

B04 — PV polje s ograničenjem snage (EMS)

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.....	5
9. Napomene o modelu.....	5

1. Cilj vježbe

Dobivaš **FMU model** koji predstavlja fotonaponsko (PV) polje s energetske menadžmentom (EMS). 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)

PV polje daje **raspoloživu snagu** (`y_available_power`) ovisno o ozračenosti i temperaturi. Postrojenje ima ograničenje izvoza u mrežu i vlastitu potrošnju.

Na raspolaganju / u procesu:

- **EMS zadatak:** PLC postavlja udio isporučene snage (`u_curtailment_cmd`) da poštuje ograničenje izvoza.
- **HMI setpointi:** vlastita potrošnja (`SiteLoad`) i ograničenje izvoza (`ExportLimit`) postavljaju se na HMI-u.

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. Aktuatori 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_curtailment_cmd</code>	Real	–	0.0 – 1.0	Udio isporučene snage (EMS)
<code>u_enable</code>	Real (0/1)	–	0 ili 1	Uklop

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

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
<code>u_plane_irradiance</code>	Real	W/m ²	0 – ~1000	Ozračenost ravnine polja
<code>u_module_temperature</code>	Real	K	~270 – 330	Temperatura modula

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_available_power</code>	Real	kW	0 – ~200	Raspoloživa snaga

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
y_delivered_power	Real	kW	0 – ~200	Isporučena snaga
y_energy	Real	kWh	≥ 0	Kumulativna energija
y_dc_current	Real	A	0 – ...	DC struja

4. Što PLC treba postići (ciljevi upravljanja)

Tvoj PLC program treba:

1. Isporučiti što više snage bez prekoračenja ograničenja izvoza (limit + vlastita potrošnja).
2. Postaviti u_curtailment_cmd = željena / raspoloživa, uz limitiranje 0..1.
3. Glatko reagirati na oblake (nagli pad/rast ozračenosti).
4. Sigurno uklopiti/isklopiti.

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

5. Predložena struktura upravljanja (smjernica)

EMS izračun (0.5 – 5 s):

- $\text{PowerCommand} = \min(y_{\text{available_power}}, \text{SiteLoad} + \text{ExportLimit});$
 $\text{u_curtailment_cmd} = \text{PowerCommand} / y_{\text{available_power}}$ (limit 0..1).
- Zaštita od dijeljenja s nulom pri maloj raspoloživoj snazi.

Energetski menadžment (10 – 60 s):

- Profil izvoza kroz dan; koordinacija s baterijom (ako postoji).

6. Preporučene brzine (sample time)

Sloj	Preporučeni ciklus
EMS izračun / ograničenje	0.5 – 5 s
Energetski menadžment	10 – 60 s
Komunikacijski korak FMU co-simulacije	~1 s

SiteLoad i ExportLimit su HMI parametri, nisu FMU varijable.

7. Testni scenariji i kriteriji prihvata

Scenarij	Kako izazvati	Očekivano ponašanje PLC-a	Kriterij prolaza
Prolazak oblaka	u_plane_irradiance nagli pad	brza prilagodba isporuke	bez prekoračenja limita
Ograničenje izvoza	smanji ExportLimit (HMI)	smanjiti isporuku	$y_{\text{delivered_power}} \leq \text{limit}$
Isključenje	u_enable = 0	isporuka na 0	siguran prekid
Rampa ograničenja	polako mijenjaj ExportLimit	glatko praćenje	bez skokova
Zastarjeli senzor	zamrzni y_available_power	robusnost	bez divljanja

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

8. Povezivanje u Homa Virtual Plant

5. Učitaj PPlant.fmu (kompajlirani model) u Homa VP.
6. Mapiraj FMU varijable: **aktuatori** (u_*) kao izlaze PLC-a, **mjerjenja** (y_*) kao ulaze.
7. Smetnje (u_plane_irradiance, u_module_temperature) postavi na HMI-u kao radne uvjete i testove; PLC ih proslijeđuje FMU-u.
8. 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.
- SiteLoad i ExportLimit su HMI parametri koje EMS koristi; nisu izloženi kao FMU varijable.