

TRAJNOSTNA

ENERGETSKA SAMOOSKRBA

MATEVŽ OBRECHT, MARTIN FALE

Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija
matevz.obrecht@um.si, martin.fale1@um.si

Energetska samooskrba pomeni, da smo sposobni na mikrolokaciji zagotavljati dovolj električne energije za vzdrževanje vseh sistemov, ki za delovanje potrebujejo električno energijo. Za pridobivanje električne energije lahko uporabimo sončne elektrarne. Preko teh naprav pretvorimo energijo sonca v električno energijo. Če viška proizvedene elektrike ne moremo shraniti, ga oddamo v elektroenergetsko omrežje. Ker s sončnimi elektrarnami ne moremo zagotavljati neprekinjene proizvodnje, moramo ali shraniti višek proizvedene električne energije ali pa manjkajočo energijo pridobiti iz elektroenergetskega omrežja. Za hrambo potrebujemo hranilnike električne energije, baterije. Kot hranilnik lahko uporabimo tudi baterijski sklop električnih vozil. Z upravljanjem teh hranilnikov lahko uravnavamo dnevno povpraševanje po električni energiji na mikrolokaciji. Preko energetske tržnice električne energije lahko trgujemo z elektriko in tako učinkoviteje upravljamo s proizvedeno električno energijo. Sončno elektrarno lahko na mikrolokaciji združimo s toplotno črpalko in tako vzpostavimo povsem samozadosten energetski sistem mikrolokacije, ki je teoretično sposoben delovati neodvisno od elektroenergetskega omrežja.

DOI

[https://doi.org/
10.18690/um.fl.4.2025.7](https://doi.org/10.18690/um.fl.4.2025.7)

ISBN

978-961-299-012-1

Ključne besede:

energetska samooskrba,
baterijski hranilniki,
sončne elektrarne,
pametno omrežje,
energetski management



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.4.2025.7](https://doi.org/10.18690/um.fl.4.2025.7)

ISBN
978-961-299-012-1

Keywords:

energy self-sufficiency,
battery storage systems,
solar power plants,
smart grid,
energy management

SUSTAINABLE ENERGY SELF-SUFFICIENCY

MATEVŽ OBRECHT, MARTIN FALE

University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
matevz.obrecht@um.si, martin.fale1@um.si

Energy self-sufficiency means that we are capable of generating enough electrical energy on a micro-level to power all systems that require electricity to operate. Solar power can be used to generate electrical energy. Through these devices, we convert solar energy into electrical energy. If we cannot store the excess electricity produced, we feed it back into the electrical grid. Since solar power plants cannot provide continuous production, we either need to store excess electrical energy or obtain the missing energy from the electrical grid. For storage, we require energy storage systems, such as batteries. A battery pack from electric vehicles can also be used as an energy storage system. By managing these storage systems, we can regulate the daily demand for electrical energy on a micro-level. Through an energy marketplace, we can trade electricity and manage the generated electrical energy of the micro-location. Combining a solar power plant with a heat pump on a micro-level can create a fully self-sufficient energy system for the micro-location, capable of operating independently of the electrical grid.



University of Maribor Press

1 Trajnostno upravljanje z električno energijo

1.1 Predstavitev okolja

Potreba po električni energiji narašča. V Sloveniji znaša končna poraba energije 82 kWh na prebivalca na dan, pri čemer na promet odpade 33 kWh, na ogrevanje gospodinjstev in industrije 28 kWh ter na električno energijo za gospodinjstva in industrijo 20 kWh¹ (Skupina GEN, 2025a). Največji delež energije v gospodinjstvih in v javnem sektorju porabimo za ogrevanje. Med največjimi porabniki energije v javnem sektorju so vzgojno-izobraževalne ustanove in dijaški domovi ter zdravstvene in socialno-varstvene ustanove. Večino energije v prometu porabimo za vožnjo, pri čemer več kot 60 % za vožnjo z osebnimi vozili (Skupina GEN, 2025b).

Električno energijo lahko proizvajamo s fosilnimi gorivi, v jedrskih reaktorjih ali z obnovljivimi viri energije. Pri fosilnih gorivih prednjačita plin in premog, pri obnovljivih virih energije pa veter, hidroenergija in sonce. Obnovljivi viri energije so tisti viri, ki jih zajemamo iz naravnih procesov in se obnavljajo kot posledica naravnih procesov ali človekovega delovanja. Tako jih lahko znova uporabimo za proizvodnjo energije (Lucey, 2023; Skupina GEN, 2025d). V Sloveniji približno enak delež električne energije proizvedemo v jedrski elektrarni, termoelektrarnah in hidroelektrarnah, manjši delež pa predstavljajo drugi obnovljivi viri, pretežno sončne elektrarne (Skupina GEN, 2025c).

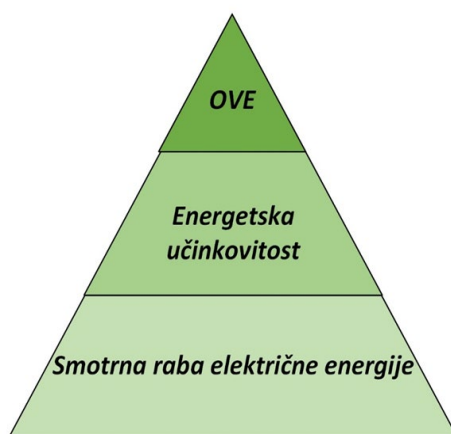
S proizvedeno električno energijo se trguje na energetskih borzah. Cena električne energije je določena na podlagi najdražjega vira energije (trenutno plina), upoštevajoč načelo vrstnega reda gospodarnosti. Najcenejša elektrika se proda najprej. Tu gre za elektriko, pridobljeno iz obnovljivih virov. Če te elektrike ni dovolj, električno energijo prodajajo iz drugih, dražjih virov elektrike, kot so plinske elektrarne ali termoelektrarne. Vendar se elektrika ne prodaja po ceni glede na proizvodni vir, ampak glede na ceno najdražjega načina proizvodnje elektrike (Consilium, 2023). Zato lahko distribucijska podjetja ustvarijo precejšnje dobičke s prodajo električne energije, pridobljene iz cenejših virov elektrike, predvsem iz obnovljivih virov. Energetska samooskrba odpravlja odvisnost od uvoza energije, kar zmanjšuje možne negativne posledice pri oskrbi z energijo, predvsem cenovna nihanja na trgu.

¹ Končna poraba ne upošteva izgub pri pretvorbah in odpadne toplote (Skupina GEN, 2025a).

Energetska samooskrba pomeni sposobnost nekega območja, da samo zadosti potrebam po energiji in tako ni odvisno od uvoza energije iz okoliških območij. Samooskrbno območje poseduje kapacitete za proizvodnjo in distribucijo energije do končnih porabnikov. Treba je izpostaviti redkost območij, ki posedujejo vse vrste energije, ki jih potrebujemo. Viri energije so namreč neenakomerno razporejeni, zato med območji obstajajo razlike pri prisotnosti različnih virov energije, kar pomeni, da moramo potrebno energijo pridobiti od drugod. Energetska samooskrba delno odpravlja izgube, ki nastanejo pri prenosu energije preko distribucijskega omrežja (Lucey, 2023; Iberdrola, 2025).

1.2 Energetska piramida

Trajnostno upravljanje z električno energijo je sestavljeno iz več korakov. Prikažimo to z energetske piramido. Prvi korak je, da smotrneje rabimo električno energijo. Zmanjšanje porabe električne energije nas ne stane nič. Premišljena raba električnih naprav namreč lahko prinese določene prihranke. Naslednji korak je energetska učinkovitost. Z zamenjavo in vgradnjo energetske učinkovitejših tehnoloških rešitev dosežemo prihranek pri rabi električne energije. Tu je prihranek električne energije večji, kot pa je pri zmanjšanju rabe električne energije. Vrh piramide predstavlja raba obnovljivih virov za pridobivanje električne energije, npr. vgradnja sončne elektrarne na mikrolokaciji (glej Sliko 7.1) (comorinsolar.com, b. d.).



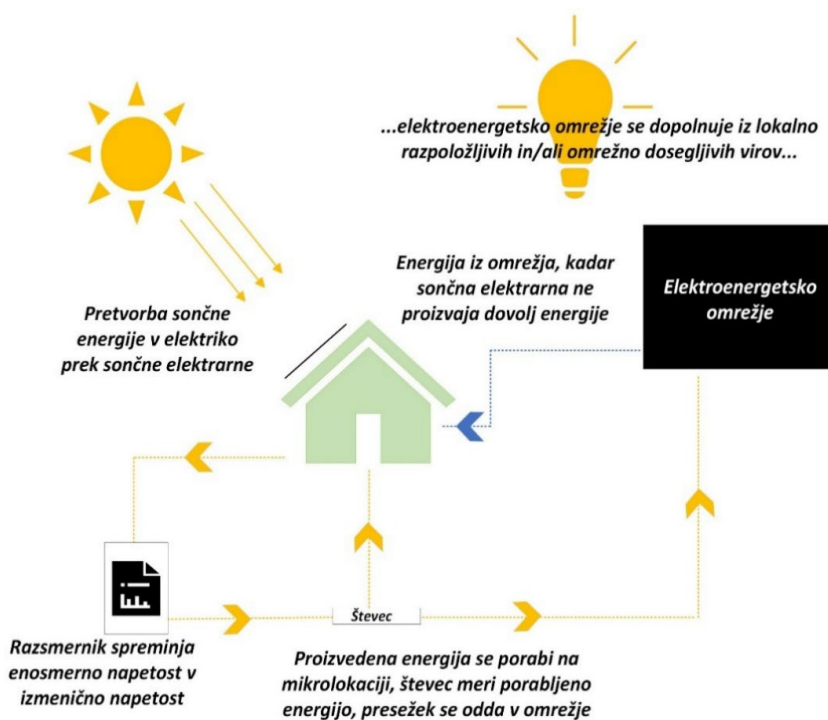
Slika 7.1: Shema energetske piramide

Vir: lasten

1.3 Energetski management

Energetski management nam omogoča upravljanje z električno energijo za zmanjšanje stroškov električne energije preko spremljanja rabe elektrike. Spremljanje porabe električne energije nam omogočajo vgrajeni števcji za elektriko. Števci za elektriko omogočajo daljinsko odčitavanje in s tem spremljanje porabe na daljavo, kar lahko uporabimo pri energetskem managementu (Energetska izkaznica, b. d.).

Ker na proizvodnjo električne energije s sončnimi elektrarnami vpliva moč sonca, količine proizvedene energije ne moremo uskladiti s svojimi dnevnimi potrebami. V osvetljenem delu dneva lahko nastane presežek električne energije, kadar pa je moč sonca manjša, ali pa je noč, proizvodnje električne energije s sončnimi elektrarnami ni. Manjkajočo elektriko za svoje potrebe pridobimo iz elektroenergetskega omrežja. Presežena količina elektrike se prenese v last elektro podjetja, nekateri dobavitelji pa jo tudi odkupujejo (glej Sliko 7.2) (Pi-solarus, b. d.; termoshop.si, 2023).



Slika 7.2: Upravljanje s proizvedeno elektriko

Vir: lasten

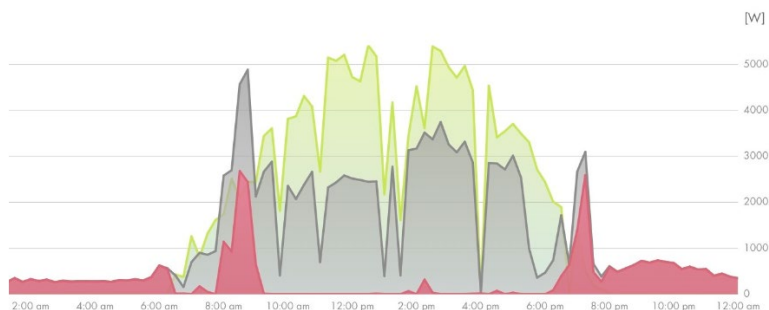
Uporabljajo pa se tudi druge možnosti upravljanja s presežkom proizvedene elektrike. Viške proizvedene električne energije sončnih elektrarn lahko prenesemo na drugo odjemno mesto v omrežju, ali pa prenesemo samim sebi za rabo v prihodnosti. Električno energijo lahko prenesemo kot kilovatne ure ali v deležu proizvedene električne energije (suncontract.org, 2023a). Tako lahko združimo več mikrolokacij v lasten, samooskrben sistem. Primer, presežek proizvedene električne energije na vikendu, ki je postavljen na sončno močno obsevani lokaciji, lahko uporabimo za polnjenje baterijskega električnega vozila doma. Takšen način upravljanja s presežkom proizvedene električne energije nudi možnost zmanjšanja stroškov elektrike za odjemalce in povečanja prihodkov s prodajo elektrike za proizvajalce brez posrednikov (suncontract.org, 2023b).

Sistemi upravljanja s presežkom proizvedene elektrike poslovnim odjemalcem nudijo možnost nakupa ali prodaje električne energije po cenah, ki se spreminjajo vsako uro, uporabniki pa lahko preverijo tudi cene elektrike po avkcijskem trgovanju za dan vnaprej (NGEN, b. d.a). Uporabnikom nudijo tudi možnost vključitve hranilnikov električne energije v trgovanje, kar da odjemalcem več možnosti za nakup električne energije, kadar je le-ta poceni ali za hrambo proizvedene električne energije za kasnejšo rabo (NGEN, b. d.b).

1.4 Pametno omrežje

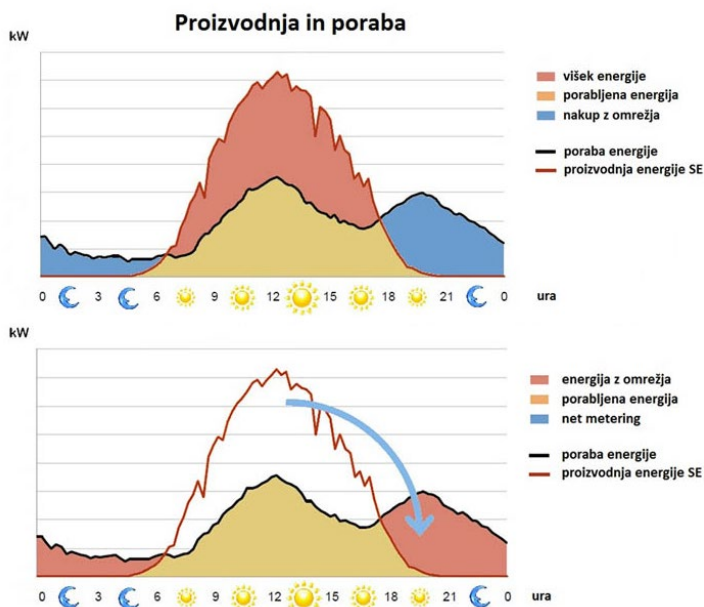
Pametno elektroenergetsko omrežje bo tisto omrežje, ki bo sposobno dnevno uravnavati proizvodnjo in povpraševanje. Če se osredotočimo na proizvodnjo električne energije čez dan, lahko ugotovimo, da več elektrike proizvedemo v osvetljenem delu dneva, kar je na Sliki 4 prikazano z zeleno barvo. Če je sončno obsevanje optimalno, preko sončnih elektrarn proizvedemo mnogo več elektrike kot pa, če je oblačno. Glede na povečano hitrost vetra ali večji pretok rek lahko proizvedemo več elektrike preko vetrnih elektrarn ali hidroelektrarn, kot smo načrtovali. Seveda je ob brezvetrju ali suši povsem obratno. To vodi v nastanek nihanj v proizvodnji električne energije, kar lahko čez dan ob določenih urah prispeva k presežku ali pomanjkanju elektrike. Ob presežkih moramo to energijo shraniti, če je le mogoče. V primeru pomanjkanja pa lahko pride do izpadov. Glede porabe, ki je na Sliki 4 prikazana s sivo barvo, lahko izpostavimo; raba v gospodinjstvih je višja zjutraj in zvečer kot pa čez dan, ko smo v službi ali šoli. Tu imamo največje pomanjkanje električne energije, pridobljene v osvetljenem delu dneva, kar je razvidno iz Slike 4. Manjkajočo energijo v neosvetljenem delu dneva

nam tako mora zagotoviti elektroenergetsko omrežje iz hranilnikov električne energije ali drugih, neprekinjeno delujočih proizvodnih virov, kar je na Sliki 3 prikazano z rdečo barvo. Cilj pametnega omrežja je doseči, da bomo tekom dneva porabljali višek električne energije, ki je do tedaj ostajal neizkoriščen ob določenem času in tako odpravili višek povpraševanja, kadar je proizvodnja elektrike manjša od trenutnih potreb (glej Sliko 7.3 in Sliko 7.4) (Let's Talk Science, 2019; Partlin, 2021; Ekart, 2023b).



Slika 3: Prikaz nihanja rabe električne energije v odvisnosti od časa

Vir: Partlin, 2021



Slika 4: Prikaz koncepta samooskrbe z elektriko

Vir: Ekart, 2023b

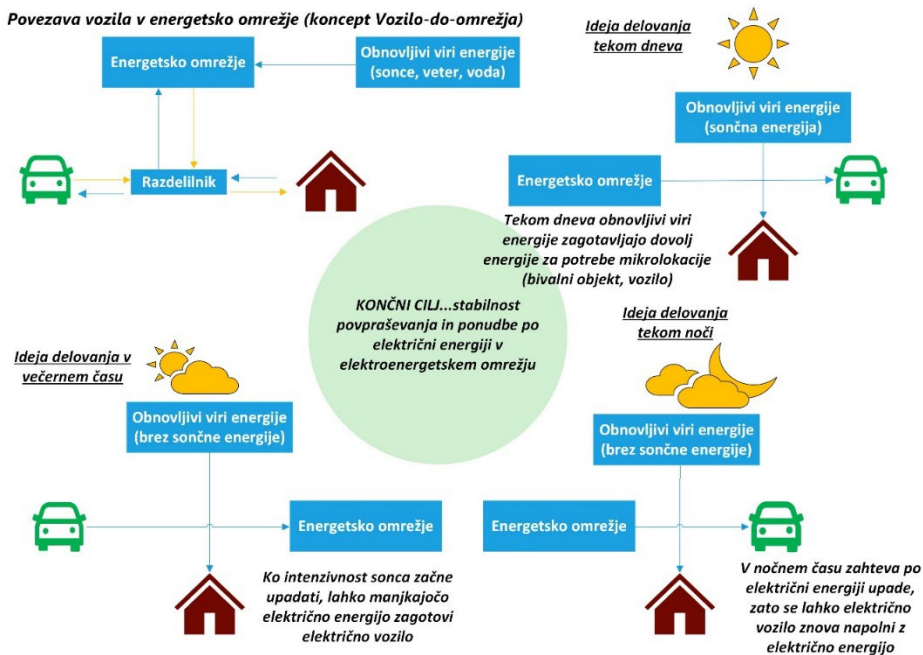
Samooskrba z elektriko² je mogoča s števcem, ki je vrtljiv v obe smeri. Ponoči meri rabljeno elektriko iz elektroenergetskega omrežja, podnevi pa od te količine odšteva elektriko, ki jo preko sončne elektrarne oddamo v omrežje. Samooskrba nam omogoča bodisi oddajanje viškov električne energije v omrežje bodisi odvzem električne energije iz omrežja (glej Sliko 4) (Ekart, 2023b).

1.5 Trajnostni energetski krog

Obnovljivi viri pridobivanja elektrike trenutno ne predstavljajo zanesljivega vira proizvodnje električne energije. Shranjevanje vse električne energije, pridobljene iz obnovljivih virov, ni finančno vzdržno zaradi visoke cene večjih zalogovnikov. Trajnostni energetski krog povečuje možnost rabe obnovljivih virov energije v elektroenergetskem omrežju preko shranjevanja električne energije na mikrolokacijah samih. Vsako novo baterijsko električno vozilo ali vtični hibrid namreč predstavlja nov zalogovnik električne energije in nam nudi novo lokacijo, ki jo lahko uporabimo za hrambo električne energije in s tem uravnavanje povpraševanja po elektriki. V trajnostnem energetskem krogu postane to baterijsko električno vozilo ali vtični hibrid del elektroenergetskega omrežja, ki je sposobno regulirati tako viške kot primanjkljaj elektrike. Višek energije se lahko skladišči v teh električnih vozilih ali v zalogovniku v hiši, ob povečanem povpraševanju v elektroenergetskem omrežju pa se lahko to shranjeno elektriko preusmeri iz teh mikrolokacij nazaj v omrežje do drugih porabnikov. Pri inštitutu Metron navajajo, da večina baterijske kapacitete teh električnih vozil ostaja neizkoriščena, ker se ta vozila uporabljajo le za premagovanje krajših razdalj med tednom. Uporaba tehnologije »Vozilo-do-omrežja«³ nam omogoča, da nerabljeno kapaciteto baterijskega sklopa v vozilu rabimo za blaženje povečanega povpraševanja v elektroenergetskem omrežju in hrambo presežkov. Večje število mikrolokacij v elektroenergetskem sistemu občutno poveča sposobnost skladiščenja električne energije, pridobljene iz obnovljivih virov energije. Skupek mikrolokacij lahko deluje tudi neodvisno od elektrodistribucijskega sistema kot samostojna enota, ki lahko pridobiva električno energijo iz obnovljivih virov in jo skladišči na mikrolokacijah v bližini do rabe (glej Sliko 5) (eauto.si, b. d.; Hanley, 2021).

² Angleško Net Metering.

³ Angleško Vehicle-to-grid.



Slika 5: Koncept vozilo-do-omrežja (V2G, tudi P2X)

Vir: lasten

2 Sončne elektrarne

2.1 Opredelitev sončne elektrarne

Sončna elektrarna ali fotonapetostni sistem pretvarja sončno energijo v električno energijo. Poznamo fotonapetostne oz. fotovoltaične sončne elektrarne in termalne sončne elektrarne. Fotonapetostna sončna elektrarna pretvori sončno sevanje v električno energijo. Preko polprevodniških materialov, npr. silicija, v sončni celici fotonapetostnega modula nastane električna napetost, ki poganja električni tok. Takšne sončne elektrarne imajo nizek izkoristek, nekje med 10 % in 20 %. Najnaprednejši sistemi dosegajo izkoristek 25 % (energija-solar.si, b. d.). Maksimalen izkoristek takšnega sistema sicer znaša 60 %. Če želimo doseči čim boljše delovanje sončne elektrarne, je treba ob namestitvi upoštevati lokacijo, torej kam nameravamo postaviti sončno elektrarno. Izbrano mesto naj bo čim bolj sončno obsevano. Nepravilna orientiranost in naklon sončne elektrarne ter morebitno senčenje v okolici zmanjšajo proizvodnjo električne energije. Priporoča se, da so sončne

elektrarne usmerjene proti jugu, vgrajene pod kotom 30° (trajnostnaenergija.si, b. d.). Fotonapetostni modul sicer deluje tudi v oblačnem vremenu, a količina proizvedene električne energije je manjša (Fraile, Latour, El Gammal, Annett & Nemač, b. d., str. 3). Pri termalni sončni elektrarni pa se elektrika proizvaja na takšen način, da se sončna energija koncentrira v neko snov, ki nato poganja turbino in preko turbine proizvaja električno energijo. Zasnova delovanja termalnih sončnih elektrarn je ista kot pri termoelektrarnah, le da se namesto kurjenja premoga za proizvodnjo električne energije izkorišča sončno energijo (Skupina GEN, 2023).

2.2 Vrste sončnih elektrarn

Glede na lokacijo vgradnje poznamo več vrst sončnih elektrarn. Hišne sončne elektrarne, priključene na elektroenergetsko omrežje, pridobivajo električno energijo preko modulov, ki so nameščeni na stanovanjskih objektih (Valenčič, 2022). Neposredna povezava v omrežje omogoča prodajo viškov, ob pomanjkanju elektrike pa jo lahko odvezujemo oz. odkupimo iz omrežja. Samostojne sončne elektrarne, priključene na elektroenergetsko omrežje, proizvajajo večje količine elektrike in so mnogo večje kot hišne sončne elektrarne. Postavljene so na večjih površinah zaradi boljše izrabe prostora. Otočni sistemi za elektrifikacijo oddaljenih območij so namenjeni območjem, kjer ni elektroenergetskega omrežja. Takšen sistem je podprt z akumulatorskimi baterijami za hrambo elektrike in lahko z elektriko oskrbuje posamezen objekt ali pa združuje več lokacij v manjše samostojno omrežje. Pri hibridnih sistemih se sončna elektrarna kombinira z drugim virom energije, da se omogoči neprekinjena oskrba z elektriko. Sončne elektrarne na končnih izdelkih se uporabljajo na električnih napravah samih in zagotavljajo vso potrebno energijo za delovanje električne naprave ali le del. Otočne industrijske naprave se uporabljajo za dovajanje električne energije na območja, ki so zelo oddaljena od elektroenergetskega omrežja. Tako ni visokih stroškov za izgradnjo novega elektroenergetskega omrežja (Fraile, Latour, El Gammal, Annett & Nemač, b. d., str. 10-11). Možne lokacije za vgradnjo posameznih vrst sončnih elektrarn so navedene v Tabeli 1.

Tabela 1: Lokacije vgradnje posameznih vrst sončnih elektrarn

Vrsta sončne elektrarne	Lokacije vgradnje
Hišne sončne elektrarne	Strehe, zunanje stene, fasade in balkoni stanovanjskih objektov, senčila na oknih.
Samostojne sončne elektrarne	Strehe večjih industrijskih objektov ali javnih zgradb, na območju letališč ali železniških postaj,
Otočni sistemi za elektrifikacijo odmaknjenih območij	Na vseh območjih, kjer ni vzpostavljeno elektroenergetsko omrežje, gorske koč.
Hibridni sistemi	Pri vetrnih turbinah, poleg generatorjev.
Otočne elektrarne na končnih izdelkih	Ure, žepni računalniki, igrače, polnilci baterij, vozila, prometni znaki, luči, parkirni avtomati, telefonske govornice.
Otočne industrijske naprave	Stebri za mobilno komunikacijo, prometna signalizacija, pomorska navigacija, odročna razsvetljava, naprave za obdelavo vode.

Vir: Fraile, Latour, El Gammal, Annett & Nemas, b. d., str. 10-11.

2.3 Prednost in slabosti uporabe sončnih elektrarn

Prednosti uporabe sončnih elektrarn so v nizkih obratovalnih stroških, ni zvočnega onesnaževanja okolice s hrupom, pri delovanju ne oddajajo toplogrednih plinov. Omogočajo nam še razpršeno proizvodnjo, saj so lahko kolektorji nameščeni tudi na posameznih napravah, ki za delovanje potrebujejo električno energijo in tako ni potrebe, da je porabnik blizu električnega omrežja. Če so ena izmed prednosti nizki obratovalni stroški, so velika slabost visoki naložbeni stroški. Izpostaviti je treba še zanesljivost sončne energije kot vira energije. Proizvodnja električne energije s sončnimi elektrarnami je odvisna od količine sončnega obsevanja, zato obstaja velika verjetnost, da proizvodnja električne energije le s sončnimi elektrarnami ne bo zadostila povpraševanju po električni energiji (Skupina GEN, 2023). Raba sončne energije pa ni omejena na proizvodnjo električne energije, saj jo lahko izkoristimo tudi za pripravo tople vode in ogrevanje prostorov (trajnostnaenergija.si, b. d.). Sončne elektrarne lahko zaradi modularne zasnove nadgradimo, da povečamo njihovo zmogljivost zaradi povečanih potreb po električni energiji, npr. zaradi vgradnje polnilnice za baterijsko električno vozilo ali toplotne črpalke (termoshop.si, 2023). Module sončne elektrarne je mogoče reciklirati in jih znova uporabiti pri proizvodnji fotonapetostnih modulov. Tako sklenemo življenjski krog fotonapetostnih modulov (trajnostnaenergija.si, b. d.).

Pri vsaki naložbi nas zanima čas za povrnitev naložbe. To velja tudi za sončne elektrarne. Na voljo imamo orodja, s katerimi si lahko izračunamo prihranek električne energije in čas, kdaj se nam povrne naložba v sončno elektrarno. Za npr.

100 m² veliko streho se naložba v sončno elektrarno z močjo 6,72 kW povrne v 6,5 letih. Če trenutno povprečno plačujemo 70 EUR mesečno za električno energijo, v 30 letih, kolikor je življenjska doba sončne elektrarne, z vgradnjo le-te privarčujemo 7.669 EUR pri povprečnem mesečnem strošku električne energije (vrhunskaemobilnost.si, b. d.).

2.4 Izzivi pri integraciji sončnih elektrarn

Spodbujanje namestitve sončnih elektrarn s strani države in ponudnikov sončnih elektrarn je naletelo na veliko oviro, in sicer zmogljivost obstoječega distribucijskega omrežja. Posledično distribucijska podjetja zavračajo vloge za postavitev sončnih elektrarn. Vpeljava sistema neto meritev leta 2016 je namreč povzročila izjemno rast zanimanja za vgradnjo sončnih elektrarn, saj so si gospodinjstva z vgradnjo sončne elektrarne lahko občutno zmanjšala strošek za električno energijo. Med drugim so bila oproščena plačevanja omrežnine, čeprav lastniki sončnih elektrarn še vedno koristijo distribucijsko omrežje tako za oddajo viškov proizvedene električne energije kot tudi za prejem električne energije iz distribucijskega omrežja, kadar proizvodnja na mikrolokaciji ne zadosti trenutni rabi (Zgonik, 2023).

Težava je tudi v predimenzioniranosti sončnih elektrarn glede na potrebe gospodinjstev, kar je pri gospodinjstvih dejansko povzročilo povečanje rabe električne energije zaradi želje, da bi čim manj viškov proizvedene električne energije oddala v distribucijsko omrežje. Zato so gospodinjstva začela kombinirati sončno elektrarno s toplotno črpalko ali polnilno postajo za električna vozila zaradi nakupa takšnega vozila. Težava pri tem načinu razmišljanja nastopi v obdobju leta, ko je proizvodnja manjša. Gospodinjstva zaradi vgradnje dodatnih porabnikov električne energije potrebujejo še več električne energije iz distribucijskega omrežja in s tem se povečuje potreba po električni energiji. Industrija to težavo rešuje z vgradnjo hranilnikov energije, prednost za industrijo pa predstavlja tudi organiziranost delovnega procesa, ki je prilagojen delu dneva, ko je proizvodnja električne energije največja. Večja samooskrba industrije pomeni tudi manjšo obremenitev distribucijskega omrežja. Poudariti je treba tudi pomen spodbud za vgradnjo sončnih elektrarn. Sistem neto meritev je znova obudil zanimanje za vgradnjo sončnih elektrarn, ki je popolnoma zamrlo po ukinitvi državnih subvencij (Zgonik, 2023).

2.5 Projekcije na področju implementacije sončnih elektrarn do leta 2050

V okviru projekta LIFE Podnebna pot 2050 je bila izvedena raziskava, ki je ugotavljala potencial sončnih elektrarn na strehah objektov v Sloveniji do leta 2050. Za modeliranje potenciala sončnih elektrarn so uporabili podatke o osončenju, razdelane po lokalnih enotah, oceno deleža razpoložljivih površin za postavitve sončnih elektrarn, kjer so zajeli obstoječe stavbe, parkirišča in degradirana okolja, uporabna za postavitve sončne elektrarne, oceno vpliva podnebnih sprememb zaradi dvigovanja povprečne temperature, oceno ekonomskih parametrov in oceno drugih vplivov na delovanje sončnih elektrarn, npr. povečevanje izkoristka sončnih panelov zaradi napredka tehnologije. Raziskava je ugotovila, da je tehnični potencial sončnih elektrarn v Sloveniji za proizvodnjo električne energije 27 teravatnih ur letno, kar je skoraj dvakratnik proizvedene količine električne energije v letu 2020, ko smo v Sloveniji proizvedli 16,5 teravatne ure električne energije. Ugotovljeno je bilo tudi, da bodo referenčni stroški sončnih elektrarn v letu 2050 znašali med 40 in 105 EUR na megavatno uro. Za 2020 so bili ti stroški ocenjeni med 70 in 170 EUR na megavatno uro, kar pomeni, da naj bi se ti stroški do leta 2050 občutno zmanjšali (Kovač, Urbančič & Staničič, 2018, str. 13-49).

3 Toplotne črpalke

3.1 Opredelitev pojma toplotne črpalke

Za ogrevanje in hlajenje lahko uporabimo toplotne črpalke. Toplotna črpalka s pomočjo električne energije prenaša toploto iz toplotnega vira, kar so lahko zrak ali voda ali zemlja, v ogrevalni sistem. Vso potrebno energijo za ogrevanje toplotna črpalka dobi iz okolice. Za delovanje toplotna črpalka izkorišča obnovljive vire energije in pri tem ne proizvaja škodljivih emisij toplogrednih plinov. S kombinacijo sončne elektrarne in toplotne črpalke lahko postane neka mikrolokacija popolnoma samooskrbna (termoshop.si, 2023). Toplotni viri toplotne črpalke se med seboj razlikujejo. Zemlja in voda nudita konstantno temperaturo skozi vse leto, pri zraku pa se temperatura spreminja. Pri vodi se lahko pojavi težava v razpoložljivosti vira zaradi nihajočega vodostaja in kakovosti vode, medtem ko pri zemlji in zraku teh težav ni (Kronoterm, b. d.a).

Ločimo ogrevalne toplotne črpalke in sanitarne toplotne črpalke. Ogrevalne toplotne črpalke delimo glede na toplotni vir in glede na doseg temperature. Glede na toplotni vir ločimo toplotne črpalke zrak/voda, toplotne črpalke voda/voda, toplotne črpalke zemlja/voda in hibridne toplotne črpalke zemlja/zrak. Glede na temperaturo ločimo toplotne črpalke, ki delujejo v visokotemperaturnem režimu in toplotne črpalke, ki delujejo v nizkotemperaturnem režimu. Sanitarne toplotne črpalke delujejo s pomočjo enega toplotnega vira, in sicer zraka (Kronoterm, b. d.a). Glavna karakteristika toplotne črpalke je grelno število, ki predstavlja razmerje med pridobljeno toploto in vloženo električno energijo. Prikaže nam, koliko kWh toplotne energije dobimo iz vložene 1 kWh električne energije. Primer, če s sončno elektrarno proizvedemo 3.000 kWh električne energije in imamo toplotno črpalko, lahko s to elektriko pridobimo približno 9.000 kWh toplote za ogrevanje objektov. Grelno število je v tem primeru 3. Z integracijo toplotnih črpalk in sončnih elektrarn lahko učinkovito dosežemo energetske samooskrbo, a le ob upoštevanju neto poročuna na daljše časovno obdobje, npr. na letni ravni. Za samooskrbo na dnevni ali tedenski ravni pa bi bilo potrebno v tovrsten energetski krog integrirati tudi hranilnik energije v obliki baterije (Kronoterm, b. d.b).

Tabela 2: Primerjava prihrankov z različnimi energenti, preračunano na dan 6. september 2023

Energent	Cena enote	Letno potrebna količina energenta	Letni strošek ogrevanja	Letni strošek ogrevanja vode	CO ₂ emisije	Prihranek CO ₂ emisij s toplotno črpalko
Toplotna črpalka	0,14 €	4.852,22 kWh	771,43 €	92,12 €	2.572 kg	
Zemeljski plin	0,81 €	2.652,63 m ³	1.832,09 €	316,54 €	5.090 kg	2.519 kg
Plin UNP	0,97 €	3.625,90 m ³	2.998,97 €	518,16 €	5.418 kg	2.846 kg
Peleti	222,00 €	5,14 m ³	973,51 €	168,20 €	9.828 kg	7.256 kg
Drva	55,00 €	25,20 m ³	1.181,81 €	204,19 €	9.828 kg	7.256 kg
Kurilno olje	1,08 €	2.500,00 l	2.302,23 €	397,77 €	6.678 kg	4.106 kg
Elektrika	0,14 €	25.200,00 kWh	3.008,24 €	519,76 €	13.356 kg	10.784 kg

Vir: Sagadin, b. d.

Za primer si vzemimo 4-člansko družino iz Maribora, ki živi v stanovanjskem objektu s 170 m² bivalne površine. Za ogrevanje trenutno uporablja peč na kurilno olje. Letno porabi 2.500 litrov kurilnega olja. Prostore ogreva z radiatorji, količina porabljene sanitarne vode pa ne odstopa od povprečja. Z vgradnjo toplotne črpalke bi družina na letni ravni privarčevala okoli 2.000 EUR, izpusti CO₂ pa bi se zmanjšali

za okoli 4 tone (Sagadin, b. d.). Podrobnejša primerjava prihrankov z različnimi energenti za naš primer je podana v Tabeli 2.

Prihranek pa lahko izračunamo tudi za različne vrste toplotnih črpalk in za daljše obdobje. Za primer si vzemimo 4-člansko družino, ki živi na 170 m² bivalne površine. Za ogrevanje trenutno uporablja peč na kurilno olje. Letno porabi 2.500 litrov kurilnega olja. Starost peči na kurilno olje je 20 let (ceu.ijs.si, b. d.). Podrobnejša primerjava prihrankov z različnimi energenti za daljše obdobje je podana v Tabeli 3.

Tabela 3: Primerjava prihrankov z različnimi energenti s prikazom skupnih stroškov v 20 letih, preračunano na dan 6. september 2023

Vrsta ogrevanja	Letni stroški	Skupni stroški v 20 letih	Letni prihranki pri stroških rabe energenta	Letne CO ₂ emisije
Daljinsko ogrevanje	1.300 EUR	26.600 EUR	1.620 EUR	6.900 kg
Toplotna črpalka voda/voda	1.700 EUR	33.260 EUR	1.810 EUR	1.900 kg
Toplotna črpalka zemlja/voda s horizontalnimi kolektorji	1.700 EUR	33.820 EUR	1.820 EUR	1.900 kg
Toplotna črpalka zemlja/voda z geosondami	1.700 EUR	34.600 EUR	1.850 EUR	1.800 kg
Toplotna črpalka zrak/voda	1.800 EUR	35.920 EUR	1.470 EUR	2.700 kg
Ogrevanje s peleti	1.900 EUR	37.900 EUR	1.510 EUR	
Ogrevanje s poleni	2.000 EUR	40.820 EUR	1.340 EUR	
Ogrevanje s sekanci	2.200 EUR	44.800 EUR	1.630 EUR	

Vir: ceu.ijs.si, b. d.

4 Električna vozila

4.1 Baterijska električna vozila

Baterijska električna vozila so vozila, ki za delovanje rabijo električno energijo, ki je shranjena v baterijskem sklopu vozila. Ta zagotavlja energijo elektromotorju, ki omogoči premikanje vozila. Polnjenje baterijskega sklopa vozila poteka večinoma preko polnjenja z elektriko iz električnega omrežja na polnilnih mestih. Baterijska električna vozila omogočajo tiho vožnjo brez emisij in so cenejša za vzdrževanje ter polnjenje kot pa vozila z motorjem z notranjim izgorevanjem. Oviro pri uporabi baterijskih električnih vozil predstavljajo: majhen doseg, višja cena ob nakupu in

obstoječa mreža polnilne infrastrukture, saj je občutno manj razvejana kot pa mreža črpalk za vozila z motorjem z notranjim izgorevanjem (DriveClean, 2021a).

Povrnitev naložbe v baterijsko električno vozilo se razlikuje glede na segment avtomobilov. V segmentu mestnih avtomobilov se naložba v nakup baterijskega električnega vozila povrne v osmih letih ob prevoženih 200.000 kilometrih oz. v šestih letih ob predpostavki brezplačnega polnjenja. V segmentu športnih terencev se stroškovna izenačitev v primerjavi z vozilom z dizelskim motorjem doseže v 4,7 leta oz. po prevoženih 118.000 kilometrih, v primerjavi z vozilom z bencinskim motorjem pa po 15,6 leta oz. po prevoženih 391.000 kilometrih. Pri razredu premijskih vozil se naložba povrne v manj kot letu dni, saj med pogoni dražjih vozil ni takšnih razlik v ceni, kot je npr. v segmentu mestnih avtomobilov (Božin, 2022).

4.2 Priključni hibridi

Hibridna vozila so vozila, ki za premikanje uporabijo kombinacijo motorja z notranjim izgorevanjem in elektromotorja, ki mu energijo zagotavlja baterijski sklop v vozilu. Prednosti kombinacije obeh načinov pri hibridih sta v zmanjšani porabi goriva in v manjših emisijah izpušnih plinov (DriveClean, 2021b). Priključni hibridi združujejo značilnosti baterijskih električnih vozil in hibridnih vozil. V enem vozilu sta združena električni motor z baterijskim sklopom, ki ga lahko napolnimo preko električnih polnilnic in klasični motor z notranjim izgorevanjem. Priključni hibrid omogoča vožnjo na elektriko tako pri nižjih kot višjih hitrostih, seveda na krajših razdaljah. Doseg vožnje na elektriko je še manjši, kot pa je doseg pri baterijskih električnih vozilih. Ko se baterijski sklop izprazni, vozilo preklopi na motor z notranjim izgorevanjem. Na takšen način se baterijskemu električnemu vozilu občutno podaljša doseg. Polnjenje priključnega hibrida z električno energijo poteka na polnilnih mestih za električna vozila, rezervoar z gorivom pa se napolni na bencinski črpalki. Cilj je, da bi čim več vsakodnevnih poti opravili izključno na elektriko in samo po potrebi uporabili motor z notranjim izgorevanjem. Tak način delovanja vozila občutno podaljša doseg vozila, zmanjša emisije izpušnih plinov med vožnjo, na voljo pa imamo obsežnejšo mrežo polnilnih mest kot pa za baterijska električna vozila (DriveClean, 2021c).

4.3 Vozila na gorivne celice in medsebojna primerjava električnih vozil

Vozila na gorivne celice preko gorivnih celic pretvorijo tekoči vodik (gorivo za gorivne celice) v električno energijo, kar poganja elektromotor in s tem vozilo. Tako kot baterijsko električno vozilo, vozilo na gorivne celice med delovanjem ne proizvaja nobenih izpustov. Kot stranski proizvod pri pretvarjanju vodika v elektriko nastaja voda. Glede na doseg, polnjenje z gorivom in vozne lastnosti, so vozila na gorivne celice primerljiva vozilom z motorjem z notranjim izgorevanjem (DriveClean, 2021d). Razlike med posameznimi vrstami električnih vozil so podane v Tabeli 4.

Tabela 4: Medsebojna primerjava vrst električnih vozil

Tip vozila	Baterijsko električno vozilo	Hibridno vozilo	Priključni hibrid	Vozilo na gorivne celice
Vir energije	Elektrika	Gorivo	Elektrika, gorivo	Tekoči vodik
Polnjenje vozila	Polnilno mesto za električna vozila	Bencinska črpalka	Bencinska črpalka, polnilno mesto za električna vozila	Bencinska črpalka s tekočim vodikom
Emisije toplogrednih plinov	Brez emisij	Da, kadar vozilo deluje na motor z notranjim izgorevanjem	Da, kadar vozilo deluje na motor z notranjim izgorevanjem	Brez emisij

Vir: DriveClean, 2021a; DriveClean, 2021b; DriveClean, 2021c; DriveClean, 2021d.

Če primerjamo baterijska električna vozila in hibridna vozila z bencinskimi oz. dizelskimi različicami, lahko ugotovimo, da so baterijska električna vozila in hibridna vozila že nekaj let cenovno primerljiva z vozili z motorjem z notranjim izgorevanjem. Primerjalni test iz leta 2018 (Lukić) je prikazal primerljivost teh vozil na podlagi stroškov na prevoženi kilometer. Če vozilo v 5 letih prevozi 50.000 km, znašajo stroški na prevoženi kilometer za baterijsko električno vozilo 0,41 EUR, za hibridno vozilo 0,40 EUR, za vozilo z bencinskim motorjem 0,40 EUR in za vozilo z dizelskim motorjem 0,41 EUR. Če pa vozilo v 5 letih prevozi 125.000 km, znašajo stroški na prevoženi kilometer za baterijsko električno vozilo 0,18 EUR, za hibridno vozilo 0,16 EUR, za vozilo z bencinskim motorjem 0,16 EUR in za vozilo z dizelskim motorjem 0,18 EUR.

5 Hranilniki energije

5.1 Opredelitev pojma hranilnika energije

Hranilniki energije ali baterije so naprave, ki shranjeno kemično energijo pretvorijo v električno energijo. Baterije lahko razdelimo na primarne in sekundarne. Primarne baterije so tiste, ki jih ne moremo ponovno napolniti in jih po koncu uporabe zavržemo, sekundarne baterije pa so tiste, ki jih lahko ponovno napolnimo. Rečemo jim tudi akumulatorji (Linden, 1995, str. 20-22).

5.2 Potrebne karakteristike baterij

Od vrste porabnika je odvisno, kakšne karakteristike naj ima baterija. Baterije za baterijska električna vozila morajo imeti dovolj visoko gostoto energije za zadosten doseg vozila, dovolj moči za pospeševanje vozila, dolgo življenjsko dobo baterijskega sklopa ob minimalnem vzdrževanju in nizko ceno. Baterije za hibridna vozila morajo imeti dovolj moči za pospeševanje vozila, sposobnost stalnega polnjenja preko regenerativnega zaviranja, zelo dolgo življenjsko dobo in nizko ceno. Elektronske naprave zahtevajo poceni in dostopne baterije, ki imajo veliko moč in gostoto energije. Baterije za naprave, ki so del energetskega omrežja, morajo imeti nizke naložbene stroške, morajo biti zanesljive in imeti veliko moč ter gostoto energije. Za vse baterije za različne porabnike pa sta obvezna varno delovanje in minimalni vpliv na okolje pri proizvodnji, rabi in odstranitvi iz rabe (Symons & Butler, 1995, str. 1187). Baterije, ki se uporabljajo za hrambo električne energije, omogočajo rabo električne energije tudi v primeru okvar, popravil ali izpadov elektrike v elektroenergetskem omrežju, kar je ključno za samooskrbo mikrolokacije (termoshop.si, 2023).

5.3 Ponovna raba baterij izrabljenih električnih vozil

Ugotovljeno je bilo, da baterije, ki so del baterijskega sklopa v električnih vozilih, po izteku predvidene dobe uporabnosti kot del pogonskega sklopa vozila še vedno ohranjajo 70 % prvotne kapacitete in bi bile uporabne še vsaj deset let kot hranilniki električne energije (nrel.gov, b. d). Raziskava avtorjev Wood, Alexander in Bradley (2011), ki se je osredotočila samo na priključne hibride, je ugotovila, da je delež preostale kapacitete baterijskega sklopa pri teh vozilih kar 80 %. Glede na večanje števila električnih vozil na cestah, se bo skladno s tem sčasoma povečevalo tudi

število odpadnih električnih vozil in s tem število baterij, primernih za hranilnike električne energije. Da pa bi shranjevali električno energijo v takšnih hranilnikih, bi morala cena takšnih sistemov pasti za 90 % na 0,05 EUR/kWh (battery council.org, 2022). Trenutno takšna hramba električne energije ni ekonomsko smiselna (Lamp & Samano, 2022). Vseeno pa lahko dosežemo prihranek pri ceni elektrike. Porabnik s 5.000 kWh letne rabe elektrike lahko preko sončne elektrarne in hranilnika pri 80 % samooskrbi z elektriko ob trenutnih reguliranih cenah prihrani 680 EUR, ob pričakovanem dvigu cene električne energije po izteku obdobja regulacije pa še več. Če bi cena narasla na raven cen za nemška gospodinjstva, bi letni prihranek znašal kar 1.800 EUR (Ekart, 2023a).

Zmeraj večji poudarek podjetij, ki pokrivajo različne člene v oskrbovalnih verigah in delujejo na različnih geografsko oddaljenih predelih sveta in gospodinjstev na večji lastni proizvodnji energije, večanje učinkovitosti in zniževanje rabe energije, kažejo na to, da je sektor upravljanja z energijo med prioritetskimi področji, saj je strošek energije lahko tudi prevladujoč strošek izbranega energetskega intenzivnega podjetja. Zaradi relativno visokih cen energije v EU je to pri nas še toliko bolj vidno. Trajnostna energetska samooskrba nas dela bolj odporne na motnje v oskrbi in neodvisne od dobaviteljev. Omogoča izrabo lastnih virov in v kombinaciji z naprednimi sistemi prožnosti v elektroenergetskem sistemu prinaša zanesljivost in večjo dodano vrednost, ki se ustvari v lokalnem okolju. Samooskrba pa bo mnogo bolj učinkovita, če bo vzpostavljena in bo delovala na ravni celotne EU in ne le na mikrolokacijah. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov kot tudi raba energije sta namreč razpršeni, časovno pogojeni in variabilni, zato je smiselno med seboj povezati večje sisteme, s čimer dosežemo večjo stabilnost in robustnost sistema.

Literatura in viri

- battery council.org. (2022). *DOE Says Lead Batteries Have Better Chance of Achieving Target Energy Storage Goals Than Lithium-Ion Batteries*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://battery council.org/lead-batteries-better-chance-to-achieve-energy-storage-goals/>
- Božin, U. (2022, 18. avgust). *Po koliko kilometrih se povrne nakup električnega avta*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://si.bloombergadria.com/ostalo/avto/7333/elektricni-avto-po-koliko-kilometrih-se-povrne-nakup/news>
- ceu.ijs.si. (b. d.). *Replace Kalkulator menjave ogrevalnega sistema*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://ceu.ijs.si/projekti/zamenjaj-star-kotel.html>
- comorinsolar.com. (b. d.). *Energy Pyramid – The Holy Grail of Energy & Sustainability*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://www.comorinsolar.com/blog/energy-pyramid-the-holy-grail-of-energy-sustainability/>

- Consilium. (2023). *Kako se proizvaja in prodaja električna energija v EU?* Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://www.consilium.europa.eu/sl/infographics/how-is-eu-electricity-produced-and-sold/>
- DriveClean. (2023a). *Battery-Electric Cars* Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://driveclean.ca.gov/battery-electric>
- DriveClean. (2023b). *Hybrid Electric Cars*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://driveclean.ca.gov/hybrid>
- DriveClean. (2023c). *Hydrogen Fuel Cell Electric Cars*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://driveclean.ca.gov/hydrogen-fuel-cell>
- DriveClean. (2023d). *Plug-in Hybrid-Electric Cars*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://driveclean.ca.gov/plug-in-hybrid>
- eauto.si. (b. d.). *Trajnostno energetske kroge*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://eauto.si/sl/projekti-3/trajnostni-energetski-krog/>
- Ekart, J. (2023a, 11. februar). *Hranilnik električne energije - cena in prihranki*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://www.varcevanje-energije.si/fotovoltaične-elektarne/powerwall-tesla-in-sončna-elektarna.html>
- Ekart, J. (2023b, 4. september). *Kako deluje samooskrba z elektriko ali net metering in kaj se obeta?* Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://www.varcevanje-energije.si/fotovoltaične-elektarne/kako-deluje-samooskrba-z-elektricno-energijo-net-metering-v-sloveniji.html>
- energija-solar.si. (b. d.). *Izkoristek sončnih celic*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://www.energija-solar.si/30/izkoristek-soncnih-celic>
- Energetska izkaznica. (b. d.). *Meritve porabe energije*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/meritve-porabe-energije/>
- Fraille, D., Latour, M., El Gammal, A., Annett, M. & Nemač, F. (b. d.). *Sončne elektrarne Energija, ki nam jo nudi sonce*. Pridobljeno 14. avgusta 2023 na spletnem naslovu: <http://www.ape.si/publikacije/brosura-soncne-elektarne.pdf>
- Hanley, S. (2021, 5. september). *UK Energy Regulator Supports Vehicle-To-Grid Proposal*. Pridobljeno 18. avgusta 2023, s <https://cleantechnica.com/2021/09/05/uk-energy-regulator-supports-vehicle-to-grid-proposal/>
- Iberdrola. (2025). *The major challenges of self-sufficiency and energy security*. Pridobljeno 8. januarja 2025, s <https://www.iberdrola.com/sustainability/energy-transition/energy-self-sufficiency-security>
- Kovač, M., Urbančič, A. & Staničič, D. (2018, 14. junij). *Potencial sončnih elektrarn na strehah objektov v Sloveniji do leta 2050*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s https://www.podnebnapot2050.si/wp-content/uploads/2020/06/Deliverable_C_1_1-Part-5B-Potencial-son%C4%8Dnih-elektarn-na-strehah-objektov-v-Sloveniji.pdf
- Kronoterm. (b. d.a). *Kaj je toplotna črpalka?* Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://kronoterm.com/osnove-toplotne-crpalke/kaj-je-toplotna-crpalka/>
- Kronoterm. (b. d.b). *Zakaj toplotna črpalka Kronoterm?* Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://kronoterm.com/zakaj-toplotna-crpalka-kronoterm/>
- Lamp, S. & Samano, M. (2022, marec). Large-scale battery storage, short-term market outcomes, and arbitrage. *Energy Economics Volume 107*, 105786.
- Let's Talk Science. (2019). *Understanding Electricity Supply and Demand*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://letstalkscience.ca/educational-resources/backgrounders/understanding-electricity-supply-and-demand>
- Linden, D. (1995). Basic concepts. V Linden, D. & Reddy, T. B. (ur.). *Handbook of batteries Third Edition* (str. 20-22). McGraw-Hill.
- Lucey, E. (2023, 13. februar). *What exactly is the role of renewable energy in a circular economy?* Pridobljeno 8. januarja 2025, s <https://acehub.org.au/news/the-role-of-renewable-energy-in-a-circular-economy>
- Lukič, D. (2018, 3. avgust). *Kam vložiti prihranke: v električni, hibridni, dizelski ali bencinski avtomobil? Primerjalni test*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://avto-magazin.metropolitan.si/avtomobilski-testi/elektricni-avto-hibrid-dizel-in-bencinec-osebna-izbira/>
- NGEN. (b. d.a). *Dobava in odkup električne energije*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://www.ngen.si/sl/ponudba/podjetja/dobava-in-odkup-elektricne-energije>

- NGEN. (b. d.b). *Hranilniki električne energije*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://www.ngen.si/sl/ponudba/podjetja/hranilniki-elektricne-energije>
- nrel.gov. (b. d.) *Battery Second Use for Plug-In Electric Vehicles Analysis*. Pridobljeno 17. avgusta 2023, s <https://www.nrel.gov/transportation/battery-second-use-analysis.html>
- Partlin, S. (2021, 30. avgust). *Automatic Energy Cost Savings: With Solar power and the SMA Sunny Home Manager*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://www.sma-sunny.com/en/automatic-energy-cost-savings-with-solar-power-and-the-sma-sunny-home-manager/>
- Pi-solarus. (b. d.). *Sončne elektrarne za samooskrbo - svetovanje in postavitve na ključ*. Pridobljeno 18. avgusta 2023, s https://www.pi-solarus.com/soncne_elektrarne_samooskrba-netmetering
- Sagadin. (b. d.). *Izračun porabe energije objekta s toplotno črpalko*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <http://www.sagadin.net/sl/izracun-za-toplotno-crpaliko>
- Skupina GEN. (2023). *Sončna energija*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://www.esvet.si/drugi-viri-energije/soncna-energija>
- Skupina GEN. (2025a). *Koliko energije porabimo v Sloveniji?* Pridobljeno 8. januarja 2025, s <https://www.esvet.si/energija-mi>
- Skupina GEN. (2025b). *Poraba energije v gospodinjstvih: največ je potrebujemo za ogrevanje*. Pridobljeno 8. januarja 2025, s <https://www.esvet.si/energija/koliko-energije-porabimo-v-sloveniji>
- Skupina GEN. (2025c). *Oskrba z energijo danes*. Pridobljeno 8. januarja 2025, s <https://www.esvet.si/energetska-oskrba-slovenije/oskrba-z-energijo-danes#viri-energije-za-oskrbo-slovenije>
- Skupina GEN. (2025d). *Trajnostni in netrajnostni viri energije*. Pridobljeno 8. januarja 2025, s <https://www.esvet.si/energija/viri-pretvorbe-enote/trajnostni-netrajnostni-viri-energije>
- suncontract.org. (2023a). *Bodite sam svoj gospodar s presežki elektrike iz vaše sončne elektrarne*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://suncontract.org/si/prosto-razpolaganje-z-viski-samooskrba-soncna-elektrarna/>
- suncontract.org. (2023b). *Vaša energetska tržnica za obnovljivo energijo*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://suncontract.org/si/elektricna-trznica-proizvajalce-odjemalce-energije/>
- Symonds, P. C. & Butler, P. C. (1995). Advanced batteries for electric vehicles and emerging applications – Introduction. V Linden, D. & Reddy, T. B. (ur.). *Handbook of batteries Third Edition* (str. 1187). McGraw-Hill.
- termoshop.si. (2023). *Sončna elektrarna: Kaj se zgodi s presežkom proizvedene električne energije?* Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://www.termoshop.si/novice/soncna-elektrarna-kaj-se-zgodi-s-presezkom-proizvedene-elektricne-energije/>
- trajnostnaenergija.si. (b. d.). *Sončna energija*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije/Vse-o-obnovljivih-virih-energije/son%C4%8Dna-energija>
- Valenčič, M. (2022, 12. oktober). *Balkonske sončne elektrarne*. Pridobljeno 14. avgusta 2023, s <https://zaensvet.si/balkonske-soncne-elektrarne/>
- vrhunskaemobilnost.si. (b. d.). *Izračunajte električni potencial vaše hiše*. Pridobljeno 6. septembra 2023, s <https://www.vrhunskaemobilnost.si/orodja/izracunajte-si-elektricni-potencial-vase-hise/>
- Wood, E., Alexander, M. & Bradley, T. H. (2011, 12. februar). Investigation of battery end-of-life conditions for plug-in hybrid electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 5147–5154.
- Zgonik, S. (2023, 5. november). *Paradoks samooskrbe: Ko sončna elektrarna na strehi poveča porabo iz omrežja*. Pridobljeno 8. januarja 2025, s <https://n1info.si/poglabljeno/paradoks-samooskrbe-ko-soncna-elektrarna-poveca-porabo-iz-omrezja/>

