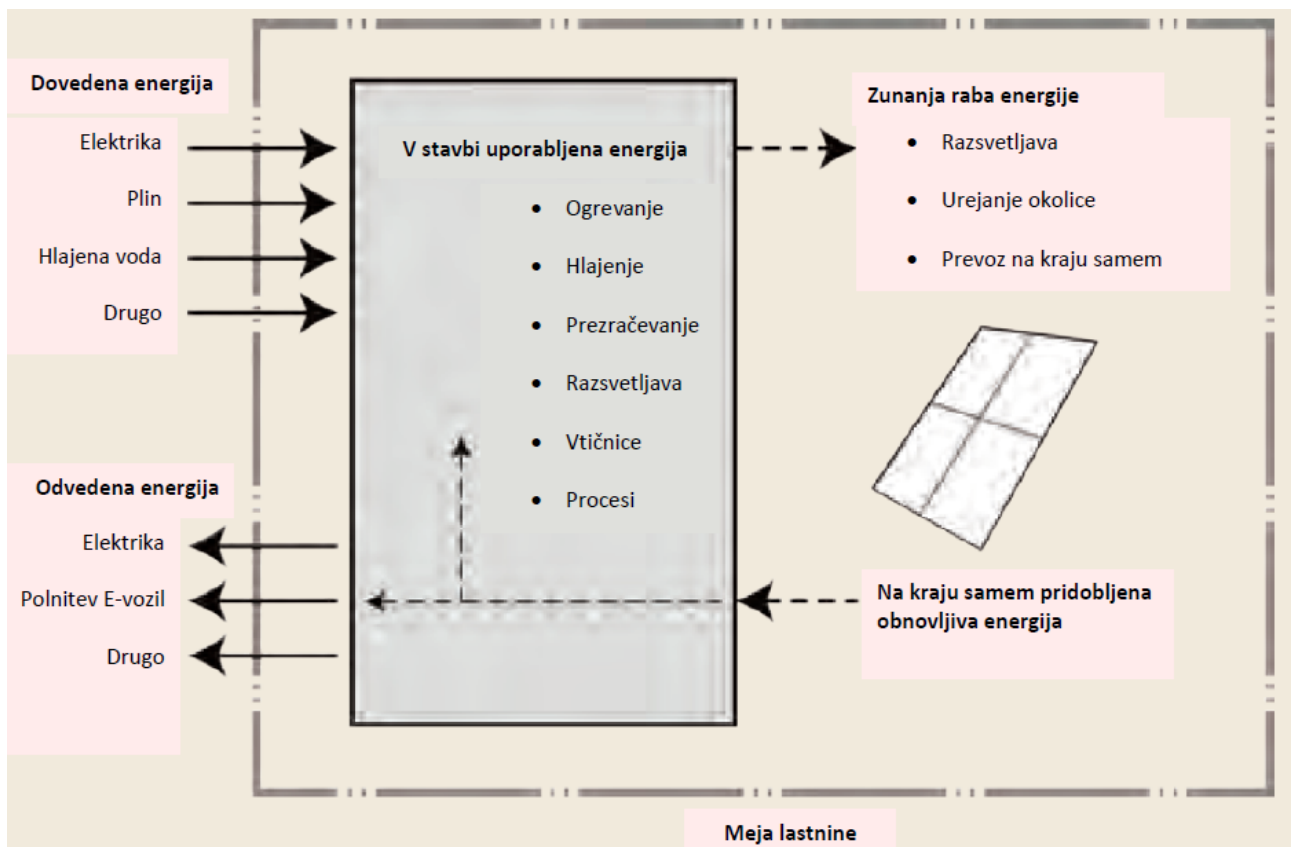


# NETO-NIČ ENERGIJSKE STAVBE

Podobno kot je Evropska komisija opredelila pojem skoraj-nič energijska stavba (sNES)<sup>1</sup> je ameriški Department of Energy (DOE) opredelil pojem ZEB – Zero Energy Building oziroma stavba ZNE – Zero Net Energy). Za razliko od evropske opredelitve sNES, ta je določena precej ohlapno in prepuščena v podrobnostih državam članicam, je ameriška opredelitev ZEB oz. ZNE zelo natančna<sup>2</sup>: Stavba, v kateri je vsota vseh dobavljenih energij lastnini<sup>3</sup> manjša od vsote vseh energij, ki se odvedejo z lastnine, kar prikazuje slika 1. Vsa energija, vstopajoča ali zapuščajoča lastnino, je vključena v obračun: električna energija, plin, ohlajena voda itd. Električna energija, uporabljena za polnjenje vozil, ki potem vozijo izven območja lastnine, velja za odvedeno energijo. Obračun je dokaj preprost za zgradbe, ki za delovanje uporabljajo samo električno energijo, za zgradbe, ki uporabljajo različne energijske vire, je potrebno uporabiti ustrezni pretvornik. DOE v ta namen zahteva pretvorbo v primarno (izvorno) energijo (ang. Source Energy)<sup>4</sup>. Pravzaprav enako kot za sNES, kjer je energijski obračun zahtevan ob pretvorbi v primarno energijo.



Slika 1: Opredelitev stavbe vrste ZNE s prikazom energijskih tokov

<sup>1</sup> Izvorna opredelitev v EPBD: „Skoraj nič-energijska stavba“ pomeni stavbo z zelo visoko energetske učinkovitostjo, določeno v skladu s Prilogo I. Za skoraj nič potrebne energije oziroma zelo majhno količino potrebne energije bi v zelo veliki meri morala zadostovati energija iz obnovljivih virov, vključno z energijo iz obnovljivih virov, proizvedeno na kraju samem ali v bližini;

<sup>2</sup> Dosegljivo na medmrežnem naslovu ameriškega DOE:

[https://energy.gov/sites/prod/files/2015/09/f26/bto\\_common\\_definition\\_zero\\_energy\\_buildings\\_093015.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2015/09/f26/bto_common_definition_zero_energy_buildings_093015.pdf)

<sup>3</sup> Mejo predstavlja »lastnina« oziroma uporabna površina stavbe, ki jo stavba potrebuje za svoje običajno delovanje.

<sup>4</sup> Primarna energija upošteva izgube, ki nastanejo pri razvodu, hrambi in porazdelitvi primarnega goriva iz gorelem na kraju samem. Pri pretvorjeni energiji, kot je električna energija ali ohlajena voda, primarna energija predstavlja pretvorbene izgube pri proizvodnji in izgube, ki nastanejo med prenosom in razvodom.

Opredelitvi sta si smiselno precej podobni, pri obeh gre za rabo energije, ki jo stavba potrebuje za zadovoljevanje energijskih potreb, povezanih z običajno uporabo stavbe, ki med drugim<sup>5</sup> vključuje energijo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in razsvetljavo. Razlika je pravzaprav v samo v deležu pokrite dovedene energije iz fosilnih goriv s proizvedeno iz obnovljivih virov. Za ameriške ZNE stavbe je zahtevano 100% pokrivanje, za evropske sNES je ta zahteva postavljena »v zelo veliki meri«. Katero postavi vsaka od članic sama ob upoštevanju stroškovno optimalne ravni.

Vezano na časovni potek, Evropska komisija je za vse države članice postavila obvezo gradnje samo še sNES, ki so v rabi javnih organov že od konca naslednjega leta dalje, za vse ostale od konca leta 2020, v ZDA je cilj izpolnitve prepuščen politiki posamezne zvezne države. Na primer Kalifornija, ta ima politični cilj, da bodo vse novo grajene stanovanjske stavbe neto-ničelne (ZNE) z letom 2020, nove poslovne zgradbe z letom 2030. V pomoč inženirjem in arhitektom je inženirsko združenje ASHRAE<sup>6</sup> izvedlo raziskovalni projekt tehnične izvedljivosti ZNE stavb<sup>7</sup> upoštevajoč različne kategorije stavb in podnebna območja, katerega rezultati so povzeto in izpostavljeni za podnebni območji Slovenije predstavljeni v nadaljevanju. Ob tem je potrebno izpostaviti, da je bil pri tem projektu edini uporabljen kriterij tehnična izvedljivost, ne tudi stroški. In kot je dejal Jason Glazer, glavni inženir za GARD Analytics, ki je nadziral raziskovalni projekt: »Vrednost vzpostavitve takih izjemno-nizkih ciljev rabe energije stavb je dvojna. Prvič, ti bodo projektantom pokazali možnosti dosegljivega ob izhodišču, da začetni strošek ne predstavlja dejavnik odločanja, kar bo izzvalo ustvarjalnost teh strokovnjakov v namen doseganja podobnih rezultatov pri resničnih projektih in z dejanskimi omejitvami začetnih stroškov. Drugič, pripomogli bodo k nastajanju priročnikov, standardov in pravilnikov z zagotavljanjem končnega cilja.«

Uporabnost rezultatov je nesporna tudi za namen dosegljivosti gradnje sNES pri nas in kjerkoli drugje, saj je že precej časa jasno, da so tehnične zahteve za poslovne stavbe pravzaprav po celem svetu zelo podobne, če ne celo enake, saj jih narekujejo uporabniki, ki delujejo globalno. Razlika pa še vedno ostaja za (manjše) stanovanjske stavbe, prvenstveno zaradi različnih kultur in običajev ljudi, kot je to v avgustovskem ASHRAE Journal v nagovoru članom izpostavil novi (za obdobje 2017-2018) predsednik združenja ASHRAE Bjarne W. Olesen<sup>8</sup>. Pri tem je do neke mere pomenljivo, da predsednik prihaja iz Evrope. In njegova zaveza je, da bo ASHRAE deloval še bolj globalno.

Nazaj k projektu. Projektni raziskovalci so najprej sestavili seznam ukrepov v namen doseganja čim boljših energijskih rezultatov. Na seznam so vključili pogosto uporabljene in tudi najnaprednejše ukrepe. Od približno 400 so jih za analizo izbrali 30. Vsak od 30 ukrepov, pogosto s številnimi možnostmi, je bil uporabljen za vsako kategorijo stavb in v različnem podnebjju. Na splošno so bili ukrepi uporabljeni v naslednjem vrstnem redu:

1. Zmanjšanje notranjih obremenitev stavbe.
2. Zmanjšanje obremenitev ovoja stavbe.

<sup>5</sup> Besedna zveza »med drugim« se je v Sloveniji skozi EZ-1 smiselno spremenila v »izključno«, pri čemer je skozi pravilnik pri izdelavi EI še posebno izpostavljena pomembnost energije, potrebne za zadovoljevanje potreb po ogrevanju! Samo na tej osnovi so celo določeni energijski razredi slovenskih stavb!!! Brez ločitve na kategorije!!!!!!

<sup>6</sup> ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (Ameriško združenje inženirjev ogrevanja, hlajenja in obdelave zraka), ustanovljeno leta 1894, je danes na svetu vodilna mednarodna ustanova s preko 57.000 člani. ASHRAE izpolnjuje poslanstvo neprestanega približevanja sistemov ogrevanja, prezračevanja, obdelave zraka in hlajenja človekovim potrebam in pospeševanja trajnostne gradnje skozi raziskovanja, izdajo standardov, objavami in neprestanim izobraževanjem.

<sup>7</sup> ASHRAE Research Project RP-1651 "Development of Maximum Technically Achievable Energy Targets for Commercial Buildings."

<sup>8</sup> Bjarne W. Olesen, Ph. D., Professor, International Centre for Indoor Environment and Energy, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark.

3. Zmanjšanje razvodnih izgub sistema HVAC<sup>9</sup>.
4. Zmanjšanje porabe energije opreme HVAC.
5. Pomembne preureditve sestave sistema HVAC.

Za energijsko modeliranje je bilo uporabljenih naslednjih 30 ukrepov<sup>10</sup>:

- LED zunanja razsvetljava.
- Pisarniška oprema z največjo učinkovitostjo.
- Visoko zmogljiva notranja razsvetljava.
- Preklop s splošne na namensko osvetlitev.
- Optimalna naravna osvetlitev.
- Optimalen nivo izolacije strehe.
- Optimalna izbira vertikalnih oken in vrat.
- Zunanje svetlobne police.
- Krmiljenje umetne razsvetljave v odvisnosti od naravne osvetlitve.
- Visoko zmogljivi ventilatorji.
- Visoko performančni kanalski razvodi v namen zmanjšanja statičnega tlaka.
- Krmiljenje količine zunanjega zraka v odvisnosti od dejanskih potreb / ogljikovega dioksida.
- Več-področno prezračevanje s spremenljivo količino zraka.
- Optimalni hladilni toplotni menjalniki vrste voda/zrak.
- Tipala zasedenosti pri opremi za obdelavo zraka.
- Zajemanje energije zavrženega zraka.
- Posredno hlapilno hlajenje.
- Visoko učinkoviti klimatizerji z direktno ekspanzijo hladiva (s spreminjanjem hitrosti).
- Visoko zmogljive toplotne črpalke.
- Toplotne črpalke z zemljo kot virom toplote.
- Visoko zmogljivi hladilniki tekočin s spremenljivo hitrostjo.
- Zajemanje kondenzatorske toplote hladilnikov tekočin.
- Visoko zmogljivi kotli.
- Visoko zmogljivi električni transformatorji.
- Stropne hladilne grede.
- Namenski prezračevalni sistemi (DOAS<sup>11</sup>) z zajemanjem zavržene toplote.
- Izpodrivno prezračevanje.
- Hibridno naravno prezračevanje / Prezračevanje z mešanjem zraka.
- Sevalno ogrevanje in hlajenje ter namenski prezračevalni sistemi (DOAS).
- Klimatska naprava s spremenljivo količino hladiva (VRF).

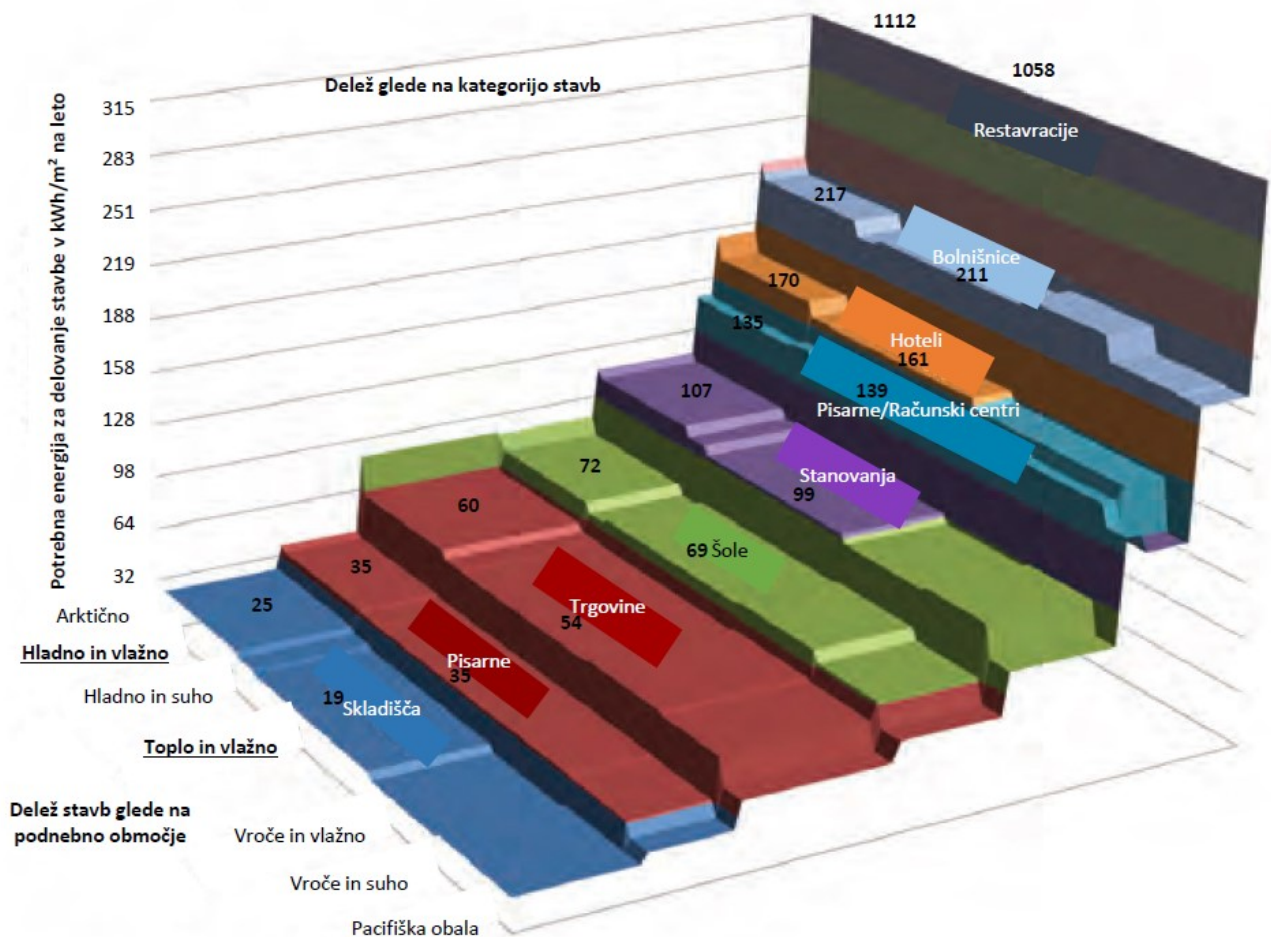
---

<sup>9</sup> HVAC – Heating, Ventilating & Air-Conditioning (Ogrevanje, Prezračevanje in Obdelava zraka).

<sup>10</sup> Iz nabora energijsko učinkovitih ukrepov je več kot jasno, da zapisu v sedanjem PURES o dokazovanju učinkovite rabe energije v stavbah v elaboratu gradbene fizike ni mesta! Elaborat URE je upoštevajoč predstavljeno sposoben pripraviti edino tisti, ki razume delovanje inštalacijskih naprav in sistemov, poleg tega potrebuje programsko opremo, ki mora biti v marsičem precej zmogljivejša od razpoložljive zastojnske »komercialne opreme«, ki jo uporabljajo slovenski »strokovnjaki«. S pristopom, ki ga še danes narekuje PURES, je bila gradbeni stroki storjena gromozanska škoda, ki se bo popravljala dolgo časa. Glede na to, da PURES še vedno velja, elaborat URE se še vedno pripravlja skozi Elaborat gradbene fizike in s to opremo, do popravljanja stanja v stroki sploh še ni prišlo!

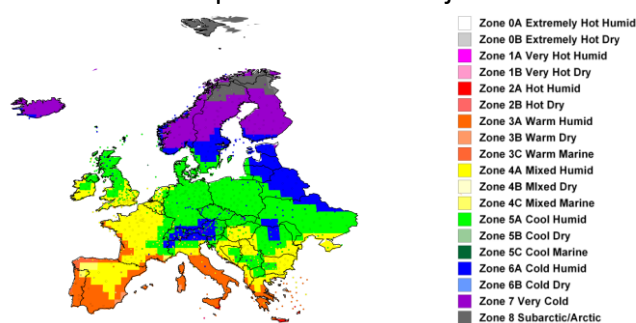
<sup>11</sup> DOAS – Dedicated Outdoor Air Systems.

Ob prikazanih izhodiščih ter ob upoštevanju kategorije stavb in podnebnih območij so projektni raziskovalci dosegli vrednosti letno potrebne energije za delovanje stavb (Energy-Use Intensity - EUI)<sup>12</sup>, kot to prikazano na sliki 2.



**Opomba:** Slovenska mesta in kraji spadajo v tri podnebna območja (»Toplo in vlažno« oziroma 4A – primorski in mestoma osrednji del, »Hladno in vlažno« oziroma 5A preostali del z izjemo višjega dela Gorenjske, ki je uvrščen v 6A). Širina in dolžina posameznih barvnih površin pokaže statistično (ameriško) pogostost določene kategorije stavb (površinsko) v določenem podnebnem območju, kar kaže na (ne)pomembnost določene kategorije. Številke napisane ob posamezni kategoriji stavb so prenesene vrednosti z navpične osi (kWh/m²a). Za primer trgovin, teh je največ v podnebnem območju »Toplo in vlažno«, znaša vrednost letno dovedene energije 54 kWh/m²a.

**Slika 2:** Maksimalno dosegljiv energijski kazalnik EUI (kWh/m²a) glede na kategorijo stavb in podnebno območje



**Slika 3:** Podnebna območja v Evropi po ASHRAE Standard 169-2013: Climatic Data for Building Design Standards

<sup>12</sup> EUI je opredeljen kot kazalnik potrebne energije za delovanje stavbe izražen z neto potrebno energijo deljeno s uporabno površino stavbe (kWh/m²a).

Fotonapetostne (PV) plošče so najpogosteje uporabljen sistem OVE za stavbe vrste ZNE (in sNES), čeprav predstavlja veter tudi eno od možnosti za posebne lokacije<sup>13</sup>. Ker predstavljajo sistemi PV plošč najbolj pogost primer, so v nadaljevanju projektni raziskovalci preverili izvedljivost ZNE stavb skozi razmerje kolektorskega polja, ki je potreben za vsak kvadratni meter uporabne površine stavbe (CFA – »Collector-to-Floor Area«). Opredelitev pojma je ponazorjen na sliki 4 za 1-, 2- in 3-etažne stavbe.

CFA razmerje: 0,33



CFA razmerje: 0,5



CFA razmerje: 1,0



**Slika 4:** Primeri razmerja kolektorsko polje / uporabna površina stavbe (CFA)

<sup>13</sup> Uporabo lesne biomase razvojni projekt ASHRAE ne obravnava, saj mnogi strokovnjaki ne verjamejo v uporabo vsakršnega lesa in druge biomase za potrebe ogrevanja zaradi onesnaževanja in splošnih vprašanj obvladljivosti. V Evropi (n Sloveniji) je to drugače.

ZNE stavbe so lažje izvedljive, kadar je razmerje CFA nižje oziroma težje izvedljive, kadar je razmerje višje. V kolikor je mogoče postaviti kolektorsko polje PV plošč samo na streho stavbe, je izvedljivost ZNE stavb omejena z njeno višino. Določitev najmanjšega potrebnega razmerja  $CFA_{MIN}$  predstavlja spodnja enačba:

$$CFA_{MIN} = \frac{\text{letno potrebna energija za delovanje stavb}}{\text{letno proizvedena energije iz obnovljivih virov}} = \frac{\text{kWh/m}^2_{STAVBE}}{\text{kWh/m}^2_{KOLEKT}} = \frac{\text{m}^2_{STAVBE}}{\text{m}^2_{KOLEKT}}$$

Letna proizvodnja obnovljive energije se lahko izračuna z različnimi orodji. Eno izmed bolj pogostih je PVWatts Calculator, brezplačno spletno orodje, ki ga podpira NREL<sup>14</sup>. Pri raziskovalnem projektu so bili podnebni podatki povzeti za reprezentativno mesto znotraj posameznega podnebnega območja. Privzete vrednosti in uporabljena je bila zmogljivost standardnih PV plošč, usmeritev na jug z optimalnim nagibom in v primerjavi s položenimi povsem vodoravno. Proizvodnja električne energije je bila izračuna kot razmerje med letno proizvodnjo v kWh, deljeno z nazivno velikostjo sistema v kW<sub>STC</sub><sup>15</sup>. Pomeni, upoštevan je bil čas polnega delovanja sistema preko celega leta<sup>16</sup>. Tabela 1 prikazuje tako dobljene rezultate.

Podnebje	Podnebno območje	Optimalni naklon	Ležeče
		kWh/kW <sub>STC</sub>	kWh/kW <sub>STC</sub>
Pacifiška obala	3C, 4C	1582	1378
Vroče in suho	2B, 3B, 4B	1605	1414
Vroče in vlažno	1A, 2A	1462	1359
→ Toplo in vlažno	3A, 4A	1475	1316
Hladno in suho	5B, 6B	1589	1311
→ Hladno in vlažno	5A, 6A, 7	1304	1138
Arktično	8	1022	748

Opomba: Podnebni območji slovenskih krajev sta označeni z rdečima puščicama.

**Tabela 1:** Letna proizvodnja obnovljive električne energije za vsako podnebje. Izhodišče predstavlja površina 6 m<sup>2</sup> PV plošč na nazivno moč 1 kW<sub>STC</sub> oz. z izkoristkom 16,7%

Tabela 2 prikazuje razmerje  $CFA_{MIN}$ , potrebnega za doseganje nivoja ZNE stavbe ob uporabi najboljšega razpoložljivega tehničnega potenciala – stavba z najboljšimi energijskimi performancami in z uporabo energijsko najboljše procesne opreme. Najtemneje osenčena območja v tabeli predstavljajo razmerja CFA enako ali večjo od 1,00 in predstavljajo kategorije stavb v podnebjih, za katere bo projektiranje in gradnja ZNE stavb najbolj zahtevna. Tudi če imajo te stavbe samo eno etažo, pokrivanje strehe s PV ploščami ne zadošča za doseganje nivoja ZNE. Neosenčena območja predstavljajo kategorije stavb in podnebjia v katerih se bodo ZNE stavbe dosegle najlažje. Na primer, stavba z razmerjem  $CFA_{MIN}$  nižjim od 0,25, ki ima osenčeno streho in 4 etaže, lahko doseže ZNE samo s popolnim prekritjem strehe. Restavracije so po svoji naravi energijsko zelo intenzivne in predstavljajo daleč najzahtevnejšo kategorijo stavb, vendar te predstavljajo samo nekaj več kot 1% vseh stavb. Stavbe zdravstvene oskrbe, teh je približno 8%, predstavljajo tudi izziv, prav tako hoteli

<sup>14</sup> NREL – National Renewable Energy Laboratory.

<sup>15</sup> STC – Standard Test Conditions – sončno sevanje 1000W/m<sup>2</sup>, temperatura 25°C in faktor zračne mase (AM) 1,5.

<sup>16</sup> FTE - Full Time Equivalent.

(približno 7%)<sup>17</sup>. Najtežja podnebna območja so arktična, hladna in vlažna. Na teh območjih so višje vrednosti EUI in nižja letna proizvodnja električne energije s pomočjo PV plošč.

Podnebje	Pacifiška obala	Vroče in suho	Vroče in vlažno	Toplo in vlažno	Hladno in suho	Hladno in vlažno	Arktično
Skladišča	0,08	0,08	0,07	0,09	0,10	0,13	0,19
Pisarne	0,11	0,14	0,15	0,15	0,15	0,18	0,30
Trgovine	0,18	0,24	0,25	0,25	0,26	0,32	0,67
Šole	0,22	0,28	0,32	0,32	0,31	0,38	0,66
Stanovanja	0,33	0,40	0,41	0,44	0,47	0,57	0,90
Pisarne / Računski centri	0,59	0,63	0,66	0,64	0,68	0,77	1,19
Hoteli	0,55	0,66	0,69	0,74	0,75	0,90	1,48
Bolnišnice	0,87	0,86	0,96	0,96	0,95	1,15	1,83
Restavracije	3,66	4,35	4,53	4,87	4,99	5,91	9,61

Opomba: Podnebni območji slovenskih krajev sta označeni z rdečima puščicama.

**Tabela 2:** Najmanjše potrebno razmerje  $CFA_{MIN}$  za doseg cilja ZNE stavbe ob uporabi najboljšega razpoložljivega tehničnega potenciala

Visoke stavbe prav tako predstavljajo očitni izziv. Če je možnost za obnovljivo energijo omejena na PV plošče na strehi, je lahko največje število etaž za doseganje kriterija ZNE mogoče izračunati kot obratno razmerje  $CFA_{MIN}$ , prikazanega v tabeli 2. Če se na primer preprosta pisarniška stavba nahaja v vročem in vlažnem podnebju, ki je načrtovana z EUI z najboljšim razpoložljivim tehničnim potencialom, bi bilo največje število etaž približno šest, kot to izhaja iz izračuna: 1, deljeno z razmerjem  $CFA_{MIN} \rightarrow 1/0,15 = 6,67$ . Toda to predpostavlja, da bo celotna streha lahko bila prekrita s fotovoltaičnimi ploščami.

Območja z drevesi in mestno okolje samo predstavljajo precejšnje izzive zaradi omejevanja dostopa sončnim žarkom. Toda mestno okolje ima manjši vpliv na prevoz zaradi bližine same lokacije, poleg tega ima manjše negativne infrastrukturne vplive. Vrednost dreves, bolj učinkovit transport in gosta infrastruktura v mestnih območjih pogosto prevlada nad koristmi stavb vrste ZNE v predmestjih.

Predstavljeni rezultati veljajo za stavbe, ki uporabljajo za svoje delovanje samo električno energijo. Za stavbe, ki uporabljajo različne vrste energij, na primer električno energijo in plin, bo vir energije povečal pomen proizvodnje obnovljivega vira energije, saj bo povzročil nižje razmerje CFA. Odvisno od uporabljenih faktorjev pretvorb, prikazanih v tabeli 3.

Raziskovalni projekt pokaže, da je cilj NZE stavb (in sNES) izvedljiv za večino novih poslovnih stavb, vendar na kraju samem proizvedena električna energija s pomočjo PV plošč predstavlja velikanski izziv za energijsko intenzivne stavbe, visoke stavbe in stavbe na zasenčenih mestih. Za te pogoje bo za doseganje ZNE stavb potrebno vključiti zunanji vir obnovljive energije, za kar obstajajo številne možnosti. Med njimi tudi dolgoročni zakup električne energije iz omrežja, sicer pridobljene iz OVE.

<sup>17</sup> Odstotkovna statistika površin stavb velja za ZDA.

Vendar ne tudi v Sloveniji, saj so pri nas v EZ-1 glede na evropsko direktivo napačno<sup>18</sup> opredelili pojem sNES. Pri nas za OVE šteje samo energija pridobljena »na kraju samem ali v bližini«, po evropski direktivi pa vključno z njo<sup>1</sup>. Torej tudi tista, ki prihaja »od daleč«.

Energent	Faktor pretvorbe	
	(po DOE)	(po TSG)
Dovedena elektrika	3,15	2,5
Odvedena elektrika	3,15	
Zemeljski plin	1,09	1,1
Kurilno olje (vseh vrst)	1,19	1,1
UNP	1,15	1,1
Para	1,45	
Daljinsko ogrevanje	1,35	1,2
Daljinsko ogrevanje s SPT		1,0
Daljinsko hlajenje	1,04	
Premog in drugo	1,05	1,1

**Tabela 3:** Faktorji pretvorbe energije po DOE oziroma TSG

Na koncu še o uporabi programskega orodja PVWatts Calculator. To je prosto dosegljivo na medmrežnem naslovu NREL: <http://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>. Uporaba je za inženirje preprosta, začnete z izbiro vremenske datoteke, med njimi je tudi Ljubljana (Brnik), pa tudi Sloveniji bližnji Trst, Videm, Gradec... Orodje nato zahteva vnos velikosti sistema pri standardnih ocenjevalnih pogojih, tip PV plošč (standard, premium ali tankoplastni film), montažni sistem (nepremičen ali gibanju soncu sledljiv v eni ali dveh oseh), izgube sistema ter azimut in naklon (če so plošče PV nameščene v fiksni konfiguraciji) in tako naprej. Ob vnosu tudi cene električne energije, potem program izračuna tudi prihranek. Posebej zanimiva je možnost, da se lahko načrtovano polje PV plošč preprosto vriše na stavbo ali njeno okolico kar v prostoru s postavitvijo točk, ki se jih primerno razvleče, saj je v aplikacijo vključen tudi Google Map s sliko zemljevida in satelita. Slika 5 prikazuje primer ene od strani te programske opreme. Izpis rezultatov je mogoč na mesečni ali urni ravni, kar je še posebej primerno za vrednotenje proizvodnje za primer uporabe načina »neto meritev«. Pri slednji so rezultati v programu excel, kjer izpis poda: Mesec, Dan, Ura, Direktno sevanje ( $W/m^2$ ), Difuzno sevanje ( $W/m^2$ ), Temperatura okolice ( $^{\circ}C$ ), Hitrost vetra (m/s), Sevanje na ravnino PV plošč ( $W/m^2$ ), Temperatura celic ( $^{\circ}C$ ), Izhodna DC moč (W), Izhodna AC moč (W). Pomeni, mogoče je rezultate uporabiti pri računanju »energijskega dogajanja« v stavbi od ure do ure preko celega povprečnega leta (kot privzet iz vremenske datoteke).

Sicer je raziskovalni projekt ASHRAE 1651-RP, Razvoj tehnično najvišje dosegljivih energijskih ciljev za poslovne stavbe, brezplačno dostopen za člane ASHRAE na njihovem medmrežnem naslovu [www.ashrae.org/freeresources](http://www.ashrae.org/freeresources). Člani se morajo samo prijaviti prek svojega članskega računa in do poročila dostopijo brezplačno. Poročilo je na voljo tudi v knjigarni ASHRAE za 30 \$ na spletni strani [www.ashrae.org/bookstore](http://www.ashrae.org/bookstore).

<sup>18</sup> Namensko ali pomotoma ne vemo, vsekakor tega kljub podanemu opozorilu nočejo popraviti ali spremeniti. Bo cilj gradnje sNES težje dosegljiv ali celo nedosegljiv.



Opomba: V sestavku predstavljene slike 1, 2 in 4 ter tabeli 1 in 2 so povzete in prevedene iz tehničnega članka objavljenega v julijski reviji ASHRAE Journal<sup>19</sup>.

The screenshot displays the PVWatts Calculator interface. At the top, the location is set to 'Ljubljana'. The 'SYSTEM INFO' section includes the following inputs:

- DC System Size (kW): 20
- Module Type: Standard
- Array Type: Fixed (open rack)
- System Losses (%): 14
- Tilt (deg): 35
- Azimuth (deg): 180

Below this, the 'INITIAL ECONOMICS' section shows:

- System Type: Commercial
- Average Cost of Electricity Purchased from Utility (\$/kWh): 0.1

On the right, there is a 'Draw Your System' section with a map view. A red box highlights the map area, with an arrow pointing to a red-outlined polygon representing a PV array layout on a building roof. Another red box points to the 'Go to resource data' link on the left side of the interface.

**Slika 5:** Programska oprema PVWatts Calculator odprta na sredinski strani SYSTEM INFO, s prehodnim klikom (puščica levo) je bil že izveden vnos meteorološke postaje (Ljubljana), z naslednjim klikom (puščica desno) so na voljo dobljeni rezultati

<sup>19</sup> Charles Eley, FAIA, P.E., Member ASHRAE: Feasibility of ZNE by Building Type and Climate.