

A02 — Niskoredni MSW grate model

FMU model i upute za izradu PLC programa

Verzija 1.0

Studentska vježba — Homa Virtual Plant (Model-in-the-Loop)

Homa inženjering

www.homa.hr · info@homa.hr

© 2026 Homa inženjering. Sva prava pridržana.

Sadržaj

1. Cilj vježbe.....	3
2. Opis procesa (što model predstavlja).....	3
3. FMU sučelje — signali.....	3
3.1. Ulazi u FMU.....	3
3.2. Izlazi iz FMU-a (mjerjenja koja PLC čita).....	3
4. Što PLC treba postići (ciljevi upravljanja).....	4
5. Predložena struktura upravljanja (smjernica).....	4
6. Preporučene brzine (sample time).....	4
7. Testni scenariji i kriteriji prihvata.....	4
8. Povezivanje u Homa Virtual Plant.....	4
9. Napomene o modelu.....	5

1. Cilj vježbe

Dobivaš **FMU model** koji predstavlja niskoredni (identificirani) model spalionice komunalnog otpada (MSW) za regulaciju parne opterećenosti. Tvoj zadatak je preko **Homa Virtual Planta** spojiti PLC na taj model i napisati **PLC program koji upravlja procesom** prema zadanim ciljevima.

Radi se o **Model-in-the-Loop (MIL)** postavi: model glumi stvarno postrojenje, tvoj PLC ga vodi, a ti razvijaš i testiraš svoj program na virtualnom sustavu. Model je „otvoren“ — ne sadrži vlastiti regulator; **svu regulaciju radi tvoj PLC preko ulaza modela**.

2. Opis procesa (što model predstavlja)

Ovo je **identificirani (black-box)** niskoredni model iz znanstvenog rada (arXiv:2401.05221). Predviđa normiranu parnu opterećenost iz zadane opterećenosti, temperature primarnog zraka i mjerenja dimnih plinova. Signali su normirani (bez dimenzije).

Na raspolaganju / u procesu:

- `u_steam_load_sp`: zadana parna opterećenost (glavna upravljačka veličina).
- `u_primary_air_temp`: temperatura primarnog zraka / air trim.
- Mjerenja dimnih plinova (`u_flue_h2o`, `u_dry_flue_co2`, `u_dry_flue_o2`) su scenarij.

3. FMU sučelje — signali

Ovo je najvažniji dio. Obrati pažnju na smjer signala:

Smjer signala: ono što je za FMU **ULAZ**, za tvoj PLC je **IZLAZ** (naredba), i obrnuto. Aktuatora tvoj PLC **upisuje**; mjerenja tvoj PLC **čita**.

3.1. Ulazi u FMU

a) Aktuatori — njih upravlja tvoj PLC (PLC izlazi):

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
<code>u_steam_load_sp</code>	Real	–	0.60 – 1.05	Zadana norm. parna opterećenost
<code>u_primary_air_temp</code>	Real	–	~1.0	Norm. temperatura primarnog zraka / air trim

b) Smetnje / scenarij — okolina, NE upravlja ih tvoj PLC:

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
<code>u_flue_h2o</code>	Real	–	~0.14	Norm. H ₂ O u dimnim plinovima
<code>u_dry_flue_co2</code>	Real	–	~0.11	Norm. CO ₂ (suhi dimni plin)
<code>u_dry_flue_o2</code>	Real	–	~0.08	Norm. O ₂ (suhi dimni plin)

Smetnje postaviš na **HMI-u PLC-a** (kao parametar / simulirani senzor), a PLC ih prosljeđuje FMU-u. One nisu izlaz tvog regulatora.

3.2. Izlazi iz FMU-a (mjerenja koja PLC čita)

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
<code>y_steam_load_norm</code>	Real	–	~0.6 – 1.05	Norm. parna opterećenost (glavna PV)

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
y_steam_power_mw	Real	MW	~20 – 34	Parna snaga

4. Što PLC treba postići (ciljevi upravljanja)

Tvoj PLC program treba:

1. Regulirati parnu opterećenost (y_steam_load_norm) na setpoint mijenjajući u_steam_load_sp.
2. Trimati primarni zrak (u_primary_air_temp) prema mjerenom O₂.
3. Ograničiti rampe i saturaciju; bumpless ručni/automatski.

Ciljevi su zadani; **način regulacije osmišljavaš sam** (u nastavku je predložena struktura kao pomoć).

5. Predložena struktura upravljanja (smjernica)

Regulatorne petlje (0.5 – 2 s):

- Steam-load PI: y_steam_load_norm vs setpoint → u_steam_load_sp.
- O₂ trim PI: mjereni u_dry_flue_o2 → korekcija u_primary_air_temp.

Nadzor (5 – 30 s):

- Rampe, limiti, bumpless prijelaz ručni/automatski.

6. Preporučene brzine (sample time)

Sloj	Preporučeni ciklus
Regulatorne petlje	0.5 – 2 s
Supervisory	5 – 30 s
Komunikacijski korak FMU co-simulacije	~1 s

Model je spor (velike vremenske konstante), pa je korak od 1 s dovoljan.

7. Testni scenariji i kriteriji prihvata

Scenarij	Kako izazvati	Očekivano ponašanje PLC-a	Kriterij prolaza
Skok setpointa pare	promijeni setpoint	glatko slijeđenje	y_steam_load_norm u pojasu
Pomak senzora	bias na mjerenom O ₂	robusnost trima	stabilno
Vlažno gorivo	promijeni u_flue_h2o	kompensacija	para stabilna
Saturacija	tražiti izvan granica	limiti drže	bez windupa
Ručno/automatski	prebaci mod	bumpless prijelaz	bez skoka

Opći kriteriji: regulirane veličine u granicama, bez nestabilnosti/prečestog cikliranja, ispravna reakcija na kvarove.

8. Povezivanje u Homa Virtual Plant

4. Učitaj Plant.fmu (kompajlirani model) u Homa VP.
5. Mapiraj FMU varijable: **aktuatori** (u_*) kao izlaze PLC-a, **mjerjenja** (y_*) kao ulaze.

6. Smetnje (u_flue_h2o, u_dry_flue_co2, u_dry_flue_o2) postavi na HMI-u kao radne uvjete i testove; PLC ih prosljeđuje FMU-u.
7. Odaberi komunikacijski kanal (npr. OPC UA / S7) i pokreni zatvorenu petlju.

Model je konfiguriran za **StopTime 600 s** (Interval 1 s). Tempo stvarnog vremena vodi Homa VP preko faktora brzine.

9. Napomene o modelu

Važno: model je pojednostavljeni starter plant za razvoj i test PLC logike — **nije validirani industrijski model**. Parametri su ilustrativni; prije stvarne primjene treba ih kalibrirati.

- Dinamika je približna; namjena je vježba upravljanja, ne točna procesna analiza.
- Model je identificiran iz rada (normirani signali); provjeri skaliranje prema arXiv:2401.05221 prije stvarne uporabe.