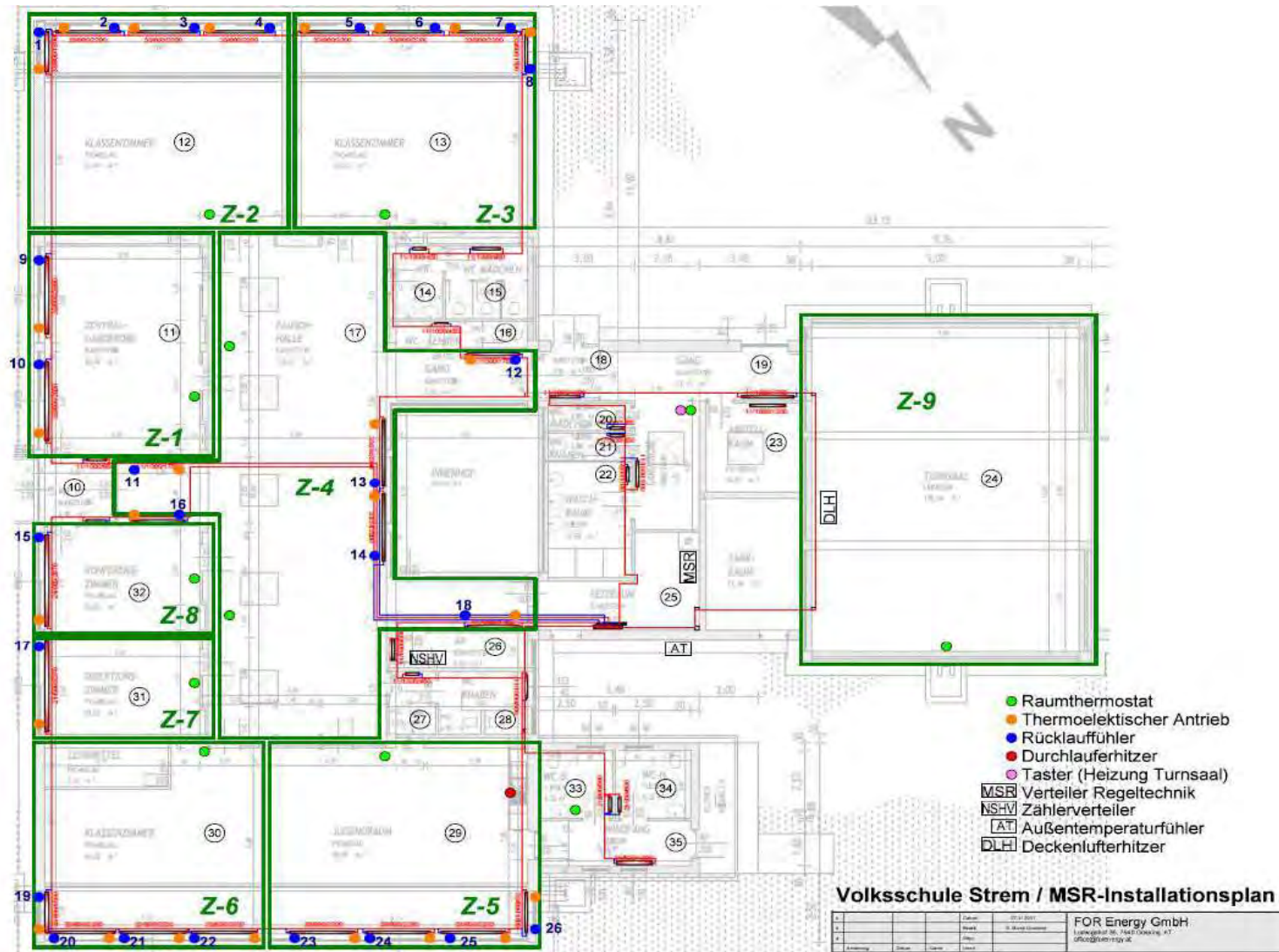


Grundschule Strem

Grundschule – Einblick

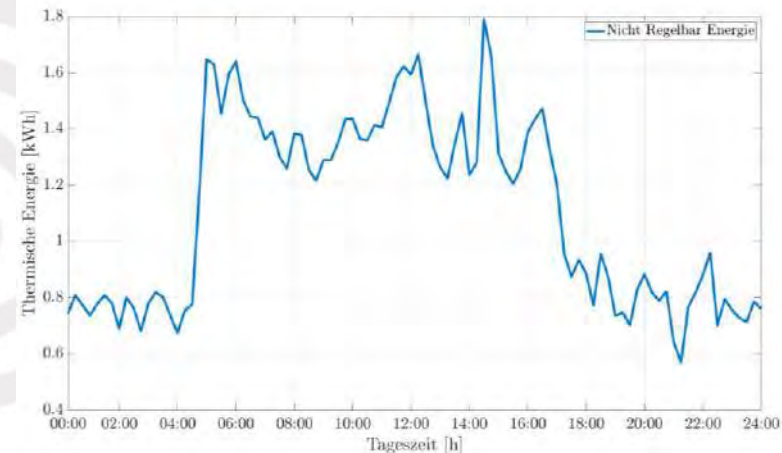


Regelpunkte

- Zonen-Ebene
 - Radiatoren in Zonen Z-1 – Z-8
 - Öffnung des Ventils
 - Fan coil (Deckenlufferhitzer) in Z-9
 - Ventilator Geschwindigkeit
- Ebene für die zentrale Verteilung des Heizungsmediums
 - Heizungsstation
 - Vorlauftemperatur des Mediums für Heizen

Heizungssystem - Struktur

- 4 Stränge
 - Strang Nord
 - Z-4 → Z5 → Z6 → Z7 → Z8 → Z4 **in Serie**
 - Strang Süd
 - Z-4 → Z-1 → Z-2 → Z-3 → Z-4 **in Serie**
 - Strang Sanitär
 - Nicht Regelbar von 3Smart
 - Strang Turnsaal
 - Deckenluftherhitzer



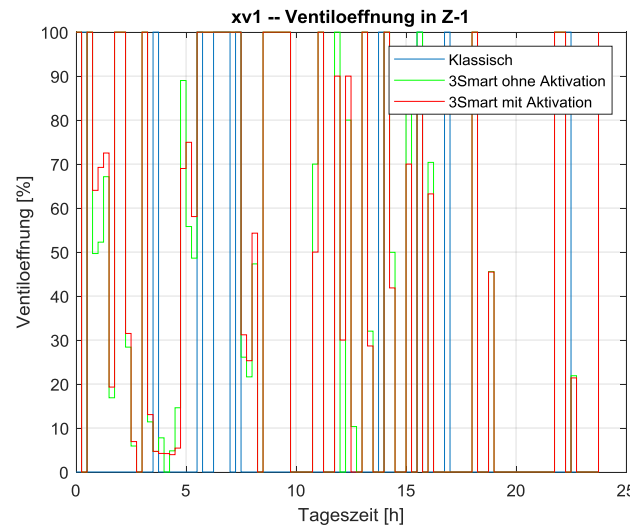
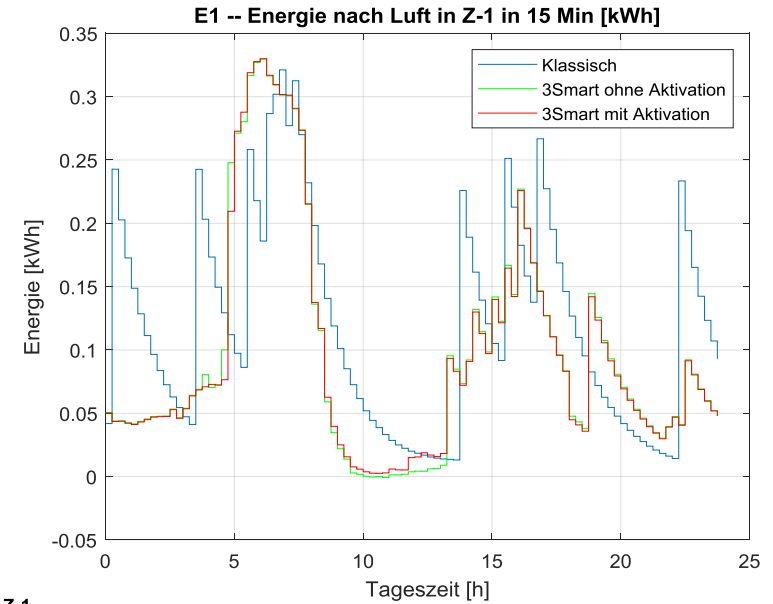
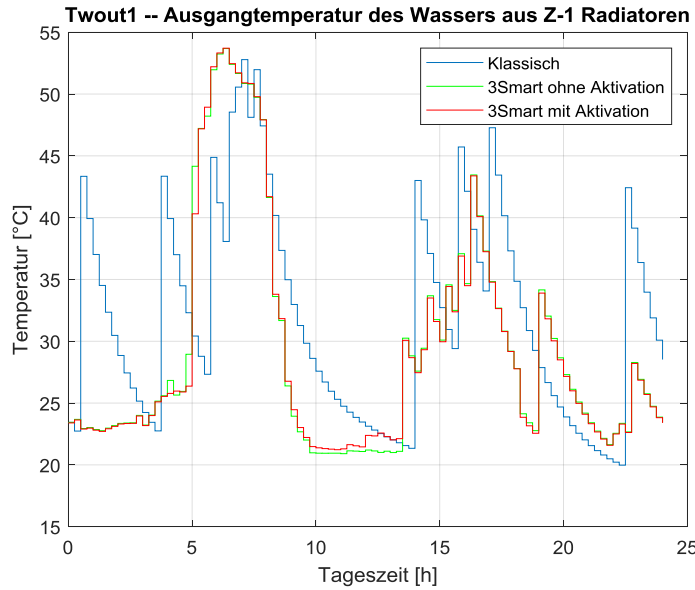
3Smart Regelung

- Die Planung für einen ganzen Tag (24 Stunden)
 - Die Temperatureinstellungen im System, müssen um Mitternacht bei der gleichen Temperatur enden, an der sie die Mitternacht vorher beginnen (die Starttemperaturen unterliegen ebenfalls der Optimierung) -- damit erreicht man ein nachhaltiges und wiederholbares Alltagsverhalten des Systems
 - die Ventilöffnungen für alle Zimmer und die Vorlauftemperatur werden in 15-minütigen Schritten optimiert

Klassische Regelung

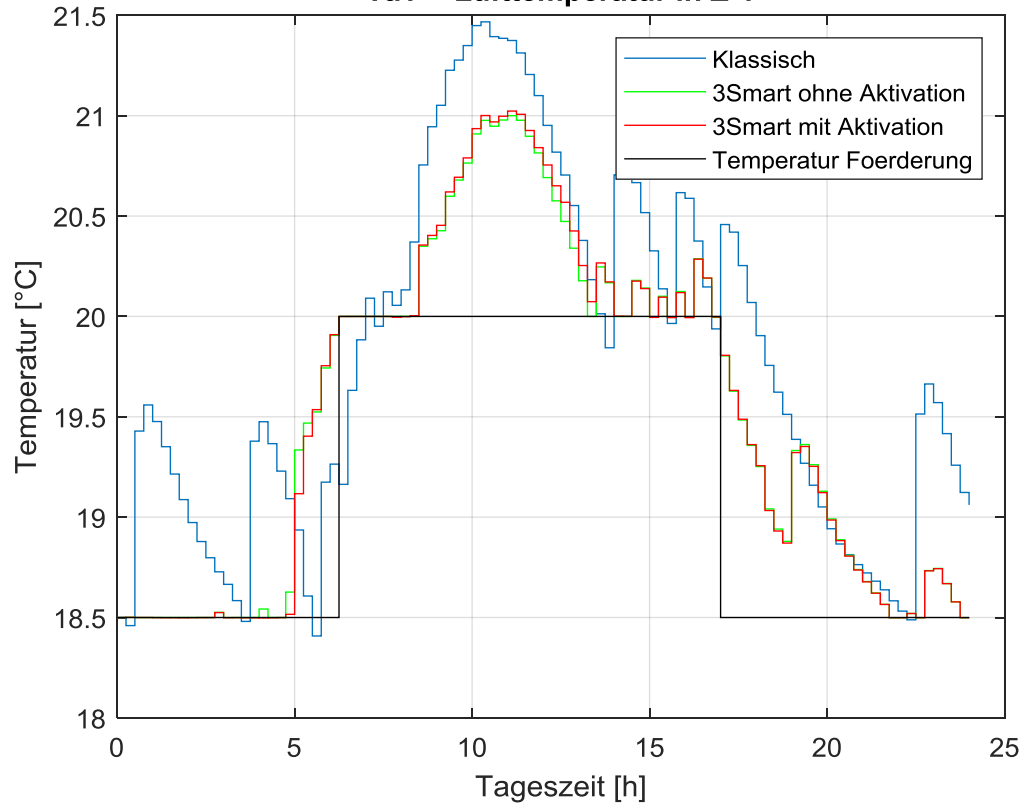
- Das Heizkörperventil ist geöffnet wenn die Lufttempertaur niedriger als der Sollwert ist, andernfalls ist es geschlossen
- Die Vorlauftemperatur ist auf 60°C eingestellt wenn ein oder mehr Ventile geöffnet sind, andernfalls gesetzt auf die Rücklauftemperatur (keine Heizung des Mediums)

Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-1)

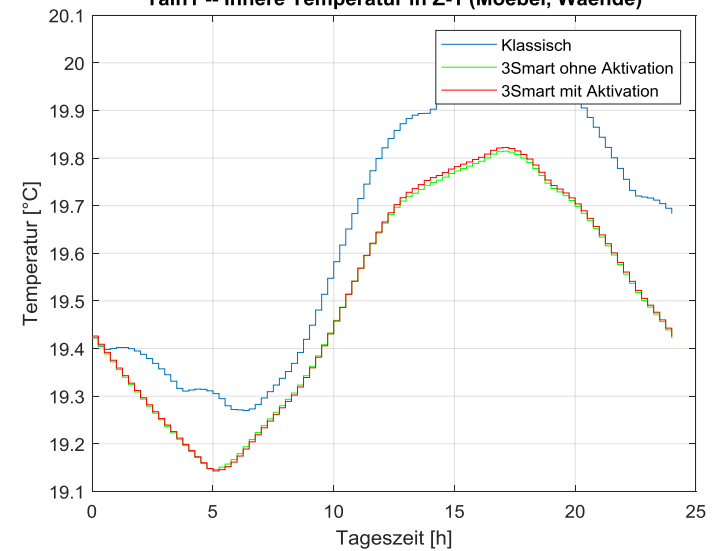


Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-1)

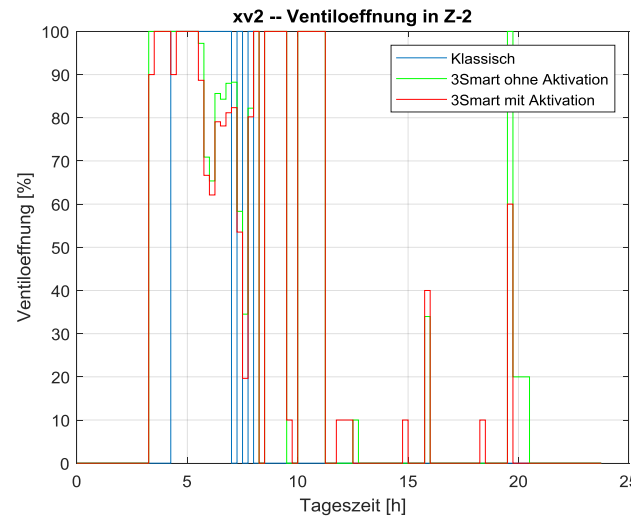
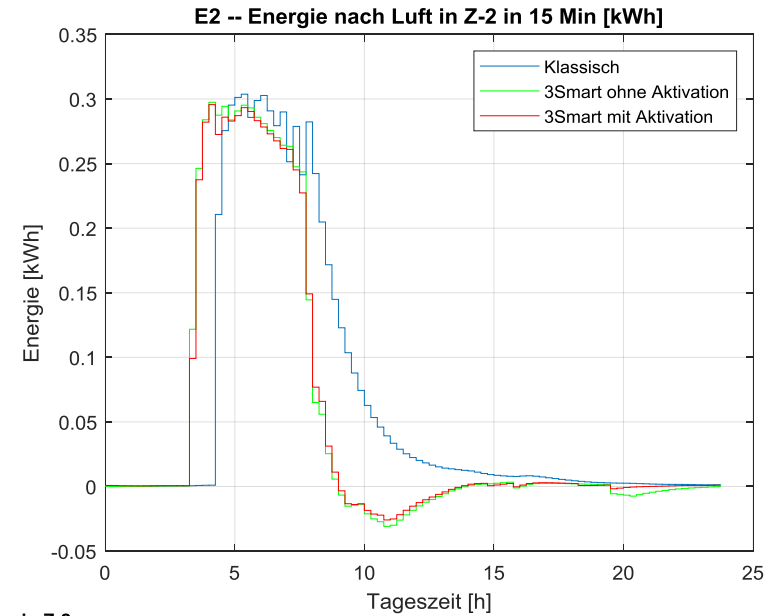
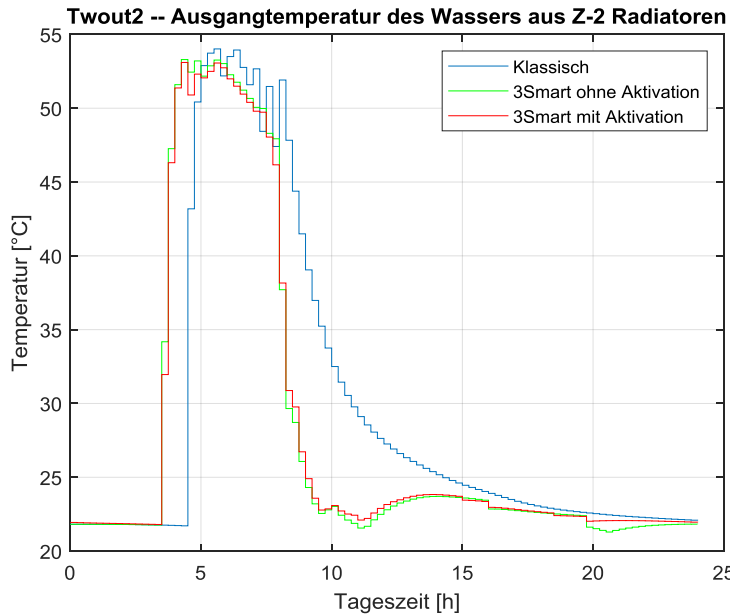
Ta1 -- Lufttemperatur in Z-1



Tain1 -- Innere Temperatur in Z-1 (Moebel, Waende)

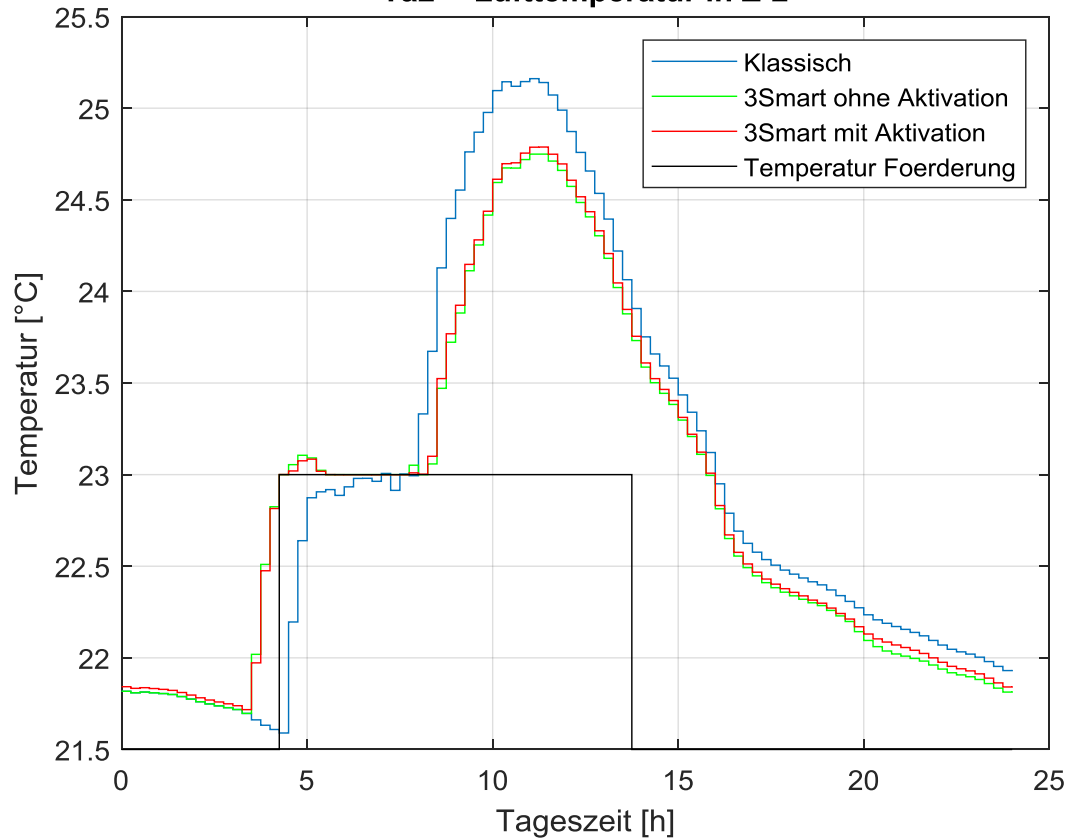


Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-2)

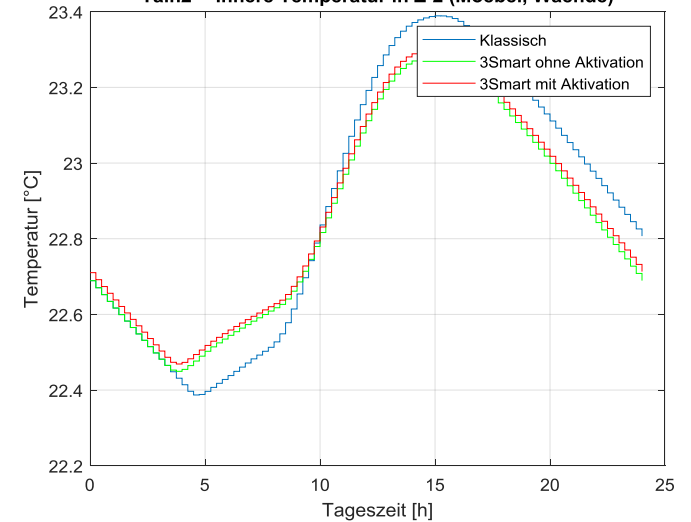


Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-2)

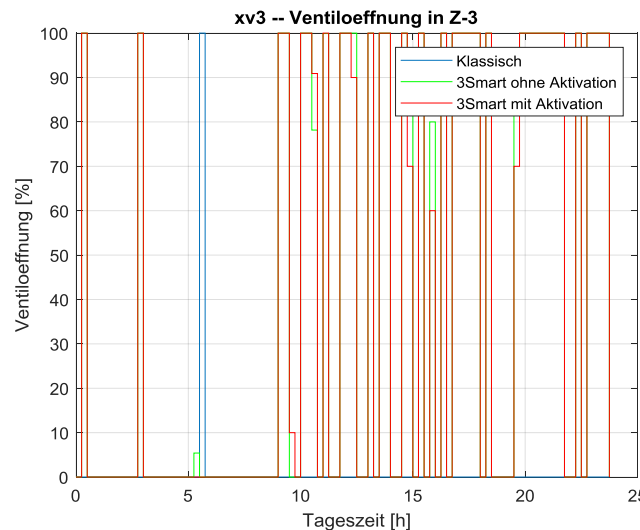
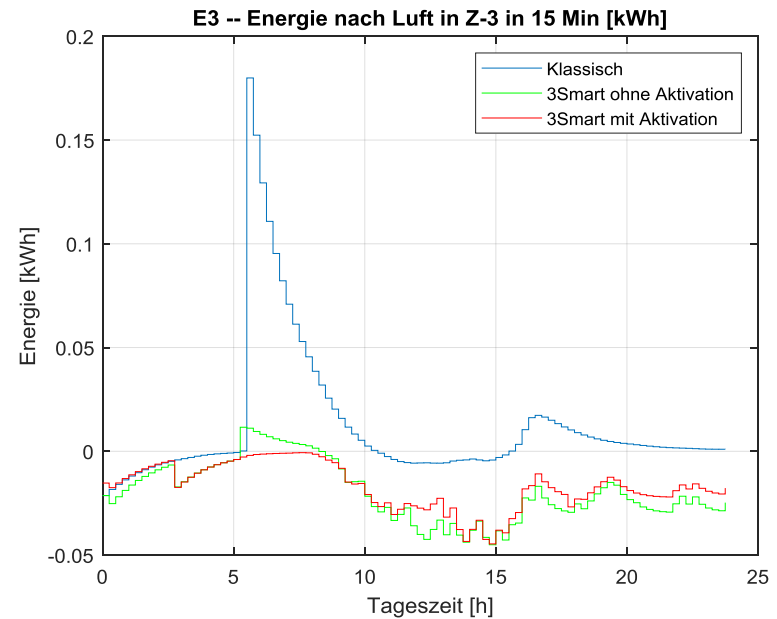
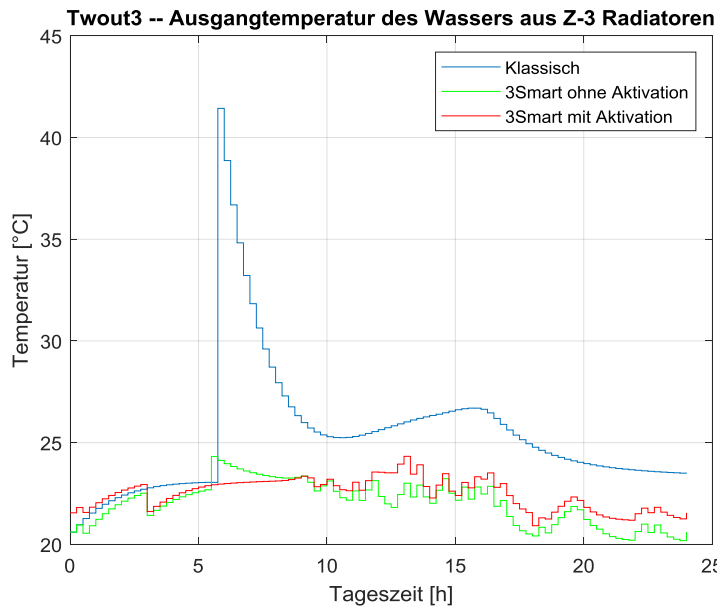
Ta2 -- Lufttemperatur in Z-2



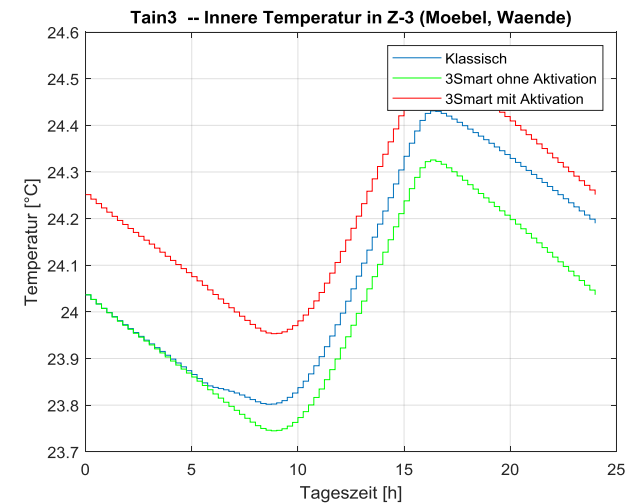
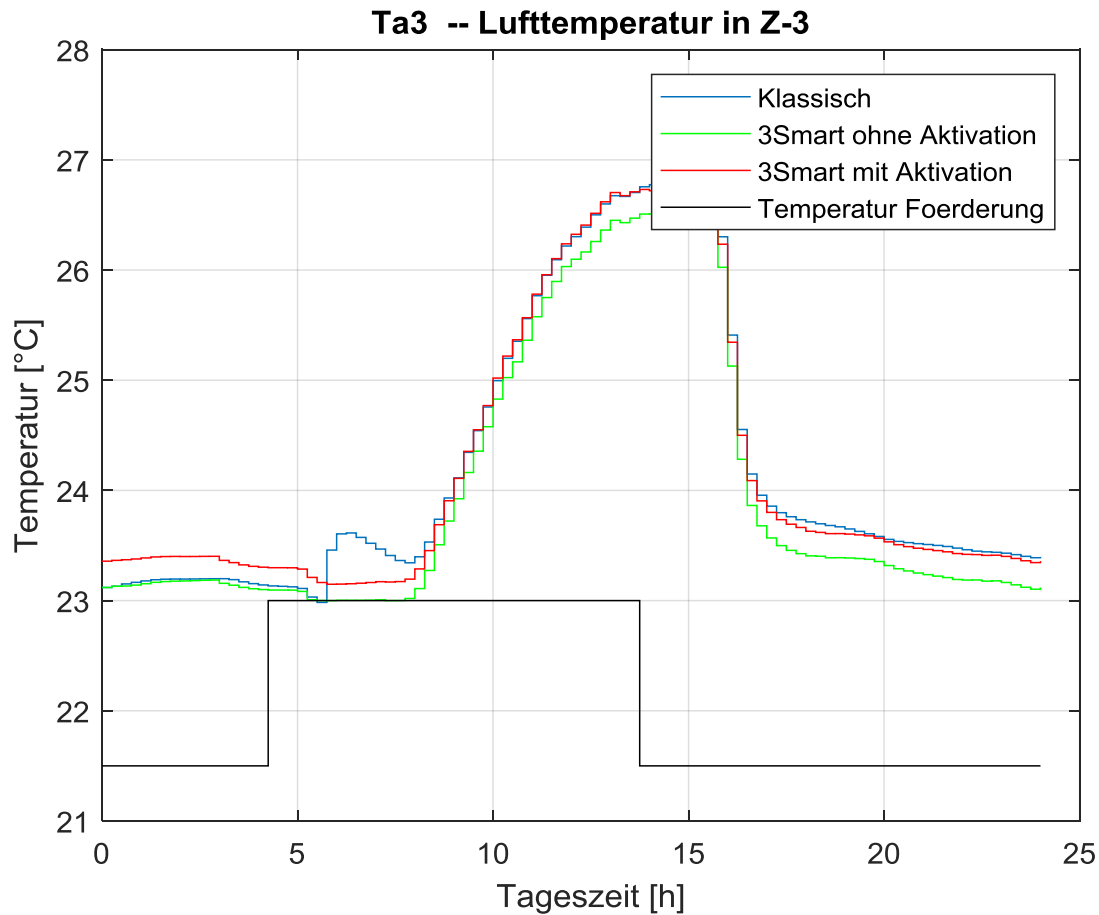
Tain2 -- Innere Temperatur in Z-2 (Moebel, Waende)



Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-3)

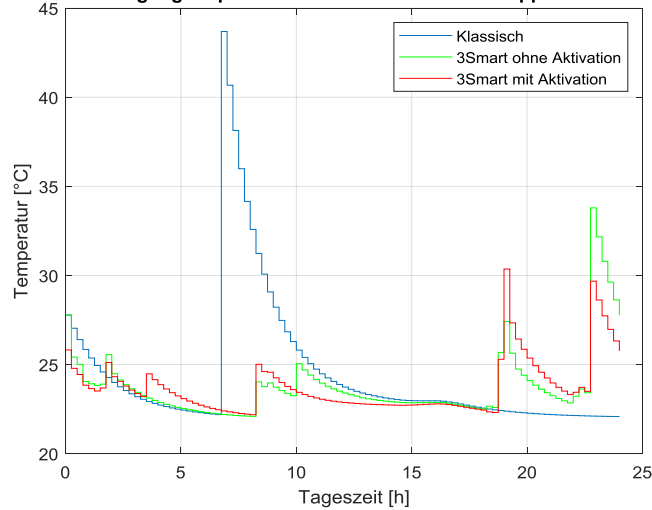


Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-3)

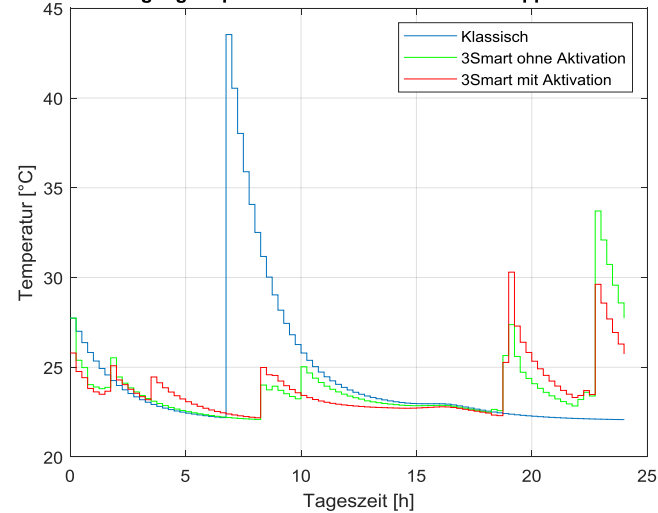


Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-4)

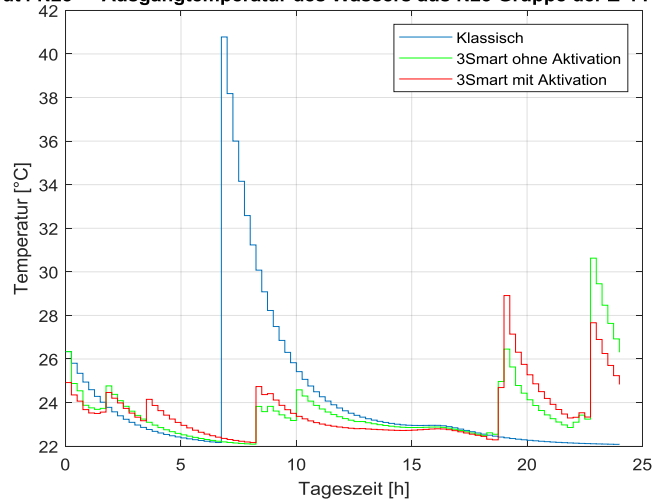
Twout4 N1 -- Ausgangtemperatur des Wassers aus N1 Gruppe der Z-4 Radiator



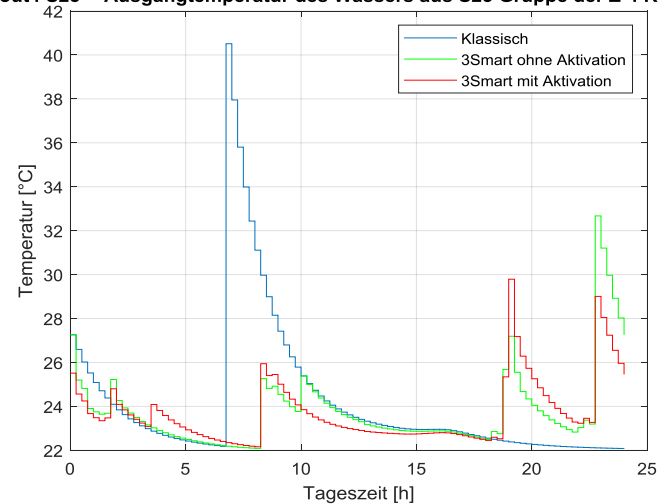
Twout4 S1 -- Ausgangtemperatur des Wassers aus S1 Gruppe der Z-4 Radiator



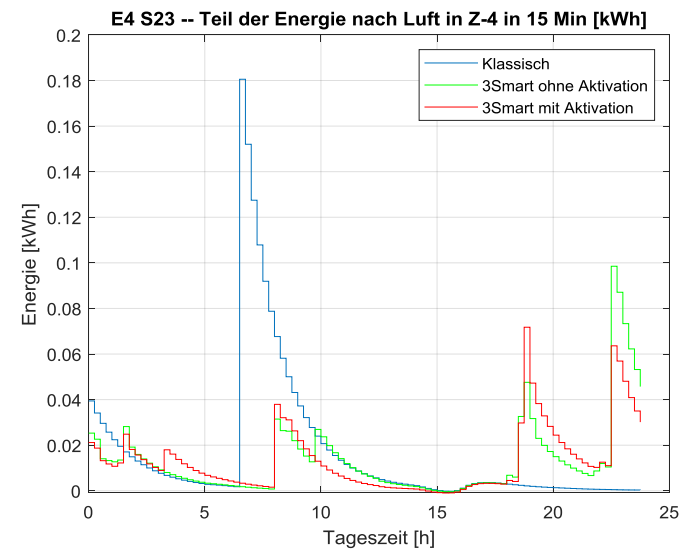
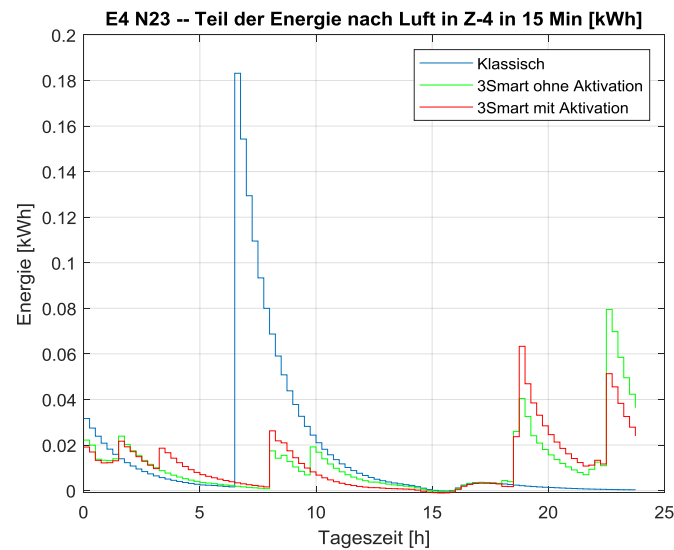
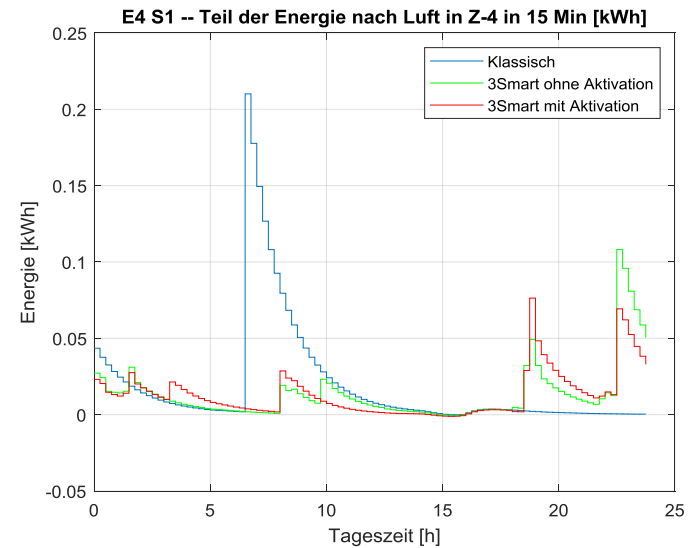
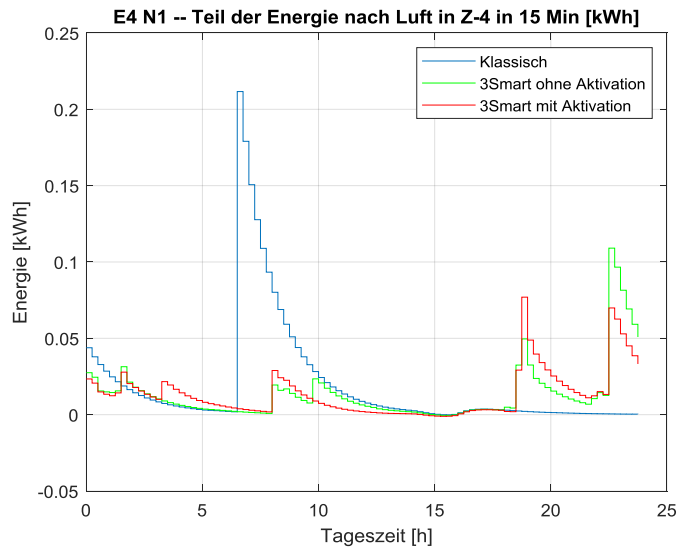
Twout4 N23 -- Ausgangtemperatur des Wassers aus N23 Gruppe der Z-4 Radiator



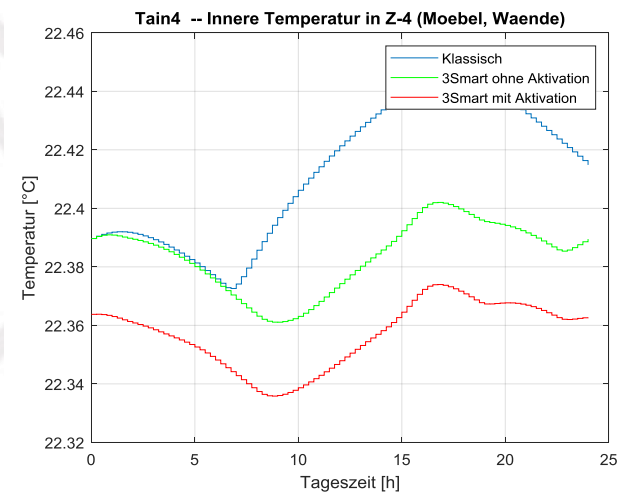
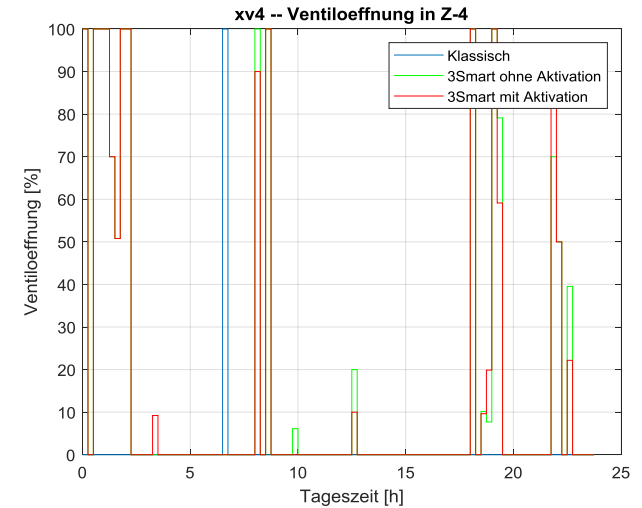
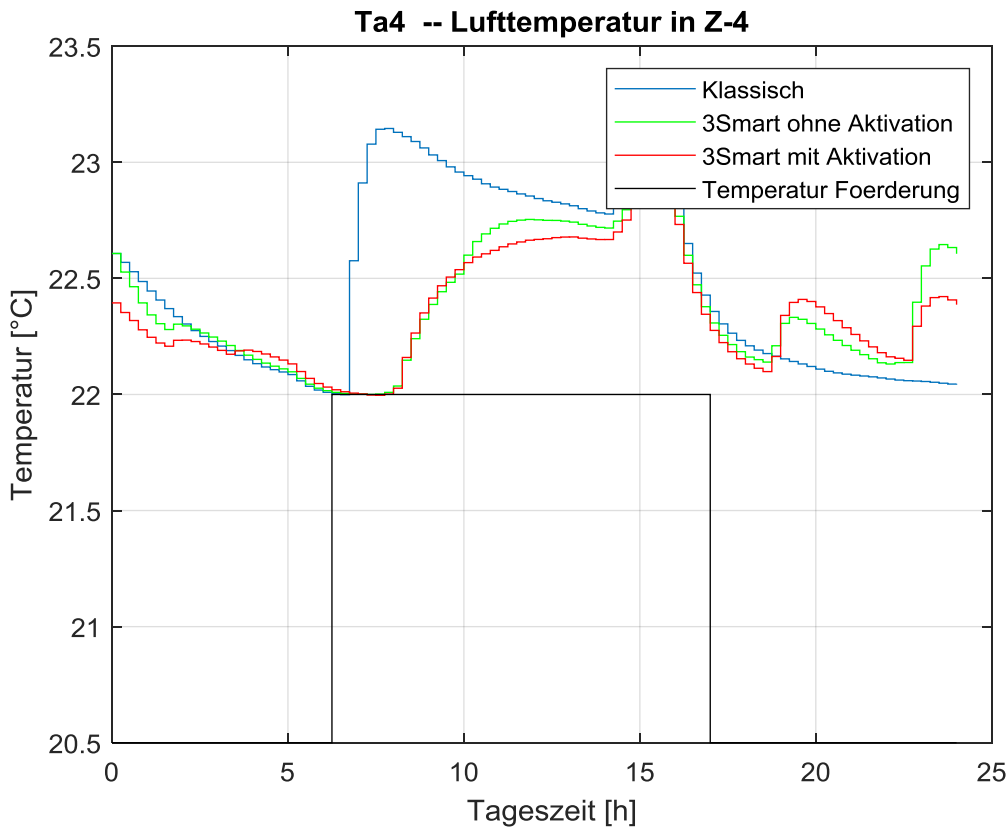
Twout4 S23 -- Ausgangtemperatur des Wassers aus S23 Gruppe der Z-4 Radiator



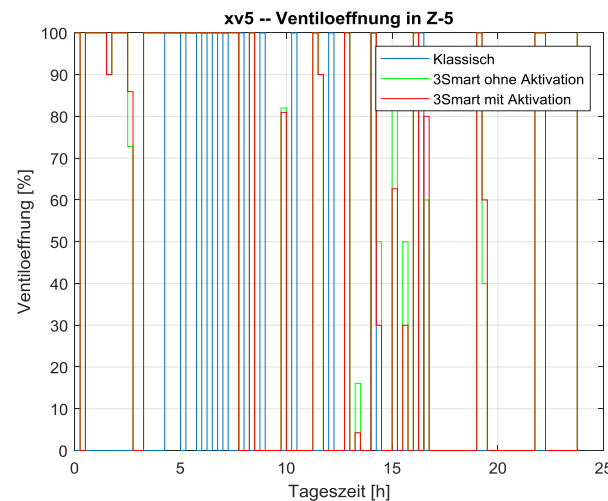
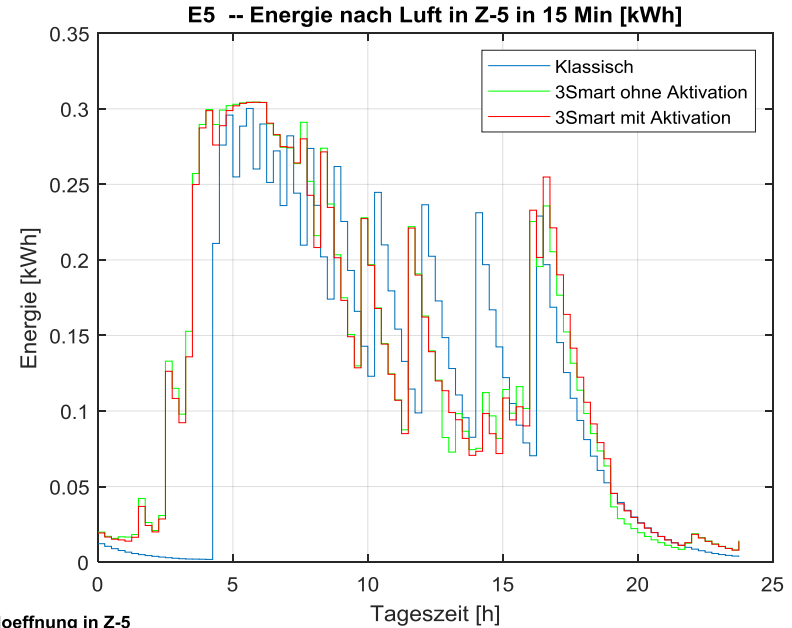
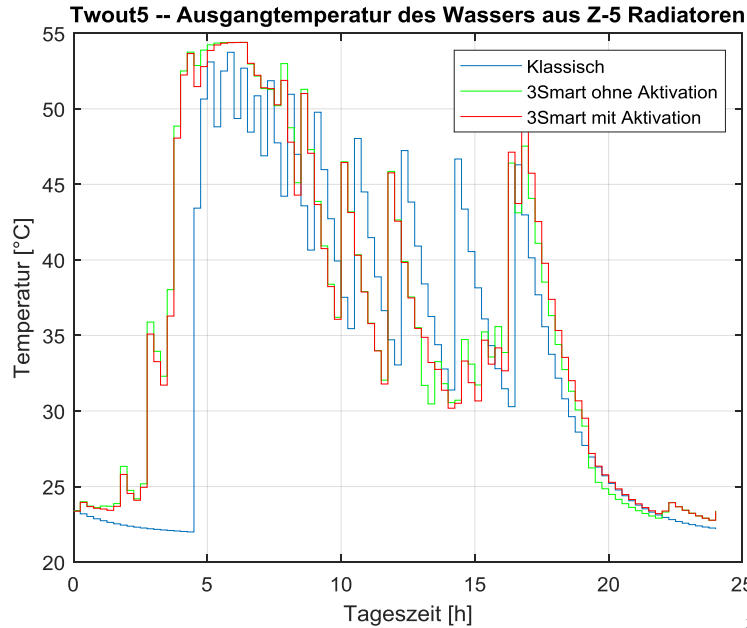
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-4)



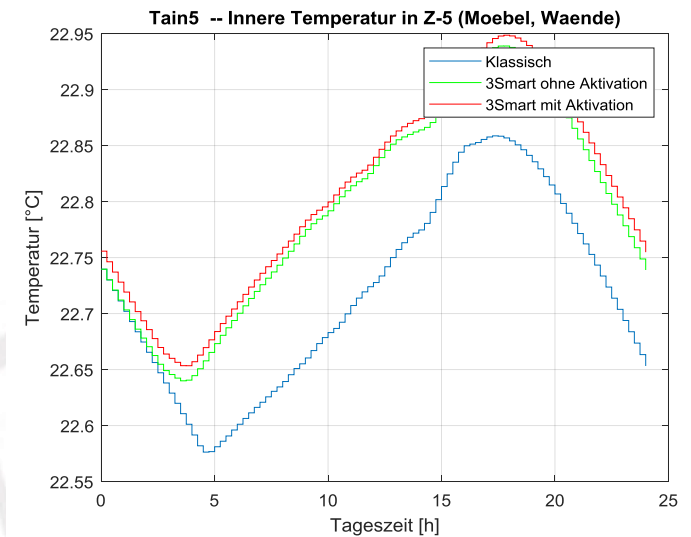
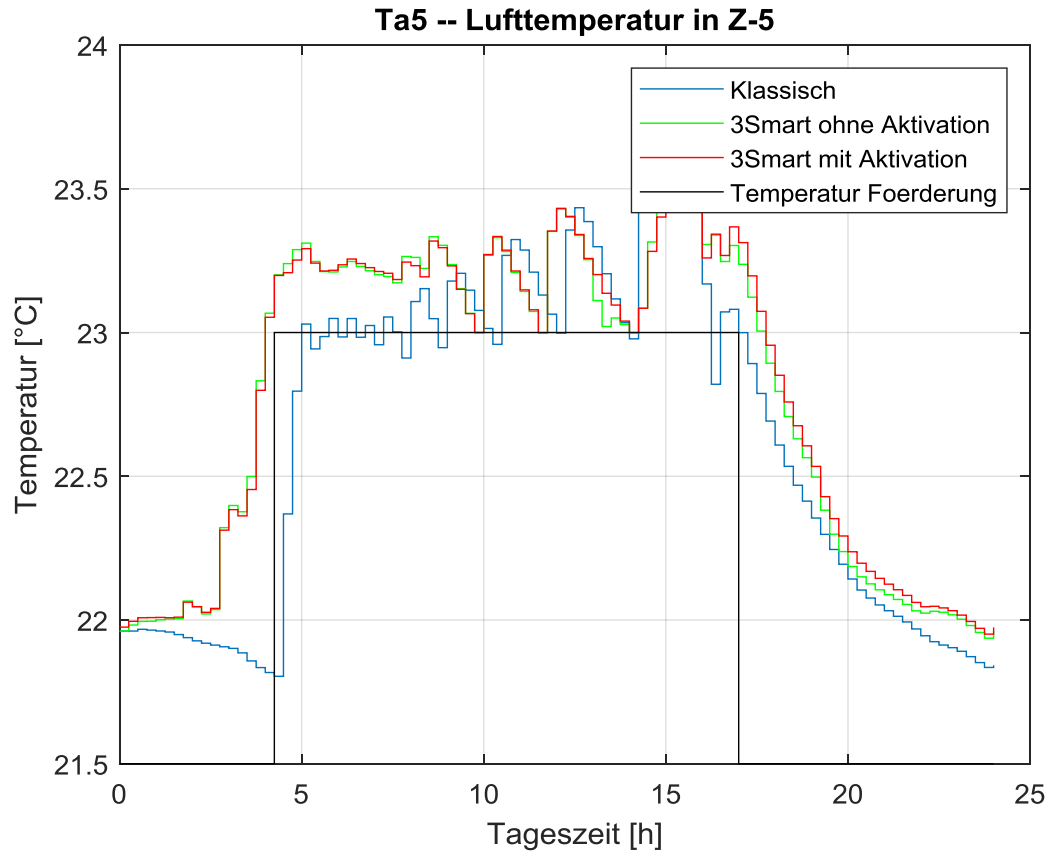
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-4)



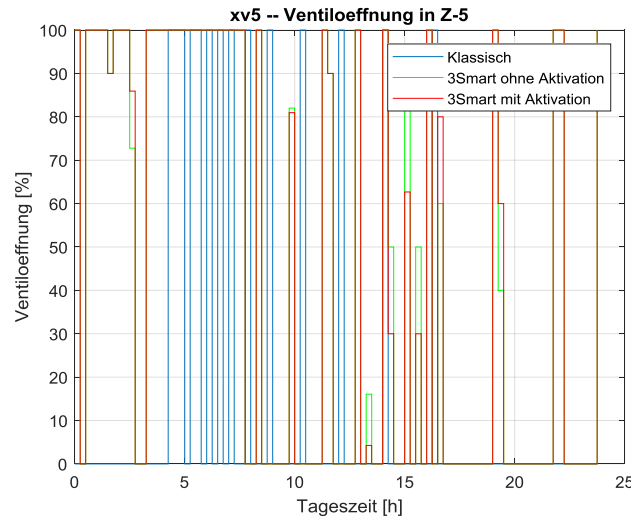
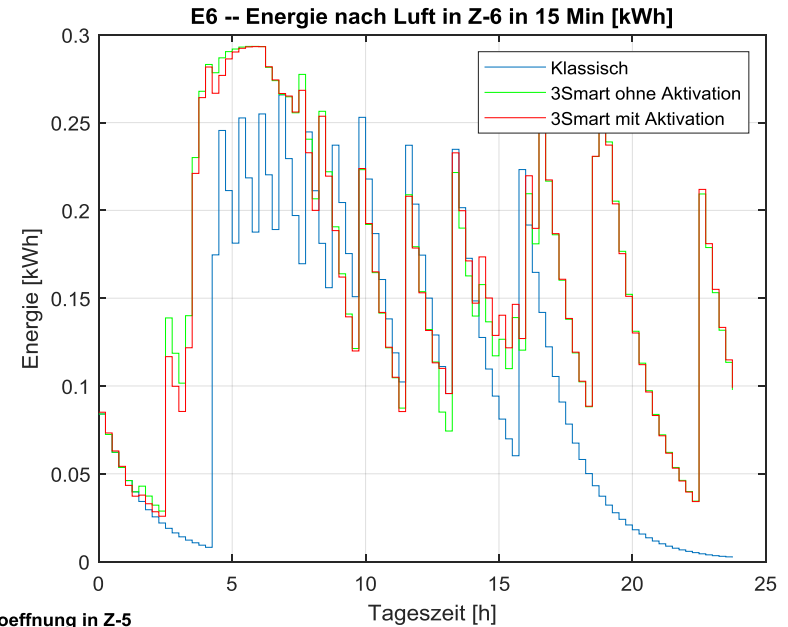
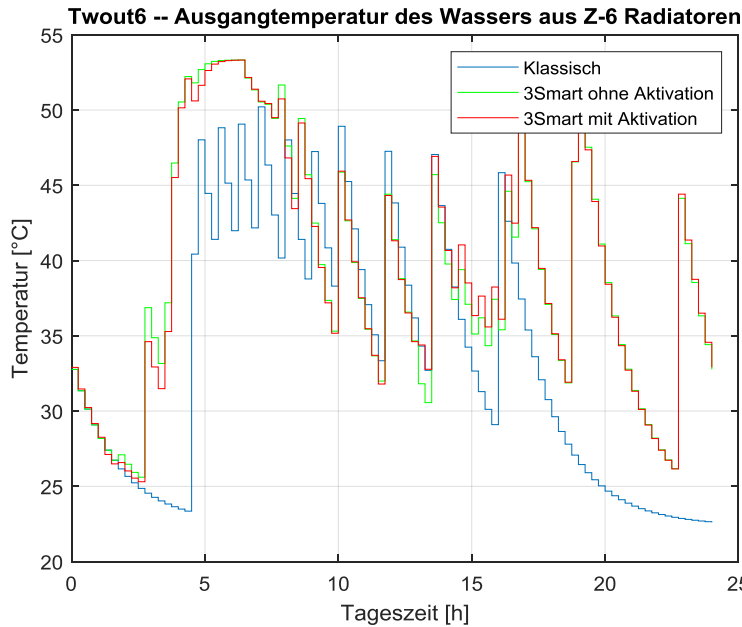
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-5)



Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-5)

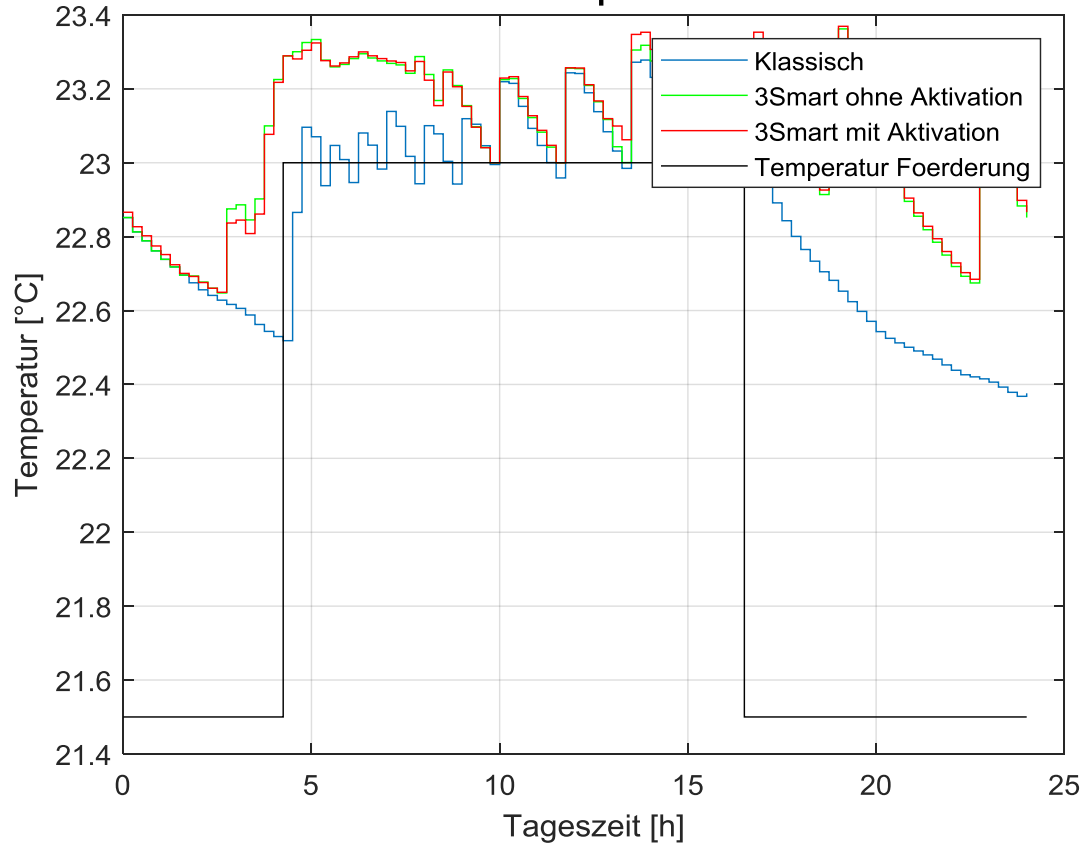


Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-6)

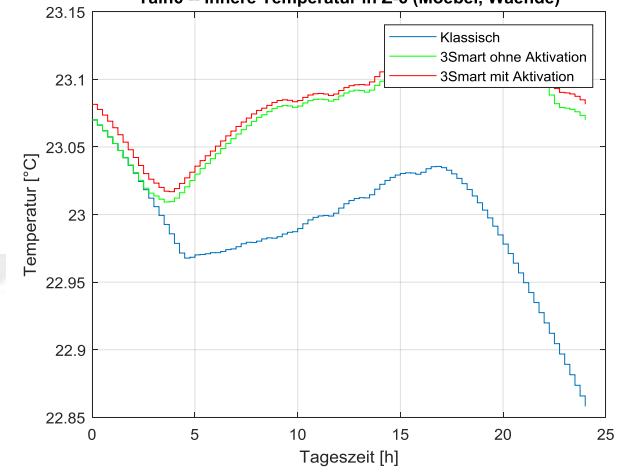


Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-6)

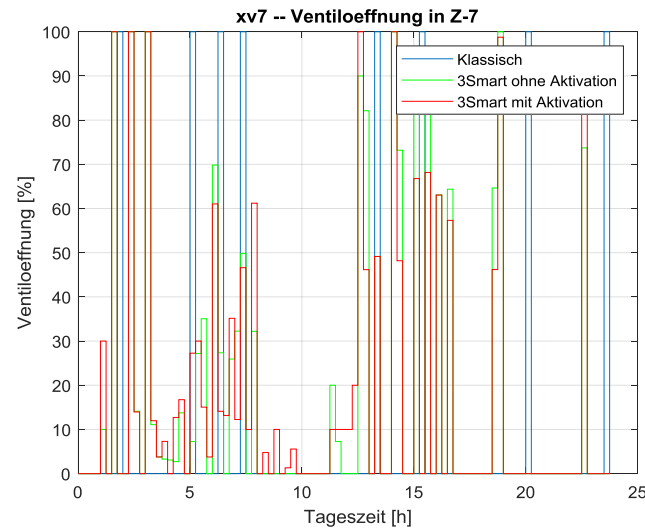
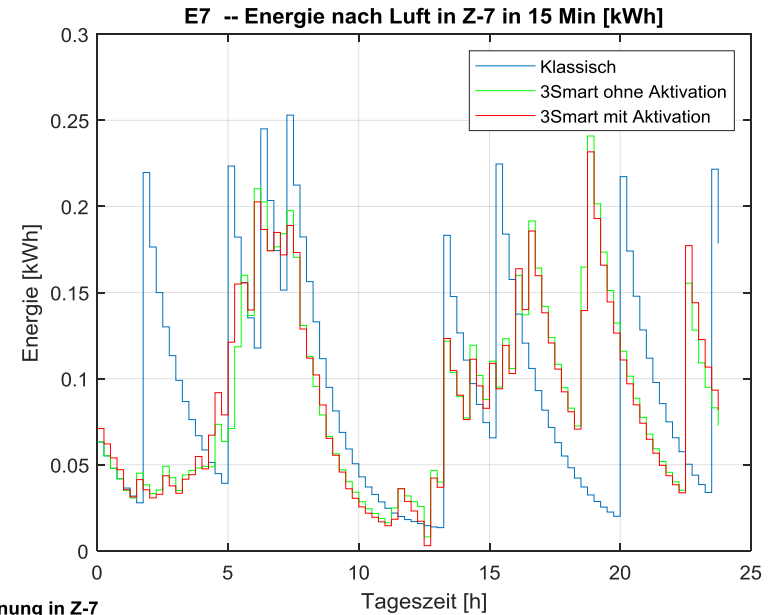
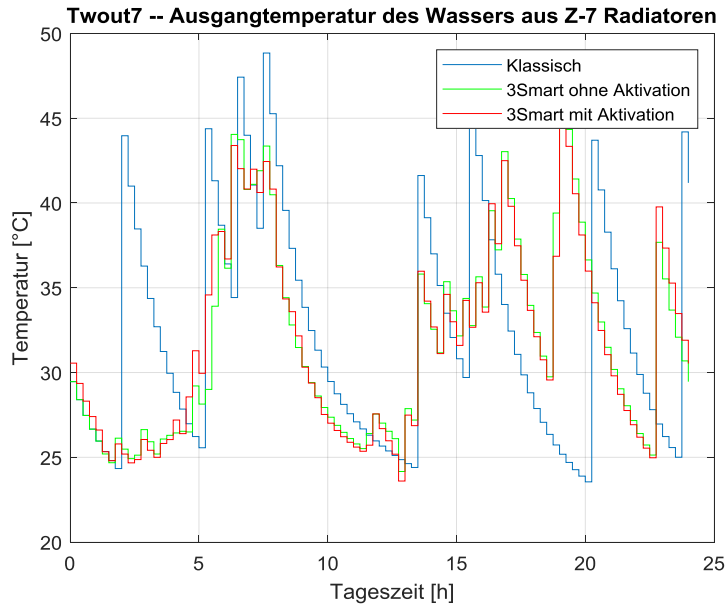
Ta6 -- Lufttemperatur in Z-6



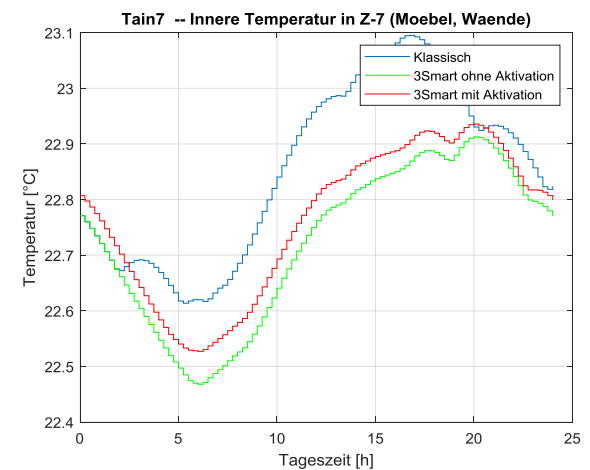
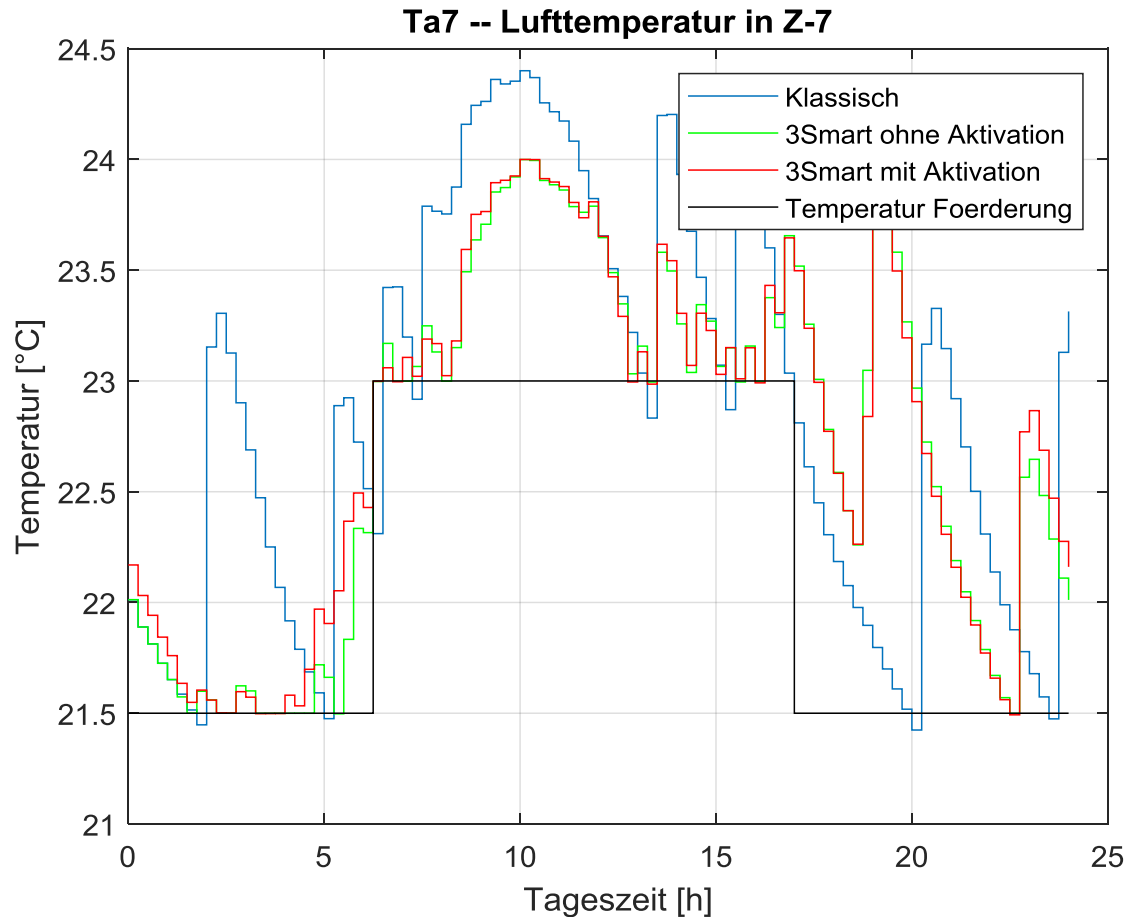
Tain6 -- Innere Temperatur in Z-6 (Moebel, Waende)



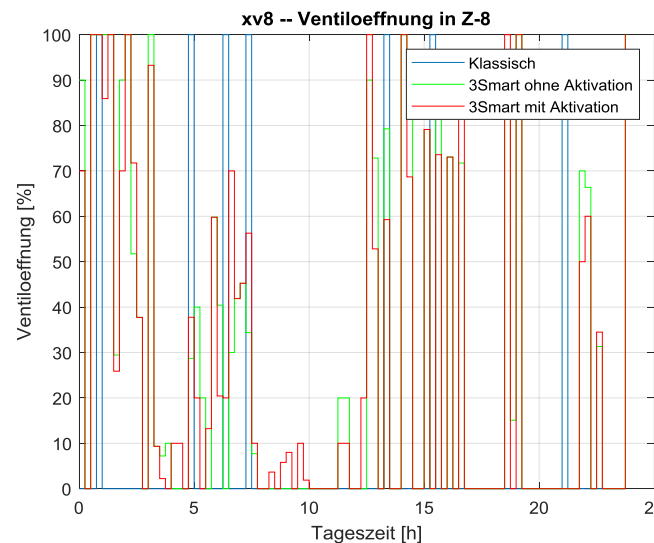
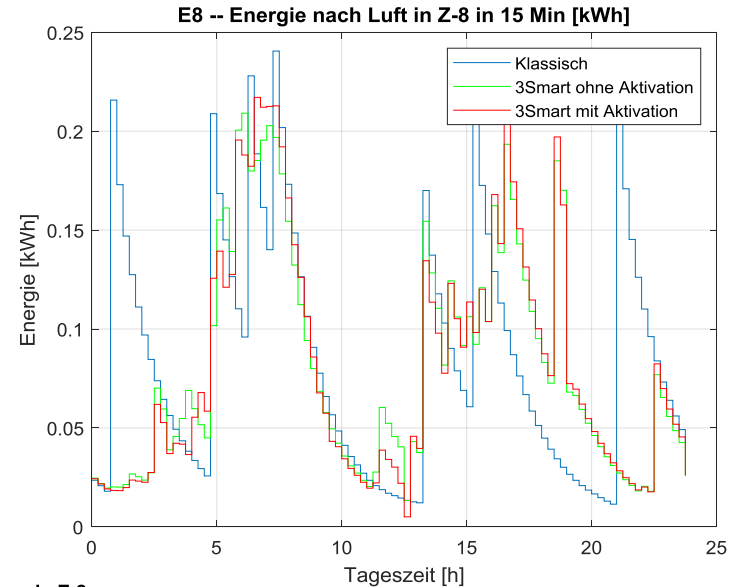
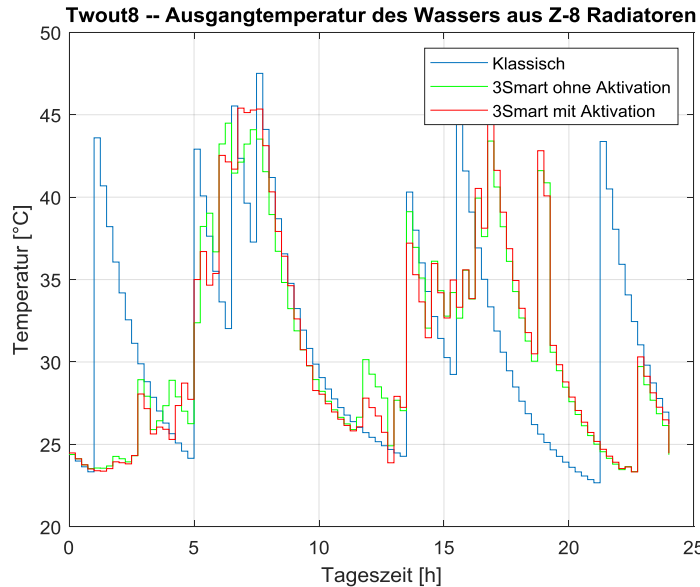
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-7)



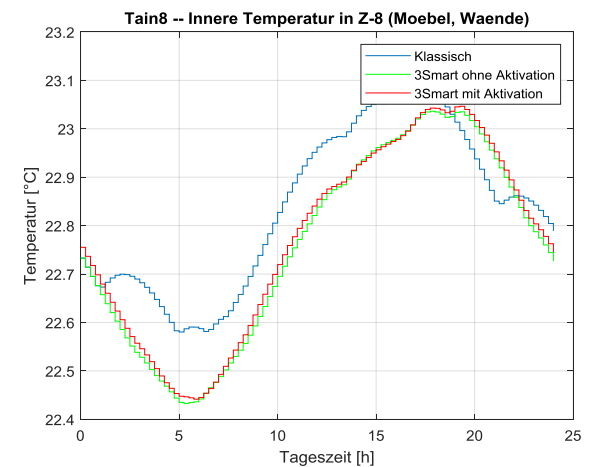
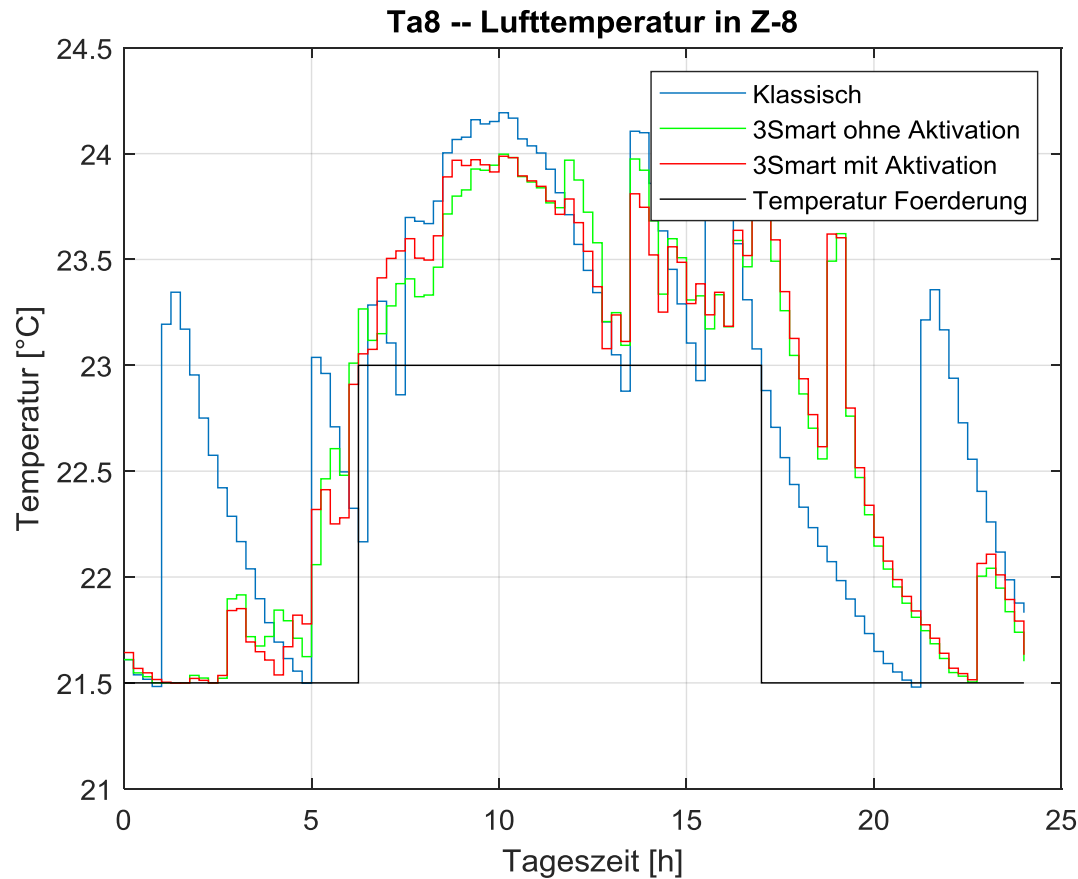
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-7)



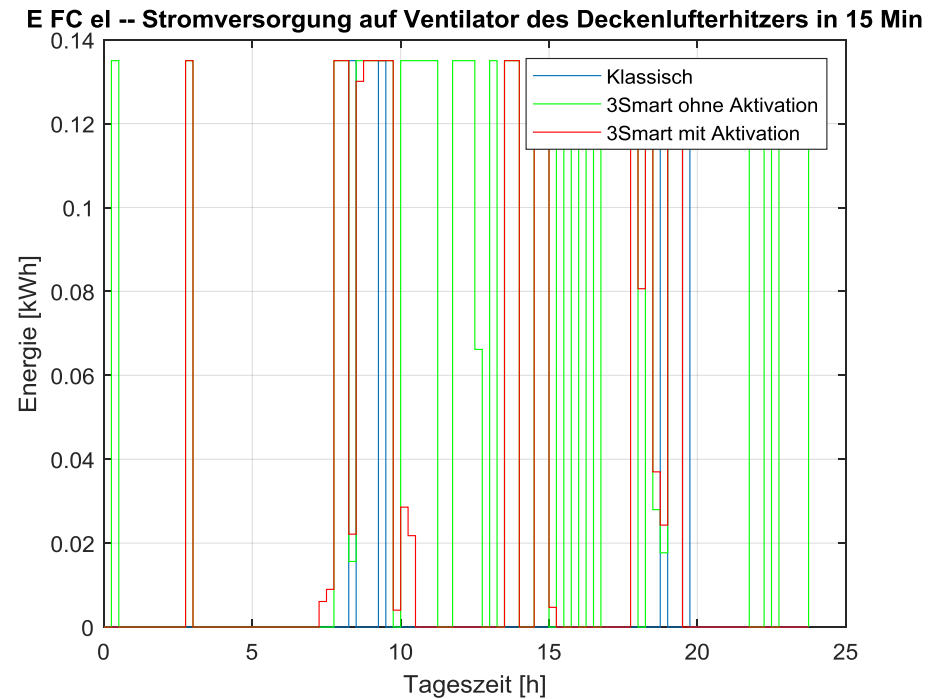
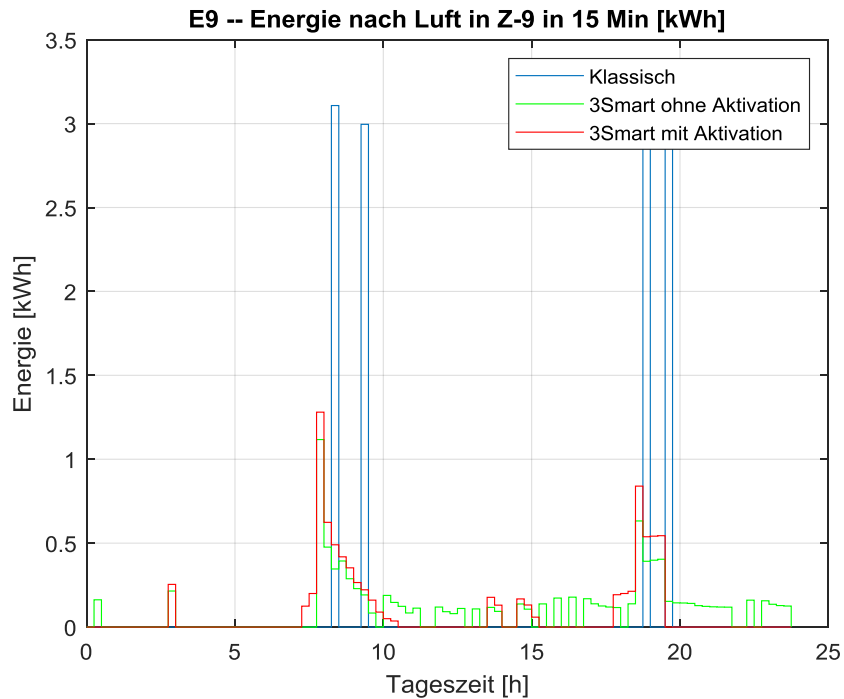
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-8)



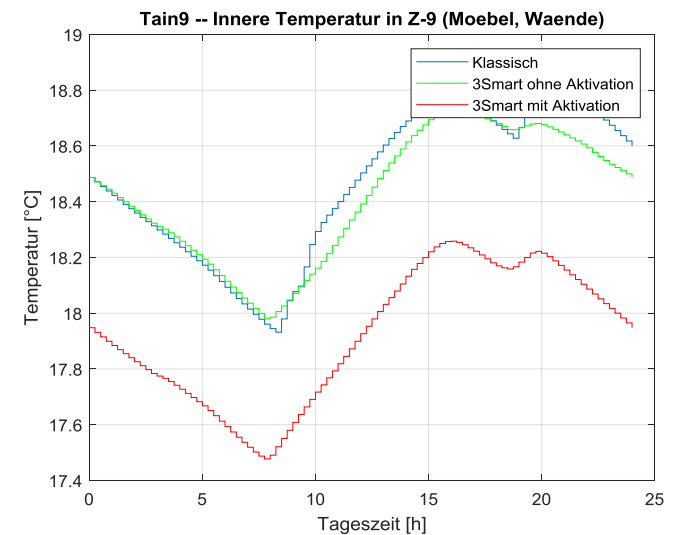
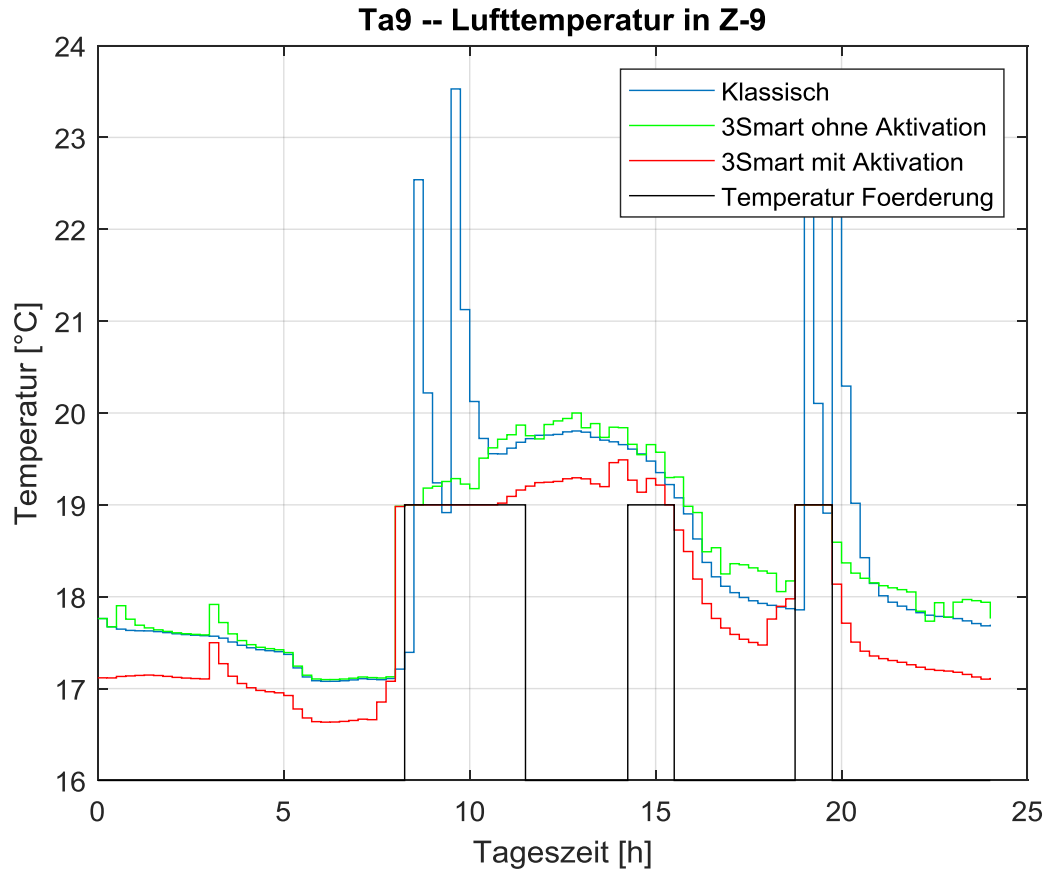
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-8)



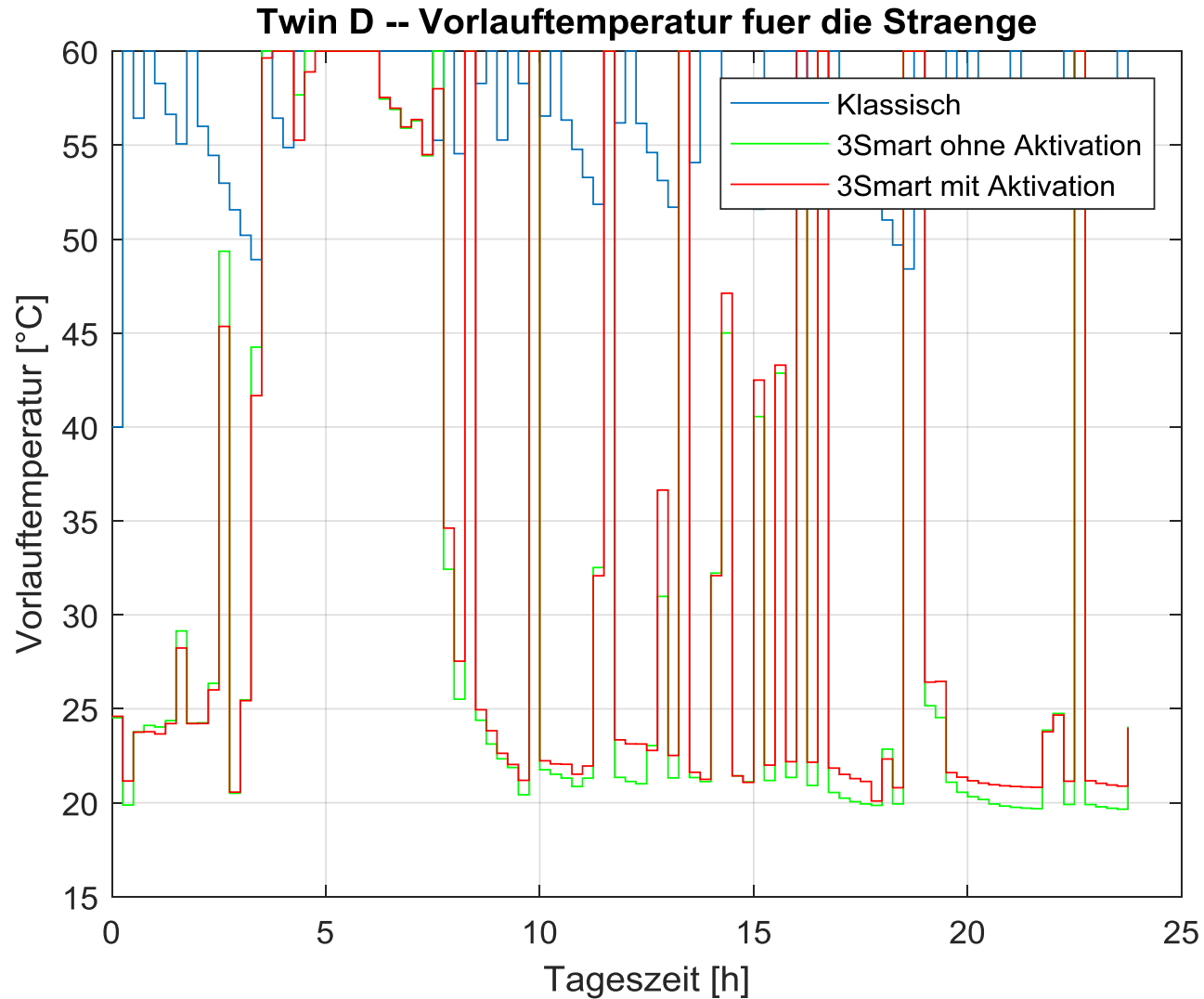
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-9)



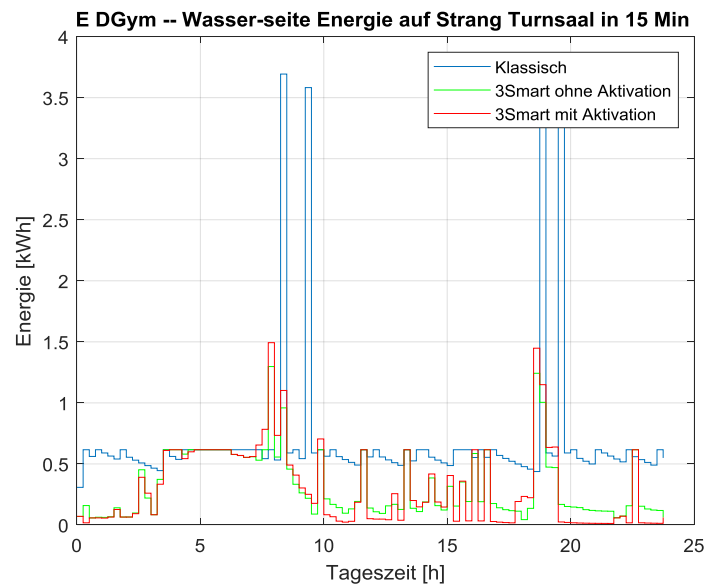
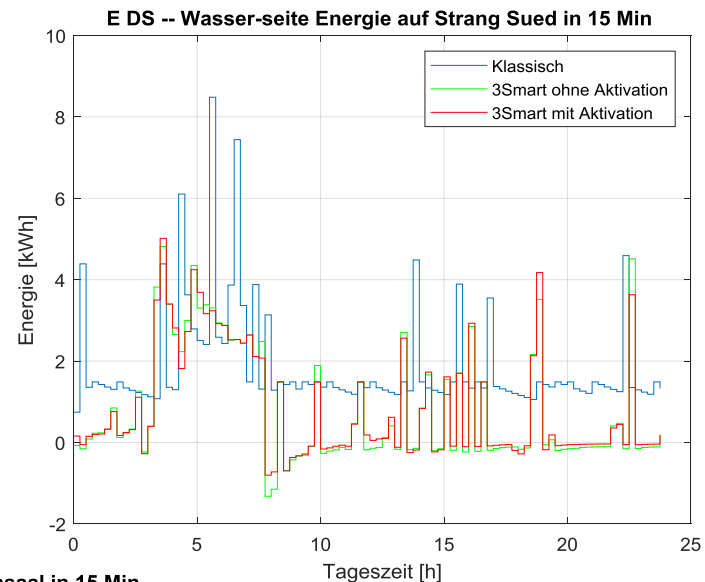
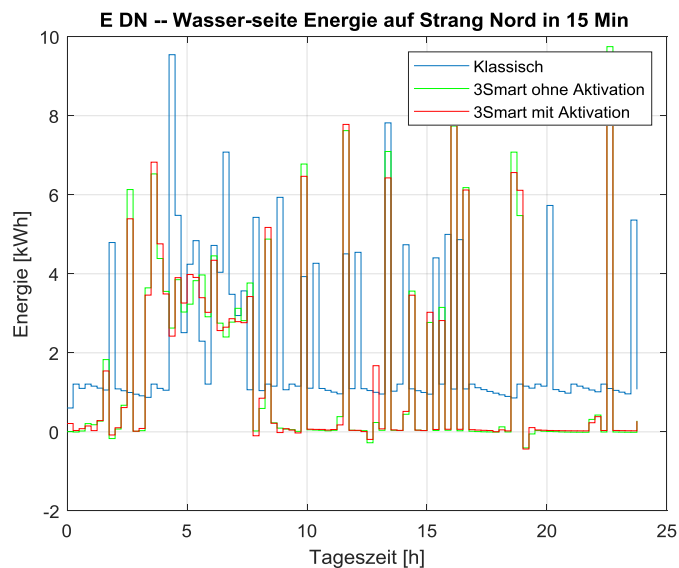
Die Resultate -- Zonen Ebene (Z-9)



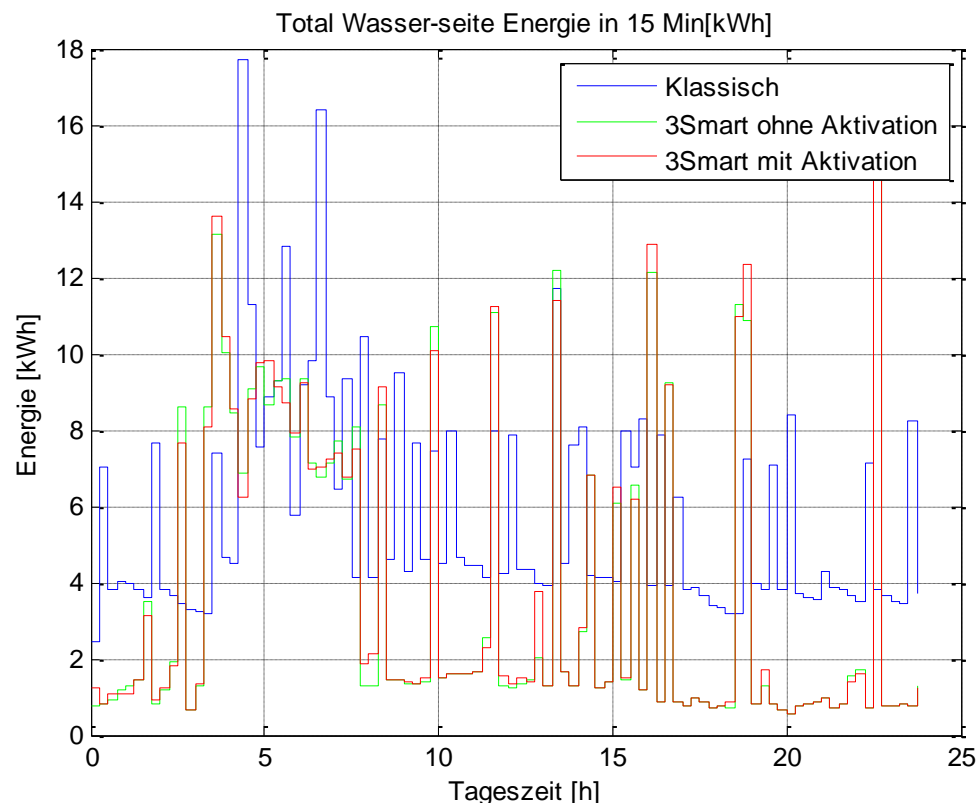
Die Resultaten -- Zentrale HVAC Ebene



Die Resultaten -- Zentrale HVAC Ebene



Die Resultaten -- Zentrale HVAC Ebene



Gesamte tägliche Wärmeversorgung:

Klassische Regelung: 554 kWh

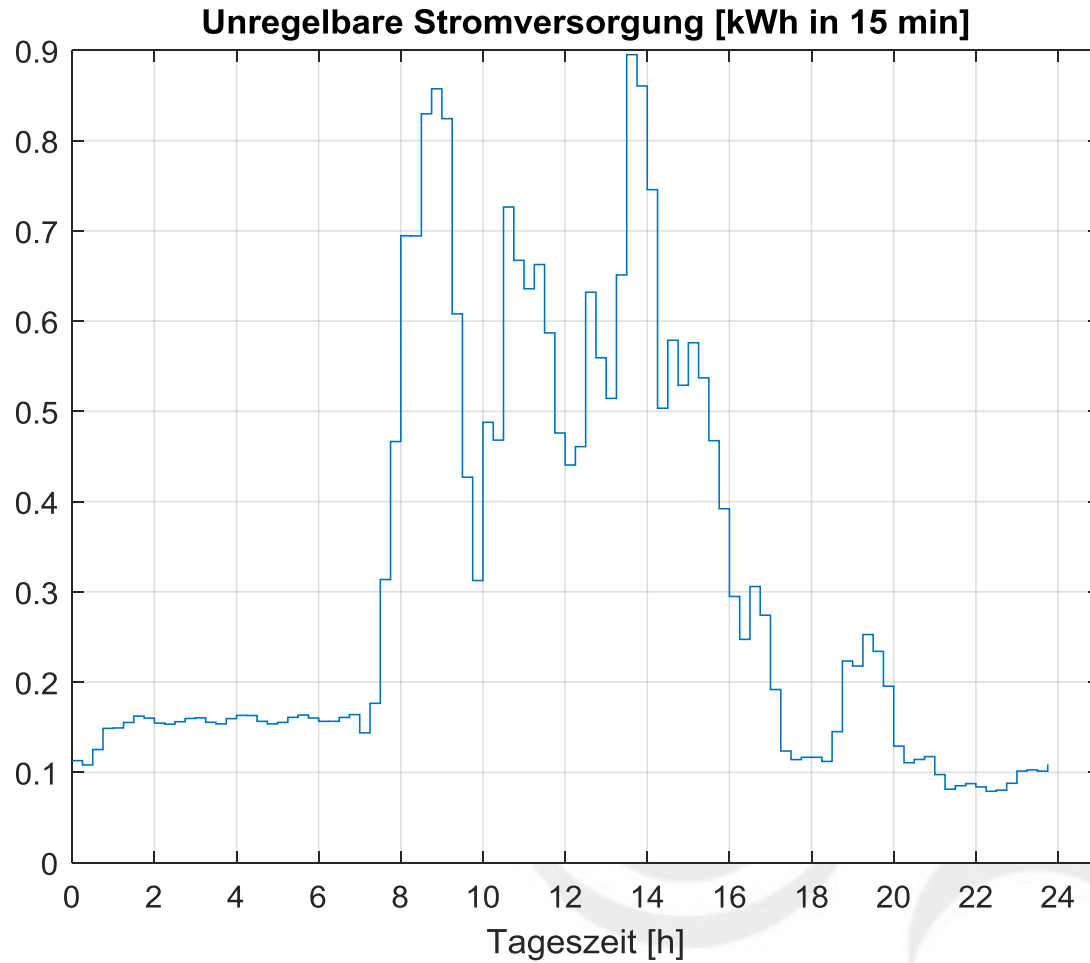
3Smart ohne Aktivation: 363 kWh (34,5% niedriger)

3Smart mit Aktivation: 366 kWh (34,0% niedriger)

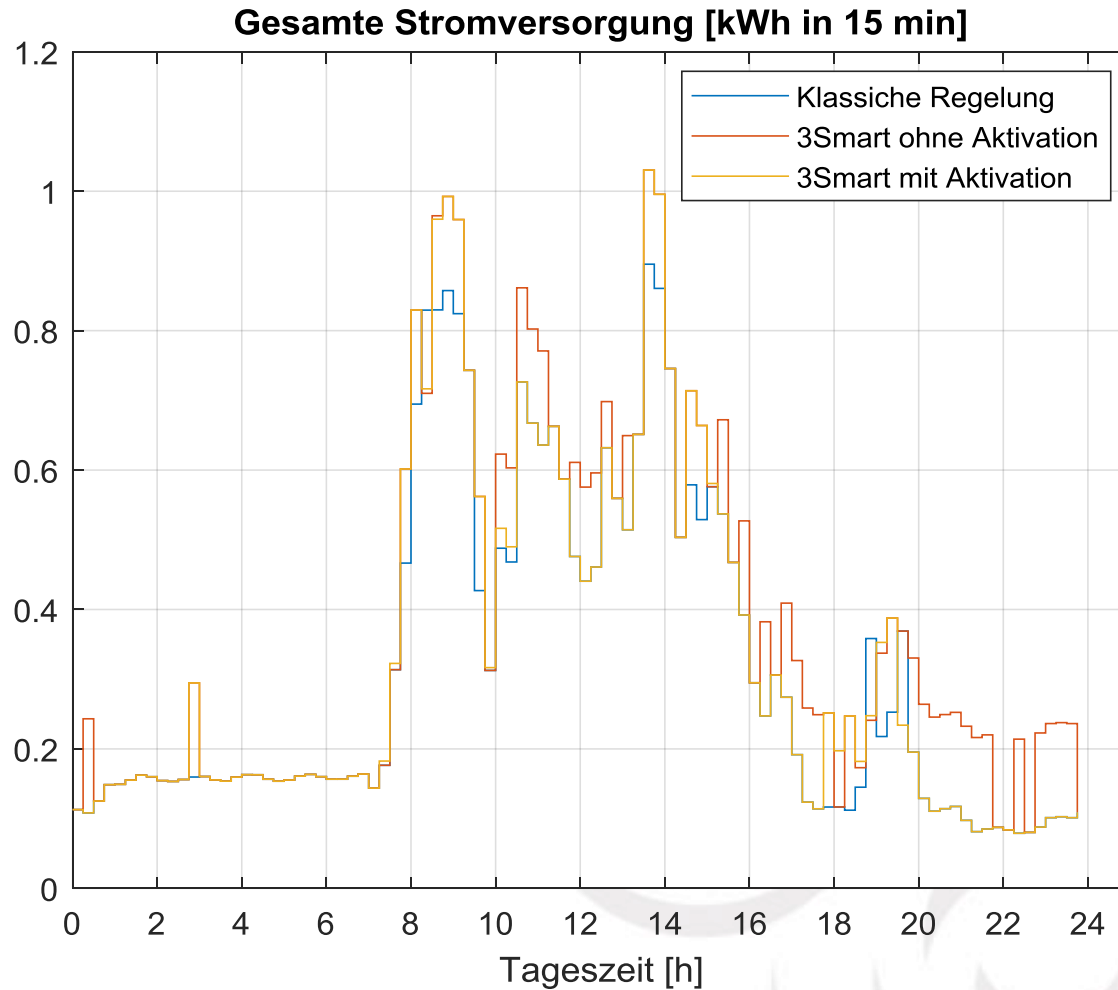
Die Microgrid Ebene in der Schule

- Keine regelbare Elemente
- MPC für das Microgrid dient nur als Schnittstelle zum Stromnetz
- Koordination mit dem HVAC MPC: der einzige regelbar Stromverbraucher ist der Deckenlufthitzer im Turnsaal (540 W max)

Die Resultate – das Microgrid



Die Resultate – das Microgrid

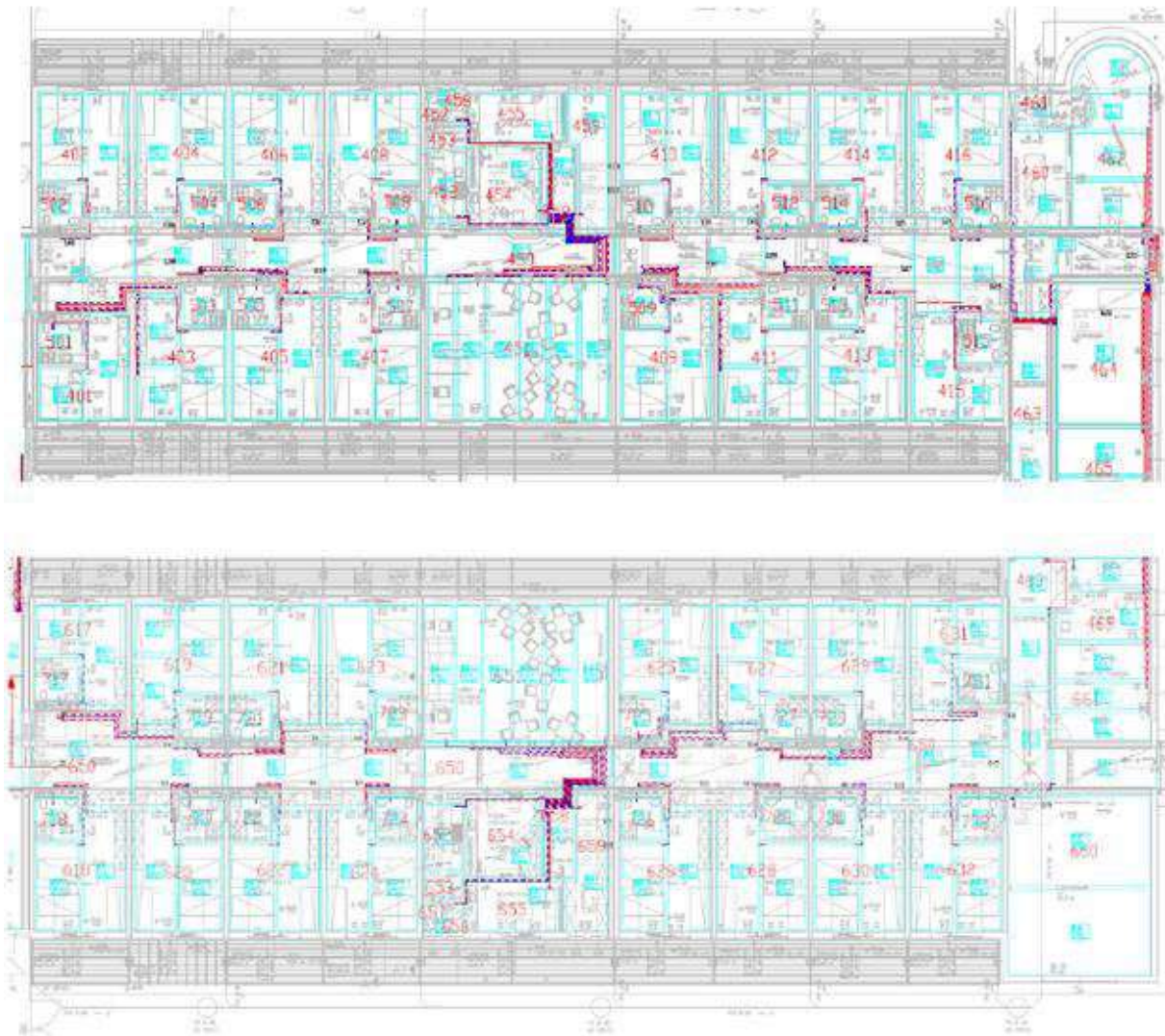


Die Resultate – 3Smart

- **Flexibilitätsangebot: 0.24 kW**
- **Tagesstromkosten:**
 - Klassische Regelung: 5.19 €
 - 3Smart ohne Flexibilitätsaktivierung: 6.20 €
 - 3Smart mit Flexibilitätsaktivierung: 5.58 €
- **Tageswärmekosten:**
 - Klassische Regelung: 55.51 €
 - 3Smart ohne Flexibilitätsaktivierung: 36.31 €
 - 3Smart mit Flexibilitätsaktivierung: 36.55 €

Altenheim Zentrum

Altenheim Zentrum – Einblick



Regelpunkte

- Zonen-Ebene
 - Fußbodenheizung in Zonen Z-1 – Z-40
 - Öffnung des Ventils
- Ebene für die zentrale Verteilung des Heizungsmediums
 - Mischventil
 - Vorlauftemperatur des Mediums für Heizen
- Microgrid Ebene
 - Batteriespeichersystem füllen/leeren Lastung

Heizungssystem - Struktur

- Stränge
 - Strang Süd – Regelbar von 3Smart
Z1-Z40 **in Parallele**
 - Andere - Nicht Regelbar von 3Smart

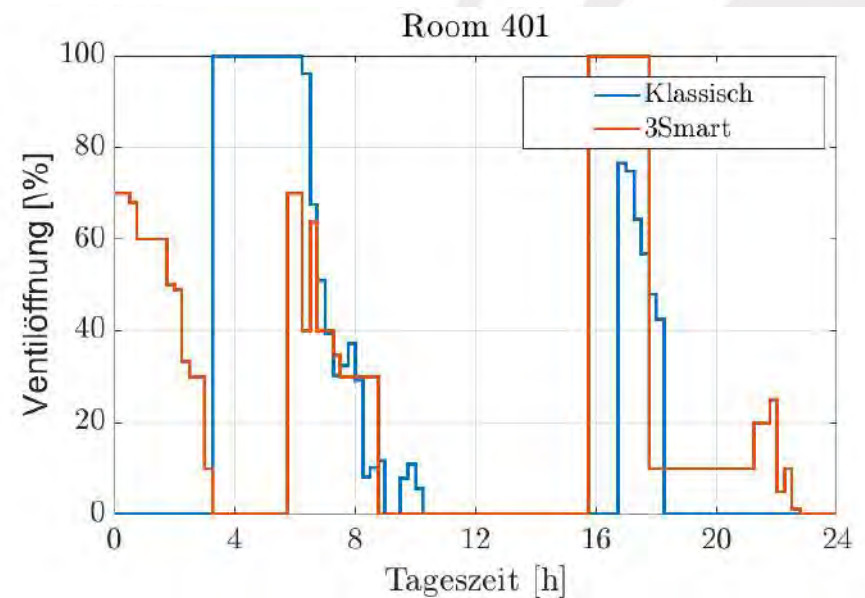
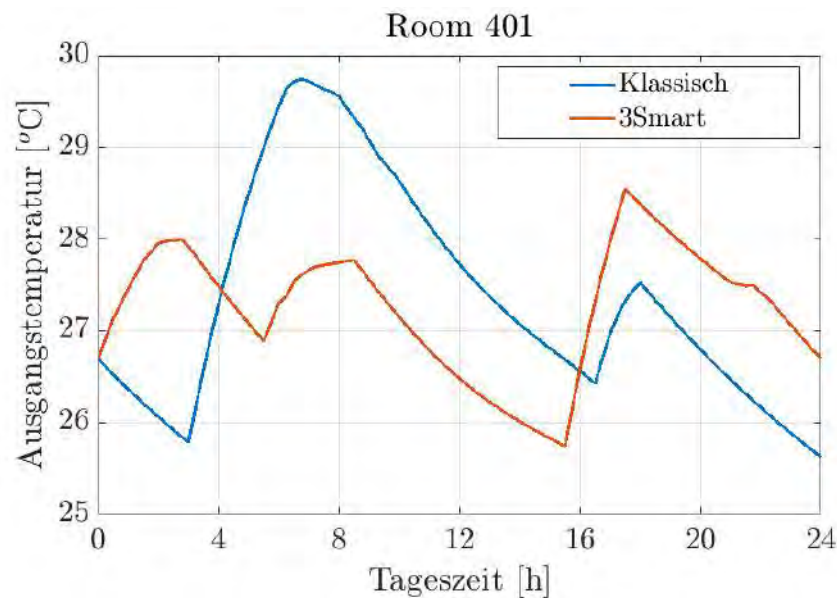
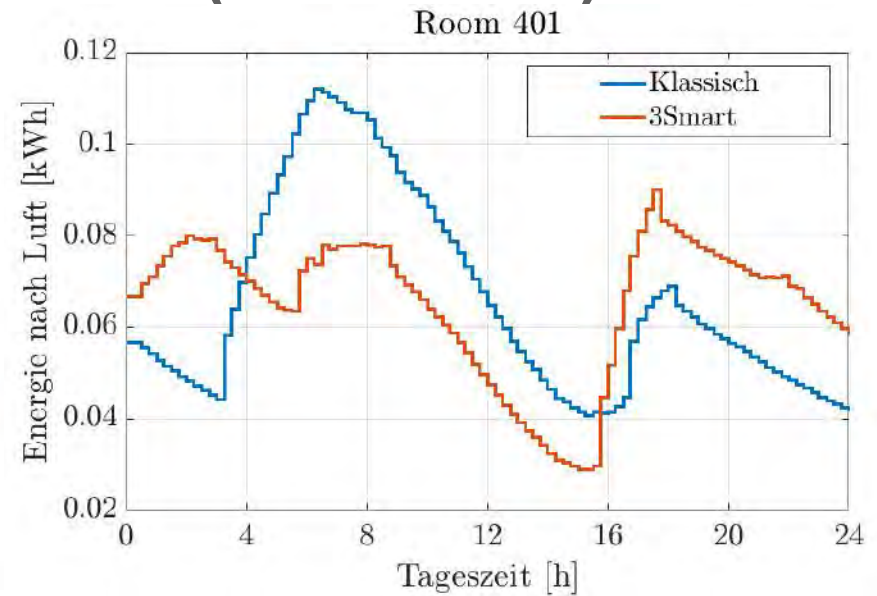
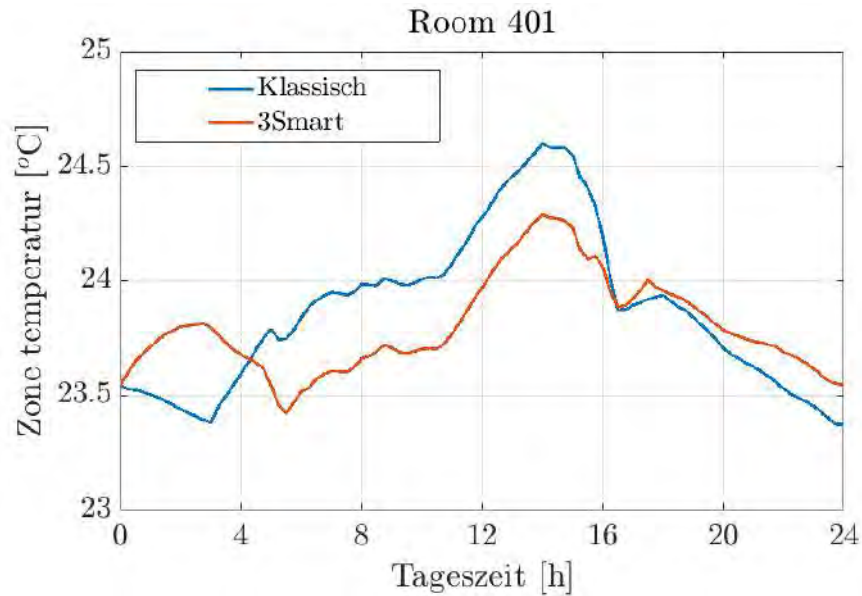
3Smart Regelung

- Die Planung für einen ganzen Tag (24 Stunden)
 - Die Temperatureinstellungen im System müssen um Mitternacht bei der gleichen Temperatur enden, an der sie die Mitternacht vorher beginnen (die Starttemperaturen unterliegen ebenfalls der Optimierung) -- damit erreicht man ein nachhaltiges und wiederholbares Alltagsverhalten des Systems
 - die Ventilöffnungen für alle Zimmer und die Vorlauftemperatur werden in 15-minütigen Schritten optimiert

Klassische Regelung

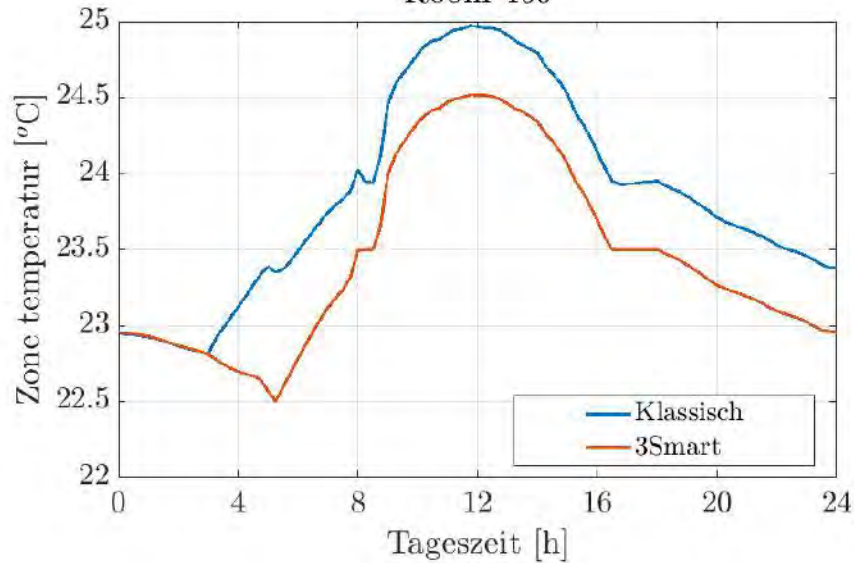
- Das Fußbodenheizungsventil ist geöffnet wenn die Lufttempertaur niedriger als der Sollwert ist, andernfalls ist es geschlossen
- Die Vorlauftemperatur ist auf 42°C eingestellt wenn ein oder mehr Ventile geöffnet sind, andernfalls gesetzt auf die Rücklauftemperatur (keine Heizung des Mediums)

Die Resultate – Zonen Ebene (Raum 401)

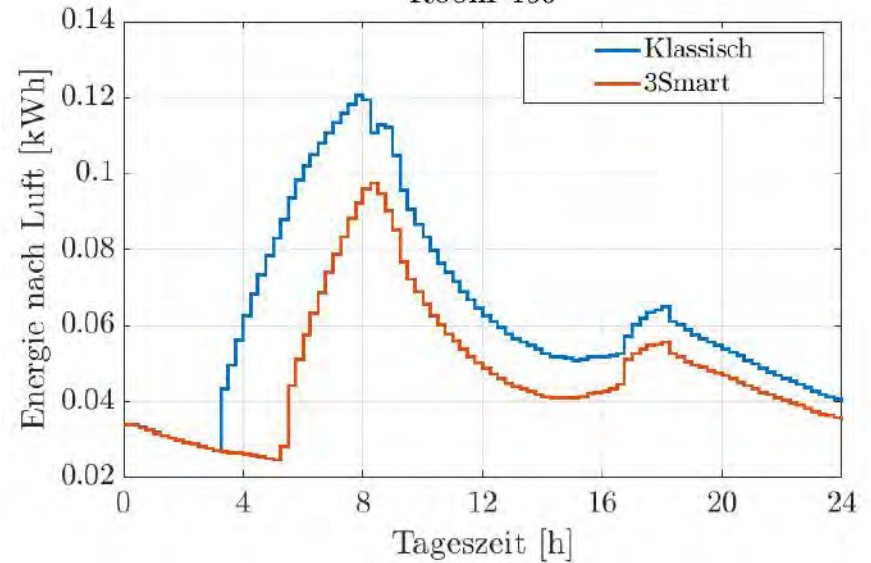


Die Resultate – Zonen Ebene (Raum 466)

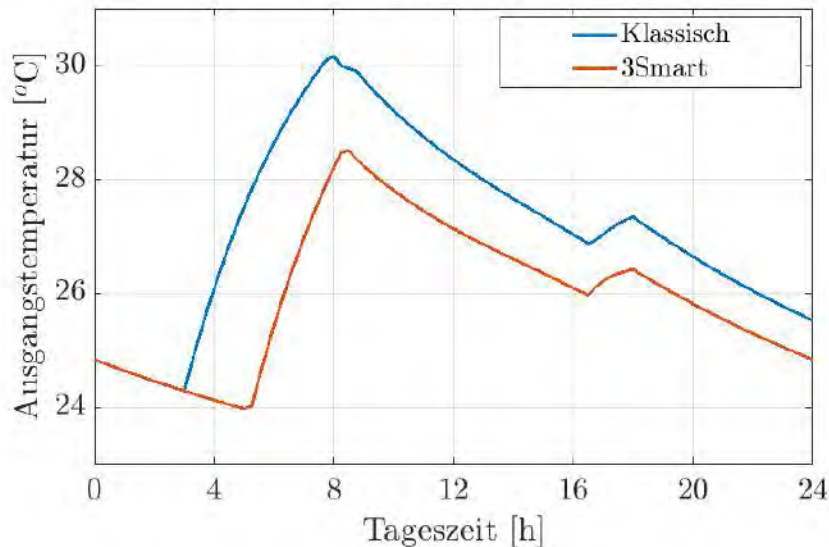
Room 466



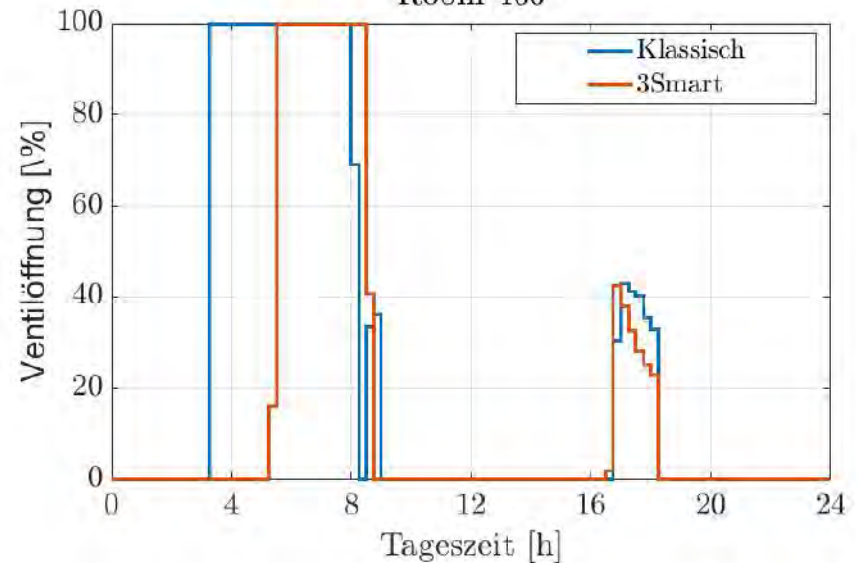
Room 466



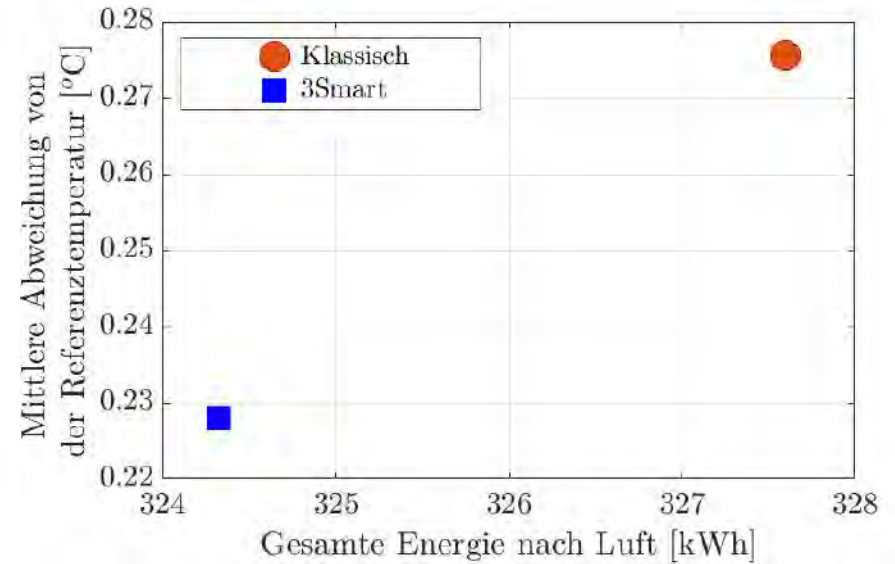
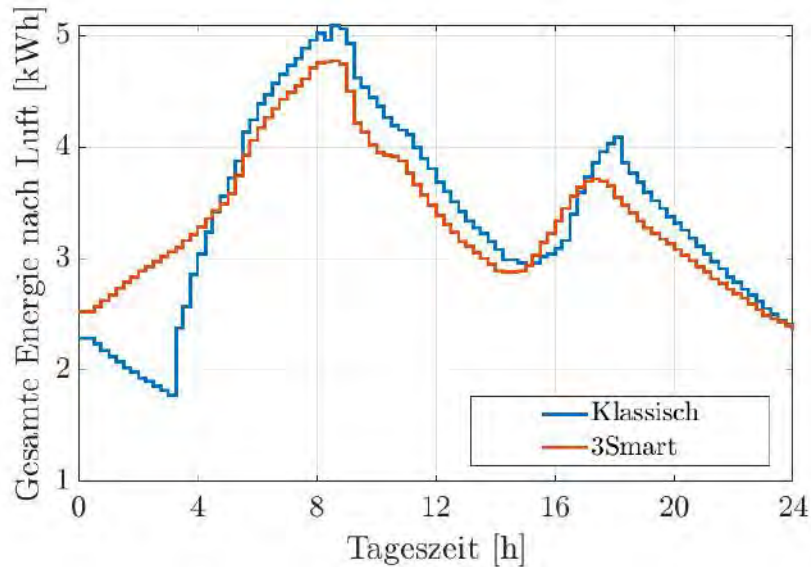
Room 466



Room 466



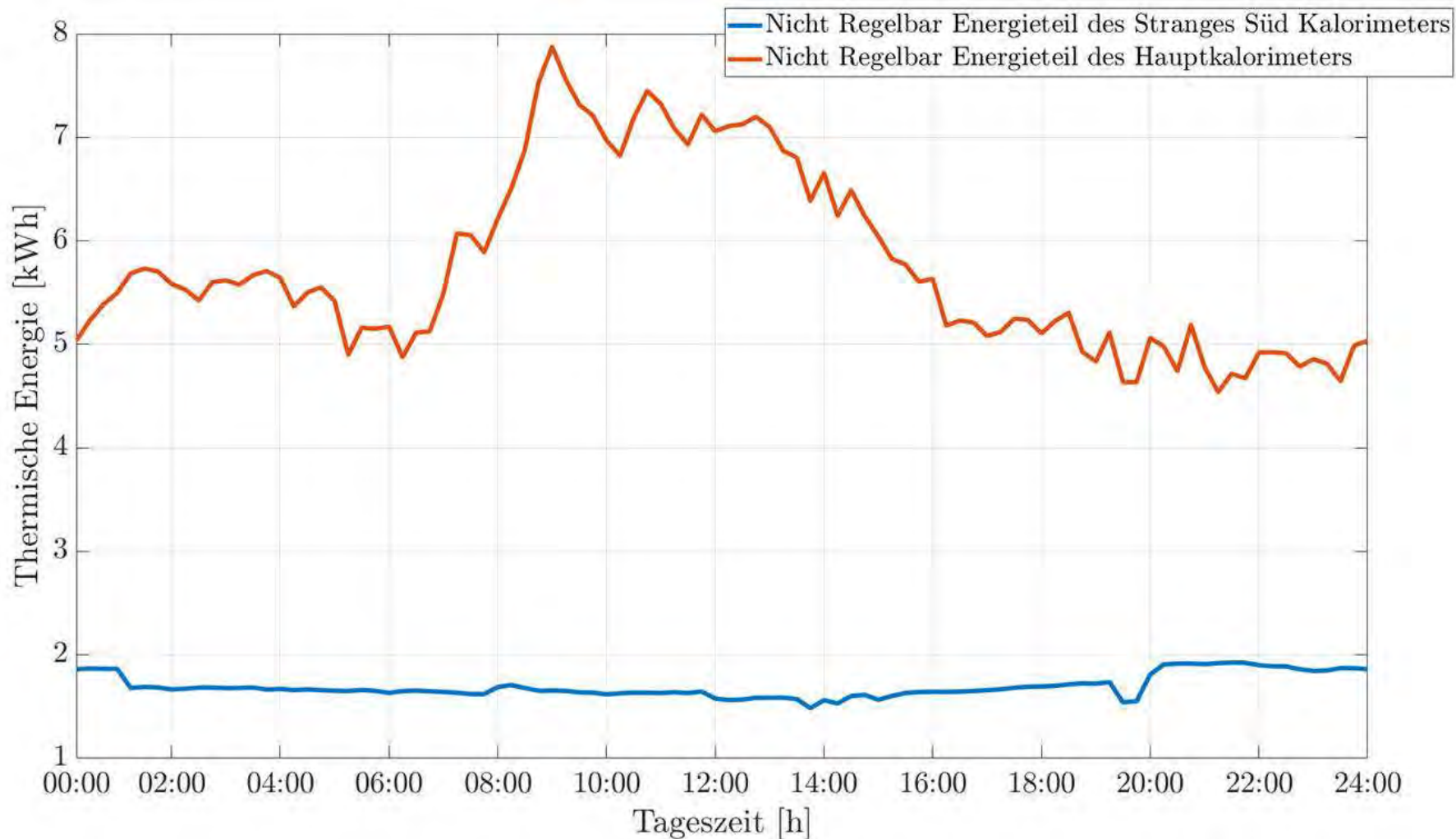
Die Resultate – Zonen Ebene



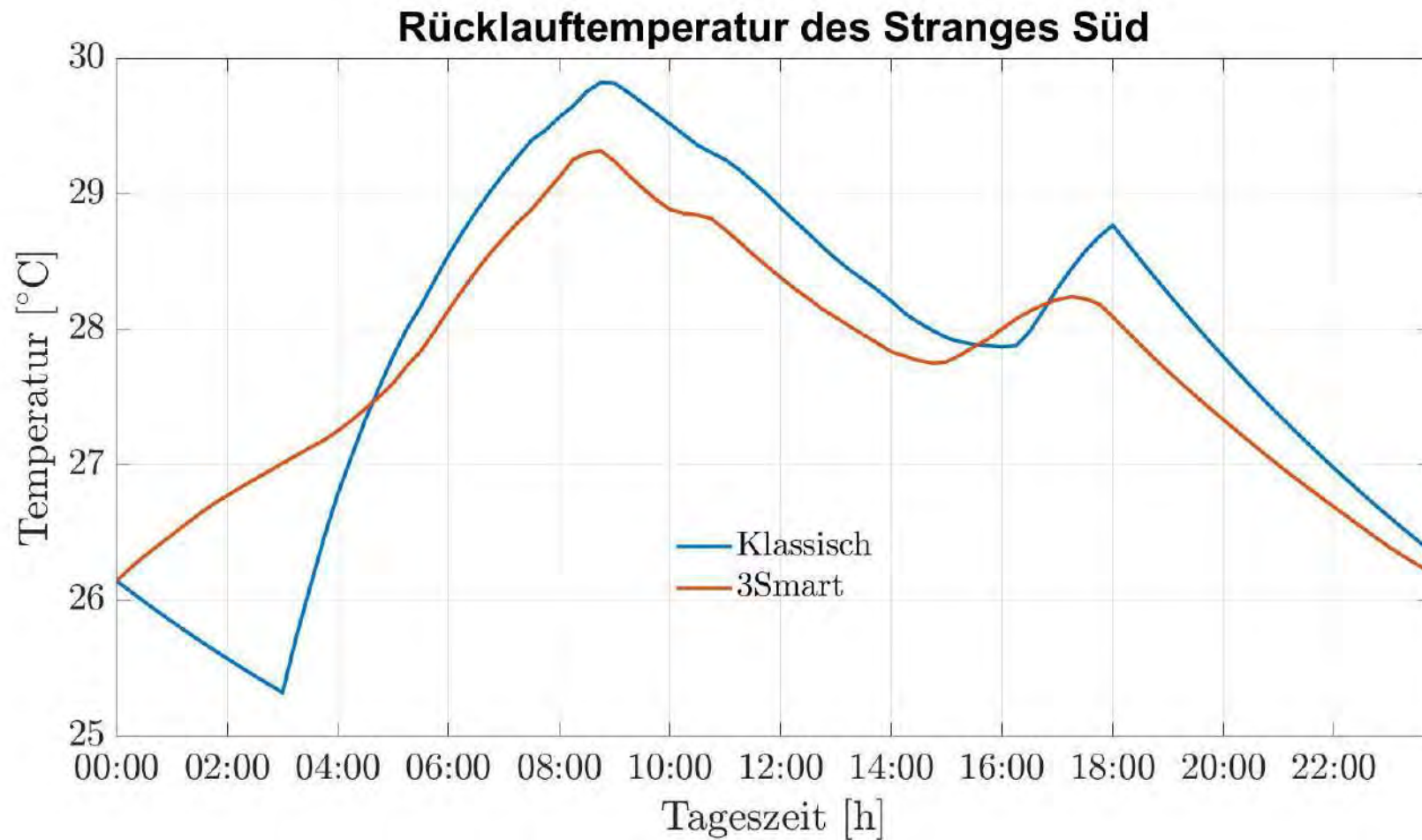
Thermal comfort
increase of 21%



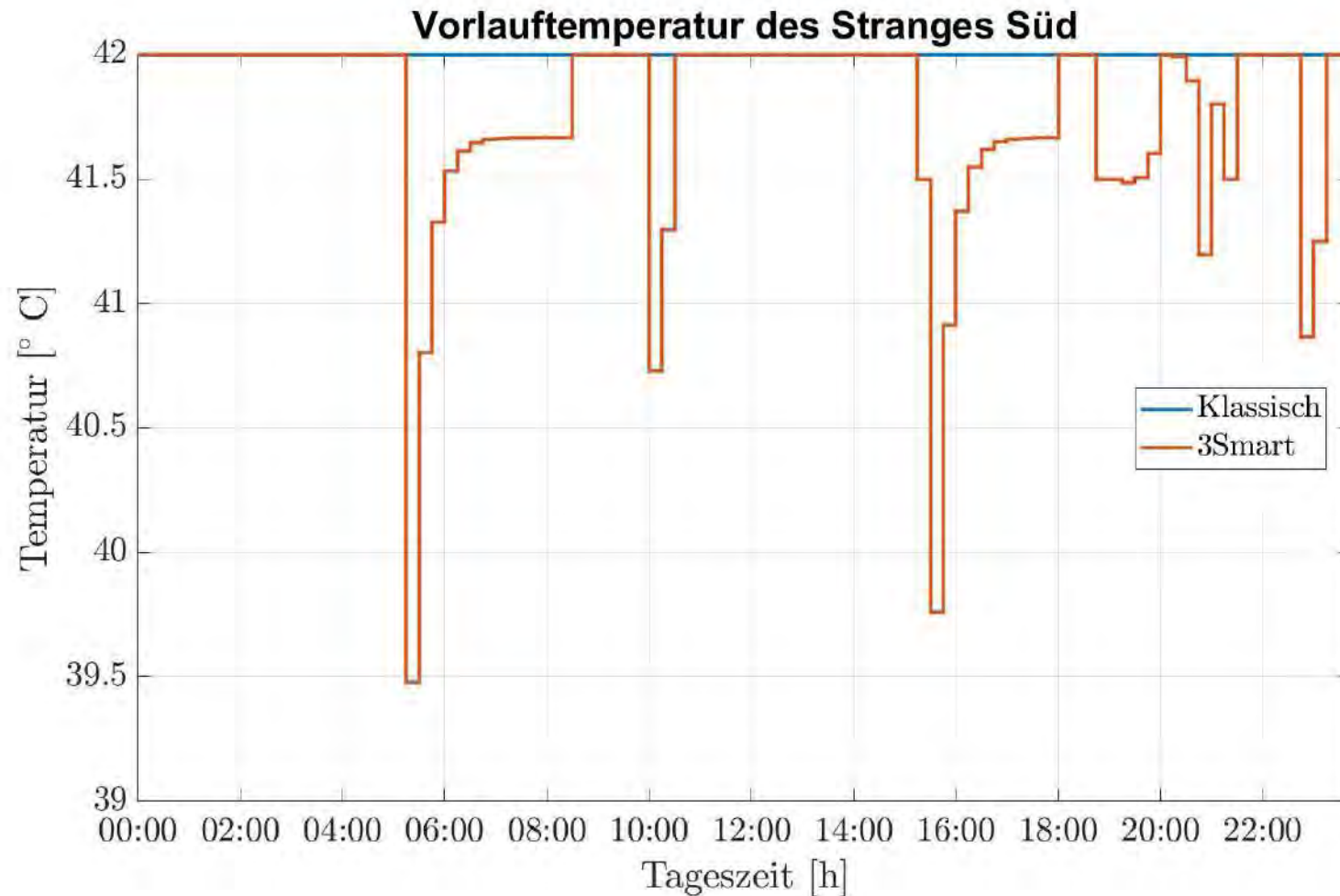
Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums



Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums

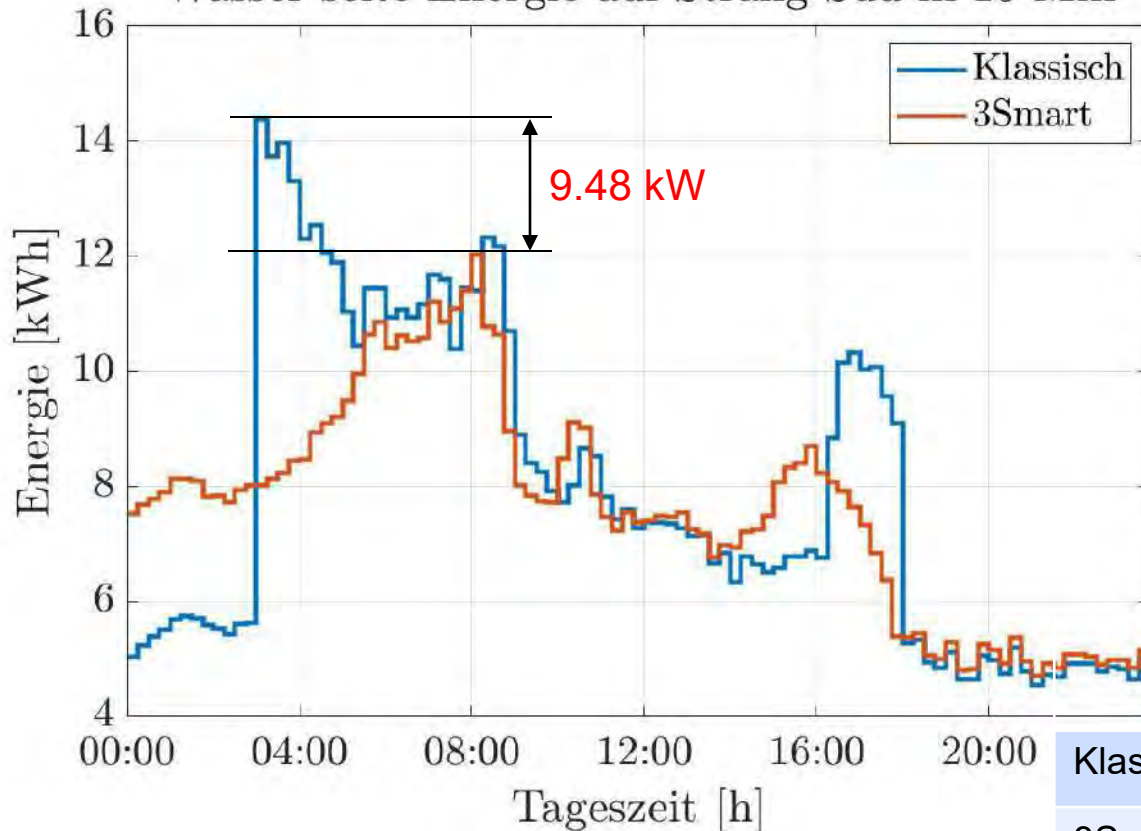


Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums



Die Resultate – Zentrale Bereitstellung des Heizungsmediums

Wasser-seite Energie auf Strang Sud in 15 Min



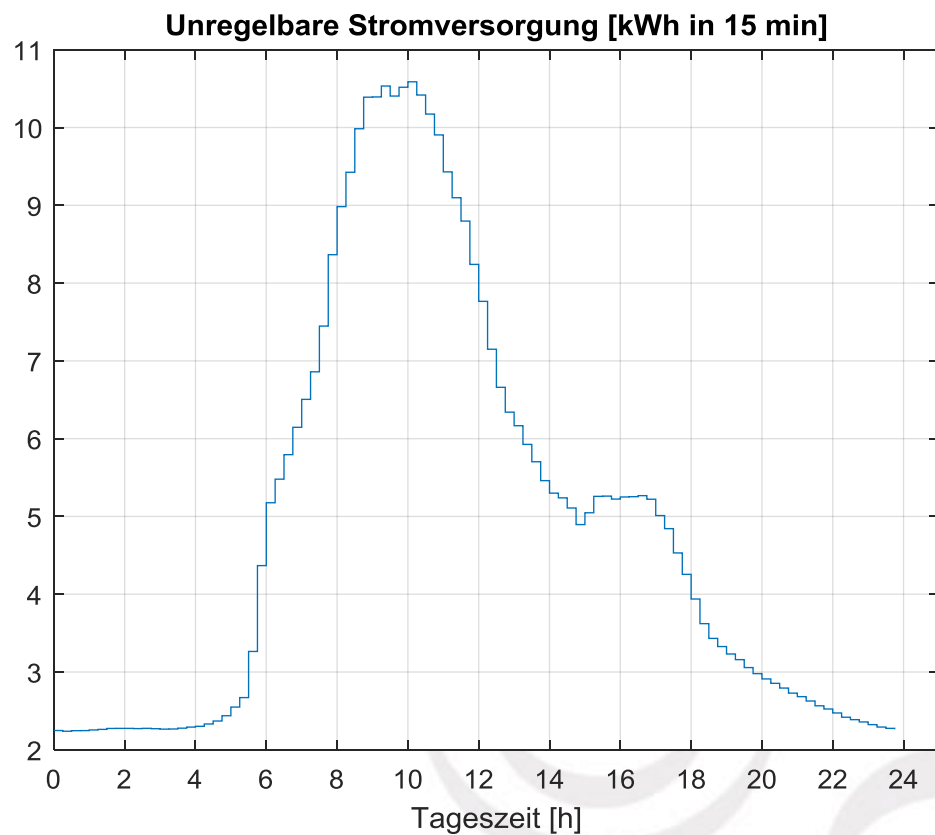
	Energie [kWh]	Sparung [%]
Klassisch	749.35	-
3Smart	727.63	2.9%

Komfort!

Das Microgrid im Altenheim

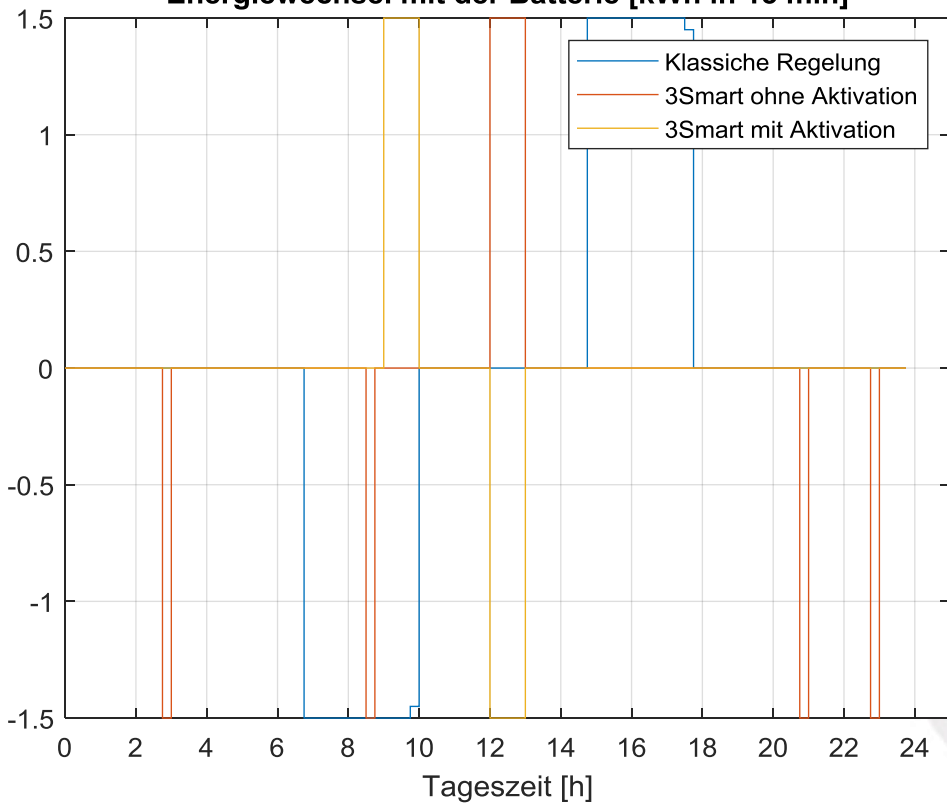
- Das Solarkraftwerk ist unter Einspeisetariff → nicht berücksichtigt
- Regelbare elektrische Belastung des HVAC-Systems ist geringfügig ($<50\text{W}$) → keine Koordination zwischen der HVAC und der Microgrid Ebene
- Kosten der Batteriedegradation: 0.148 €/kWh

Die Resultate – das Microgrid

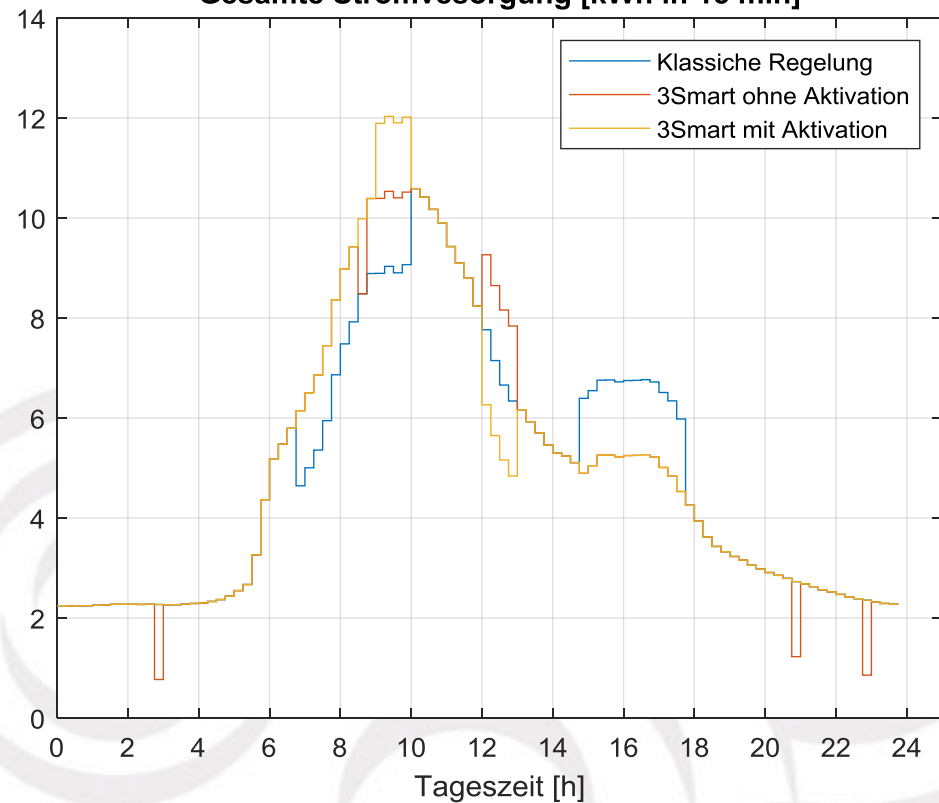


Die Resultate – das Microgrid

Energiewechsel mit der Batterie [kWh in 15 min]



Gesamte Stromversorgung [kWh in 15 min]



Die Resultate – das Microgrid

- Flexibilitätsangebot: 13.32 kW
- Tagesstromkosten:
 - Klassische Regelung: 25.70 €
 - 3Smart ohne Flexibilitätsaktivierung: 20.82 €
 - 3Smart mit Flexibilitätsaktivierung: 17.39 €



Project Deliverable Report

Smart Building – Smart Grid – Smart City

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

DELIVERABLE D2.3.2

Public presentation materials of pilots results in pilot countries – Bosnia and Herzegovinian pilot

Project Acronym	3Smart
Grant Agreement No.	DTP1-502-3.2-3Smart
Funding Scheme	Interreg Danube Transnational Programme
Project Start Date	1 January 2017
Project Duration	36 months
Work Package	2
Task	2.3
Date of delivery	Contractual: 31 December 2019 Actual: 23 December 2019
Code name	Version: 1.0 Final <input checked="" type="checkbox"/> Final draft <input type="checkbox"/> Draft <input type="checkbox"/>
Type of deliverable	Report
Security	Public
Deliverable participants	EPHZHB, UNIZGFER, SVEMOFSR
Authors (Partners)	Mile Međugorac, Marin Bakula, Nikolina Ćorluka (EPHZHB), Mario Vašak, Tomislav Capuder, Anita Martinčević, Nikola Hure, Danko Marušić, Hrvoje Novak, Paula Perović, Kristina Radoš Cvišić (UNIZGFER), Ivan Bevanda, Petar Marić (SVEMOFSR)
Contact person	Mile Međugorac (EPHZHB)
Abstract (for dissemination)	Materials presented to stakeholders on the public presentation of the Bosnia and Herzegovinian pilot are provided in the sequel. The presentation was held on 18 July 2019, in Mostar. The presentation was given in Croatian and the materials are also here provided in Croatian language.
Keyword List	public presentation

3Smart alat za gospodarenje energijom i odgovor potražnje

Prof. dr. sc. Mario Vašak

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

mario.vasak@fer.hr

Javno predstavljanje 3Smart pilota u Bosni i Hercegovini

18. srpnja 2019.

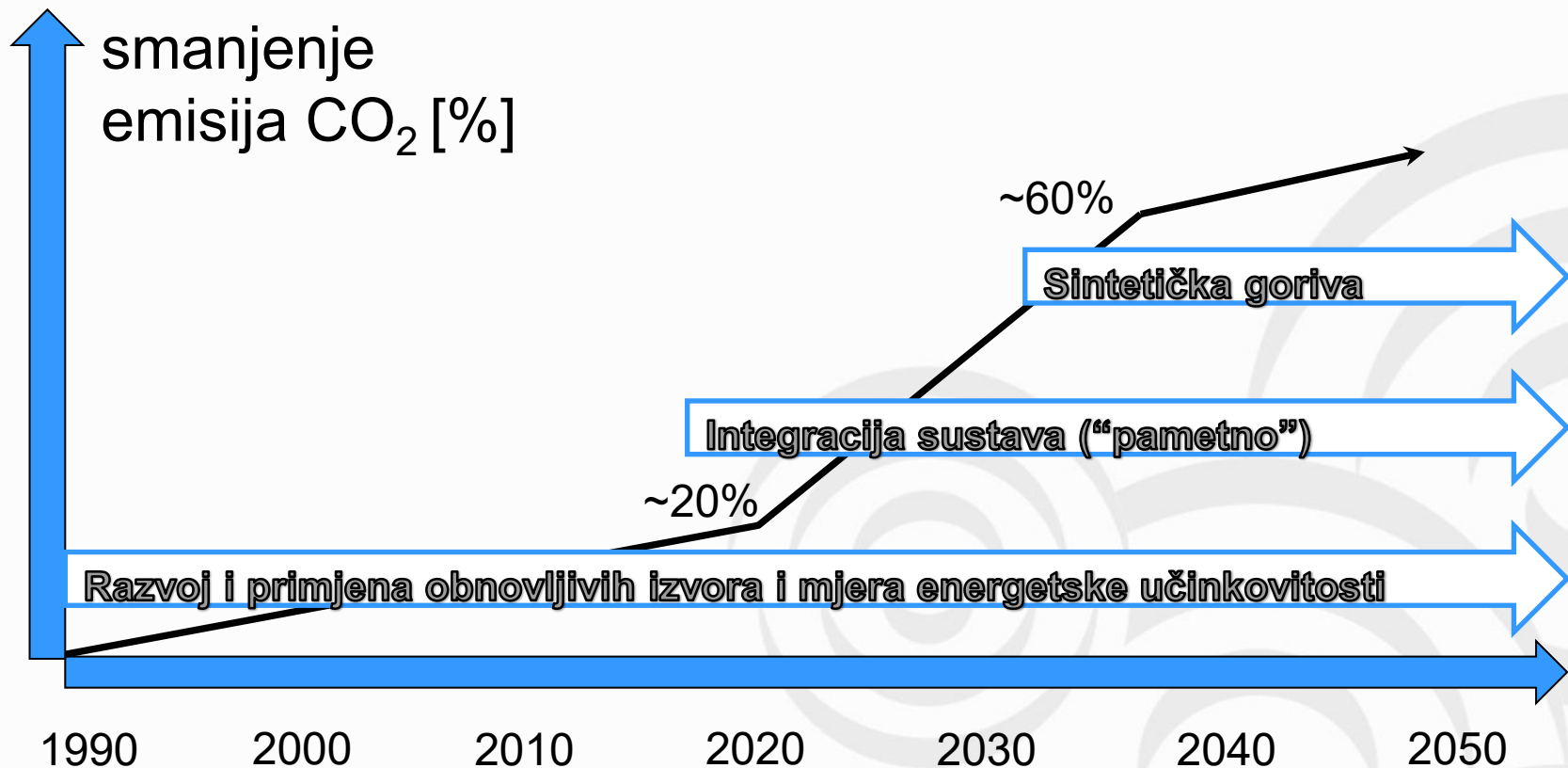


UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF
ELECTRICAL
ENGINEERING
AND COMPUTING

Project sufinanciran sredstvima Europske unije

Uvod

- Dekarbonizacija energetskeg sustava



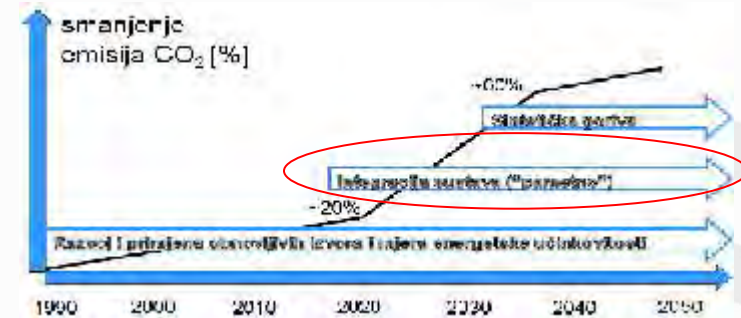
Izvor: ReModD – Studija ekonomski optimalne dekarbonizacije energetskeg sustava Njemačke do 2050.

Uvod

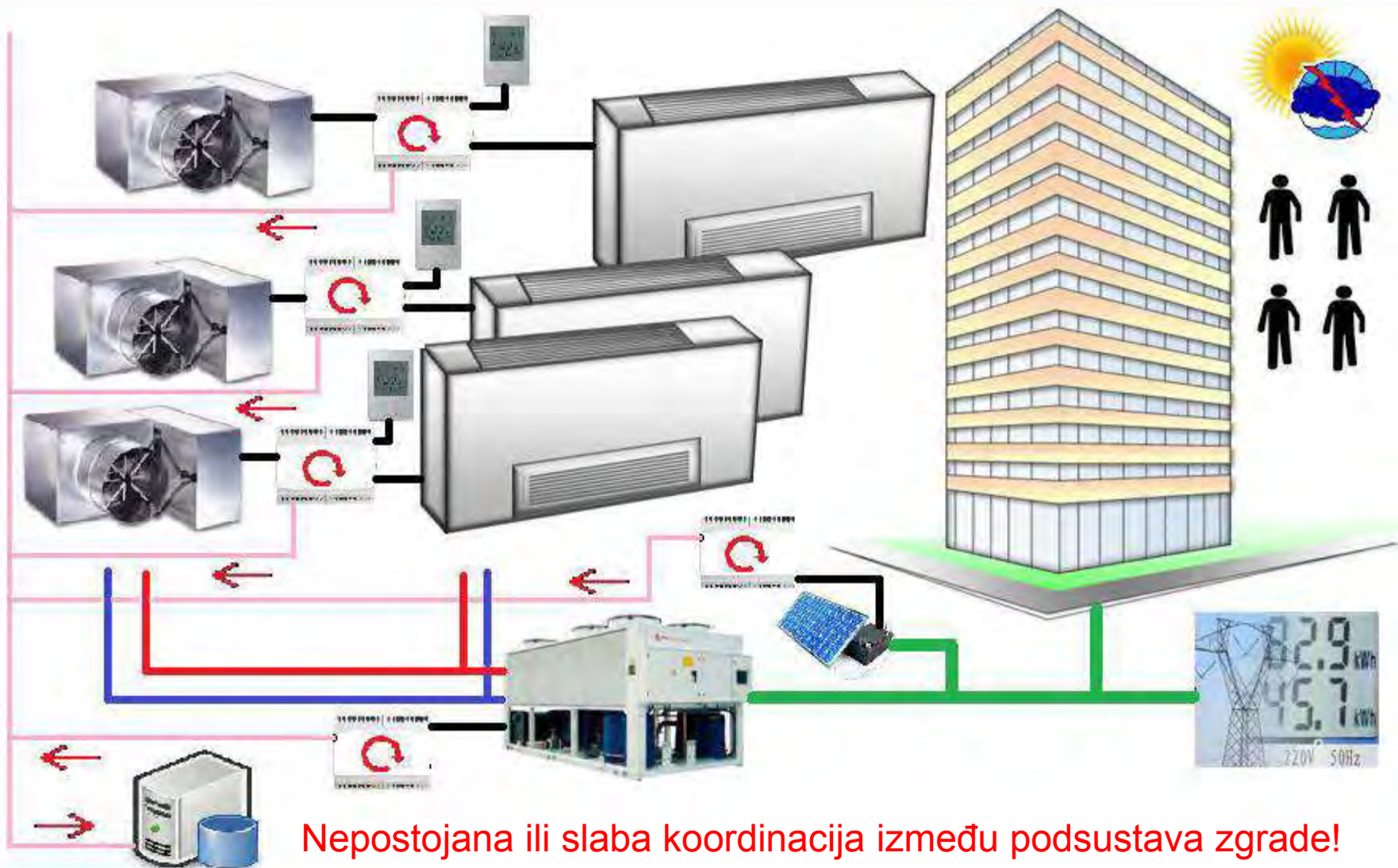
• Dekarbonizacija energetskeg sustava

– Integracija:

- Usklađivanje potrošnje s proizvodnjom
 - upravljanje potrošnjom temeljem cjenovnih signala
 - odgovor potražnje
- Povezivanje različitih energetskeg sektora
 - električna energija, toplinska energija, plin
 - na strani proizvodnje, na strani potrošnje
- Povezivanje različitih sektora krajnje potrošnje
 - zgrade, transport, industrija



Tipična komercijalna zgrada



Nepostojana ili slaba koordinacija između podsustava zgrade!

Problemi – distribucijske mreže

- Mnogo neupravljivih zgrada sporadično prouzročuje značajne vrhove/ponore potrošnje na distribucijskoj mreži
 - kvaliteta napajanja, gubitci, skraćenje životnog vijeka opreme u mreži
 - povećani troškovi rada mreže, potrebe za nadogradnjom mreže
 - nestalni obnovljivi izvori na mreži samo pogoršavaju situaciju

Što ako...

- ...bismo orkestrirali podsustavima zgrade
 - tako da se smanji potrošnja energije te razmjena energije s distribucijskim mrežama postane upravljivom, uz zadržan komfor
 - odabir profila potrošnje energije iz različitih distribucijskih mreža koji rezultiraju minimalnim troškovima za zgradu

Što ako...

- ...bi mreža cijene i uvjete razmjene energije vezala dinamički s vremenskim trenutcima te ih unaprijed komunicirala sa zgradom
 - ... a zgrada se putem koordinacijskih mehanizama prilagođavala odabirući one profile razmjene energije s mrežom koji održavaju komfor i imaju najniže troškove
- ...te na taj način zbrajajući doprinose prilagođenih zgrada mreža preoblikovala profil potrošnje
 - ... te tako smanjila potrebe za nadogradnjom mreže, gubitke u distribuciji, produžila vijek trajanja mrežne opreme, povećala kapacitet za prihvaćanje energije iz obnovljivih izvora

Koordinacija zgrada i mreža (1)

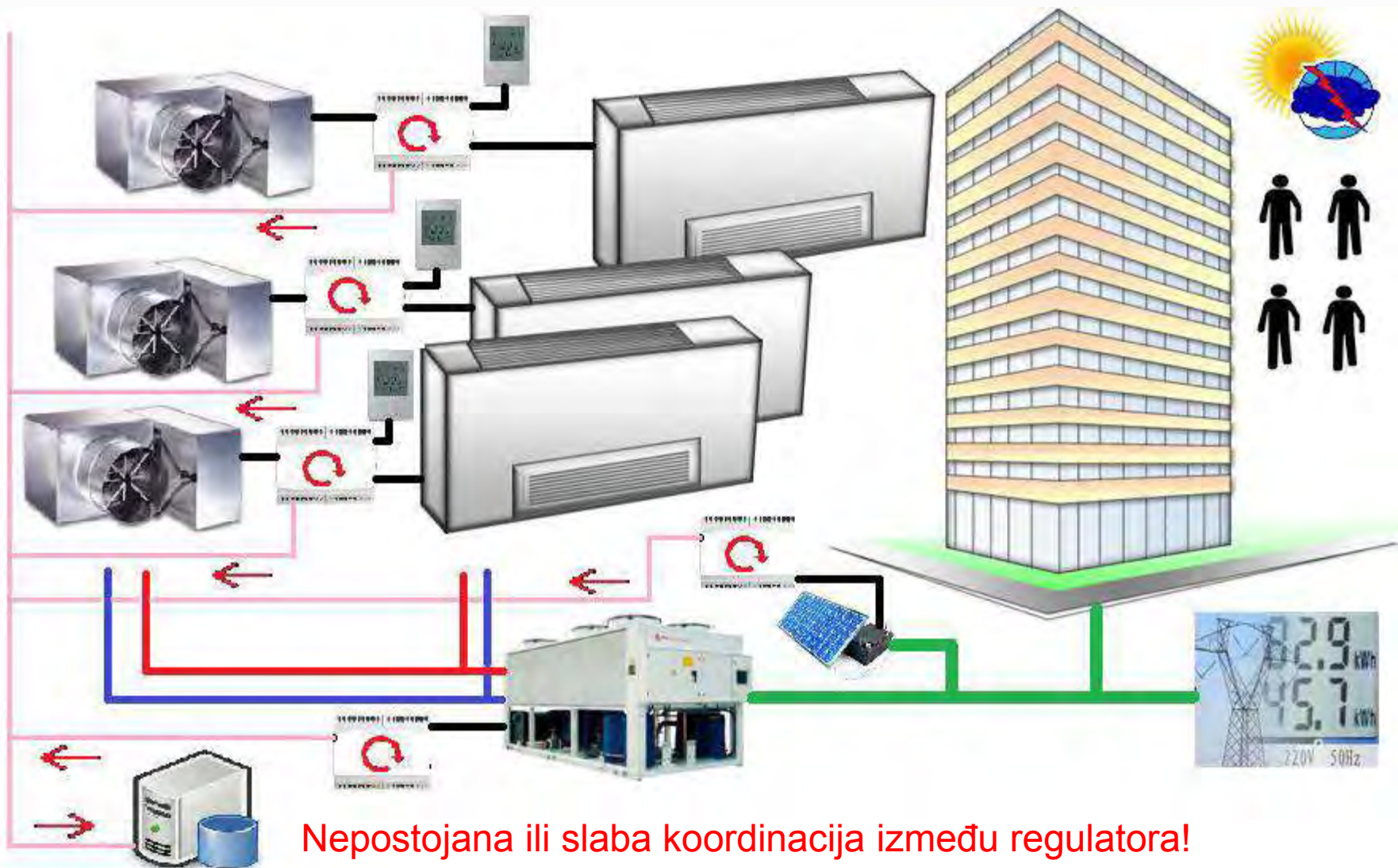
- Koordinacija
 - unutar zgrade,
 - unutar mreže,
 - između zgrade i mreže, te
 - između zgrada međusobno

je tehnički ostvariva
- ...kako?
 - Prediktivno upravljanje i matematičke optimizacije
 - Tržišni mehanizmi

Koordinacija zgrada i mreža (2)

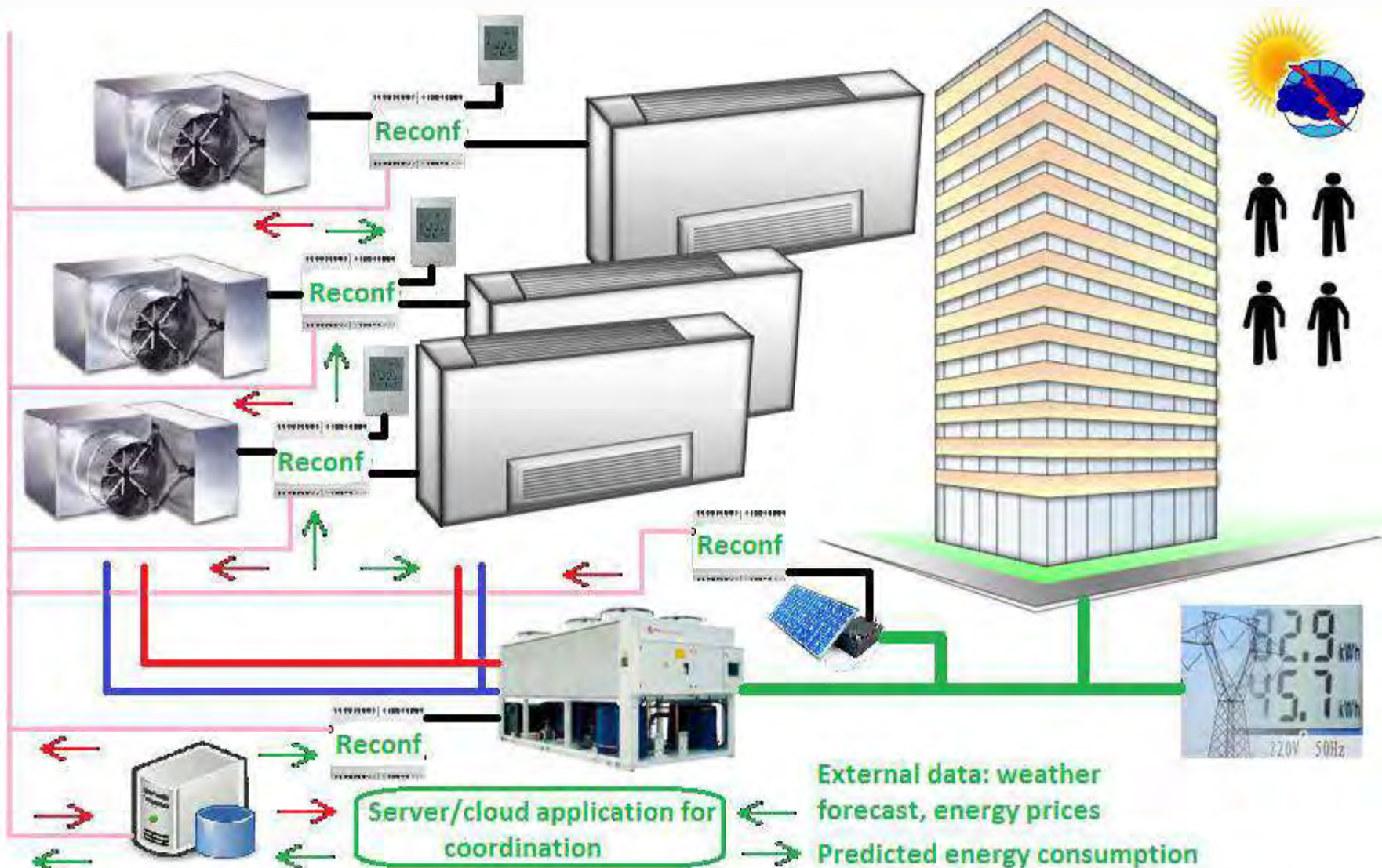
- ...ali
- ...možemo li ju učiniti ekonomski izvedivom?
 - Ako jednostavno možemo uvesti koordinaciju nad postojećim sustavima u njihovoj različitosti, da! → potreban alat za gospodarenje energijom u stvarnom vremenu prilagodljiv različitim konfiguracijama zgrada i mreža
- ...je li nam to dopušteno raditi?
 - Usklađenje regulatornog okvira na tehničkim temeljima

Tipična komercijalna zgrada



Nepostojana ili slaba koordinacija između regulatora!

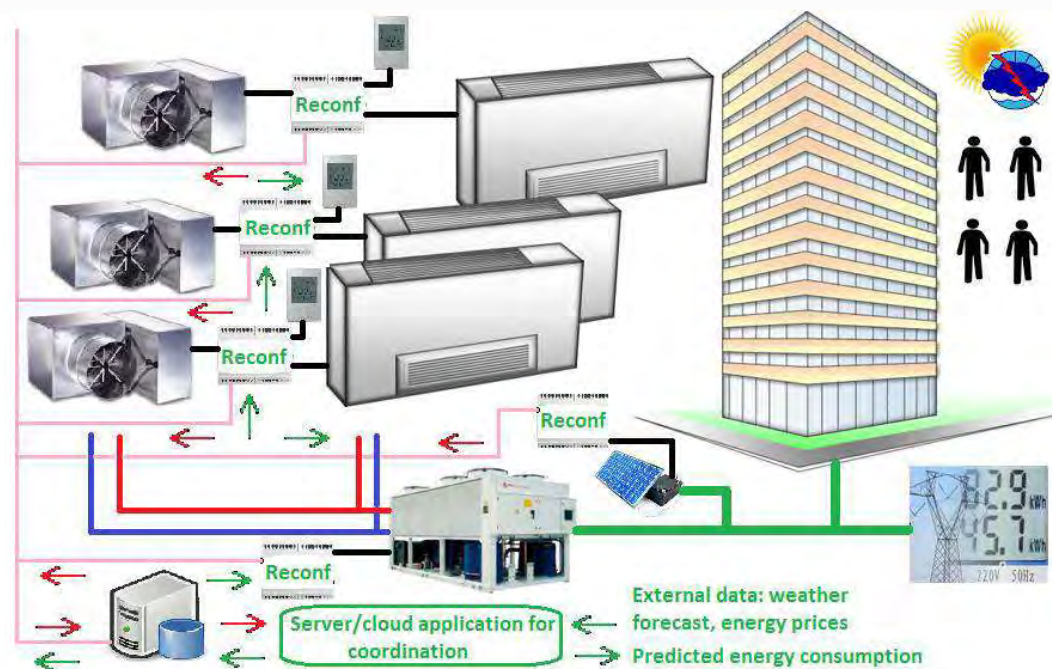
Usluga koordinacije i odgovora potražnje



Usluga koordinacije i odgovora potražnje

– Modularnost koordinacijske usluge

- Programski moduli za različite funkcionalne razine u zgradi

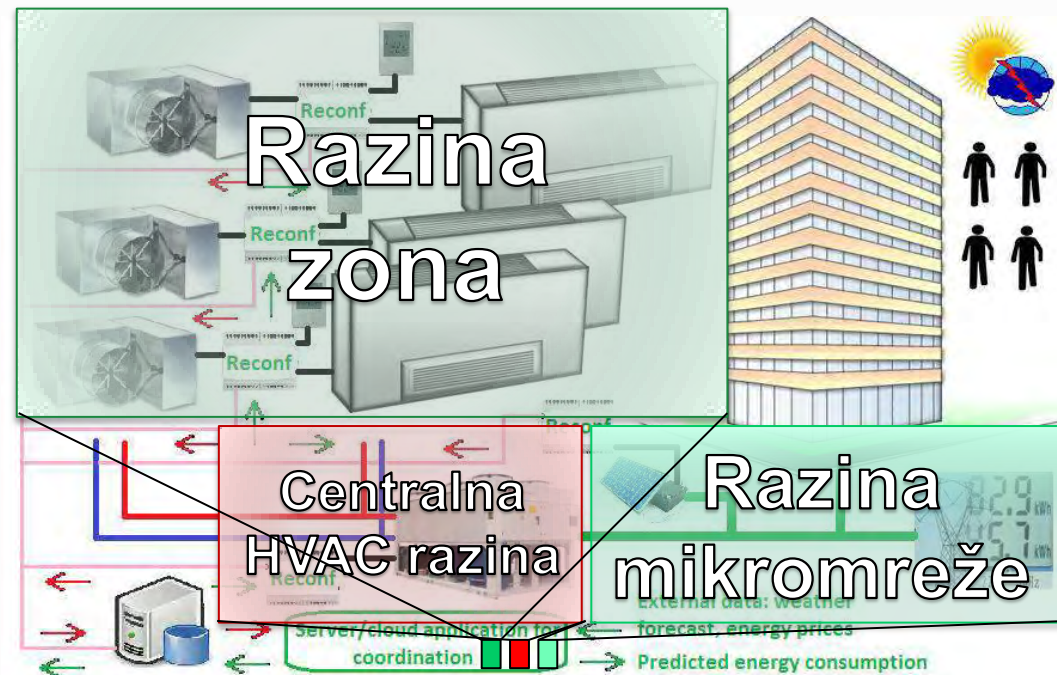


- Međusobno koordinirani u bilo kojoj konfiguraciji

Usluga koordinacije i odgovora potražnje

– Modularnost koordinacijske usluge

- Programski moduli za različite funkcionalne razine u zgradi

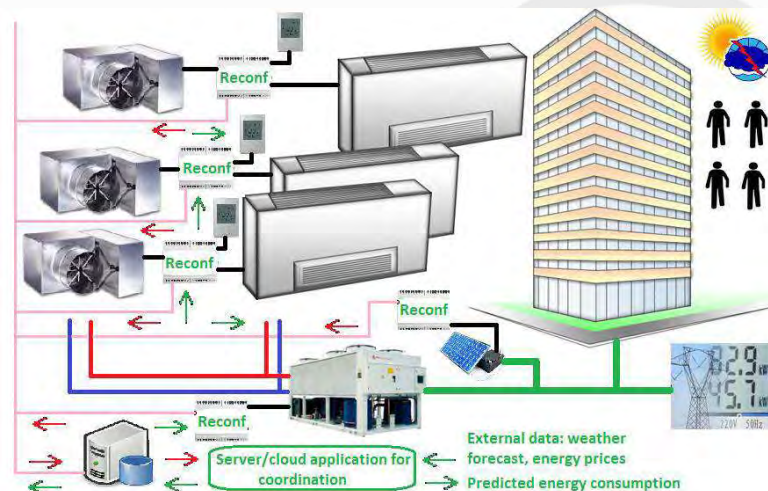


- Međusobno koordinirani u bilo kojoj konfiguraciji

Planiranje optimalnog rada zgrade

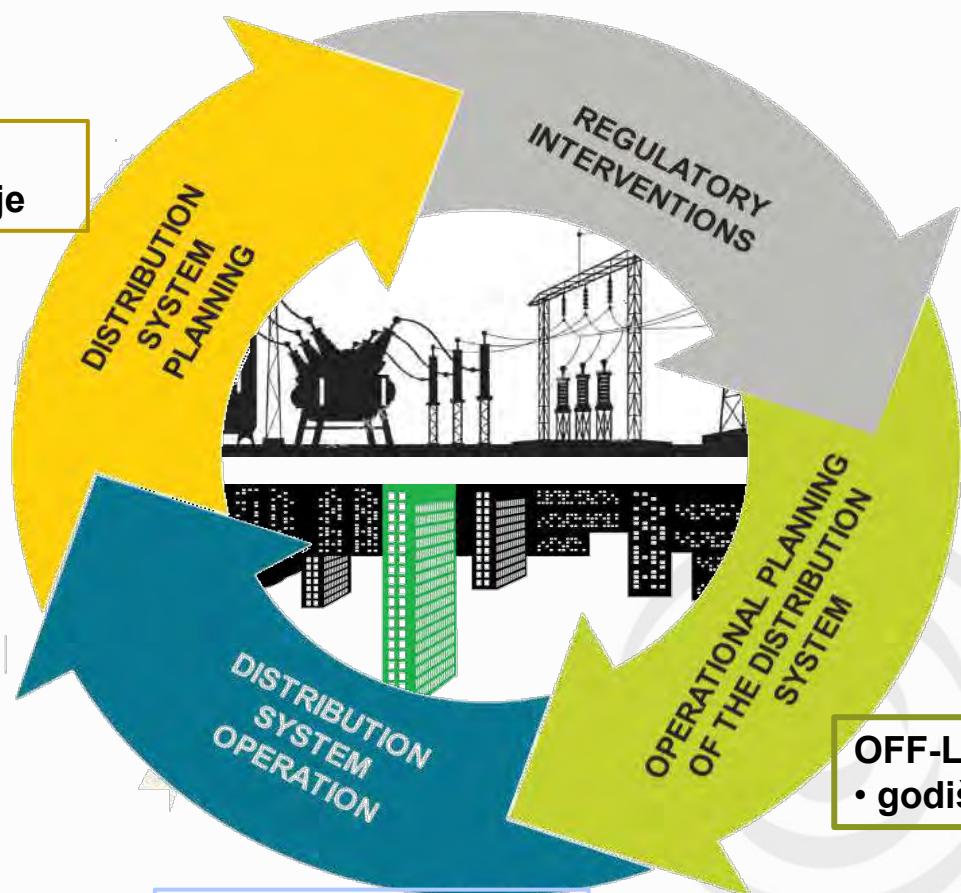
– Mogućnost planiranja optimalnog rada zgrade za karakteristične dane

- Procjena isplativosti intervencija na pojedinim razinama te dobitaka uslijed njihove koordinacije
- Planiranje optimalnog iznosa snage fleksibilnosti za interakciju s mrežom (**odgovor potražnje**)

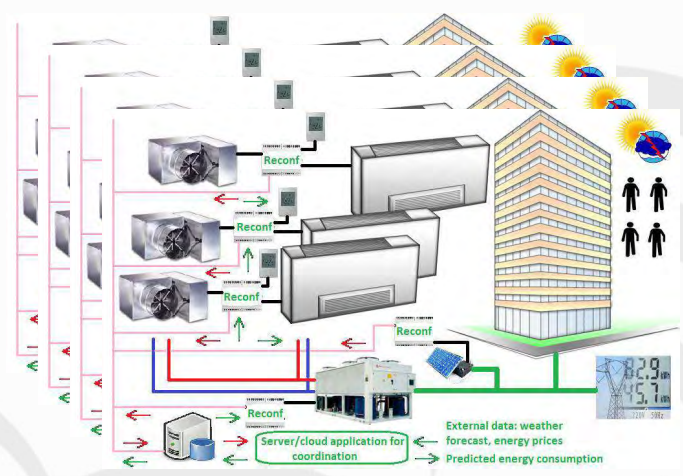


3Smart alat na strani distribucijske mreže (1)

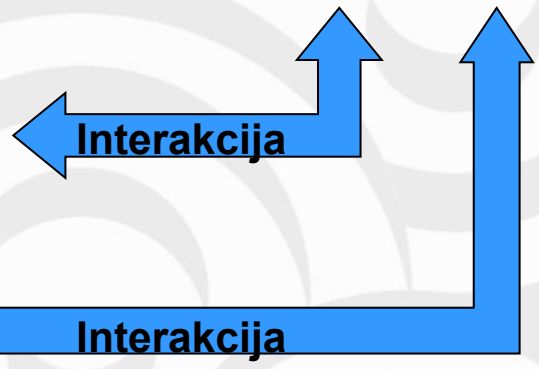
OFF-LINE
• višegodišnje



ON-LINE
• dan unaprijed
• unutar dana





OFF-LINE
• godišnje



3Smart osnovne informacije

- Vodeći partner: Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva
- 9 ERDF partnera (iz Hrvatske, Slovenije, Austrije, Mađarske)
- 3 IPA partnera (iz Srbije i Bosne i Hercegovine)
- 5 suradnih strateških partnera (iz Hrvatske, Slovenije, Bosne i Hercegovine i Mađarske)
- 1/1/2017-31/12/2019
- Budžet: 3.79 M€
- EU sredstva: 3.21 M€
(kroz Interreg Dunav)

 University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing	ERDF	 University of Belgrade Faculty of Mechanical Engineering	IPA
 Hrvatska elektroprivreda d.d.	ERDF	 JP Elektroprivreda Hrvatske Zajednice Herceg Bosne	IPA
 E 3, ENERGETIKA, EKOLOGIJA, EKONOMIJA, d.o.o.	ERDF	 University of Mostar Faculty of Mechanical Engineering, Computing and Electrical Engineering	IPA
 Municipality Idrija	ERDF		
 Elektro Primorska d.d.	ERDF		
 European Centre for Renewable Energy Güssing Ltd.	ERDF	 Croatian Energy Regulatory Agency	ASP
 Municipality of Strem	ERDF	 Jožef Stefan Institute	ASP
 Energy Güssing Ltd.	ERDF	 Goriška Local Energy Agency	ASP
 University of Debrecen	ERDF	 Regulatory Commission for Energy in Federation of Bosnia and Herzegovina	ASP
 E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt.	ERDF	 Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority	ASP

Projekt 3Smart

1. Modularni programski alat primjenjiv za različite konfiguracije zgrada i mreža
2. Piloti u 5 zemalja dunavske regije koji se sastoje od zgrada i elektrodistribucijskih mreža



3Smart piloti



FER neboderska zgrada + mreža (Zagreb, HR)



Upravna zgrada HEPa + mreža (Zagreb, HR)



Upravna zgrada EONa + mreža (Debrecen, HU)



Škola sa sportskom dvoranom + mreža (Idrija, SI)



Starački dom + mreža (Strem, AT)



Škola + mreža (Strem, AT)



Zgrada EPHZHB + mreža (Tomislavgrad, BA)

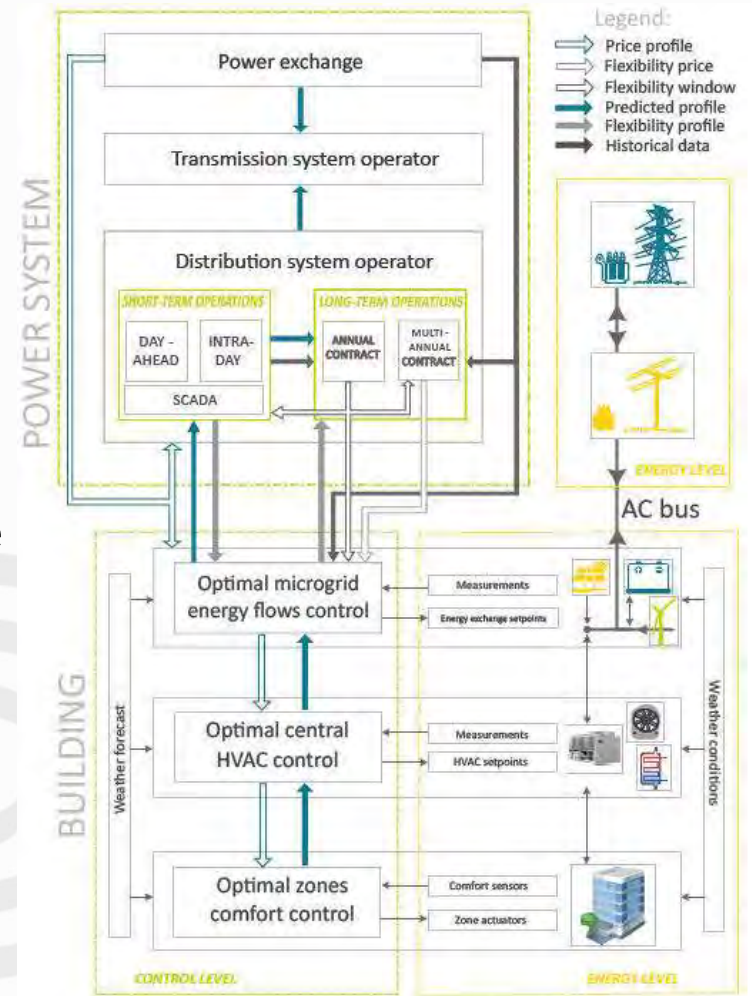
Projekt 3Smart

3. Strategija za otklanjanje regulatornih i ostalih zapreka vezanih za integrirano gospodarenje energijom zgrade-mreža, uključivo odgovor potražnje
4. Nadskaliranje na pametni grad (uključenje vodoopskrbe, elektrificiranog prijevoza, distribucije topline)



3Smart platforma

- Programski dodatak na postojeće sustave automatizacije i mehanizme u zgradama i mrežama
- Koordiniran rad zgrada i mreža za minimizaciju troškova, uključivo i funkcionalnost odgovora potražnje
- Poštivanje ograničenja komfora i opreme
- Konfiguracija se određuje modularno temeljem postojećeg stanja, projiciranih troškova i očekivanih koristi u radu



Zahvala

Predstavljeni rezultati dobiveni su unutar projekta **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City** koji sufinancira Europska unija putem Europskog fonda za regionalni razvoj i IPA fondova kroz Program transnacionalne suradnje Dunav.

WEB STRANICA PROJEKTA 3SMART

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

Izjava o isključenju odgovornosti

Sadržaj ove prezentacije isključiva je odgovornost autora i ona ne odražava nužno mišljenje Europske unije.

Opis 3Smart tehničkog rješenja na poslovnoj zgradi EPHZHB i distribucijskoj mreži

Mile Međugorac

JP Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg-Bosne d.d. Mostar

mile.medugorac@ephzhb.ba

Javno predstavljanje 3Smart pilot projekta u Bosni i Hercegovini

18. srpnja 2019



Project co-funded by European Union funds (ERDF, IPA)

Pregled

- 1) Poslovna zgrada EPHZHB
- 2) Distribucijska mreža
- 3) 3Smart EMS koncept
- 4) Zahtjevi za intervencijama na poslovnoj zgradi EPHZHB i distribucijskoj mreži
- 5) Intervencije na poslovnoj zgradi EPHZHB
- 6) Intervencije u distribucijskoj mreži

Poslovna zgrada EPHZHB



Postojeće stanje

- Zgrada proizvodnje, Vučiji brig b.b., 88240 Tomislavgrad
- 1000 m²
- Prizemlje i 1. kat
- Uredski prostori, sala za sastanke, prostorija nadzorno - upravljačkog centra, IT prostori, pomoćni prostori
- Objekt u funkciji od 2013. godine

Poslovna zgrada EPHZHB

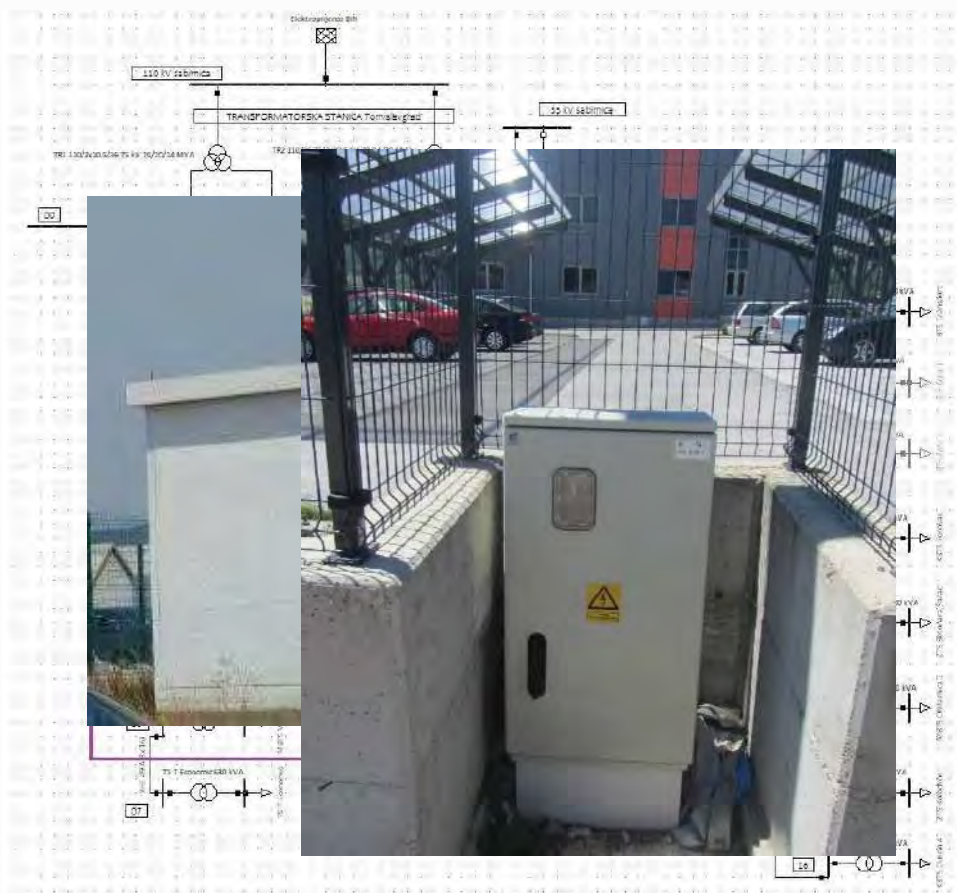


Postojeće stanje

- Kod priprema medija za grijanje i hlađenje prostora u objektu se koriste 2 izvora
- Primarni izvor energije za grijanje i za hlađenje je dizalica topline YORK YLHA 80T
- Sekundarni izvor energije za grijanje je električni termo-blok Termo Extra 88 kW
- Distribucija toplinske energije u objektu se izvršava korištenjem parapetnih ventilokonvektora YORK YFCN te stropnih ventilokonvektora YORK YHK
- Za salu za sastanke u prizemlju i prostoriju nadzorno-upravljačkog centra na katu je omogućen dovod svježeg zraka preko dvije klima-komore tipa PKU-1



Distribucijska mreža



Postojeće stanje

- JP Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne d.d. Mostar – Poslovnica Elektro Tomislavgrad
- TS Tomislavgrad 110/35/10(20) kV
- KO Latice - SN 10 kV izvod koji primarno napaja MBTS Vučiji Brig 10(20)/0,4 kV – trafostanica lokacije pilota; moguće napajanje i preko KO Plastika
- Iz MBTS Vučiji Brig se rasprostire 0,4 kV NN kabel do SPMO – priključno mjesto zgrade proizvodnje
- Prikazani SPMO će realizacijom projekta 3Smart postati susretno mjesto priključka (eng. Point of Common Coupling) – mjesto razmjene energije s jedne strane skupa trošila (poslovna zgrada EPHZHB), distribuirane proizvodnje (FNE Vučiji Brig), spremnika energije (baterijski sustav) te distribucijske mreže s druge strane

3Smart EMS koncept

Razina zone

Upravljanje toplinskom energijom grijanja/hlađenja u pojedinim prostorijama

- Cilj: Čim manja cijena korištenja toplinske/rashladne energije
- Uvjeti: održavanje temperatura prostorija u intervalu udobnosti dok god je moguće
- Koordinacija s centralnom HVAC razinom:
 - Preuzeto: Optimirane cijene korištenja toplinske energije po trenutcima, 12-36 sati unaprijed, kvant 15 minuta
 - Dano: Predviđanja potrošnje toplinske energije i temperature zraka svih zona, 12-36 sati unaprijed

3Smart EMS koncept

Centralna HVAC razina

Upravljanje polaznom temperaturom pripremljenog medija prema zgradi

- Cilj: Čim manja ukupna cijena korištenja električne energije
- Uvjeti: Omogućiti svim zonama kondicioniran medij za ostvarenje optimalnih toplinskih zahtjeva
- Koordinacija s razinom zona (navedeno)
- Koordinacija s razinom mikromreže:
 - Preuzeto: Optimirane cijene korištenja električne energije
 - Dano: Predviđanje potrošnje električne energije

3Smart EMS koncept

Razina mikromreže

Upravljanje energijom razmjene između baterijskog sustava i ostatka zgrade

- Cilj: Čim manji ukupan združeni trošak električne energije zgrade i trošak degradacije baterije
- Uvjeti: Ugovor o pružanju usluga odgovora potražnje; stanja napunjenosti baterije unutar granica

Optimalni angažman upravljivog ostatka sustava, u skladu s preuzetim cijenama i uvjetima razmjene energije s mrežom

- Uzete u obzir neupravljiva potrošnja električne energije zgrade te proizvodnja fotonaponskih panela

3Smart EMS koncept

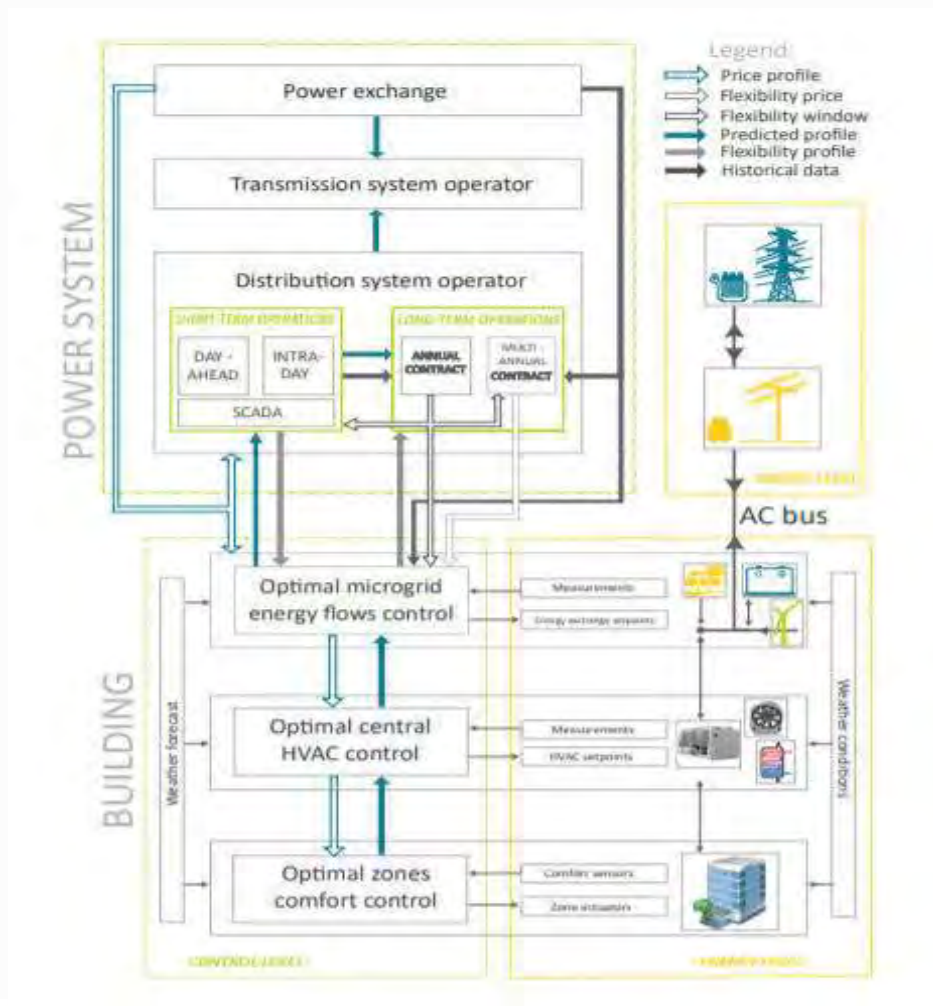
Distribucijska mreža – Operator distribucijskog sustava

Izazovi u radu operatora distribucijskog sustava su:

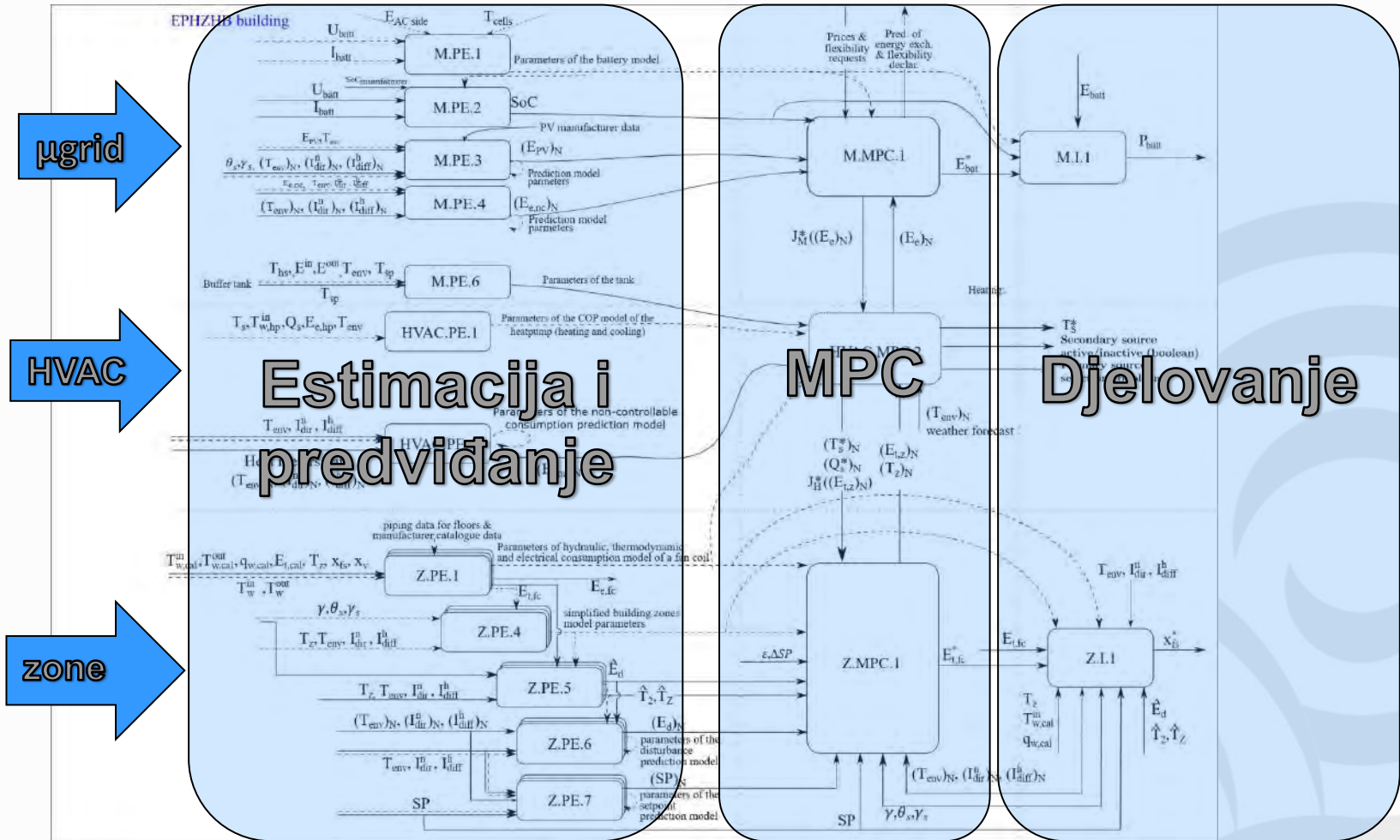
- sigurna, pouzdana i kvalitetna isporuka električne energije krajnjim kupcima
- smanjenje gubitaka
- rad distribucijske mreže sa integriranim distribuiranim izvorima

Operator distribucijskog sustava želi koristiti usluge distribuiranih izvora i aktivnih subjekata u mreži kad je to ekonomičnije u odnosu na investicije u pojačanje mreže

3Smart EMS koncept

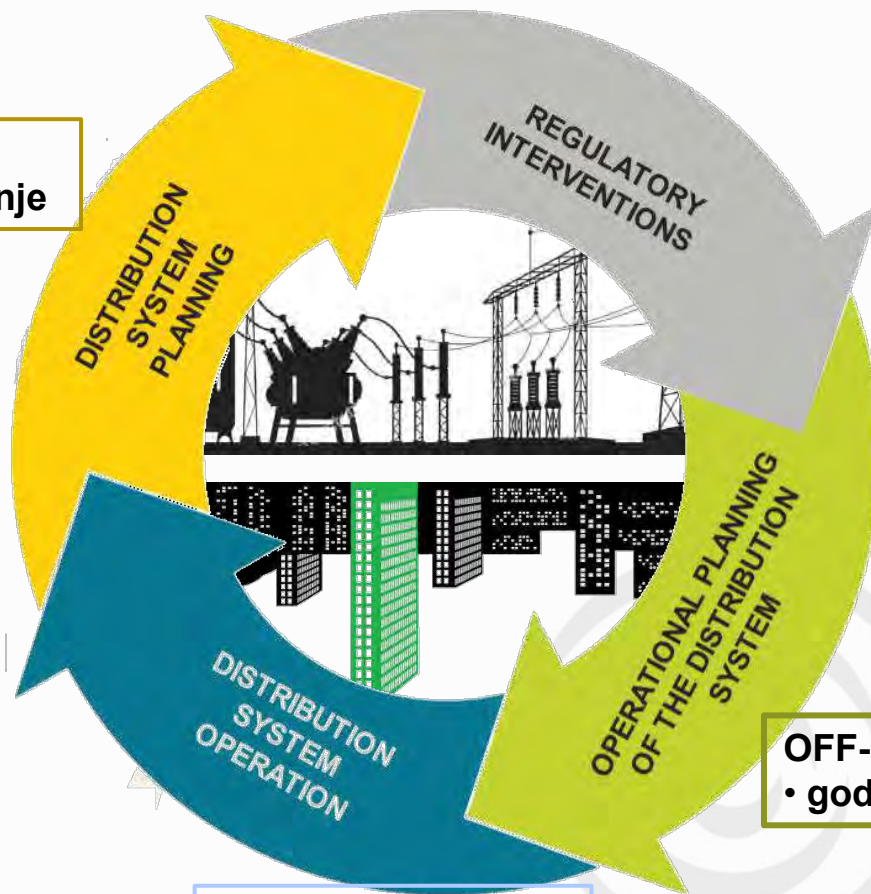


3Smart EMS koncept



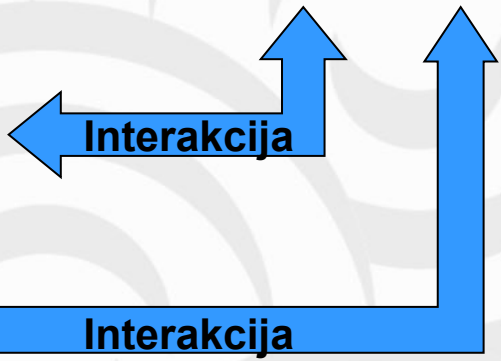
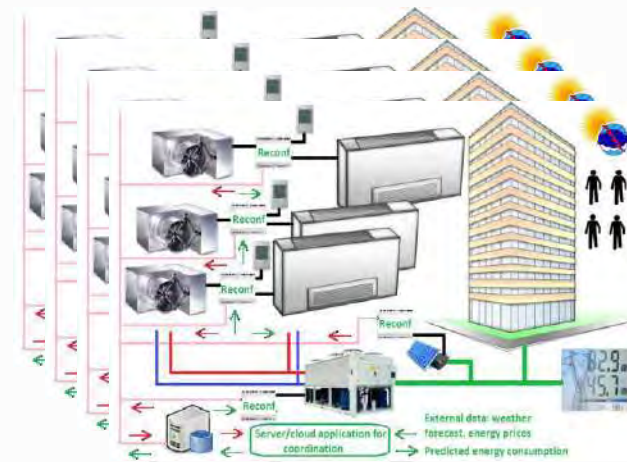
3Smart EMS koncept

OFF-LINE
• višegodišnje



OFF-LINE
• godišnje

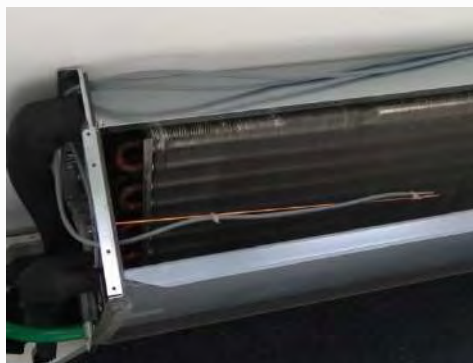
ON-LINE
• dan unaprijed
• unutar dana



Zahtjevi za intervencijama na poslovnoj zgradi EPHZHB i distribucijskoj mreži

- Programski odabir dijelova zgrade koje se koordinira
 - odabir do razine pojedinačnih soba ili grupa soba
- Jednostavan i automatiziran povratak na klasično upravljanje ako je potrebno
 - upravljačke akcije s vremenskim tragom
- Uzorkovanje podataka iz zgrade s vremenskom rezolucijom ~ 1 min u 3Smart bazu podataka
- Upravljačke naredbe iz 3Smart baze podataka propagiraju do krajnjih uređaja u sustavu automatizacije u zgradi
 - neremećenje lokalnih upravljačkih petlji HVAC/ μ grid

Intervencije na poslovnoj zgradi EPHZHB



RAZINA ZONA

- Osjetnici temperature za mjerenje povratne temperature medija i za mjerenje temperature odlaznog zraka ventilokonvektora, QAP1030.200
- Kontroleri za upravljanje radom ventilokonvektora DXR2.EO9
- Kontroleri za upravljanje radom klima komora DXR2.E18
- Sobne jedinice QMX3.P34 i QMX3.P74

Intervencije na poslovnoj zgradi EPHZHB



CENTRALNA HVAC RAZINA

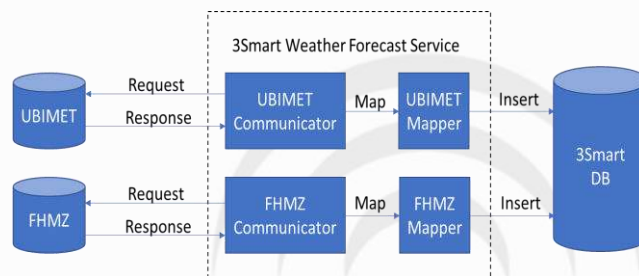
- Kalorimetri UH50 za dizalicu topline, električni termo-blok te na polazu iz inercijskog spremnika prema potrošačima u zgradi
- Kalorimetri UH50 za klima komore, za potrošače u prizemlju i potrošače na katu

Intervencije na poslovnoj zgradi EPHZHB



RAZINA MIKROMREŽE

- FNE Vučiji Brig 49,8 kWp: 166 FN panela MEPV Turbo Superior 300; inverteri Symo 2x20 kW i 1x10 kW
- Multifunkcijska kompaktna brojila električne energije SENTRON PAC 3200 i 2200
- Piranometri SMP6-V za mjerenje razine Sunčeva zračenja
- Vremenska prognoza 72h unaprijed - FHMZ i UBIMET



Intervencije na poslovnoj zgradi EPHZHB

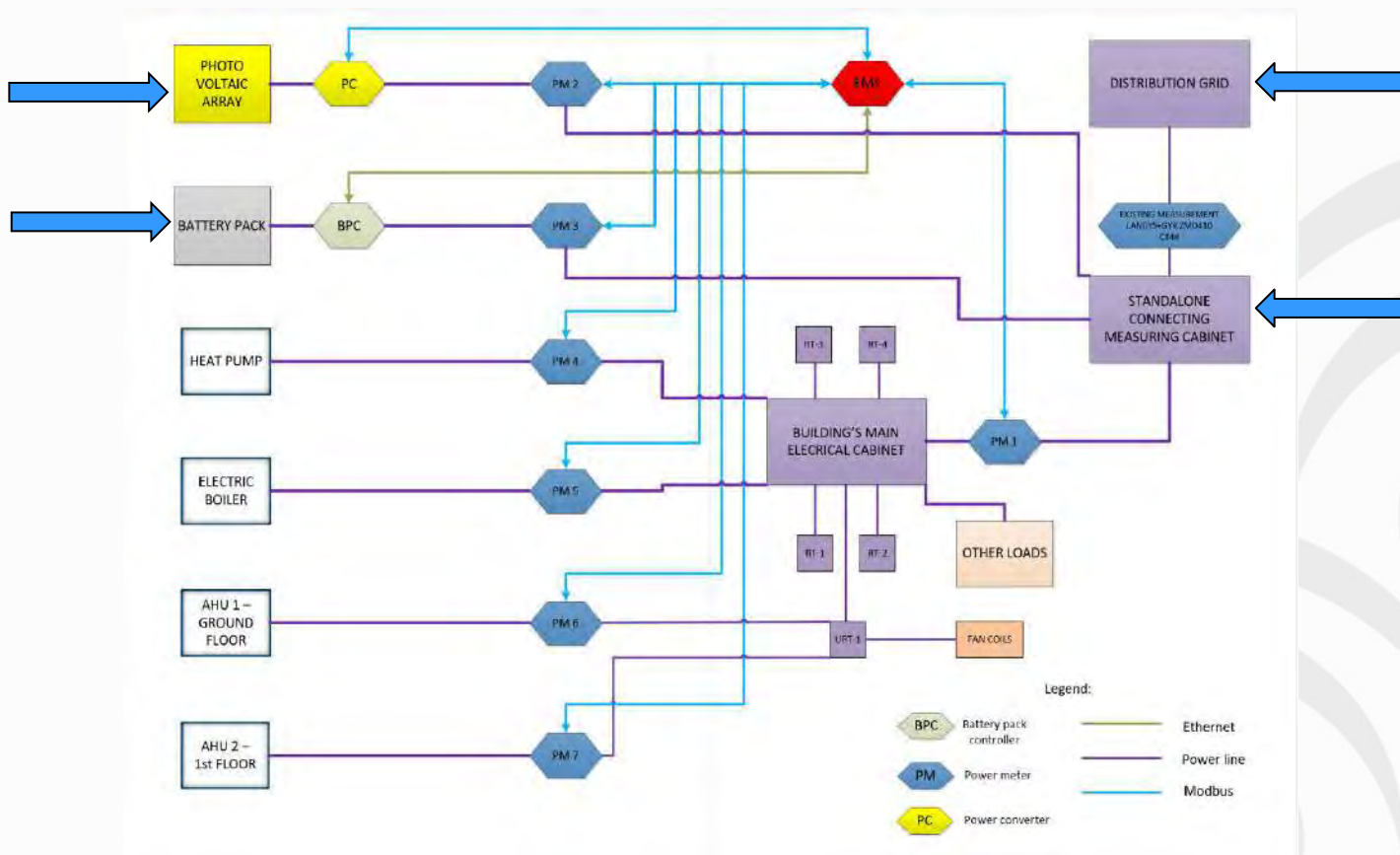


RAZINA MIKROMREŽE

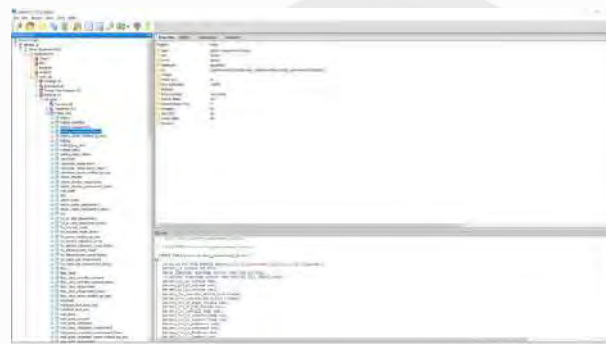
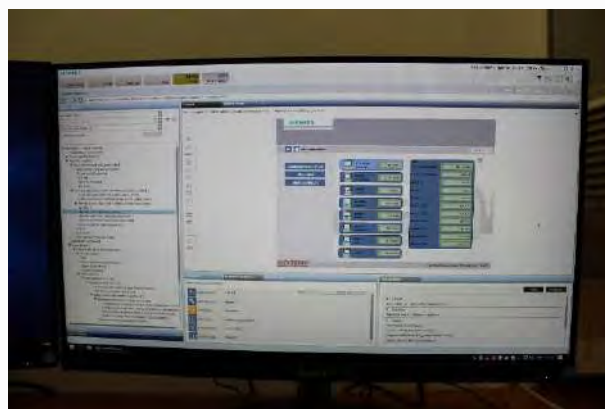
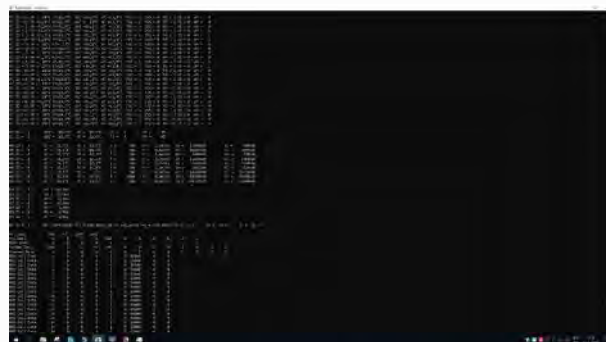
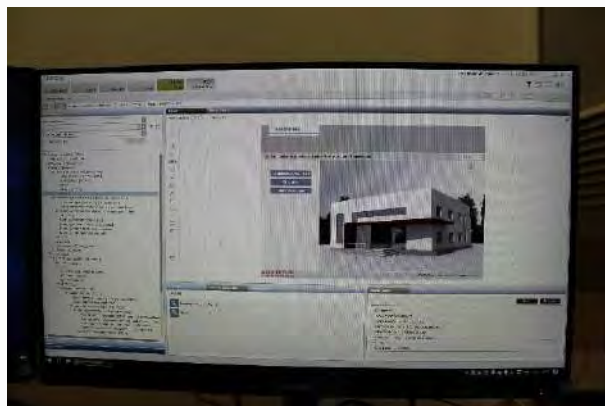
- Baterijski sustav 32 kWh, 10 kW: 100 litij-ionskih ćelija LiFePO4 sa jediničnim kapacitetom 0,32 kWh – ukupni kapacitet 32 kWh; 1xDC/AC inverter Open4Lab snage 10 kW

Intervencije na poslovnoj zgradi EPHZHB

MIKROMREŽA NA LOKACIJI POSLOVNE ZGRADE EPHZHB U TOMISLAVGRADU



Intervencije na poslovnoj zgradi EPHZHB

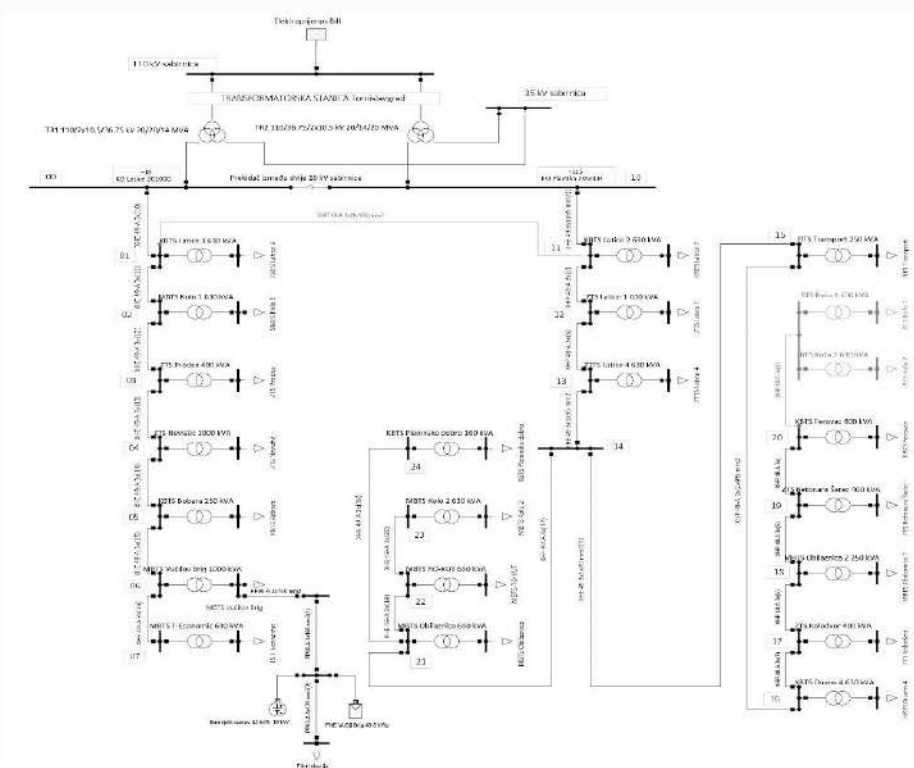


IT

- SCADA računalo
- SCADA Desigo CC
- 3Smart računalo EMS
- Aplikacija za prijenos podataka BMS – 3Smart baza podataka
- PostgreSQL baza podataka

Intervencije u distribucijskoj mreži

- Model distribucijske mreže kod lokacije pilota izrađen u programskom alatu DlgSILENT Power Factory
- Rezultate proračuna koriste moduli sa strane mreže



Programme co-funded by European Union funds (ERDF, IPA, ENI)



Newsletter No.4



PILOT IN BOSNIA AND HERZEGOVINA: JP EPHZHB d.d. Mostar, Vuciji Brig b.b., 80240 Tomislavgrad

Basic facts and initial state:

- 26 controllable heating/cooling zones over 2 floors, covering area of about 1.000 m²
- Heating and cooling system with 29 fan coils; digital room climate control
- Heating energy supplied from the heat pump with 75 kW nominal heat power (27 kW nominal electric power) and electrical boiler with 88 kW nominal heat and electrical power; cooling energy supplied from the heat pump with 73 kW nominal cooling power (27 kW nominal electric power)

Total cost of the investment: 226.500 EUR, of which 192.500 EUR funded from the Interreg Danube Transnational Programme

3Smart investment:

- PV plant 49,8 kWp, battery storage system 32 kWh/10 kW lithium-ion with controllable charging/discharging power
- Heat meters for measuring heating/cooling energy, temperatures, flow for several key points, electrical energy meters for measuring parameters of electrical energy for several key points
- Compact room automation stations for fan coil control, room operator units for fan coils, compact room automation stations for air handling units control, room operator units for air handling units control
- Pyranometers for extraction of direct and diffuse component of solar irradiance from 2 measurements of global solar irradiance, weather forecast service for prediction of direct and diffuse component of solar irradiance
- DDC equipment
- Building management system – SCADA
- 3Smart database as a data source/sink for the 3Smart Energy Management System (EMS) with integrated all relevant data including data exchange with the grid to implement demand response
- Simple, robust and modular changeover (soft switch) between the mode in which climate control is performed on a classical decentralized way as up to now, and the mode in which the newly introduced 3Smart EMS can through its open two-way database issue commands towards the key actuating variables in the building

Application of the 3Smart tool on-site:

- Coordinated
 - I. (building zone level) predictive control of energies used for cooling/heating individual rooms
 - II. (central HVAC system level) predictive control of starting temperatures for the heating and cooling medium for the building and shaping optimal energy-exchange profile with the district heating grid
 - III. (microgrid level) predictive control of the battery system charging / discharging energy that implements control of energy exchange profile with the electricity grid including demand response which maintain comfort as required by the end-users and minimize the building energy costs
- Auxiliary prediction and estimation procedures which as a side-effect facilitate and enhance building maintenance
- Interfacing procedures to implement computed commands on existing actuating equipment

Expected effect:

Decrease of electrical power peak of the building; decrease of electrical energy consumption of the building; decrease of electrical energy usage from the grid by using electrical energy from PV plant and battery storage system when technically and economically justified




Please follow further news regarding the event on 3Smart webpage


Public presentation will be held on: **18 JULY 2019**

SAVE THE DATE

Programme co-funded by European Union funds (ERDF, IPA, ENI)



Newsletter No.4



PILOT IN BOSNIA AND HERZEGOVINA: Electricity distribution grid of JP EPHZHB d.d. Mostar, around pilot building

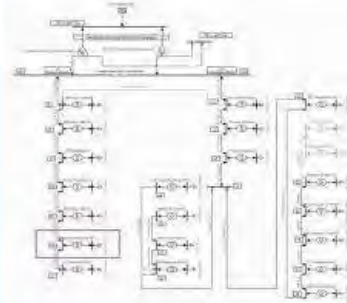
Basic facts and initial state:

- Pilot location is connected to low voltage network which is supplied from substation 10(20)/0,4 kV. Substation is part of 10 kV MV feeder
- EPHZHB building has its own metering point towards the distribution system operator (DSO)
- The power exchange market in Bosnia and Herzegovina is not yet established
- EPHZHB has professional tool for grid modelling which is used for grid-side modules
- The DSO does not have the tools (and does not do it in real-life) for optimizing grid planning by taking end-users flexibility into account. There is no methodology for encouraging end-users to exhibit flexibility to help the grid (and the DSO)

Total cost of the investment: 3.000 EUR, of which 2.550 EUR funded from the Interreg Danube Transnational Programme

3Smart investment:

- Creation of grid model for implementing long-term and short-term 3Smart grid management modules




Application of the 3Smart tool on-site:

- Short-term modules:
 - I. Day-ahead module for optimal management of building flexibility, driven by long-term contract with the DSO
- Long-term modules:
 - I. Annual: Contracting flexibility provided by end-users, defining reservation and utilization costs and "negotiating" these with the end-users
 - II. Multiannual: Defining the need for flexibility in the distribution network based on investment triggers

Expected effect: More efficient planning and operation of the distribution network; concept for the methodology to encourage the end-users to assist the system, reduction of end-users' electricity bills due to flexibility services for the DSO

Public pilot presentation date: **18 July 2019**



3Smart koncept na distribucijskoj mreži EPHZHB

Tomislav Capuder¹, Paula Perović¹, Mile Međugorac², Marin Bakula²

¹Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Tomislav.capuder@fer.hr

²JP Elektroprivreda HZ HB d.d.

Javno predstavljanje BiH 3Smart pilota

18. srpnja 2019.



UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF
ELECTRICAL
ENGINEERING
AND COMPUTING

Project sufinanciran sredstvima Europske unije

Izazovi pred nama

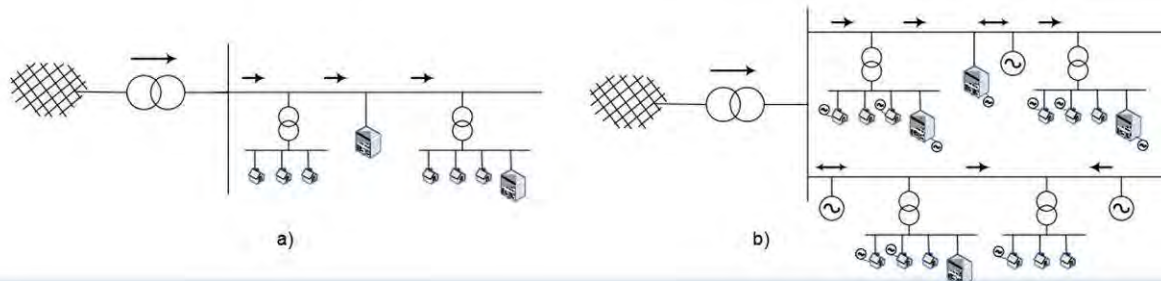
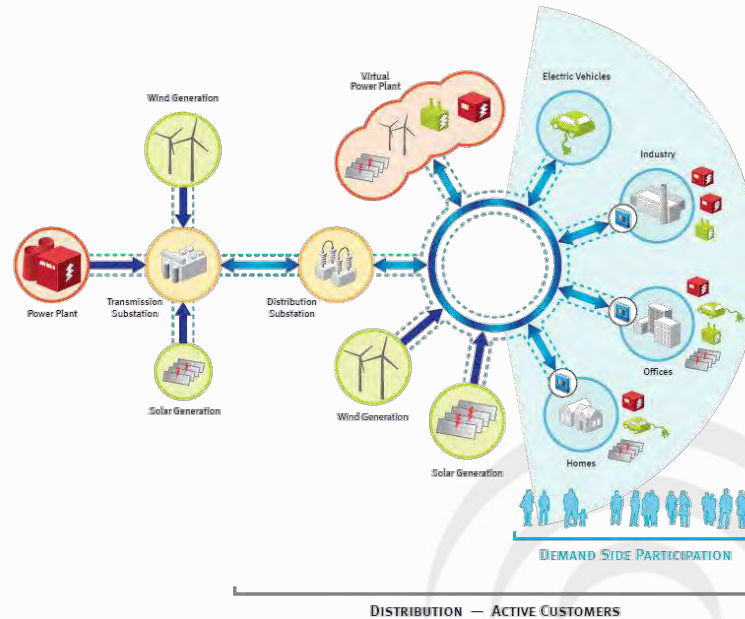
- „Clear Energy for all Europeans” (Čista energija za sve građane)
 - Krajnji korisnik stavljen i centra energetske tranzicije
 - Zahtjevi na učinkovitost, povećanje korištenja energije OIE, osnaživanje/omogućavanje sudjelovanja na tržištu itd.
 - Elektrifikacija prometa, elektrifikacija grijanja....
- „Teret” energetske tranzicije će podnijeti distribucijska mreža
 - Važne promjene se događaju blizu mjesta potrošnje!
 - Spremnost distribucijske mreže (posebno NN) na tranziciju?
 - Razvoj novih alata (poput 3Smart modula) su smjernice kojima operator distribucijskog sustava omogućava energetske tranzicije u realizaciji niskougličnih rješenja!!!
 - Učinkovito planiranje i vođenje distribucijske mreže – niži troškovi za krajnje korisnike

Distribucijska mreža – Smart Grid?!

- Danas (još uvijek): Radijalna struktura mreže u pogonu
 - Napajanje iz jednog čvorišta, veliki broj grana i čvorišta
 - R nije zanemariv pa stoga niti gubici
 - Jalova snaga nije zanemariva
- } Izazovi modeliranja
- Kako danas distribucijska mreža „vidi” nove potrošače/proizvođače?
 - Pasivni novi teret → potreba za pojačanjem mreže!
 - Distribuirana proizvodnja → Naponski problemi (posebno PV), zagušenja („jači” vod), sigurnost opskrbe (novi, jači vod)
 - Što ako električna vozila brzim, neupravljivim punjenjem stvore nove probleme?
 - Aktivno upravljanje distribucijskom mrežom – što to znači?

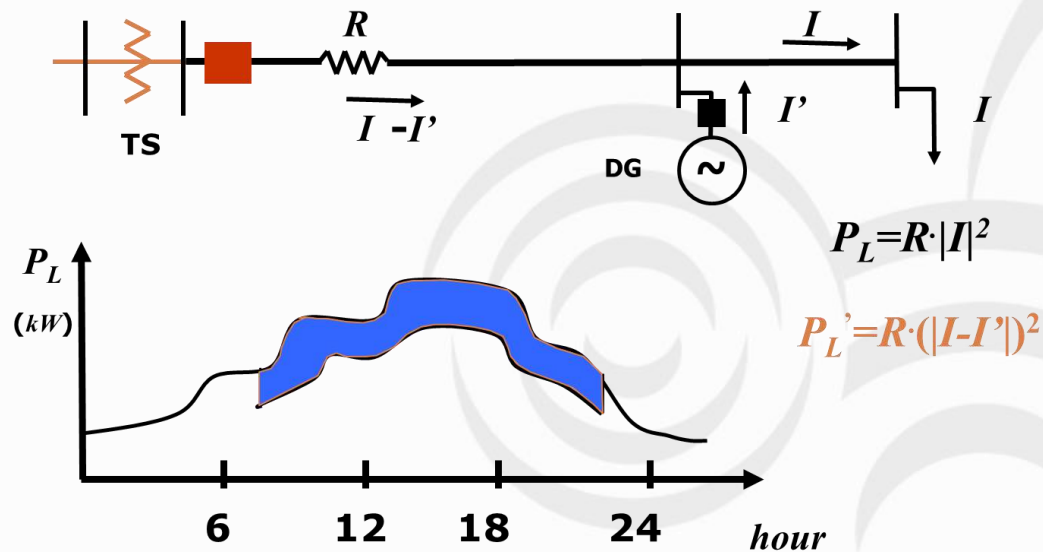
Kako se mijenja sustav/mreža

Pasivna  Aktivna



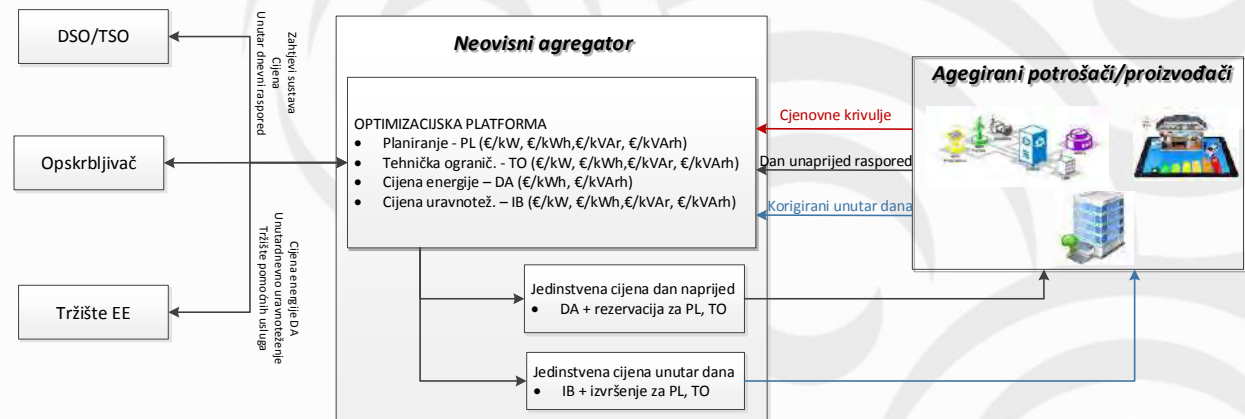
Koordinirano upravljanje

- Koji je cilj naprednog upravljanja distribucijskom mrežom?
 - Napredni ODS optimalno korisni vlastite, ali i izvore „trećih” strana u optimalnom upravljanju mrežom
 - Koordinacija zgrada-mreža-tržište
 - Distribuirani pružatelji usluga fleksibilnosti pružaju usluge operatorima sustava



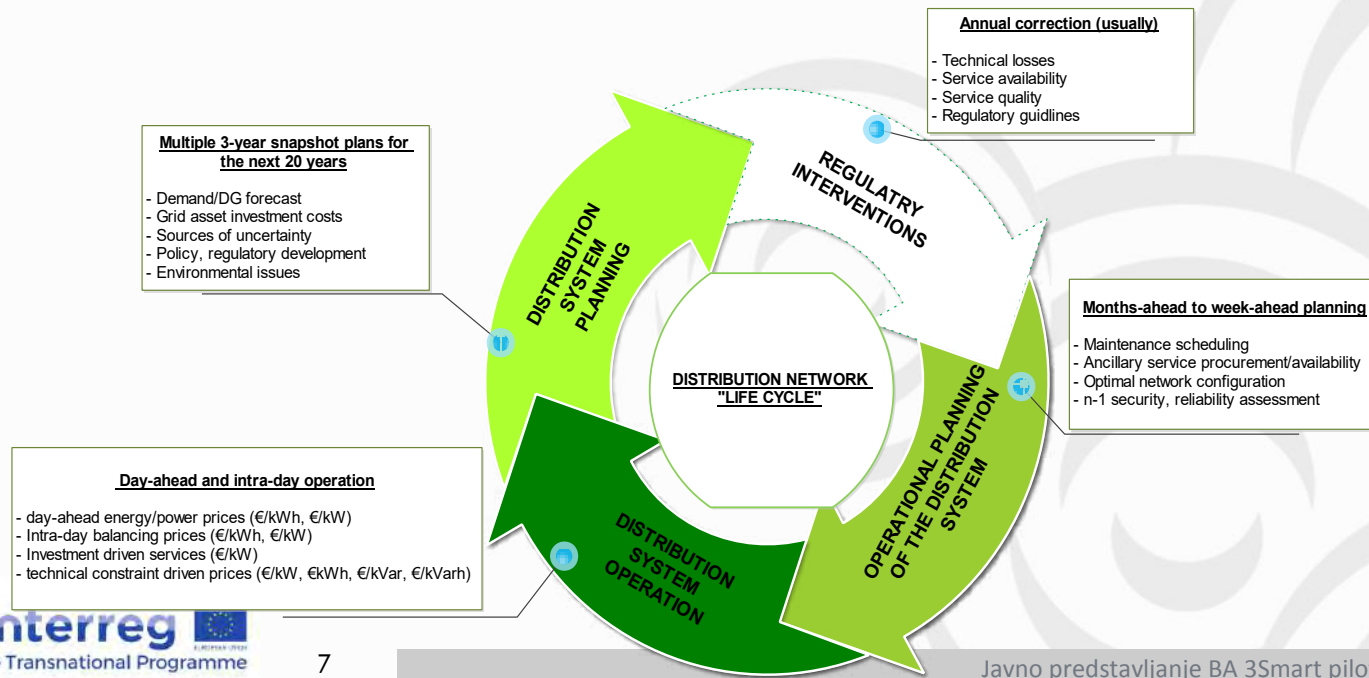
„Napredni” operator distribucijskog sustava

- Operator distribucijskog sustava:
 - Mora osigurati poštivanje tehničkih ograničenja
 - Mora ostati neovisan
- IZAZOV:
 - Komunikacija s novim sudionicima EES-a – Kako? Kada? S kim?
 - Koje usluge fleksibilnosti treba ODS? Kada?
 - Koje usluge mogu pružiti distribuirani izvori fleksibilnosti (DIF)?
 - Kako ih ugovoriti/nabaviti?
 - Koje „signale” slati prema DIF kao poticaj za pružanje usluga?
- Agregator kao novi sudionik elektroenergetskog sustava



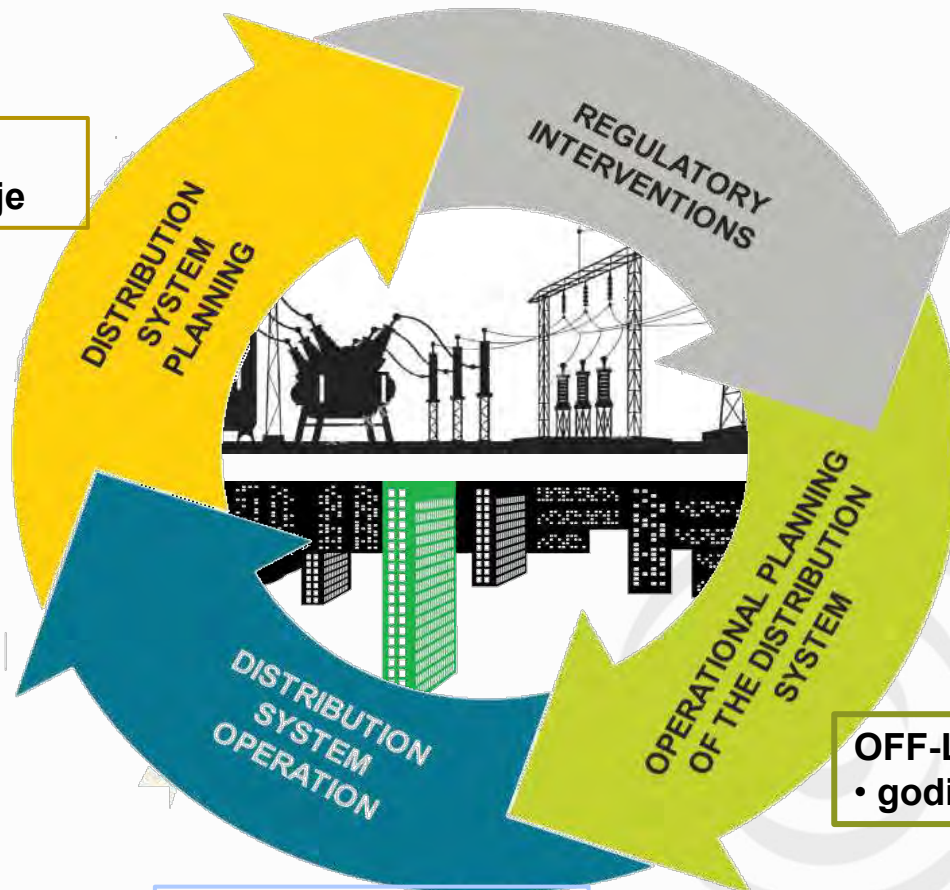
Prednosti nisu samo u upravljanju

- Prednosti:
 - Krajnji korisnici (veći profit, manja potrošnja),
 - Operator – Manji gubitci u mreži, izravnavanje naponski profila....,
 - EES – manje potrebe za rezervom, niže CO₂ emisije
- Učinkovitije planiranje distribucijske mreže
- Zamjena CAPEX i OPEX?
 - Nužna koordinacija aktivnosti kroz različite vremenske periode → Izazov promatranja i analize svih perioda „životnog ciklusa” distribucijske mreže



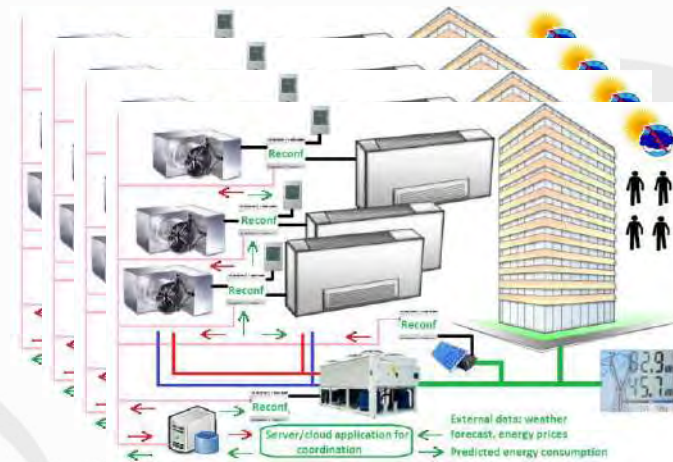
3Smart alati na strani distribucijske mreže

OFF-LINE
• višegodišnje



ON-LINE
• dan unaprijed
• unutar dana

OFF-LINE
• godišnje



Interakcija

Interakcija

3Smart moduli distribucijskih mreža

- Izgradnja modula napredne mreže
 - Više postojećih izvora podataka objedinjeno u novim, 3 Smart alatima distribucijskih mreža.
 - Prikupljeni podatci o:
 - Topologiji mreže,
 - Tehničkim karakteristikama mreže,
 - Priključenim kupcima na promatranoj mreži,
 - Mjereni, povijesni podatci promatrane distribucijske mreže.
 - Simulacijski model promatrane mreže
- Izrada (više)godišnjih modula za planiranje pogona distribucijske mreže,
- Izrada (unutar)dnevnih modula za napredno vođenje distribucijske mreže

3Smart moduli – spremnost EPHZHB

- Postojanje podataka o tehničkim karakteristikama svih elemenata distribucijske mreže (i u Mostaru i u Tomislavgradu),
- Svi krajnji kupci distribucijskog sustava su integrirani u sustav naprednih brojila – dostupni povijesni podatci o mjerenjima krajnjih korisnika na 15-minutnoj razini!!!!
- Početkom 3Smart projekta kupljen simulacijski alat za analizu distribucijskih mreža – PowerFactory. EPHZHB tim je samostalno napravio sve simulacijske modele,
- Pilot zgrada 3Smart projekta je pod upravljanjem EPHZHB – olakšana koordinacija 3Smart modula zgrade i mreže

3Smart (više)godišnji moduli

OFF-LINE
• višegodišnje

DISTRIBUTION
SYSTEM
PLANNING

REGULATORY
INTERVENTIONS

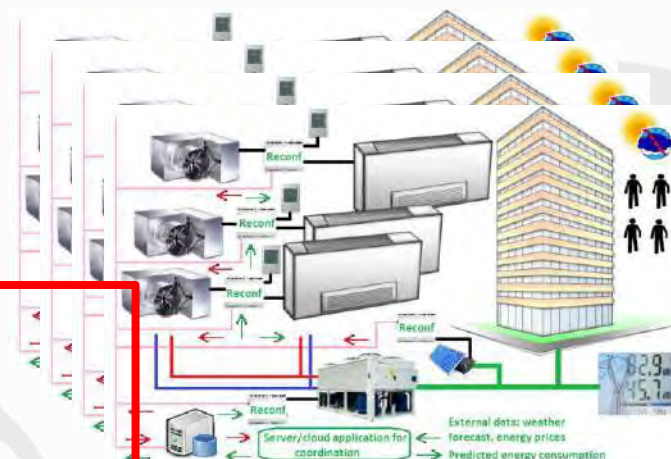
OPERATIONAL PLANNING
OF THE DISTRIBUTION
SYSTEM

OFF-LINE
• godišnje

ON-LINE
• dan unaprijed
• unutar dana

Interakcija

Interakcija

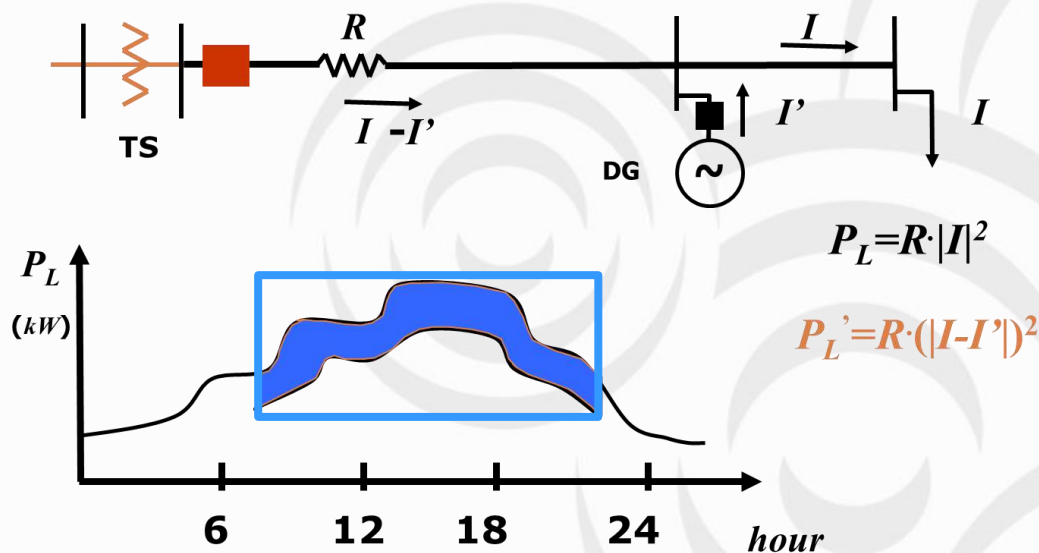


3Smart (više)godišnji moduli

- Dva modula:
 - višegodišnji: definiraju se cijene (rezervacijska i aktivacijska) temeljena na odgođenoj investiciji (u rekonstrukciju/nadogradnju dijela distribucijske mreže) – razvijen alat za proračune
 - godišnji: određuje „prozore fleksibilnosti” u kojima je nužno rezervirati uslugu (vrijeme i snaga kroz to vrijeme). Temelji se na modelima izgrađenim u simulacijskim alatima (PowerFactory, NEPLAN, GREDOS, Phytion LF) i novo razvijenom alatu.

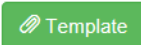












3Smart (više)godišnji moduli

- Osnovna ideja:
 - Korištenjem fleksibilnosti trećih strana (DIF, zgrade) optimizira se pogon distribucijske mreže,
 - Umjesto gradnje novog voda (složen, ponekad dugotrajan postupak, nužan za par sati godišnje) novčana vrijednost odgođene investicije nudi se DIF-ovima kao poticaj da promjene svoje radne točke.



3Smart (više) godišnji moduli

- Kroz sučelje razvijenog alata ODS i DIF „pregovaraju” i ugovaraju mogućnost pozivanja fleksibilnosti: win-win situacija

Step	Activity	Link	Status
1	[DSO staff] is calculating flexibility needs, prices, penalty and quality of service by using "3Smart_LT module_v1.xlsm"	 Template	
2	[DSO staff] is importing the results of "3Smart_LT module_v1.xlsm"	 Import DSO Flex Table	
3	[Building EMS Microgrid module] is fetching data from LT database		
4	[Building EMS Microgrid module] is calculating flexibility offer		
5	[DSO LT module] is fetching data from Microgrid database	 Building Flexibility	
6	[DSO LT module] is generating file from Building Flexibility table	 Building Flexibility	
7	[DSO staff] is preparing contract in "3Smart_LT module_v1.xlsm"		
8	[DSO staff] is importing the prepared contract from "3Smart_LT module_v1.xlsm"	 Import Contract	

3Smart (više)godišnji moduli

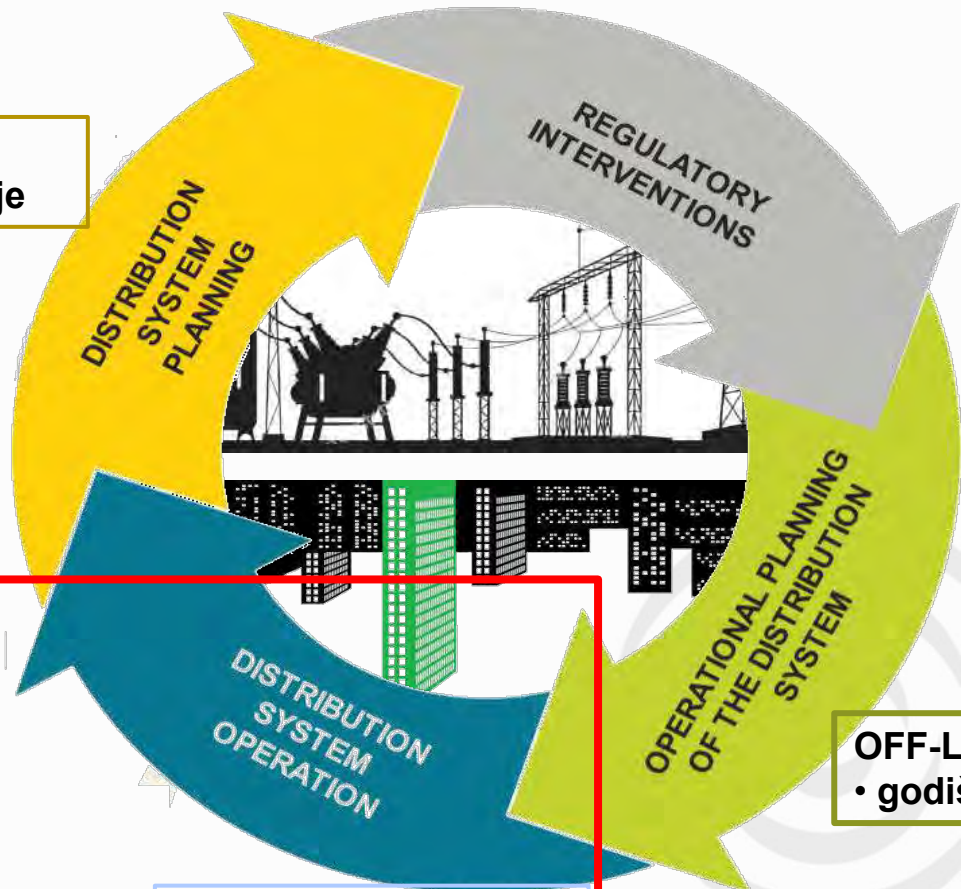
1. Što ODS radi:

- Proračuna svoje potrebe za uslugama fleksibilnosti,
- Izračuna cijene koje je spreman platiti, penale (kazne) za odstupanje od kvalitete usluge
- Alat koristi ulazne podatke koje ODS ima na raspolaganju:
 - Pogonska i tehnička ograničenja mreže,
 - Investicijske troškove u novu opremu,
 - Povijesna podatke (i predikcije) potrošnje u mreži
 - Faktor penalizacije odstupanja od ugovorene usluge

Step	Activity	Link	Status
1	[DSO staff] is calculating flexibility needs, prices, penalty and quality of service by using "3Smart_LT module_v1.xlsm"	Template	?
2	[DSO staff] is importing the results of "3Smart_LT module_v1.xlsm"	Import DSO Flex Table	?

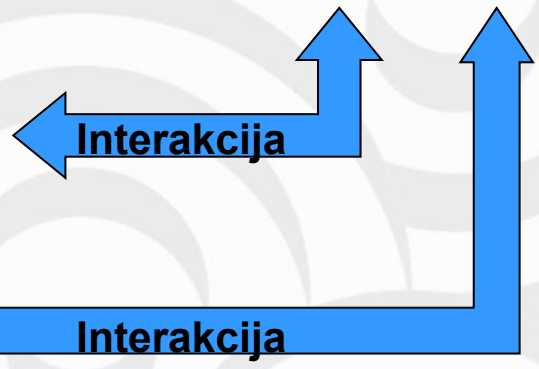
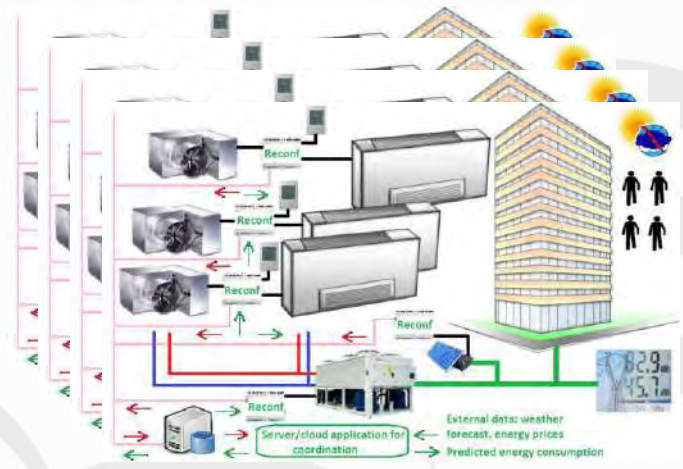
3Smart (unutar)dnevni moduli

OFF-LINE
• višegodišnje



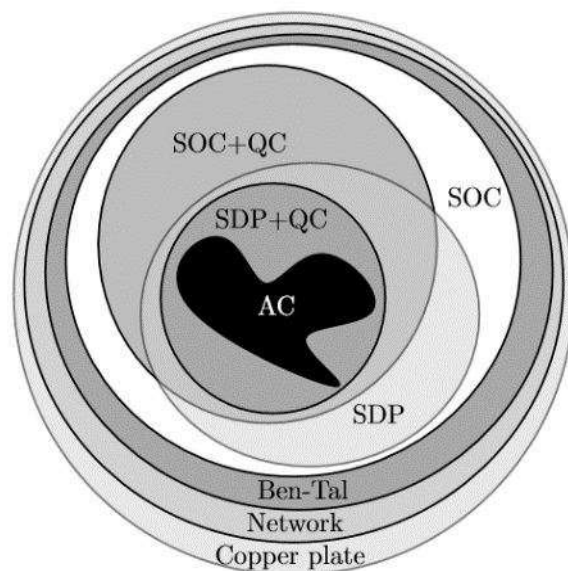
ON-LINE
• dan unaprijed
• unutar dana

OFF-LINE
• godišnje



3Smart dnevni mrežni modul

- Modul planiranja pogona za idući dan u kojem operator distribucijskog sustava odlučuje o korištenju rezervirane fleksibilnosti:
 - Iz (više) godišnjih modula preuzima što je zakupio i koristi te vrijednosti u optimizacijskom modulu za vođenje distribucijske mreže za iduća 24 sata
 - Optimizacijski modul je temeljen na kompleksnom matematičkom modelu i rješenjima koja garantiraju globalno optimalno rješenje



3Smart dnevni mrežni modul

- Ulazni podatci:

- Podatci o mreži ✓
- Predikcije potrošnje ✓
- Ugovori (više)godišnjih modula ✓
- Predikcije ponašanja pametne zgrade (3smart moduli zgrade) ✓

Definirano
za idući
dan

Dan unaprijed
u 3.00 PM (UTC)
Pokreće se dnevni modul

- Rezultati:

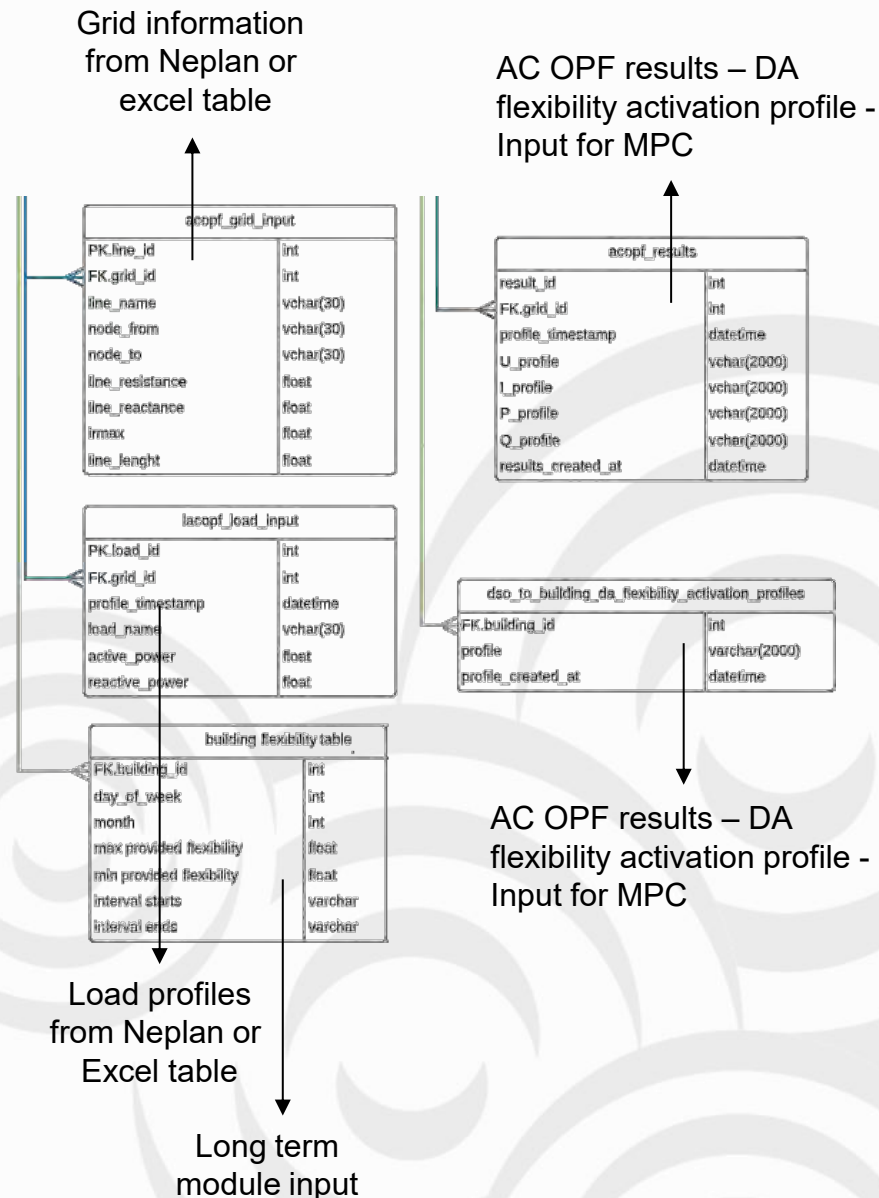
- Naponske i strujne prilike u mreži
- Profil aktivacije fleksibilnosti zgrade

Optimalno stanje mreže

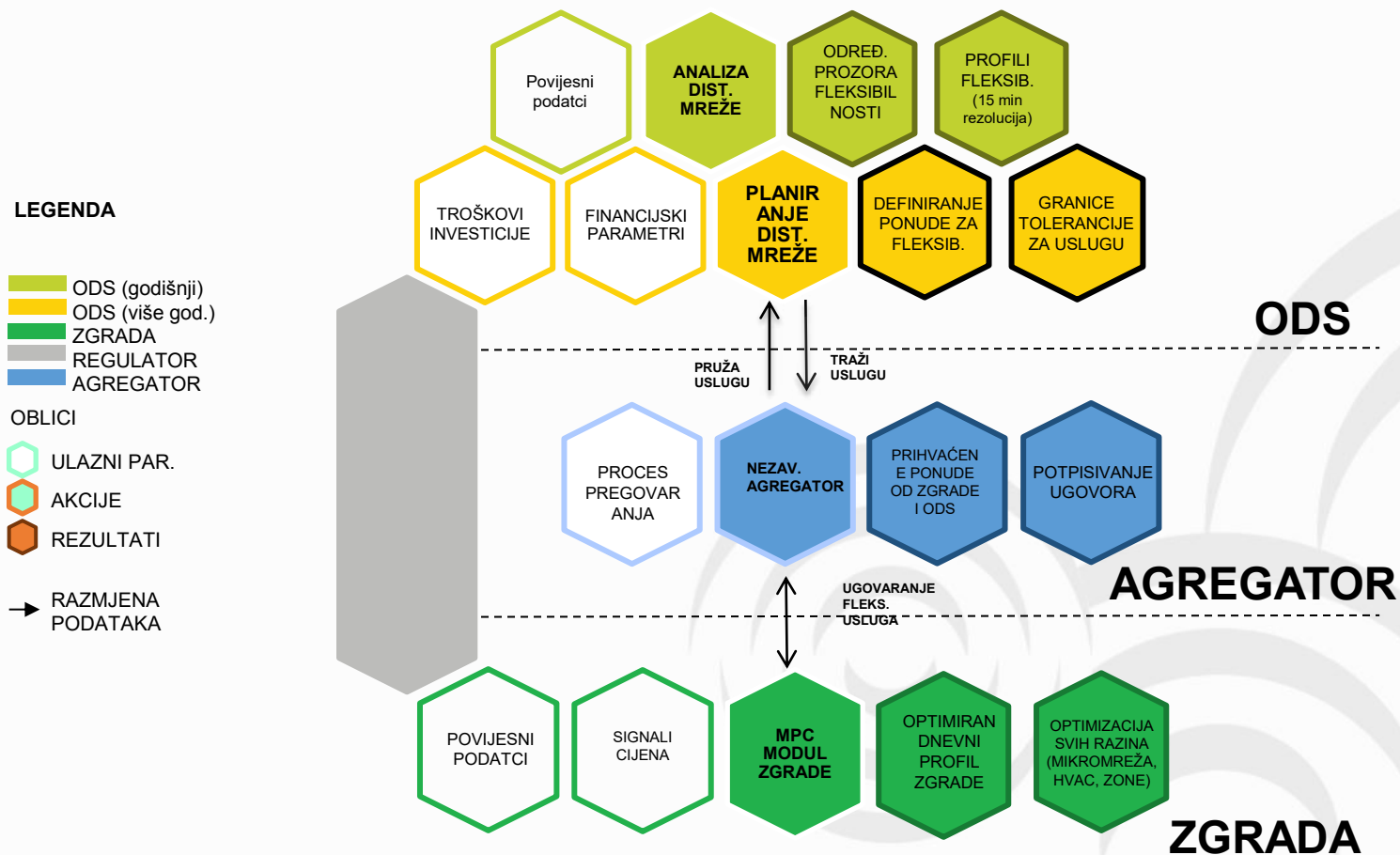
- Minimizacija troška
- Teh. veličine mreže
- Radne točke DIF

3Smart komunikacija i razmjena podataka

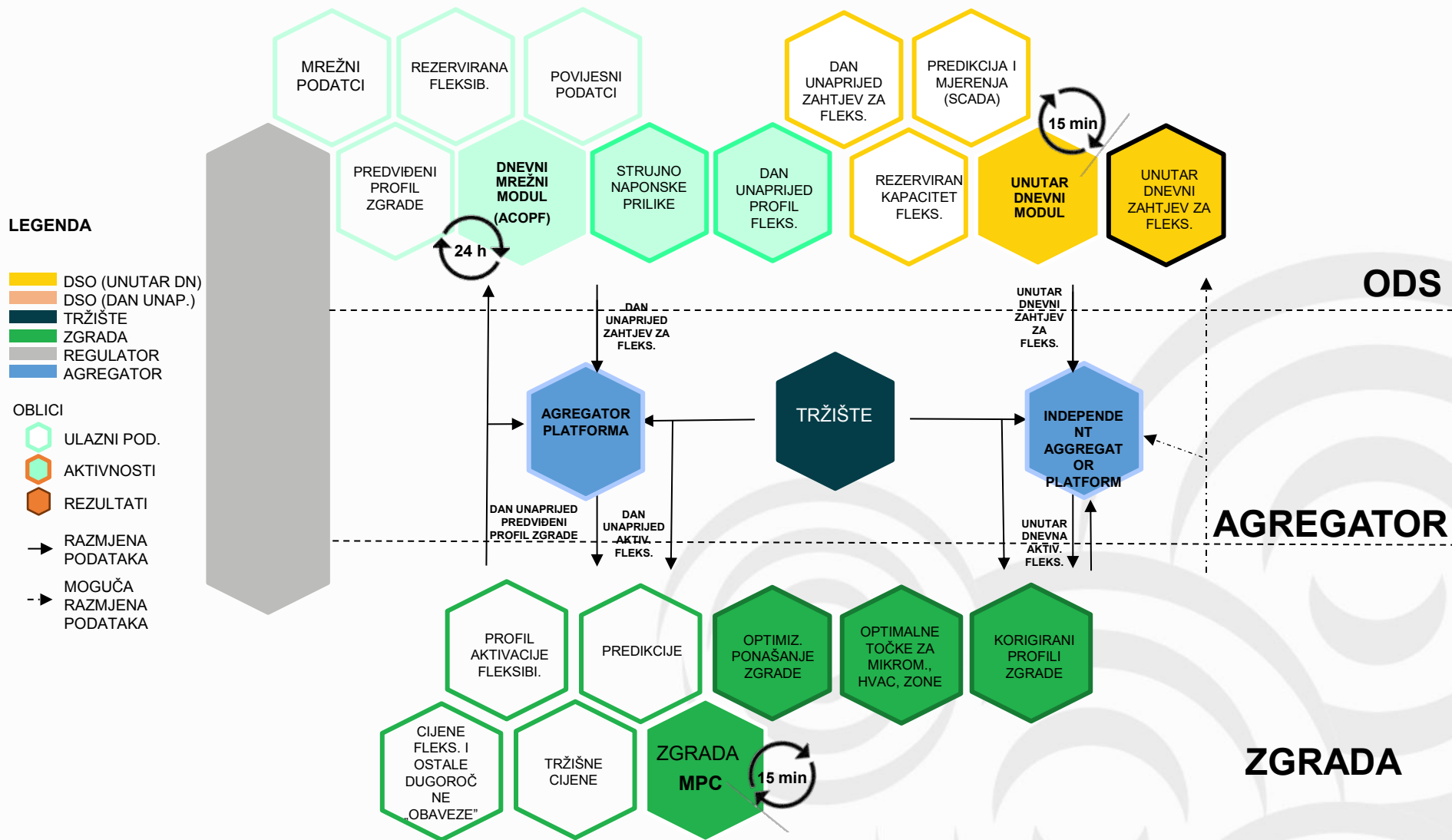
- Ulazne tablice za dnevni modul
 - Iz excela, Neplana, tablica zgrade, mjerenja...
- Izlazne tablice – rezultati modula
 - Za izvještavanje i prema zgradi
- Daljnje istraživanje -> razmjena podataka CIM modelom, briga o sigurnosti, fleksibilnosti, proširenje novim funkcionalnostima



Logika (više)godišnjih 3Smart modula



Logika (unutar)dnevnih 3Smart modula



Zahvala

Predstavljeni rezultati dobiveni su unutar projekta **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City** koji sufinancira Europska unija putem Europskog fonda za regionalni razvoj i IPA fondova kroz Program transnacionalne suradnje Dunav.

WEB STRANICA PROJEKTA 3SMART

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

Izjava o isključenju odgovornosti

Sadržaj ove prezentacije isključiva je odgovornost autora i ona ne odražava nužno mišljenje Europske unije.

3Smart analiza i demonstracija rada na EPHZHB zgradi

Prof. dr. sc. Mario Vašak, Anita Martinčević, dr.sc. Nikola Hure, Danko Marušić,
dr. sc. Hrvoje Novak, Arpad Racz, Prof. dr. sc. Vladimir Jovanović

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva
Sveučilište u Debrecenu
Sveučilište u Beogradu Mašinski fakultet

mario.vasak@fer.hr

Javno predstavljanje 3Smart pilota u Bosni i Hercegovini

18. srpnja 2019.



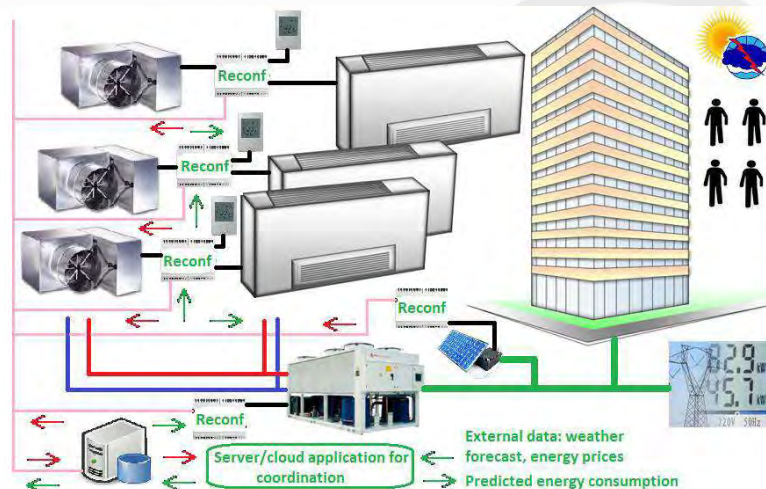
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF
ELECTRICAL
ENGINEERING
AND COMPUTING

Project sufinanciran sredstvima Europske unije

Planiranje optimalnog rada zgrade

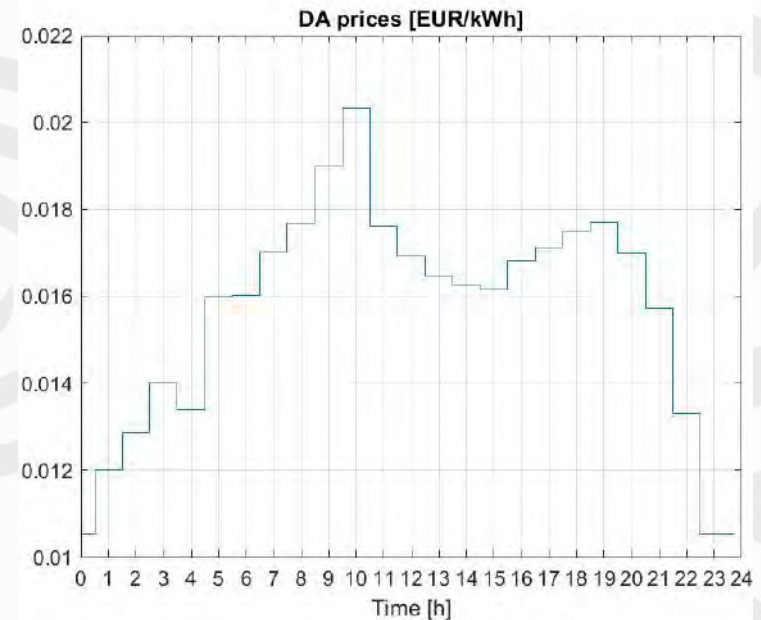
– Mogućnost planiranja optimalnog rada zgrade za karakteristične dane

- Procjena isplativosti intervencija na pojedinim razinama te dobitaka uslijed njihove koordinacije
- Planiranje optimalnog iznosa snage fleksibilnosti za interakciju s mrežom (**odgovor potražnje**)

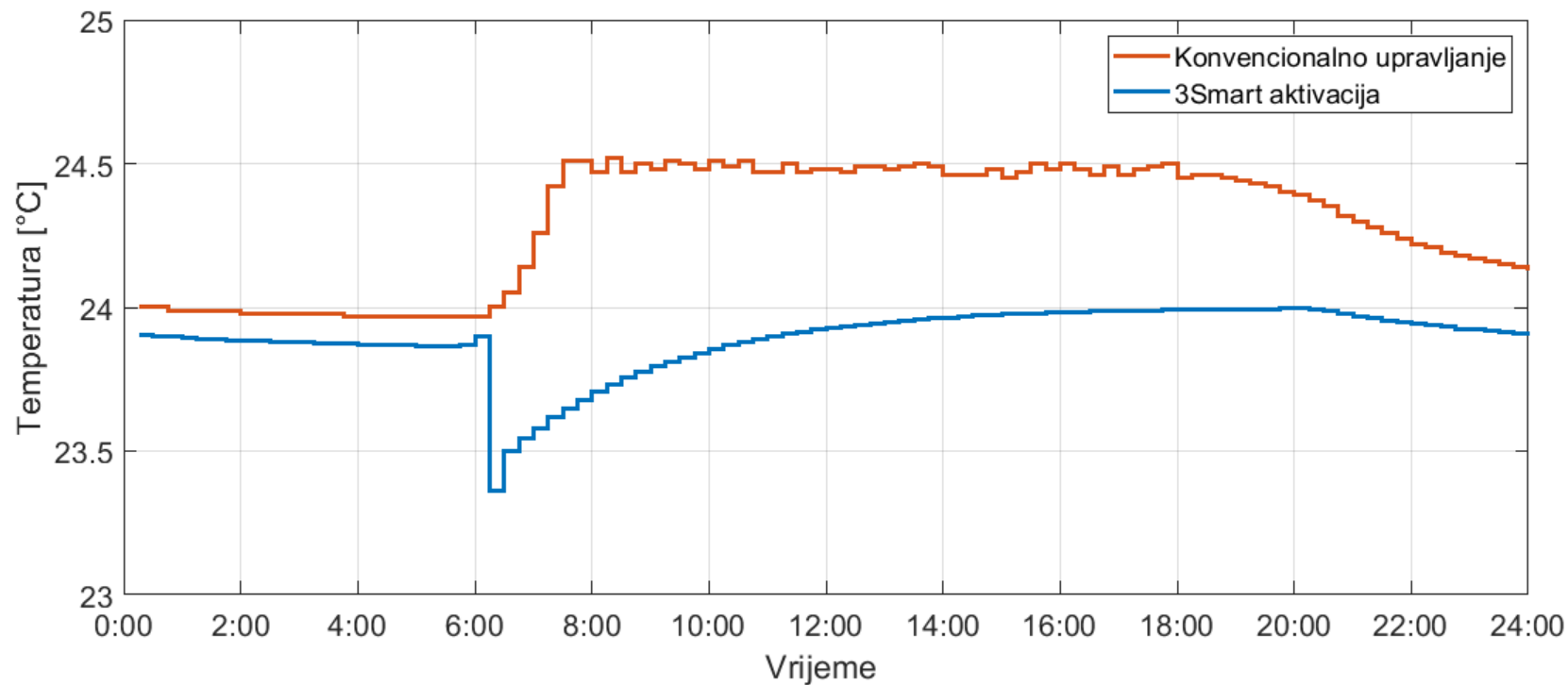


Analiza rada 3Smart sustava

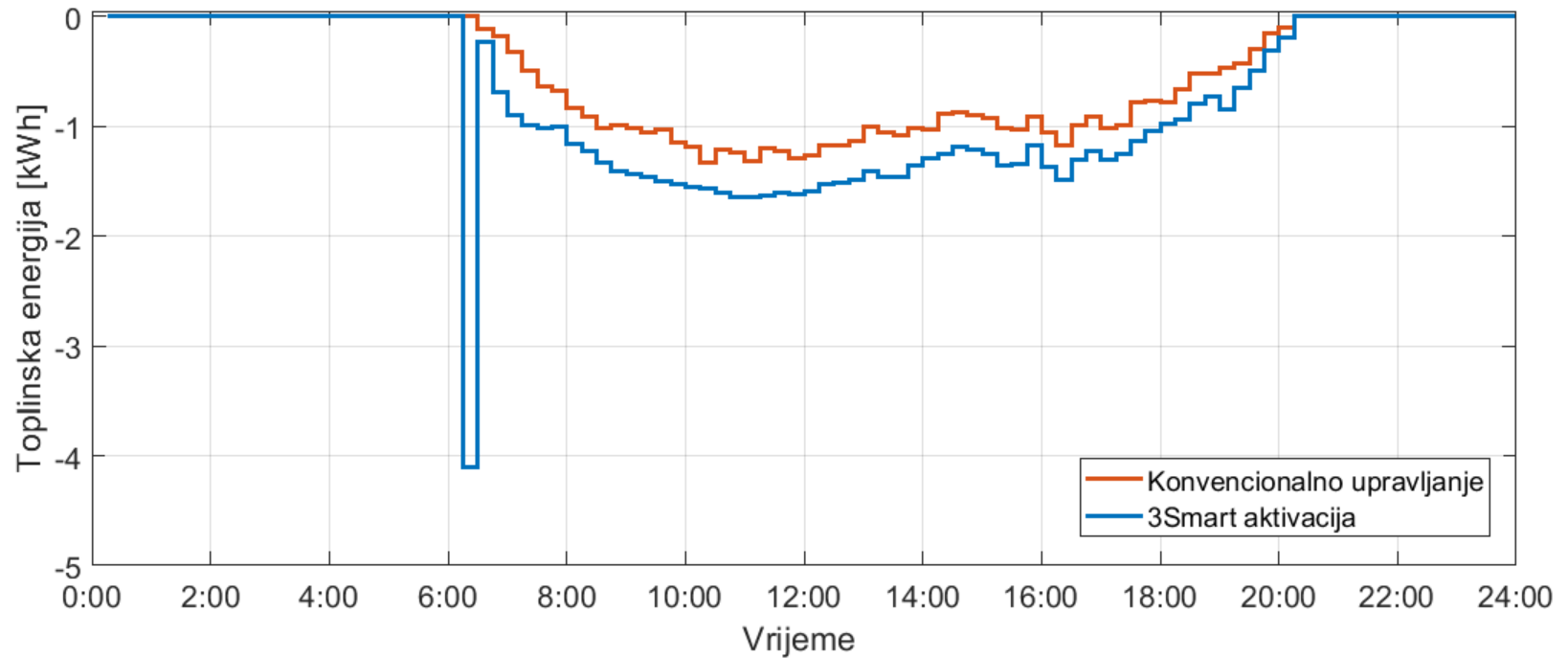
- Uvjeti: sunčan radni dan u srpnju
- Pitanja:
 - Koji je optimalan način dnevnog rada zgrade?
 - Kada i koliko rashladiti pojedinu zonu, kada i koliko hladiti medij, kada i koliko puniti/prazniti bateriju
 - Uz koju ponuđenu fleksibilnost je trošak zgrade najmanji?
 - Koliko je optimalan način bolji od uobičajenog rada zgrade?
- Intervali fleksibilnosti:
 - 13:00-13:30
 - 13:45-16:00
- Cijene fleksibilnosti
 - rezervacija: 0.0021 EUR/kW/15 min
 - aktivacija: 0.0084 EUR/kWh
 - penal: 0.0168 EUR/kWh



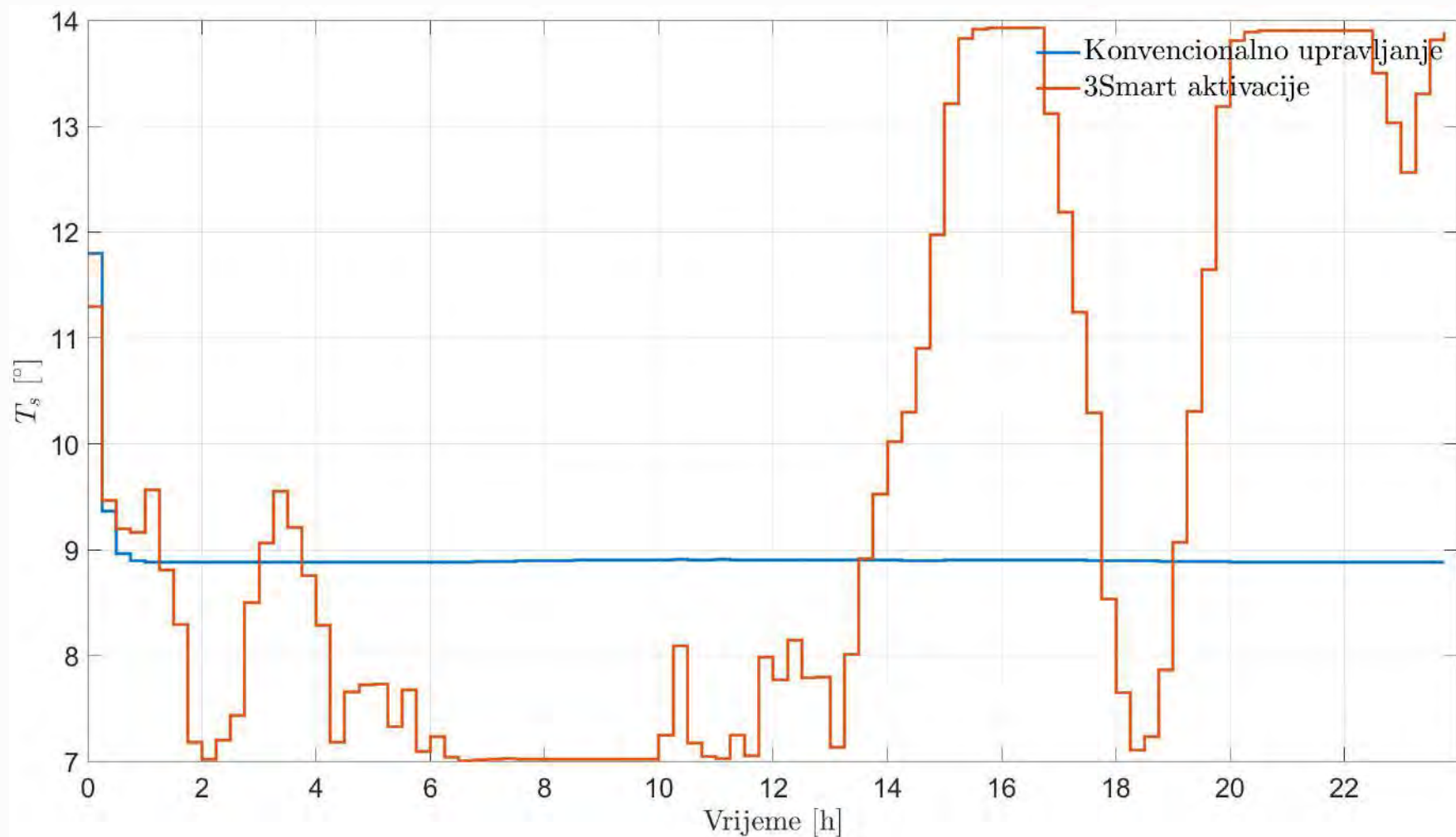
Analiza rada 3Smart sustava – razina zona (1)



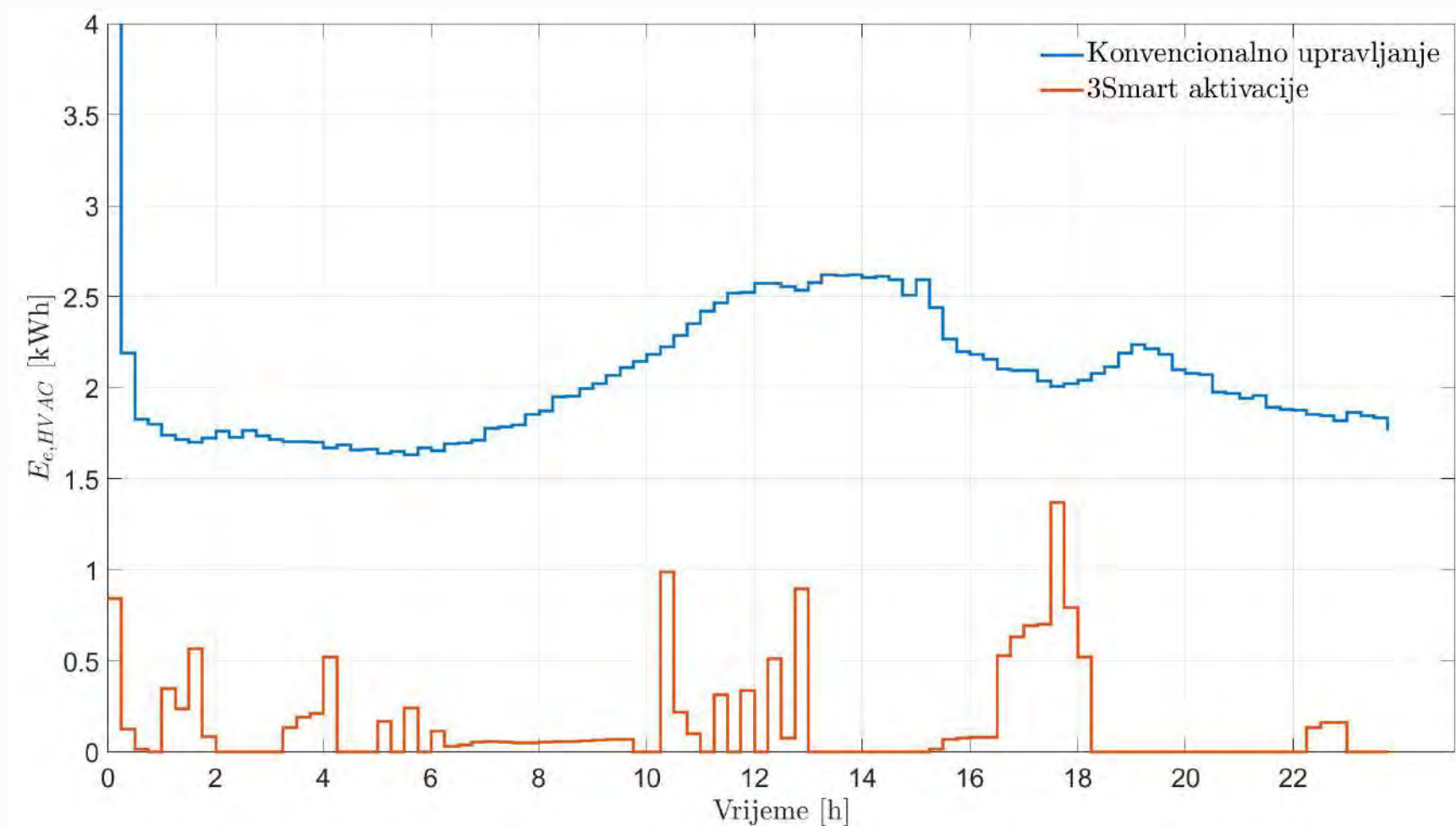
Analiza rada 3Smart sustava – razina zona (3)



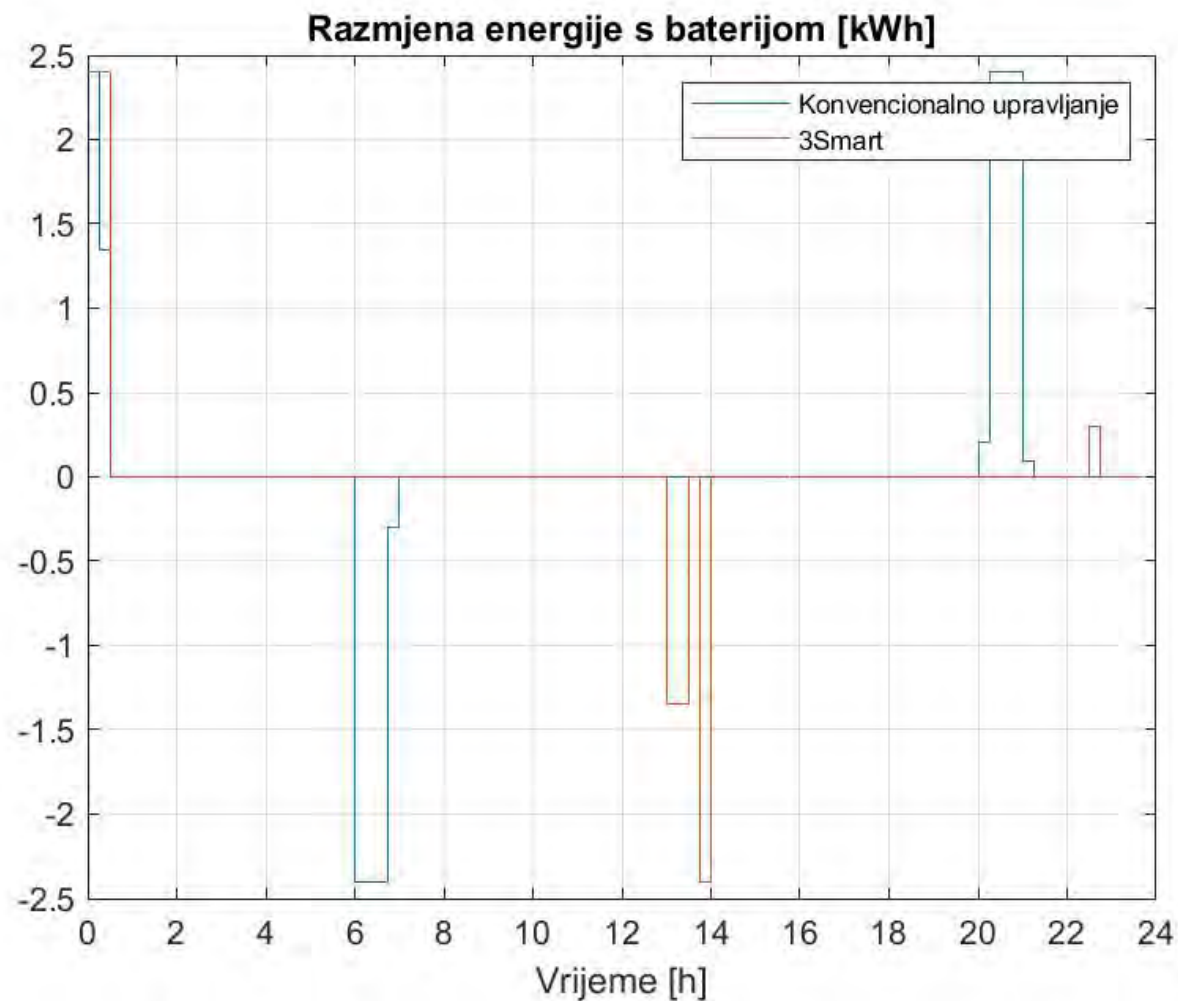
Analiza rada 3Smart sustava – HVAC razina (1)



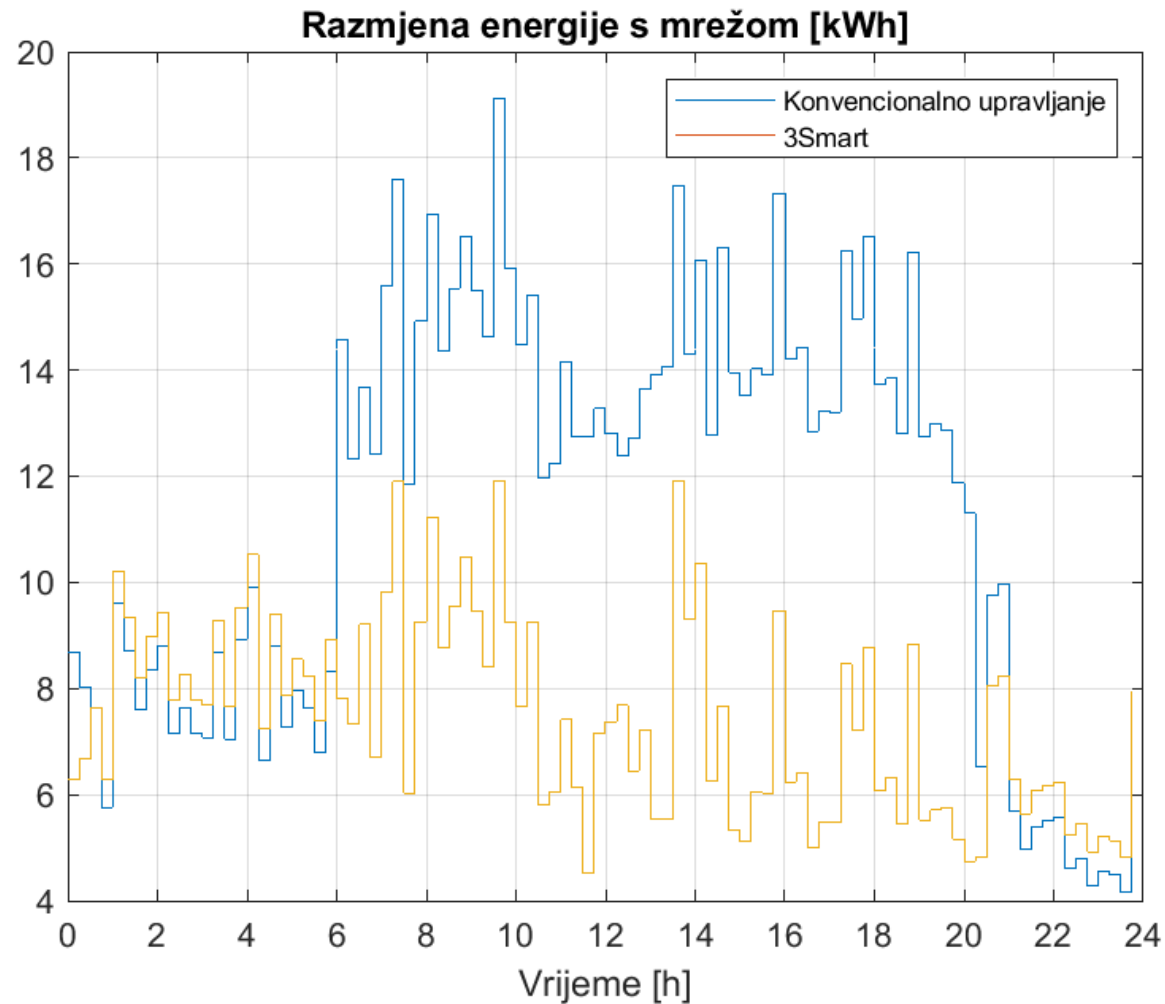
Analiza rada 3Smart sustava – HVAC razina (2)



Analiza rada 3Smart sustava -- razina mikromreže



Analiza rada 3Smart sustava – razina mikromreže, bez fotonaponskog sustava

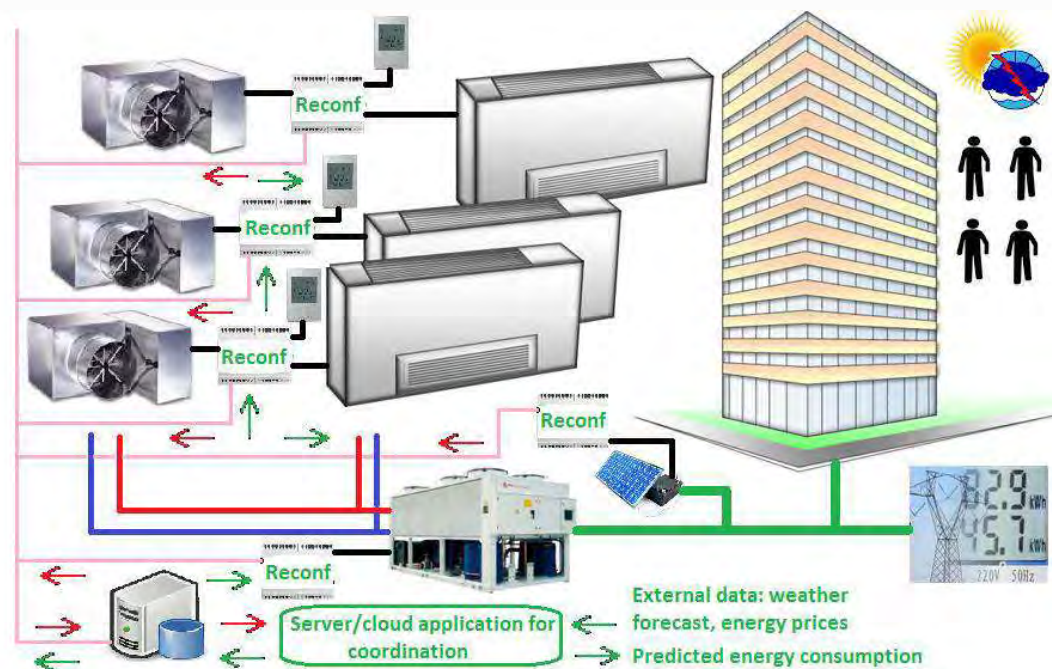


Demonstracija modula u radu na EPHZHB zgradi

Usluga koordinacije i odgovora potražnje

– Modularnost koordinacijske usluge

- Programski moduli za različite funkcionalne razine u zgradi



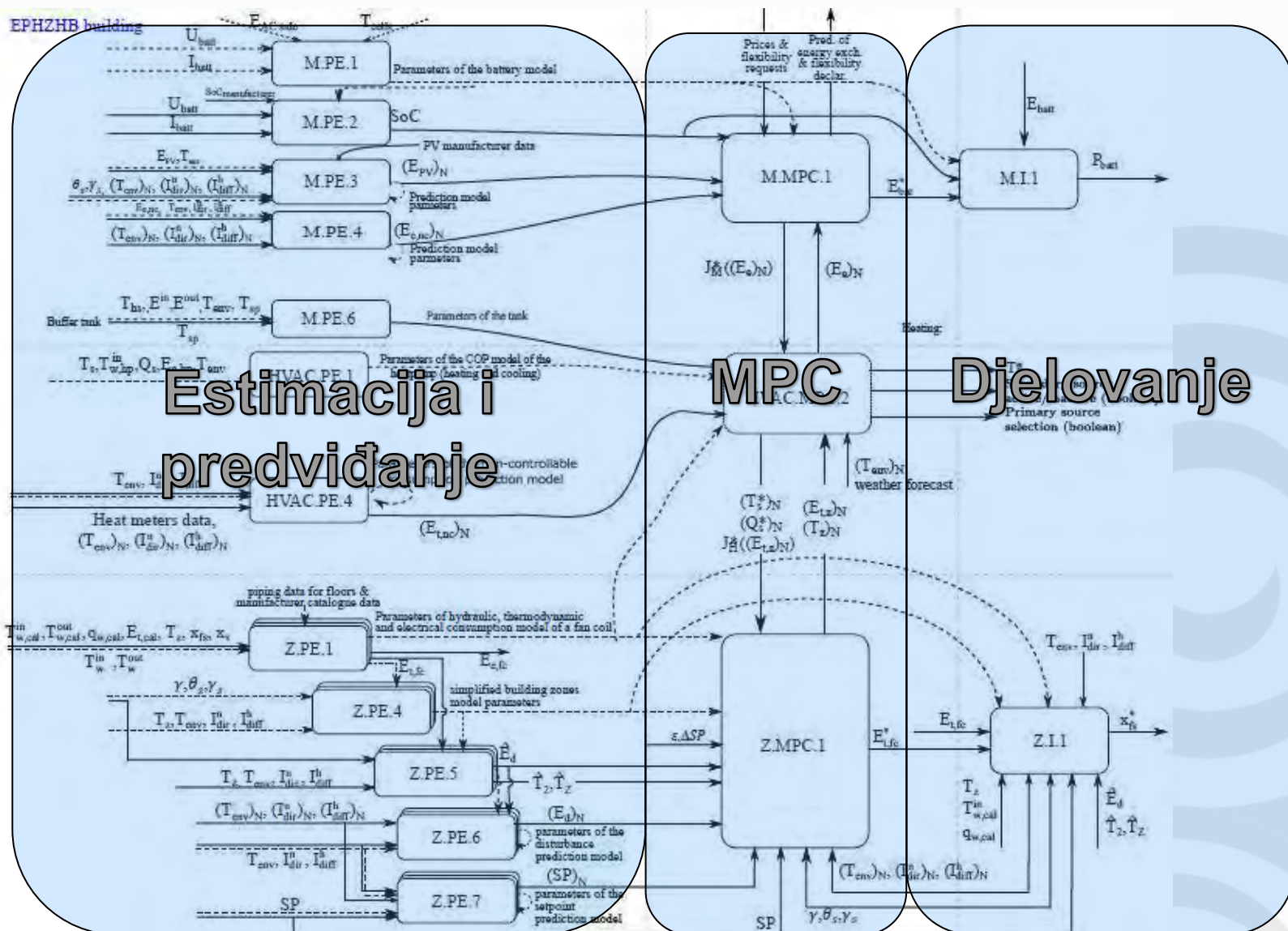
- Međusobno koordinirani u bilo kojoj konfiguraciji

Organizacija 3Smart alata na EPHZHB zgradi

μgrid

HVAC

zone

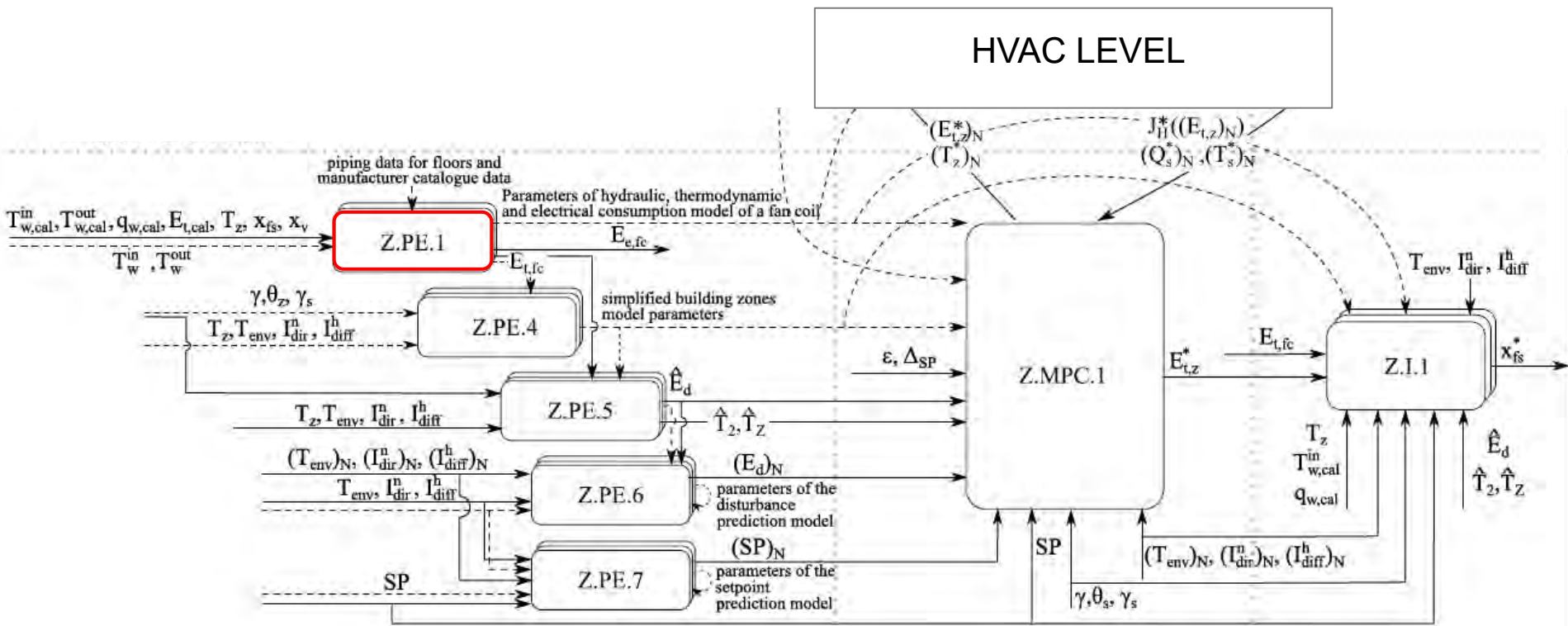


Razina zona



Z.PE.1 – offline

(fan coil identification submodule)



Z.PE.1 – offline

(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU MODELA VENTILOKONVEKTORA)

Pokretanje samo jednom

- Identifikacija **hidrauličkog modela instalacija**

Medium flow measurement from
the considered duct calorimeter →
Valve position →

Hydraulic fan coil
model

Medium flow through the fan coil



- Identifikacija **termodinamičkog modela ventilokonvektora**

Supply water temperature (calorimeter) →
Return medium temperature →
Fan state →
Valve position →
Medium flow through the coil →
Zone temperature →

Thermodynamic fan
coil model

Thermal energy exerted into zone

- Identifikacija **modela potrošnje električne energije ventilokonvektora**

Fan state →

Electrical energy
consumption model

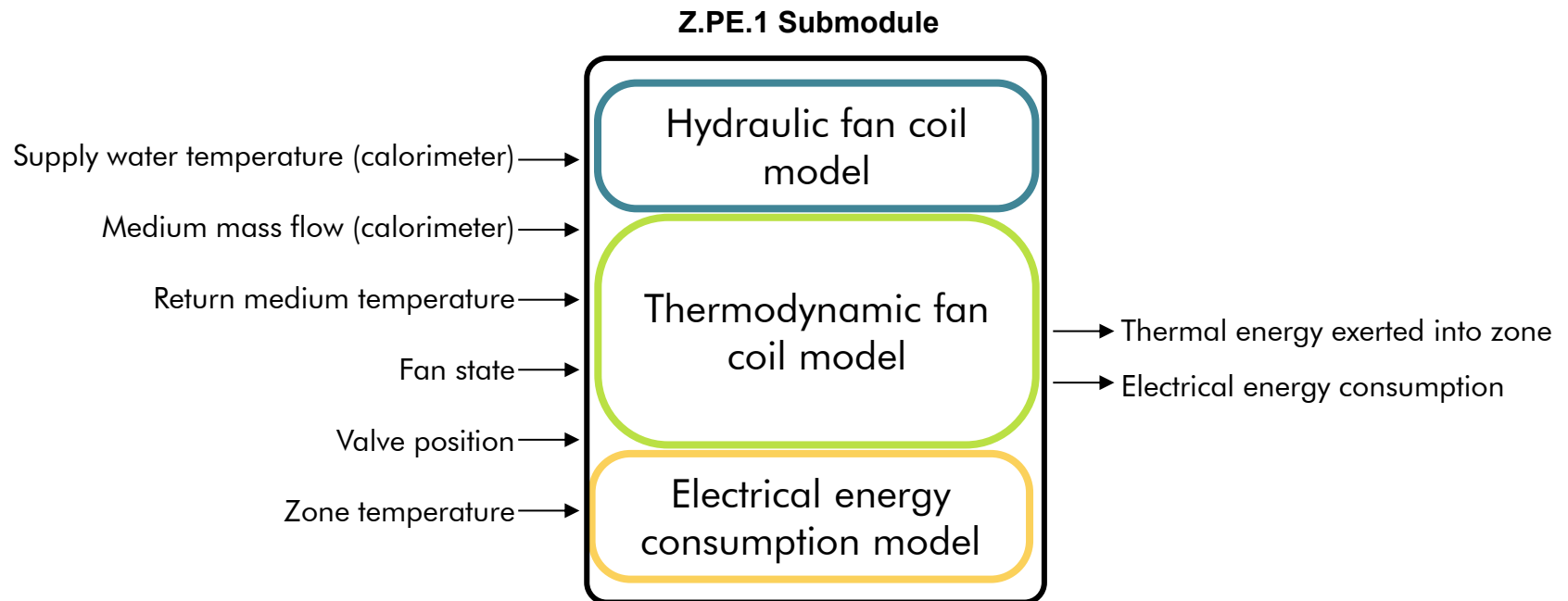
Electrical energy consumption

Z.PE.1 – online

(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU MODELA VENTILOKONVEKTORA)

- Pomoću **hidrauličkog, termodinamičkog i modela potrošnje električne energije** ventilokonvektora svaku minutu proračunava se toplinska energija ubačena u prostoriju i potrošnja električne energije ventilatora ventilokonvektora

Pokretanje svakih 1 min

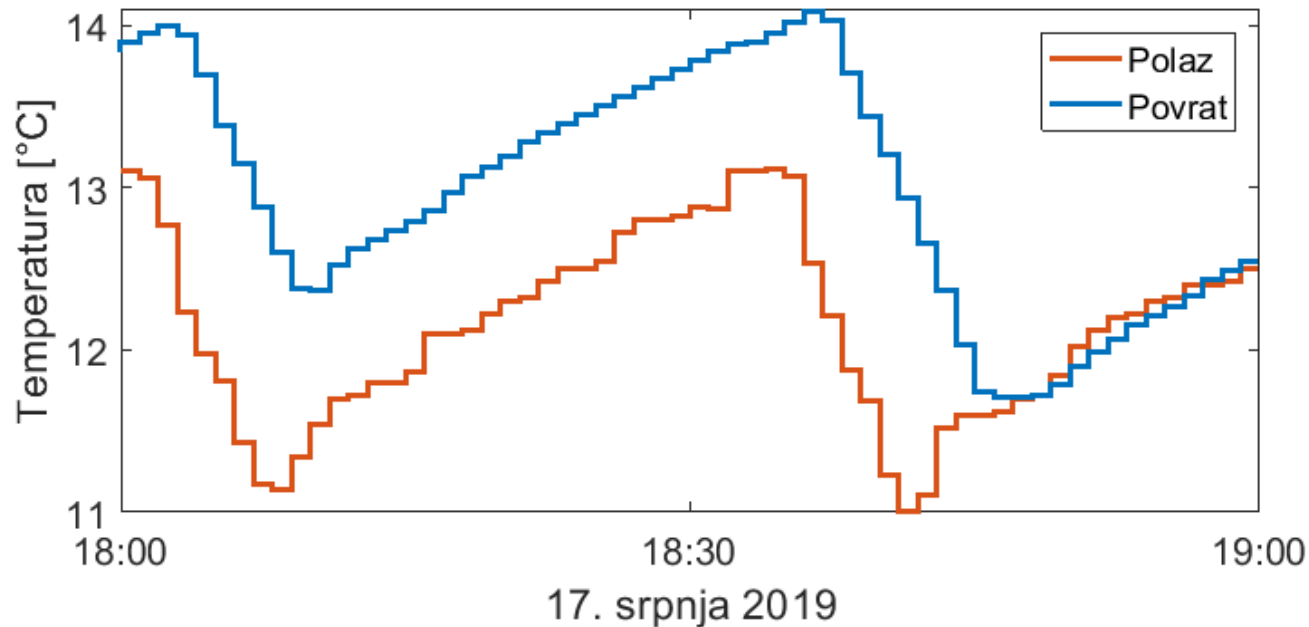


Z.PE.1 – online

(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU MODELA VENTILOKONVEKTORA)

- Pomoću **hidrauličkog**, **termodinamičkog** i **modela potrošnje električne energije** ventilokonvektora svaku minutu proračunava se toplinska energija ubačena u prostoriju i potrošnja električne energije ventilatora ventilokonvektora

ULAZ 1: trenutno mjerenje polazne i povratne temperature medija za grijanje/hlađenje



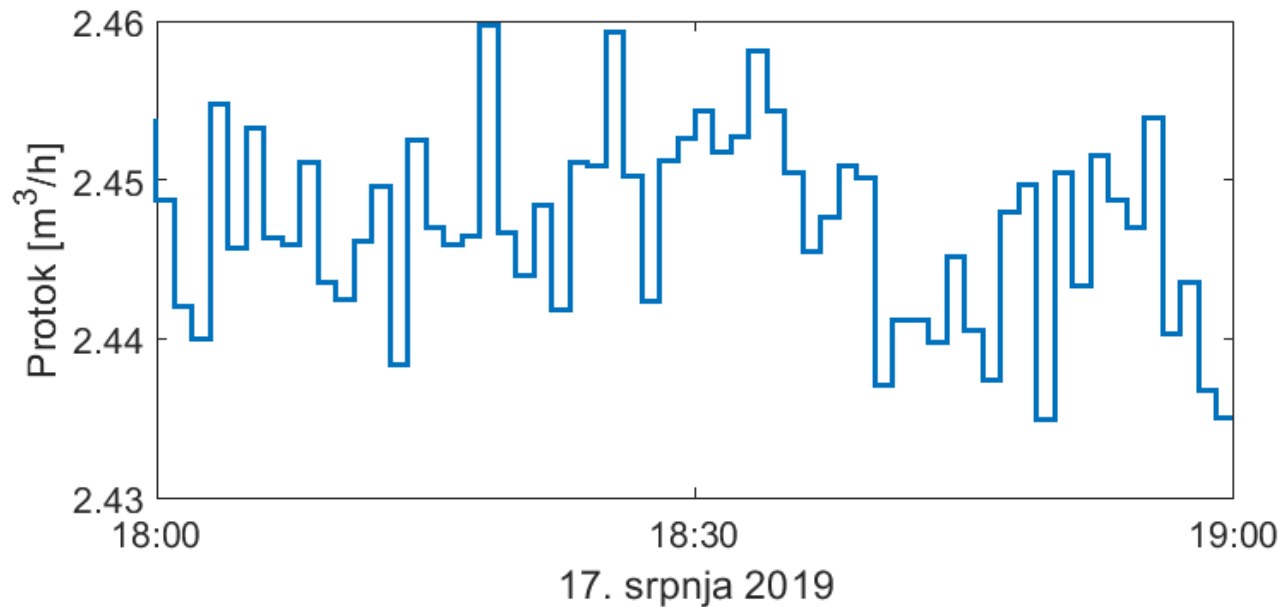
Z.PE.1 – online

(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU MODELA VENTILOKONVEKTORA)

- Pomoću **hidrauličkog**, **termodinamičkog** i **modela potrošnje električne energije** ventilokonvektora svaku minutu proračunava se toplinska energija ubačena u prostoriju i potrošnja električne energije ventilatora ventilokonvektora

ULAZ 1: trenutno mjerenje polazne i povratne temperature medija za grijanje/hlađenje

ULAZ 2: trenutno mjerenje protoka medija



Z.PE.1 – online

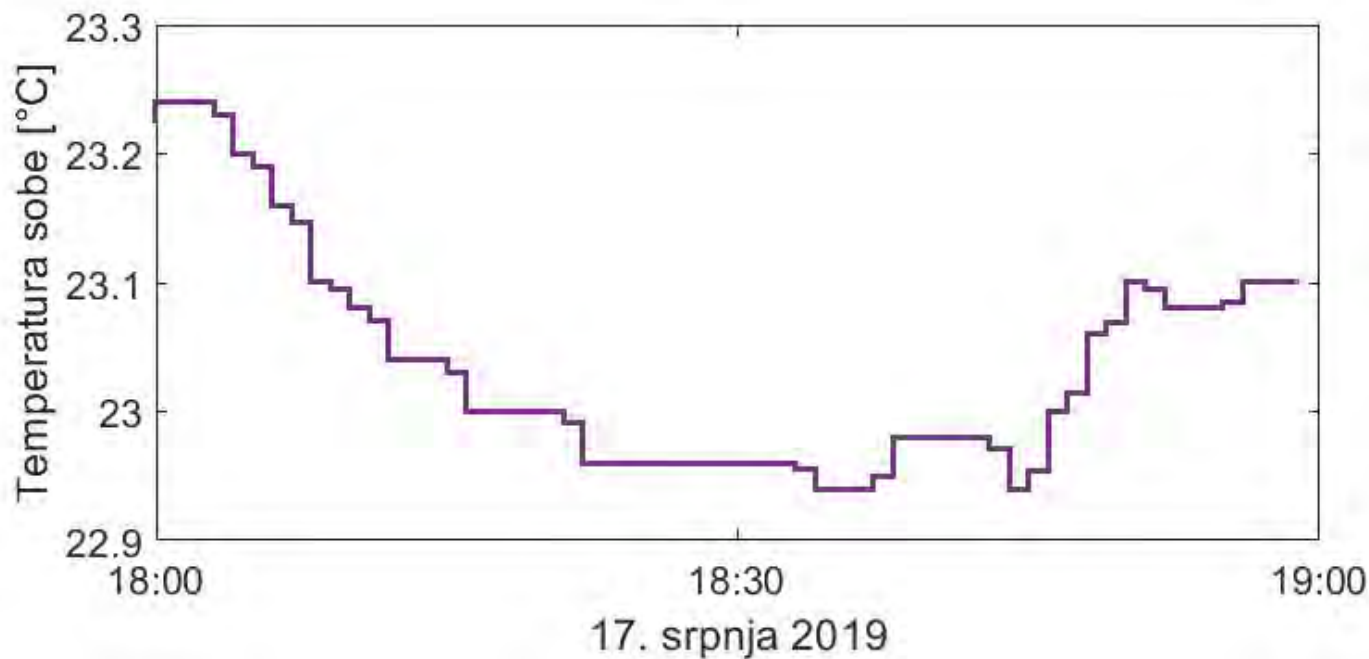
(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU MODELA VENTILOKONVEKTORA)

- Pomoću **hidrauličkog, termodinamičkog i modela potrošnje električne energije** ventilokonvektora svaku minutu proračunava se toplinska energija ubačena u prostoriju i potrošnja električne energije ventilatora ventilokonvektora

ULAZ 1: trenutno mjerenje polazne i povratne temperature medija za grijanje/hlađenje

ULAZ 2: trenutno mjerenje protoka medija

ULAZ 3: trenutno mjerenje temperature zraka u prostoriji



Z.PE.1 – online

(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU MODELA VENTILOKONVEKTORA)

- Pomoću **hidrauličkog, termodinamičkog i modela potrošnje električne energije** ventilokonvektora svaku minutu proračunava se toplinska energija ubačena u prostoriju i potrošnja električne energije ventilatora ventilokonvektora

ULAZ 1: trenutno mjerenje polazne i povratne temperature medija za grijanje/hlađenje

ULAZ 2: trenutno mjerenje protoka medija

ULAZ 3: trenutno mjerenje temperature prostorije

ULAZ 4: trenutno mjerenje brzine ventilatora ventilokonvektora



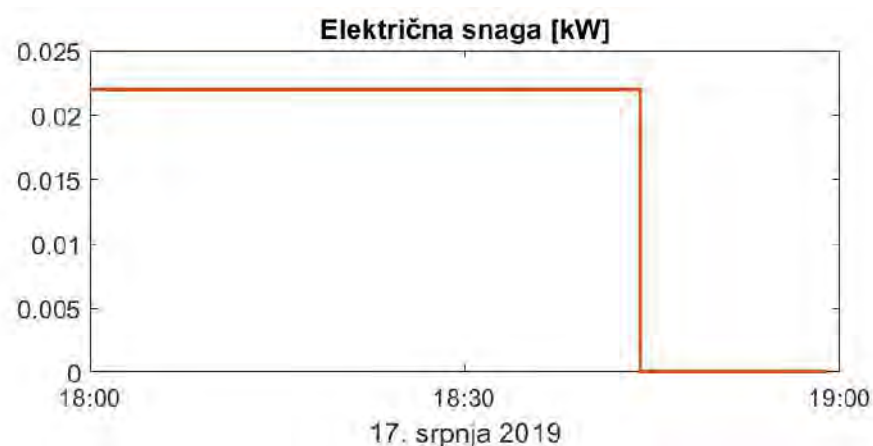
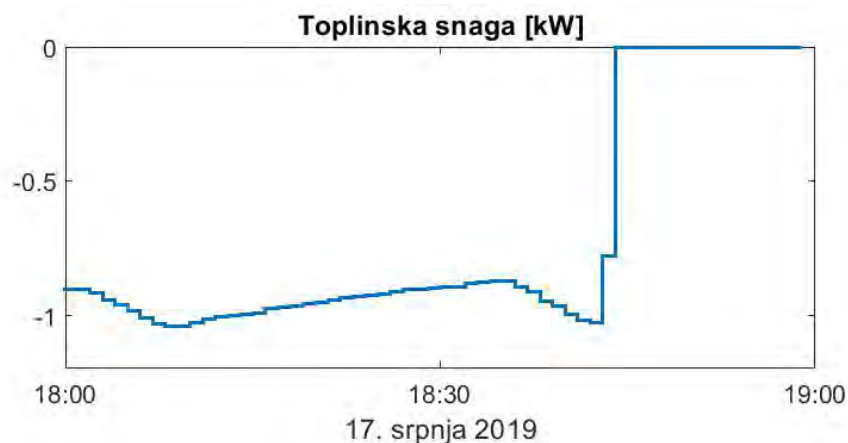
Z.PE.1 – online

(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU MODELA VENTILOKONVEKTORA)

- Pomoću **hidrauličkog**, **termodinamičkog** i **modela potrošnje električne energije** ventilokonvektora svaku minutu proračunava se toplinska energija ubačena u prostoriju i potrošnja električne energije ventilatora ventilokonvektora

IZLAZ 1: toplinska energija ubačena u prostoriju

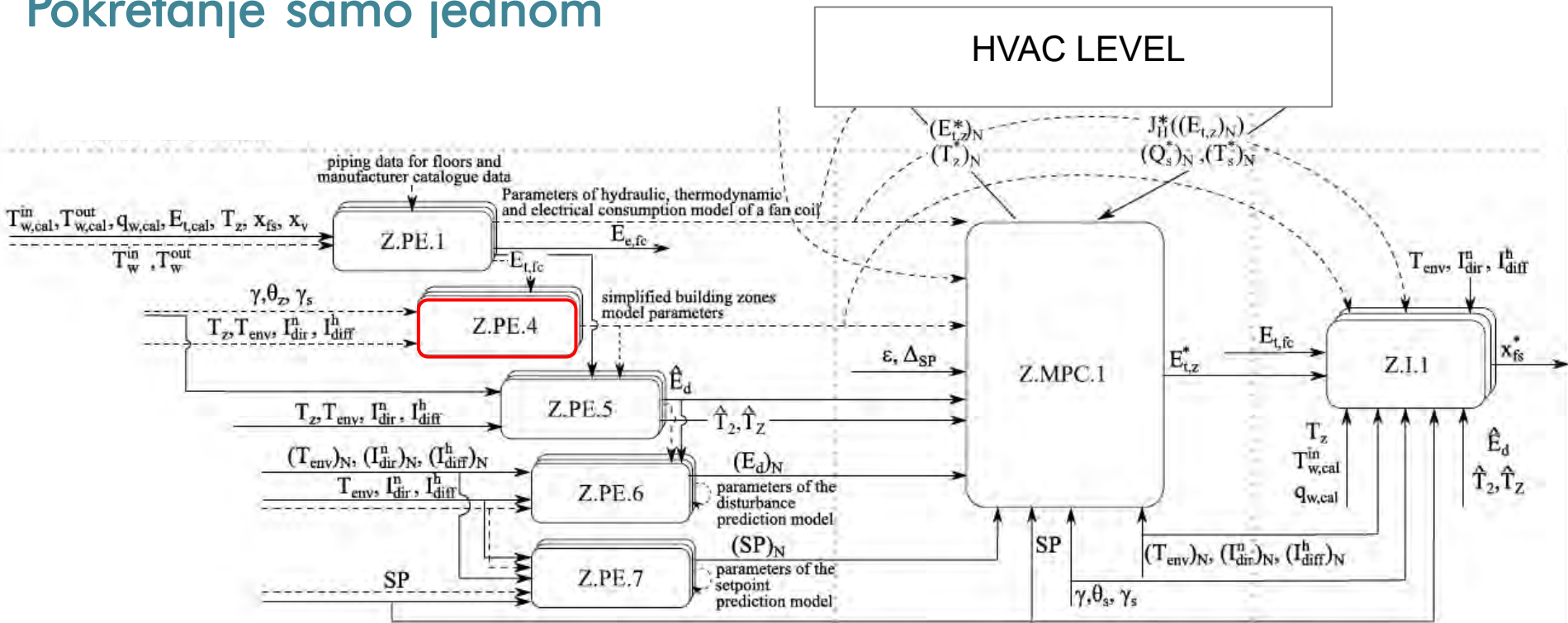
IZLAZ 2: potrošnje električne energije ventilokonvektora



Zone PE 4

(identification of the simplified building thermodynamic model)

Pokretanje samo jednom

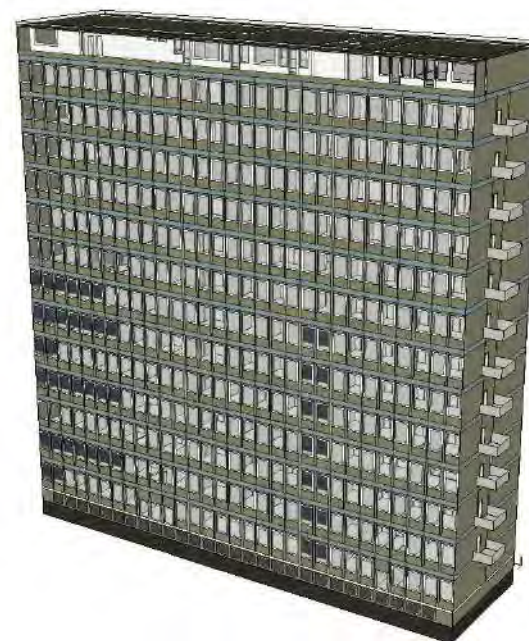
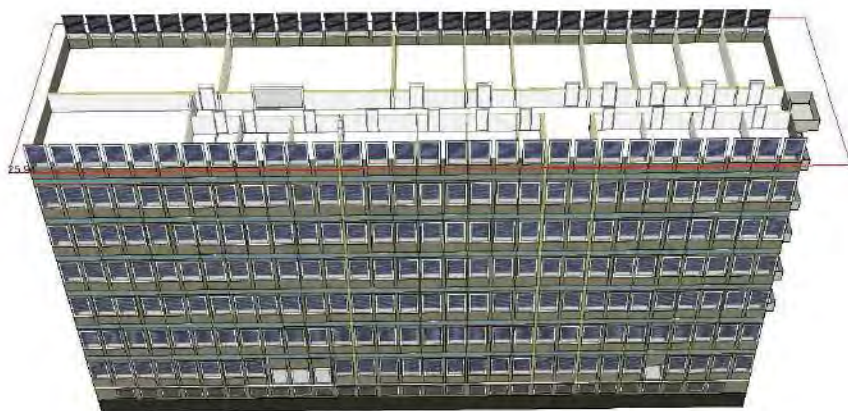


Zone PE 4

(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU POJEDNOSTAVLJENOG MATEMATIČKOG MODELA ZGRADE)

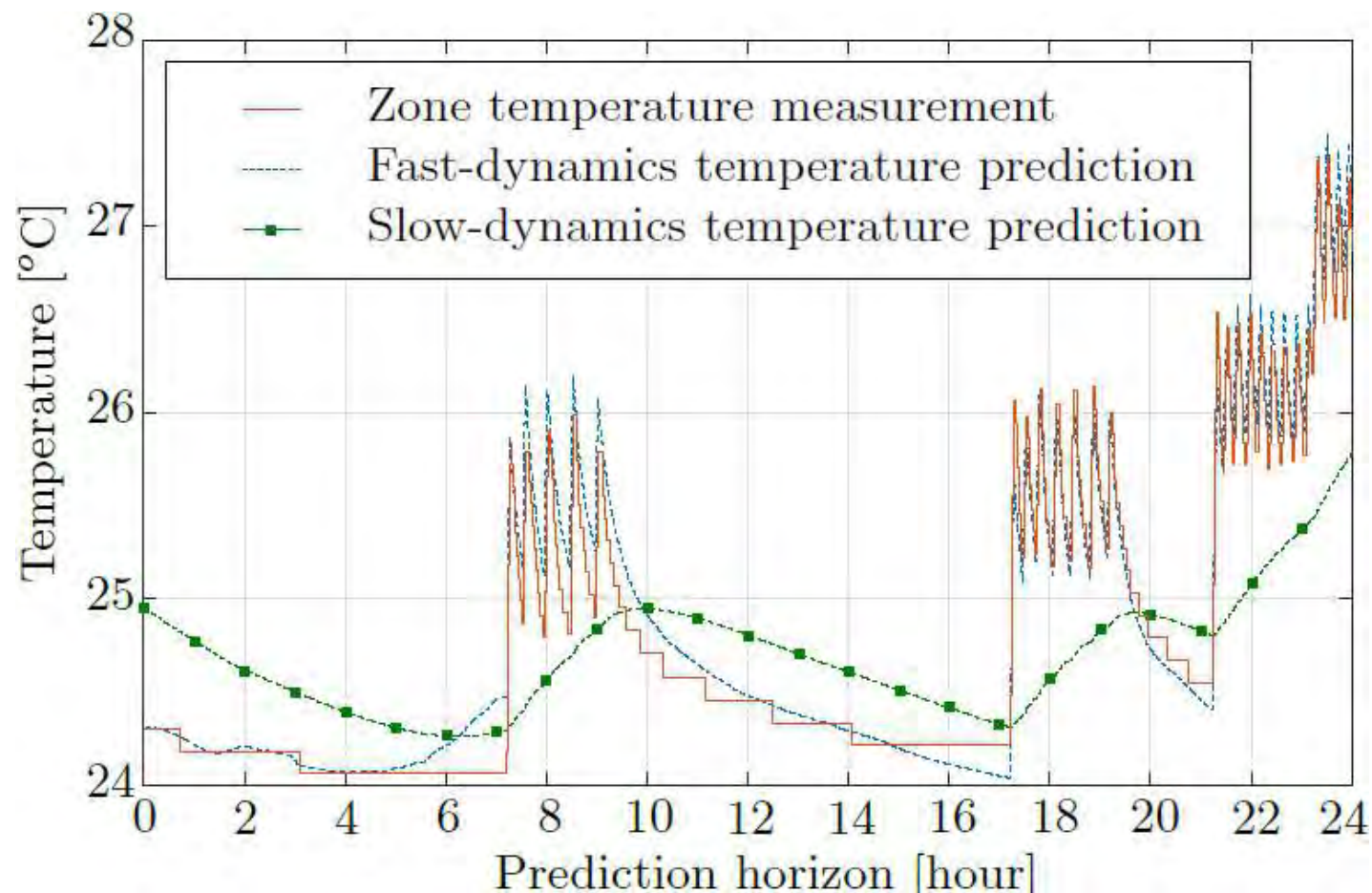
ULAZI: povijesna mjerenja temperature u prostorijama zgrade, povijesna mjerenja vanjskih vremenskih uvjeta, povijesna mjerenja toplinske snage iz prostorija zgrade / odzivi modela zgrade u simulacijskom alatu

IZLAZI: parametri matematičkog modela zgrade



Zone PE 4

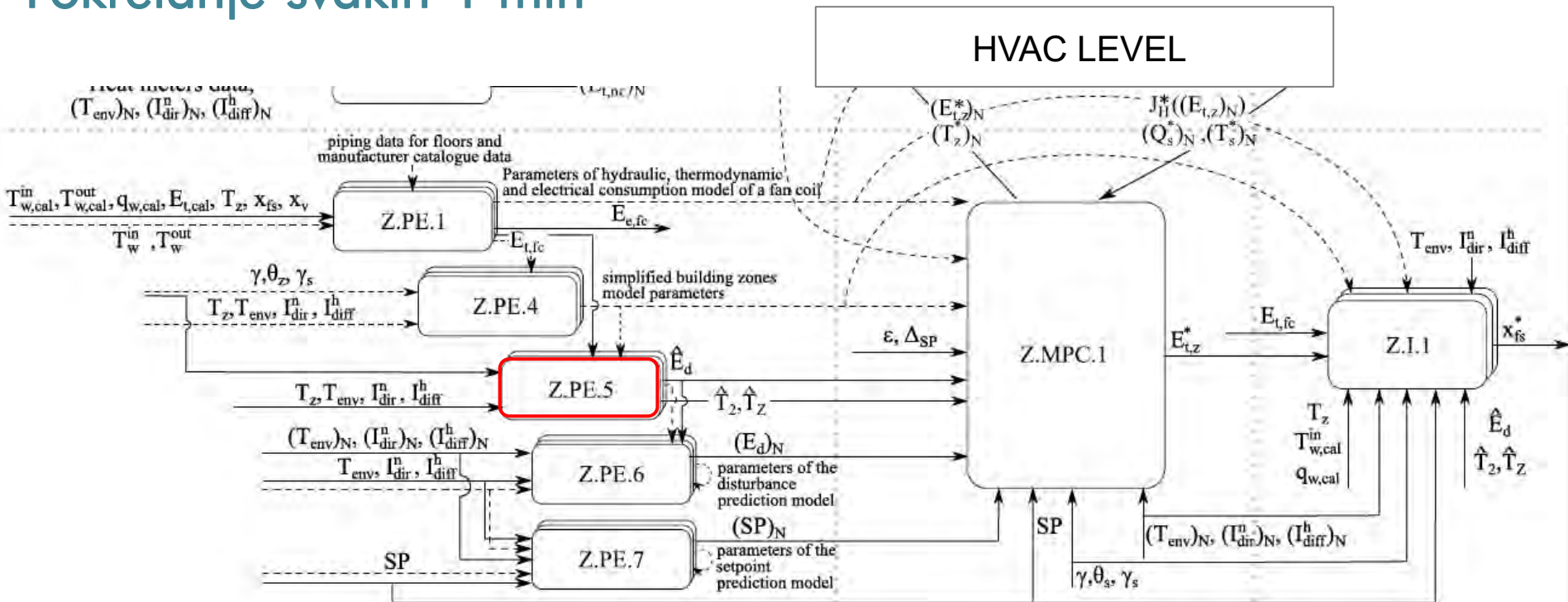
(MODUL ZA IDENTIFIKACIJU POJEDNOSTAVLJENOG MATEMATIČKOG MODELA ZGRADE)



Zone PE 5

(MODUL ZA ESTIMACIJU NEMJERLJIVIH STANJA MODELA ZGRADE I TOPLINSKIH POREMEĆAJA U ZONAMA ZGRADE)

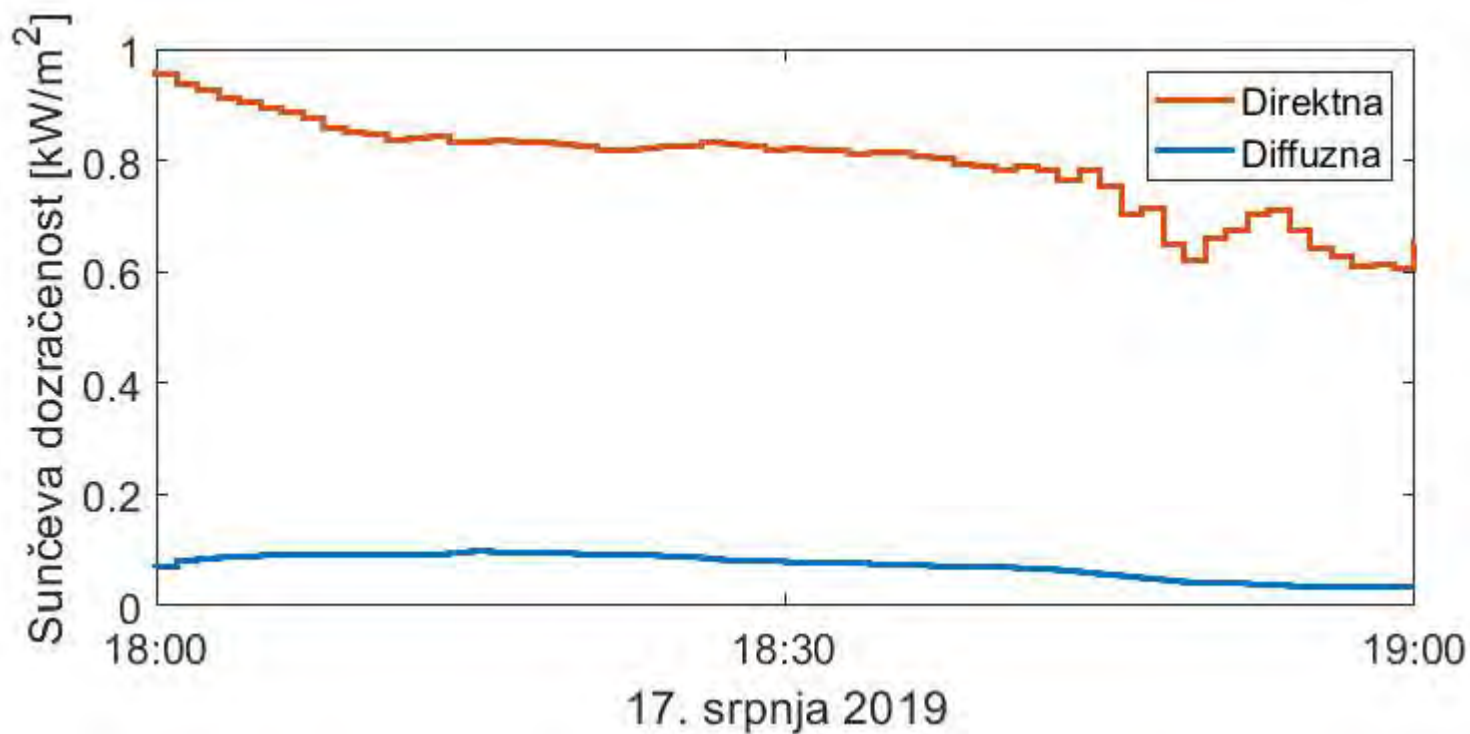
Pokretanje svakih 1 min



Zone PE 5

(MODUL ZA ESTIMACIJU NEMJERLJIVIH STANJA MODELA ZGRADE I TOPLINSKIH POREMEĆAJA U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: trenutno mjerenje direktne i difuzne sunčeve dozačenosti

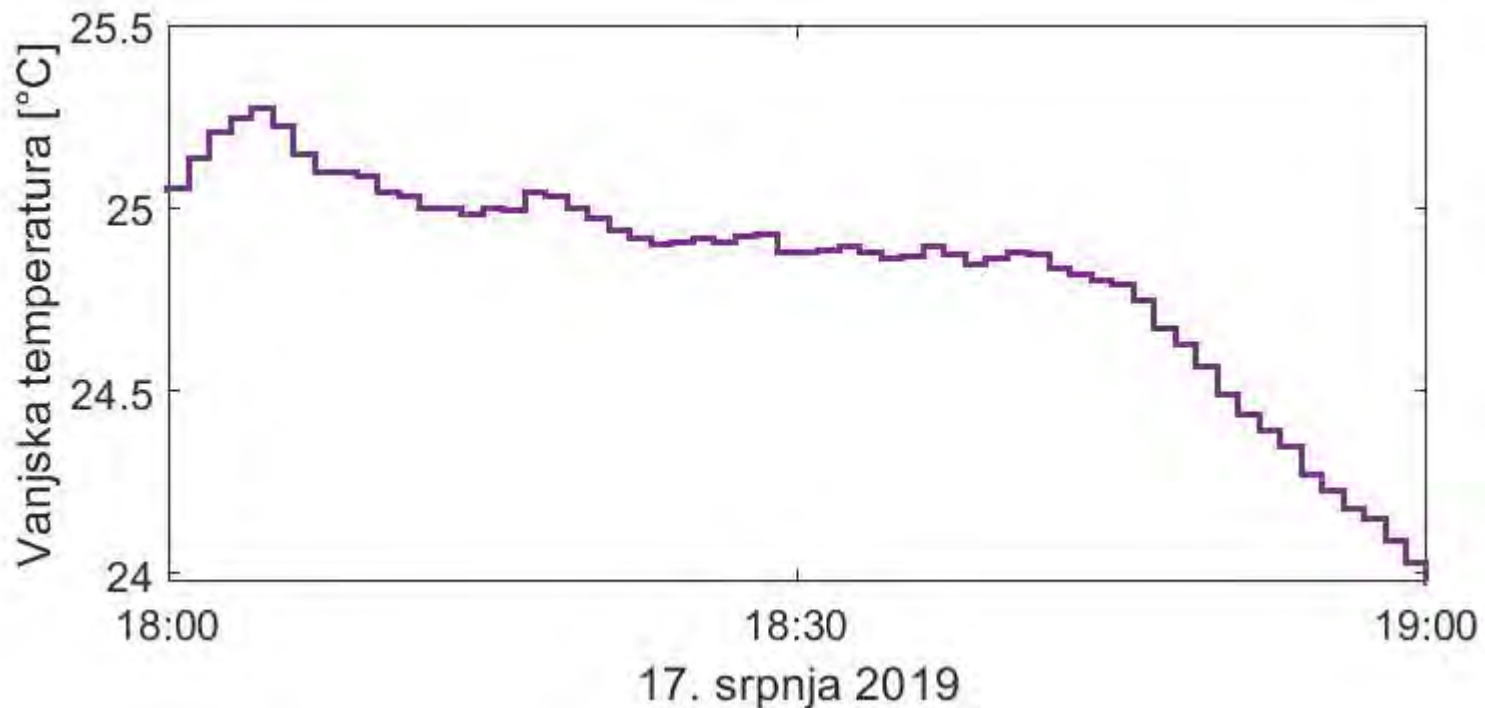


Zone PE 5

(MODUL ZA ESTIMACIJU NEMJERLJIVIH STANJA MODELA ZGRADE I TOPLINSKIH POREMEĆAJA U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: trenutno mjerenje direktne i difuzne sunčeve dozračenosti

ULAZ 2: trenutno mjerenje vanjske temperature



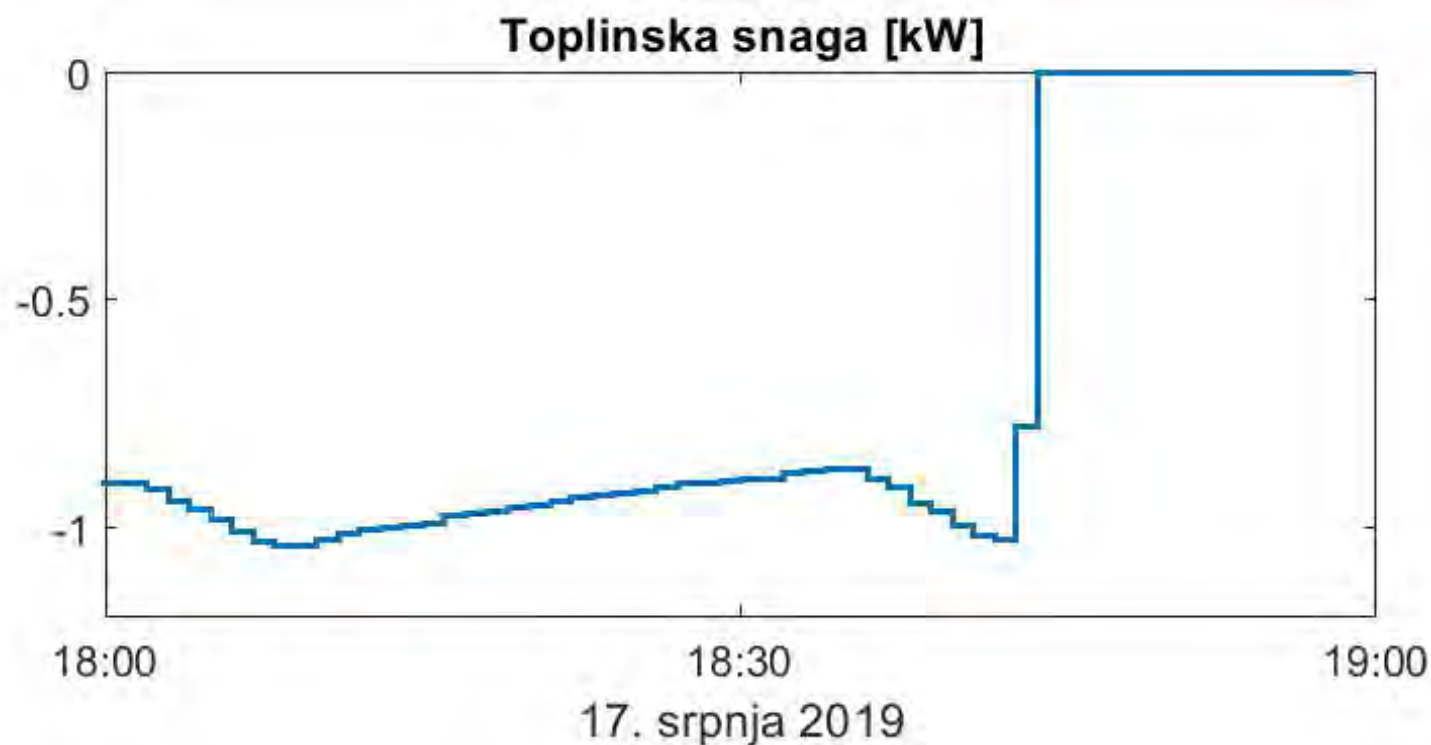
Zone PE 5

(MODUL ZA ESTIMACIJU NEMJERLJIVIH STANJA MODELA ZGRADE I TOPLINSKIH POREMEĆAJA U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: trenutno mjerenje direktne i difuzne sunčeve dozračenosti

ULAZ 2: trenutno mjerenje vanjske temperature

ULAZ 3: trenutne vrijednosti toplinske snage ubačene u zone (Zone PE 1 modul)



Zone PE 5

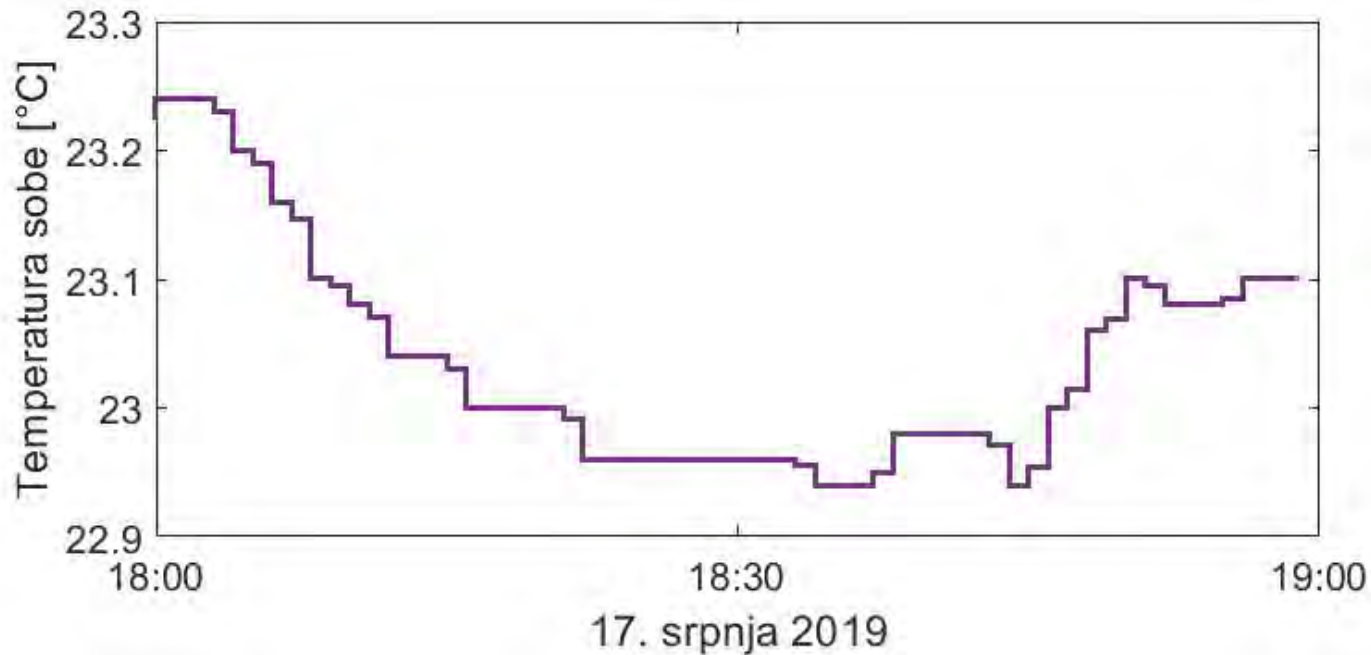
(MODUL ZA ESTIMACIJU NEMJERLJIVIH STANJA MODELA ZGRADE I TOPLINSKIH POREMEĆAJA U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: trenutno mjerenje direktne i difuzne sunčeve dozračenosti

ULAZ 2: trenutno mjerenje vanjske temperature

ULAZ 3: trenutne vrijednosti toplinske snage ubačene u zone (Zone PE 1 modul)

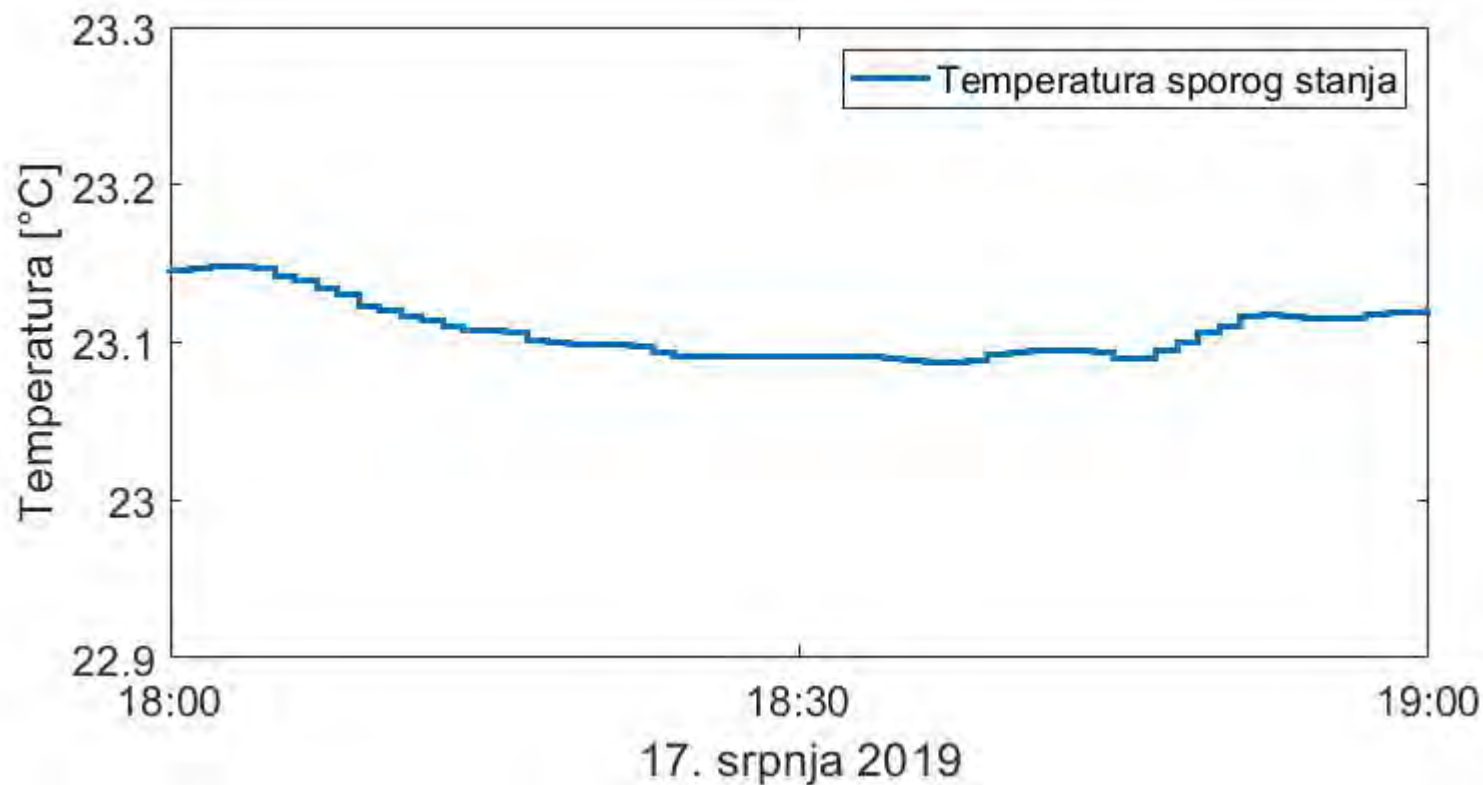
ULAZ 4: trenutna mjerenja temperature prostorije



Zone PE 5

(MODUL ZA ESTIMACIJU NEMJERLJIVIH STANJA MODELA ZGRADE I TOPLINSKIH POREMEĆAJA U ZONAMA ZGRADE)

IZLAZ 1: Estimirana trenutna temperatura spore dinamike

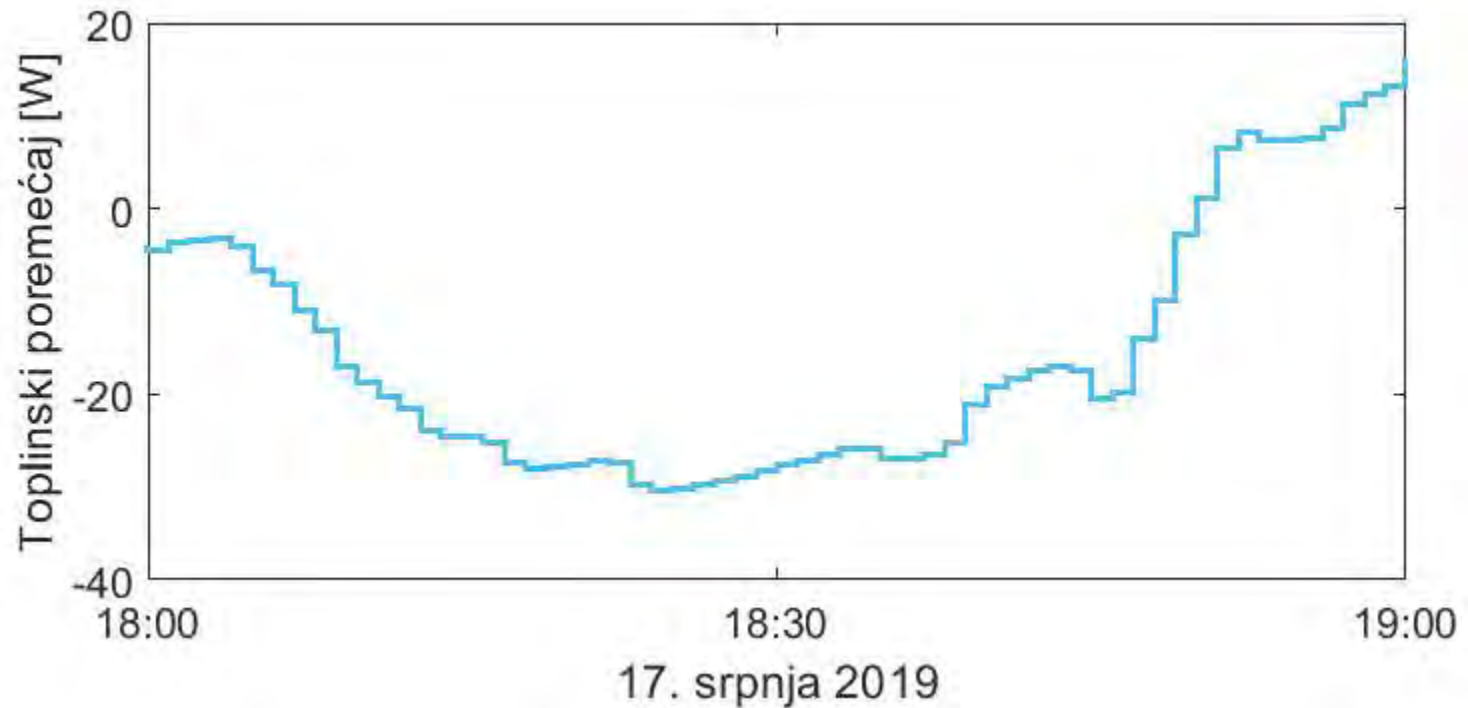


Zone PE 5

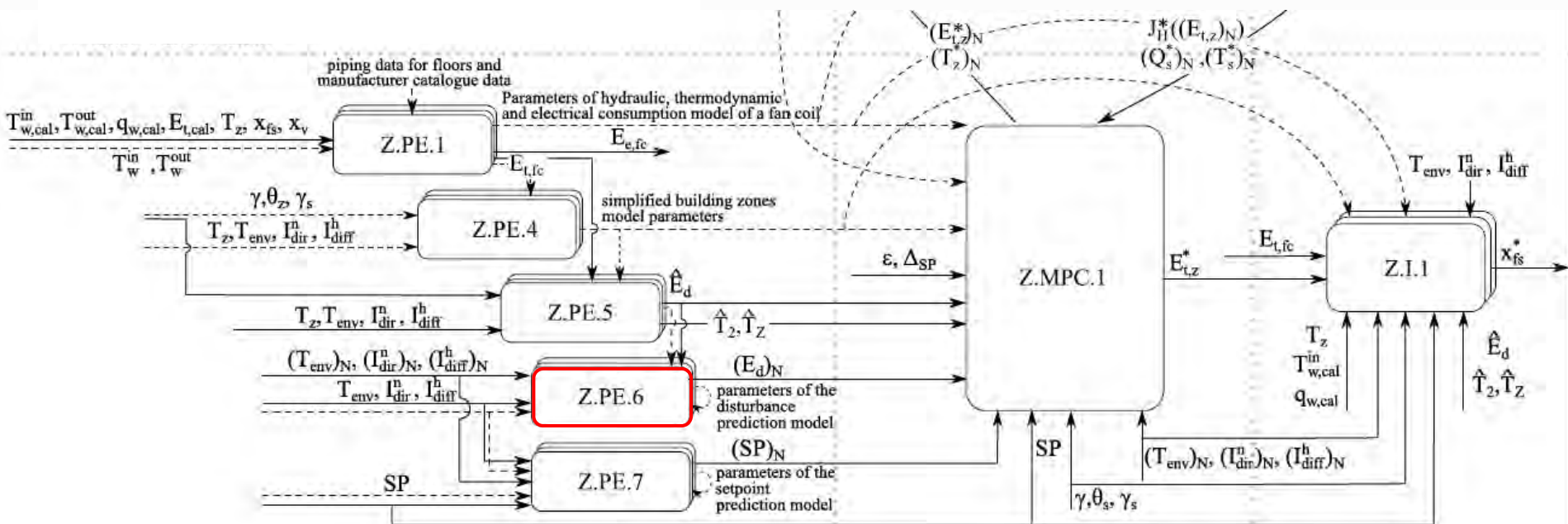
(MODUL ZA ESTIMACIJU NEMJERLJIVIH STANJA MODELA ZGRADE I TOPLINSKIH POREMEĆAJA U ZONAMA ZGRADE)

IZKAZ 1: Estimirana trenutna temperatura spore dinamike

IZKAZ 2: Estimirana trenutna vrijednost toplinskog poremećaja



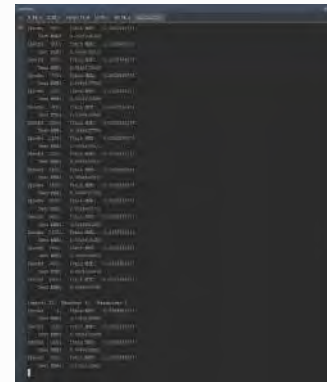
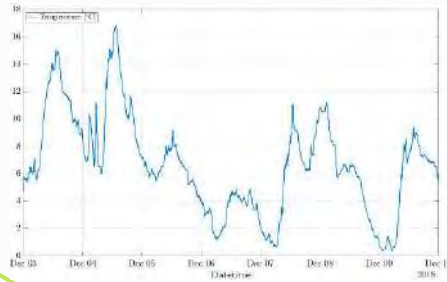
Zone PE 6 (predviđanje toplinskog poremećaja u zoni)



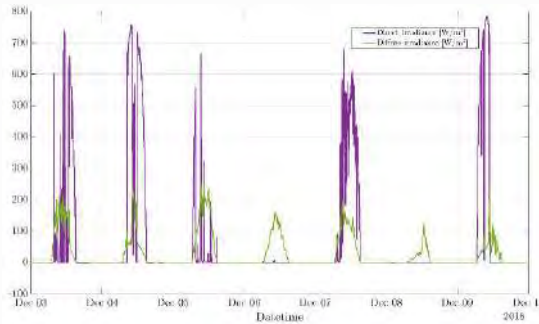
Zone PE 6 – off-line inicijalizacija

Povijesna meteorološka mjerenja:

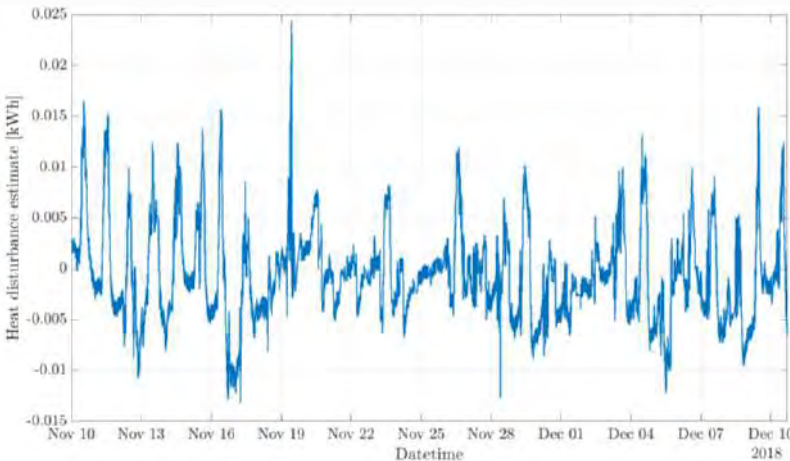
- Temperatura zraka
- Direktna i difuzna sunčeva doza



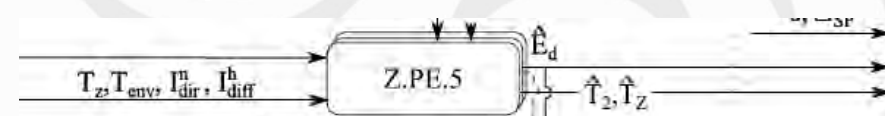
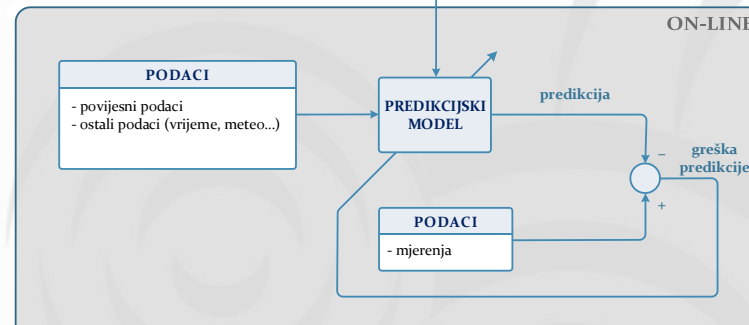
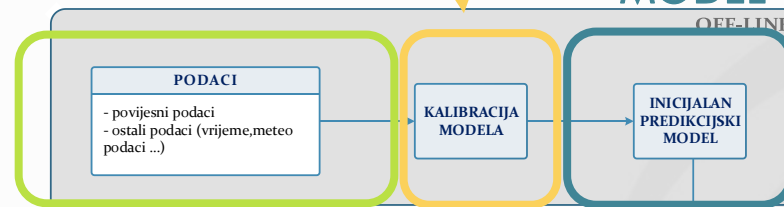
Lokalno pohranjeno: inputsXY_neuronsZ.net



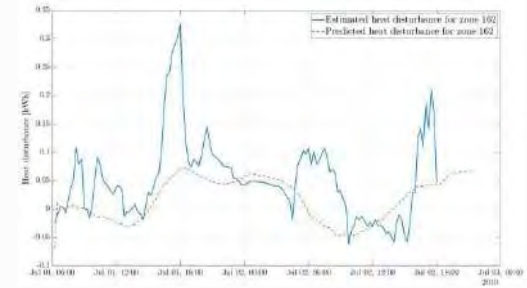
Povijesne vrijednosti estimiranog toplinskog poremećaja (Z.PE.5)



ULAZI MODULA



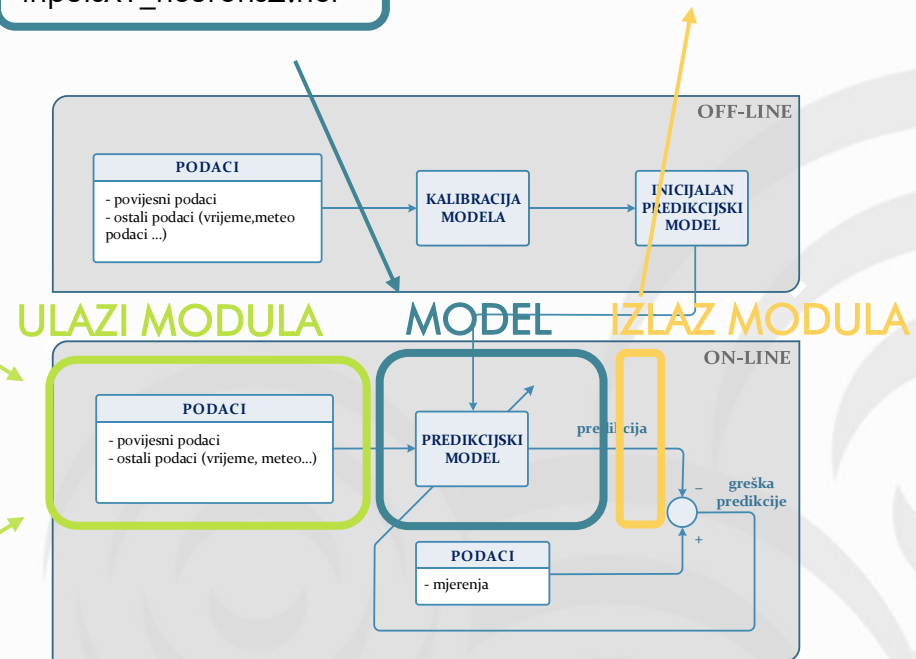
Zone PE 6 – on-line rad



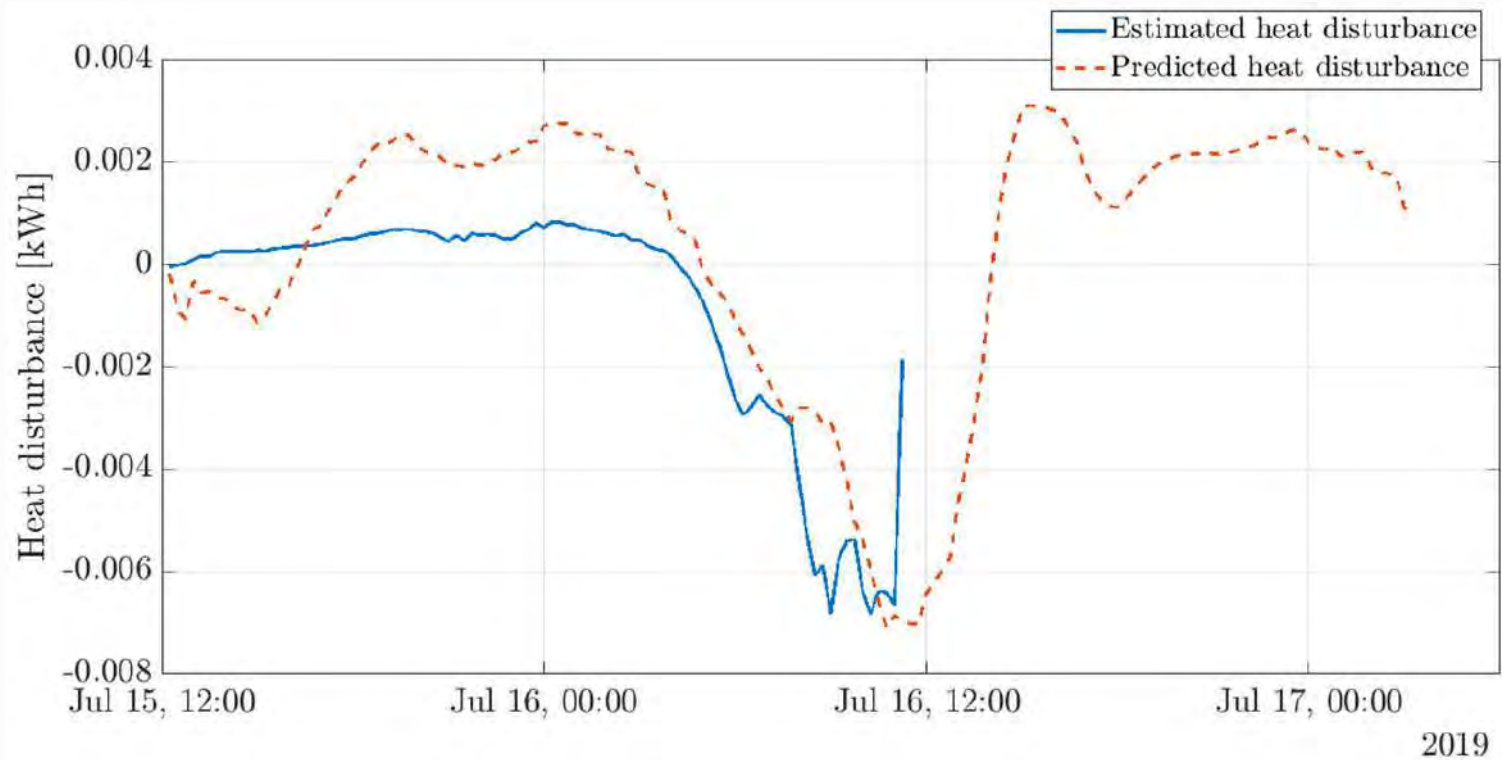
Lokalno pohranjeno:
inputsXY_neuronsZ.net

Regresor sastavljen od specifičnih povijesnih intervala ulaznih podataka:

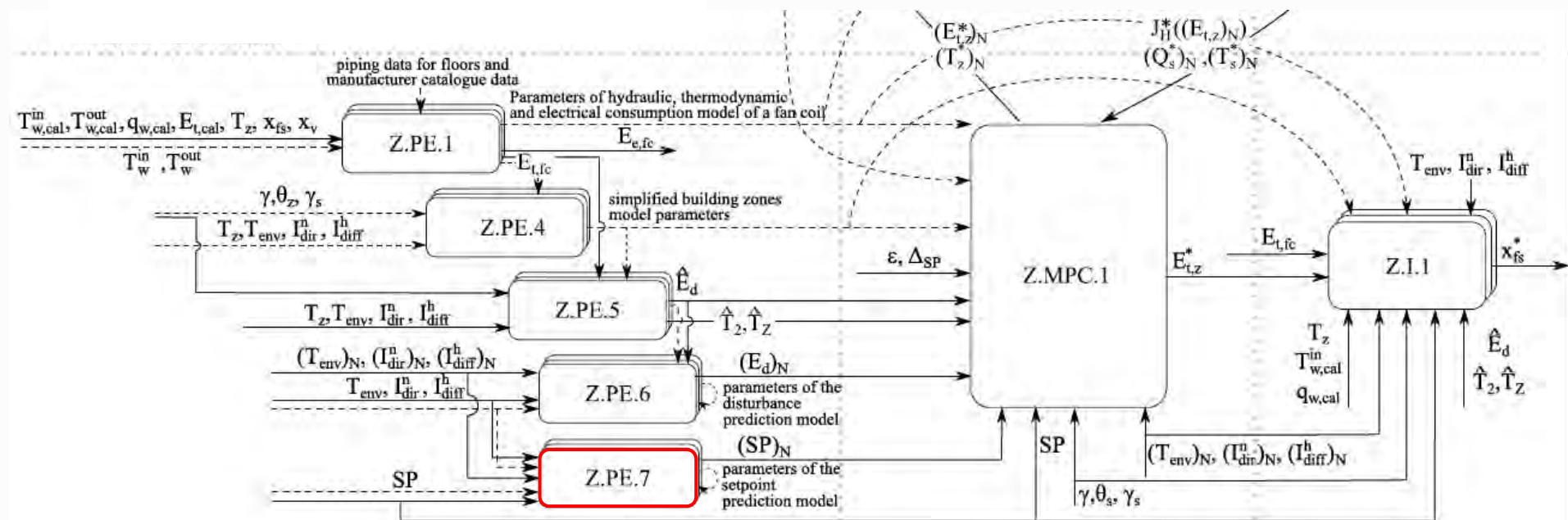
- toplinski poremećaj(t-1,...,t-5)
- toplinski poremećaj(t-670,...,t-674)
- tau_s_d, tau_c_d
- tau_s_w, tau_c_w
- tau_s_y, tau_c_y
- temperatura zraka(t-1,...,t-3)
- temperatura zraka(t-671,...,t-673)
- direktna dozračenost(t-1,...,t-3)
- direktna dozračenost(t-671,...,t-673)
- difuzna dozračenost(t-1,...,t-3)
- difuzna dozračenost (t-671,...,t-673)



Zone PE 6 – primjer generirane predikcije



Zone PE 7 (predviđanje referentne vrijednosti temperature u zoni)



Zone PE 7 – zadana referentna vrijednost temperature

ULAZI MODULA

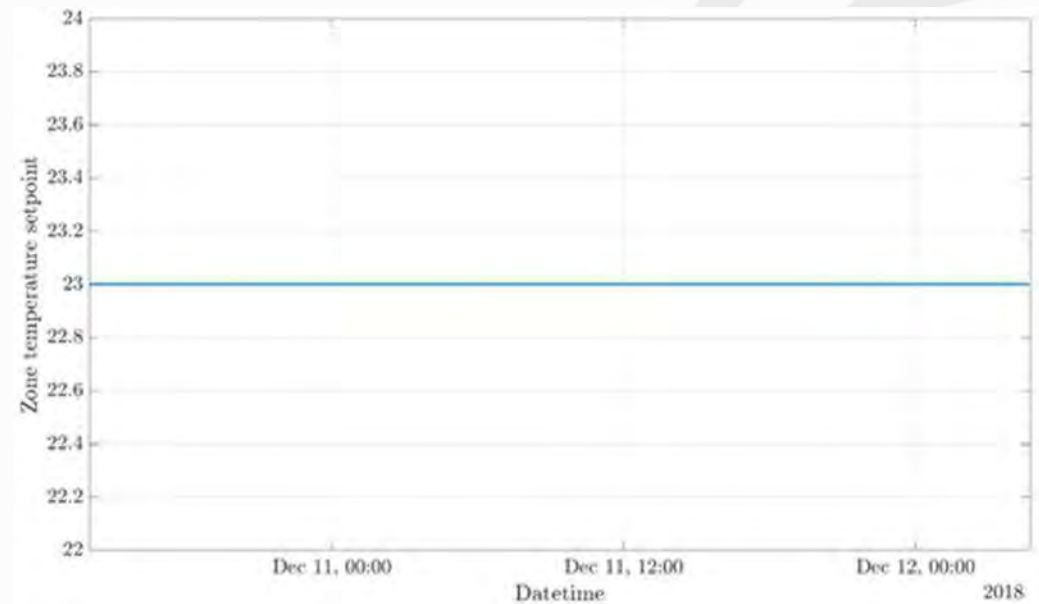
Trenutno zadana referentna vrijednost temperature u zoni

MODUL

Zone PE 7

IZLAZI MODULA

Pretpostavljena ista vrijednost duž predikcijskog horizonta



Zone PE 7 – stand-by/manualni režim rada

ULAZI MODULA

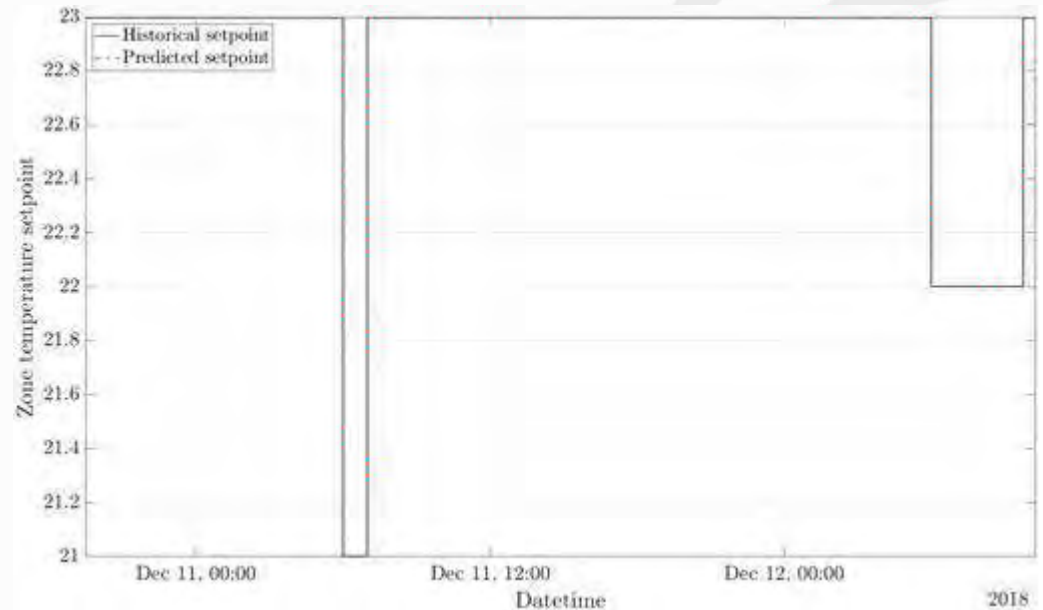
Povijesna referentna vrijednost temperature za isti vremenski interval iz prethodnog tjedna

MODUL

Zone PE 7

IZLAZI MODULA

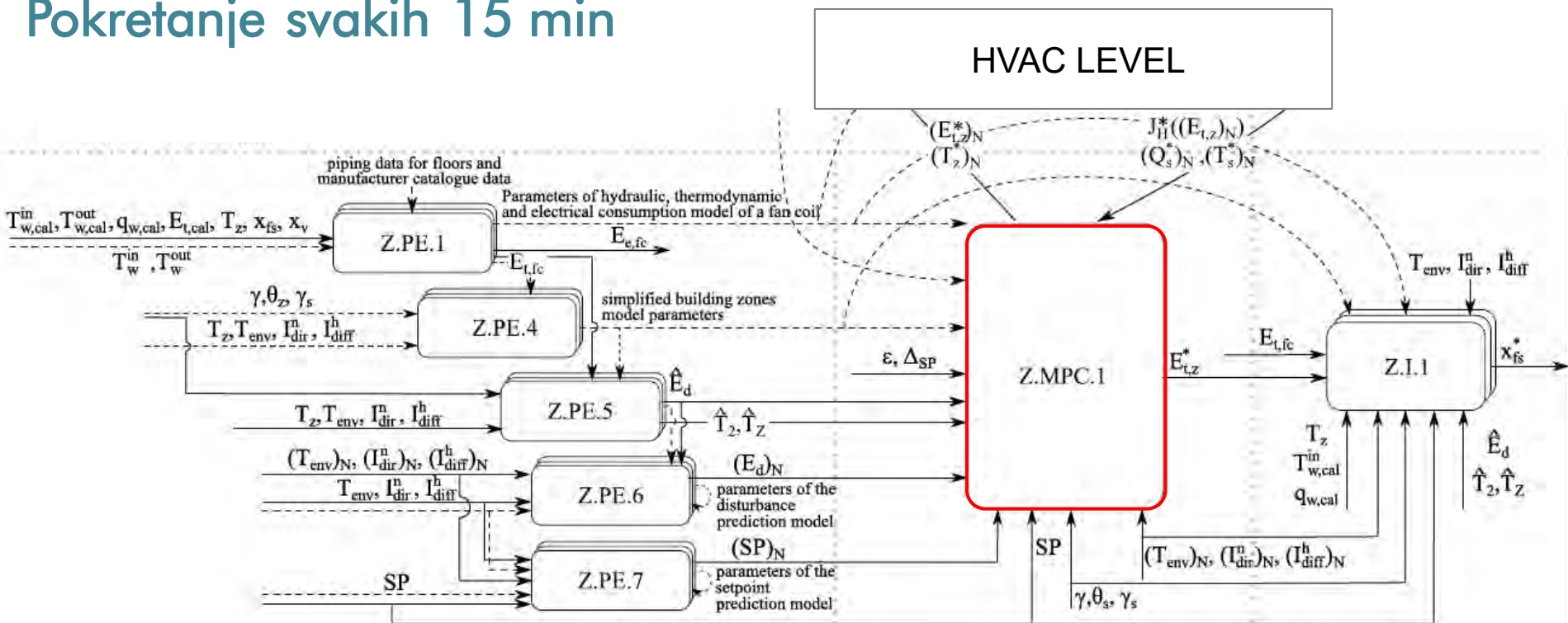
Povijesna referentna vrijednost temperature



Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

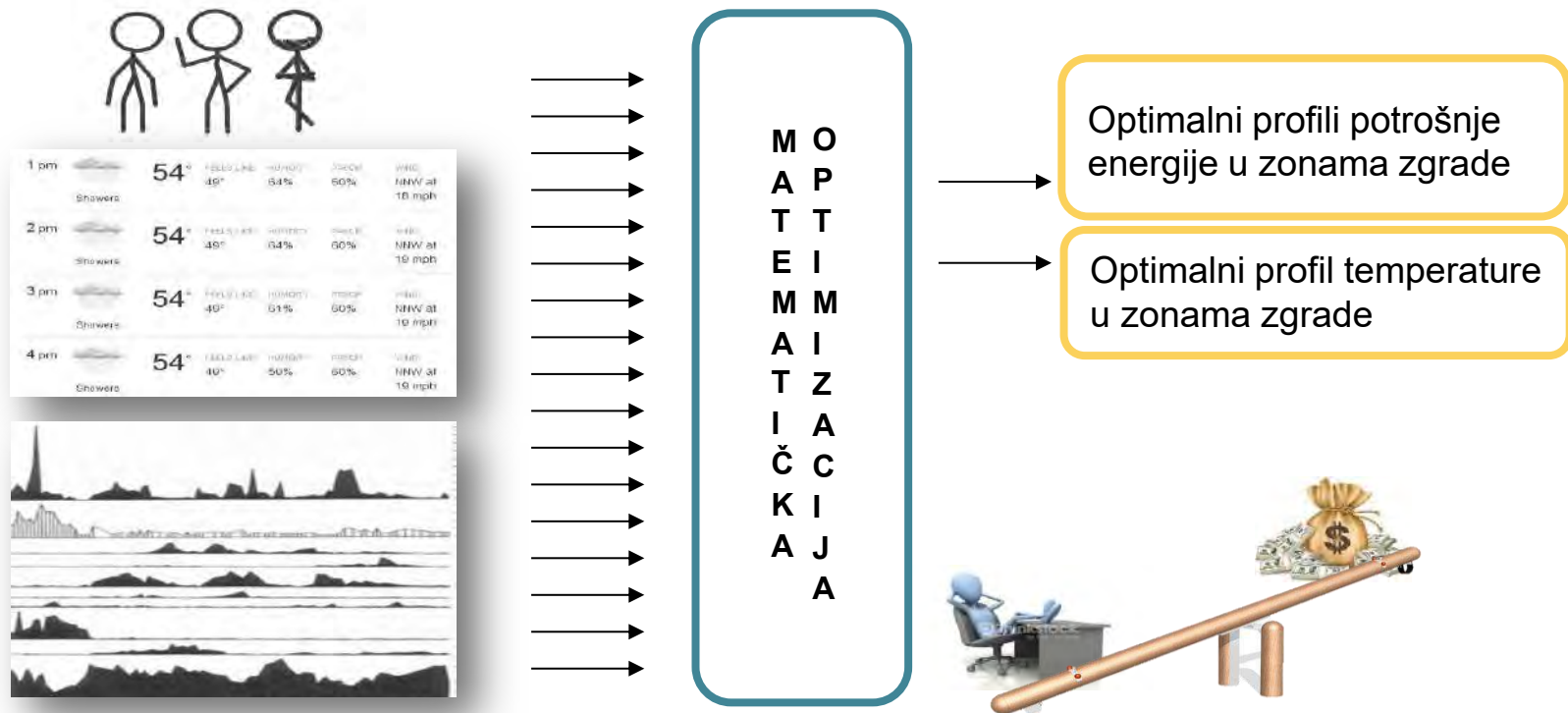
Pokretanje svakih 15 min



Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

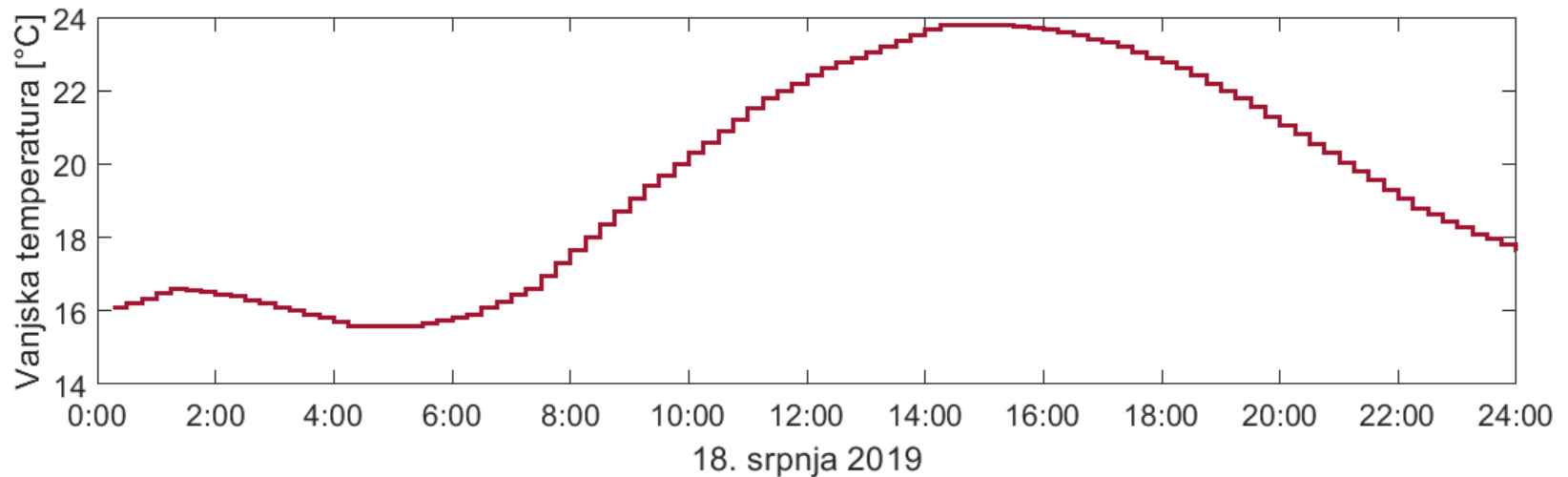
Optimiranje temperature u prostorijama zgrade na horizontu od budućih 12 – 36 h s vremenom uzorkovanja od 15 min



Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: Predikcija vanjske temperature 12-36 h unaprijed

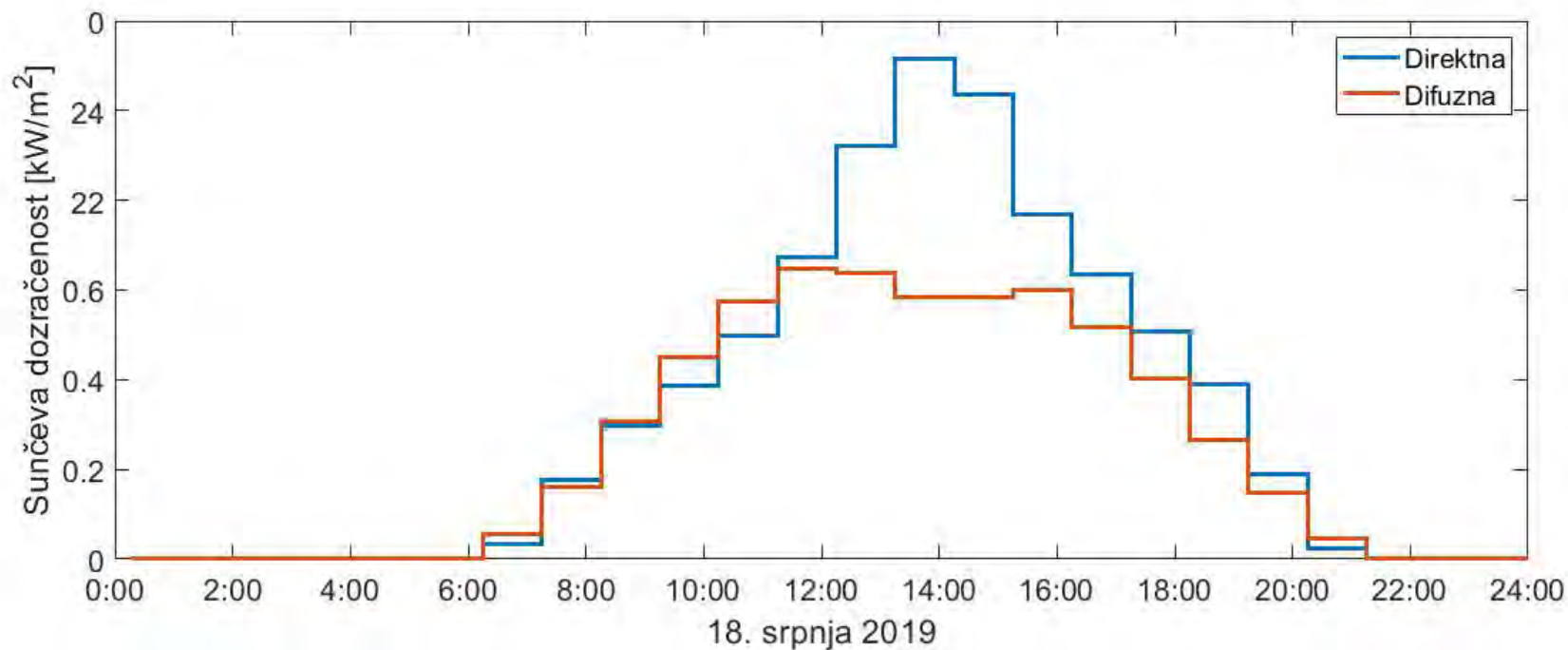


Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: Predikcija vanjske temperature 12-36 h unaprijed

ULAZ 2: Predikcija sunčeve dozačenosti (direktna i difuzna) 12-36 h unaprijed



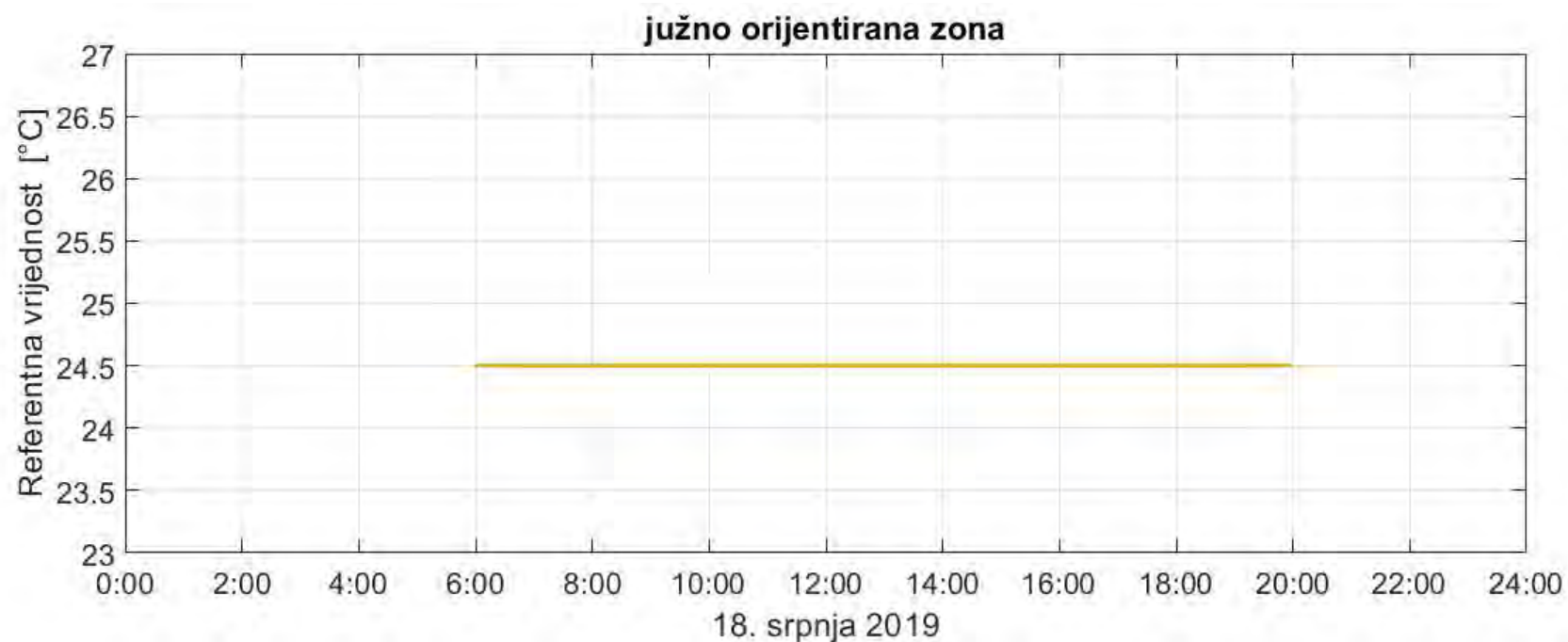
Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: Predikcija vanjske temperature 12-36 h unaprijed

ULAZ 2: Predikcija sunčeve dozačenosti (direktna i difuzna) 12-36 h unaprijed

ULAZ 3: Predikcija ponašanja korisnika 12-36 h unaprijed



Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

ULAZ 1: Predikcija vanjske temperature 12-36 h unaprijed

ULAZ 2: Predikcija sunčeve dozačenosti (direktna i difuzna) 12-36 h unaprijed

ULAZ 3: Predikcija ponašanja korisnika 12-36 h unaprijed

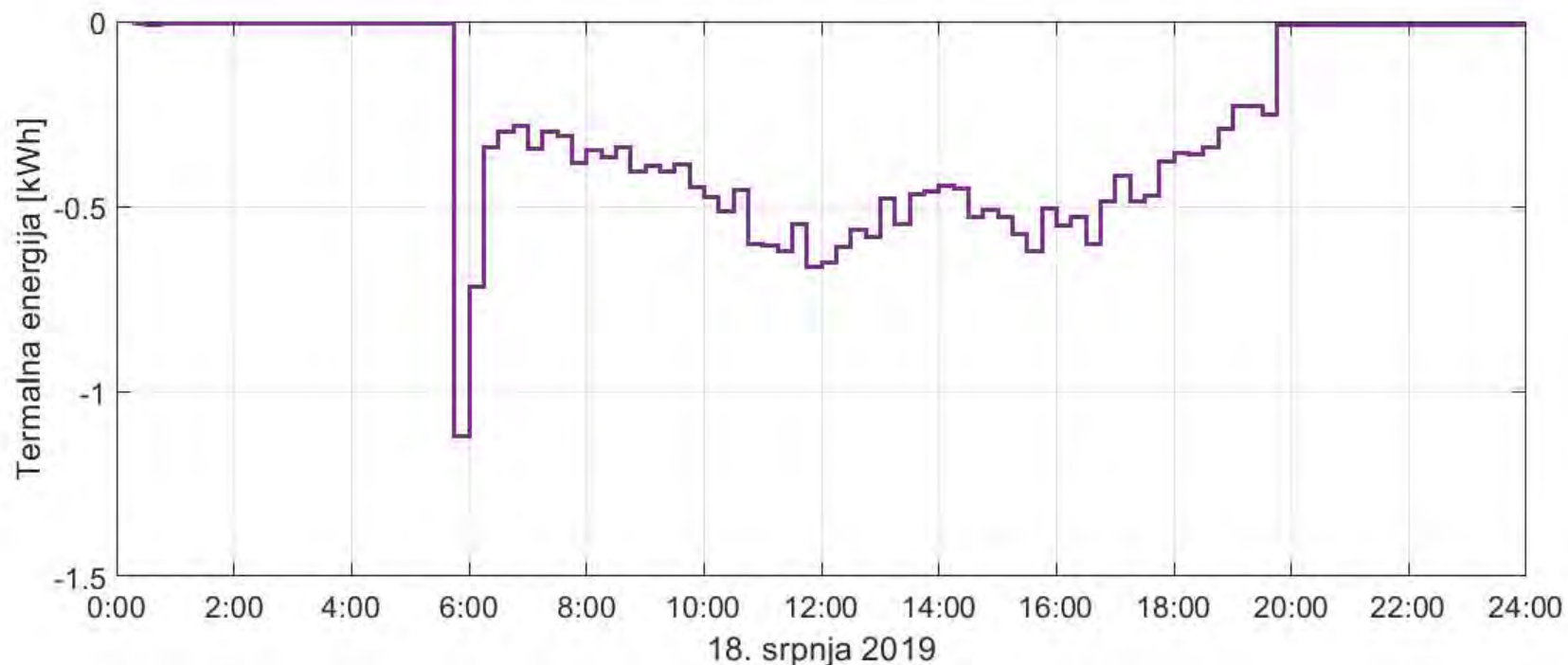
ULAZ 4: Predikcija toplinskog poremećaja 12-36 h unaprijed

OSTALI ULAZI: Cijena toplinske energije, zahtjevi nad komforom, matematički modeli,...

Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

IZLAZ 1: Optimalan profil potrošnje toplinske energije u zgradi 12-36 h unaprijed

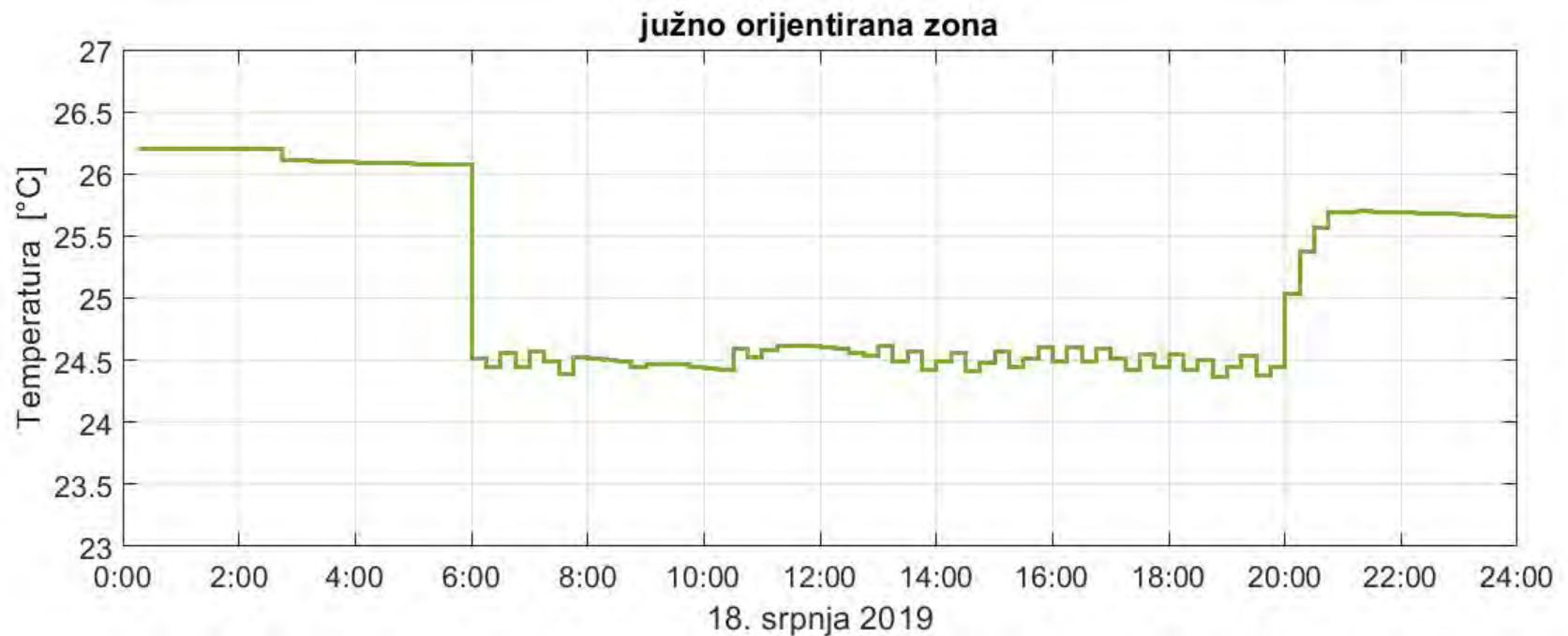


Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

IZLAZ 1: Optimalan profil potrošnje toplinske energije u zgradi 12-36 h unaprijed

IZLAZ 2: Optimalan profil temperature u prostorijama zgrade 12-36 h unaprijed



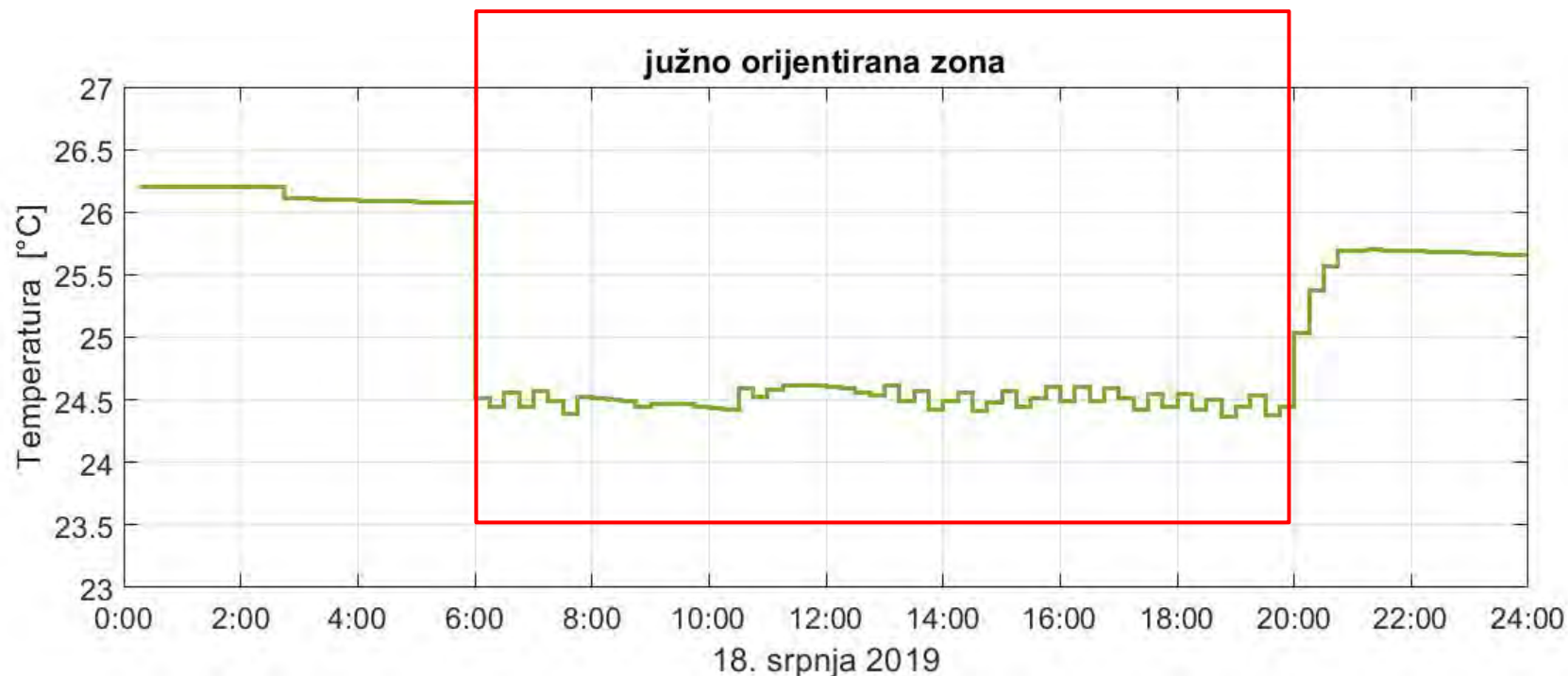
Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

IZLAZ 1: Optimalan profil potrošnje toplinske energije u zgradi 12-36 h unaprijed

IZLAZ 2: Optimalan profil temperature u prostorijama zgrade 12-36 h unaprijed

KOMFOR OSIGURAN



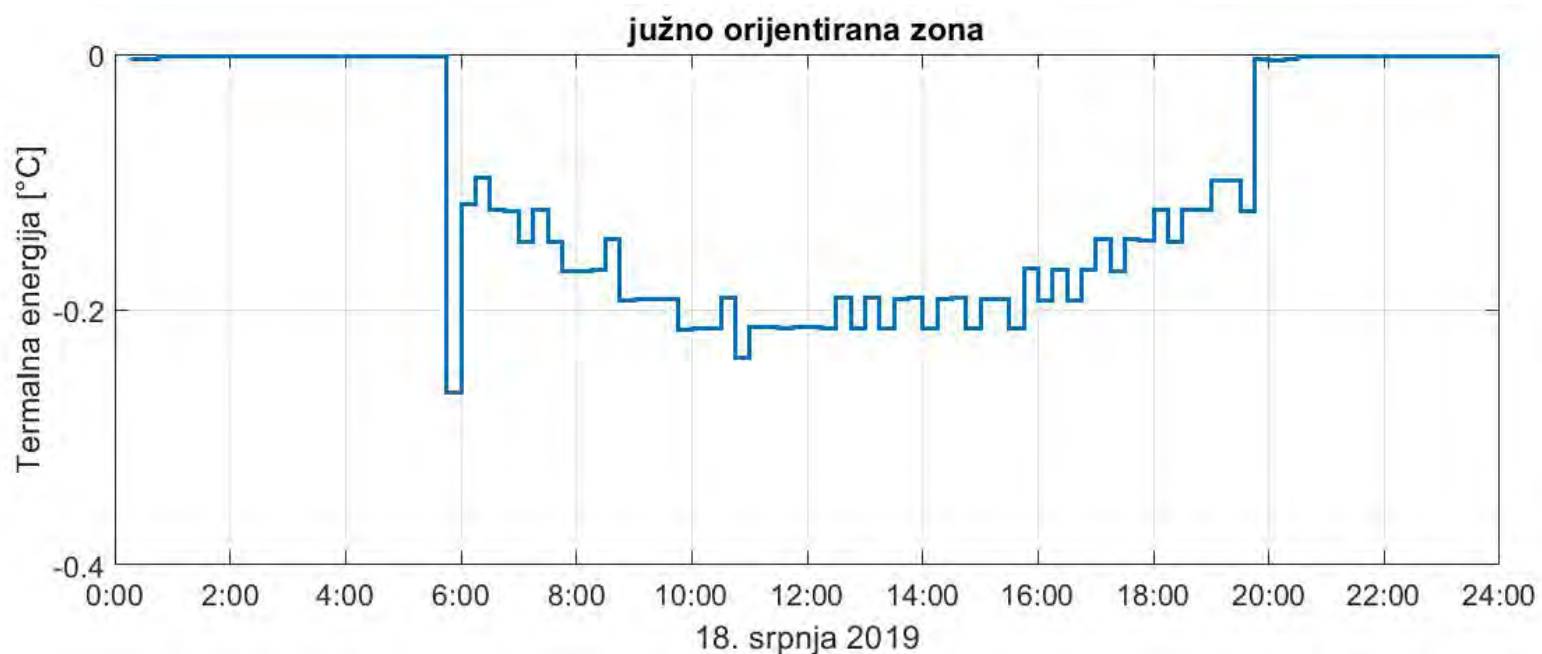
Zone MPC 1

(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

IZLAZ 1: Optimalan profil potrošnje toplinske energije u zgradi 12-36 h unaprijed

IZLAZ 2: Optimalan profil temperature u prostorijama zgrade 12-36 h unaprijed

IZLAZ 3: Optimalan profil potrošnje toplinske energije u prostorijama zgrade 12-36 h unaprijed



Zone MPC 1

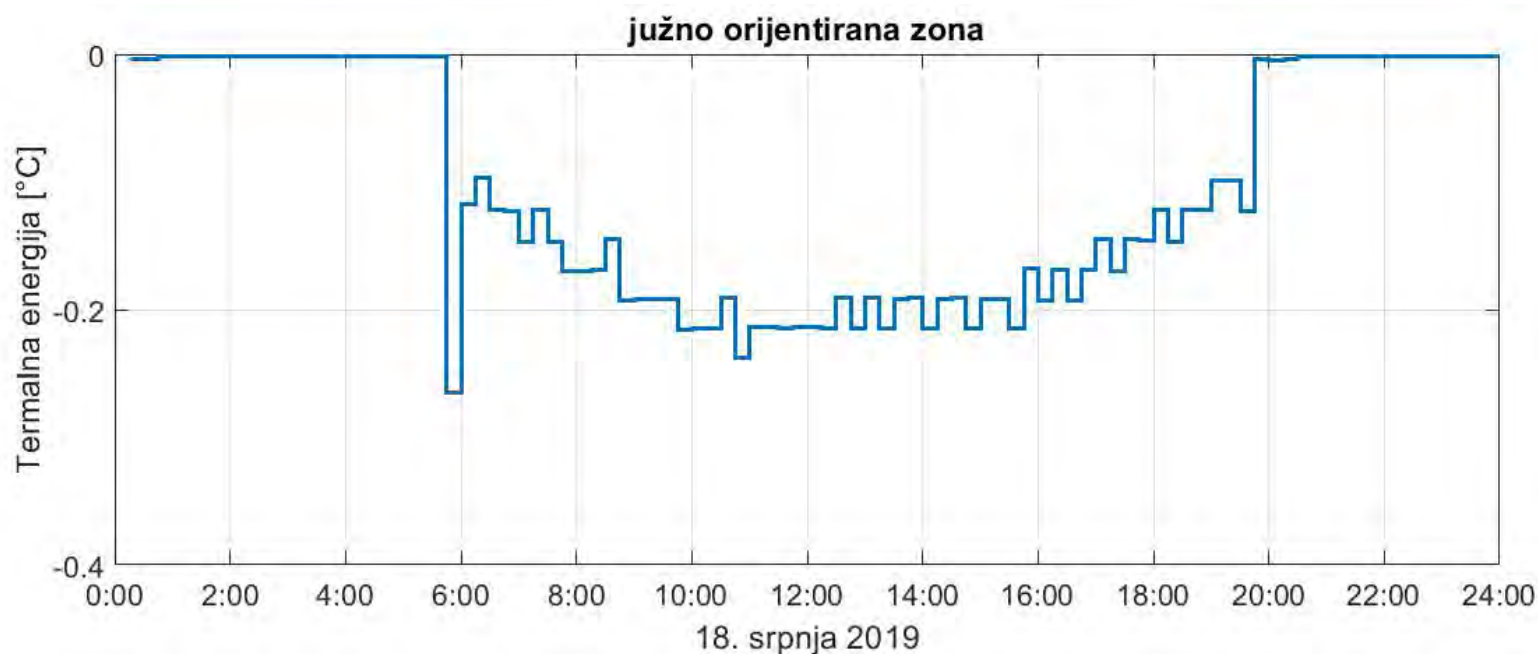
(MODELSKO PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE KOMFOROM U ZONAMA ZGRADE)

IZLAZ 1: Optimalan profil potrošnje toplinske energije u zgradi 12-36 h unaprijed

IZLAZ 2: Optimalan profil temperature u prostorijama zgrade 12-36 h unaprijed

IZLAZ 3: Optimalan profil potrošnje toplinske energije u prostorijama zgrade 12-36 h unaprijed

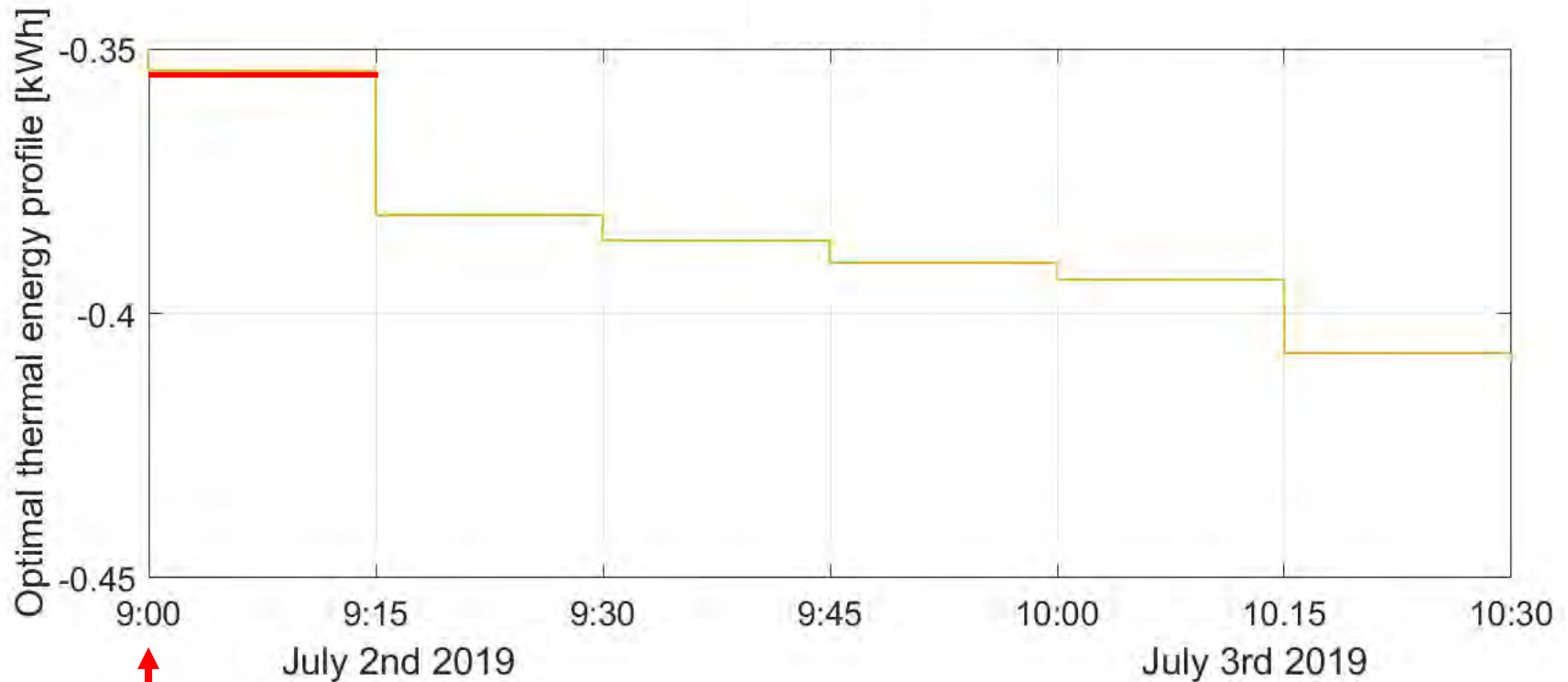
Kako ostvariti zahtijevanu količinu energije ubačenu u zonu zgrade pomoću ventilokonvektora u intervalima od 15 min?



Zone Interface 1

(MODUL ZA UPRAVLJANJE ENERGIJOM VENTILOKONVEKTORA)

ULAZI: zahtijevana toplinska energija proračunata pomoću zonskog MPCa u idućih 15 min, trenutno mjerenje temperature i protoka medija za grijanje/hlađenje, trenutna mjerenja iz zona, trenutna mjerenja venskih vremenskih uvjeta, trenutno estimirani toplinski poremećaj, ...



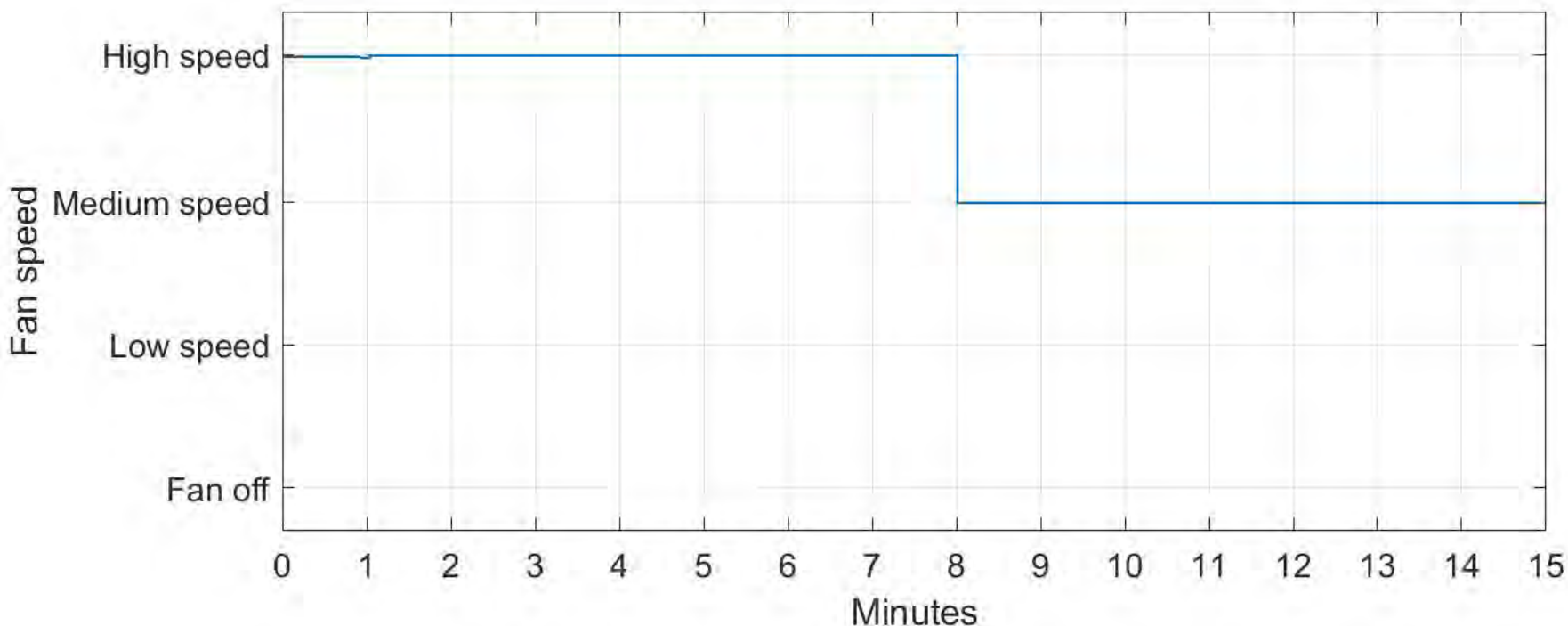
SADAŠNJI TRENUTAK

Zone Interface 1

(MODUL ZA UPRAVLJANJE ENERGIJOM VENTILOKONVEKTORA)

IZLAZ

OPTIMALAN PROFIL RADA VENTILOKONVEKTORA TIJEKOM IDUĆIH 15 min



Zone Interface 1

(MODUL ZA UPRAVLJANJE ENERGIJOM VENTILOKONVEKTORA)

IZLAZ

OPTIMALAN PROFIL RADA VENTILOKONVEKTORA TIJEKOM IDUĆIH 15 min

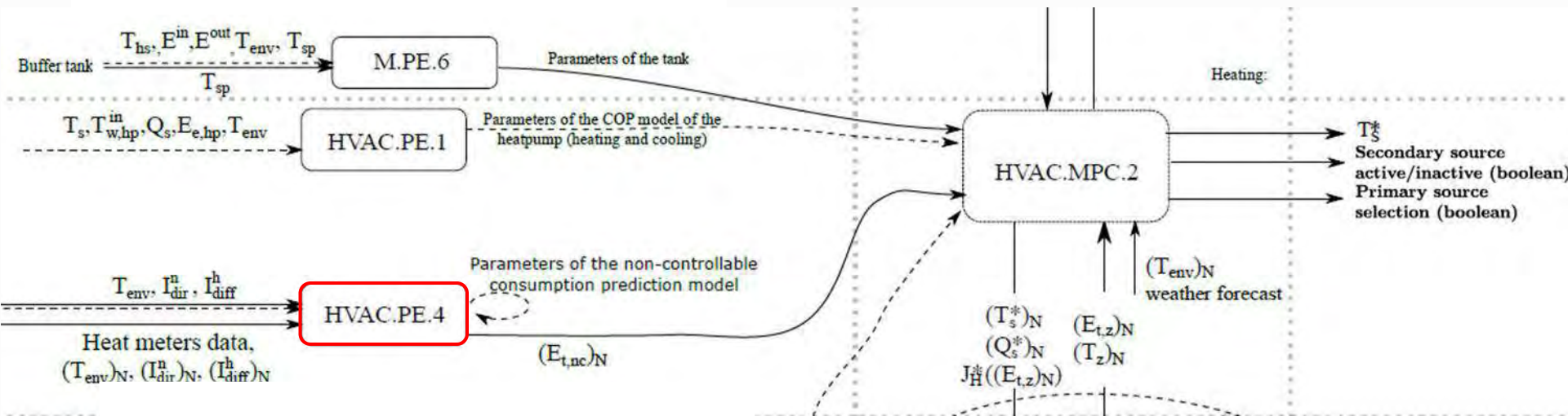


HVAC razina

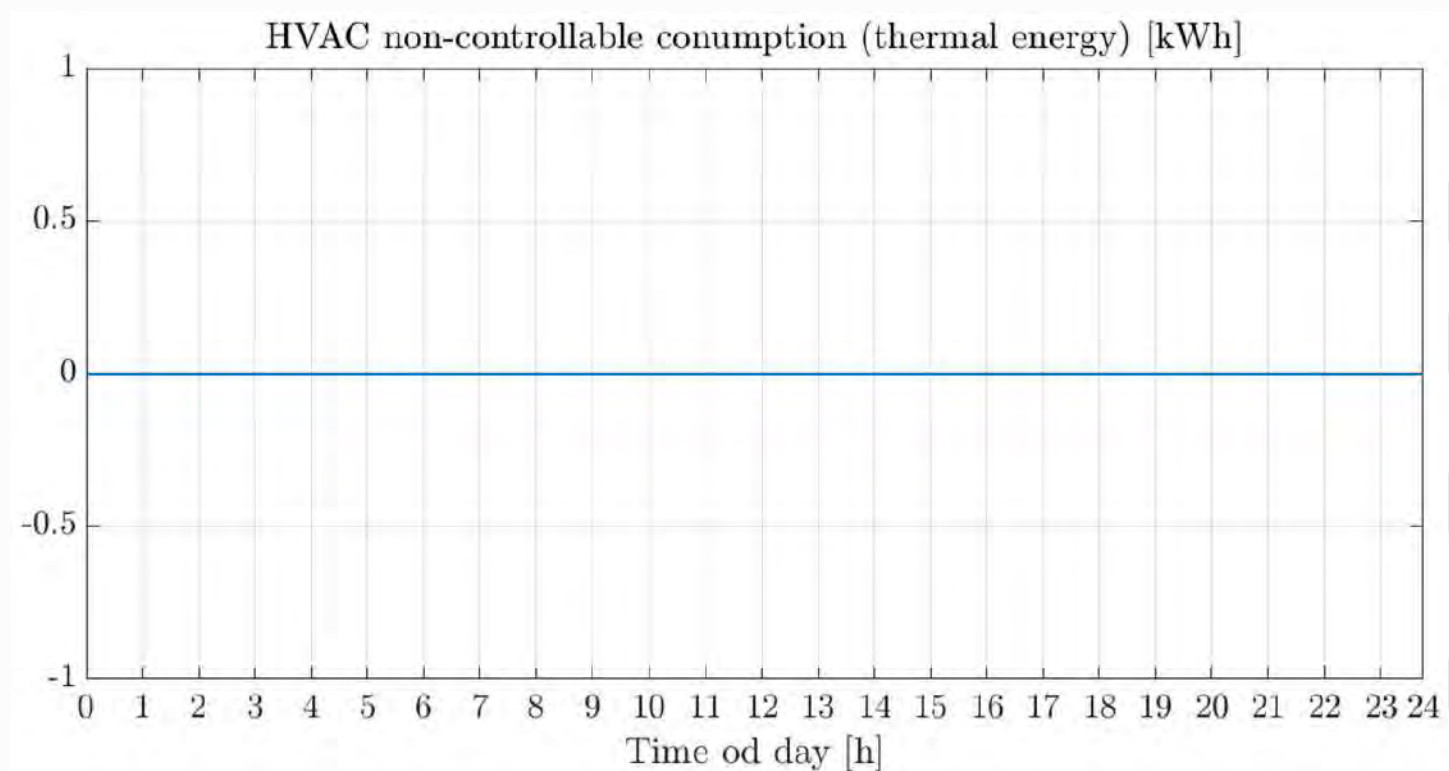


HVAC PE 4

(predviđanje neupravljive potrošnje toplinske energije na HVAC razini)



HVAC PE 4 – ne koristi se za period hlađenja



M PE 6

(estimacija parametara matematičkog modela spremnika rashladnog medija)

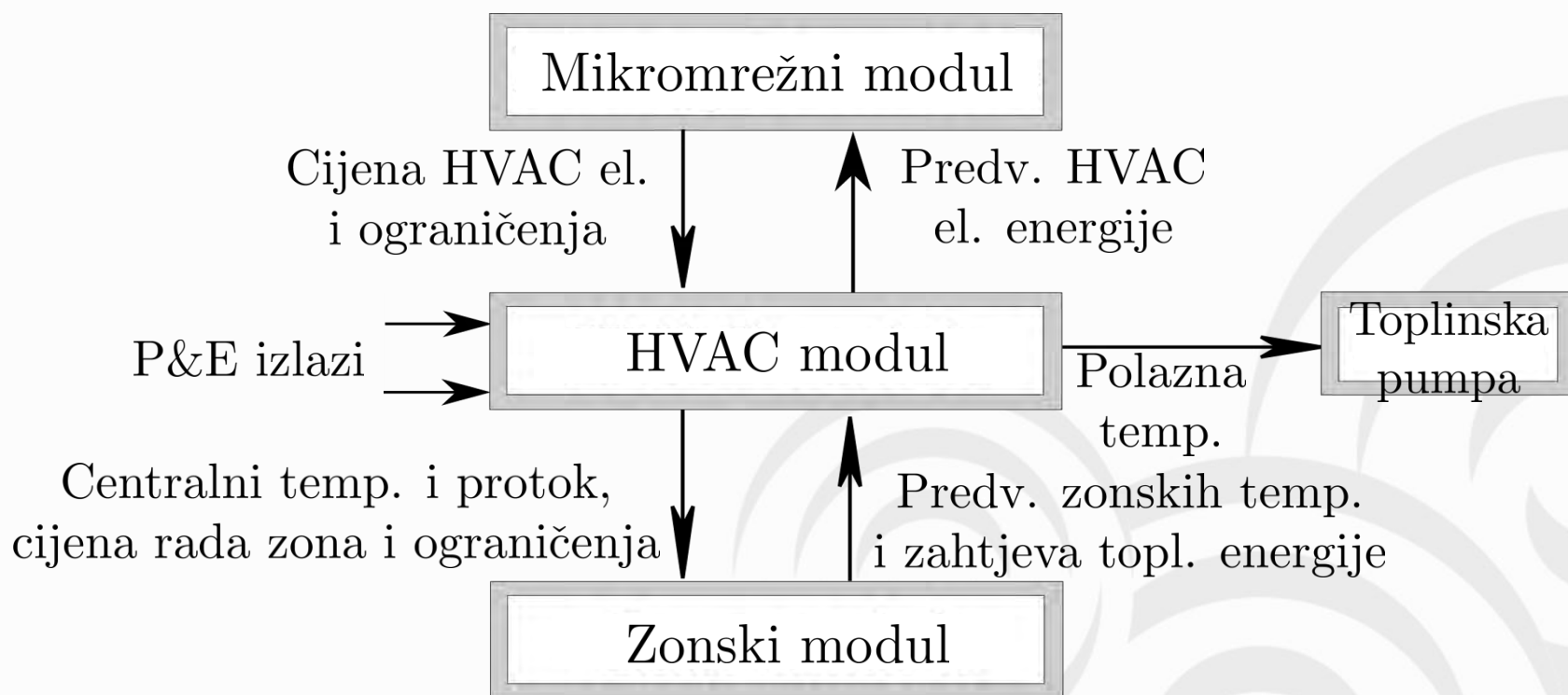
Ulazi

- Temperatura polaznog medija
- Temperatura okoline
- Izmjerena ulazna energija
- Izmjerena izlazna energija

Izlazi

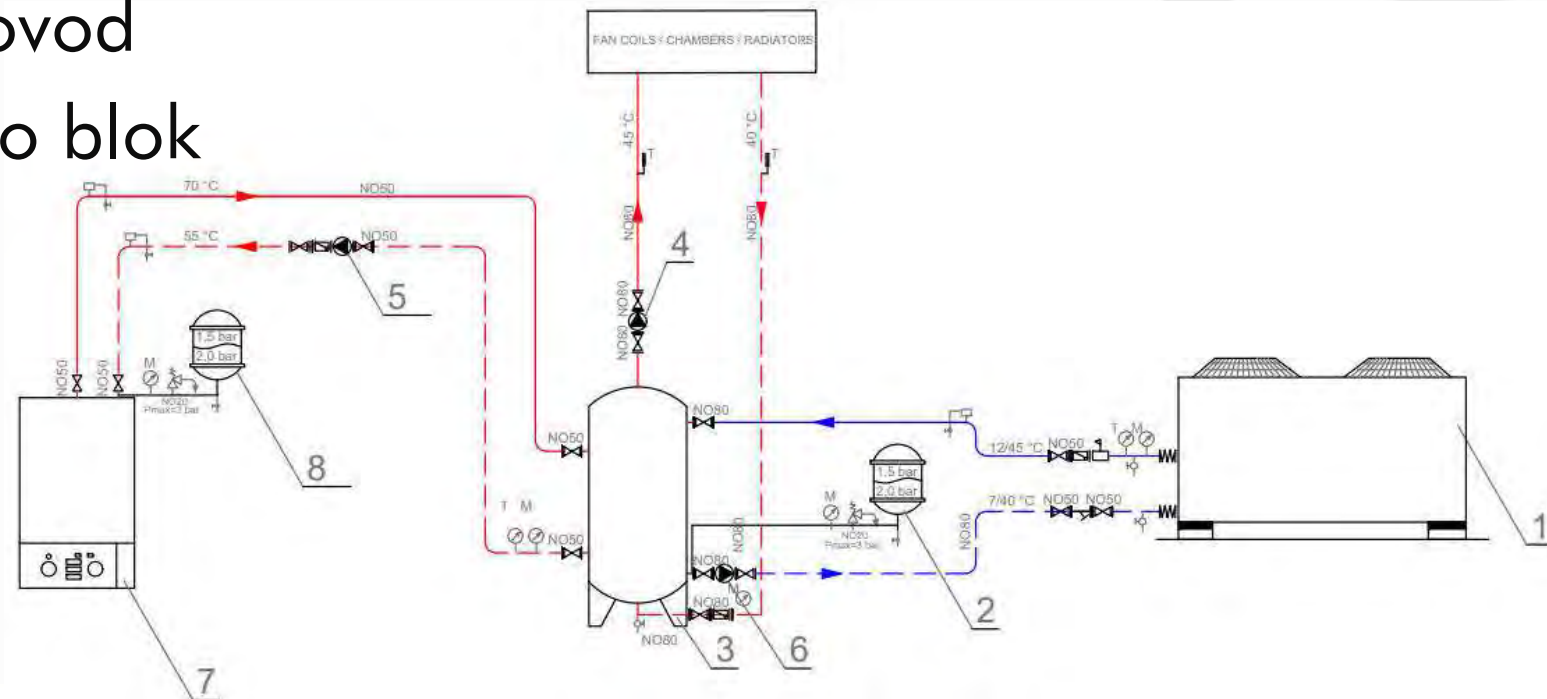
- Parametri matematičkog modela spremnika

HVAC MPC unutar modularne strukture



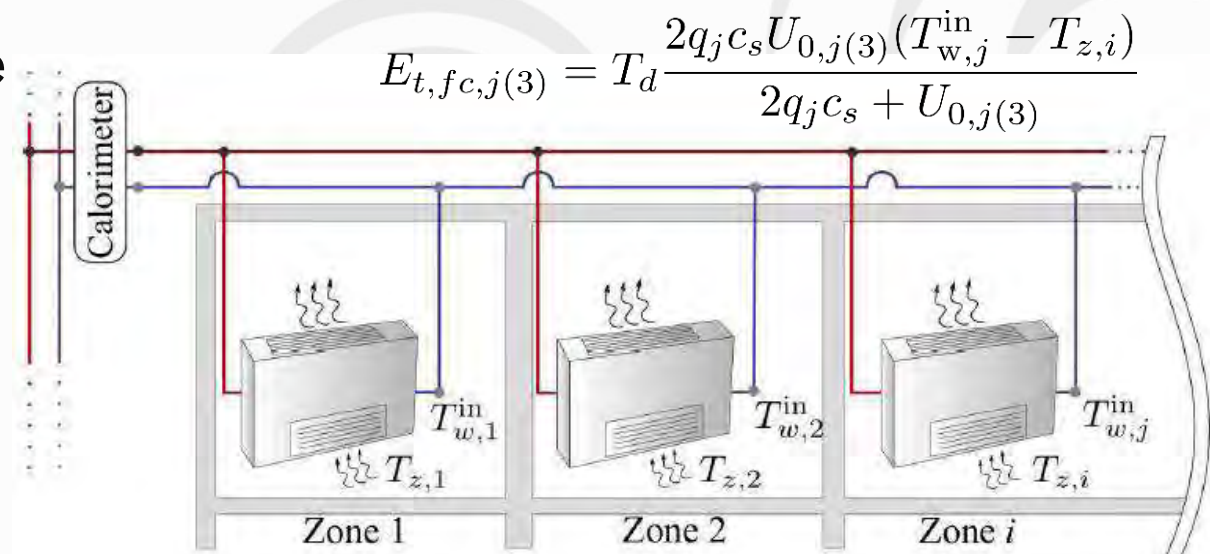
Konceptualna shema HVAC sustava na FER-u

- Upravljive zone + neupravljivi teret
- Spremnik topline
- Toplinska pumpa
- Cjevovod
- Termo blok



Podmodeli HVAC sustava

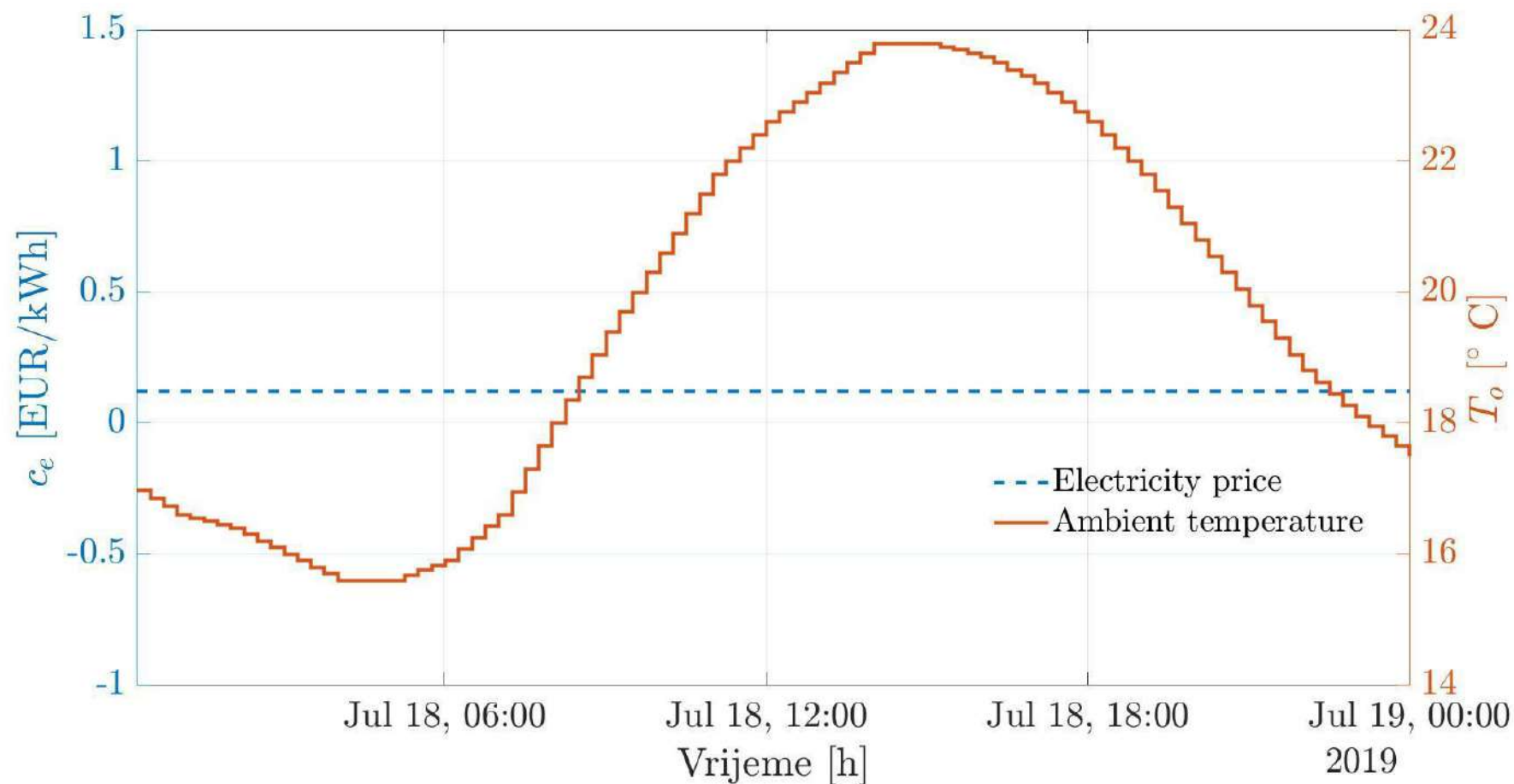
- COP model rashladnika, $COP(T_o, P_t)$
- Zone
- Ventilokonvektori (VK)
- Protoci po VK
- Model temp. medija na VK
- Neupravljivi teret
- Spremnik topline



Online HVAC MPC scenarij

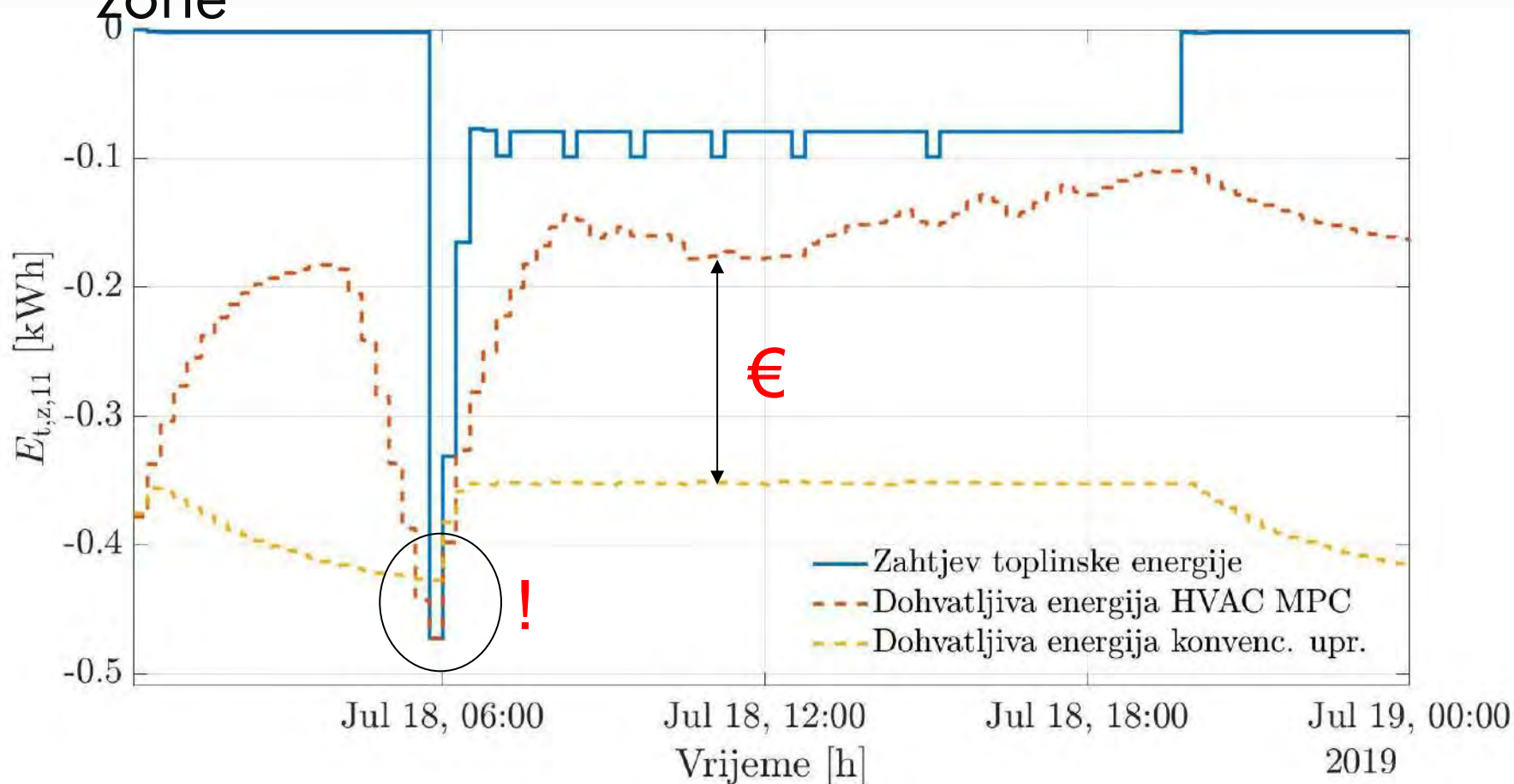
- Razmatrani period: 18. srpanj 2019.
- Usporedba s konvencionalnim regulatorom – fiksna polazna temp.

HVAC MPC – rezultati online modula (1)



HVAC MPC – rezultati online modula (2)

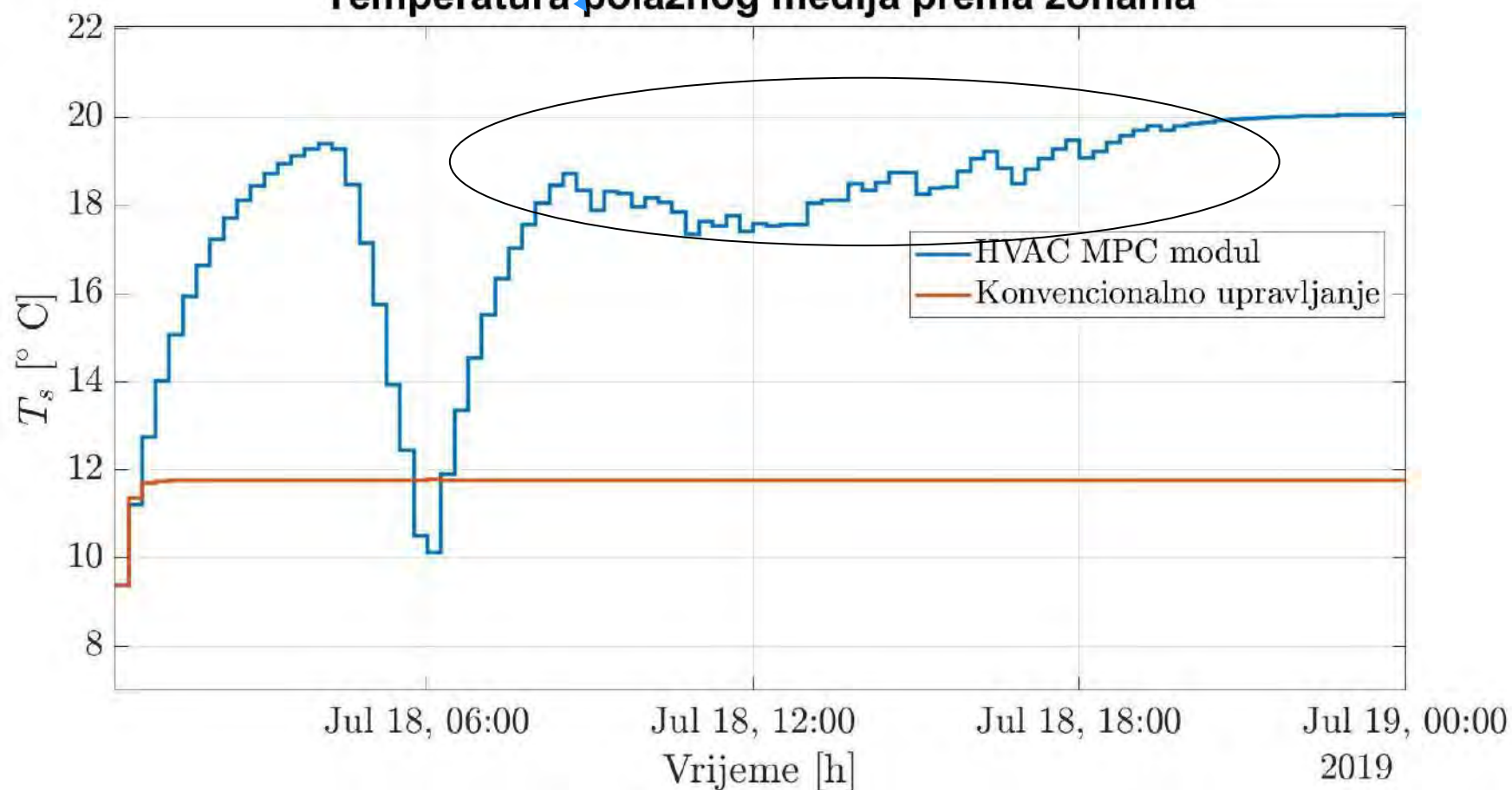
- Dohvatljiva toplinska energija MPCa prati zahtjeve zone



HVAC MPC – rezultati online modula (3)

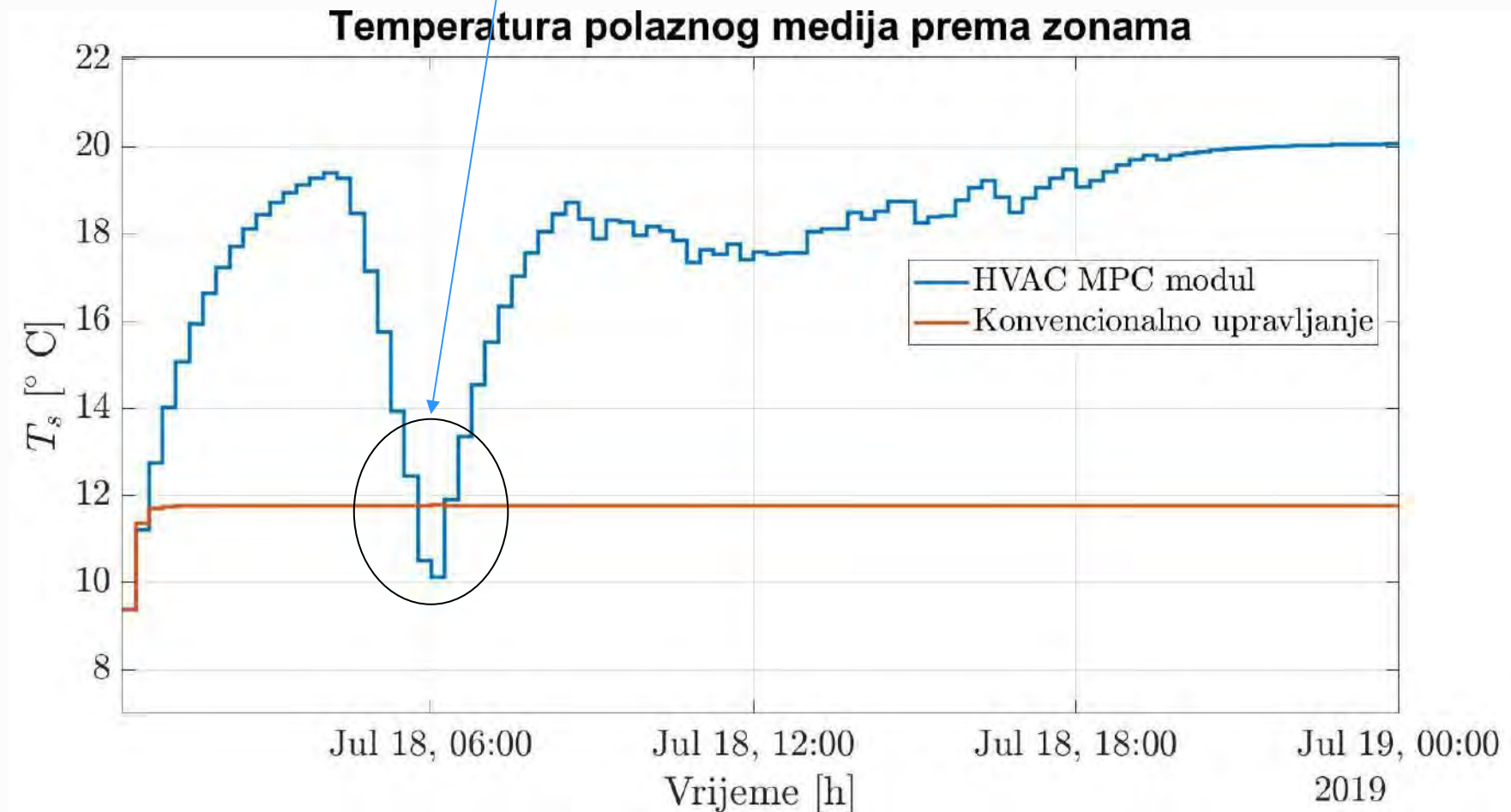
- Porast polazne temp. → umanjeno toplinsko opterećenje

Temperatura polaznog medija prema zonama

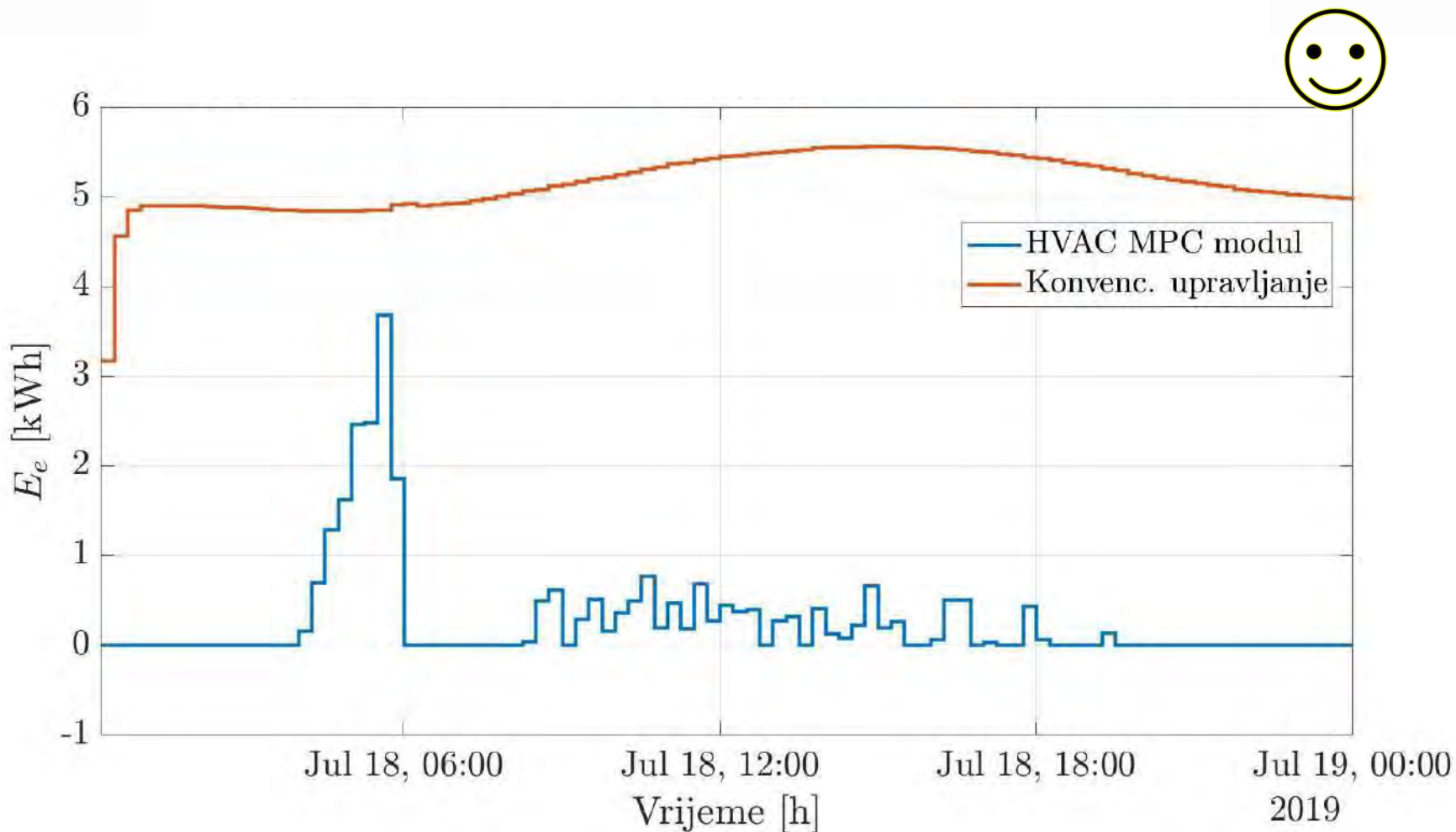


HVAC MPC – rezultati online modula (3)

- Pad polazne temp. → povećano toplinsko opterećenje



HVAC MPC – rezultati online modula (4)

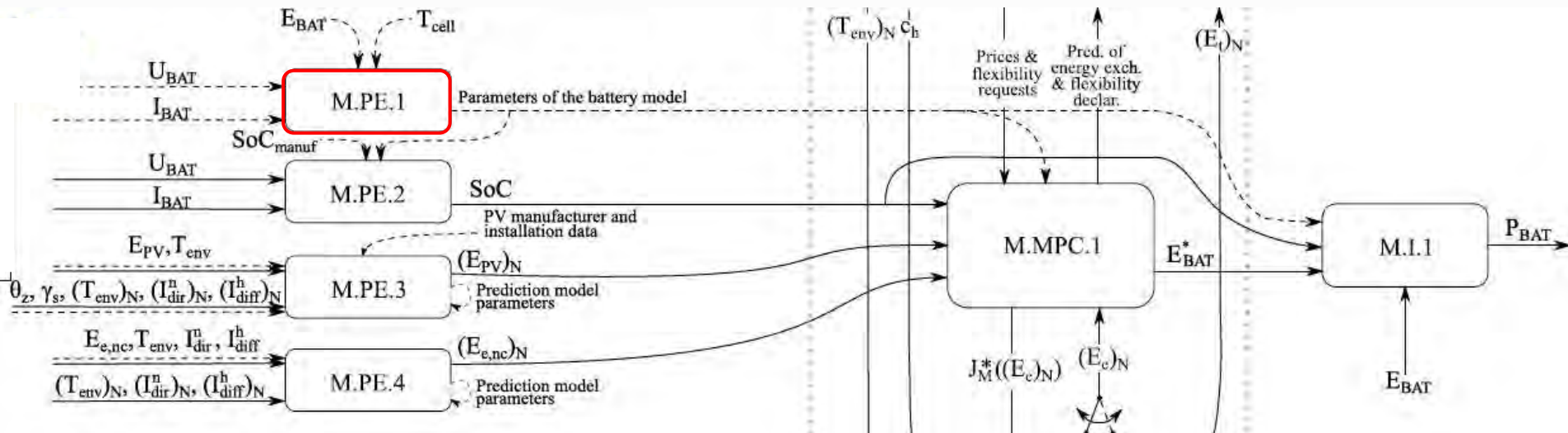


Razina mikromreže



M PE 1

(estimacija matematičkog modela baterijskog sustava)



Ulazi

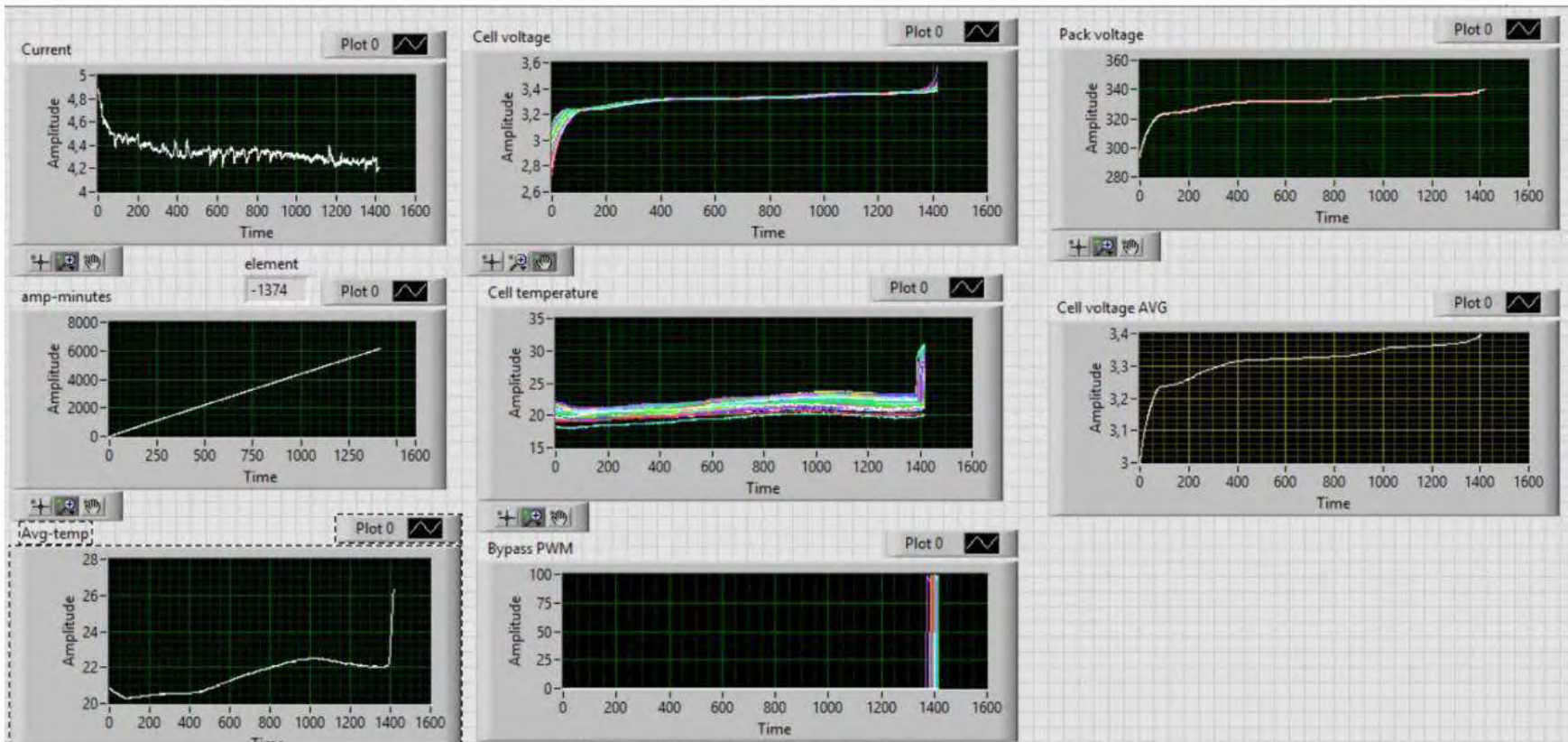
- Mjerenja s baterijskog sustava: naponi i struje na AC i DC strani, temperatura ćelija

Izlazi

- Kapacitet baterije
- Efikasnost bat. sustava

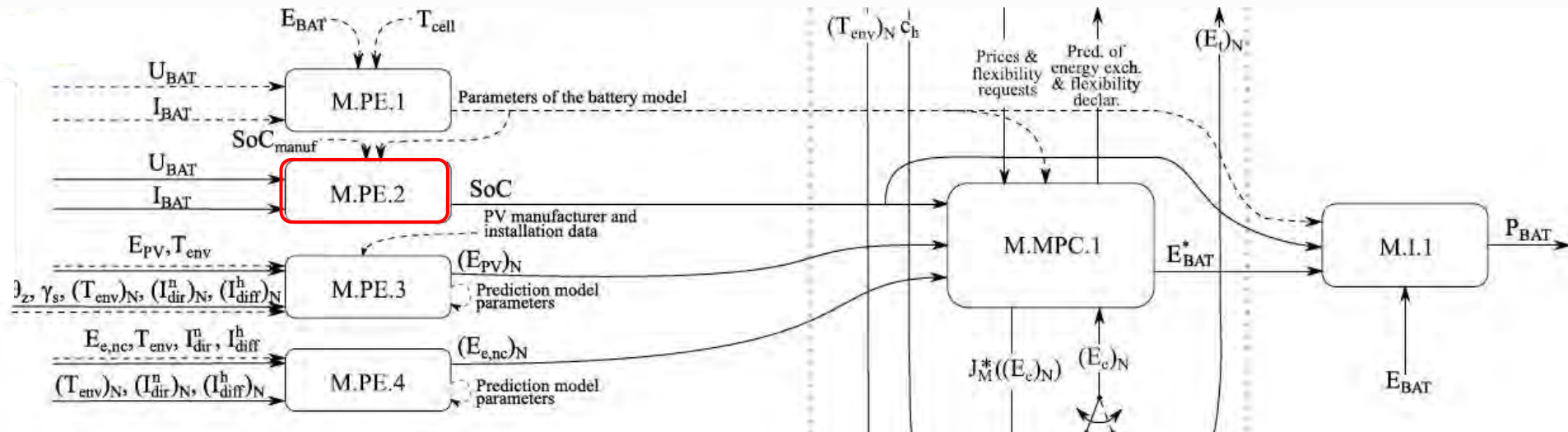
M PE 1

- Provedeni identifikacijski eksperimenti
- Moguća i analiza povijesnih podataka iz redovitog rada sustava → praćenje stanja sustava



M PE 2

(estimacija stanja napunjenosti baterije)



Ulazi

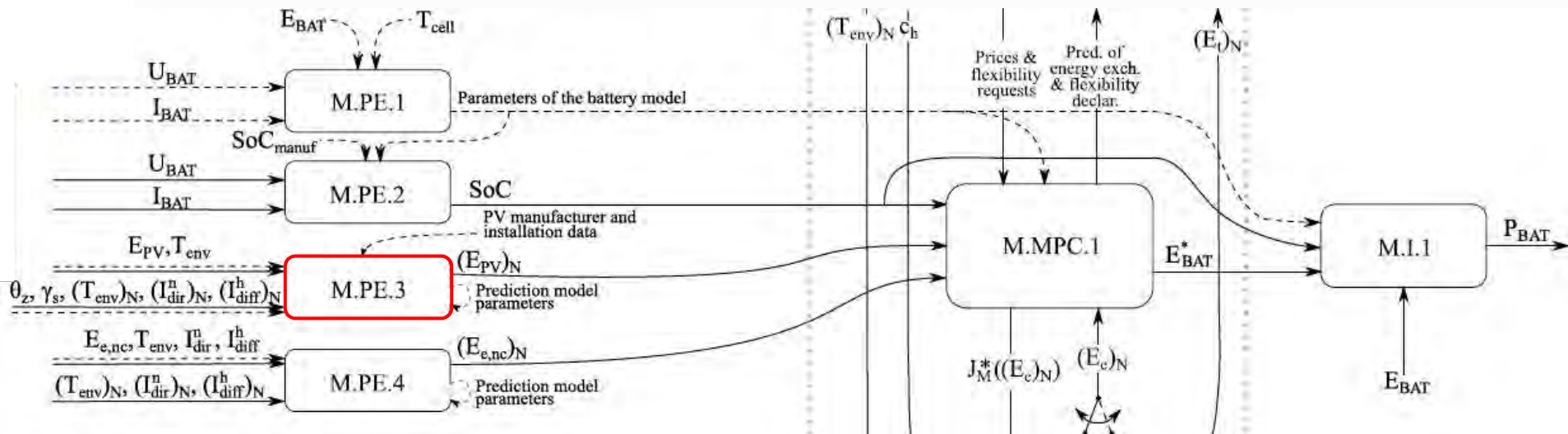
- Mjerenja s baterijskog sustava: naponi i struje na AC i DC strani
- Parametri mat. modela baterije

Izlazi

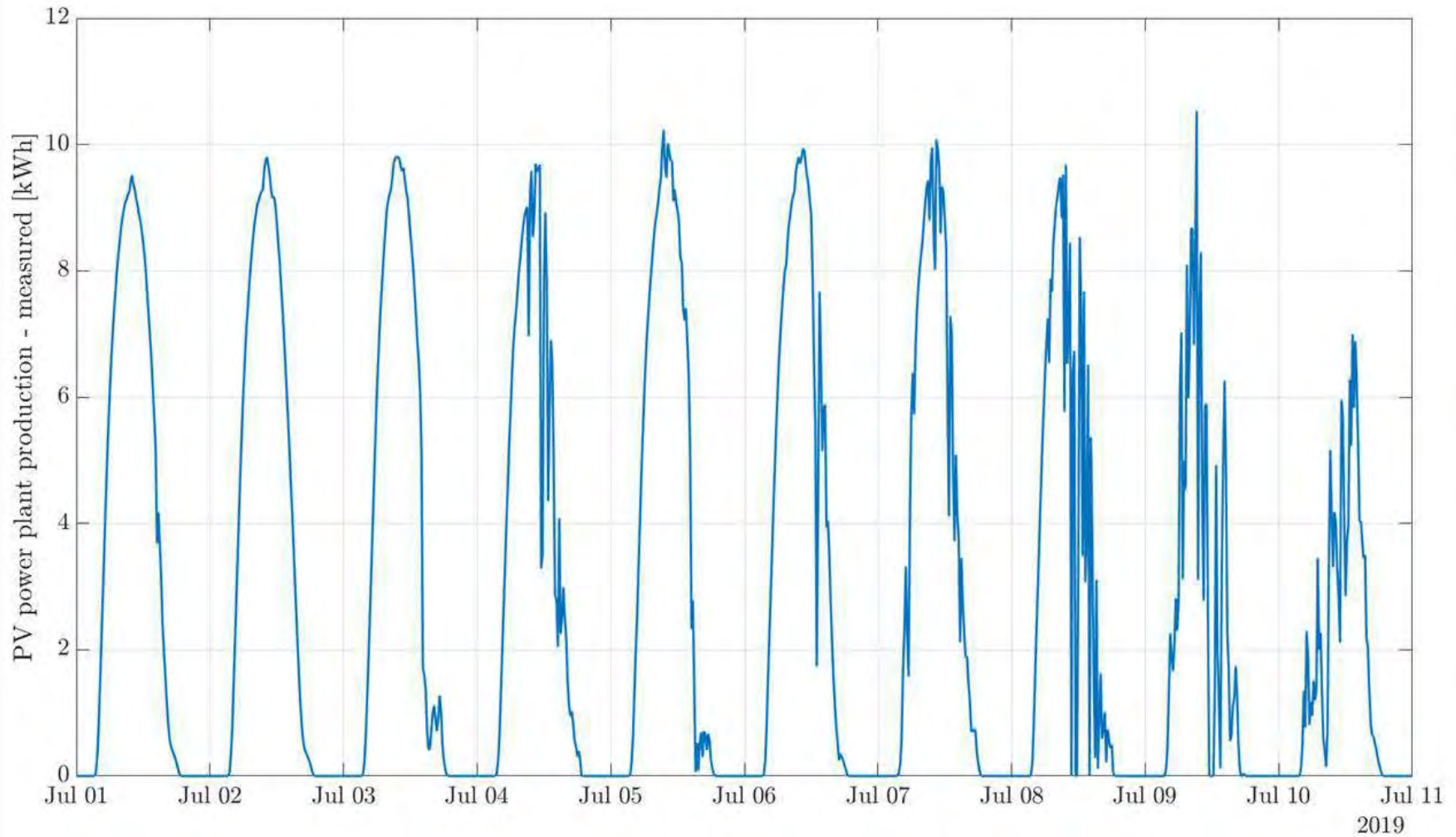
- Stanje napunjenosti baterije (SoC)

M PE 3

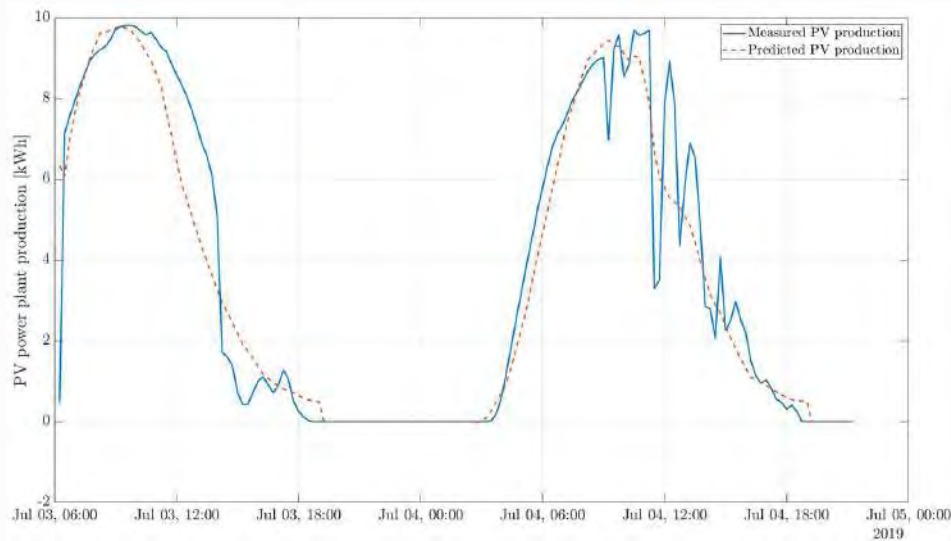
(predviđanje proizvodnje fotonaponskih panela)



M PE 3 – primjer povijesne proizvodnje

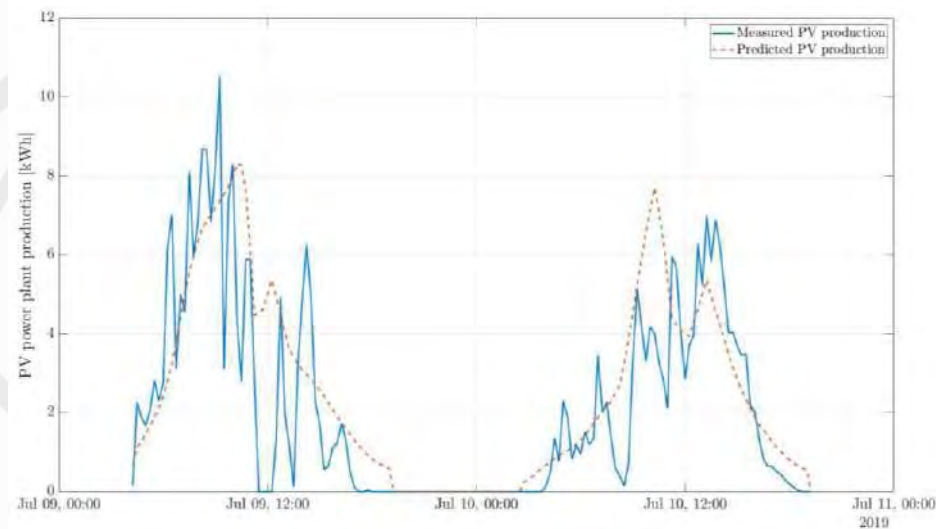


M PE 3 – primjer generirane predikcije



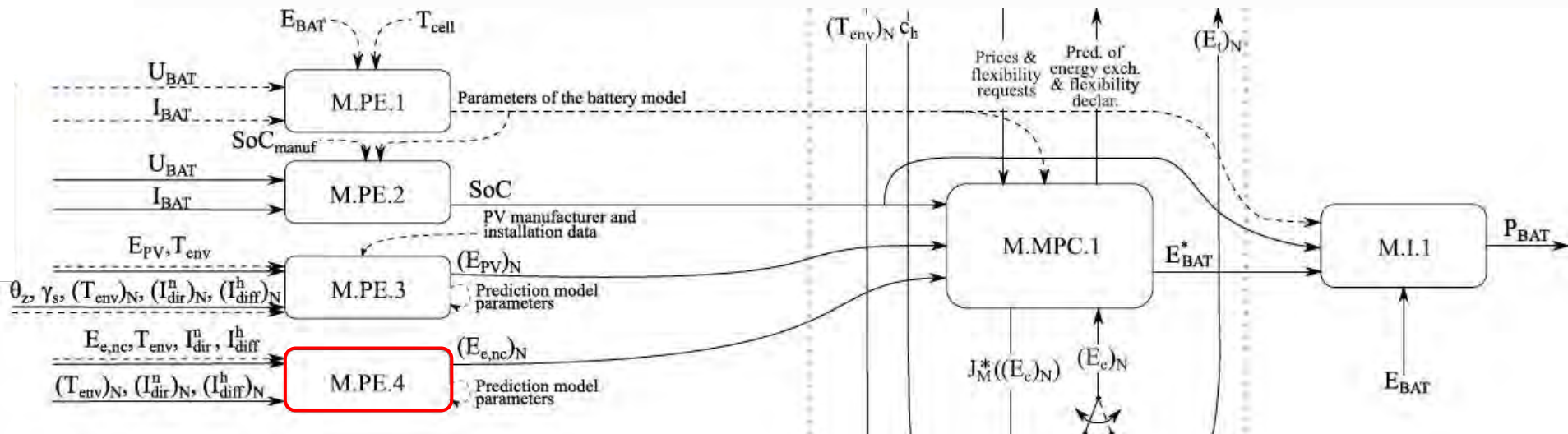
- sunčano vrijeme

- oblačno vrijeme

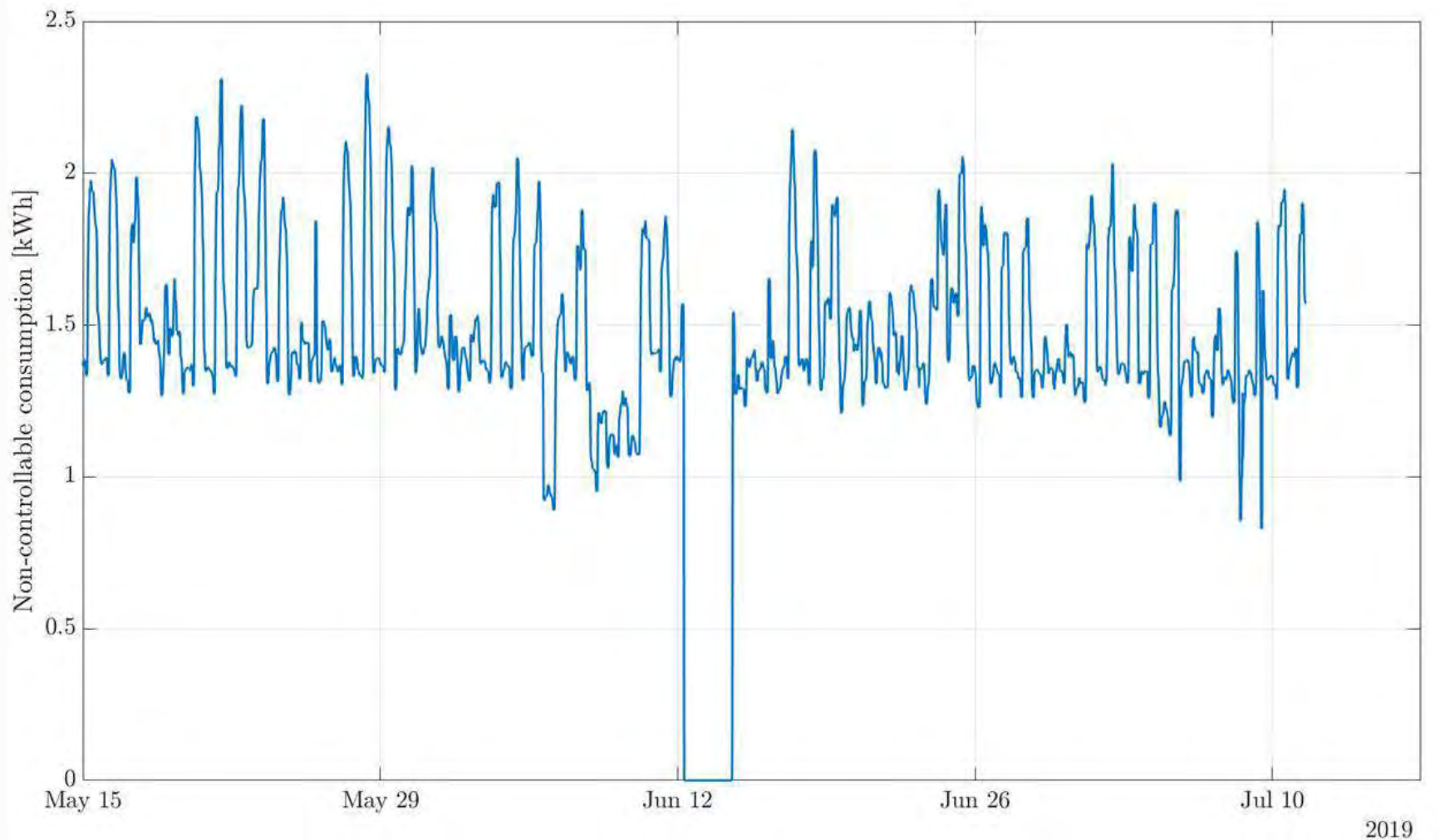


M PE 4

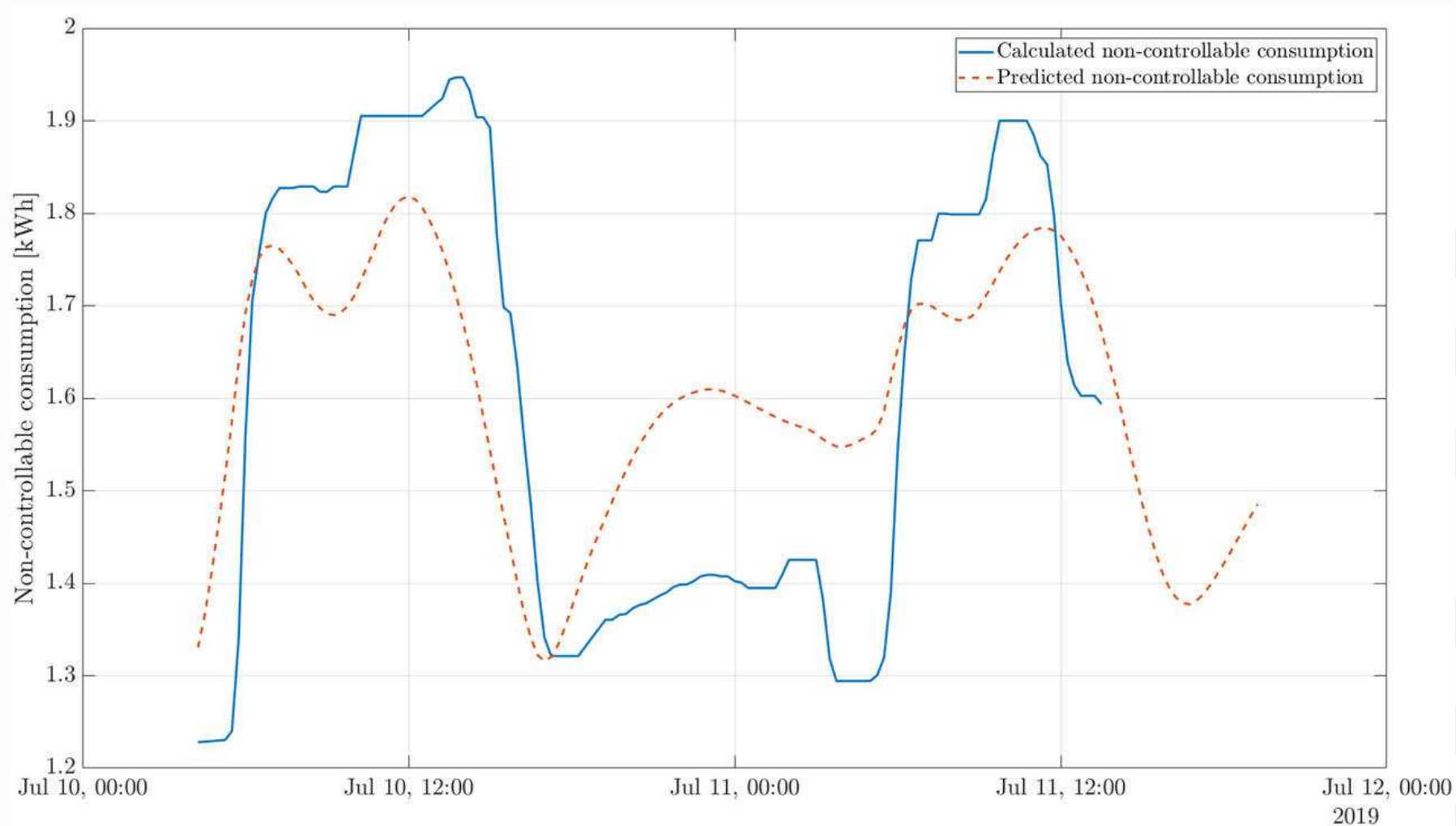
(predviđanje neupravljive potrošnje na mikromrežnoj razini)



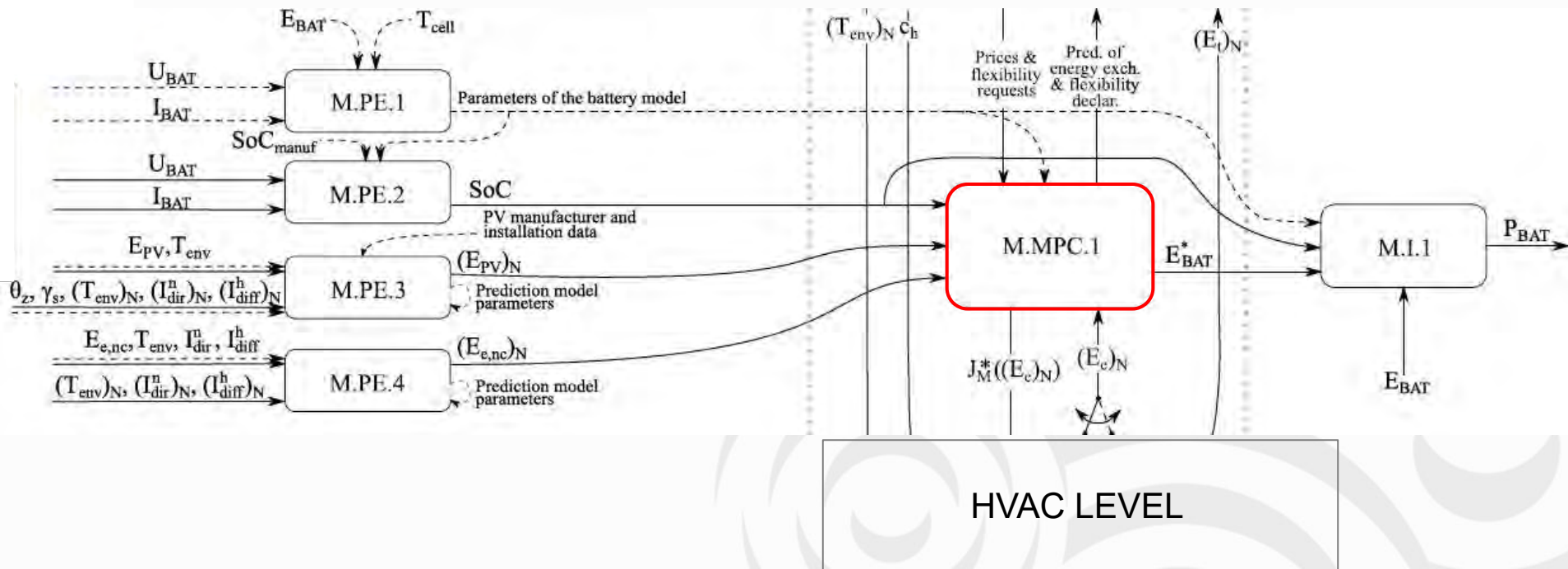
M PE 4 – primjer povijesne potrošnje



M PE 4 – primjer generirane predikcije



M MPC 1



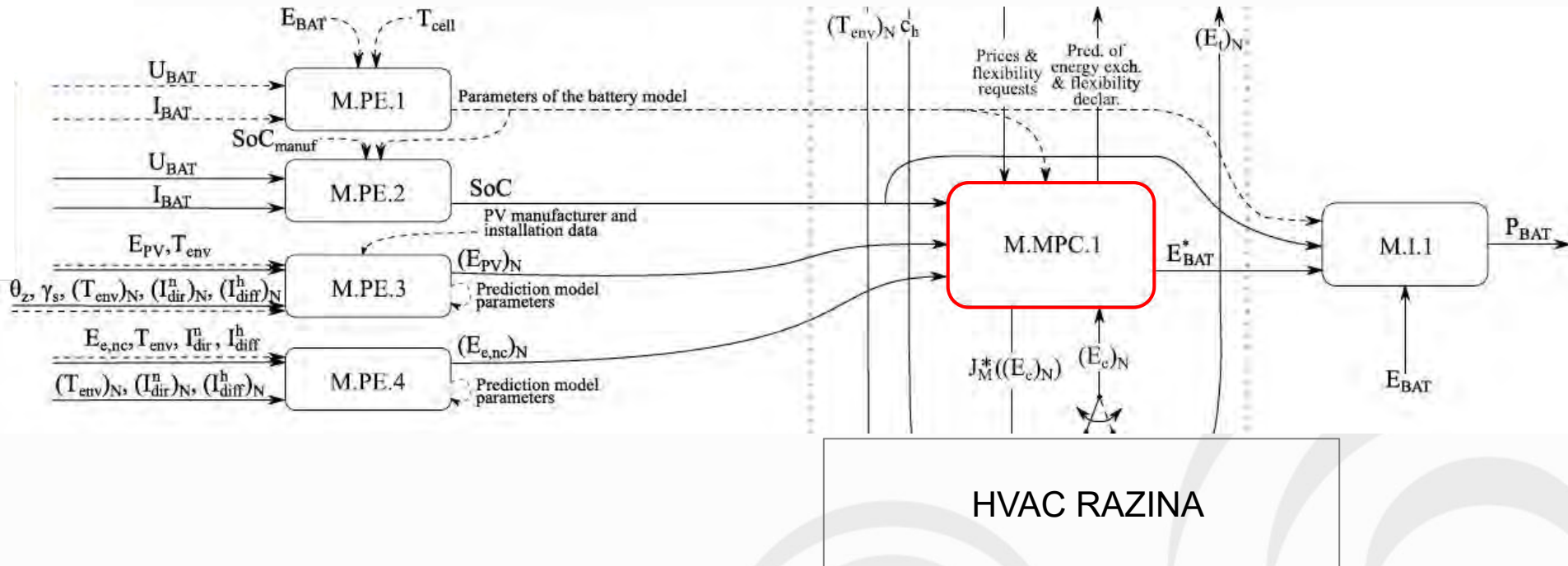
Modul modelskog prediktivnog upravljanja za mikromrežu (M MPC 1)

- Zgrada pruža sljedeće usluge mreži:
 - Predviđanje dnevne potrošnje
 - Slijeđenje deklariranog profila dnevne potrošnje
 - Fleksibilnost u potrošnji na zahtjev mreže
- Upravljanje baterijskim sustavom
- Minimizacija ukupnog troška rada zgrade:

$$J = J_{DA} + J_{BD} + J_{MP} + J_{IDf} + J_{flex} + J_{HVAC}$$



M MPC 1 – razmjena podataka



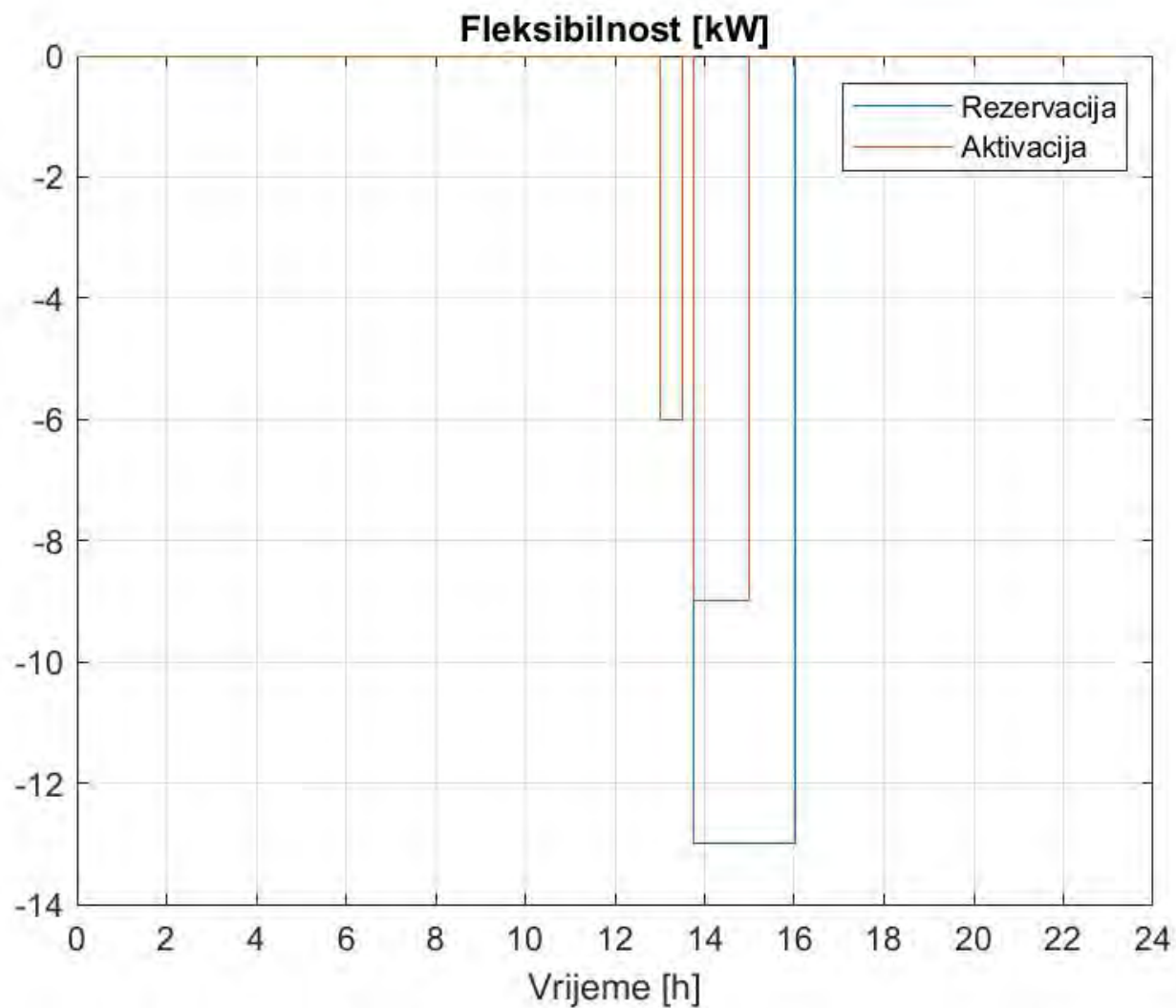
Ulazi

- Predviđanje neupravljive potrošnje
- Estimirani model baterije
- Mjerenja s baterije
- Cijene i zahtjevi od mreže

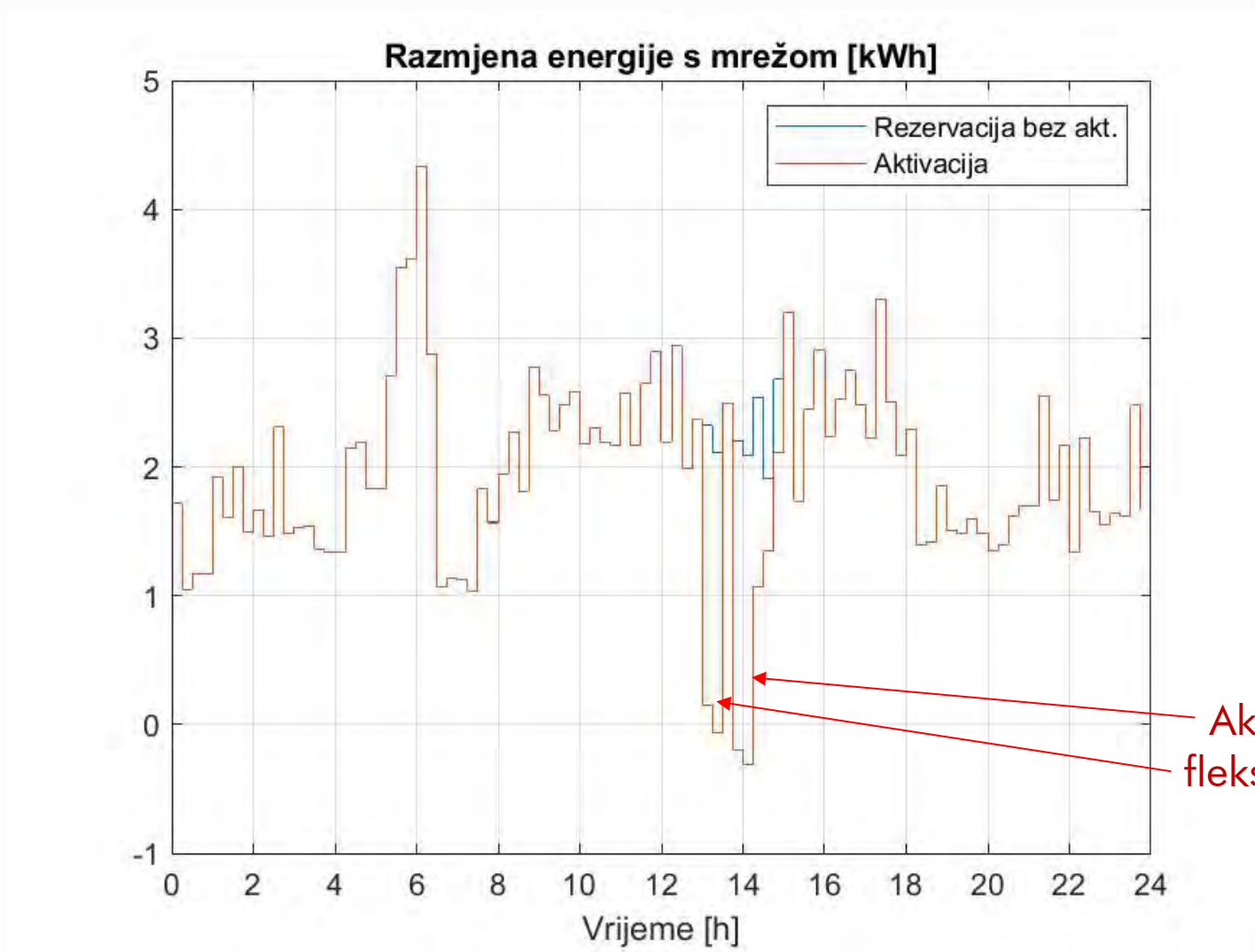
Izlazi

- Referenca snage \rightarrow baterija
- Koordinacijski podaci \rightarrow HVAC
- Predviđanje potrošnje 24h unaprijed \rightarrow mreža

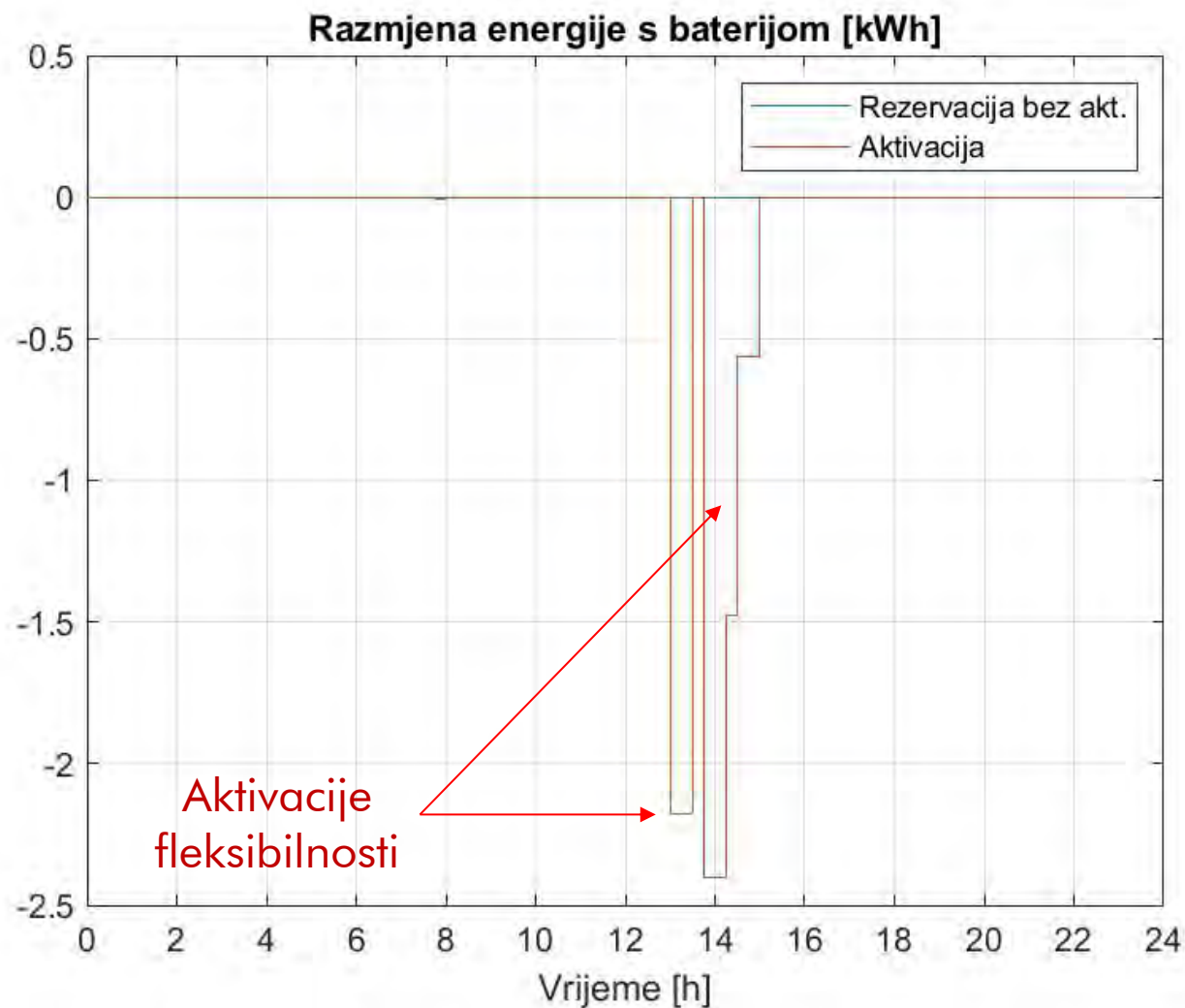
M MPC 1 – zahtjevi od strane mreže



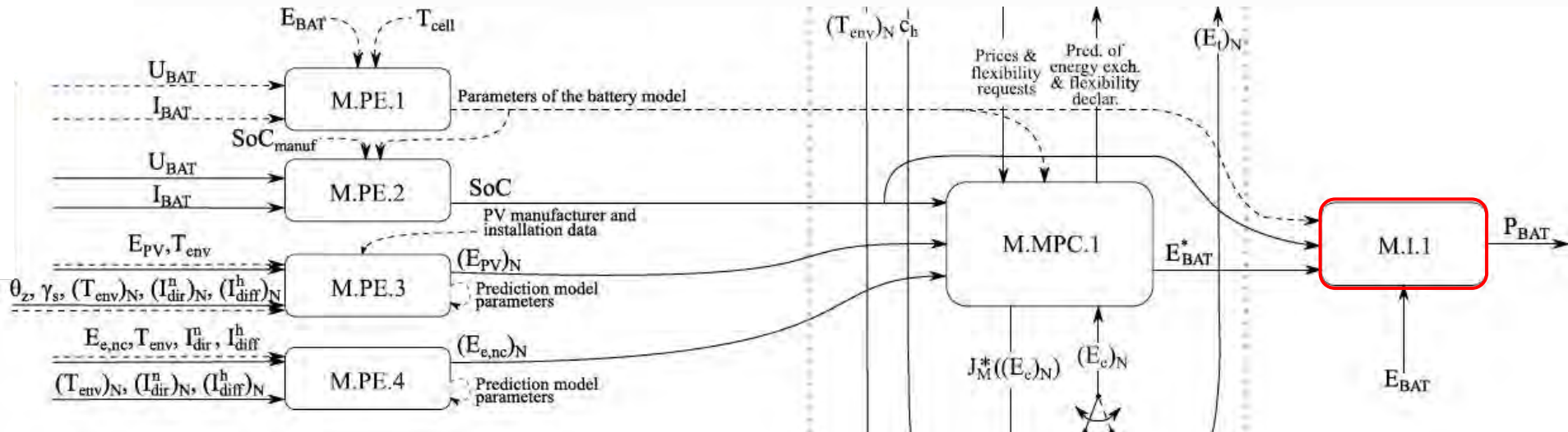
M MPC 1 – rezultati proračuna



M MPC 1 – rezultati proračuna



Sučeljni modul prema baterijskom sustavu (M I 1)



- Izvršavanje svake minute
- Dodatna upravljačka petlja – osiguravanje da se ispuni energetska zahtjev prema bateriji

Zahvala

Predstavljeni rezultati dobiveni su unutar projekta **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City** koji sufinancira Europska unija putem Europskog fonda za regionalni razvoj i IPA fondova kroz Program transnacionalne suradnje Dunav.

WEB STRANICA PROJEKTA 3SMART

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

Izjava o isključenju odgovornosti

Sadržaj ove prezentacije isključiva je odgovornost autora i ona ne odražava nužno mišljenje Europske unije.



Project Deliverable Report

Smart Building – Smart Grid – Smart City

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

DELIVERABLE D2.3.2

Public presentation materials of pilots results in pilot countries – Hungarian pilot

Project Acronym	3Smart
Grant Agreement No.	DTP1-502-3.2-3Smart
Funding Scheme	Interreg Danube Transnational Programme
Project Start Date	1 January 2017
Project Duration	36 months
Work Package	2
Task	2.3
Date of delivery	Contractual: 31 December 2019 Actual: 23 December 2019
Code name	Version: 1.0 Final <input checked="" type="checkbox"/> Final draft <input type="checkbox"/> Draft <input type="checkbox"/>
Type of deliverable	Report
Security	Public
Deliverable participants	UNIDEBTTK, EON, UNIZGFER
Authors (Partners)	Arpad Racz, Andras Mucsi (UNIDEBTTK), Kata Santa, Tibor Beni, Gabor Mihaly Peter (EON), Mario Vašak, Tomislav Capuder, Anita Martinčević, Nikola Hure, Danko Marušić, Hrvoje Novak, Paula Perović, Kristina Radoš Cvišić (UNIZGFER)
Contact person	Arpad Racz (UNIDEBTTK)
Abstract (for dissemination)	Materials presented to stakeholders on the public presentation of the Hungarian pilot are provided in the sequel. The presentation was held on 5 September 2019, in Debrecen. The presentation was given in Hungarian and the materials are also here provided in Hungarian language.
Keyword List	public presentation

3Smart eszközök az energia- menedzsmenthez és terhelés eltoláshoz

Rácz Árpád¹, Prof. Mario Vašak²

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar¹

University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing²

racz.arpad@science.unideb.hu

3Smart magyarországi pilot eredmények

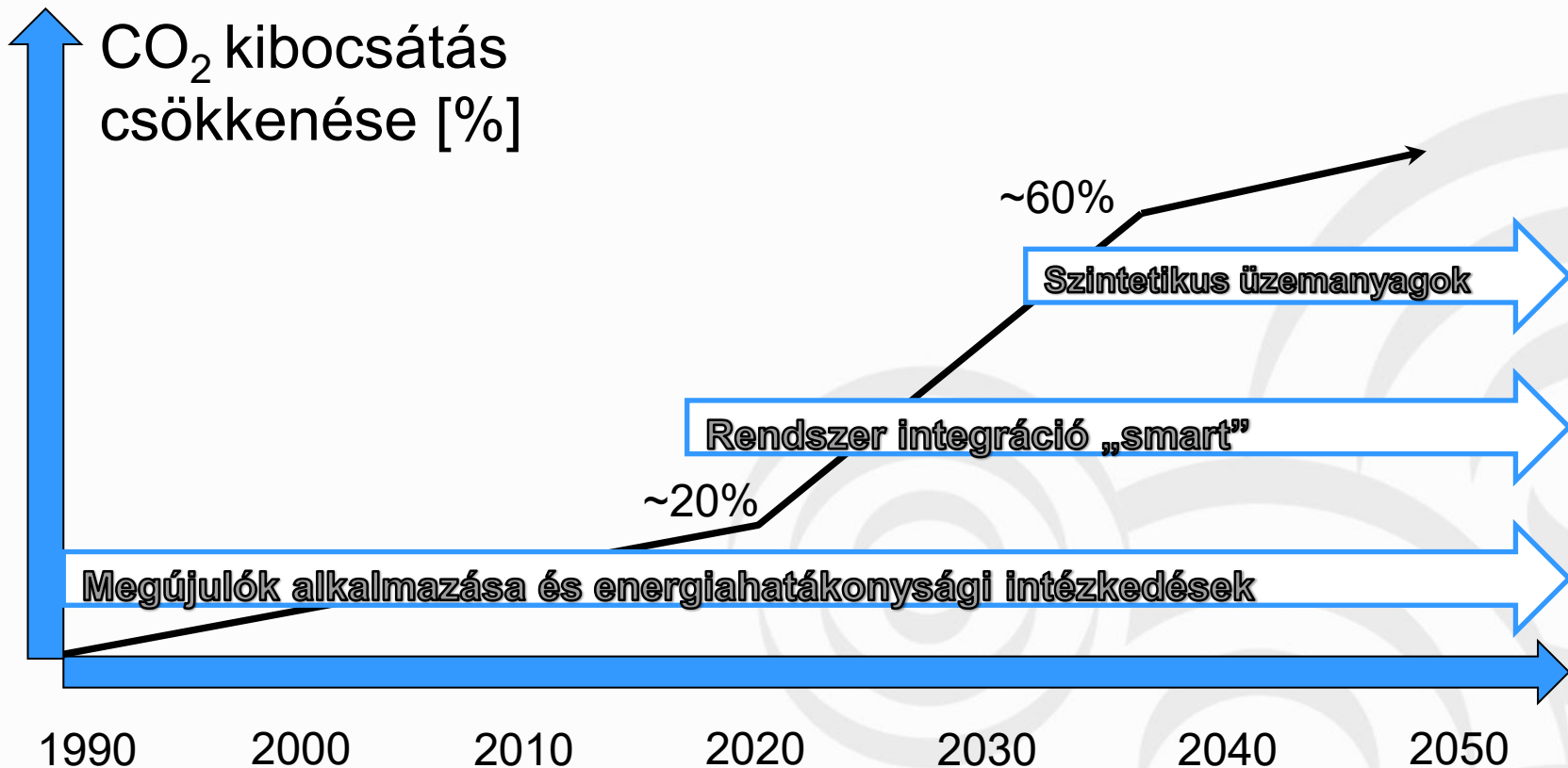
2019. Szeptember 5.



Ezt a projektet az Európai Unió alapjai (ERFA, IPA) társ-finanszírozták.

Bevezetés

- Energiarendszer dekarbonizációja

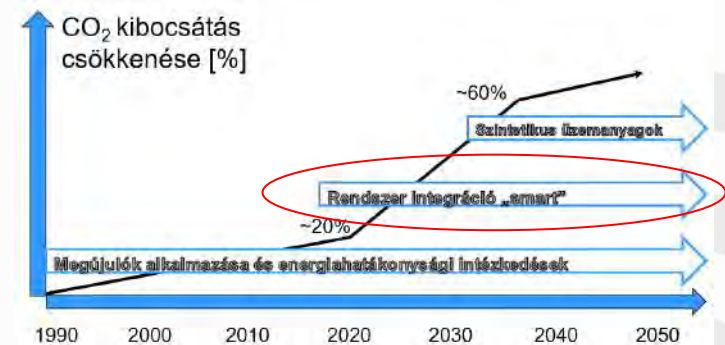


Forrás: ReModD – A német energia rendszer gazdaságilag optimális dekarbonizációs stratégiája 2050-ig

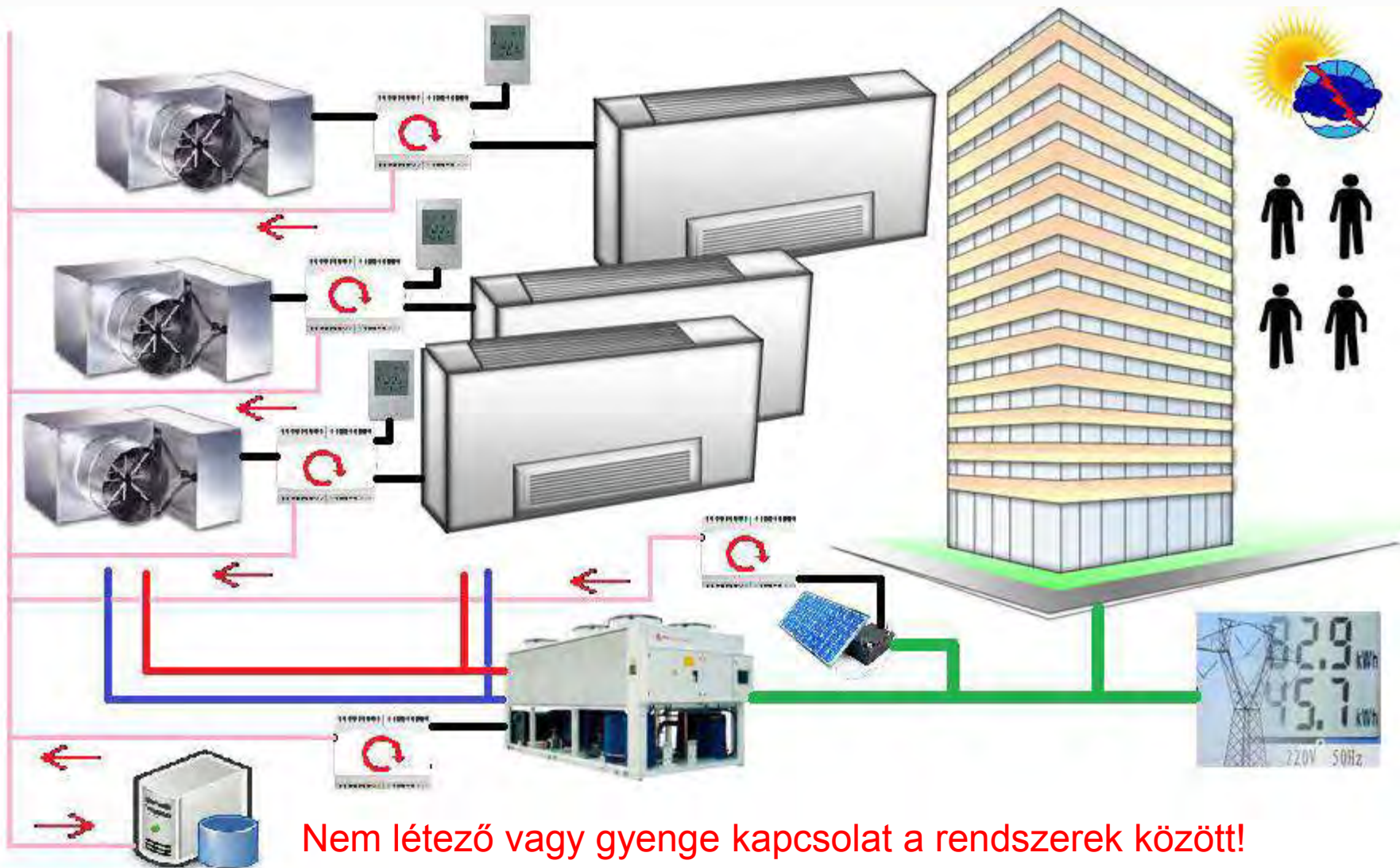
Bevezetés

• Energiarendszer dekarbonizációja

- Fogyasztás és termelés összehangolása
 - ár alapú fogyasztás-szabályozás
 - fogyasztás eltolás
- Különböző energiaforrások összekapcsolása
 - villamosság, hő, gáz
 - termelés és fogyasztás oldalon
- Különböző végfelhasználók összekapcsolása
 - épületek, közlekedés, ipar



Egy tipikus épület



Problémák az elosztóhálózaton

- Számos nem vezérelhető épület okoz jelentős fogyasztási csúcsokat / csökkenéseket a hálózaton
 - Ellátásminőségi problémákat okoz, csökkenti a hálózati berendezések élettartamát
 - Hálózat üzemeltetési költségek növekednek, szükségessé válik a hálózat megerősítése
 - A megújuló energiaforrások hálózatra csatlakozása is nehezíti az üzemeltetést

Mi lenne, ha...

...az épületek alrendszerei együttműködnének?

- Oly módon, hogy csökkenne az energiafogyasztás és a hálózatról történő vételezés kontrollálhatóvá válna, miközben a felhasználói komfort változatlan maradna.
 - Energiafelhasználási profilok meghatározása (áram, hő, gáz, stb.) ami az épület üzemeltetésének költségoptimumát eredményezi a komfort megtartása mellett

Mi lenne, ha...

...a hálózat az árak függvényében dinamikusan tudná az energia felhasználást ütemezni és ezt az épület felé előre kommunikálni

- ... és az épület igazodna ehhez azáltal, hogy kiválasztja azokat az energiafogyasztási profilokat, amelyek a komfort megtartása mellett a minimális költségeket eredményezi

...ilyen módon az épületek a hálózati csúcs-terheléseket „kisimíthatják”

- ... továbbá lehetőséget biztosít a hálózat számára a megújuló energiák nagyobb arányú használatára

Az épület és a hálózat összehangolása (1)

- Az összehangolás
 - épületben
 - hálózaton
 - épület és hálózat között
 - épületek között

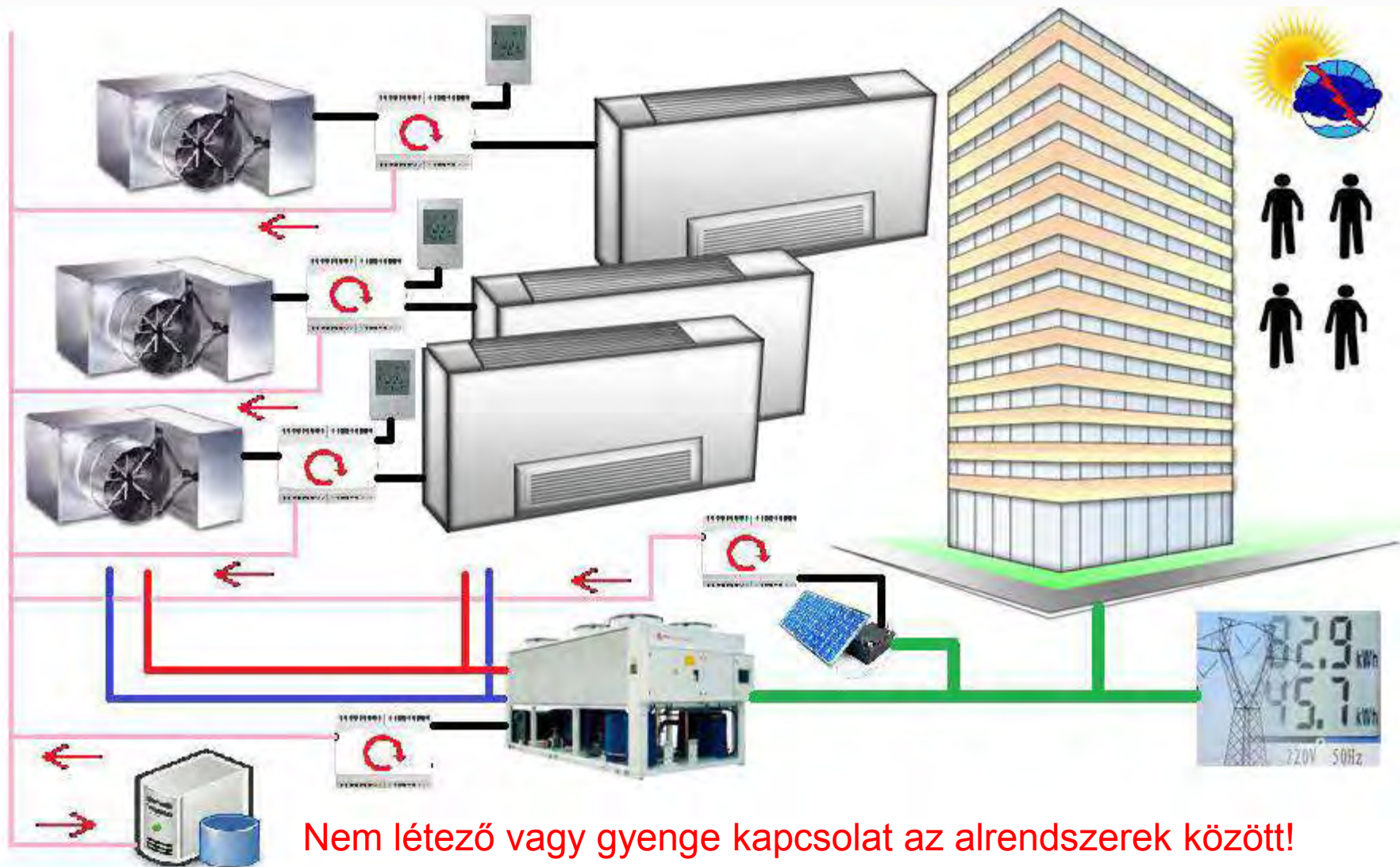
Technikailag megvalósítható

- Hogyan?
 - prediktív kontroll és matematikai optimalizálás
 - piaci mechanizmusok

Az épület és a hálózat összehangolása (2)

- Ez gazdaságosan megoldható?
 - Ha viszonylag egyszerűen kiépíthető a rendszerek vezérelhetősége, igen! → Eszközök szükségesek a valós idejű energia-menedzsmenthez, melyek alkalmazhatók az épületek és hálózatok különböző konfigurációjához
- ...ez jogilag is megoldható?
 - Szükséges a szabályozási keretek áttekintése és szükség szerinti módosítása, összhangban a hazai és uniós szabályozással

Egy tipikus épület

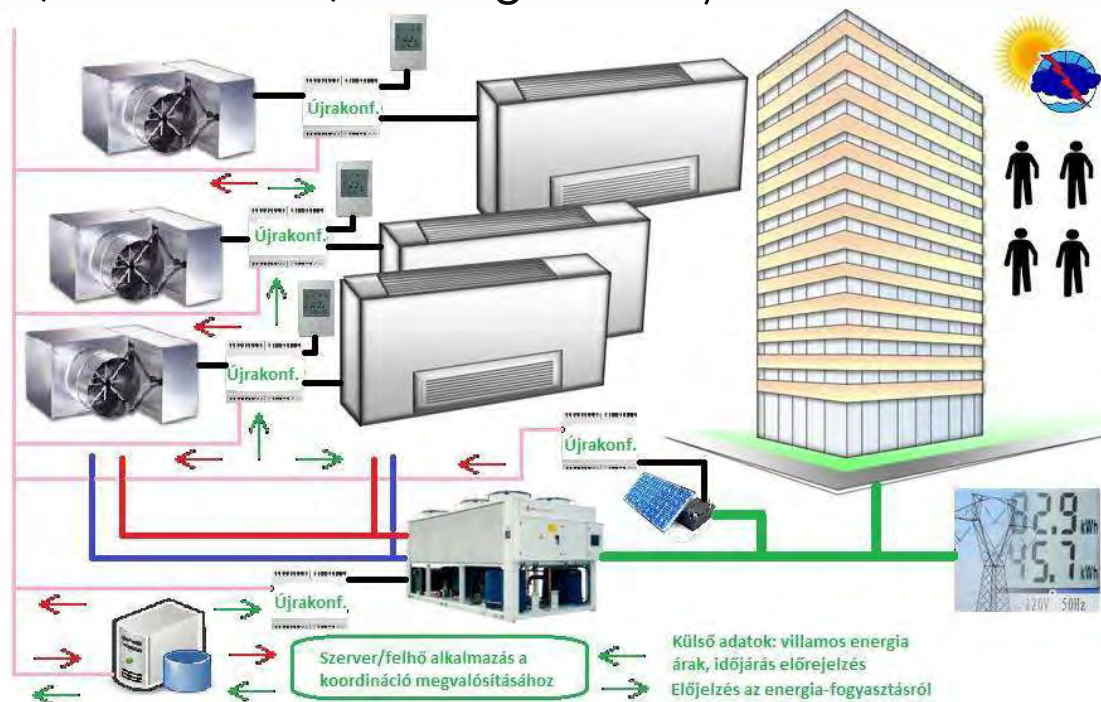


Nem létező vagy gyenge kapcsolat az alrendszerek között!

Szolgáltatás a vezérléshez, fogyasztás eltoláshoz (2)

– Moduláris felépítés

- Szoftver modulok az épületen belüli eltérő funkciókhoz (zóna szint, HVAC szint, mikrogrid szint)

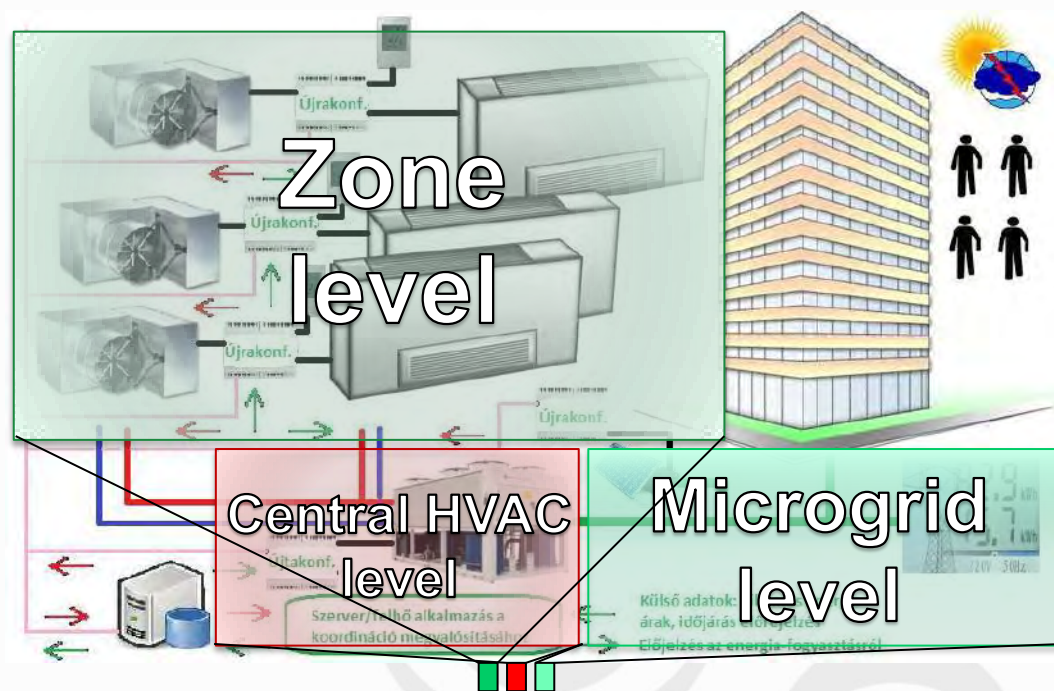


- Bármely konfigurációban kölcsönösen együttműködve

Szolgáltatás a vezérléshez, fogyasztás eltoláshoz (3)

– Moduláris felépítés

- Szoftver modulok az épületen belüli eltérő funkciókhoz (zóna szint, HVAC szint, mikrogrid szint)

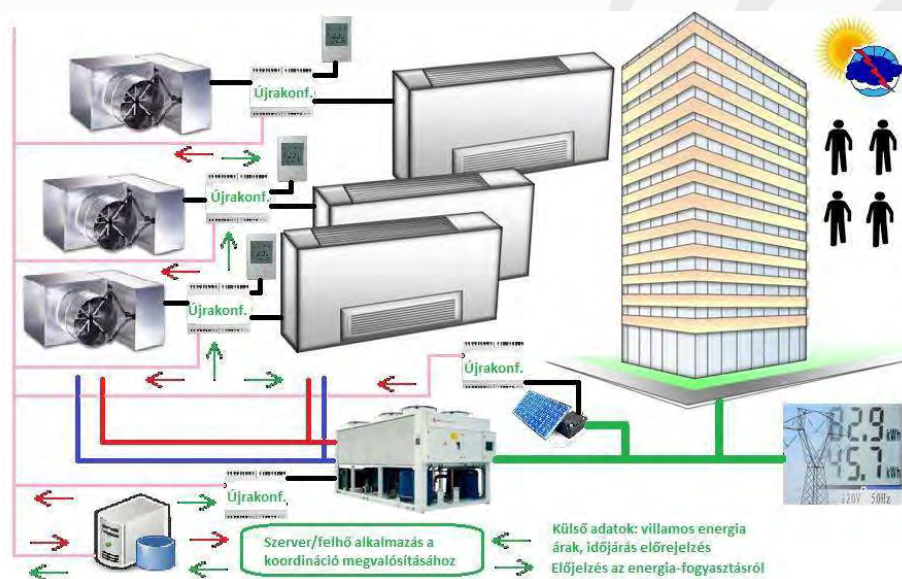


- Bármely konfigurációban kölcsönösen együttműködve

Épület optimális működésének meghatározása

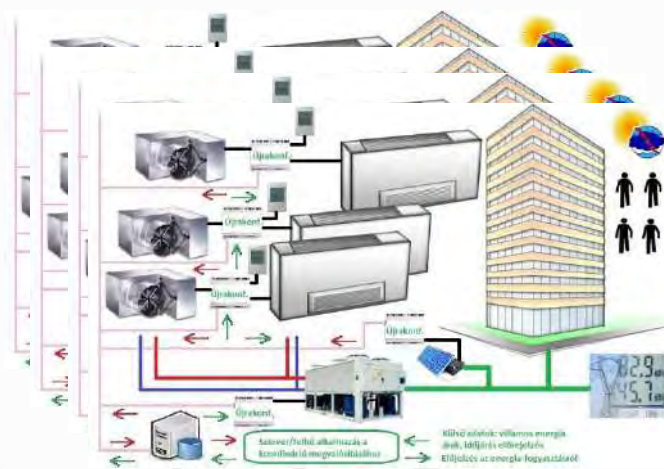
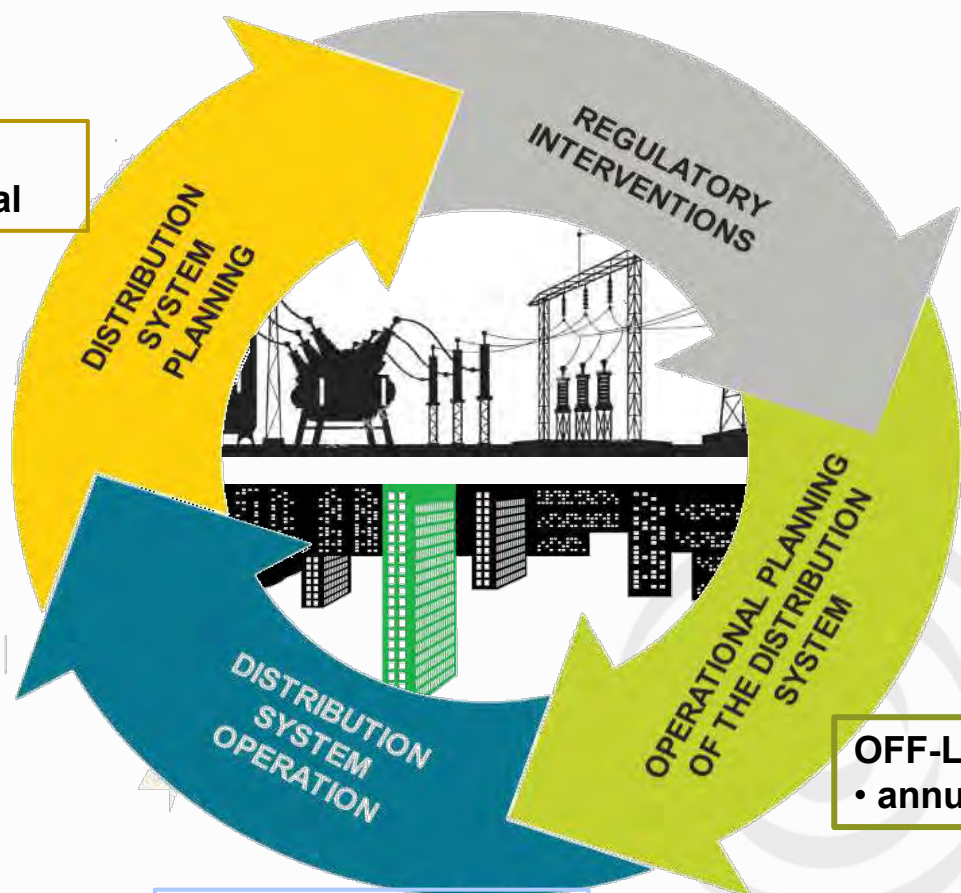
– Optimális működés meghatározása jellemző napokra

- Az egyes szintek együttműködésével az épület működési költségeinek csökkentése és a beruházási költségek gyorsabb megtérülése valósítható meg
- A flexibilitás nyújtás optimális mennyiségének meghatározása a fogyasztó oldali terhelésetolás megvalósításához



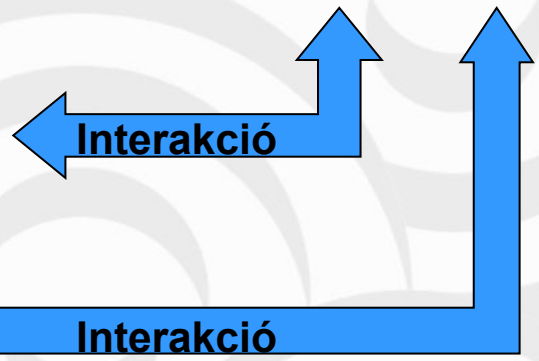
3Smart eszköz az elosztóhálózaton

OFF-LINE
• multi-annual




















OFF-LINE
• annual

ON-LINE
• day-ahead
• intra-day



3Smart általános információk

- Vezető partner: Zágrábi Egyetem Villamosmérnöki és Számítástechnikai Kar
- 9 ERDF partner (Horvátországból, Szlovéniából, Ausztriából, Magyarországról)
- 3 IPA partner (Szerbiából, Bosznia-Hercegovinából)
- 5 stratégiai partner (Horvátországból, Szlovéniából, Bosznia-Hercegovinából, Magyarországról)
- 2017.1.1-2019.12.31
- Budget: 3.79 M€
- EU támogatás: 3.21 M€

 University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing	ERDF	 University of Belgrade Faculty of Mechanical Engineering	IPA
 Hrvatska elektroprivreda d.d.	ERDF	 JP Elektroprivreda Hrvatske Zajednice Herceg Bosne	IPA
 E 3, ENERGETIKA, EKOLOGIJA, EKONOMIJA, d.o.o.	ERDF	 University of Mostar Faculty of Mechanical Engineering, Computing and Electrical Engineering	IPA
 Municipality Idrija	ERDF		
 Elektro Primorska d.d.	ERDF		
 European Centre for Renewable Energy Güssing Ltd.	ERDF	 Croatian Energy Regulatory Agency	ASP
 Municipality of Strem	ERDF	 Jožef Stefan Institute	ASP
 Energy Güssing Ltd.	ERDF	 Goriška Local Energy Agency	ASP
 University of Debrecen	ERDF	 Regulatory Commission for Energy in Federation of Bosnia and Herzegovina	ASP
 E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt.	ERDF	 Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority	ASP

3Smart projekt

1. Moduláris szoftver eszköz az épületek és hálózatok különböző konfigurációihoz
2. Épületet és villamos elosztóhálózatot magába foglaló pilotok a Duna-régió 5 országában



3Smart pilotok



Zágrábi Egyetem
épülete + hálózat
(Zágráb, HR)



HEP épülete +
hálózat
(Zágráb, HR)



EON épülete +
hálózat
(Debrecen, HU)



Iskola és
sportcsarnok +
hálózat
(Idrija, SI)



Szociális otthon +
hálózat
(Strem, AT)



Iskola + hálózat
(Strem, AT)



EPHZHB épülete +
hálózat
(Tomislavgrad, BA)

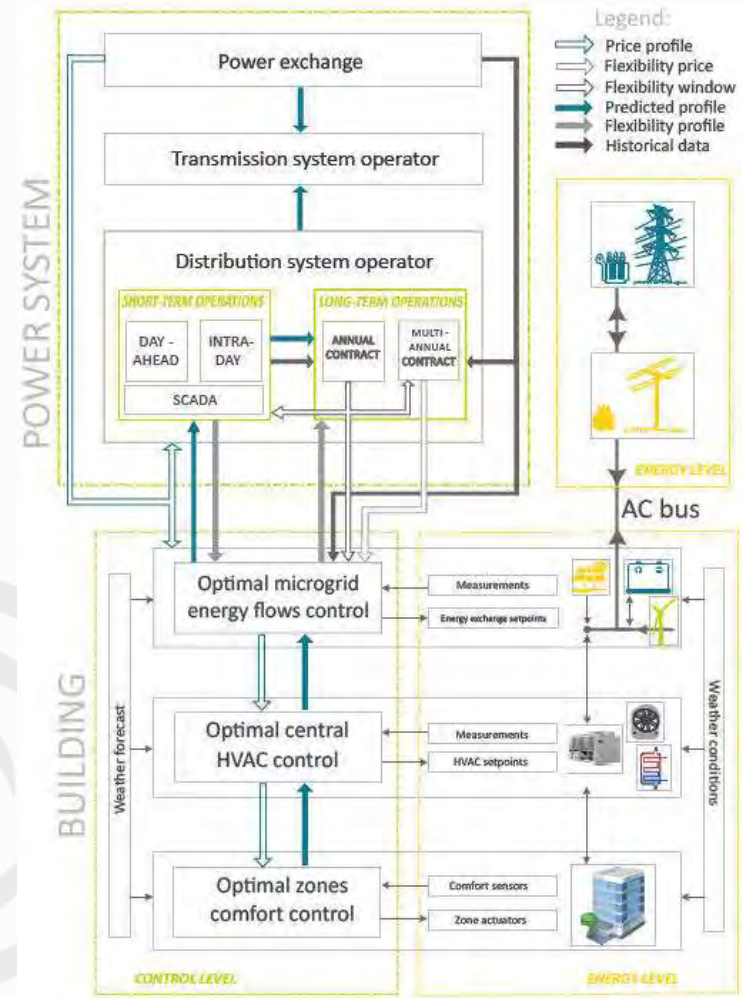
3Smart projekt

3. Stratégia a szabályozási és egyéb akadályok befolyásolására az integrált energia-menedzsment vonatkozásában az épület és hálózat között, beleértve a fogyasztó oldali terheléseltolást
4. Smart City kiterjesztés (vízhálózat, elektromos közlekedés és hőelosztás)



3Smart platform

- Az épület és a hálózat automatizálási rendszerének szoftveres kiegészítése
- Az épület és a hálózat összehangolt működése a költségek minimalizálása érdekében, beleértve a terheléseltolást
- A komfort érzetet és a meglévő rendszerek határait figyelembe véve
- A tényleges rendszerkonfigurációt a meglévő műszaki állapot, a becsült költségek és a várható előnyök határozzák meg.



Köszönöm a figyelmet!

A bemutatott eredmények a **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City** projekt keretében érhetőek el, amelyet az Európai Unió társfinanszíroz az Európai Regionális Fejlesztési Alapból és az IPA alapokból az Interreg Danube Transnational Programme keretében.

3SMART projekt weboldala

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

Felelősségi nyilatkozat

A bemutató tartalma a szerzők egyéni véleménye alapján készült és nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió hivatalos álláspontját.

3Smart technikai megoldások az EON épületen belül és az elosztóhálózaton

Rácz Árpád, Mucsi András, Sánta Kata, Hornyák Gábor

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar, E.ON
Tiszántúli Áramhálózati Zrt.

racz.arpad@science.unideb.hu, kata.santa@eon-hungaria.com

3Smart pilot projekt magyarországi nyilvános bemutatója

2019. szeptember 5.

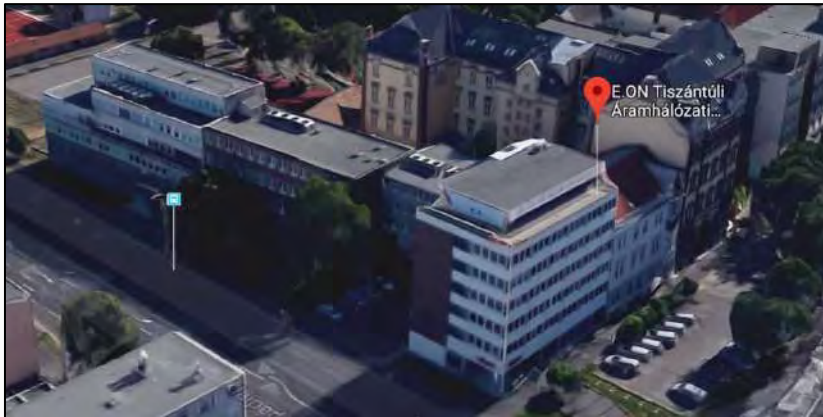


Ezt a projektet az Európai Unió alapjai (ERFA, IPA) társ-finanszírozták.

Agenda

- 1) E.ON irodaház
- 2) 3Smart EMS koncepció
- 3) Az irodaházban végezett beavatkozásokkal szemben támasztott követelmények
- 4) Fejlesztések az irodaépületben
- 5) A hálózaton végezett beavatkozásokkal szemben támasztott követelmények
- 6) Villamos elosztóhálózat
- 7) Fejlesztések az elosztóhálózaton

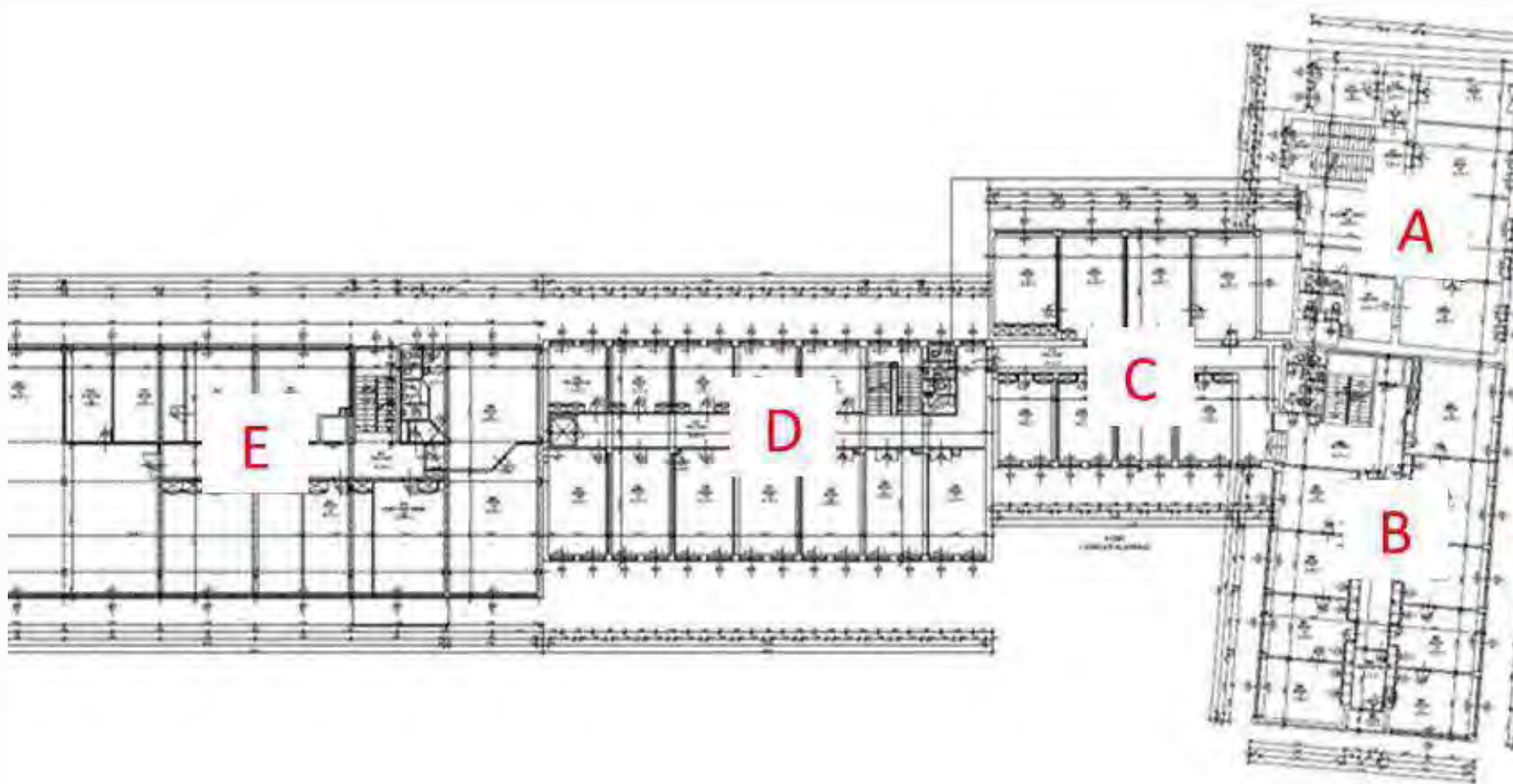
E.ON irodaépülete



Kiindulási állapot

- E.ON irodaépület, Debrecen, Kossuth Lajos utca 41.
- 5 épületrész összesen 7330 m²
- Nincs megújuló energiaforrás
- Épületben irodák, étterem, előadó terem, tároló helyiségek és szerver szoba található
- Kétcsöves hűtő/fűtő fancoil rendszer
- Hűtés folyadékhűtők segítségével
- Fűtés távhő segítségével

Alaprajz



Épület oldal

Kiindulási állapot az épület oldalon



Kiindulási állapot

- 5 épületszárny
- 150 db iroda, 250 db fancoil egység szobatermosztáttal
- 4 hőközpont
- folyadékűtővel és puffertartállyal
- távhő csatlakozás
- nincs központi felügyeleti rendszer

3Smart koncepció az E.ON épületen (1)

- Zóna szint:
 - Fancoil-egységek energiafogyasztásának követése és szobahőmérséklet mérés
 - Koordináció a központi HVAC szinttel:
 - Biztosított információk:
 - 12-36 órás előrejelzés a fűtési/hűtési energiafogyasztásról
 - 12-36 órás előrejelzés az egyes zónák szobahőmérsékletéről

3Smart koncepció az E.ON épületen (2)

- HVAC szint:

- Az előremenő víz hőmérséklet szabályozás mind a 4 fűtési/hűtési körben

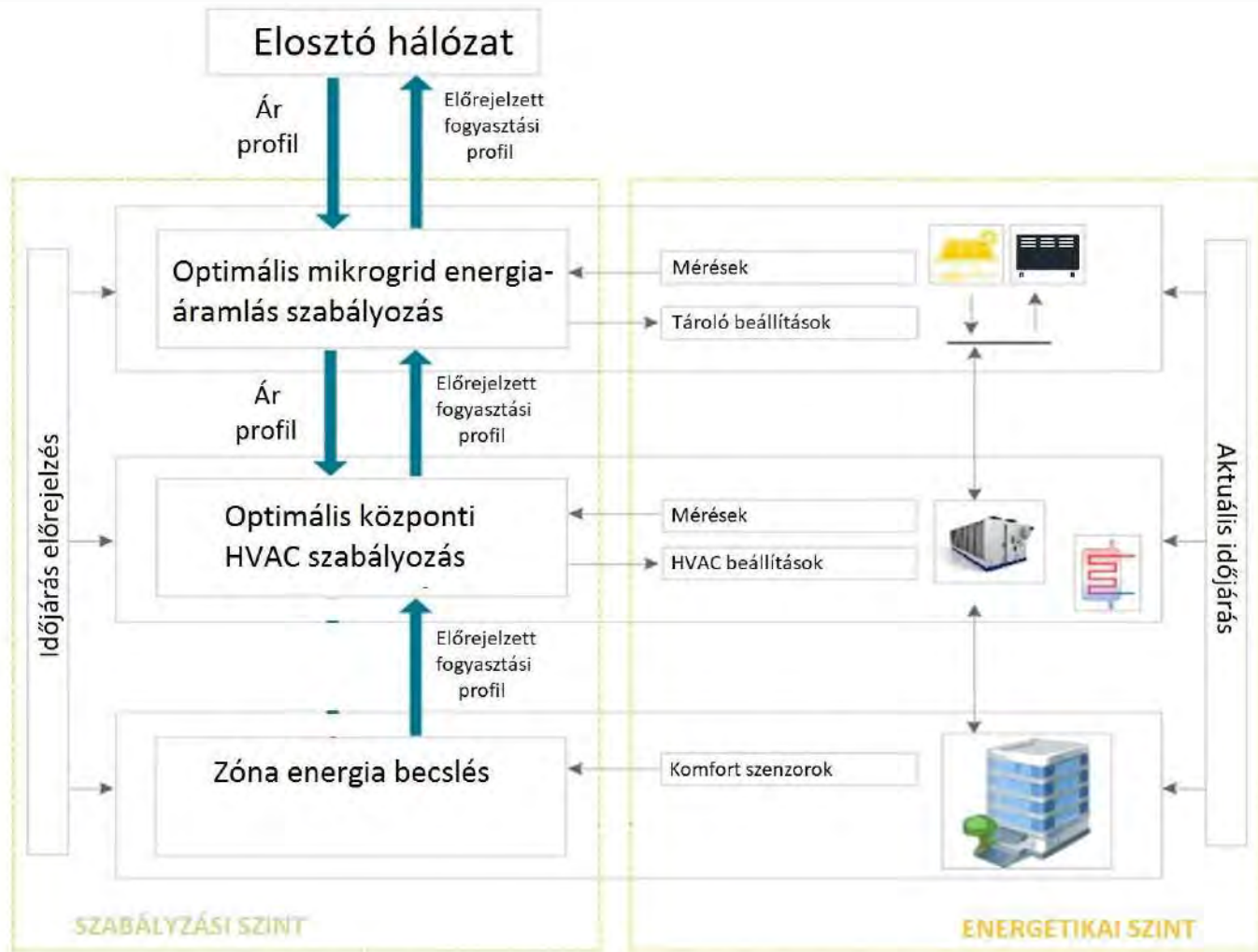
- Cél: Az épület klimatizációjához szükséges hűtési/fűtési energia előállítása a lehető legalacsonyabb költség mellett
- Feltétel: Olyan hőmérsékletű hűtő/fűtő közeg előállítása, mely képes biztosítani a megbeesült energiaigényt minden zónában
- Koordináció a mikrogrid szinttel:
 - Kapott információ: Optimalizált villamos energia árak a klimatizáláshoz használt fogyasztás eltolásához
 - Biztosított információ: Optimalizált villamosenergia-fogyasztás előrejelzése (folyadékűtő és fancoil ventillátorok)

3Smart koncepció az E.ON épületen (3)

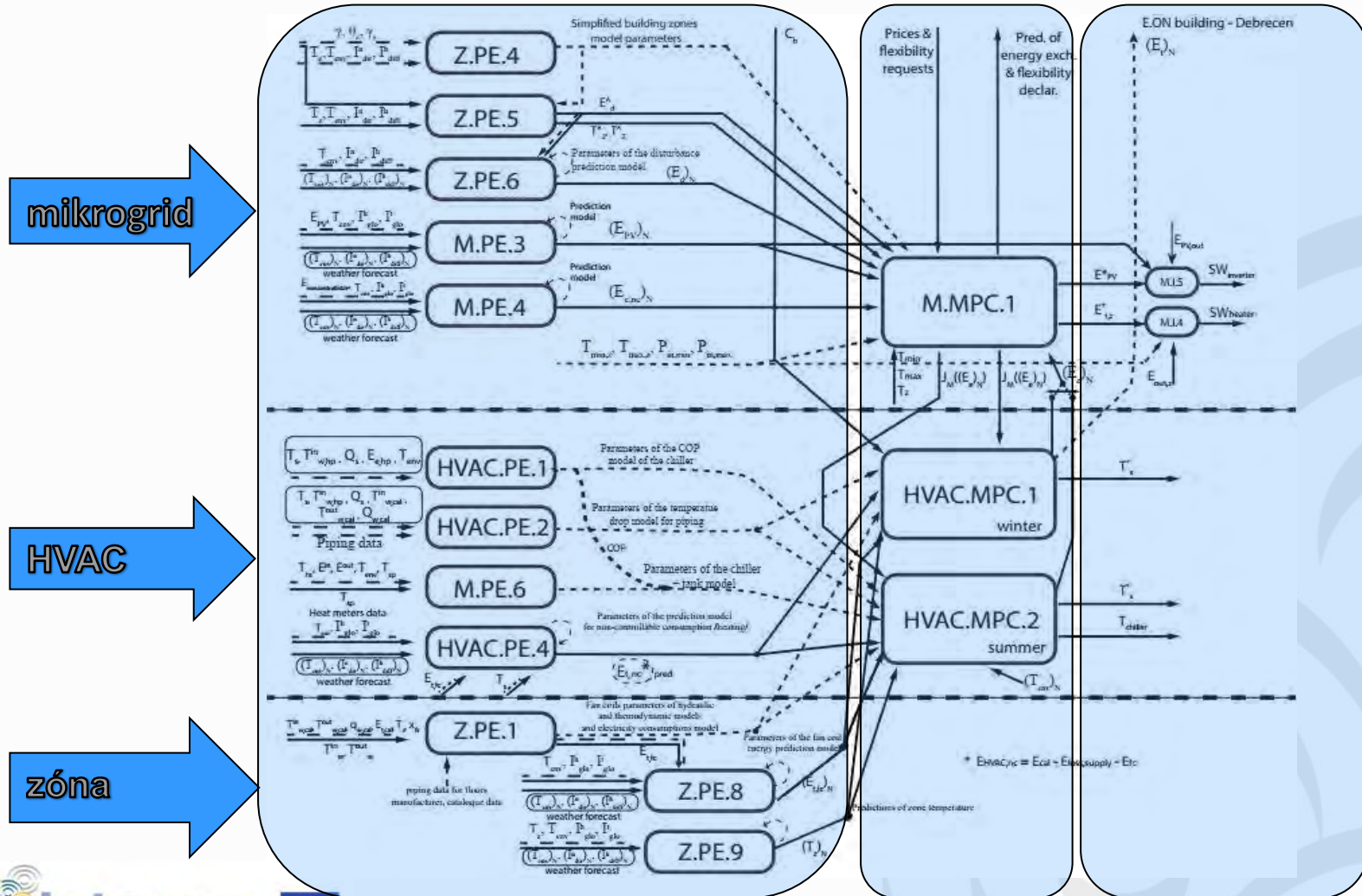
- Mikrogrid szint:

- A napelemes rendszer termelésének szabályzása, valamint alagsori zónák villamos fűtésének szabályzása
 - Cél: Minimalizálni az épület energiaköltségeit, beleértve a terheléseltolás lehetőségét
 - Feltétel: Long-term szerződés a terheléseltoláshoz, az alagsori zónákban a komfort nem sérülhet
- A rendszer vezérelhető részeinek optimális működtetése az energiaárak és hálózati energiaáramlás figyelembe vételével
 - A nem-szabályozható villamosenergia-fogyasztás figyelembe vételével

3Smart EMS koncepció



3Smart EMS koncepció



Az irodaházban és a hálózaton végezett beavatkozásokkal szemben támasztott követelmények

- Épület zónaszintjének meghatározása
 - Szabályozáshoz szükséges mérőszenzorok elhelyezésének meghatározása
- Normál és „3Smart” üzemmód közötti egyszerű átváltás
 - Automatikus működés megvalósítása
- 1 perces adatok gyűjtése a 3Smart adatbázisba
- A vezérlő parancsok a 3Smart adatbázisból kerülnek kiküldésre
 - HVAC és mikrogrid szinten történik a parancsok kiadása

Beavatkozások – Zóna szint



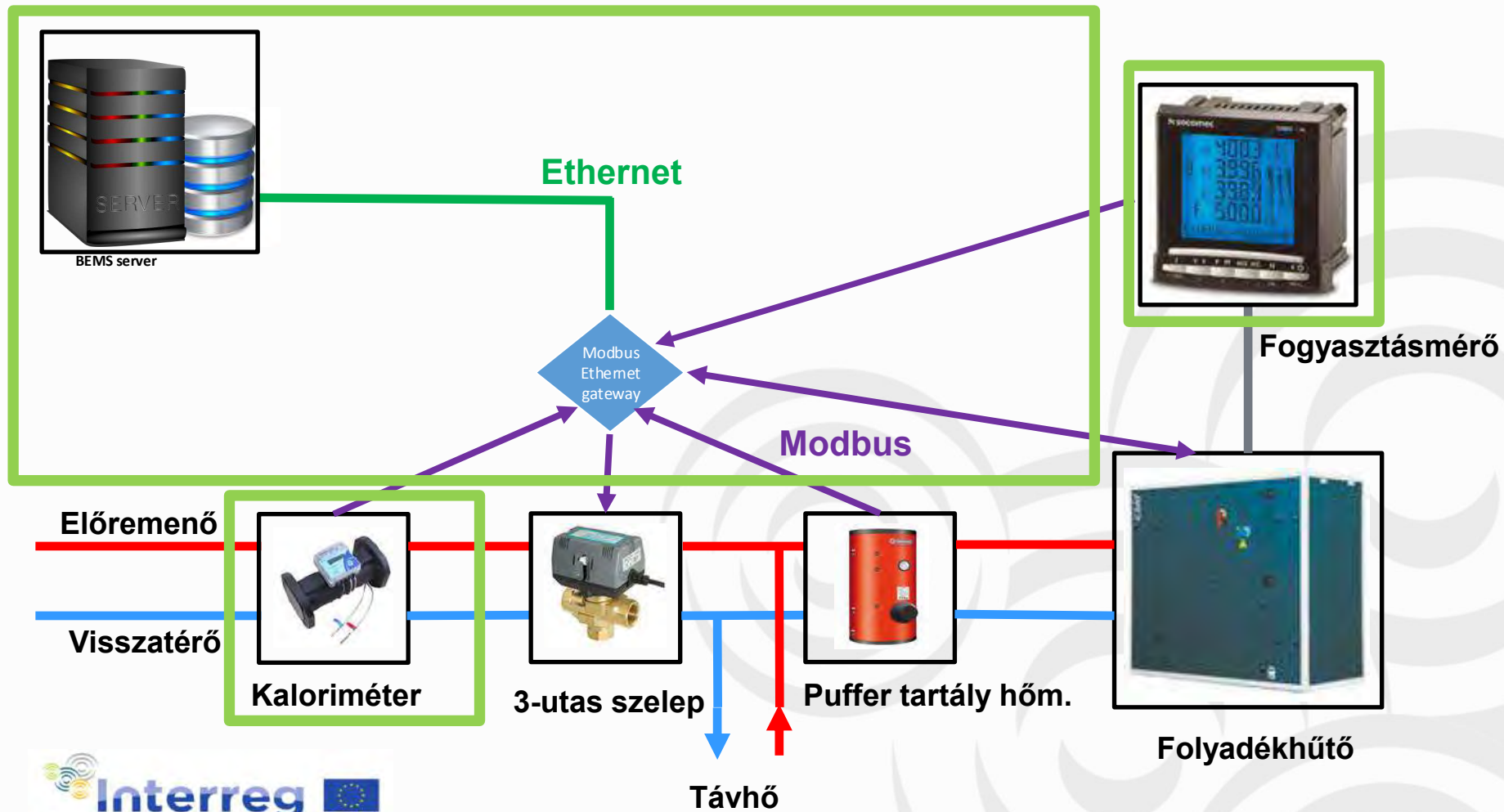
Zóna szint

- Szobai adatgyűjtő egységek:
 - Szoba hőmérséklet mérése
 - Visszatérő cső hőmérséklet mérése
- WiFi alapú kommunikáció



Beavatkozások – HVAC szint

Hőközpont



Beavatkozások – HVAC szint

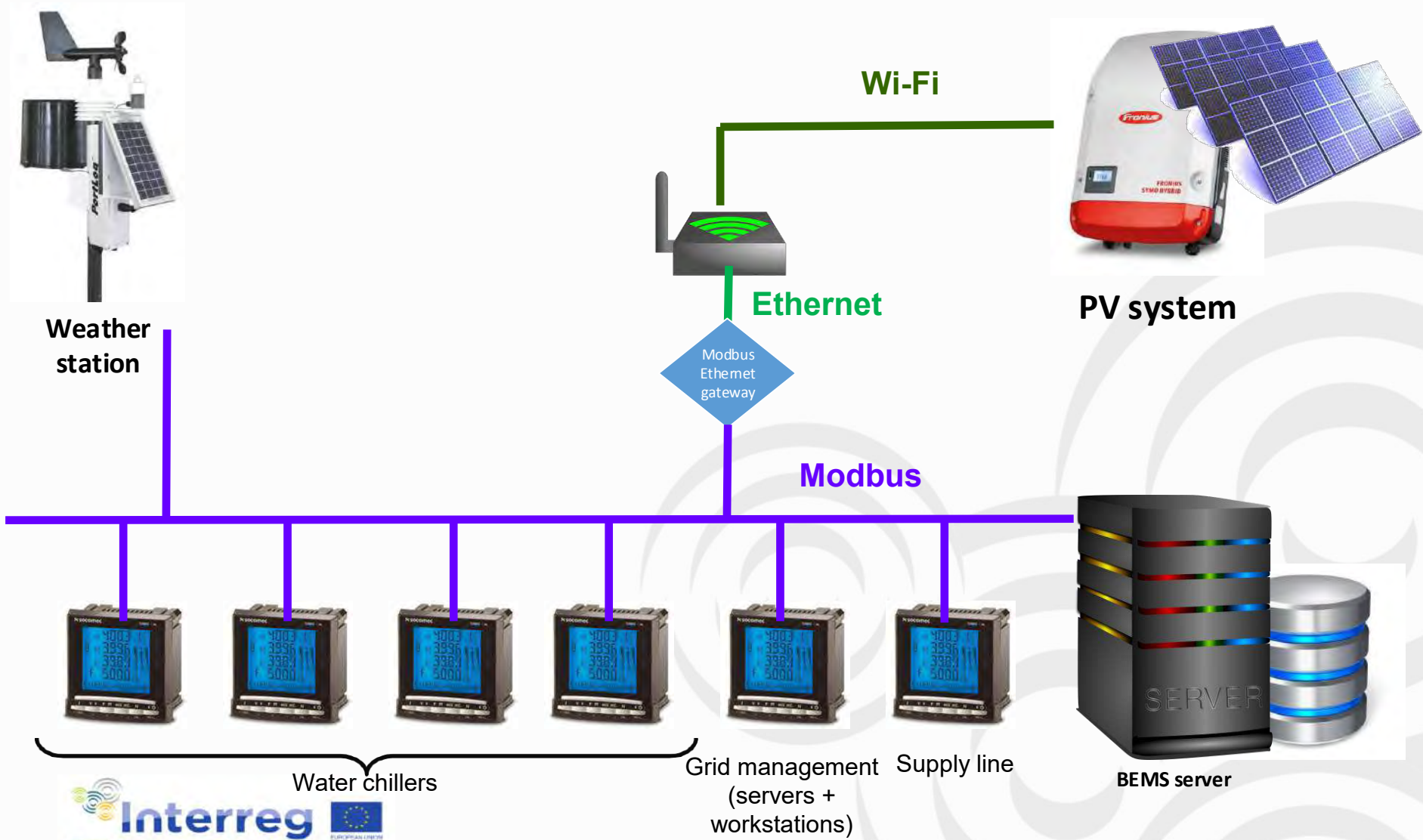


Központi HVAC szint

- 4 db hőközpont
- Telepített eszközök:
 - kaloriméter
 - továbbfejlesztett vezérlő a 3 utas szelephez
 - villamos fogyasztásmérők a folyadékhűtőkhöz és fancoilok-hoz
 - Modbus kapcsolat a folyadékhűtő vezérlőpaneljéhez



Beavatkozások – Mikrogrid szint



Beavatkozások – Mikrogrid szint



```
POINT,TIME,TEMP,SURFACE_DIRECT_RADIATION,SURFACE_DIFFUSE_RADIATION
1,2018-06-18T18:00:00Z,293.4,0,26.8
1,2018-06-18T19:00:00Z,292.9,0,0
1,2018-06-18T20:00:00Z,292.3,0,0
1,2018-06-18T21:00:00Z,291.9,0,0
1,2018-06-18T22:00:00Z,291.4,0,0
1,2018-06-18T23:00:00Z,291,0,0
1,2018-06-19T00:00:00Z,290.7,0,0
1,2018-06-19T01:00:00Z,290.2,0,0
1,2018-06-19T02:00:00Z,289.9,0,0
1,2018-06-19T03:00:00Z,290.1,8.2,25
1,2018-06-19T04:00:00Z,290.9,92.9,82.8
1,2018-06-19T05:00:00Z,292.4,241.1,134.8
1,2018-06-19T06:00:00Z,294.4,421.1,167.9
1,2018-06-19T07:00:00Z,296.2,600.2,181.2
1,2018-06-19T08:00:00Z,298.7,743.9,185.5
1,2018-06-19T09:00:00Z,299.5,829.188.8
1,2018-06-19T10:00:00Z,300.8,854.9,197.2
1,2018-06-19T11:00:00Z,301.8,831.4,210.4
1,2018-06-19T12:00:00Z,302.5,769.9,221.3
```

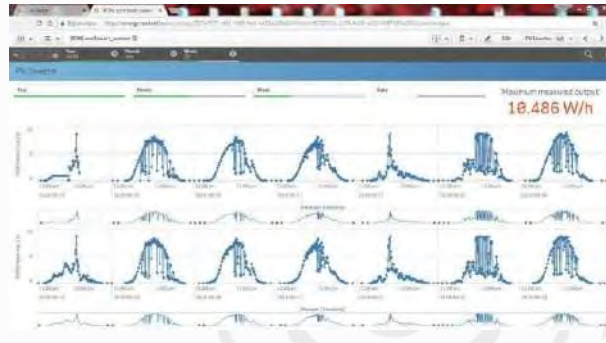
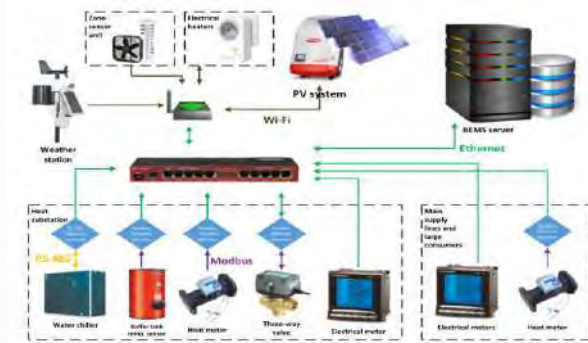
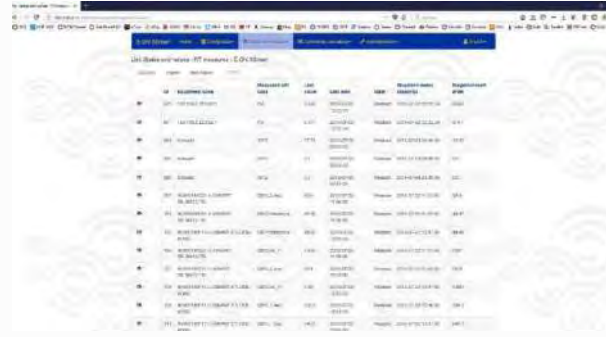
Mikrogrid szint:

- 22,41 kWp napelemes rendszer 2 db Fronius Smart-Grid Ready inverter-rel
- Elektromos fűtés vezérlő modul
- Fogyasztásmérés az épület betáp pontján
- Időjárás-állomás 2 db piranométerrel
- 72 órás időjárás előre-jelzés az UBIMET-től

Beavatkozások – Mikrogrid szint



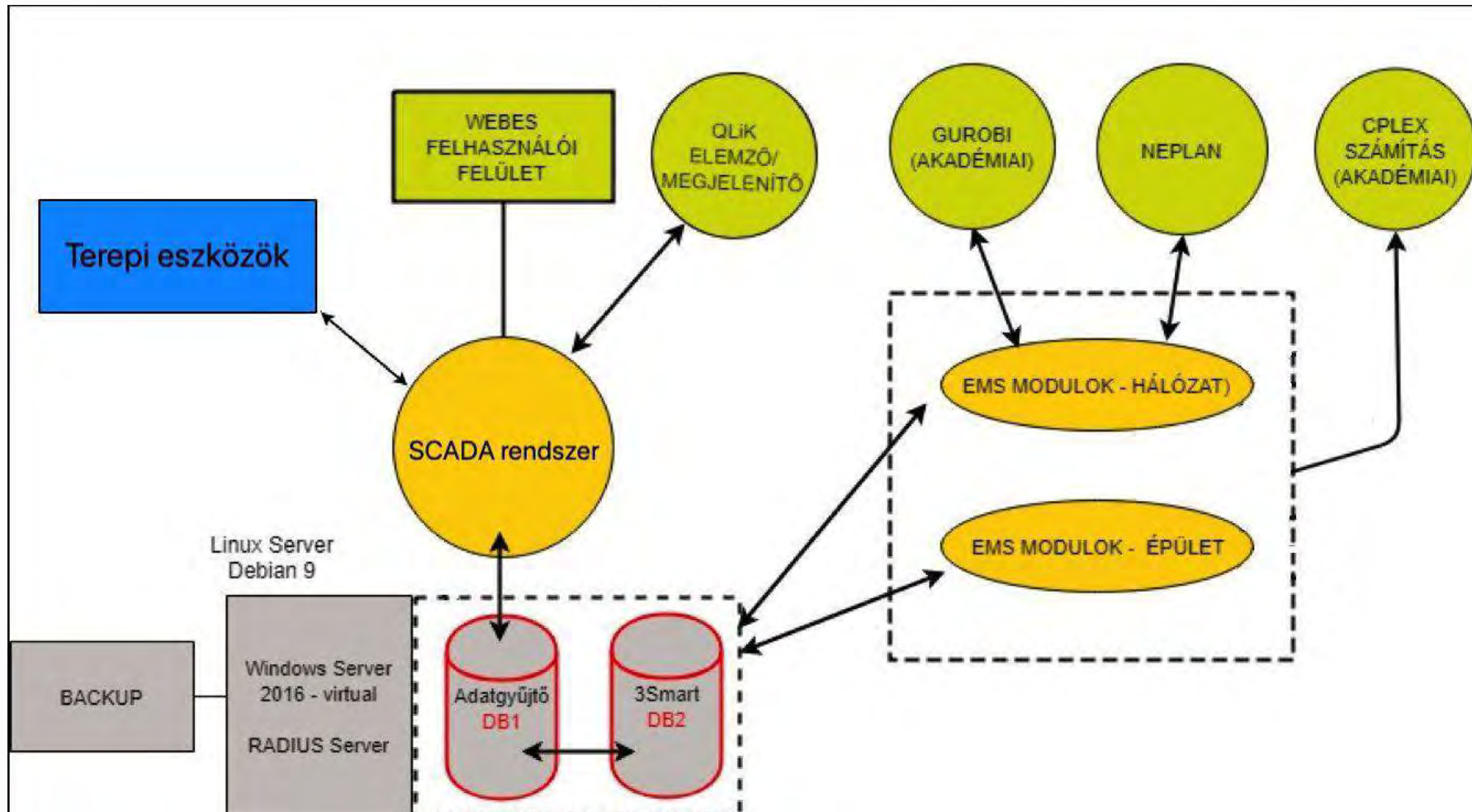
Beavatkozások – IT rendszer



IT

- SCADA szerver
- MySQL adatbázis
- Zárt WiFi hálózat
- 3Smart adatgyűjtő rendszer
- 3Smart adatmegjelenítő és menedzsment rendszer

Beavatkozások – IT rendszer



Hálózat oldal

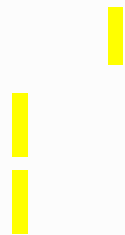
3Smart EMS koncepció

Elosztóhálózat

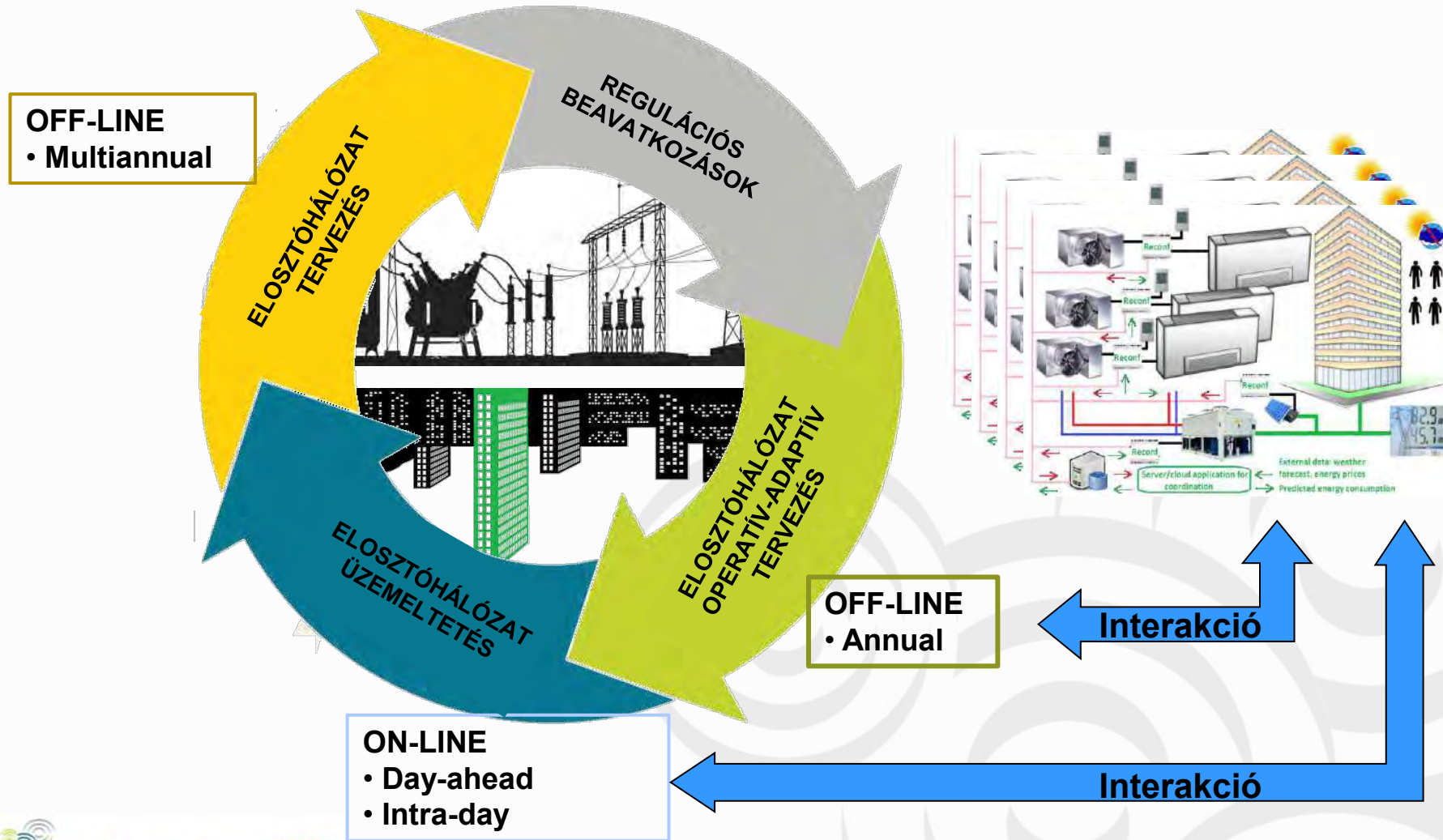
Az elosztóhálózat üzemeltetése során jelentkező kihívások:

- biztonságos, megbízható és minőségi villamosenergia-szállítás a végfelhasználók számára
- veszteség csökkentése
- megújuló energiaforrások csatlakozása és e-mobilitás kezelése

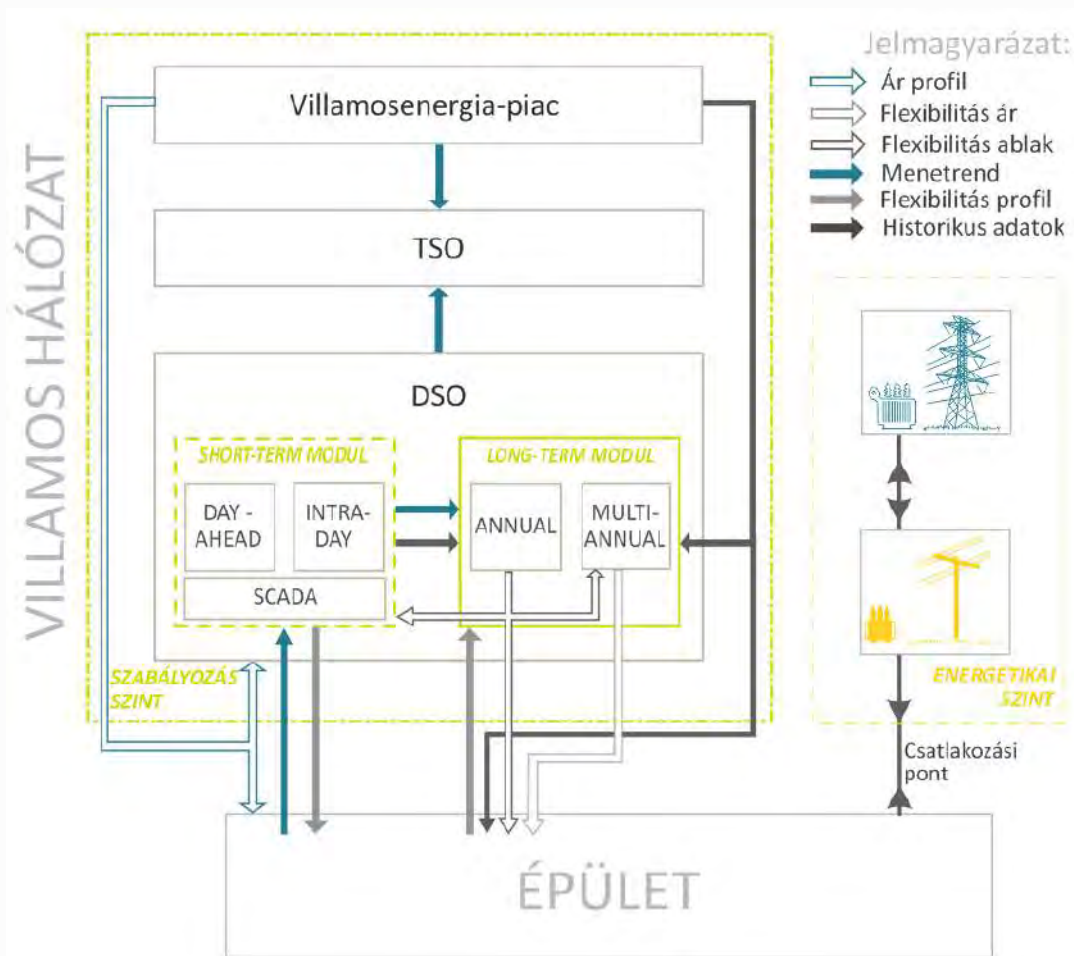
Az elosztóhálózat üzemeltetőjének célja, hogy a hálózatfejlesztésre történő ráfordításait a hálózaton lévő aktív egységek használatával (megújulók, eltolható terhelések) optimalizálja.



3Smart EMS koncepció



3Smart EMS koncepció



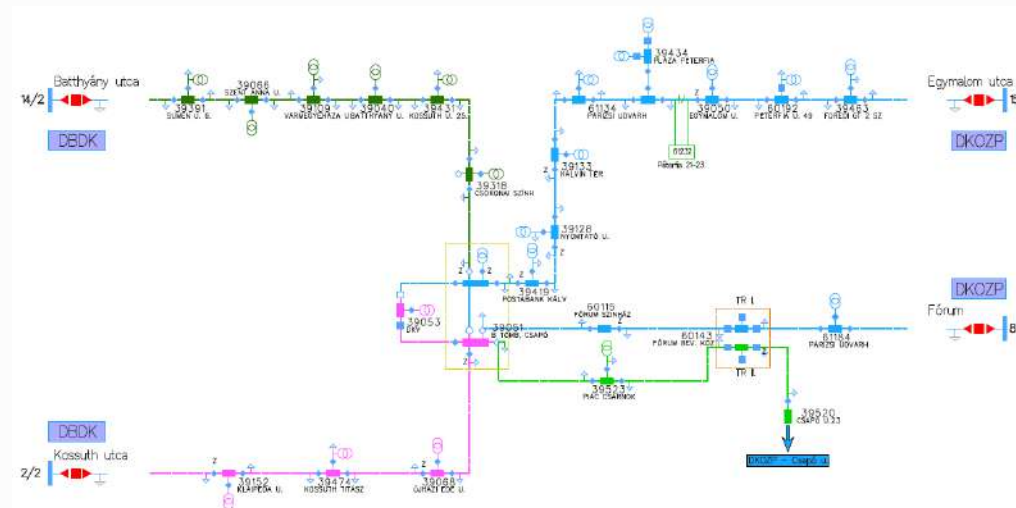
A hálózaton végzett beavatkozásokkal szemben támasztott követelmények

- A vizsgált hálózat műszaki paramétereinek pontos ismerete
- A vizsgált hálózatra csatlakozó fogyasztók jellegének ismerete, terhelés előrejelzése
- 1 perces adatok gyűjtése a 3Smart adatbázisba
 - Hálózatról
 - Épület összfogyasztásáról

Villamos elosztóhálózat

Kiindulási állapot

- E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt elosztási területén üzemelő
- Debrecen Délkeleti 132/11 kV-os alállomás ellátási területén található
- Kossuth Lajos utca 11 kV-os közepesfeszültségű kábelvonal látja el az irodaépületet is ellátó Kossuth TITÁSZ KÖF/KIF transzformátor állomást
- A kábelvonal még további 3 KÖF/KIF transzformátor állomást lát el

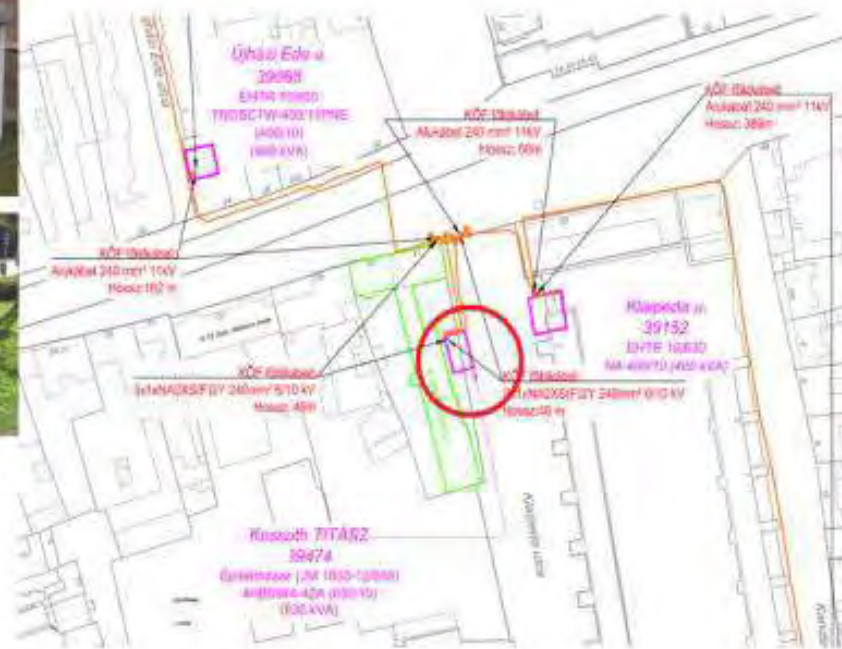


Fejlesztések az elosztóhálózaton

- Hálózatszámításhoz fogyasztói terhelésekkel és profilokkal pontosított NEPLAN modell elkészítése
- Új smart mérők felszerelése kis- és középvezetésekre



KIF mérés, Kossuth u.



KÖF, Klaipeda

Köszönjük a figyelmet!

A bemutatott eredmények a **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City** projekt keretében érhetőek el, amelyet az Európai Unió társfinanszíroz az Európai Regionális Fejlesztési Alapból és az IPA alapokból az Interreg Danube Transnational Programme keretében.

3SMART projekt weboldala

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

Felelősségi nyilatkozat

A bemutató tartalma a szerzők egyéni véleménye alapján készült és nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió hivatalos álláspontját.

3Smart eszközök elosztóhálózat oldali részletes bemutatása

Sánta Kata, Hornyák Gábor

E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt.

kata.santa@eon-hungaria.com

3Smart magyarországi pilot eredményei

2019. szeptember 5.



Ezt a projektet az Európai Unió alapjai (ERFA, IPA) társ-finanszírozták.

Kihívások

- **Tiszta energia csomag („Tiszta energia minden európainak”)**
 - A végfelhasználót helyezték az energiarendszer átalakításának középpontjába
 - A hatékonyságra, a megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére, a piaci részvétel felhatalmazására / megkönnyítésére stb. vonatkozó követelmények
 - Közlekedés villamosítása, fűtés villamosítása...
- **Az átalakulás jelentős terheit az elosztóhálózat fogja viselni**
 - Fontos változások történnek a fogyasztás helyén!
 - Az elosztóhálózat átalakításának műszaki lehetőségei, korlátai?
 - Az új eszközök (például a 3Smart modul) fejlesztése révén alacsony CO₂-kibocsátású megoldások támogatásával teszi lehetővé a DSO az átmenetet (flexibilitás kihasználása a fogyasztói oldalon)
 - Az elosztóhálózat hatékony tervezése és irányítása - alacsonyabb költségek a végfelhasználók számára

Elosztóhálózat – Smart Grid?

- **Jelenleg (még mindig): Radiális hálózati struktúra**
 - Központi energiatermelés, sok elágazás és csomópont
 - Hálózati veszteség
 - Meddő teljesítmény nem elhanyagolható
- **Hogyan látja az elosztóhálózat ma az új fogyasztókat / termelőket?**
 - Passzív új terhelés → Hálózat megerősítésének szükségessége!
 - Elosztott termelés → Feszültségproblémák (különösen PV), szűk keresztmetszetek (kapacitásnövelés), ellátásbiztonság (új, vonalak)
 - Mi lesz, ha az elektromos járművek gyorstöltése új problémákat vet fel?
- **Aktív elosztóhálózat-menedzsment - Mit jelent ez?**

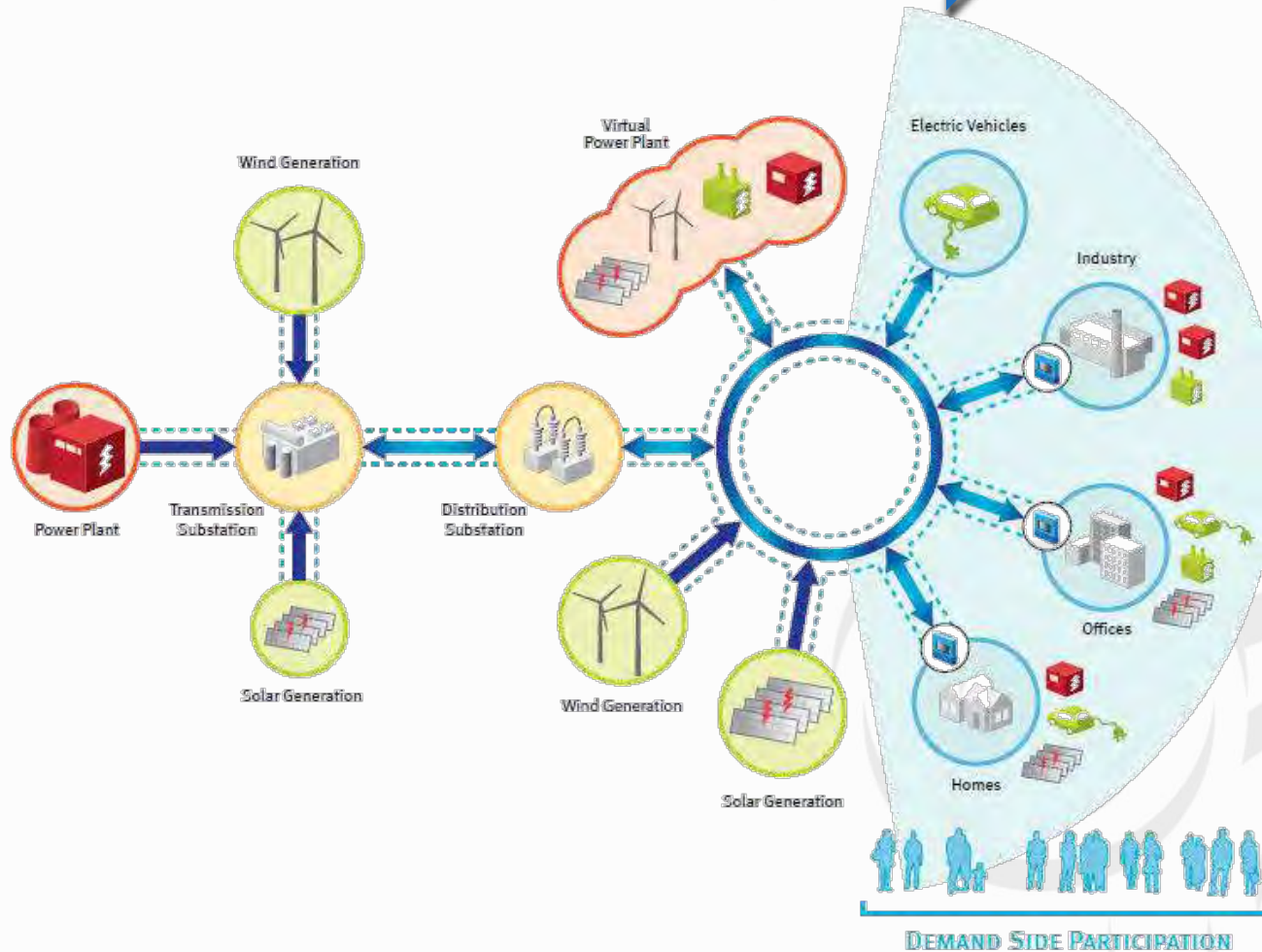
Hogyan változik a hálózat

Passzív



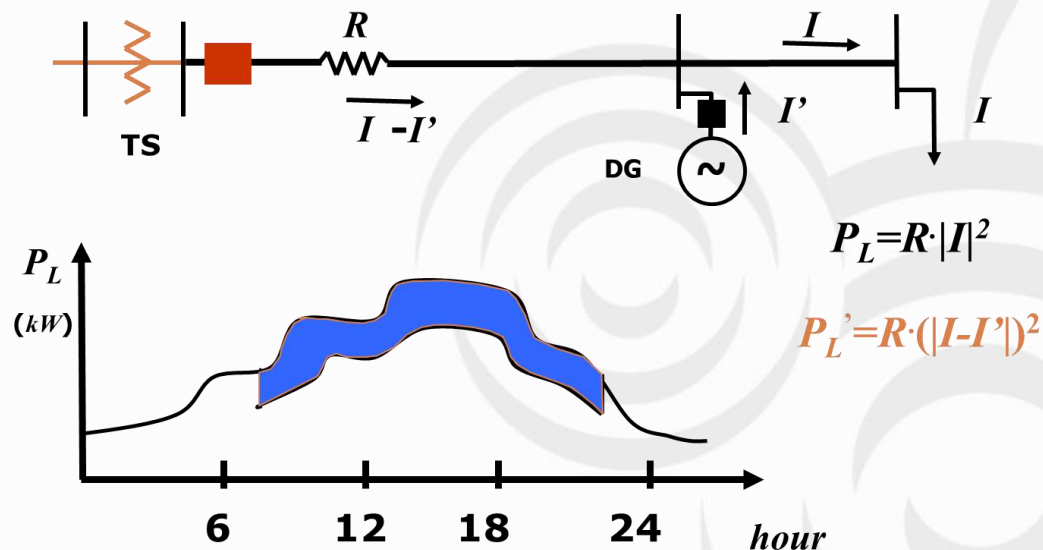
Aktív

Az energiaáramlás és a kommunikáció is kétirányúvá válik



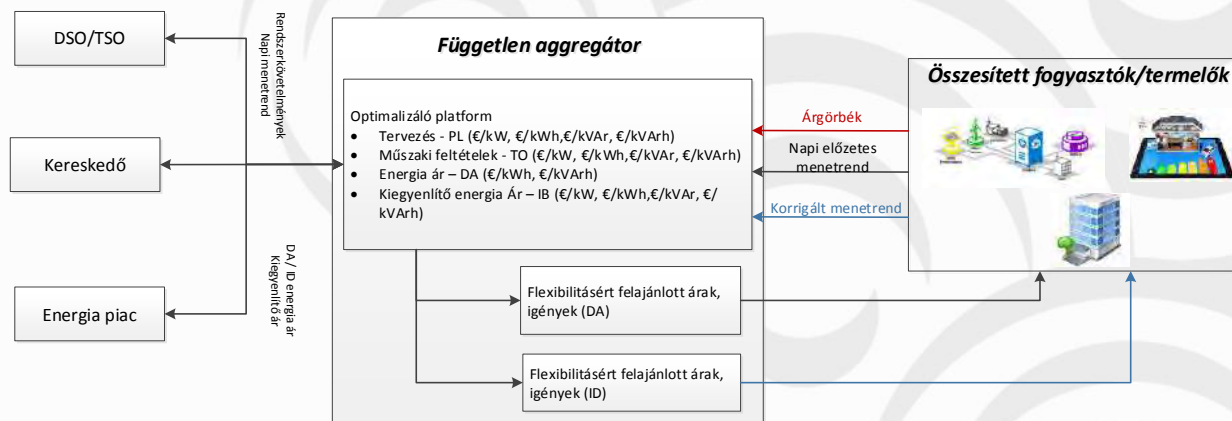
Összehangolt irányítás

- Mi a fejlett elosztóhálózat-menedzsment célja?
 - Optimális esetben a DSO, az ügyfél és a piaci szolgáltató mind profitál belőle
 - Épület – hálózat – piac koordináció
 - Az elosztott ügyfelek rugalmassági szolgáltatásokat nyújtanak a rendszerüzemeltetők számára



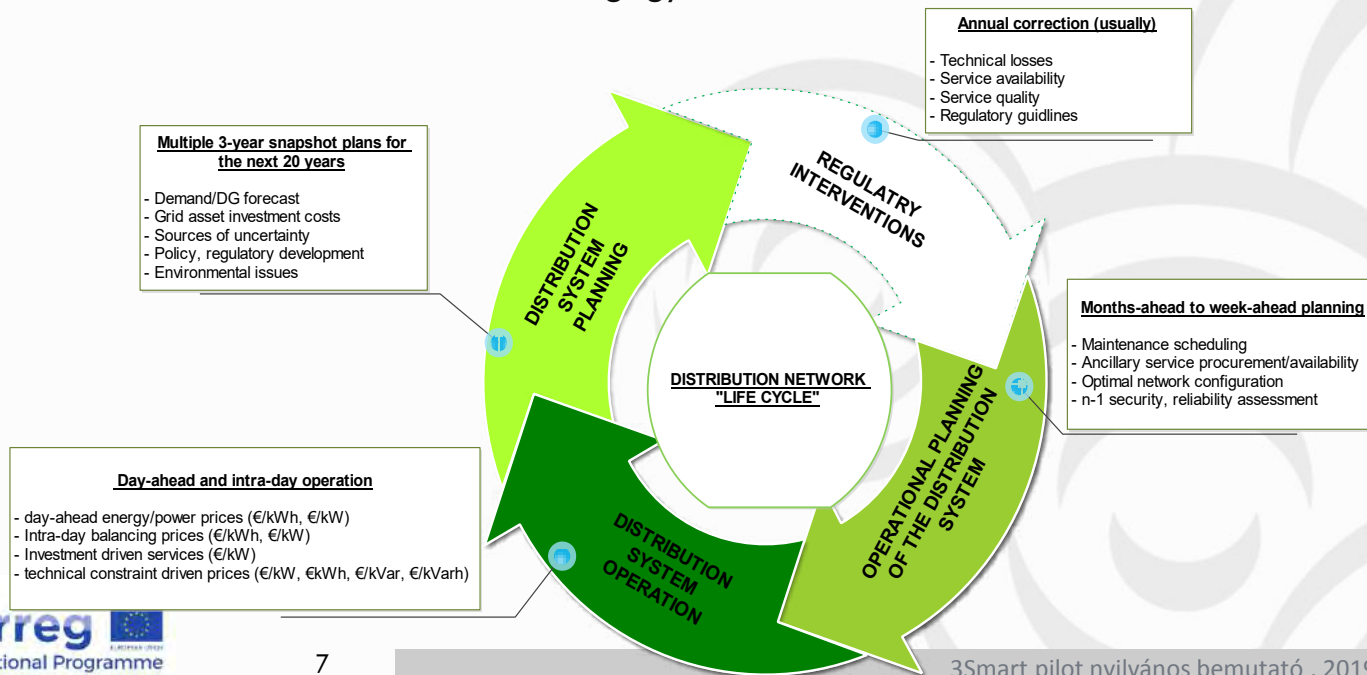
„Korszerű” DSO

- DSO:
 - Biztosítani kell az ellátásminőségi paramétereket és az üzembiztonságot
 - Függetlennek kell maradnia
- Kihívás:
 - Kommunikáció az energiapiac új résztvevőivel - Hogyan? Mikor? Kivel?
 - Milyen rugalmassági szolgáltatásokra van szüksége a DSO-nak? Mikor?
 - Milyen elosztott rugalmassági szolgáltatások nyújthatók?
 - Hogyan lehet ezekre szerződni, megvásárolni őket?
 - Milyen „jeleket” küldenek a rugalmas ügyfeleknek a szolgáltatásnyújtás ösztönzésére?
- Aggregátor, új szereplő a villamosenergia-rendszerben



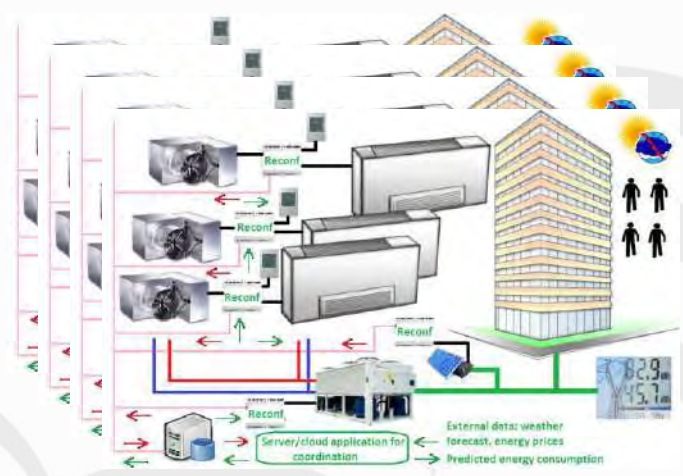
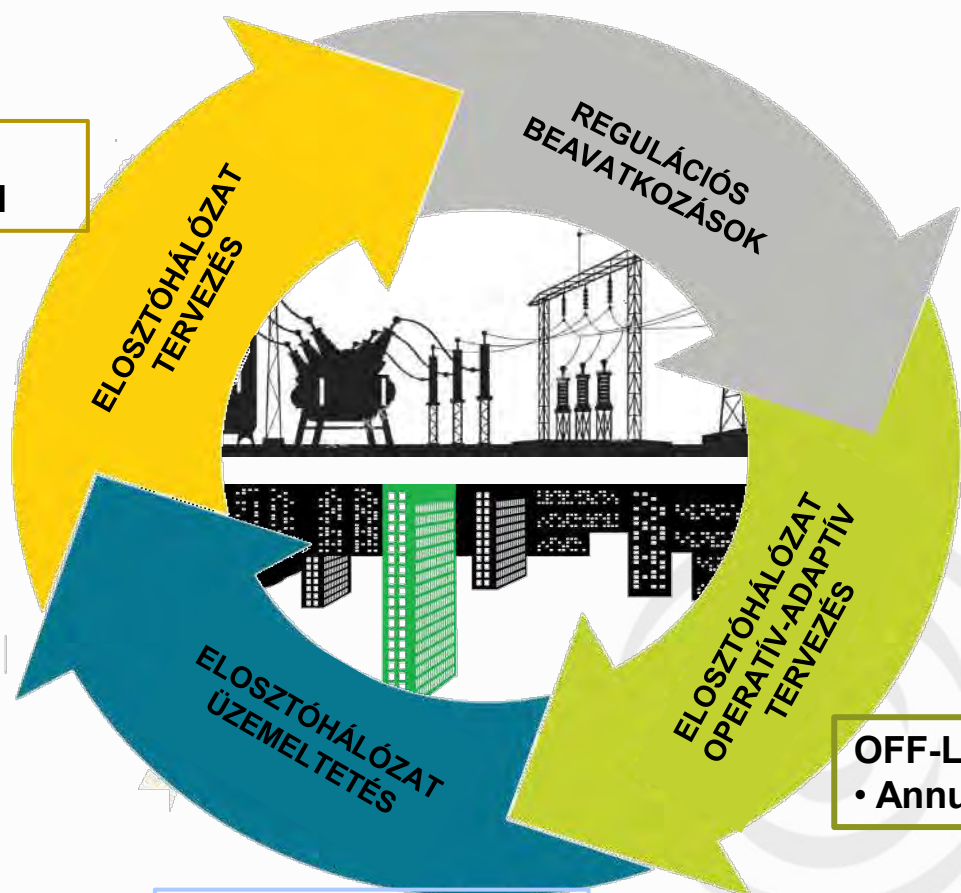
Több szereplő számára jelentkező előnyök

- Előnyök:
 - Végfelhasználók - nagyobb nyereség, alacsonyabb fogyasztás,
 - Üzemeltető - kisebb hálózati veszteségek, feszültségprofil simítása ...,
 - Rendszerszintű - kevesebb tartalék szükséges, alacsonyabb CO₂-kibocsátás
- Az elosztóhálózat hatékonyabb tervezése
- A CAPEX és az OPEX „felcserélése”?
 - A különböző idősíki tevékenységek szükségszerű összehangolása → Kihívás az elosztóhálózati "életciklus" minden szakaszának megfigyelése és elemzése

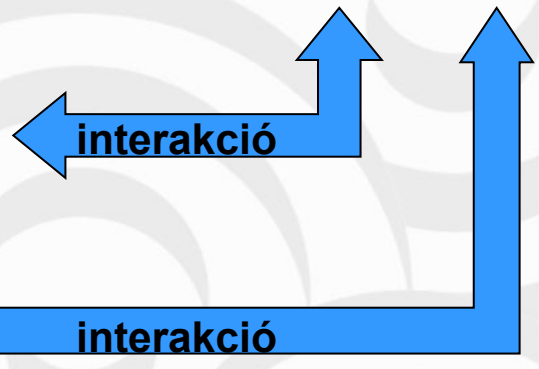


Elosztóhálózat oldali 3Smart eszközök

OFF-LINE
• Multiannual



OFF-LINE
• Annual



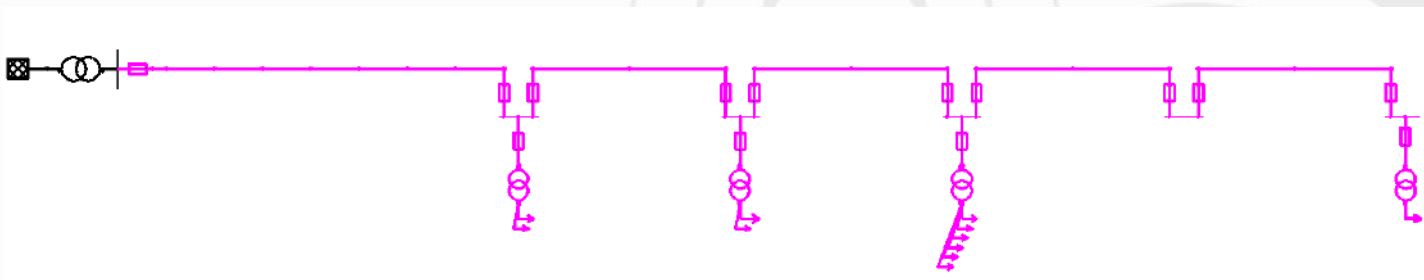
ON-LINE
• Day-ahead
• Intra-day

3Smart elosztóhálózati modulok

- Hálózati modul fejlesztése
 - Több adatforrás integrálása a 3Smart hálózat oldali modulokba
 - Alábbi információk lettek integrálva:
 - Vonatkozó hálózati topológia,
 - Vonatkozó hálózati műszaki adatok,
 - Vonatkozó hálózatról ellátott távleolvasott és profilos ügyfelek adatai,
 - Jelenlegi és korábbi terhelési adatok.
 - Hálózatszimulációs modell
- Hosszú távú modulok az elosztóhálózat éves és többéves tervezési eljárásának leképezéséhez,
- Rövid távú modulok a közel valós idejű hálózatüzemeltetés kiszolgálásához

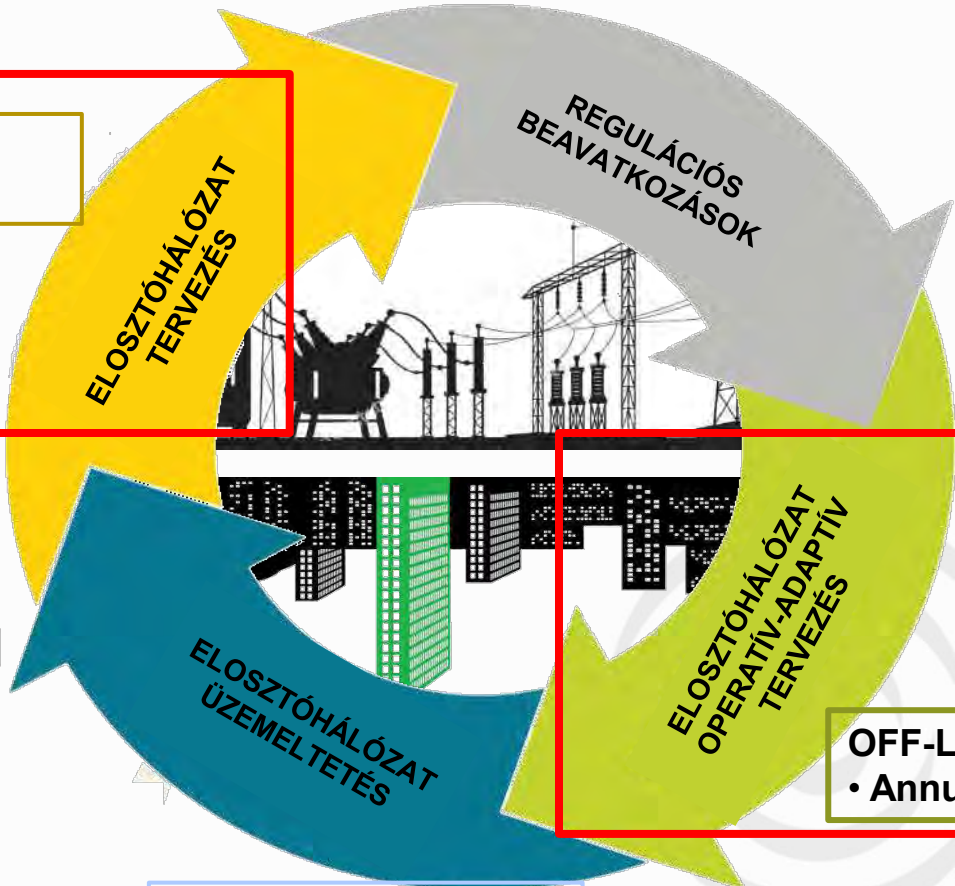
3Smart elosztóhálózati modulok - EON

- Az EON nyilvántartási rendszere tartalmazza a modellezéshez szükséges topológiai és műszaki paramétereket
- A modellezéshez felhasználásra került mind a távleolvasott fogyasztók, mind a profilos ügyfelek 15 perces profilja (fejlett profilstruktúra az EON-ban, ami a tervezés pontosságát segíti)
- NEPLAN hálózatmodellező szoftver szolgált a részletes modell felépítéséhez, amely illesztésre került a 3Smart hálózatos modulhoz
- Aktív részvétel a hosszú és a rövid távú modulok koncepciójának kidolgozásában és fejlesztésében



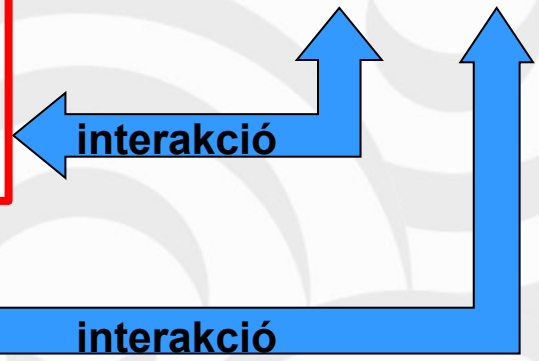
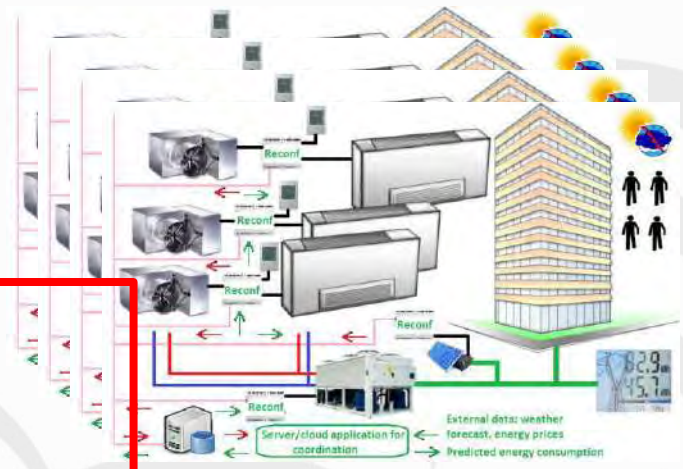
3Smart Long term modulok

OFF-LINE
• Multiannual



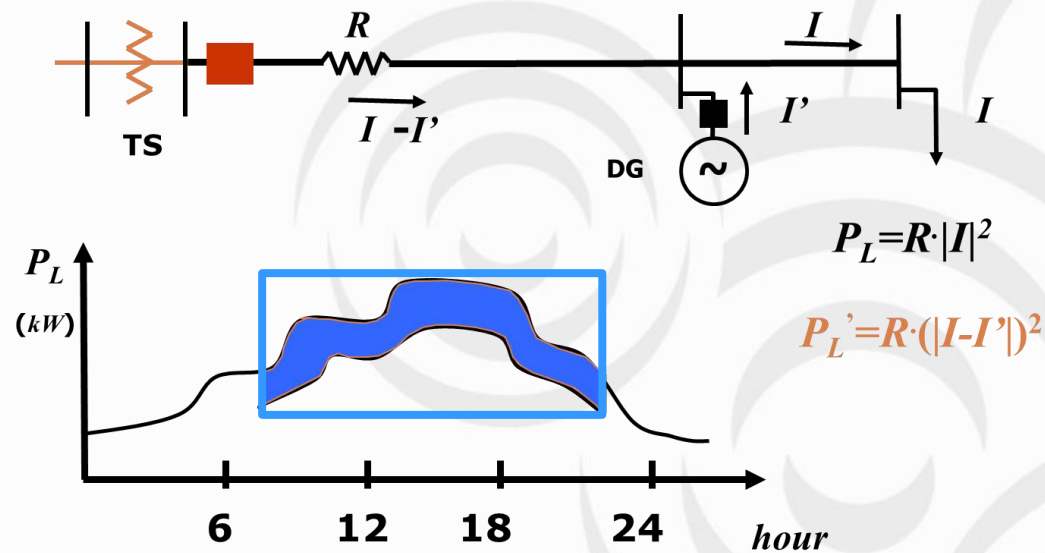
OFF-LINE
• Annual

ON-LINE
• Day-ahead
• Intra-day



3Smart Long term modulok

- Az alapötlet:
 - Harmadik felek (elosztott energiatermelők és épületek) rugalmasságának felhasználása az elosztóhálózat üzemeltetés optimalizálása érdekében,
 - Az elhalasztott hálózati beruházás költségéből levezetett felhasználható éves pénzösszeg az alapja a fogyasztói ösztönzésnek (gazdasági és műszaki modell)

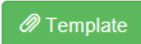













3Smart Long term modulok

- Két modul:
 - Multiannual: meghatározza a rezervációs és aktivációs árakat az elosztóhálózati elkerült (a terheléseltolás miatt elhalasztott) beruházásokból levezetve
 - Annual: meghatározza a hálózat számára szükséges flexibilitás „időablakokat” (értékekkel, időtartamokkal) a teljes szerződéses időintervallumra (pl.: 1 év) a szimulációs modell (NEPLAN) és algoritmusok (VBA kód) segítségével
 - Szenárió alapú számítások

3Smart LT Annual és Multiannual modulok

- Egy workflow felületen az elosztó és a fogyasztó megegyezik és szerződést köt a rugalmasság igénybevételének lehetőségéről:

Step	Activity	Link	Status
1	[DSO staff] is calculating flexibility needs, prices, penalty and quality of service by using "3Smart_LT module_v1.xlsm"	 Template	
2	[DSO staff] is importing the results of "3Smart_LT module_v1.xlsm"	 Import DSO Flex Table	
3	[Building EMS Microgrid module] is fetching data from LT database		
4	[Building EMS Microgrid module] is calculating flexibility offer		
5	[DSO LT module] is fetching data from Microgrid database	 Building Flexibility	
6	[DSO LT module] is generating file from Building Flexibility table	 Building Flexibility	
7	[DSO staff] is preparing contract in "3Smart_LT module_v1.xlsm"		
8	[DSO staff] is importing the prepared contract from "3Smart_LT module_v1.xlsm"	 Import Contract	

3Smart LT Annual és Multiannual modulok

1. Az elosztó:

- Meghatározza a flexibilitási igényét és a minőségi kritériumokat
- Kiszámolja az árat az igénybevételhez és a nem teljesítéshez
- A számításhoz használt bemeneti adatok:
 - Elosztóhálózat műszaki korlátai,
 - Terhelési profilok a jellemző napokra (scenáriók),
 - Szükséges fejlesztési költségek, pénzügyi paraméterek,
 - Szerződéstől való eltérés esetén a büntetési tételek aránya
- Az eredményeket a web applikáción közzéteszi

Step	Activity	Link	Status
1	[DSO staff] is calculating flexibility needs, prices, penalty and quality of service by using "3Smart_LT module_v1.xlsx"	Template	?
2	[DSO staff] is importing the results of "3Smart_LT module_v1.xlsx"	Import DSO Flex Table	?

3Smart LT Annual és Multiannual modulok

3Smart LT Home Add user Maintain users Logout Default Admin

Month	Type of day	Flexibility requirement [kW]	Time interval start	Time interval length [h]	Flexibility requirement [kWh]	Pcs of type of days	Created at
2019-12	WEEKDAYS	-11.38	11:30	3.5	-39.83	20	2019-06-26 08:45:41.830469+02:00
2019-08	WEEKDAYS	-73.63	14:30	0.5	-36.815	20	2019-06-26 08:45:41.830469+02:00
2019-08	WEEKDAYS	-73.63	13:00	0.5	-36.815	20	2019-06-26 08:45:41.830469+02:00
2019-08	WEEKDAYS	-23.22	11:30	0.25	-5.805	20	2019-06-26 08:45:41.830469+02:00
2019-08	WEEKDAYS	-23.22	10:30	0.5	-11.61	20	2019-06-26 08:45:41.830469+02:00
2019-07	WEEKDAYS	-73.63	14:30	0.5	-36.815	23	2019-06-26 08:45:41.830469+02:00
2019-07	WEEKDAYS	-73.63	13:00	0.5	-36.815	23	2019-06-26 08:45:41.830469+02:00
7	[DSO staff] is preparing contract in "3Smart_LT module_v1.xlsm"						?
8	[DSO staff] is importing the prepared contract from "3Smart_LT module_v1.xlsm"						?

Import Contract

3Smart LT Annual és Multiannual modulok

2. Az épület:

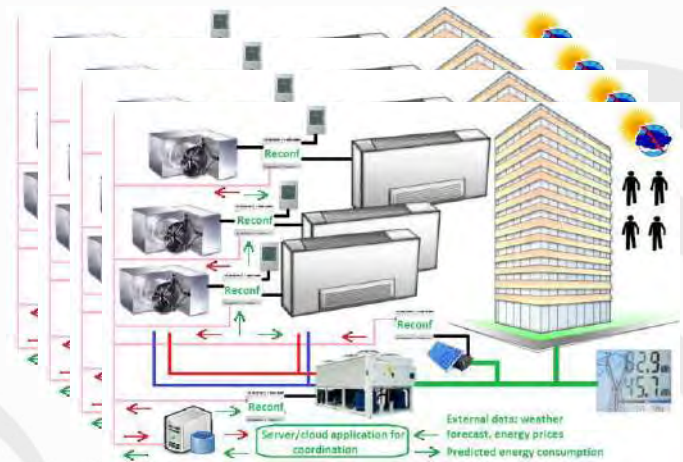
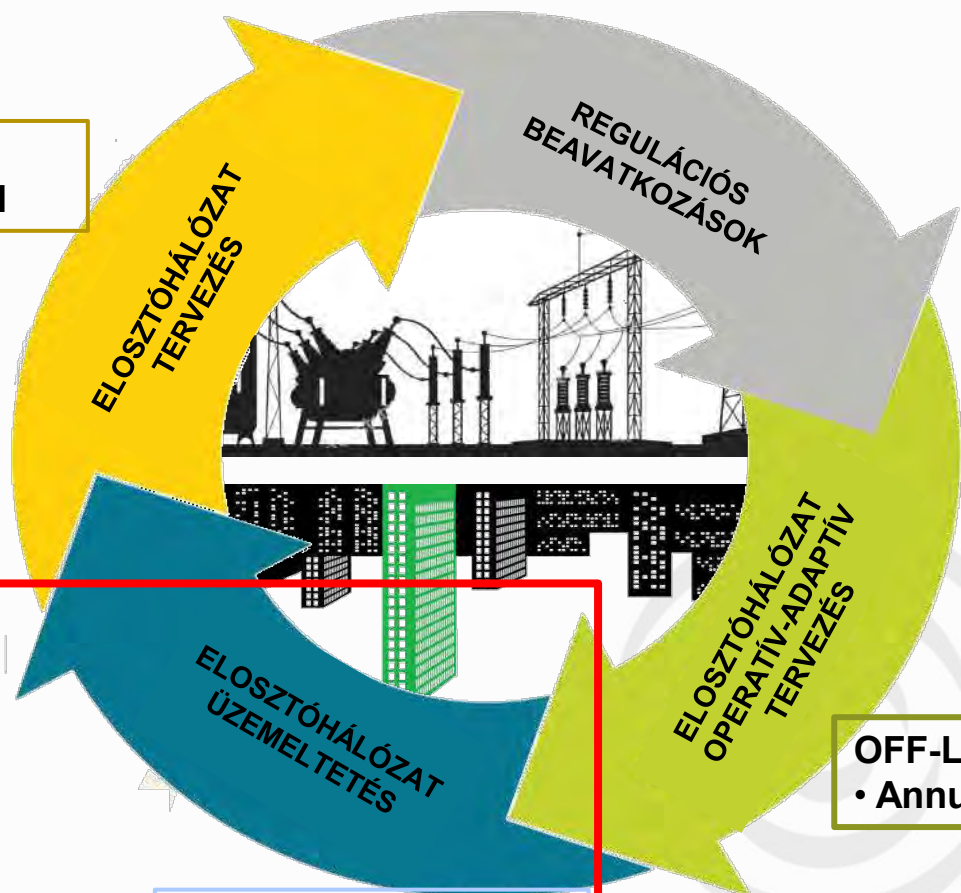
- Kiolvassa a DSO flexibilitás igényét és árajánlatát az adatbázisból
- Optimalizál - MPC modul kiszámolja a felajánlható flexibilitás kapacitást

3. Az elosztó: elfogadja vagy elutasítja az épület ajánlatát

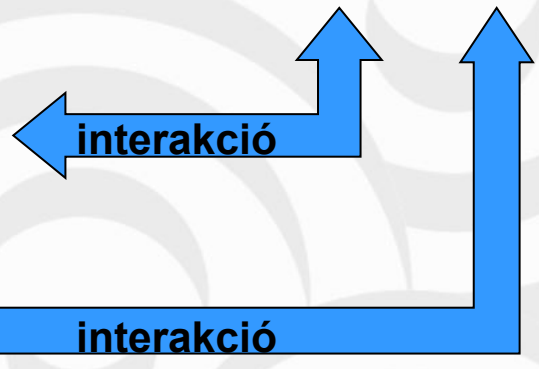
3	[Building EMS Microgrid module] is fetching data from LT database		✓
4	[Building EMS Microgrid module] is calculating flexibility offer		✓
5	[DSO LT module] is fetching data from Microgrid database		✓
6	[DSO LT module] is generating file from Building Flexibility table		✓ 
7	[DSO staff] is preparing contract in "3Smart_LT module_v1.xlsm"		✓
8	[DSO staff] is importing the prepared contract from "3Smart_LT module_v1.xlsm"		✓ 

3Smart Short term modulok

OFF-LINE
• Multiannual



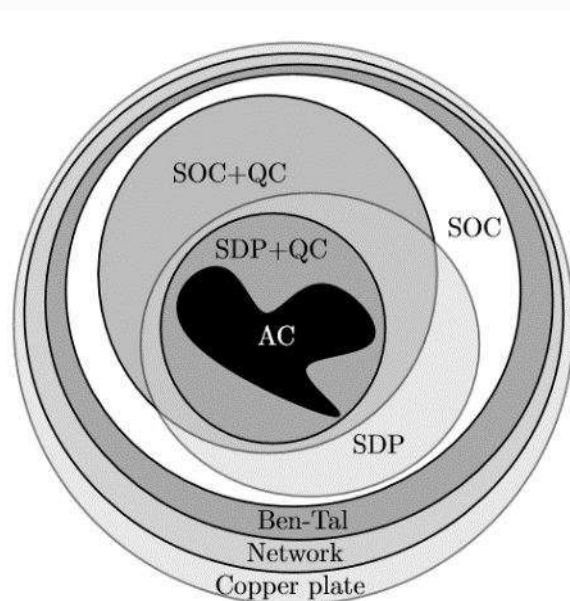
OFF-LINE
• Annual



ON-LINE
• Day-ahead
• Intra-day

3Smart ST Day-ahead modul

- Következő napi üzemeltetést segítő modul, ahol az elosztóhálózat üzemeltetője dönt a szerződött rugalmasság igénybevételéről:
 - A Multiannual modultól megkapja az alkalmazható flexibilitás jellemzőit (érték, időablak) és ezt használja a következő 24 órára történő optimalizáció során
 - Összetett matematikai számításokon alapul, ami garantálja a globális optimumot



3Smart ST Day-ahead modul

- Bemeneti adatok:

- Hálózati információk
- Fogyasztási előrejelzések
- Multiannual szerződések
- Épület menetrendje a következő napra

A
következő
napra

Megelőző napon
3.00 PM (UTC)

a Day-ahead modul lefut

- Eredmény:

- Hálózati feszültség- és terhelésviszonyok
- Aktiválható épület flexibilitási profil

Optimális hálózati állapot

- Költség minimalizálása
- Hálózati műszaki param.
- Flexibilitási pontok

3Smart ST Day-ahead modul

3Smart App

Long-term planning

AC OPF Analysis

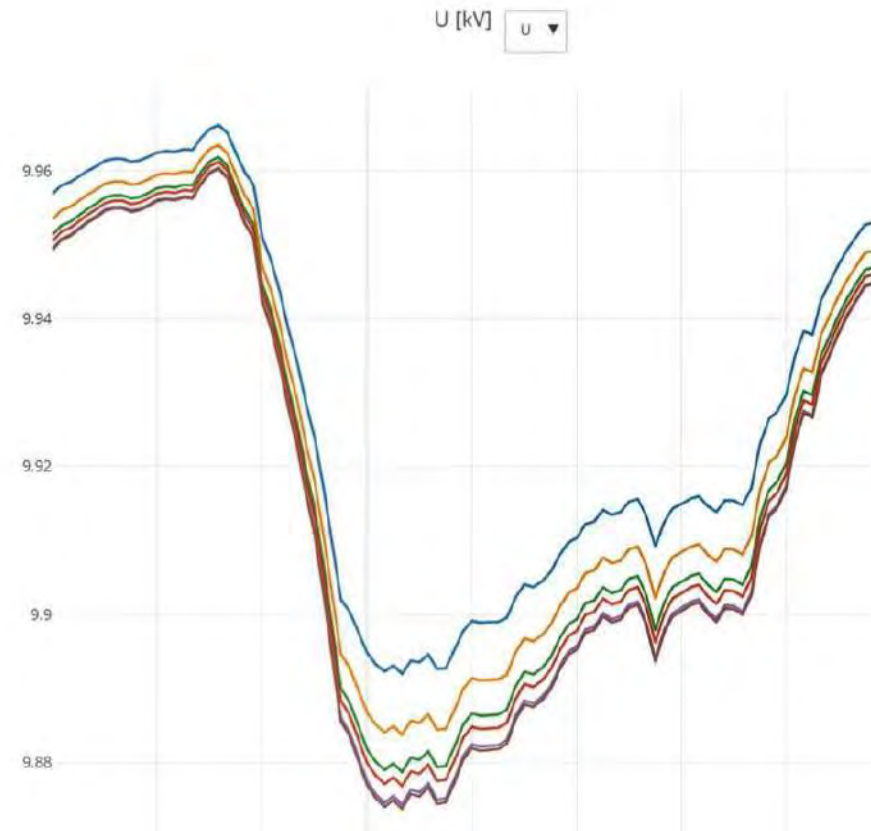
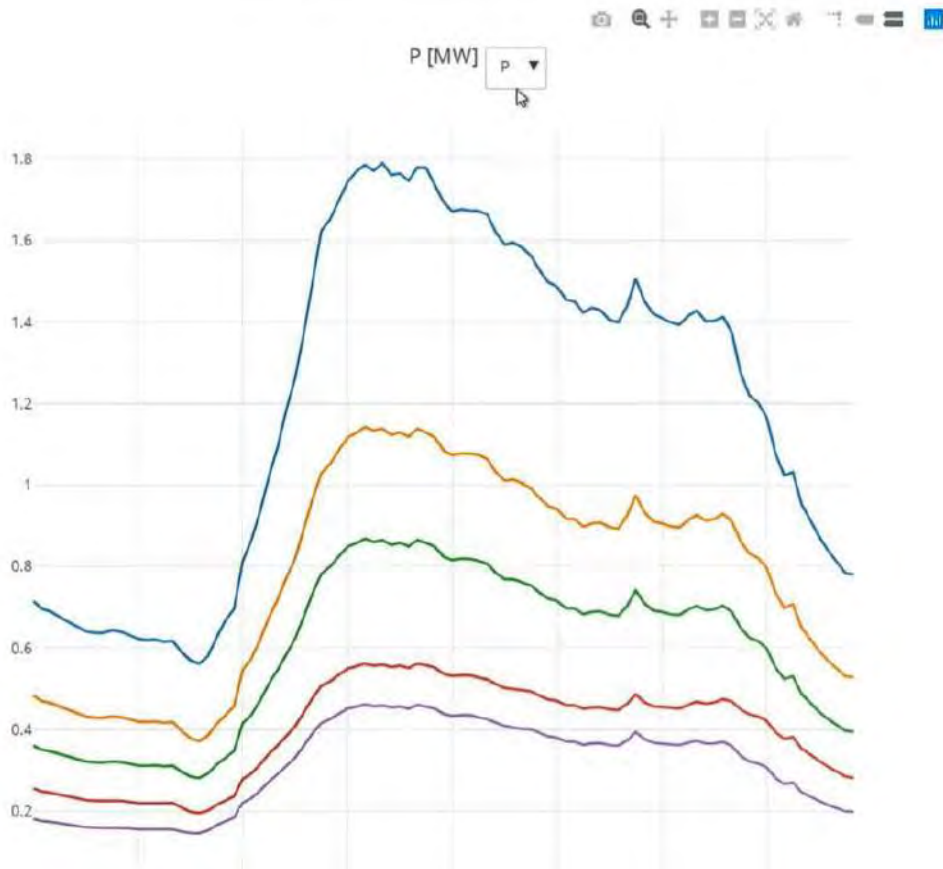
Intraday Operation

Report

Add user

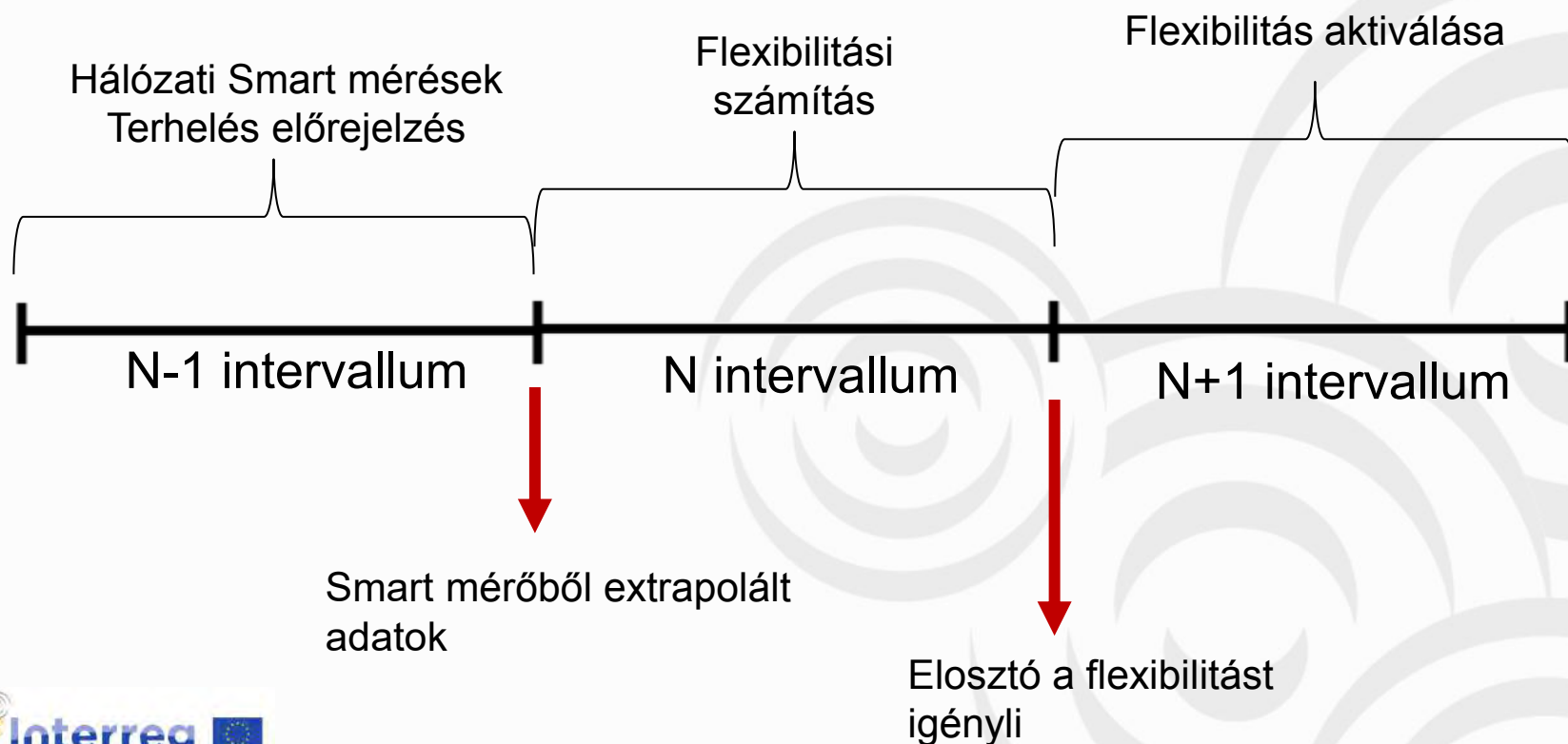
Maintain users

Logout

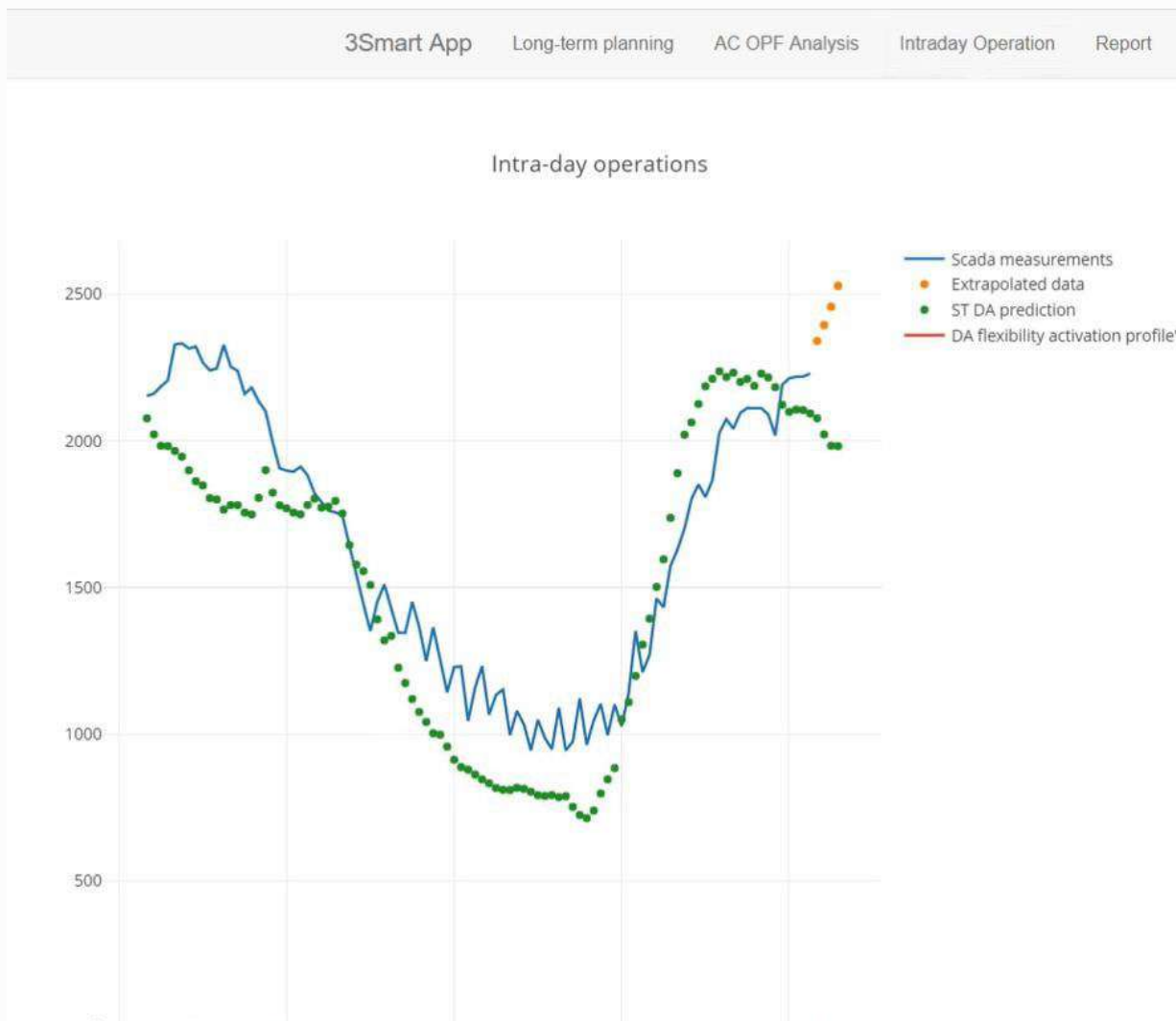


3Smart ST Intra-day modul

- (Közel) valós idejű működés,
 - Új információk, napi előrejelzés korrekciója a hálózati mérésnek köszönhetően
 - Pontosabban aktiválja a kért flexibilitás profilt

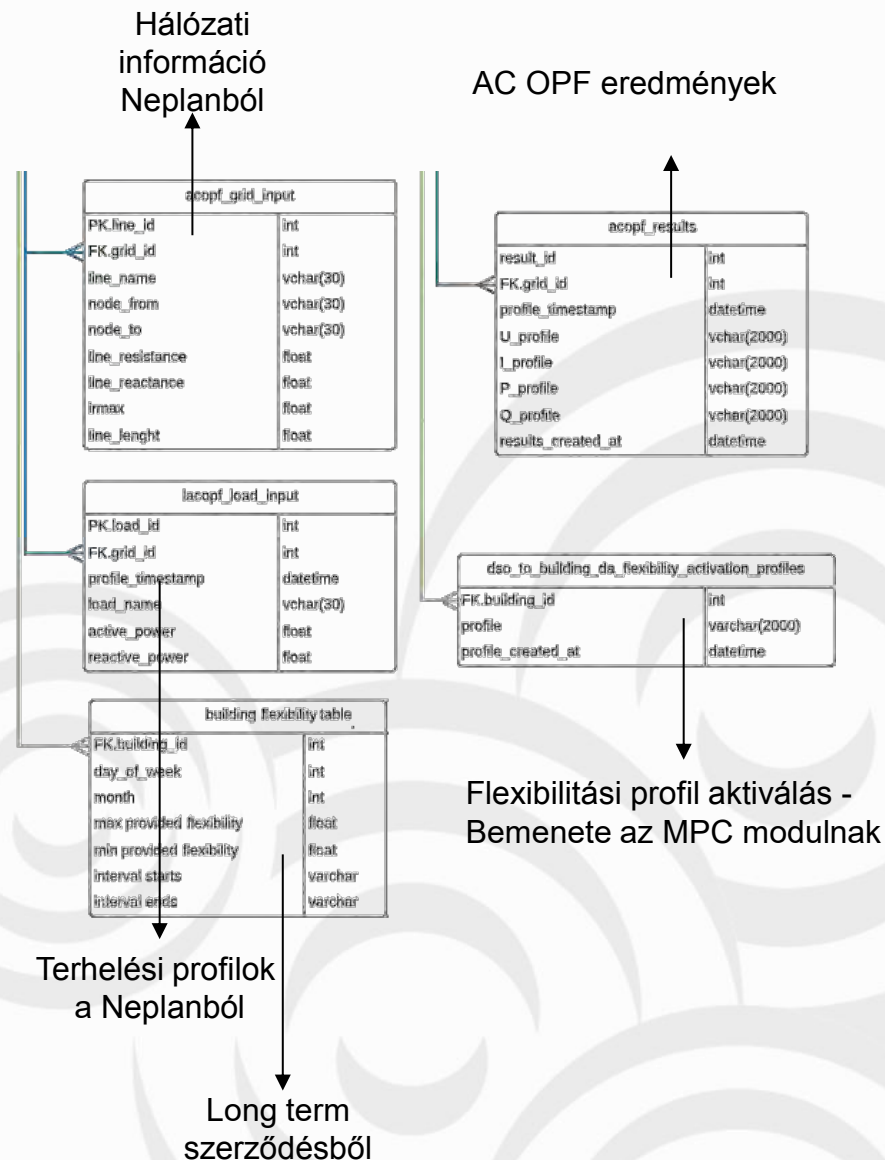


3Smart ST Intra-day modul

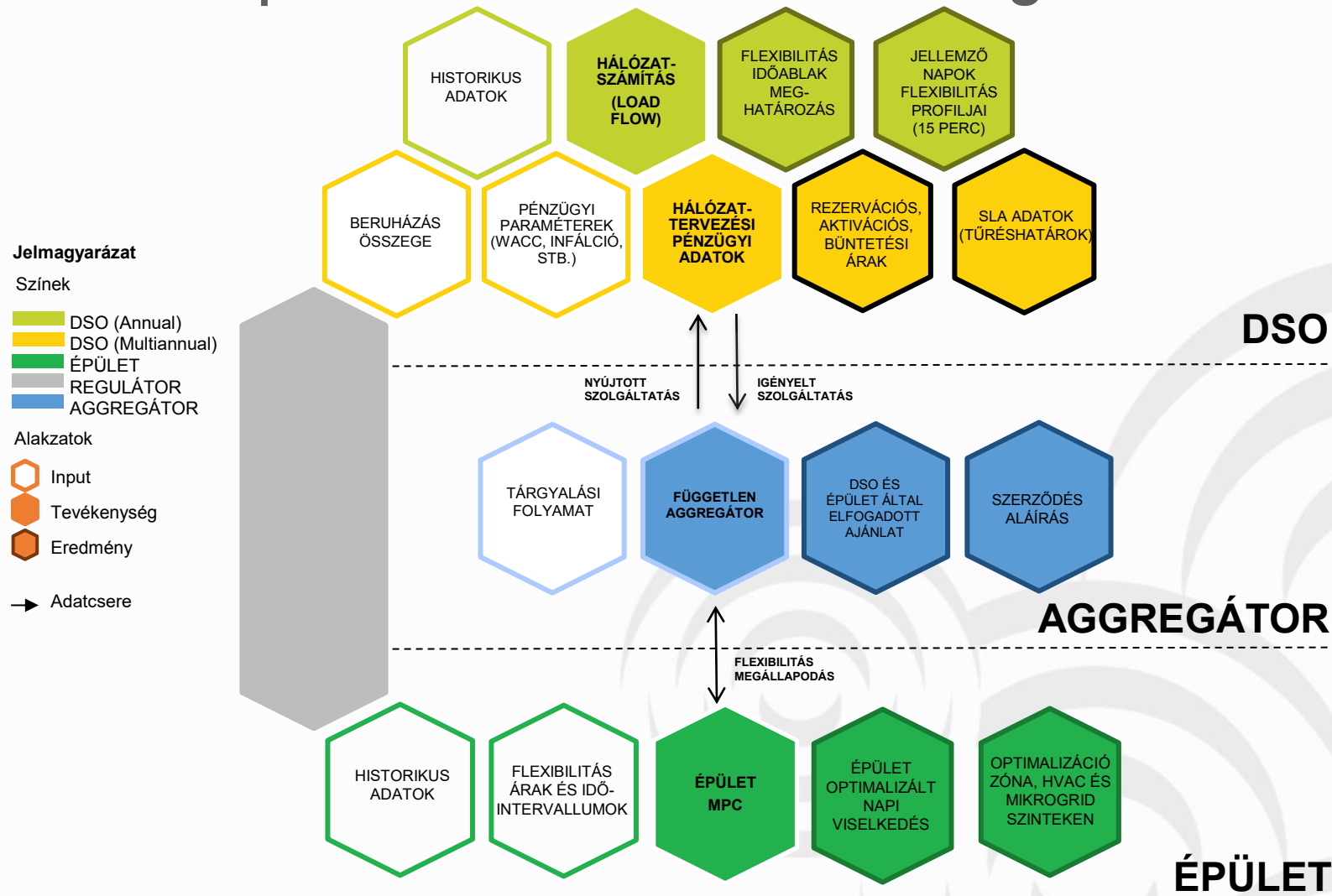


3Smart Short term kommunikáció és adatáramlás

- Bemeneti adatok
 - Neplan modell / mérések
 - Lekötött flexibilitás (LT szerződés)
- Kimeneti adatok – modul eredmények
 - Hálózati paraméterek (U, I, P, Q)
 - Igényelt flexibilitási profil
- Az épület és a hálózat oldali modulok egy adatbázison belül kommunikálnak egymással



Hálózat-Épület interakció 3Smart Long term

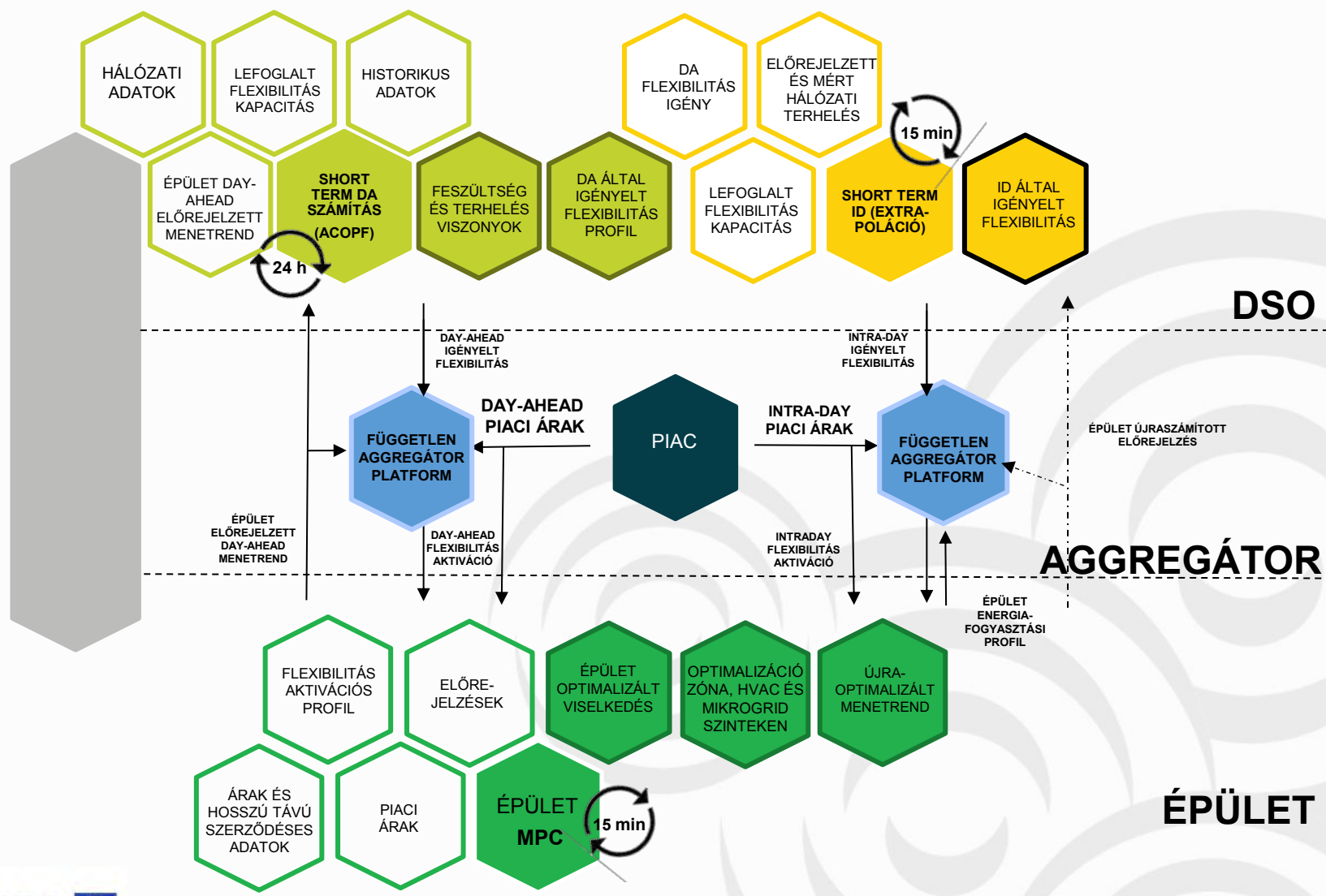


Hálózat-Épület interakció 3Smart Short term

Jelmagyarázat

- Színek**
- DSO (Intra-day)
 - DSO (Day-ahead)
 - PIAC
 - ÉPÜLET
 - REGULÁTOR
 - AGGREGÁTOR

- Alakzatok**
- Input
 - Tevékenység
 - Eredmény
 - Adatcsere
 - > Lehetséges adatcsere



Köszönjük a figyelmet!

A bemutatott eredmények a **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City** projekt keretében érhetőek el, amelyet az Európai Unió társfinanszíroz az Európai Regionális Fejlesztési Alapból és az IPA alapokból az Interreg Danube Transnational Programme keretében.

3SMART projekt weboldala

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

Felelősségi nyilatkozat

A bemutató tartalma a szerzők egyéni véleménye alapján készült és nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió hivatalos álláspontját.

A 3Smart koncepció bemutatása az EON épületegyüttesén: analízis, installáció, demonstráció

Rácz Árpád, Mucsi András

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar
University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing
University of Belgrade Faculty of Mechanical Engineering

racz.arpad@science.unideb.hu, mucsi.andras@science.unideb.hu

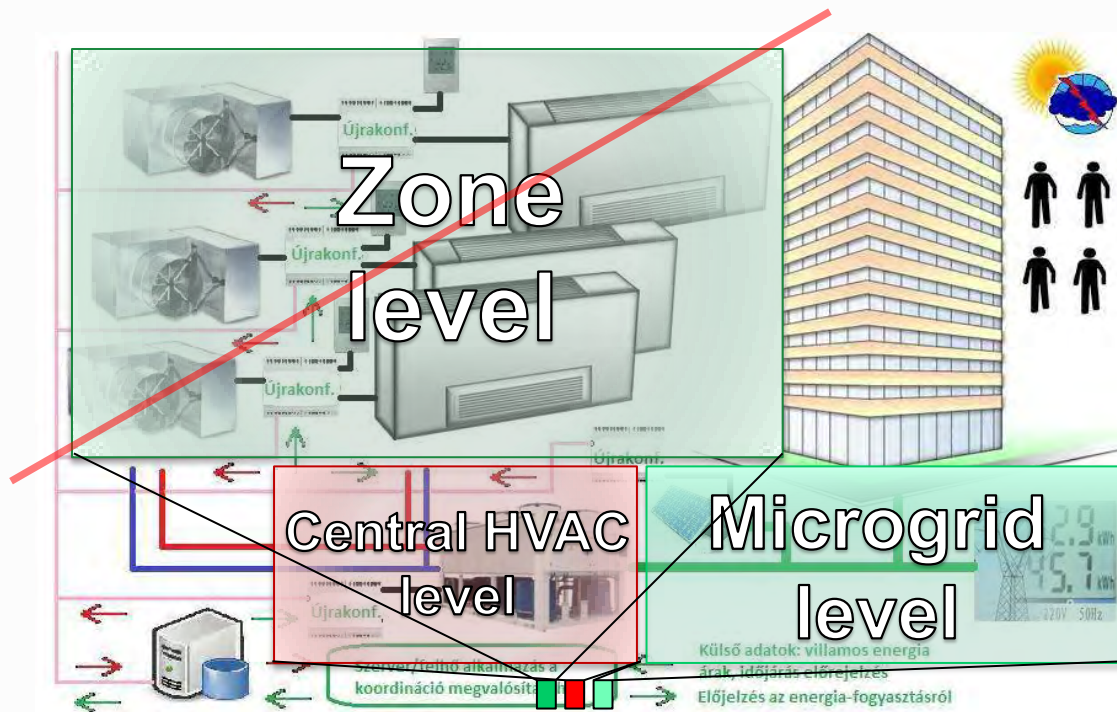
3Smart pilot projekt magyarországi nyilvános bemutatója

2019. szeptember 5.



Ezt a projektet az Európai Unió alapjai (ERFA, IPA) társ-finanszírozták.

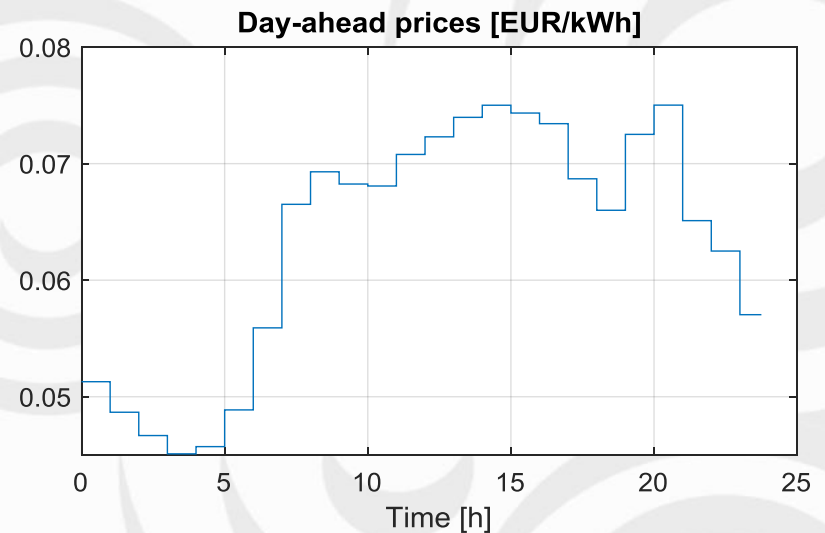
3Smart koncepció az E.ON épületen



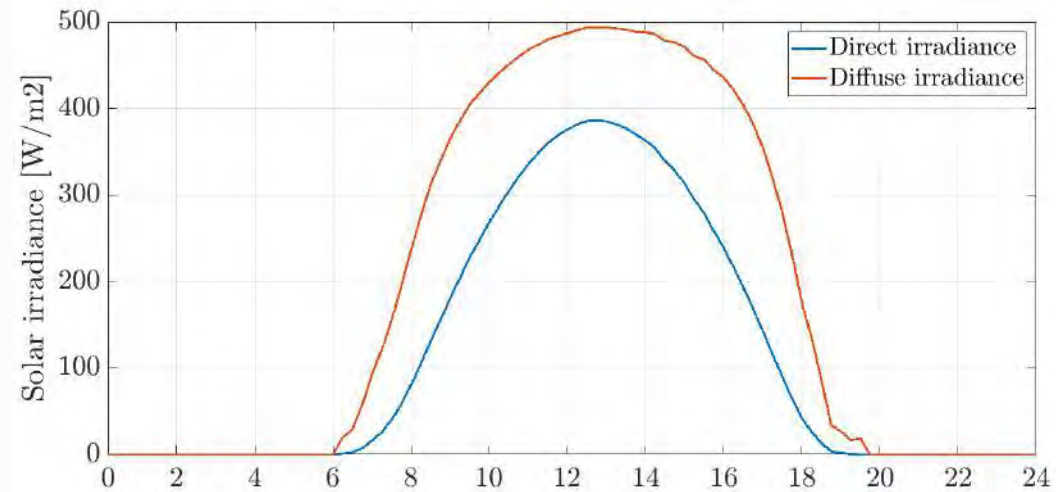
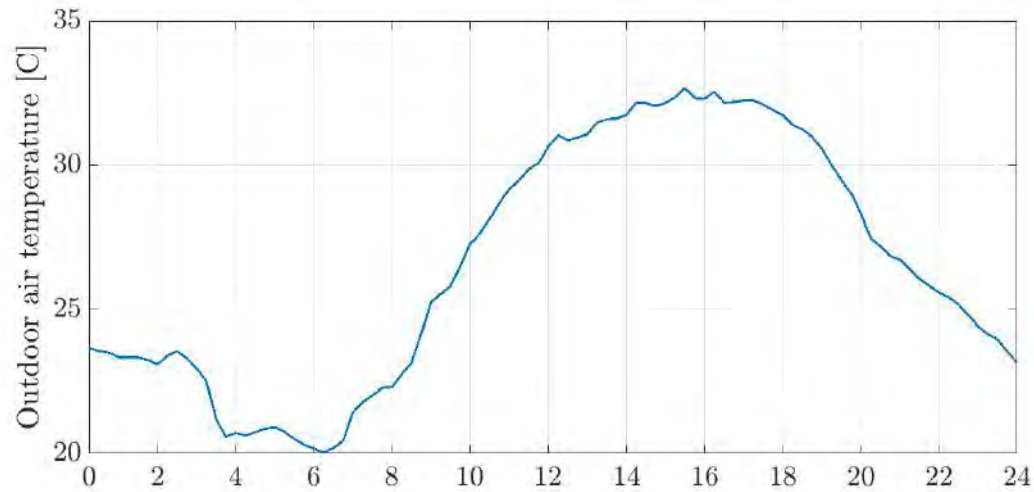
Off-line analízis

E.ON épületüzemeltetés analízise (1)

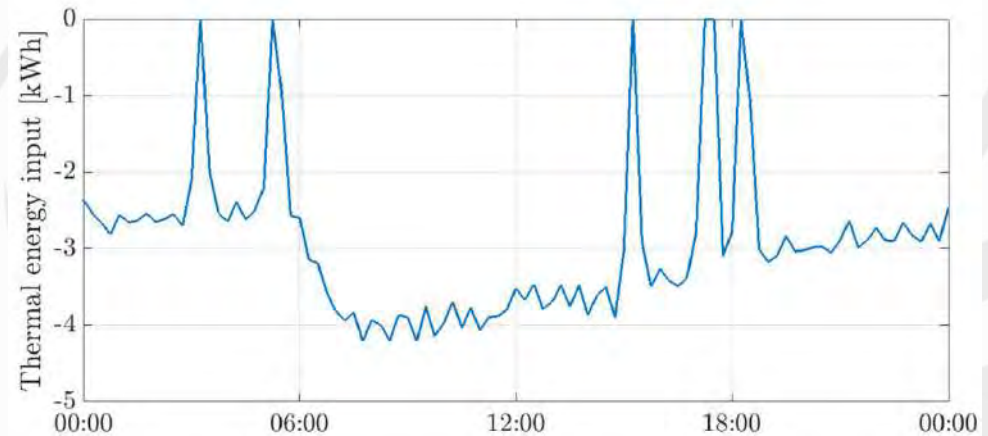
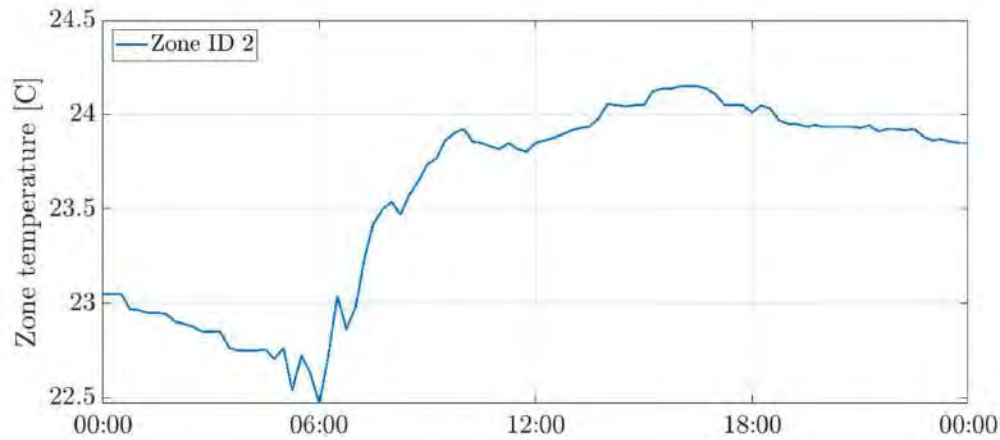
- Feltétel: augusztusi napsütéses munkanap
- Kérdések:
 - Mi az épület gazdasági szempontból optimális üzemeltetési módja?
 - Mikor és mennyi hűtési energiára van szükség?
 - Mikor és mennyire kell szabályozni a napelemes rendszereket?
 - Mikor és mennyit kell használni az elektromos fűtőtesteket az alagsori helységben?
 - Milyen ajánlott flexibilitással lesz az épület üzemeltetési költsége minimális?
 - Mennyivel jobb az optimalizált működés, mint az eddig megszokott?
- Flexibilitási intervallum:
 - 13.45 – 16.15
- Flexibilitási árak:
 - **lekötés: 0.03 EUR/kW/15 min**
 - aktiválás: 0.061 EUR/kWh
 - büntetés: 0.122 EUR/kWh



Időjárési adatok

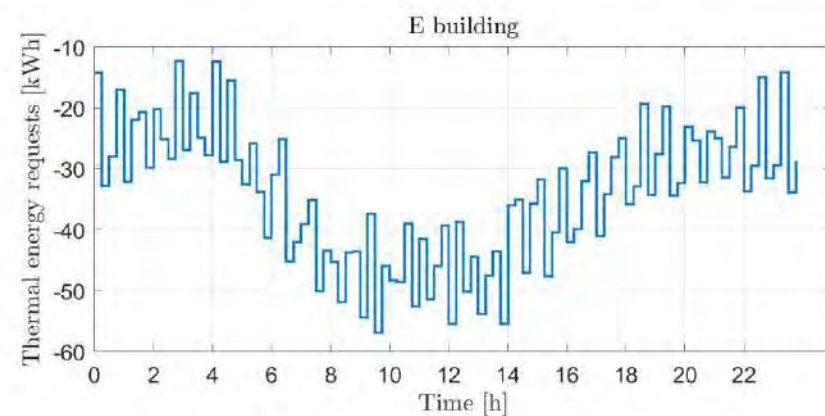
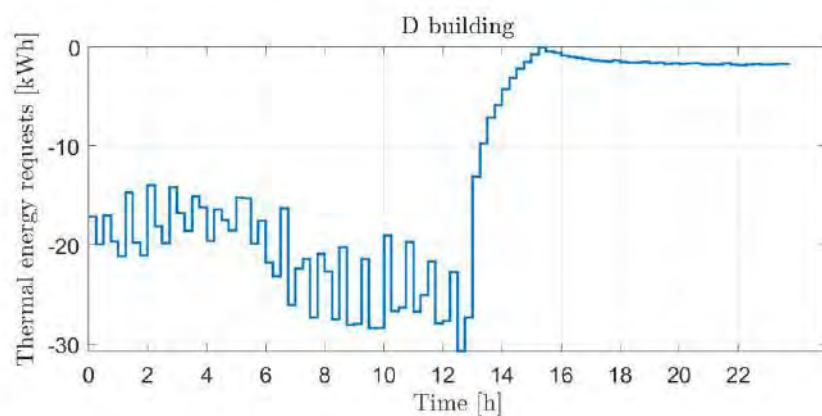
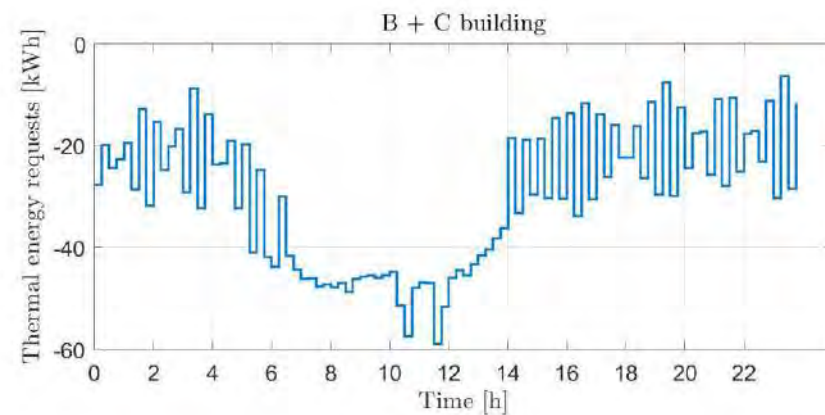
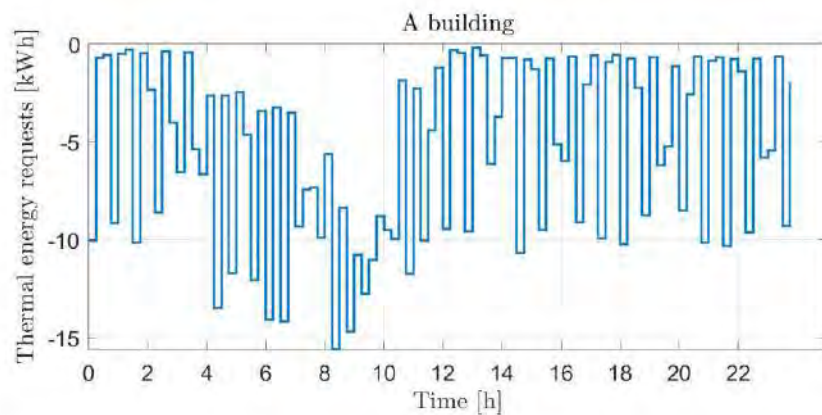


E.ON épületüzemeltetés analízise (1)



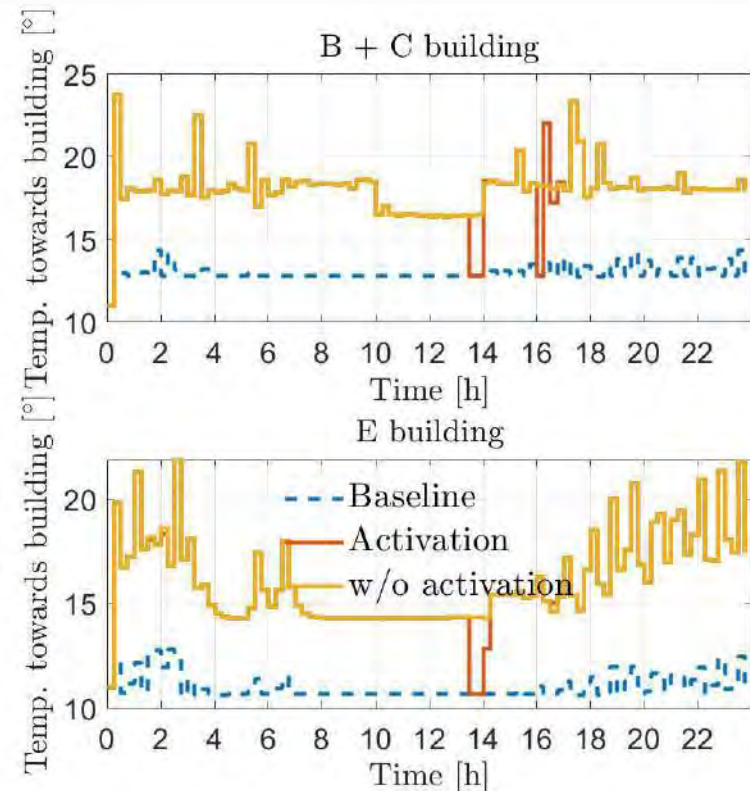
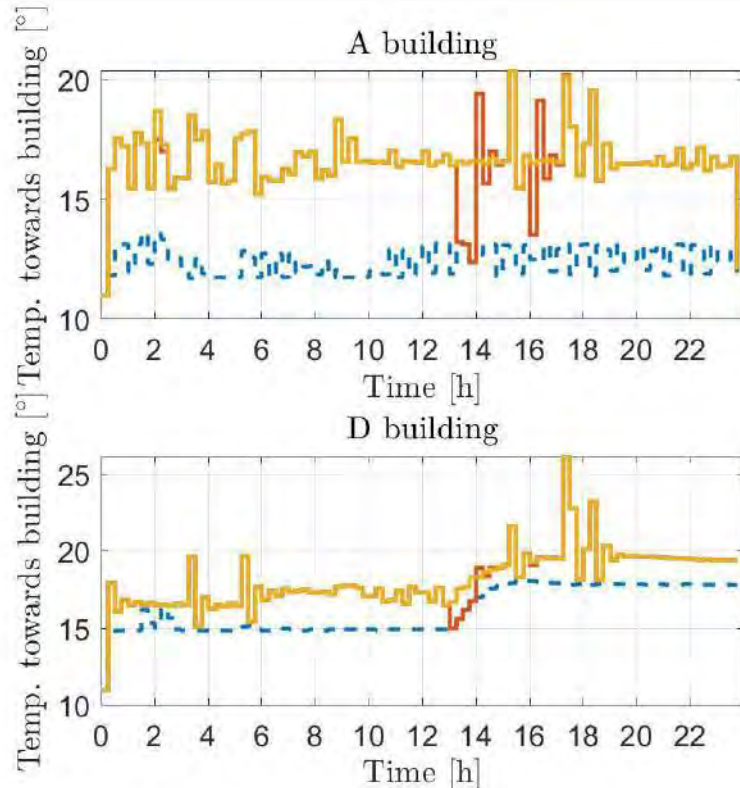
E.ON épületüzemeltetés analízise (2)

Termikus energiafogyasztás hőközpontként



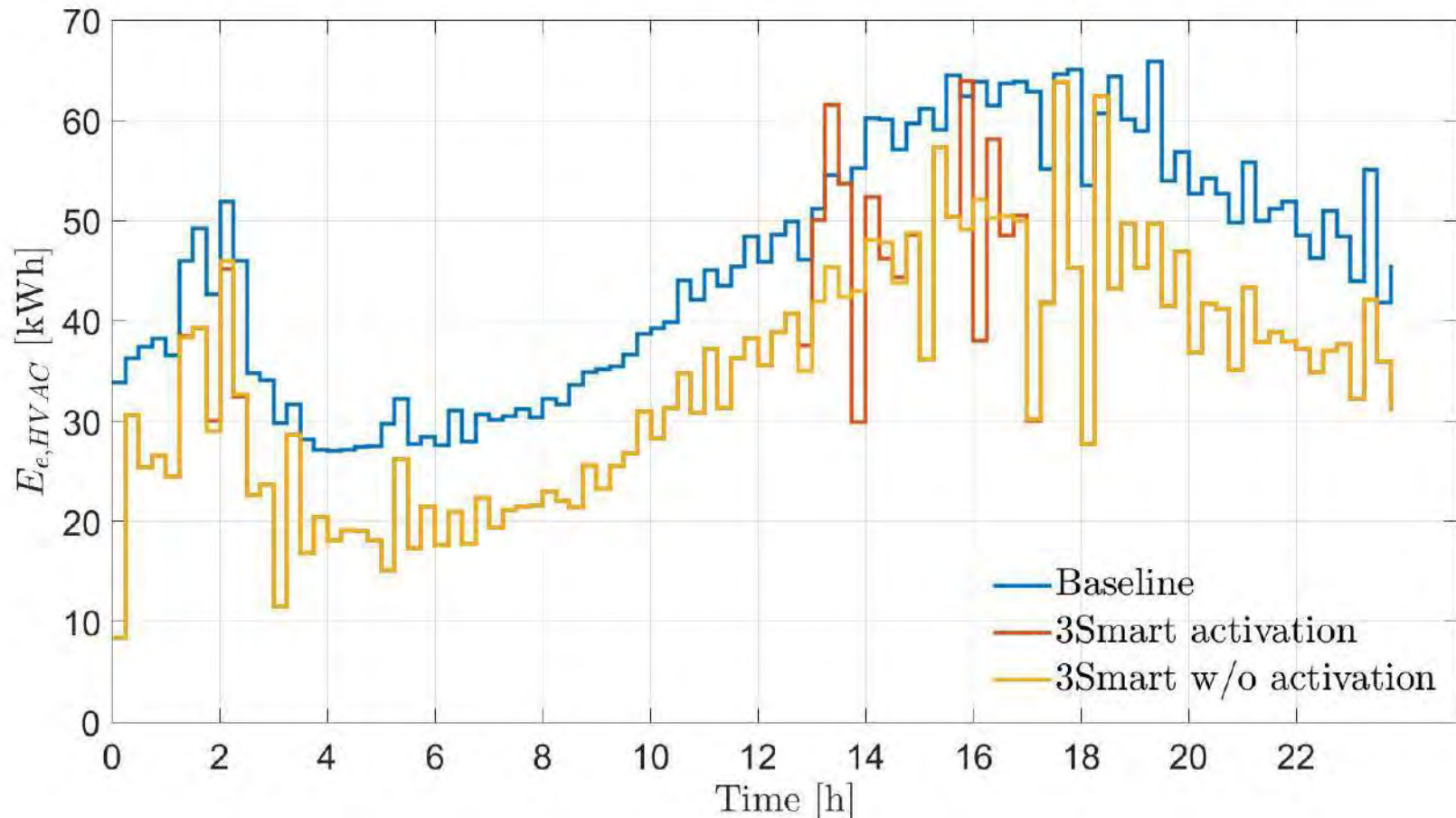
E.ON épületüzemeltetés analízise (3)

- A központi HVAC rendszer optimális előremenő hőmérséklet profilja: hagyományos, optimális aktivációval, hagyományos aktiváció nélkül

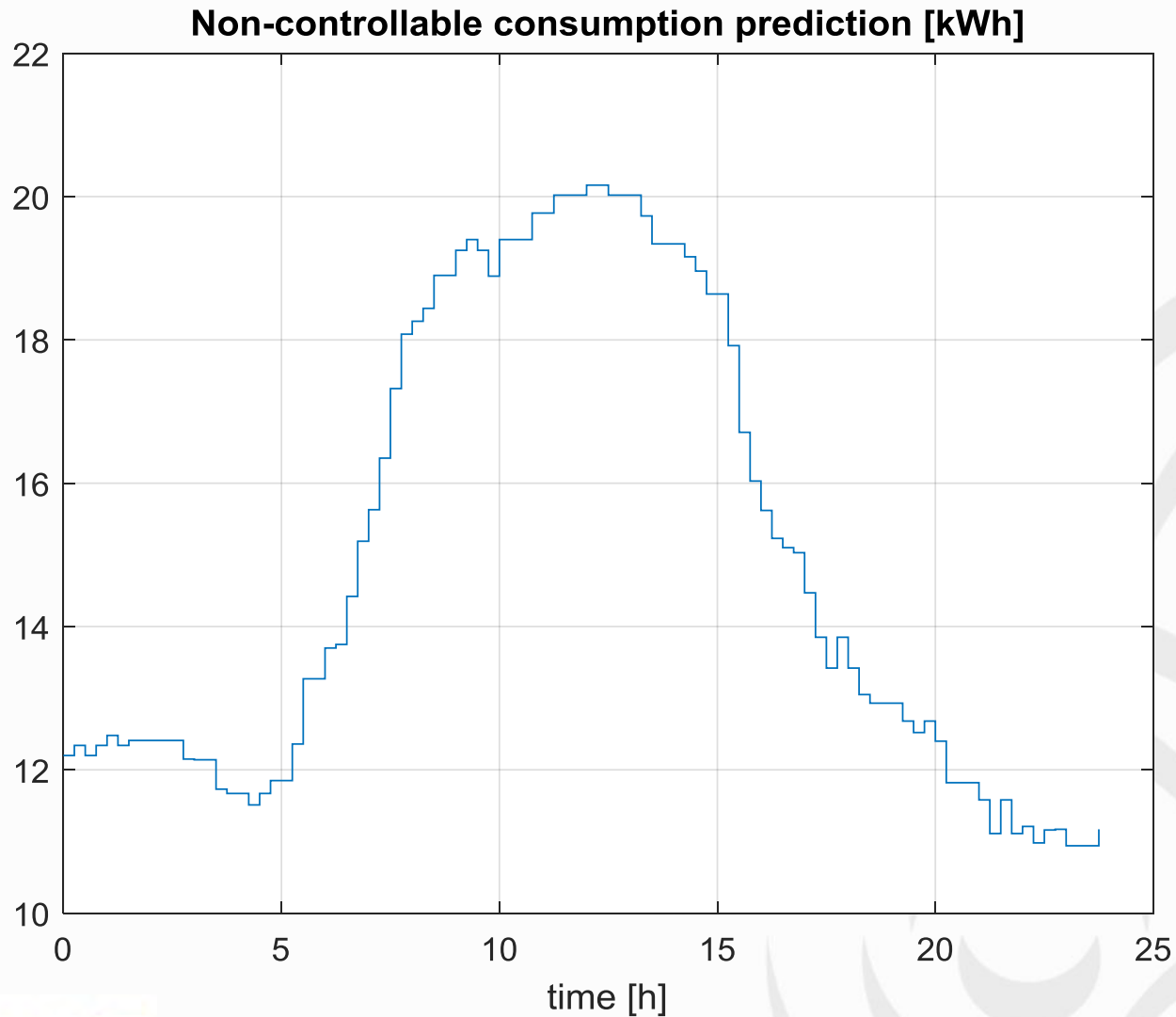


E.ON épületüzemeltetés analízise (4)

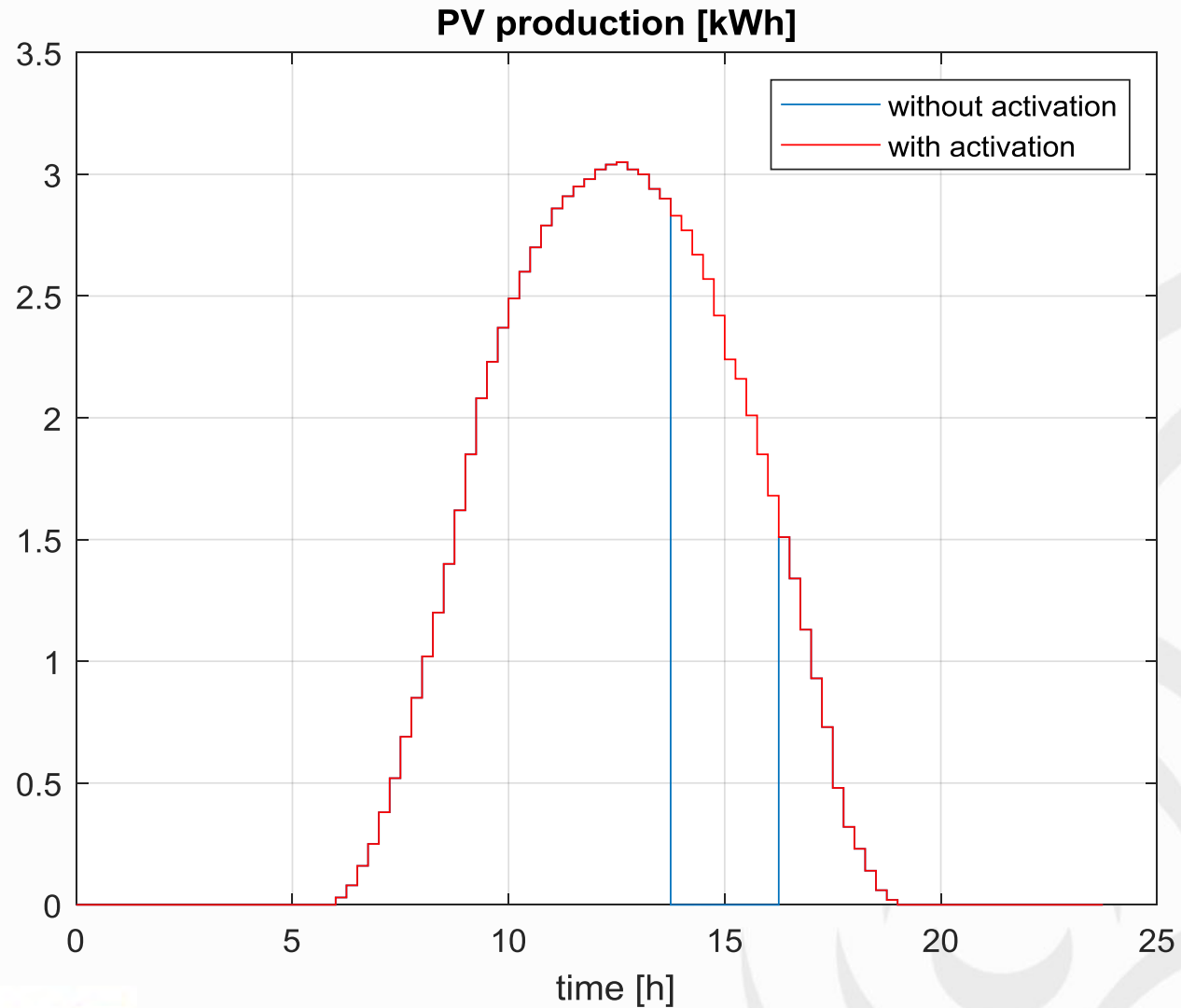
- A klíma rendszer villamos energia igénye



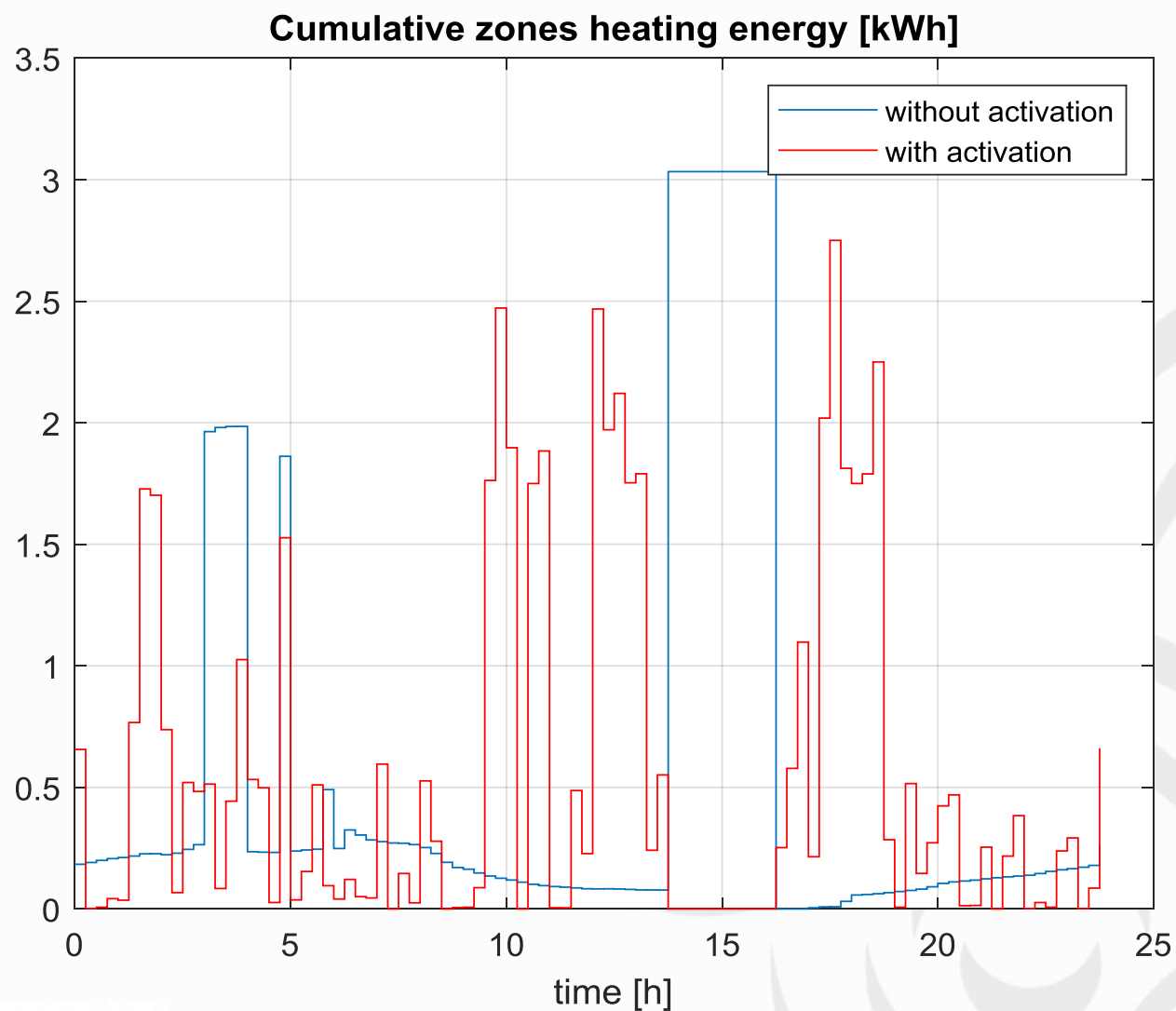
E.ON épületüzemeltetés analízise (5)



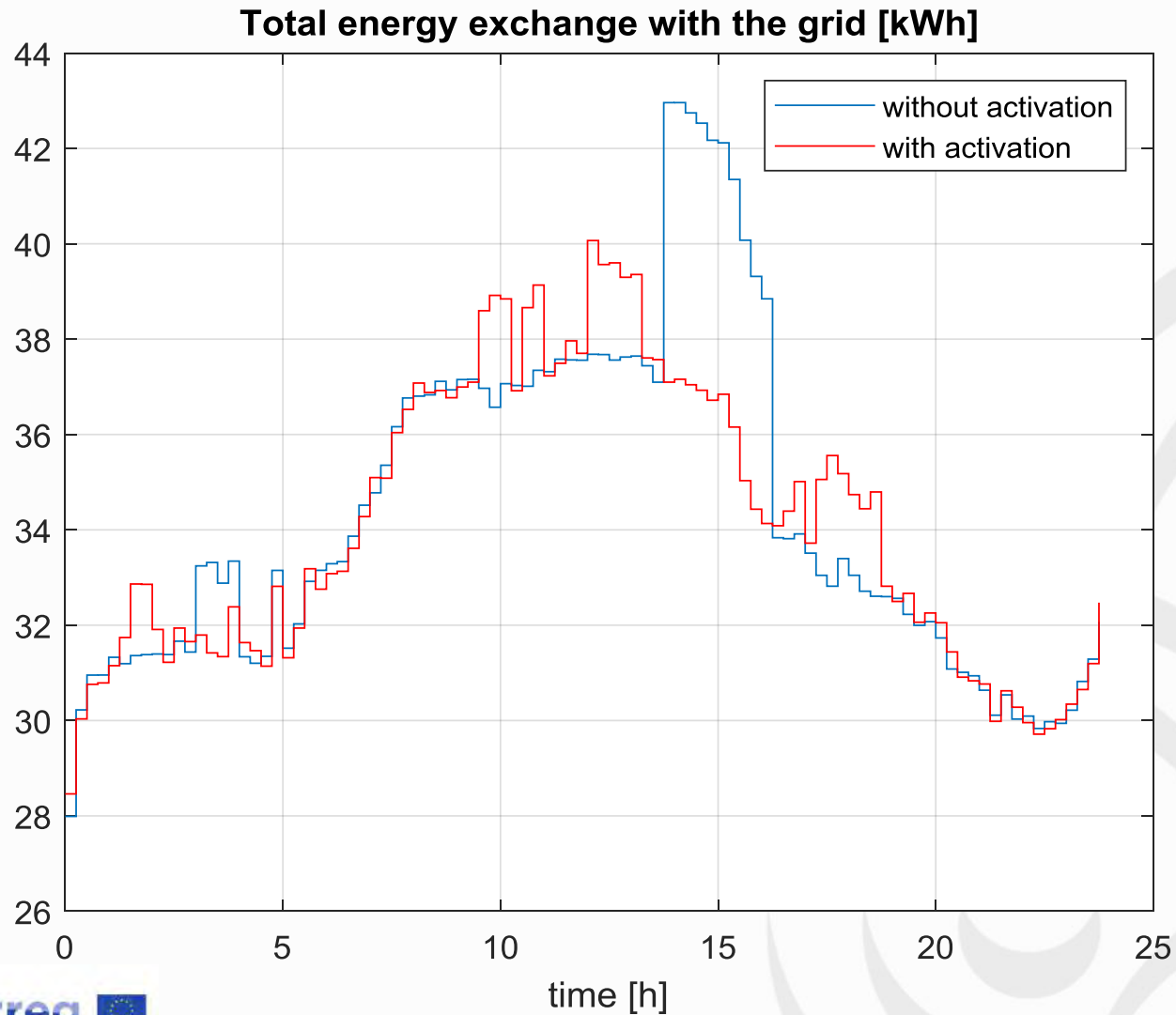
E.ON épületüzemeltetés analízise (6)



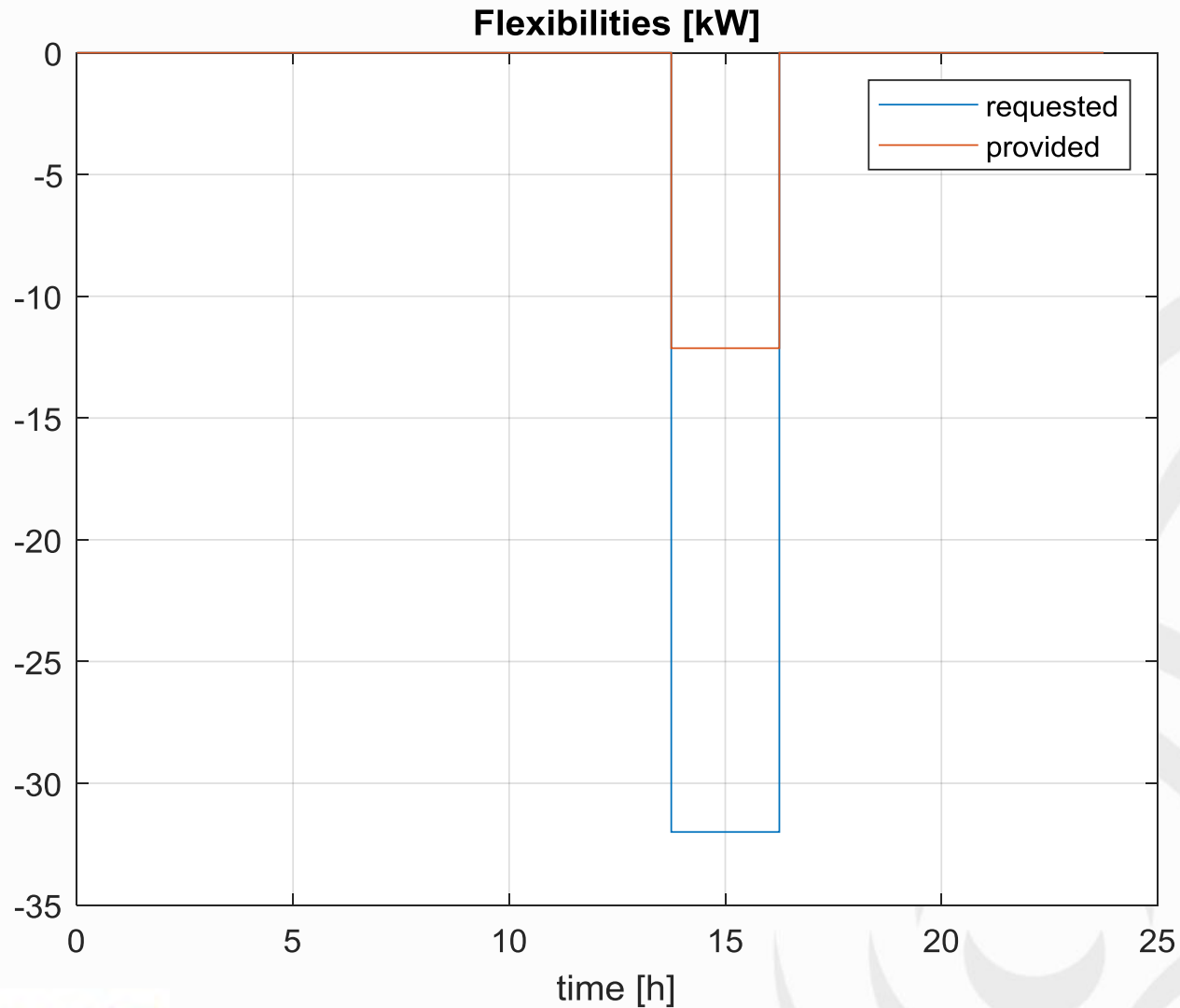
E.ON épületüzemeltetés analízise (7)



E.ON épületüzemeltetés analízise (8)



E.ON épületüzemeltetés analízise (9)



E.ON épületüzemeltetés analízise (10)

Feltételek:

- Napsütéses munkanap augusztusban
- 32kW-os flexibilitás igény 2 óra 45 perc időtartamban
- Konvencionális épület üzemeltetés: 229,58 €
- 3Smart aktiváció: 174,46 €
- Flexibilitás bevétel: 11,82 €
- Biztosított flexibilitás: 12,13kW

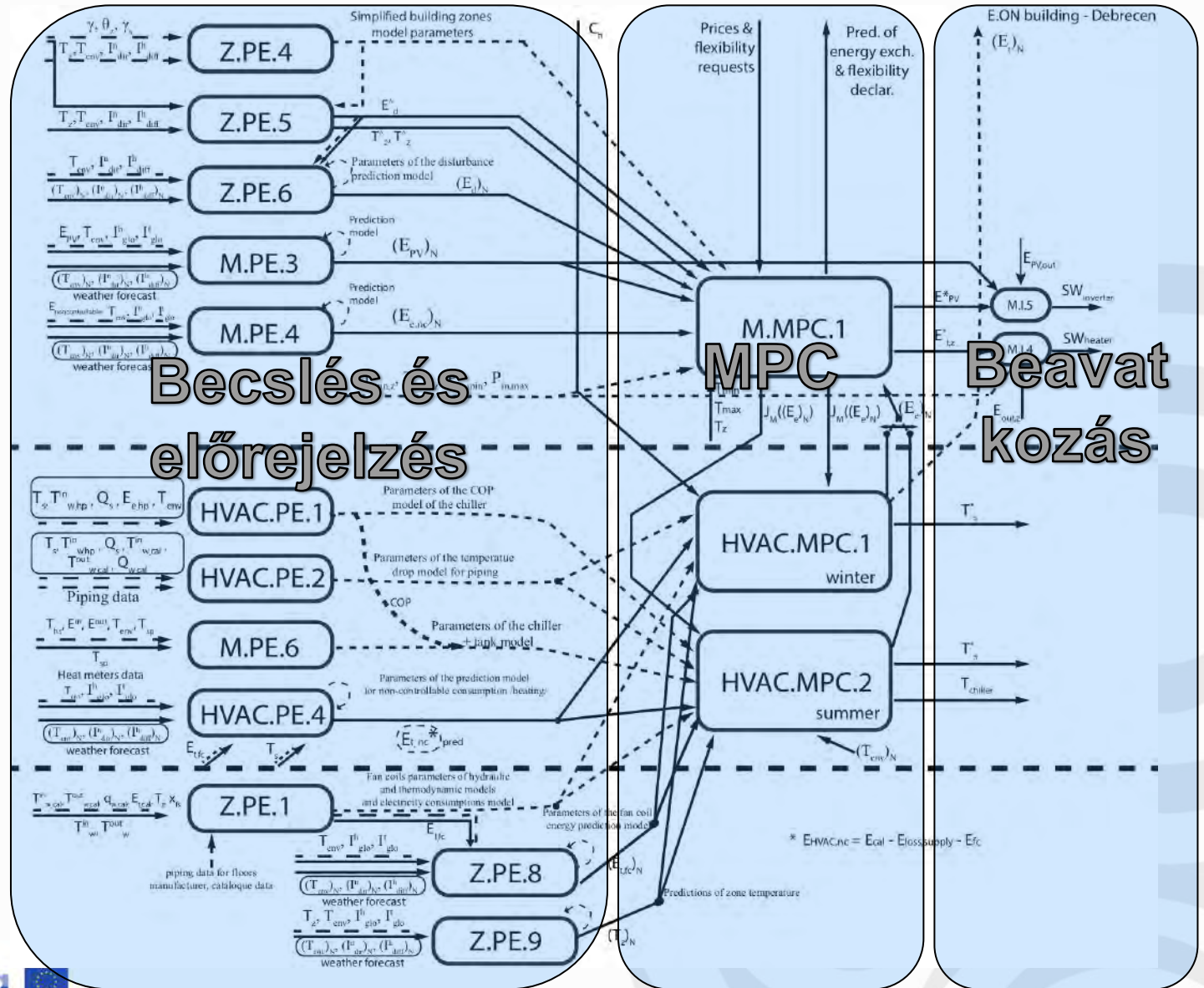
3Smart épületoldali energiamentenedzsmódulok demonstrációja

3Smart eszközök az E.ON épületen

Mikrogrid

HVAC

Zóna



Becsülés és
előrejelzés

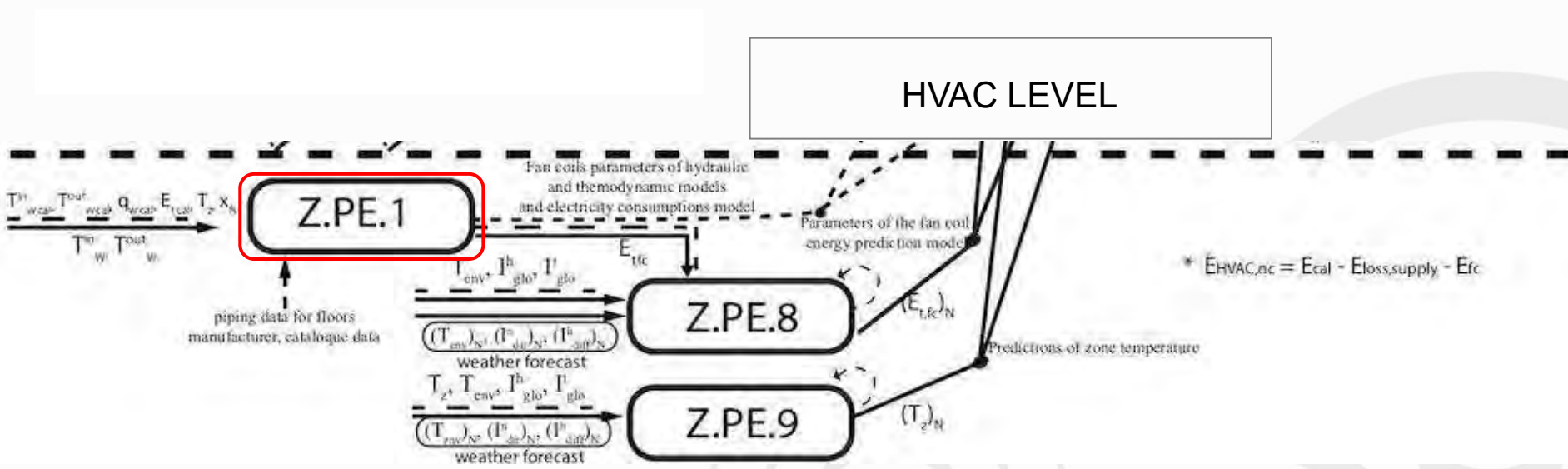
MPC

Beavatkozás

Zóna szint

Z.PE.1

(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)



Z.PE.1 – offline

(fancoil identifikációs almodul)



- **Hidraulikus modell** meghatározása

Tömegáram érték a kaloriméteren →

Hidraulikus fancoil modell

→ Tömegáram a fancoil egységen

- **Termodinamikus modell** meghatározása

Előremenő víz hőmérséklet (kaloriméter) →

Visszatérő víz hőmérséklet

Tömegáram a fancoil egységen →

Zóna hőmérséklet →

Termodinamikus fancoil modell

→ A zónába juttatott termikus energia

→ Ventilátor állapota

- A fancoilok **villamosenergia-fogyasztás modelljének** meghatározása

Ventilátor állapot →

Villamosenergia-fogyasztás modell

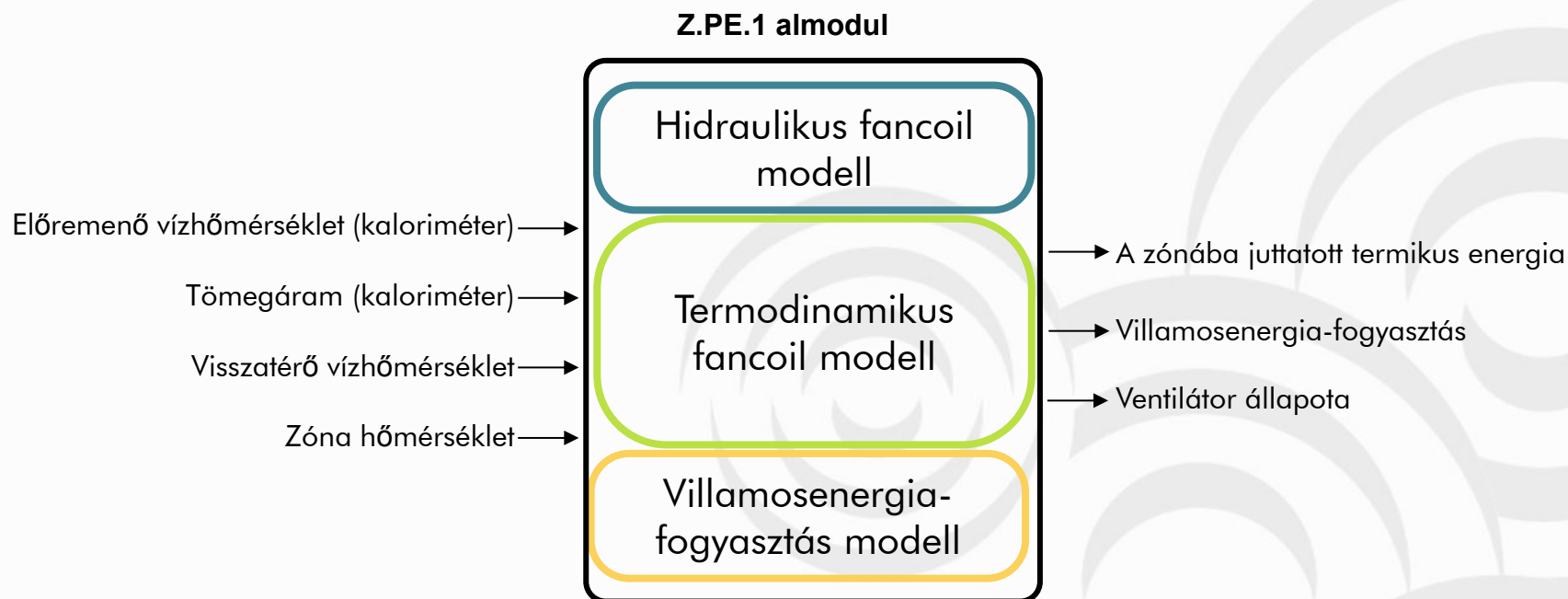
→ Villamosenergia-fogyasztás

Z.PE.1 – online

(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)

- A **hidraulikus**, **termodinamikus** and **villamosenergia-fogyasztás modellek** használatával meghatározható a zónába juttatott termikus energia, valamint a fancoil villamosenergia-fogyasztása is.

Futási gyakoriság: 1 perc

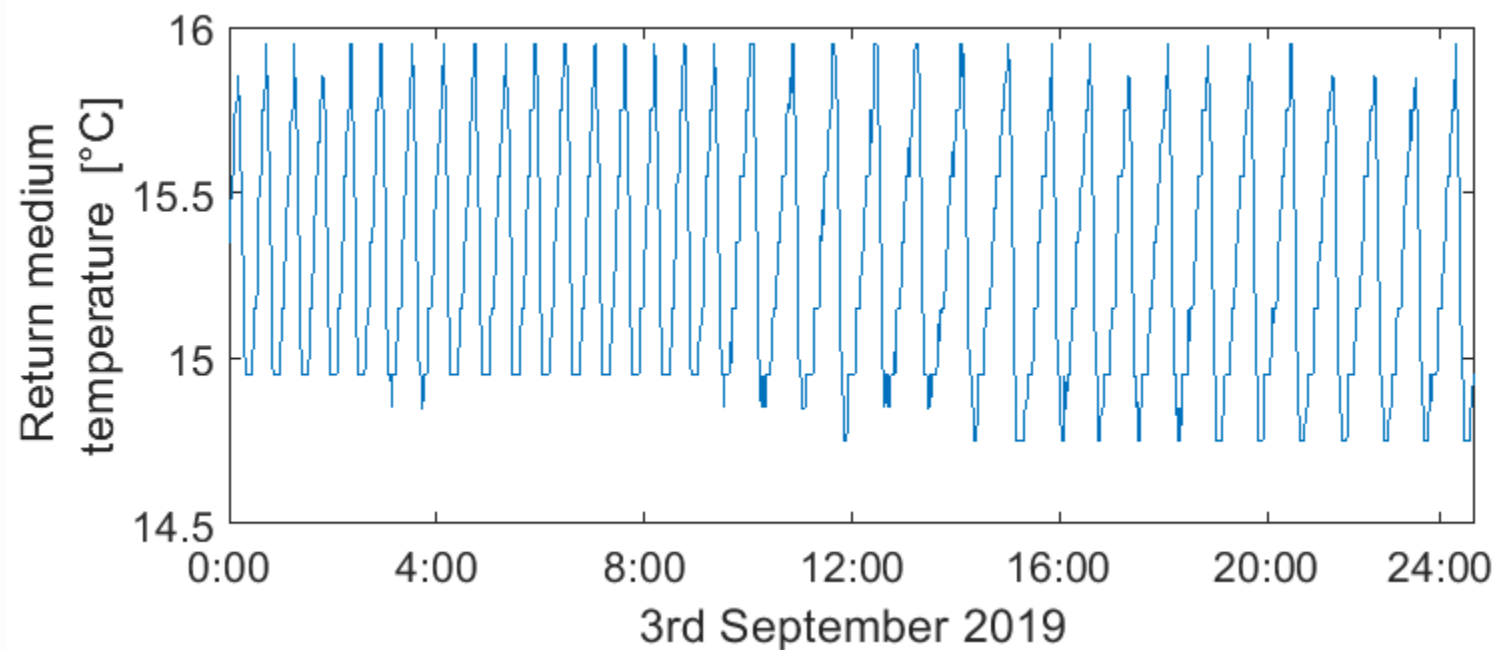


Z.PE.1 – online

(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)

- A **hidraulikus**, **termodinamikus** and **villamosenergia-fogyasztás modellek** használatával meghatározható a zónába juttatott fűtési energia, valamint a fancoil villamosenergia-fogyasztása is.

BEMENET 1: aktuális visszatérő víz hőmérséklet



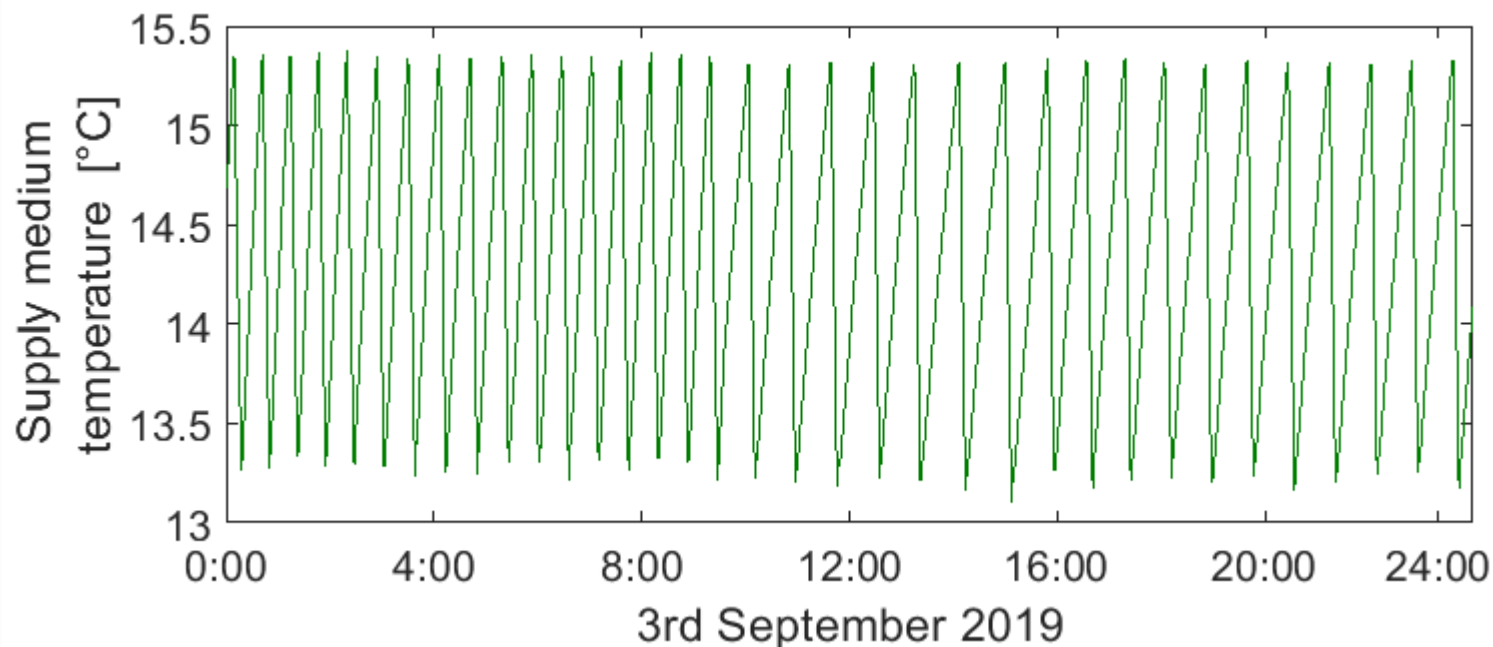
Z.PE.1 – online

(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)

- A **hidraulikus**, **termodinamikus** and **villamosenergia-fogyasztás modellek** használatával meghatározható a zónába juttatott fűtési energia, valamint a fancoil villamosenergia-fogyasztása is.

BEMENET 1: aktuális visszatérő víz hőmérséklet

BEMENET 2: aktuális előremenő víz hőmérséklet (kaloriméter)



Z.PE.1 – online

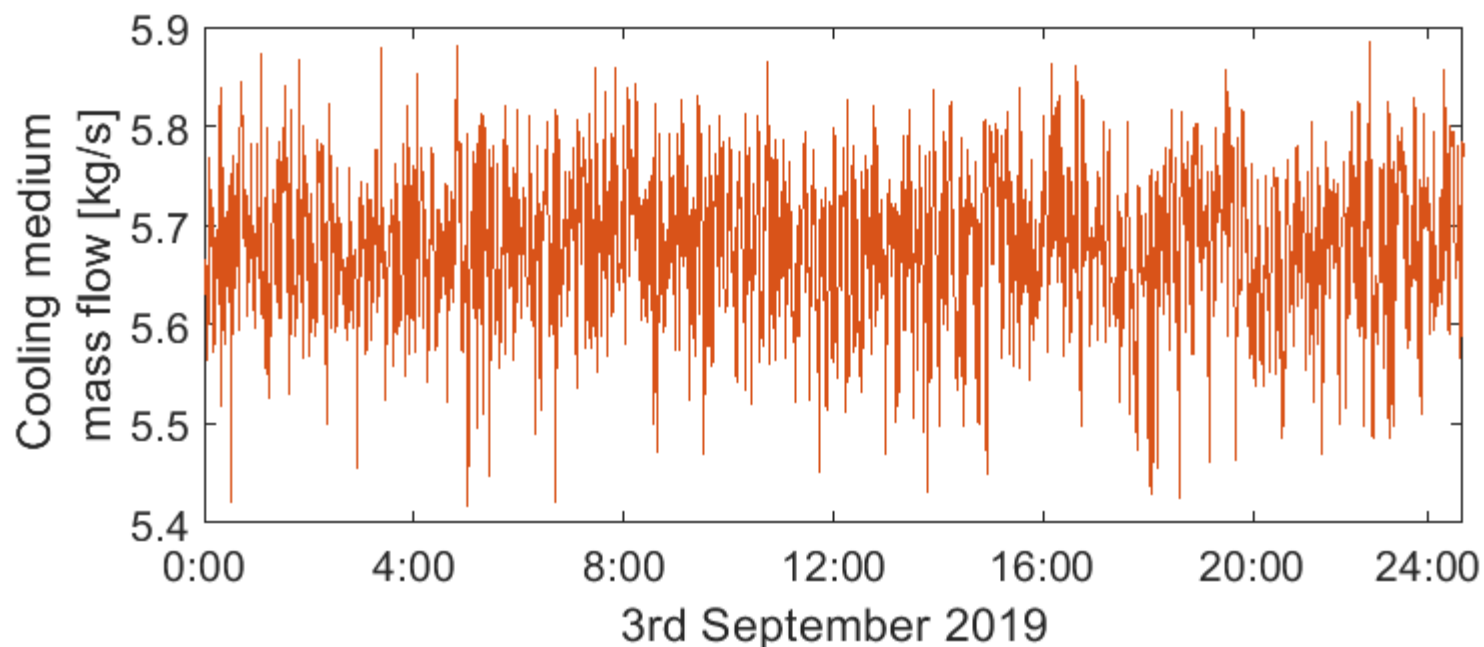
(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)

- A **hidraulikus**, **termodinamikus** and **villamosenergia-fogyasztás modellek** használatával meghatározható a zónába juttatott fűtési energia, valamint a fancoil villamosenergia-fogyasztása is.

BEMENET 1: aktuális visszatérő víz hőmérséklet

BEMENET 2: aktuális előremenő víz hőmérséklet (kaloriméter)

BEMENET 3: aktuális tömegáram



Z.PE.1 – online

(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)

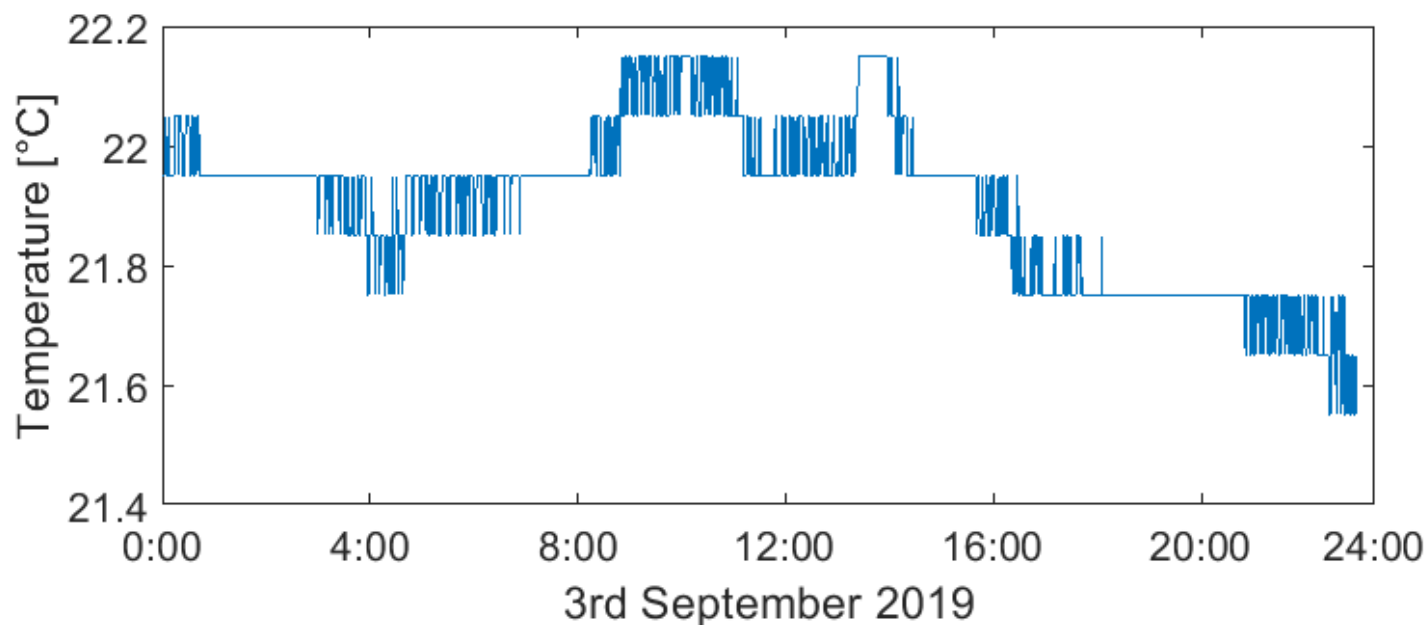
- A **hidraulikus**, **termodinamikus** and **villamosenergia-fogyasztás modellek** használatával meghatározható a zónába juttatott fűtési energia, valamint a fancoil villamosenergia-fogyasztása is.

BEMENET 1: aktuális visszatérő víz hőmérséklet

BEMENET 2: aktuális előremenő víz hőmérséklet (kaloriméter)

BEMENET 3: aktuális tömegáram

BEMENET 4: aktuális szobahőmérséklet

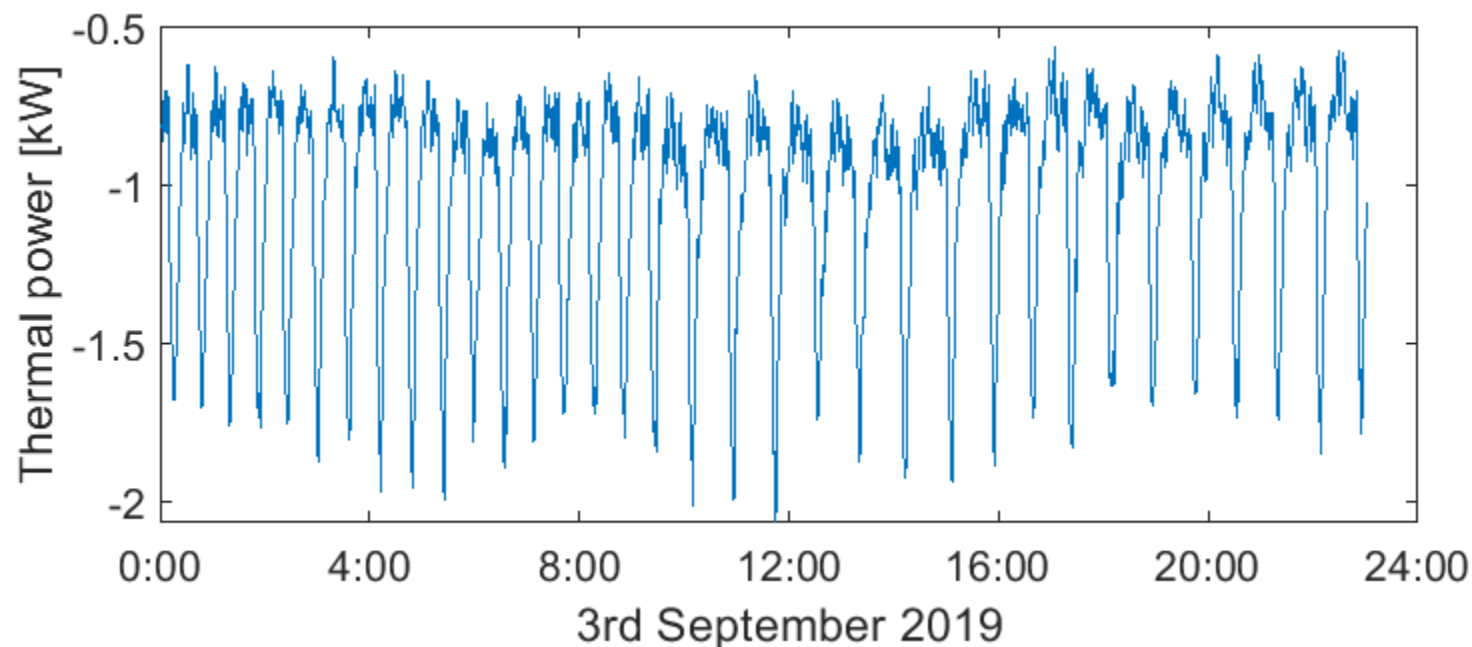


Z.PE.1 – online

(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)

- A **hidraulikus**, **termodinamikus** and **villamosenergia-fogyasztás modellek** használatával meghatározható a zónába juttatott fűtési energia, valamint a fancoil villamosenergia-fogyasztása is.

KIMENET 1: a zónába juttatott termikus energia



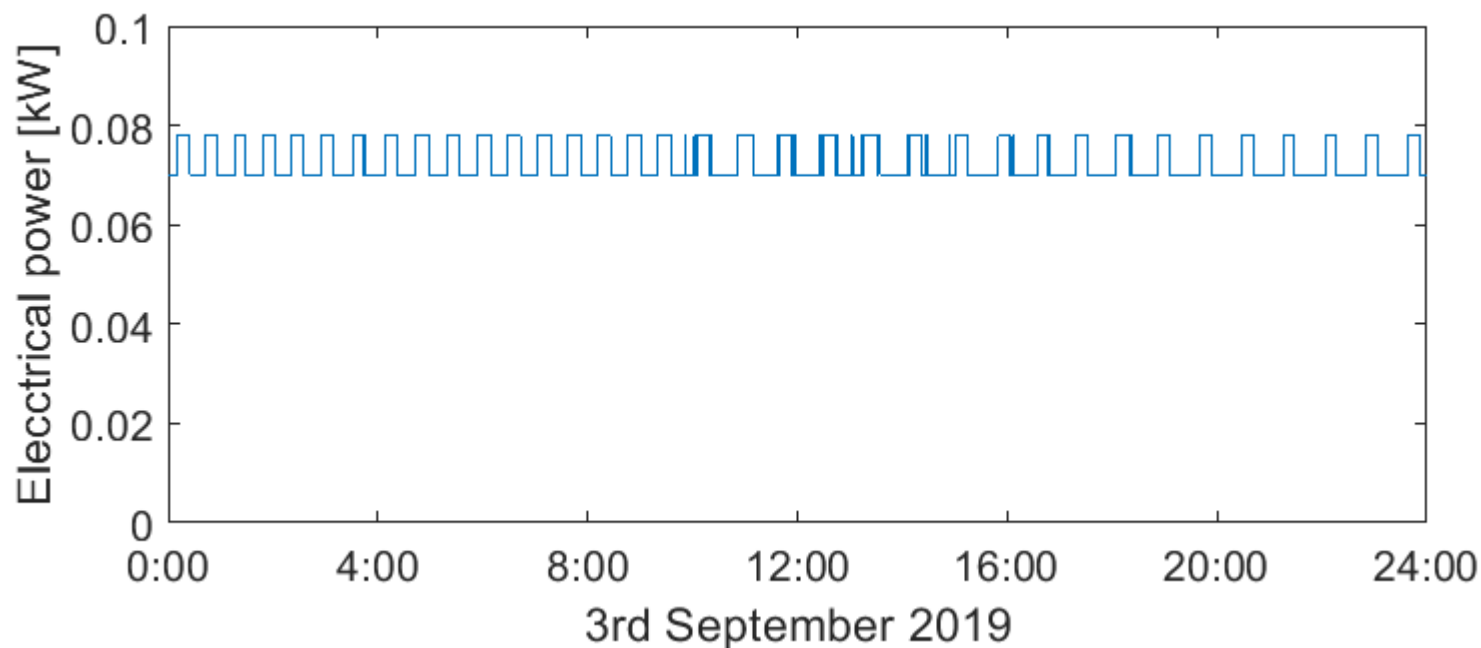
Z.PE.1 – online

(termikus és elektromos energia fogyasztást becslő modul)

- A **hidraulikus, termodinamikus and villamosenergia-fogyasztás modellek** használatával meghatározható a zónába juttatott fűtési energia, valamint a fancoil villamosenergia-fogyasztása is.

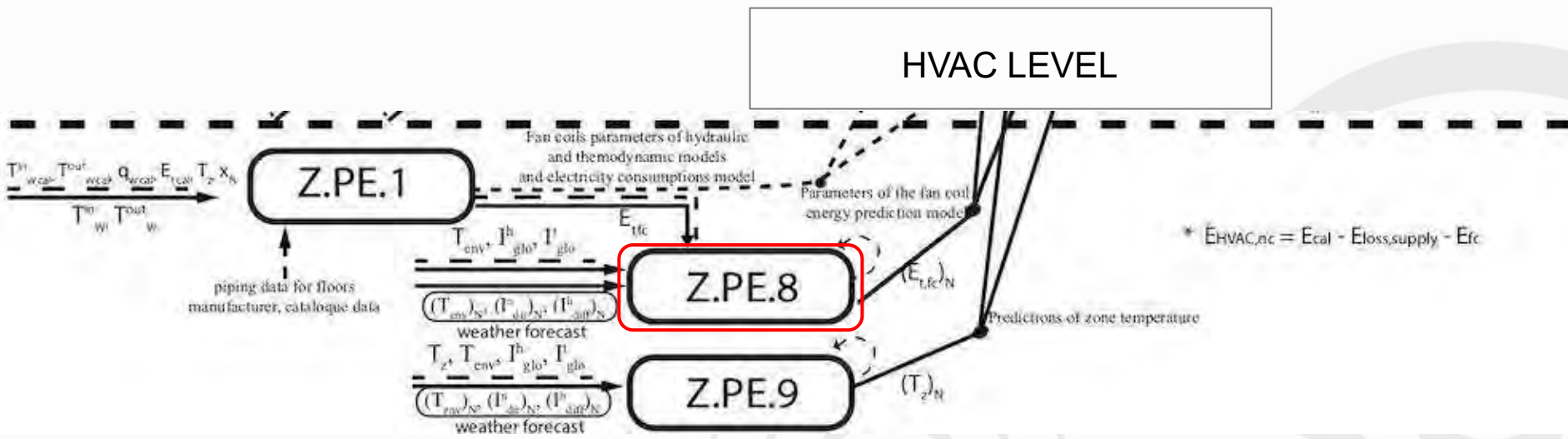
KIMENET 1: a zónába juttatott fűtési energia

KIMENET 2: a fancoil egység villamosenergia fogyasztása



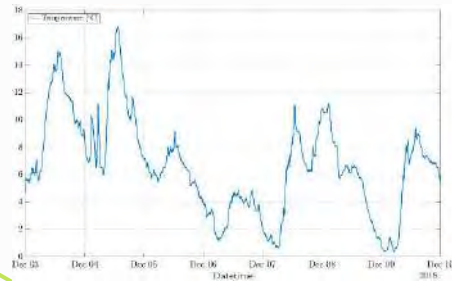
Z.PE.8

(zónába jutattott termikus energiát mennyiségét becslő modul)



Z.PE.8 – offline működés

- Historikus meteorológiai mérések:
- Külső hőmérséklet
 - Globális besugárzás értékek (vízszintes és napelemek síkjában)



```

# Python code for model calibration and prediction
import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn.neural_network import MLPClassifier

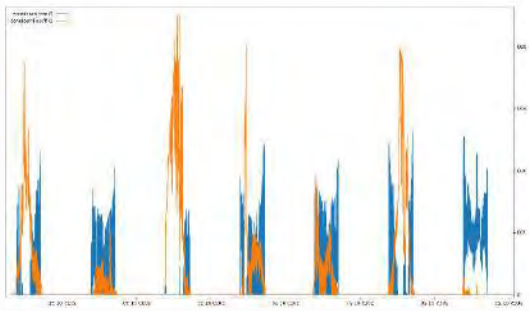
# Load data
data = pd.read_csv('inputsXY_neuronsZ.net')

# Split data
X = data[['X1', 'X2', 'X3']]
y = data['Y']

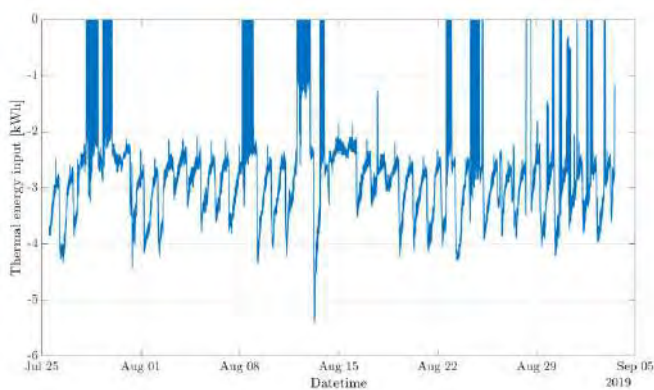
# Train model
model = MLPClassifier(hidden_layer_sizes=(10, 10, 10))
model.fit(X, y)

# Predict
X_test = data[['X1', 'X2', 'X3']]
y_pred = model.predict(X_test)
    
```

Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net

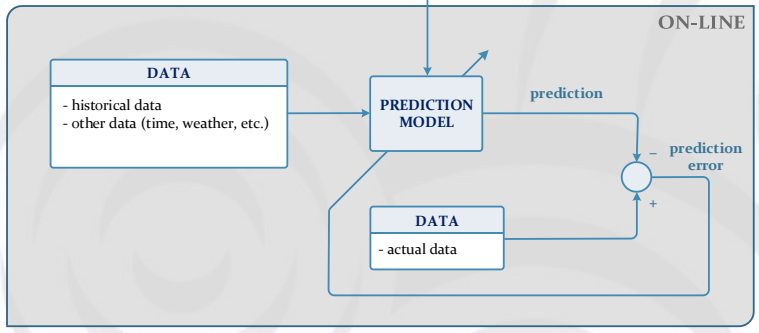
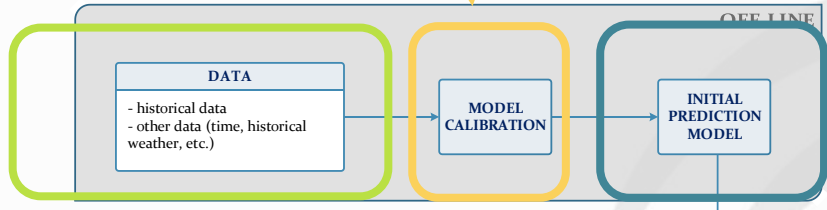


Historikus értékek a zónákba jutattott termikus energiáról(Z.PE.1)



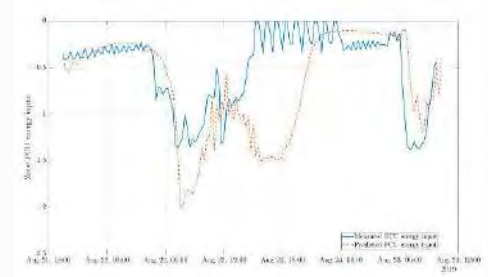
Modul bemenetek

Modell



Z.PE.8 – online működés

Futási gyakoriság: 15 perc



Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net

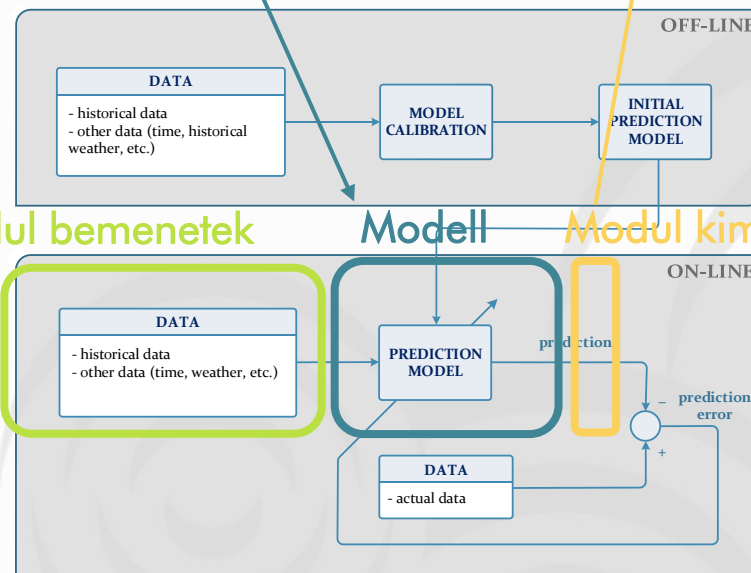
Regressor constituted of specific historic intervals of data:

- zone_thermal_energy(t-1,...,t-5)
- zone_thermal_energy(t-670,...,t-674)
- tau_s_d, tau_c_d
- tau_s_w, tau_c_w
- tau_s_y, tau_c_y
- air temperature(t-1,...,t-3)
- air temperature(t-671,...,t-673)
- global irradiance(t-1,...,t-3)
- global irradiance(t-671,...,t-673)
- tilted irradiance(t-1,...,t-3)
- tilted irradiance (t-671,...,t-673)

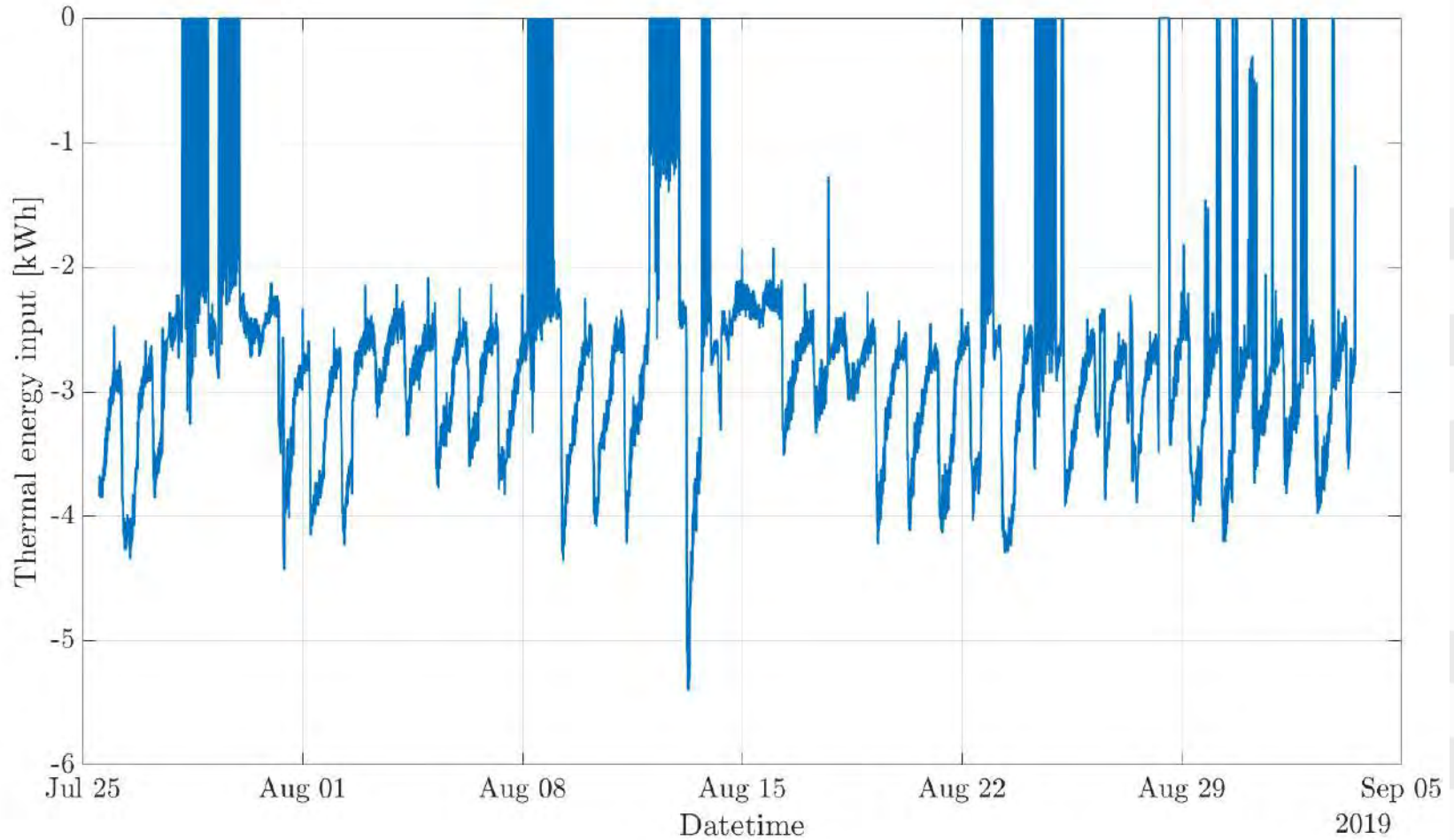
Modul bemenetek

Modell

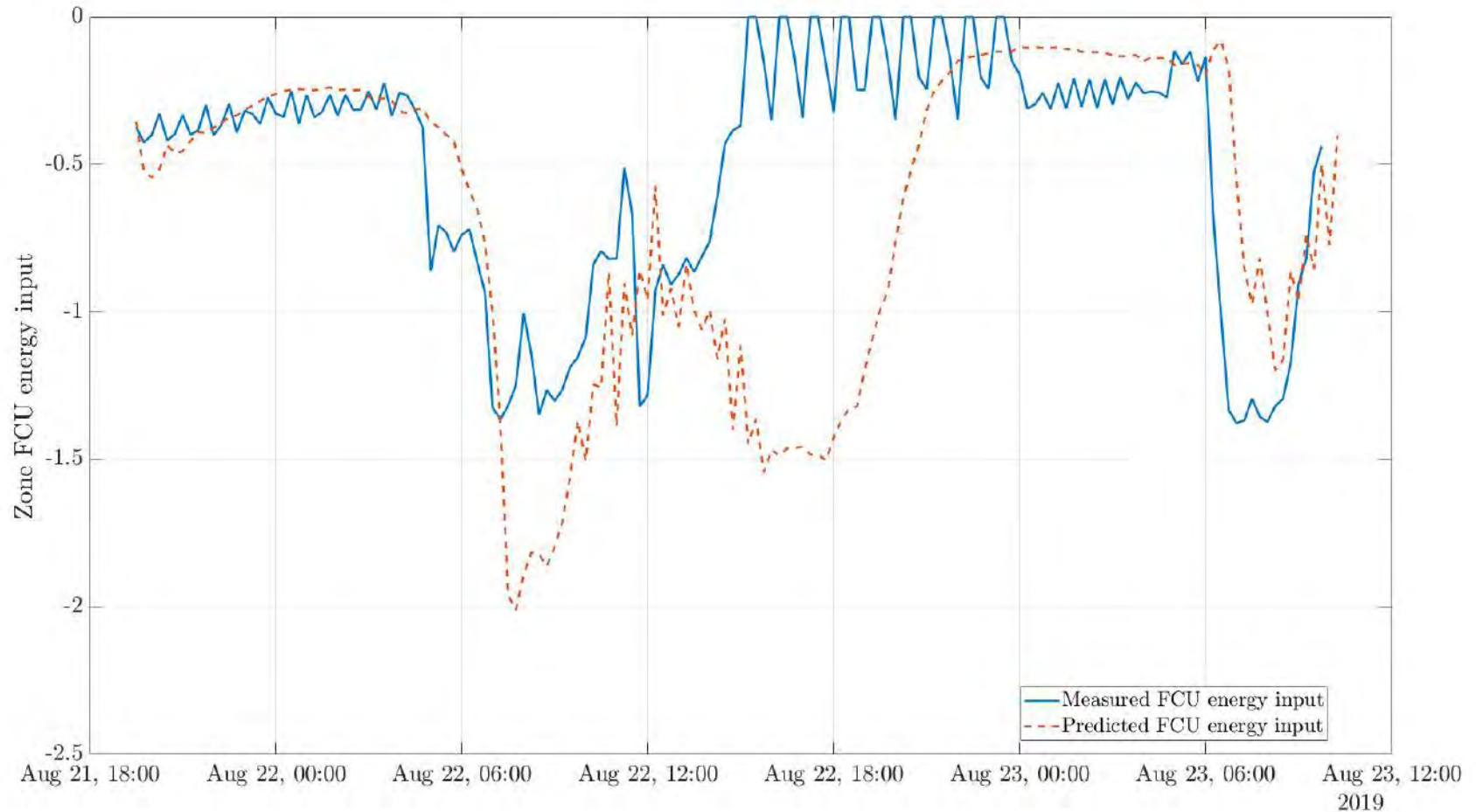
Modul kimenetek



Z.PE.8 – példa historikus adatokra

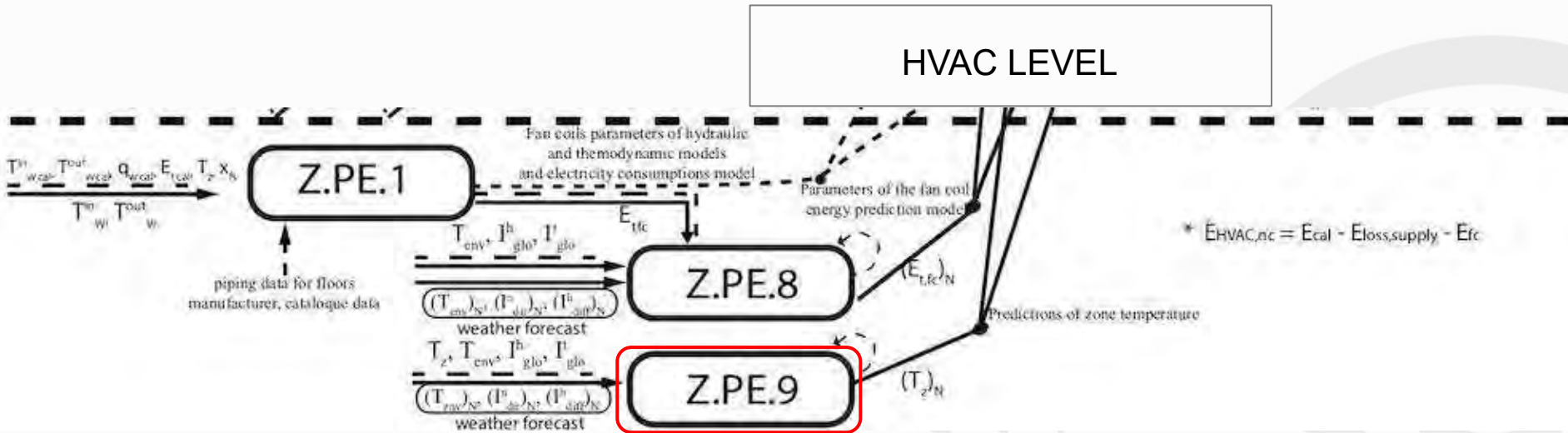


Z.PE.8 – előrejelzés példa



Z.PE.9

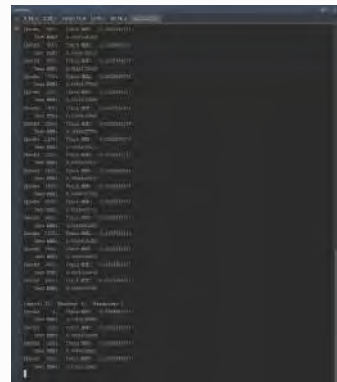
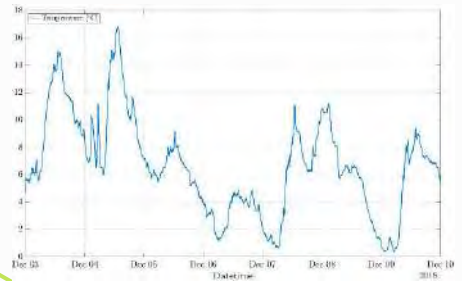
(zóna hőmérséklet becslő modul)



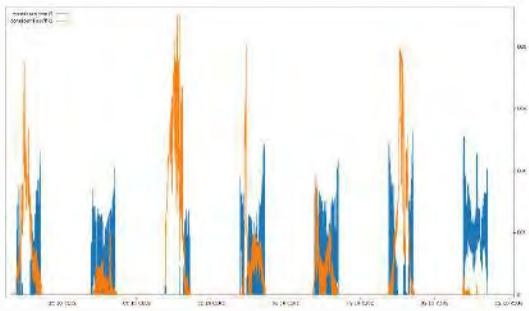
Z.PE.9 – offline működés

Historikus meteorológiai mérések:

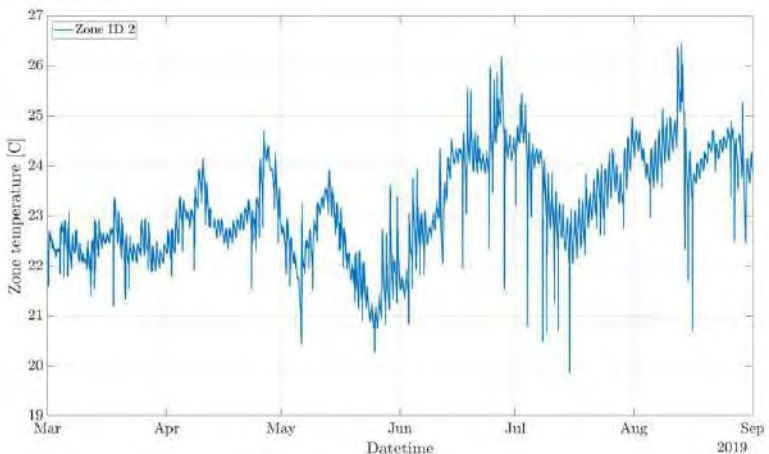
- Külső hőmérséklet
- Globális besugárzás értékek (vízszintes és napelemek síkjában)



Helyileg tárolt: inputsXY_neuronsZ.net

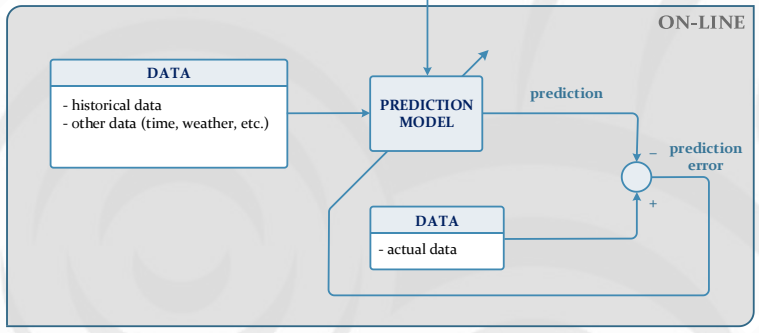
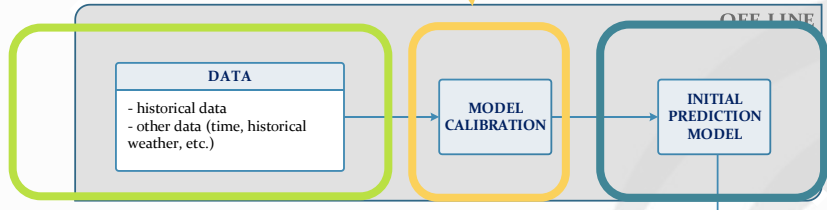


Historikus szobahőmérséklet mérések



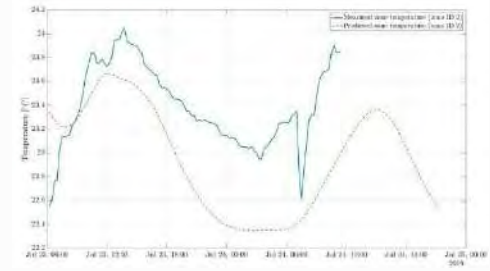
Modul bemenetek

Modell



Z.PE.9 – online működés

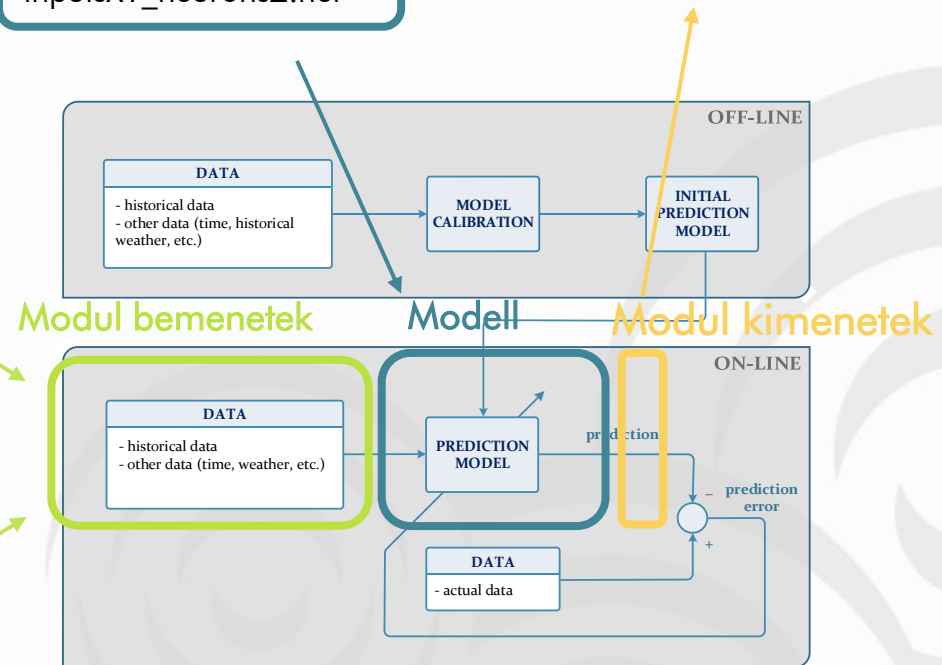
Futási gyakoriság: 15 perc



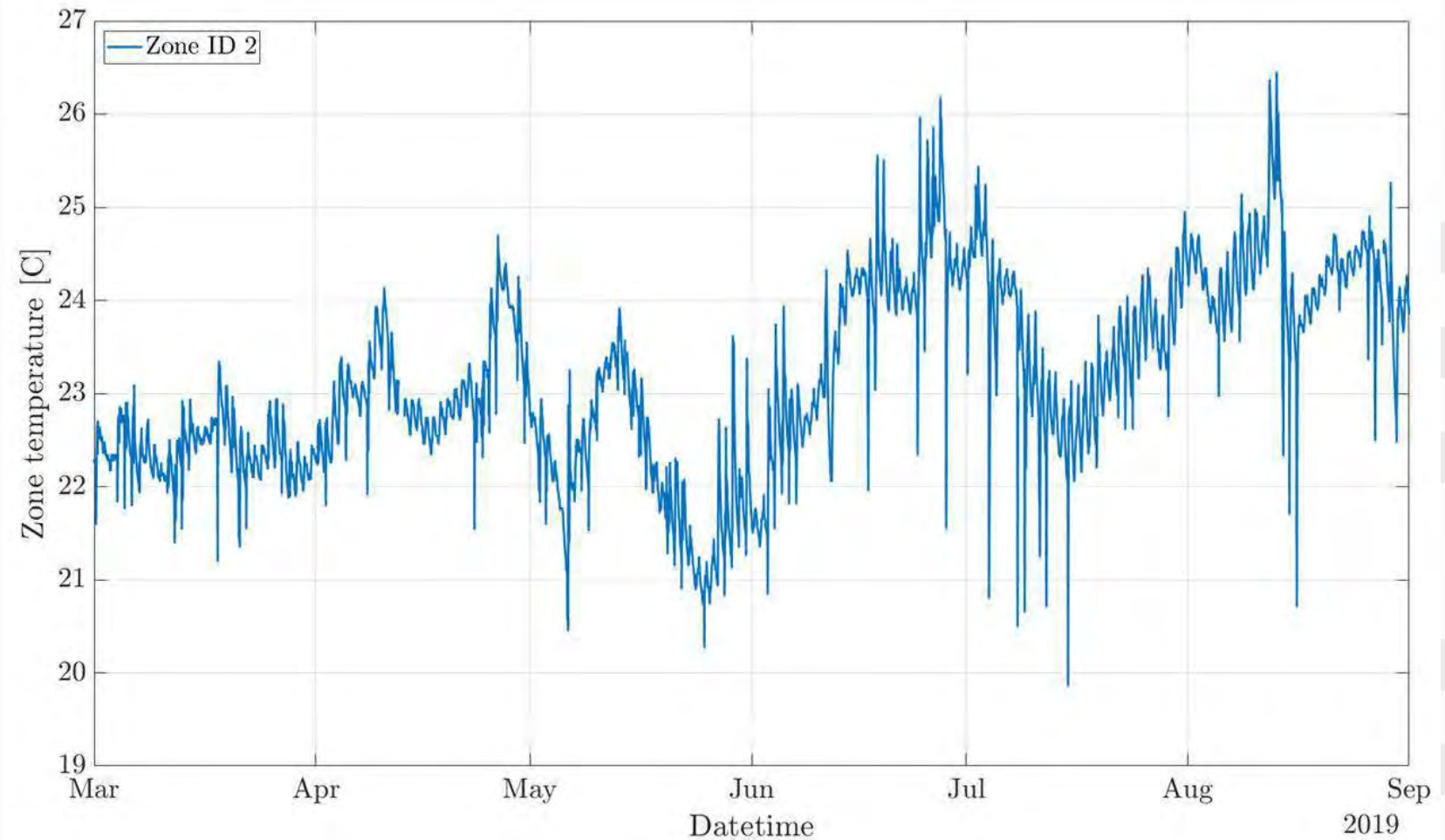
Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net

Regressor constituted of specific historic intervals of data:

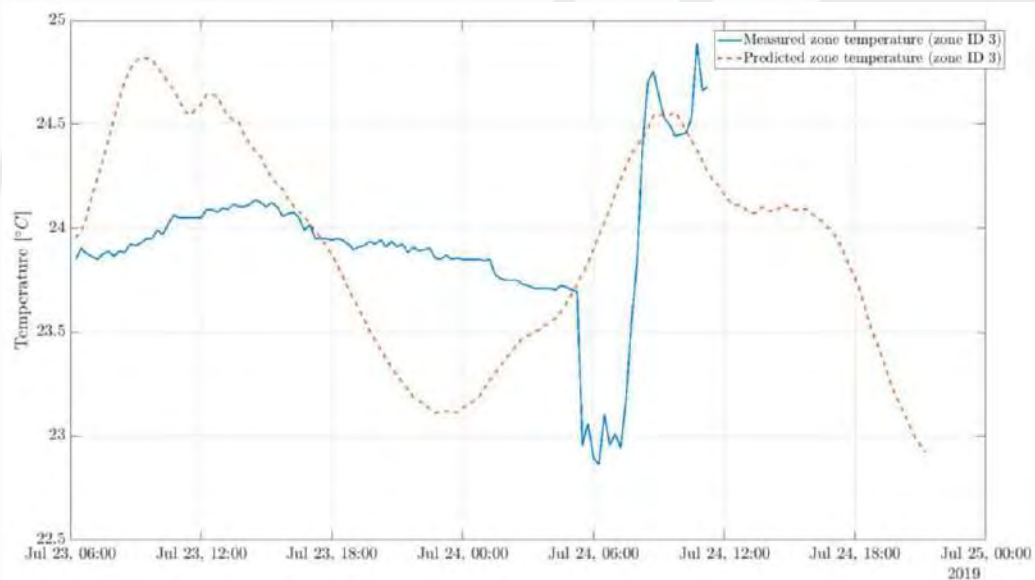
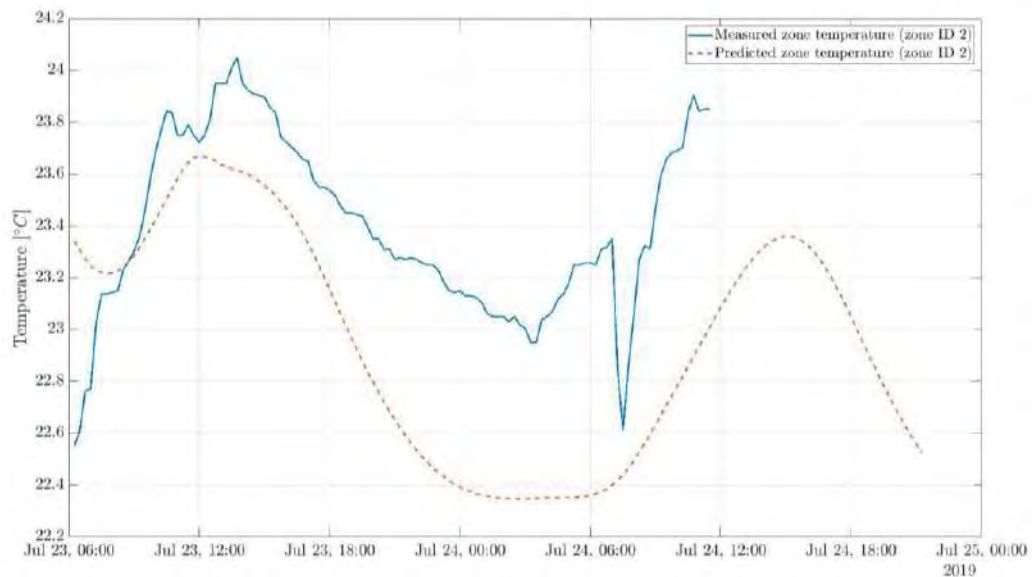
- zone_temperature(t-1,...,t-5)
- zone_temperature(t-670,...,t-674)
- tau_s_d, tau_c_d
- tau_s_w, tau_c_w
- tau_s_y, tau_c_y
- air temperature(t-1,...,t-3)
- air temperature(t-671,...,t-673)
- global irradiance(t-1,...,t-3)
- global irradiance(t-671,...,t-673)
- filtered irradiance(t-1,...,t-3)
- filtered irradiance (t-671,...,t-673)



Z.PE.9 – példa historikus adatokra



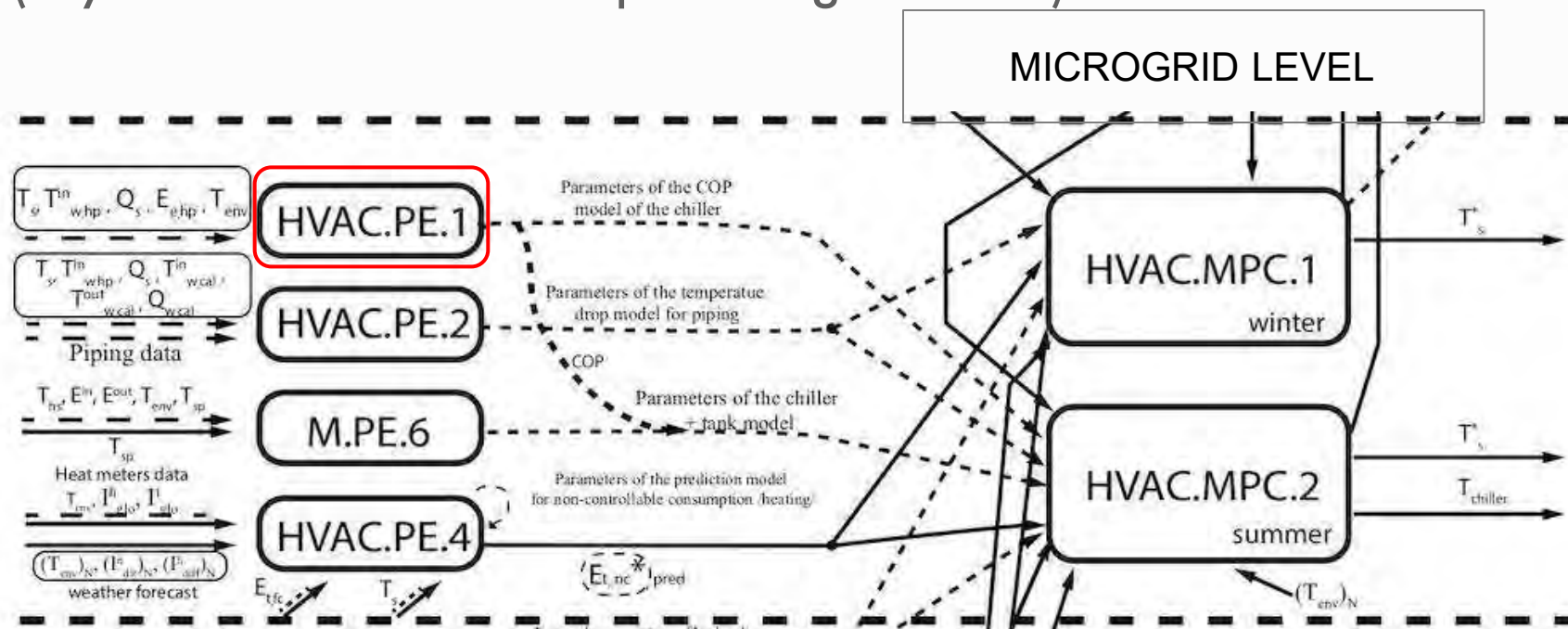
Z.PE.9 – előrejelzés példa



HVAC szint

HVAC.PE.1 – offline működés

(folyadékűtők COP modelljének meghatározás)

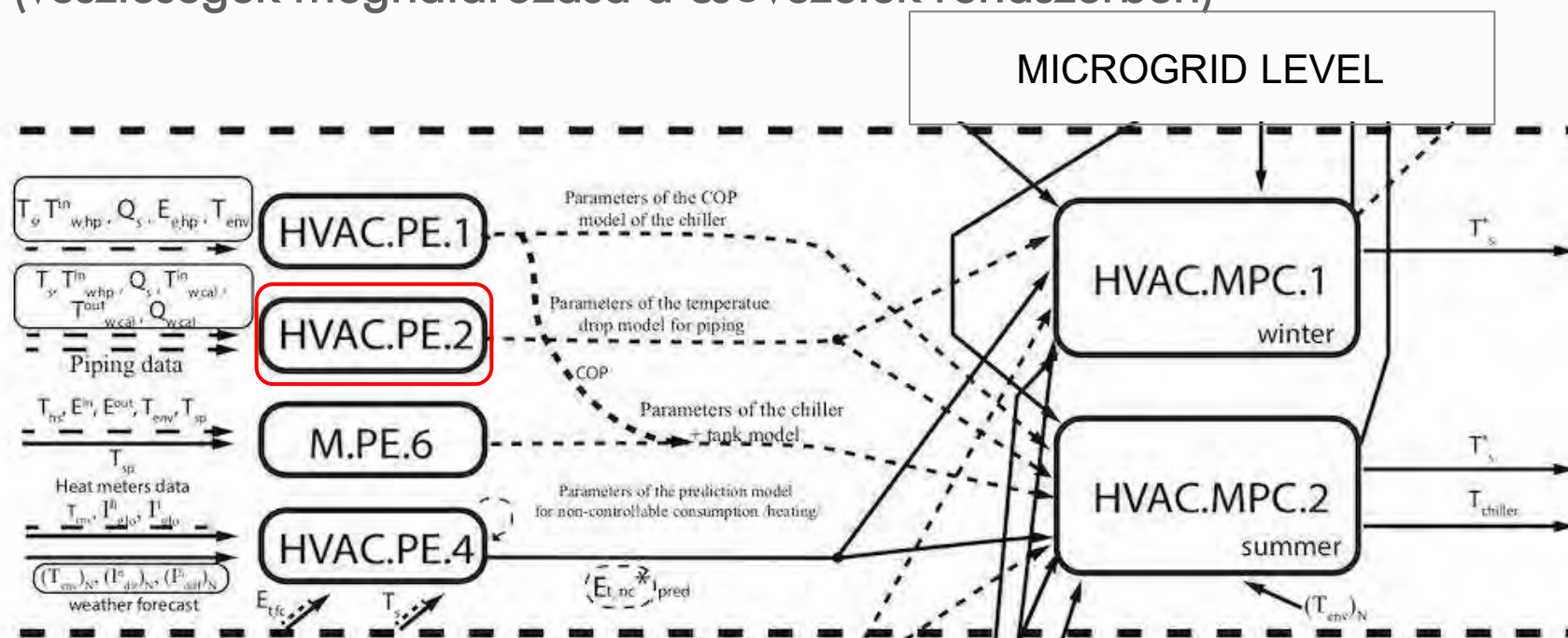


```

MariaDB 10.1.38 : E.ON 3Smart : dev3smart : hvac_pe1_outputs
+----+-----+-----+
| heat_pump_id | heat_pump_model_gamma | hvac_pe1_model_id |
+----+-----+-----+
| 1             | 0.15                  |                    |
+----+-----+-----+
| 2             | 0.16                  |                    |
+----+-----+-----+
| 4             | 0.18                  |                    |
+----+-----+-----+
    
```


HVAC.PE.2 – offline működés

(veszteségek meghatározása a csővezeték rendszerben)



```
MariaDB 10.1.38 : E.ON 3Smart : dev3smart : hvac_pe2_calorimeter_supply_outputs:
```

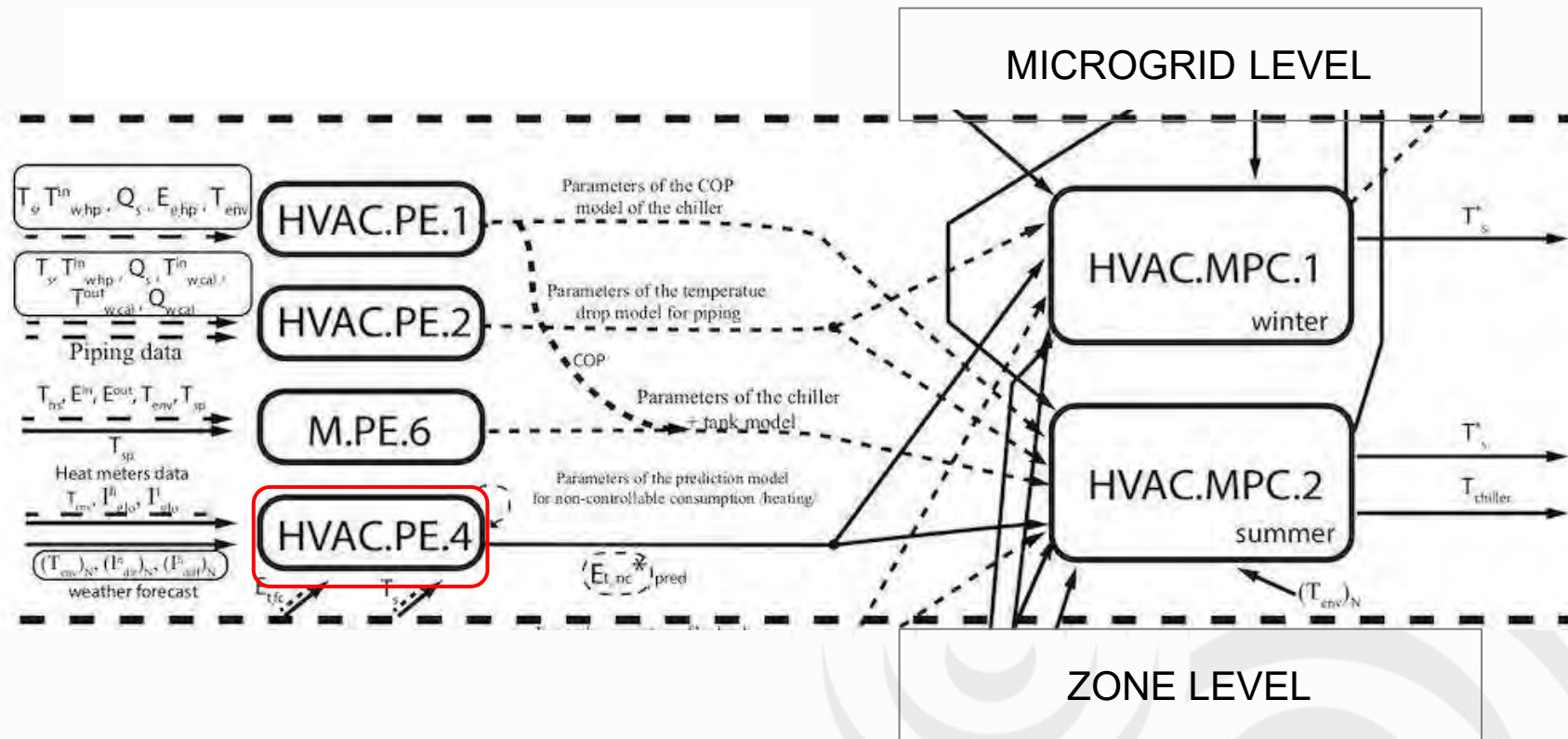
pipework_id	calorimeter_id	hvac_pe2_model_id	timestamp	calorimeter_supply_temperature_model
2 →	1 →	2 →	2019-04-08 14:28:11	[-0.435, 0.013]
2 →	1 →	3 →	2019-04-08 14:28:11	[-0.182, 0.010]
4 →	2 →	4 →	2019-04-08 14:28:11	[-1.108, 0.027]
4 →	2 →	5 →	2019-04-08 14:28:11	[-0.950, 0.028]
6 →	3 →	6 →	2019-04-08 14:28:11	[-0.244, 0.012]
6 →	3 →	7 →	2019-04-08 14:28:11	[-0.548, 0.017]
8 →	4 →	8 →	2019-04-08 14:28:11	[-9.141, 0.174]
8 →	4 →	9 →	2019-04-08 14:28:11	[-4.873, 0.135]

ZONE LEVEL

$$\Delta T = a + b \cdot T$$

HVAC.PE.4

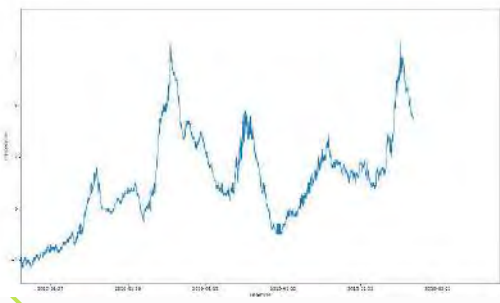
(nem-mérhető hőenergia-mennyiség becslő modul)



HVAC.PE.4 – offline működés

Historikus meteorológiai mérések:

- Külső hőmérséklet
- Globális besugárzás értékek (vízszintes és napelemek síkjában)



```

# Python code for model calibration and prediction
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.linear_model import LinearRegression

# Load data
data = pd.read_csv('data.csv')

# Feature engineering
scaler = StandardScaler()
data[['temp', 'radiation']] = scaler.fit_transform(data[['temp', 'radiation']])

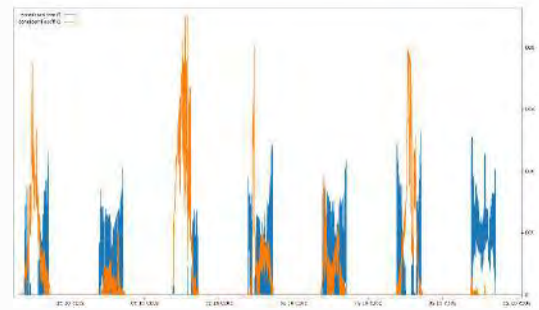
# Model calibration
X_train = data[['temp', 'radiation']].iloc[:1000]
y_train = data['energy'].iloc[:1000]
model = LinearRegression()
model.fit(X_train, y_train)

# Prediction
X_test = data[['temp', 'radiation']].iloc[1000:]
y_test = data['energy'].iloc[1000:]
predictions = model.predict(X_test)

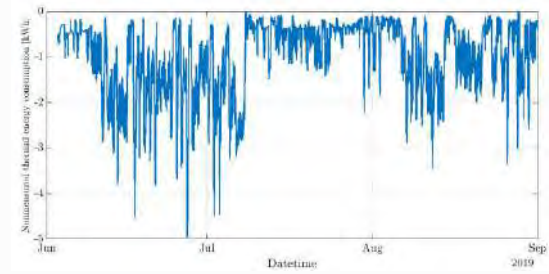
# Error calculation
errors = y_test - predictions

```

Helyileg:
inputsXY_neuronsZ.net

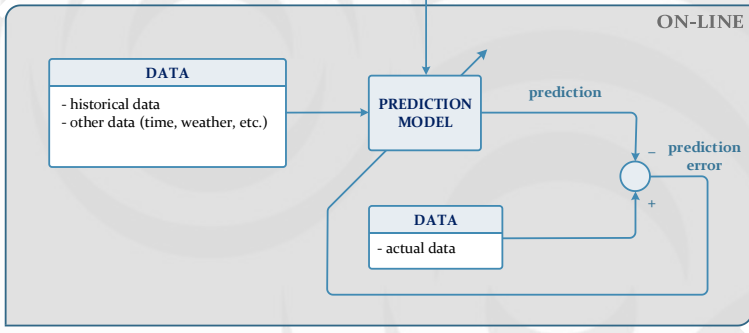
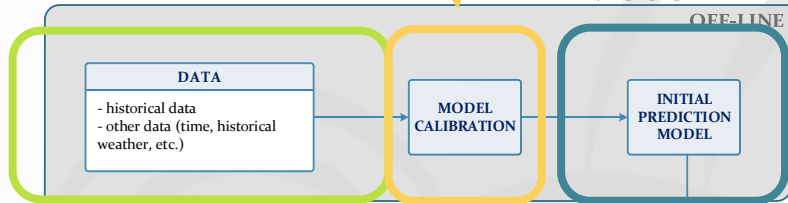


Historikus nem-mérhető termikus energia fogyasztás



Module bemenetek

Modell



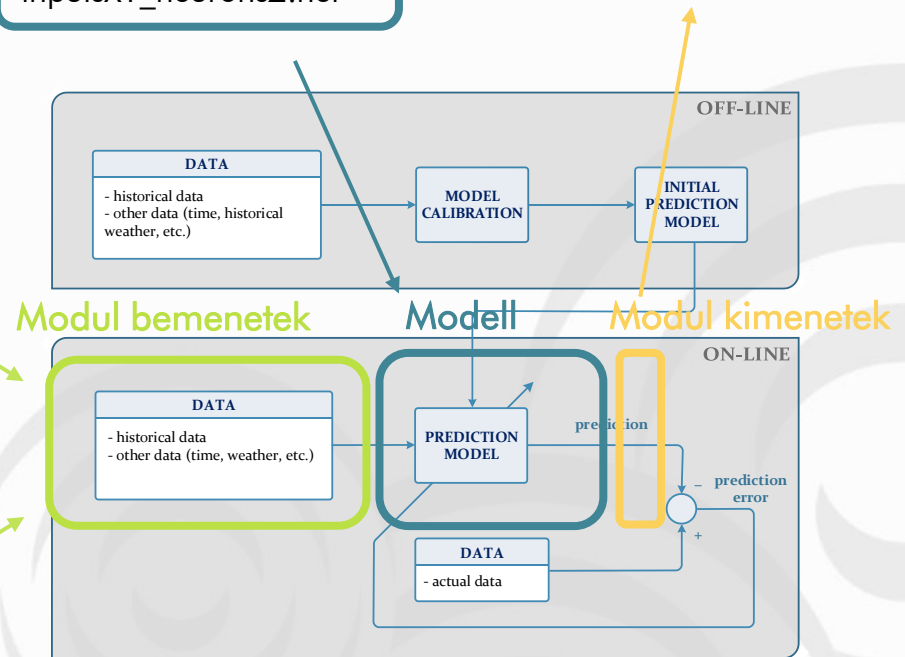
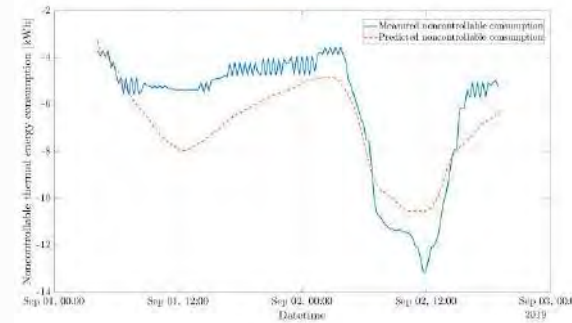
HVAC.PE.4 – online működés

Futási gyakoriság: 15 perc

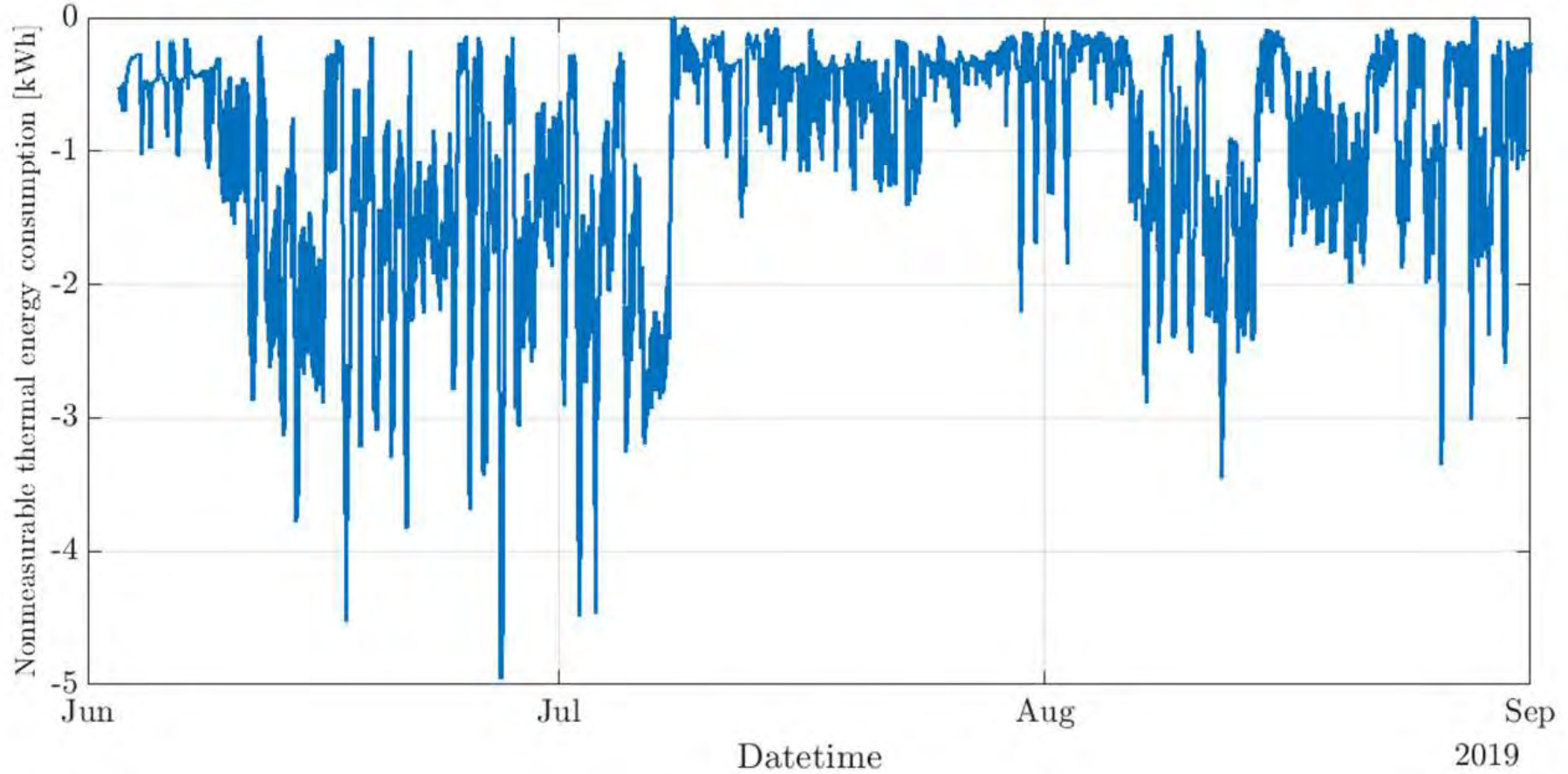
Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net

Regressor constituted of specific historic intervals of data:

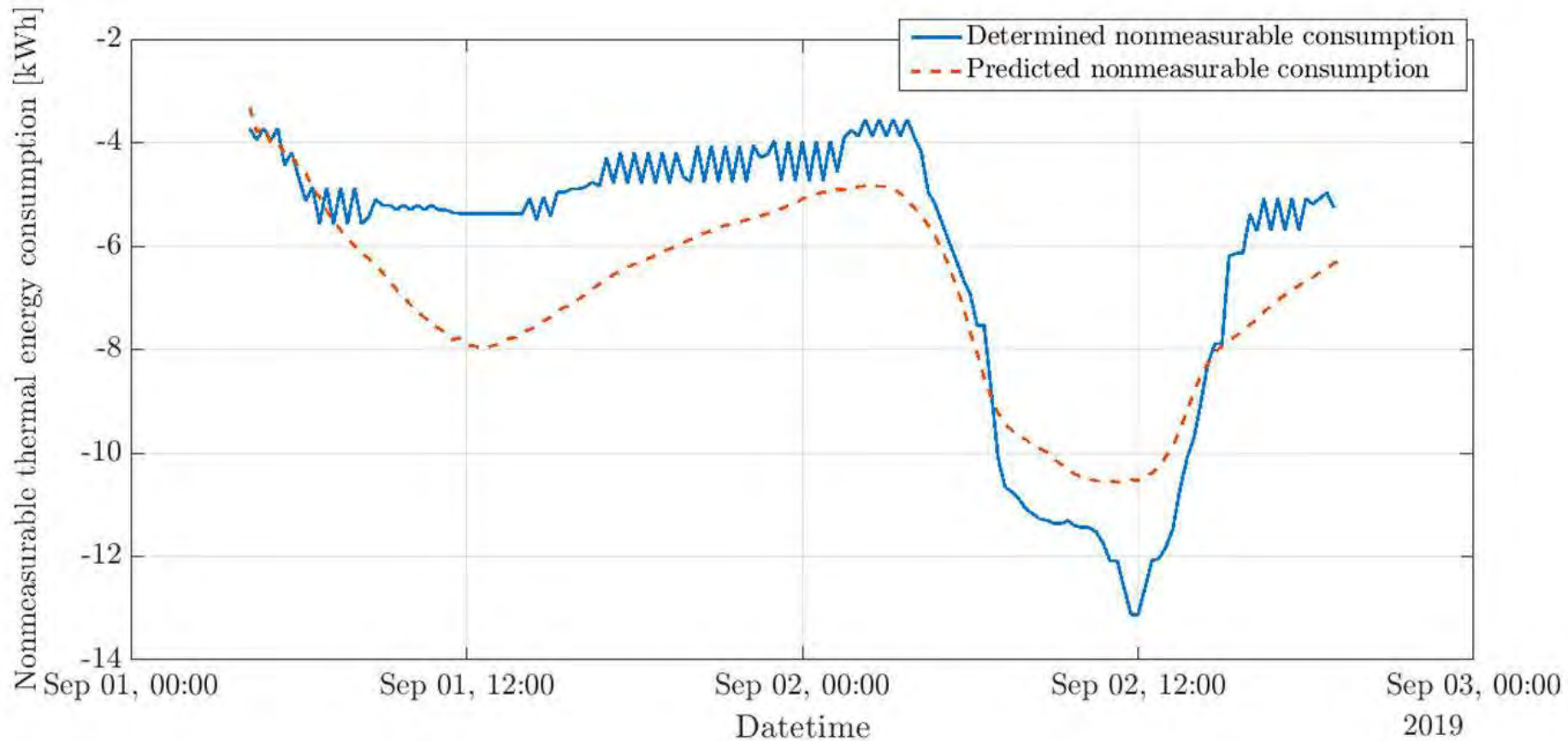
- $\text{nonmeasurable_consumption}(t-1, \dots, t-5)$
- $\text{nonmeasurable_consumption}(t-670, \dots, t-674)$
- τ_{s_d}, τ_{c_d}
- τ_{s_w}, τ_{c_w}
- τ_{s_y}, τ_{c_y}
- $\text{air_temperature}(t-1, \dots, t-3)$
- $\text{air_temperature}(t-671, \dots, t-673)$
- $\text{global_irradiance}(t-1, \dots, t-3)$
- $\text{global_irradiance}(t-671, \dots, t-673)$
- $\text{tilted_irradiance}(t-1, \dots, t-3)$
- $\text{tilted_irradiance}(t-671, \dots, t-673)$



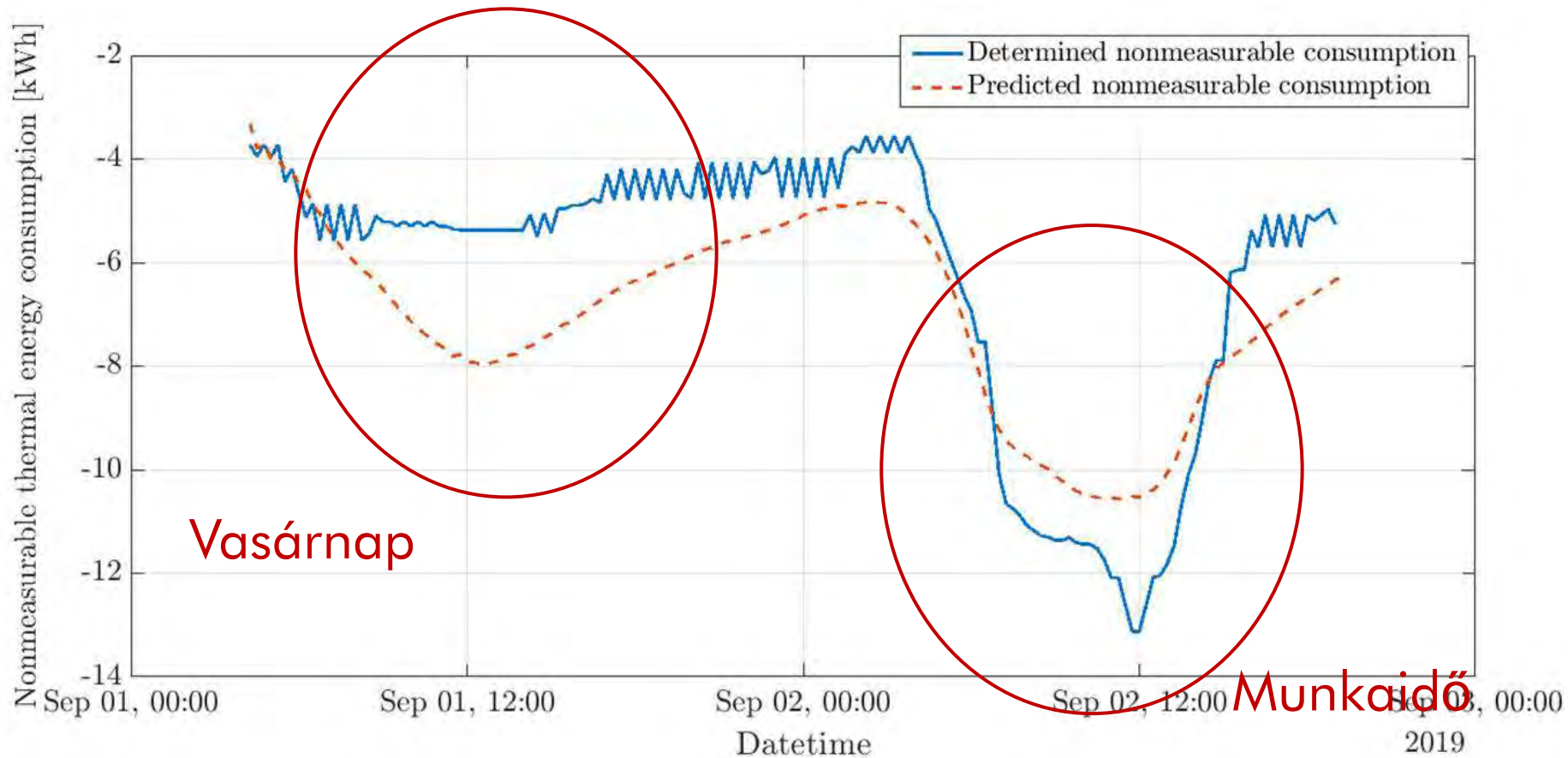
HVAC.PE.4 – példa historikus adatokra



HVAC.PE.4 – előrejelzés példa

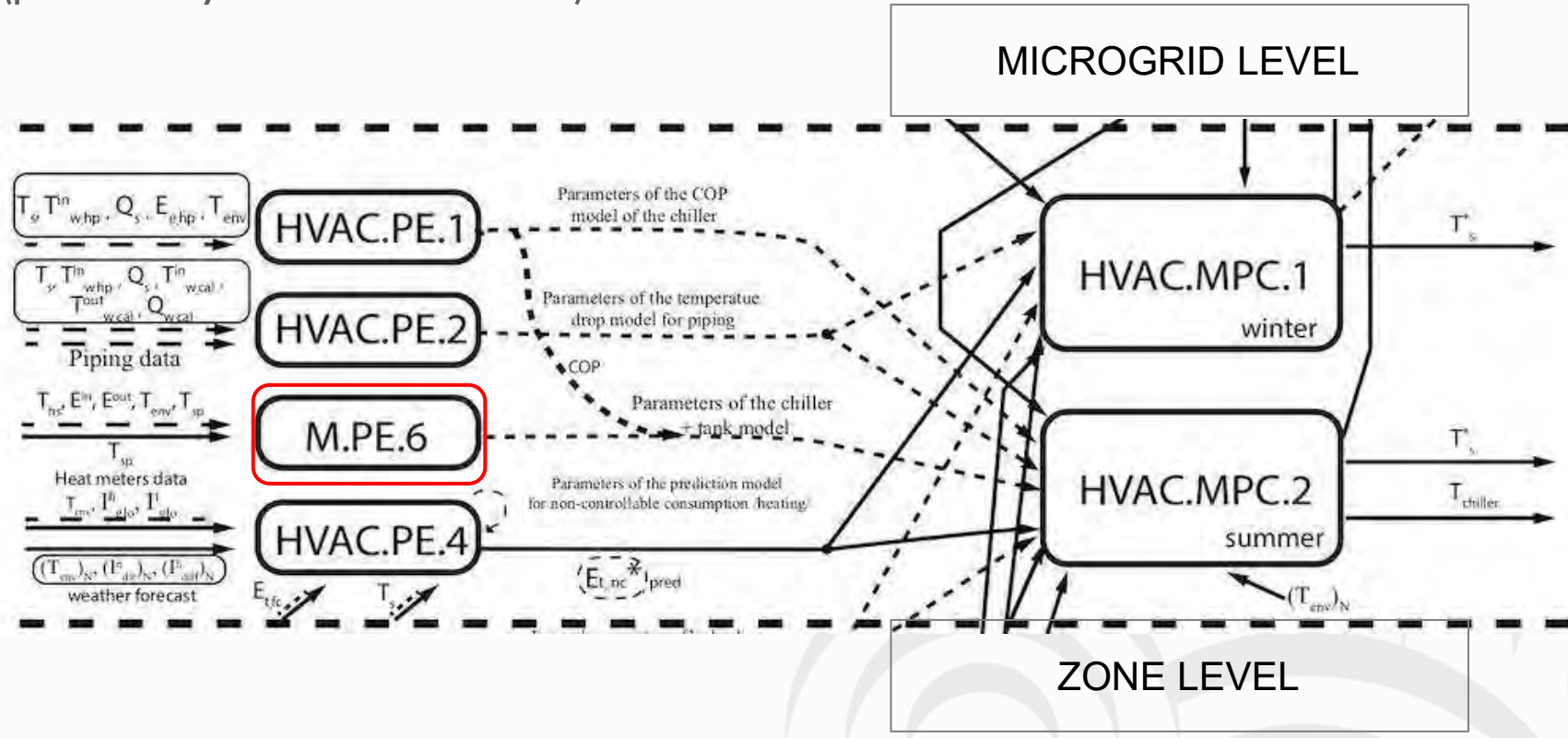


HVAC.PE.4 – előrejelzés példa

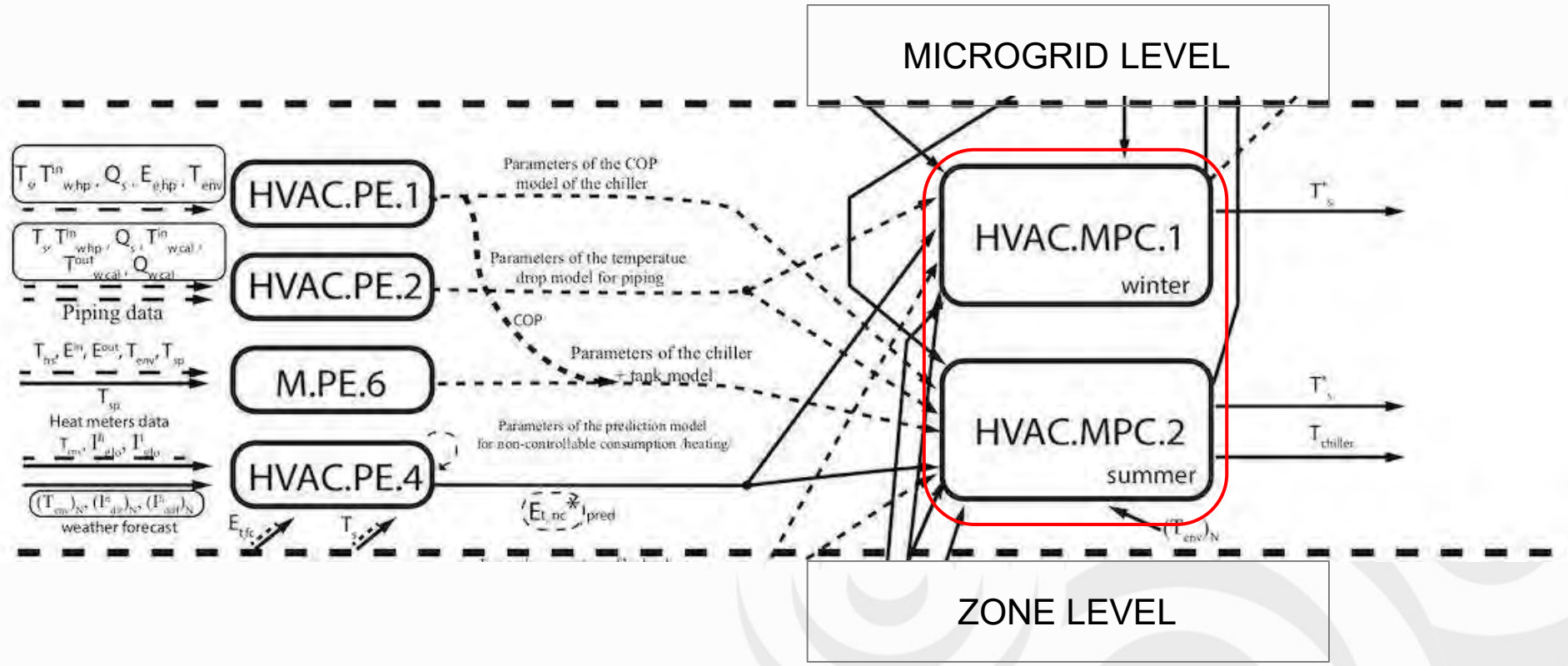


M.PE.6

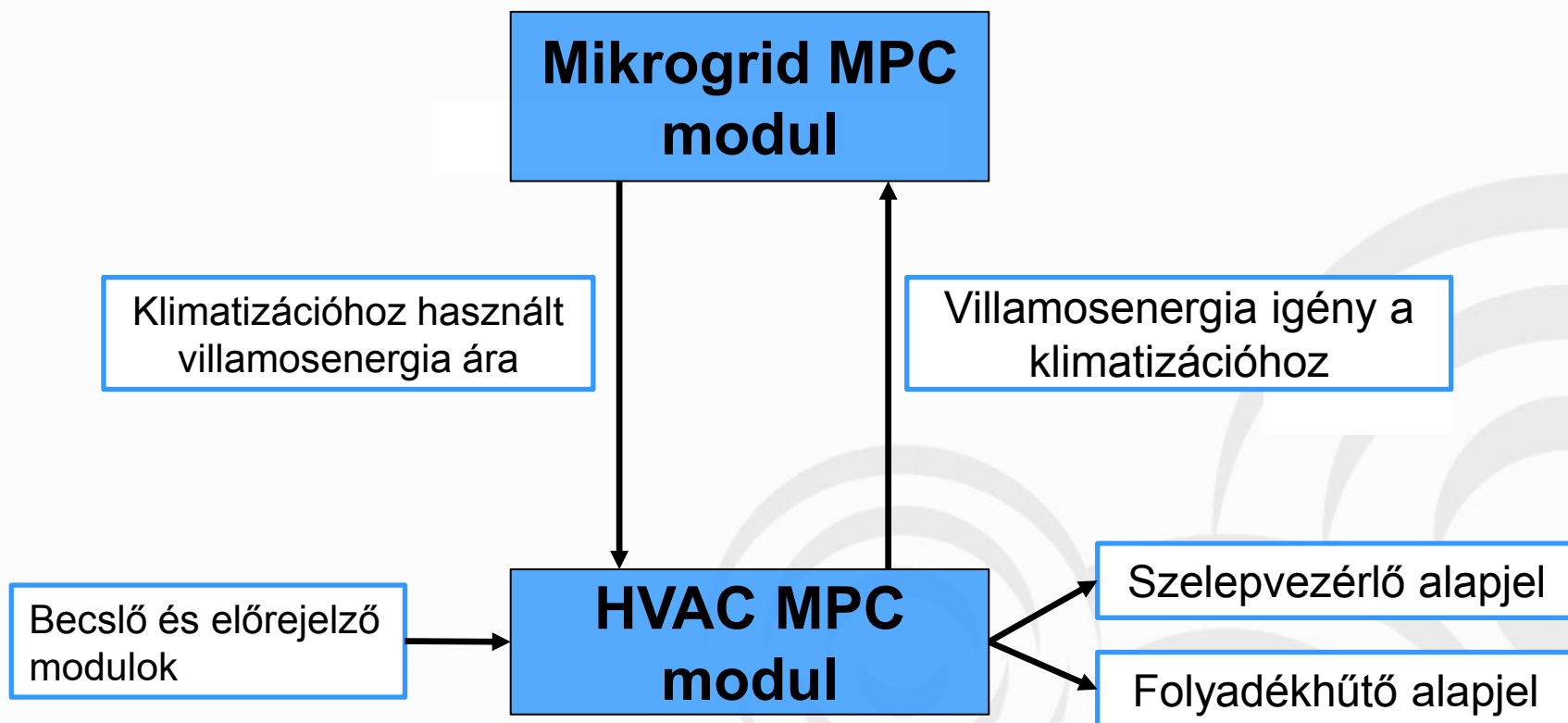
(puffertartály identifikációs modul)



HVAC.MPC modul

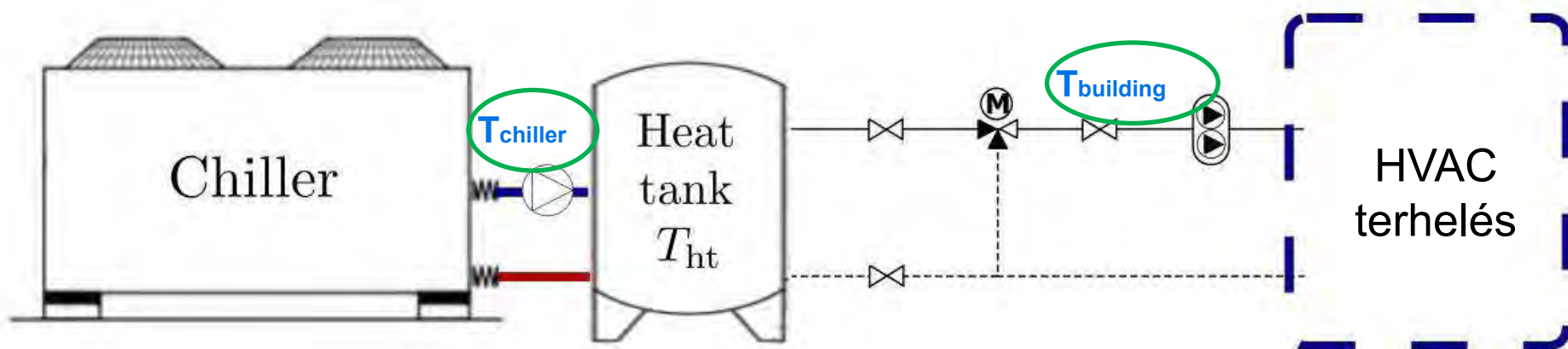


HVAC.MPC modul



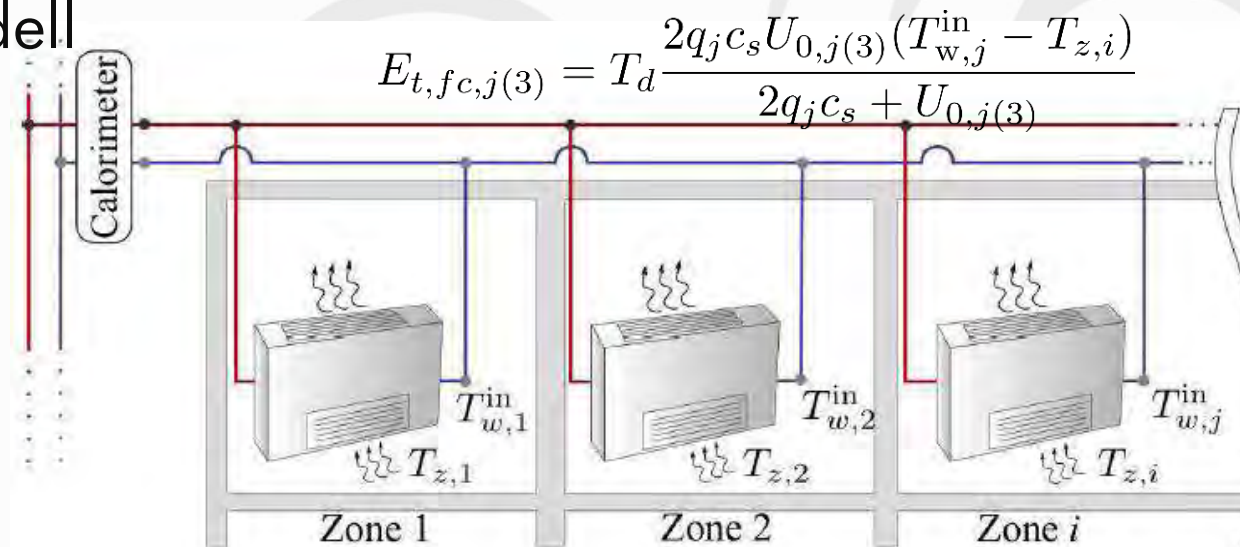
HVAC rendszer felépítése az E.ON épületében

- 4 hőközpont

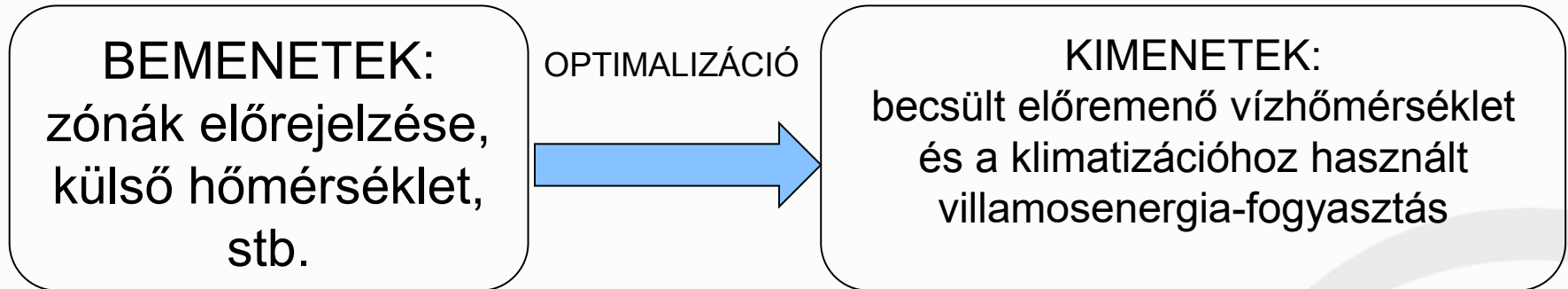


HVAC rendszer modelljei

- Folyadékűtő COP modellje
- Csővesztések, tömegáramok
- Fancoil egységek a zónákban
- Tömegáramok a fancoilegységeken
- Hőmérsékleti modell a fancoilba belépő víz hőmérsékletére
- Puffertartály modell



HVAC.MPC probléma

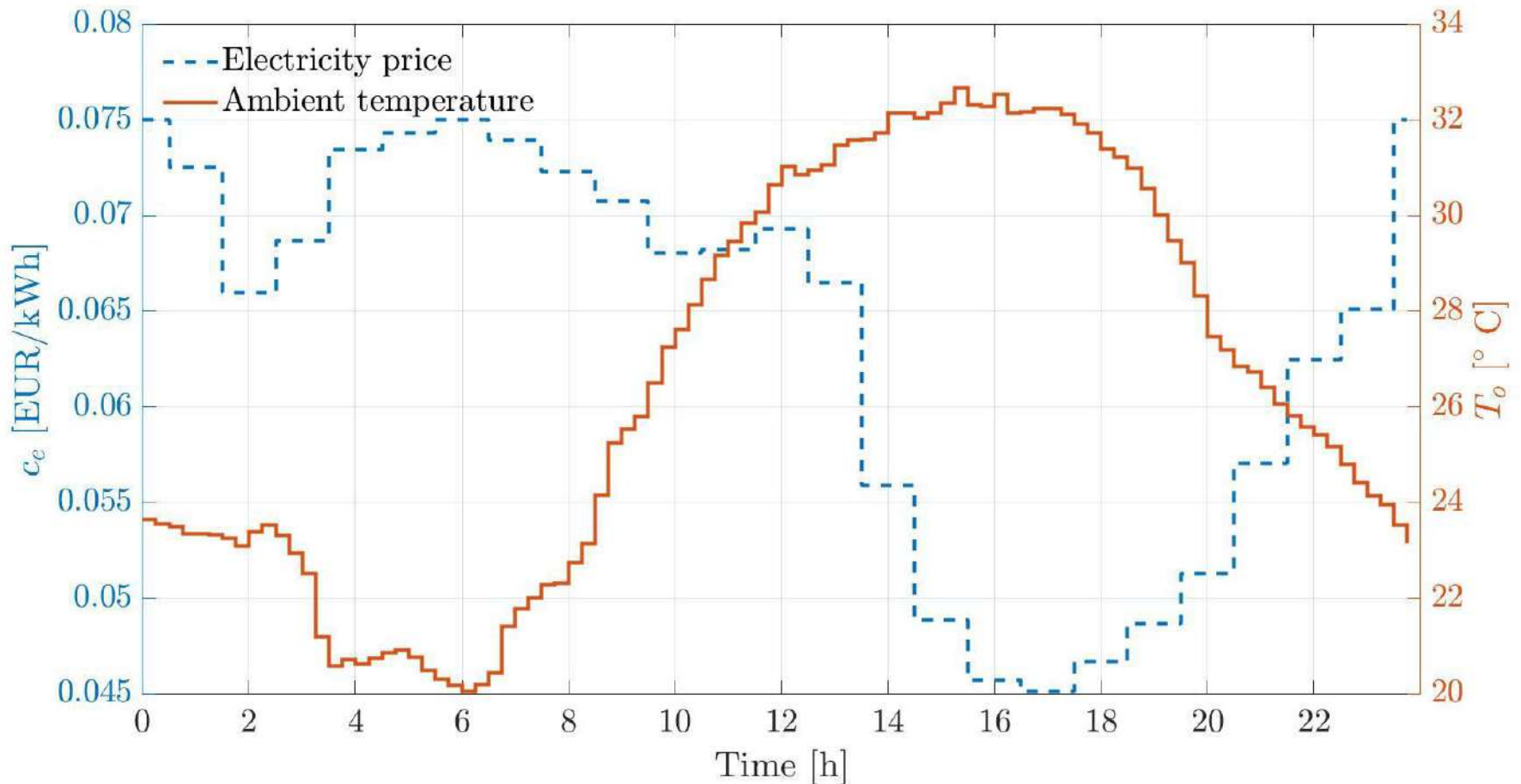


- Megszorítások:
 - Előremenő víz hőmérséklet
 - Folyadék hűtők teljesítménye
 - Zónákban szükséges hőenergia
 - Villamosenergia-fogyasztás

Online HVAC.MPC scenárió

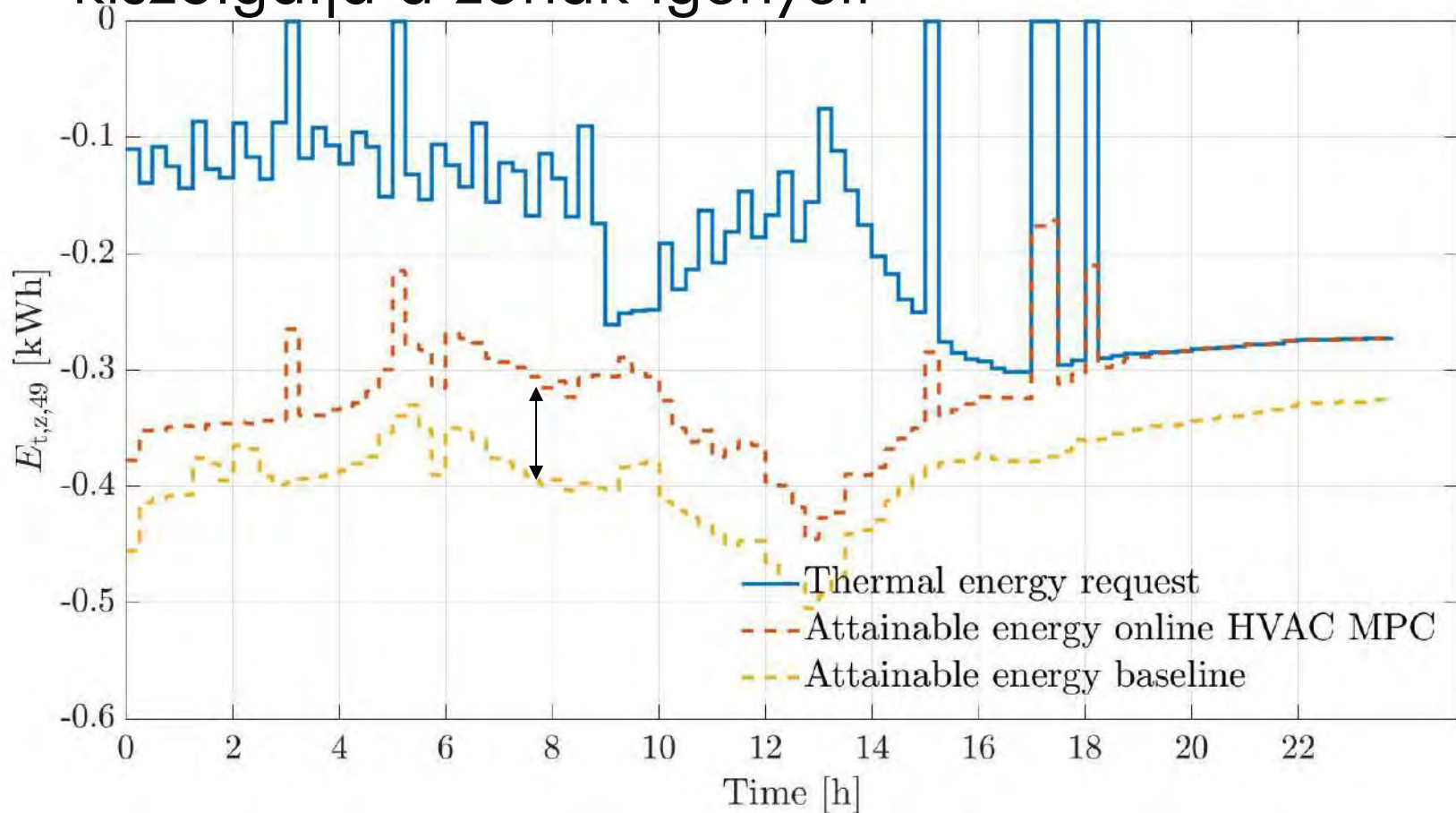
- Összehasonlítás a konvencionális szabályzással (fix előremenő víz hőmérséklet)

HVAC.MPC – online működés (1)



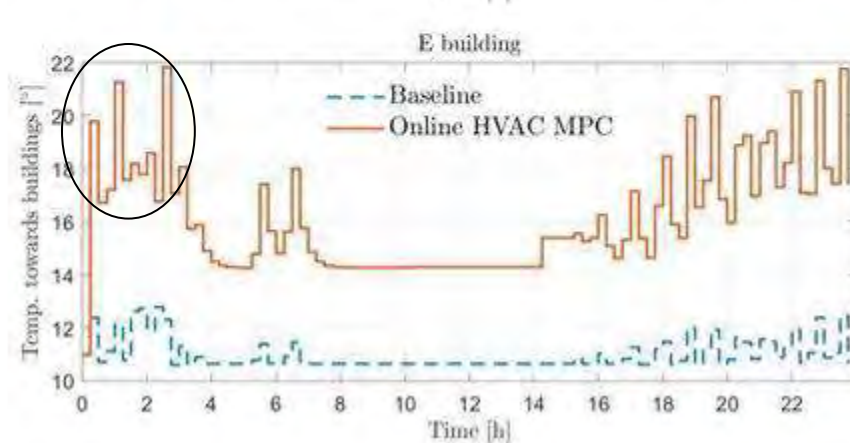
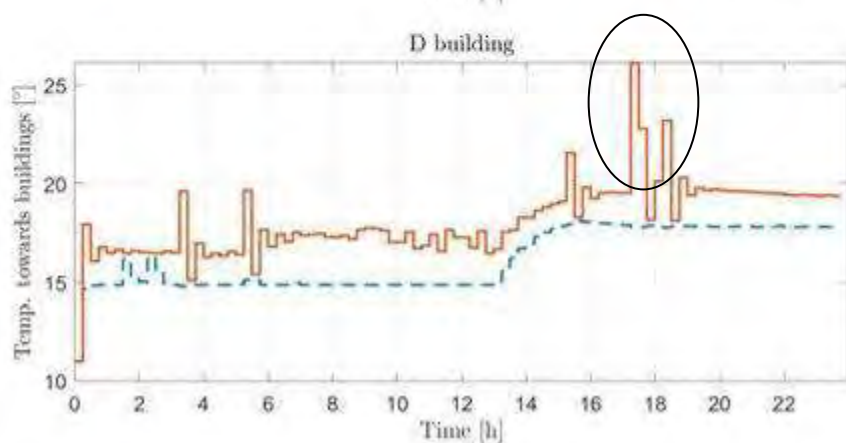
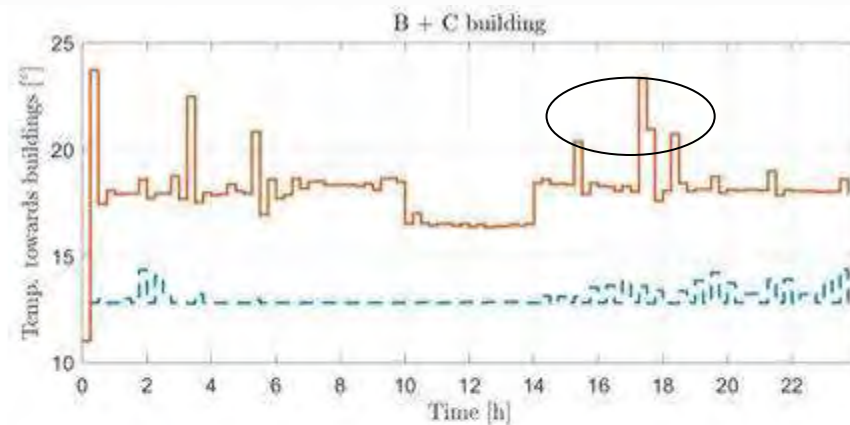
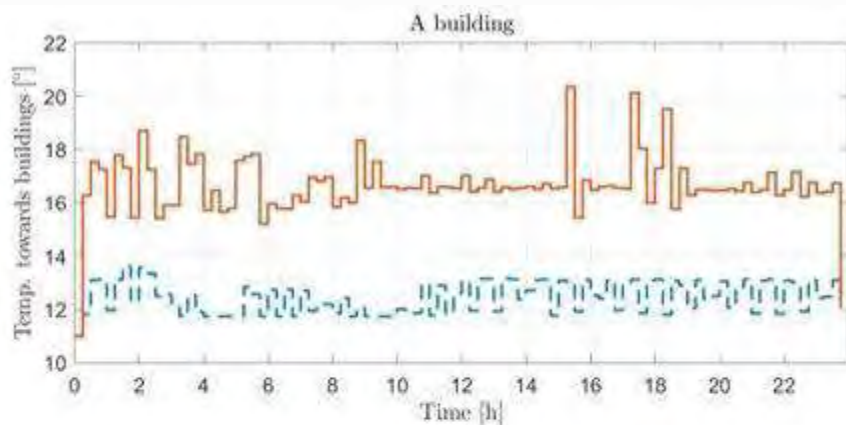
HVAC.MPC – online működés (2)

- A HVAC.MPC modul által biztosított hűtési energia kiszolgálja a zónák igényeit



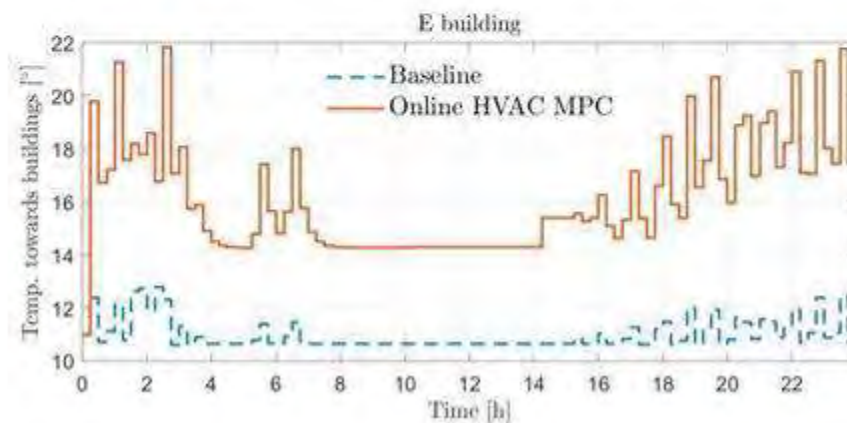
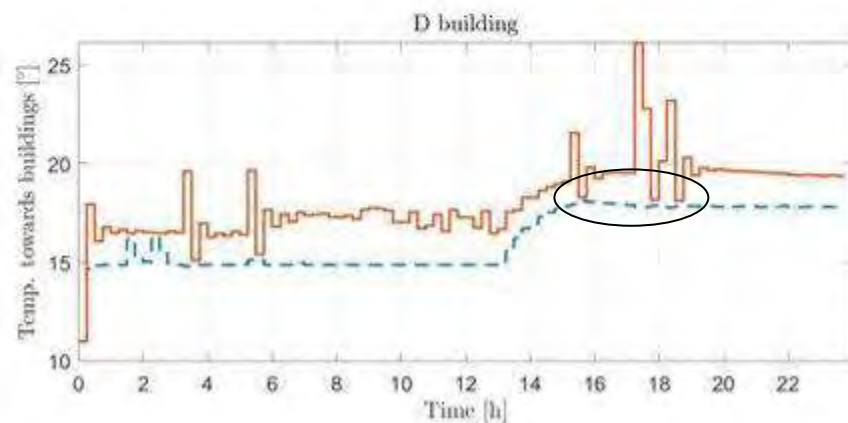
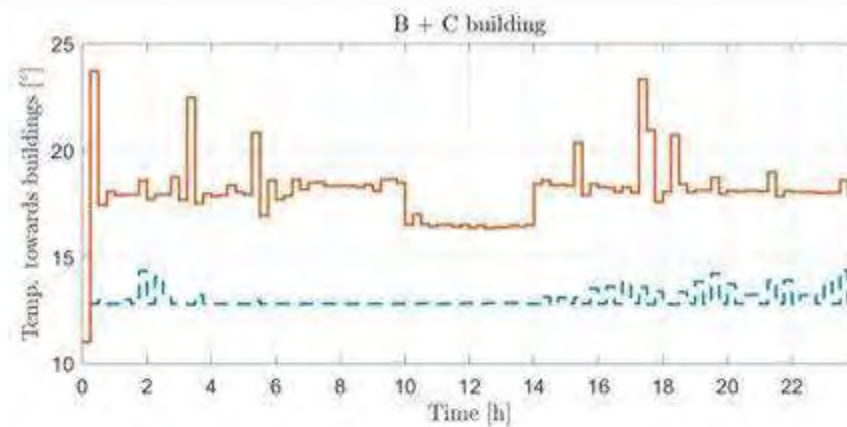
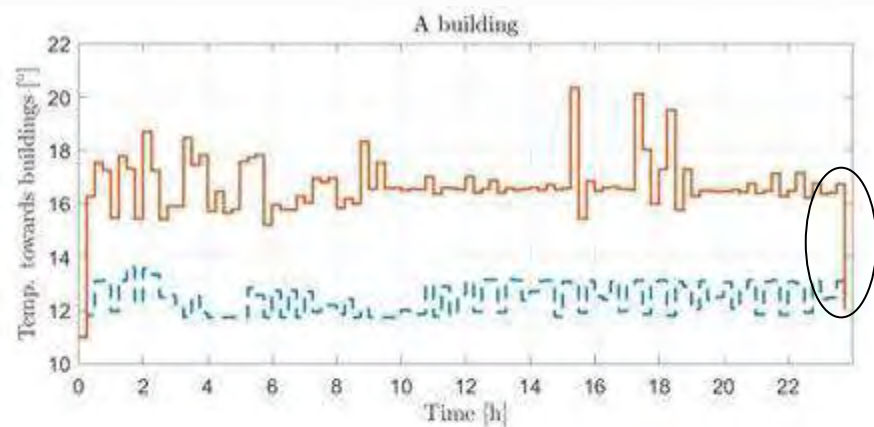
HVAC.MPC – online működés (3)

- Ha nő a közeg előremenő hőmérséklete → csökken a terhelés



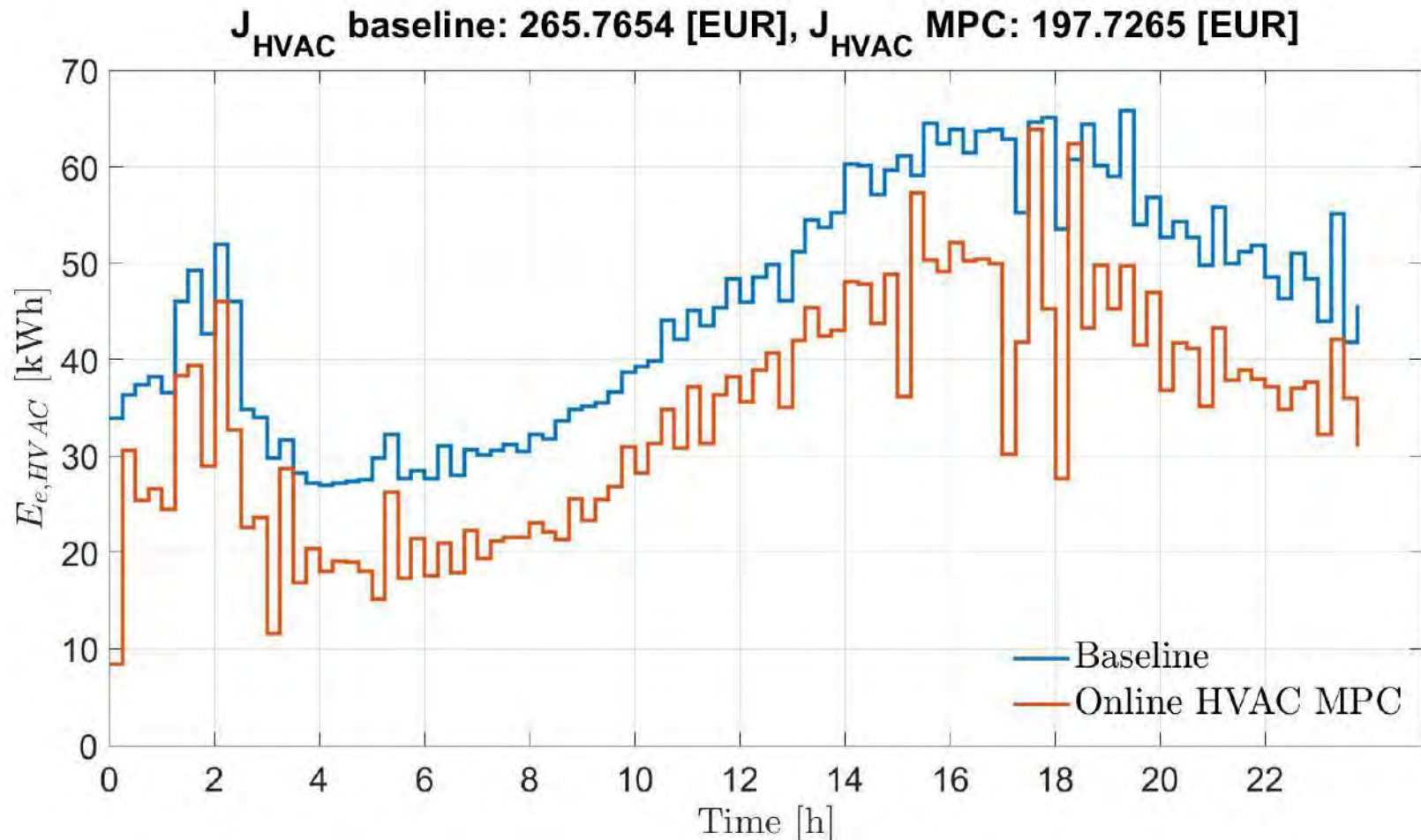
HVAC.MPC – online működés (4)

- Ha csökken az előremenő hőmérséklete → nő a terhelés



HVAC.MPC – online működés (5)

- HVAC.MPC hatása a fogyasztásra - **25%**

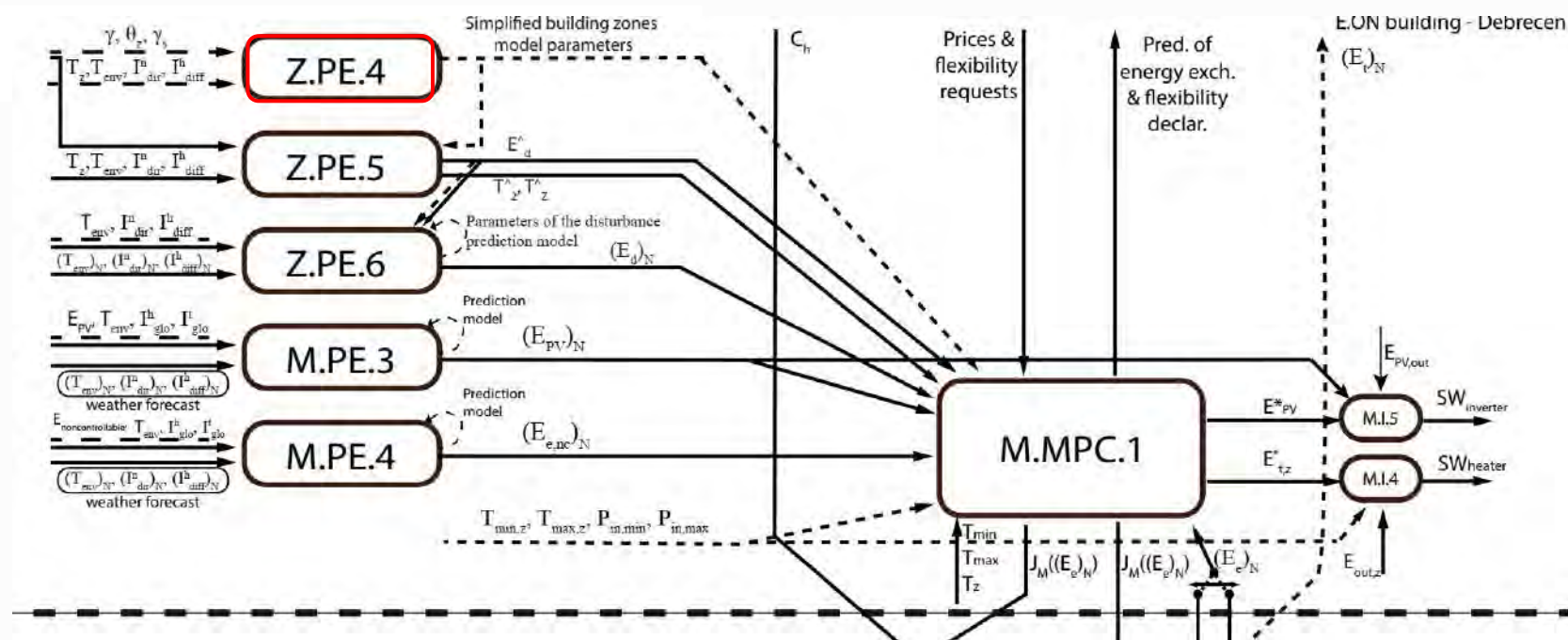


Mikrogrid szint

Z.PE.4

(egyszerűsített termodinamikus épület modell identifikációja)

Csak egyszer fut le

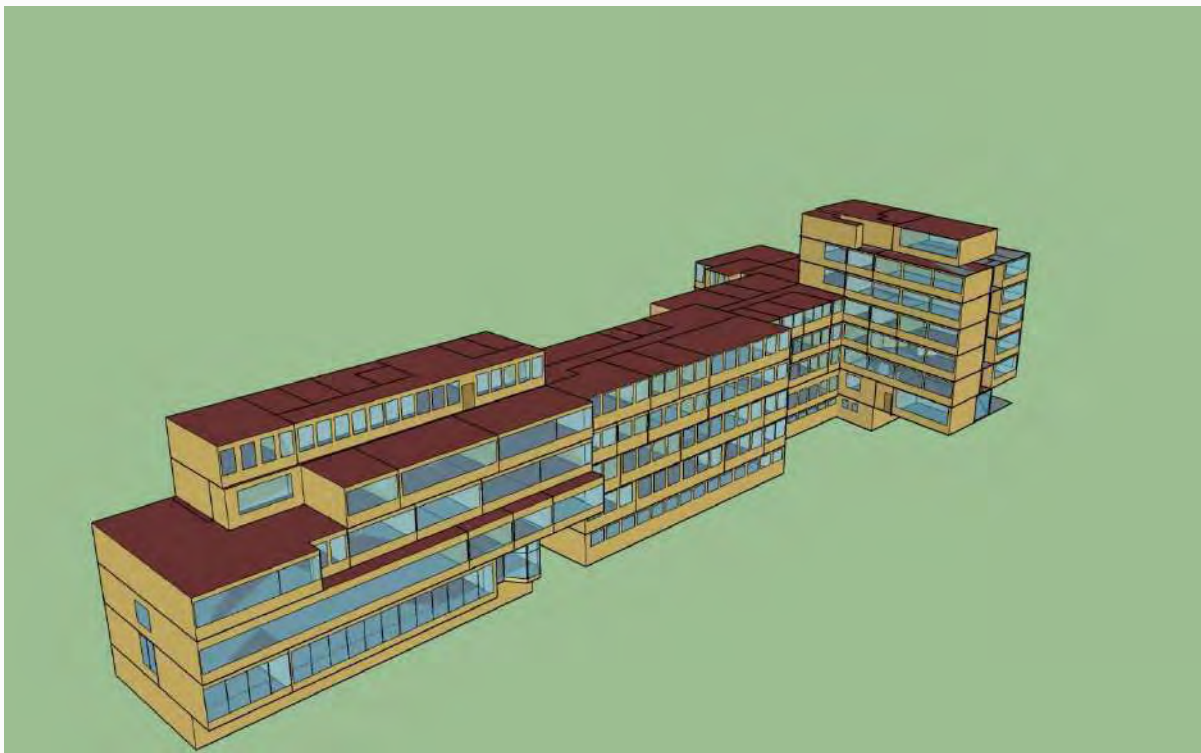


Z.PE.4

(egyszerűsített termodinamikus épület modell identifikációja)

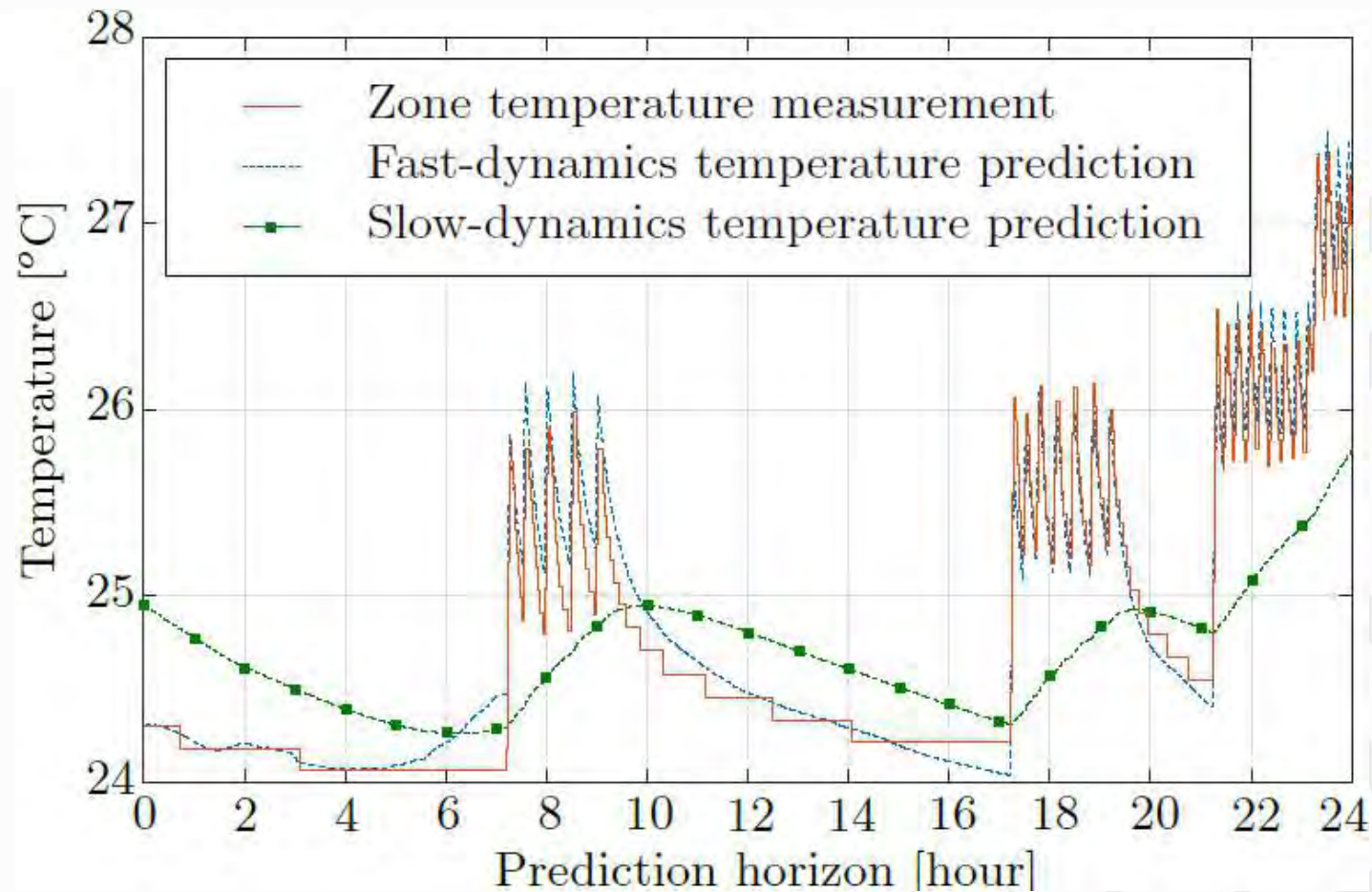
Bementek: historikus hőmérséklet mérések, historikus külső hőmérséklet mérések, historikus teljesítményadatok a hűtő/fűtő egységektől

Kimenetek: az épület matematikai modell paraméterei



Z.PE.4

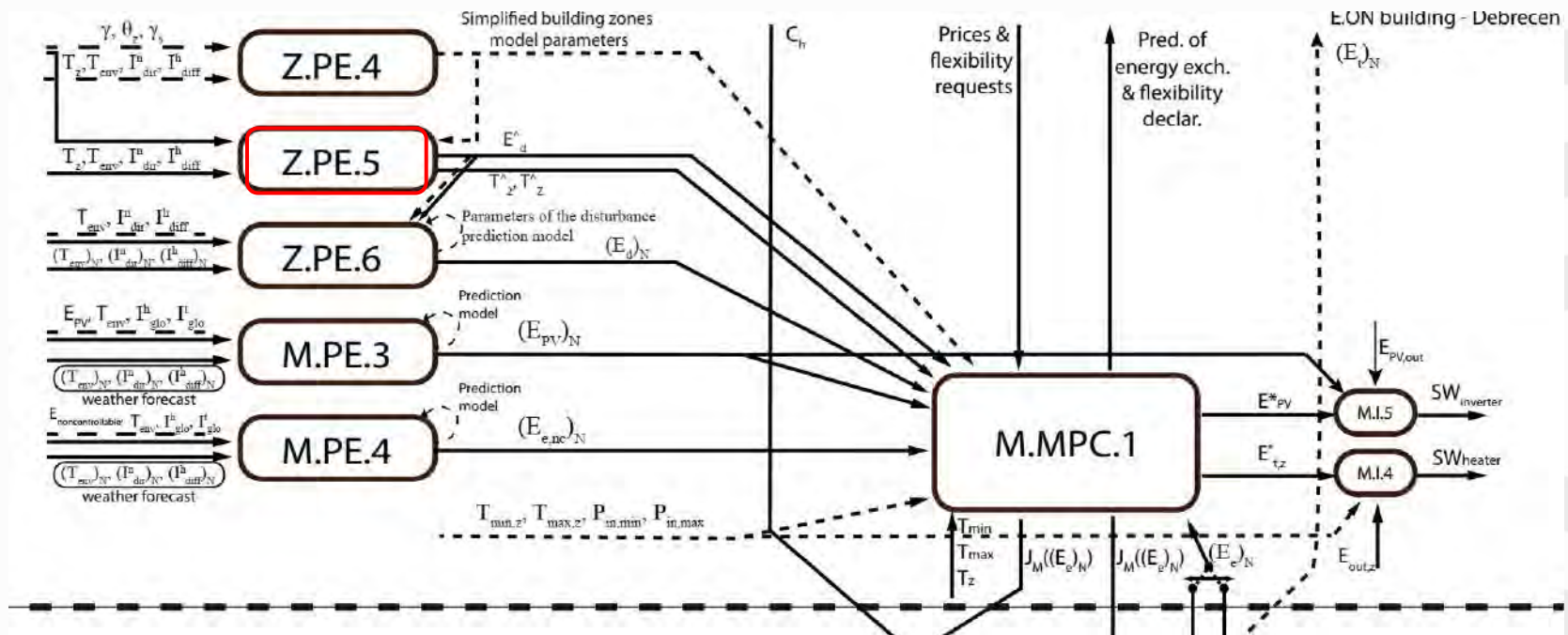
(egyszerűsített termodinamikus épület modell identifikációja)



Z.PE.5

(Az épület modell nem-mérhető állapotainak és a termikus zavarások becslése az egyes zónákban)

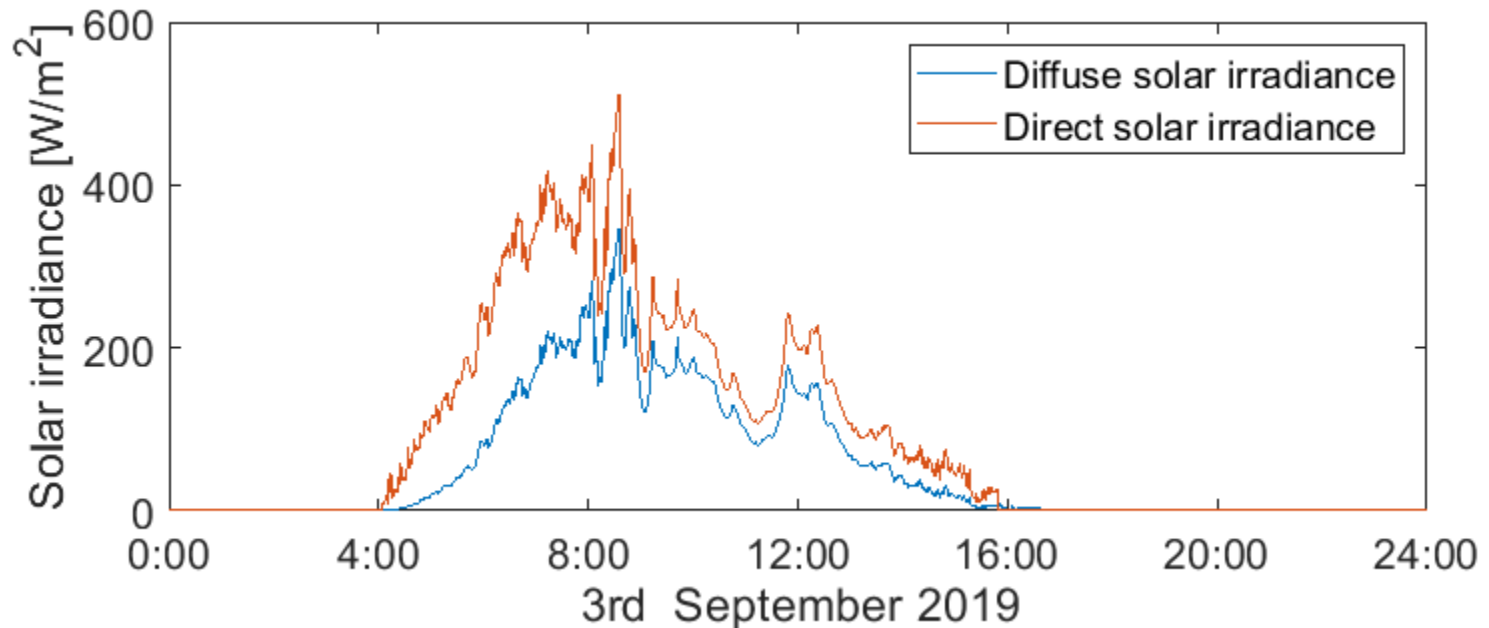
Minden 1 percben fut



Z.PE.5

(Az épület modell nem-mérhető állapotainak és a termikus zavarások becslése az egyes zónákban)

Bemenet 1: az aktuális és a becsült közvetlen és szórt napsugárzás

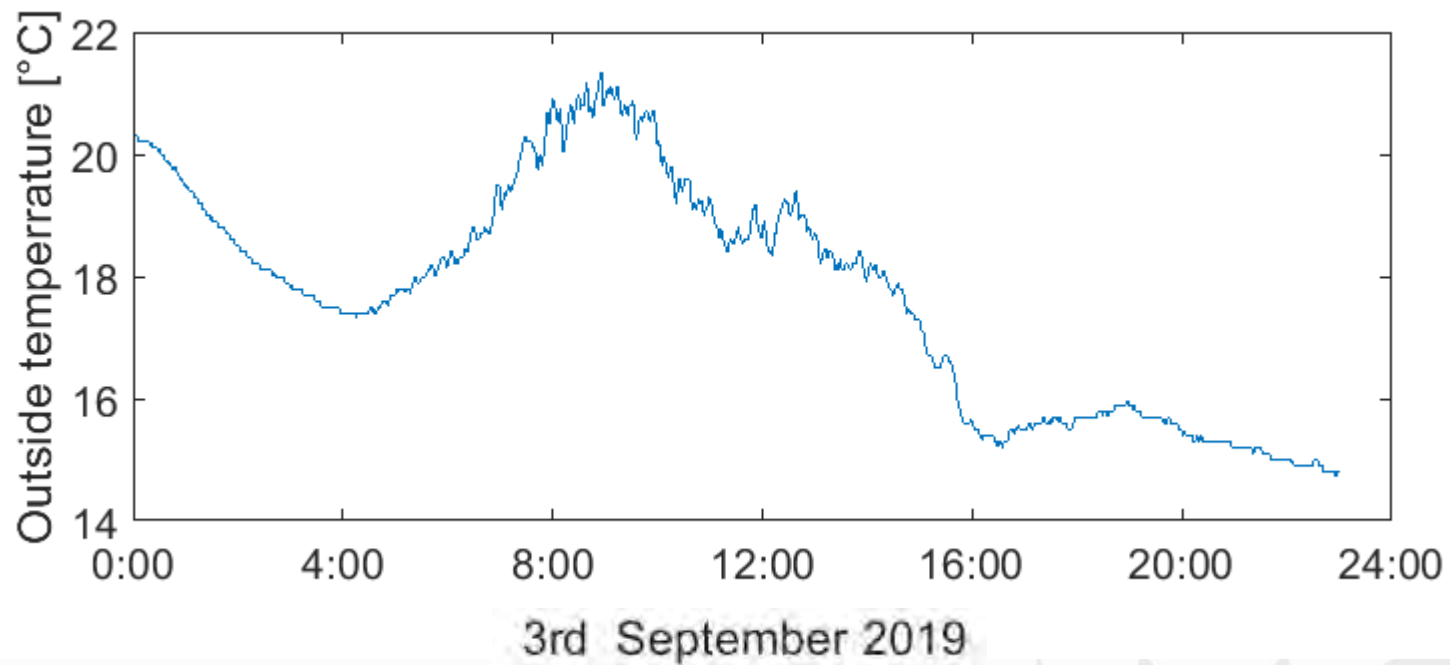


Z.PE.5

(Az épület modell nem-mérhető állapotainak és a termikus zavarások becslése az egyes zónákban)

Bemenet 1: az aktuális és a becsült közvetlen és szórt napsugárzás

Bemenet 2: aktuális külső hőmérséklet



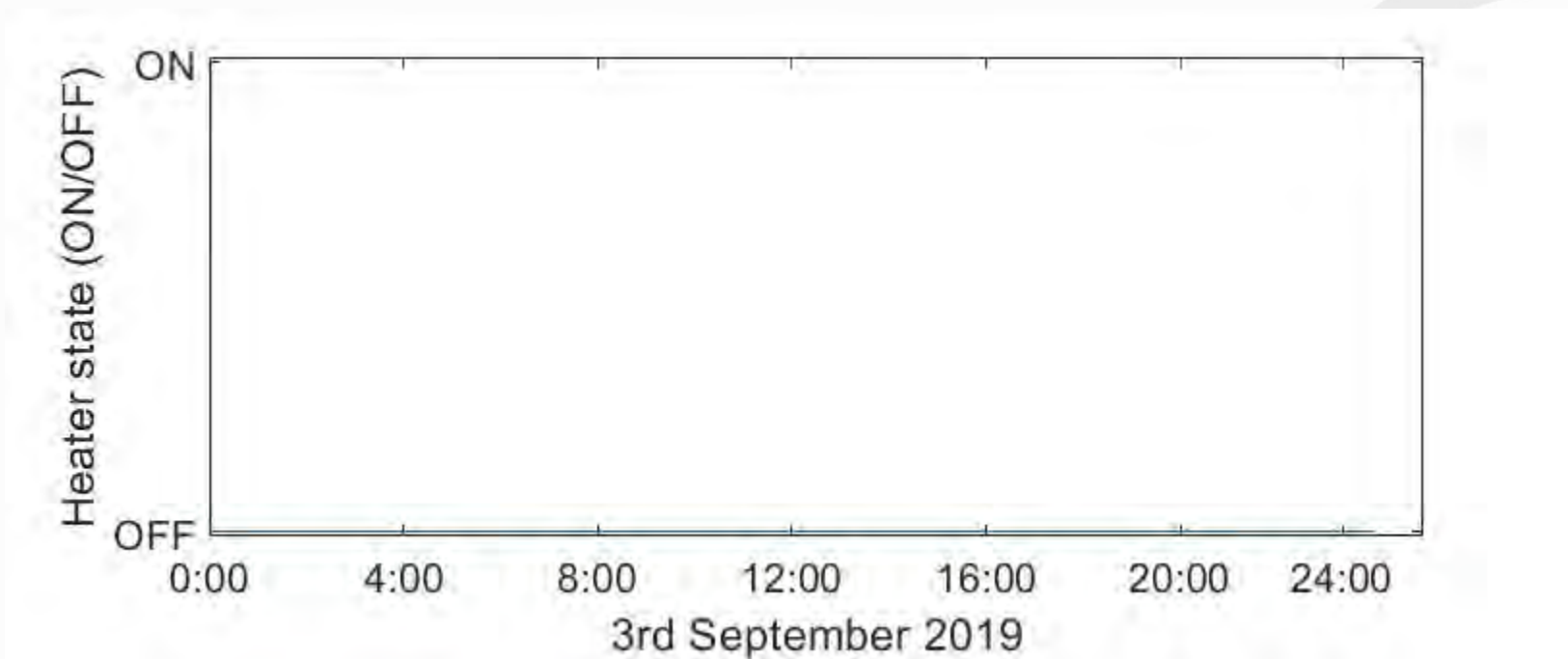
Z.PE.5

(Az épület modell nem-mérhető állapotainak és a termikus zavarások becslése az egyes zónákban)

Bemenet 1: az aktuális és a becsült közvetlen és szórt napsugárzás

Bemenet 2: aktuális külső hőmérséklet

Bemenet 3: villamos fűtőtestek aktuális állapota (on/off)



Z.PE.5

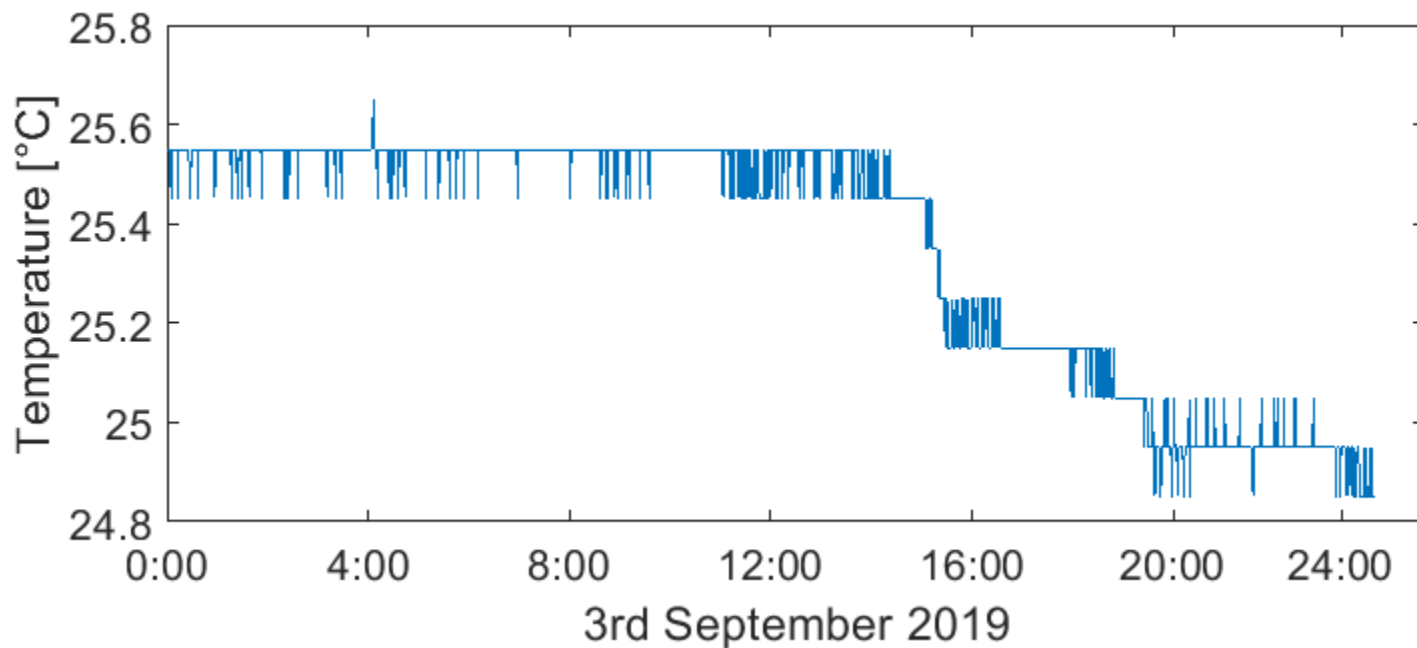
(Az épület modell nem-mérhető állapotainak és a termikus zavarások becslése az egyes zónákban)

Bemenet 1: az aktuális és a becsült közvetlen és szórt napsugárzás

Bemenet 2: aktuális külső hőmérséklet

Bemenet 3: villamos fűtőtestek aktuális állapota (on/off)

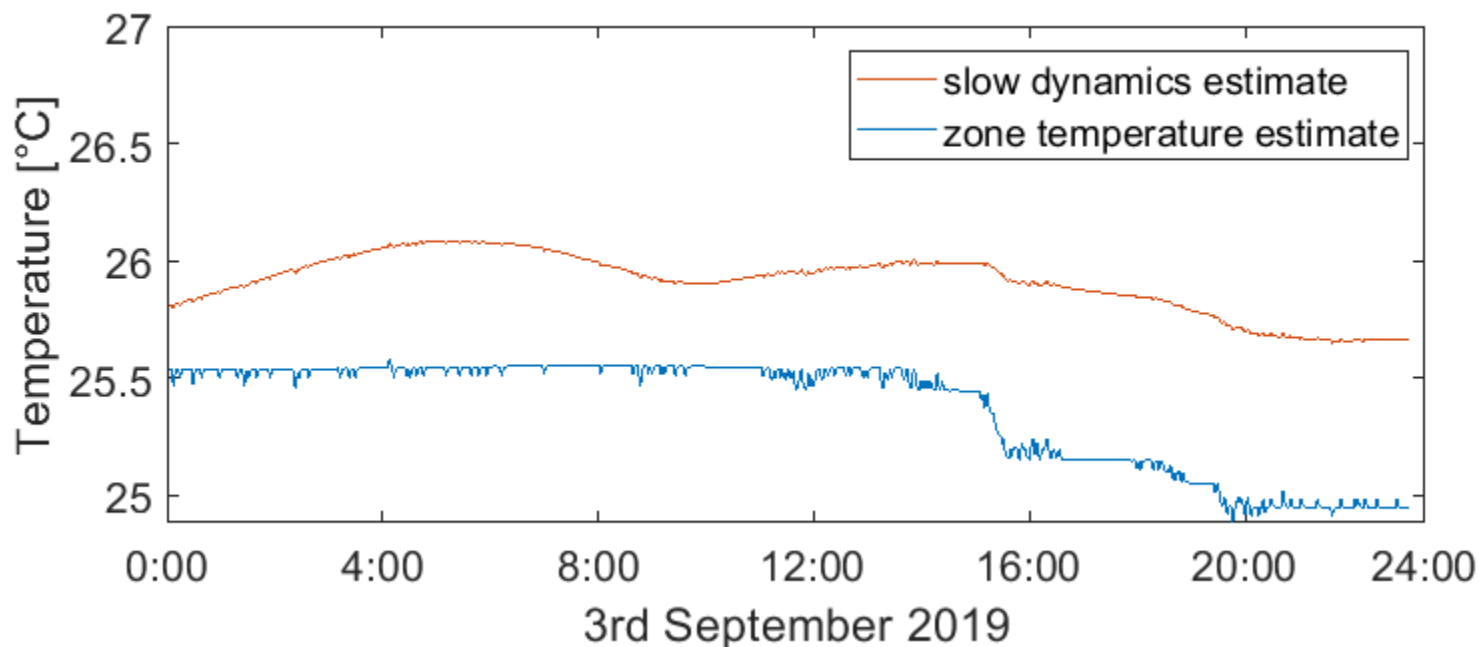
Bemenet 4: aktuális szobahőmérséklet



Z.PE.5

(Az épület modell nem-mérhető állapotainak és a termikus zavarások becslése az egyes zónákban)

Kimenet 1: Becsült aktuális lassú dinamikájú hőmérséklet

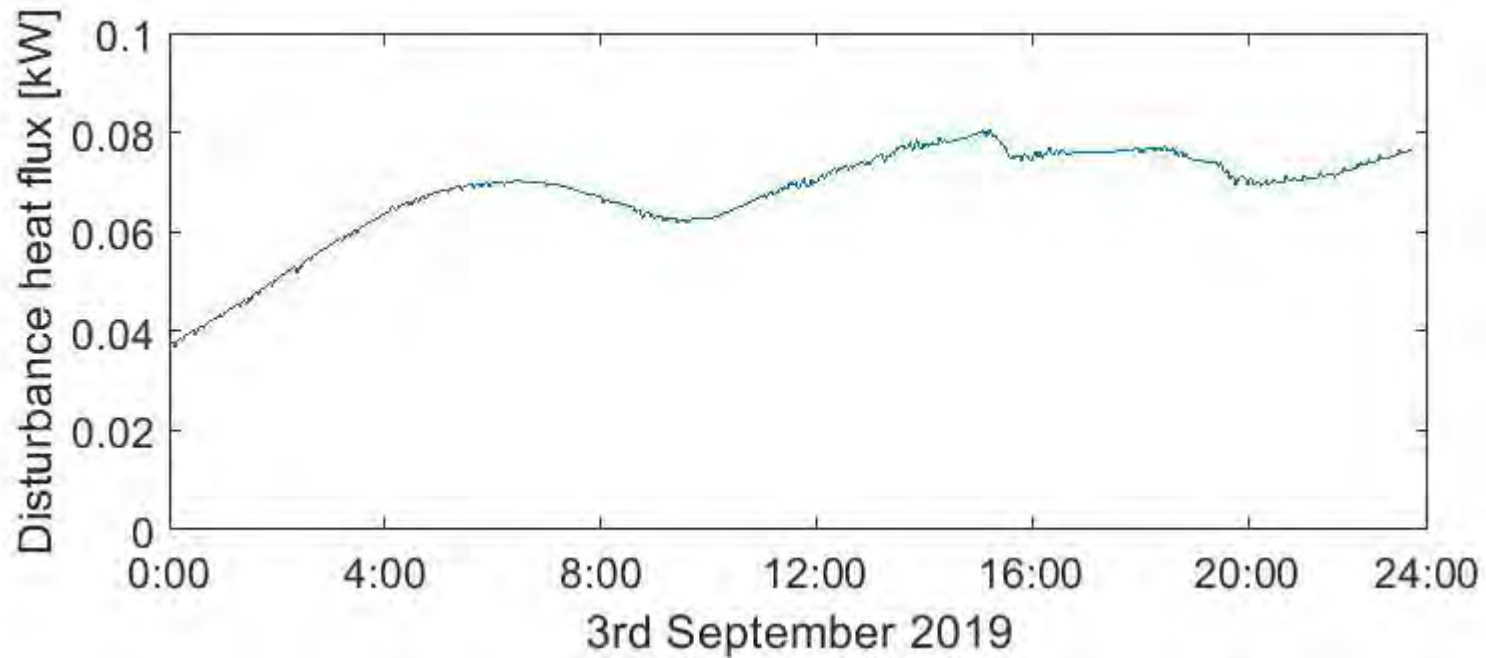


Z.PE.5

(Az épület modell nem-mérhető állapotainak és a termikus zavarások becslése az egyes zónákban)

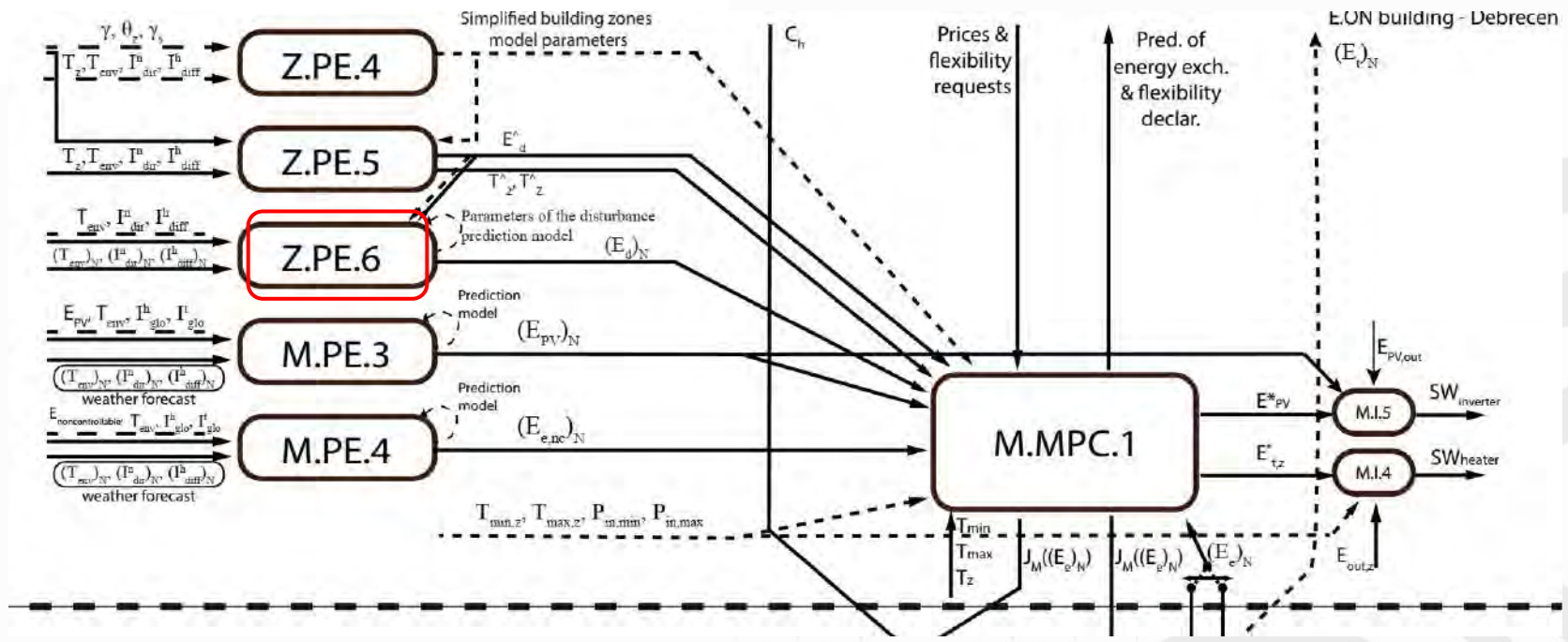
Kimenet 1: Becsült aktuális lassú dinamikájú hőmérséklet

Kimenet 2: Becsült aktuális termikus zavarás

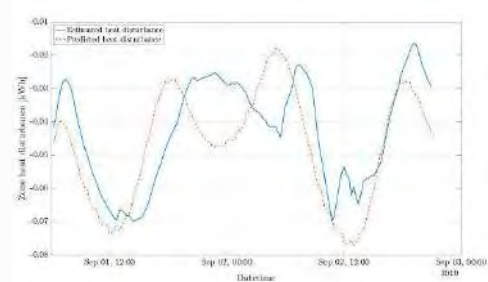


Z.PE.6

(termikus zavarások előrejelzése a zónákban)



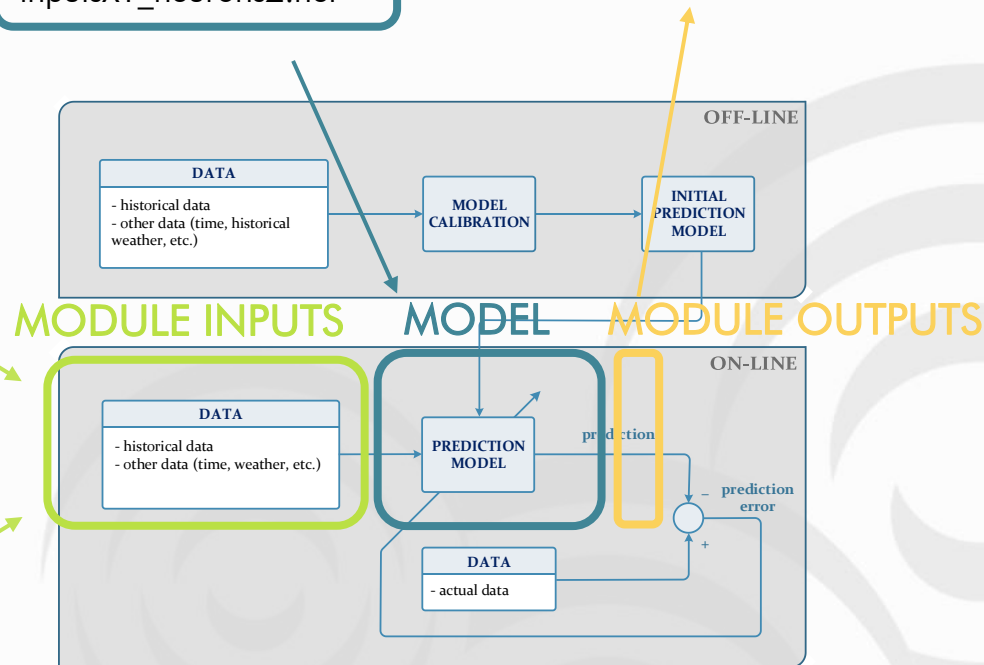
Z.PE.6 – on-line működés



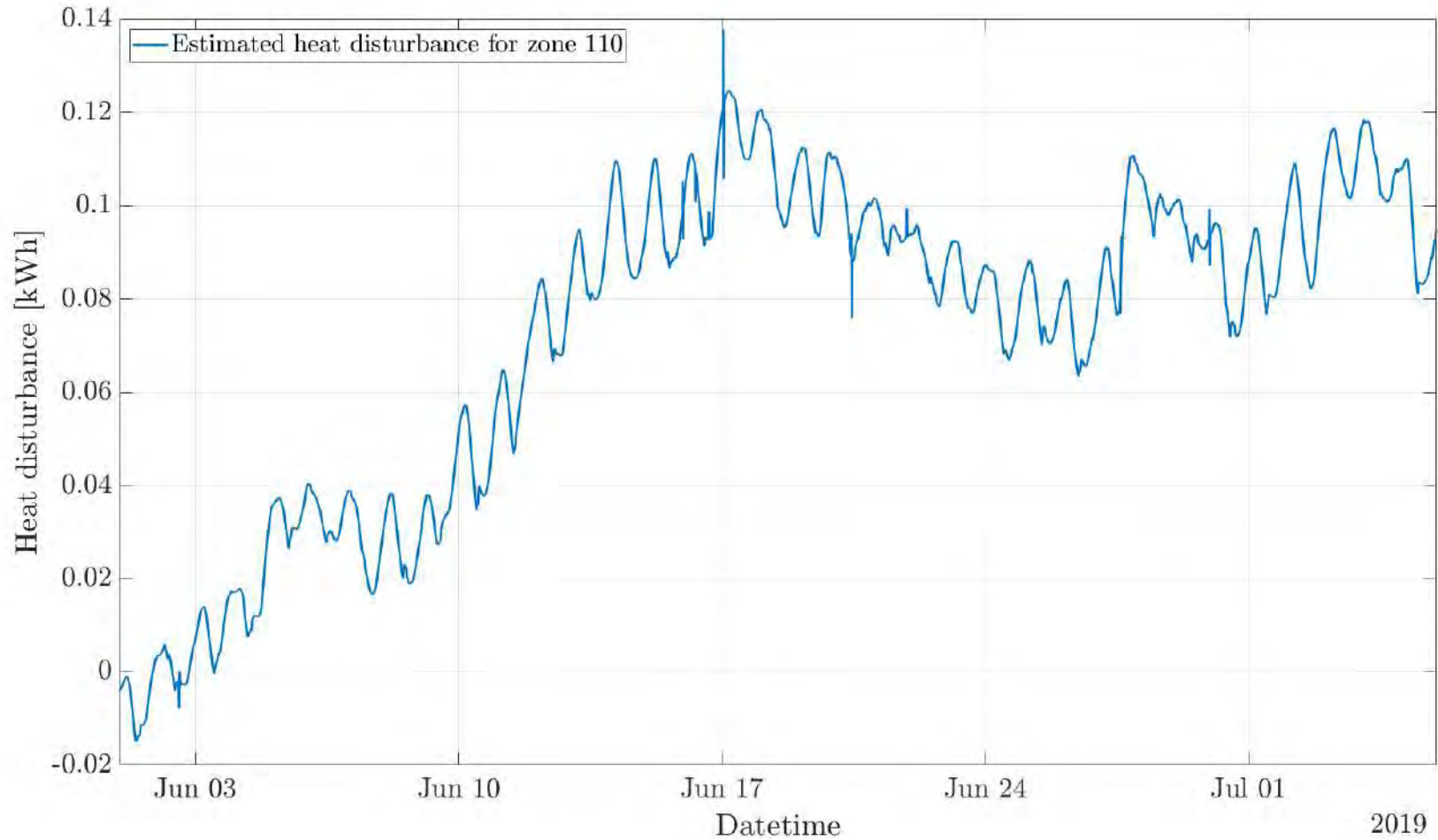
Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net

Regressor constituted of specific historic intervals of data:

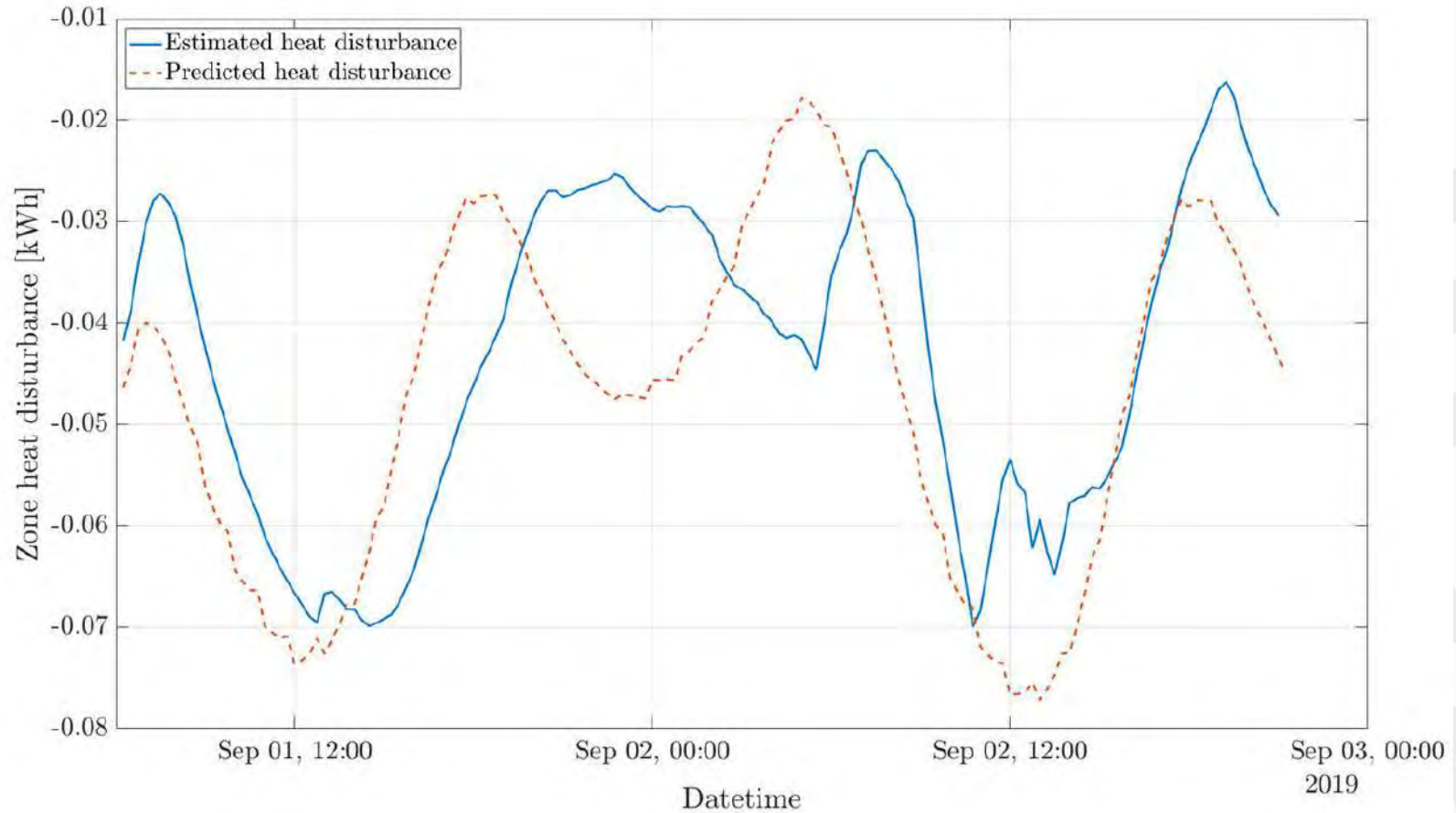
- heat disturbance($t-1, \dots, t-5$)
- heat disturbance($t-670, \dots, t-674$)
- τ_{s_d}, τ_{c_d}
- τ_{s_w}, τ_{c_w}
- τ_{s_y}, τ_{c_y}
- air temperature($t-1, \dots, t-3$)
- air temperature($t-671, \dots, t-673$)
- global irradiance($t-1, \dots, t-3$)
- global irradiance($t-671, \dots, t-673$)
- tilted irradiance($t-1, \dots, t-3$)
- tilted irradiance ($t-671, \dots, t-673$)



Z.PE.6 – példa historikus adatokra

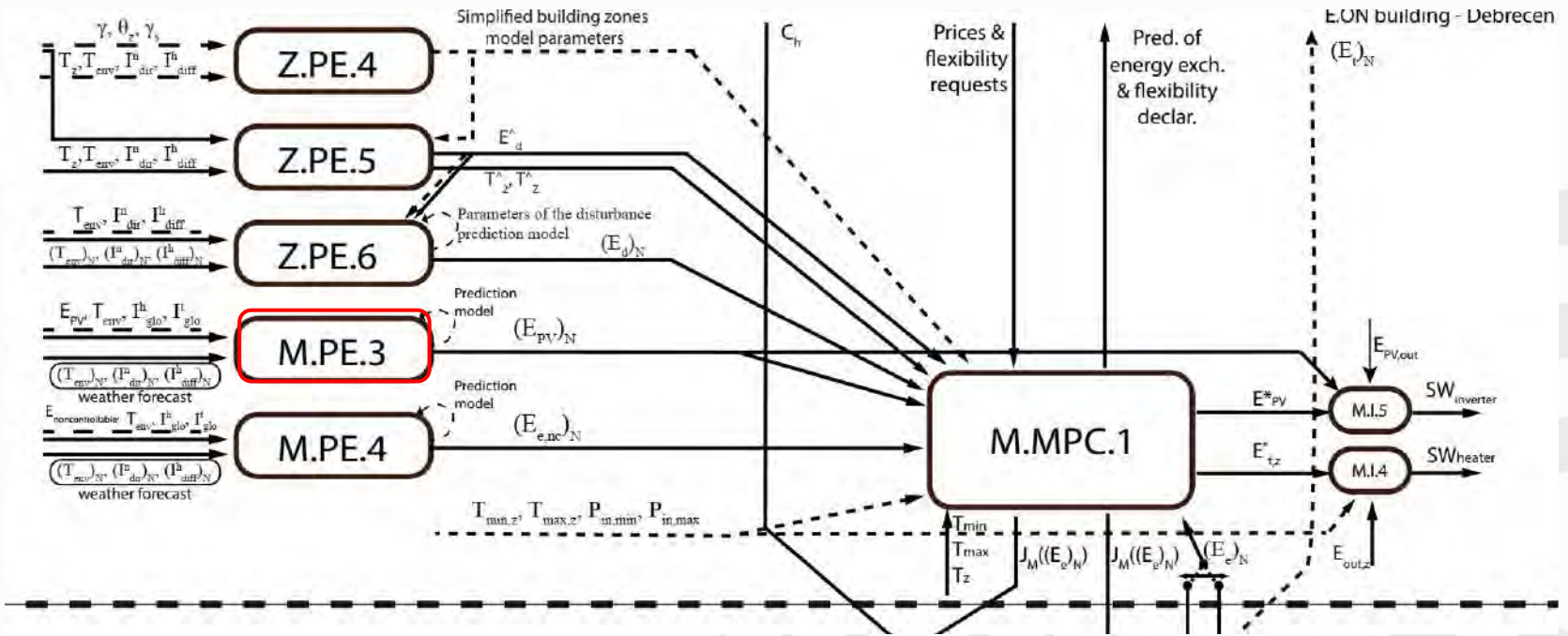


Z.PE.6 – előrejelzés példa



M.PE.3

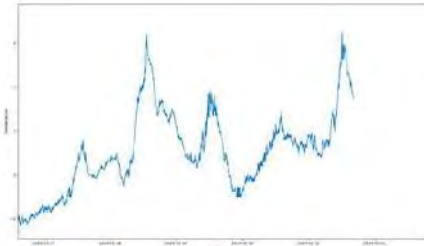
(maximális napelemes termelés előrejelzése)



M.PE.3 – off-line inicializáció

Historikus időjárás mérési adatok:

- Hőmérséklet
- Globális horizontális and döntött globális napsugárzás
- Nap zenit és azimut szögek



```

# Python code for model initialization
import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn.neural_network import MLPClassifier

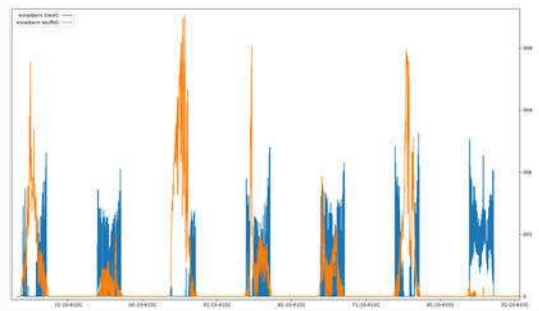
# Load data
data = pd.read_csv('inputsXY_neuronsZ.net')

# Split data
X = data[['X1', 'X2', 'X3']]
y = data['Z']

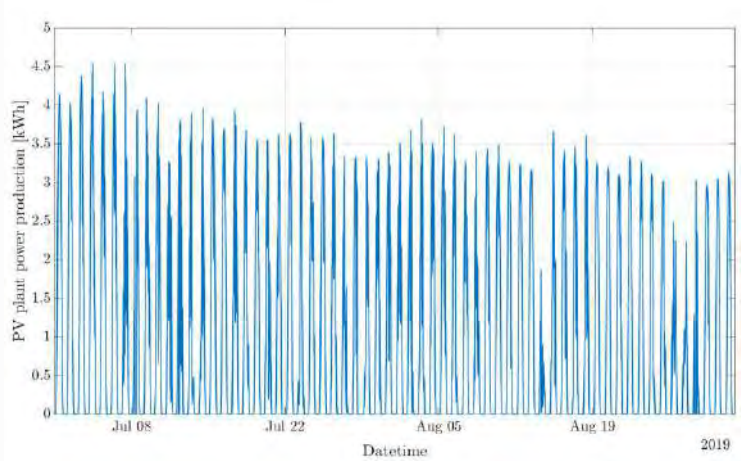
# Train model
model = MLPClassifier(hidden_layer_sizes=(10, 10, 10))
model.fit(X, y)

# Save model
model.save('initial_model.pkl')
    
```

Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net

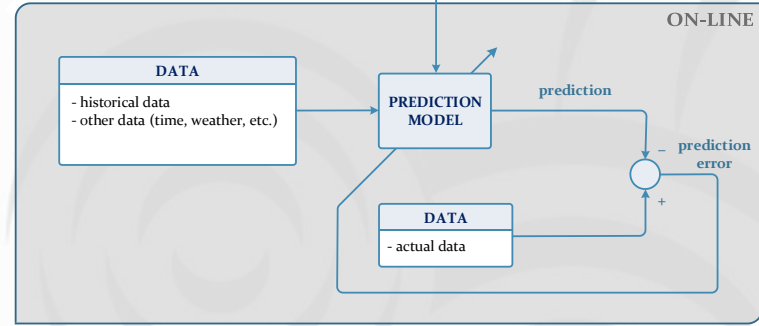
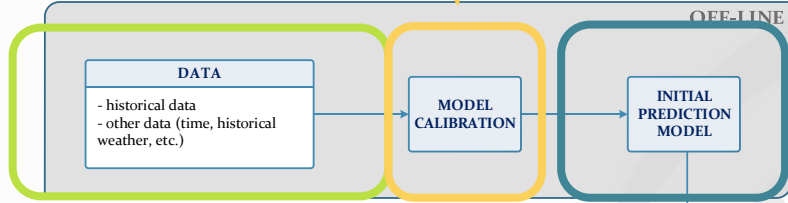


Historikus PV termelési adatok

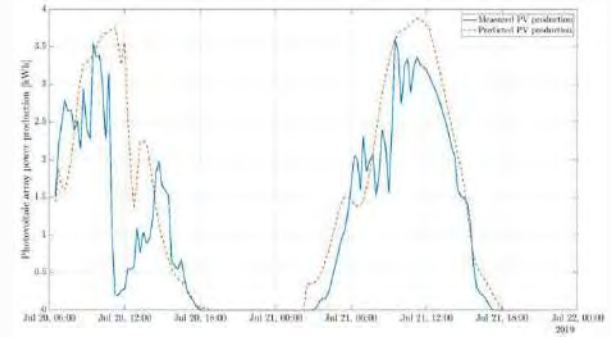


MODULE INPUTS

MODULE



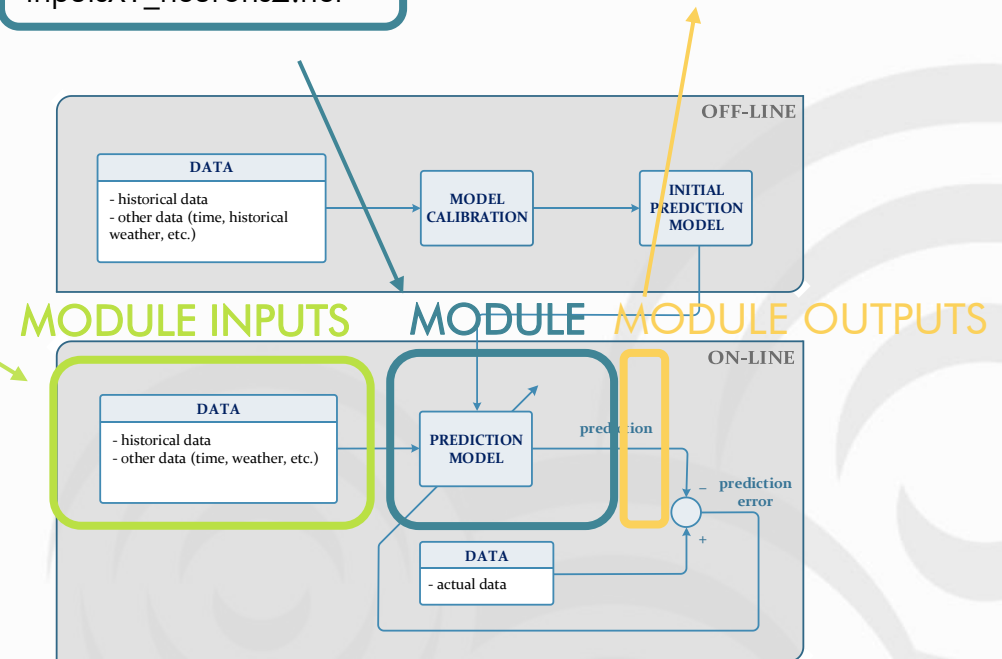
M.PE.3 – on-line működés



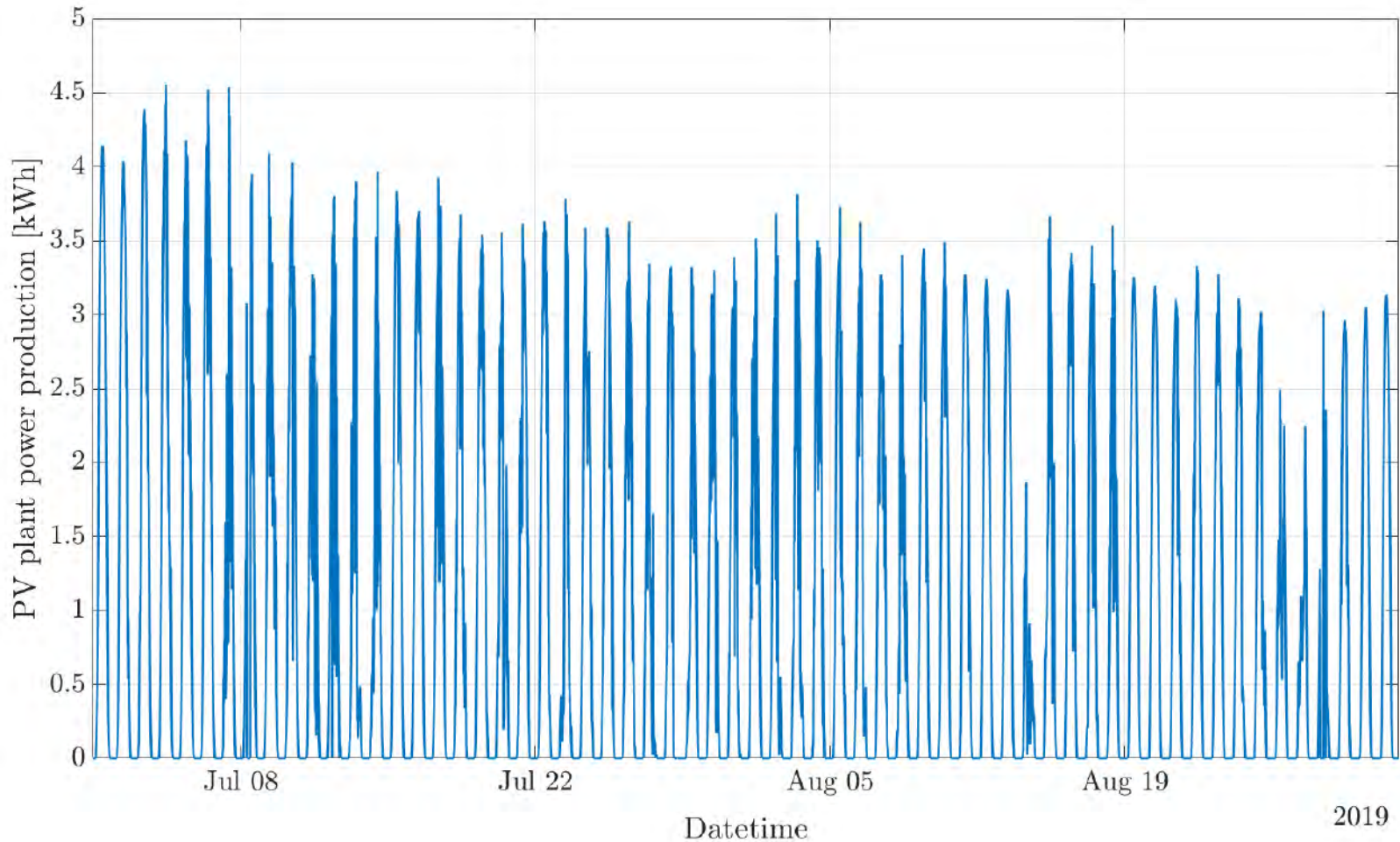
Regressor created from specific historical intervals of data:

- solar_zenith($t-1, \dots, t-3$)
- solar_azimuth($t-1, \dots, t-3$)
- temperature($t-1, \dots, t-3$)
- global irradiance($t-1, \dots, t-3$)
- tilted irradiance($t-1, \dots, t-3$)

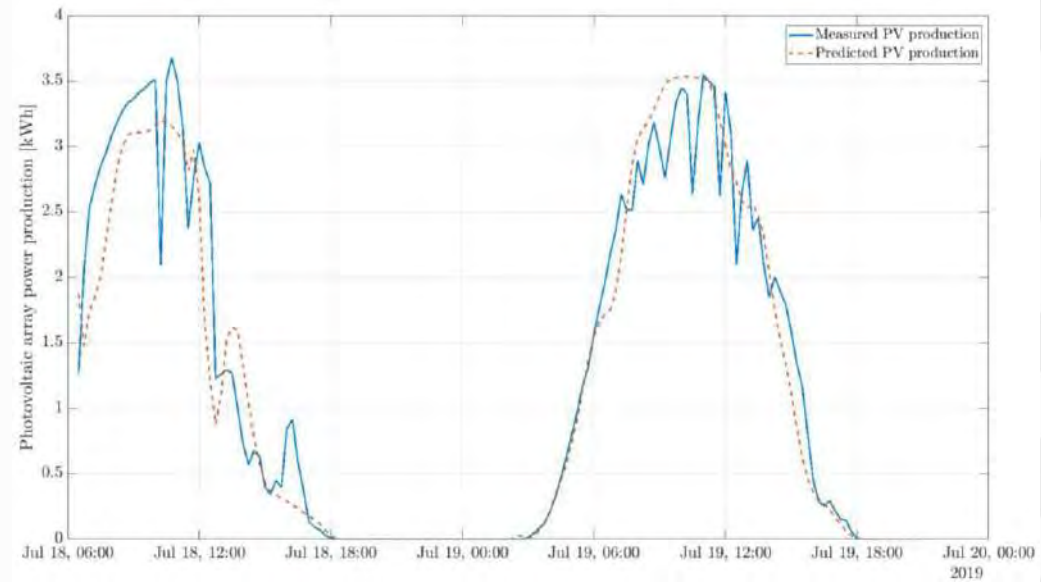
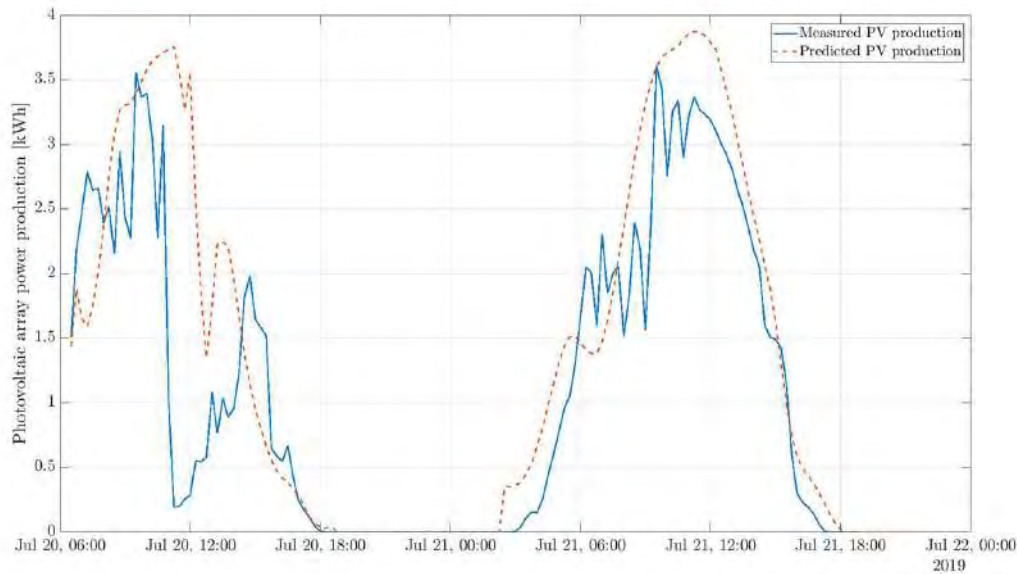
Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net



M.PE.3 – historikus termelési adat példa

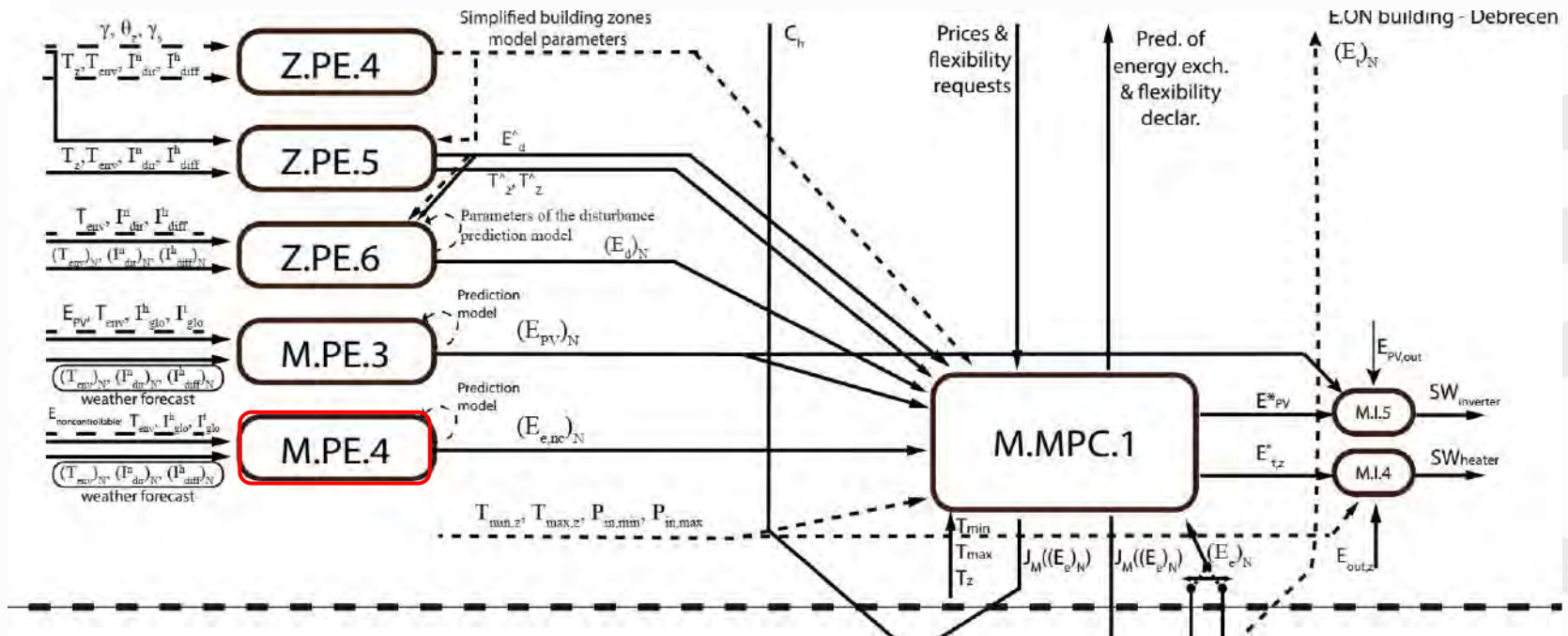


M.PE.3 – előrejelzés példa



M.PE.4

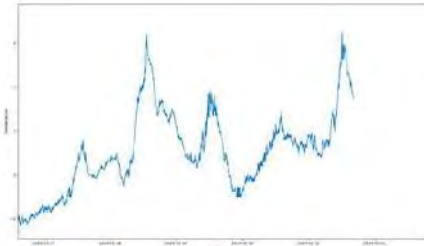
(nem-vezérelhető fogyasztók villamos fogyasztásának az előrejelzése)



M.PE.4 – off-line inicializáció

Historikus időjárás mérési adatok:

- Hőmérséklet
- Globális horizontális and döntött globális napsugárzás
- Nap zenit és azimut szögek



```

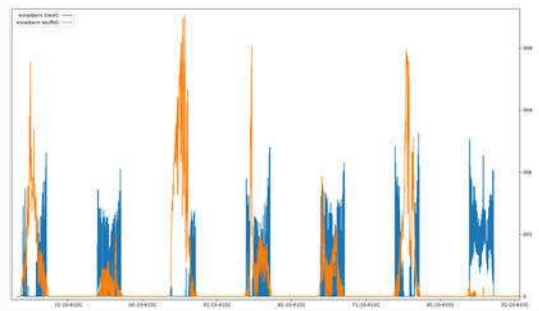
# Example code snippet for data processing
import pandas as pd
import numpy as np

# Load data
data = pd.read_csv('inputsXY_neuronsZ.net')

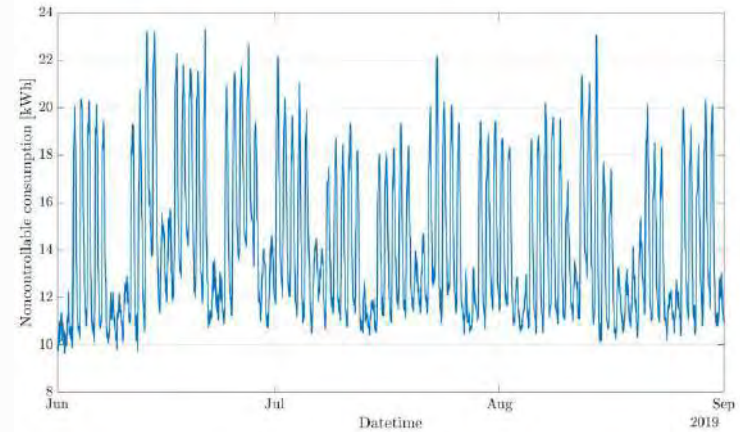
# Process data
data['temp'] = data['temp'].astype(float)
data['solar'] = data['solar'].astype(float)

# Save processed data
data.to_csv('processed_data.csv')
    
```

Helyileg tárolt:
inputsXY_neuronsZ.net

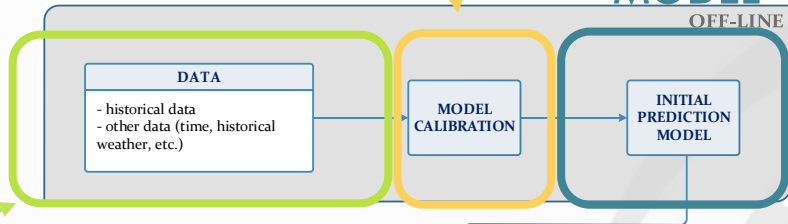


Historikus nem-vezérelhető fogyasztás (világítás, irodai eszközök, ...)

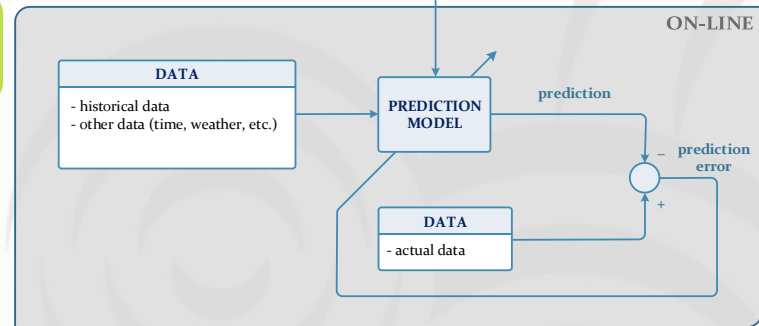


MODULE INPUTS

MODEL OFF-LINE



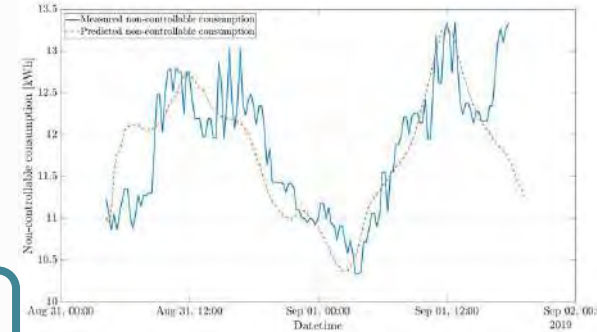
ON-LINE



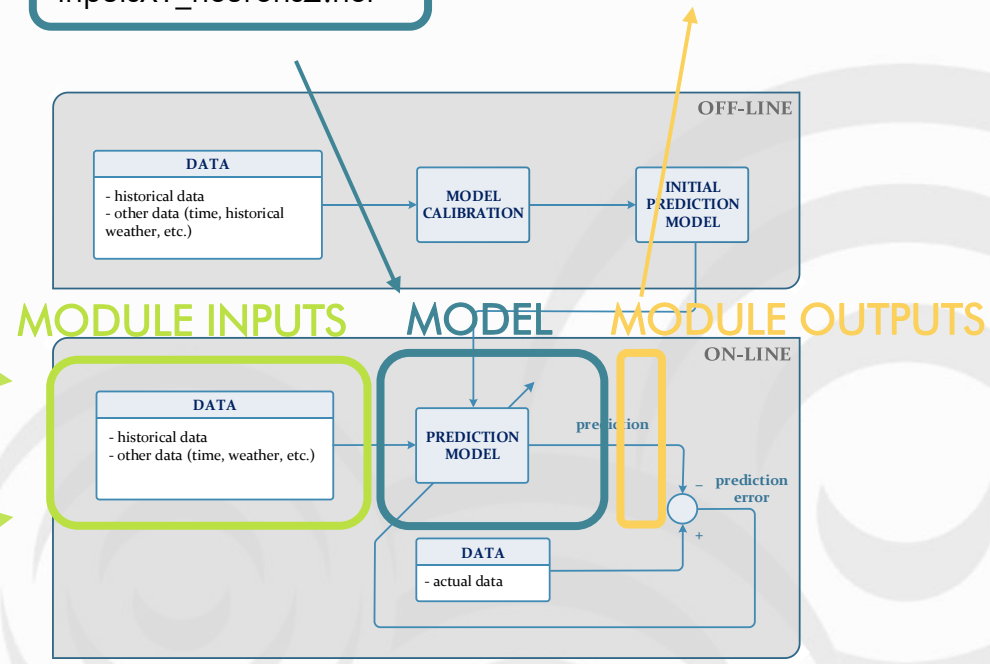
M.PE.4 – on-line működés

Regressor composed of historical data :

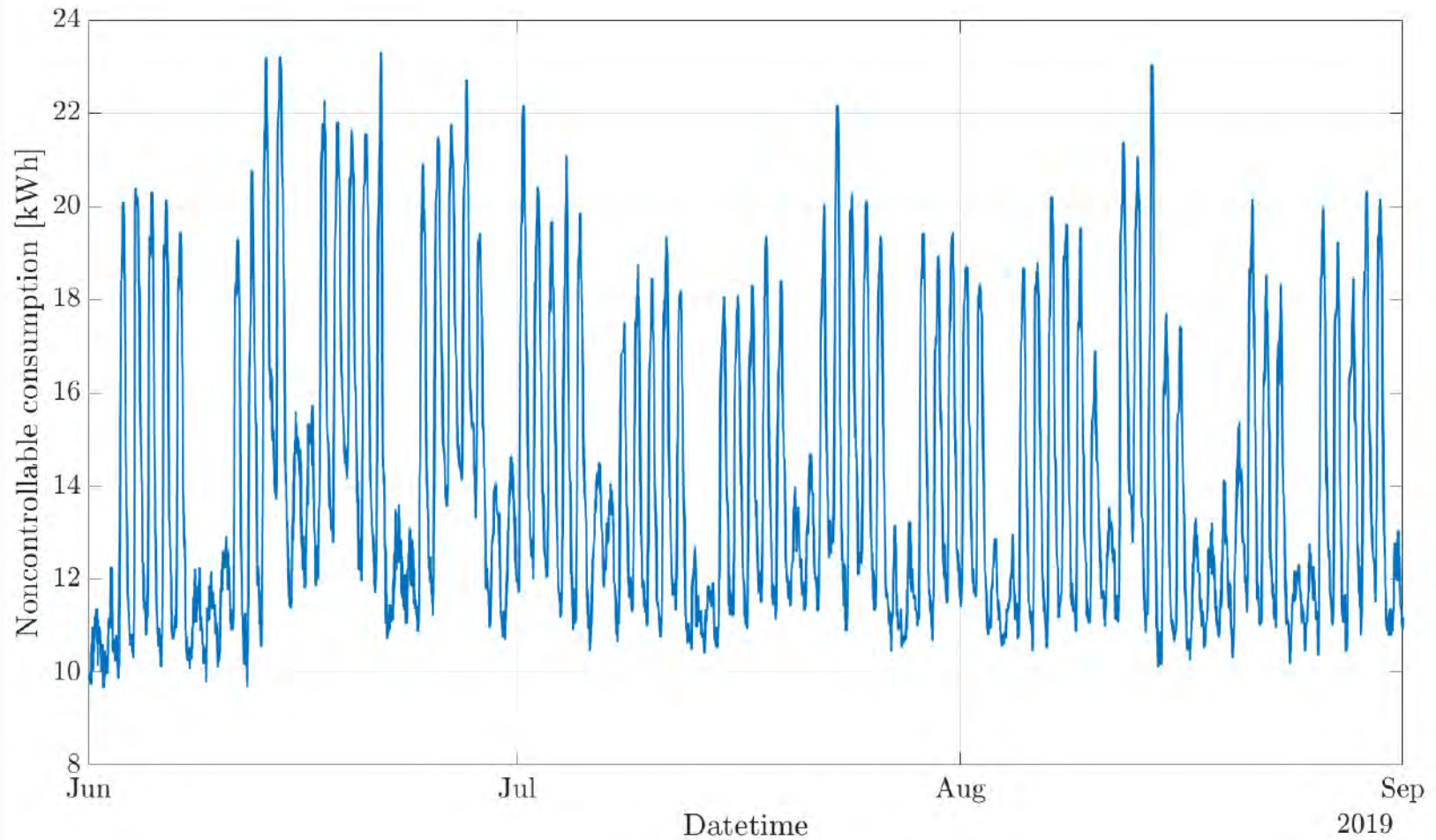
- noncontrollable consumption(t-1,...,t-5)
- noncontrollable consumption(t-670,...,t-674)
- tau_s_d, tau_c_d
- tau_s_w, tau_c_w
- tau_s_y, tau_c_y
- air temperature(t-1,...,t-3)
- air temperature(t-671,...,t-673)
- global irradiance(t-1,...,t-3)
- global irradiance(t-671,...,t-673)
- tilted irradiance(t-1,...,t-3)
- tilted irradiance (t-671,...,t-673)



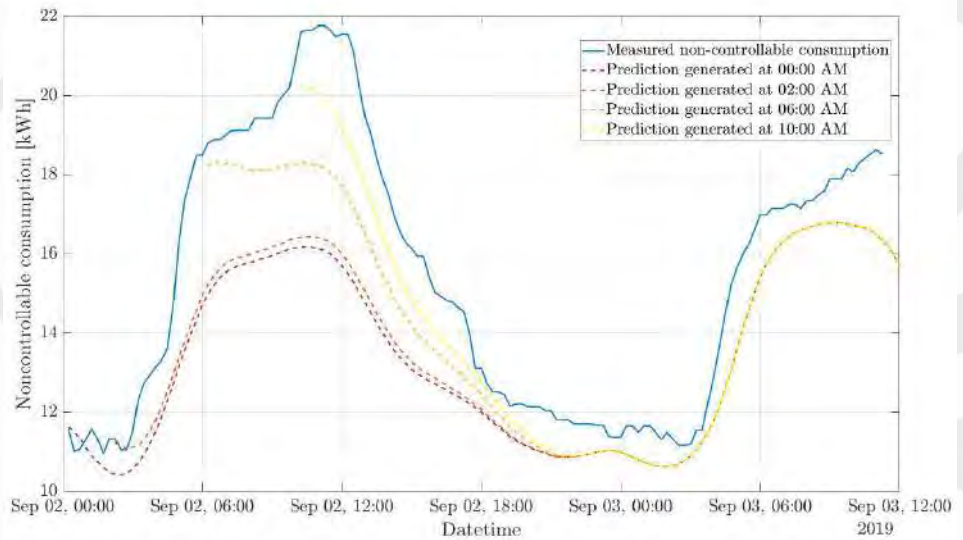
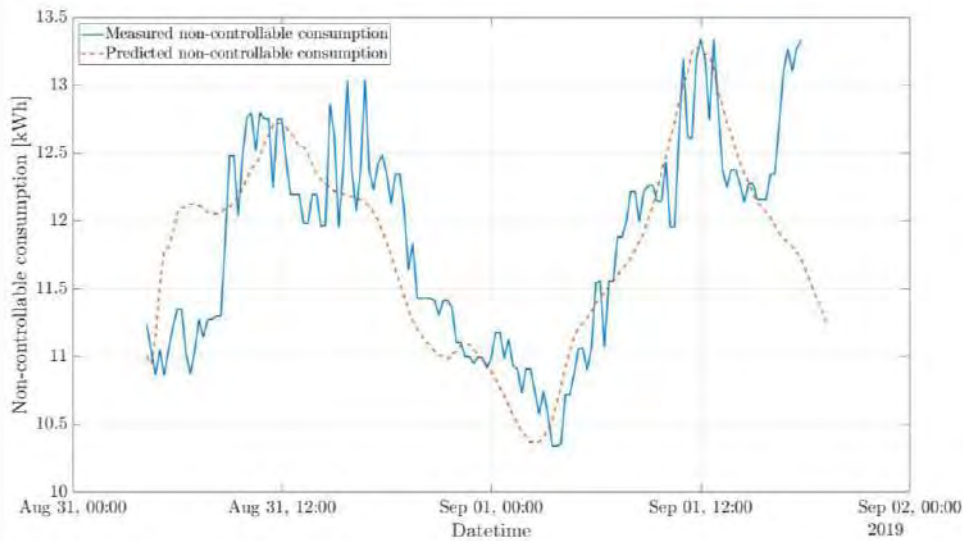
Locally stored:
inputsXY_neuronsZ.net



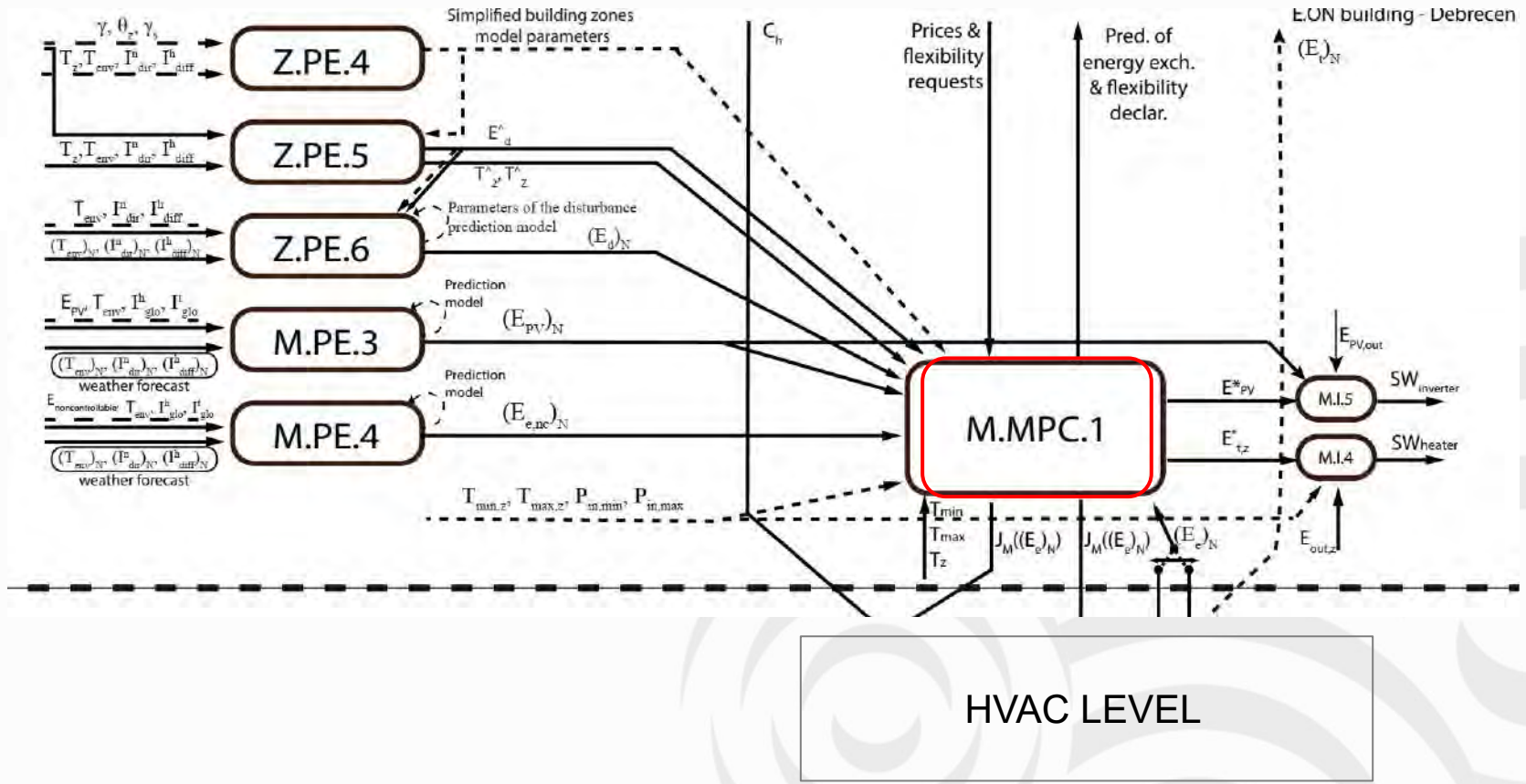
M.PE.4 – historikus fogyasztási adat példa



M.PE.4 – előrejelzés példa



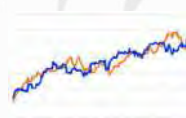
M.MPC.1



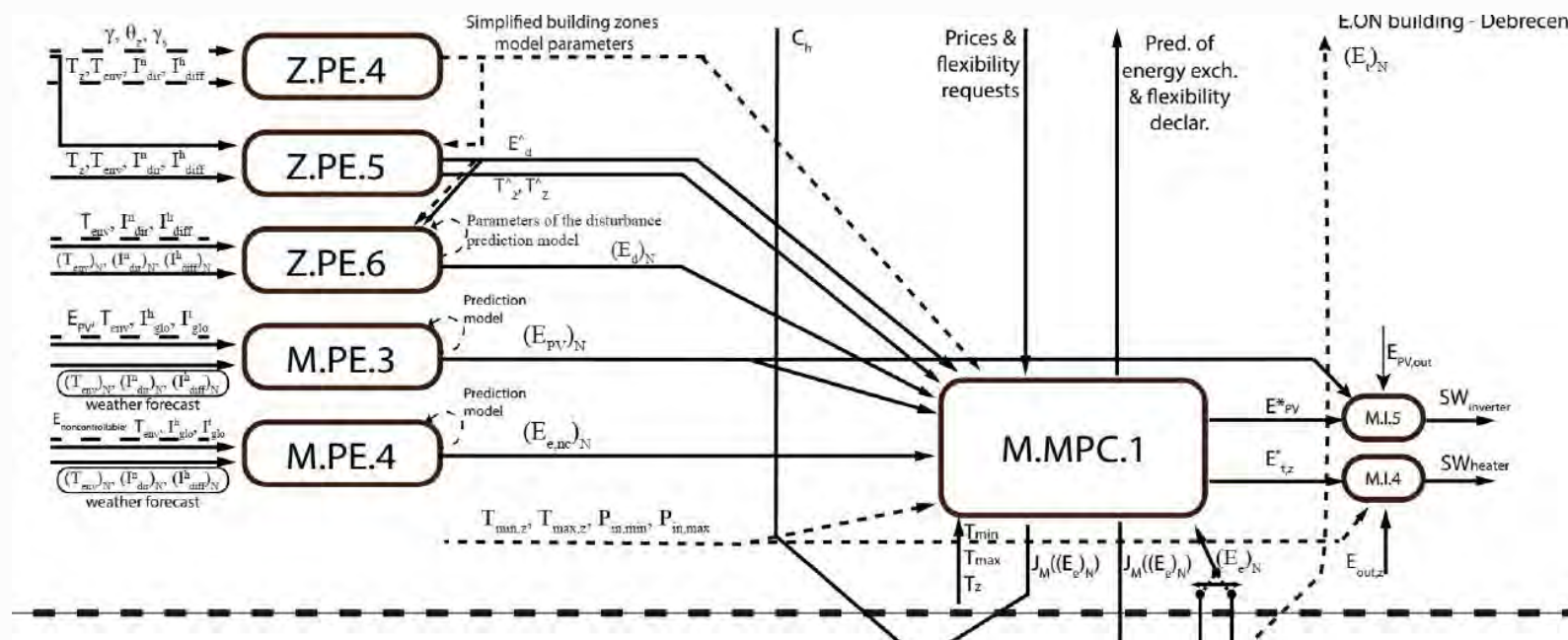
Mikrogrid modell prediktív szabályzó (M.MPC.1)

- Az M.MPC.1 a következőket teszi lehetővé:
 - Napi fogyasztás előrejelzése
 - A megadott napi fogyasztási profil követése
 - Flexibilitás biztosítás a hálózat számára
- Az épület teljes működési költségének minimalizálása

$$J = J_{DA} + J_{MP} + J_{IDf} + J_{flex} + J_{HVAC}$$



M.MPC-1 – adatáramlás



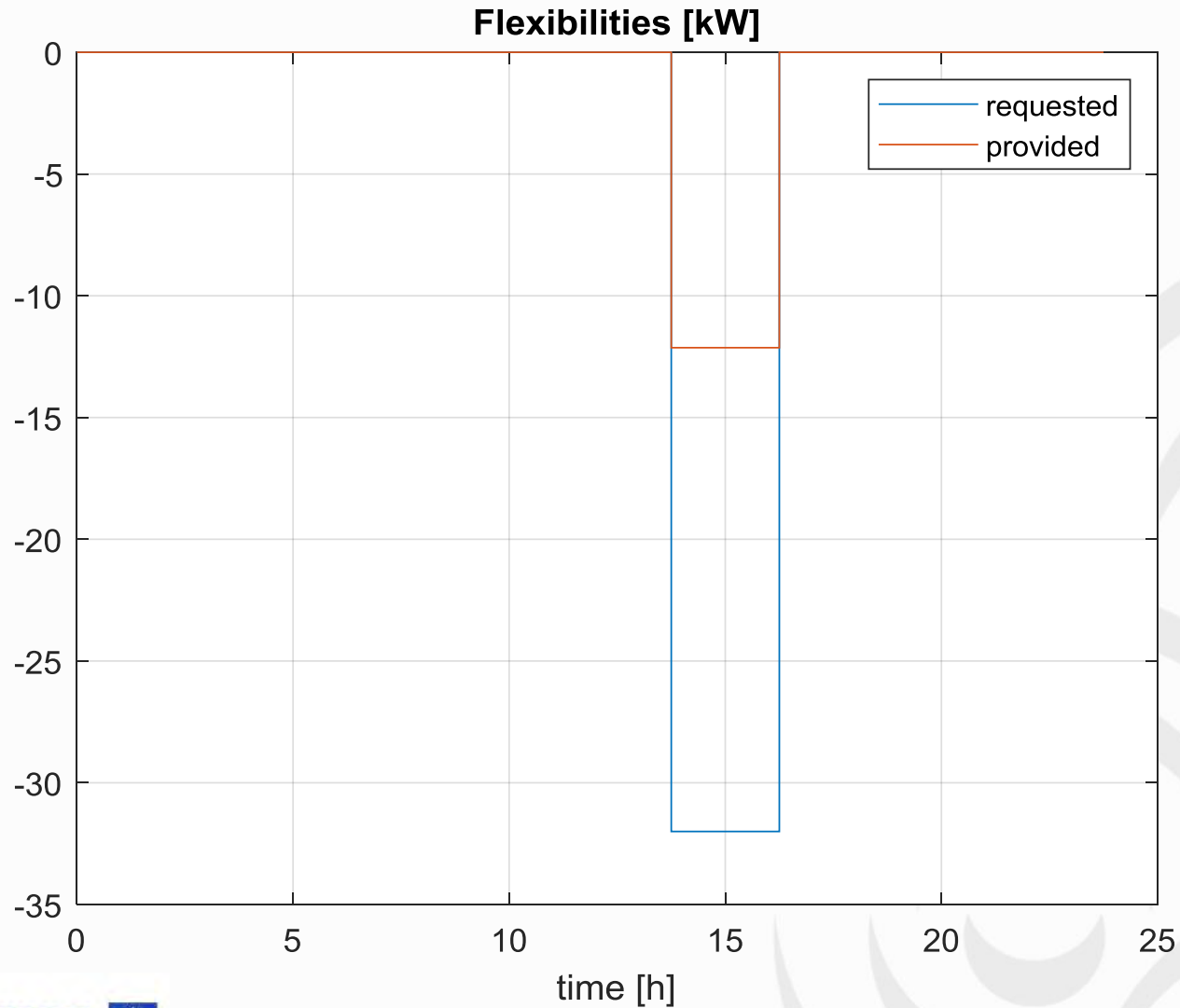
Bemenetek

- A nem-vezérelt fogyasztók villamos fogyasztásnak és napelemes rendszer termelésének az előrejelzése
- Alagsori helyiségek aktuális hőmérséklete
- Árak és kérések a hálózat felől

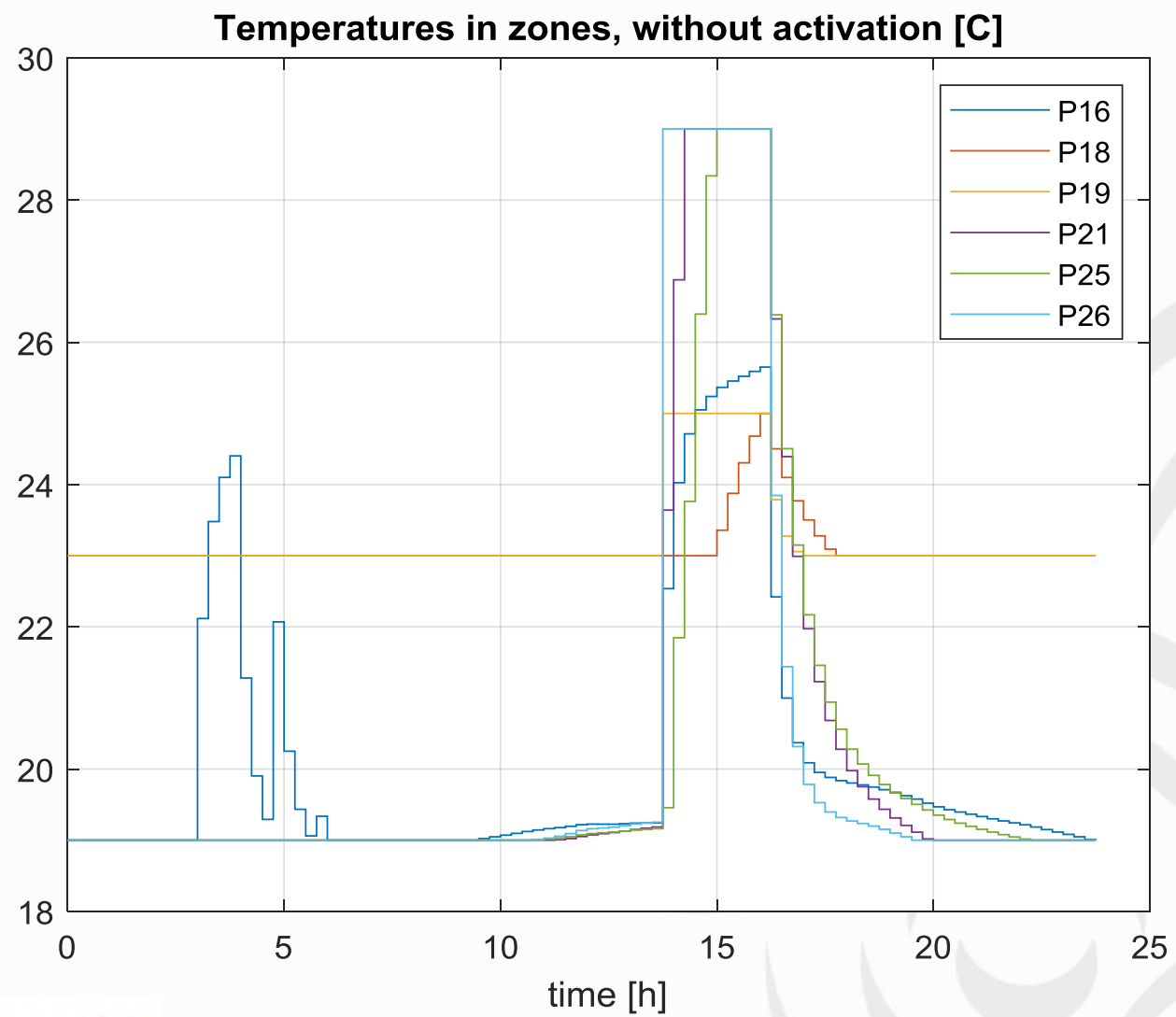
Kimentek

- Referenciajel:
 - a villamos fűtőtesteknek
 - a napelemes rendszernek
- Fogyasztás előrejelzése → hálózat

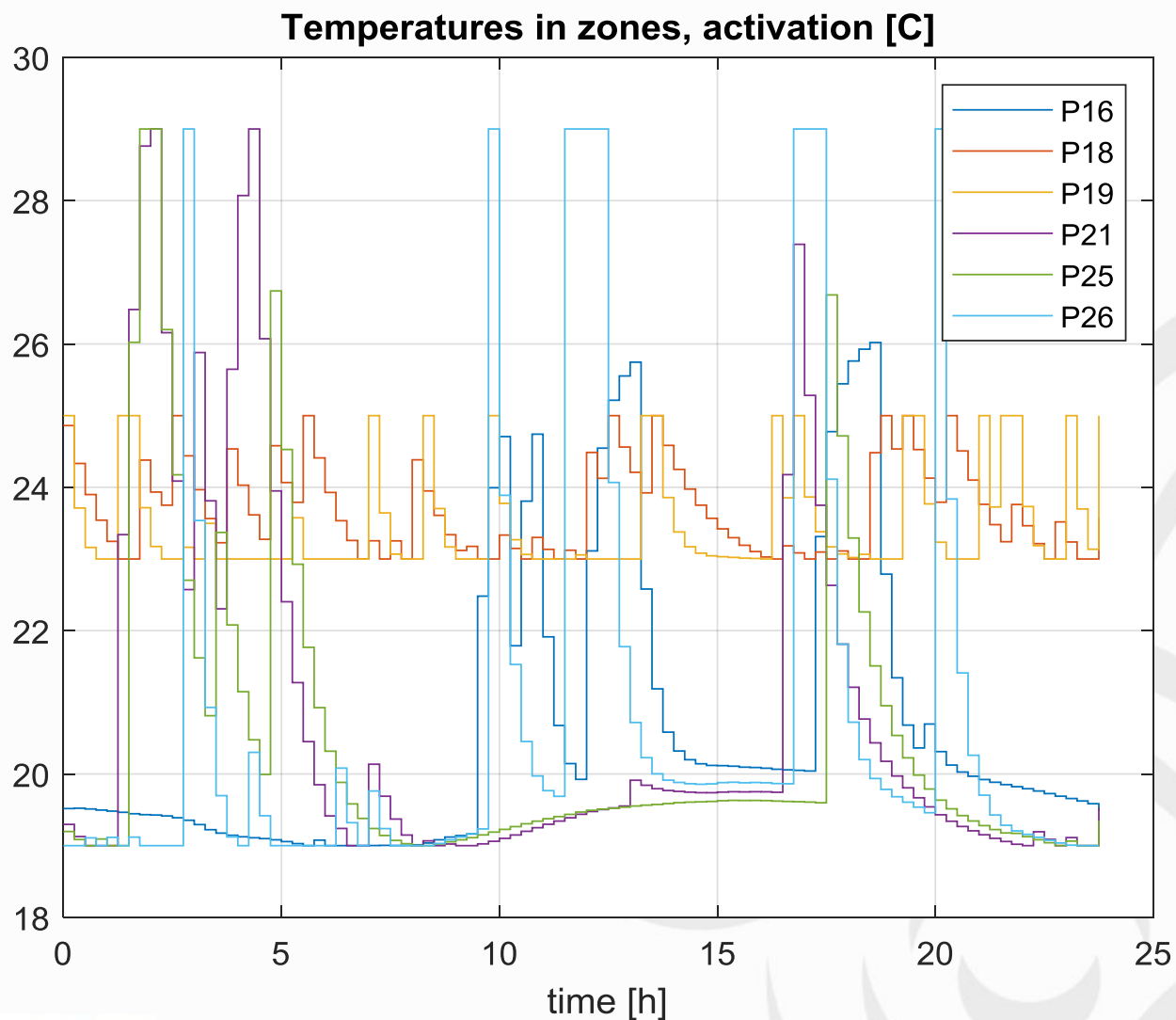
M.MPC.1 – működési eredmények (1)



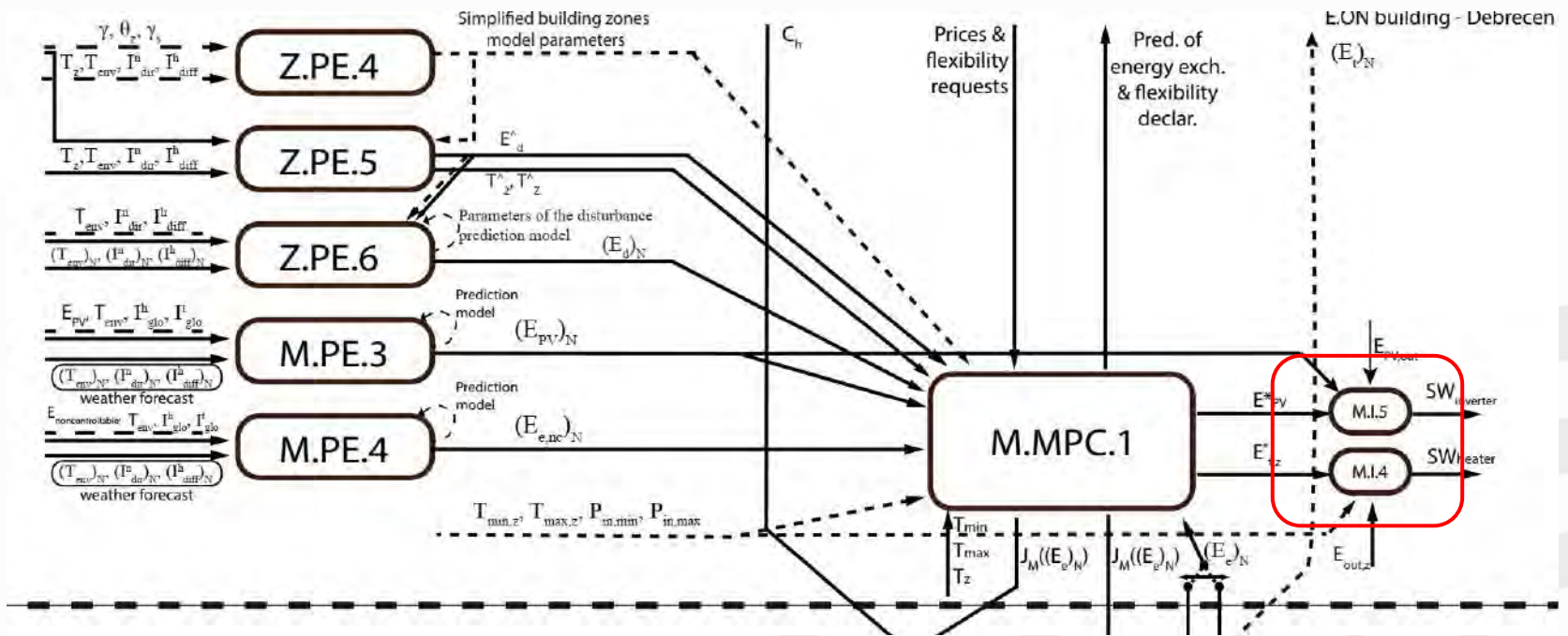
M.MPC.1 – működési eredmények (2)



M.MPC.1 – működési eredmények (3)

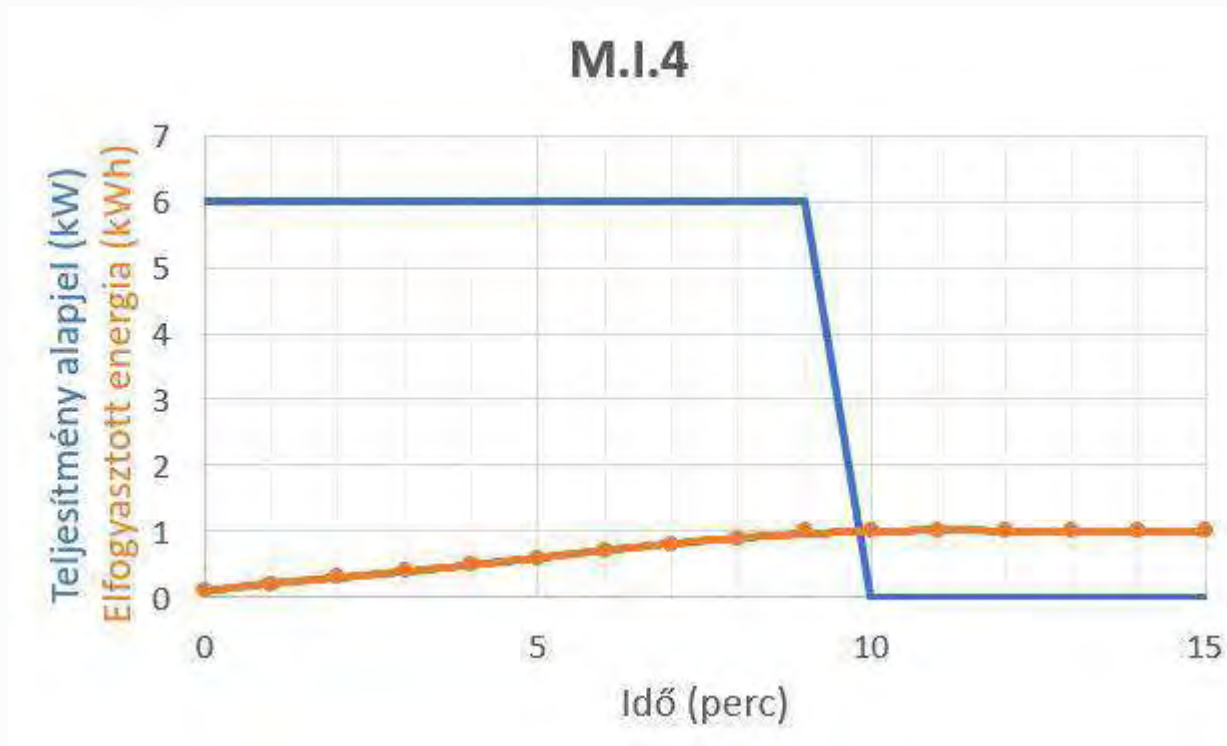


Interfész modulok

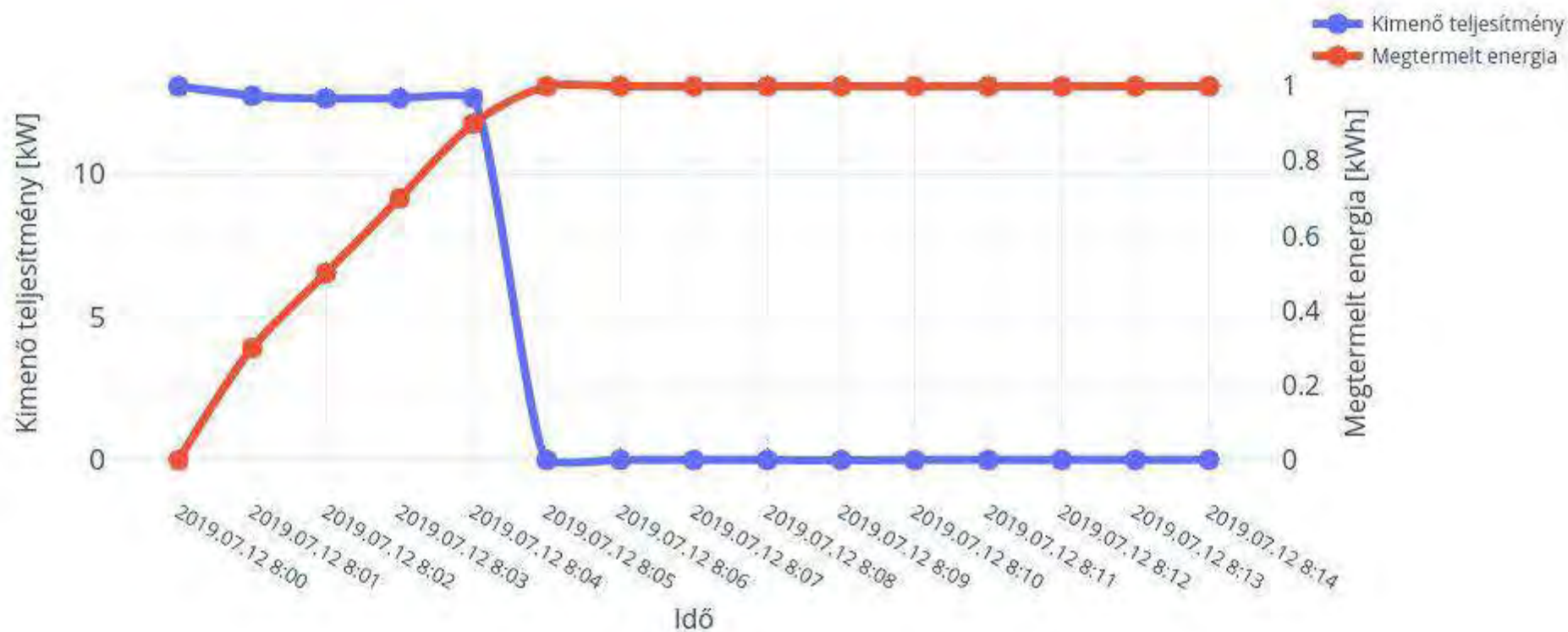


- Minden percben futnak
- Biztosítják az MPC által előírt 15 perc energia-áramlást

M.I.4 – Villamos fűtőtest interfész



M.I.5 – PV inverter interfész



Köszönetnyilvánítás

A bemutatott eredmények a **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City** projekt keretében érhetőek el, amelyet az Európai Unió társfinanszíroz az Európai Regionális Fejlesztési Alapból és az IPA alapokból az Interreg Danube Transnational Programme keretében.

3SMART projekt weboldala

<http://www.interreg-danube.eu/3smart>

Felelősségi nyilatkozat

A bemutató tartalma a szerzők egyéni véleménye alapján készült és nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió hivatalos álláspontját.

Output Quality Report

Output title: T4.3 Presentation of pilot results to stakeholders	
Type of output:	<input checked="" type="checkbox"/> Documented learning interaction <input type="checkbox"/> Strategy/ Action Plan <input type="checkbox"/> Tool <input type="checkbox"/> Pilot action
Contribution to PO indicator:	P07 No. of documented learning interactions in finalised operations

Summary of the output

This output provides the materials shown in public presentations of 3Smart pilots in pilot countries to interested local stakeholders. Public presentations of pilots were performed in period July-December 2019 (Period 6 of the project execution), as follows: in Zagreb, Croatia on 3 July; in Mostar, Bosnia and Herzegovina on 18 July; in Debrecen, Hungary on 5 September; in Idrija, Slovenia on 14 November; and in Strem, Austria on 20 December. They were given in national languages in order to be brought closer to all interested target groups in a particular country.

The presentations were focussed on a condensed exposition of the 3Smart tool, interventions necessary on the pilots to enable 3Smart tool application to it, and finally the results obtained with focus on modules performance, exhibited behaviours of buildings and grids and economical benefits.

These materials provided in national languages will remain a permanent point of reference regarding the energy management platform technical performance for planned replications on local/regional/national scale.

Added value

There are two important points of the materials – (i) they concisely expose the action performed on a particular pilot to local stakeholders, and (ii) they are provided in national language for easy use by local stakeholders. At the same time also presentations of other 4 pilots next to the local one is given to local stakeholders, such that they can see a transnational effort behind and a similar pattern of actions applied in multiple countries that has given important and motivating results.

The output materials are focussed on a condensed exposition of the 3Smart tool, interventions necessary on the pilots to enable 3Smart tool application to it, and finally the results obtained with focus on modules performance, exhibited behaviours of buildings and grids and economical benefits.

The materials give insight to a hidden potential of buildings and grids to intelligently behave in terms of energy consumption while they still maintain and yet improve their basic role: to ensure comfort to occupants (buildings) and secure energy supply for its end-customers (grids).

Applicability and replicability

The provided material is intended to be an entry point for an interested stakeholder who wants to be exposed to technical specifics of 3Smart tool/platform application to a certain pilot. It will help to broaden the set of local stakeholders as the materials are provided in the national language.

The interested stakeholder will be able to see from it what interventions were done, how the 3Smart tool works and what are the expected concrete effects on the building and grid. For a more detailed exposition the interested stakeholder will have at the disposal the web link at the end of the presentation which will guide him to the 3Smart web page where also detailed textual outputs are located.

There are no constraints for replicability of the 3Smart tool on other geographical locations, however the intention of this output is to raise local interest of stakeholders in pilot countries.

Suggestions for improvement, if applicable

The materials are a concise introduction to the 3Smart tool and to activities and results achieved on different pilots. It is excellent to see the exposition to the 3Smart tool in different languages of the involved countries. I have no specific suggestions here.

Output Quality Level

- Low
- Average
- Good
- Excellent

Name of the Quality Manager

Prof. dr. Mato Baotic

Signature of the Quality Manager

