

# 3Smart omrežni moduli in njihova uvedba na področju Elektro Primorska d.d.

Nina Carli m.i.e., Gregor Skrt u.d.i.e.,

Elektro Primorska d.d.

[nina.carli@elektro-primorska.si](mailto:nina.carli@elektro-primorska.si), [gregor.skr@elektro-primorska.si](mailto:gregor.skr@elektro-primorska.si)

Javna predstavitev 3Smart Slovenskega pilotnega projekta

14.11.2019



Project sufinanciran sredstviima Europske unije

# Izzivi energetske tranzicije

„Clear Energy for all Europeans” (Čista energija za vse prebivalce Evrope)

- Končni uporabnik je postavljen v središče energetske tranzicije,
- zahteve po učinkovitosti, izkoriščanje energije iz OVE, spodbujanje sodelovanja na tržišču,
- Ključne spremembe: elektrifikacija prometa, elektrifikacija ogrevanja, razpršeni viri....

Glavno vlogo energetske tranzicije bo prevzelo distribucijsko omrežje

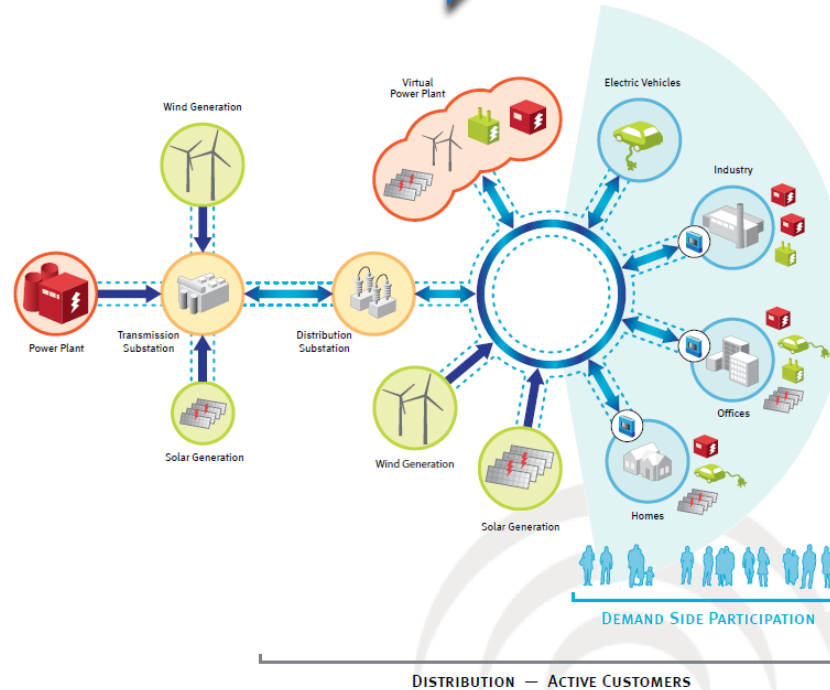
- Pomembne spremembe se dogajajo na mestu porabe!
- Pripravljenost distribucijskega omrežja (posebno NN) na energetske tranzicije?
- Razvoj novih orodji (kot so 3Smart moduli) so usmeritve distribucijskih operaterjev, ki omogočajo lažjo energetske tranzicije!
- Učinkovit razvoj in vodenje distribucijskega omrežja – nižji stroški za končne uporabnike.

# Distribucijsko omrežje

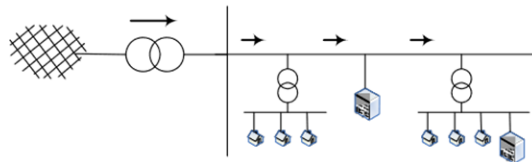
- Danes:
  - napajanje iz enega vozlišča, veliko število vej in vozlišč
  - R ni zanemarljiva, prav tako ne izgube v omrežju
  - jalova moč ni zanemarljiva
- Kako danes distribucijsko omrežje obravnava nove proizvajalce in odjemalce?
  - Pasivne obremenitve-> ojačitve omrežja!
  - Distribuirana proizvodnja -> Napetostni problemi (posebno PV), preobremenitve („močnejši” vod), varnost oskrbe (nov močnejši vod).
  - Kaj pa če se v distribucijsko omrežje vključijo električna vozila z dodatnim odjemom?
- Aktivno upravljanje z distribucijskim omrežjem – kaj to pomeni?

# Kako se spreminja sistem/omrežje

Pasivna  Aktivna

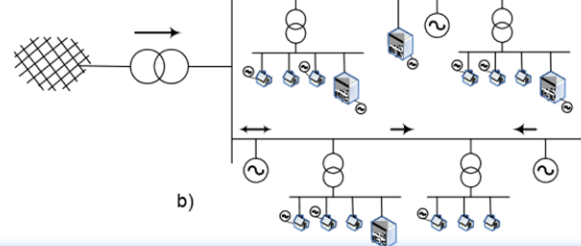


Enosmerni pretoki moči



a)

Dvosmerni pretoki moči

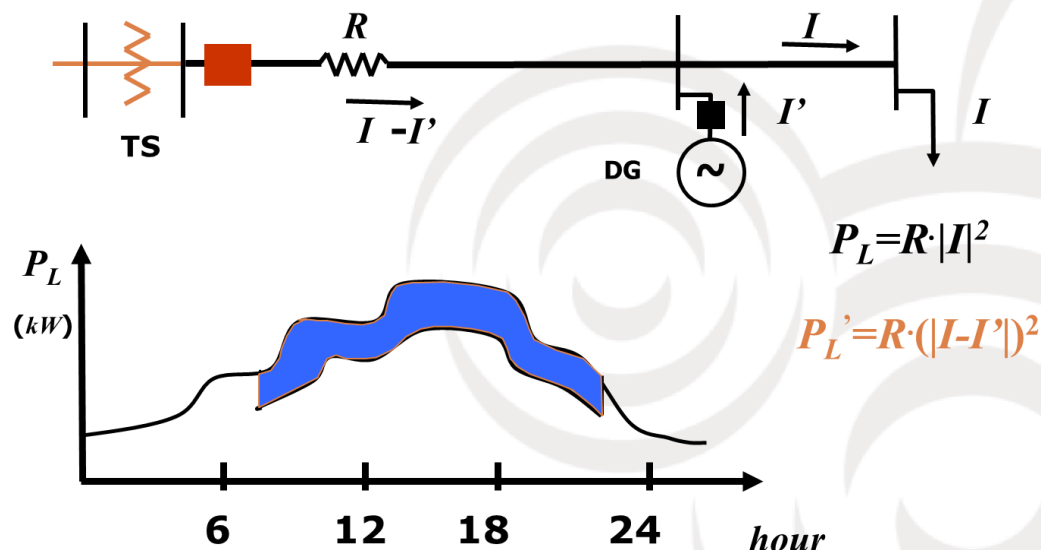


b)

# Koordinirano upravljanje

Kaj je glavni cilj naprednega upravljanja z distribucijskim omrežjem?

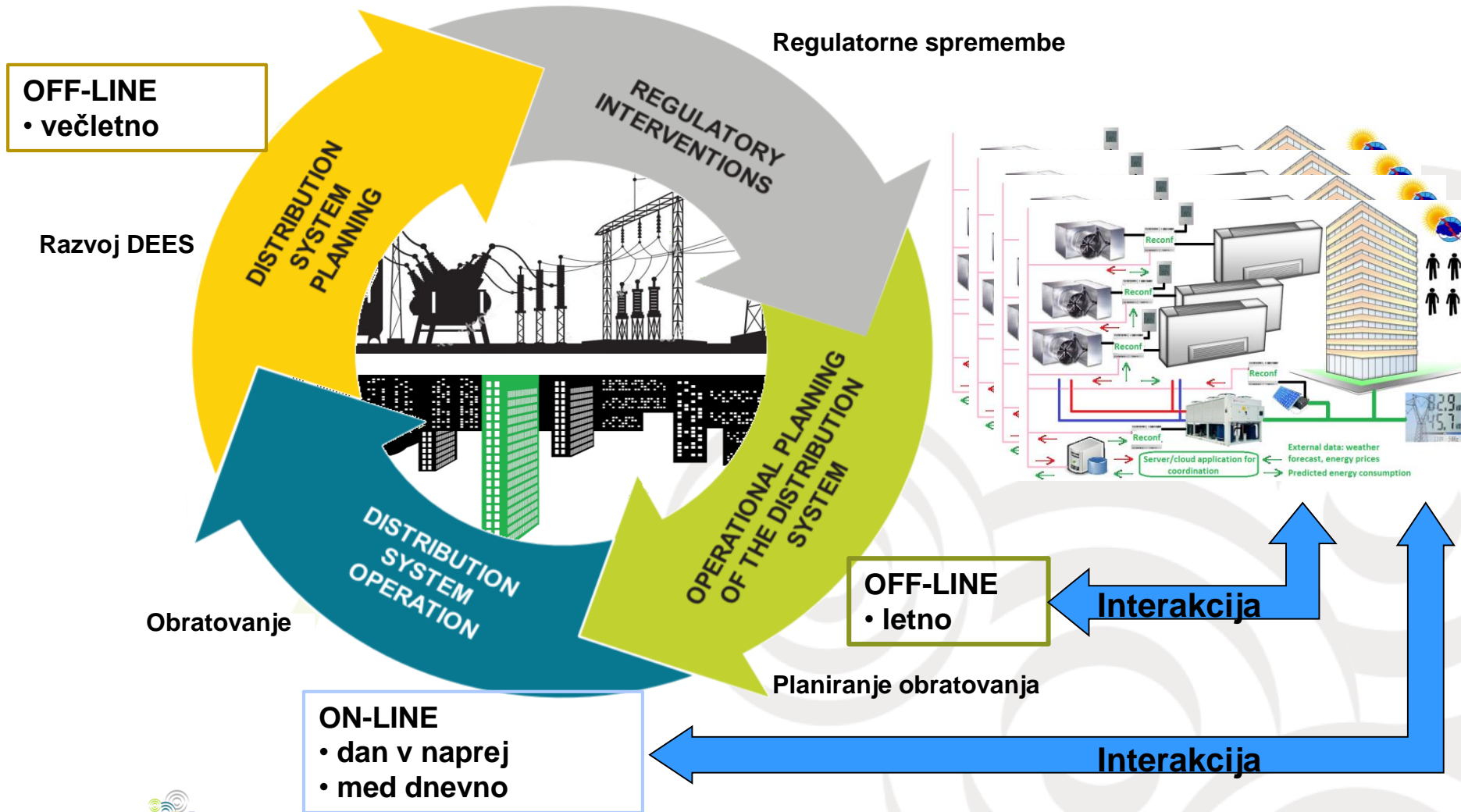
- Napredni DEES optimalno koristi lastne in zunanje vire za optimizacijo upravljanja in obratovanja omrežja,
- koordinacija med odjemalcem - omrežjem - tržiščem,
- distribuirani ponudniki fleksibilnosti ponujajo fleksibilnost sistemskim operaterjem in so za to nagrajeni.



# „Napredni” operater distribucijskega omrežja

- Operater distribucijskega omrežja:
  - mora zagotoviti skladnost obratovanja s tehničnimi omejitvami omrežja,
  - mora ostati neodvisen.
- Izzivi:
  - Komunikacija z novimi udeleženci EES-a – Kako? Kdaj? S kom?
  - Kakšno fleksibilnost potrebuje distributer? Kdaj?
  - Kakšne usluge lahko nudijo distribuirani viri fleksibilnosti (DVF)?
  - Kako ustvariti pogodbo in določiti ceno za nakup fleksibilnosti ?
  - Katere „signale” je potrebno poslati distribuiranemu viru fleksibilnosti za začetek opravljanja storitev?
- Agregator storitev fleksibilnosti kot nov udeleženec elektroenergetskega sistema.

# 3Smart moduli za distribucijsko omrežje v razvojnem ciklu



# 3Smart moduli distribucijskega omrežja

## – Ključni podatki za vzpostavitev modulov:

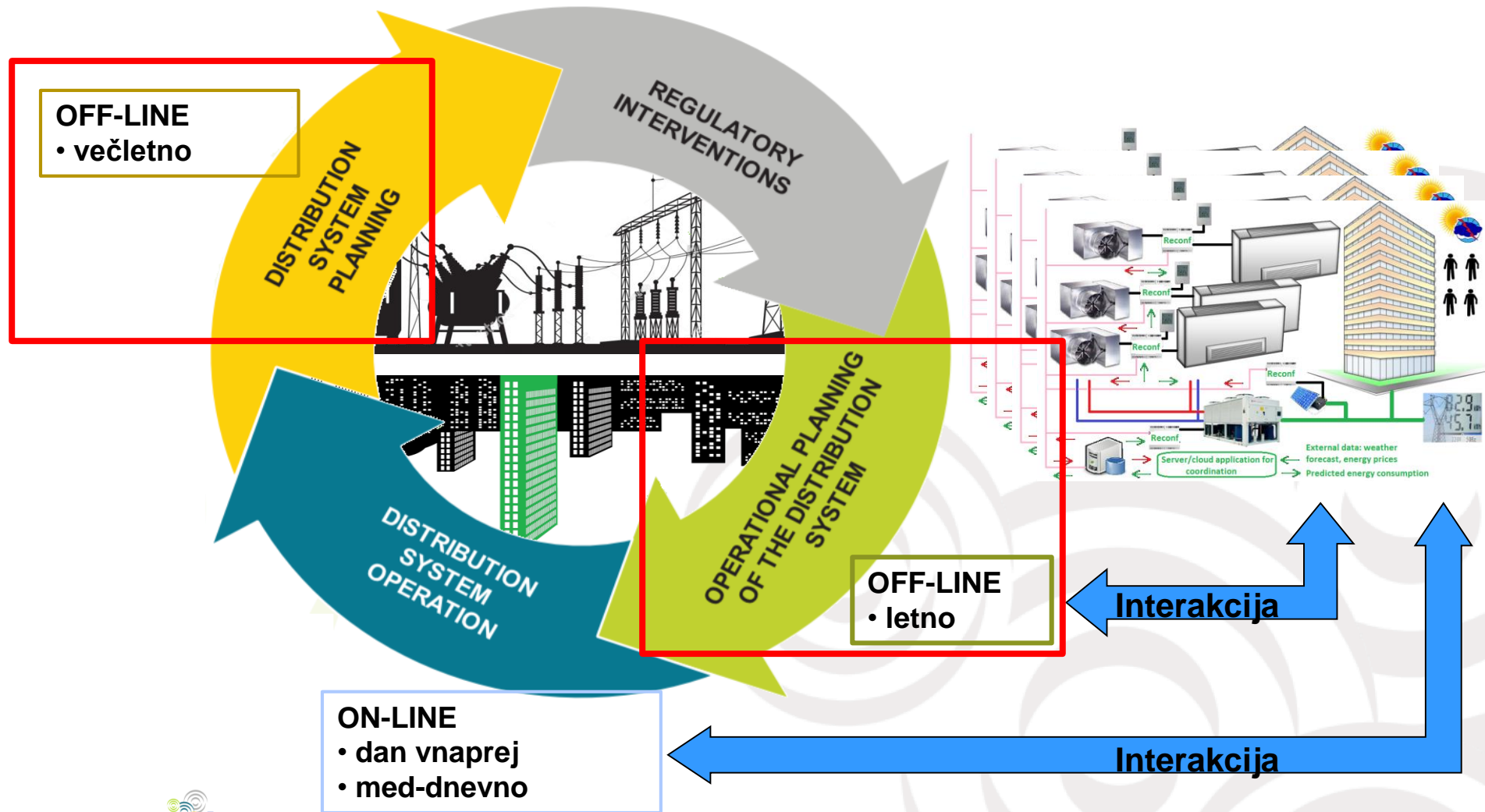
- topologija distribucijskega omrežja,
- tehnične karakteristike elementov omrežja,
- lokacije priključenih odjemalcev v distribucijskem omrežju,
- izmerjeni, zgodovinski podatki opazovanega distribucijskega omrežja.

## – Simulacijski model distribucijskega omrežja.

- Razvoj dolgoročnih modulov za načrtovanje distribucijskega omrežja z upoštevanjem distribuiranih virov fleksibilnosti.
- Razvoj dnevnih modulov za napredno obratovanje distribucijskega omrežja z upoštevanjem fleksibilnosti.



# 3Smart dolgoročni moduli

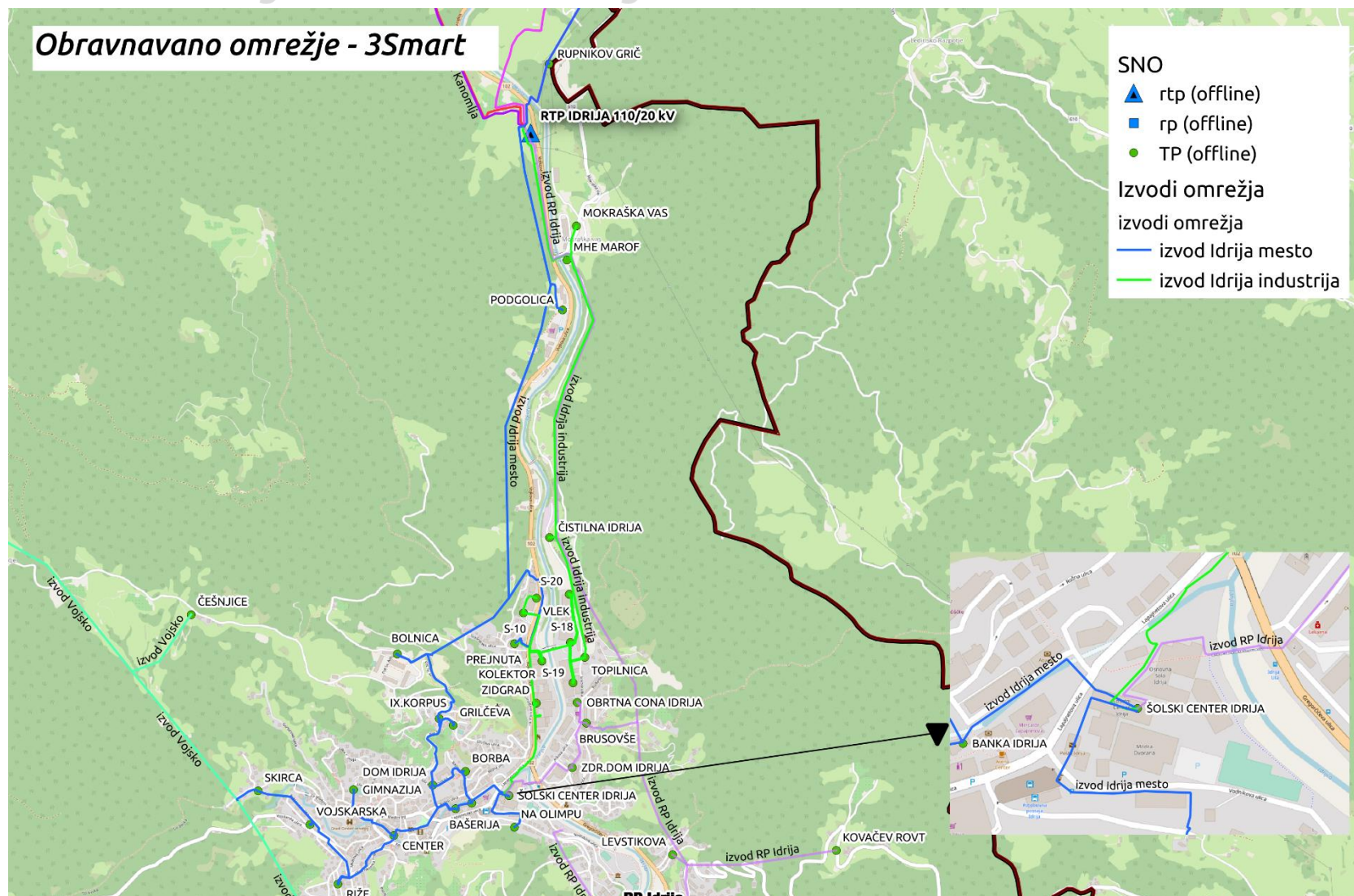


# 3Smart dolgoročni moduli

## Razvita sta bila dva modula:

- **Letni:** določa „okna fleksibilnosti“ v katerih je potrebno rezervirati storitev (čas in moč v tem času). Sovpada s planiranjem obratovanja za naslednje leto. Temelji na izračunom stanj za naslednje leto na simulacijskem modelu omrežja.
- **Večletni:** definirajo se stroški (rezervacijski in aktivacijski) temeljijo na stroških odložene investicije (v rekonstrukcije/nadgradnje dela distribucijskega omrežja) – razvito orodje za preračun cene fleksibilnosti, ki jo lahko ponudimo na trgu.

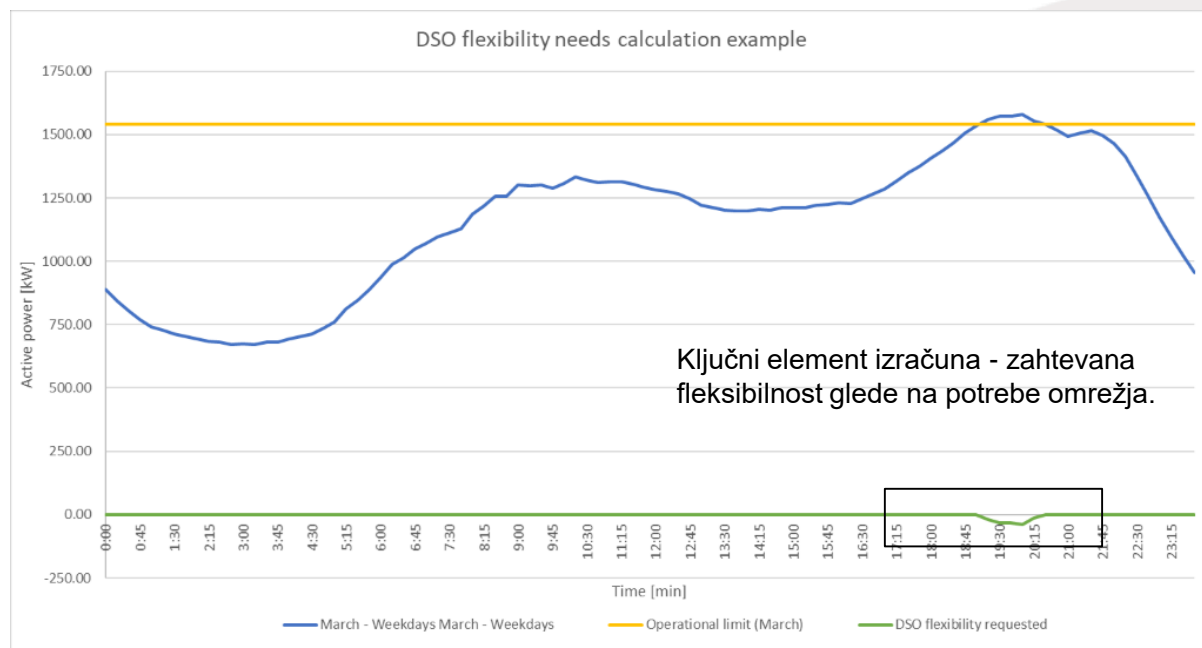
# Distribucijsko omrežje



# 3Smart dolgoročni - letni modul

Temelji na osnovi izračunov stanj in prekoračitev obratovalnih omejitev v omrežju z obremenitvami predvidenimi tipičnimi obremenilnimi diagrami naslednjega leta.

Thermal limit of cable/ line	5000	kW
Operational limit (January)	1740	kW
Operational limit (February)	1740	kW
Operational limit (March)	1540	kW
Operational limit (April)	1540	kW
Operational limit (May)	1540	kW
Operational limit (June)	1460	kW
Operational limit (July)	1460	kW
Operational limit (August)	1460	kW
Operational limit (September)	1540	kW
Operational limit (October)	1540	kW
Operational limit (November)	1680	kW
Operational limit (December)	1740	kW



Trenutno omrežje gradimo tako, da to prenese vsa obratovalna stanja.

# 3Smart dolgoročni moduli – letni - rezultati

Month	Type of day	Maximum flexibility by Building [kW]	Minimum flexibility that can be called by the grid [kW]	Time interval (Start)	Time interval length	Provided Flexibility by Building in kWh	pcs of specific type of days in the given month
2019-01	WEEKDAYS	-20,70		018:30	0,75	-15,53	23
2019-03	WEEKDAYS	-37,91		019:15	1,50	-56,86	21
2019-04	WEEKDAYS	-9,73		019:30	0,75	-7,30	22
2019-06	WEEKDAYS	-5,25		020:30	0,50	-2,63	20
2019-06	WEEKDAYS	-27,24		021:15	0,75	-20,43	20
2019-07	WEEKDAYS	-24,01		021:15	0,75	-18,01	23
2019-08	WEEKDAYS	-52,53		019:15	1,75	-91,93	22
2019-08	WEEKDAYS	-15,96		021:15	0,50	-7,98	22
2019-10	WEEKDAYS	-3,07		019:30	0,25	-0,77	23
2019-10	WEEKDAYS	-6,73		020:00	0,25	-1,68	23
2019-11	WEEKDAYS	-14,34		018:45	0,50	-7,17	21
2019-01	SATURDAY	-39,14		018:30	2,00	-78,28	4
2019-03	SATURDAY	-57,38		019:00	1,75	-100,41	5
2019-04	SATURDAY	-14,97		019:30	0,75	-11,23	4
2019-08	SATURDAY	-71,45		019:00	3,00	-214,36	5
2019-09	SATURDAY	-0,81		019:30	0,25	-0,20	4
2019-10	SATURDAY	-16,13		019:30	0,75	-12,10	4
2019-11	SATURDAY	-29,56		018:30	1,25	-36,94	5
2019-11	SATURDAY	-11,38		020:00	0,50	-5,69	5

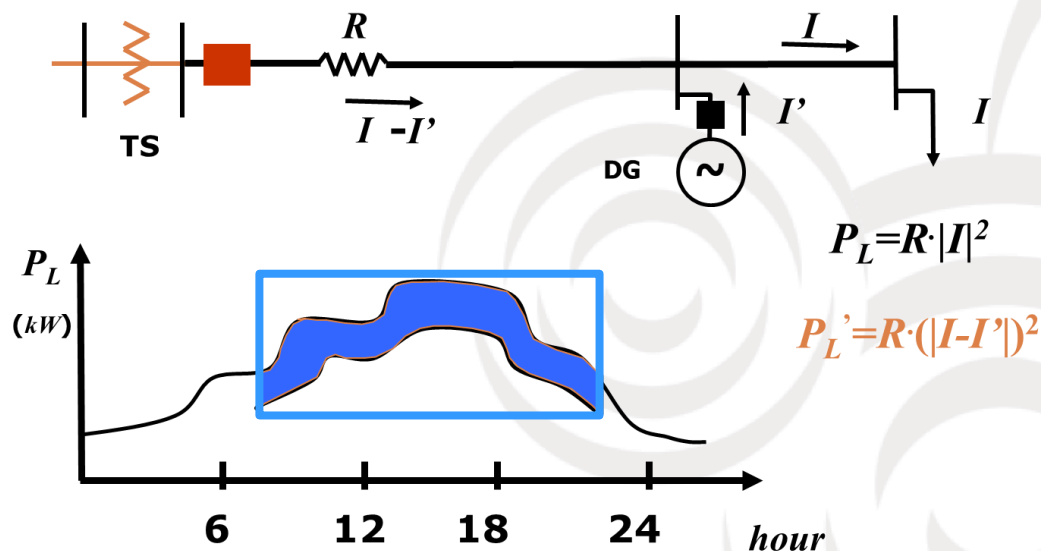
Ti okvirji fleksibilnosti služijo za osnovo za dolgoročni modul, kjer izračunamo **cene fleksibilnosti**.



# 3Smart večletni modul

Osnovna ideja:

- Uporaba fleksibilnosti (DVF, zgradbe) optimizira se obratovanje distribucijskega omrežja,
- Namesto izgradnje novega voda (dolgotrajna, draga ojačitev, ki jo včasih potrebujemo par ur letno) se distribuiranim virom fleksibilnosti nudi možnost pogodbene spremembe delovne točke v naslednjem letu.



# 3Smart večletni modul

Osnovni namen večletnega modula je izračun finančnih okvirov aktivacije fleksibilnosti za izdelavo pogodbe s fleksibilnim aktivnim odjemalcem na osnovi stroškov alternativnega, klasičnega razvoja omrežja.

## Vhodni podatki:

- Izračunana tabela fleksibilnosti za naslednje leto,
- Finančni parametri:
  - WACC (povprečna cena stroškov kapitala) : 4% ,
  - Inflacija: 1.3%,
  - **Strošek alternativnega „klasičnega razvoja“: 195,000.00 EUR.**

## 3Smart dolgoročni moduli - večletni modul – rezultati

- Prost denar po uvedbi fleksibilnosti: 189,938.00 EUR
- Največja vsota denarja za fleksibilnost: 5,063.00 EUR
- Rezervacijska cena za Fleksibilnosti: **0.079 EUR/kW/15 min**
- Aktivacijska cena Fleksibilnosti: **0.317 EUR/kW**
- Penal neaktivacije: 0.634 EUR/kWh
- Odstopanje kvalitete (maks. odstopanje brez penalizacije): 10%

Osnova za sklenitev pogodbe za fleksibilnost.



# 3Smart dolgoročni moduli – orodje za dolgoročne analize

## 1. Kaj je delo operaterja DEES:

- Izračuna potrebe po aktivaciji fleksibilnosti,
- izračuna cene, ki jih je pripravljen plačati in kazni za odstopanje od dogovorjenih vrednosti,
- Orodje uporablja vhodne podatke ki jih ima distributer na razpolago:
  - obratovalne omejitve omrežja,
  - investicijski stroški novih elementov omrežja, ki temelijo na klasičnem razvoju omrežja,
  - zgodovinski podatki in napovedi obremenitev v omrežju,
  - faktor za kaznovanje odstopanja od pogodbene storitve.

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

# 3Smart – orodje za komunikacijo s ponudnikom fleksibilnosti

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

Na spletni platformi se operater DEES in DVF „pogajata“ o možnosti zagotavljanja fleksibilnosti glede na korist obema deležnikoma in skleneta pogodbo.

# 3Smart (med)dnevni moduli

**OFF-LINE**  
• večletno

**DISTRIBUTION  
SYSTEM  
PLANNING**

**REGULATORY  
INTERVENTIONS**

**OPERATIONAL PLANNING  
OF THE DISTRIBUTION  
SYSTEM**

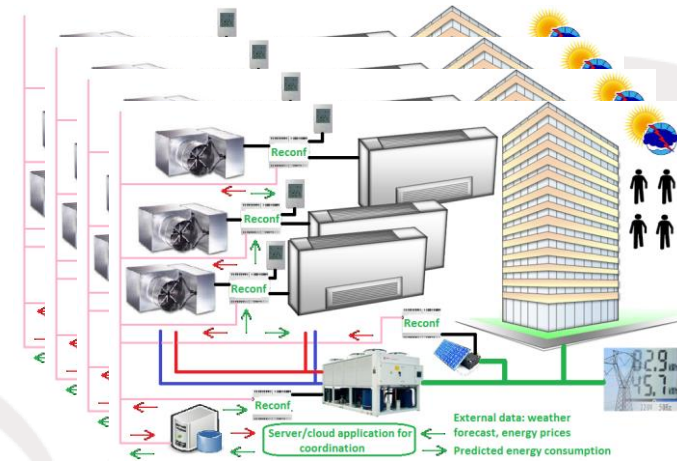
**DISTRIBUTION  
SYSTEM  
OPERATION**

**ON-LINE**  
• dan naprej  
• med dnevno

**OFF-LINE**  
• letno

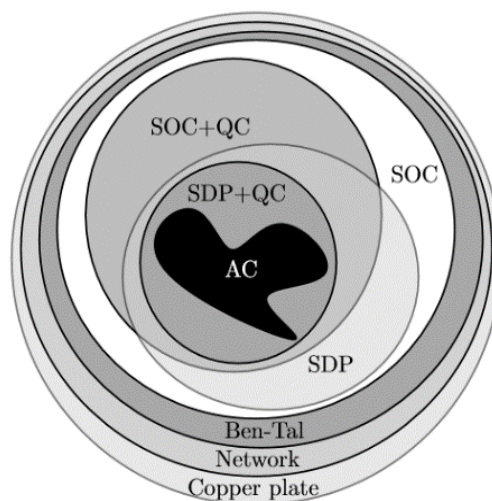
**Interakcija**

**Interakcija**



# 3Smart dnevni omrežni modul

- Modul planiranja obratovanja za naslednji dan, s katerim se operater DEES odloči uporabiti rezervirano fleksibilnost v obratovanju:
  - iz dolgoročnih modulov povzema zakupljene vrednosti fleksibilnosti in te vrednosti uporabi za optimizacijo obratovanja distribucijskega omrežja,
  - optimizacijski modul temelji na kompleksnem matematičnem modelu in rešitvah, ki zagotavljajo optimalno globalno rešitev uporabe fleksibilnosti in parametrov omrežja.



# 3Smart dnevni omrežni modul – dan naprej

- Vhodni podatki:

- Definirano za naslednji dan
- podatki omrežja ✓
  - napoved porabe ✓
  - pogodbe več-letnih modulov ✓
  - napovedi obnašanja zgradbe (3smart moduli zgradbe) ✓

Dan v naprej  
ob 15:00 (UTC):  
zagon dnevnega modula

- Rezultati:

- napetostna in tokovna stanja v omrežju,
- **profil aktivacije fleksibilnosti zgradbe.**

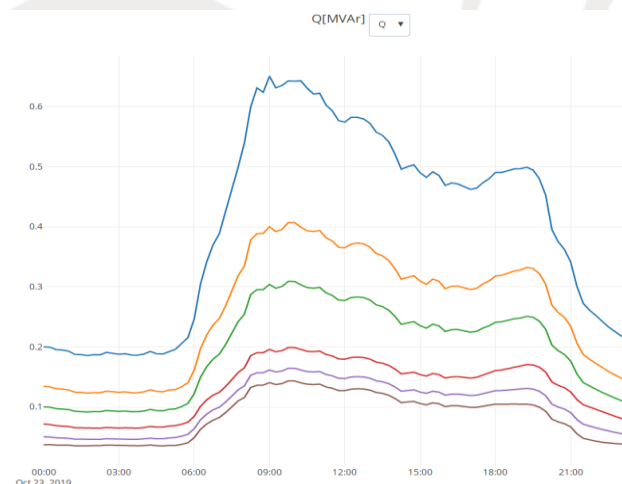
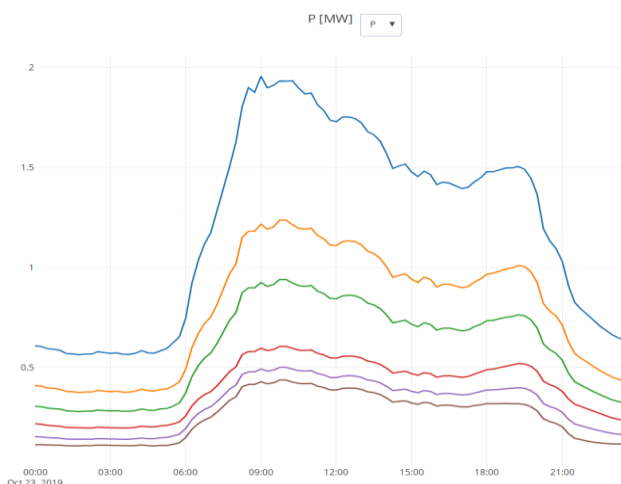
## Optimalno stanje omrežja:

- minimizacija stroškov (izgub),
- teh. veličine mreže in
- delovne točke distribuiranih virov fleksibilnosti (DVF).

# 3Smart dnevni omrežni modul – dan naprej

Ključno vprašanje je kdaj koristimo fleksibilnost, ki smo jo zakupili pri aktivnem odjemalcu ?

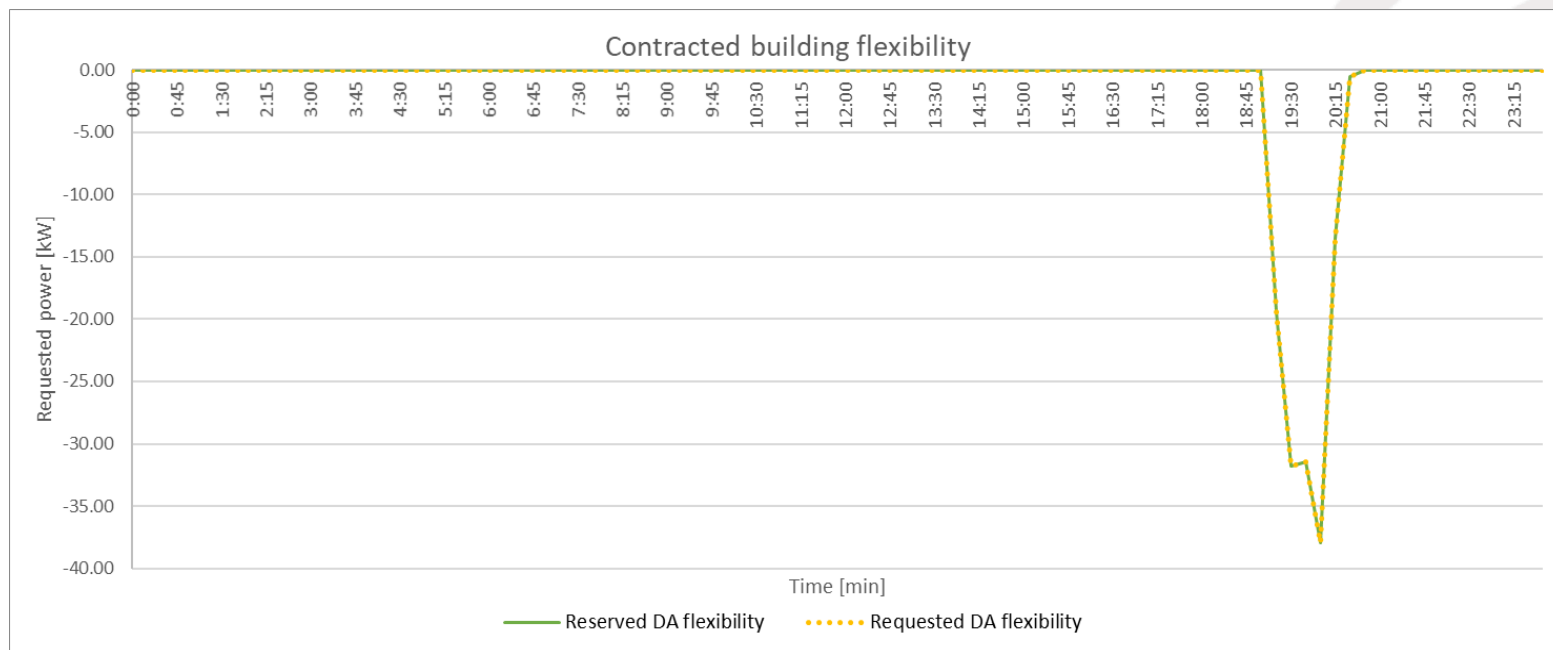
1. Da bi odgovorili na to vprašanje se moramo zanesti na natančnejše podatke, ki jih posredujejo stavbe ali pa so del napovedi.
2. Modul ACOPF izračuna pretoke moči in preveri potrebo po proženju fleksibilnosti (odjem ali proizvodnja)



# 3Smart dnevni omrežni modul – dan naprej – rezultati izračuna fleksibilnosti

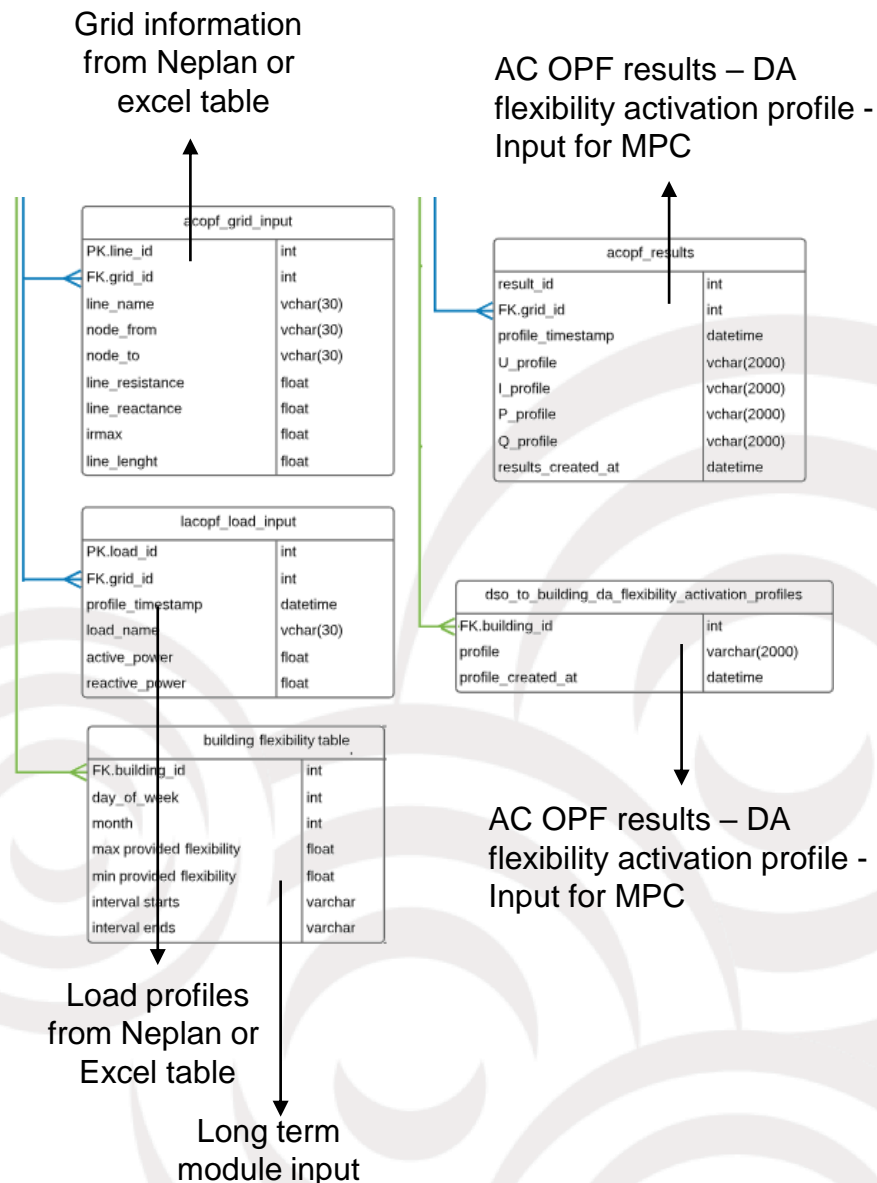
Modul ugotovi morebitne potrebe omrežja po aktivaciji fleksibilnosti na osnovi omrežnih omejitev za dan naprej.

Končni rezultati so v obliki časovnih serij, kjer je ključen čas proženja fleksibilnosti in potrebna **moč**. Na osnovi teh serij se prožijo zahteve po fleksibilnosti v omrežju.



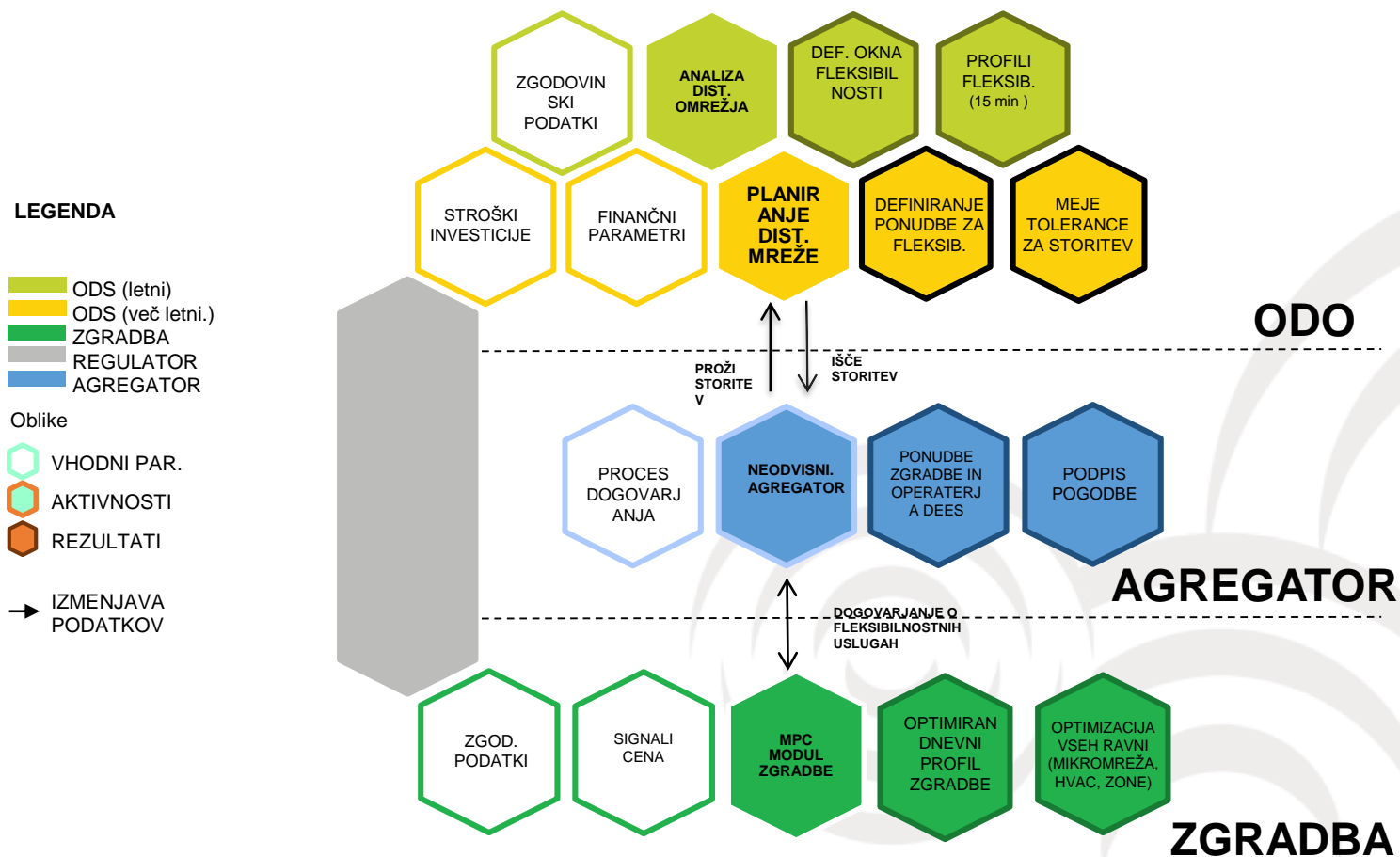
# 3Smart komunikacija in izmenjava podatkov

- Vhodne tabele za dnevni modul
  - iz excela, tabel zgradb, meritev...
- Izhodne tabele – rezultati modula
  - za poročanje o rezultatih in za komunikacijo s stavbo

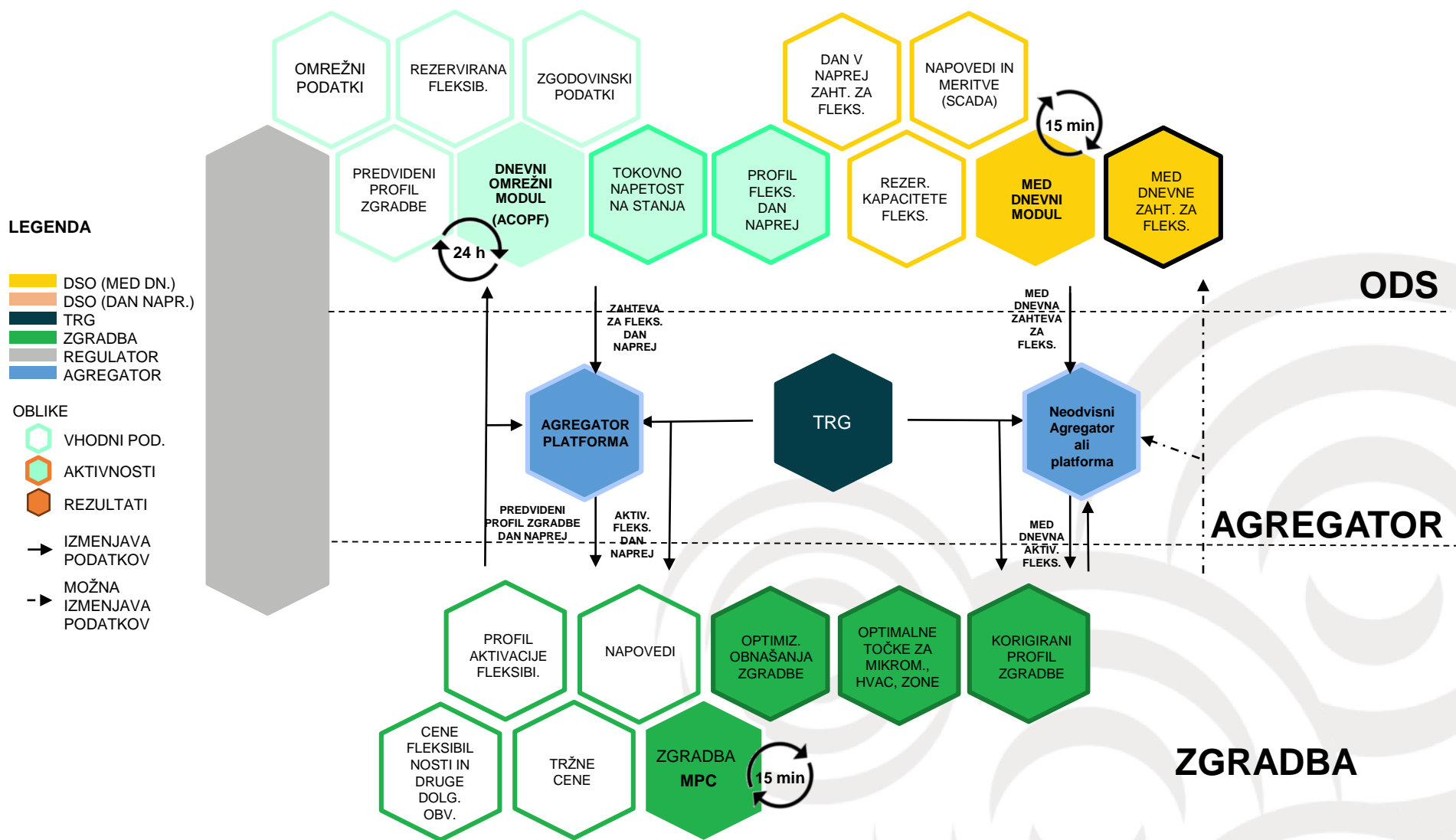




# Diagram dolgoročnih 3Smart modulov



# Diagram dnevnih 3Smart modulov



# Zahvala

Predstavljeni rezultati so bili pridobljeni v sklopu projekta **3Smart – Smart Building – Smart Grid – Smart City**, ki ga sofinancira Evropska unija v okviru Evropskega sklada za regionalni razvoj in sredstev IPA v okviru transnacionalnega programa Podonavje.

SPLETNA STRAN PROJEKTA 3SMART:

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

Izjava o omejitvi odgovornosti:

Za vsebino te predstavitev je odgovoren izključno avtor in ne odraža nujno mnenja Evropske unije.