Spolufinancováno Evropskou unií

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

APLIKACE UMĚLÉ INTELIGENCE A KVANTOVÉHO POČÍTÁNÍ V ENERGETICE II

Od CAD modelu k simulaci

Automatizovaná tvorba výpočetních modelů přečerpávání vodíku

Tomáš Karásek

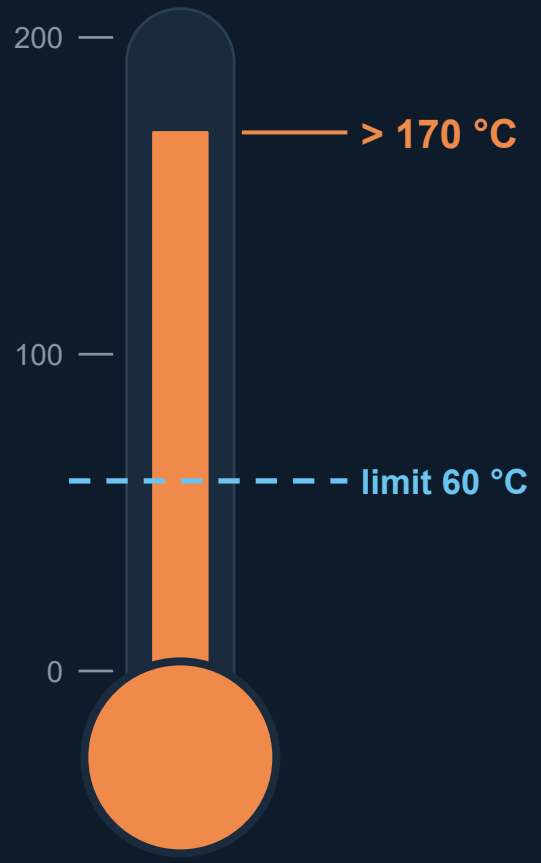
VŠB – Technická univerzita Ostrava · 26. 10. 2026

Projekt „Zvýšení odolnosti energetických sítí v kontextu dekarbonizace, decentralizace a udržitelného socioekonomického rozvoje“ CZ.02.01.01/00/23_021/0008759, Operační program Jan Amos Komenský



MOTIVACE

1,5 sekundy, 170 °C



1,5 s — plnění láhve bez regulace

> 170 °C — špička teploty v láhvi

60 °C — maximální přípustná teplota láhve

Komprese plyn ohřívá – plnění proto musíme řídit.

FYZIKÁLNÍ MODEL

Ideální plyn při 700 bar selhává

PENG–ROBINSONOVA ROVNICE STAVU

$$p = \frac{RT}{v - b} - \frac{a(T)}{v(v + b) + b(v - b)}$$

a(T) přitažlivé síly · b vlastní objem molekul

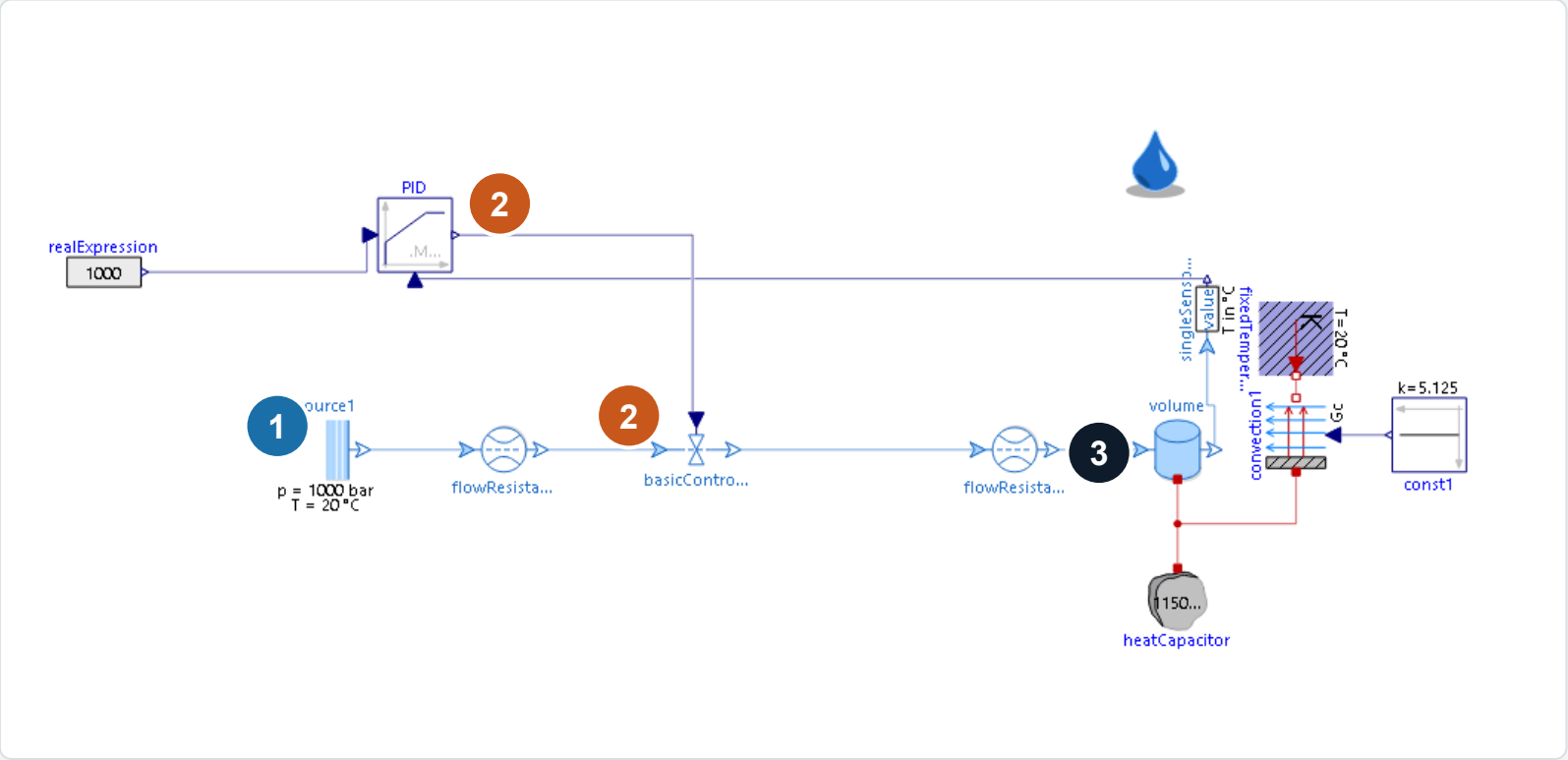
Model musí zachytit

- hustotu při vysokém tlaku
- ohřev při kompresi a Jouleův–Thomsonův jev
- proměnné tepelné kapacity



kvalitativní srovnání

Zdroj, ventil, láhev, regulátor



1 Zdroj

1000 bar, 20 °C

2 Regulace

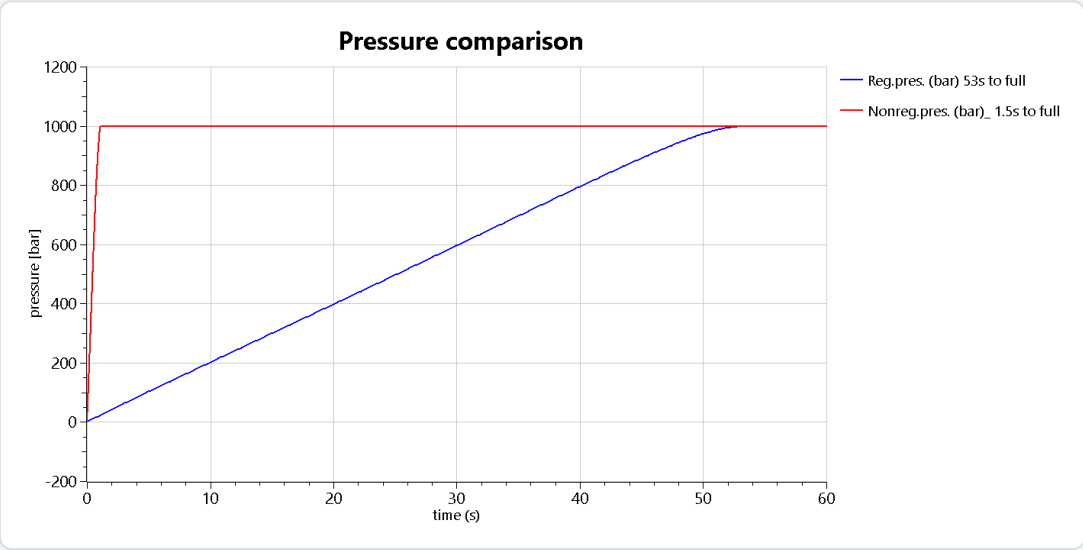
PID přivírá ventil podle teploty v láhvi

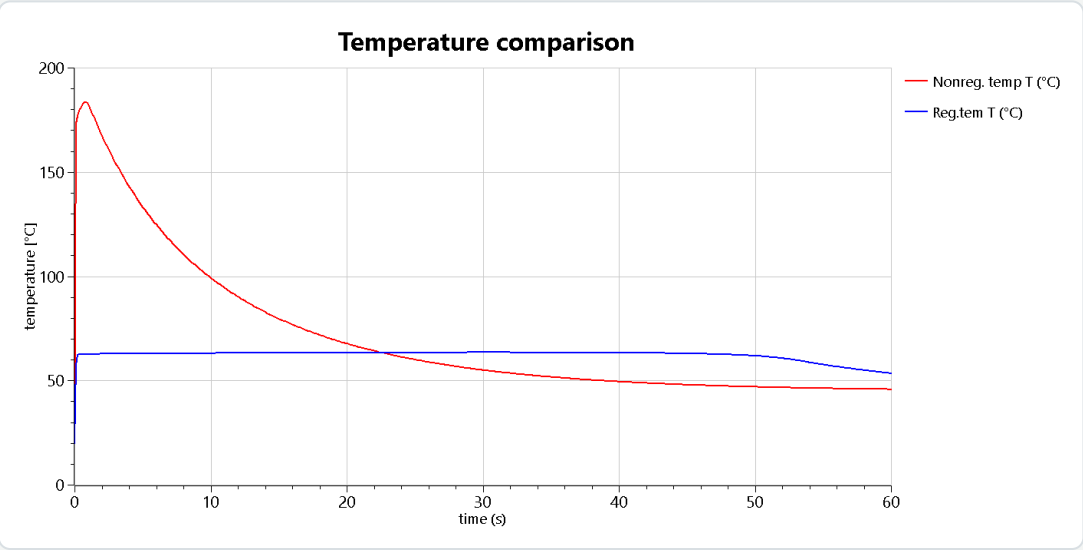
3 Láhev

objem + tepelná kapacita stěny + konvekce do okolí

Malá soustava = ručně za pár minut

Bezpečnost stojí 51 sekund





1,5 s
plnění bez regulace

53 s
plnění s regulací

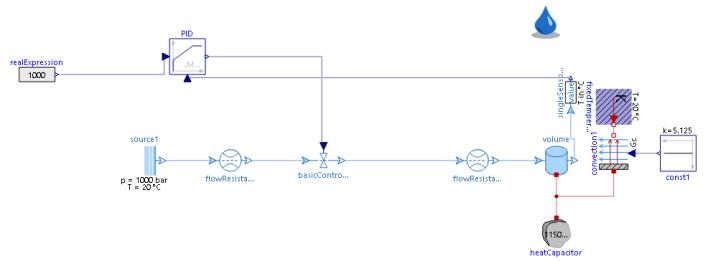
> 170 °C
špička bez regulace

≈ 60 °C
s regulací po celou dobu

červeně bez regulace · modře s regulací

PROBLÉM ŠKÁLOVÁNÍ

Jedna láhev ano. Zásobník ne.



jednoduchá soustava



desítky
lahví a větví

stovky
prvků v modelu

Čas
ruční kreslení roste s každým prvkem

Chyby
jedno špatné propojení zkreslí výsledky

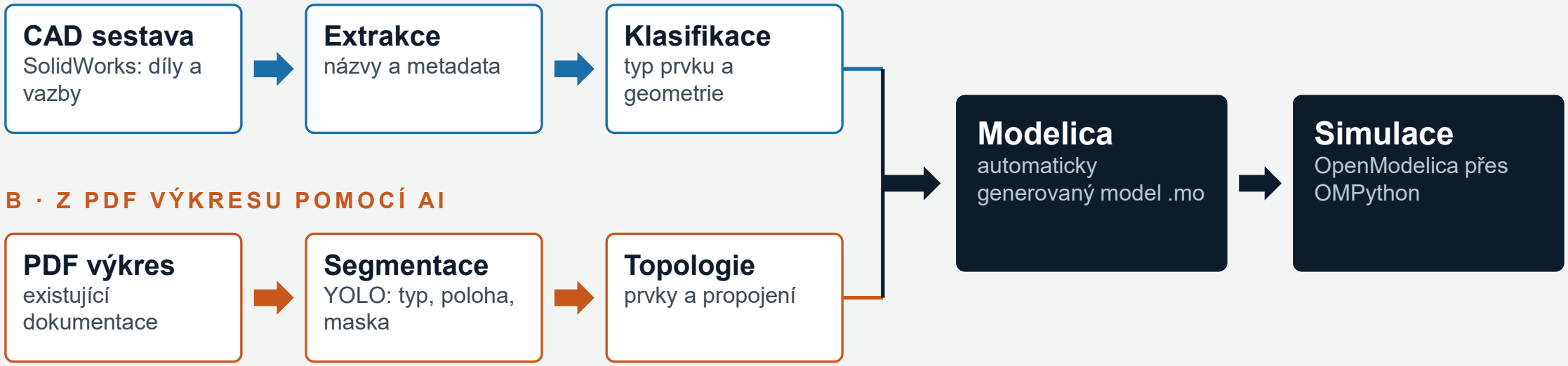
Změny návrhu
každá úprava konstrukce = kreslit znovu

Proto model nekreslíme. Generujeme ho.

AUTOMATIZACE

Dva vstupy, jeden model

A · Z CAD SESTAVY



Python propojuje všechny kroky obou cest do jednoho workflow

CESTA A · Z CAD SESTAVY

Vazby v CADu = propojení modelu



vstup: sestava SolidWorks – díly + vazby

01 **Přečíst**

díly a jejich vazby (mates) ze sestavy

02 **Rozpoznat**

z názvu dílu typ prvku: láhev, potrubí, ventil, ohyb…

03 **Propojit**

vazby + směr toku = topologie modelu

Konstruktér propojení už nakreslil – my ho jen čteme.

CESTA A · MAPOVÁNÍ

Každý díl má svůj blok

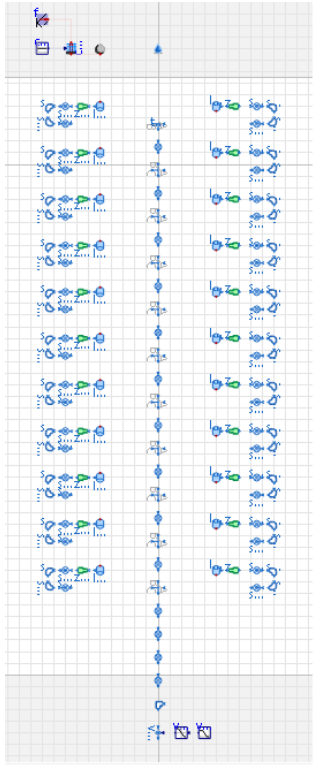
PRVEK V CAD	KOMPONENTA MODELICA
láhev	Volume
potrubí	FlowResistance
ventil	BasicControlValve
ohyb, smyčka	CurvedBend / EdgedBend
T-kus, kříž	Junction / Splitter

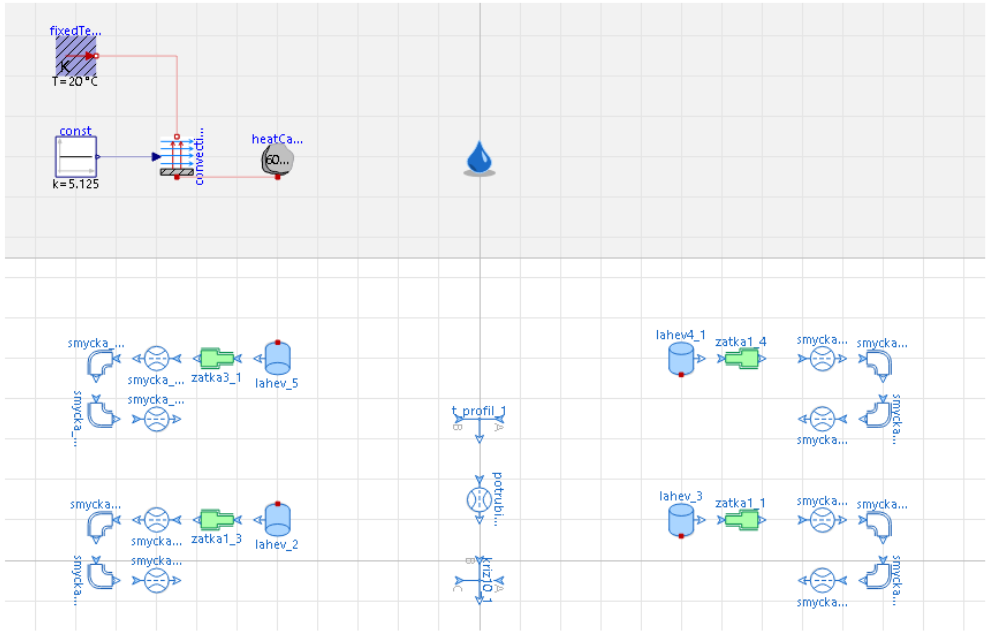
Knihovna
ThermofluidStream

Geometrie
délka a průměr přímo z CAD

Doplněno
tepelné vazby, zdroj, sink

Model zásobníku bez kreslení





Parametry zvlášť

externí soubor – změna bez regenerace modelu

Skript .mos

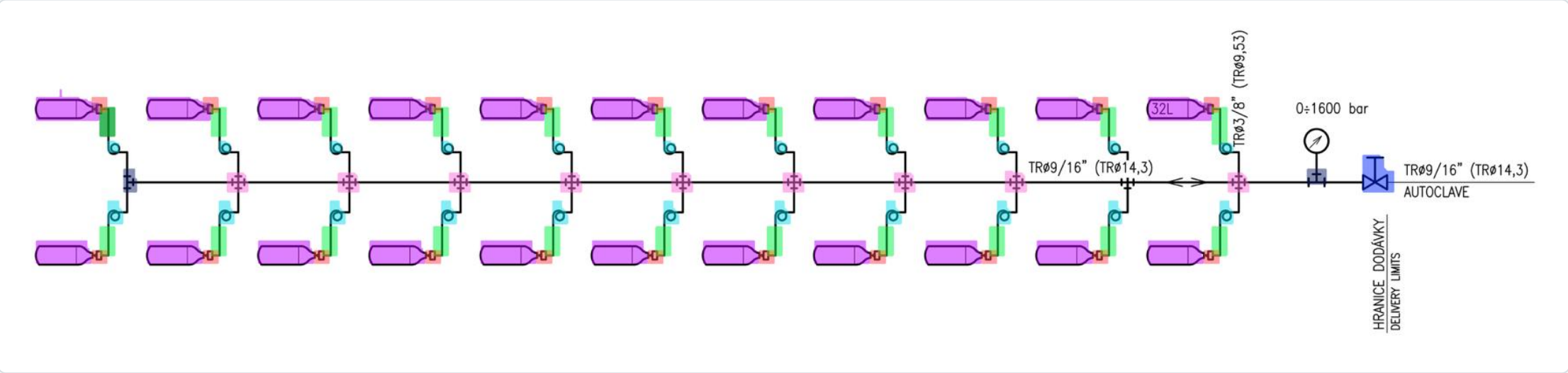
načte model, nastaví parametry, spustí, uloží

OMPython

řízení OpenModelica bez GUI

CESTA B · Z PDF VÝKRESU POMOCÍ AI

Neuronová síť čte výkresy



YOLO

segmentační model Ultralytics

80 / 20

vlastní dataset výkresů: trénink / validace

800 × 800 px

300 epoch – kvůli drobným prvkům

CESTA B · PŘEVOD DO MODELICA

Z masky k Modelica komponentě

01

Výstup YOLO

- typ prvku
- poloha
- segmentační maska

02

Mapování

- tlaková nádoba → objem
- potrubí → hydraulický odpor
- ventil → regulační prvek

03

Topologie

- propojení z poloh prvků
- kde to výkres dovolí

Limit: rozměry, materiál a provozní hodnoty z obrázku spolehlivě nevyčteme.

SROVNÁNÍ

CAD je přesný, PDF dostupné

Máte CAD sestavu? → **cesta A**

Máte jen výkres? → **cesta B**

	A · z CAD sestavy	B · z výkresu pomocí AI
Vstup	parametrická sestava	PDF nebo obrázek
Topologie	úplná, z vazeb	z poloh prvků, nemusí být úplná
Parametry	geometrie přímo z modelu	rozměry a materiál často chybí
Přesnost závisí na	názvové konvenci dílů	kvalitě trénovacích dat
Hlavní přínos	model = aktuální návrh	využije i starou dokumentaci

MOŽNÉ DALŠÍ KROKY

Další krok: spojit obě cesty

Kóty z výkresu

doplnit do cesty B rozměry – čtení kót a popisů z PDF

Větší dataset

další typy výkresů a značek pro přesnější rozpoznání

Rozšíření modelu

HydrogenPR4 rozšířit o směsi plynů

Cíl: jedna pipeline, která z jakékoli dokumentace sestavy vytvoří spustitelnou simulaci.

ZÁVĚR

Máte výkres? Nasimulujeme ho.

01

Regulace je nutná

60 °C místo 170 °C za cenu plnění 53 s

02

Otevřený model vodíku

Peng–Robinson v OpenModelica, robustní pro dynamiku

03

Model sestavy automaticky

z CAD sestavy i z PDF výkresu pomocí AI

Pošlete nám sestavu nebo výkres – vyzkoušíme to na vašich datech.

tomas.karasek@vsb.cz

Děkuji za pozornost · Tomáš Karásek

Spolufinancováno Evropskou unií

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

Projekt „Zvýšení odolnosti energetických sítí v kontextu dekarbonizace, decentralizace a udržitelného socioekonomického rozvoje“ CZ.02.01.01/00/23_021/0008759, Operační program Jan Amos Komenský