

### Energetika má velkou setrvačnost

Z technického hlediska je životnost energetických blokových zařízení v desítkách let, nikoliv pět až deset let jako u řídicí a automatizační techniky. Na pomalou dynamiku energetiky má vliv také investiční náročnost, protože současný globální energetický systém založený na fosilních palivech zahrnuje největší a nejdražší infrastrukturu, která nemůže být jen tak odepsána nebo rychle nahrazena.

## Kompletní obnova Elektrárny Prunéřov II

Jaroslav Hněvkovský pokračoval přednáškou o kompletní obnově Elektrárny Prunéřov II. Cílem obnovy bylo snížení emisí a zvýšení účinnosti bloků při instalovaném výkonu 3×250 MW. Projektovaná čistá účinnost bloků 40 %. Časové milníky rekonstrukce byly tyto:

- EIA: oznámení předloženo 6. 6. 2008, veřejné projednání 3. 12. 2009, kladné stanovisko vydáno 29. 4. 2010,
- územní rozhodnutí 23. 3. 2011,
- integrované povolení 27. 7. 2011,
- stavební povolení 18. 4. 2012,
- zahájení rekonstrukce 12. 9. 2012.

Rozhodující podmínkou pro vydání rozhodnutí byly hodnoty emisí a hluku. Životnost elektrárny byla prodloužena do roku 2045.

Pro projekt obnovy Elektrárny Prunéřov II byl rovněž vybrán systém SPPA-T3000 firmy Siemens.

## Nový zdroj Elektrárny Ledvice

Ing. Jaroslav Ambrož, rovněž ze Škoda Praha Invest, hovořil o výstavbě nového zdroje Elektrárny Ledvice. Ultranadkritický blok má tyto parametry:

- jmenovitý elektrický výkon bloku: 660 MW,
  - jmenovitá čistá účinnost bloku: 42,5 %,
  - tlak ostré a přehřáté páry: 28 MPa, 5 MPa,
  - teplota ostré a přehřáté páry: 600 °C, 610 °C,
  - jmenovité množství ostré páry: 1 684 t/h.
- Rovněž blok ELE 660 je vybaven řídicím systémem Siemens SPPA T3000 s obdobnými vlastnostmi jako řídicí systémy v elektrárnách ETU II a EPR II.

K provozu bloku (kotle) ELE660 je vhodné uvést následující souvislosti: ČEZ požadoval zkušeného zahraničního dodavatele s příslušnými referencemi. Evropská unie vyžaduje u výstavby nových bloků použití nejlepší dostupné techniky BAT (*Best Available Technologies*), což jsou u velkých bloků vzhledem k vysoké účinnosti výhradně kotle s ultranadkritickými parametry páry.

Naproti tomu po uvedení do provozu ČEZ požaduje i provoz bloku s menším výkonem, než je jmenovitý (40, 50, 70 %), a navíc počítá i s dodávkou podpůrných služeb, tedy s velkými a rychlými změnami výkonu bloku, pro něž není takovýto kotel vhodný a jehož provozní účinnost klesá, takže při výkonu 40 % (264 MW elektrických) je účinnost dokonce výrazně nižší než u bloků ETU II a EPR II po obnově. Požadavek společnosti ČEZ na dodávku bloku s ultranadkritickými parametry páry byl tedy provozně nevhodný a neekonomický a ani špičkový řídicí systém tuto situaci nemůže vyřešit.

## Základní popis řídicího systému SPPA T3000 od společnosti Siemens

Architektura systému SPPA T3000 (*obr. 1*) umožňuje individuální přizpůsobení vzhledu

operátorského pracoviště (*obr. 2*), např. vzhledu alarmového okna, či tvorbu pevně definovaných uživatelských grafů, a to při současném zachování integrity a dostupnosti důležitých informací. Systém současně splňuje vysoké požadavky na ochranu proti vnějšímu ohrožení prostřednictvím systému individuálních uživatelských hesel, antivirovou ochranou či použitím firewallů.

Každý blok je řízen svým vlastním, nezávislým blokovým řídicím systémem, skládajícím se z automatizační a aplikační úrovně. Automatizační servery na bázi procesorů řady Simatic S7 zajišťují spolu s inteligentními vstupně-výstupními funkčními moduly řízení vlastního procesu, aplikační server shromažďuje a přenáší potřebná data mezi oběma úrovněmi. Operátorské stanice zajišťují vizualizaci procesu a zadávání povelů operátorem.



*Obr. 2. Vzhled operátorské obrazovky lze přizpůsobit potřebám konkrétního pracoviště*

Výhodou zvoleného řídicího systému je integrovaný inženýring. Znamená to, že konfiguraci algoritmů a operátorských obrazovek včetně zkoušek a ladění systému je možné realizovat z inženýrské stanice (jedna pro dvojblok). Ve skutečnosti jde o běžný tenký klient, který však vzhledem k příslušnému nastavení přístupových hesel má dostatečná práva pro tvorbu a úpravy aplikačního softwaru. Na jedné inženýrské stanici je tedy možné zároveň ovládat a monitorovat proces, realizovat změny v algoritmech a současně upravovat obsah a vzhled související operátorské obrazovky, a to ve společném interaktivním a intuitivně zaměřeném grafickém vývojovém prostředí.

Systém SPPA-T3000 disponuje nástrojem pro import a export dat týkajících se měřicích okruhů a spotřebičů. Tím je zejména při zpracování prováděcího projektu zajištěno propojení s nástrojem TEC4FDE pro návrh rozvážek (včetně vnitřního ranžirování), a tedy konzistence dat v obou systémech.

Algoritmy i operátorské obrazovky se tvoří v grafickém editoru. K dispozici jsou knihovny s mnoha funkčními bloky, piktogramy a dalšími prvky. Tyto prvky je možné libovolně upravovat, tvořit uživatelská makra apod. Při aktivovaném módu integrovaného inženýringu projektant tvoří operátorské obrazovky a současně systém automaticky generuje příslušný algoritmus. Lze však postupovat i opačně.

Také tento nástroj má za cíl zajistit homogenitu dat, v tomto případě ve spojení mezi operátorskými obrazovkami a příslušnými algoritmy.

Algoritmy lze upravovat přímo za provozu technologického zařízení. Aktivace změn je okamžitá, bez potřeby zdlouhavého generování a nahrávání objektových kódů. Systém zaznamenává a archivuje veškeré provedené změny algoritmů a konfigurace systému, což je výhodné především pro dlouhodobá sledování účinku realizovaných změn, rovněž v návaznosti na změny technologických zařízení.

## Závěr

Ve druhé části semináře byly předneseny tři zajímavé a závažné prezentace z oblasti jaderných elektráren v Česku.

Seminář proběhl velmi úspěšně, po každé prezentaci se rozvinula živá diskuse, i s odlišnými názory a stanovisky. Důvodem pro zorganizování semináře E2017 a následnou publikaci tohoto článku je skutečnost, že v českých ekonomických i technických médiích je absolutní nedostatek propagace českého průmyslu, a především informací o možnostech výstavby velkých energetických klasických uhelných a jaderných bloků v ČR s maximální účastí českých průmyslových podniků. Na semináři byly charakterizovány možné přínosy rekonstrukce již provozovaných bloků a výstavby nových pro český průmysl a hospodářství. Spočívají mj. v zajištění vysoce kvalifikované práce pro český průmysl, pro inženýrsko-technickou inteligenci a výuku technicko-ekonomických oborů, což by významně posílilo konkurenceschopnost České republiky.

## Literatura:

- [1] TRNAVSKÝ, Jiří. Je třeba znát a respektovat Krajičkův zákon. *Energie 21*. XX, 2017, (1), rozsah stran nezjištěn. ISSN neuvedeno.
- [2] CHALUPA, Štěpán. Problematika integrace vysokého podílu decentrálních zdrojů do ES ČR. In: *Workshop MPO – Dopady vysokého podílu distribuované výroby do ES ČR* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017, prezentace [cit. 2017-10-19]. ISBN nepřiděleno. Dostupné z: [https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/konference-seminare/2017/6/2--WS\\_Chalupa.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/konference-seminare/2017/6/2--WS_Chalupa.pdf)
- [3] HAMÁČKOVÁ, Veronika. *Potenciálová studie možností výroby solární elektřiny na střechách domů*. Praha: nakladatelství neuvedeno, 2017. ISBN neuvedeno.
- [4] SMIL, Vaclav. Examining energy transitions: A dozen insights based on performance. *Energy Research & Social Science*. Elsevier, 2016, (22), 194–197. DOI: 10.1016/J.ERSS.2016.08.017. ISSN 2214-6296. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214629616302006>

Ing. Petr Neuman, CSc.,  
NEUREG, sdr., Praha  
Obrázky: Siemens