



MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ
A TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

REALIZOVANÉ NA BÁZI MATLAB - SIMULINK

ÚVOD

Transformace českého teplárenství není jen o výměně uhlí za plyn či biomasu, je to o dramatické změně provozních režimů a integraci nestabilních zdrojů. Abychom tento komplexní systém udrželi efektivní a bezpečný, stávají se tréninkové simulátory nepostradatelným inženýrským nástrojem.

Proto **v prvním bloku** prezentace nastíníme okrajové podmínky a výzvy českého teplárenství z pohledu nutných změn do budoucna a **v druhém bloku** prezentace představíme realizaci tréninkových simulátorů s využití prostředků Matlab – Simulink realizovaných pro Elektrárny Opatovice a.s. a EOP distribuce a.s.

TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

Dopady na životní prostředí

V současnosti v souladu s dekarbonizací (Evropa uhlíkově neutrální v roce 2050), Evropským plánem **Green Deal** a systémem emisních povolenek EU ETS I, v podstatě všechny střední a velké teplárny přecházejí z uhlí na zemní plyn.

Přitom EU podle platných předpisů a nařízení považuje zemní plyn pouze za přechodné palivo (do doby kdy se z fosilních paliv přejde 100 % na paliva bezemisní, nízkoemisní, či alternativní), a to pouze do roku 2040. Termín je dán a schválen EU/EP/ER v rámci platné **TAXONOMETRIE**. Po tomto roce bude zemní plyn v oboru teplárenství zakázán.

Jedním z „bezemisních“ energetických zdrojů jsou jednoznačně jaderné zdroje. Jejich využití je nejen v elektrárenství, ale také významně v teplárenství.

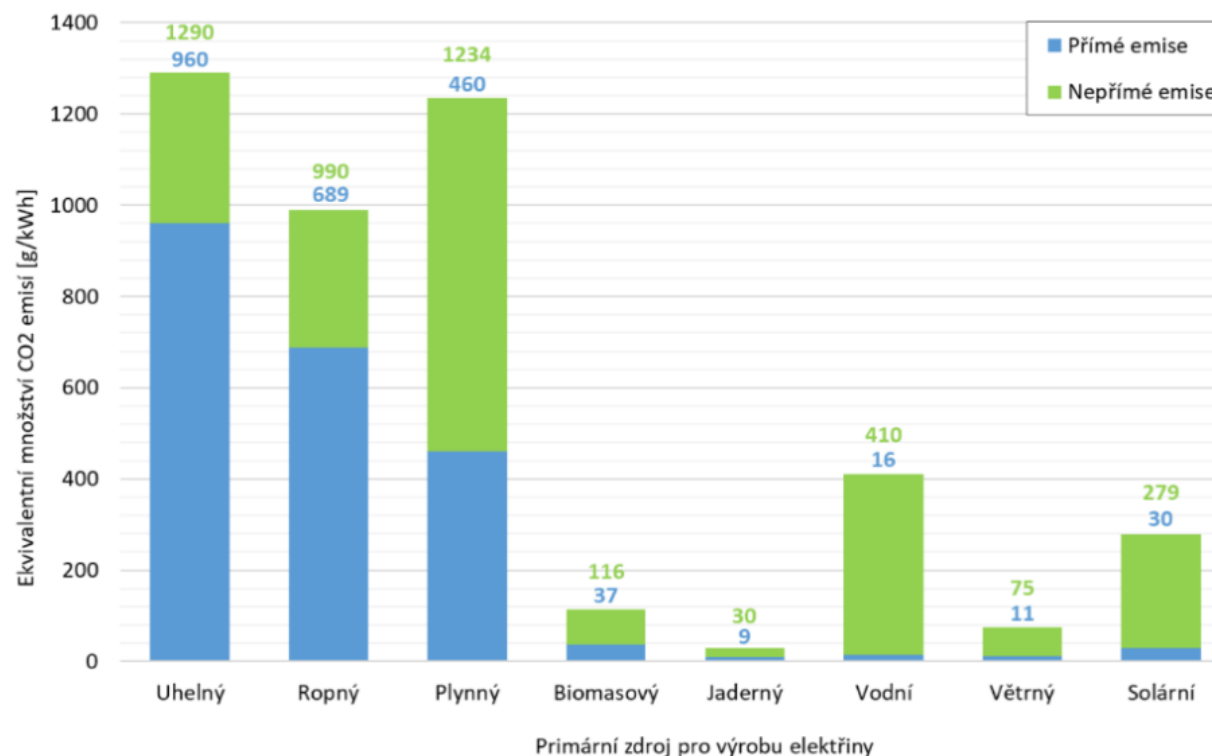
Z ekologického a klimatického pohledu je předností jaderných technologií především skutečnost, že se jedná o zdroje, které při provozu produkují zanedbatelné emise skleníkových plynů a většina emisí vztažených k životnímu cyklu vzniká obdobně jako u jiných bezuhlíkových technologií (vítr, FVE, geotermální) v procesu výstavby a částečně decommissioningu. S ohledem na délku provozu jednotlivých technologií je v tomto ohledu jádro nejčistší.

TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

Emise CO₂

Řádově menší je v případě jaderných zdrojů též velikost zastavěné plochy a spotřeba vytěžených materiálů. Pro porovnání emisí v rámci životního cyklu pro různé technologie, viz Obr. 1. graf níže.

Z grafu je zřejmé, že při započítání přímých (vznikajících při spalování) a nepřímých (těžba, doprava z místa těžby do místa spotřeby) emisí CO₂ jsou celkové emise CO₂ uhlí [1290 gCO₂/kWh] a zemního plynu [1234 gCO₂/kWh] řádově shodné. Přechodem z uhlí na zemní plyn snížíme emise CO₂ pouze o 4,4 %. Emise jaderných zdrojů jsou přitom 41 x nižší.



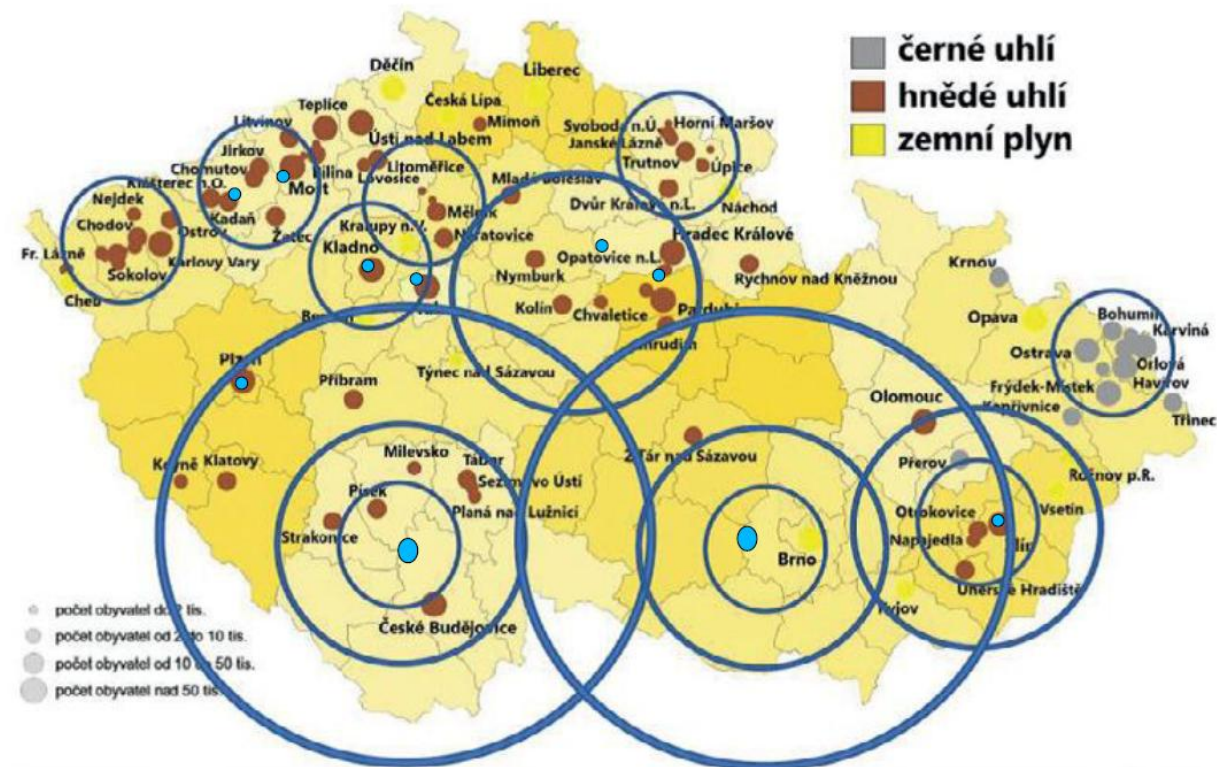
Obr. 1. Sloupcový graf porovnávající emise CO₂ v rámci životního cyklu pro různé technologické energetické zdroje

TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

Teplárenské lokality

V České republice můžeme hypoteticky uvažovat následující soukromé energetické hráče (např. pro SMR):

1. **SevEn** (Pavel Tykač) – vlastník Elektráren **Chvaletice** (ECHV) a **Počerady** (EPOC), a tepláren **Kladno** a **Zlín**.
2. **EPH** (Daniel Křetínský) – vlastník Elektráren **Opatovice** (EOP), **Komořany** (UE KOM) a **Plzeňské teplárenské**.
3. francouzská **VEOLIA Česká republika** – vlastník **Pražské Teplárenské** soustavy (PTS = PT + levobřežní zdroje).



Obr.2. Teplárenské lokality pro využívání jaderných bloků obecně v ČR (velké kružnice označují EDU a ETE)

TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

2026: Státní podpora pro teplárny – ochrana proti emisním povolenkám

Ihned po Velikonocích dne 7. dubna 2026 MPO v poslední soutěži „na podporu elektřiny z vysokoúčinné výroby KVET“ (jejím třetím kole) uvolnilo finanční prostředky na modernizaci teplárenských zdrojů. Mezi úspěšnými žadateli jsou ČEZ Teplárenská, Sev.en, LAMA, E.ON, Veolia Energie, Energetika Třinec, a další společnosti (Tab. I). MPO v třetím kole nabízelo podporu pro modernizaci teplárenských zdrojů o elektrickém výkonu až 910,5 MW.

Uchazeči přihlásili projekty v rozsahu 582 MW, takže se dostalo na všechny přihlášené.

(v prvních dvou kolech byl převis poptávky žadatelů nad nabídkou MPO, takže ne všichni žadatelé byli úspěšní).

společnost	Poznámka	elektrický výkon modernizovaného zdroje [MWe]	termín dokončení měsíc/rok
ČEZ Teplárenská	Trmice u Ústí n.L.	183	12/2030
Energetika Třinec	Třinecké železářny	62	12/2030
Teplárna Zlín	skupina Sev.en Česká energie	51	12/2030
Teplárna Otrokovice	3 různé projekty	47	11/2029
Sev.en Zeta	Teplárna Kladno	39	12/2030

Tab. I. Pět největších podpořených projektů v soutěži podpora KVET

TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

Zlomový okamžik v české elektroenergetice

Vláda, MPO a ČEZ, oznámily 9. dubna 2026, že stávající jaderné bloky v Dukovanech bude možné provozovat celkově až **80 let od jejich spuštění, tedy do let 2065 až 2067**. Vyplývá to z analýzy energetické společnosti ČEZ, jejíž výsledky představili postupně GŘ ČEZ **Daniel Beneš** (vpravo) a ministr průmyslu a obchodu **Karel Havlíček**.

Stávající jaderné bloky v Dukovanech mají nyní povolení až do roku 2035. V Dukovanech nyní fungují čtyři jaderné bloky, každý o výkonu 512 MWe. Ministr Havlíček uvedl, že provoz Dukovan až na 80 let není náhradou za plánované nové bloky, ale jejich logickým doplněním v české energetické strategii. „Nic to nemění na **nutnosti pokračovat ve výstavbě nových jaderných zdrojů (EDU 5., 6., ETE 3., 4.) a v přípravě malých modulárních reaktorů SMR**, protože Česká republika bude potřebovat stabilní, bezpečnou a konkurenceschopnou elektřinu v maximálním možném objemu.“

Státní úřad pro jadernou bezpečnost (**SÚJB**), slovy v tomto roce nového předsedy **Štěpána Kochánka** (vlevo), potvrzuje, že technicky je prodloužení možné, pokud elektrárna projde přísnými periodickými prověrkami a to každých 10 let.



TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

Kdo může být zákazníkem pro jaderné dodavatelské firmy, potenciálním vlastníkem a provozovatelem ?

Potenciálními zákazníky a provozovateli nejsou pouze majitelé a provozovatelé velkých tepláren a elektráren (státní či nezávislé), ale také zástupci krajských a regionálních orgánů, velkých statutárních měst (nad 100000 ob.), měst (do 50000 obyvatel), obcí (do 3000 obyvatel), a malých obcí (cca 300 až 500 obyvatel, často v rámci mikroregionů).

Jako příklad vzhledem k existenci a provozování ZZ byla logicky vybrána regionální tepelná soustava **SCZT EOP-Hradec Králové-Pardubice-Chrudim**, která zasahuje do KHK, ale také do Pardubického kraje.

V případě **SCZT EOP** můžeme mluvit o lokalitách, které jsou v základním zatížení zásobovány teplem z centrálního zdroje EOP dálkovými horkovody, které však jsou zálohově vybaveny plynovými záložními zdroji ZZ spouštěnými v případě potřeby špičkového zatížení nebo při nouzových a havarijních situacích.

Jedná se o město Chrudim (24 tis ob.), obec Pohřebačka – Opatovice nad Labem (3500 resp. 4500 ob.), obec Rybitví a Lázně Bohdaneč (4900 ob.), obec Čeperka (1200 ob.).

TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

Soustava SCZT EOP

Soustava **SCZT EOP** je vybavena několika záložními zdroji (ZZ) viz tab. 2 níže. S přehledem tepelného výkonu jednotlivých ZZ.

Ve vazbě na SMR tedy můžeme hypoteticky mluvit o budoucí náhradě stávajících plynových ZZ EOP malými moderními zdroji **jadernými SMR a to nejpozději od roku 2040.**

To je dáno taxonomií EU, která uznává zemní plyn pouze jako náhradní palivo, a to pouze do roku 2040.

(i když nyní ve vazbě na válku v Iránu se v EU mluví o změnách v Taxonomii, hlavně však v oblasti ropy a plynu).

K9	45 MW	Pardubice
K11	7 MW	Rybitví, zelená louka
K12	7 MW	Rybitví, zelená louka
K13	35 MW	Chrudim
K14	45 MW	Farářství, HK
K15	45 MW	ZVU
K16	45 MW	ZVU
Celkový výkon záložních zdrojů	229 MW	

Tab. 2. Přehled tepelného výkonu jednotlivých ZZ

TRANSFORMACE A MODERNIZACE ČESKÉHO TEPLÁRENSTVÍ

Závěr I. bloku

Závěrem lze konstatovat, že energetika a teplárenství tady bude hodně dlouho, až do vymření lidské civilizace.

Rovněž tady s námi bude hodně dlouho nutnost realizovat a provozovat bezemisní energetické zdroje, a vzdělávat, připravovat a trénovat lidskou obsluhu (možná s pomocí AI rádce).

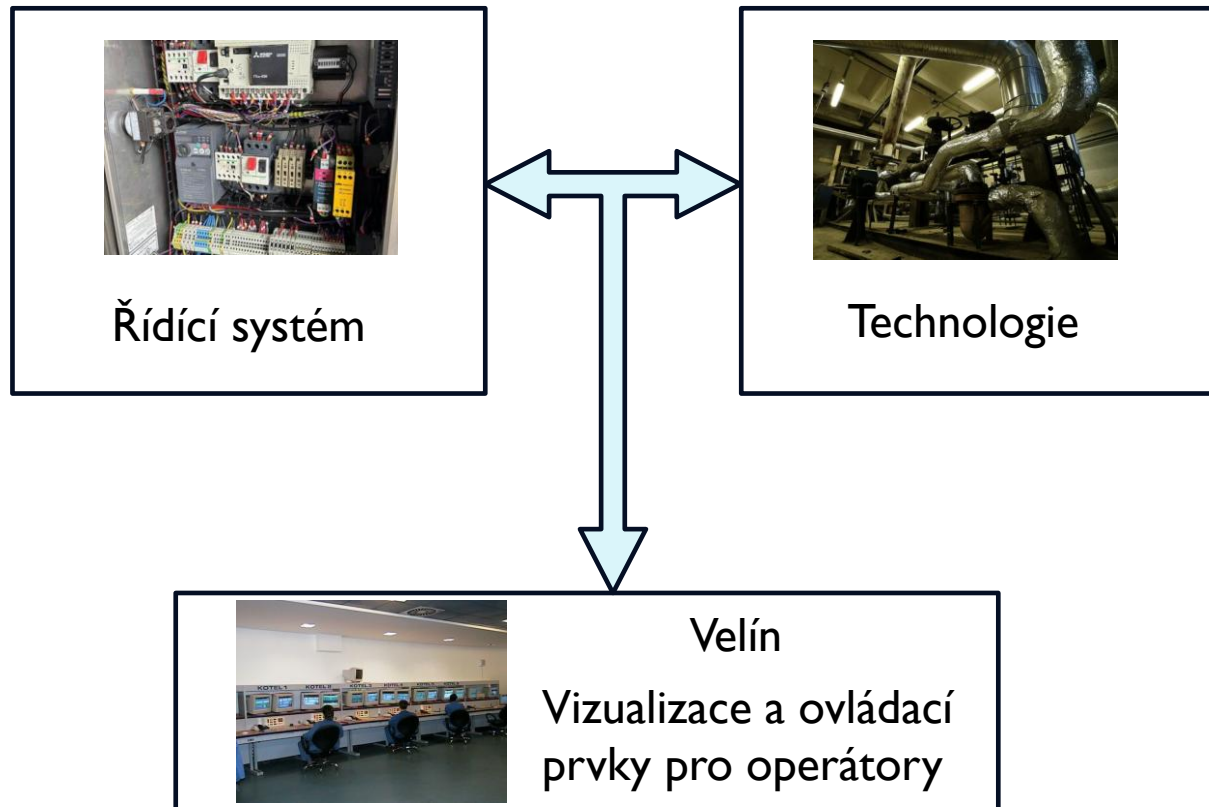
Nezbytně tady taky musí být SW a HW prostředky, které umožní energetické zdroje efektivně řídit a regulovat.

S tím souvisí i nutnost existence SW simulačních prostředků – „Tréninkové Simulátory“

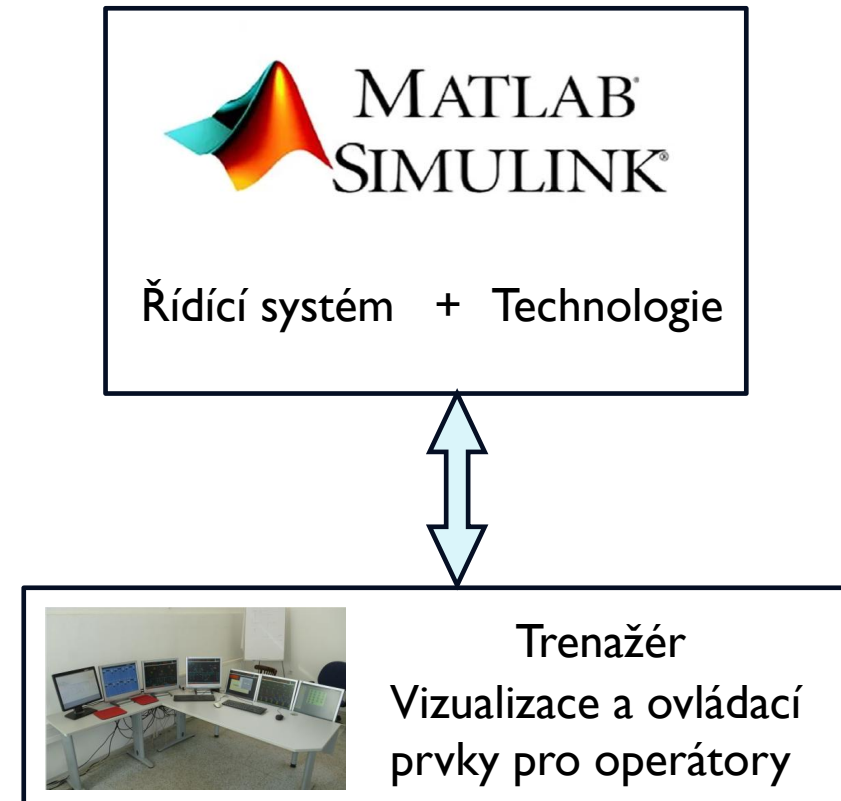
TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

II. Blok: Základní porovnání

Reálný provoz



Trenažér



TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

Varianty uspořádání

Trenažér

Trénink probíhá na vyhrazeném místě.

Ukázka možného provedení:



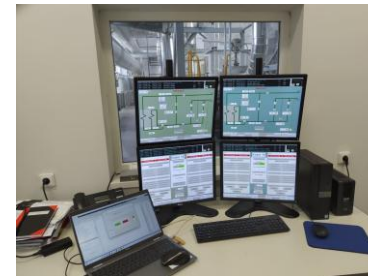
- Samostatné pracoviště pro výcvik operátorů doplněné o HW ovládací prvky



- Samostatné pracoviště pro výcvik operátorů. HW ovládací prvky jsou nahrazené SW simulací v HMI.

Mobilní Trenažér

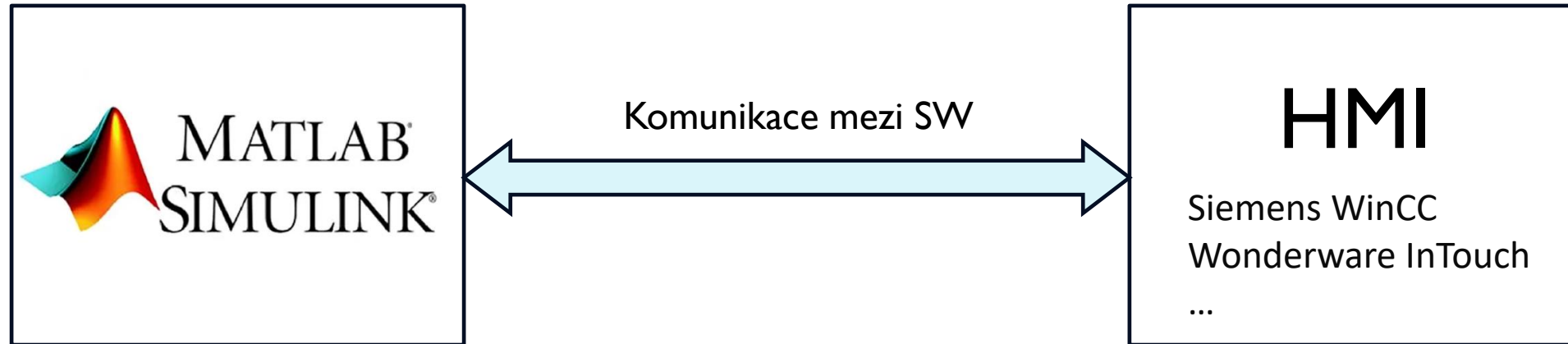
Trénink probíhá variantně na různých místech.



- Modely jsou instalované na přenositelném notebooku. HW ovládací prvky jsou nahrazené SW simulací v HMI.
- Trénink probíhá přímo na velínech na různých lokalitách
- Trenažér využívá existující HW a SW licence HMI, pouze se odpojí od řídicího systému a připojí k notebooku.

TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

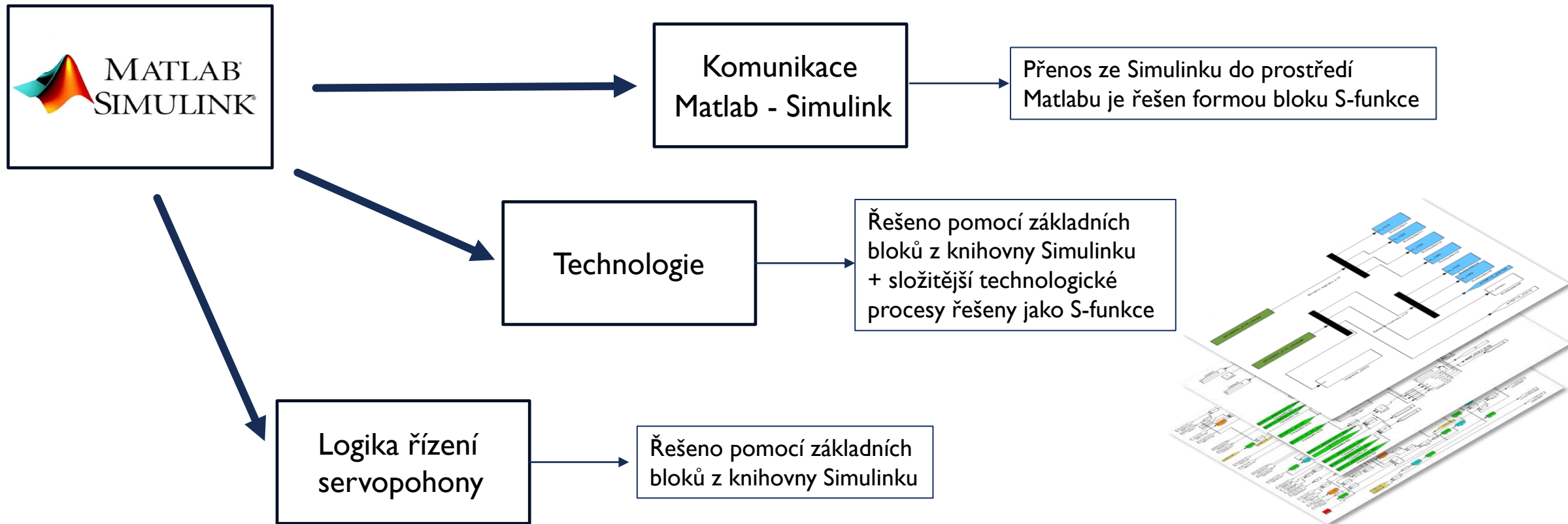
Základní popis



Způsob realizace komunikace mezi SW závisí na HW uspořádání. Může vyžadovat další SW aplikaci nezbytnou pro provoz trenážeru, nebo specifický modul (licence) z nabídky SW Matlab.

TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

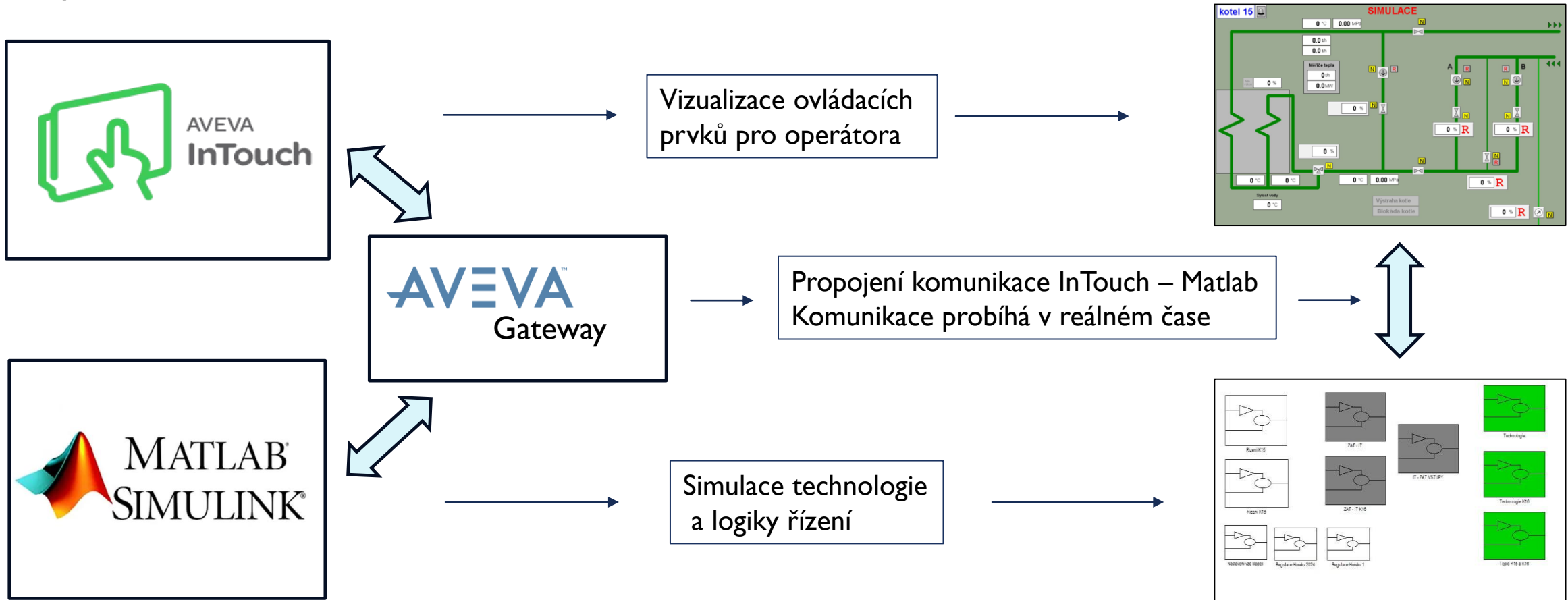
Základní rozdělení struktury modelu



TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

Trenažéry v EOP - Základní popis

Trenažéry v EOP využívají HMI SW InTouch od AVEVA. Tomu je přizpůsobený přenos dat (komunikace) mezi různými SW Matlab a InTouch.



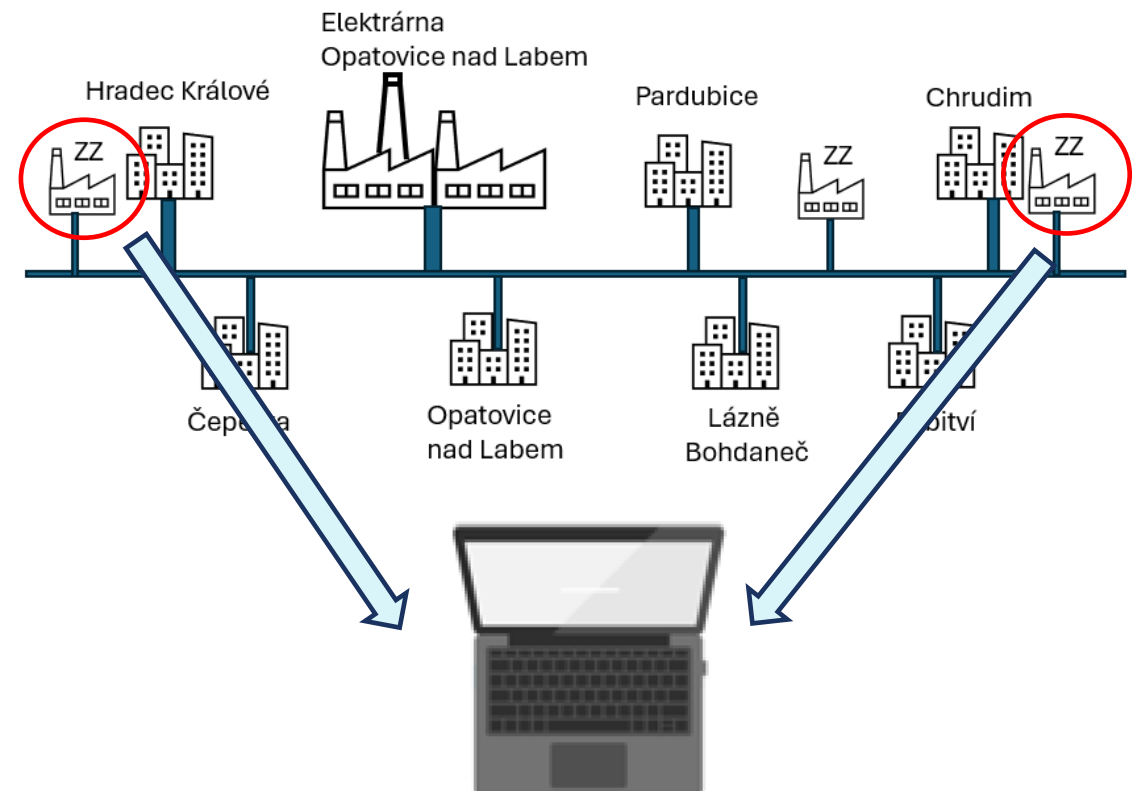
TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

Trenažéry v EOP – Mobilní trenažér pro záložní zdroje

Záložní zdroje ZZ EOP byly vybudovány po havárii kotelny, která způsobila plné odstavení centrálního zdroje. Záložní zdroje jsou odstaveny do studeného stavu, ale v případě potřeby (havárie, údržba, oprava tepelného potrubí či dalších technologických zařízení) jsou schopné rychle v řádu hodiny najet na plný tepelný výkon.

Pro záložní zdroje tak byl ze strany EOP zadáno vyvinout mobilní trenažér, který ve chvíli kdy ZZ nebudou v provozu využije HW a SW licence přímo na velině daného ZZ.

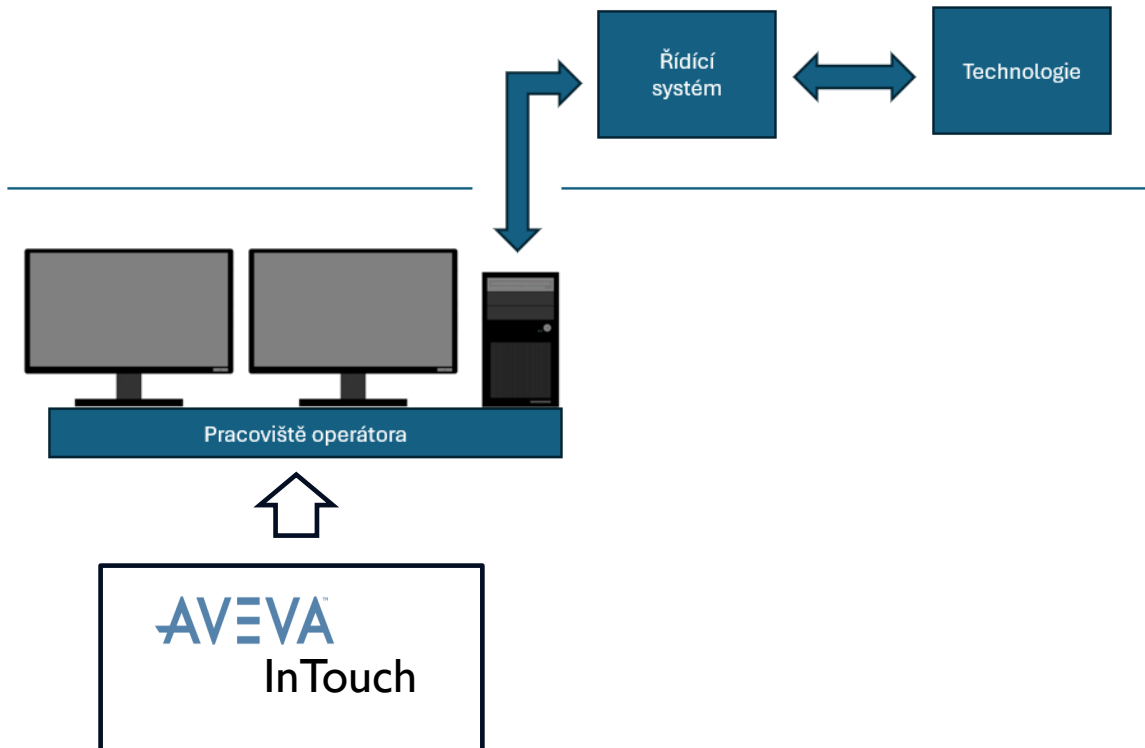
Pro trenažér byly zvoleny dva různé ZZ K13 (Chrudim) a ZZ K15/16 (HK ZVU), které jsou sice technologicky podobné, ale liší se rozsahem a některými specifickými ovládacími prvky a postupy.



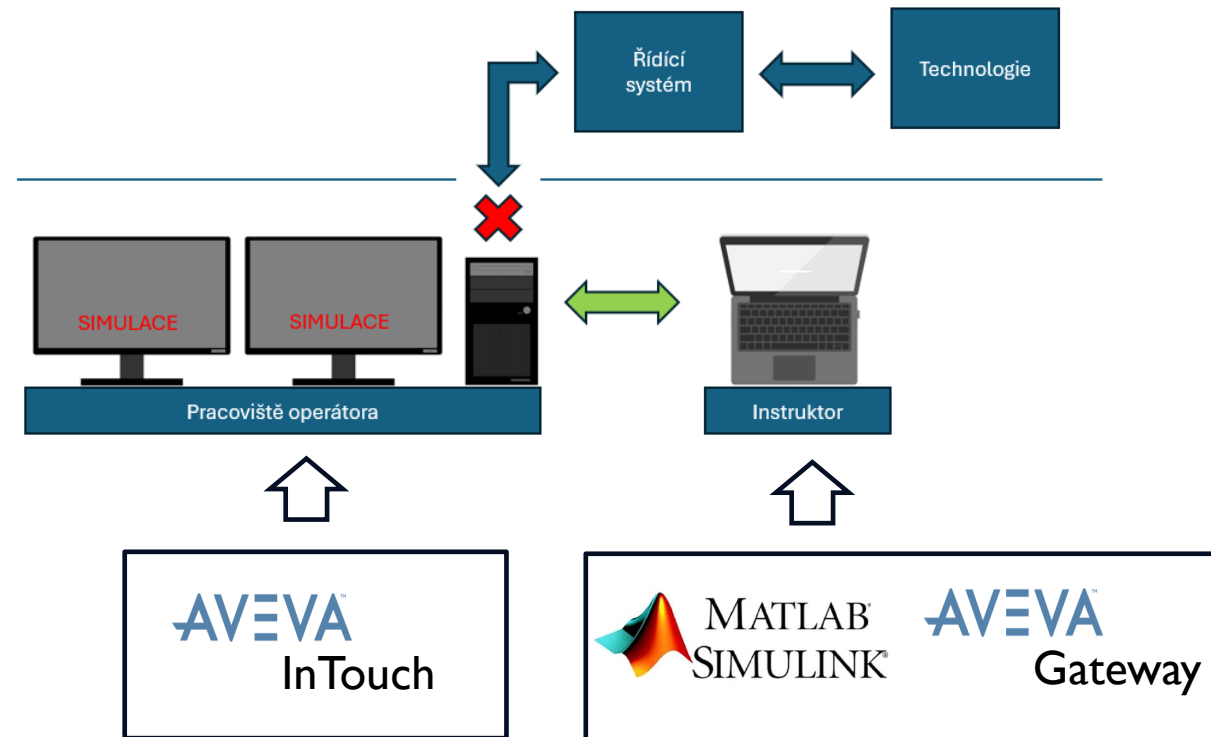
TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

Trenažéry v EOP – Mobilní trenažér pro záložní zdroje

Záložní zdroj v režimu ostrého provozu



Záložní zdroj v režimu trenažéru



ZÁVĚR

Po celou dobu vývoje simulačních trenažérů, tj. od roku 2001 (první Tréninkový Simulátor centrálního výrobního bloku „dva kotle – dvě turbíny – společná parní sběrnice“), až do současnosti, tedy cca 25 let, nám kolektiv společnosti HUMUSOFT byl vždy velmi kvalifikovaným, ochotným a vždy připraveným partnerem a spolupracovníkem.

Za to všem jeho pracovníkům patří náš dík.

Tréninkové simulátory realizované v EOP



2001

- Simulátor provozu kotle, TG

2010

- Dispečerský trenažér elektrorozvodu

2012

- Trenažér záložních zdrojů K13, K15/16

2017

- Dispečerský trenažér elektrorozvodu (aktualizace)

2025

- Trenažér záložních zdrojů K13, K15/16 (aktualizace)

DODATEK

Upozornění na souvislosti při modelování energetických zdrojů (fosilních a jaderných) na bázi MATLAB-SIMULINK

Tři disertační práce z oboru jaderné energetiky budou obhajovány ve čtvrtek 30. dubna 2026 na FEL ZČU v Plzni.

V těchto disertacích byl pro simulaci určitých částí jaderného zdroje využit MATLAB-SIMULINK:

(1) Ing. David Mašata, téma: Využití jaderných zdrojů pro produkci tepla

Anotace: Jaderné reaktory ve stávajících jaderných elektrárnách více než polovinu produkovaného tepla nevyužijí. Práce je zaměřena na technicko ekonomické zhodnocení využití nových i stávajících jaderných zdrojů v teplárenství a to jak v českém tak i světovém kontextu.

(2) Ing. Tomáš Peltan, téma: Optimalizace aktivní zóny malých reaktorů

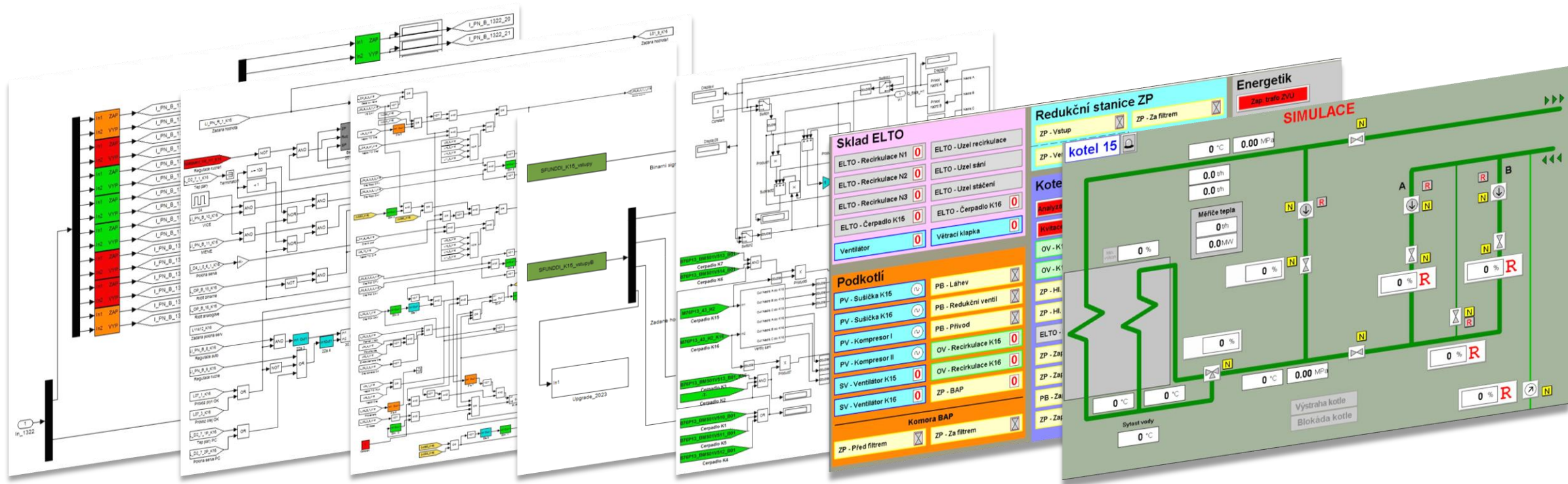
Anotace: Nové výpočtové metody dovolují revoluční návrhy rozměrů, materiálu i fyzikálních parametrů aktivních zón jaderných reaktorů s výkonem do 300 MW. Práce je zaměřena na aplikaci nových optimalizačních metod pro nové jaderné zdroje cílící na zvýšení ekonomiky provozu při zachování jaderné bezpečnosti těchto zařízení.

(3) Ing. Eva Peltanová, roz. Vilímová, téma: Detekce neutronů pro nové typy malých reaktorů

Anotace: Jaderné reaktory s výkonem do 300 MW mají jinou aktivní zónu než stávající reaktory, a proto je obtížné použít stejné systémy pro jejich řízení. Práce je zaměřena na návrh systému detekce hustoty toku neutronů pro tato zařízení.

Předseda komise pro obhajobu disertací je vedoucí Katedry elektromechaniky a výkonové elektroniky (KEP) na FEL ZČU v Plzni,
prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D., autor knihy: **MATLAB a SIMULINK – výpočty a simulace mechanických a elektrotechnických soustav**,
vydavatelství Computer Press, a.s., Brno, 2006.

Kniha obsahuje řadu řešených příkladů z oblasti Dynamiky mechanických soustav, Elektrotechniky (přechodné jevy, teorie elektromagnetického pole) a z Teorie řízení (Elektrické obvody, Stejnoseměrné motory, ale také tzv. Lorentzův „podivný“ atraktor – nelineární trojdimenzionální deterministický systém, který vykazuje chaotické chování).



DĚKUJEME!

POKORNÝ@DATASYS.CZ

Řešitelský tým:

Marek Pokorný, Petr Neuman, Willy Weighofer