



Popis programu Studená past-v2 (12/2018)

Tento program vznikl v rámci řešení projektu TE01020455 – CANUT.

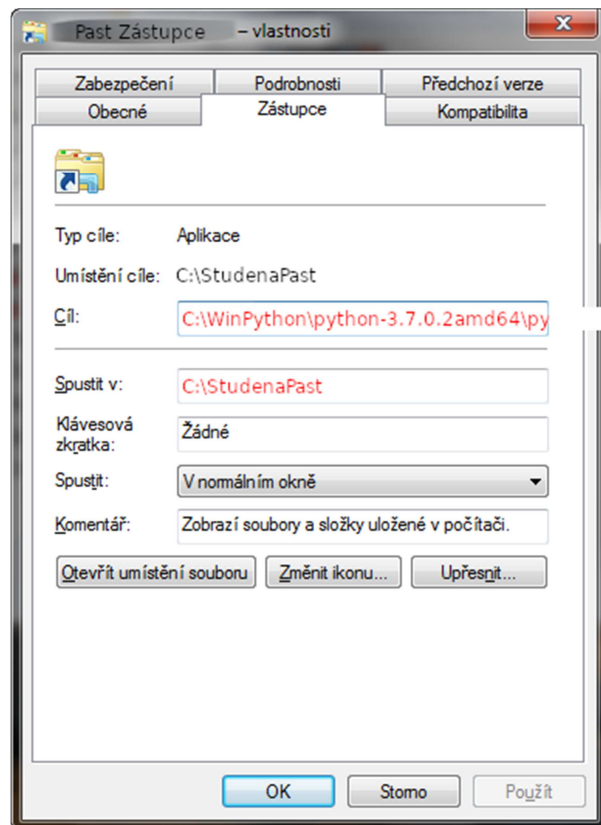
Program Studená past-v2 (CT2 - Cold Trap, version 2) sestává z výpočetního skriptu a grafického rozhraní. Výpočetní skript je napsán v jazyce Python v.3.6 a grafická nadstavba v knihovně Tk. Pro výpočet vlastností vody a vodní páry jsou použity tabulky iapws v.1.2 pro jazyk Python.

Program je schopný zcela samostatně řešit úlohu studené pasti při zadaných parametrech eutektika a geometrických rozměrech zařízení. Jedná se o tepelnou bilanci mezi primární (Li-Pb) a sekundární stranou (vroucí voda) při neznámém saturačním tlaku na sekundární straně. Tato část byla převzata z předchozí verze programu (CT1). Program CT2 zde rozšiřuje výpočty na terciální okruh se zkapalňováním odpařovaného množství vody na sekundární straně za přítomnosti nekondenzujícího plynu (Argon). Implementace první části programu (návaznost na CT1) byla provedena z důvodu přímé návaznosti výsledků saturace na stěně mezi primárním a sekundárním okruhem.



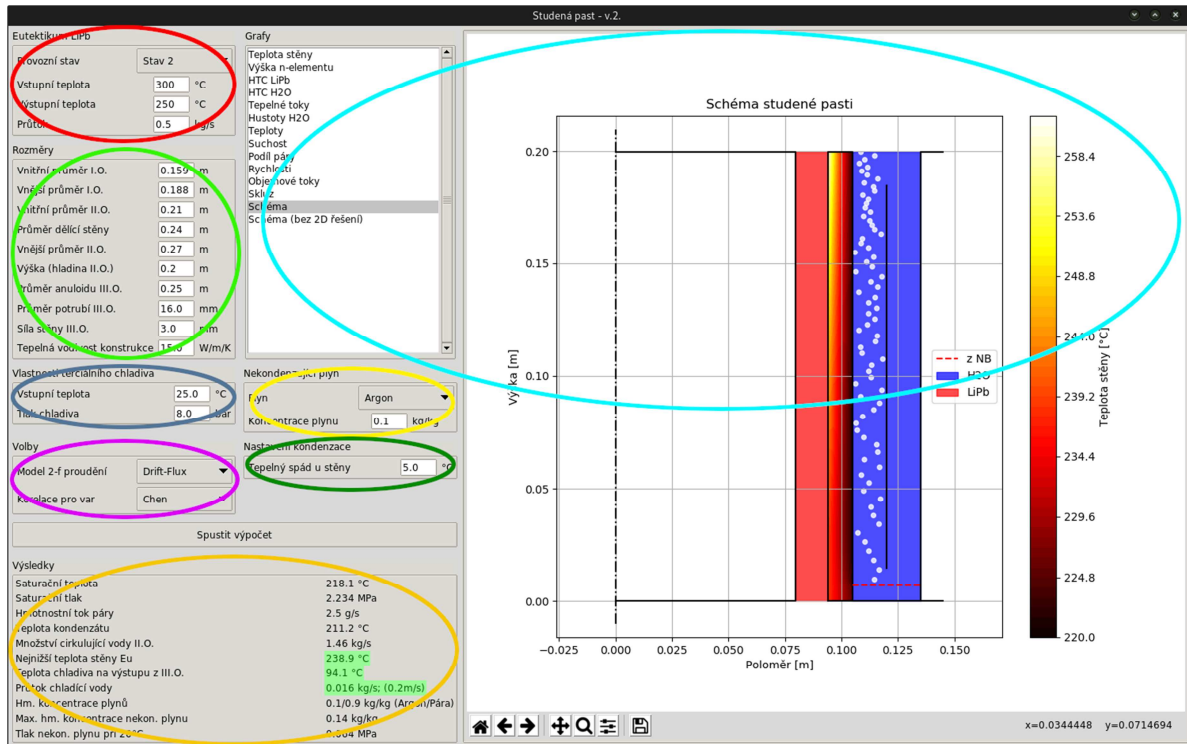
Instalace programu

- 1) Stažení a instalace základních knihoven Python „WinPython“:
<https://sourceforge.net/projects/winpython/files/>
- nainstalovat např. do C:\WinPython (dále bude v příkladech uvedena tato cesta)
- 2) Instalace modulu „CooProp“
v [C:\WinPython](#) spustit **WinPython Command Prompt**
zde zadat příkaz: **pip install CoolProp**
- 3) Rozbalení archivu s programem „Studená past“ do libovolné složky (např. C:\StudenaPast)
- 4) Vytvoření spustitelného zástupce:
 - 1) Například na ploše dát vytvořit nového zástupce
 - 2) Ve vlastnostech tohoto zástupce uprav cíl na např:
„C:\WinPython\python-3.7.0.2amd64\python.exe main.py“
(cesty jsou jen příklad) viz. obrázek níže
!! Nezapomenout na mezeru mezi python.exe a main.py
 - 3) Do „Spustit v“ umístit cestu k main.py např. C:\StudenaPast
 - 4) OK





Popis hlavního okna programu



Obrázek 1: Hlavní okno programu.

1. Definice parametrů primární strany – Li-Pb

Obrázek 2: Definice parametrů eutektika.

Lze ručně nastavit hodnoty teplot a průtoků nebo vybrat jeden z přednastavených provozních stavů.

Provozní stavy:

- Stav 1 – $T_{in}=300^{\circ}\text{C}$, $T_{out}=250^{\circ}\text{C}$, $m=1\text{kg/s}$
- Stav 2 – $T_{in}=300^{\circ}\text{C}$, $T_{out}=250^{\circ}\text{C}$, $m=0,5\text{kg/s}$
- Stav 3 – $T_{in}=350^{\circ}\text{C}$, $T_{out}=250^{\circ}\text{C}$, $m=0,5\text{kg/s}$
- Stav 4 – $T_{in}=400^{\circ}\text{C}$, $T_{out}=300^{\circ}\text{C}$, $m=0,5\text{kg/s}$

Vstupní teplota

Vstupní teplota eutektika na primární straně výměníku [$^{\circ}\text{C}$]

Výstupní teplota

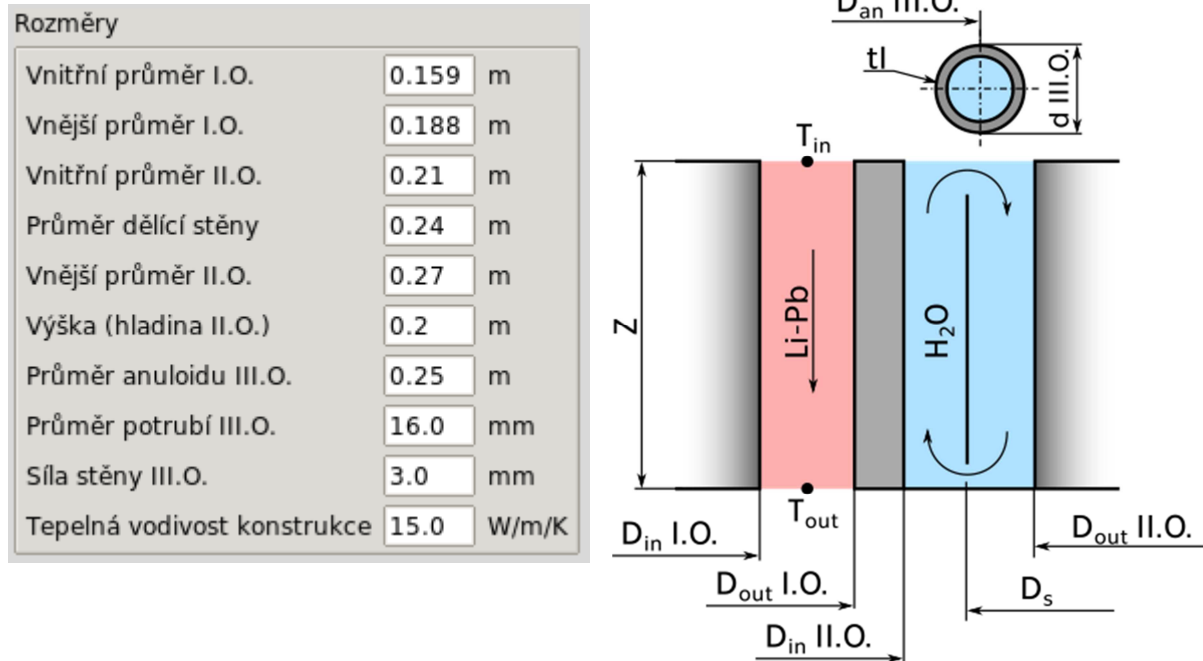
Výstupní teplota eutektika na primární straně [$^{\circ}\text{C}$]

Průtok

Průtok eutektika [kg/s]



2. Definice rozměrů zařízení a tepelné vodivosti teplosměnné stěny



Obrázek 3: Definice rozměrů zařízení a tepelné vodivosti mezistěny.

Zde se zadávají rozměry zařízení (viz. schéma), mimo to i tepelná vodivost konstrukce.

3. Volba Dvofázového modelu a korelace pro součinitel přestupu tepla při objemovém varu

- Implementované dvofázové modely:
 - 1) Drift-Flux – model směsi v termodynamické rovnováze zohledňující vzájemný skluz jednotlivých složek
 - 2) HEM model - homogeneous equilibrium model (model homogenní směsi v termodynamické rovnováze)
- Implementované korelace pro přestup tepla při objemovém varu
 - 1) Chen
 - 2) Sazima
 - 3) Rohsenow
 - 4) Kružilin

4. Podrobné grafické výsledky

Grafy zobrazující řadu důležitých výsledků výpočtu jsou vynášeny jak do hlavního okna (po označení výsledku pro zobrazení v listu uprostřed). Grafy jsou vykreslovány pomocí knihovny Matplotlib a je možné je přímo z hlavního okna ukládat do formátů png,eps,jpg,pdf,ps,svg,tif,raw. Zároveň je možné s grafy v hlavním okně manipulovat (zoom, posun, odsazení).



5. Vlastnosti chladiva v terciálním okruhu

Určuje vlastnosti chladiva (vody) v terciálním okruhu, který slouží jako kondenzátor páry ze sekundární strany výměníku. Určujícími parametry jsou tlak a vstupní teplota chladiva.

6. Volba nekondenzujícího plynu

Nekondenzující plyn tvoří společně s vodní parou směs na hladině sekundárního „okruhu“. Základní volba je argon, ale je možné zvolit i dusík, vzduch a helium. Parametr, který určuje množství plynu ve směsi je jeho hmotnostní koncentrace při tlaku saturace. Maximální hodnota koncentrace nekondenzujícího plynu je součástí řešení.

7. Nastavení kondenzace

Zde je jedinou volbou míra podchlazení stěny kondenzátoru vůči saturační teplotě. Základní hodnota je zvolena 5°C.

8. Hlavní výsledky výpočtu:

Výsledky	
Saturační teplota	218.1 °C
Saturační tlak	2.234 MPa
Hmotnostní tok páry	2.5 g/s
Teplota kondenzátu	211.2 °C
Množství cirkulující vody II.O.	1.46 kg/s
Nejnižší teplota stěny Eu	238.9 °C
Teplota chladiva na výstupu z III.O.	94.1 °C
Průtok chladicí vody	0.016 kg/s; (0.2m/s)
Hm. koncentrace plynů	0.1/0.9 kg/kg (Argon/Pára)
Max. hm. koncentrace nekon. plynu	0.14 kg/kg
Tlak nekon. plynu při 20°C	0.064 MPa

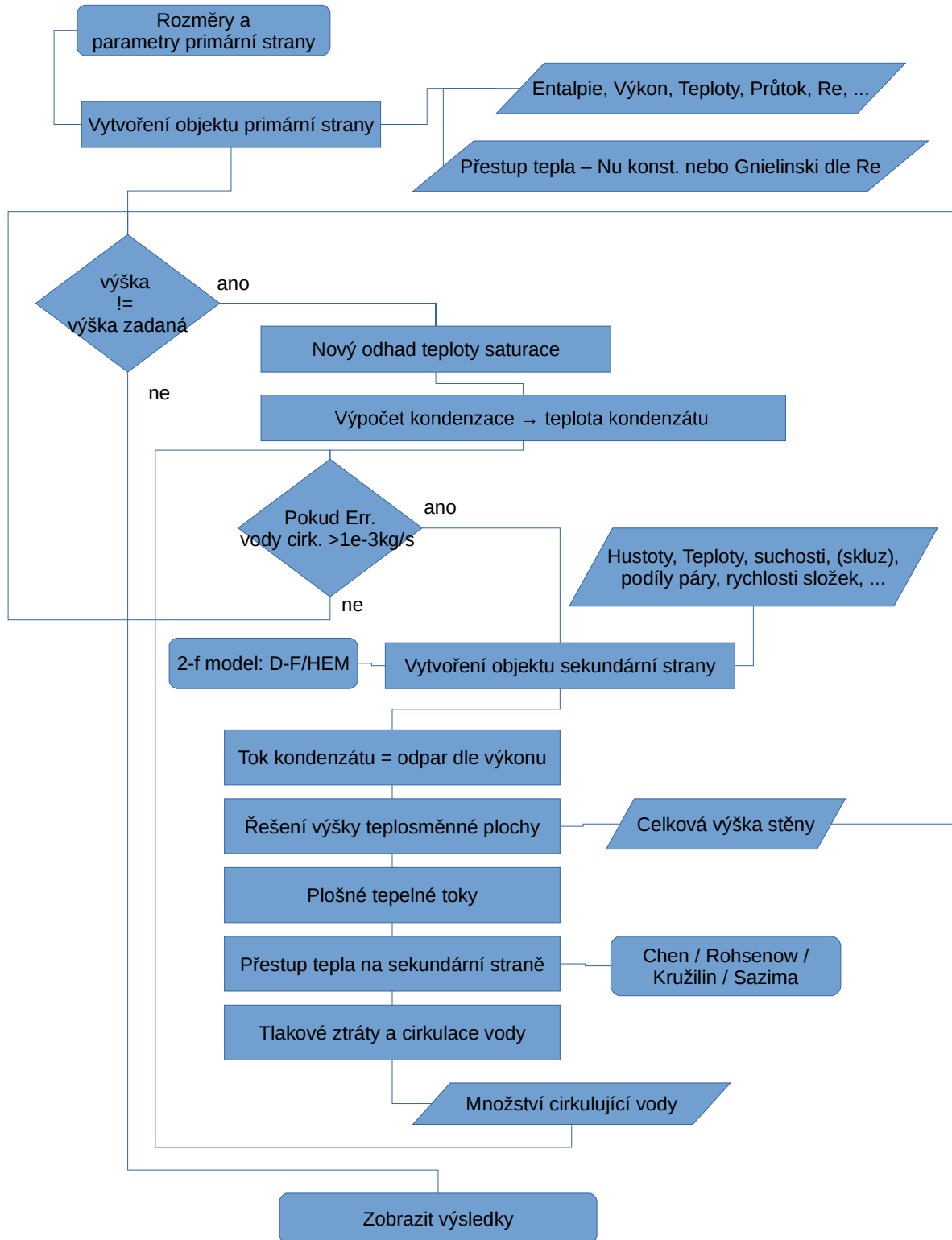
Obrázek 4: Podokno hlavních výsledků výpočtu.

- Saturační teplota sekundární strany
- Saturační tlak sekundární strany
- Hmotnostní tok páry na sekundární straně
- Hmotnostní tok cirkulující vody uvedené v pohyb přirozenou konvekcí
- Nejnižší teplota stěny primární strany (Eutektika Li-Pb)
- Teplota kondenzátu
- Teplota chladiva na výstupu z kondenzátoru (je hlídána saturační teplota)
- Průtok chladicí vody v kondenzátoru
- Hmotnostní koncentrace plynu (pokud zadání splňuje max. možnou koncentraci plynu)
- Maximální hmotnostní koncentrace nekondenzujícího plynu
- Tlak nekondenzujícího plynu při 20°C (tlak nad hladinou při studeném stavu)



Schéma programu

Níže je uvedeno zjednodušené schéma průběhu výpočtu v programu CT2.



Obrázek 5: zjednodušené schéma programu.