

Inteligentni napajalni sistemi

Branko Badrljica, Avtomehanika+E - Informacije: RADOG d.o.o.

Danes je vse več govora o pametnih omrežjih, net-meteringu, zeleni generaciji in kogeneraciji in ne glede na naklonjenost zelenim rešitvam je treba stopiti iz preteklosti v sedanost tudi iz čisto pragmatičnih, povsem finančnih vzrokov.

Nekoč je v tovrstne sisteme vlagal samo nekdo, ki je mogoče potreboval zaščito pred izpadom omrežja, danes je lahko vzrokov več, predvsem pa omrežje samo zase ni več tisti neoporečni, idealni vir energije. Poraba se večja, dobivamo vozila na električni pogon, omrežja pa so vsaj na videz taka, kot so bila daleč v preteklosti.

Današnja električna omrežja

Osnova, na kateri počiva današnje omrežje je generiranje energije iz masivnih, vrtečih se strojev skozi trifazni sistem. Tako se energija tudi v načelu prenaša skozi omrežje, ne bistveno drugače kot je to začel že Tesla.

Pri generaciji energije je nekaj sprememb, a ne veliko takih, ki bi spremenile naravo omrežja. Dobili smo nuklearke, a te so v bistvu samo termoelektrarne na jedrsko gorivo. V njihovem središču je še vedno vrteči se generator, iz katerega še vedno vsaj v načelu, vodijo tri faze. Dobili smo tudi solarno in vetrno generacijo. Medtem ko je vetrna pridelava še vedno vezana na rotirajoče stroje, bi solarna vsaj v načelu bila sposobna izkoristiti električno drugačno prenosno omrežje. A solarja je v povprečju še malo in ne toliko, da bi upravičil spremembe strukture napajalnega omrežja.

Klasični model proizvajalec <-> omrežje <-> porabnik že dolgo ne daje odgovore na mnoge moderne zahteve in mnogi se ozirajo drugam.

Možnosti izboljšav in optimizacij

Laiki pogosto tu pomislijo na solar panele in kopico baterij, ki naj bi navadnega smrtnika enkrat za vselej osvobodila jarma elektro omrežja in mu dala neomejeno svobodo. Realnost je, vsaj za enkrat in za večino uporabnikov, precej drugačna.

A tudi tu je prostora za izboljšave in optimizacije ogromno. Inteligentni napajalni sistem nam daje veliko posameznih prednosti:

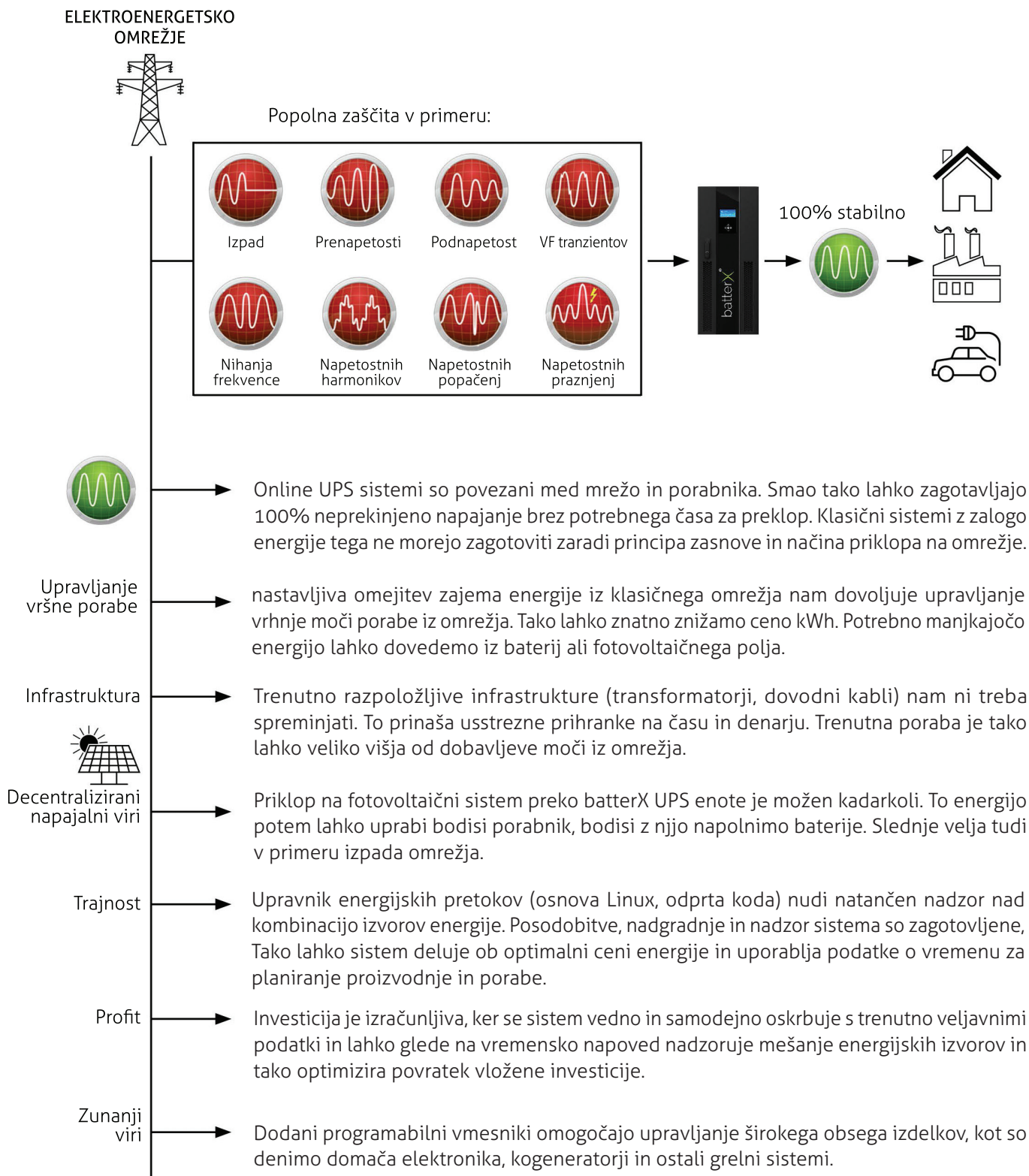
- filtracija motenj v omrežju
- prenapetostna zaščita
- regulacija napajalnih parametrov (pri *on-line* izvedbi)
- regulacija $\cos\Phi$ (pri *on-line* izvedbi)
- redundančno napajanje
- solarna in vetrna komponenta
- kogeneracija
- možnost nastavitve politike uporabe posameznih napajalnih modulov
- možnost optimizacije profila porabe

Poleg osnovnih in pričakovanih funkcij regulacije vhoda napajanja, ki pomeni prilagoditev omrežja za potrebe porabnika, imamo na voljo prilagoditev profila porabe potrebam omrežja.

Ta prednost je pogosto spregledana, lahko pa prinese razliko, ki v praksi lahko preglasi ostale dimenzije te enačbe.

Vsako malce večje podjetje potrebuje energijski priključek, ki je daleč nad tipičnim gospodinjskim priključkom in tu **priključna moč ni nepomembna**. Osnovni stroški priključka sledijo t.i. priključne moči, poleg same porabe seveda, ki se skupaj z omrežnino obračunava po porabljeni kWh.

Podjetja, ki imajo v svojem profilu porabe velike spremembe, potrebujejo brez ustreznih sistemov



Slika1: Zaščita in profit

priključno moč, ki je sposobna pokriti porabo tudi med maksimalnimi vrednostmi. Tak priključek je bistveno dražji od priključka s priključno močjo, ki je bližje povprečni priključni moči.

Vsak sistem, ki nam lahko omogoči uporabo priključka nižje napajalne moči, nam lahko prinese bistvene

prihranke že samo iz tega naslova, tudi brez upoštevanja ostalih prednosti.

Ti in tovrstni parametri lahko narekujejo naravo napajalnega sistema v širokih mejah in tako lahko postane iskanje optimalnega modela dokaj dolga pot skozi labirint vseh dosegljivih možnosti in cenovnih razredov.

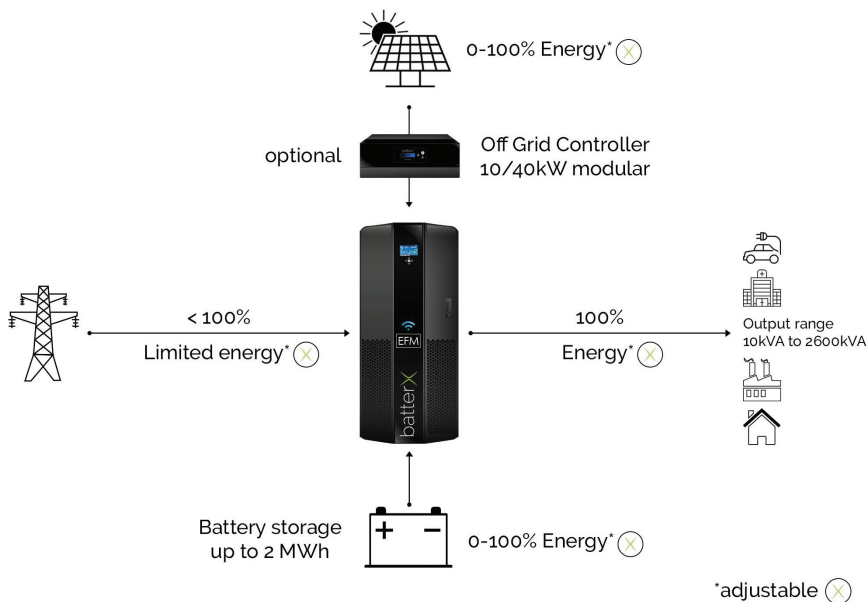
RA DO G

Radog d.o.o.

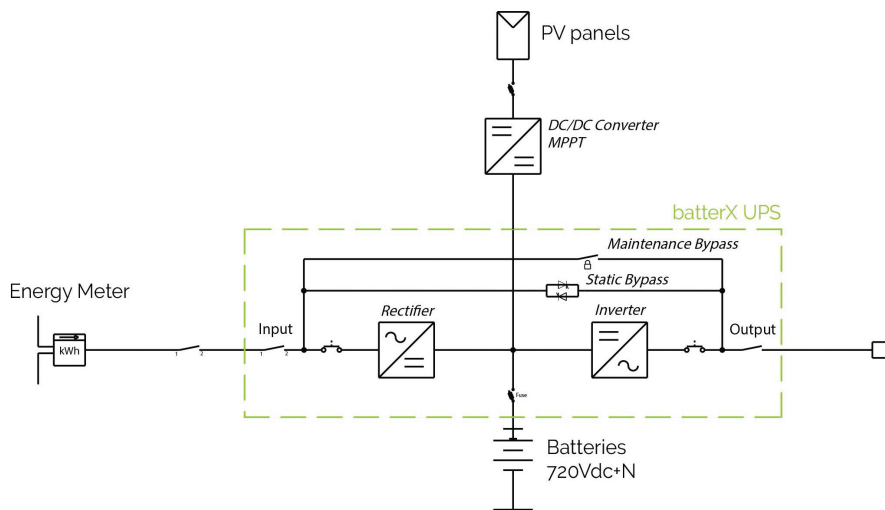
Šmartinska cesta 106
1000 Ljubljana
rado@radog.si
+386 51 332 229

Ni vseeno, ali potrebujemo sistem dane velikosti, oziroma ga nameravamo čene funkcije (ltracijo, hrambo, solarno generacijo, kogeneracijo ipd) ali pa nameravamo module v prihodnosti dodajati ipd. Tako smo namenili pokrivanju speci čnih potreb BatterX program, ki ga kombiniramo z drugimi programi in jim dodajamo svoje rešitve.

BatterX je sestavljen iz dveh glavnih serij brezprekinitvenih napajalnih sistemov, dveh osnovnih programov baterij, posebnega krmilja za foto-voltaiko in modula za upravljanje prenosa energije.



Slika 2: Princip delovanja battereX UPS



Slika 3: Elektri čna shema UPS sistema

1. UPS moduli

Kot rečeno, na voljo sta dve seriji. Tipičnim domačim uporabnikom so namenjeni H3/H5/H10 modeli, podjetjem pa profesionalna serija BATxxxX modelov. Domača serija je cenovno optimizirana in integrirana za namenom doseči čim več kupcev v tem segmentu, ki ga zaznamuje

predvsem relativno nizki porabni profil in cena kot prvi kriterij. Zaradi tega ima Hxx serija samo štiri modele, ki nudijo vrhno porabo samo v treh razredih od 3,5 do 10kW. Pri tem sta vrhna dva modela (5 in 10kW) sposobna paralelnega dela in nudita dodatne funkcije, spodnja dva pa ne in sta povsem podrejena doseganju učinka v svojem cenovnem razredu glede na prenosno moč.



Slika 4: UPS moduli Hxx serije

Hxx serija ima tako integriran foto-voltaični pretvornik in ostale funkcije in za večino praktičnih namenov je samo škatla, na katero priklopimo vse zunanje elemente. Vsi modeli v seriji omogočajo prenos moči iz foto-voltaičnega polja, ki presega deklarirano prenosno moč omrežja.

Modeli BATxxxX pokrivajo veliko večji spekter moči skozi veliko modelov, od 10kW do 500kW, pri tem so sposobni držati cosFI faktor pri 0,99 pri on-line načinu dela. Lahko izbiramo izhodno frekvenco 50/60Hz. Na voljo je tudi »bypass« način, pri katerem enostavno spajamo porabno stran na priključke omrežja, torej omenjene regulacije niso na voljo.

BATxxxX serija lahko dela z VRLA AGM kot drugimi podizvedbami svinčevih baterij, svinec-ogljik in LiFePo₄ za optimalno napetost +/-360V (= 2X30 Pb-C akumulatorjev v serijo) , Hxx pa je omejena na 48V verzije.

BATxxxX modelom lahko dodamo tudi zunanje foto-voltaične module v dveh močnostnih izvedbah (10kW in 40kW), ki delata učinkovito z vhodi od 270-640V (podana meja MPPT regulacije), kar pri povprečnih 250W panelih 7-16 panelov v seriji.



Slika 5: UPS moduli BATxxxX serije

2. Baterijski sistemi

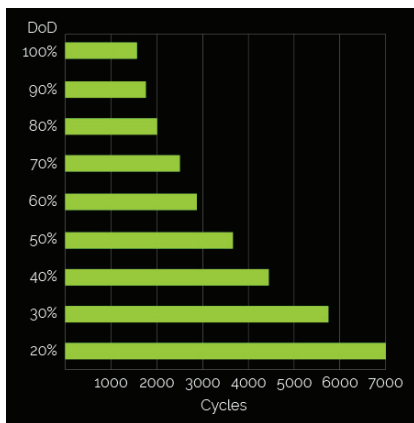
a. Pb-C (svinec+ogljik)

Vsak napajalni sistem z neko avtonomijo ima svojo komponento za hrambo energije in glede na danes dosegljive kemije so vse komponente nek kompromis med zahtevanimi parametri, tipično cene, energijske gostote in razpoložljive moči in energije.

Baterijsko komponento določamo glede na pričakovane cikle polnjenja in praznjenja, globine praznjenja, delovne pogoje, razpoložljiv prostor, temperaturne parametre, zahtevane moči ipd.

Profesionalni del serije je dokaj prilagodljiv glede kemije in velikosti a sama serija v tem delu ponuja dve osnovni izvedbi baterij - svinec z dodatkom oglja in pa LiFePO₄. Pb-C izvedenko odlikuje velika odpornost na sulfatizacijske učinke in tako dokaj hvaležno prenesejo dolge dobe v izpraznjenem stanju, delo pri visokih temperaturah in visoke tokove polnjenja. Iz tega izhaja tudi njihova dolga življenjska doba, tako v časovnem obdobju kot izražena skozi število razpoložljivih ciklov.

Vsak akumulator ima značilno krivuljo življenjske dobe, ki je odvisna od globine praznjenja. Pb-C modeli tu dosegajo tipično 2x višje vrednosti in se tako pri 100% praznjenju dosegajo 1.500 ciklov, kar pri 20% praznjenju lahko naraste na celih 7.000 ciklov. Razmerje še naraste, če akumulatorji večino časa preživijo v stanju nepolne napolnjenosti.



Slika 6: število ciklov glede na globino praznjenja pri svinec-ogljik celicah

Tudi polnilni tokovi so lahko veliko višji na ta račun. Za Pb akumulatorje praznilni tokovi nikoli niso bili problem, tokovi polnjenja pa. Prehitro polnjenje povzroča oksidacijo na ploščah in skrajšuje življenjsko dobo kot kapaciteto akumulatorja. Ker je tako nabrani sulfat praktično netopljiv in se ga ne znebimo, je vsaka taka izguba trajna in smo tako kaznovani pri vsakem takem polnjenju v določeni meri za vse prihodnje cikle.

Pb-C je tudi tu daleč bolj prizanesljiv in v praksi dovoljuje tokove polnjenja do 0,8C, resda pa, da samo za majhno globino polnjenja in občasno. To v takem sistemu lahko pomeni znatno prednost. Po globokem praznjenju zato potrebujemo teoretično samo nekaj ur, da pridemo spet v redudančno stanje, ki dovoljuje ponovni izpad. BatterX serija v tem delu nudi 4 osnovne modele v kapacitetah od 40Ah/80Ah/100Ah in 150Ah.



Slika 7: akumulatorji osnovne serije svinec-ogljik

Glede na podane zahteve baterijskega dela BATxxxX nam to dovoljuje oblikovanje baterij v korakih po 28kWh (2 x 12V x 30 akumulatorjev v vsaki podseriji

x 40Ah). Večje deklarirane vrednosti dosežemo z uporabo večjih modelov (80/100/150Ah) ali več akumulatorjev paralelno. Tovrstne izbire nam omogočajo iskanje cenovnih optimumov (2 x 40Ah / 1 x 80Ah) ali doseganje želene vrhne moči. Par 40Ah modelov ima tako skupen 5-minutni tok praznjenja do $1,65V \cdot 2 \times 137A = 274A$, en 80Ah model pa ima podan tok 239A. To je 14% več.

Kot že rečeno, program Pb-C baterij nam omogoča visoke tokove polnjenja. Ti so lahko 0,3C dnevno in gred občasno lahko do 0,5-0,8C. To je lahko še posebej pomembno pri solarnih programih, kjer se lahko generacija fotovoltaičnega polja spreminja v širokih mejah in nam polnilni tokovi niso problem, ko se nam mudi »ujeti sonce« z baterijo omejene kapacitete.

b. LiFePO4

Litij je vedno slovel kot nekoliko problematičen, na srečo imamo LiFePo4 izvedenko za aplikacije, kjer energijska gostota ni prvo merilo. Razpoložljivi modeli ponujajo še vedno veliko energijsko gostoto. BatterX-ov LiFePo4 program ponuja en sam model – »2,5kWh-LPP«, ki znotraj 24kg ohišja ponuja 2.5kWh shranjene energije in do 5kW moči tako pri praznjenju kot pri polnjenju.

Podana življenjska doba je 10 let in/ali 6.000 ciklov 80% praznjenja. Za model je značilna modularna zasnova – module preprosto položimo enega na drugega in jih zaskočimo skupaj preko vdelanega mehanizma.

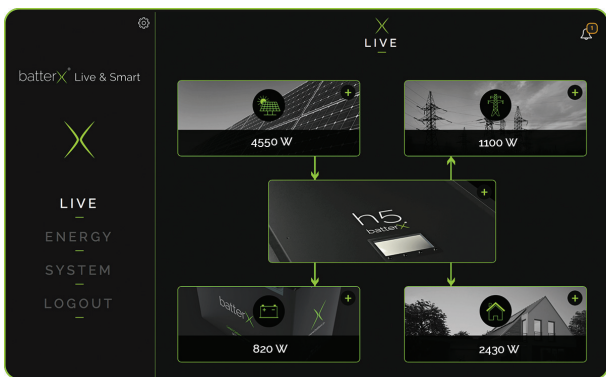


Slika 8: LiFePo4 moduli

3. krmiljenje in nadzor

Še tako visoki izkoristi, velika foto-voltaična polja in velike baterije so lahko brez ustreznega inteligentnega krmilja samo drago orodje z omejenim učinkom, kar je tu še posebej res.

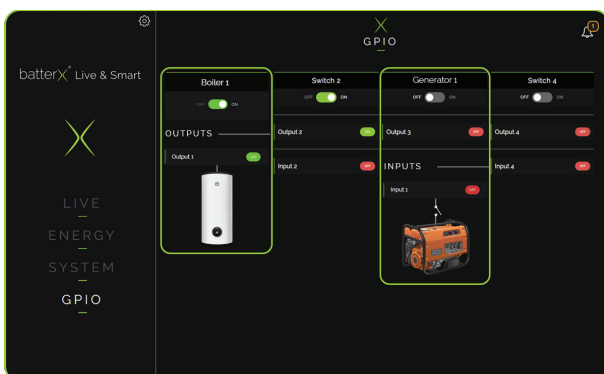
Osnova krmilja je enota, ki ji BatterX pravi »Live & Smart«. Ta je v dveh izvedenkah – business in pa home. Razlika med njima je predvsem v tem, da ima poslovna verzija CAN vodilo namesto navadne serijske linije za povezavo z UPS-om in da ima možnost razširitve vhodno-izhodnih linij z dodatnimi GPIO enotami.



Slika 9: Live& Smart osnovna plošča s prikazom generacije in porabe



Slika 10: Live& Smart prikaz dnevnega in tedenskega profila porabe in generacije



Slika 11: Live& Smart oddaljeni krmiljenje bremen in virov

Live&Smart ima Ethernet in HDMI izhod. Tako lahko vidimo pomembne statusne v vsakem trenutku na monitorju, preko zunanje Wi-Fi dostopne točke pa se z ustreznim programjem lahko priklopimo bodisi lokalno na enoto oziroma na oblak (strežniki v Nemčiji in Franciji).

4. Tipične aplikacije

Večina teh se giblje okrog podanega modela vmesnika med dobavljivo karakteristiko napajalnega omrežja, zahtevanim profilom porabe in posameznimi moduli, ki zagotavljajo premostitev razlike, bodisi skozi energijo v baterijah, proizvodnjo solarnih polj, prilagoditvijo porabe, vklopom alternativnih virov (zunanji generator ipd).

Podjetje z visoko vrhno porabo

Podjetja, kot so nakupovalni centri ipd imajo lahko dokaj nizko povprečno porabo, ki pa skokovito naraste v določenih trenutkih dneva. Če imamo UPS zadostne moči in ustrezno baterijsko polje, da lahko tak vrh pokrijemo iz baterij neodvisno od omrežja, potem s takim sistemom lahko dosežemo dejansko stalno porabo blizu dnevnega povprečja in s tem veliko nižjo zahtevo po inštalirani moči priključka, torej nižjimi stroški za električno energijo. V praktičnih primerih to pomeni, da lahko porabo ukrojujemo dejansko dobavljivi moči na dani lokaciji ali pa se prilagodimo ponudbi za določen segment trga ipd.

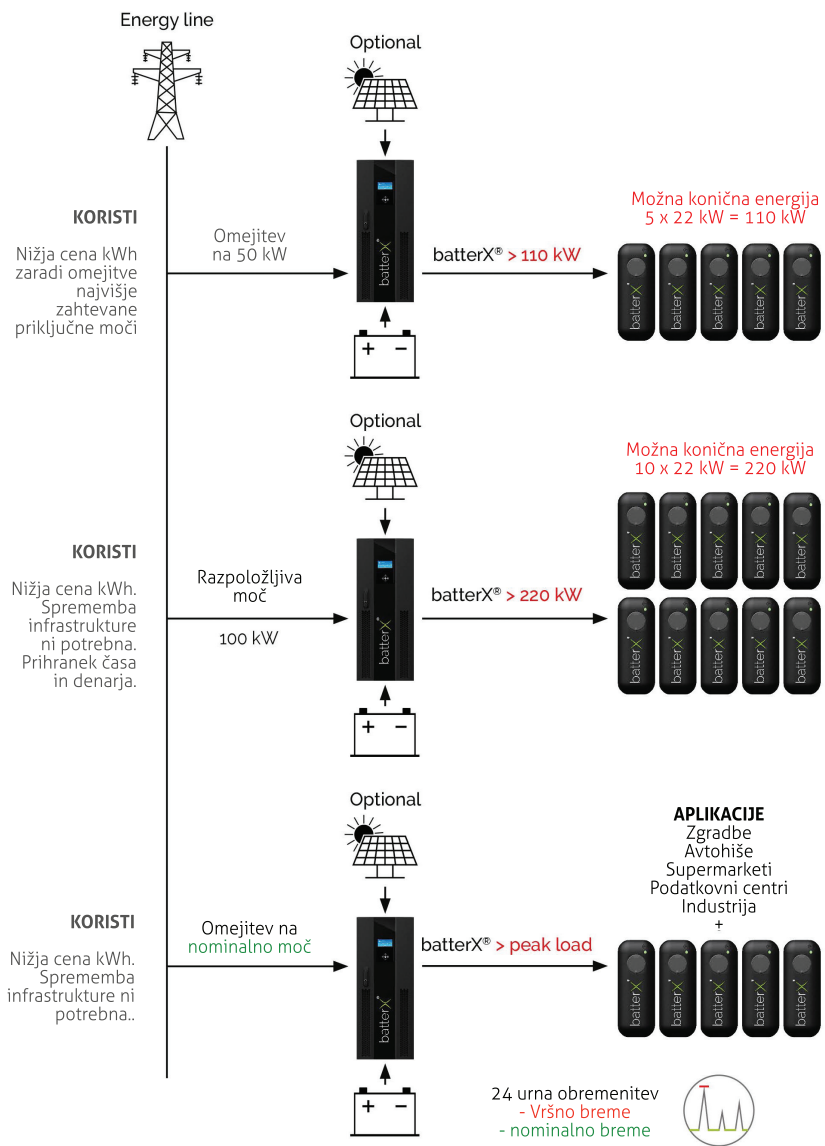
Tako podjetje, kateremu trenutna poraba skače do 40kW in je povprečje pri 10kW lahko zlahka zadovoljimo s priključkom moči 20kW.

Trgovski centri imajo tipično velike strešne površine, ki jih lahko pokrijemo s solar-paneli in tako ob prihranku pri priključni moči dosežemo še dodatne prihranke pri porabi. (Slika 12: primeri)

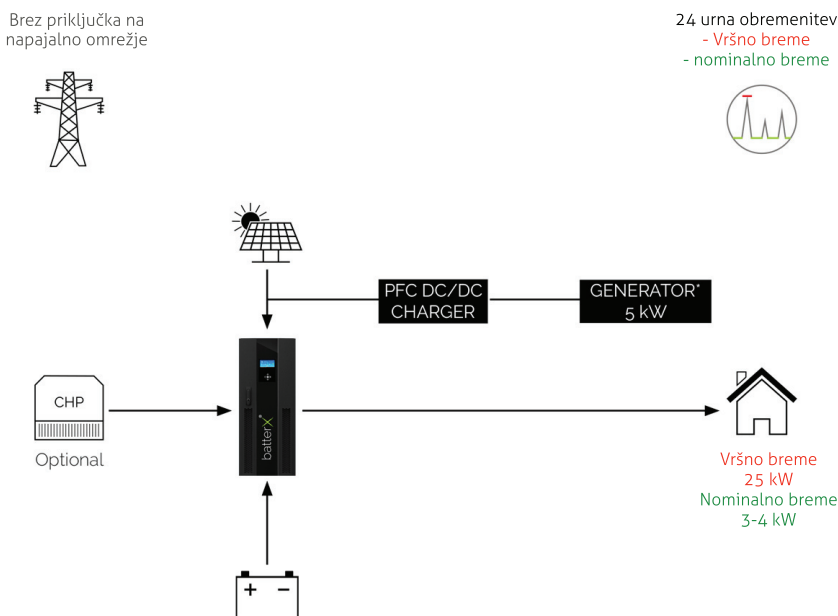
Otočni sistemi

Sistem je ob opsijskem zunanjem generatorju in solarnem polju lahko povsem uporaben za samostojno delo, še posebej ob bremenih ki so impulzna (kratkotrajna, četudi visoka poraba) in prilagodljiva (sprejemljiva sprememba časa vklopa).

Tu je velikost solarnega polja in baterijskega sistema



Slika 12: Različne opcije, optimizacije in možnosti širitve pri priklopu podjetja



Slika 13: izolirana lokacija - otočna sončna elektrarna

dokaj blizu statističnega povprečja dnevne proizvodnje in porabe. V grobem potrebujemo tako velike baterije, da lahko shranijo dnevno porabo energije in tako veliko polje, da jo lahko ob dosegljivi osvetljenosti proizvede. V tipični aplikaciji imamo tako lahko nominalno porabo 3-4kW ob vrhnji vrednosti, ki lahko sega do 25kW. Opcijski zunanji generator lahko dopolni ali zamenja solarno polje oziroma zagotovi energijo za obdobja, ko insolacija pade.

Na sliki 13 je predstavljena otočna elektrarna - od omrežja izoliran sistem napajanja.

GENERATOR:

Izhod je omejen na nominalno breme

KORISTI:

- Nižja izhodna moč generatorja
- Visok izkoristek
- Manj vzdrevanja
- Zelo nizka poraba

5. Pod črto

Vsaka rešitev je ukrojena za svoj problem. Tega se moramo zavedati, ko iščemo svojo. Za stooanvanje je sprememba v velikosti obračunske moči relativno nepomembna in je v ospredju povečanje avtonomije ali celo samo znižanje dnevnega profila porabe, net-metering ali kaj tretjega.

Pri velikih porabnikih pa je lahko nasprotno priključna moč omejujoči faktor, višja priključna moč pa prinese občutne prirastke stroškov za električno energijo. Od tega je odvisna dejanska konfiguracija in velikost posameznih podsistemov. Pomembno pa je, da imamo modularno osnovo, ki nam dovoljuje spremembe in razširitve.