

Napredno upravljanje za energetske učinkovite zgrade

Mario Vašak

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

mario.vasak@fer.hr

Okrugli stol "Ovovremeni izazovi u energetici"

Zagreb, 24. travnja 2017.



Zgrade (1)

- Zgrade – statični objekti?
- Označuju se prema potrošnji kWh/m²/a
 - slično se procjenjuju i dobitci renovacijom odnosno instalacijom obnovljivih izvora na zgradi
- Što se događa u zgradi sat po sat, minutu po minutu?

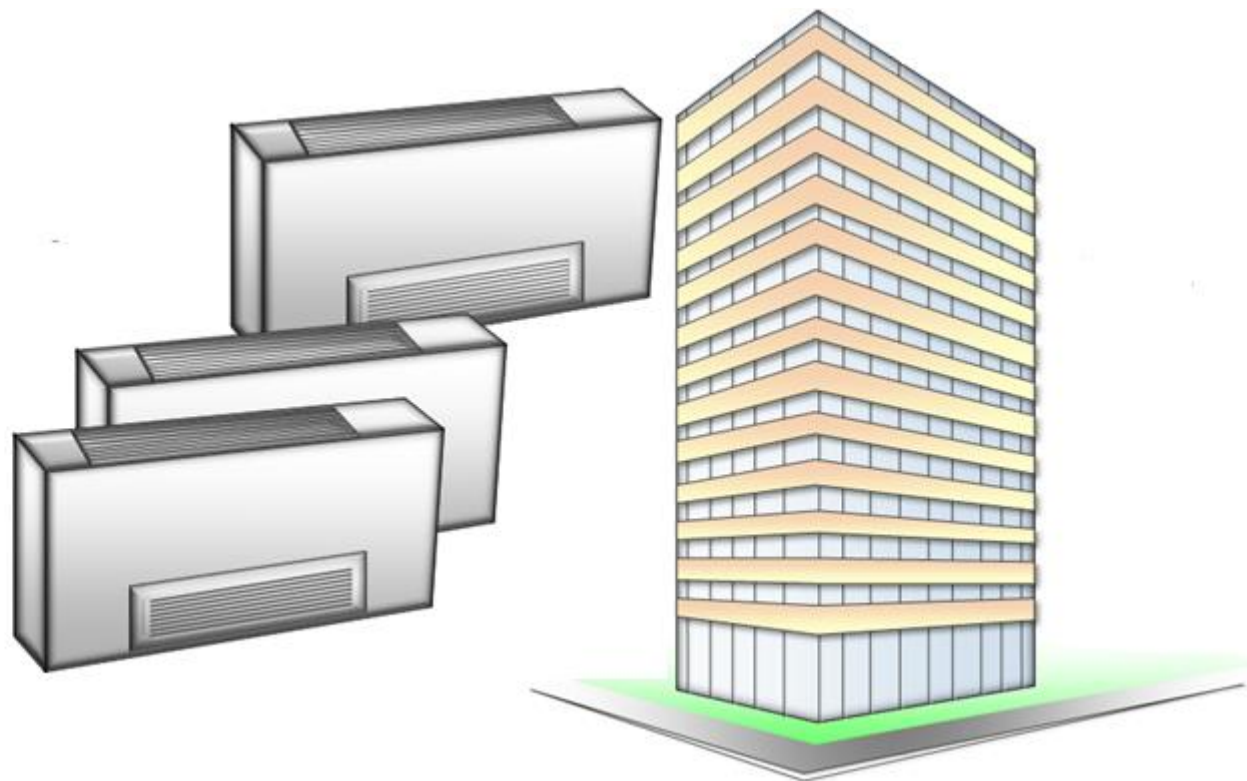
Zgrade (2)

- (Napredna) brojila → značajne promjene u potrošnji zgrade i na tim vremenskim skalama
 - električna energija
 - toplina
 - plin
 - voda
- Treba li nas to brinuti?
- Jesu li razmatranja na razini godine dovoljna?

Zgrade (3)

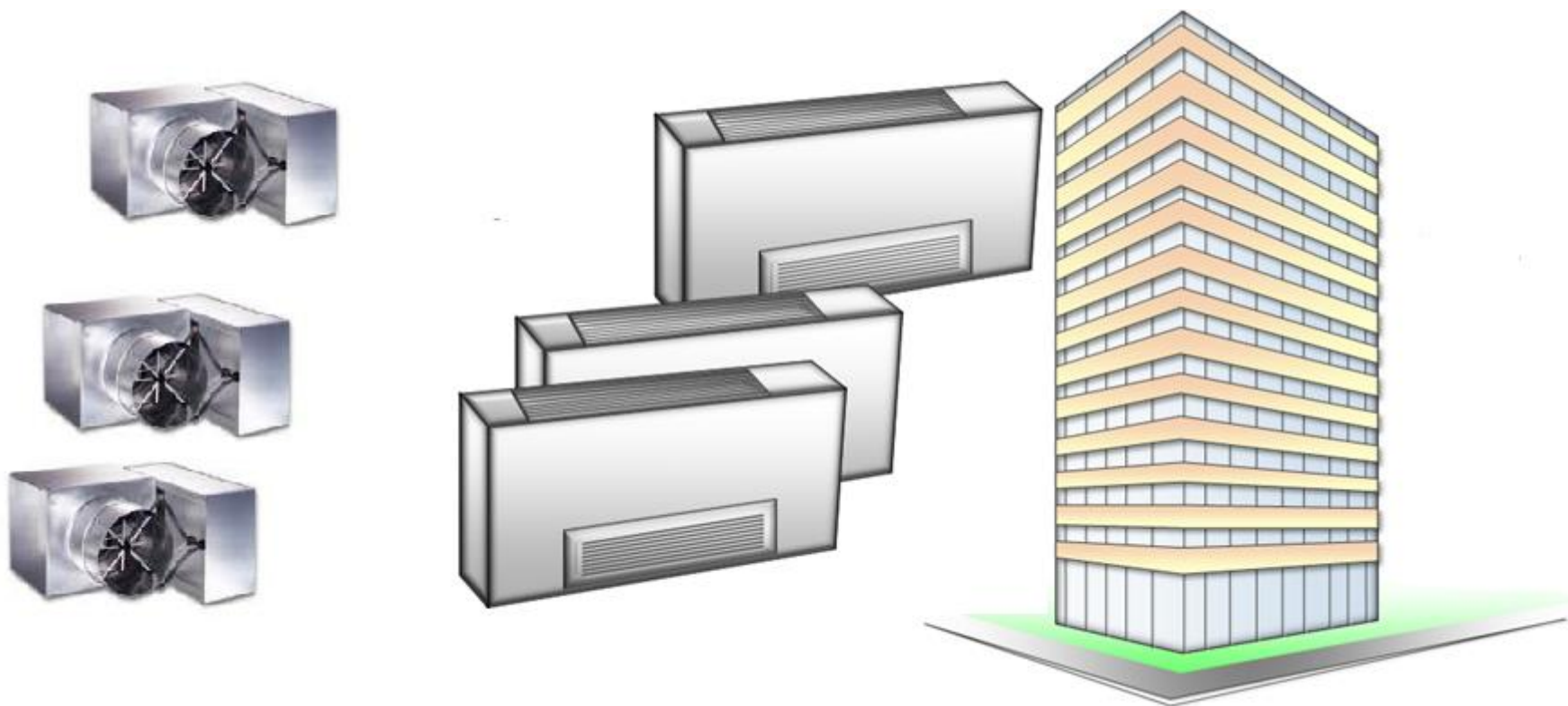
- Prostorije/zone zgrade za održavanje komfora trebaju energiju, dovodi se medijem (zrak, voda ili kombinacija)
- Pitanja
 - kada i koliko energije uzeti iz medija u zoni?
 - kada i kako pripremiti medij?
 - kada i koliko energije povući iz distribucijskih mreža za pripremu medija?
- Za zadane uvjete komfora odgovori nisu jednoznačni

Klasične komercijalne zgrade



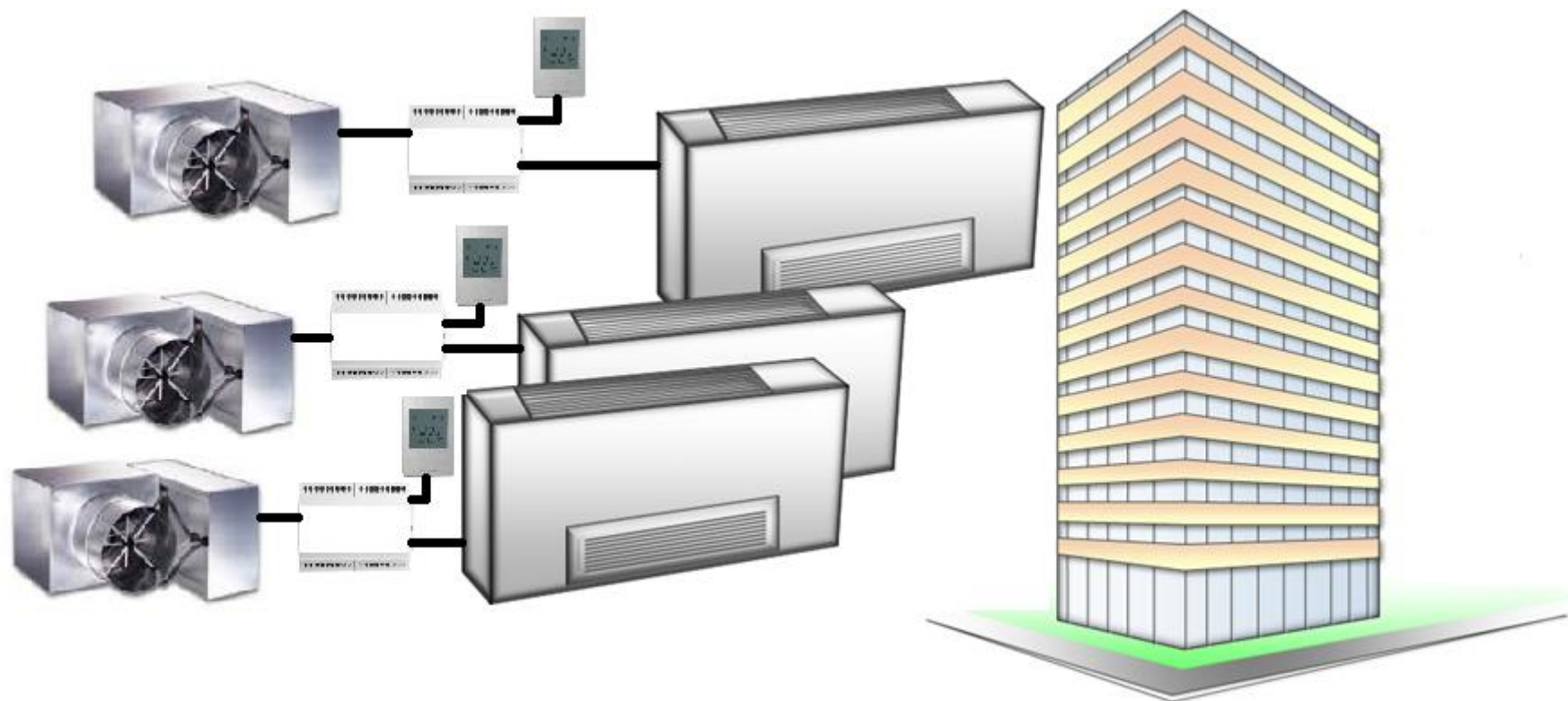
Elementi za održavanje komfora u zonama:
ventilokonvektori

Classical commercial buildings



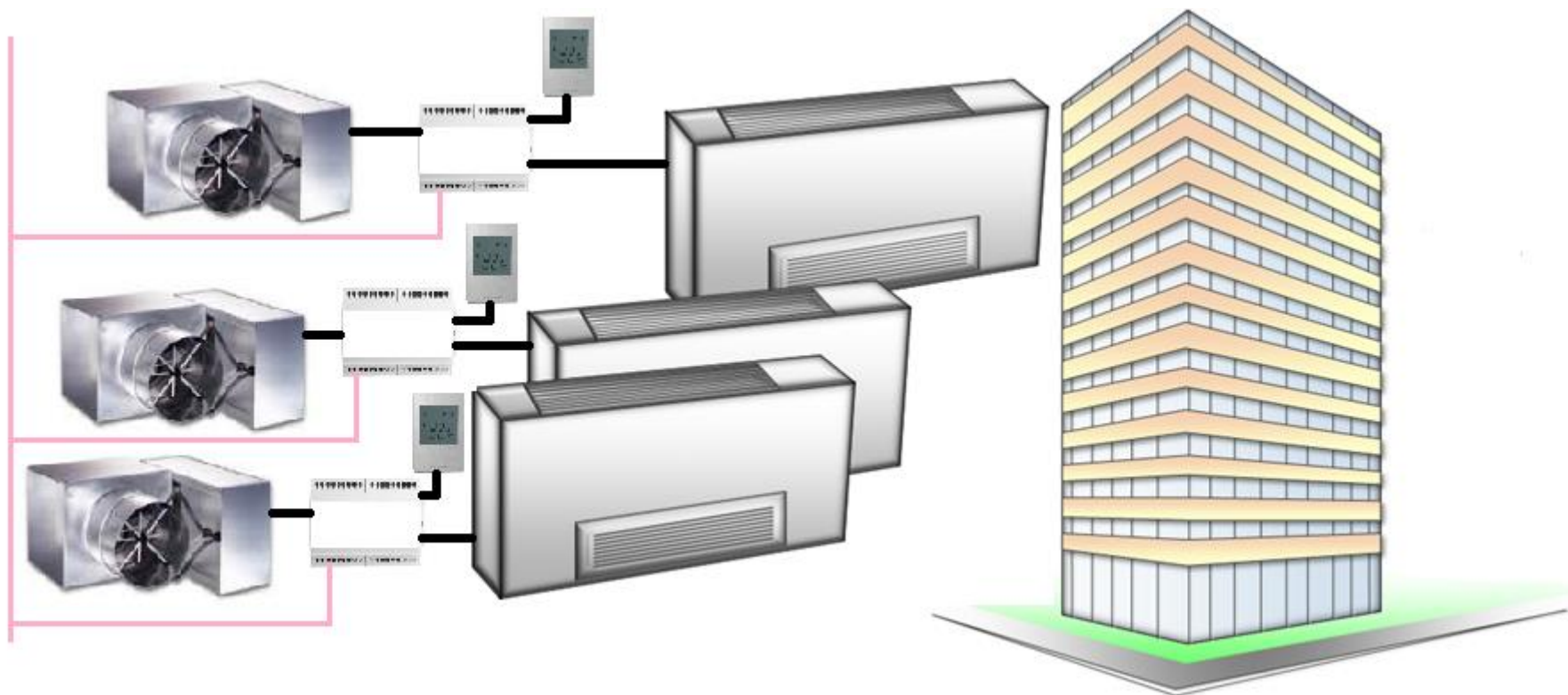
Elementi za održavanje komfora u zonama:
ventilokonvektori, VAV box-evi ili oboje

Classical commercial buildings



Digitalni zonski regulatori obavljaju upravljačke funkcije

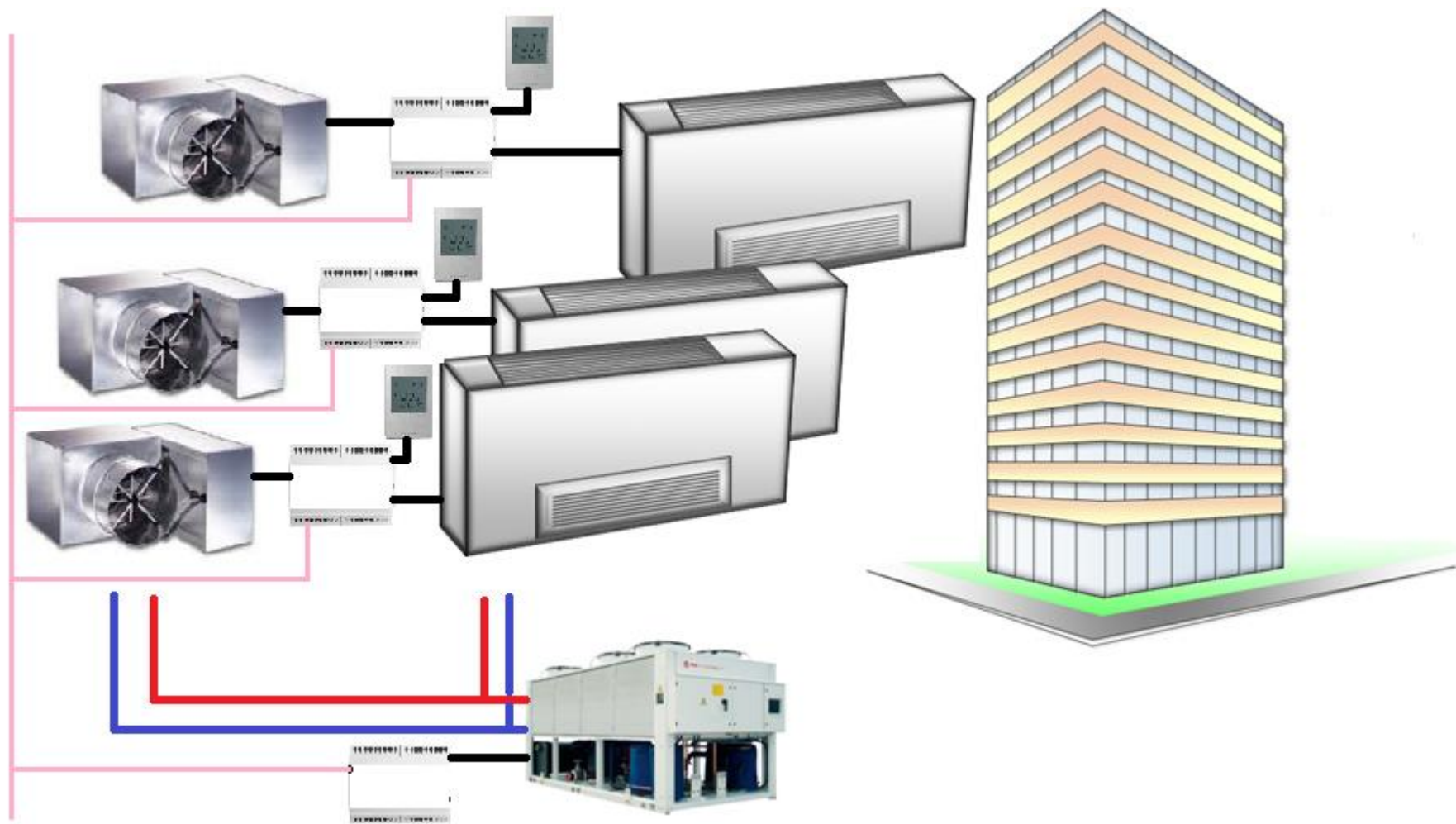
Classical commercial buildings



Digitalni zonski regulatori obavljaju upravljačke funkcije

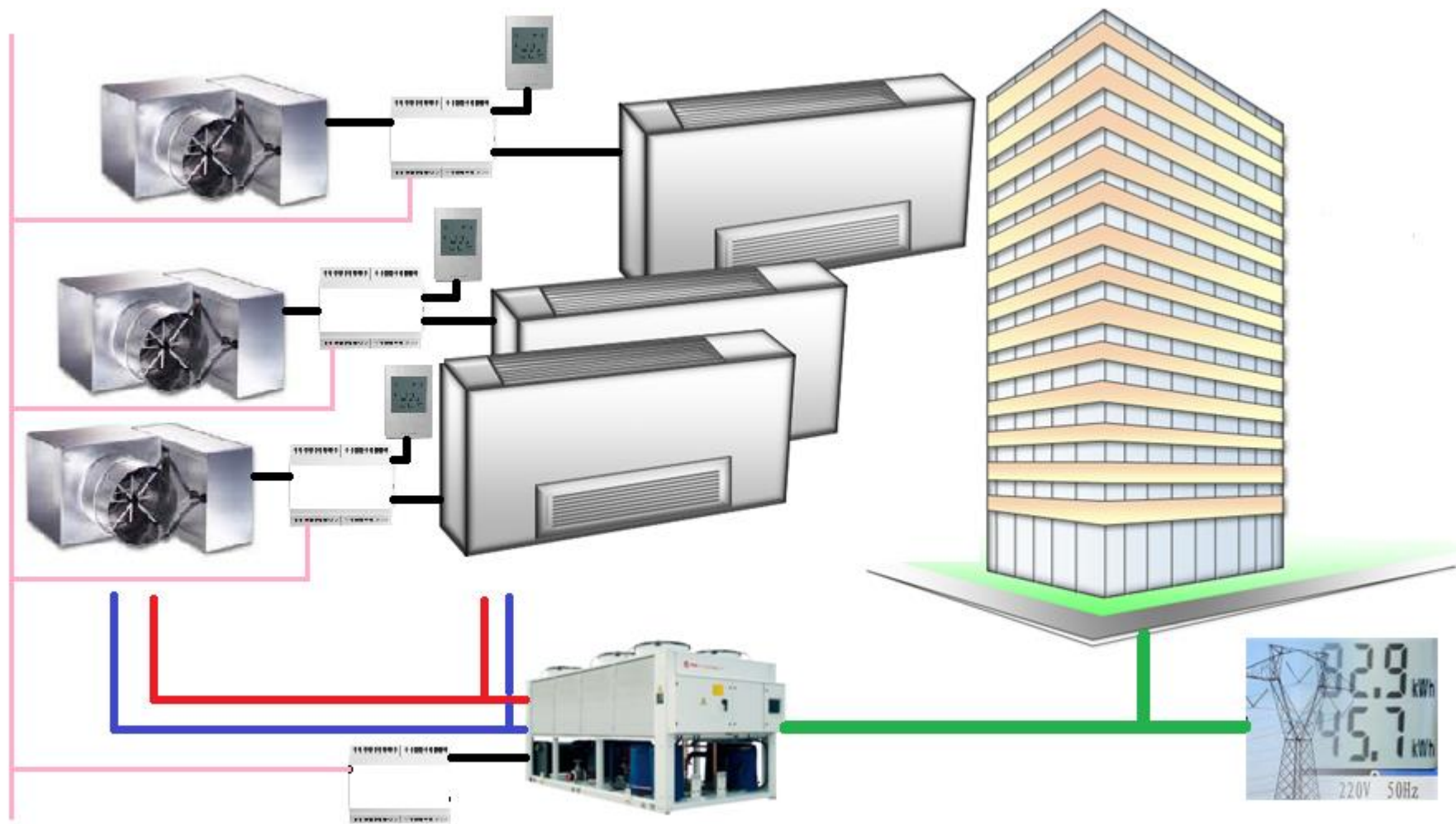
Umreženi za omogućavanje centralne akvizicije podataka

Classical commercial buildings



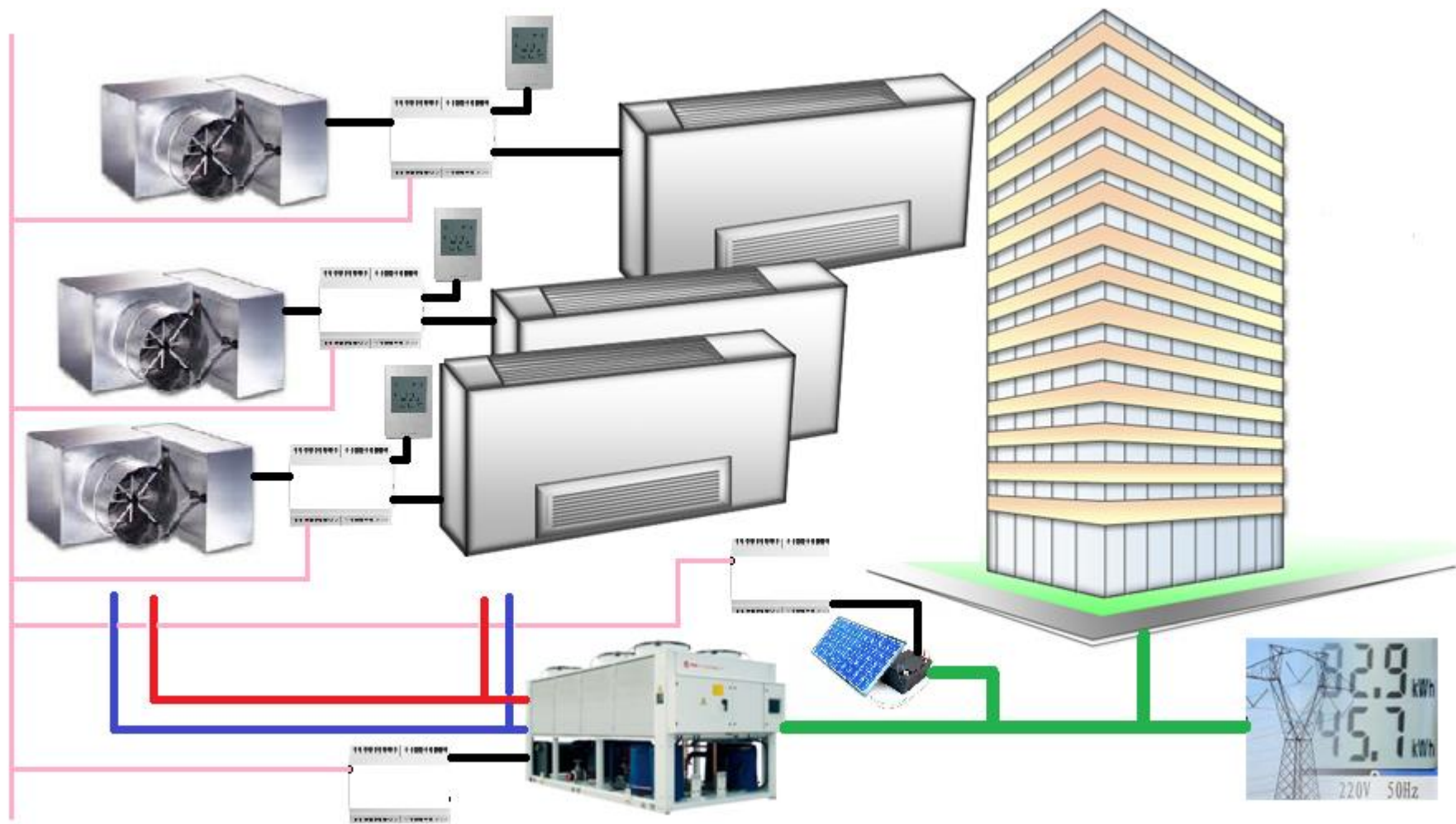
Upravljane jedinice za proizvodnju medija za zone...

Classical commercial buildings



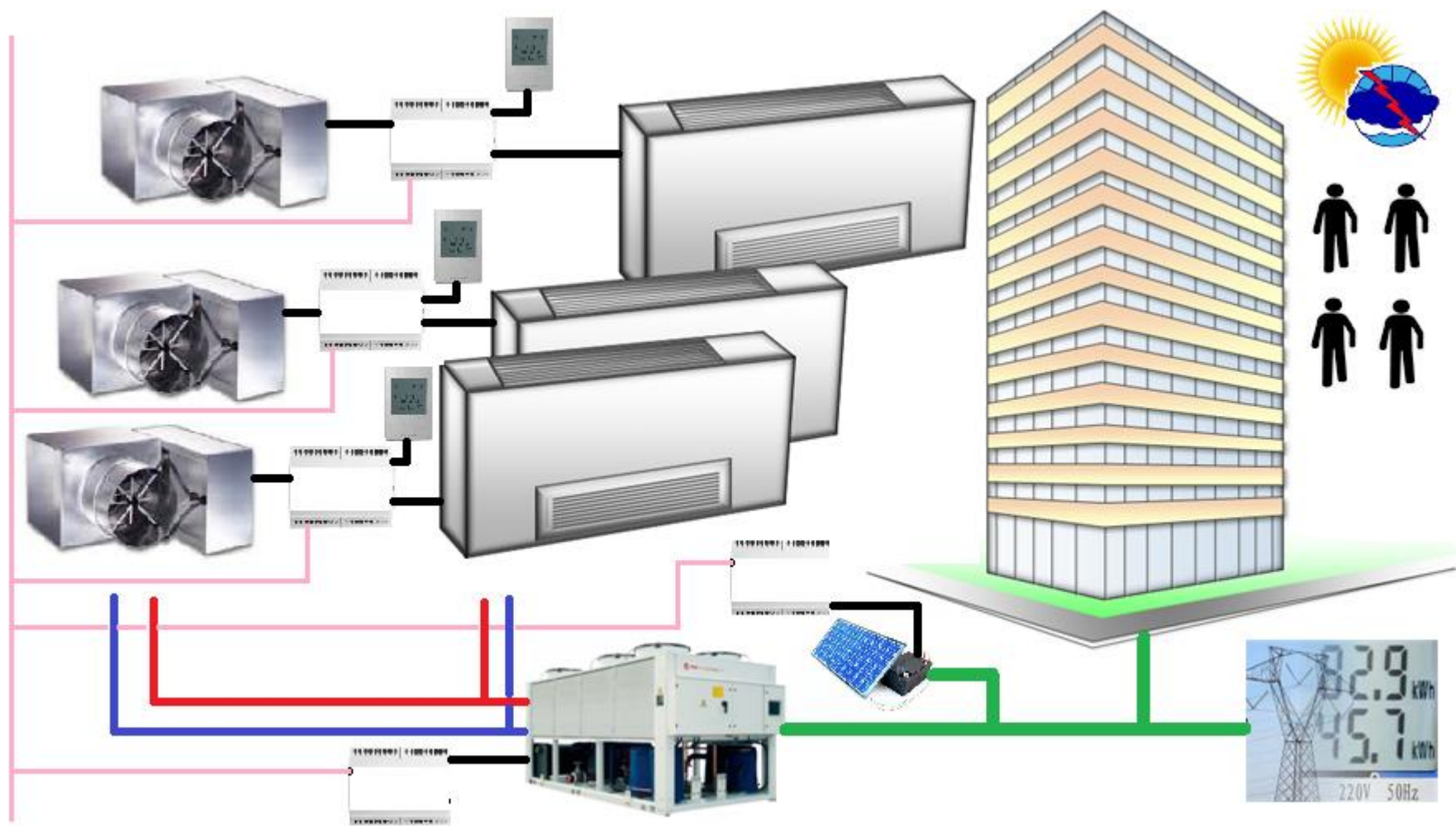
Povezane na energetske distribucijske mreže

Classical commercial buildings



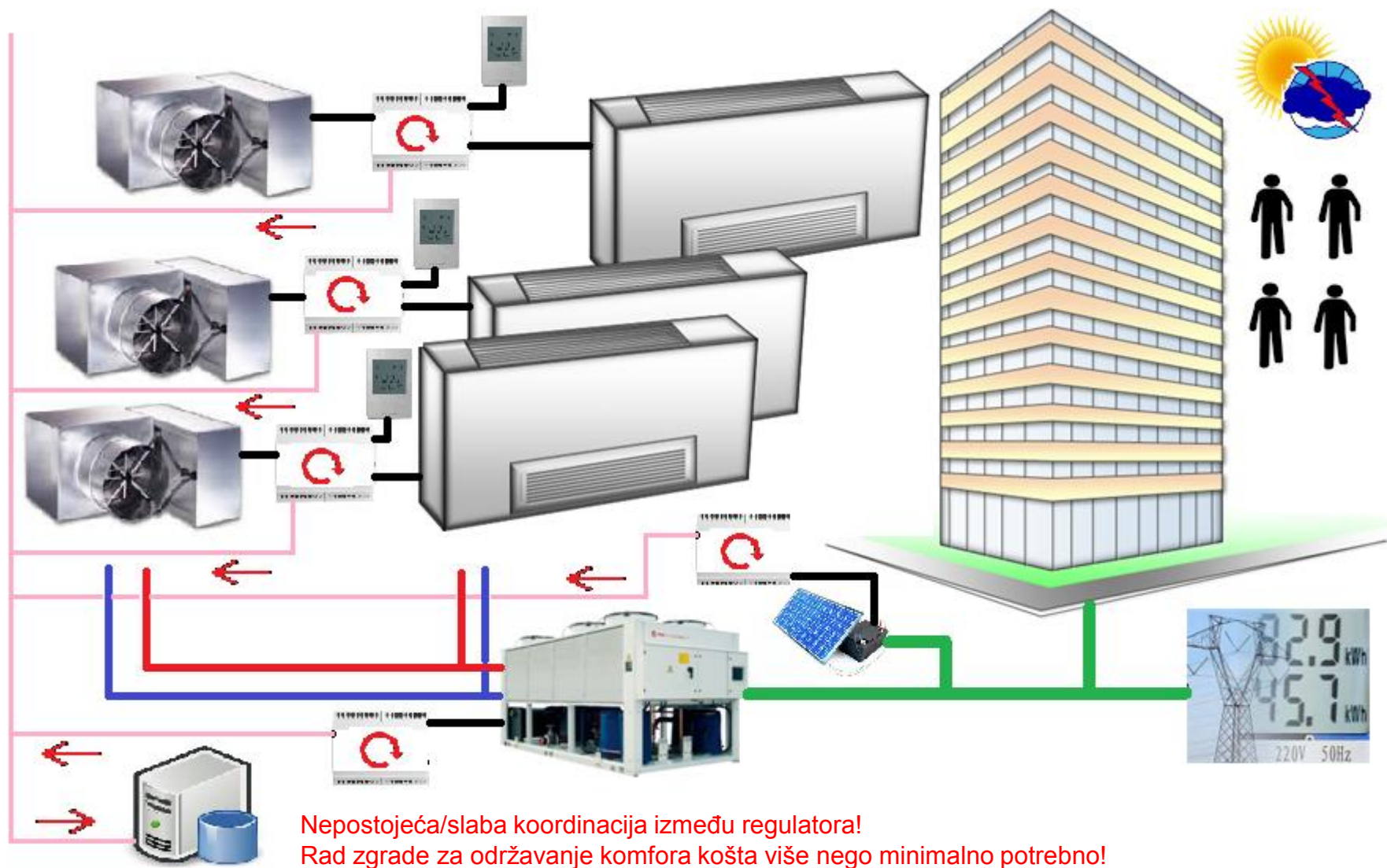
Lokalna proizvodnja energije i upravljiva pohrana

Classical commercial buildings



Vanjski vremenski uvjeti i korisnici prostora

Classical commercial buildings



Zgrade (4)

- Orkestar s puno individualnih tehničkih podsustava
 - bez koordinacije: upravljanje reaktivno na lokalne varijable ili vremenski programirano
 - npr. grijanje u zoni uklj/isklj kada se dosegnu odgovarajući temperaturni pragovi
 - baterije se pune noću, a prazne danju
 - profil izmjene energije s distribucijskim mrežama je slučajan i neupravljiv

Distribucijske mreže

- Mnogo takvih zgrada rezultira velikim vrhovima/depresijama potrošnje na energetske distrib. mrežama
 - vrhovi: progresivno viši gubitci u mreži te preopterećenja elemenata
 - velika varijanca otežava osiguranje pravilnih uvjeta isporuke energije (napon, temperatura)
 - depresije: distribuirana proizvodnja unosi poremećaje (prenaponi)
- povećani troškovi distributera, otpor integraciji obnovljivih izvora

Što ako?

- ...orkestriramo podsustavima zgrade
 - tako da se:
 - smanji potrošnja energije
 - razmjena energije s mrežama postaje upravljivom
 - komfor očuva

Primjer 1 – Predviđanje sijanja Sunca kod grijanja

- Bez koordinacije: Soba se zagrijava do trenutka kada se zbog sijanja Sunca događa pregrijavanje i narušava komfor
→ nepotrebno potrošena energija grijanja
- S koordinacijom: Prediktivni regulator smanjuje/zaustavlja grijanje prije početka sijanja Sunca i ostajemo cijelo vrijeme unutar ograničenja komfora
→ dobro iskorištena besplatna energija od Sunca

Primjer 2 – Vršna potrošnja

- Bez koordinacije: Hlađenje se uključuje u 7:00, rashladni elementi u svim zonama počinju hladiti istovremeno i rezultiraju velikim vrhom potrošnje prema mreži
 - visoki vrhovi potrošnje mogu značajno uvećati trošak energije za zgradu
- S koordinacijom: Rashladni elementi u zonama su koordinirani u povlačenju energije iz medija – izbjegnuta vrh potrošnje
 - snaga na mreži unutar zadanih ograničenja

Što ako...

- ...mreža vremenski modulira troškove energije i komunicira ih sa zgradom
 - ... zgrada se kroz koordinacijske mehanizme prilagođava tim cijenama na način da odabire onaj profil razmjene energije koji čuva komfor i ima najmanji trošak
- ...zbrajajući efekte puno zgrada mreža preoblikuje profil potrošnje
 - ... smanjuje gubitke energije, povećava mogućnost integracije OIE i produžuje životni vijek opreme

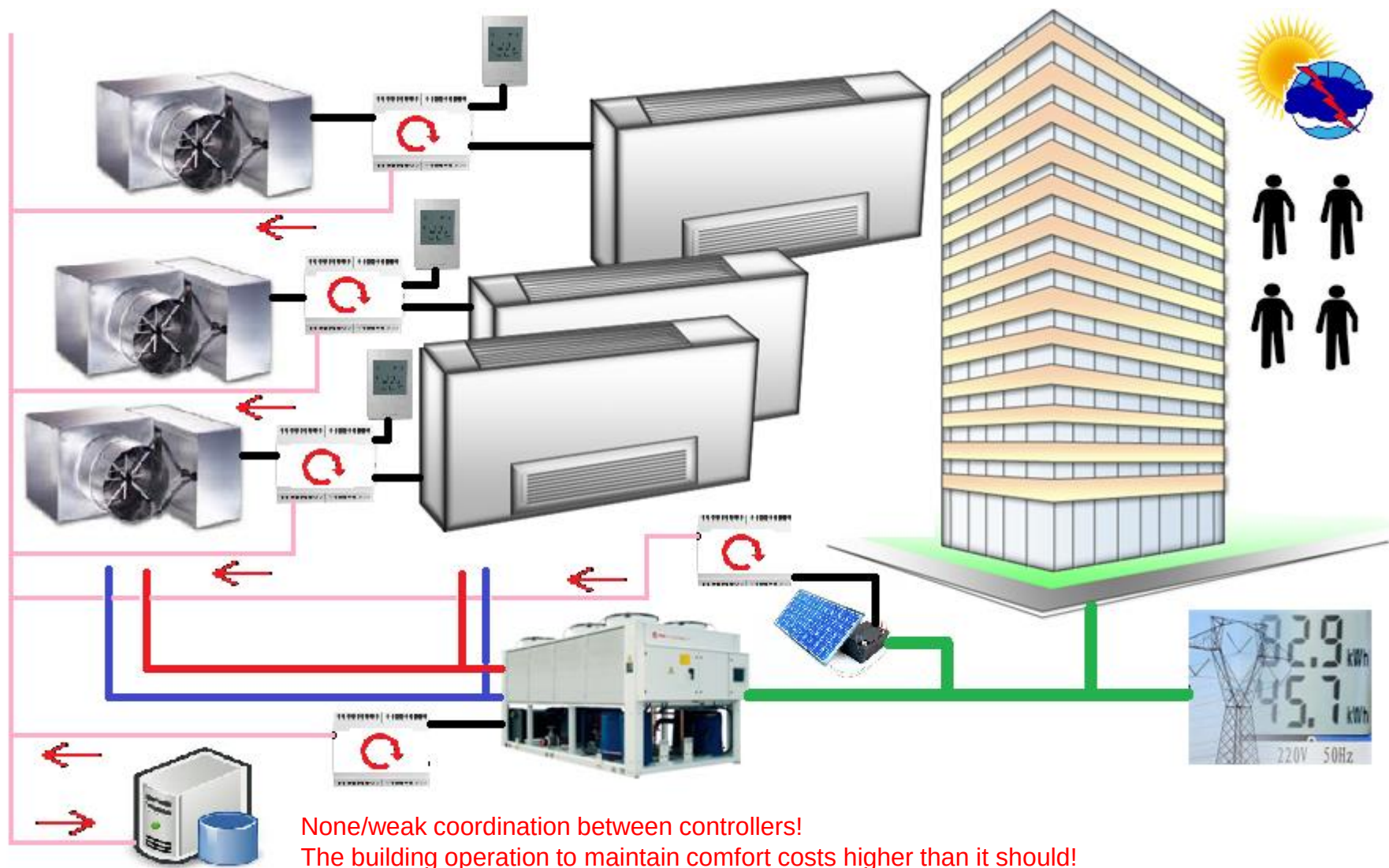
Koordinacija zgrada i mreža (1)

- Koordinacija unutar zgrade, unutar mreže i između njih je tehnički moguća
- ...kako?
 - Prediktivno upravljanje i matematičke optimizacije na obje strane
 - Mehanizmi tržišta oslonjeni na matematičke optimizacije, uz razmjenu male količine informacija (cijene i predviđene potrošnje)

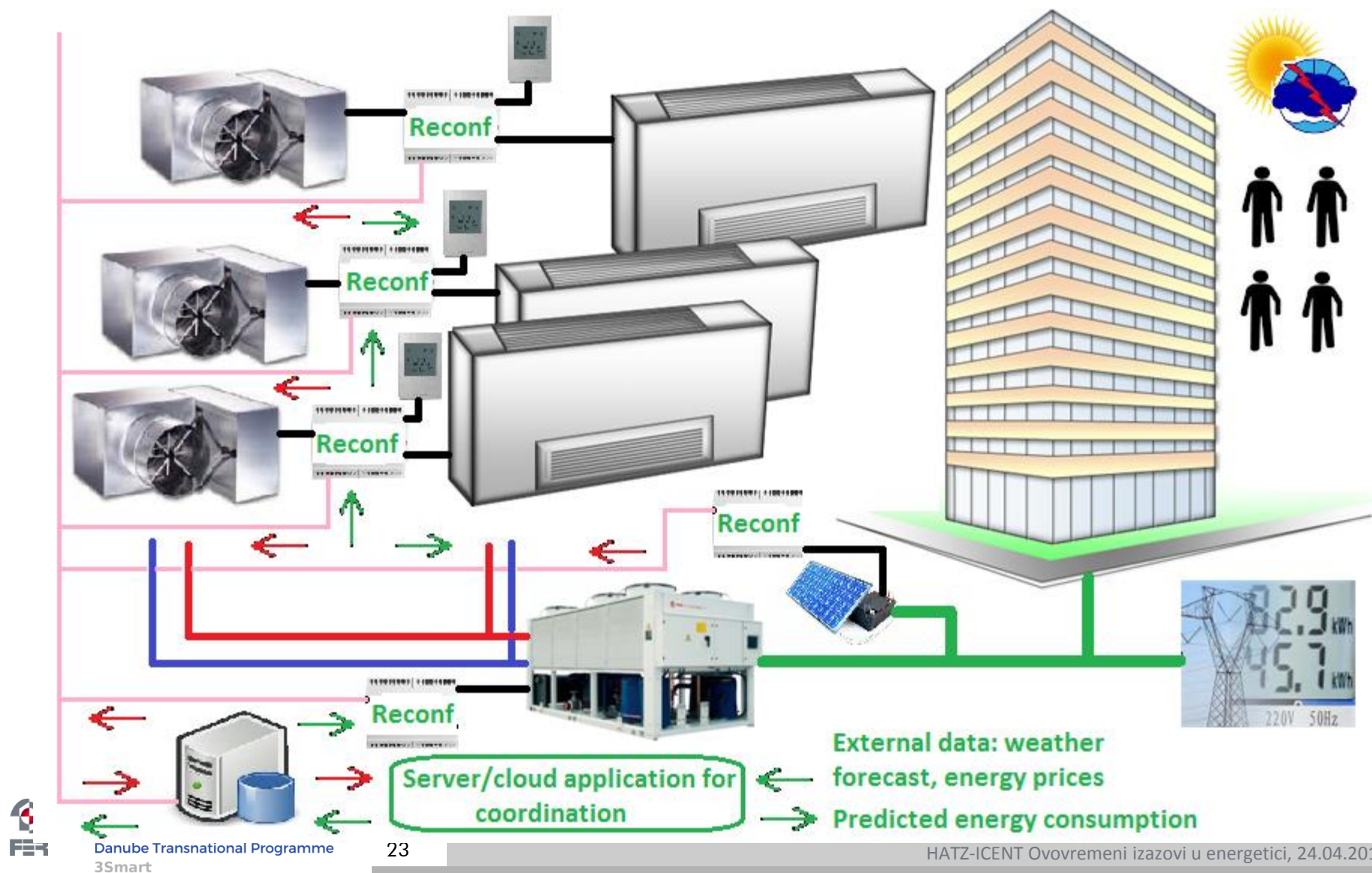
Koordinacija zgrada i mreža (2)

- ...ali može li ona biti ekonomski isplativa?
 - Ako je moguće jednostavno uvesti koordinaciju nadgradnjom postojećih sustava, da! → potreban je skup alata za gospodarenje energijom prilagodljiv za različite konfiguracije zgrada i mreža, transnacionalno
- ...možemo li to učiniti s pravne strane?
 - Regulatorno okruženje i otklanjanje prepreka → utjecaj na regulatorni okvir na čvrstim tehnološkim temeljima, transnacionalno

Klasična komercijalna zgrada

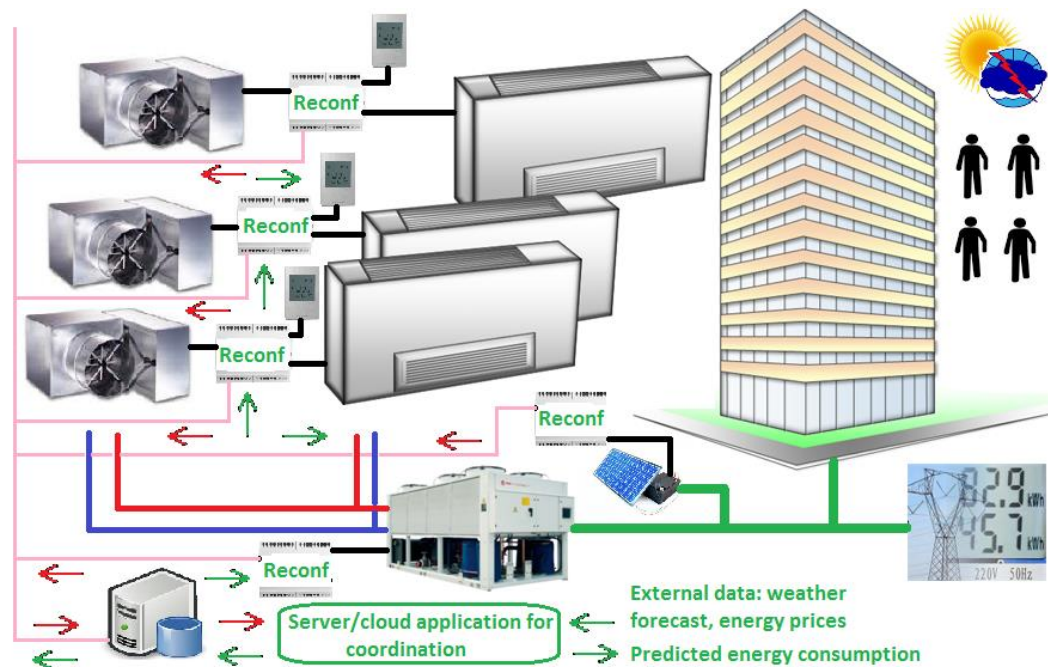


Koordinacija zgrada i mreža (3)



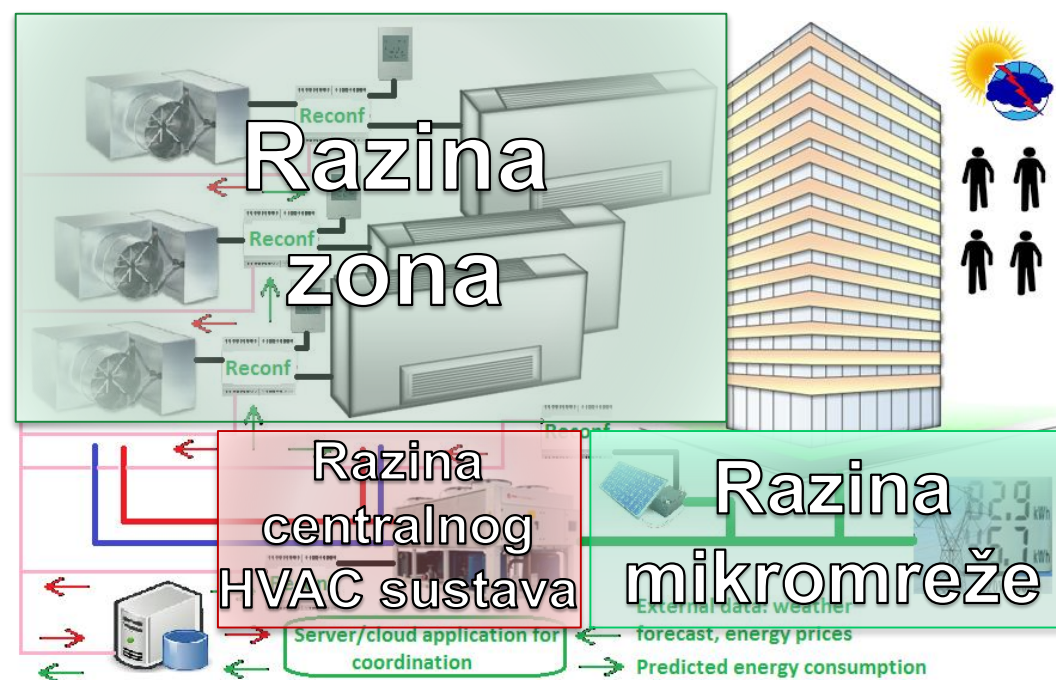
Koordinacija zgrada i mreža (4)

- Modularnost koordinacijske usluge
 - Različiti moduli za različite razine podsustava zgrade



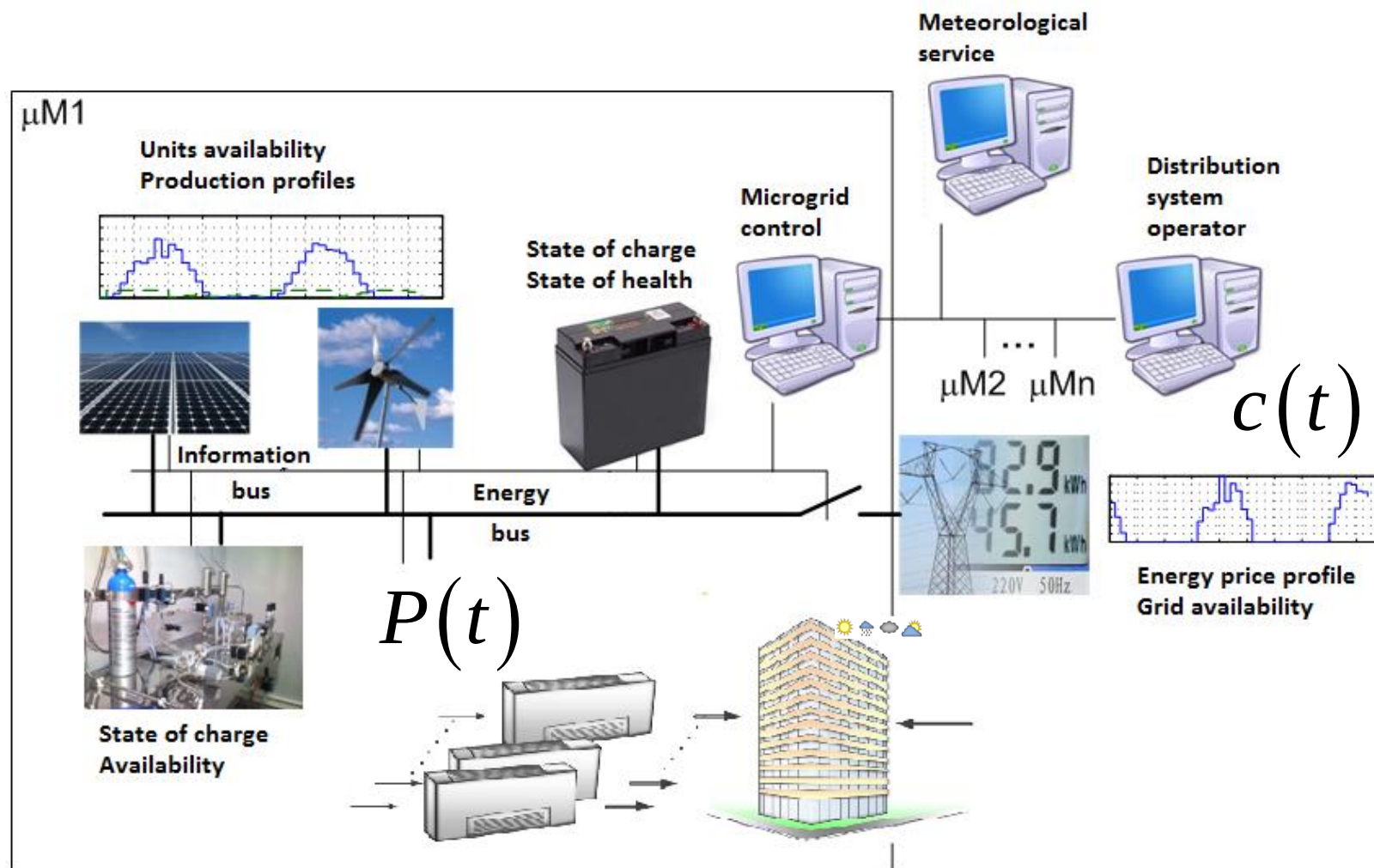
Koordinacija zgrada i mreža (5)

- Modularnost koordinacijske usluge
 - Različiti moduli za različite razine podsustava zgrade



- Međusobno koordinirani moduli u bilo kojoj konfiguraciji

Zgrada kao potrošač, proizvođač i pohranitelj energije (1)



Zgrada kao potrošač, proizvođač i pohranitelj energije (2)

- Za proizvoljnu predviđenu potrošnju $P(t)$ postoji optimalna upravljačka strategija mikromrežom koja rezultira minimalnim energetske troškom zgrade: $J(P(t))$
- Stoga, u optimizacijskom problemu na razini upravljanja potrošnjom optimalno je odabrati

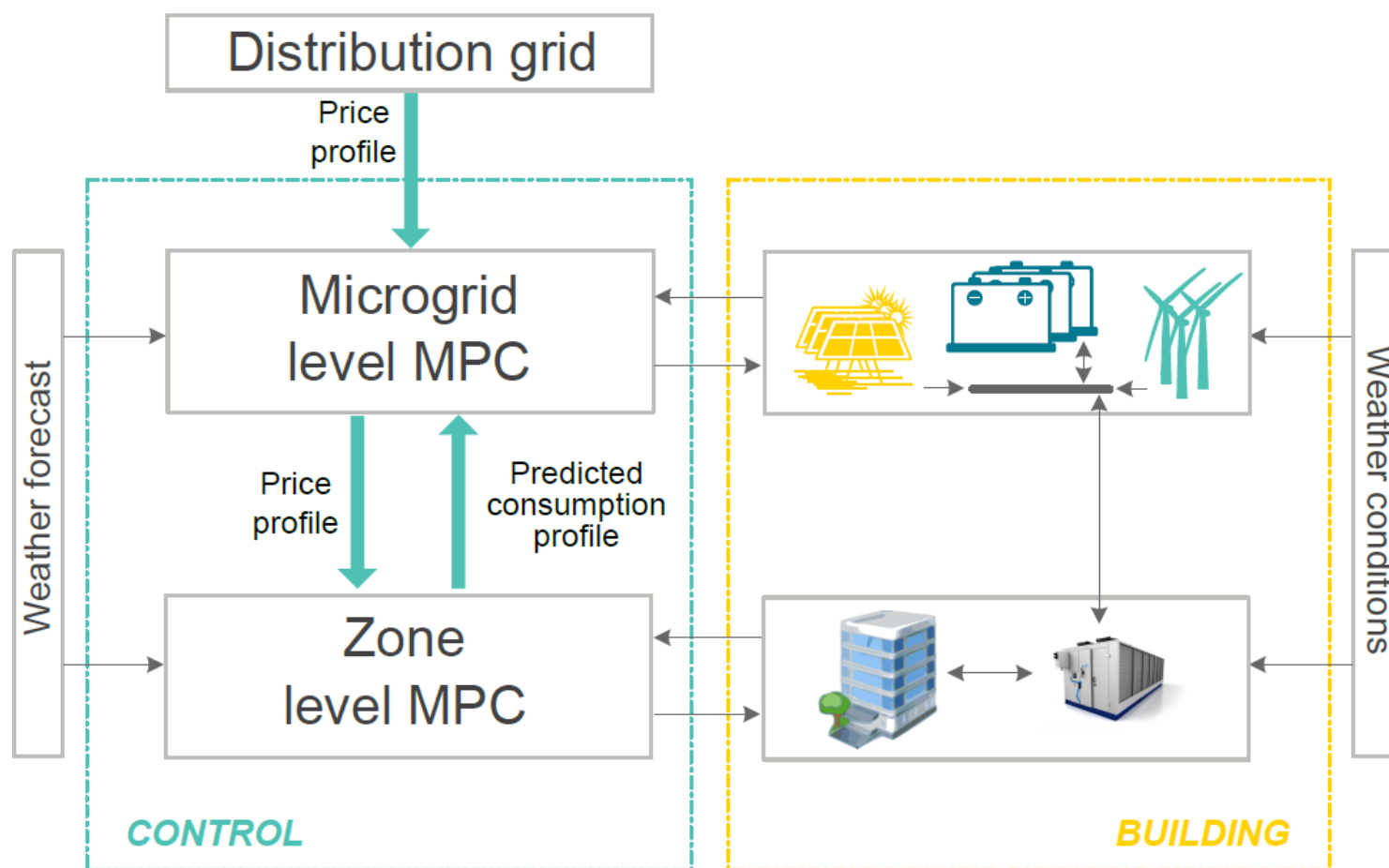
$$\min_{P(t)} J(P(t))$$

uvjeti na $P(t)$:

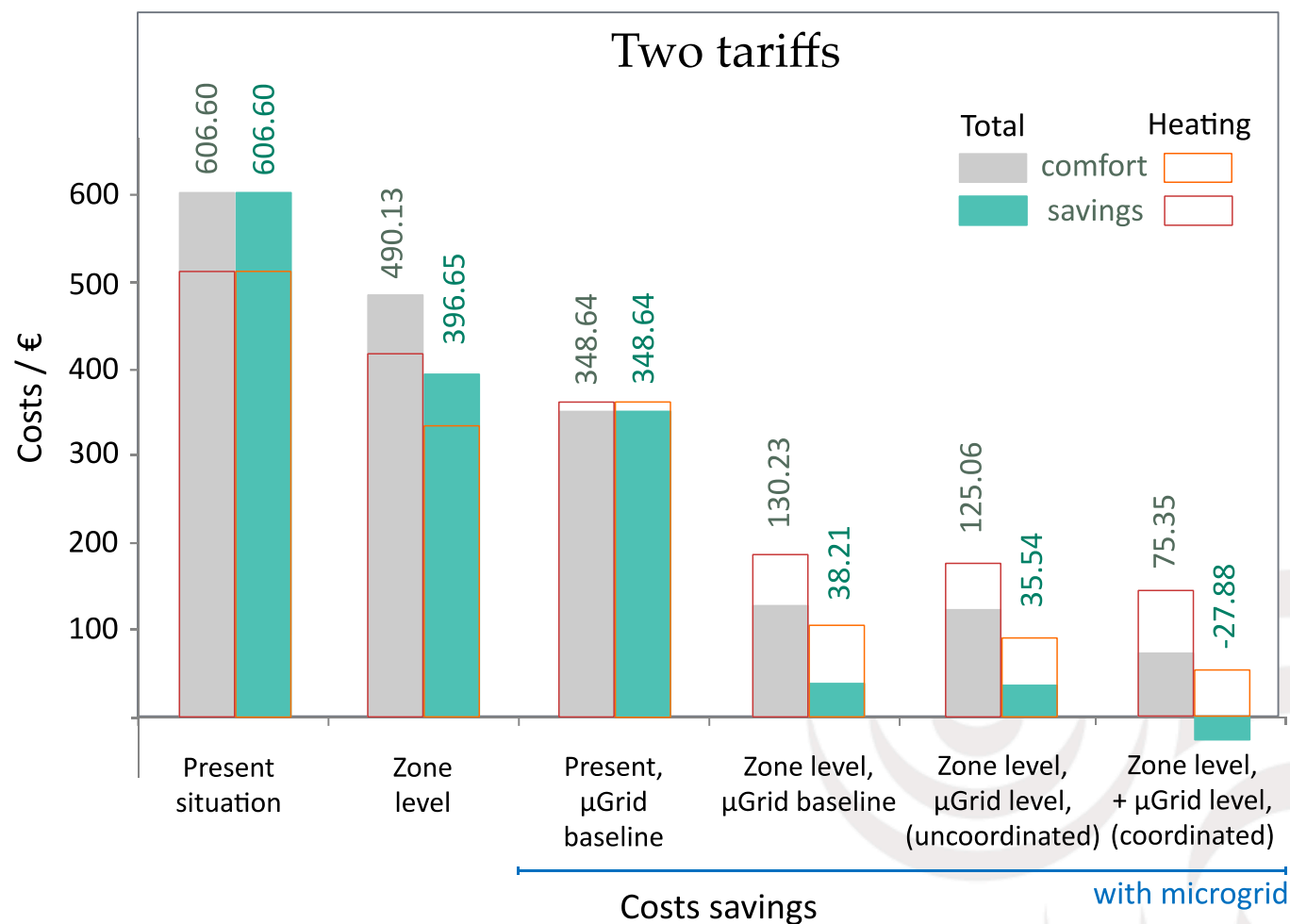
komfor, ograničenja komponenata

- ... i deklarirati proračunan optimalni profil potrošnje $P^*(t)$ razini mikromreže

Heating/cooling system – microgrid interaction



Studija slučaja – simulacijski rezultati



- Zgrada FERa, 9. kat (750 m², 23 zone)
- Cijela 2014. godina
- Komercijalne cijene električne energije
- Mikromreža:
 - 1,5 kWp PV
 - VRLA 10 kWh
 - gorivni članak + elektrolizator 2.5 kWh

Zahvala

- Hrvatska zaklada za znanost, projekt Control-based Hierarchical Consolidation of Large Consumers for Integration in Smart Grids (3CON), 2014-2017



<http://www.fer.unizg.hr/3con>

- Program transnacionalne suradnje Dunav, project Smart Building – Smart Grid – Smart City (3Smart), 2017-2019



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



LARES Laboratory
for Renewable
Energy Systems
wind sun hydrogen

<http://www.lares.fer.hr/>