

# Razširjeni energetski pregled

NOVELACIJA

## UNIVERZA V LJUBLJANI PRAVNA FAKULTETA

Poljanski nasip 2, Ljubljana



Naročnik:

**Univerza v Ljubljani, Pravna fakulteta**  
**Poljanski nasip 2, Ljubljana**

Izdelovalec:

**EUTRIP, komuniciranje, svetovanje, raziskovanje, d.o.o.**  
**Kidričeva ulica 24, 3000 Celje**

Št. projekta: 0532

Datum izdelave: februar 2017

Prazna stran

---

**Projekt št. 0532**

|                            |  |  |
|----------------------------|--|--|
| Naziv projekta:            | Razširjeni energetski pregled: Univerza v Ljubljani, Pravna fakulteta - novelacija   |  |
| Faza projekta:             | Vmesno poročilo  |  |
| Naročnik:                  | <div></div> <div>Pravna fakulteta<br/>Univerza v Ljubljani</div> <div>Univerza v Ljubljani, Pravna fakulteta<br/>Poljanski nasip 2, Ljubljana</div> |  |
| Odgovorna oseba naročnika: | Prof. dr. Miha Juhart, dekan   |  |
| Kontaktna oseba naročnika: | Jože Glavan, upravnik stavbe   |  |
| Št. naročilnice:           | 637/17   |  |
| Pogodbeni izvajalec:       | <div></div> <div>EUTRIP, komuniciranje, svetovanje, raziskovanje, d.o.o.<br/>Kidričeva ulica 24<br/>3000 Celje</div>                              |  |
| Vodja projekta izvajalca:  | mag. Primož Praper, univ. dipl. gosp. inž.   |  |
| Datum izdelave:            | februar 2017   |  |
| Sodelavci na projektu:     | <div>Nejc Avguštin,<br/>Marko Pritržnik,<br/>Blaž Šepul,<br/>Radovan Repnik,<br/>Cveto Fendre,</div> <div>Leon Pokeržnik,<br/>Ivan Škoflek,<br/>Dalibor Pavlovič,<br/>Hubertina Vitrih,<br/>Iztok Topler.</div>                      |  |
| Št. izvoda:                | 1   2   3  |  |

**KAZALO VSEBINE**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>0</b> | <b>Povzetek za poslovno določanje .....</b>  | <b>11</b> |
| 0.1      | Pomen oskrbe z energijo .....  | 11        |
| 0.2      | Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo .....   | 11        |
| 0.3      | Ključne ugotovitve .....   | 12        |
| 0.4      | Možni prihranki in potrebna vlaganja .....   | 14        |
| 0.5      | Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov .....  | 16        |
| 0.5.1    | Energetski kazalniki pred in po izvedbi celovite skoraj nič-energijske prenove – izbrani scenarij – scenarij 2 ..... | 16        |
| 0.6      | Napotki za izvedbo ukrepov .....   | 17        |
| 0.6.1    | Organizacijski ukrepi .....  | 17        |
| 0.6.2    | Investicijski ukrepi .....   | 18        |
| 0.7      | Možni viri financiranja .....  | 19        |
| <b>1</b> | <b>Namen in cilji energetskega pregleda .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>2</b> | <b>Uvod .....</b>  | <b>22</b> |
| 2.1      | Splošni podatki o stavbi .....   | 22        |
| 2.2      | Splošni podatki o lastniku stavbe .....  | 23        |
| 2.3      | Splošni podatki o upravljalcu stavbe .....   | 23        |
| 2.4      | Opis dejavnosti v stavbi .....   | 24        |
| 2.5      | Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki .....   | 25        |
| 2.5.1    | Lokacija stavbe .....  | 25        |
| 2.5.2    | Prostorska razporeditev stavbe z označeno namembnostjo stavbe .....  | 27        |
| 2.5.3    | Osnovni gradbeni in tehnični podatki o delu stavbi .....   | 28        |
| 2.6      | Klimatski podatki za lokacijo stavbe .....   | 28        |
| 2.7      | Skupna poraba energije in stroški .....  | 30        |
| 2.7.1    | Poraba energentov v letu 2017 .....  | 30        |
| 2.7.2    | Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2014–2016 .....  | 30        |
| 2.8      | Stanje toplotnega ugodja v stavbi .....  | 31        |
| 2.8.1    | Povzetek trenutnih meritev parametrov notranje okolja v izbranih prostorih .....                                     | 32        |
| 2.8.2    | Povzetek tedenske meritve mikroklima v izbranih prostorih .....  | 33        |
| 2.9      | Izhodišča za izdelavo REP-a oz. izvedbo investicijskih ukrepov .....   | 35        |
| 2.9.1    | Povzetek lokacijske informacije .....  | 35        |
| 2.9.2    | Povzetek kulturno varstvenih preliminarne pogojev .....  | 36        |
| 2.9.3    | Povzetek Navodil za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020 .....             | 37        |
| 2.9.4    | Povzetek zahtev po izvedbi energetske prenove v skladu s PURES-om .....  | 38        |
| <b>3</b> | <b>Shema upravljanja s stavbo .....</b>  | <b>39</b> |
| 3.1      | Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe .....  | 39        |
| 3.2      | Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov .....   | 39        |
| 3.3      | Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE .....                                       | 40        |
| 3.4      | Potek nadzora nad rabo energije in stroški .....   | 40        |
| 3.5      | Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih .....  | 40        |
| 3.6      | Raven promoviranja URE .....   | 41        |
| <b>4</b> | <b>Oskrba in raba energije .....</b>   | <b>42</b> |
| 4.1      | Cene energetskih virov in mrzle vode .....   | 42        |
| 4.2      | Energijsko število .....   | 44        |
| 4.3      | Poraba toplotne energije .....   | 44        |

|       |  |           |
|-------|--|-----------|
| 4.4   | Poraba električne energije .....                                 | 47        |
| 4.5   | Poraba mrzle vode .....  | 49        |
| 4.6   | Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov .....                | 51        |
| 4.7   | Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme.....               | 51        |
| 5     | <b>Pregled naprav za pretvorbo energije.....</b>                 | <b>52</b> |
| 5.1   | Ogrevalni sistem .....   | 52        |
| 5.1.1 | Starejši del stavbe – I. FAZA – ID stavbe 2008 .....             | 52        |
| 5.1.2 | Novejši del stavbe – II. FAZA – ID stavbe 2009 .....             | 53        |
| 5.1.3 | Grelna telesa v stavbi .....                                     | 54        |
| 5.2   | Sistem za oskrbo s toplo vodo.....                               | 55        |
| 5.2.1 | Starejši del stavbe – I. FAZA – ID stavbe 2008 .....             | 55        |
| 5.2.2 | Novejši del stavbe – II. FAZA – ID stavbe 2009 .....             | 56        |
| 5.3   | Sistem za oskrbo s hladno vodo .....                             | 57        |
| 5.3.1 | Starejši del stavbe – I. FAZA – ID stavbe 2008 .....             | 57        |
| 5.3.2 | Novejši del stavbe – II. FAZA – ID stavbe 2009 .....             | 57        |
| 5.4   | Elektroenergetski sistem in porabniki .....                      | 59        |
| 5.4.1 | Elektroenergetski sistem .....                                   | 59        |
| 5.4.2 | Glavni porabniki električne energije v stavbi.....               | 60        |
| 5.4.3 | Povzetek meritev električne energije .....                       | 61        |
| 6     | <b>Pregled rabe končne energije .....</b>                        | <b>67</b> |
| 6.1   | Ovoj stavbe .....  | 67        |
| 6.1.1 | Stari del stavbe – I. FAZA .....                                 | 67        |
| 6.1.2 | Novi del stavbe – II. FAZA .....                                 | 68        |
| 6.1.3 | Povzetek termografskega pregleda stavbe .....                    | 70        |
| 6.2   | Električni aparati.....  | 73        |
| 6.3   | Razsvetljava .....   | 75        |
| 6.4   | Priprava tople vode .....  | 77        |
| 6.5   | Prezračevanje, hlajenje in klimatizacija.....                    | 77        |
| 6.6   | Centralni nadzorni sistem .....                                  | 80        |
| 6.7   | Razdelitev porabe energije .....                                 | 82        |
| 7     | <b>Oskrba z energijo.....</b>                                    | <b>83</b> |
| 7.1   | Revizija pogodb o dobavi energije .....                          | 83        |
| 7.2   | Električna energija .....  | 83        |
| 7.3   | Toplotna energija.....   | 83        |
| 7.4   | Voda .....   | 84        |
| 8     | <b>Analiza energetskih tokov v stavbi .....</b>                  | <b>85</b> |
| 8.1   | Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje .....    | 85        |
| 8.1.1 | Transmisijske izgube.....  | 87        |
| 8.1.2 | Izgube zaradi prezračevanja .....                                | 88        |
| 8.1.3 | Toplotni dobitki .....   | 89        |
| 8.2   | Notranji toplotni viri zaradi naprav za pretvorbo energije ..... | 89        |
| 8.2.1 | Priprava tople vode .....  | 89        |
| 8.2.2 | Razsvetljava .....   | 89        |
| 8.2.3 | Kuhinja.....   | 89        |
| 8.3   | Končna energija, potrebna za delovanje .....                     | 89        |
| 8.3.1 | Proizvodnja toplote .....  | 89        |
| 8.3.2 | Ogrevalne naprave in sistemi .....                               | 90        |
| 8.3.3 | Sistemi za razdeljevanje toplote za ogrevanje.....               | 90        |
| 8.3.4 | Sistemi za razdeljevanje toplote za TSV.....                     | 90        |
| 9     | <b>Ocena energetsko varčevalnih potencialov .....</b>            | <b>91</b> |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>9.1</b>  | <b>Izhodišča za določitev primernih ukrepov in izračun prihrankov .....</b>  | <b>91</b>  |
| <b>9.2</b>  | <b>Ovoj stavbe .....</b>   | <b>92</b>  |
| 9.2.1       | Toplotna zaščita zunanijh sten z zunanje strani .....  | 92         |
| 9.2.2       | Toplotna zaščita zunanijh sten z notranje strani .....   | 93         |
| 9.2.3       | Toplotna zaščita ravne strehe .....  | 93         |
| 9.2.4       | Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju .....  | 93         |
| 9.2.5       | Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata) .....   | 94         |
| 9.2.6       | Toplotna zaščita tal na terenu .....   | 94         |
| 9.2.7       | Povzetek analiziranih ukrepov na zunanjem ovoju .....  | 94         |
| <b>9.3</b>  | <b>Prezračevalni sistem, hlajenje in klimatizacija .....</b>   | <b>95</b>  |
| <b>9.4</b>  | <b>Kuhinja .....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>9.5</b>  | <b>Priprava tople vode .....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>9.6</b>  | <b>Proizvodnja toplote in ogrevalni sistemi .....</b>  | <b>96</b>  |
| <b>9.7</b>  | <b>Razsvetljava in električne naprave .....</b>  | <b>96</b>  |
| <b>9.8</b>  | <b>Hladna voda .....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>9.9</b>  | <b>Električna energija .....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>9.10</b> | <b>Izraba obnovljivih virov energije .....</b>   | <b>97</b>  |
| 9.10.1      | Možnosti uporabe solarne energije .....  | 98         |
| 9.10.2      | Vgradnja toplotne črpalke (TČ) .....   | 98         |
| 9.10.3      | Ogrevanje na biomaso .....   | 99         |
| 9.10.4      | Vgradnja SPTE .....  | 99         |
| <b>9.11</b> | <b>Energetsko upravljanje stavbe s pomočjo energetskega monitoringa .....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>10</b>   | <b>Organizacijski ukrepi .....</b>   | <b>102</b> |
| <b>10.1</b> | <b>Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje .....</b>  | <b>103</b> |
| <b>10.2</b> | <b>Monitoring – energetsko upravljanje .....</b>   | <b>104</b> |
| <b>11</b>   | <b>Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov .....</b>  | <b>106</b> |
| <b>11.1</b> | <b>Potrebna investicijska sredstva s prioriteto listo, izračun možnih prihrankov energije in vračilo investiranih sredstev .....</b> | <b>106</b> |
| 11.1.1      | Scenarij 0: Izvedba organizacijskih ukrepov .....  | 106        |
| 11.1.2      | Scenarij 1: Izvedba investicijskih ukrepov celovite skoraj nič-energijske prenove .....  | 107        |
| 11.1.3      | Scenarij 2 – izbrani scenarij: Izvedba investicijskih ukrepov celovite energetske prenove .....                                      | 108        |
| 11.1.3.1    | Doseganje zahtev PURES-a pri izbranem scenariju .....  | 109        |
| <b>11.2</b> | <b>Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na notranje okolje .....</b>   | <b>109</b> |
| <b>11.3</b> | <b>Ovoj stavbe .....</b>   | <b>110</b> |
| <b>11.4</b> | <b>Sistemi klimatizacije, gretja in hlajenje (sistem KGH) .....</b>  | <b>110</b> |
| <b>11.5</b> | <b>Prihranki pri rabi električne energije .....</b>  | <b>111</b> |
| <b>12</b>   | <b>Viri in literatura .....</b>  | <b>112</b> |

## KAZALO PREGLEDNIC

|   |    |
|---|----|
| Preglednica 0.1: Povprečna letna raba energije in stroški za izbrano referenčno obdobje ..... | 12 |
| Preglednica 0.2: Predlagani ukrepi po Scenariju 0 .....                                       | 15 |
| Preglednica 0.3: Predlagani ukrepi po Scenariju 1 .....                                       | 15 |
| Preglednica 0.4: Predlagani ukrepi po Scenariju 2 – IZBRANI SCENARIJ .....                    | 16 |
| Preglednica 2.1: Arhitekturno-gradbeni in tehnični podatki o stavbi .....                     | 28 |
| Preglednica 2.2: Osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo .....                      | 29 |
| Preglednica 2.3: Mesečni temperaturni primanjkljaj za izbrano referenčno obdobje .....        | 29 |
| Preglednica 2.4: Poraba energentov, stroški in emisije CO <sub>2</sub> v letu 2017 .....      | 30 |

|   |     |
|---|-----|
| Preglednica 2.5: Pregled porabe in stroškov energije ter vode za izbrano referenčno obdobje .....   | 31  |
| Preglednica 2.6: Pregled emisij CO <sub>2</sub> in energije po različnih kazalnikih .....           | 31  |
| Preglednica 2.7: Povzetek izmerjenih izbranih parametrov notranjega okolja .....                    | 33  |
| Preglednica 2.8: Povzetek izmerjenih temperatur v tedenskih meritvah v poletnem času .....          | 33  |
| Preglednica 4.1: Tabela cen energetskih virov (brez DDV-ja) .....                                   | 43  |
| Preglednica 4.2: Mesečna poraba in stroški dobave energenta za ogrevanje in TSV .....               | 45  |
| Preglednica 4.3: Mesečna poraba in stroški električne energije .....                                | 48  |
| Preglednica 4.4: Mesečna poraba in stroški hladne vode .....  | 49  |
| Preglednica 5: Vrednosti električne moči za zimsko in poletno obdobje .....                         | 63  |
| Preglednica 6: Vrednosti električne moči za obdobje enega tedna v zimskem in poletnem obdobju ..... | 66  |
| Preglednica 6.1: Termografski posnetek severne fasade starejšega dela stavbe .....                  | 71  |
| Preglednica 6.2: Termografski posnetek dveh oken na severni fasadi starejšega dela stavbe .....     | 72  |
| Preglednica 6.3: Termografski posnetek stika med vzhodnim traktom in cerkvijo .....                 | 72  |
| Preglednica 6.4: Termografski posnetek vzhodne fasade vzhodnega trakta – pritličje .....            | 73  |
| Preglednica 6.5: Električna moč po napravah in posameznih področjih rabe .....                      | 74  |
| Preglednica 6.6: Povzetek razsvetljave tipičnih prostorov .....                                     | 76  |
| Preglednica 6.7: Seznam prezračevalnih naprav .....   | 77  |
| Preglednica 6.8: Ocenjena razdelitev rabe energije .....  | 82  |
| Preglednica 8.1: Rezultati izračuna gradbene fizike – obstoječe stanje .....                        | 86  |
| Preglednica 9.1: Izhodiščni podatki za analizo energetske varčevalnih potencialov stavbe .....      | 91  |
| Preglednica 9.2: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na zunanem ovoju .....                   | 94  |
| Preglednica 9.3: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prezračevanju .....                  | 95  |
| Preglednica 9.4: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri pripravi TSV .....                   | 96  |
| Preglednica 9.5: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri porabi električne energije .....     | 97  |
| Preglednica 9.6: Ocena energetskih potencialov pri vgradnji TČ .....                                | 98  |
| Preglednica 11.1: Predlagani ukrepi po scenariju 0 .....  | 107 |
| Preglednica 11.2: Predlagani ukrepi po scenariju 1 .....  | 108 |
| Preglednica 11.3: Predlagani ukrepi po Scenariju 2 – izbrani scenarij .....                         | 109 |
| Preglednica 11.4: Pregled zmanjšanja CO <sub>2</sub> glede na različne scenarije .....              | 110 |

## KAZALO SLIK

|   |    |
|---|----|
| Slika 0.1: Struktura povprečne letne rabe energije (levo) in stroškov (desno) energentov ter vodo .....                   | 12 |
| Slika 0.2: Primerjava energetskih kazalnikov .....  | 17 |
| Slika 0.3: Postopek izvedbe posameznih ukrepov .....  | 19 |
| Slika 1.1: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije .....  | 21 |
| Slika 2.1: Lokacija stavbe .....  | 25 |
| Slika 2.2: Prostorska situacija stavbe .....  | 26 |
| Slika 2.3: 3D posnetek prostorske situacije stavbe .....  | 26 |
| Slika 2.4: Posnetek tlorisa pritličja starejšega dela stavbe – I. FAZA .....  | 27 |
| Slika 2.5: Posnetek vzdolžnega prereza starejšega dela stavbe – I. FAZA .....   | 27 |
| Slika 2.6: Graf izmerjene temperature v knjižnici .....   | 34 |
| Slika 2.7: Graf izmerjene temperature v rdeči predavalnici .....  | 34 |
| Slika 3.1: Shema denarnih tokov .....   | 39 |
| Slika 4.1: Struktura stroška električne energije za november 2017 (levo) in daljinsko toploto december 2017 (desno) ..... | 42 |
| Slika 4.2: Efektivna cena daljinske energije .....  | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Slika 4.3: Efektivna cena električne energije za kWh .....   | 43 |
| Slika 4.4: Energijsko število obravnavane stavbe .....   | 44 |
| Slika 4.5: Poraba toplotne energije v kWh in letni strošek v EUR v zadnjih treh letih .....                        | 45 |
| Slika 4.6: Mesečna poraba toplotne energije za ogrevanje in TSV.....   | 46 |
| Slika 4.7: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in Tprim12.....                                | 47 |
| Slika 4.8: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in Tprim12.....                                | 47 |
| Slika 4.9: Letna poraba in stroški električne energije.....  | 48 |
| Slika 4.10: Mesečna poraba električne energije.....  | 49 |
| Slika 4.11: Letna poraba in stroški hladne vode .....  | 50 |
| Slika 4.12: Mesečna poraba hladne vode za posamezno leto.....  | 50 |
| Slika 5.1: Posnetek toplotne postaje – I. FAZA .....   | 53 |
| Slika 5.2: Posnetek razdelilnika ogrevanja v toplotni postaji – I. FAZA .....                                      | 53 |
| Slika 5.3: Posnetek toplotne postaje – II. FAZA .....  | 53 |
| Slika 5.4: Posnetek obtočnih črpalk – II. FAZA.....  | 53 |
| Slika 5.5: Radiator brez termostatskega ventila, ki je montiran za leseno oblogo – Predavalnica 3 – II. FAZA ..... | 54 |
| Slika 5.6: Ploščati radiator s termostatsko glavo .....  | 54 |
| Slika 5.7: Talni konvektorji v povezovalnem hodniku med .....  | 55 |
| Slika 5.8: Ploščati radiator brez termostatskega ventila .....   | 55 |
| Slika 5.9: Hranilnik TSV, kapacitete 2000 litrov – I. FAZA .....   | 56 |
| Slika 5.10: Toplotni izmenjevalec za TSV .....   | 56 |
| Slika 5.11: Hranilnik TSV, kapacitete 1300 litrov .....  | 56 |
| Slika 5.12: Cirkulacijska črpalka za TSV – II. FAZA.....   | 56 |
| Slika 5.13: Pisoarji s senzorjem in EMV ventilom .....   | 58 |
| Slika 5.14: Pisoarji brez senzorja in EMV ventila .....  | 58 |
| Slika 5.15: Umivalnik z enoročno mešalno baterijo .....  | 58 |
| Slika 5.16: WC z podometnim kotličkom brez varčevalne tipke .....  | 58 |
| Slika 5.17: Posnetek glavnega razdelilca .....   | 59 |
| Slika 5.18: Posnetek dizel-elektro agregata.....   | 59 |
| Slika 5.19: Posnetek glavne omarice z merilno garnituro .....  | 60 |
| Slika 5.20: Posnetek etažnega razdelilca .....   | 60 |
| Slika 5.21: Posnetek porabnikov v toplotni postaji .....   | 61 |
| Slika 5.22: Posnetek pisarniških porabnikov .....  | 61 |
| Slika 5.23: Posnetek klimatov .....  | 61 |
| Slika 5.24: Posnetek porabnikov v kuhinji .....  | 61 |
| Slika 25: Delovna 15-minutna moč za obdobje december 2018.....   | 62 |
| Slika 26: Delovna 15-minutna moč za obdobje junij 2018 .....   | 62 |
| Slika 27: Delovna 15-minutna moč za obdobje julij-avgust2018 .....   | 63 |
| Slika 28: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega tedna v zimskem obdobju .....              | 64 |
| Slika 29: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega tedna v avgustu .....                      | 64 |
| Slika 30: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega tedna konec avgusta .....                  | 65 |
| Slika 31: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega dneva.....                                 | 65 |
| Slika 32: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje dveh dni .....                                   | 66 |
| Slika 6.1: Posnetek severne fasade – I. FAZA.....  | 67 |
| Slika 6.2: Posnetek zahodne fasade – I.FAZA .....  | 67 |
| Slika 6.3: Posnetek južne fasade – I. FAZA.....  | 68 |
| Slika 6.4: Posnetek toplotne izolacije na tleh neogrevanega podstrešja – I.FAZA .....                              | 68 |
| Slika 6.5: Posnetek strehe - kritine – I.FAZA .....  | 68 |



|  |     |
|--|-----|
| Slika 6.6: Posnetek okna – I.FAZA .....  | 68  |
| Slika 6.7: Posnetek vzhodne fasade – II FAZA.....  | 69  |
| Slika 6.8: Posnetek severne fasade – II.FAZA .....   | 69  |
| Slika 6.9: Posnetek ravne strehe – II. FAZA .....  | 69  |
| Slika 6.10: Posnetek južne fasade – II FAZA.....   | 69  |
| Slika 6.11: Posnetek povezovalnega hodnika med starim in novim delom stavbe .....                    | 70  |
| Slika 6.12: Posnetek oken – II FAZA .....  | 70  |
| Slika 6.13: 3D-model stavbe za izračun gradbene fizike.....  | 70  |
| Slika 6.14: Struktura električne moči po področjih rabe .....  | 75  |
| Slika 6.15: Posnetek razsvetljave predavalnice v novem delu stavbe .....                             | 76  |
| Slika 6.16: Posnetek razsvetljave stopnišča v novem delu stavbe .....                                | 76  |
| Slika 6.17: Posnetek razsvetljave v seminarjih starejšega dela stavbe .....                          | 76  |
| Slika 6.18: Posnetek razsvetljave v pisarnah starejšega dela stavbe .....                            | 76  |
| Slika 6.19: Dovodne in odvodne rešetke v predavalnici 3.....   | 78  |
| Slika 6.20: Hladilna agregata RHOSS, TIP CWA/E in Icaeb1002201308.....                               | 78  |
| Slika 6.21: Klimatska naprava IMP KNMD 12/6 D25 .....  | 79  |
| Slika 6.22: Klimatska naprava IMP KNMD 9/9 D25 .....   | 79  |
| Slika 6.23: Klimatska naprava z obtočno in cirkulacijsko črpalko.....                                | 79  |
| Slika 6.24: Elektro krmilna omara za prezračevano napravo IMP KNMD 12/6 D25.....                     | 79  |
| Slika 6.25: Posnetek notranje enote split klimatske naprave v pisarni .....                          | 80  |
| Slika 6.26: Posnetek prezračevalnih rešetak na okenskih okvirjih starejšega dela stavbe .....        | 80  |
| Slika 6.27: Posnetek začetne ekranske slike CNS-a .....  | 81  |
| Slika 6.28: Grafični prikaz porazdelitve porabe električne (levo) in toplotne energije (desno) ..... | 82  |
| Slika 8.1: Izračunane mesečne toplotne izgube in dobitki za obravnavano stavbo .....                 | 86  |
| Slika 8.2: Toplotne izgube stavbe .....  | 86  |
| Slika 8.3: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – I. FAZA .....                      | 87  |
| Slika 8.4: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – II. FAZA .....                     | 88  |
| Slika 9.1: Shema upravljanja po SIST EN ISO 50001 .....  | 101 |
| Slika 11.1: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja .....                             | 107 |

## PRILOGE

Priloga 1: Osnovni podatki o stavbi  
Priloga 2.1: Organizacijski ukrepi  
Priloga 2.2: Investicijski ukrepi  
Priloga 3: Elaborat gradbene fizike – obstoječe stanje  
Priloga 4: Elaborat gradbene fizike – Scenarij 2 – izbrani scenarij celovite prenove  
Priloga 5: Izkaz energijskih lastnosti stavbe – Scenarij 2 – izbrani scenarij celovite prenove  
Priloga 6: Poročilo o meritvah trenutne mikroklima v izbranih prostorih  
Priloga 7: Poročilo o meritvah tedenskih meritvah temperature in vlage v izbranih prostorih  
Priloga 8: Poročilo o termografskem pregledu stavbe  
Priloga 9: Popis razsvetljave – svetil  
Priloga 10: Izjava izdelovalca, da vsi predlagani ukrepi izpolnjujejo minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti  
Priloga 11: Izjava izvajalca, da predlagani ukrepi upoštevajo vidike varstva pred hrupom  
Priloga 12: Lokacijska informacija za parcele na katerih se nahaja obravnavana stavba  
Priloga 13: Kulturnovarstvene usmeritve za obravnavno stavbo  
Priloga 14: Energetska izkaznica za obravnavano stavbo

## SLOVAR OKRAJŠAV

AB – armiranobetonski  
CNS – centralni nadzorni sistem  
CO<sub>2</sub> – ogljikov dioksid  
CFL – kompaktna fluorescentna svetilka  
DO – daljinska toplota  
EE – električna energija  
EVD – enostavna vračilna doba  
H'<sub>T</sub> – količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub [W/m<sup>2</sup>K]  
KGH – klimatizacija, gretje, hlajenje  
MOL – Mestna občina Ljubljana  
MT – mala oz. nizka tarifa  
MZI – Ministrstvo za infrastrukturo  
NN – nizkonapetostni (npr. razvod, sistem)  
OVE – obnovljivi viri energije  
PURES – Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 93/2008; spremembe: št. 47/2009, 52/2010)  
PZI – projekt za izvedbo  
Q<sub>NH</sub> – letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe [kWh/leto]  
REP – razširjeni energetski pregled  
PF – Pravna fakulteta  
SPTE – sočasna proizvodnja toplotne in električne energije  
TČ – toplotna črpalka  
TSV – topla sanitarna voda  
UL – Univerza v Ljubljani  
Ur. list RS – Uradni list Republike Slovenije  
URE – učinkovita raba energije  
VT – visoka oz. višja tarifa  
ZP – zemeljski plin

## 0 POVZETEK ZA POSLOVNO DOLOČANJE

Povzetek je napisan z namenom, da vodstvo in uporabniki na kratek in jedrnat način spoznajo vse pomembne elemente razširjenega energetskega pregleda (REP-a), ne da bi se morali ukvarjati z energetiko in posameznimi izračuni, ki so zajeti v pregledu. Izdelava novelacije razširjenega energetskega pregleda stavbe je bila naročena s strani Univerze v Ljubljani, Pravne fakultete (naročilnica št. 637/17). REP je izveden v skladu s Pravilnikom o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. list RS, št. 41/2016), metodologijo izvedbe energetskega pregleda (Ministrstvo za okolje in prostor, april 2007) in standardoma SIST ISO 50002 ter SIST EN 16247. Kot izhodišče za določitev ukrepov in njihovih učinkov je bilo z meritvami notranjega okolja (temperatura, relativna vlaga prostorov, osvetljenost in vsebnost CO<sub>2</sub>) in z analizo pridobljenih podatkov najprej ugotovljeno stanje stavbe.

### 0.1 Pomen oskrbe z energijo

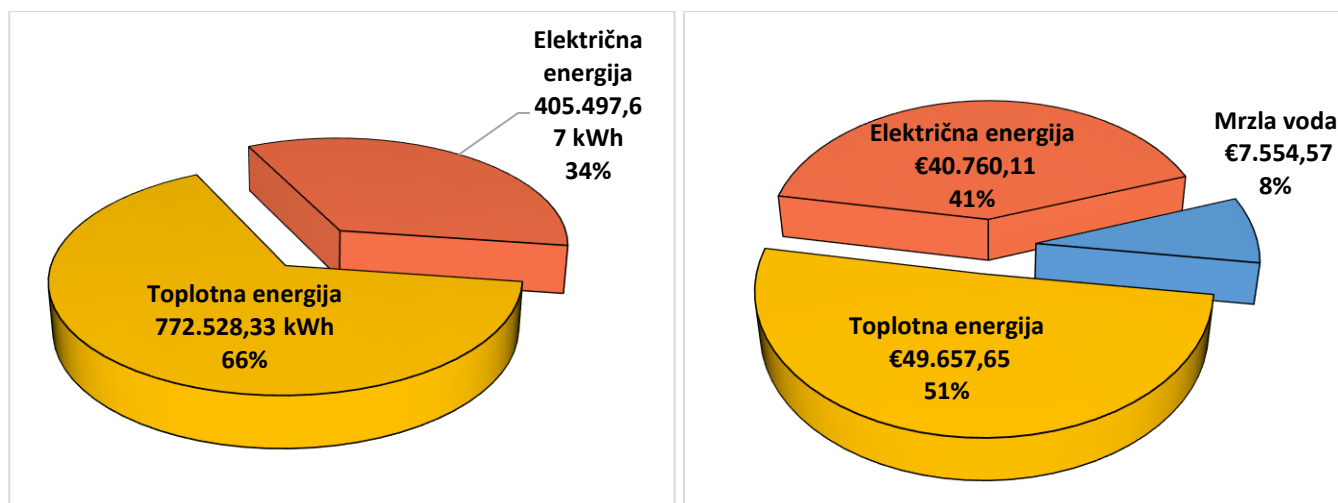
V vsaki stavbi morajo biti zagotovljeni primerni kakovostni bivalni oziroma delovni pogoji za uporabnike. Doseganje določenega ugodja in drugih zahtev (npr. opremljenost stavbe z določenimi napravami, toplo sanitarno vodo, povezave za prenos podatkov) je povezano z rabo energije. Kolikšna je raba energije v stavbi za posamezne potrebe je odvisno od same stavbe, integriranih naprav ter od potreb, zahtev in obnašanja uporabnikov. Prevelika poraba energije se odraža v večjih stroških, hkrati pomeni tudi negativen vpliv na okolico. V poročilu energetskega pregleda obravnavane stavbe so zbrani podatki o rabi posameznih vrst energije za različne namene ter stroški zanj. Hkrati je s pomočjo kazalcev rabe energije prikazano, kje je raba večja kot v primerljivih stavbah. Podani so možni ukrepi in ocena vlaganj za njihovo izvedbo.

### 0.2 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

V obravnavani stavbi Pravne fakultete, Univerze v Ljubljani se izvaja dejavnost visokošolskega izobraževanja, znanstvenih raziskav in pisarniška dejavnosti za upravljanje fakultete. Neprekinjena oskrba stavbe z energijo in vodo je ključnega pomena.

V nadaljevanju je prikazana struktura rabe energije za obdobje zadnjih treh zaključenih let. Vsi predstavljeni stroški energije v poročilu REP-a se zaradi lažje primerjave med leti navajajo brez davka na dodano vrednost (DDV-ja). Prav tako so brez DDV-ja podane tudi ocene investicijskih vrednosti za izvedbo predlaganih ukrepov in ocene stroškovnih prihrankov zaradi izvedbe ukrepov. Če povzamemo, so **v poročilu vse vrednosti z enoto v EUR (€) podane brez DDV-ja**. Referenčne vrednosti za analizo obstoječega stanja in analizo predlaganih ukrepov so bile izbrane in pridobljene z računov dobaviteljev posameznih energentov in mrzle vode. **Za referenčno obdobje je bilo izbrano obdobje zadnjih treh zaključenih let, tj. celotna leta 2015, 2016 in 2017.** Posamezne referenčne vrednosti za analizo energetskih varčevalnih potencialov za izbrano obdobje in določitev le-teh so natančneje predstavljene v poglavju 9.1.

Podatki o rabi in stroških energije ter hladne vode so bili pridobljeni iz računov dobaviteljev, in sicer za električno energijo za merilno mesto MM 3-312580, za toplotno energijo za merilno mesto 346-1 in za hladno vodo za odjemno mesto 42280/147917. Za vsa navedena merilna mesta so bili na voljo vsi mesečni podatki o stroških in rabi energije ter hladne vode za izbrano referenčno obdobje.



Slika 0.1: Struktura povprečne letne rabe energije (levo) in stroškov (desno) energentov ter vodo

Preglednica 0.1: Povprečna letna raba energije in stroški za izbrano referenčno obdobje

| Povprečje<br>2015 - 2017   | Poraba<br>energentov<br>[kWh/leto] | Stroški<br>energenta<br>[€/leto] | Emisije<br>CO <sub>2</sub><br>[t/leto] | Primarna<br>energija<br>(kWh/m <sup>2</sup> leto) | Energijsko število<br>[kWh/m <sup>2</sup> leto] |
|--|------------------------------------|----------------------------------|--|---|---|
| Toplotna energija  | 772.528,33                         | 49.657,65                        | 247,21                                 | 84,11   | 84,11   |
| Električna energija  | 405.497,67                         | 40.760,11                        | 198,69                                 | 110,37  | 44,15   |
| <b>Skupaj:</b>   | <b>1.178.026,00</b>                | <b>90.417,76</b>                 | <b>445,90</b>                          | <b>194,47</b>                                     | <b>128,25</b>                                   |
|  | <b>Poraba [m<sup>3</sup>/leto]</b> |                                  | <b>Stroški [€/leto]</b>                |   |   |
| Mrzla voda   | 3.216,00                           |                                  | 7.554,57                               |   |   |
| <b>Skupaj povprečni letni stroški za obdobje 2015 - 2017 [€/leto]:</b> |                                    |                                  |  |   | <b>97.972,33</b>                                |

Na podlagi zgoraj navedenih ugotovitev in podatkov o rabi energije ter hladne vode lahko ocenimo, da obravnavana stavba za delovanje porabi okoli 66 % toplotne energije za ogrevanje prostorov in pripravo tople sanitarne vode (TSV) ter 34 % električne energije za razsvetlavo, prezračevanje in napajanje ostalih električnih naprav v stavbi. Večina sredstev za obratovanje (51 %) se porabi za toplotno energijo oz. daljinsko toploto. Preostali del stroškov pa se porazdeli v naslednjih deležih: 41 % predstavlja električna energija in 8 % oskrba s hladno vodo iz vodovodnega omrežja.

### 0.3 Ključne ugotovitve

Ključne ugotovitve REP-a so:

- Obravnavana stavba za svoje delovanje oz. obratovanje uporablja dve vrsti energije, in sicer daljinsko toploto in električno energijo. Daljinska toplota se uporablja za ogrevanje, pripravo TSV. Električna energija pa za razsvetlavo, napajanje naprav v kuhinji, napajanje naprav v kotlovnici, prezračevanje in napajanje ostalih naprav, ki so potrebne za delovanje stavbe in izvajanje dejavnosti v stavbi.
- Poraba energije v analiziranem referenčnem obdobju, zadnjih treh zaključenih let (2015, 2016 in 2017), je glede na starost in stanje stavbe relativno ugodna, saj znaša energijsko število za toplotno energijo 84 kWh/m<sup>2</sup>, za električno energijo pa 44 kWh/m<sup>2</sup>.
- Po mnenju uporabnikov in pridobljenih podatkih iz meritev mikroklimе ocenjujemo, da je temperaturno ugodje v zimskem času zadovoljivo, v poletnem pa slabše in neugodno, predvsem zaradi visokih temperatur in pregrevanja objekta. Režim ogrevanja je izveden glede na zunanjo temperaturo.

- Temperatura v prostorih se regulira z radiatorskimi ventili ali toplozračnim ogrevanjem preko prezračevalnih naprav.
- Obravnavana stavba je bila v letu 2000 celovito prenovljena. Prenovljen je bila zunanji toplotni ovoj stavbe, strojne in elektro instalacije.
  - Na fasadi je nameščene med 5 in 8 cm toplotne izolacije. Na starejšem delu stavbe (I. FAZA) je ta nameščena na notranji strani zunanjih zidov, v debelini 8 cm. Na novejšem delu pa na zunanji, manjša površina kot kontaktna tankoslojna fasada v debelini 5 cm, večji del fasade pa kot prezračevana fasada s kamnit zaključno oblogo in 8 cm toplotne izolacije iz mineralne volne.
  - Toplotna energija se pripravlja v dveh ločenih toplotnih postajah na daljinsko toploto, ki sta bili prav tako prenovljeni leta 2000. V obeh toplotnih postajah so vgrajene frekvenčno vodene obtočne črpalke, mešalni ventili na elektro pogone, prav tako so toplotno izolirani tudi vsi razvodi. Toplotna postaja se deloma upravlja oz. nadzoruje iz CNS, ki je bila prav tako vzpostavljen ob prenovi.
  - V sklopu obeh toplotnih postaj se pripravlja tudi TSV, in sicer v akumulatorjih kapacitete 1300 litrov (II. FAZA) in 2000 litrov (I. FAZA). Uporabnik je v času ogleda objekta navedel, da imajo težave s akumulatorjem v toplotni postaji novejšega dela stavbe, saj ta ne pripravlja učinkovito in dovolj hitro zadovoljivo količino TSV pri večjih odjemih. Predlagamo, da se v sklopu predlaganih ukrepov zamenja tudi obstoječi akumulator kapacitete 1300 litrov in naprava za mehčanje vode oz. izločanje apnenca iz vode, da se onemogoči nastajanje vodena kamna v sistemu.
  - Objekt se prezračuje naravno in mehansko. Večji prostori, kot so predavalnice, knjižnica, seminarji, kuhinja se prezračujejo centralno preko klimatov letnik 2000. Večina prezračevalnih naprav ima vgrajene rekuperatorje. Sanitarije, shrambe in jaški dvigal se prezračujejo z odvodnimi ventilatorji. Preko CNS je možno delno upravljati tudi klimate, možno je nastavljanje urnikov delovanja in parametrov vpiha.
  - Napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrba z električno energijo je popolna. Električne naprave in razdelilci NN-razvodov so bili prav tako prenovljeni leta 2000, ter so primerno vzdrževani in omogočajo normalno delovanje.
  - Razsvetljava v prostorih je učinkovita, saj je izvedena iz fluorescentnih sijalk T5 in elektronski predstikalnih naprav ter varčnih sijalk. Klasičnih žarnic na žarilno nitko ali klasičnih fluorescentnih svetilk ni. Velik delež razsvetljave predstavljajo svetilke s fluorescentnimi sijalkami.
  - Največji problem oz. težavo v obravnavanem objektu, po pogovorih z uporabniki stavbe, pregleda obstoječega stanja in v sklopu analiz razširjenega energetskega pregleda predstavlja neugodno bivalno okolje v poznih spomladanskih, poletnih in zgodnjih jesenskih dni. V času izvajanja meritev so temperature v prostorih narastle tudi na 30 °C in več. Ne ugodno bivalno okolje tako vpliva na storilnost in zdravje ljudi, ki se pritožujejo nad visokimi temperaturami. Delna posledica visokih temperatur je tudi velika frekvenca ljudi oz. zasedenost prostorov in delovanje prezračevalnih naprav, ki nimajo vgrajenih hladilnih sistemov in se oskrbujejo iz zunanjega zraka.
  - Glede na vse zgoraj navedene ključne ugotovitve, ugotavljamo, da so najprimernejši investicijsko-tehnični ukrepi za izboljšanje notranjega okolja in energetske učinkovitosti stavbe prenova oz. nadgradnja obstoječega prezračevalnega sistema ter nadgradnja s hladilnim sistemom, namestitev dodatne toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju, zamenjava akumulatorja TSV v toplotni postaji novejšega dela stavbe, nadgradnja obstoječega CNS-a in vzpostavitev digitalnega obratovalnega monitoringa skupaj z vzpostavitvijo energetskega upravljanja skladno s standardom SIST EN ISO 50001.
  - Predlaga se izvedba centralnega hladilnega sistema za celotno stavbo (I. FAZA in II. FAZA) s kapacitetami za pokrivanje potreb po hlajenju prostorov, in sicer: hodnikov I. FAZA, jedilnica, kuhinja, kabineti, predavalnice N1 do N5, knjižnica, arhiv, hodniki II. FAZA in kriminalistični inštitut. Analizirana je bila tudi primerjava med pripravo hladu s pomočjo reverzibilne TČ in hladilnim agregatom. V primerjavi s hladilnim agregatom je investicija v TČ voda/voda dražja za okoli 95.000 € in bi se v primerjavi s hladilnim agregatom povrnila v 10 letih, nato pa v naslednjih letih prinašala dodatne stroškovne prihranke pri pripravi toplotne energije.
  - V sklopu REP smo pri pristojnih inštitucijah preverili tudi možnost izrabe toplotne energije iz Ljubljane ali podtalnice. V bližini Ljubljane so na razpolago večje količine za odjem, te pa se nato zmanjšujejo proti hribini-griču. Glede na prostorske in zakonodajne zahteve je možno koriščenje vodnega vira, vendar je potrebno, v kolikor se bo naročnik odločil za ta način pridobivanja toplotne energije, v sklopu

- izdelave PZI dokumentacije, preveriti količino možne izrabe vode, glede na potrebe izračunane v PZI projektu.
- Za znižanje rabe energije je smiselno v prvi vrsti izvajati predvsem mehke (organizacijske) ukrepe, saj zahteva sistematično vplivanje na energetsko učinkovito vedenje uporabnikov najmanjše investicije in ima najkrajše vračilne dobe. Predlagani so tudi nekateri organizacijski ukrepi v navezavi z manjšimi denarnimi vlaganji, npr. izvedba energetskega monitoringa.
  - Poleg uporabnikov so pomembni vidiki tudi usposabljanje tehničnega osebja ter vzpostavitev ciljnega spremljanja delovanja in vzdrževanja (načrtovanje stroškov za energijo, preventivno in investicijsko vzdrževanje). Pomembno je, da usposobljeno osebje pozna delovanje sistema na urni ravni, saj lahko v tem primeru odstopanja ugotavlja sproti, vpogled v delovanje pa je možen tudi za nazaj. Zato sta potrebni namestitve ustreznih senzorjev in merilnikov za daljinsko odčitavanje ter vzpostavitev ustreznega informacijskega sistema.

## 0.4 Možni prihranki in potrebna vlaganja

V REP-u so nakazane možnosti učinkovite rabe energije (URE) oz. zmanjšanja stroškov ogrevanja, porabe električne energije in vode. Analizirani so bili ekonomsko upravičeni ukrepi, za katere je bila ocenjena doba vračanja vloženih sredstev. Predlagani ukrepi so ločeni na organizacijske in investicijske ukrepe. Vsi predlagani ukrepi vplivajo na URE in znižanje stroškov ter se razlikujejo po dobi vračanja vloženih finančnih sredstev in po nujnosti izvajanja posameznega ukrepa.

Osnovni nabor ukrepov je bil korigiran na podlagi korespondenc z naročnikom, tehnične rešitve pa so bile opredeljene s pomočjo zunanjih sodelavcev za posamezna področja. Na ta način so bile upoštevane tudi omejitve pri izvajanju ukrepov za varčevanje z energijo in za znižanje stroškov vzdrževanja. Vrednosti in podane usmeritve investicij so okvirne, kot je to običajno na nivoju REP-a. Za natančne tehnične rešitve za posamezen ukrep je potrebna izdelava projektov za izvedbo (PZI), v okviru katerih se ukrepi podrobno obravnavajo, izdelajo se tudi natančni projektantski popisi. Projekt prenove mora poleg opisa tehničnih ukrepov vsebovati tudi opise možnih tveganj zaradi njihovega posamičnega ali medsebojnega vpliva ter navodila uporabnikom za omejevanje tveganj s preventivnimi in popravnimi ukrepi. Vsi predlagani ukrepi izpolnjujejo zahteve Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (UL RS 52/2010), ukrepi vezani na področje prezračevanja in klimatizacije, pa naj v največji možni meri sledijo Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1 in 61/17 – GZ).

Z izrazom »celovita energetska prenova« označujemo usklajeno izvedbo ukrepov URE na ovoju stavbe (npr. fasada, streha, tla) in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava tople vode) na način da se, kolikor je to tehnično mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičen potencial za energetsko prenovalo. Glavna prednost celovitega pristopa je možnost medsebojne optimizacije posameznih ukrepov v eni sami obsežnejši operaciji. Poročilo REP-a vsebuje več scenarijev, ki izhajajo iz finančnih, organizacijskih in strateških zmožnosti in usmeritev investitorja.

V REP-u so obravnavani trije scenariji:

- Ničti scenarij predstavlja ukrepe z minimalnimi stroški investicije, gre predvsem za organizacijske ukrepe.
- Prvi scenarij predstavlja celovito energetsko prenovalo, kjer se zagotovi zahtevi po skoraj nič-energijski prenovi in zahtevam Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES-a) ne glede na ekonomsko upravičenost, stavbe ki spadajo pod zaščito kulturne dediščine so izvzete iz zahtev PURES-a.
- Drugi scenarij predstavlja izbrani scenarij, in sicer celoten tehnično izvedljiv in ekonomsko upravičen potencial ukrepov v/na stavbi. To je izbrana varianta oz. paket izbranih ukrepov, ki so bili po analizi prepoznani kot najbolj upravičeni iz vidika zagotavljanja čim boljšega notranjega bivalnega ugodja in energetske učinkovitosti stavbe glede na zahteve ZVKDS.

Preglednica 0.2: Predlagani ukrepi po Scenariju 0

| Št.                              | Opis ukrepa  | Možni letni prihranki |           |                         |         | Stroški izvedbe | Vračilni rok | Prioriteta     |
|----------------------------------|--|-----------------------|-----------|-------------------------|---------|-----------------|--------------|----------------|
|                                  |  | Toplota               | Elektrika | Emisije CO <sub>2</sub> | Stroški | Skupaj          |              |                |
|                                  |  | MWh                   | MWh       | kg CO <sup>2</sup>      | EUR     | EUR             | let          |                |
| ORGANIZACIJSKI UKREPI            |  |                       |           |                         |         |                 |              |                |
| 1.                               | Organizacijski ukrepi<br>Ozaveščanje in izobraževanje<br>Vzdrževanje | 19,28                 | 8,11      | 10.144                  | 2.057   | 3.500 €         | 2            | I.<br>I.<br>I. |
| SPECIFIČNI ORGANIZACIJSKI UKREPI |  |                       |           |                         |         |                 |              |                |
| 2.                               | Nadgradnja CNS + Monitoring + energetsko upravljanje                 | 12,85                 | 4,05      | 6.100                   | 1.236   | 10.000          | 8            | II.            |
| SKUPAJ VSI ORG. UKREPI           |  | 32,14                 | 12,16     | 16.244                  | 3.293   | 13.500          | 4            |                |

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Preglednica 0.3: Predlagani ukrepi po Scenariju 1

| Št.                           | Opis ukrepa  | Možni letni prihranki |           |                         |         | Investicija  | Vračilni rok | Prioriteta |
|-------------------------------|--|-----------------------|-----------|-------------------------|---------|--------------|--------------|------------|
|                               |  | Toplota               | Elektrika | Emisije CO <sub>2</sub> | Stroški | Skupaj       |              |            |
|                               |  | MWh                   | MWh       | kg CO <sup>2</sup>      | EUR     | EUR brez DDV | let          |            |
| TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 0.                            | Organizacijski ukrepi  | 22,56                 | 9,25      | 11.752                  | 2.383   | 16.000,00    | 7            | I.         |
|                               | Nadgradnja CNS + Monitoring + energetsko upravljanje                               |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 1.                            | Ukrepi na ovoju objekta  | 20,98                 |           | 6.712                   | 1.351   | 19.060,00    | 14           | I.         |
|                               | Namestitev toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju - I. FAZA     |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Namestitev toplotna izolacije na ravno streho - II. FAZA                           |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Namestitev toplotne izolacije na fasado - II. FAZA                                 |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata) - II. FAZA                            |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Tla na terenu  |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Skupaj   |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 2.                            | Ukrepi na strojnih sistemih  |                       | -56,91    | -27.886                 | -5.722  | 726.000,00   | -127         | I.         |
|                               | Posodobitev obstoječega prezračevalnega sistema in nadgradnja s hladilnim sistemom |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Sanacija akumulatorja za TSV - II. FAZA  |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Skupaj   |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI     |  | 101,17                | -47,66    | 9.019                   | 1.724   | 1.504.290,00 | 872          |            |

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.



**Preglednica 0.4: Predlagani ukrepi po Scenariju 2 – IZBRANI SCENARIJ**

| Št.                           | Opis ukrepa  | Možni letni prihranki |           |                         |         | Investicija  | Vračilni rok | Prioriteta |
|-------------------------------|--|-----------------------|-----------|-------------------------|---------|--------------|--------------|------------|
|                               |  | Toplota               | Elektrika | Emisije CO <sub>2</sub> | Stroški | Skupaj       |              |            |
|                               |  | MWh                   | MWh       | kg CO <sup>2</sup>      | EUR     | EUR brez DDV | let          |            |
| TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 0.                            | Organizacijski ukrepi  | 24,77                 | 9,25      | 12.458                  | 2.525   | 16.000,00    | 6            | I.         |
|                               | Nadgradnja CNS + Monitoring + energetsko upravljanje                               |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 1.                            | Ukrepi na ovoju objekta  | 20,98                 |           | 6.712                   | 1.351   | 19.060,00    | 14           | I.         |
|                               | Namestitev toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju - I. FAZA     |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Skupaj   |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 2.                            | Ukrepi na strojnih sistemih  |                       | -56,91    | -27.886                 | -5.722  | 726.000,00   | -127         | II.        |
|                               | Posodobitev obstoječega prezračevalnega sistema in nadgradnja s hladilnim sistemom |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Sanacija akumulatorja za TSV - II. FAZA  | 2,50                  |           | 800                     | 161     | 2.500,00     | 16           | I.         |
|                               | Skupaj   | 2,50                  | -56,91    | -27.086                 | -5.561  | 728.500,00   |              |            |
|                               |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI     |  | 48,25                 | -47,66    | -7.916                  | -1.684  | 763.560,00   |              |            |

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

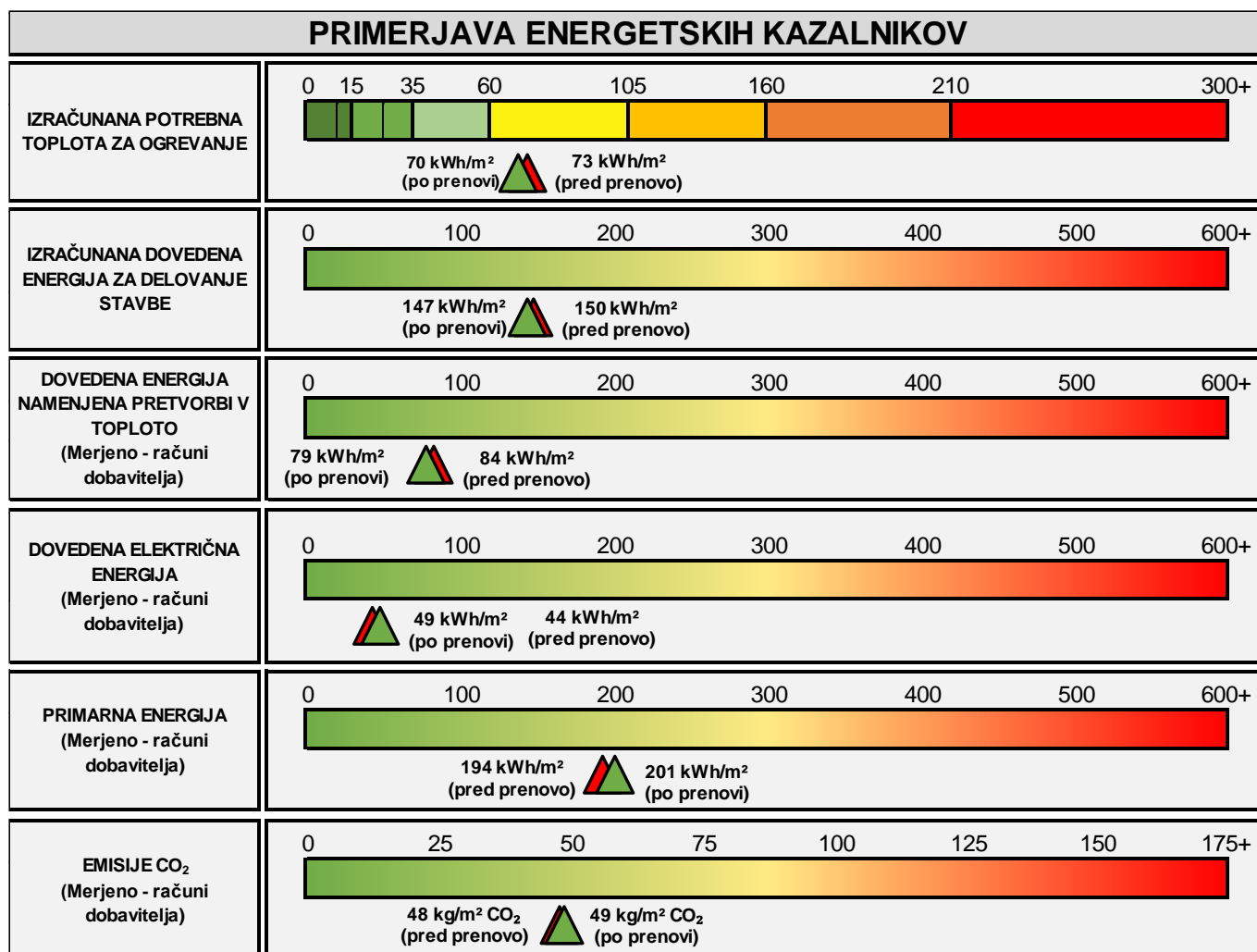
## 0.5 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom (krajše EZ-1, Ur. list RS, št. 17/14 in 81/1,) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje razred, v katerega se posamezna stavba uvršča. Stavba Pravne fakultete spada v območje registrirane nepremičnine kulturne dediščine. Energetska izkaznica za obravnavno stavbo sicer ni potrebna v skladu z 6. odstavkom 334. člena Energetskega zakona (za stavbe, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine ni potrebno izdelati energetsko izkaznico), vendar jo je naročnik kljub temu dal v izdelavo, ta je dostopna preko spletnega mesta RS Prostorski portal. Izdelana merjena energetska izkaznica je tudi priložena k poročilu REP-a.

### 0.5.1 Energetski kazalniki pred in po izvedbi celovite skoraj nič-energijske prenove – izbrani scenarij – scenarij 2

Z rdečo puščico je označeno trenutno stanje stavbe, z zeleno pa stanje po energetski prenovi po Scenariju 2.





Slika 0.2: Primerjava energetskih kazalnikov

## 0.6 Napotki za izvedbo ukrepov

Izvajanje ukrepov, opredeljenih na podlagi energetskega pregleda, je v veliki meri odvisno od vodstva ustanove/organizacije. Za izvedbo ukrepov je potrebna strokovno usposobljena oseba (energetski upravljavalec). V kolikor ustanova ne razpolaga s takšno osebo, lahko najame ustreznega zunanega izvajalca, ki je zadolžen za doseganje kazalnikov energetske učinkovitosti stavbe. Ključnega pomena pri izvajanju energetskega vodenja je sodelovanje odgovornih oseb v ustanovi z energetskim upravljavcem.

### 0.6.1 Organizacijski ukrepi

Z organizacijskimi ukrepi je možno z razmeroma nizkimi stroški prihraniti precejšno količino energije. Izvedba organizacijskih ukrepov predstavlja prvi korak k učinkoviti rabi energije v stavbah, in je osnova za vse nadaljnje investicijske ukrepe.

Podrobnejši opis organizacijskih ukrepov je predstavljen v poglavju 10. Najpomembnejši organizacijski ukrepi, ki jih predlagamo, so:

- Spremljanje temperature v prostoru v času ogrevanja. Temperaturo v prostorih je potrebno redno spremljati in jo vzdrževati glede na priporočeno, ki znaša 21 °C (± 2 °C) – odvisno od namembnosti prostora

- in pravilnikov, ki veljajo za obravnavano stavbo. Za enostavno izvajanje ukrepa je potrebno v nekatere prostore vgraditi termometre.
- Uvajanje energetskega upravljanja stavbe oz. institucije. Uvajanje sistema upravljanja z energijo opredeljuje Standard ISO 50001:2011 – Sistem upravljanja z energijo. S sistemom upravljanja z energijo uporabniki nadzorujejo in učinkovito upravljajo z energijo s ciljem zmanjševanja njene rabe. Po strukturi je Standard EN 50001 podoben okoljskemu standardu ISO 14001. Sistem upravljanja z energijo temelji na prepoznavanju in rednem pregledovanju pomembnih energetskih kazalnikov.
  - Uvajanje pravilnega in nadzorovanega naravnega prezračevanja, ko večkrat za kratek čas (5 minut) intenzivno prezračimo prostor. Najbolj razširjena metoda je zračenje z odpiranjem oken. Pri tem ločimo dolgotrajno in kratkotrajno zračenje. Kot dolgotrajno zračenje ali zračenje s priprtimi okni lahko označimo odpiranje oken z zvrščanjem v polvertikalni položaj (zgoraj priprta okna), ki ostanejo priprta večino dneva ali noči. S tem načinom omogočimo 1- do 4-kratno izmenjavo zraka v prostoru. Tak način predstavlja v hladnih dneh veliko izgubo toplotne energije, potrebne za ogrevanje. Zaradi hladnejšega in manj vlažnega zraka se v prostoru hitreje znižuje relativna vlaga zraka in pospešuje gibanje prahu. Podhlajujejo se tudi površine v neposredni okolici okna. Veliko primernejše je kratkotrajno in intenzivno zračenje prostorov z odpiranjem oken. V enakomernih časovnih intervalih (npr. vsake tri ure) za kratek čas (5–10 minut) odpremo okna na stežaj. V tem času znaša izmenjava zraka med 9- in 15-krat, kar pomeni, da se celotna količina zraka zamenja v 4–8 minutah.
  - Sprotno spremljanje in merjenje porabe vseh energentov. Za ta dela je potrebno določiti tehnično usposobljenega delavca (energetski upravitelj), ki bi z vso odgovornostjo izvajal monitoring in nadzor nad porabljenimi energijami, s tem pa posredno izvajal energetske upravljanje stavbe. Energetski upravitelj pripravi na koncu leta za vodstvo zavoda letno poročilo o porabi in stroških energije za preteklo leto po posameznih mesecih ter izdela okvirni načrt rabe energije. Poda tudi morebitne organizacijske in tehnično-investicijske ukrepe za prihodnje leto, s katerimi bi zmanjšali porabo energije.
  - Ugašanje naprav, ko le-te niso v uporabi. V tem oziru se predlagata uporaba električnih porabnikov glede na obratovanje stavbe (izklapljanje električnih naprav ob vikendih, praznikih in kolektivnih dopustih) in redno izklapljanje električne opreme po končani uporabi.

## 0.6.2 Investicijski ukrepi

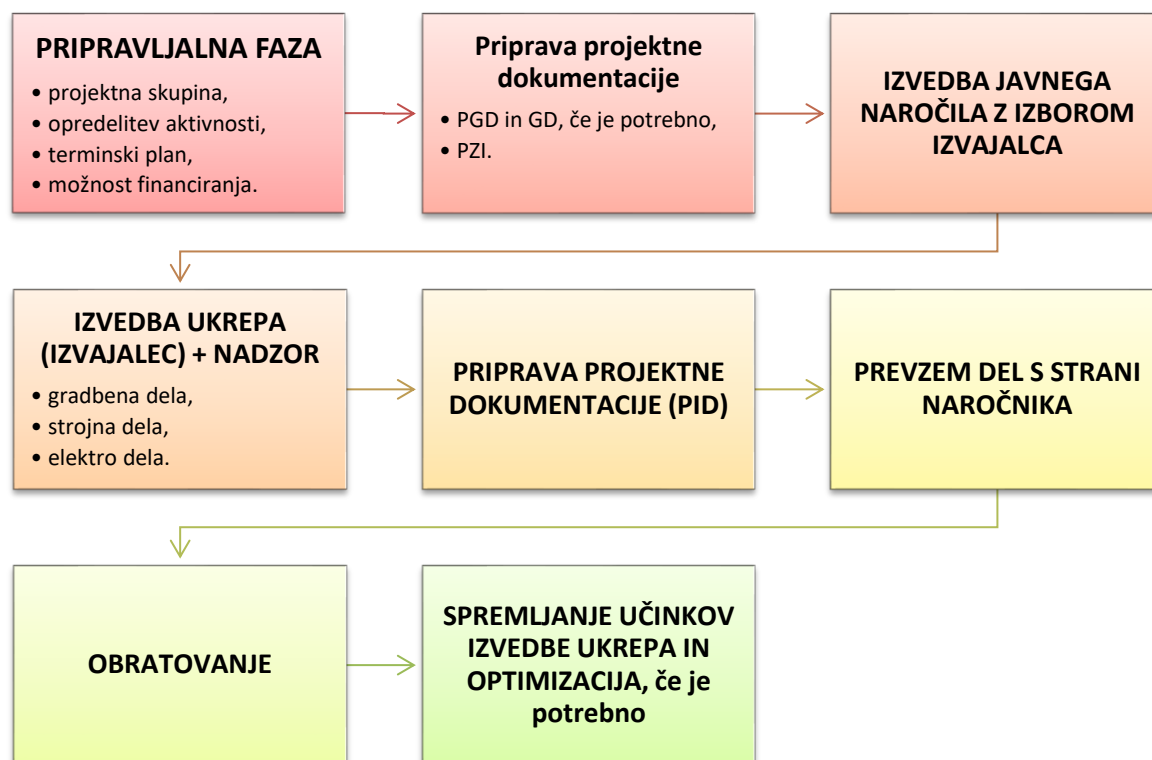
Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na stroške, potrebne za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko slednje delimo na:

- ukrepe, ki se nanašajo na enostavnejša dela, ki jih lahko v sklopu rednih ali izrednih vzdrževalnih del opravi vzdrževalec sam (npr. zamenjava termostatskega ventila, zamenjava kotlička za splakovanje),
- ukrepe, za katere ni potrebno izdelati dodatne dokumentacije (npr. projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za izvedbo del); naročilo se lahko odda na podlagi popisa del v energetskem pregledu,
- ukrepe, za katere je predhodno potrebno izdelati projektno dokumentacijo, na podlagi katere se izvede ukrep.

Ko se izbere najustreznejši scenarij investicijskih ukrepov, naj se za izvedbo vsakega posameznega ukrepa izvede ustrezna pripravljalna faza, v kateri se opredelijo vse aktivnosti, ki so potrebne za izvedbo (npr. priprava projektna dokumentacije, pridobitev gradbenega dovoljenja, izvedba javnega naročila za gradbena dela, izbira strokovnega nadzora – gradbeni nadzor, strojni nadzor, elektro nadzor, oblikovanje projektna skupine, ki bo skrbela za izvedbo ukrepa), podrobni terminski plan ter preučijo možnosti financiranja ukrepa.

Po zaključku izvedbe posameznega ukrepa naj se zagotovi spremljanje rezultatov/učinkov izvedbe ukrepa in v kolikor pričakovani rezultati/učinki niso doseženi, naj se preučijo možnosti za optimizacijo rezultatov/učinkov.

Za lažje razumevanje, kako pristopiti k izvajanju investicijskega ukrepa, so v spodnji sliki prikazani predvideni koraki za izvedbo ukrepa.



Slika 0.3: Postopek izvedbe posameznih ukrepov

## 0.7 Možni viri financiranja

Pred izvedbo tehničnih ukrepov je potrebno preučiti vse možnosti financiranja, vključno s pridobivanjem nepovratnih državnih, evropskih sredstev in nepovratnih sredstev, ki so na voljo s strani dobaviteljev energije.

Pri vsakem projektu je potrebno pred izvajanjem pregledati možnosti za pridobitev nepovratnih sredstev preko različnih razpisov v Republiki Sloveniji, možnosti črpanja sredstev iz evropskih skladov, ugodnega kreditiranja (Eko sklad) ter ostalih potencialnih virov financiranja (npr. ESCO model pogodbenišтва, javno-zasebno partnerstvo).

Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014–2020 je strateški izvedbeni dokument, ki bo podlaga za črpanje 3,2 milijarde evrov razpoložljivih sredstev iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR), Evropskega socialnega sklada (ESS) in Kohezijskega sklada (KS) v obdobju 2014–2020. V okviru četrtega tematskega cilja "trajnostna raba, proizvodnja energije in pametna omrežja" bodo podprte naslednje prednostne naložbe:

- podpora energetske učinkovitosti in uporabi obnovljivih virov energije v javni infrastrukturi, vključno v javnih stavbah in stanovanjskem sektorju,
- spodbujanje proizvodnje in distribucije energije, ki izvira iz obnovljivih virov,
- razvoj in uporaba pametnih distribucijskih sistemov, ki delujejo pri nizkih in srednjih napetostih,
- spodbujanje nizkoogljičnih strategij za vse vrste območij, zlasti za mestna območja, vključno s spodbujanjem trajnostne multimodalne urbane mobilnosti in ustreznimi omilitvenimi prilagoditvenimi ukrepi.

V okviru tematskega cilja bo največ sredstev namenjeno spodbujanju naložb v energetske sanacije stavb, ki predstavlja velik potencial za zmanjšanje rabe energije.

## I. SPLOŠNI DEL

Številni primeri iz prakse v zvezi s pripravo in realizacijo ukrepov URE kažejo na to, da se jih podjetja in ustanove lotevajo parcialno, nepovezano z ostalimi ukrepi, brez kompleksne analize celotne problematike oskrbe in rabe energije. Tak parcialni pristop lahko privede do tehnično in ekonomsko neustreznih rešitev.

Predpogoj programa za URE stavbe je REP, ki nudi vodstvu ustanove napotke za organizacijske spremembe oz. kakovostne investicijske odločitve. Njegov glavni sestavni del je predlog možnih ukrepov z določenimi prioritetami. REP je narejen skladno s Pravilnikom o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. list RS, št. 41/2016), Metodologijo izvedbe energetskega pregleda (Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Ljubljana, april 2007), standardoma SIST ISO 50002 in SIST EN 16247 in po navodilih iz Priročnika za izvajalce energetskega pregleda. Pri izdelavi REP-a smo upoštevali tudi Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020.

Podatki za izdelavo končnega poročila so bili zbrani s pomočjo zaposlenih na Univerzi v Ljubljani. Stavbo in naprave smo si na kraju samem tudi ogledali. Podatki o stroških za energijo so bili zbrani na osnovi pridobljenih podatkov za energetske vire za obdobje 2015–2017. Na ta način so bili zbrani podatki o porabljeni toplotni in električni energiji ter hladni vodi. Podatki o gradbenih elementih so bili pridobljeni iz obstoječe projektne dokumentacije in s pomočjo ogleda stavbe, tako da predstavljeni podatki predstavljajo dejansko stanje v naravi. Na enak način so bili zbrani podatki o napravah, vgrajenih v energetski sistem, in drugi podatki, potrebni za izdelavo poročila.

Dokumentacija, ki je bila na voljo v času izvedbe energetskega pregleda, je naslednja:

- Načrt arhitekture, Pravna fakulteta – I. FAZA, PID, oktober 2000.
- Načrt arhitekture, Pravna fakulteta – II. FAZA, PID, oktober 2000.
- Načrt električne napeljave, naprave in oprema, Pravna fakulteta – I. FAZA, PID, št. načrta: MB-64/9-00, oktober 2000.
- Načrt električne napeljave, naprave in oprema, Pravna fakulteta – II. FAZA, PID, št. načrta: MB-78/10-00, oktober 2000.
- Strojne instalacije, ogrevanje, prezračevanje, vodovod in kanalizacija, Pravna fakulteta – 1. FAZA, PID, št. projekta: 80003, oktober 2000.
- Strojne instalacije, ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, vodovod, Pravna fakulteta – 2. FAZA, PID, št. projekta: 80003, oktober 2000.
- Podatki o porabi in stroških toplotne ter električne energije za leta 2015, 2016 in 2017: posredovani s strani naročnika.
- Požarni red, ZVD/PR/MV799, december 2003,
- Korespondenca (pisna ali ustna) z zaposlenimi v podjetju Petrol d. d. in Univerze v Mariboru.

## 1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Namen izdelave novelacije REP-a Pravne fakultete Univerze v Ljubljani je bila izdelava ocene energetskega varčevalnega potenciala stavbe, analiza obstoječega energetskega stanja z vidikov ogrevanja, rabe tople in hladne vode ter porabe električne energije. Z energetsko analizo želimo poiskati energetske neučinkovita mesta in nakazati možnosti za njihovo prenovo. Na podlagi REP-a namerava investitor oz. lastnik stavbe pridobiti nepovratna sredstva za prenovo stavbe. Pregled zajema tri faze:

- posnetek obstoječega energetskega stanja stavbe (toplotna in električna energija),
- analizo stanja in
- možnosti za znižanje porabe energije in stroškov energentov.

Najpomembnejši element REP-a je analiza energetskega stanja stavbe z naborom možnih ukrepov za URE. Analiza je podrobno predstavljena v nadaljevanju poročila in v pripadajočih prilogah.

REP navedene stavbe zajema:

- analizo energetskega stanja in upravljanja z energijo,
- analizo porabe energije in njenih stroškov,
- analizo mikroklima prostorov,
- določitev nabora možnih ukrepov za URE,
- analizo izbranih ukrepov s prioriteto listo izvajanja,
- izdelavo povzetka za poslovno odločanje in njegovo predstavitev naročniku.

Cilji energetskega pregleda so sledeči:

- osveščanje, motiviranje in informiranje vseh deležnikov,
- evidentiranje ter analiza možnih ukrepov učinkovite rabe energije,
- uvajanje ciljnega spremljanja rabe energije,
- takojšnje izvajanje organizacijskih ukrepov,
- ekonomski prihranki,
- priprava podatkov za izvajanje investicijskih ukrepov.

Cilj REP-a je izdelava dokumentacije energetskega izkaza stavbe, na osnovi katerega se lahko lastnik in investitor (Univerza v Ljubljani) odloča za izvedbo primernih ukrepov URE in obnovljivih virov energije (OVE) v kratkoročnem, srednjeročnem in dolgoročnem obdobju. REP se pripravlja v sklopu aktivnosti priprave dokumentacije za koriščenje nepovratnih sredstev za celovito energetsko obnovo stavb v okviru kohezijske politike za obdobje 2014–2020. REP je izveden tako, da bo naročniku v največji možni meri omogočeno črpanje nepovratnih sredstev in je običajno obvezen za prijavo na posamezne razpise za dodelitev nepovratnih sredstev in izdelavo verodostojne vloge.



Slika 1.1: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije

## 2 UVOD

V REP-u obravnavamo celotno stavbo Pedagoške Fakultete, ki se nahaja na naslovu Poljanski nasip 2 in Kopitarjeva ulica 6, Ljubljana. Stavba je namenjena izobraževanju visokošolskega pravnega kadra. Po enotni klasifikaciji CC-SI spada stavba pod stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (CC-SI oznaka 12630).

Pravno fakulteto Univerze v Ljubljani sestavljata dve stavbi in sicer, stavba s ID številko 2008 in 2009. Stavba je namenjena je izobraževanju študentov prava na prvi in drugi bolonjski stopnji, kot tudi doktorskim študijem in mednarodnemu sodelovanju na področju prava. Energetski pregled je bil izdelan za stavbo kot celoto, ki je sestavljena iz treh stavb, ki so med seboj povezane. Skladno z dogovorom z naročnikom, se v sklopu razširjenega energetskega pregleda velik poudarek nameni notranjemu bivalnemu udobju oz. okolju, saj ta predstavlja eno od bistvenih zahtev za zagotavljanje kvalitetnega in zdravega okolja na delovnem mestu oz. izobraževalni ustanovi.

Dejavnosti v stavbi se izvajajo med tednom, od ponedeljka do petka, med 7. uro zjutraj in 20. uro zvečer. V dopoldanskem času fakulteto večinoma obiskujejo redni študentje, medtem ko se v popoldanskem času izvaja izredno izobraževanje. Med vikendom dejavnosti v stavbi ne potekajo, zato ogrevalni režim deluje na znižanem obratovalnem režimu.

Skupno povprečno letno energijsko število stavbe (toplotna in električna energija), ocenjeno na podlagi pridobljenih podatkov za zadnja tri zaključena leta, znaša 128,25 kWh/m<sup>2</sup>, kar jo uvršča med srednje porabnike energije.

### 2.1 Splošni podatki o stavbi

|                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| Naziv stavbe:                  | Pravna fakulteta Univerza v Ljubljani                        |   |
| Lokacija:                      | Poljanski nasip 2 in Kopitarjeva ulica 6, Ljubljana          |   |
| CC-SI klasifikacija:           | 12630 Stavba za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo |   |
| Varstvo kulturne dediščine:    | DA   |   |
| Koordinati stavbe:             | GKY = 462535, GKX = 100933                                   |   |
| Katastrska občina:             | 1727 Poljansko predmestje                                    |   |
| Deli stavbe:                   | <b>2008</b>  | <b>2009</b>   |
| Parcelna številka:             | 238/1  | 238/1   |
| Letnica izgradnje dela stavbe: | 1907   | 1953  |
| Letnica obnove strehe:         | 2000   | 1992  |
| Letnica obnove fasade:         | 2000   |   |
| Letnica obnove oken:           | 2000   | 2000  |
| Letnica obnove instalacij:     | 2000   | 2000  |
| Etažnost dela stavbe:          | 6 etaž: klet, pritličje,<br>4 x nadstropje,                  | 4.etaž: 2 x klet, pritličje in<br>nadstropje in medetaža                  |
| Deli posamezne stavbe:         | 1 – Šola,<br>2 – šola.                                       | 1 – Poslovni prostori,<br>2 – Šola,<br>3 – Prodajalna (Mladinska knjiga). |
| Lastnik (in delež v %):        | Republika Slovenija (100-odstotni lastnik)                   |   |
| Resorno ministrstvo:           | Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport               |   |
| Upravljavalec:                 | Univerza v Ljubljani - Pravna fakulteta                      |   |
| Uporabnik:                     | študenti, zaposleni, zunanji obiskovalci                     |   |

|  |  |
|--|--|
| Uporabna površina stavbe:                                      | 6.396,40 m <sup>2</sup>  |
| Kondicionirana (neto tlorisna ogrevana) površina stavbe:       | 9.723,23 m <sup>2</sup>  |
| Kondicionirana (neto ogrevana) prostornina stavbe:             | 50.729,50 m <sup>3</sup>   |
| Bruto prostornina dela stavbe:                                 | 40.583,60 m <sup>3</sup>   |
| Energenti:   | daljinska toplota in električna energija   |
| Povprečna letna poraba toplotne energije za zadnja tri leta:   | 772.528,33 kWh/leto (ogrevanje in TSV)   |
| Povprečna letna poraba električne energije za zadnja tri leta: | 405.497,67 kWh/leto  |
| Intenzivnost uporabe stavbe:                                   | Obratovalni čas stavbe je med tednom, od ponedeljka do petka, med 7. uro zjutraj in 20. uro zvečer. Med vikendom in praznikih se prostori ne uporabljajo, obratovalni režimi delujejo v znižanem režimu. |

## 2.2 Splošni podatki o lastniku stavbe

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Naziv:                       | Republika Slovenija   |
| Skrajšan naziv:              | Republika Slovenija   |
| Naslov:                      | Gregorčičeva ulica 20, 1000 Ljubljana   |
| Pravnoorganizacijska oblika: | Republika Slovenija   |
| Glavna dejavnost:            | 84.110 (Splošna dej. javne uprave)  |
| Davčna številka:             | 17659957  |
| Matična številka:            | 5854814000  |
| Resorno ministrstvo:         | Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport  |
| Skrajšan naziv:              | MIZŠ  |
| Naslov:                      | Masarykova cesta 16, 1000 Ljubljana   |
| Pravnoorganizacijska oblika: | Ministrstvo   |
| Glavna dejavnost:            | 84.120 (Urejanja zdravstva, izobraževanja, kulturnih in drugih socialnih storitev razne obvezne socialne varnosti ) |
| Davčna številka:             | SI 14246821   |
| Matična številka:            | 2399300000  |
| Elektronska pošta:           | gp.mizks@gov.si   |
| Zastopnik:                   | Makovec Brenčič Maja, ministrica  |

## 2.3 Splošni podatki o upravljalcu stavbe

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Resorno ministrstvo:         | UNIVERZA V LJUBLJANI Pravna fakulteta |
| Skrajšan naziv:              | UL PF                                 |
| Naslov:                      | Poljanski nasip 2, 1000 Ljubljana     |
| Pravnoorganizacijska oblika: | članica univerze                      |
| Davčna številka:             | SI 13125427                           |
| Matična številka:            | 1627104000                            |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Transakcijski podračun: | 01100-6030707313 pri UJP   |
| Telefon:                | 01 / 42 03 100   |
| Fax:                    | 01 / 42 03 115   |
| Internetna stran:       | <a href="http://www.pf.uni-lj.si/">http://www.pf.uni-lj.si/</a>      |
| Elektronska pošta:      | <a href="mailto:pf-dekanat@pf.uni-lj.si">pf-dekanat@pf.uni-lj.si</a> |
| Zastopnik:              | Prof. dr. Miha Juhart, dekan   |

## 2.4 Opis dejavnosti v stavbi

PF je organizacijsko razdeljena na katedre, inštitut in knjižnico in ima naslednje organizacijske enote: dekanat, katedre, inštitut za mednarodno pravo in mednarodne odnose, knjižnico in založbo. Dekanat opravlja upravno-administrativne in strokovno-tehnične naloge za vso dejavnost fakultete. Fakulteta ima 9 kateder:

- katedra za civilno pravo,
- katedra za delovno in socialno pravo,
- katedra za kazensko pravo,
- katedra za mednarodno pravo,
- katedra za pravnoekonomske znanosti,
- katedra za pravno zgodovino,
- katedra za sociologijo in teorijo prava,
- katedra za upravno pravo in
- katedra za ustavno pravo,

ki so organizacijske enote pedagoškega, raziskovalnega in razvojnega dela. Inštitut za mednarodno pravo in mednarodne odnose upravlja dokumentacijsko gradivo OZN, katerega depozitar je PF. Knjižnica PF opravlja knjižničarsko, informacijsko in dokumentacijsko dejavnost za potrebe raziskovalnega, razvojnega in izobraževalnega dela na področju prava.

PF je avtonomna in ustvarjalna akademska skupnost učiteljev, raziskovalcev, študentov in drugih sodelavcev. Njena visoka akademska odličnost temelji na kakovostni izvedbi študijskih programov, stalni interakciji s spreminjajočim pravnim okoljem in razvijajočo sodno prakso ter vpetosti njenih članov v družbeno okolje. Družbena odgovornost PF je trdna podpora vladavini prava in pravni državi kot najvišji civilizacijski vrednoti.

PF izvaja pedagoško in znanstveno raziskovalno delo. PF izvaja nacionalni raziskovalni in razvojni program kot del obveznega pedagoškega dela in v sklopu temeljnih, aplikativnih, razvojnih in drugih projektov. Raziskovalno in razvojno delo kot del obveznega pedagoškega dela izvajajo visokošolski učitelji in visokošolski sodelavci na svojih področjih. PF si bo tudi v prihodnje prizadevala še izboljšati kakovost študija, razširiti obseg in intenzivnost raziskovalnega dela na pravnem področju in še intenzivirati mednarodne povezave v okviru tega.

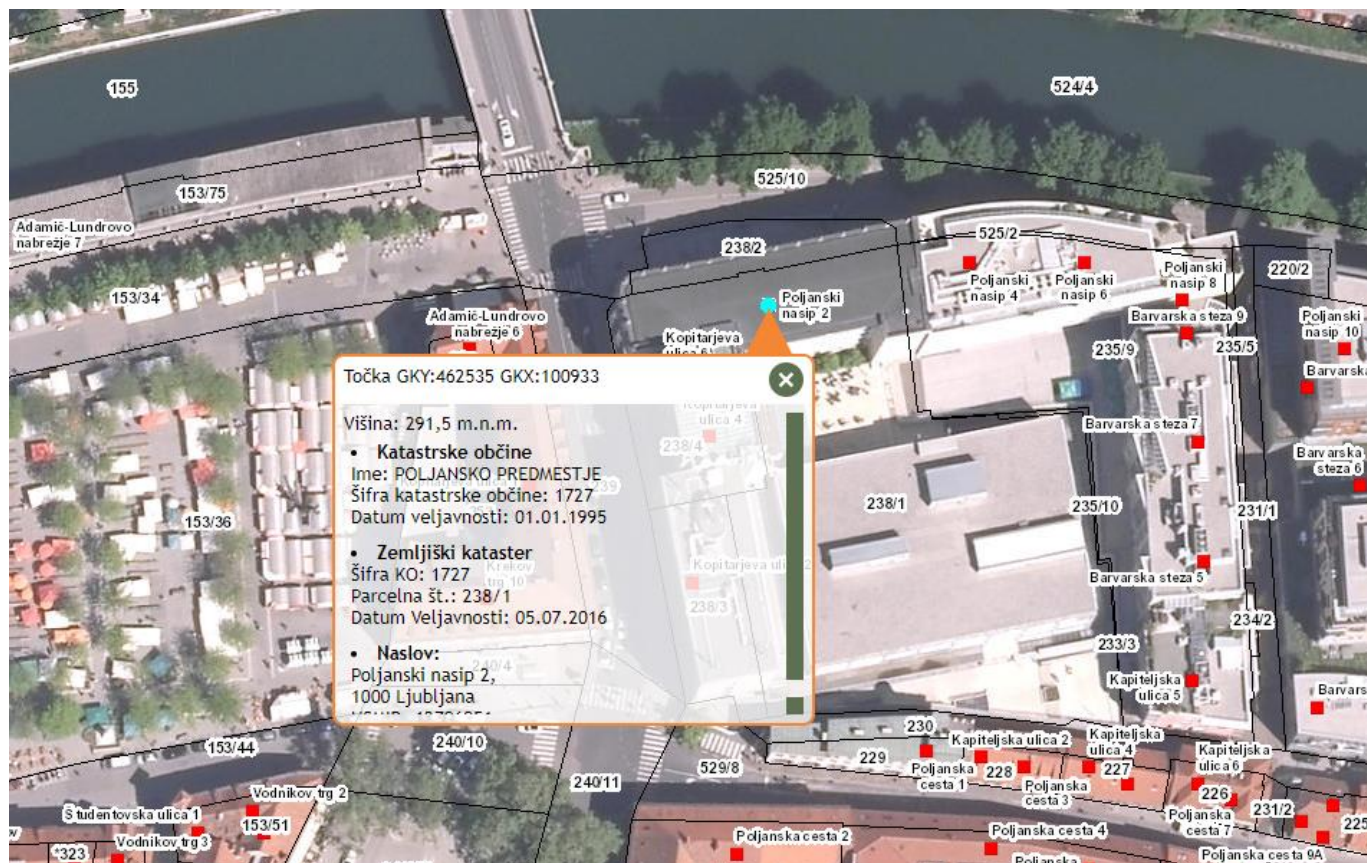
PF v okviru svoje dejavnosti opravlja založniško dejavnost, povezano z izobraževalnimi, raziskovalnimi in razvojnimi programi. Študij na Pravni fakulteti je organiziran v skladu z načeli bolonjske reforme. Prvostopenjski študij na Pravni fakulteti traja štiri leta in obsega 240 ECTS. Študent, ki opravi vse obveznosti, predpisane s študijskim programom, pridobi strokovni naslov diplomirani pravnik (UN) oziroma diplomirana pravica (UN). Drugo stopenjski študij na Pravni fakulteti (Magistrski študijski program Pravo) traja eno leto (dva semestra) in obsega 60 ECTS. Po uspešnem končanem študiju pridobi študent strokovni naslov magister prava oziroma magistrica prava. Pogoji za zaposlitev v pravosodnih poklicih (sodniki, odvetniki, tožilci, notarji) je opravljen pravniški državni izpit. K opravljanju pravniškega državnega izpita lahko pristopijo diplomanti, ki so končali prvo in drugo stopnjo pravnega bolonjskega študija. PF poleg prvostopenjskega in drugo stopenjskega študija prava izvaja tudi doktorski študij za pridobitev doktorata znanosti.



## 2.5 Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki

### 2.5.1 Lokacija stavbe

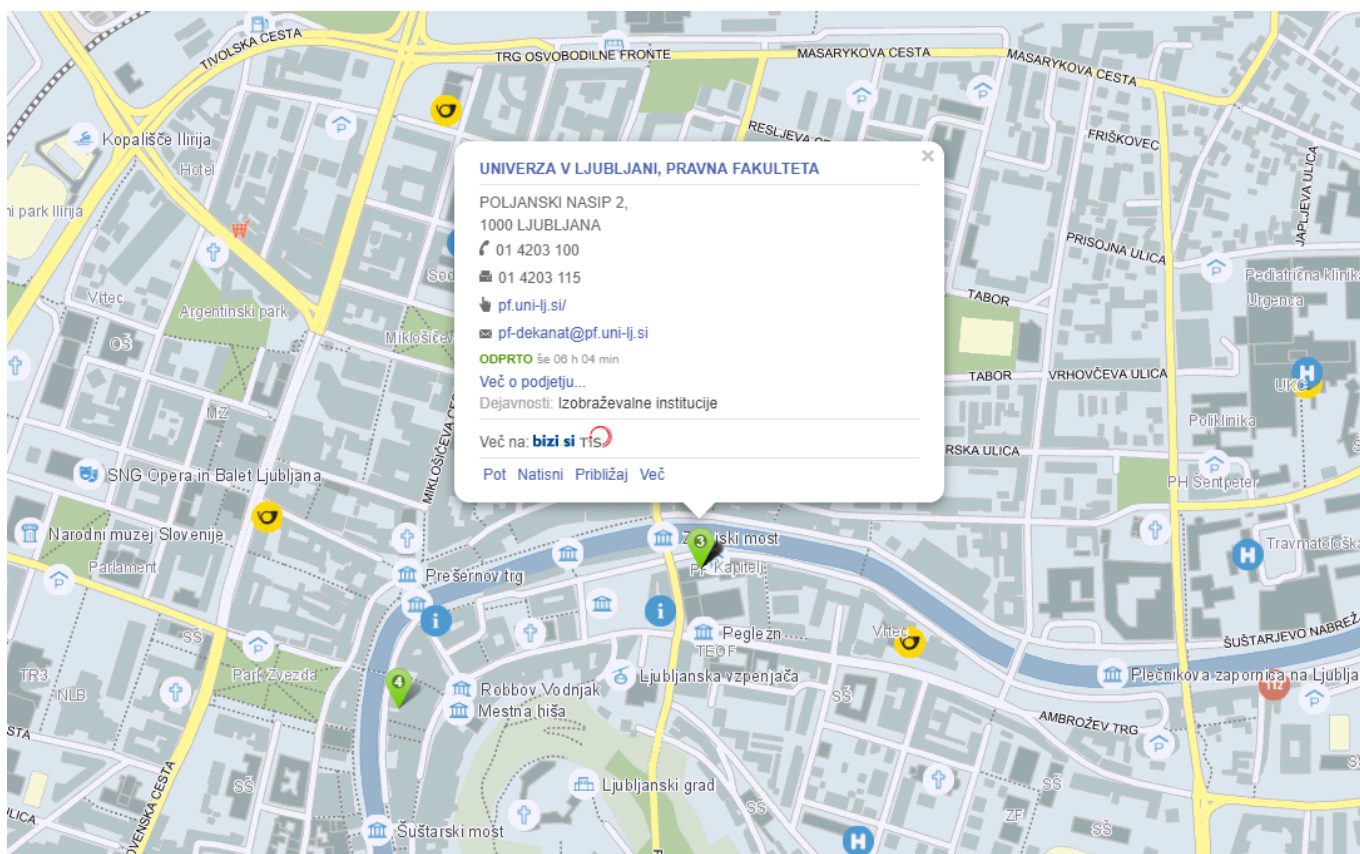
Stavba Pravne fakultete Univerze v Ljubljani se nahaja v centru Ljubljane na naslovu Poljanski nasip 2, vzhodno od Glavne ljubljanske tržnice in južno od Ljubljanice. Stavba je locirana tik ob Zmajskem mostu. V sklop stavbe PF spadata stavbi z oznako ID 2008 in 2009. Stavbi sta različna letnika izgradnje kot tudi arhitekturnih in gradbenih karakteristik. Starejša stavba je višja in podolgovate oblike, medtem ko je novejša nižja in bolj pravokotne oblike.



**Slika 2.1: Lokacija stavbe**

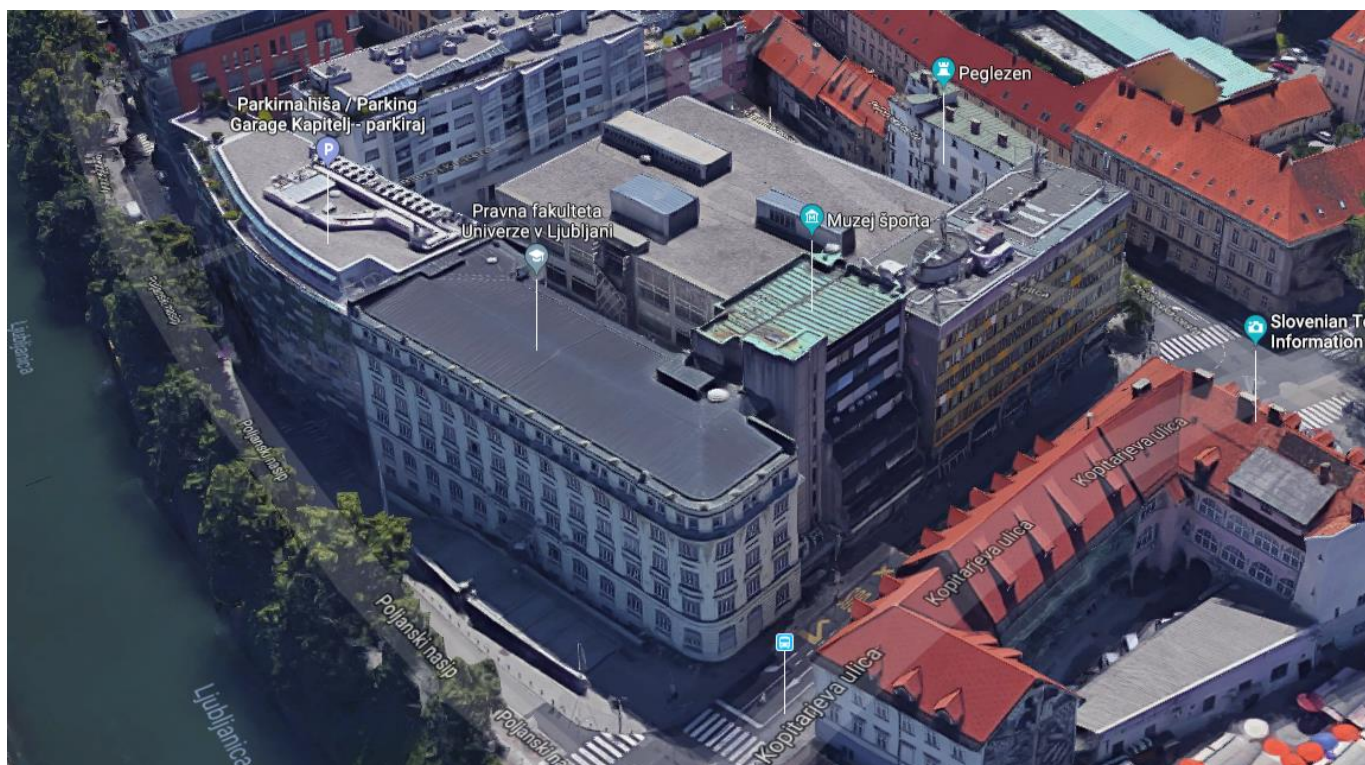
Vir: Atlas okolja, Agencija Republike Slovenije za okolje: Poljanski nasip 2, Ljubljana. Dostopno na:  
[http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso), 1. 2. 2018.





**Slika 2.2: Prostorska situacija stavbe**

Vir: Zemljevid najdi.si: Poljanski nasip 2, Ljubljana. Dostopno na: <http://zemljevid.najdi.si/najdi/pravna%20fakulteta>, 1.2. 2018.



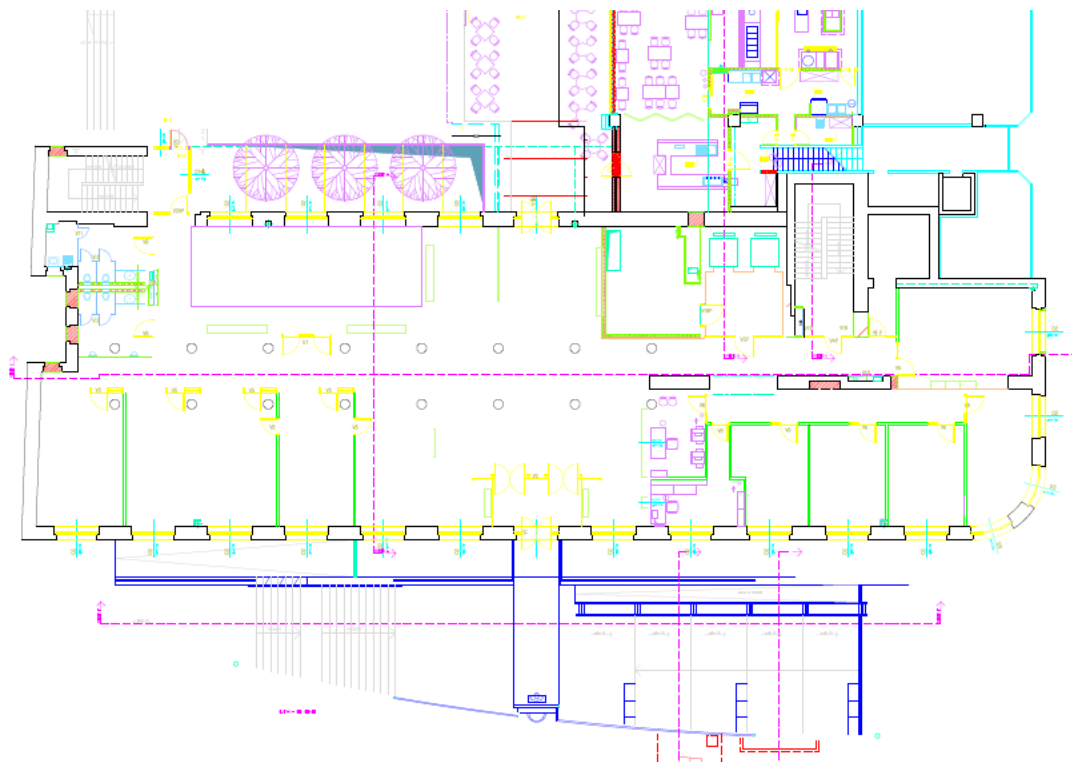
**Slika 2.3: 3D posnetek prostorske situacije stavbe**

Vir: <https://www.google.si/maps>: Poljanski nasip 2, Ljubljana. Dostopno na: <https://www.google.si/maps/place/Javno+podjetje+ljubljanska+parkiri%C5%A1%C4%8Da+in+tr%C5%BEnice,+d.o.o./@46.0522055,14.509249,133a,35y,128.25h,56.79t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x377c348f14d1555e!8m2!3d46.051162!4d14.5095558>, dostopno dne 1.2. 2018.

## 2.5.2 Prostorska razporeditev stavbe z označeno namembnostjo stavbe

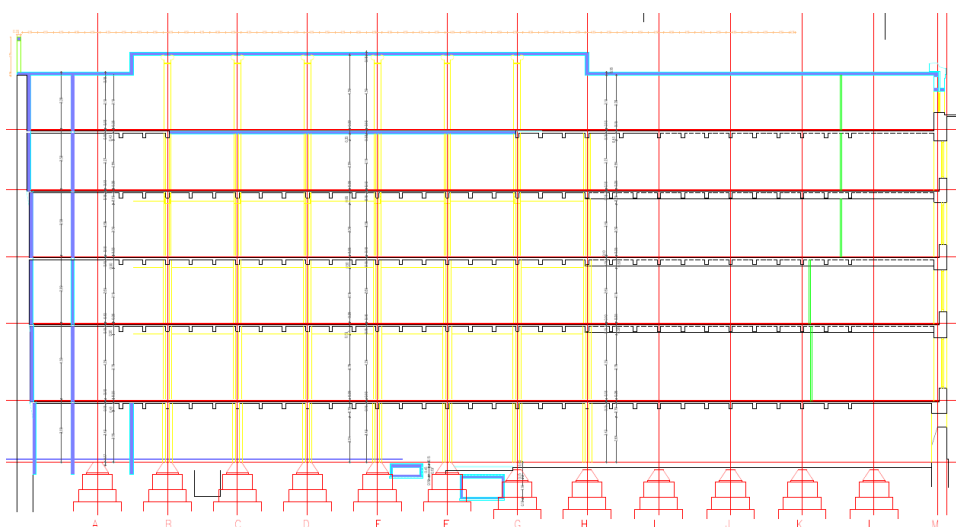
Osnova za razmejitev prostorov stavbe in določitev neto ogrevanih površin je bila posredovana obstoječa dokumentacija, pomagali smo si z informacijami uporabnikov, stavbo smo si ogledali na terenu. Navedene dimenzije v projektni dokumentaciji smo preverili s terenskimi izmerami, ki pa niso odstopale za več kot 5 %. Dimenzije, površine in ostale karakteristike kompleksa stavbe smo večinoma povzeli iz obstoječe projektne dokumentacije, poročila o energetskem pregledu in energetske izkaznice.

S terenskih izmer, analiz in uporabljenih virov podatkov je ugotovljeno, da znaša neto ogrevana (kondicionirana) površina stavbe 9.723,23 m<sup>2</sup>, pri kateri so upoštevane vse neto tlorisne površine (uporabna površina, tehnična površina in komunikacijska površina), ki se posredno ali neposredno ogrevajo in/ali hladijo.



**Slika 2.4: Posnetek tlorisa pritličja starejšega dela stavbe – I. FAZA**

Vir: zaposleni na Pravni fakulteti Univerze v Ljubljani.



**Slika 2.5: Posnetek vzdolžnega prereza starejšega dela stavbe – I. FAZA**

Vir: zaposleni na Pravni fakulteti Univerze v Ljubljani.

### 2.5.3 Osnovni gradbeni in tehnični podatki o delu stavbi

Preglednica 2.1: Arhitekturno-gradbeni in tehnični podatki o stavbi

| Tip podatka                                   | Starejši del stavbe – ID 2008 – I. FAZA                            | Novejši del stavbe – ID 2008 – II. FAZA                            | Vir podatka             |
|---|--|--|-------------------------|
| Leto izgradnje                                | 1907   | 1953   | Prostorski portal RS    |
| Leto prenove strehe                           | 2000   | 2000   | obstoječa dokumentacija |
| Leto obnove oken                              | 2000   | 2000   | obstoječa dokumentacija |
| Leto obnove instalacij                        | 2000   | 2000   | obstoječa dokumentacija |
| Število etaž                                  | 6 etaž: klet, pritličje, 4 x nadstropje                            | 6 etaž: 2 x klet, pritličje, 2 x nadstropje, medetaža              | obstoječa dokumentacija |
| Povprečna svetla višina etaže                 | 3,10 m   | 3,77 – 5,05 m  | obstoječa dokumentacija |
| Povprečna višina etaže                        | 4,00 m   | 5,00 m   | obstoječa dokumentacija |
| Višina objekta                                | 23 m   | 12 m   | obstoječa dokumentacija |
| Tlorisna velikost stavbe v stiku z zemljiščem | 993 m <sup>2</sup>   | 1.381 m <sup>2</sup>   | Prostorski portal RS    |
| Kondicionirana površina                       | 5.276,98 m <sup>2</sup>  | 4.446,25 m <sup>2</sup>  | gradbena fizika         |
| Prostornina bruto                             | 25.098,68 m <sup>3</sup>   | 25.630,82 m <sup>3</sup>   | gradbena fizika         |
| Prostornina neto                              | 20.078,94 m <sup>3</sup>   | 20.504,66 m <sup>3</sup>   | gradbena fizika         |
| Površina toplotnega ovoja                     | 5.384,09 m <sup>2</sup>  | 6.859,17 m <sup>2</sup>  | gradbena fizika         |
| Površina fasade                               | 1.792,17 m <sup>2</sup>  | 1.243,46 m <sup>2</sup>  | gradbena fizika         |
| Strop proti neogrevanemu podstrešju           | 446,21 m <sup>2</sup>  |  | gradbena fizika         |
| Ravna streha                                  |  | 2.258,46 m <sup>2</sup>  | gradbena fizika         |
| Površina zunanjega stavbnega pohištva         | 774,34 m <sup>2</sup>  | 736,32 m <sup>2</sup>  | gradbena fizika         |
| Tip nosilne konstrukcije                      | Polna opeka, rebričaste plošče                                     | armiranobetonske stene, stebri in plošče                           | obstoječa dokumentacija |
| Debelina zunanjih sten                        | 40–90 cm   | 25 – 36 cm   | gradbena fizika         |
| Debelina izolacije v fasadi                   | 8 cm   | 5 – 8 cm   | gradbena fizika         |
| Debelina izolacije v ravni strehi             | 10 cm (funkcionalne 5 cm)  | 10 cm  | gradbena fizika, ogled  |
| Tip stavbnega pohištva                        | ALU okvirji + dvoslojna zasteklitev polnjena z izolacijskim plinom | ALU okvirji + dvoslojna zasteklitev polnjena z izolacijskim plinom | gradbena fizika         |

## 2.6 Klimatski podatki za lokacijo stavbe

Vremenske razmere, predvsem temperatura zraka, pomembno vplivajo na energijo, ki je potrebna za ogrevanje in hlajenje. Trendi na področju povprečne mesečne temperature zraka, letni temperaturni primanjkljaj in letni temperaturni presežek predstavljajo izhodišče za oceno pričakovane rabe energije.

Letni temperaturni primanjkljaj TP12/20 (Tprim12) je podatek, ki poda klimatske pogoje kraja. Temperaturni primanjkljaj je vsota dnevni razlik temperature med 20 °C in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni od 1. januarja do 31. decembra, ko je dnevna povprečna temperatura nižja ali enaka 12 °C. Dnevna povprečna temperatura je za prag 12 °C izračunana iz treh izmerkovi: ob 7., 14. in 21. uri po sončnem času.

V preglednici v nadaljevanju so podani osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo (Ljubljana) in vremensko postajo Ljubljana-Bežigrad, ki je najbližja obravnavani stavbi in za katero so bili na voljo vsi predstavljeni klimatski podatki.

**Preglednica 2.2: Osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo**

| Tip podatka  |           | Podatek | Enota              | Vir podatka  |
|--|-----------|---------|--------------------|--|
| Število ogrevalnih dni                             |           | 230     | dni                | Agencija RS za okolje – podatki PURES-a (dostopno dne 1. 2. 2018 na povezavi: <a href="http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/">http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/</a> ).   |
| Projektni temperaturni presežek – hlajenje         |           | 96,4    | dni                |  |
| Projektni temperaturni primanjkljaj – ogrevanje    |           | 3300    | Kdni               |  |
| Projektna temperatura                              |           | -13     | °C                 |  |
| Povprečna letna temperatura zunanjega zraka        |           | 9,7     | °C                 |  |
| Povprečna letna relativna vlažnost zunanjega zraka |           | 77      | %                  |  |
| Energija sevanja                                   |           | 1.121   | kWh/m <sup>2</sup> | Podatki za vremensko postajo (dostopno dne 10. 5. 2017 na povezavi: <a href="http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days_192-podnebna.txt">http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days_192-podnebna.txt</a> ). |
| Dejanski temperaturni primanjkljaj – Ljubljana     | 2015      | 2745,9  | Kdni               |  |
|  | 2016      | 2766,6  | Kdni               |  |
|  | 2017      | 2721,3  | Kdni               |  |
|  | povprečje | 2744,6  | Kdni               |  |

V klimatskem pogledu spada obravnavano območje v zmerno celinsko podnebje. Na obravnavanem območju znaša povprečna letna temperatura zraka od 8 do 10 °C, januarska temperatura pa med -2 in 0 °C. Ogrevalna sezona je v povprečju dolga med 230 in 240 dnevi. Povprečni temperaturni primanjkljaj (za obdobje med letoma 1971 in 2000) znaša med 3200 in 3400 Kdan. Povprečna letna višina merjenih padavin (za obdobje med letoma 1971 in 2000) znaša med 1400 in 1500 mm. Povprečna letna hitrost vetra 10 m nad tlemi znaša med 0 in 1 m/s. Trajanje sončnega obsevanja je v povprečju dolgo:

- spomladi: 480–520 ur, poleti: 740–780 ur,
- jeseni: 360–380 ur, pozimi: 200–240 ur.

**Preglednica 2.3: Mesečni temperaturni primanjkljaj za izbrano referenčno obdobje**

| Ljubljana     | Temperaturni primanjkljaj |               |               |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|
|               | 2015                      | 2016          | 2017          |
| Januar        | 532,2                     | 578,3         | 718,4         |
| Februar       | 493,5                     | 419,7         | 433,3         |
| Marec         | 369,4                     | 367,3         | 262,9         |
| April         | 157,2                     | 119           | 145,7         |
| Maj           | 34,7                      | 37,5          | 16,9          |
| Junij         | 0                         | 0             | 0             |
| Julij         | 0                         | 0             | 0             |
| Avgust        | 0                         | 0             | 0             |
| September     | 17,2                      | 0             | 38,1          |
| Oktober       | 216,5                     | 257,4         | 135,1         |
| November      | 387,2                     | 361           | 408,7         |
| December      | 538                       | 626,4         | 562,2         |
| <b>Skupaj</b> | <b>2745,9</b>             | <b>2766,6</b> | <b>2721,3</b> |



## 2.7 Skupna poraba energije in stroški

### 2.7.1 Poraba energentov v letu 2017

V letu 2017 je stavba Pravne fakultete porabila skupaj 1.229.709 kWh energije. Skupna poraba toplotne energije znaša 809.609 kWh. Celotna toplotna energija iz daljinske toplote se porabi za ogrevanje stavbe in pripravo TSV. Poraba električne energije, ki se večinoma porablja za razsvetljavo, prezračevanje, obratovanje kuhinje, klimatizacijo prostorov, delovanje naprav v toplotni postaji in ostalo pisarniško oz. šolsko elektro opremo, pa znaša 417.295 kWh. Stavba je v letu 2017 za delovanje porabila 2.805 m<sup>3</sup> hladne vode.

**Preglednica 2.4: Poraba energentov, stroški in emisije CO<sub>2</sub> v letu 2017**

| Vrsta energije oz. stroška    | Energent | Letna poraba za leto 2017     | Delež energije  | Strošek            | Delež Stroška   | Specifični strošek    |
|-------------------------------|----------|-------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------------|
| Električna energija           | EE       | 417.295 kWh                   | 33,93 %         | 51.474,77 €        | 42,59 %         | 99,07 €/MWh           |
| Toplotna energija – ogrevanje | DO       | 809.609 kWh                   | 65,84 %         | 48.154,92 €        | 49,61 %         | 59,48 €/MWh           |
| Hladna voda – vodovod         |          | 2.805,00 m <sup>3</sup>       |                 | 7.578,47 €         | 7,81 %          | 2,70 €/m <sup>3</sup> |
| <b>Skupaj</b>                 |          | <b>1.229.709 kWh</b>          | <b>100,00 %</b> | <b>97.073,55 €</b> | <b>100,00 %</b> |                       |
| Primarna energija             |          | 1.852.846,50 kWh              |                 |                    |                 |                       |
| Emisije CO <sub>2</sub>       |          | 463.549,43 kg CO <sub>2</sub> |                 |                    |                 |                       |

### 2.7.2 Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2014–2016

Stavba Pravne fakultete se trenutno oskrbuje z dvema vrstama energije:

- z daljinsko toploto za ogrevanje prostorov in pripravo TSV (stavba je priključena na mestni sistem daljinskega ogrevanja) se oskrbuje preko toplotne postaje, ki se nahaja v kletnih prostorih novejšega dela stavbe. Dobavitelj energenta in omrežni operater je javno podjetje Energetika Ljubljana, d.o.o.
- z električno energijo, ki jo trenutno dobavlja podjetje HEP Energija, d.o.o., omrežni operater je Elektro Ljubljana, d.d.

Oskrba s hladno vodo je zagotovljena preko javnega vodovodnega omrežja. Za analizo porabe energije in vode uporabimo podatke, ki smo jih pridobili iz spletnega portala <https://www.komunala.info/>. V spodnji preglednici je za referenčno obdobje 2015–2017 prikazana poraba električne energije, toplotne energije in vode. Za omenjeno referenčno obdobje so preračunane povprečne letne vrednosti porabe, prikazana je poraba in stroški energije ter vode.

**Preglednica 2.5: Pregled porabe in stroškov energije ter vode za izbrano referenčno obdobje**

| Vrsta energije oz. stroška                                      | Enota            | Letna poraba | Letna poraba | Letna poraba | Povprečje    |
|---|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   |                  | 2015         | 2016         | 2017         | 2015 - 2017  |
| Temperaturni primanjkljaj (Tprim12)                             | Kdni             | 2.745,90     | 2.766,60     | 2.721,30     | 2.744,60     |
| <b>ELEKTRIČNA ENERGIJA</b>                                      |                  |              |              |              |              |
| Stroški električne energije                                     | €                | 39.726,23    | 41.213,93    | 41.340,16    | 40.760,11    |
| Dobava električne energije (Skupaj)                             | kWh              | 398.174,00   | 401.024,00   | 417.295,00   | 405.497,67   |
| Specifični stroški električne energije                          | €/kWh            | 0,0998       | 0,1028       | 0,09907      | 0,1005       |
| <b>TOPLOTNA ENERGIJA - OGREVANJE IN TSV - Daljinska toplota</b> |                  |              |              |              |              |
| Stroški toplotne energije                                       | €                | 51.789,34    | 49.028,69    | 48.154,92    | 49.657,65    |
| Dobava toplotne energije  | kWh              | 749.790,00   | 758.186,00   | 809.609,00   | 772.528,33   |
| Specifični stroški toplotne energije                            | €/kWh            | 0,0691       | 0,0647       | 0,05948      | 0,0644       |
| <b>Primarna energija</b>  |                  |              |              |              |              |
| Primarna električna energija                                    | kWh              | 995.435,00   | 1.002.560,00 | 1.043.237,50 | 1.013.744,17 |
| Primarna toplotna energija                                      | kWh              | 824.769,00   | 834.004,60   | 890.569,90   | 849.781,17   |
| Skupaj  | kWh              | 1.820.204,00 | 1.836.564,60 | 1.933.807,40 | 1.863.525,33 |
| <b>HLADNA VODA</b>  |                  |              |              |              |              |
| Stroški hladne vode   | €                | 8.049,09     | 7.036,14     | 7.578,47     | 7.554,57     |
| Dobava hladne vode  | m <sup>3</sup>   | 3.690,00     | 3.153,00     | 2.805,00     | 3.216,00     |
| Specifični stroški hladne vode                                  | €/m <sup>3</sup> | 2,1813       | 2,2316       | 2,7018       | 2,3716       |

Pri analizi porabe toplotne energije za ogrevanje in TSV zasledimo, da je poraba najmanjša leta 2015 in največja leta 2017. Leta 2016 se je poraba glede na leto 2015 povečala za 1,12 %, leta 2017 za 6,78 % glede na leto 2016 in za 7,98 % glede na leto 2015.

Pri primerjavi porabe električne energije med leti 2015, 2016 in 2017 ugotavljamo, da je poraba električne energije najmanjša leta 2015 in tudi vsako leto raste. Leta 2016 se je glede na leto 2015 povečala za 0,72 %, leta 2017 pa za 4,06 % glede na leto 2016 in za 4,80 % v primerjavi z letom 2015.

**Preglednica 2.6: Pregled emisij CO<sub>2</sub> in energije po različnih kazalnikih**

|   | Enota              | 2015       | 2016       | 2017       | 2015 - 2017 |
|---|--------------------|------------|------------|------------|-------------|
| Emisije CO <sub>2</sub> - Električna energija | kg CO <sub>2</sub> | 195.105,26 | 196.501,76 | 204.474,55 | 198.693,86  |
| Emisije CO <sub>2</sub> - Toplotna energija   | kg CO <sub>2</sub> | 239.932,80 | 242.619,52 | 259.074,88 | 247.209,07  |
| Energijsko število za električno energijo     | kWh/m <sup>2</sup> | 43,35      | 43,66      | 45,43      | 44,15       |
| Energijsko število za toplotno energijo       | kWh/m <sup>2</sup> | 81,63      | 82,54      | 88,14      | 84,11       |
| Raba električne energije na uporabnika        | kWh/uporabnika     | 255,08     | 262,79     | 282,15     | 266,67      |
| Raba toplotne energije na uporabnika          | kWh/uporabnika     | 480,33     | 496,85     | 547,40     | 508,19      |

## 2.8 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

Toplotno udobje v stavbi je zelo pomembno za dobro počutje zaposlenih in študentov. Občutek toplotnega ugodja človek doseže, kadar so energijski tokovi med človeškim telesom in okolico v ravnovesju. Energijski tokovi so odvisni

od splošnih mikroklimatskih parametrov, kot sta temperatura in vlaga zraka v prostoru, ter od človeških subjektivnih parametrov, kot sta fizična aktivnost in vrsta obleke.

Človek lahko na določene parametre vpliva (npr. oblačila), medtem ko na mikroklimatske parametre (npr. temperatura zraka in obodnih površin, relativna vlažnost) ne more. Slednji so namreč odvisni od same zasnove stavbe. Največji vpliv na človekovo zaznavo toplotnega ugodja imajo zagotovo temperatura zraka in obodnih površin ter hitrost gibanja zraka ob človekovem telesu (prepih).

Optimalni parametri za toplotno ugodje v stavbah, ki so navedeni v nadaljevanju, so povzeti iz Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. list RS, št. 42/2002, 105/2002 in 110/2002 – ZGO-1) in Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Ur. list RS, št. 89/1999, 39/2005 in 43/2011 – ZVZD-1). Za osebe v kondicionirani (ogrevani in/ali hlajeni) coni so v skladu z zgoraj navedenimi predpisi zahtevani naslednji parametri (podani so najstrožji pogoji glede na omenjena pravilnika):

- Temperatura zraka:
  - o v času brez ogrevanja med 22 in 26 °C, priporočljivo od 23 do 25 °C,
  - o v času ogrevanja med 19 in 24 °C, priporočljivo od 20 do 22 °C.
- Relativna zračna vlažnost:
  - o pri temperaturi zraka med 20 in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 in 70 %.
- Navpična temperaturna razlika zraka med glavo in gležnji za sedečo osebo (med 0,1 m in 1,1 m nad podom) je manjša od 3 K, v vseh drugih primerih manjša od 4 K.
- Priporočena srednja hitrost zraka:
  - o v času ogrevanja in hlajenja: 0,15 m/s,
  - o v ostalem času: 0,2 m/s.
- Optimalna občutena temperatura v odvisnosti od aktivnosti in obleke uporabnika prostora se določi skladno s SIST CR 1752.
- V prostorih mora biti zagotovljena takšna vlažnost zraka, da s svojim neposrednim oz. posrednim učinkom ne vpliva na ugodje in zdravje ljudi ter ne povzroči nastanka površinske kondenzacije na stenah.
- Delodajalec mora zagotoviti, da so delovni prostori opremljeni z umetno razsvetljavo. Osvetljenost delovnih mest, ki jo zagotavlja umetna razsvetljava, mora ustrezati vidnim zahtevam delavcev pri delu na takšnih delovnih mestih.

### 2.8.1 Povzetek trenutnih meritev parametrov notranje okolja v izbranih prostorih

Za potrebe toplotnega ugodja smo izvedli meritve temperature, vlage, vsebnost CO<sub>2</sub> in osvetljenosti. Merili smo temperaturo notranjega okolja prostora v času ogleda stavbe, s čimer smo preverjali, ali ogrevalni sistem v obravnavnem prostoru zagotavlja ustrezne pogoje notranjega okolja.

Meritve mikroklimе so informativnega značaja, opravljene so bile izključno za potrebe ocenitve toplotnega ugodja v okviru REP-a in niso namenjene uradnemu ocenjevanju delovnega okolja. Skupni prostori, v katerih so bile izvedene meritve, so bili sistematično izbrani glede na lego, tako da smo dobili celostni pogled nad bivalnim ugodjem v stavbi.

Enkratne meritve smo pričeli izvajati v petek, 23. 2. 2018, ob 8.00 in končali v petek, 23. 2. 2018, ob 10.00. Iz spodnje preglednice je razvidno, da so bile notranje temperature merjenih prostorov ustrezne (povprečje 20,5 °C). Opazili smo neustrezno stopnjo vlažnosti: povprečna relativna vlažnost je skoraj v vseh merjenih prostorih znašala pod 40 %, kar predstavlja spodnjo dopustno mejo za notranje prostore. Najvišja temperatura je bila izmerjena v pisarni 417 (21,7 °C). Najnižja temperatura je bila izmerjena na hodniku v pritličju (18,3 °C). Glede na navedeno in videno lahko bivalno ugodje ocenimo kot zadovoljivo.



**Preglednica 2.7: Povzetek izmerjenih izbranih parametrov notranjega okolja**

|                                       |                       | Zunanja temp. | Zunanja relativna zračna vlaga | Temperatura zraka v prostorih | Povprečna relativna vlažnost | Povprečna količina CO <sub>2</sub> | Povprečna osvetljenost prostorov*  |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--|
| <b>Zahtevane referenčne vrednosti</b> | V času ogrevanja      | /             | /                              | 21–22 °C                      | 40–60 %                      | 1.667 ppm                          | učilnica 300 lx<br>delavnica 500 lx<br>hodnik 100 lx<br>pisarna 300 lx<br>skup. prostor 300 lx |
|                                       | V času brez ogrevanja | /             | /                              | 22–26 °C                      |                              |                                    |  |
| <b>Izmerjene vrednosti</b>            | Predavalnica 5        | 0,3 °C        | 80,6 %                         | 20,1 °C                       | 30,0 %                       | 413 ppm                            | 307 lx   |
|                                       | Predavalnica 1        |               |                                | 20,2 °C                       | 29,1 %                       | 383 ppm                            | 277 lx   |
|                                       | Hodnik pritličje      |               |                                | 18,3 °C                       | 30,4 %                       | 380 ppm                            | 40 lx  |
|                                       | Pisarna 204           |               |                                | 20,7 °C                       | 37,0 %                       | 546 ppm                            | 325 lx   |
|                                       | Pisarna 426           |               |                                | 21,1 °C                       | 35,2 %                       | 553 ppm                            | 381 lx   |
|                                       | Pisarna 417           |               |                                | 21,7 °C                       | 41,5 %                       | 704 ppm                            | 384 lx   |
|                                       | <b>Povprečje</b>      |               |                                | 20,4 °C                       | 33,9 %                       | 497 ppm                            | 286 lx   |

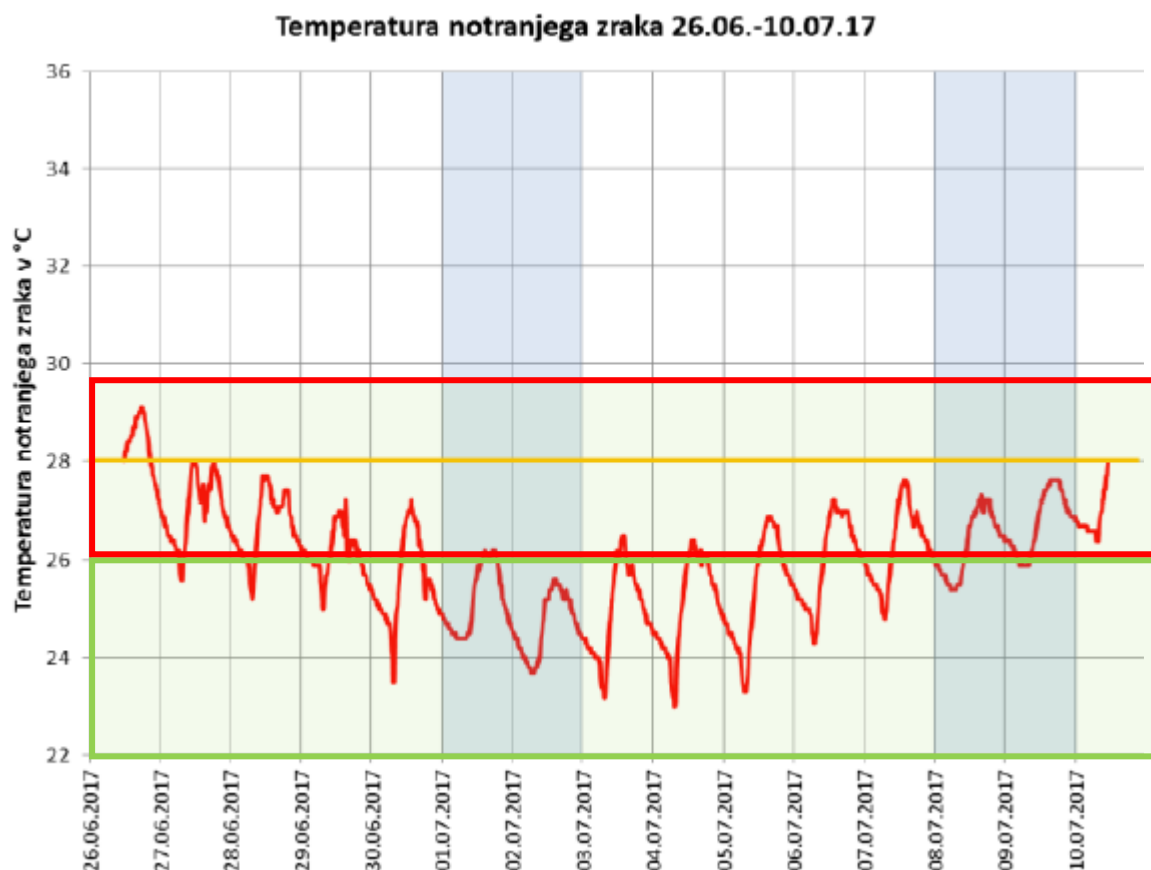
\*Zahteve povzete po standardu SIST EN 12464:2011.

**2.8.2 Povzetek tedenske meritve mikroklimе v izbranih prostorih**

Temperaturo in relativno vlago smo merili v izbranih referenčnih prostorih, ki so jih predlagali predstavniki PF UL. Prizadevali smo se, da so merilniki nameščeni tako, da niso bili v neposredni bližini vira ogrevanja ter nanje ni neposredno sijalo sonce. Meritve so se izvajale med 26.06.2017 in 10.07.2017 v petih prostorih stavbe PF UL. Frekvenca vzorčenja je bila 15 minut. Obdobje obarvano modro predstavlja vikend, ostalo so delovni dnevi.

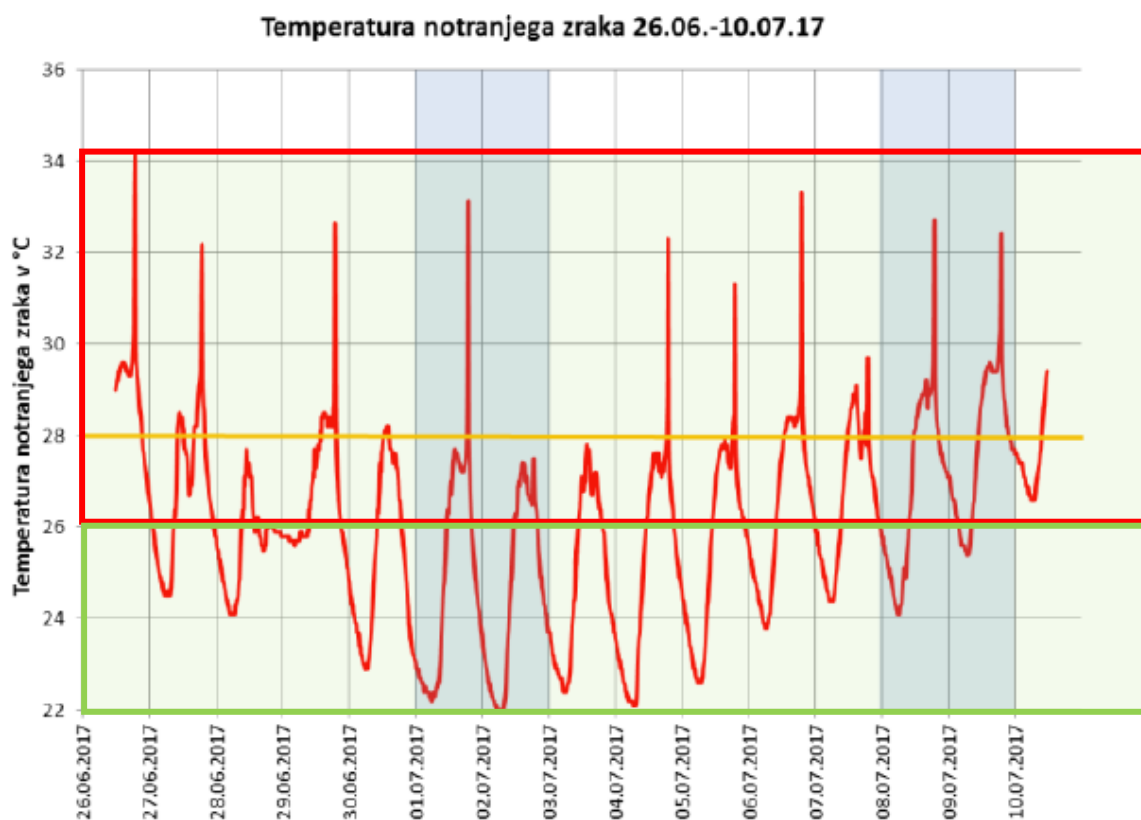
**Preglednica 2.8: Povzetek izmerjenih temperatur v tedenskih meritvah v poletnem času**

|                         | Povprečna temperatura zraka v prostorih | Minimalna temperatura zraka v prostorih | Maksimalna temperatura zraka v prostorih |
|-------------------------|---|---|--|
| Knjižnica (1. merilnik) | 26,0 °C                                 | 23,0 °C                                 | 29,1 °C                                  |
| Knjižnica (2. merilnik) | 25,9 °C                                 | 22,8 °C                                 | 29,1 °C                                  |
| Rdeča predavalnica      | 26,1 °C                                 | 21,9 °C                                 | 34,1 °C                                  |
| Soba 225                | 28,1 °C                                 | 26,6 °C                                 | 31,4 °C                                  |
| Soba 425                | 27,7 °C                                 | 23,6 °C                                 | 29,9 °C                                  |
| <b>Povprečje</b>        | 26,76 °C                                | 23,58 °C                                | 30,72 °C                                 |



**Slika 2.6: Graf izmerjene temperature v knjižnici**

Prikazane so urne temperature za obdobje med 26. 6. 2017 in 10. 7. 2017.



**Slika 2.7: Graf izmerjene temperature v rdeči predavalnici**

Prikazane so urne temperature za obdobje med 26. 6. 2017 in 10. 7. 2017.

## 2.9 Izhodišča za izdelavo REP-a oz. izvedbo investicijskih ukrepov

Pri izdelavi energetskega pregleda so bila upoštevana tudi Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020, ki podajajo dodatna navodila in zahteve, ki jih je potrebno upoštevati pri izdelavi energetskega pregleda v primeru, da investitor namerava kandidirati oz. pridobiti nepovratna sredstva na javnem razpisu za energetsko prenovo stavb v okviru »Operativnega programa Evropske kohezijske politike za obdobje 2014–2020«.

### 2.9.1 Povzetek lokacijske informacije

Za predmetno parcelo/parcele velja:

- Veljavni prostorski akti na območju zemljiške parcele so:
  - o Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del (Ur. list RS, št. 78/10, 10/11 - DPN, 72/13 - DPN, 92/14 - DPN, 17/15 - DPN, 50/15 - DPN in 88/15 - DPN),
  - o Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (Ur. list RS, št. 78/10, 10/11 - DPN, 22/11 - popr., 43/11 - ZKZ-C, 53/12 - obv. razi., 9/13, 23/13 - popr., 72/13 - DPN, 71/14 - popr., 92/14 - DPN, 17/15 - DPN, 50/15 - DPN, 88/15 - DPN, 95/15 in 38/16 - avtentična razlaga), v nadaljevanju OPN MOL ID.
- Enota urejanja prostora (EUP) je SL-122 in SL-104.
- Namenska raba parcele je območje centralnih dejavnosti za vzgojo in primarno izobraževanje (CDi) in površine pomembnejših cest (PC).
- Tip, tipi objektov je svojstvena stavba (C).
- Obveznosti priključevanja na gospodarsko javno infrastrukturo:
  - o priključitev na javni vodovodni sistem,
  - o priključitev odpadnih komunalnih vod na javni kanalizacijski sistem,
  - o priključitev na daljinski sistem oskrbe s toploto, če to ni mogoče, pa na distribucijsko plinovodno omrežje, razen v primeru uporabe obnovljivih virov energije,
  - o priključitev na elektroenergetsko omrežje.
- Vrste dopustnih gradnje in spremembe namembnosti so:
  - o gradnja novega objekta, dozidava in nadzidava objekta,
  - o rekonstrukcija objekta,
  - o odstranitev objekta,
  - o vzdrževanje objekta.
- Pri vzdrževanju objekta je treba upoštevati:
  - o namestitev sončnega zbiralnika ali sončnih celic (fotovoltaika) je dopustna na strehah (v ravnini poševne strehe) in na fasadah objektov. Pri ravni strehi je dopustno postaviti naprave v naklonu za strešnim vencem tako, da so naprave čim manj vidne. V EUP z namensko rabo IP ali IG ni omejitev za način postavitve fotonapetostnih elementov,
  - o klimatske naprave morajo biti na objektih tipov NV, V, VS in C izvedene brez zunanje enote ali tako, da zunanja enota na ulični fasadi objekta ni vidna. Namestitev klimatskih naprav je dopustna v objektu ali na balkonih stavb, na podstrešju, na ravni strehi in na dvoriščni fasadi, pri novogradnjah tudi kot sestavni del oblikovane fasade. Klimatska naprava ne sme imeti motečih vplivov (hrup, vroči zrak, odtok vode) na okoliška stanovanja in prostore, v katerih se zadržujejo ljudje,
  - o požarna varnost objektov se ne sme zmanjšati,
  - o zamenjava oken in vrat je dopustna v enaki velikosti, obliki in barvi, kot je bilo določeno v gradbenem dovoljenju za stavbo ali v enotni barvi za celoten objekt,
  - o zasteklitve balkonov ter postavitve senčil, nadstreškov v atrijih in klimatskih naprav so dopustne na podlagi enotne projektne rešitve za celoten objekt,
  - o na objektih, ki so varovani s predpisi s področja varstva kulturne dediščine, so dopustna tista vzdrževalna dela, ki so v skladu z varstvenim režimom, ki velja za objekt; za ta dela je treba pridobiti soglasje organa, pristojnega za varstvo kulturne dediščine.

Podatki o varovanju in omejitvah po posebnih predpisih:

- Kulturna dediščina / dediščina / naselbinska dediščina / Zakon o varstvu kulturne dediščine / Ur.l. RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 - ORZVKD39, 90/12, 111/13 in 32/16 / Ljubljana - Mestno jedro / #328 /,
- Kulturna dediščina / spomenik/ Odlok o razglasitvi nekdanjega Šempeterskega, Poljanskega in Karlovškega predmestja za kulturni in zgodovinski spomenik ter naravno znamenitost / Ur.l. RS\* (16.03.1990-20.06.1991), št. 18/90- 942, 27/91-1211 / Ljubljana - Poljansko predmestje / #8791 /,
- Kulturna dediščina / spomenik / Odlok o razglasitvi arheološkega kompleksa v ljubljanskih občinah za kulturni in zgodovinski spomenik / Ur.l. RS\* (16.03.1990-20.06.1991), št. 46/90-2229 / Ljubljana - Arheološko najdišče Ljubljana / #329 /,
- Naravne nesreče / potresno nevarna območja / Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov / Ur.l. RS, št. 101 / 2005 / #0,285 /,
- Vode / vodovarstvena območja / III A, Podobmočje z milejšim vodovarstvenim režimom / Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja / Ur.l. RS, št. 43/15 / Ljubljansko polje / #4488 /,
- Hrup / varovanje pred hrupom / Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju / Ur.l. RS, št. 105/2005, 34/2008, 109/2009, 62/2010 /,
- Kulturna dediščina / dediščina / stavbna dediščina / Zakon o varstvu kulturne dediščine / Ur.l. RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 - ORZVKD39, 90/12, 111/13 in 32/16 / Ljubljana - Katoliška tiskarna / #13989 /.

## 2.9.2 Povzetek kulturno varstvenih preliminarne pogojev

Za vsak predviden poseg (ukrep) je potrebno pridobiti kulturnovarstvene akte (pogoje in soglasje). Projektno dokumentacijo (IDZ, PGD, PZI) se pripravi na podlagi celostnega pregleda stavbe in želenih ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti ter ga priložiti k vlogi za izdajo kulturnovarstvenih pogojev. V primeru prenove registrirane stavbne dediščine so možni sledeči ukrepi.

Fasadno ovojo:

- ukrepi na fasadnem ovoju (dodajanje toplotne izolacije) načeloma niso sprejemljivi. Fasado je potrebno obnoviti skladno s konservatorskimi načeli.

Notranje stene:

- namestitev notranje izolacije je načeloma dopustna, razen v primeru, da so prostori poslikani, imajo štukaturno okrasje ali katerekoli druge varovane prvine, zaradi katerih izolacije ni mogoče izvesti.

Stavbno pohištvo:

- Pod določenimi pogoji so sprejemljive izboljšave stavbnega pohištva (na podlagi ocene stanja se določi ukrep - obnova, delna zamenjava, posodobitev, zamenjava v celoti, ipd.).

Talne plošče:

- Posodobitev talne plošče oziroma ustrezna izolacija stavbe proti tlem je sprejemljiva pod določenimi pogoji. Izboljšanje energetskih lastnosti streh je običajno sprejemljivo z dodajanjem izolacije na način, ki ne spreminja gabaritov strehe (npr. dodajanje izolacije pod in med špirovci, ipd.).

Streha:

- Izvedba toplotne izolacije na ravni strehi je možna, pod pogojem, da se bistveno ne spremeni naklon strehe.

Strojne inštalacije:

- Posodobitev strojnih naprav je načeloma sprejemljiva.

Obnovljivi viri energije:

- Namestitev fotonapetostnih celic na strehi objekta ni sprejemljiva.

Nadzoru so podvrženi zgolj ukrepi, ki vplivajo na zunanjo pojavnost stavbe (streha, fasada, posegi v zemeljske plasti). Vsi ukrepi pa morajo biti celovito zasnovani skladno z značajem stavbe. V primeru oblikovanih zgodovinskih fasad, fasad s kamnitimi prvinami in drugimi dekorativnimi elementi oziroma tam, kjer bi tovrstni poseg bistveno spremenil razmerja med posameznimi deli fasade, dodajanje toplotne izolacije ni sprejemljivo. Za posege v notranjosti stavbe, ki nimajo vpliva na zunanjščino stavbe posebnih zahtev ni, je pa priporočljivo pred morebitnih posegom, ki bi zahteval odstranjevanje prvotnih ometov, beležev ipd. izvesti sondažne raziskave.

V uradnih evidencah sta evidentirani dve stavbi z različnimi režimi varovanja kulturne dediščine, pred izdelavo projektne dokumentacije je potrebno s pristojnim soglasodajalcem ZVKDS uskladiti kulturnovarstvene pogoje in po potrebi revidirati projektno rešitev.

### 2.9.3 Povzetek Navodil za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020

Za postopek izvedbe pristopa in izbire operacije za energetske prenovo, ki se izvaja v skladu z navodili nosilnega posredniškega organa, se mora ustrezno oz. skladno z le-temi pripraviti tudi dokumentacija. To velja tudi za poročilo REP-a.

V kolikor želimo, da je poročilo REP-a v skladu z navodili nosilnega posredniškega organa, je potrebno v poročilu upoštevati naslednje:

- Da je REP izveden v skladu z dokumentom »Metodologija izvedbe energetskega pregleda« (Ministrstvo za okolje in prostor, april 2007) in standardom SIST EN16247 (Energetske presoje – 2. del: Stavbe).
- Energetski pregled mora upoštevati zadnje stanje stavbe in ne sme biti starejši od petih let.
- V okviru razširjenega energetskega pregleda je treba upoštevati vse relevantne pogoje, ki bi lahko vplivali na zasnovo in izvedbo investicijskih ukrepov, predlaganih v energetskem pregledu (npr. lokacijske informacije, zahteve varstva kulturne dediščine). V primeru že narejenih razširjenih energetskih pregledov se lahko dodatni pogoji in zahteve pridobijo kasneje ter upoštevajo pri pripravi investicijske dokumentacije.
- Skladno z zgoraj omenjeno metodologijo in predpisanim standardom izpostavljamo določene vsebinske elemente, ki jih je treba upoštevati pri izvedbi energetskega pregleda:
  - o V okviru energetskega pregleda je treba preučiti enega ali več verjetnih scenarijev z enim ali več ukrepi, med njimi tudi scenarije celovite energetske prenove stavbe, ki izpolnjujejo minimalne zahteve energetske učinkovitosti stavb, predpisane s pravilnikom, ki ureja učinkovito rabo energije v stavbi (PURES). Ker morajo biti javne stavbe zgled ostalim in ker kmalu nastopi obveza iz EZ-1, naj se upoštevajo tudi minimalne zahteve skoraj nič-energijske gradnje, kjer je to mogoče.
  - o Scenariji, ki vključujejo enega ali več ukrepov za izboljšanje energijske učinkovitosti, morajo biti vsebinsko in oblikovno predstavljeni na način, kot ga predpisuje Metodologija za predstavitev posameznih ukrepov. V zaključku je treba učinke posameznih ukrepov in scenarijev prikazati ločeno po ukrepih in po scenarijih. Izdelovalec mora pripraviti tudi primerjalno tabelo ukrepov in scenarijev z vidika upravičenosti njihove izvedbe. Izbrani najbolj optimalen scenarij celovite energetske prenove stavbe mora posebej opredeliti in upravičiti z vidika učinkov.
  - o Pregled mora zajemati tehnične medsebojne vplive sistemov v stavbi ter medsebojne vplive sistemov in stavbe. Optimizacija posameznega dela na račun izključitve drugih lahko poda zavajajoče rezultate. Pri prikazu učinkov posameznih scenarijev je obvezno potrebno upoštevati soodvisnost posameznih ukrepov v okviru posameznega scenarija.
  - o V okviru izdelave pregleda je potrebno glede na obseg in cilj z uporabo gradbene fizike ustrezno analizirati potencial za prihranek energije, rezultate pa upoštevati pri predlogu oz. pripravi scenarijev z ukrepi. Analiza vrednotenja energetske učinkovitosti celotne stavbe mora biti prikazana v pregledu.
  - o Določiti je potrebno referenčno obdobje za porabo energije, ki je osnova za določitev vplivov scenarijev na prihranek energije (na osnovi dejanskega stanja stavbe).

- V okviru vsaj zadnjih treh let (za nove REP-e) oziroma treh let (za obstoječe REP-e) obratovanja stavbe je treba določiti relevantne temperaturne primanjkljaje za lokacijo stavbe in za posamezno obravnavano leto določiti (privzeti) tudi dejanski letni temperaturni primanjkljaj.
- V energetskem pregledu je potrebno predstaviti vse podatke, ki so osnova za izračun prihrankov in predloge scenarijev (investicijske vrednosti, vračilne dobe, prihranke emisij toplogrednih plinov itd.), ki so po analizi prepoznani kot upravičeni z vidika celovite energetske prenove stavbe.
- Poročilo naj vključuje tudi priporočila za prihodnje metode merjenja in preverjanja ukrepov, s katerimi skušamo doseči prihranek energije.
- Pri predstavitvi organizacijskih in investicijskih ukrepov je potrebno prikazati način izračuna prihrankov energije, in sicer z upoštevanjem dejanskega stanja stavbe in stroškov, ter predstaviti sestavo investicijskega ukrepa z grobim popisom glavnih sklopov opreme in materiala.

#### 2.9.4 Povzetek zahtev po izvedbi energetske prenove v skladu s PURES-om

Minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti v stavbah so v slovenski zakonodaji določene v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, Ur. list RS, št. 52/2010). Pri izdelavi REP-a oz. predlogov energetske prenove stavbe je bila upoštevana tudi ključna zahteva Ministrstva za infrastrukturo (MZI), da se pri analiziranju predlaganih ukrepov zadosti tudi zahtevam PURES-a. Omenjeni pravilnik določa predvsem zahteve oz. zaveze, ki jih je potrebno upoštevati pri načrtovanju in prenovi stavb. Podane so zahteve glede mejnih vrednosti elementov učinkovite rabe energije v stavbah, dopustne toplotne prehodnosti posameznih gradbenih elementov in sklopov, načinov pasivnega zmanjševanja pregrevanja zaradi sončnega obsevanja, sestava gradbenih konstrukcij, pri katerih ne bo prišlo do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare, ravni in tehničnih rešitev primerne zrakotesnosti stavbe, energijskih lastnosti generatorjev toplote, projektnih temperatur ogrevalnega sistema, načinov uravnoteženja in regulacije sistema ogrevanja, energijskih lastnosti klimatskih naprav in sistemov, načrtovanja in izvedbe cevovodnega razvoda hlajenja stavbe, načina regulacije sistema klimatizacije, ravni potrebnega vračanja toplote odtočnega zraka, elementov zagotavljanja učinkovite priprave tople pitne vode, načrtovanja in izvedbe hranilnika ter cevovodnega razvoda tople pitne vode, energijskih lastnosti elementov razsvetljave ter določa stavbe oz. njihove dele, v katerih je treba razsvetljavo regulirati v odvisnosti od dnevne svetlobe ter prisotnosti uporabnikov. Pri analizi ukrepov za zagotavljanje učinkovite rabe energije se je upoštevalo, da so praviloma medsebojno povezani in njihov končni učinek ni obravnavan izključno na podlagi analize posameznega ukrepa, ampak z upoštevanjem rezultatov celotnega izbranega koncepta učinkovite rabe energije. Pri izbiri ukrepov skladno s PURES-om oz. tehničnim delom pravilnika, tehnično smernico TSG-1-004:2010 in njihovem kombiniranju z različnimi ukrepi je v REP-u poskrbljeno za njihovo medsebojno usklajenost.

### 3 SHEMA UPRAVLJANJA S STAVBO

#### 3.1 Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe

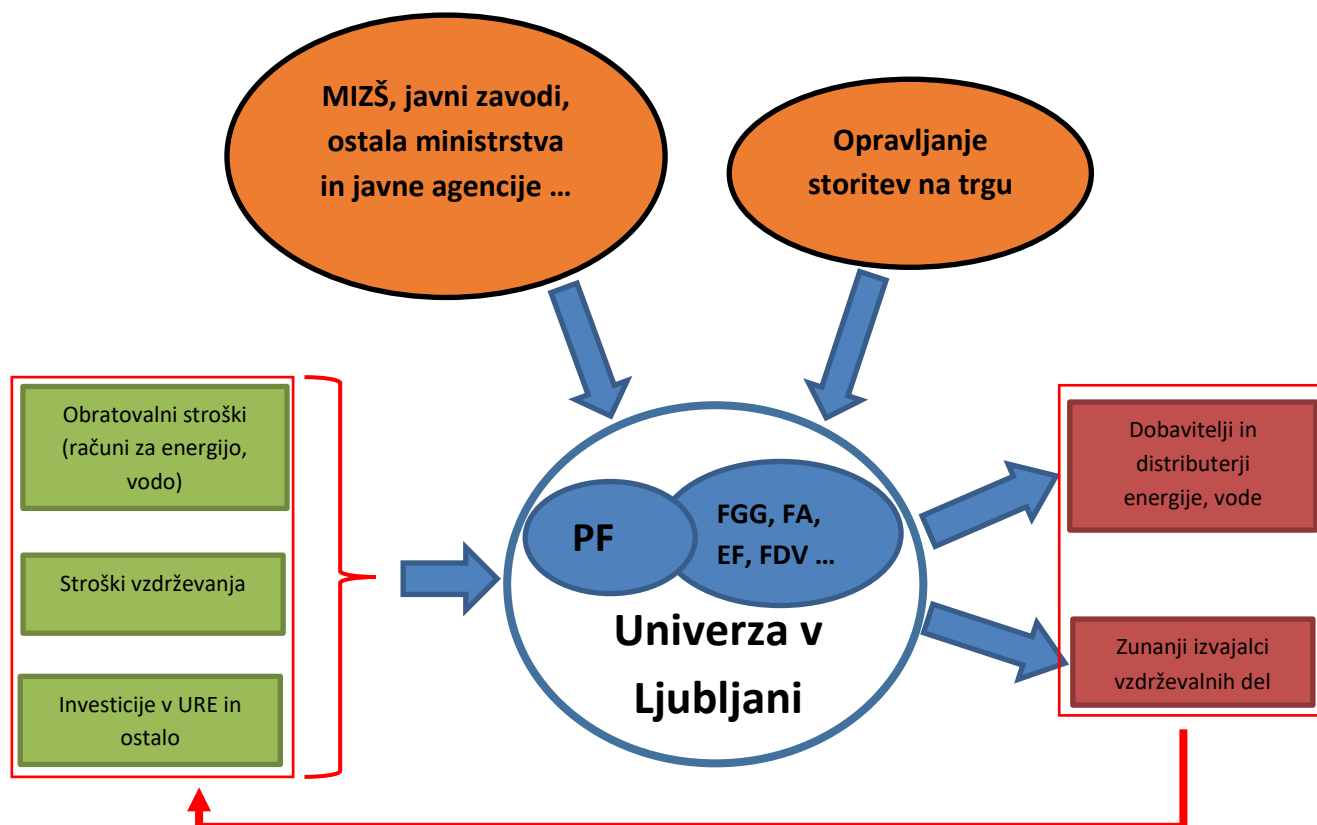
Razmerja med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom in upravnikom stavbe so naslednja:

*Ustanoviteljica* javnega zavoda Pravna fakulteta Univerze v Ljubljani in lastnik stavbe, ki jo javni zavod uporablja ter upravlja je Republika Slovenija oz. posredniški organ Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, s sedežem na Masarykova cesta 16 v Ljubljani.

*Upravljanje* stavbe je v rokah vodstva in tehničnega osebja javnega zavoda. Uporabniki prostorov so zaposleni, študenti, zunanji obiskovalci, gosti, najemniki posameznih prostorov. *Naročnik* energetskega pregleda je Pravna fakulteta Univerze v Ljubljani.

#### 3.2 Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

Shema denarnih tokov in proces odločanja na področju obratovalnih stroškov je takšen kot v primerljivih javnih vzgojno-izobraževalnih zavodih. Pravna fakulteta Univerze v Ljubljani je večinoma financirana iz različnih državnih in lokalnih javnih virov (npr. preko sklenjenih pogodb z Ministrstvom za izobraževanje, znanost in šport, Javno agencijo za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in ostalimi ministrstvi oz. javnimi zavodi) ter prodajo lastnih storitev na trgu. Obratovalne stroške si tako pokrivajo iz več virov.



Slika 3.1: Shema denarnih tokov



### 3.3 Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE

Vodstvo in tehnični kader javnega zavoda skupaj s svojo vzdrževalno službo, pristojnimi na ministrstvih in zunanji izvajalci (svetovalci) pripravlja projekte vzdrževanja, prenove in investicij v URE in OVE. Na osnovi letnih finančnih in vzdrževalnih načrtov odločajo o prioriteti in tipu izvedb posameznih vzdrževalnih ukrepov. V obdobju zadnjih 3 let ni bilo večjih investicij v URE, prav tako je bila obravnavana stavba leta 2000 celovito prenovljena. Energetski pregled predstavlja dokument, ki bo instituciji potrdil ali ovrgel pravilnost sprejetih poslovnih odločitev v smislu URE, hkrati pa nakazal možnosti izvajanja URE v prihodnje.

### 3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški

Nadzor nad porabo energije in stroški ima neposredno upravljavec oz. lastnik stavbe. Energetsko upravljanje stavbe ali nadzor nad porabo energije in stroškov ni vpeljeno. Univerza v Ljubljani ima za svoje stavbe oz. članice trenutno vpeljeno vodenje energetskega knjigovodstva, ki omogoča vpogled v porabljeno energijo za posamezno stavbo, po vrstah energije (električna, daljinska toplota, zemeljski plin ...), ne omogoča pa vpogled o stanju stavbe in ogrevalnih, prezračevalnih in elektro sistemov, sprotno ugotavljanje večjih odstopanj od povprečne vrednosti rabe energije, ciljno spremljanje rabe energije itd.

Predlagamo, da se obstoječe energetsko knjigovodstvo nadgradi in določi osebo, ki bo skrbela za točnost podatkov in izvedbo energetskih analiz porabljene energije. Uporabniki stavbe lahko bistveno prispevajo k zmanjšanju porabe energije, če bodo vpeljali določene ozaveševalne (vpeljava vsebin s področja URE in OVE) in tehnično-investicijske ukrepe, ki jih podaja REP.

### 3.5 Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih

Na porabo energije vpliva vrsta zunanjih dejavnikov, kot so spremenljive vremenske razmere in z njimi velika temperaturna nihanja, cene energentov, spreminjajo se število, struktura in miselnost uporabnikov. V stavbah, ki so namenjene izobraževanju, uporabniki prostorov niso neposredno plačniki stroškov energije. To lahko v mnogih primerih pomeni, da nimajo zadostne motivacije za varčevanje z energijo. Lastnik oz. upravljalci takšnih stavb (v tem primeru Republika Slovenija oz. MIZŠ) nosi torej odgovornost, ne samo za financiranje stroškov za energijo, temveč tudi za spodbujanje uporabnikov k ukrepom za učinkovitejšo rabo energije.

Prihranek iz učinkovitejše rabe energije bi lahko porabili v druge namene, npr. za boljšo splošno in didaktično opremo, izboljšanje mikroklimatskega udobja prostorov, hkrati pa tudi ekološko pripomogli k čistejšemu okolju na račun posrednega zmanjšanja toplogrednih plinov (predvsem zmanjšanja CO<sub>2</sub>).

Velika večina javnih stavb, predvsem starejših, ima velik potencial za učinkovito rabo energije. Brez večjih investicijskih vlaganj vanje bi bilo možno ob racionalni rabi energije ter ustrezni organiziranosti zmanjšati porabo energije do 10 %. Tu imamo v mislih predvsem energijo, potrebno za ogrevanje prostorov, električno energijo in vodo. Ob ustrezni organizaciji dela in primerni ozaveščenosti uporabnikov zgradb bi prihranili še nadaljnjih 5 % energije. Ob ustreznih tehnično-investicijskih ukrepih bi lahko po strokovnih ocenah znašal potencial učinkovite rabe energije tudi precej več.

Pomemben napredek na tem področju bi predstavljala že uvedba rednega spremljanja tekoče porabe in stroškov energije v stavbi oziroma energetsko knjigovodstvo. Spremljanje lahko izvajamo že zgolj s pregledovanjem in preverjanjem računov za posamezne energente.



### 3.6 Raven promoviranja URE

URE se promovira preko Ministrstva za infrastrukturo (Sektorja za učinkovito rabo in obnovljive vire energije) in Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport, lastnika stavbe. Za energetska upravljanje stavbe je pomembna izvedba kakovostnih energetskih pregledov, ki so dobra strokovna podlaga za implementacijo ukrepov URE in OVE.

Energetski pregled vsebuje pregled obstoječega stanja in usmeritev za izboljšave. Na osnovi teh dobijo upravljavci izhodišča, da lahko pričnejo izvajati nadzor nad porabo vseh vrst energij, ozaveščati zaposlene in uporabnike ter graditi energetski informacijski sistem, ki bo v prihodnosti eno glavnih orodij optimalne rabe energije.

## 4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

Stavba Pravne fakultete Univerze v Ljubljani se oskrbuje s toplotno energijo iz sistema daljinskega ogrevanja in z električno energijo. Oskrba s hladno vodo je zagotovljena z javnim vodovodnim omrežjem.

Stavba je napajana z električno energijo preko javnega omrežja, operater – distributer je Elektro Ljubljana, podjetje za distribucijo električne energije d.d., Slovenska cesta 58, 1000 Ljubljana. Dobavitelj električne energije je HEP Energija d.o.o., Tivolska cesta 48, Ljubljana. Stavba je napajana z napetostjo 400/230 V. Električna energija se dobavlja iz javnega omrežja preko pripadajoče transformatorske postaje. Do prekinitve dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar pa lahko traja največ nekaj ur.

Stavba je oskrbovana s hladno vodo preko javnega vodovodnega omrežja. Vodo distribuira javno podjetje Vodovod-kanalizacija, d. o. o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana. Vodovodne instalacije so v funkcionalnem stanju. Lastnik vodovodnega omrežja za oskrbo s pitno vodo je Mestna občina Ljubljana.

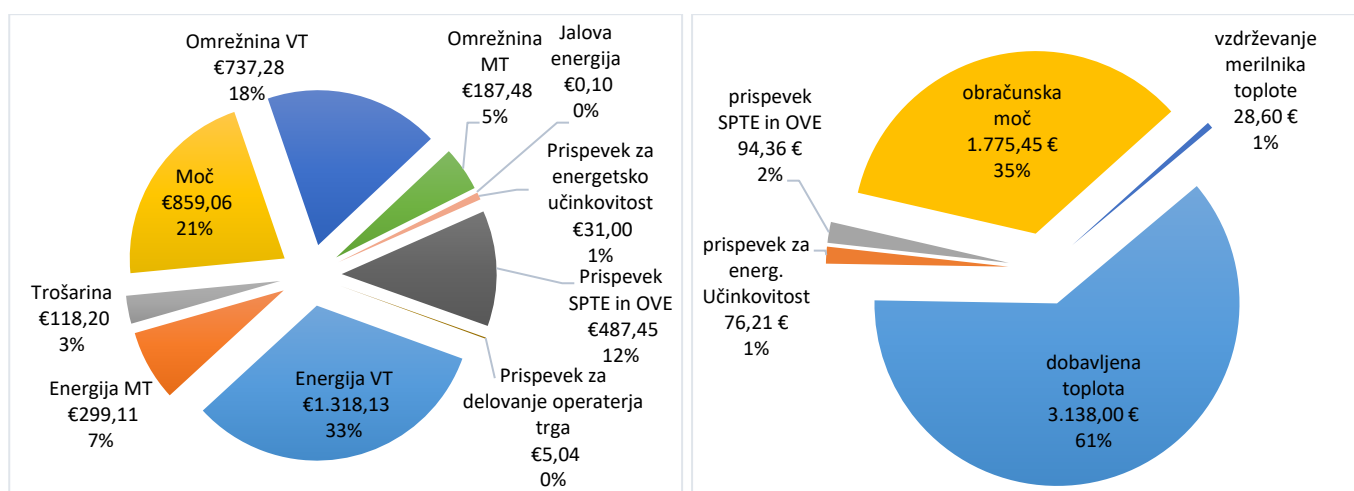
### 4.1 Cene energetskih virov in mrzle vode

Na osnovi pridobljenih podatkov o energetskih virih za obdobje zadnjih treh zaključenih let smo za obravnavano stavbo ugotavljali, kolikšni so stroški energentov in mrzle vode. Cena energije, ki jo plača končni uporabnik, je sestavljena iz cene energije in cene omrežnine. Ključne postavke pri obračunu energije, ki so zajete tudi v predstavljenih cenah in stroških energije so: cena energije, cena omrežnine, cena priključka za moč in razni prispevki (določeni s predpisi). **Vse cene energije v nadaljevanju so predstavljene brez DDV-ja** (tako v strukturi stroška kot tudi v skupni ceni energije na enoto).

Meritve električne energije se izvajajo preko merilnega mesta, ki se nahaja v kleti novejših stavbe. Poraba električne energije se meri na visoki (VT) in mali tarifi (MT) z merjenji konične porabe. Cena električne energije je odvisna od pogodbene cene, ki jo zavod sklene z dobaviteljem. Cene za uporabo omrežja so določene s strani države (Agencije RS za energijo) in so odvisne od odjemne skupine, v katero spada odjemno mesto.

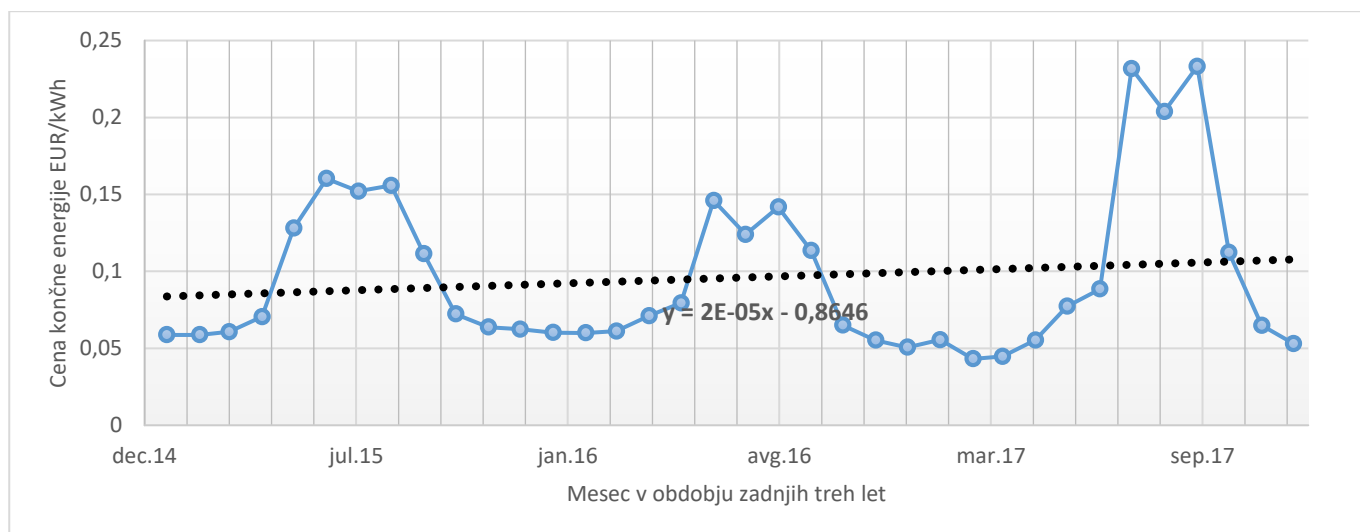
Poraba daljinske toplote se meri preko toplotnega števca – kalorimetra, ki je nameščen v toplotni postaji stavbe.

Poraba mrzle vode se meri preko števec pretoka. V ceni dobave mrzle vode so vključene vodarina, omrežnina, vodooskrba in okoljska dajatev odpadne vode (brez DDV-ja). V nadaljevanju je za izbrane mesece prikazana struktura stroškov posameznega energenta.

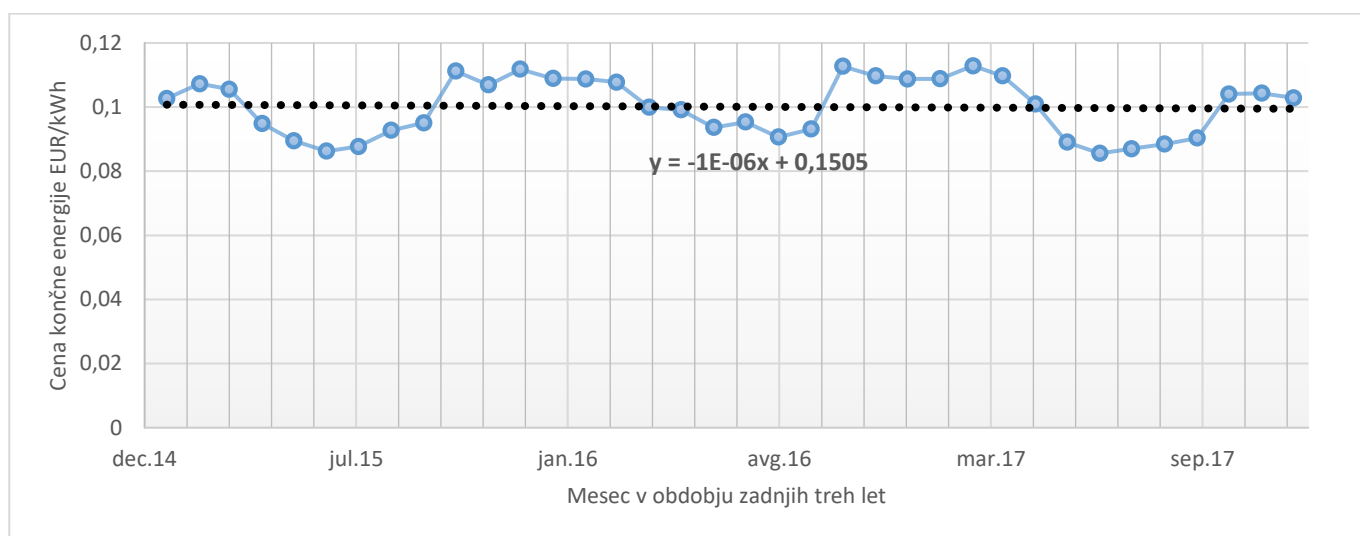


**Slika 4.1: Struktura stroška električne energije za november 2017 (levo) in daljinsko toploto december 2017 (desno)**

Vir: Računi dobaviteljev Elektro Ljubljana, d. d., HEP Energija, d.o.o. in Energetika Ljubljana, d.o.o.

**Slika 4.2: Efektivna cena daljinske energije**

Vir: Računi dobavitelja Energetika Ljubljana, d.o.o.

**Slika 4.3: Efektivna cena električne energije za kWh**

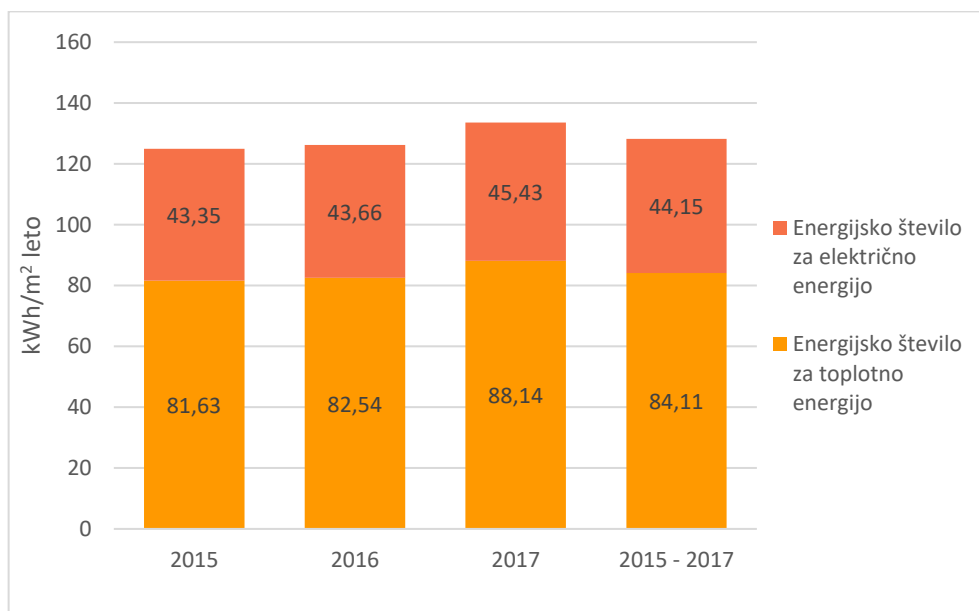
Vir: Računi dobaviteljev Elektro Ljubljana, d. d. in HEP Energija, d.o.o.

**Preglednica 4.1: Tabela cen energetskih virov (brez DDV-ja)**

| Energent            | Enota              | Povprečje za leto 2015 | Povprečje za leto 2016 | Povprečje za leto 2017 | Povprečje 2015-2017 |
|---------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| Električna energija | EUR/kWh            | 0,0998                 | 0,1028                 | 0,0991                 | 0,1005              |
|                     | EUR/m <sup>2</sup> | 4,3250                 | 4,4870                 | 4,5007                 | 4,4376              |
|                     | EUR/uporabnika     | 25,4492                | 27,0078                | 27,9514                | 26,8028             |
| Toplotna energija   | EUR/kWh            | 0,0691                 | 0,0647                 | 0,0595                 | 0,0644              |
|                     | EUR/m <sup>2</sup> | 5,6383                 | 5,3378                 | 5,2426                 | 5,4063              |
|                     | EUR/uporabnika     | 33,1770                | 32,1289                | 32,5591                | 32,6217             |
| Vodovod             | EUR/m <sup>3</sup> | 2,1813                 | -0,1557                | 2,7018                 | 1,5758              |
|                     | EUR/m <sup>2</sup> | 0,8763                 | 0,7660                 | 0,8251                 | 0,8225              |
|                     | EUR/uporabnika     | 5,1564                 | 4,6108                 | 5,1241                 | 4,9638              |

## 4.2 Energijsko število

Energijska števila so prvi pokazatelj učinkovitosti posamezne stavbe. Omogočajo primerjave rabe energije na enoto površine, število oseb, ki stavbo uporabljajo ipd. Vrednost energijskega števila stavbe se lahko uporablja za oceno potrebnih energetskih ukrepov, ki naj bi jih izvedli pri energetski prenovi starejših stavb. Kot glavno vodilo se uporablja energijsko število, ki pomeni specifično porabo energije na enoto površine stavbe v časovnem obdobju enega leta.

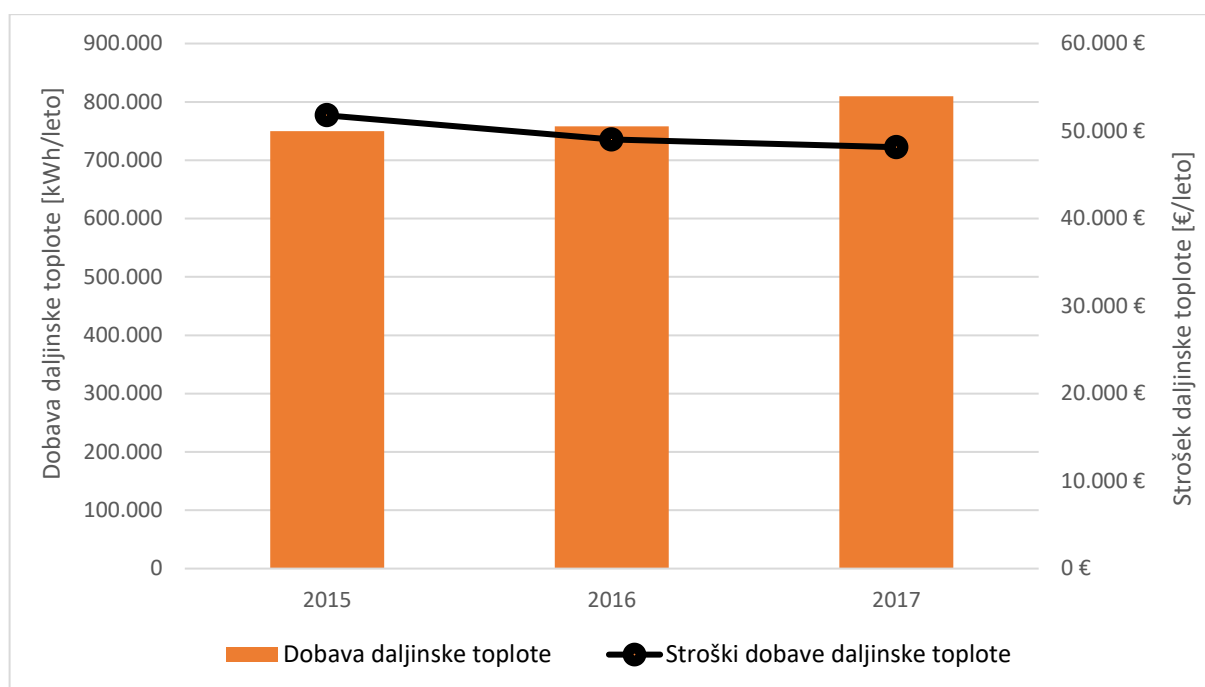


Slika 4.4: Energijsko število obravnavane stavbe

Energijsko število služi za grobo analizo in primerjave rabe energije različnih stavb. Za natančnejše primerjave je potrebno upoštevati ostale dejavnike, kot so specifična raba posameznih prostorov, navade uporabnikov, temperaturni primanjkljaj, oblika stavbe ipd.

## 4.3 Poraba toplotne energije

Stavba se s toplotno energijo oskrbuje preko toplotne postaje, ki se napaja iz mestnega sistema daljinskega ogrevanja. Povprečna letna poraba toplotne energije zadnjih treh let za stavbo znaša 772.528,33 kWh, kar pomeni povprečno proizvodnjo 247,21 ton emisij CO<sub>2</sub> letno. Poraba toplotne energije se je leta 2016 povečala za 1,12 % glede na leto 2015, leta 2017 pa za 6,78 % glede na leto 2016 in za 7,98 % glede na leto 2015. Stroški toplotne energije so najmanjši leta 2017, ko je poraba energije največja, kar nakazuje, da se je strošek toplotne energije v zadnjih zmanjšal.



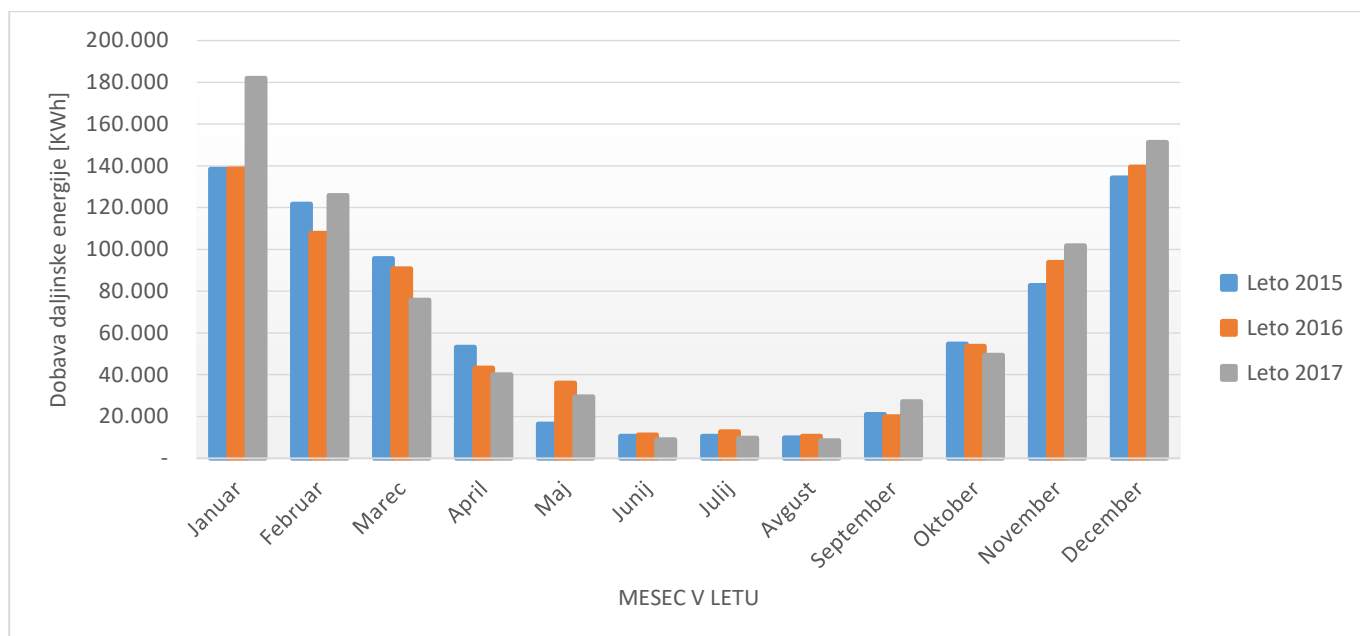
Slika 4.5: Poraba toplotne energije v kWh in letni strošek v EUR v zadnjih treh letih

Vir: Računi dobavitelja Energetika Ljubljana, d.o.o.

Poraba toplotne energije se je leta 2016 povečala za 1,12 % glede na leto 2015, leta 2017 pa za 6,78 % glede na leto 2016 in za 7,98 % glede na leto 2015. Stroški toplotne energije so najmanjši leta 2017, ko je poraba največja.

Preglednica 4.2: Mesečna poraba in stroški dobave energenta za ogrevanje in TSV

| Leto          | 2015              |                  | 2016              |                  | 2017              |                  |
|---------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Enota         | kWh               | EUR              | kWh               | EUR              | MWh               | EUR              |
| Januar        | 138.402,00        | 8.130,33         | 138.632,00        | 8.339,34         | 181.905,00        | 7.840,16         |
| Februar       | 121.814,00        | 7.152,46         | 107.788,00        | 6.470,49         | 125.843,00        | 5.623,77         |
| Marec         | 95.686,00         | 5.809,02         | 90.721,00         | 5.545,90         | 75.791,00         | 4.190,98         |
| April         | 53.188,00         | 3.750,82         | 43.282,00         | 3.076,23         | 40.099,00         | 3.098,36         |
| Maj           | 16.535,00         | 2.117,21         | 36.141,00         | 2.869,67         | 29.432,00         | 2.604,92         |
| Junij         | 10.682,00         | 1.712,30         | 11.210,00         | 1.636,89         | 8.913,00          | 2.065,57         |
| Julij         | 10.608,00         | 1.613,11         | 12.776,00         | 1.583,61         | 9.651,00          | 1.967,21         |
| Avgust        | 9.855,00          | 1.535,25         | 10.586,00         | 1.500,00         | 8.450,00          | 1.970,49         |
| September     | 21.049,00         | 2.344,26         | 19.947,00         | 2.262,30         | 27.129,00         | 3.047,54         |
| Oktober       | 54.758,00         | 3.959,02         | 53.646,00         | 3.486,89         | 49.351,00         | 3.200,00         |
| November      | 82.889,00         | 5.286,89         | 93.916,00         | 5.185,25         | 101.746,00        | 5.397,54         |
| December      | 134.324,00        | 8.378,69         | 139.541,00        | 7.072,13         | 151.299,00        | 7.148,36         |
| <b>Skupaj</b> | <b>749.790,00</b> | <b>51.789,34</b> | <b>758.186,00</b> | <b>49.028,69</b> | <b>809.609,00</b> | <b>48.154,92</b> |



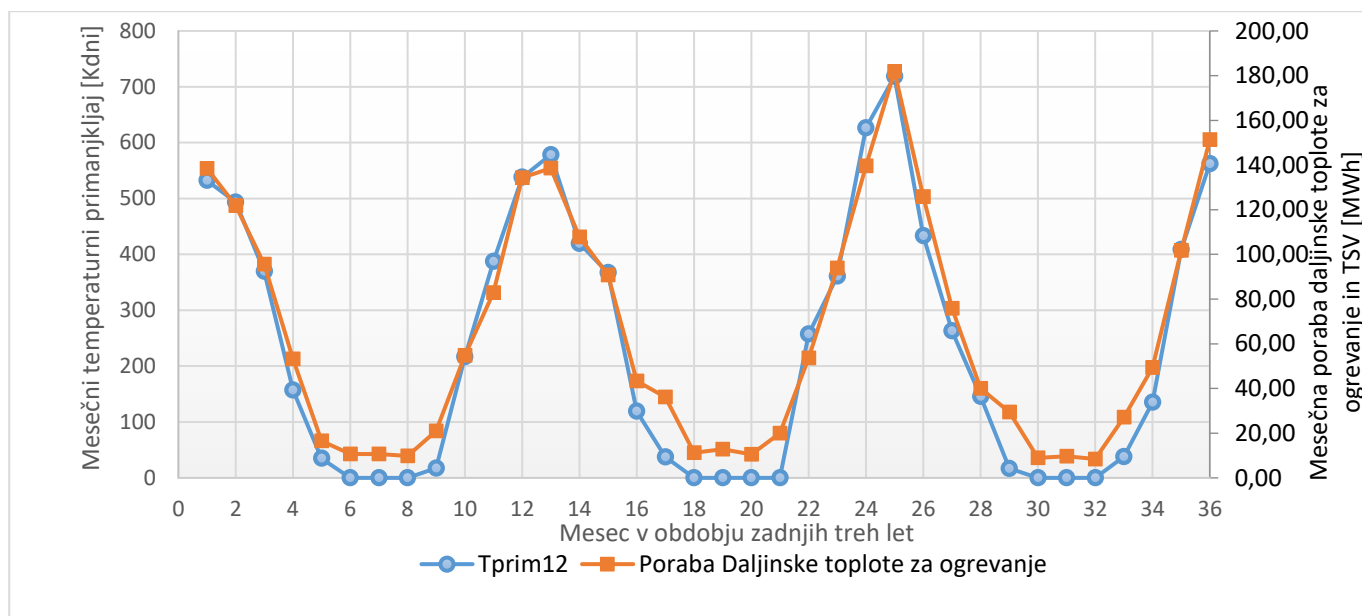
**Slika 4.6: Mesečna poraba toplotne energije za ogrevanje in TSV**

Vir: Računi dobavitelja Energetika Ljubljana, d.o.o.

Poraba toplotne energije je najvišja v zimskih mesecih in nižja poleti, kar je glede na vremenske razmere in potrebe po toploti običajno. Mesečna in letna poraba toplotne energije v zadnjih treh letih bistveno ne odstopata. Manjša letna poraba je bila zaznana v letu 2015. Pri mesečni porabi pa lahko večje odstopanje opazimo v letu 2017 v mesecu januarju, ko so bile tudi večje potrebe po ogrevanju glede na zunanje klimatske pogoje (večji temperaturni primanjkljaj glede na preostali zimske mesece v referenčnem obdobju). Večja poraba v letu 2016 in 2017, napram 2015 je lahko tudi posledica potrebe po večjem temperaturnem udobju (višja notranja temperatura) v prostorih stavbe, napake na sistemu ogrevanja, saj v zadnjih treh letih nismo zaznali večja nihanja letnega temperaturnega primanjkljaja. Poraba toplotne energije ( $E_{op} \approx 84,11 \text{ kWh/m}^2 \text{ letno}$ ) dosega podpovprečno porabo povprečne stavbe v Sloveniji. Stolpci mesečne toplotne energije prikazujejo porabo toplotne energije po mesecih.

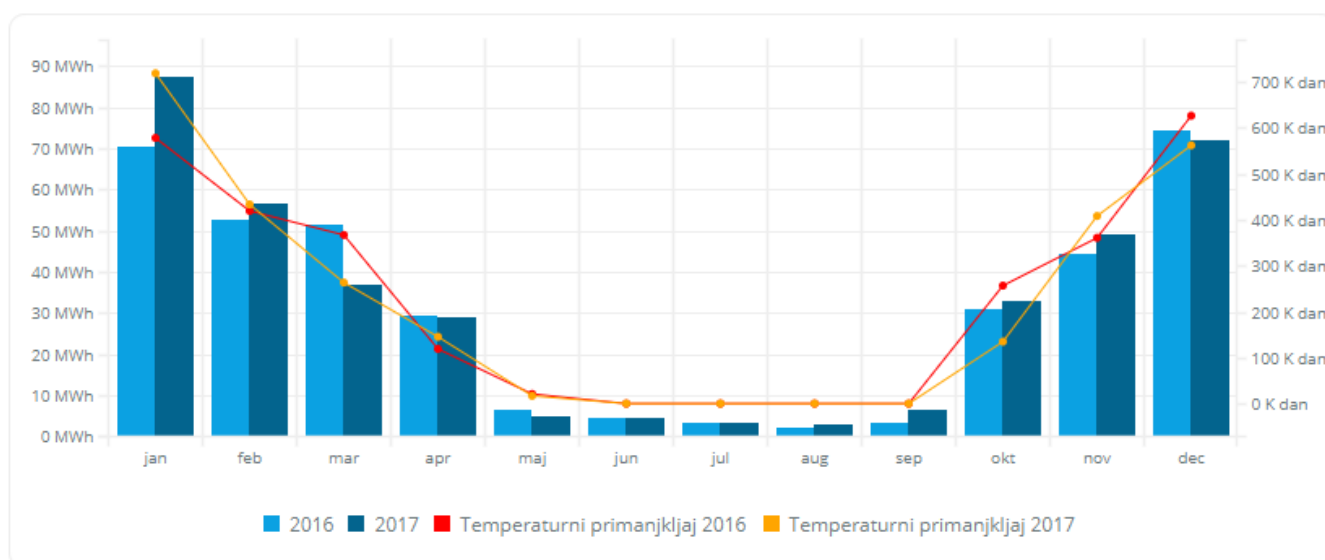
Na naslednji sliki prikazujemo primerjavo med mesečno porabo toplotne energije in mesečnim temperaturnim primanjkljajem ( $T_{prim12}$ ).  $T_{prim12}$  izraža izmerjeni temperaturni primanjkljaj za vremensko postajo Ljubljana Bežigrad (vir: ARSO baza). Temperaturni primanjkljaj (stopinjski dnevi, ang. degree days) za ogrevanje je pokazatelj »intenzivnosti zime« in posledično potreb po ogrevanju, zato se lahko uporablja za klimatsko korekcijo pri izračunu porabe energije za ogrevanje v stavbah. Mesečna poraba daljinskega ogrevanja je v zimskih mesecih nižja od mesečnega temperaturnega primanjkljaja, ki pove, kolikšne so potrebe po toplotni energiji. Večji kot je  $T_{prim12}$ , večje so potrebe po ogrevanju.





**Slika 4.7: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in Tprim12**

Vir: Računi dobavitelja Energetika Ljubljana, d.o.o. in baza ARSO za določitev Tprim12.



**Slika 4.8: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in Tprim12**

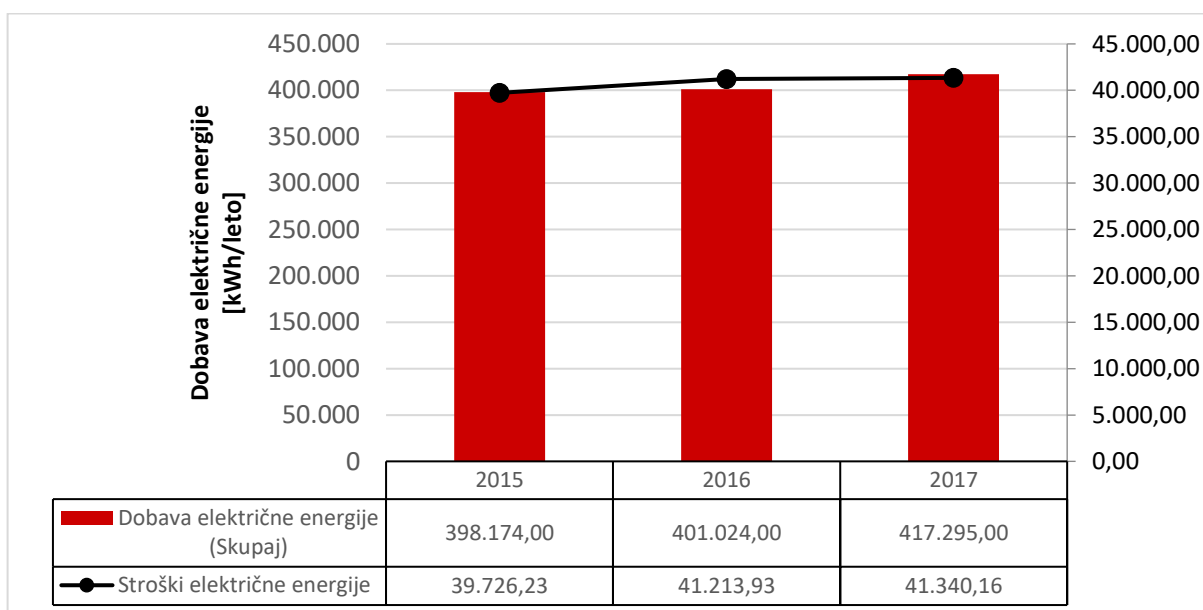
Vir: Spletna aplikacija Energetika Ljubljana

## 4.4 Poraba električne energije

Poraba električne energije naj bi bila odvisna tudi od letnih časov oz. naj bi se v letnem intervalu spreminjala; v zimskih mesecih je načeloma večja, v poletnih pa manjša. Glede na naravo obremenitve je razumljivo, da je zaradi toplejših dni in daljše dnevne naravne osvetljenosti tudi poraba električne energije v poletnem obdobju manjša. V nadaljevanju so prikazani poraba in stroški električne energije za obravnavno stavbo.

Preglednica 4.3: Mesečna poraba in stroški električne energije

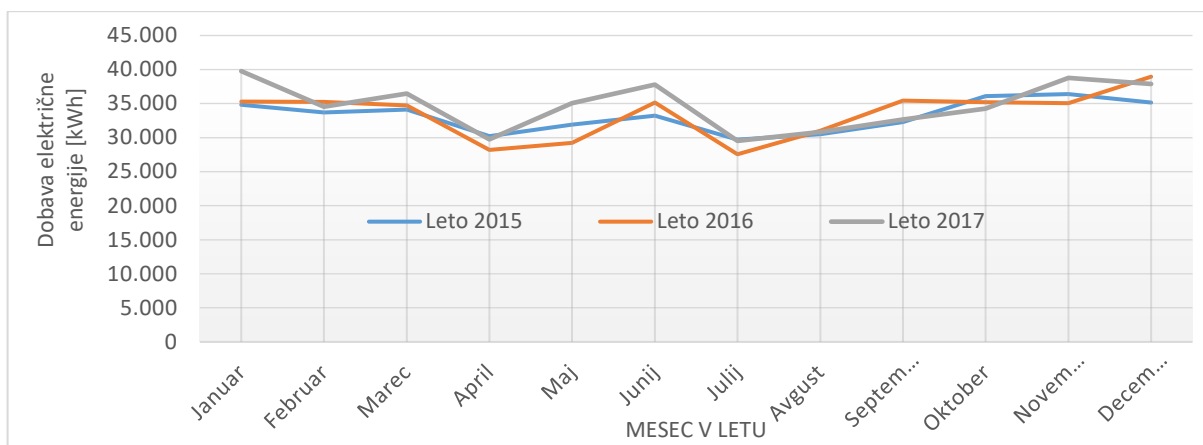
|               | 2015           |                  | 2016           |                  | 2017           |                  |
|---------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|               | kWh            | EUR              | kWh            | EUR              | kWh            | EUR              |
| januar        | <b>34.832</b>  | 3.577,05         | <b>35.279</b>  | 3.843,44         | <b>39.771</b>  | 4.327,87         |
| februar       | <b>33.695</b>  | 3.614,75         | <b>35.269</b>  | 3.836,89         | <b>34.549</b>  | 3.900,00         |
| marec         | <b>34.131</b>  | 3.604,10         | <b>34.717</b>  | 3.740,98         | <b>36.476</b>  | 4.002,46         |
| april         | <b>30.213</b>  | 2.866,39         | <b>28.179</b>  | 2.816,39         | <b>29.727</b>  | 3.001,64         |
| maj           | <b>31.933</b>  | 2.858,20         | <b>29.214</b>  | 2.895,90         | <b>35.040</b>  | 3.120,49         |
| junij         | <b>33.231</b>  | 2.866,39         | <b>35.151</b>  | 3.291,80         | <b>37.767</b>  | 3.231,15         |
| julij         | <b>29.709</b>  | 2.605,74         | <b>27.561</b>  | 2.627,87         | <b>29.525</b>  | 2.568,85         |
| avgust        | <b>30.503</b>  | 2.829,51         | <b>31.020</b>  | 2.811,48         | <b>30.836</b>  | 2.727,05         |
| september     | <b>32.301</b>  | 3.071,31         | <b>35.436</b>  | 3.300,82         | <b>32.677</b>  | 2.952,46         |
| oktober       | <b>36.079</b>  | 4.012,30         | <b>35.180</b>  | 3.965,57         | <b>34.271</b>  | 3.566,39         |
| november      | <b>36.399</b>  | 3.890,98         | <b>35.067</b>  | 3.846,72         | <b>38.754</b>  | 4.042,62         |
| december      | <b>35.148</b>  | 3.929,51         | <b>38.951</b>  | 4.236,07         | <b>37.902</b>  | 3.899,18         |
| <b>skupaj</b> | <b>398.174</b> | <b>39.726,23</b> | <b>401.024</b> | <b>41.213,93</b> | <b>417.295</b> | <b>41.340,16</b> |



Slika 4.9: Letna poraba in stroški električne energije

Vir: Računi dobaviteljev Elektro Ljubljana, d. d. in HEP Energija, d.o.o.

Poraba električne energije je največja leta 2017. Leta 2016 se je v primerjavi z letom 2015 povečala za 0,72 %. Izračunani indeks za leto 2017 znaša 104,06 kar pomeni, da je poraba večja za 4,06 % v primerjavi z letom 2016 in za 4,80 % glede na leto 2015. Stroški so najmanjši, ko je poraba najmanjša.



Slika 4.10: Mesečna poraba električne energije

Vir: Računi dobaviteljev Elektro Ljubljana, d. d. in HEP Energija, d.o.o.

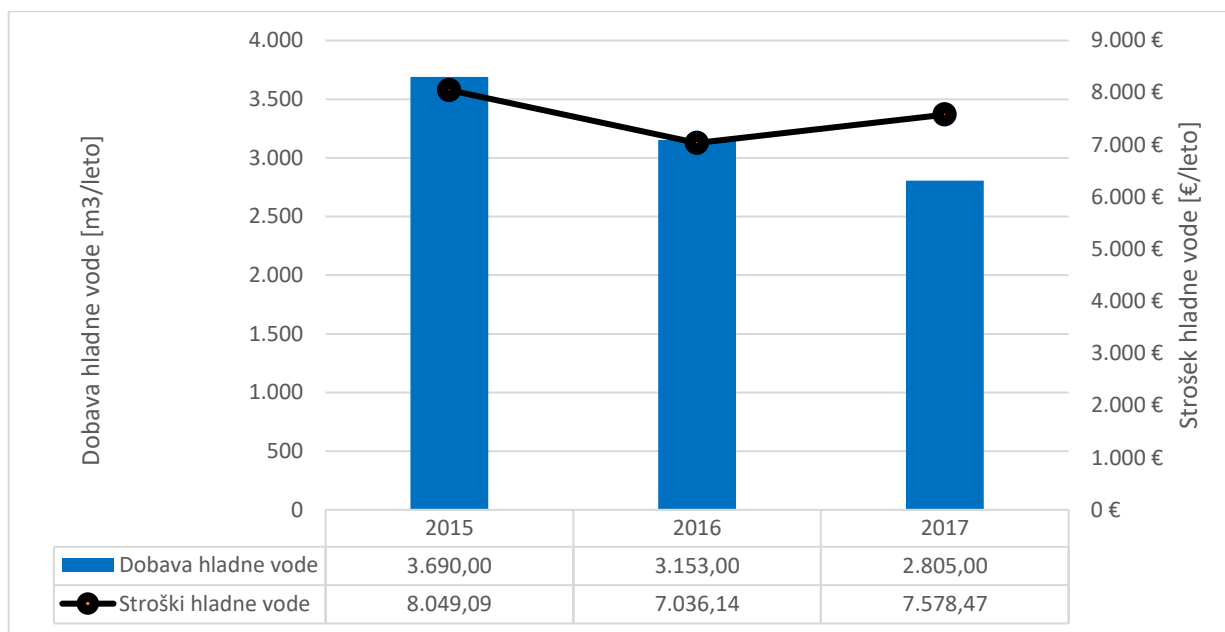
Krivulje porabe električne energije so v vseh treh obravnavanih letih podobne in prikazujejo nekoliko višjo porabo električne energije v zimskih in nižjo v poletnih mesecih, z izjemo junija, kjer je poraba primerljiva zimske. Posledica večje porabe električne energije v mesecu juniju je hlajenje in intenzivnejše prezračevanje prostorov. Poraba električne energije na kvadratni meter uporabne površine znaša  $E_{tn} \approx 44,15 \text{ kWh/m}^2\text{leto}$ . V povprečju v Sloveniji stavbe, ki so namenjene vzgoji in izobraževanju namreč porabijo okoli  $30\text{--}40 \text{ kWh/m}^2\text{leto}$ . Relativno manjši delež električne energije pomeni večjo stroškovno utež, saj je cena električne energije na kWh v primerjavi s ceno toplotne energije večja. Varčevanje z električno energijo bistveno prispeva k zmanjšanju stroškov energentov in izpustov toplogrednih plinov, kot je  $\text{CO}_2$ .

## 4.5 Poraba mrzle vode

Obravnavana stavba je priključena na javno vodovodno omrežje, s katerim upravlja javno podjetje Vodovod-Kanalizacija, d.o.o. Oskrba se vrši preko odjemnega mesta, ki se nahaja v kleti stavbe. Na naslednji sliki je prikazana primerjava porabe vode v zadnjih treh letih, nato pa še mesečna poraba vode v zadnjih treh zaključenih letih.

Preglednica 4.4: Mesečna poraba in stroški hladne vode

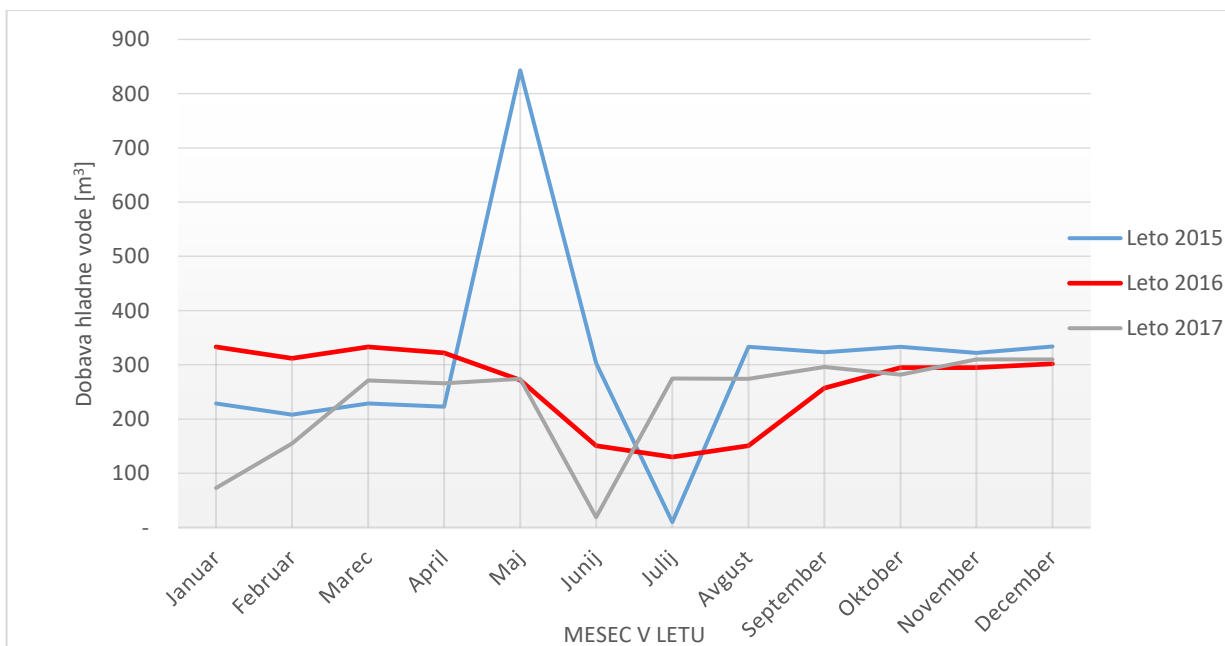
|           | Leto 2015      |          | Leto 2016      |         | Leto 2017      |         |
|-----------|----------------|----------|----------------|---------|----------------|---------|
| Mesec     | Poraba vode    | Strošek  | Poraba vode    | Strošek | Poraba vode    | Strošek |
| Enota     | m <sup>3</sup> | EUR      | m <sup>3</sup> | EUR     | m <sup>3</sup> | EUR     |
| Januar    | 229            | 577,85   | 333            | 664,88  | 73             | 404,98  |
| Februar   | 208            | 556,06   | 312            | 645,25  | 155            | 506,92  |
| Marec     | 229            | 577,85   | 333            | 666,53  | 271            | 624,44  |
| April     | 223            | 571,62   | 322            | 655,38  | 266            | 619,37  |
| Maj       | 843            | 1.215,12 | 272            | 501,17  | 274            | 627,48  |
| Junij     | 303            | 551,65   | 151            | 482,06  | 19             | 926,08  |
| Julij     | 10             | 690,69   | 130            | 460,76  | 275            | 628,48  |
| Avgust    | 333            | 665,58   | 151            | 479,48  | 274            | 627,48  |
| September | 323            | 655,75   | 257            | 589,50  | 296            | 649,76  |
| Oktober   | 333            | 665,58   | 295            | 628,01  | 282            | 635,58  |
| November  | 322            | 654,78   | 295            | 628,01  | 310            | 663,95  |
| December  | 334            | 666,56   | 302            | 635,11  | 310            | 663,95  |
| Skupaj:   | 3.690          | 8.049    | 3.153          | 7.036   | 2.805          | 7.578   |

**Slika 4.11: Letna poraba in stroški hladne vode**

Vir: Računi dobavitelja Vodovod-Kanalizacija, d.o.o.

Poraba vode je najvišja leta 2015. Leta 2016 je poraba vode negativna zaradi poročila vode za nazaj. Leta 2017 je poraba vode za 23,98 % manjša glede na leto 2015. Stroški vode so najmanjši leta 2016, ko je najmanjša tudi poraba hladne vode.

Iz krivulj porabljene vode se zelo slabo vidi, da je poraba po mesecih različna. Povprečna poraba na mesec se giblje med 233,75 in 307,50 m³. Mesečno se zaračunava normirana poraba vode kot akontacija, ki pa se vsake toliko časa (enkrat do dvakrat letno) izmeri in obračuna po dejanski porabi za določeno obdobje.

**Slika 4.12: Mesečna poraba hladne vode za posamezno leto**

Vir: Računi dobavitelja Vodovod-Kanalizacija, d.o.o.

## 4.6 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Stavba je oskrbovana s hladno vodo preko javnega vodovodnega omrežja, vodo distribuira javno komunalno podjetje. Merilni števec hladne vode je montiran v prostoru za priključek na javni vodovod, ki se nahaja poleg toplotne postaje.

Zanesljivost oskrbe stavbe z električno energijo in vodo ni problematična, kar se tiče stanja opreme. Distributer električne energije zagotavlja nadzor nad delovanjem in vodenjem distribucijskega omrežja. Električna energija se dobavlja iz javnega omrežja preko pripadajočih transformatorskih postaj. Do prekinitve dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar lahko traja največ nekaj ur. Stavba je v celoti napajana iz glavnega razdelilnika, ki se nahaja v kleti stavbe, kjer je v omari nameščen tudi digitalni števec. Električne naprave in razdelilci nizkonapetostnih (NN) razvodov so v dobrem in funkcionalnem stanju.

Oskrba toplotne postaje z daljinsko toploto je zanesljiva. Vse instalacije za oskrbo stavbe z daljinsko toploto so v funkcionalnem in dobrem stanju.

## 4.7 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

Splošna ocena je, da je oprema za ogrevanje v funkcionalnem stanju (primarni in sekundarni razvod). Sekundarni razvod z vgrajenimi jeklenimi radiatorji je konstruiran v skladu s takratnimi tehničnimi normativi. Na radiatorjih, tam kjer je smiselno, so montirani tudi termostatski ventili.

Elektrorazdelilna oprema je funkcionalna; napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrba z električno energijo je popolna (brez večjih prekinitev, motenj). Električne naprave in razdelilci NN-razvodov so dobro vzdrževani in omogočajo normalno delovanje. Ponekod so instalacije vodene nadometno samo v zaščitnem kablu, kar je z vidika varnosti in funkcionalnosti slabše.

## 5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

V obravnavani stavbi so naslednji energetski sistemi:

- ogrevalni sistem,
- sistem za oskrbo s hladno in toplo vodo,
- elektroenergetski sistem s porabniki.

### 5.1 Ogrevalni sistem

#### 5.1.1 Starejši del stavbe – I. FAZA – ID stavbe 2008

Objekt se oskrbuje s toplotno energijo za potrebe ogrevanja iz daljinskega vročevodnega omrežja Energetike Ljubljana, d.o.o. Za odvzem toplotne energije iz daljinskega sistema je v stavbi novejšega dela nameščena v toplotni postaji indirektna kompaktna toplotna postaja moči 325 kW, s potrebnimi armaturami in avtomatiko za vzdrževanje potrebne temperature ogrevne vode v sekundarnem sistemu ter varovanjem pred povišanjem tlaka in temperature. Postaja je opremljena s števcem toplote vgrajenem v primarnem delu postaje. Varovanje sekundarnega ogrevalnega sistema pred povišanjem tlaka je z varnostnim ventilom vgrajenim tik za izmenjevalcem toplote, ki je nastavljen na tlak odpiranja 6,0 bar. Kompenzacijo raztezkov ogrevne vode v sistemu prevzema membranska raztezna posoda prostornine 400 litrov. Potreben predtlak v raztezni posodi je min. 2,5 bar. Toplotna postaja je opremljena z regulacijsko progo za vzdrževanje spremenljive temperature ogrevne vode v odvisnosti od zunanje temperature (maksimalni temperaturni režim 85/65°C). V ta namen je v primarnem delu postaje vgrajen regulacijski ventil z vzmetno elektro motornim pogonom, ki ga krmili regulator SAMSON, tip TROVIS 5479. Regulator ustrezno krmili tudi dve obtočni črpalki ogrevne vode in črpalki za pripravo tople sanitarne vode. Ogrevalni sistem je razdeljen na pet ogrevalnih vej, ki so opremljeni z obtočnimi črpalkami, tripotnimi regulacijskimi ventili, tipali in regulatorjem temperature in sicer:

- radiatorsko ogrevanje sever (86/65°C) 101.810 W,
- radiatorsko ogrevanje jug (86/65°C) 81.710 W,
- radiatorsko ogrevanje prizidek (86/65°C) 23.370 W,
- konvektorsko ogrevanje prostorov v kleti in jedilnici (70/60°C) 28.130 W,
- sistem za oskrbo klimatov (86/65°C) 53.506 W.

Razvodi ogrevne vode od toplotne postaje do posameznih dvižnih vodov v objektu so iz črnih navojnih cevi vodenih v kineti. Prav tako so iz črnih cevi tudi vertikalni vodi z razdelilniki in zbiralniki v posameznih nadstropjih. Priključki horizontalnih razvodov za radiatorje v posameznih etažah so v stenskih nišah nad notranjimi hidranti (razen v kleti). Priključki posameznih vodov so izvedeni pod horizontalnim razvodom, tako da je omogočeno praznjenje sistema v toplotni postaji (razen ogreval v kleti, kjer je potrebno praznjenje na priključkih grelnih teles). Razvod do radiatorjev v posameznih etažah je iz alumplast cevi vodenih v tlaku. Vsi radiatorji so opremljeni s termostatskimi ventili.

Prostori se večinoma ogrevajo z radiatorji. Jedilnica se ogreva in hladi z ventilatorskimi konvektorji. Predavalnice se ogrevajo z radiatorji. S klimati se dogreva in hladi dovodni zrak. Vsi radiatorji so opremljeni s termostatskimi ventili.





**Slika 5.1: Posnetek toplotne postaje – I. FAZA**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.2: Posnetek razdelilnika ogrevanja v toplotni postaji – I. FAZA**  
Vir: lastni vir.

### 5.1.2 Novejši del stavbe – II. FAZA – ID stavbe 2009

Objekt se oskrbuje s toplotno energijo za potrebe ogrevanja iz daljinskega vročevodnega omrežja Energetike Ljubljana, d.o.o., priključenega na glavni vod v prostoru Dnevnika. Za odvzem toplotne energije iz daljinskega sistema je nameščena v toplotni postaji indirektna kompaktna toplotna postaja moči 601 kW, s potrebnimi armaturami in avtomatiko za vzdrževanje potrebne temperature ogrevne vode v sekundarnem sistemu ter varovanjem pred povišanjem tlaka in temperature. Postaja je opremljena s števcem toplote vgrajenem v primarnem delu postaje.

Varovanje sekundarnega ogrevalnega sistema pred povišanjem tlaka je z varnostnim ventilom, vgrajenim tik za izmenjevalcem toplote. Kompenzacijo raztezkov ogrevne vode v sistemu prevzemata dve membranski raztezni posodi prostornine 400 in 600 l. Toplotna postaja je opremljena z regulacijsko progo za vzdrževanje spremenljive temperature ogrevne vode v odvisnosti od zunanje temperature (maksimalni temperaturni režim 85/65 °C). V ta namen je v primarnem delu postaje vgrajen regulacijski ventil SAMSON tip TROVIS 5479. Regulator ustrezno krmili tudi dve obtočni črpalki ogrevne vode in črpalki za pripravo tople sanitarne vode.



**Slika 5.3: Posnetek toplotne postaje – II. FAZA**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.4: Posnetek obtočnih črpalk – II. FAZA**  
Vir: lastni vir.

### 5.1.3 Grelna telesa v stavbi

Razvod ogrevne vode iz toplotne postaje do posameznih potrošnih mest je izveden iz črnih navojnih cevi. Horizontalni razvod poteka pod stropom 1. Kleti do vertikalnih vodov. Regulacija za posamezne ogrevalne veje je na odcepih posameznih ogrevalnih sklopov. Objekt ima v posameznih delih različne ogrevalne sisteme in sicer:

- V 2. kleti je arhiv, ki ima inštaliran sistem talnega ogrevanja. Za regulacijo ogrevne vode je izvedenih 5 regulacijskih prog opremljenih z obtočno črpalko, tri potnim regulacijskim ventilom z motornim pogonom in regulatorjem temperature s tipali in prostorskim korektorjem. Temperatura ogrevne vode je konstantna, korigirana s prostorskim tipalom. Maksimalna temperatura ogrevne vode je 60 °C. Priporočljiva temperatura je okoli 40 °C.
- V predavalnicah je radiatorsko ogrevanje v kombinacijah z radiatorskimi konvektorji. Vsaka predavalnica ima samostojno regulacijsko progo s črpalko, tripotnim regulacijskim ventilom, motornim pogonom za zvezno regulacijo. Temperaturo in obratovalni čas krmili CNS.
- Nad glavnim vhodom sta za preprečitev vdora hladnega zraka vgrajeni dve toplozračni zavesi širine 2 m, ki sta priključeni na skupni razvod ogrevne vode.
- Klimati so prav tako priključeni na skupni razvod ogrevne vode. Regulacijske proge so opremljene s črpalkami, tri potnimi ventili in ustreznimi armaturami. Krmiljenje regulacijskih elementov in črpalk se izvaja preko CNS.



**Slika 5.5: Radiator brez termostatskega ventila, ki je montiran za leseno oblogo – Predavalnica 3 – II. FAZA**

Vir: lastni vir.



**Slika 5.6: Ploščati radiator s termostatsko glavo**

Vir: lastni vir.

Ogrevanje predavalnic ima ločeno regulacijo radiatorjev, ki je s klimatom povezana v prostorski sistem krmiljenja na osnovi temperature in kvalitete zraka v prostoru. Nekatera grelna telesa v stavbi so priključena direktno na sekundarni krog toplotne postaje. Toplotne postaje in boilerji v obeh stavbah so krmiljeni s kompaktnimi programabilnimi krmilniki in priključeni na CNS objekta.



**Slika 5.7: Talni konvektorji v povezovalnem hodniku med starejšim in novejšim delom stavbe**

Vir: lastni vir.



**Slika 5.8: Ploščati radiator brez termostatskega ventila**

Vir: lastni vir.

## 5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Vodovodna instalacija je priključena na javno vodovodno omrežje preko vodomerne garniture nameščene v energetskem objektu ob Poljanskem nasipu. V tem delu objekta je nameščena tudi naprava za dvig tlaka z elektronsko regulacijo pretoka oziroma tlaka, priključena na javni vodovod preko razbremenilnega rezervoarja NIRO izvedbe, prostornine 2 m<sup>3</sup>. Nivo vode v razbremenilnem rezervoarju vzdržuje plovni ventil. Za zaščito delovanja črpalk za dvig tlaka proti suhemu teku pa je v rezervoar vgrajeno plovno stikalo. Razvod hladne vode v starejšem in novejšem delu stavbe je skupen za potrošno hladno vodo in hidrantno omrežje. Izveden je iz pocinkanih navojnih cevi.

### 5.2.1 Starejši del stavbe – I. FAZA – ID stavbe 2008

Priprava tople potrošne vode je centralna. Za akumulacijo tople vode pa je nameščen akumulator tople vode prostornine 2000 litrov. Za ogrevanje vode je instalirana samostojna kompaktna toplotna postaja priključena na skupni primarni del toplotne postaje ogrevanja. Za prenos toplote iz primarnega sistema v sekundarni je na kompaktni toplotni postaji vgrajen ploščni izmenjevalec toplotne zmogljivosti 38,78 kW. Projektirana temperatura potrošne vode v akumulatorju je 60 °C. Za preprečevanje izločanja apnenca iz vode je na dovodu hladne vode v akumulator oziroma izmenjevalec toplote vgrajena naprava za doziranje tekočih fosfatov, ki v odvisnosti od porabe vode vključuje dozirno črpalko.





**Slika 5.9: Hranilnik TSV, kapacitete 2000 litrov – I. FAZA**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.10: Toplotni izmenjevalec za TSV**  
Vir: lastni vir.

### 5.2.2 Novejši del stavbe – II. FAZA – ID stavbe 2009

Priprava tople potrošne vode je prav tako centralna. Za akumulacijo tople vode pa je nameščen akumulator tople vode prostornine 1300 litrov. Za ogrevanje vode je instalirana samostojna kompaktna toplotna postaja priključena na skupni primarni del toplotne postaje ogrevanja. Za prenos toplote iz primarnega sistema v sekundarni je na kompaktni toplotni postaji vgrajen ploščni izmenjevalec toplotne zmogljivosti 29,4 kW. Projektirana temperatura potrošne vode v akumulatorju je 60 °C. Za preprečevanje izločanja apnenca iz vode je na dovodu hladne vode v akumulator oziroma izmenjevalec toplote vgrajena naprava za doziranje tekočih fosfatov, ki v odvisnosti od porabe vode vključuje dozirno črpalko.



**Slika 5.11: Hranilnik TSV, kapacitete 1300 litrov**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.12: Cirkulacijska črpalka za TSV – II. FAZA**  
Vir: lastni vir.

### 5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Objekt se s pitno vodo oskrbuje iz lokalnega vodovoda omrežja mesta Ljubljana. Voda se uporablja v sanitarne namene. Hladna voda iz direktnega vodovodnega omrežja oskrbuje potrošna mesta do 3. Nadstropja. 4. Nadstropje je priključeno na razvod, ki je vezan na napravo za dvig tlaka.

Hladna voda se uporablja za sanitarne elemente in požarno varnost. Vodovodni priključek na komunalni vodovod je izdelan v skladu z normami, standardi in predpisi upravljavca komunalnega vodovoda. Vodovodni priključek in merilno mesto se nahaja v prostoru poleg toplotne postaje stavbe. Razvod vode je v pretežni meri pod tlakom. Instalacije so v funkcionalnem stanju.

V WC-jih so nameščeni podometni kotlički brez varčevalne tipke. Pisoarji so opremljeni s senzorji in EMV ventili. Umivalniki s priključkom tople vode so izvedeni z enoročnimi stoječimi mešalnimi baterijami.

#### 5.3.1 Starejši del stavbe – I. FAZA – ID stavbe 2008

Notranji hidranti v kleti in pritličju so priključeni na skupni direktni razvod. Ostali hidranti pa so priključeni na razvod priključen na napravo za dvig tlaka. Hladna voda iz direktnega vodovodnega omrežja oskrbuje potrošna mesta do 3. Nadstropja. 4. Nadstropje je priključeno na razvod, ki je vezan na napravo za dvig tlaka.

Iztočna mest hladne in tople vode so opremljena za armaturami ARMAL. Baterije na umivalnikih so enoročne, pisoarji pa so opremljeni z elektronskimi baterijami za izplakovanje. Odvod odpadne vode je izveden iz KCM kanalizacijskih cevi, ki so vodene horizontalno v tlakih, vertikalni vodi pa so večinoma v stenah oziroma instalacijskih jaških. Kanalizacijski sistem je priključen na javno kanalizacijo.

#### 5.3.2 Novejši del stavbe – II. FAZA – ID stavbe 2009

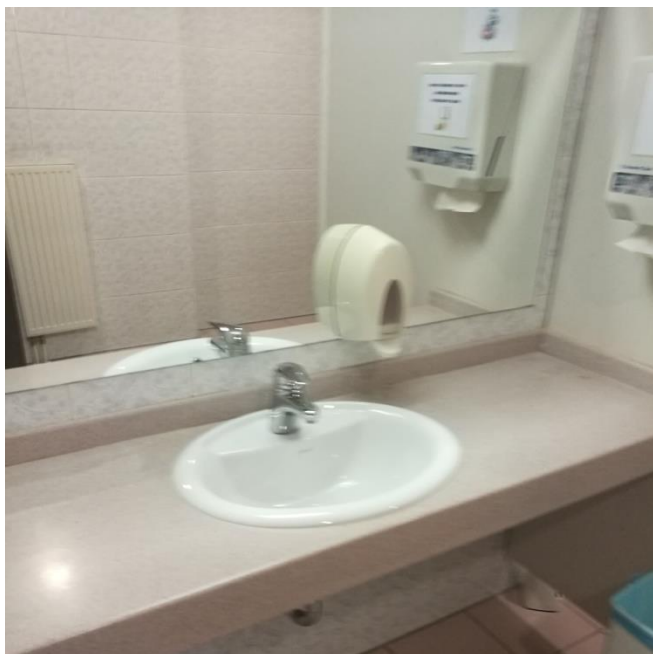
Izvedba vodovodne instalacije je podobna kot v 1.fazi s tem, da je celoten razvod za hidrantno in potrošno vodo priključen na direktni sistem 1.faze. Iztočna mest hladne in tople vode so opremljena za armaturami ARMAL. Baterije na umivalnikih so enoročne, delno elektronske, pisoarji pa so opremljeni z elektronskimi baterijami za izplakovanje. Odvod odpadne vode je izveden iz KCM kanalizacijskih cevi, ki so vodene horizontalno v tlakih, vertikalni vodi pa so večinoma v stenah oziroma instalacijskih jaških. Odvod odpadne vode iz kuhinje je izveden iz LŽ HKS kanalizacijskih cevi, ki so vodene pod stropom 1.kleti preko lovilca maščob v kanalizacijsko omrežje. Kanalizacijski sistem je priključen na javno kanalizacijo. Odvod meteorne vode iz ravne strehe je izveden iz LŽ HKS kanalizacijskih cevi.



**Slika 5.13: Pisoarji s senzorjem in EMV ventilom**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.14: Pisoarji brez senzorja in EMV ventila**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.15: Umivalnik z enoročno mešalno baterijo**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.16: WC z podometnim kotličkom brez varčevalne tipke**  
Vir: lastni vir.



## 5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

Objekt – fakulteta se napaja z električno energijo preko javnega omrežja. Priključen je na napajanje z napetostjo 3 x 230/400V, 50 Hz, iz transformatorske postaje poleg objekta, sistem napajanja glede na ozemljitev je TN (TN-C) sistemom. V objektu se nahaja razdelilna omara - stikalni blok preko katerega se napajajo posamezni stikalni bloki po objektu. Priključna električna moč objekta znaša 3X500 A. Objekt imam možnost tudi napajanja iz diesel agregata, v primeru izpada električne energije. V objektu se nahaja glavna el. razdelilna omara - stikalni blok preko katerega se napajajo posamezni stikalni bloki v 2. Kleti. Za napajanje nujnih porabnikov je vgrajen UPS, ki napaja video in nadzorni sistem. Preko diesel agregata z močjo 130 KVA se napaja hidroforna postaja, požarno dvigalo, varnostna razsvetljava, požarna, CO centrala in video nadzorni sistem.

Glavni električni porabniki so razsvetljava, ki je v večini izvedena s fluorescentnimi svetili, klimati, toplotna postaja, dvigala, računalniška in multimedijska oprema ter ostala pisarniška in laboratorijska oprema.

Nizkonapetostne instalacije v stavbi sestavljajo:

- priključno in merilno mesto za merjenje električne energije,
- napajanje etažnih električnih razdelilcev in podrazdelilcev,
- instalacije fiksnih porabnikov,
- instalacija razsvetljave (notranja, zunanja, varnostna razsvetljava),
- galvanske povezave in izenačevanje potenciala,
- ozemljitve in strel vodne napeljave.

Signalne instalacije v stavbi sestavljajo:

- telefonija, računalniške povezave.



**Slika 5.17: Posnetek glavnega razdelilca**

Vir: lastni vir.



**Slika 5.18: Posnetek dizel-elektro agregata**

Vir: lastni vir.

### 5.4.1 Elektroenergetski sistem

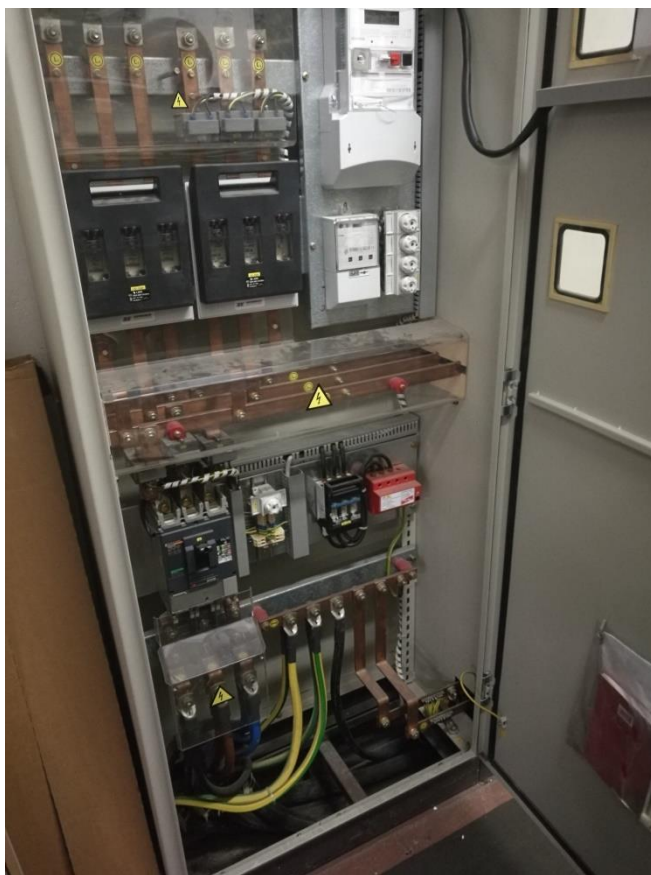
Objekt se napaja iz transformatorske postaje, ki je locirana v posebnem energetskem prostoru, poleg toplotne postaje za starejši del stavbe (I.FAZA). Poleg transformatorske postaje je v svojem namenskem prostoru vgrajen tudi dieselski agregat, moči 108,8 KW, 136 KVA, 400/321 V, 52 Hz. Pravna fakulteta je napajana iz stikalnega bloka E-P/M – mrežni porabniki, E-DA – polje z opremo za avtomatski preklop mreža in agregat, polje E-P/A pa je predvideno za napajanje nujnih porabnikov. Elektroenergetska bilanca celotnega objekta (I. in II. FAZA) znaša:

- $P_{inst} = 641 \text{ kW}$ ,
- $f_i$  in  $f_o = 0,628$  (faktorja istočasnosti),

- $P_k = 403 \text{ kW}$ ,
- $I_{var} = 3 \times 630 \text{ A}$ ,  $I_k 613 \text{ A}$ .

Za napajanje nujnih porabnikov je izveden UPS in pa diesel agregat (DA). Preko UPS so napajane mikroprocesorski sistem in elementi v el. Omarah MP1, MP2 in MP3 ter video nadzor. Preko DA enote z močjo 130 kVA, 400 V in 50 Hz pa: hidroforna postaja, požarno dvigalo, eno v starejšem delu stavbe in v novejšem delu stavbe, sistem reševanja dvigal, varnostna razsvetljava, požarna in CO centrala ter videno nadzor.

Dovodi do posameznih etažnih razdelilcev so podometne izvedbe. Prav tako so tudi instalacije za razsvetljava in vtičnice, ki so izvedene v večini podometno z ustreznimi kabli in presekov, ki so varovani z ustreznimi varovalkami. V prostorih toplotne postaje, strojnice in kuhinje so inštalacije nadometne, delno v inštalacijskih ceveh oziroma PVC kanalih delno po kabelskih policah. V kuhinji je razvod do posameznih priključkov in vtičnic pretežno izveden v ceveh v tlaku. Etažni razdelilci in inštalacije so bile v letu 2000 obnovljene.



**Slika 5.19: Posnetek glavne omarice z merilno garnituro**  
Vir: lastni vir.



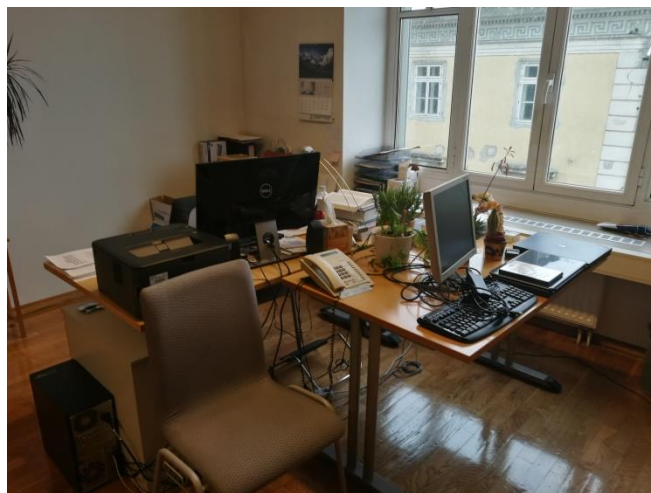
**Slika 5.20: Posnetek etažnega razdelilca**  
Vir: lastni vir.

#### 5.4.2 Glavni porabniki električne energije v stavbi

Glavni električni porabniki so razsvetljava, ki je izvedena s fluorescentnimi svetili, kompaktnimi fluorescentnimi svetili – varčnimi sijalkami, kuhinja z grelnimi in hladilno-zamrzovalnimi napravami, prezračevalne naprave, split klimatske naprave, toplotna postaja z obtočnimi črpalkami, računalniška in multimedijška oprema ter ostala pisarniška oprema.

**Slika 5.21: Posnetek porabnikov v toplotni postaji**

Vir: lastni vir.

**Slika 5.22: Posnetek pisarniških porabnikov**

Vir: lastni vir.

**Slika 5.23: Posnetek klimatov**

Vir: lastni vir.

**Slika 5.24: Posnetek porabnikov v kuhinji**

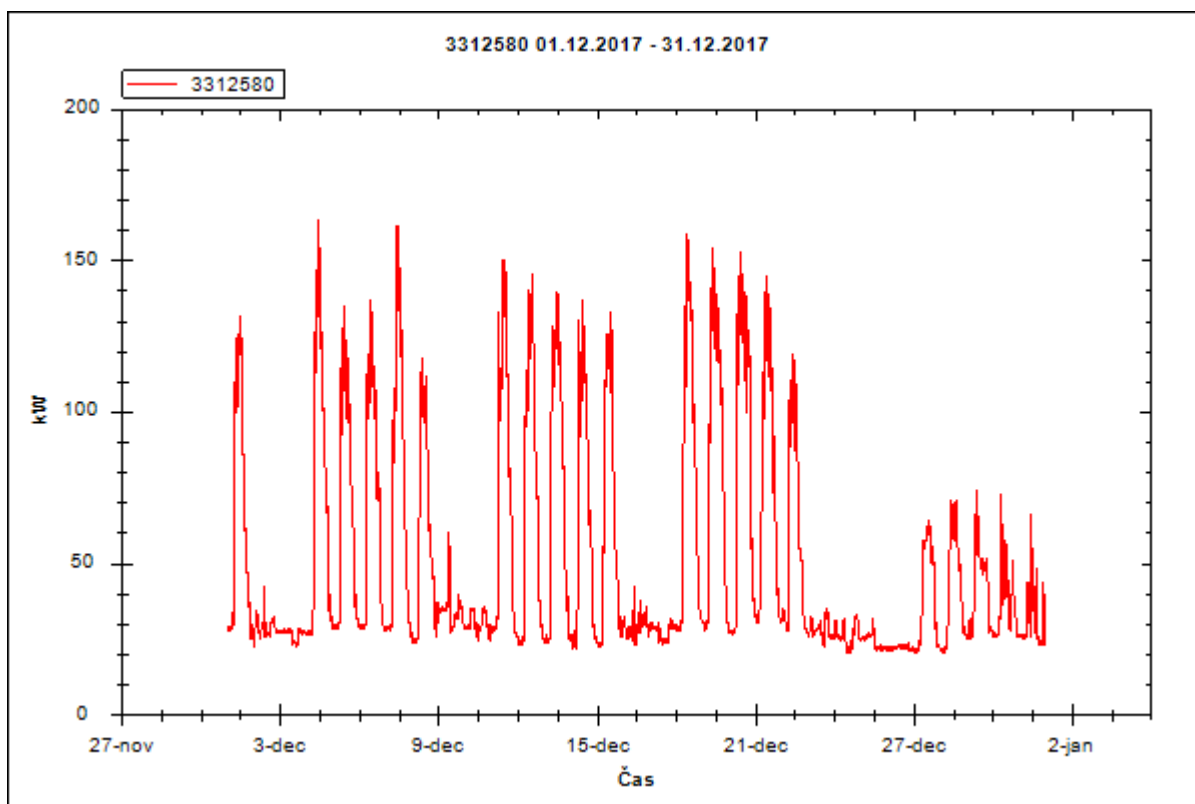
Vir: lastni vir.

### 5.4.3 Povzetek meritev električne energije

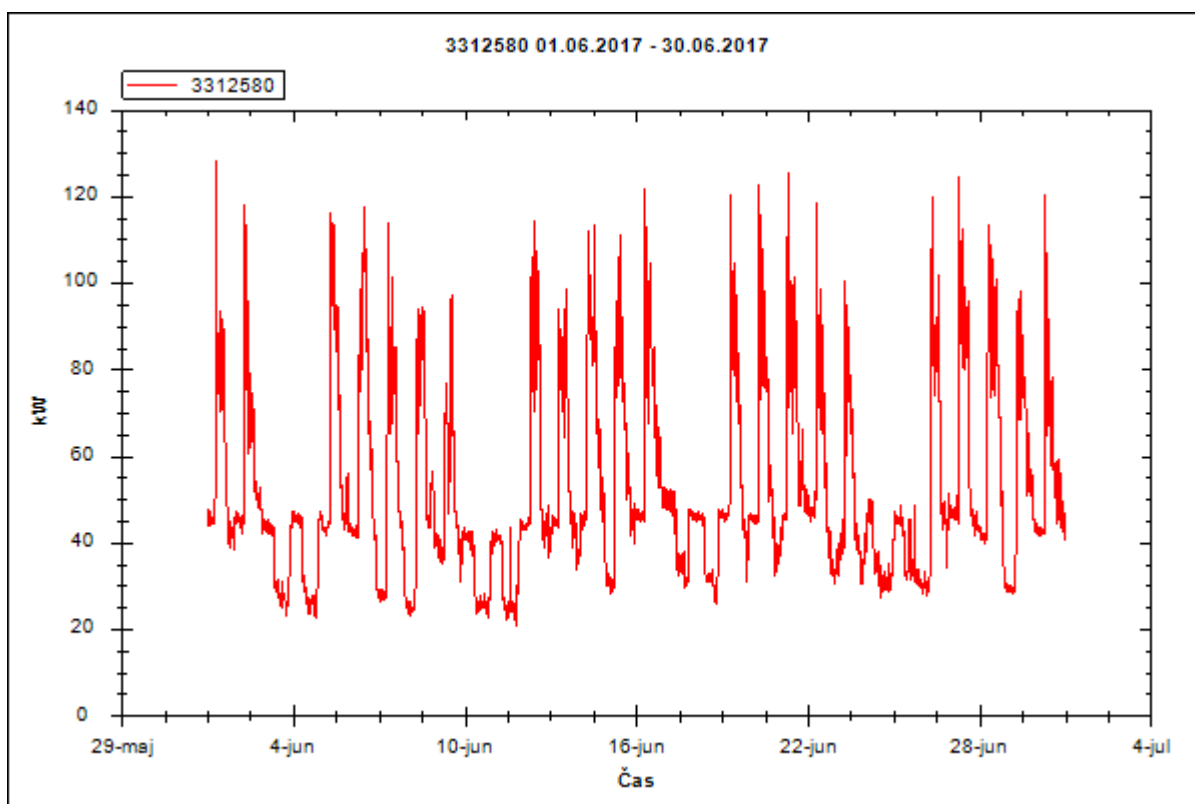
V nadaljevanju so predstavljeni podatki o delovni moči električni energiji, ki jo meri Elektro Ljubljana in so bili pridobljeni s 15-minutnimi odčitki s portala Moja mreža Elektra Ljubljane.

Kakovost električne energije je merilo, kako dobro sistem podpira zanesljivo delovanje svojih bremen. Moč motnje oziroma dogodka lahko vključuje napetost, tok ali frekvenco. Motnja moči lahko izvira iz potrošniških sistemov ali obremenitev.

S širjenjem računalnikov in drugih občutljivih naprav v naši okolici postaja zavest in obravnavanje vprašanj kakovosti električne energije vse bolj pomembna. Slaba kakovost električne energije lahko povzroči poškodbe na opremi in izpade električne energije. Zato je nadzor nad kvaliteto električne energije bistvenega pomena za nemoteno delovanje električnega omrežja. Dobra merilna oprema lahko zagotovi zanesljive informacije o kakovosti električne energije.

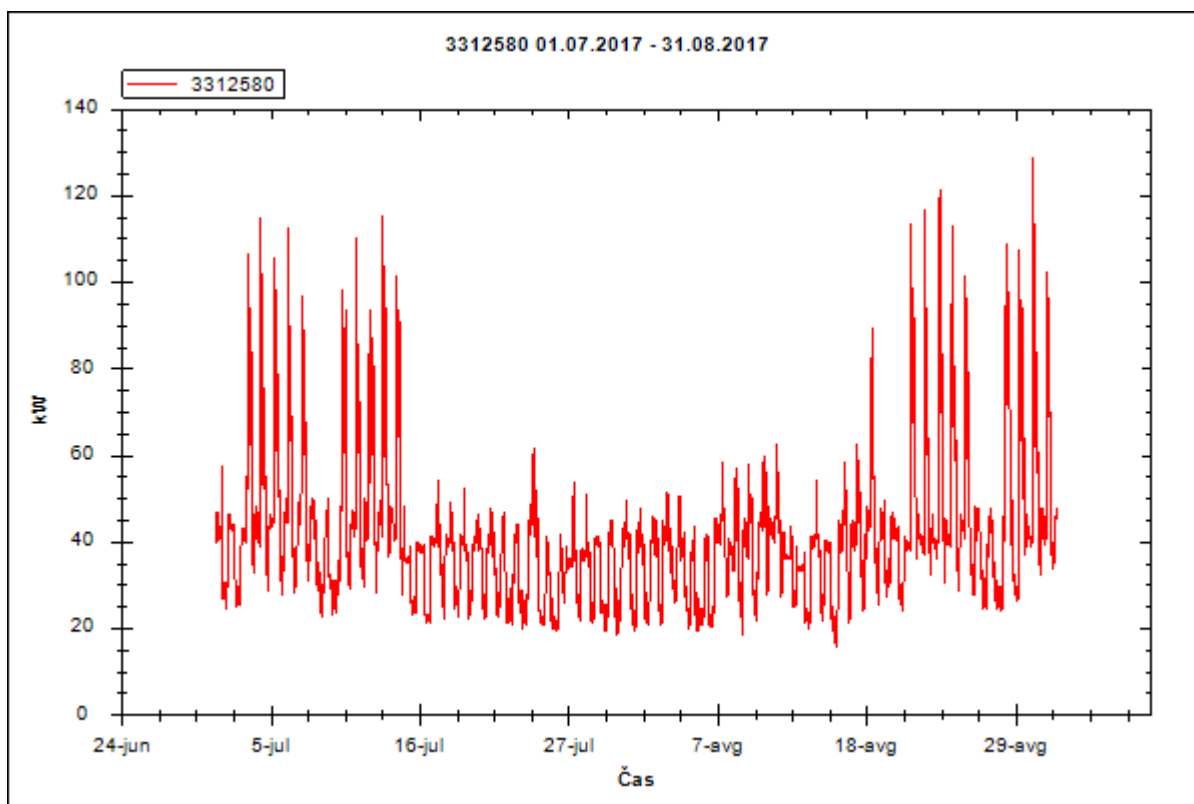
**Slika 25: Delovna 15-minutna moč za obdobje december 2018**

Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.

**Slika 26: Delovna 15-minutna moč za obdobje junij 2018**

Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.





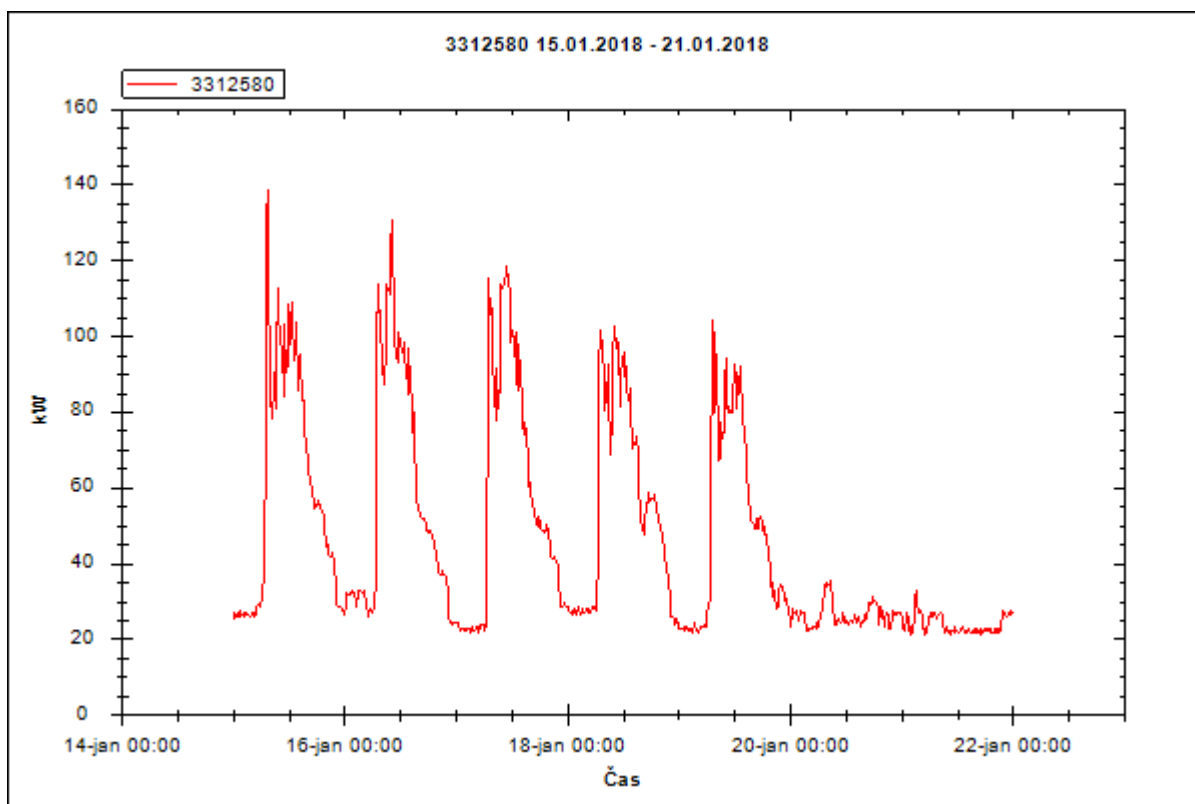
**Slika 27: Delovna 15-minutna moč za obdobje julij-avgust2018**

Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.

**Preglednica 5: Vrednosti električne moči za zimsko in poletno obdobje**

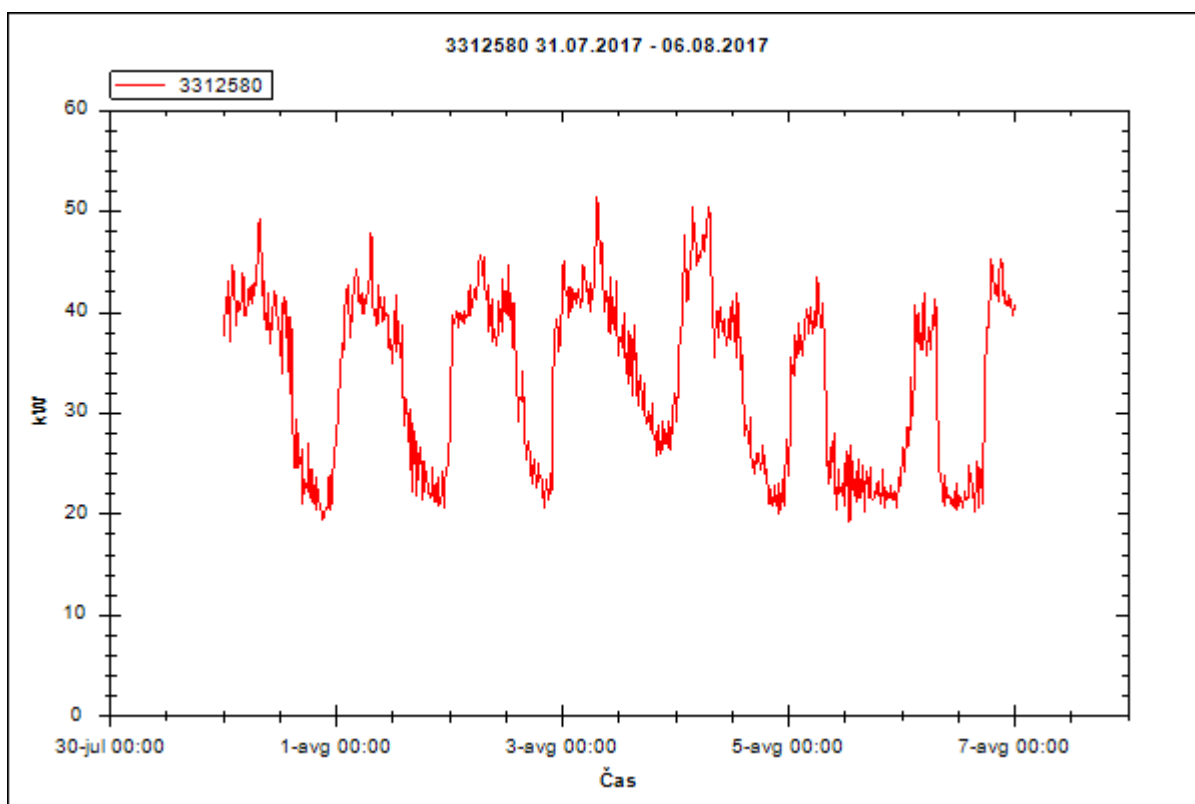
| Merjena količina               | Zimsko obdobje            | Poletno obdobje   |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|
|                                | november 2017–januar 2018 | junij–avgust 2017 |
| Povprečna električna moč (kW)  | 50,69                     | 44,44             |
| Minimalna električna moč (kW)  | 19,47                     | 15,77             |
| Maksimalna električna moč (kW) | 171,10                    | 128,56            |

Maksimalna moč električne energije je bila v času merjenja v poletnih mesecih do 128,56 kW. V juliju in avgustu je zaradi poletnih počitnic moč opaziti manjšo porabo. Pasovna raba za obravnavno obdobje znaša 20-25 kW pozimi in 25-30 kW poleti. Najverjetnejši vzrok pasovne rabe je puščanje prižganih računalnikov in ostalih manjših porabnikov, ki se ob neuporabi puščajo prižgani. Razliko med pasovno rabo električne energije med zimskimi in poletnimi meseci predstavljajo porabniki za hlajenje.



**Slika 28: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega tedna v zimskem obdobju**

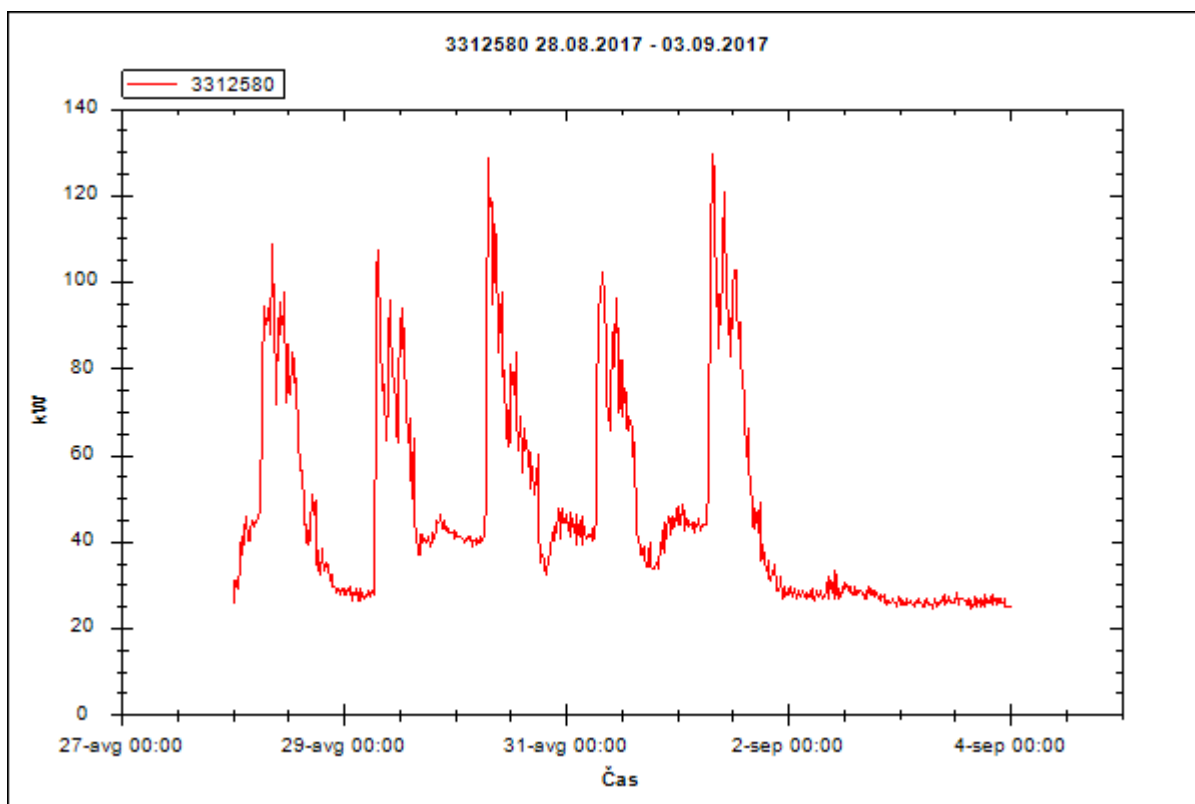
Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.



**Slika 29: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega tedna v avgustu**

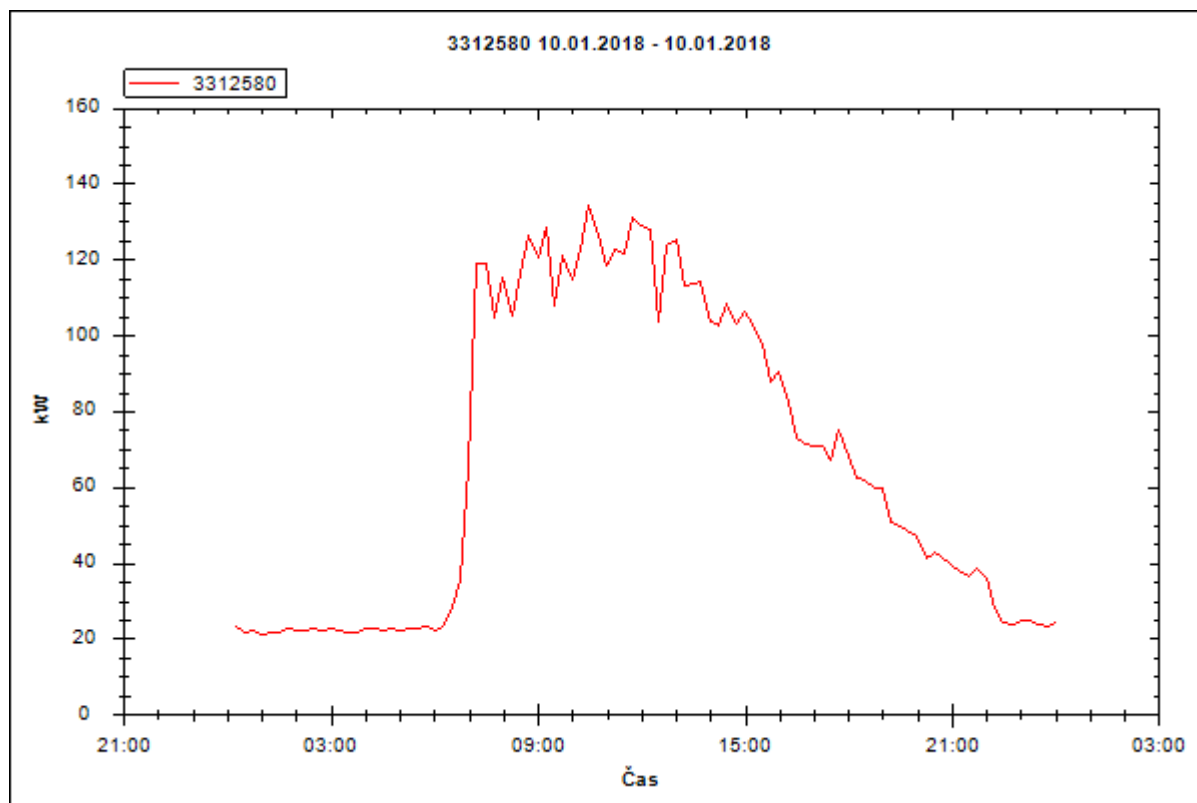
Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.





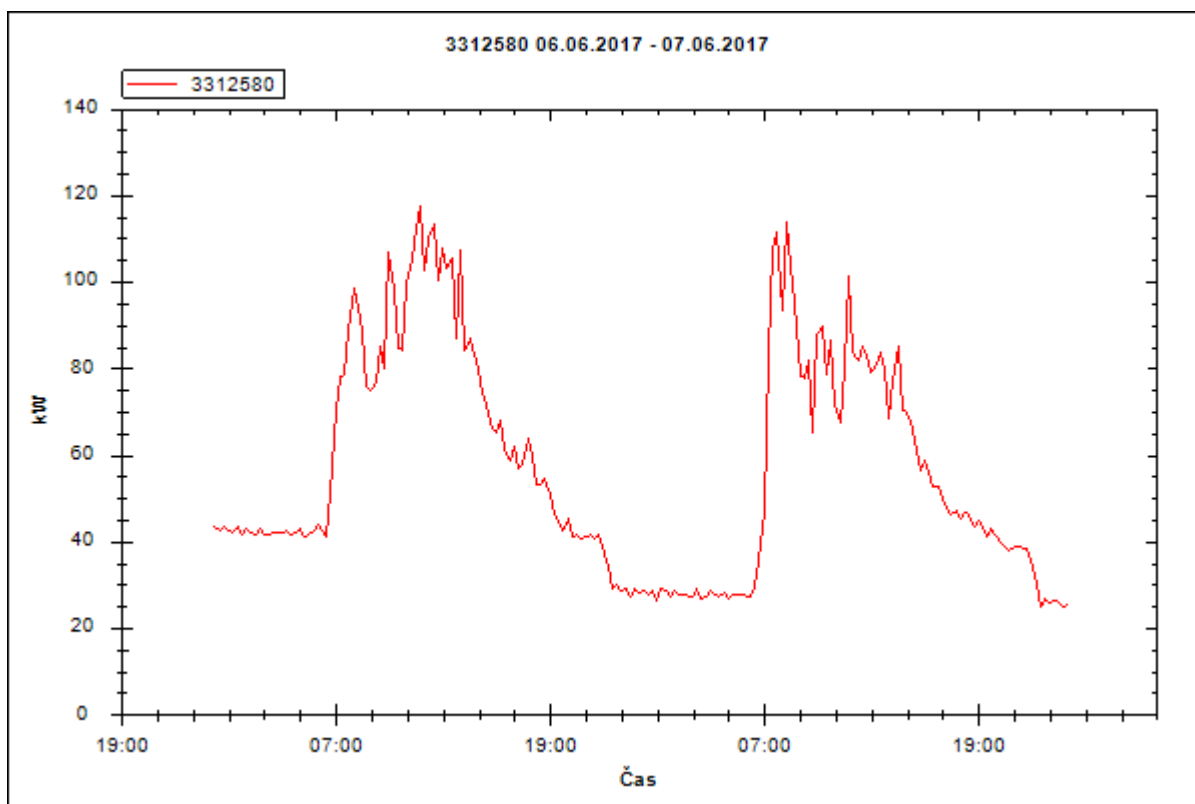
**Slika 30: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega tedna konec avgusta**

Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.



**Slika 31: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje enega dneva**

Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.



**Slika 32: 15-minutne vrednosti delovne električne moči za obdobje dveh dni**

Vir: spletni vir: <https://www.elektro-ljubljana.si/Moja-mreza/Poraba-proizvodnja.aspx>.

**Preglednica 6: Vrednosti električne moči za obdobje enega tedna v zimskem in poletnem obdobju**

| Merjena količina               | Zimsko obdobje      | Poletno obdobje   |                  |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|
|                                | 11. 12.–7. 17. 2017 | 5. 6.–11. 6. 2017 | 1. 8.–7. 8. 2017 |
| Povprečna električna moč (kW)  | 56,49               | 49,38             | 33,24            |
| Minimalna električna moč (kW)  | 21,89               | 20,54             | 19,22            |
| Maksimalna električna moč (kW) | 150,18              | 117,23            | 51,37            |

## 6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

### 6.1 Ovoj stavbe

Pravna fakulteta je bila zgrajena leta 1907. Leta 1999 je bil poleg stare stavbe dograjen novi del in povezovalni del med staro in novo stavbo, kjer je prehod in restavracija. Starejši del stavbe je 6 etažen, od tega so ogrevane vse etaže. Neogrevano je le podstrešje, ki pa ni bivalno. Novejši del stavbe je 4 etažen z eno medetažo, od tega so ogrevane smo 2 etaži in medetaža. 1. in 2. klet se nahaja parkirana garaža in energetski prostori za NN omrežje in klimate.

#### 6.1.1 Stari del stavbe – I. FAZA

##### *Konstrukcija in zunanje stene - fasada*

Stari del stavbe je zgrajen pretežno iz opečnih zidakov polnega formata. Celotni notranji del stavbe je rekonstruiran. Notranji zidovi so grajeni pretežno z 20 cm armiranim betonom in opečnimi zidaki 20 cm. Na večini sten proti zunanosti v stari stavbi je znotraj dodana toplotna izolacija iz mineralne volne, v debelini 8 cm. Stene so iz notranje strani zaključene iz lesenih ali mavčno-kartonskih plošč.

##### *Stavbno pohištvo*

Stavbno pohištvo je izvedeno iz aluminijastih profilov in dvoslojne »termopan« zasteklitve. Aluminijasti profili so tanjše izvedbe predvsem zaradi varovana kulturne dediščine. Ocenjena toplotna prehodnost oken je  $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Vhodna vrata so izvedena iz enoslojne zasteklitve. Glavni vhod je izveden z vetrolovom, ki je pomaknjen v notranjost stavbe.

##### *Streha*

Streha na stari stavbi je dvokapnica s frčadami. Kritina je opečna, položena na leseno podkonstrukcijo iz letev.



Slika 6.1: Posnetek severne fasade – I. FAZA

Vir: lastni vir.



Slika 6.2: Posnetek zahodne fasade – I. FAZA

Vir: lastni vir.



**Slika 6.3: Posnetek južne fasade – I. FAZA**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.4: Posnetek toplotne izolacije na tleh neogrevanega podstrešja – I.FAZA**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.5: Posnetek strehe - kritine – I.FAZA**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.6: Posnetek okna – I.FAZA**  
Vir: lastni vir.

### 6.1.2 Novi del stavbe – II. FAZA

#### ***Konstrukcija in zunanje stene - fasada***

Novejši del stavbe je zgrajen iz 20 cm debelimi armiranobetonskimi stenami. Zunanje stene so nato iz zunanje strani obložene z toplotno izolacijo v debelini 8 cm. Fasada novejšega dela je izvedena kot prezračevana fasada iz kovinska podkonstrukcije, debeline 38 cm, na katero je na kovinske nosilce privijačena Aluminijasta pločevinasta fasadna obloga debeline 0,2 cm.



**Streha**

Nova stavba pa ima ravno streho. Na strehi stavbe so tudi prostori klimatov za predavalnice. Streha novega dela stavbe je sestavljena iz 35 cm debele, nosilne AB plošče, plošča je premazana z bitumenskim premazom, nato je na bitumen položena toplotna izolacija debeline 10 cm. Toplotna izolacija in strešna konstrukcija je nato zaščitena z PVC folijo in 5 cm debelim peskom. Ponekod so na pesek položene tudi prane plošče debeline 5 cm.

Natančnejše sestave konstrukcij, izračuni toplotne prehodnosti, kondenzacije na površini in difuzije vodne pare so podrobneje predstavljeni v elaboratu gradbene fizike, ki je priložen k poročilu.



**Slika 6.7: Posnetek vzhodne fasade – II FAZA**

Vir: lastni vir.



**Slika 6.8: Posnetek severne fasade – II.FAZA**

Vir: lastni vir.



**Slika 6.9: Posnetek ravne strehe – II. FAZA**

Vir: lastni vir.



**Slika 6.10: Posnetek južne fasade – II FAZA**

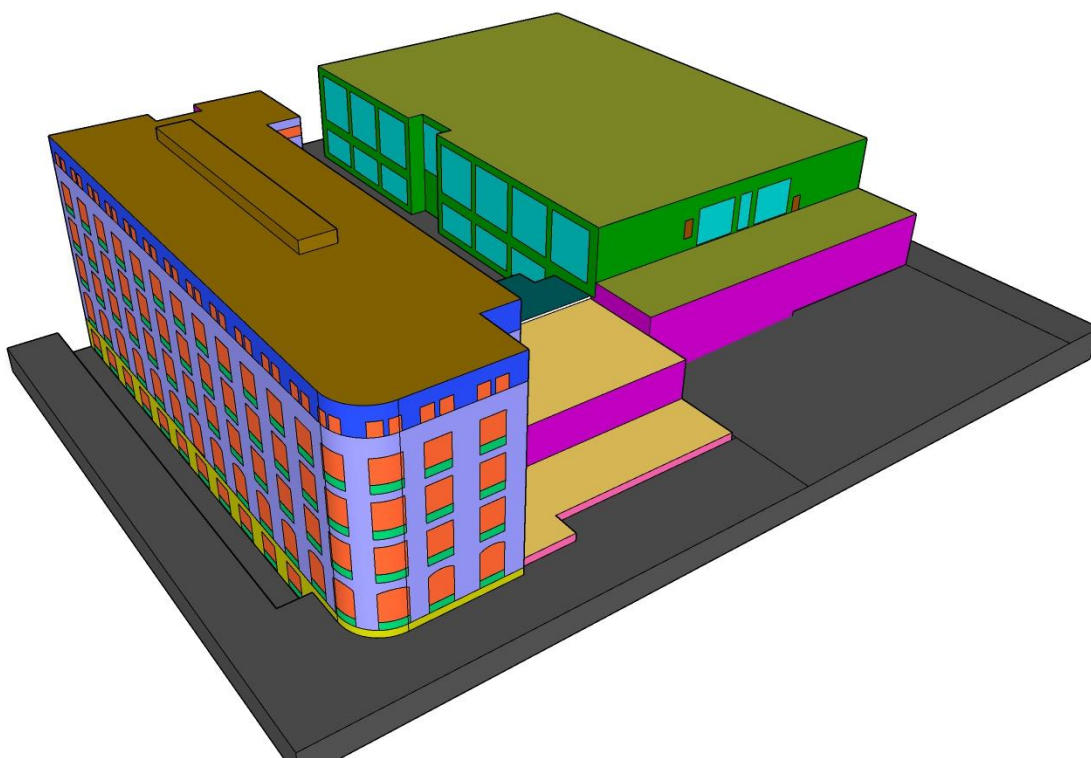
Vir: lastni vir.



**Slika 6.11: Posnetek povezovalnega hodnika med starim in novim delom stavbe**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.12: Posnetek oken – II FAZA**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.13: 3D-model stavbe za izračun gradbene fizike**

### 6.1.3 Povzetek termografskega pregleda stavbe

Za potrebe analize ključnih pomanjkljivosti toplotne zaščite in zrakotesnosti ovoja stavbe je bil izdelan tudi termografski pregled stavbe. Pregled je bil izveden v petek, 23. 2. 2018, med 6.30 in 7.30. V času izvedbe pregleda so bili izmerjeni naslednji zunanji klimatski pogoji:  $T_{\text{zunaj}} = 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RH} = 80,6\%$ , nebo je bilo oblačno in hitrost vetra manjša od  $0,1\text{ m/s}$ . Notranji klimatski pogoji v prostorih so bili:  $T_{\text{znotraj}} = 20,5 - 21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $\text{RH} = 30 - 40\%$ . Termografski pregled je bil izveden s kamero Fluke Ti32 Thermal Imager, mikroklimatski podatki pa so bili izmerjeni s pomočjo merilnika METREL Poly MI6401. Meritve oz. termografski pregled stavbe je potekal v jutranjih urah, ko je ogrevalni sistem že deloval na polnem režimu, prostori so bili ogrevani po dejanskem temperaturnem režimu za obratovanje stavbe.

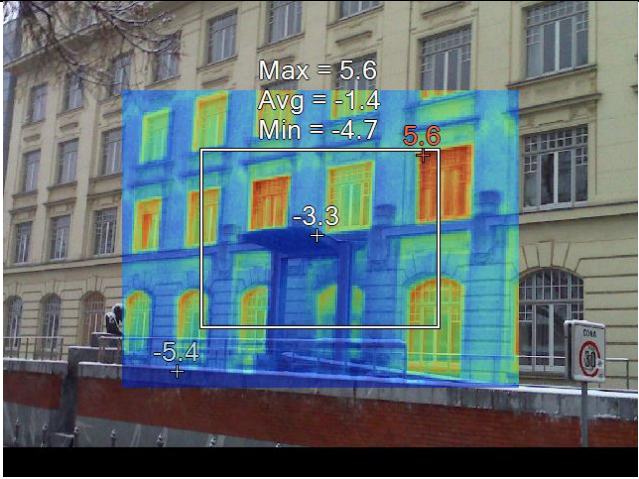



Iz termogramov so bile ugotovljene naslednje pomanjkljivosti na zunanjem ovoju stavbe:

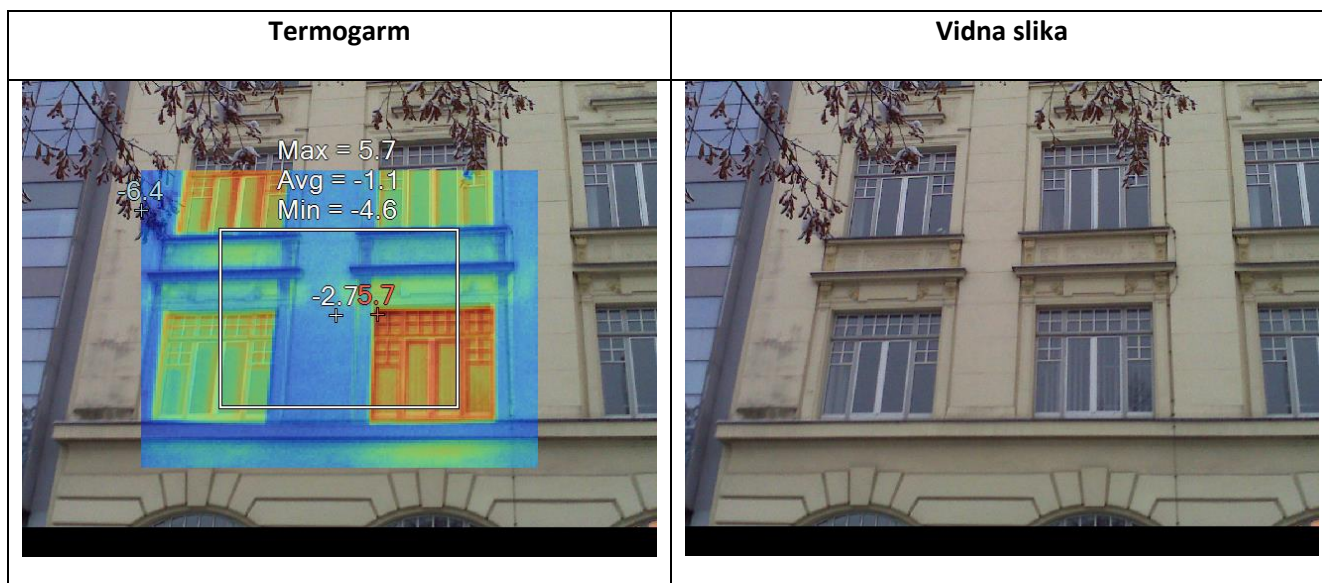
- Iz termografskih posnetkov je bilo vidno slabše tesnjenje oken, predvsem stik med okenskim okvirjem in krilom na zgornji strani oken.
- Toplotne izgube so vidne na stavbnem pohištvu, predvsem pri okenskih zasteklitvah, vratnih polnilih, vratnih zasteklitvah.
- Povišane površinske temperature so vidne tudi na zunanjem ovoju, predvsem na predelu okenskih in vratnih preklad, medetažnih konstrukcij in na mestih fasadnih štukatur.
- V času izvajanja termografskega pregleda stavbe smo opazili kar nekaj odprtih oken. Okna so bila odprta na »kip«, tj. odprta po spodnji horizontalni osi ali na stežaj. S takšnim načinom prezračevanja (odprta okna čez noč) izgubimo veliko toplotne energije, ki se porabi za ogrevanje prostorov. Priporoča se uvedba energetske učinkovitega prezračevanja. Učinkovito prezračevanje je takšno, da okna za 5 min odpremo na stežaj. Več si lahko pogledate na video posnetku na spletnem naslovu:

[https://www.youtube.com/watch?v=W\\_ILr8nF7F4](https://www.youtube.com/watch?v=W_ILr8nF7F4).

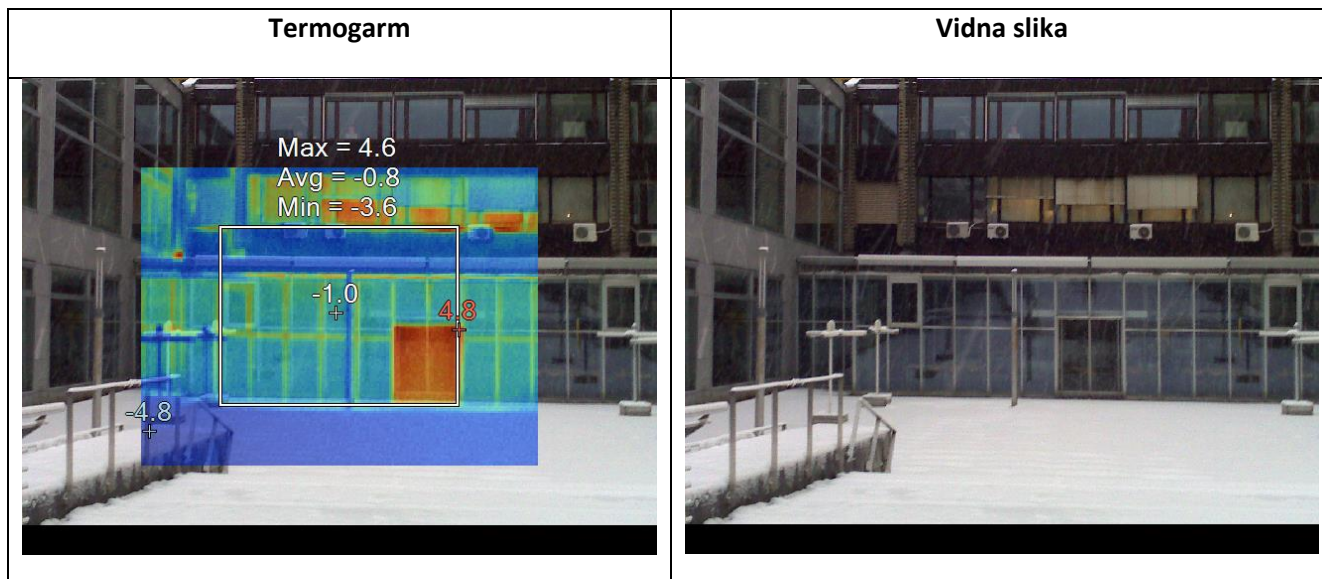
**Preglednica 6.1: Termografski posnetek severne fasade starejšega dela stavbe**

| Termogram   | Vidna slika   |
|---|---|
|   |  |
| <p><b><u>Komentar na termogram:</u></b></p> <p>Iz termograma lahko vidimo povišane površinske temperature na nekaterih oknih na severni fasadi starejšega dela stavbe. Posledica višjih površinskih temperatur na nekaterih zasteklitvah oken je lahko puščanje toplotno izolacijskega plina v med steklenem predelu zasteklitve. Za ta okna, se predlaga pregled stanja in toplotne izolativnosti zasteklitve, ter po potrebi zamenjava zasteklitve.</p> |   |



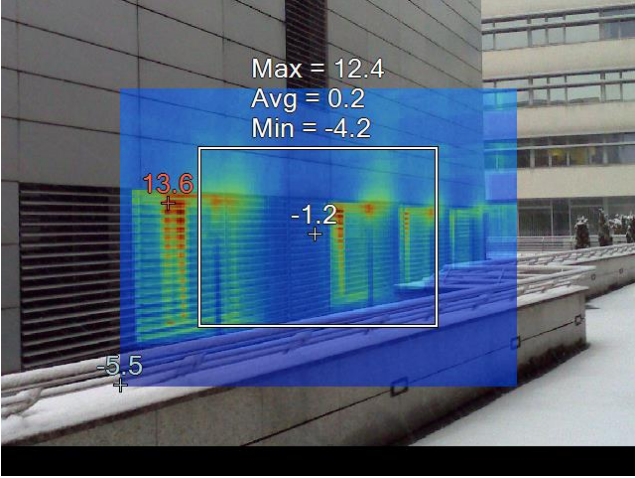

**Preglednica 6.2: Termografski posnetek dveh oken na severni fasadi starejšega dela stavbe****Komentar na termogram:**

Na termografskem posnetku so vidne površinske temperaturne razlike med stavbnim pohištvom in fasado. Posnetek prikazuje severno fasado starejšega dela stavbe, 1 in 2. nadstropje. Opazimo lahko slabšo toplotno izolativnost desnega okna v 1. nadstropju. Prav tako lahko opazimo, da imajo nekateri deli fasade, predvsem štukature in preklade manjšo površinsko temperaturo, ki pa je posledica slabše toplotne prevodnosti konstrukcijskega sklopa ali površinske navlažitve fasade.

**Preglednica 6.3: Termografski posnetek stika med vzhodnim traktom in cerkvijo****Komentar na termogram:**

Termogram prikazuje strukturno stekleno fasado povezovalnega hodnika med starejšim in novejšim delom stavbe. Največje toplotne izgube so vidne na površini vhodnih vrat, ki so zastekljene z enoslojno zasteklitvijo.

**Preglednica 6.4: Termografski posnetek vzhodne fasade vzhodnega trakta – pritličje**

| Termogram   | Vidna slika  |
|---|--|
|    |  |
| <p><b>Komentar na termogram:</b></p> <p>S termograma so vidne ventilacijske toplotne izgube, saj je bilo okno v času ogleda stavbe odprto, kljub temu, da je v prostorih urejeno prisilno-mehansko prezračevanje. Predlagamo, da se pri naravnem oz. mehanskem prezračevanju prostorov vpelje organizacijski ukrep »energetsko učinkovito prezračevanje prostorov«.</p> |  |

Za izboljšanje energetske učinkovitosti ovoja stavbe predlagamo sledeče:

- Vpeljavo organizacijskega ukrepa: Pravilno in energetsko učinkovito prezračevanje prostorov ali vgradnja prisilnega prezračevanja z rekuperacijo.
- V primeru menjave stavbnega pohištva se predlaga vgradnja novih v skladu z RAL smernicami. Za montažo oken po RAL smernicah velja, da mora biti spoj med oknom in gradbenim elementom zatesnjen tako, da ustreza visokim zahtevam. Obvezno je tesnjenje na treh ravneh, kjer se na notranji ravnini izvede tesen paronepropusten sloj, v sredini zvočno in toplotno izolativni sloj ter na zunanji ravnini sloj, ki je odporen na vremenske vplive, vendar navzven paropropusten.

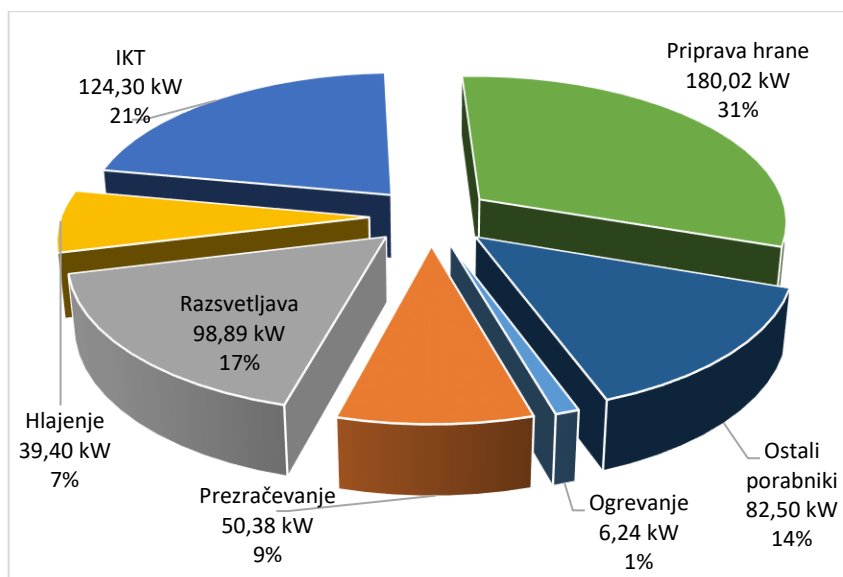
## 6.2 Električni aparati

Pretežni delež trenutne rabe električne energije predstavlja kuhinja, razsvetljava, računalniška in multimedijska oprema in prezračevalne naprave. Ostali električni porabniki so predvsem električni grelniki vode, naprave v kotlovnici, dvigala, split klima naprave ter ostala oprema potrebna za izvajanje dejavnosti.

Natančna razdelitev rabe električne energije na razsvetlavo in ostalo rabo električnih naprav je možna le na osnovi oz. s pomočjo obratovalnega monitoringa in namestitve merilnih števecov na posamezne porabnike oz. sklope. Spremljanje rabe energije presega obseg REP-a. V nadaljevanju energetskega poročila podajamo samo pavšalno oceno nekaterih večjih porabnikov (obtočne črpalke, razsvetljave, klimatov, kuhinje, ostalih grelnih naprav itd.), ki izhaja iz izkušenj in meritev porabe energije, ki smo jih na primerljivih stavbah izvajali v preteklosti. Ta primerjava lahko predstavlja samo določen okvir, saj je poraba energije v vsaki stavbi odvisna od precej parametrov. Tudi na stavbi, kjer se opravljajo meritve, ni mogoče napovedati prihodnje porabe. Odvisna je namreč od števila in navad uporabnikov, klimatskih podatkov v obravnavanem obdobju idr.

Preglednica 6.5: Električna moč po napravah in posameznih področjih rabe

| Tip naprave  | Področje rabe                   | št. naprav | Nazivna moč (kW) | Skupaj moč (kW) |
|--|---------------------------------|------------|------------------|-----------------|
| Notranja razsvetljava                                | Razsvetljava                    | kpl        | 98,89            | 98,89           |
| Obtočna črpalka - IMP EGHN 502A                      | Ogrevanje                       | 1          | 1,10             | 1,10            |
| Obtočna črpalka - IMP GHN 32 A-R                     | Ogrevanje                       | 2          | 0,13             | 0,26            |
| Obtočna črpalka - IMP EGHN 402B                      | Ogrevanje                       | 1          | 0,33             | 0,33            |
| Obtočna črpalka - IMP EGHN 402A                      | Ogrevanje                       | 1          | 0,65             | 0,65            |
| Cirkulacijska črpalka - IMP GHNP 20 B-45/25          | Ogrevanje                       | 2          | 0,08             | 0,15            |
| Obtočna črpalka - IMP EGHN 652 B                     | Ogrevanje                       | 1          | 0,45             | 0,45            |
| Obtočna črpalka - IMP EGHN 652 A                     | Ogrevanje                       | 1          | 1,27             | 1,27            |
| Obtočna črpalka - IMP EGHN 402 A                     | Ogrevanje                       | 3          | 0,65             | 1,95            |
| Cirkulacijska črpalka - IMP GHNP 20 B-45/25          | Ogrevanje                       | 1          | 0,08             | 0,08            |
| Split klima  | Hlajenje                        | 9          | 2,50             | 22,50           |
| Hladilni agregat CWA/E 20 - II. Faza                 | Hlajenje                        | 1          | 7,90             | 7,90            |
| Hladilni agregat - II. Faza                          | Hlajenje                        | 1          | 9,00             | 9,00            |
| Klimat - KNMD 12/6                                   | Prezračevanje                   | 8          | 4,40             | 35,20           |
| Odvodni ventilatorji                                 | Prezračevanje                   | 12         | 0,69             | 8,28            |
| Samopostrežna linija                                 | Priprava hrane                  | 2          | 8,00             | 16,00           |
| Hladilnik - samo postrežba pijače                    | Priprava hrane                  | 2          | 0,25             | 0,50            |
| Parno konvekcijska peč - CMP 61                      | Priprava hrane                  | 1          | 11,00            | 11,00           |
| Parno konvekcijska peč - CMP 101                     | Priprava hrane                  | 1          | 18,60            | 18,60           |
| Konvektomat  | Priprava hrane                  | 1          | 19,00            | 19,00           |
| Električni štedilnik                                 | Priprava hrane                  | 3          | 14,00            | 42,00           |
| Prekucna ponev                                       | Priprava hrane                  | 1          | 9,90             | 9,90            |
| Kotel  | Priprava hrane                  | 1          | 22,00            | 22,00           |
| Plošča za pečenje                                    | Priprava hrane                  | 1          | 4,20             | 4,20            |
| Pomivalni stroj                                      | Priprava hrane                  | 1          | 14,50            | 14,50           |
| Pomivalni stroj                                      | Priprava hrane                  | 1          | 9,80             | 9,80            |
| Kuhinjska napa nad pomivalnim strojem                | Prezračevanje                   | 2          | 0,25             | 0,50            |
| Kuhinjska napa nad kuhalnimi površinami              | Prezračevanje                   | 1          | 4,90             | 4,90            |
| Kuhinjska napa nad pečicami                          | Prezračevanje                   | 1          | 1,50             | 1,50            |
| Hladilnik - shramba                                  | Priprava hrane                  | 6          | 0,25             | 1,50            |
| Podpultni hladilniki                                 | Priprava hrane                  | 6          | 0,20             | 1,20            |
| Salamoreznica  | Priprava hrane                  | 1          | 0,35             | 0,35            |
| Lupilnik zelenjave                                   | Priprava hrane                  | 1          | 0,37             | 0,37            |
| Zamrzovalna omara                                    | Priprava hrane                  | 6          | 0,25             | 1,50            |
| Tovorno dvigalo - kuhinja                            | Priprava hrane                  | 1          | 4,50             | 4,50            |
| Hladilnica   | Priprava hrane                  | 1          | 0,40             | 0,40            |
| Ostali manjši pripomočki v kuhinji                   | Priprava hrane                  | 3          | 0,50             | 1,50            |
| Lupilec krompirja                                    | Priprava hrane                  | 1          | 1,20             | 1,20            |
| Dvigala  | Ostali porabniki                | 4          | 9,50             | 38,00           |
| Delikomat  | Ostali porabniki                | 5          | 1,70             | 8,50            |
| Hidrofor   | Ostali porabniki                | 1          | 11,00            | 11,00           |
| Računalniška oprema - računalniki z monitorji        | IKT                             | 222        | 0,35             | 77,70           |
| Računalniška oprema - tiskalniki                     | IKT                             | 128        | 0,20             | 25,60           |
| Računalniška oprema - Switch, strežniki, projektorji | IKT                             | kpl        | ocena            | 21,00           |
| Ostali manjši aparati                                | Ostali porabniki                | kpl        | ocena            | 25,00           |
| Poraba najemniki (Litteralis)                        | Poraba najemniki (Litteralis)   | kpl        | ocena            | 8,50            |
| Poraba najemniki (Muzej športa)                      | Poraba najemniki (Muzej športa) | kpl        | ocena            | 8,50            |
|  |                                 |            | <b>Skupaj</b>    | <b>598,73</b>   |



Slika 6.14: Struktura električne moči po področjih rabe

### 6.3 Razsvetljava

Razsvetljava je v večji meri izvedena z nadgradnimi in spuščnimi fluorescentnimi svetilkami z zrcalnim rastrom in elektronskimi predstikalnimi napravami (EPN). Električna moč objekta in razsvetljave je izračunana in ocenjena na osnovi popisa (obstoječe projektne dokumentacije, možnega ogleda prostorov in informacij vzdrževalcev). Električna instalirana moč objekta je 641 kW, projektna konična moč znaša 403,8 kW, od tega znaša konična moč razsvetljave 69,2 kW (inštalirana moč razsvetljave je 98,9 kW). Dejanska konična moč, pridobljena iz računov znaša med 130 kW in 190 kW, kar pomeni da znaša faktor istočasnosti okoli 0,3.

V delovnih prostorih je vgrajena sledeča razsvetljava:

- centralna ali lokalna fluorescentna razsvetljava je s T5 sijalkami, moči 2 X 42 W, 2 X 36W, 2 X 35 W, 2 X 32 W in 1 X 70 W (osvetlitev table), 1 X 36 W, 1 X 28 W, 2 X 18 W, 1 X 15 W, 1 X 8 W,
- varčne 2 X 13 W, 2 X 26 W žarnice.

Fluorescentne svetilke imajo vgrajene el. dušilke in del svetilk tudi senzorje gibanja. Vgrajeni so tudi regulatorji osvetljenosti. Razsvetljav se vklaplja lokalno, del pa preko tabloja pri varnostniku.

#### Zasilna (varnostna) razsvetljava in strelovodna instalacija

Svetilke so nameščene z označbami poti umika in ob izpadu električne energije osvetlujejo prostor za varno zapustitev objekta. V predavalnicah je v celoti zagotovljena varnostna osvetlitev, ki je dosežena s svetilkam splošne razsvetljave, pri katerih ima ena od cevi vgrajen akumulatorski modul z 1 urno avtonomijo. Tokokrogi so priključeni tudi na rezervni vir električne energije. Na evakuacijskih poteh so vgrajene svetilke s piktogrami. Strelovodna inštalacija in galvanske povezave so izvedene.

|                        |          |                      |                    |          |          |          |
|------------------------|----------|----------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| Skupna moč razsvet=    | 98892 W  | 98,9 kW              | Pi=                | 641000 W | 641,0 kW |          |
| Skupno št. svetil=     | 2398 kom | fi= 0,7              | Pk=                | 403830   | 403,8 kW | fi= 0,63 |
|                        |          | 69,2 kW              | Delež razsvetljave |          | 17,1 %   |          |
| Delež FC klasika       | 0,0 kW   | 0,0 %                |                    |          |          |          |
| Delež FC raster        | 0,0 kW   | 0,0 %                |                    |          |          |          |
| Delež FC elektrons     | 81,6 kW  | 82,5 %               |                    |          |          |          |
| Delež LED              | 0,0 kW   | 0,0 %                |                    |          |          |          |
| Delež z varčnimi sijal | 3,3 kW   | 3,3 %                |                    |          |          |          |
| Delež ostale razs      | 14,0 kW  | 14,2 %               |                    |          |          |          |
|                        | 98,9 kW  | 100,0 %              |                    |          |          |          |
|                        |          | žarnice, reflektorji |                    |          |          |          |

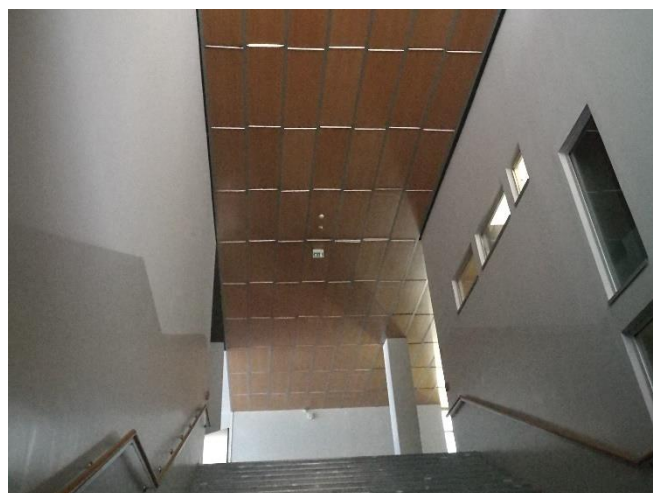


**Preglednica 6.6: Povzetek razsvetljave tipičnih prostorov**

| Tipični prostor                       | Moč svetil | Št. svetil | Tip razsvetljave                         |
|---------------------------------------|------------|------------|--|
| Vhodna avla - I.FAZA - pritličje      | 2x28 W     | 25         | Fluorescentna T5– EPN                    |
| Kabinet - I.FAZA - 1. nadstropje      | 2x35 W     | 3          | Fluorescentna T5– EPN                    |
| Seminar 1- I.FAZA - 1. klet           | 2x28 W     | 12         | Fluorescentna T5 – EPN                   |
|                                       | 2x55 W     | 3          | Fluorescentna T5 – EPN, osvetlitev table |
|                                       | 1x8 W      | 2          | Svetilka s piktogramom                   |
| Hodnik - I.FAZA - 2. nadstropje       | 2x28 W     | 6          | Fluorescentna T5 – EPN                   |
|                                       | 2x13 W     | 4          | Fluorescentna T5 – EPN                   |
|                                       | 1x8 W      | 5          | Svetilka s piktogramom                   |
| Predavalnica 1 – II. FAZA - pritličje | 2x42 W     | 48         | Fluorescentna – EPN                      |
|                                       | 1x70 W     | 4          | Fluorescentna T5 – EPN, osvetlitev table |
|                                       | 1x8 W      | 2          | Svetilka s piktogramom                   |
|                                       | 1x18 W     | 1          | Fluorescentna T5 – EPN, umivalnik        |
| Sanitarije M – II. FAZA - pritličje   | 1x36 W     | 17         | Fluorescentna – IP                       |
|                                       | 1x18 W     | 14         | Fluorescentna – IP - nad umivalniki      |



**Slika 6.15: Posnetek razsvetljave predavalnice v novem delu stavbe**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.16: Posnetek razsvetljave stopnišča v novem delu stavbe**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.17: Posnetek razsvetljave v seminarjih starejšega dela stavbe**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.18: Posnetek razsvetljave v pisarnah starejšega dela stavbe**  
Vir: lastni vir.

## 6.4 Priprava tople vode

Topla sanitarna voda se pripravlja centralno, ločeno za stari del in novi del stavbe. Zalogovnika se napajata iz sistema daljinskega ogrevanja oz. toplotnih postaj. Za stari del stavbe se TSV pripravlja v 2000 litrskem zalogovniku, za novi del pa v 1300 litrskem zalogovniku, ki pa je dotrajan in potreben zamenjave. Prav tako je dotrajana naprava za izločanje apnenca iz vode na dovodu hladne vode v zalogovnik. Potrebno je čiščenje ali zamenjava zalogovnika in servisiranje ali zmenjava mehčalne naprave.

## 6.5 Prezračevanje, hlajenje in klimatizacija

Prisilno prezračevanje je v objektu izvedeno v prostorih seminarjev, računalniške delavnice in komunikacij, sanitarnih prostorov, pomožnih prostorov v prizidku v kleti ter tehničnih prostorov, moških sanitarij, jedilnica in sejna soba s knjižnico, sanitarije M in Ž v vseh etažah, prostor rekreacije, prostor fotokopirnice, predprostor dvigal, predavalnica 1 v pritličju, predavalnica 2 v pritličju, predavalnica 3 v pritličju, predavalnica 4 v pritličju, knjižnica in čitalnica v pritličju, velika predavalnica v nadstropju, sanitarije, arhiv, sanitarije v K1, predprostor dvigal, strojnica dvigal. Vgrajeni so prezračevalni sistemi (klimati) z dovodom in odvodom zraka z ločenimi napravami za posamezno predavalnico in z elementi, ki omogočajo visoko stopnjo izkoriščanja odpadne senzibilne in latentne toplote. Vse naprave so letnik 2000 in v razmeroma dobrem stanju, možne so nadgradnje oz. izboljšave obstoječih prezračevalnih naprav. Nekateri kabineti v starejšem delu stavbe se hladijo s pomočjo samostojnih split klmatskih sistemov.

Regulacija in krmiljenje klimatov poteka preko centralnega nadzornega sistema (CNS), katerega je mogoče upravljati iz pisarne vzdrževalca stavbe. Vsi sistemi centralnega prezračevanja deluje samodejno po časovni funkciji ali na osnovi kvalitete zraka v prostoru, s pomočjo programa na kartičnih programabilnih krmilnikih v EL omarah v klima strojnicah in imajo nadgrajen CNS, ki omogoča planiranje delovanja, nadziranje delovanja in krmiljenja z enega mesta v nadzorni sobi.

**Preglednica 6.7: Seznam prezračevalnih naprav**

| Prostor  | šifra | Naprava             | Ogrevanje<br>režim<br>85/65°C<br>kW | Hlajenje<br>režim 6/12°C<br>kW | Rekuperacija<br>% | Dovodni<br>ventilator<br>kW | Odvodni<br>ventilator<br>kW |
|--|-------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| klet - seminarji, računalniška delavnica, komunikacije                           | N1    | IMP KNMD 9/9 D25    | 33                                  | /                              | 70                | 3                           | 2,2                         |
| odvod sanitarni prostori, pomožni prostori v prizidku v kleti, tehnični prostori | N2    | ROSENBERG Z 250 E2  | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,32                        |
| odvod iz moških sanitarij  | N3    | ROSENBERG Z 200 E1  | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,21                        |
| odvod iz ženskih sanitarij   | N4    | ROSENBERG Z 200 E1  | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,21                        |
| dovod zraka v jedilnico in sejno sobo s knjižnico                                | N5    | IMP KLIMAIR 6/6 d25 | 32                                  | /                              | /                 | 2,2                         | /                           |
| odvod zraka preko nape iz kuhinje  | N6    | FVT 355 E4-B1       | /                                   | /                              | /                 | /                           | 3                           |
| odvod iz prostorov kuhinje in jedilnice  | N7    | FVT 250 E2          | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,32                        |
| odvod iz sanitarij v kuhinji, jedilnici in nadstropju                            | N8    | FVT 250 E2          | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,32                        |
| odvod iz sejne sobe s knjižnico  | N9    | FVT 200 E3          | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,21                        |
| odvod iz M in Ž sanitarij v vseh etažah  | N10   | ROSENBERG AIRBOX 67 | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,9                         |
| odvod iz prostora rekreacije   | N11   | FVT 250 E2          | /                                   | /                              | /                 | /                           | 0,32                        |

|   |     |                     |    |    |    |     |       |
|---|-----|---------------------|----|----|----|-----|-------|
| odvod iz prostora fotokopirnice                           | N12 | ROSENBERG Z 160 E1  | /  | /  | /  | /   | 0,125 |
| dovod zraka v predprostor požarnega dvigala v vseh etažah | N13 | ROSENBERG AIRBOX 67 | /  | /  | /  | /   | 0,9   |
| PREDAVALNICA 1  | NP1 | IMP KNMD 9/6 D25    | 32 | /  | 70 | 2,2 | 2,2   |
| PREDAVALNICA 2  | NP2 | IMP KNMD 9/6 D25    | 32 | /  | 70 | 2,2 | 2,2   |
| PREDAVALNICA 3  | NP3 | IMP KNMD 12/6 D25   | 32 | /  | 70 | 2,2 | 2,2   |
| PREDAVALNICA 4  | NP4 | IMP KNMD 12/6 D25   | 32 | /  | 70 | 2,2 | 2,2   |
| knjižnica in čitalnica                                    | NP5 | IMP KNMD 12/6 D25   | 32 | /  | 70 | 2,2 | 2,2   |
| velika predavalnica                                       | NP6 | IMP KNMD 12/6 D25   | 47 | 29 | 70 | 2,2 | 2,2   |
| sanitarije  | NP7 | IMP KNMD 3/6 D25    | /  | /  | /  | /   | 2,2   |
| arhiv   | NP8 | IMP KNMD 9/6 D25    | 17 | 23 | /  | 2,2 | 2,2   |

Opis strojnih inštalacij je povzet iz Energetskega pregleda izdelovalca GENERA iz leta November 2012, ki je povzet iz PID dokumentacije. Bistveni sistemi strojnih inštalacij se od takrat ni spremenili in zato opis ostaja identičen. Med tem časom so bila izvedena le servisno vzdrževalna dela.

Pri klimatih za toplozračno ogrevanje, N1,2,4,5,7; MP1 in 2 je v letnem času možna samo funkcija prezračevanja prostorov, v zimskem pa razen prezračevanja še toplozračno ogrevanje. Pri klimatih, ki imajo dodan sobni termometer in meritev dejanske zunanje temperature je v letnem času možno prosto nočno hlajenje. To pomeni, da se v letnem času, pri visokih dnevnih zunanjih temperaturah, ponoči, s pomočjo hladnega zunanjega zraka, ohladi prostore, oziroma odvede v stenah akumulirano dnevno toploto. Klimati v predavalnicah imajo tudi senzor kvalitete zraka, ki z izbranim Xs na CNS, krmili količino svežega zraka za dosego izbranih klimatskih pogojev in, v statusu varčevanje, avtomatsko starta in ustavi klimat. Pri klimatu N3 je razen toplozračnega ogrevanja pozimi v letnem času možno tudi hlajenje zraka brez regulacije vlage. Klimat N8 pa v poletnem času omogoča hlajenje in razvlaževanje zraka, v zimskem času pa toplozračno ogrevanje in vlaženje zraka z vodno prho. Klimat prezračuje, ureja temperaturo ter vlažnost zraka v prostoru.



**Slika 6.19: Dovodne in odvodne rešetke v predavalnici 3**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.20: Hladilna agregata RHOSS, TIP CWA/E in Icaeb1002201308**  
Vir: lastni vir.





**Slika 6.21: Klimatska naprava IMP KNMD 12/6 D25**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.22: Klimatska naprava IMP KNMD 9/9 D25**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.23: Klimatska naprava z obtočno in cirkulacijsko črpalko**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.24: Elektro krmilna omara za prezračevano napravo IMP KNMD 12/6 D25**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.25: Posnetek notranje enote split klimatske naprave v pisarni**

Vir: lastni vir.



**Slika 6.26: Posnetek prezračevalnih rešetk na okenskih okvirjih starejšega dela stavbe**

Vir: lastni vir.

Pri ogledu stavbe smo opazili kar nekaj odprtih oken, ki so bila odprta dlje časa. S prekomernim zračenjem se izgublja dragocena toplotna energija, sočasno pa se lahko podhladijo notranje površine konstrukcij. S hladnimi površinami konstrukcij dobimo slabo udobje v prostorih ter povečamo možnost za nastanek plesni. Prav tako je v prostorih, v katerih so bila odprta okna, vgrajen mehanski prezračevalni sistem, ki omogoča prezračevanje prostora. Predlagamo, da se prostori prezračujejo preko prezračevalnega sistema, saj so tam toplotne izgube bistveno manjše kot pa pri naravnem nekontroliranem prezračevanju.

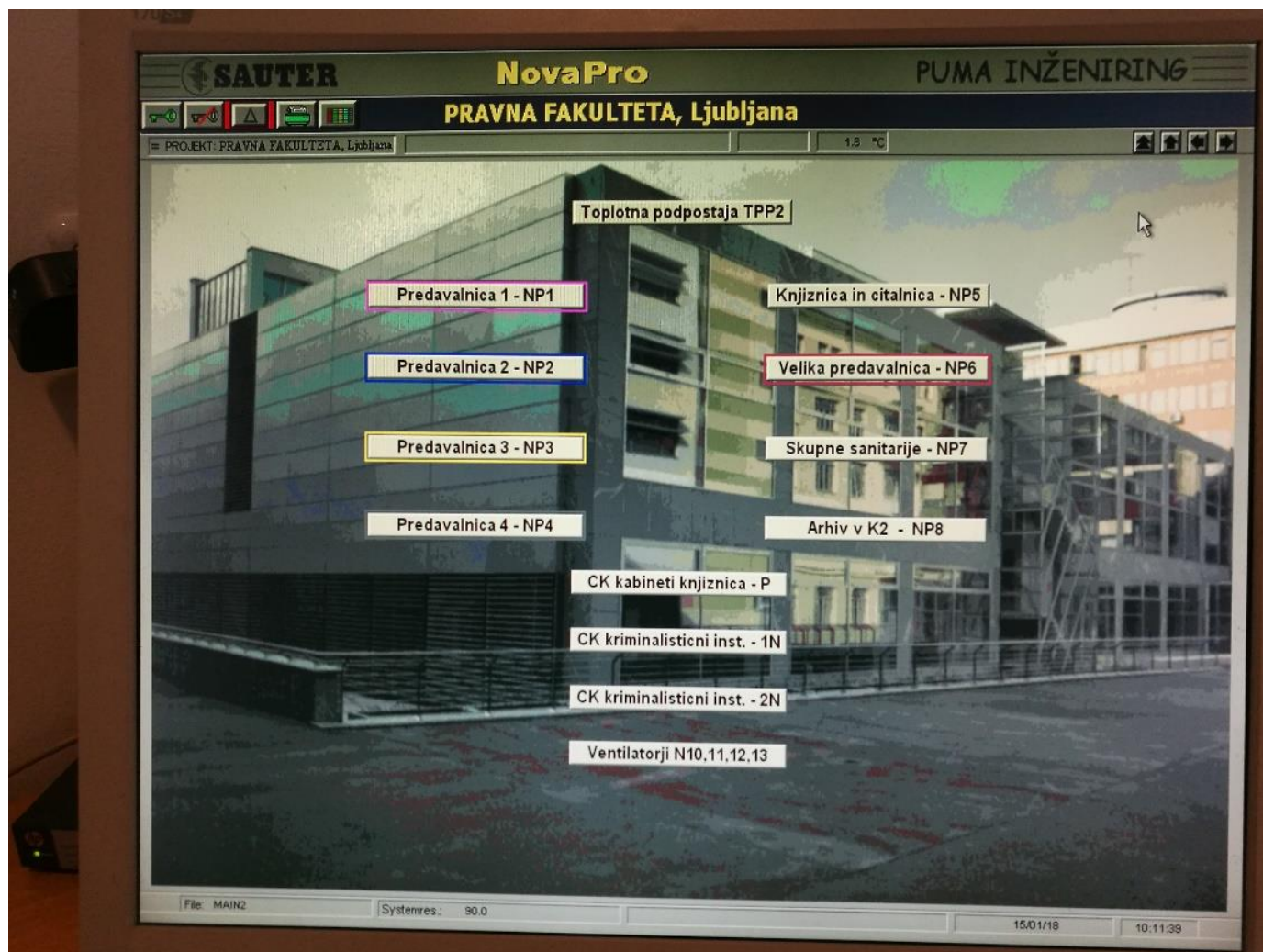
## 6.6 Centralni nadzorni sistem

Na objektu je vgrajen centralni nadzorni sistem izdelovalca SAUTER, preko katerega je možno spremljati delovanje naprav in nastavljanje parametrov, in sicer:

- Toplotna podpostaja TPP1
  - ogrevalni krogi (klimat, CK prizidek, konvektorji, CK sever, CK jug) in TSV
  - omogoča spremembo ogrevalne krivulje za ogrevalne kroge, nočno znižanje, željena temperatura v boilerju TSV,
- Klimat MP2 - kuhinja
  - omogoča nastavitve željene temperature vpiha v °C, za jedilni prostor nastavitve željene kakovosti zraka v ppm in °C,
- Klimat MP1 - seminarji
  - za prostore: rač. delavnica, seminar 1, seminar 2, seminar 3, seminar 4, večnamenski prostor in hodnik
  - nastavljiva temperatura vpiha v °C in nastavitve urnika delovanja,
- Toplotna podpostaja TPP2
  - boiler TSV in ogrevanje predavalnice (CK+klima)
  - nastavitve željene temp. in urnika delovanja ogrevanja TSV v boilerju in nastavitve ogrevalne krivulje za ogrevanje predavalnice, nočno znižanje ter željena temp. dovoda in urnika delovanja
- Klimat NP1 - predavalnica 1
  - nastavitve željene prostorske temperature, nastavitve urnika delovanja klimata, nastavitve kakovosti zraka v ppm.
- CK 0 - centralna kurjava, kabineti knjižnica, RSP2
  - nastavitve ogrevalne krivulje, nočno znižanje, željena temp. dovoda in urnik delovanja
- CK 1 - kriminalistični inštitut, 1. nadstropje RSN2
  - nastavitve ogrevalne krivulje, nočno znižanje, željena temp. dovoda in urnik delovanja

- Klimat NP 8 - knjižnica
  - nastavitev željene prostorske temp., nastavitev urnika delovanja klimata, nastavitev kakovosti zraka v ppm.

Prostori predavalnic v novejšem delu stavbe imajo možnost nastavitve in regulacije željene temperature v prostorih s pomočjo regulacije radijatorskega in toplozračnega (klimati) ogrevanja, medtem ko se ostali prostori regulirajo glede na zunanjo temperaturo oz. krivuljo ogrevanja. Dodatne izboljšave obstoječega CNS so možne predvsem na regulaciji ogrevanja in prezračevanja na starejšem delu stavbe.



Slika 6.27: Posnetek začetne ekranske slike CNS-a



## 6.7 Razdelitev porabe energije

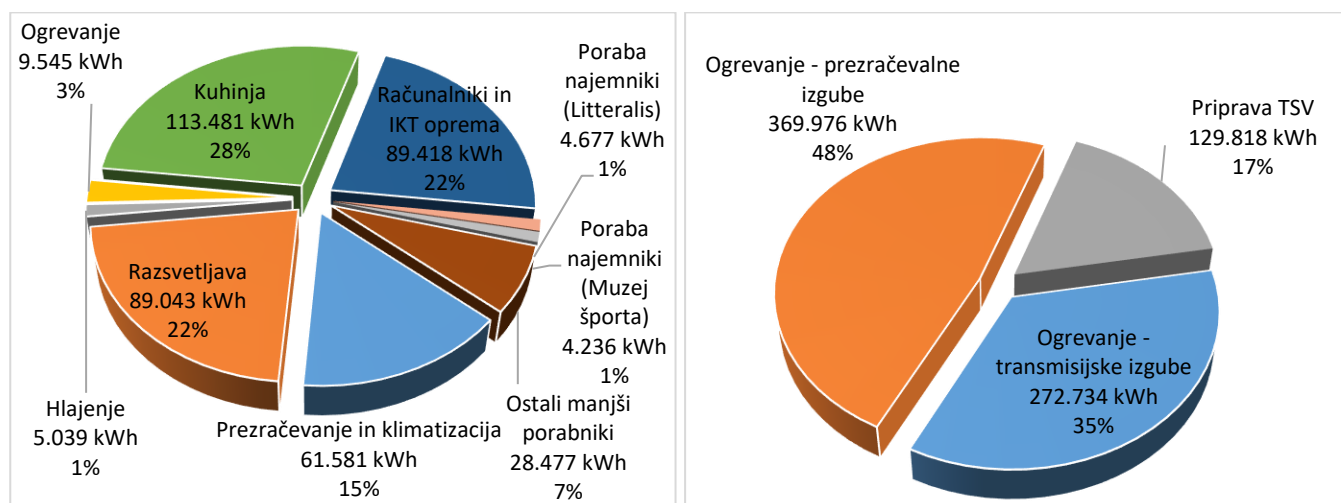
Preglednica 6.8: Ocenjena razdelitev rabe energije

| Razdelitev porabe električne energije | Ocenjena raba energije | delež          |
|---------------------------------------|------------------------|----------------|
| Prezračevanje in klimatizacija        | 61.581 kWh             | 15,19%         |
| Razsvetljava                          | 89.043 kWh             | 21,96%         |
| Hlajenje                              | 5.039 kWh              | 1,24%          |
| Ogrevanje                             | 9.545 kWh              | 2,35%          |
| Kuhinja                               | 113.481 kWh            | 27,99%         |
| Računalniki in IKT oprema             | 89.418 kWh             | 22,05%         |
| Poraba najemniki (Litteralis)         | 4.677 kWh              | 1,15%          |
| Poraba najemniki (Muzej športa)       | 4.236 kWh              | 1,04%          |
| Ostali manjši porabniki               | 28.477 kWh             | 7,02%          |
| <b>Skupaj</b>                         | <b>405.498 kWh</b>     | <b>100,00%</b> |

| Razdelitev porabe toplotne energije | Ocenjena raba energije | delež          |
|-------------------------------------|------------------------|----------------|
| Ogrevanje - transmisijske izgube    | 272.734 kWh            | 35,30%         |
| Ogrevanje - prezračevalne izgube    | 369.976 kWh            | 47,89%         |
| Priprava TSV                        | 129.818 kWh            | 16,80%         |
| <b>Skupaj</b>                       | <b>772.528 kWh</b>     | <b>100,00%</b> |

| Razdelitev porabe energije | Ocenjena raba energije | delež          |
|----------------------------|------------------------|----------------|
| Toplotna energija - ELKO   | 772.528 kWh            | 65,58%         |
| Električna energija        | 405.498 kWh            | 34,42%         |
| <b>Skupaj</b>              | <b>1.178.026 kWh</b>   | <b>100,00%</b> |

Opomba: \* Predstavljena raba energije za najemnike je bila pridobljena iz posredovanih podatkov s strani naročnika, ki jih je pridobil z dejanskimi meritvami s pomočjo odštevalnih števec, ki so vgrajeni za posameznega najemnika.



Slika 6.28: Grafični prikaz porazdelitve porabe električne (levo) in toplotne energije (desno)

## II. ANALIZA MOŽNOSTI ZA ZNIŽANJE RABE ENERGIJE

V drugi fazi energetskega pregleda so z vidika URE obdelane vse šibke točke, ki so bile ugotovljene v prvi fazi. Posebna pozornost je namenjena naslednjim ukrepom: ovojju stavbe, ogrevalnemu sistemu, elektriki, pripravi tople sanitarne vode in splošnim ukrepom (npr. monitoringu).

### 7 OSKRBA Z ENERGIJO

#### 7.1 Revizija pogodb o dobavi energije

V sklopu razširjenega energetskega pregleda je predvidena tudi analiza pogodb o dobavi energije, ki jih ima javni zavod sklenjene z dobavitelji. Kot je že bilo omenjeno, se obravnavana stavbe oskrbuje z dvema vrstama energije in sicer: električno energijo in daljinsko toploto. Za oskrbo z električno energijo ima zavod sklenjeno pogodbo z dobaviteljem HEP energija, za oskrbo z daljinsko toploto pa s podjetjem Energetika Ljubljana.

#### 7.2 Električna energija

V letih pred sklenitvijo pogodbe o dobavi električne energije s trenutnim dobaviteljem podjetjem HEP energija, d.o.o. je energijo dobavljalo podjetje E3, d.o.o. V letu 2017 je Univerza v Ljubljani za stavbe v upravljanju univerze sklenila Krovno pogodbo o dobavi električne energije, ki mora biti najmanj 40 % pridobljena iz obnovljivih virov energije s podjetjem oz. dobaviteljem HEP energija, d. o. o., Tivolska ulica 48, Ljubljana. Sporazum je bil podpisan za obdobje dveh let, od 1. 4. 2017 do 31. 3. 2019. Predmet okvirnega sporazuma je dobava električne energije za dvotarifno merjenje in enotarifno merjenje. V Pravni fakulteti se izvaja dvotarifno merjenje. V sporazumu je za dvotarifno merjenje določena cena dobave energije za večjo tarifo (VT) 0,04525 EUR/kWh, za manjšo (MT) pa 0,03108 EUR/kWh. Cena, določena v sporazumu, je fiksna za celotni čas trajanja tega sporazuma. Dobavitelj porabljeno električno energijo obračuna na osnovi izmerjenih mesečnih količin električne energije z merilnih naprav; meritve opravi sistemski operater distribucijskega omrežja. Stroški dobave električne energije se obračunajo enkrat mesečno, in sicer za dobave opravljene v preteklem mesecu.

Pred menjavo je bila cena dobave energije za VT 0,0535 EUR/kWh in MT 0,0347 EUR/kWh. Tako je bila cena VT kar za 18 % višja glede na trenutno, MT pa za 11,6 %. Kljub temu, da se je cena dobavljene električne energije v drugi polovici leta 2017 znižala za več kot 11 %, pa je pri skupni ceni na kWh električne energije ta procent manjši, okoli 5 %. Cena električne energije za mesec januar je znašala 0,10882 EUR/kWh (dobavitelj E3), za december 2017 pa 0,10287 EUR/kWh (dobavitelj HEP energija). Cena trenutne električne energije na kWh je ugodna glede na cene pri podobno sklenjenih pogodbah, za druge stavbe javnih zavodov. Z izmenično uporabo naprav oz. prilagoditvijo posameznih dejavnosti v kuhinji, pri prezračevanju in hlajenju (npr. da se ne vklaplajo vse naprave hkrati), bi bilo možno zmanjšati priključno moč in s tem tudi strošek električne energije.

#### 7.3 Toplotna energija

Stavba se oskrbuje s toplotno energijo, kjer se kot energent uporablja daljinska toplota. Dobavitelj daljinske toplote za obravnavano stavbo je Energetika Ljubljana, d. o. o. To je edino tovrstno podjetje v Ljubljani, zato nižje cene na tržišču ni možno najti. Možnost je samo izraba OVE. Ceno dobave toplotne energije tako narekuje podjetje samo, določi se s koncesijsko pogodbo in tarifnim sistemom. Cena toplotne energije je trenutno primerljiva z ostalimi dobavitelji daljinske toplote po Sloveniji.

Pravna fakulteta UL ima z javnim podjetjem Energetika Ljubljana, d. o. o., za odjemno mesto na naslovu Poljanski nasip 2, Ljubljana, št. odjemnega mesta 346 1, sklenjeno Pogodbo o dobavi daljinske toplote, št. pogodbe 33/C-346 5/346 1/2012. Dobavljene količine toplotne se ugotavlja na podlagi odčitkov toplotnega števca, ki je nameščen v

toplotni postaji. Cena za dobavljeno količino toplote in priključno moč se določa po tarifnem ceniku za toploto. Cena za vzdrževanje merilne naprave se določa z veljavnim cenikom storitev dobavitelja.

## 7.4 Voda

Pravna fakulteta se oskrbuje s pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja. Obvezno gospodarsko javno službo oskrbe s pitno vodo izvaja Javno Podjetje Vodovod-Kanalizacija, d. o. o., Ljubljana, ki je hkrati tudi dobavitelj pitne vode. Zamenjava dobavitelja vode ni mogoča, saj je to obvezna gospodarska javna služba, ki jo izvaja določeni izvajalec javne službe, ki je za vsako občino določen z odlokom o oskrbi s pitno vodo.



## 8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

### 8.1 Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje

REP zajema tudi skupino postopkov za izračun in oceno stanja rabe energije skozi ovoj stavbe, ki določa izračune in možne ukrepe za zmanjšanje rabe energije in jih ovrednoti s stališča učinkovitosti vlaganj. Pomembni so torej podatki o konstrukciji stavbe, predvsem sestava in debelina ter površina zunanjih sten, oken, stropa proti podstrešju in tal. Pri REP-u smo uporabili metodo analize zgradbe. Podatke smo dobili iz literature in iz dosegljive obstoječe dokumentacije, stavbo smo si tudi ogledali ter se pogovorili z zaposlenimi in vzdrževalci stavbe.

Analiza temelji na izračunu gradbene fizike stavbe, ki je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 52/2010). V njem so izračunani koeficienti prehoda toplote  $U$  in difuzija vodne pare oz. izsuševanje v primerjavi z dopustnimi vrednostmi po novem pravilniku (PURES-u). V sklopu analize je bil izdelan tudi Elaborat gradbene fizike za stanje stavbe pred prenovo (obstoječe/trenutno stanje) in stanje po prenovi (celovita prenova – Izbrani scenarij). Omenjeni dokumenti so priloženi h končnemu poročilu.

Izhodiščni podatki za stavbo Pravno fakulteto Univerze v Ljubljani:

- Nadmorska višina je 274,8 metrov.
- Projektni temperaturni primanjkljaj TP12/20 znaša 3300 Kdni (stopinjski dnevi). Podatek poda klimatske pogoje kraja. Temperaturni primanjkljaj je definiran kot produkt časa ogrevanja z razliko temperatur med notranjostjo stavbe (20 °C) in zunanjim zrakom. Trajanje je po dogovoru omejeno na dni, ko je zunanja temperatura nižja od 12 °C. Upošteva se povprečna temperatura v času kurilne sezone.
- Število projektnih kurilnih dni v letu je 230.
- Povprečna letna temperatura znaša 9,7 °C, vlaga pa 77 %.
- Energija sončnega obsevanja je 1121 kWh/m<sup>2</sup>.
- Projektna zunanja temperatura v ogrevalnem obdobju je -13 °C, v času hlajenja 32 °C.
- Projektna notranja temperatura v ogrevalnem obdobju je 22 °C, v času hlajenja 26 °C.
- Stavba leži na koordinatah: Y = 462535, X = 100933.

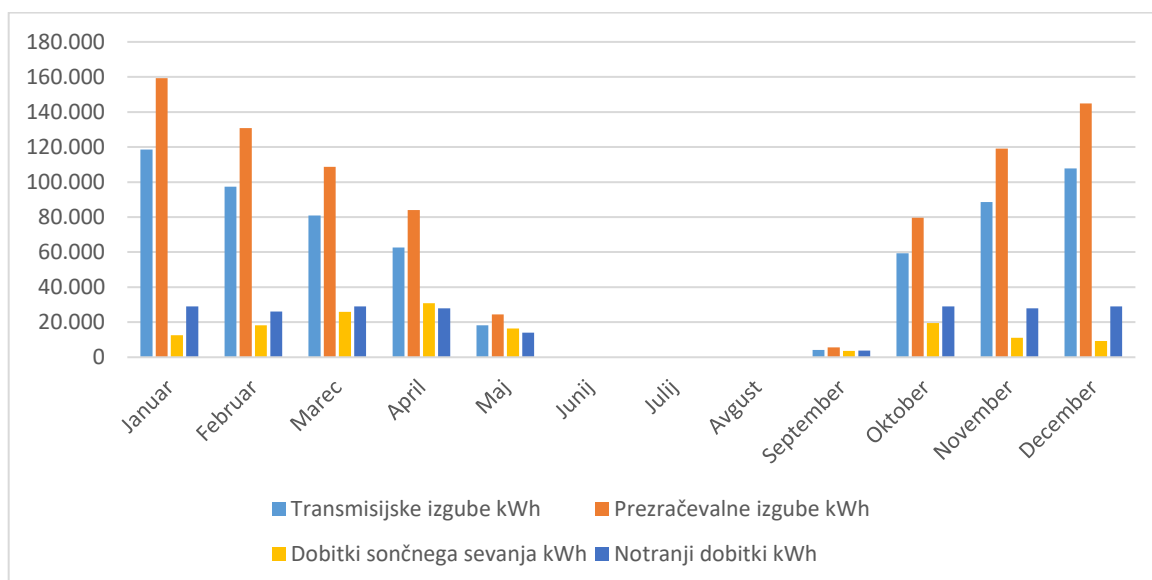
Izračuni toplotnih izgub pokažejo, da pri neizolirani stavbi izgubimo veliko toplotne energije, medtem ko lahko pri dobro izolirani stavbi to izgubo več kot prepolovimo. Pri projektiranju toplotne zaščite stavbe je potrebno upoštevati krajevno ugotovljene podatke o projektni zunanji temperaturi, temperaturnem primanjkljaju, o trajanju ogrevalne sezone in globalnem sončnem obsevanju. Upoštevajo se transmisijske in prezračevalne toplotne izgube, dobitki notranjih virov in dobitki sončnega sevanja. Arhitekturna zasnova zunanjega ovoja ima pomemben vpliv na toplotne karakteristike. Zasnova obravnavane stavbe je arhitekturno zelo razgibana, vendar pa ima zaradi podolgovate gradnje razmeroma zelo neugoden faktor oblike:  $f_0 = 0,405 \text{ m}^{-1}$ .

Potrebna toplota za ogrevanje stavbe ( $Q_{NH}$ ) se izračuna kot razlika med skupnimi izgubami stavbe, ki zajemajo transmisijske ( $Q_{H,tr}$ ) in ventilacijske ( $Q_{H,ve}$ ) toplotne izgube ter skupnimi dobitki, ki zajemajo notranje ( $Q_{H,int}$ ) in sončne ( $Q_{H,soi}$ ) dobitke. Iz izračuna gradbene fizike izhaja, da znaša potrebna letna toplota za ogrevanje stavbe pri normalnem obratovanju, ki jo moramo dovesti stavbi, da pokrijemo toplotne izgube,  $Q_{NH} = 709.210 \text{ kWh/leto}$ . Primerjava med računskim modelom potrebne energije za ogrevanje in dejansko odvedeno porabljeno energijo za ogrevanje kaže odstopanja, ki so v okviru sprejemljivih toleranc. Glede na različne zunanje faktorje, ki vplivajo na porabo toplotne energije (npr. navade uporabnika, klimatski pogoji, režimi delovanja, akumulacija konstrukcijskih sklopov stavbe), so odstopanja razumljiva, saj se tudi merjeni podatki od sezone do sezone razlikujejo.

Splošne ugotovitve na zunanjem toplotnem ovoju stavbe so:

- vsi konstrukcijski sklopi ne ustrezajo veljavnemu pravilniku (PURES-u), kar pomeni neučinkovito in prekomerno rabo energije za ogrevanje,
- ovoj stavbe je zaradi nekaterih zelo slabih toplotnih koeficientov konstrukcij problematičen,
- na zunanjih stenah – fasadah in strehah ni vgrajene primerne debeline toplotne izolacije,
- slabo je tesnjenje dotrajanega in zastarelega stavbnega pohištva (okna in vrata).

| Tip podatka  | Izračunana vrednost       | Dovoljena vrednost       |
|--|---------------------------|--------------------------|
| Kondicionirana površina stavbe – Ak ali Au   | 9.723,23 m <sup>2</sup>   |                          |
| Bruto ogrevana prostornina stavbe – Ve   | 50.729,50 m <sup>3</sup>  |                          |
| Neto ogrevana prostornina stavbe   | 40.583,60 m <sup>3</sup>  |                          |
| Celotna površina toplotnega ovoja stavbe – A   | 12.243,26 m <sup>2</sup>  |                          |
| Oblikovni faktor stavbe (A/Ve)   | 0,302                     |                          |
| Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja                              | 0,136                     |                          |
| Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub – H'T                          | 0,592 W/m <sup>2</sup> K  | 0,512 W/m <sup>2</sup> K |
| Izračunana letna potrebna toplota za ogrevanje – Qnh                                 | 709.210 kWh               |                          |
| Qnh/Ak   | 72,940 kWh/m <sup>2</sup> |                          |
| Qnh/Ve   | 13,980 kWh/m <sup>3</sup> | 5,376 kWh/m <sup>3</sup> |
| Razred energetske učinkovitosti  | D                         |                          |
| Ocenjena dejanska končna energije za ogrevanje<br>(dejanski Tprim12 = 2.779,43 Kdni) | 642.710 kWh/leto          |                          |
| Normirana dejanska končna energije za ogrevanje<br>(projektni Tprim12 = 3300 Kdni)   | 772.770 kWh/leto          |                          |



| Skupina | Podskupina | odstotek v izgubah (%) |
|---------|------------|------------------------|
| Izgube  | ojvoj      | 7                      |
|         | topl.most. | 0                      |
|         | okna       | 15                     |
|         | streha     | 14                     |
|         | tla        | 6                      |
|         | neogr.     | 0                      |
|         | prezr.     | 56                     |

Stran 86 od 118

### 8.1.1 Transmisijske izgube

Transmisijske izgube so toplotne izgube zaradi prehoda toplote skozi ovoj kondicionirane (ogrevane) površine stavbe oz. prostora. Manj kot je toplotne izolacije na konstrukciji, ki meji proti neogrevanemu volumnu oz. zunanosti, večje so izgube. Stavba ima sicer masivne zidove, kar pomeni veliko akumulacijo toplote. V primeru namestitve toplotne izolacije na notranji strani bi se akumulativnost izgubila, zato izvedba toplotne izolacije na notranji strani ni priporočljiva oz. je dopustna le v izjemnih primerih. V nadaljevanju so prikazane transmisijske izgube za celotno stavbo.

V spodnji preglednici so prikazane toplotne izgube skozi posamezni konstrukcijski element. Pri preračunu koeficienta transmisijskih izgub je dodana vrednost  $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$  zaradi majhnega vpliva toplotnih mostov, ki povečajo toplotno prehodnost zunanega ovoja. Izračunan količnik transmisijskih izgub znaša  $H_T = 7.244,82 \text{ W/K}$ .

#### Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine

##### Neprozorne površine

| Oznaka                 | orientacija | naklon<br>° | ploščina<br>$\text{m}^2$ | U<br>$\text{W/Km}^2$ | topl.izgube<br>$\text{W/K}$ |
|------------------------|-------------|-------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|
| F1 stena 30 cm         | J           | 90          | 113,30                   | 0,381                | 43,17                       |
| F1 stena 30 cm         | Z           | 90          | 245,98                   | 0,381                | 93,72                       |
| F1 parapet 45 cm       | S           | 90          | 105,12                   | 0,354                | 37,21                       |
| F1 parapet 45 cm       | Z           | 90          | 22,62                    | 0,354                | 8,01                        |
| F1 parapet 51 cm       | V           | 90          | 35,45                    | 0,345                | 12,23                       |
| F1 parapet 51 cm       | J           | 90          | 32,90                    | 0,345                | 11,35                       |
| F1 stena 60 cm         | S           | 90          | 100,11                   | 0,331                | 33,14                       |
| F1 stena 60 cm         | J           | 90          | 176,98                   | 0,331                | 58,58                       |
| F1 stena 60 cm         | Z           | 90          | 32,94                    | 0,331                | 10,90                       |
| F1 stena 75 cm         | S           | 90          | 540,21                   | 0,311                | 168,01                      |
| F1 stena 81 cm         | J           | 90          | 217,17                   | 0,303                | 65,80                       |
| F1 stena 90 cm         | S           | 90          | 103,32                   | 0,738                | 76,25                       |
| F1 stena 90 cm         | J           | 90          | 56,34                    | 0,738                | 41,58                       |
| F1 stena 90 cm         | Z           | 90          | 9,73                     | 0,738                | 7,18                        |
| F1 stena proti terenu  | S           | 90          | 16,02                    | 0,595                | 9,53                        |
| F1 stena proti terenu  | J           | 90          | 30,37                    | 0,595                | 18,07                       |
| F1 stena proti terenu  | Z           | 90          | 34,85                    | 0,595                | 20,74                       |
| F1 stena podstrešje    | S           | 90          | 32,64                    | 0,359                | 11,72                       |
| F1 stena podstrešje    | V           | 90          | 4,02                     | 0,359                | 1,44                        |
| F1 stena podstrešje    | J           | 90          | 32,64                    | 0,359                | 11,72                       |
| F1 stena podstrešje    | Z           | 90          | 4,02                     | 0,359                | 1,44                        |
| F1 stena proti objektu | S           | 90          | 43,27                    | 3,235                | 0,00                        |
| F1 stena proti objektu | V           | 90          | 489,35                   | 3,235                | 0,00                        |
| F1 stena proti objektu | J           | 90          | 477,48                   | 3,235                | 0,00                        |
| F1 stena proti objektu | Z           | 90          | 183,81                   | 3,235                | 0,00                        |
| F1 streha              |             | 0           | 953,02                   | 0,663                | 631,85                      |
| <b>Skupaj</b>          |             |             | <b>4.093,66</b>          |                      | <b>1.373,64</b>             |

##### Prozorne površine

| Oznaka              | orientacija | naklon<br>° | ploščina<br>$\text{m}^2$ | U<br>$\text{W/Km}^2$ | topl.izgube<br>$\text{W/K}$ |
|---------------------|-------------|-------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|
| F1 alu okna         | S           | 90          | 368,71                   | 1,800                | 663,68                      |
| F1 alu okna         | V           | 90          | 29,24                    | 1,800                | 52,63                       |
| F1 alu okna         | J           | 90          | 172,85                   | 1,800                | 311,13                      |
| F1 alu okna         | Z           | 90          | 95,40                    | 1,800                | 171,72                      |
| F1 okna zimski vrt  | S           | 90          | 10,01                    | 1,600                | 16,02                       |
| F1 okna zimski vrt  | V           | 90          | 87,84                    | 1,600                | 140,54                      |
| F1 okna zimski vrt  | J           | 90          | 10,29                    | 1,600                | 16,46                       |
| streha "zimski vrt" |             | 0           | 155,86                   | 1,600                | 249,38                      |
| <b>Skupaj</b>       |             |             | <b>930,20</b>            |                      | <b>1.621,56</b>             |

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine  $\Sigma A_i \cdot U_i = 2.995,20 \text{ W/K}$ .

Slika 8.3: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – I. FAZA

**Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine**

## Neprozorne površine

| Oznaka                           | orientacija | naklon<br>° | ploščina<br>m <sup>2</sup> | U<br>W/Km <sup>2</sup> | topl.izgube<br>W/K |
|----------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|------------------------|--------------------|
| stena demit                      | J           | 90          | 99,13                      | 0,631                  | 62,55              |
| stena volna                      | S           | 90          | 240,43                     | 0,434                  | 104,35             |
| stena volna                      | V           | 90          | 399,30                     | 0,434                  | 173,30             |
| stena volna                      | J           | 90          | 315,97                     | 0,434                  | 137,13             |
| stena volna                      | Z           | 90          | 188,63                     | 0,434                  | 81,87              |
| stena proti neogrevanem prostoru | S           | 90          | 58,50                      | 0,434                  | 0,00               |
| stena proti neogrevanem prostoru | V           | 90          | 101,54                     | 0,434                  | 0,00               |
| stena proti neogrevanem prostoru | J           | 90          | 72,00                      | 0,434                  | 0,00               |
| stena proti neogrevanem prostoru | Z           | 90          | 45,75                      | 0,434                  | 0,00               |
| stena proti objektu              |             |             | 86,10                      | 0,000                  | 0,00               |
| stena proti objektu              |             |             | 280,24                     | 0,000                  | 0,00               |
| alu vrata                        | J           | 90          | 2,76                       | 1,500                  | 4,14               |
| streha                           |             | 0           | 2.258,46                   | 0,312                  | 704,64             |
| <b>Skupaj</b>                    |             |             | <b>4.148,81</b>            |                        | <b>1.267,97</b>    |

## Prozorne površine

| Oznaka                | orientacija | naklon<br>° | ploščina<br>m <sup>2</sup> | U<br>W/Km <sup>2</sup> | topl.izgube<br>W/K |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------------------|------------------------|--------------------|
| alu okna              | S           | 90          | 365,37                     | 1,600                  | 584,59             |
| alu okna              | V           | 90          | 59,21                      | 1,600                  | 94,74              |
| alu okna              | J           | 90          | 243,56                     | 1,600                  | 389,70             |
| alu okna              | Z           | 90          | 44,57                      | 1,600                  | 71,31              |
| steklena vhodna vrata | J           | 90          | 16,98                      | 3,000                  | 50,94              |
| <b>Skupaj</b>         |             |             | <b>729,69</b>              |                        | <b>1.191,28</b>    |

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine  $\Sigma A_i \cdot U_i = 2.459,25 \text{ W/K}$ .

Slika 8.4: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – II. FAZA

**8.1.2 Izgube zaradi prezračevanja**

Delež prezračevalnih oz. ventilacijskih izgub lahko le ocenimo, saj natančne količine izmenjave zraka v prostorih ni možno določiti. Prezračevalne izgube so odvisne od nekontroliranih prezračevalnih izgub (tesnosti stavbnega ovoja oz. stikov med različnimi elementi na ovoju) in od kontroliranih prezračevalnih izgub (delovanja prezračevalnih naprav, odpiranja oken in vrat oz. navad uporabnikov).

Večina prostorov se prezračuje naravno: z odpiranjem oken. Za izračun prezračevalnih izgub se uporabi postopek na poenostavljen način. V izračunu upoštevamo, da je privzeta vrednost stopnje izmenjave zraka, ki jo dosegajo z odpiranjem oken in uporabe prezračevalnih naprav 1,0 volumna/h. Upoštevamo tudi infiltracijo zunanjega zraka zaradi netesnosti gradbenih stikov med različnimi konstrukcijami (npr. okenska odprtina oz. okno).

Prezračevalne toplotne izgube po izračunu predstavljajo 55,36 % vseh toplotnih izgub, izračunani koeficient prezračevalnih izgub znaša  $H_v = 9.731,25 \text{ W/K}$ . Prezračevalne izgube so nekoliko večje kot transmisijske, kar nakazuje na solidno toplotno izoliranost zunanjega ovoja.

### 8.1.3 Toplotni dobitki

V izračunu gradbene fizike so upoštevani tudi pritoki sonca, ljudi in naprav v stavbi. Stavba ima orientacijo, ki daje toplotne dobitke skozi prozorne površine (stavbno pohištvo). V izračunu so upoštevani letni dobitki sončnega sevanja, ki so izračunani na podlagi klimatskih podatkov sončnega obsevanja za izbrano lokacijo. Za faktor propustnosti sončnega sevanja ( $q$ ) smo za ALU okna in njihovo zasteklitev upoštevali dvoslojno zasteklitev ( $g = 0,75$ ). Pri izračunu solarnih dobitkov smo upoštevali tudi zunanja senčila, saj so na nekaterih oknih nameščena zunanja senčila (predvsem na okna, ki so izpostavljena direktni sončni svetlobi). Zunanje ovire oz. faktorja senčenja zunanjih ovir v izračunu gradbene fizike nismo upoštevali ( $F_{sh,ob} = 1,00$ ).

Za notranje dobitke zaradi oddajanja toplote naprav in ljudi smo upoštevali po poenostavljeni metodi, in sicer  $4 \text{ W/m}^2$  ogrevane površine. V ogrevalni sezoni so ti pritoki dobitke energije, ki zmanjšuje potrebo po ogrevanju, v letnem času pa pomenijo obremenitev, ki jo je treba odvajati s hladilnimi napravami. V nekaterih prostorih stavbe že imajo nameščene naprave za pohlajevanje, to so predvsem prostori, ki imajo v poletnem času večje toplotne dobitke zaradi slabih toplotno izolativnih karakteristik posameznih konstrukcij ali zaradi posledice dejavnosti, ki se izvaja v prostoru (npr. kuhinja, mansardni prostori). Praviloma pohlajevanje prostorov v poletnih mesecih pomeni podvojitev porabe električne energije, zaradi česar je potrebno povečati priključno moč, letni strošek električne energije pa je bistveno višji. Klimatske naprave je potrebno tudi redno vzdrževati, kar prav tako pomeni dodaten strošek.

## 8.2 Notranji toplotni viri zaradi naprav za pretvorbo energije

### 8.2.1 Priprava tople vode

Topla voda, ki se pripravlja centralno v dveh akumulatorjih TSV, za vsak posamezen del stavbe posebej, se porablja za potrebe umivanja v sanitarijah, kuhinje, tušev, čajnih kuhinj. Akumulatorja sta primerno toplotno izolirana, zato večjih toplotnih izgub na tem sistemu ni pričakovati, je pa akumulator v toplotni postaji starejšega dela dotrajan in potreben prenove.

### 8.2.2 Razsvetljava

V stavbah je pomembno upoštevanje učinkovite razsvetljave, saj s tem prispevamo k znižanju rabe energije in posledično k manjšim obratovalnim stroškom. Z uporabo ustreznih svetil lahko prihranimo električno energijo za razsvetljavo, posledično pa se znižuje tudi priključna moč. Poleg tega z zamenjavo neustreznih svetil dosežemo boljšo osvetljenost prostorov, poceni se vzdrževanje, izboljšajo se tudi delovni pogoji.

V obravnavani stavbi so v vseh prostorih že nameščena energetske učinkovita svetila. V izračunih upoštevamo privzete notranje dobitke  $4 \text{ W/m}^2$ , ki zajemajo tudi toplotne dobitke zaradi razsvetljave.

### 8.2.3 Kuhinja

V stavbi se nahaja tudi kuhinja, vendar jo javni zavod ne uporablja. Kuhinjske prostore oddajajo v najem zunanjemu izvajalcu. Kuhinja ni predmet tega energetskega pregleda.

## 8.3 Končna energija, potrebna za delovanje

### 8.3.1 Proizvodnja toplote

Toplotna energija se pripravlja s pomočjo dveh indirektnih toplotnih izmenjevalcev, ki se nahajata v dveh različnih toplotnih postajah, posebej za starejši del stavbe (I. FAZA) in novejši del stavbe (II. FAZA). Toplotni postaji sta bili nazadnje celovito prenovljeni leta 2000. Celotni razvodni sistem je v večji meri toplotno izoliran, prav tako tudi

toplotni izmenjevalec. Toplotne izgube izmenjevalca in razvodnega sistema so minimalne in se uporabljajo za neposredno ogrevanje toplotne postaje.

### **8.3.2 Ogrevalne naprave in sistemi**

Prostori v stavbi se ogrevajo s pomočjo radiatorjev, toplozračnega ogrevanja in ogrevalnega razvodnega sistema, ki poteka nadometno v notranjosti prostorov, na zunanjih stenah. Ogrevani razvod. oz. sistem za oskrbo radiatorjev ni toplotno izoliran, tako da se toplotne izgube razvoda uporabijo kot notranji dobitki za ogrevanje prostorov. V nekondicioniranih prostorih pa je ogrevalni razvod primerno toplotno izoliran. V stavbi so vgrajeni radiatorji različnega tipa, ki pa nimajo vsi nameščenih termostatskih glav.

### **8.3.3 Sistemi za razdeljevanje toplote za ogrevanje**

Sistem za razdeljevanje toplotne energije je izveden iz črnih jeklenih cevi, ki oskrbujejo grelna telesa – radiatorje in klimatske naprave. Razvod v toplotni postaji je primerno toplotno izoliran, kar ne velja za ostale razvode po stavbi. Toplotne izgube razvoda se porabljajo za ogrevanje prostorov, saj razvodni sistem v večini poteka v ogrevanih prostorih.

### **8.3.4 Sistemi za razdeljevanje toplote za TSV**

TSV se pripravlja centralno v dveh toplotnih postajah. Sistem je dobro toplotno izoliran, zato so izgube minimalne oz. se uporabljajo za neposredno ogrevanje prostorov. Težave se pojavljajo pri pripravi TSV v toplotni postaji novejšega dela stavbe, saj obstoječa naprava za preprečevanje izločanja apnenca iz vodene ne deluje dobro in posledično se na sistemu, predvsem v akumulatorju pojavlja apnenec oz. vodni kamen, ki pa onemogoča učinkovito in hitro pripravo TSV.



## 9 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

Celoviti ukrepi energetske prenove stavbe v nizkoenergetsko stavbo so investicijsko in tehnično zahtevni ter na osnovi primerljivih stavb, ki zajemajo statične in ostale posege, znašajo tudi do 800 in več EUR na m<sup>2</sup> obnovljene kondicionirane površine. Celovita prenova bi zajemala prenovo zunanega ovoja in tal proti terenu ter strojnih in elektroinstalacij. Celoten sklop energetske prenove sestoji iz arhitekturnih in instalacijskih posegov, ki se medsebojno dopolnjujejo. V nadaljevanju so ukrepi predstavljeni tako, kot če bi se izvajali samostojno, samo en ukrep naenkrat. Pri izvedbi več ukrepov hkrati moramo upoštevati medsebojni vpliv posameznih ukrepov.

### 9.1 Izhodišča za določitev primernih ukrepov in izračun prihrankov

Za izračun možnih prihrankov smo za referenčno rabo energije uporabili podatke z računov dobaviteljev za zadnja tri zaključena leta, za referenčne stroške pa povprečne stroške energije zadnjega zaključenega leta. V preglednici v nadaljevanju so pokazani izhodiščni podatki za izračun oz. analizo potenciala prihrankov stavbe. Stroški energije obsegajo omrežnino, energijo in vse ostale dajatve, podani so brez DDV-ja.

Možni prihranki na ovoju stavbe so bili izračunani s pomočjo programa Gradbena fizika URSA 4.0 podjetja Ursa Slovenija. Izračuni so opravljeni na osnovi Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010) in Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Ur. list RS, št. 92/2014). Pri izračunu možnih prihrankov smo upoštevali varnostni faktor (5 %) in tako zmanjšali izračunane prihranke. Prihranke, izračunane s pomočjo programa, smo upoštevajoč varnostni faktor normirali s povprečno dejansko porabo stavbe za zadnja tri zaključena leta. Z normiranjem smo tako upoštevali klimatske vplive in vplive navad uporabnikov.

Prihranke za strojne in elektro ukrepe sta podala strokovnjaka za področji, izračunani so bili na osnovi Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije (Uradni list RS, št. 67/15 in 14/17) in drugih metod. Izračun oz. enačbe za prihranke so prikazani pri posameznem predlaganem ukrepu.

**Preglednica 9.1. Izhodiščni podatki za analizo energetske varčevalnih potencialov stavbe**

| Izhodiščni podatek                | Daljska toplota (ogrevanje) | Daljska toplota (TSV) | Električna energija | Enota              | Vir podatka   |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|---|
| Povprečna raba dovedene energije  | 642.711                     | 129.818               | 405.498             | kWh/letno          | Povprečje rabe končne energije v zadnjih treh zaključenih letih (analizirano obdobje v poročilu). Poraba za TSV se je izračunala oz. ocenila glede na rabo energije v poletnem obdobju, kjer ni odjema toplotne energije za ogrevanje in v primerjavi z rabo energije v primerljivih stavbah. |
|                                   | 642,71                      | 129,82                | 405,50              | MWh/letno          |   |
| Povprečna raba primarne energije  | 642.711                     | 129.818               | 1.013.744           | kWh/letno          | Rabo toplotne končne energije smo pomnožili s faktorjem 1,0 in električno energijo s faktorjem 2,5 (vir: TSG-1-004:2010).   |
| Povprečne emisije CO <sub>2</sub> | 205.667                     | 41.542                | 198.694             | kg CO <sub>2</sub> | Toplotno energijo (DO) smo pomnožili z 0,32 kg CO <sub>2</sub> in električno energijo z 0,49 kg CO <sub>2</sub> (vir: Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije, priloga 3 (Ur. list RS, št. 67/2015)).  |
| Cena končne energije              | 0,06441                     | 0,06441               | 0,10054             | EUR/kWh            | Povprečna mesečna cena končne energije za obravnavano referenčno obdobje, leta 2015, 2016, 2017 (vir: energetska analitika stavbe).   |
|                                   | 64,41                       | 64,41                 | 100,54              | EUR/MWh            |   |
| Izhodiščni stroški energije       | 41.396,99                   | 13.051,88             | 40.768,74           | EUR/letno          | Zmnožek referenčne rabe končne energije in cene končne energije.  |
| Projektni Tprim12                 | 3300                        |                       |                     | Kdni               | <a href="http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/">http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/</a>   |
| Dejanski Tpim12                   | 2.779,43                    |                       |                     | Kdni               | Povprečni Tpim12 zadnjih treh zaključenih let. Pridobljen iz baze ARSO.   |

## 9.2 Ovoj stavbe

Pri starejših in toplotno neizoliranih stavbah toplotne izgube skozi zunanji ovoj predstavljajo glavnino toplotnih izgub. Pri prenovi je smiselno izvesti ukrepe glede na ekonomičnost v življenjski dobi in izbrati rešitve glede na obstoječe stanje stavbe. Praviloma je prvi ukrep pri neizoliranih stavbah, toplotna izolacija strehe ali podstrešja, saj so tukaj največje toplotne izgube. Ti ukrepi imajo najmanjši vpliv na zunanji izgled, ekonomiko in poseg v konstrukcijo. Običajno je naslednji ukrep (ni vedno ekonomsko najbolj upravičen) menjava oken in vrat, še posebej, kjer so okna stara več kot 25 let, dotrajana, poškodovana in slabo tesnijo. Slabo stavbno pohištvo lahko povzroči velike ventilacijske izgube in neugodno počutje v prostoru. Po menjavi oken se pogosto pojavi problem kondenzacije na konstrukcijskih elementih (predvsem na armiranobetonskih ploščah in prekladah) ob oknih, zaradi česar marsikdaj nastane plesen. Že ob menjavi oken je potrebno nujno razmisliti tudi o toplotni izolaciji fasade in ustreznem prezračevanju po obnovi. Seveda je vrstni red oz. izbira ukrepov odvisna v prvi vrsti od obstoječega stanja stavbe oz. že izvedenih ukrepov. Učinki ukrepov so odvisni od različnih faktorjev, kot so klimatski pogoji, faktor oblike stavbe, medsebojna usklajenost ukrepov in cene investicijskih ukrepov.

V nadaljevanju so ukrepi zasnovani tako, da prenovljeni konstrukcijski elementi zadostijo zahtevam novega pravilnika PURES oz. so deloma še izboljšani (za vsaj 10 %). Praviloma je smiselno, da se pri prenovi doda več toplotne izolacije, saj pomeni praviloma vsak dodatni centimeter toplotne izolacije za 2 % višji strošek investicije, pa tudi od 10 do 20 % boljšo toplotno izolativnost in s tem prihranek (odstotek prihrankov je odvisen od začetnega stanja). Izboljšani ukrepi predstavljajo tudi standard za prenavo v skoraj nič-energijsko ali pasivno stavbo, ki sta trenutno trend za prenovne stavb, prav tako se s tem tudi lažje zadosti zahtevam PURES-a. Zadostitev pogojem posameznih elementov pa še ne pomeni, da je stavba celovito prenovljena. Za pomoč pri izbiri najbolj primernih energetsko učinkovitih ukrepov na zunanjem toplotnem ovoju smo analizirali naslednje ukrepe:

- namestitev toplotne izolacije na fasado,
- zamenjavo starih in dotrajanih oken,
- zamenjavo vhodnih vrat s kvalitetnimi novimi in primernimi za javno uporabo,
- namestitev toplotne izolacije na ravno streho in tla neogrevanega podstrešja,
- namestitev dodatne toplotne izolacije v talno konstrukcijo na terenu.

### 9.2.1 Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani

Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani je v gradbenofizikalnem smislu najprimernejši način toplotne zaščite zunanjih sten. Obravnavana dela stavbe sta bila leta 2000 celovito prenovljena, tako da že imata nameščeno toplotno izolacijo, vendar ne v zadostni debelini, da bi zadostili zahtevam trenutno veljavnega PUERS-a.

Na starejšem delu stavbe (I. FAZA) ni dovoljena namestitev toplotne izolacije iz zunanje strani, saj je zunanja fasada oz. izgled stavbe evidentiran kot zaščiten element kulturne dediščine. Možna je le namestitev toplotne izolacije iz notranje strani, ta ukrep pa je analiziran v naslednjem poglavju.

Na prezračevano fasado novejšega dela stavbe je bila leta 2000 vgrajena toplotna izolacija iz mineralne volne, in sicer v debelini 8 cm. Na nekaterih delih stavbe je izvedena tudi kontaktna tankoslojna fasada z 5 cm toplotna izolacije. Vgrajena debelina toplotne izolacije na zadosti zahtevam pravilnika, zato v nadaljevanju analiziramo tudi ukrep dodatne namestitve toplotne izolacije iz zunanje strani za novejši del stavbe, ki pa ni varovani element kulturne dediščine obravnavne stavbe.

Za izvedbo ukrepa predlagamo, da se obstoječi zaključni sloj prezračevane fasade iz kamnitih plošč demontira in po namestitvi dodatne toplotne izolacije ponovno montira. Po potrebi se predvidi tudi podaljšanje podkonstrukcije oz. nosilnih elementov za kamnite plošče, v kolikor ta ni dovolj odmaknjena od obstoječe toplotne izolacije, da omogoča namestitev dodatnega sloja izolacije. Toplotna izolacija se namesti kar na obstoječi sloj iz mineralne volne. V nadaljevanju bomo za analizo uporabili toplotno izolacijo iz kamene volne, toplotne prevodnosti ( $\lambda$ ) 0,035 W/mK. Po naši oceni bi bilo potrebno, da se zadosti zahtevi v PURES-a ( $U_{max} \leq 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), stroškovni učinkovitosti in zahtevam MZI po skoraj nič-energijski prenovi na fasado namestiti vsaj 10 cm predlagane toplotne izolacije, tako da bo toplotna prehodnost fasade enaka ali boljša od 0,20 W/m<sup>2</sup>K. Prav tako se, v kolikor bo smiselno, predlaga, da

se dodatno toplotno izolira tudi obstoječa kontaktna fasada. Namesti se naj vsaj 14 cm toplotne izolacije ( $\lambda \leq 0,039$  W/mK), da se zadovolji zahtevi po toplotni prehodnosti fasade  $\leq 0,20$  W/m<sup>2</sup>K.

Ocenjen strošek izvedbe fasade zajema dobavo in namestitev toplotne izolacije skupaj z demontažo in ponovno montažo zaključnih oblog prezračevane fasade, izvedbo kontaktne fasade (z lepilom, malto, mrežico, zaključnim mineralnim ometom, zaključnim barvnim slojem), postavitvijo odra (do višine 20 m), obdelavo špalet s toplotno izolacijo, obdelavo zaključkov in stikov z drugimi elementi na zunanjem ovoju in ostale potrebne izvedbene stroške za kompletno prenovno fasade.

### 9.2.2 Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani

Na starejšem delu stavbe (I. FAZA) je bila leta 2000 iz notranje strani nameščena toplotna izolacija iz mineralne volne, v debelini 8 cm. Stene so bile nato zaprte s paronepropustno folijo in zaključno oblogo iz mavčno-kartonskih plošč. V kolikor bi želeli zadovoljiti zahtevam PURES-a, bi bilo potrebno namestiti še dodatnih 3 -5 cm toplotne izolacije. Glede na obseg del in sam poseg, ki je potreben za prenovno fasade iz notranje strani (premiki opreme, izvedba del moti uporabnike, prašenje itd.) je ukrep ekonomsko neopravičljiv, predvsem zaradi zmanjšanja uporabne površine prostorov, visoke investicije itd.

### 9.2.3 Toplotna zaščita ravne strehe

Med elementi ovoja stavbe je pogosto streha tisti konstrukcijski element, skozi katerega uide največ toplote. Vgradnja toplotne izolacije na streho ni tehnično zahtevno opravilo, zaplete pa se lahko pri možnosti namestitve določenih zaščitnih slojev oz. izvedbe učinkovite zaščite pred atmosferskimi vplivi.

Trenutno je na obstoječi ravni strehi novejšega dela (II. FAZA ) že nameščene nekaj toplotne izolacije, vendar konstrukcija ne zadosti zahtevam PURES-a. Na ravni strehi je najučinkovitejše in najenostavnejše dodajanje toplotne izolacije z zgornje strani. Pri tem se neizbežno poveča skupna višina strešne konstrukcije. Če je potrebno, se obnovi ali vgradi novo plast hidroizolacije.

Predlagamo, da se na obstoječe ravne strehe namesti dodatno toplotno izolacijo v debelini 14 cm (toplotne prevodnosti 0,038 W/mK ali manj) oz. v takšni debelini, da celotna toplotna prehodnost strehe znaša  $\leq 0,15$  W/m<sup>2</sup>K ali manj. Prav tako se pri tem pregleda dotrajanost obstoječe hidroizolacije ter se jo po potrebi prenove oz. preplasti z novo.

Ravno streho lahko toplotno izoliramo tudi s spodnje strani, vendar je ta ukrep v gradbenofizikalnem pogledu tvegan, izvedbeno zahteven in zato manj priporočljiv. Gre za podoben primer kot pri izolaciji stene z notranje strani, ko se srečamo s problemom ovirane difuzije vodne pare (nujna je brezhibna in ustrezno dimenzionirana parna zapora) in konvekcijskimi toplotnimi mostovi (tesnjenje vseh preklonov, priključkov in prebojev parne zapore).

### 9.2.4 Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju

Strop v starejšem delu stavbe (I. FAZA), ki meji proti neogrevanemu podstrešju, je že toplotno izoliran s toplotno izolacijo iz steklene volne v debelini do 10 cm, vendar je ta močno dotrajana in ne opravlja več funkcije v celoti, zato predvidevamo da je v povprečju funkcionalne le še 5 cm. Nad toplotno izolacijo ni položene paropropustne folije, ki bi nudila zaščito pred morebitnimi zamakanji ali drugimi poškodbami.

Trenutna debelina toplotne izolacije ne izpolnjuje zahtev veljavnih predpisov, zato predlagamo, da se na strop proti neogrevanemu podstrešju namesti dodatno toplotno izolacijo v debelini 20 cm in s faktorjem toplotne prevodnosti 0,038 W/mK ali manj. Pred tem pa je potrebno preveriti še obstoječe stanje stropa (dotrajanost, nosilnost ...). Prav tako predlagamo, da se nova toplotna izolacija zaščiti z paropropustno folijo ter da se vzpostavijo koridorji za hojo po podstrešju (vzdrževanje podstrešja, strehe).

### 9.2.5 Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata)

Celotno stavbno pohištvi je iz leta 2000, ko sta bila oba dela stavbe celovito prenovljena. Na starejšem delu stavbe so vgrajena okna iz tanjših aluminijastih profilov in dvoslojne zasteklitve polnjene z izolacijskim plinom. Toplotna prehodnost stekel znaša  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tanjši ALU profili so verjetno posledica zahtev ZVKDS po ohranjanju oz. varovanju elementov stavbe. Glede na zadovoljivo stanje obstoječih oken na starejšem delu stavbe in zahtev ZVKDS, ne priporočamo zamenjavo obstoječih oken, zamenjava se priporoča, ko bodo ta dotrajana in ne bodo več opravljala osnovne funkcije.

Na novejšem delu stavbe so prav tako vgrajena okna z aluminijastimi profili in dvoslojno zasteklitvijo. Ta del stavbe ni varovan s strani kulturne dediščine, zato so bila vgrajena okna s širšimi in bolj izolativnimi profili. Po našem mnenju imajo obstoječa okna toplotno prehodnost  $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ki pa je zgornja meja zahteve PURES-a za kovinska okna. Tudi na tem delu stavbe, glede na zadovoljivo stanje obstoječih oken, ne priporočamo zamenjavo oken, zamenjava se priporoča, ko bodo ta dotrajana in ne bodo več opravljala osnovne funkcije.

Predlaga pa se zamenjava obeh glavnih vhodnih vrat in vrat v atriju oz. zimskemu vrtu. Obstoječa vrata imajo vgrajeno enoslojno steklo, ki pa je energetsko neučinkovito. Predlaga vgradnja drsnih vrat z izolacijskim steklom.

### 9.2.6 Toplotna zaščita tal na terenu

Izvedba ukrepa toplotne zaščite tal na terenu se zaradi menjave zaključnih talnih oblog in estrihov postavlja pod vprašaj zaradi rentabilnosti vložka glede na potrebne investicijske stroške (odstranitev talnih oblog in estriha, prilagoditev podbojev in ostalih elementov v prostoru, vgradnja novega estriha in zaključnega talnega sloja).

Zaradi prevelikega posega v talno konstrukcijo, visoke investicije in dobrega trenutnega stanja zaključnih oblog se ukrep ne predvidi kot prioritetni ukrep, ampak ga obravnavamo kot dodatni ukrep, s katerim zadostimo zahtevam PURES-a in preverimo ekonomsko upravičenost.

### 9.2.7 Povzetek analiziranih ukrepov na zunanjem ovoju

Preglednica 9.2: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na zunanjem ovoju

|  | Debelina izolacije (cm) | Skupni U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) | Cena ( $\text{€}/\text{m}^2$ ) | Površina ( $\text{m}^2$ ) | Investicija (€) | Prihranek [ $\text{kWh}/\text{leto}$ ] | Prihranek (%) | EVD [leta] |
|--|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------|--|---------------|------------|
| Referenčna poraba toplotne energije pred prenovo:                              |                         |                                     |                                |                           |                 | 642.711                                |               |            |
| Namestitev toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju - I. FAZA | 20                      | $\leq 0,15$                         | 20                             | 953                       | 19.060          | 20.976                                 | 3,44%         | 14         |
| Namestitev toplotna izolacije na ravno streho - II. FAZA                       | 14                      | $\leq 0,15$                         | 80                             | 2.259                     | 180.720         | 17.077                                 | 2,66%         | 164        |
| Namestitev toplotne izolacije na fasado - II. FAZA                             | 10 - 14                 | $\leq 0,20$                         | 60                             | 1.243                     | 74.580          | 16.656                                 | 2,59%         | 70         |
| Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata) - II. FAZA                        |                         | $\leq 0,9 / 1,3$                    | 450                            | 715                       | 321.750         | 11.712                                 | 1,82%         | 427        |
| Tla na terenu  |                         | $\leq 0,25$                         | 120                            | 1.364                     | 163.680         | 9.679                                  | 1,51%         | 263        |
| <b>SKUPAJ:</b>   |                         |                                     |                                |                           | <b>759.790</b>  | <b>76.101</b>                          | <b>12,01%</b> | <b>155</b> |

Opombe:

Navedene so vrednosti brez DDV-ja.

\*EVD = enostavna doba vračanja.

|  | Debelina izolacije (cm) | Skupni U (W/m <sup>2</sup> K) | Cena (€/m <sup>2</sup> ) | Površina (m <sup>2</sup> ) | Investicija (€) | Prihranek [kWh/leto] | Prihranek (%) | EVD [leta] |
|--|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|---------------|------------|
| <b>Neizvedljivi ukrepi/virtualni ukrepi</b>            |                         |                               |                          |                            |                 |                      |               |            |
| Namestitev toplotne izolacije na fasado - I. FAZA      | 8                       | ≤ 0,20                        |                          | 1.792                      |                 | 16.802               | 2,13%         |            |
| Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata) - I. FAZA |                         | ≤ 0,9 / 1,3                   |                          | 667                        |                 | 43.341               | 5,50%         |            |
| <b>SKUPAJ:</b>   |                         |                               |                          |                            |                 | <b>60.143</b>        | <b>7,63%</b>  |            |

### 9.3 Prezračevalni sistem, hlajenje in klimatizacija

Kakovost zraka močno vpliva na ugodje v prostorih, kakor tudi na rabo energije za ogrevanje stavbe. Z ogrevanjem stavbe v prostore dovajamo toploto, ki pokrije toplotne izgube. Toplotne izgube stavbe so sestavljene iz transmisijskih in prezračevalnih toplotnih izgub. Prezračevanje prostorov v obravnavani stavbi je izvedemo s pomočjo naravnega prezračevanja (z odpiranjem oken) in s pomočjo prisilnega prezračevanja. Prisilno prezračevanje je v večini prostorov izvedeno s centralnim sistemom, ki lahko poleg prezračevanja nudi tudi ogrevanje rekuperacijo toplote. Poleg predavalnic, knjižnice, seminarjev in kabinetov se prisilno prezračujejo tudi sanitarije, in sicer s pomočjo odvodnih ventilatorjev. Regulacija in krmiljenje klimatov poteka preko centralnega nadzornega sistema (CNS), katerega je mogoče upravljati iz pisarne vzdrževalca stavbe. Vsi sistemi centralnega prezračevanja deluje samodejno po časovni funkciji ali na osnovi kvalitete zraka v prostoru, s pomočjo programa na kartičnih programabilnih krmilnikih v EL omarah v klima strojnica, ki omogoča planiranje delovanja, nadziranje delovanja in krmiljenja z enega mesta.

Nekateri obstoječi klimati so dotrajani in potrebni posodobitve, predvsem rekuperacijskih enot, dotrajanih potrošnih delov in nastavitev. Uporabniki zaznavajo tudi težave s kvaliteto in temperaturo zraka, v predavalnicah, kabinetih in hodnikih, kjer se lahko v določenih trenutkih dneva nahaja veliko število ljudi, ki pa rezultira v ne primerno kvaliteto zraka in temperaturnega ugodja. V sklop prenove oz. nadgradnje prezračevalnega sistema, se predlaga tudi vgradnja klimatov in razvod za prezračevanje javnih hodnikov oz. hodnikov, kjer se zadržuje večje število ljudi. Prav tako se predlaga vgradnja zračne zavese pred vsa tri vhodna vrata, da se prepreči vdor hladnega zraka v objekt.

Po mnenju uporabnikov in tudi meritve so pokazale, da je v poznem spomladanskem in poletnem obdobju v prostorih obravnavanega objekta visoka temperatura, ki negativno vpliva na toplotno udobje v prostorih. Glede na slabo stanje notranjega udobja v tem času in pritožbe uporabnikov predlagamo, da se ti prostori ustrezno klimatizirajo oz. hladijo. Vgradnja novega hladilnega sistema sicer ne prinaša energijskih prihrankov (v stavbi ni obstoječega sistema), prinašajo pa boljše in zdravo notranje bivalno ugodje, ki pa neposredno vpliva na zdravje in storilnost uporabnikov. V primeru nadgradnje mehanskega prezračevanja se predlaga, da se izvede tudi centralno hlajenje prostorov.

**Preglednica 9.3: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prezračevanju**

| Opis ukrepa  | Enota | Skupaj investicija | Možni prihranek toplotne energije | Povečanje rabe električne energije | Vračilna doba |
|--|-------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------|
|  | kpl   | EUR brez DDV-ja    | MWh/leto                          | MWh/leto                           |               |
| Posodobitev obstoječega prezračevalnega sistema in nadgradnja s centralnim hlajenjem | 1     | 795.000            |                                   | 56,91                              | /             |



## 9.4 Kuhinja

Kuhinja je bila leta 2000 celovito prenovljena. Vgrajene so bile nove naprave, inštalacije in razsvetljava. Vgrajene so sodobne in energetske učinkovite naprave, razen kuhinjske nape, ki nima vgrajenega rekuperatorja – modula za vračanje odpadne toplote. Zaradi dobrega stanja obstoječe kuhinje in naprav večjih energetskih potencialov na tem segmentu ne vidimo.

Predlagamo, da se redno pregleduje in servisira oz. zamenjuje dotrajane instalacije in naprave v kuhinji. Največji prihranek z minimalnim stroškom je možno doseči z ozaveščanjem o potrebnem oziroma nepotrebnem vključevanju razsvetljave in ostalih porabnikov, puščanju odprtih vrat pri hladilniku, čiščenju ledu na hladilniških napravah, čiščenje naprav in instalacij itd.

## 9.5 Priprava tople vode

TSV se pripravlja centralno v dveh ločenih toplotnih postajah, in sicer v zalogovniku prostornine 2000 litrov in 1300 litrov. TSV se distribuira za kuhinjo in ostale potrebe fakultete (sanitarije, čajne kuhinje, tuši itd.). Ta sistem je v večji meri učinkovit, saj je sistem primerno toplotno izoliran, prav tako je učinkovita tudi priprava TSV oz. energent, kjer so izgube minimalne. Edini potencial za prihranek vidimo v prenovi oz. zamenjavi obstoječega akumulatorja za TSV v toplotni postaji novejšega dela stavbe (II. FAZA), ki pa je dotrajan iz notranje strani. V obstoječem akumulatorju se je nabral vodni kamen, zaradi slabega delovanja naprave za preprečevanje apnenca. Obloge vodnega kamna v akumulatorju onemogočajo učinkovito in hitro pripravo TSV v primeru večjega odjema vode. Zaradi zadovoljivega stanja ostalih naprav in sistema večjih energetskih potencialov za izboljšanje priprave TSV ne vidimo.

**Preglednica 9.4: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri pripravi TSV**

| Opis ukrepa   | Enota | Skupaj investicija | Možni prihranek toplotne energije | Vračilna doba |
|---|-------|--------------------|-----------------------------------|---------------|
|   | kpl   | EUR brez DDV-ja    | MWh/leto                          |               |
| Sanacija oz. zamenjava obstoječega akumulatorja TSV z dezinfekcijsko napravo v toplotni postaji novejšega dela (II. FAZA) | 1     | 2.500              | 2,50                              | dolga         |

## 9.6 Proizvodnja toplote in ogrevalni sistemi

Kot je bilo že večkrat zapisano, je proizvodnja oz. priprava toplotne energije v toplotni postaji zadovoljiva. Vgrajeni so učinkoviti toplotni izmenjevalci, ki so primerno toplotno izolirani, prav tako so v ogrevalni sistem vgrajene frekvenčno vodene obtočne črpalke, ki so energetske učinkovite. Izoliran tudi celotni razvod v toplotni postaji. Potencial za zmanjšanje rabe energije in stroškov na ogrevalnem sistemu vidimo predvsem pri energetskem upravljanju, ki bi ga bilo potrebno nadgraditi z energetskim monitoringom in dodatnimi funkcijami na obstoječem CNS sistemu.

## 9.7 Razsvetljava in električne naprave

Pomembno je, da se v javnih stavbah uvaja energetske učinkovito razsvetljava, ki porablja manj energije, posledično so tudi obratovalni stroški manjši. Razsvetljava v stavbi, po naši oceni, predstavlja približno 21 % porabe električne energije. Glede na učinkovitost obstoječega sistema razsvetljave (vgrajene so svetilke z elektronskimi predstikalnimi napravami in s fluorescentnimi sijalkami T5 in varčnimi žarnicami), posega v inštalacije ter prostor in finančnega vložka oziroma prihrankov, menjava z LED sijalkami v že obstoječih svetilih ni ekonomsko upravičena. Prav tako ni smiselna vgradnja dodatnih senzorjev prisotnosti, saj je frekvenca prehodov velika in bi se z velikim številom vklopov/izklopov zmanjšala življenjska doba svetil in povečal strošek vzdrževanja.

Največji prihranek z minimalnim stroškom bi se dosegel z ozaveščanjem o potrebnem oziroma nepotrebnem vključevanju razsvetljave kot tudi ostalih porabnikov.

## 9.8 Hladna voda

Poraba vode resda ni energetski strošek v ožjem smislu, je pa strošek obvladljiv, mogoče ga je zmanjšati. Za varčevanje sanitarne vode se predlaga vgradnjo vodovodnih armatur (pip na senzor), vendar zaradi velike začetne investicije in manjšega prihranka to ni najbolj prioriteten ukrep. Predlagamo, da se redno spremlja porabo vode. V prvi fazi (organizacijski ukrepi) to pomeni, da naj vzdrževalec vsaj enkrat dnevno pregleda vse pipe, pisoarje in kotličke, da voda ne bi tekla po nepotrebnem. V drugi fazi (investicijski ukrepi) se predlaga namestitve kalorimetrov z digitalnim odčitavanjem in možnostjo arhiviranja podatkov. Uporabniki morajo biti osveščeni in informirani o napakah, ki se dogajajo in povzročajo preveliko porabo vode.

Za učinkovitejšo rabo sanitarne vode se predlaga:

- racionalno uporabo hladne in tople vode (prihranki do 20 %),
- redno vzdrževanje in pregledovanje naprav (puščanje ventilov, vodni kamen itd.),
- uporabo energijsko varčnih naprav,
- vgradnjo/zamenjavo obstoječih dotrajanih vodovodnih armatur z armaturami na senzor,
- vgradnjo/zamenjavo obstoječih dotrajanih izplakovalnikov z varčnimi izplakovalniki in redno kontrolo obstoječih.

## 9.9 Električna energija

Raba električne energije v stavbi je pogojena z dejavnostjo stavbe, delovnim časom in porabniki, ki se uporabljajo v njej. Velik del električne energije porabijo električne naprave, predvsem v kuhinji.

Porabo energije lahko zmanjšamo:

- z organizacijskimi ukrepi (redno izklapljanje aparatov in razsvetljave),
- z uporabo sodobnih energijsko varčnih naprav (visokih energijskih razredov, kot so npr. A, A+, A++),
- z uporabo sodobne razsvetljave s senzorji, varčnih sijalk in z izkoriščanjem dnevne svetlobe (prihranki od 20 do 40 % na svetilko, investicija srednja in kratkoročna) na lokacijah, kjer je to aktualno.

**Preglednica 9.5: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri porabi električne energije**

| Opis ukrepa   | Možni prihranek                                | Investicija                         | Vračilna doba                       |
|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Zamenjava dotrajanih naprav z napravami visokih energijskih razredov (A, A+, A++) | do 60 % energije                               | odvisno od naprave in njene uporabe | odvisno od naprave in njene uporabe |
| Omejevanje konične moči v zgradbi   | do 30 % sredstev za plačevanje obračunske moči | /                                   | /                                   |

## 9.10 Izraba obnovljivih virov energije

Na osnovi prostorskih in ekonomskih potencialov ter obstoječe rabe energije smo analizirali tudi izrabo OVE, kot so:

- možnost izrabe sončne energije (fotovoltaika, kolektorji),
- vgradnja toplotne črpalke (TČ) (zrak/zrak, zrak/voda, voda/voda in zemlja/voda),
- proizvodnja toplotne energije s pomočjo kotla na biomaso,
- sočasna proizvodnja toplotne in električne energije (SPTE).

### 9.10.1 Možnosti uporabe solarne energije

Glede na število osončenih dni in klimatske pogoje sta bili analizirani možnost o namestitvi sprejemnikov sončne energije (sončnih kolektorjev) in namestitev fotovoltaike na južnih straneh strehe. Zaradi visoke investicije, slabe finančne dobe vračanja ter nesprejemljivega posega s strani ZVKDS, ukrep vgradnje solarnih sistemov na obstoječo streho ni izvedljiv. Prav tako uporaba solarnih sistemov za pripravo TSV in fotovoltaike ne pride v poštev zaradi majhnega odjema porabnikov v poletnem času.

Glavne prednosti in koristi investiranja v sončne elektrarne so pozitivni vplivi na okolje, pozitivna informacija investitorja v javnosti in pozitivni makroekonomski vplivi. Izvedba projekta pomeni veliko priložnost za bistveno večjo izrabo trajnostnega vira energije v prihodnosti in priložnost za razvoj domače tehnologije in industrije ter nova delovna mesta. Pomembna lastnost sončne elektrarne je tudi, da se pri proizvodnji električne energije ne sproščajo emisije toplogrednih plinov.

### 9.10.2 Vgradnja toplotne črpalke (TČ)

Analizirana je bila tudi možnost vgradnje TČ, vendar se zaradi dobrega stanja obstoječega sistema za pripravo in distribucijo toplotne energije ne priporoča. Trenutna cena za pripravo TSV je ugodna, prav tako pa so tudi stroški vzdrževanja sistema razmeroma majhni v primerjavi z ostalimi sistemi. Poleg TČ se potrebuje tudi sekundarni vir ogrevanja v primeru nižjih temperatur v okolici in dejstva, da TČ ne pokrivajo vseh letnih potreb po energiji. Prav tako je glede na Odlok o prioritetni uporabi energentov za ogrevanje na območju MOL in lokacijsko informacijo možna le vgradnja TČ voda/voda s SPF večjim od 5,0, ki pa je glede na lokacijo stavbe izvedbeno in finančno zelo zahtevno. Vgradnja TČ se ne priporoča pod prioritetne ukrepe.

V sklopu REP-a je bila analizirana tudi vgradnja reverzibilne toplotne črpalke (TČ) voda/voda za hlajenje prostorov v primerjavi z hladilnim agregatom (hermetični spiralni kompresorji z nizko stopnjo vibracij). Prednost reverzibilne TČ je predvsem v tem, da se jo lahko izven obratovalne sezone za hlajenje uporabi za pripravo toplotne energije. Uporaba TČ v dvojno namembnost oz. izkoriščanje skozi celotno leto prej upraviči naložbo, je pa strošek izvedbe in priprave inštalacij za TČ večji. Okvirni strošek dobave in vgradnje hladilnega agregata moči 100 kW je ocenjen na 45.000 €. Sama TČ voda/voda pa je ocenjena na 50.000 €, pri tem pa je potrebno še dodatno upoštevati izvedbo cevovoda za koriščenje Ljublanice ali vodnjake za koriščenje podtalnice. Strošek izvedbe cevovodov ali izvedbe vodnjakov je ocenjen na 90.000 € in vključuje stroške pridobitev vseh dovoljenj in soglasji, izvedbo vrtin-vodnjakov in strojno ter elektro opremo za vodnjake. Stroškovno dražja investicija v TČ voda/voda bi se v primerjavi s hladilnim agregatom povrnila v 10 letih, nato pa v naslednjih letih prinašala dodatne stroškovne prihranke pri pripravi toplotne energije.

V sklopu REP smo pri pristojnih institucijah preverili tudi možnost izrabe energije iz Ljublanice ali podtalnice, vendar odgovora še nismo dobili. Pred oddajo končnega poročila bomo ugotovitve oz. odgovor institucij tudi vključili v poročilo.

Za natančne tehnične rešitve ukrepa je potrebna izdelava projektov za izvedbo (PZI), v okviru katerih se ukrep lahko podrobneje analizira oz. obravnava, izdelajo se natančni izračuni, načrti in projektantski popisi za stroškovno oceno. Pri projektiranju sistema je potrebno posebno pozornost nameniti tudi varstva pred hrupom, hrupom v okolju in vibracijam, skladno z veljavnimi predpisi.

**Preglednica 9.6: Ocena energetskih potencialov pri vgradnji TČ**

| Opis ukrepa  | Proizvodnja toplotne energije- OVE (kWh/leto) | Investicija | Vračilna doba |
|--|---|-------------|---------------|
| Dobava in vgradnja TČ voda/voda, moči 100 kW, izvedba vodnjakov za koriščenje podtalnice ali cevovoda za koriščenje Ljublanice | 240.000 kWh                                   | 140.000 €   | srednja       |

### 9.10.3 Ogrevanje na biomaso

Ogrevanje z biomaso je med okolju najbolj prijaznimi načini ogrevanja. Les je obnovljiv vir energije in ima že samo zaradi tega veliko okoljevarstveno prednost pred ogrevanjem s kurilnim oljem, plinom in elektriko. Les je lokalni material, potrebuje kratko transportno pot, zato tudi pri transportu tega kuriva nastane precej manj okolju neprijaznih emisij. Danes je biomasa v svojem najširšem pomenu četrti največji energijski vir v svetu. Lesna biomasa poleg hidro potenciala v Sloveniji trenutno predstavlja največji energetski potencial med OVE. Vgradnja kotla na biomaso ne pride v poštev, saj stavba že uporablja pogojno obnovljiv vir energije: daljinsko toploto (glej PURES, 16. člen). Prav tako prostorski akti za omenjeno območje zahtevajo prioriteten priklop na daljinsko toploto.

### 9.10.4 Vgradnja SPTE

Vgradnja SPTE ne pride v poštev zaradi visoke začetne investicije in posledično dolge vračilne dobe. Prav tako je stavba manjši porabnik energije, medtem ko so sistemi SPTE namenjeni za sisteme, kjer je poraba energije večja.

## 9.11 Energetsko upravljanje stavbe s pomočjo energetskega monitoringa

Energetski monitoring je osnova za energetsko upravljanje in to ne glede na to, ali je upravljanje ročno ali avtomatizirano (samodejni odziv ustrezno programiranega in krmiljenega centralnega nadzornega sistema). Energetski monitoring na lokaciji zajema podatke, ki jih preko informacijskega sistema interpretiramo v informacije. Ključnega pomena so:

- dinamične in primerjalne analize (številčne in grafične) rabe in stroškov energije,
- pregled klimatskih pogojev in odstopanj od povprečnih vrednosti,
- nadzor nad verodostojnostjo podatkov,
- analiziranje rasti rabe in stroškov energije po vrsti storitve in namenu uporabe,
- analiziranje energetskih in finančnih kazalnikov,
- pregled in nadzor nad opremo.

Vprašanje je, kaj vse mora minimalno zajemati sistem energetskega monitoringa. Leta 2012 je bila z namenom doseganja zadanih ciljev sprejeta Direktiva o energetski učinkovitosti (2012/27/EU), ki je postala osrednje orodje za energetsko politiko v Uniji. V prvem členu Direktiva opredeljuje *sistem upravljanja z energijo* kot sklop medsebojno povezanih ali medsebojno delujočih elementov načrta, ki določa cilj energetske učinkovitosti in strategijo za doseganje tega cilja, *inteligentni merilni sistem* pa kot elektronski sistem, ki lahko meri porabo energije, ob čemer doda več informacij kot običajni števec ter lahko pošilja in prejema podatke z uporabo elektronske komunikacije. V 9. členu daje poudarek vgradnji pametnih števcov, ki ne samo merijo porabo energije, temveč natančno prikazujejo tudi čas porabe energije. Nadalje opredeli v 10. členu, da dodatne informacije o porabi vključujejo kumulativne podatke za obdobje najmanj treh predhodnih let ali, če je krajše, obdobje od začetka veljavnosti pogodbe o dobavi. Podatki ustrezajo obdobjem, za katera so na voljo informacije o vmesnih obračunih. Direktiva poudarja hkrati podrobne podatke o času porabe za vsak dan, teden, mesec in leto. Taki podatki so dani na voljo končnemu odjemalcu preko spleta ali vmesnika števca za obdobje najmanj zadnjih 24 mesecev ali, če je krajše, obdobje od začetka veljavnosti pogodbe o dobavi. Nadalje v prilogi podaja tudi minimalne zahteve za obračunavanje in informacije o obračunu na podlagi dejanske porabe, kjer navaja, da so minimalne informacije, ki morajo biti navedene na računu primerjave med sedanjo porabo energije končnega odjemalca in porabo energije v istem obdobju prejšnjega leta, po možnosti v grafični obliki.

Prav tako je smiselno oz. nujno meriti tudi parametre temperaturnega ugodja, predvsem temperaturo in vlogo zraka. Na osnovi podatkov o rabi energije je treba izvajati ukrepe za zmanjšanje porabe energije. Poleg investicijskih ukrepov (npr. obnova ovoja stavb in sistemov) je pomembno tudi, da izkoristimo znaten potencial, ki ga imamo na področju spreminjanja vedenja uporabnikov in vzrokov za večjo rabo energije. Eden od uveljavljenih pristopov za sistematično ravnanje na tem področju je uvajanje mednarodnega Standarda SIST (ISO, EN) 50001 – sistemi upravljanja z energijo.

Končni cilj Standarda je pomagati organizacijam vzpostaviti sisteme in postopke, ki so potrebni za izboljšanje energetske učinkovitosti. Sistematično upravljanje energije naj bi privedlo do zmanjšanja stroškov za energijo in do zmanjšanja emisij toplogrednih plinov. Standard podrobno določa zahteve za sisteme upravljanja z energijo, ki organizacijam omogočajo razviti in izvajati politike in cilje, ki upoštevajo zakonske zahteve in informacije o pomembnih energetskih vidikih. Uporaben je za organizacije vseh vrst in velikosti, ne glede na geografske, kulturne ali družbene razmere. Standard se nanaša samo na dejavnosti, ki so pod nadzorom organizacije, in organizacijam omogoča:

- zasnovati energetske politike;
- prepoznati značilna področja porabe energije in področja za povečanje energetske učinkovitosti;
- prepoznati in spremljati zakonodajne obveznosti in druge zahteve;
- postaviti energetske cilje in prioritetne akcije;
- zagotoviti vire, funkcije, odgovornost in pristojnosti na področju upravljanja z energijo;
- vzpostaviti nadzor, pregled in oceno energetskih aktivnosti, da bi se zagotovilo delovanje sistema upravljanja z energijo, kot je nameravano, in da bi se dosegli energetski cilji;
- prilagoditi se spremenjenim razmeram.

Standard za sisteme upravljanja z energijo se lahko uporablja neodvisno ali v integraciji z ostalimi sistemi vodenja. Da bi olajšali njegovo uporabo, je struktura standarda podobna strukturi Standarda ISO 14001 za sistem ravnanja z okoljem.

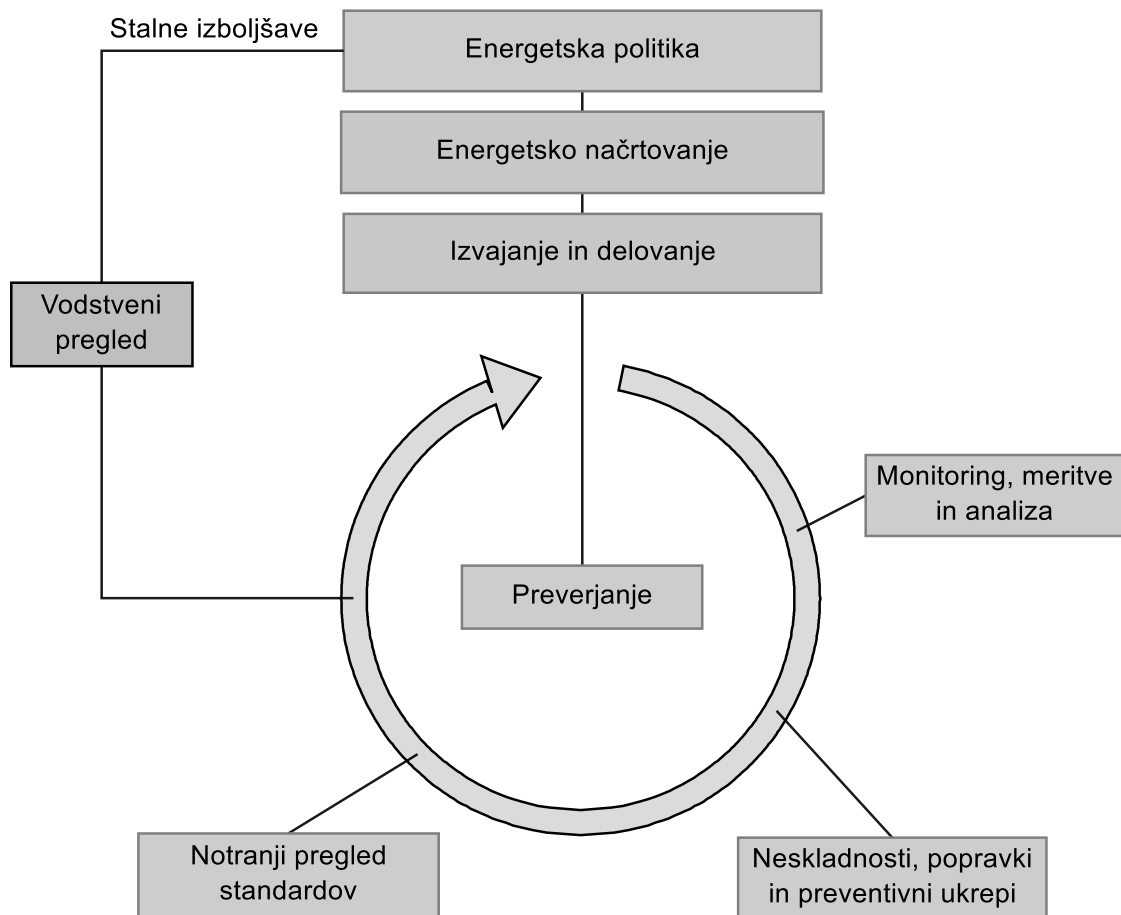
Predlagamo postopno uvajanje sistema energetskega upravljanja stavbe skladno s Standardom SIST EN ISO 50001 ter energetskega monitoringa z vzpostavitvijo vsaj ene info energetske točke s spletno aplikacijo. Z uvedbo tega sistema ocenjujemo, da je možno prihraniti do 15 % celotne energije.

Standard SIST EN ISO 50001 definira, da je *sistem energetskega upravljanja* nabor medsebojno povezanih oz. medsebojno delujočih elementov za vzpostavitev ciljev energetske politike, procesov in postopkov za doseganje teh ciljev. Navedena definicija je vključena tudi v Direktivo 2012/27/EU Evropskega parlamenta. Gre torej za skupek zelo različnih elementov in aktivnosti, ki pripomorejo k zastavljenim ciljem na področju rabe energije. Navedena opredelitev v standardu je splošna in kot govori standard, ga je možno uporabiti za vse tipe in velikosti organizacij, ne glede na geografske, kulturne ali pa družbene pogoje. Standard v nadaljevanju opredeljuje ključne zahteve, ki jih mora izpolnjevati sistem energetskega upravljanja, in sicer:

1. Splošne zahteve: vsaka organizacija mora zase vzpostaviti sistem energetskega upravljanja (vzpostavitev, dokumentiranje, vzdrževanje in izboljšave sistema), določiti in dokumentirati mora meje sistema ter določiti, kako bo izpolnjevala zahteve in strmel na stalnemu izboljšanju energetske učinkovitosti.
2. Odgovornost vodstva (najvišje vodstvo, upravljavci).
3. Energetska politika (zaveza podjetja za izboljšave na področju energetske učinkovitosti).
4. Energetsko načrtovanje (zakonodajni okvir, energetski pregledi, določitev izhodišč, določitev indikatorjev, priprava akcijskega načrta).
5. Implementacija (izvedba aktivnosti, komuniciranje (notranje komuniciranje, možnost, da lahko vsak zaposleni poda predloge, po potrebi komuniciranje z zunanjimi javnostmi); dokumentiranje, kontrola dokumentov, operativna kontrola, izboljšave in projektiranje novih ukrepov), javno naročanje.
6. Preverjanje (monitoring, ukrepi, analize; ocenjevanje zahtev, notranja revizija, korekcije, pregled evidenc).
7. Vodstveni pregled (vhodni podatki za vodstveni pregled, usmeritve vodstva).

Kot je razvidno iz sheme, povzete iz Standarda o energetskega upravljanju, je poudarek na krožni zanki, kjer se nenehno strmi k izboljšavam, ciklično pa se izvaja preverjanje in popravke na osnovi analiz in monitoringa.





Slika 9.1: Shema upravljanja po SIST EN ISO 50001

## 10 ORGANIZACIJSKI UKREPI

Poleg investicijskih ukrepov, kot so nameščanje dodatne toplotne izolacije na ovoj stavbe in prenova stavbnih sistemov, je možno doseči znatne prihranke tudi z organizacijskimi ukrepi in aktivnim ravnanjem z energijo. S spremembo načina razmišljanja vseh uporabnikov stavbe (zaposleni, vodstvo in vzdrževalne službe) in posledično z njihovim delovanjem v smislu učinkovite rabe energije se bo pozitiven učinek poznal tudi na njihovih domovih in ostalih stavbah, ki jih obiskujejo. Na takšen način bomo poleg zmanjšanja stroškov zmanjšali tudi emisije toplogrednih plinov in s tem pripomogli k čistejšemu ozračju.

Znatno zmanjšanje porabe energije lahko dosežemo že z organizacijskimi, vzdrževalnimi in manjšimi tehničnimi ukrepi. Organizacijski ukrepi, čeprav ne prihranijo toliko energije, niso zanemarljivi, ker lahko ob pravilnem izvajanju zagotovijo prihranek tudi do 15 %, v določenih primerih celo več. Prednost organizacijskih ukrepov so predvsem nizki stroški za implementacijo.

V nadaljevanju je za ilustracijo naštetih in podanih nekaj primerov organizacijskih ukrepov, ki jih lahko javni zavod vključi v vsakdanje delo zaposlenih, ne da bi se s tem zmanjšala delovna storilnost. Z boljšimi delovnimi pogoji (temperaturno udobje, svetlobno udobje, svež zrak in akustično udobje) oz. boljšo mikroklimo v prostorih je možno izboljšati delovno storilnost ter hkrati zmanjšati porabo energije in stroške za delovanje stavbe.

Podanih je več možnih organizacijskih ukrepov, zato se lahko zgodi, da ne bo možno oz. smiselno implementirati vseh ukrepov na stavbi ali njenem delu. Nekateri navedeni ukrepi se že izvajajo oz. jih ni smiselno implementirati zaradi specifičnosti ogrevalnega ali elektroenergetskega sistema (npr. nastavitve termostatskih ventilov, če se uporabljajo drugi sistemi ogrevanja) ali stanja stavbe, ki trenutno ni v uporabi. Zato je treba organizacijske ukrepe implementirati preudarno in učinkovito. Po prenovi stavbe se močno priporoča izvedba organizacijskih ukrepov. Predstavljene organizacijske ukrep je možno implementirati tudi v ostalih stavbah ali v lastnih domovih.

Vsaka stavba potrebuje jasno določeno osebo ali organizacijo, ki bo skrbela za URE v stavbi ter implementacijo organizacijskih in ozaveščevalnih ukrepov. Ključnega pomena pri izvajanju energetskega menedžmenta je sodelovanje odgovornih oseb v organizaciji z energetskega menedžerjem, ki ga določi vodstvo javnega zavoda. Z organizacijskimi ukrepi je možno z razmeroma nizkimi stroški prihraniti precej energije. Izvedba organizacijskih ukrepov predstavlja prvi korak k URE v stavbah in je temeljni kamen za vse nadaljnje investicijske ukrepe. Za izvedbo organizacijskih ukrepov bi lahko bila zadolžena primerna oseba, ki bi istočasno vodila izvedbo, spremljala izvedbe, porabo energije in vodenje energetskega knjigovodstva.

Primeri organizacijskih ukrepov glede na različne vloge uporabnikov so podani v naslednji tabeli.

| Vrsta ukrepa                                     | Opis ukrepa  |
|--|--|
| Spremljanje temperature (uporabnik, vzdrževalec) | Potrebno je redno spremljati temperaturo v prostorih in jo vzdrževati glede na priporočeno, ki znaša 21 °C ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) – odvisno od namembnosti prostora. Za enostavno izvajanje ukrepa je v nekaterih prostorih potrebna vgradnja termometrov.  |
| Prezračevanje (uporabnik, vzdrževalec)           | Potrebno je pravilno in redno prezračevanje prostorov (med prezračevanjem je potrebno za nekaj minut (1–5 min) odpreti okna na stežaj in če je mogoče, narediti prepih v prostoru. Tako se zrak izmenja hitreje, pri tem pa so toplotne izgube manjše, kot če je okno odprto dlje časa. Med prezračevanjem je potrebno radiatorske ventile zapreti (izklop ogrevanja/hlajenja prostora v času zračenja). |
| Uporaba porabnikov (uporabnik, vzdrževalec)      | Uporaba električnih porabnikov glede na obratovanje stavbe (izklapljanje električnih naprav ob vikendih, praznikih in kolektivnih dopustih).<br>Redno izklapljanje električne opreme po njeni uporabi.   |

|   |  |
|---|--|
| Organizacija aktivnosti (energetski menedžer) | Organizacija aktivnosti v stavbi, poenotenje vsebin in dejavnosti v prostorih oz. delih stavbe zaradi poenotenja mikroklimatskih pogojev za delo.  |
| Ogrevanje (uporabnik, vzdrževalec)            | Izklapljanje/znižanje ogrevanja prostorov, kadar le-ti niso zasedeni (zapiranje ventilov). Predvsem je pomembno, da regulacija po časovni uri zniža temperaturo v prostorih, kadar le-ti niso zasedeni.  |
| Razsvetljava (uporabnik, vzdrževalec)         | Potrebno je redno čiščenje svetilk in sijalk, saj prašna sijalka zmanjša učinek osvetljenosti za 20 %.   |
|   | Ugašanje luči, kadar jih ne potrebujemo in kadar ni vgrajene posebne regulacije ali senzorike za samodejno ugašanje.   |
|   | Svetilke naj se uporabljajo le takrat, kadar ni zadosti dnevne svetlobe za normalno izvajanje aktivnosti v prostorih.  |
| Radiatorji, konvektorji (vzdrževalec)         | Odstranitev vseh preprek pred radiatorji (npr. omare, stoli, police, oblačila) in izpihom iz konvektorjev.<br>Zastiranje radiatorjev in ostalih grelnih teles zmanjšuje izkoristek ogreval ter posledično povečuje porabo toplotne energije za ogrevanje prostorov.  |
| Zeleno javno naročanje (vodstvo, vzdrževalec) | Uvajanje zelenega javnega naročanja pripomore tudi k zmanjšanju rabe energije. Pri nakupu novih naprav je potrebno upoštevati okoljska merila z namenom, da izberemo okolju bolj prijazne proizvode in storitve, ki v njihovem celotnem življenjskem krogu porabljajo manj energije in so posledično tudi ekonomsko bolj ugodni. |

## 10.1 Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje

Izboljšanje energetske učinkovitosti, osveščanje in usposabljanje uporabnikov so tesno povezani. Kvalitetna in energetska učinkovita oprema namreč še ni zagotovilo, da se bo raba energije v stavbi zmanjšala, ampak je poraba odvisna od uporabe opreme.

Osveščanje uporabnikov ima velik pomen pri energetske učinkovitosti v stavbah. Vodstvo, energetski menedžer in vzdrževalec so glavni akterji pri implementaciji organizacijskih in investicijskih ukrepov URE. Zato morajo biti dobro usposobljeni, da bodo lahko kvalitetno izpeljali vse naloge.

| Vrsta ukrepa  | Opis ukrepa   |
|---|---|
| Priprava operativnega programa osveščevalnih in izobraževalnih aktivnosti | Za kvalitetno izvedbo organizacijskih ukrepov je potrebno pripraviti operativni program osveščevalnih in izobraževalnih aktivnosti, kot so npr. <ul style="list-style-type: none"> <li>a. seminarji, delavnice, konference za energetskega menedžerja, zaposlene in vodstvo,</li> <li>b. osnovni in napredni osveščevalni in izobraževalni dogodki: od osnovnih predstavitev URE in OVE za uporabnike stavbe do tehničnih predstavitev (nove tehnologije, financiranje investicij v URE, pridobivanje nepovratnih sredstev za implementacijo OVE in URE ...),</li> <li>c. izobraževanje, osveščanje in motiviranje zaposlenih k URE.</li> </ul> |
| Osveščanje in izobraževanje zaposlenih v stavbi                           | Zaposlene je potrebno motivirati za URE, saj je le od njih odvisno, ali bodo enostavni organizacijski ukrepi, kot so ugašanje luči, pravilno prezračevanje, izklapljanje porabnikov električne energije, uspešni. Možnosti za motiviranje je več; kot najučinkovitejše se je izkazalo motiviranje s pomočjo nagrad v različnih oblikah, ki se financirajo iz prihrankov, ki jih ukrepi prinesejo.   |
| Osveščanje lastnika stavbe  | Lastnik oz. upravitelj stavbe mora biti seznanjen z organizacijskimi ukrepi, ki jih je mogoče izvesti v dotični stavbi in ki pripomorejo k zmanjšanju rabe energije.  |

## 10.2 Monitoring – energetsko upravljanje

Ministrstvo za infrastrukturo je v letu 2015 objavilo javno obravnavo Uredbe o upravljanju z energijo v javnem sektorju, ki podaja smernice in zahteve za sistem upravljanja z energijo v javnem sektorju. Predvidevajo se obvezno imenovanje energetskega upravljalca, obvezne meritve energije in energetsko knjigovodstvo.

Za energetsko upravljanje je možnih več organizacijskih pristopov, kot so:

- upravljanje z notranjimi resursi,
- upravljanje z zunanjimi izvajalci,
- upravljanje z notranjimi izvajalci s pomočjo zunanjih svetovalcev.

Vzpostavitev energetskega monitoringa skupaj z energetskim menedžmentom in kvalitetnim izvajanjem je pomemben organizacijski ukrep, saj predstavlja osnovo za izvajanje in nadziranje organizacijskih in investicijskih ukrepov. Z ustreznim energetskim menedžmentom v stavbi lahko z minimalnimi stroški prihranimo velike količine energije in posledično zmanjšamo stroške.

Ukrep predvideva vzpostavitev povezave z bazo elektronskih računov (digitalno energetsko knjigovodstvo) in digitalnega obratovalnega monitoringa z vsemi napravami (senzorji, merilne naprave, naprave za obdelavo podatkov, naprave za prikaz podatkov), vključno s programsko opremo za nemoteno delovanje in prikaz vseh vrednosti.

Izvedba monitoringa v stavbi omogoča sprotno merjenje porabe toplotne in električne energije, vode ter zunanje temperature zraka, temperature notranjih prostorov in merjenje emisij CO<sub>2</sub> ter ostalih parametrov notranjega okolja. Podatki se merijo kontinuirano, se osvežujejo na monitorju, prav tako merjene podatke prikazujejo info točke, ki so locirane na najbolj prehodnem območju stavb (npr. vstopna avla v stavbo, prehodni hodniki). Podatki se lahko shranjujejo neposredno v podatkovni oblak ali se začasno shranjujejo na energetsko upravljalnem računalniku energetskega upravitelja stavbe, enkrat dnevno pa se lahko paket dnevnih podatkov prenese preko spleta na zmogljivejši in namenski energetski strežnik. Ko je sistem vzpostavljen in delujoč, se do podatkov dostopa preko spletnega brskalnika oz. spletne strani, na kateri so vidni vsi trenutni podatki in rezultati analiz, ki jih strežnik izvaja v ozadju. Uporabniku so tako na različnih elektronskih napravah dostopne informacije v grafičnih oblikah oz. v neki urejeni in pregledni strukturi. Na podlagi vidnih odstopanj pri prikazu porabe energije v stavbi lahko uporabnik oz. upravitelj stavbe takoj ukrepa in s tem postopoma zmanjšuje porabo energije. Energetski monitoring je možno nadgraditi v centralni nadzorni sistem. Izvedba oz. implementacija energetskega monitoringa je ocenjena na 6.000 EUR. Z energetskim monitoringom in dobrim energetskim upravljanjem stavbe je možno prihraniti tudi do 20 % rabe energije.

Naloge energetskega menedžerja so:

- vodenje vseh procesov energetskega menedžmenta,
- koordiniranje vseh akterjev, povezanih v energetski menedžment,
- strokovna pomoč vsem povezanim akterjem pri izvedbi nalog,
- spremljanje, analiziranje in nadzor energetskih parametrov,
- izvajanje in posodabljanje akcijskega načrta ukrepov URE in OVE,
- izdelava predlogov za izboljšanje energetske učinkovitosti v stavbi,
- spremljanje in aktivno sodelovanje pri izvedbi investicijskih ukrepov URE in OVE,
- strokovna pomoč pri pripravi javnih razpisov za nakup energentov/energije,
- strokovna pomoč pri pripravi javnih razpisov za izvedbo investicijskih ukrepov URE in OVE,
- izdelava poročil (mesečna, polletna in letna poročila),
- poročanje odgovornim osebam v stavbi,
- spremljanje vedenjskih vzorcev zaposlenih in uporabnikov stavbe,
- motiviranje, osveščanje in izobraževanje zaposlenih o URE in OVE.

Naloge finančne službe so:

- spremljanje računov za energijo, energente in komunalne storitve,
- spremljanje računov za vzdrževanje in investicije.

Naloge službe za upravljanje stavbe so:

- vodenje vseh stroškov in porabe energentov (ločeno po stavbah),
- posredovanje vseh podatkov o izvedenih in načrtovanih investicijah,
- sodelovanje z energetskim menedžerjem pri izvedbi oz. pripravi javnih razpisov za nakup energentov in energije,
- sodelovanje z energetskim menedžerjem pri izvedbi oz. pripravi javnih razpisov za izvedbo ukrepov URE in OVE.

| Vrsta ukrepa   | Opis ukrepa   |
|--|---|
| Smernice za izvajanje operativnih pregledov stavbe           | Pod ta ukrep spadajo periodični pregledi delovanja naprav, optimizacija nastavitvev ogrevalnih sistemov in sistemov za pripravo tople vode in električnih naprav. V tem oziru gre za redno vzdrževanje stavbe in naprav (tesnjenje oken in vrat, poškodbe konstrukcij in zaključnih slojev na fasadah in strehah po izvedbi prebojev zaradi naknadnih montaž različne opreme (npr. split sistemi, antene), zamenjava svetilnih teles, manjša popravila naprav, redno čiščenje ravnih streh, elementov za zbiranje in odvod meteornih vod, strelovodnih naprav ...) ter za druge vzdrževalne in obratovalne procese, ki so za stavbo specifični. |
| Spremljanje dnevne porabe energenta za ogrevanje             | Dnevno spremljanje porabljenih količin energenta v primerjavi z zunanjo temperaturo je najučinkovitejši indikator napak na ogrevalnem sistemu. Vsako odstopanje od prejšnje porabe energenta je potrebno preveriti, saj pogosto pomeni napako na sistemu.   |
| Optimizacija ogrevalnega sistema                             | Ogrevalni sistem mora biti pravilno nastavljen glede na zunanje temperature, saj le tako zagotovimo optimalno delovanje in visoke izkoristke, ki jih sistem omogoča.  |
| Optimiziranje temperature v prostorih (znižanje temperature) | Temperatura v prostorih mora biti primerna dejavnosti, ki ji je prostor namenjen. Temperatura zraka v prostorih naj se giblje v razponu 21 °C ( $\pm 2$ °C). Zavedati se je potrebno, da eno stopinjo nižja temperatura v prostoru pomeni 6 % prihranka energije.   |
| Zmanjšanje temperature ponoči                                | V nočnem času, kadar stavba oz. prostori niso v uporabi, se predlaga znižanje temperature prostorov za 5–7 °C.  |
| Izpust zraka iz ogreval (odzračevanje)                       | Z izpustom (odzračanjem) ogreval se izboljša izkoristek posameznega ogrevala tudi do 15 %. Potrebno je redno preverjanje, ali so vsa ogrevala odzračena.  |
| Odstranitev ovir pred ogrevali                               | Pred ogrevalom ne sme biti nameščenih ovir, kot so zavese, mize, omare, saj preprečujejo oddajanje toplote ogrevala v prostor.  |
| Periodično preverjanje izvajanja organizacijskih ukrepov     | Učinkovita poraba vode: velikokrat je možno opaziti, da voda na umivalnikih teče kljub temu, da se ne uporablja. Vzdrževalec mora periodično preverjati stanje in ukrepati.   |
|  | Pravilno osvetljevanje: v dnevnem času je potrebno v čim večji meri uporabljati naravno osvetljevanje, kar pomeni, da v prostorih v primeru zadostne zunanje osvetlitve ugasnemo svetilke in razgrnemo zavese oz. odpremo senčila. Vzdrževalec mora periodično preverjati stanje in ukrepati.   |
|  | Ugašanje razsvetljave: v primeru, da se v prostorih dejavnosti začasno ne izvajajo, je potrebno ugašati svetilke. Vzdrževalec periodično preverja stanje in ukrepa.   |

## 11 OCENA IZVEDLJIVOSTI INVESTICIJSKIH UKREPOV

### 11.1 Potrebna investicijska sredstva s prioriteto listo, izračun možnih prihrankov energije in vračilo investiranih sredstev

V REP-u so nakazane možnosti URE oz. zmanjšanja stroškov ogrevanja, porabe električne energije in vode. Analizirana je ekonomska upravičenost nekaterih posegov in ocenjena doba vračanja vloženih sredstev. Predlagani ukrepi so ločeni na organizacijske in investicijske ukrepe. Vsi ukrepi vplivajo na URE in znižanje stroškov. Predlagani ukrepi se razlikujejo po dobi vračanja vloženih finančnih sredstev in po nujnosti izvajanja posameznega ukrepa. Z izvedbo teh ukrepov lahko dodatno zmanjšamo porabo energije in bistveno izboljšamo kakovost bivanja. S tem se bo povečal tudi nadzor nad porabo energije in stroški. Vsi predlagani ukrepi izpolnjujejo zahteve Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (UL RS 52/2010), ukrepi vezani na področje prezračevanja in klimatizacije, pa naj v največji možni meri sledijo Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1 in 61/17 – GZ).

Poročilo oz. naloga vsebuje več scenarijev, ki izhajajo iz finančnih, organizacijskih in strateških zmožnosti, usmeritev MZI in usmeritev investitorja.

V REP-u so obravnavani trije scenariji:

- Ničti scenarij predstavlja ukrepe z minimalnimi stroški investicije, to so predvsem organizacijski ukrepi.
- Prvi scenarij predstavlja celovito skoraj-niž energetsko prenovno ne glede na ekonomsko upravičenost posameznih ukrepov.
- Drugi scenarij predstavlja celoten tehnično izvedljiv in ekonomsko upravičen potencial ukrepov v/na stavbi. To je izbrana varianta oz. paket izbranih ukrepov, ki so bili po analizi prepoznani z vidika celovite energetske prenove stavbe kot najbolj upravičeni, isto časno pa zadostijo tudi zahtevam PURES-a.

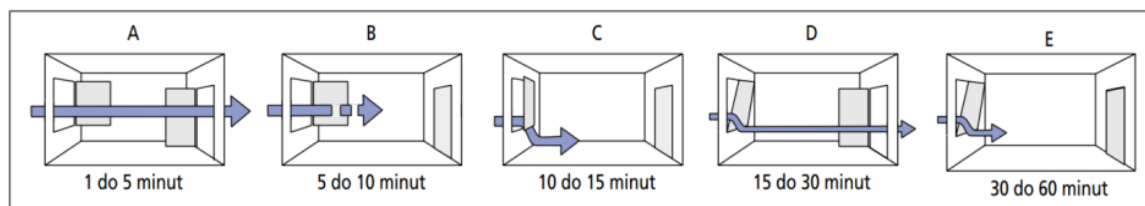
#### 11.1.1 Scenarij 0: Izvedba organizacijskih ukrepov

Podrobnejši opis organizacijskih ukrepov je bil predstavljen v poglavju 10. Najpomembnejši organizacijski ukrepi, ki jih predlagamo, so:

- Spremljanje temperature v prostoru v času ogrevanja. Potrebno je redno spremljati temperaturo v prostorih in jo vzdrževati glede na priporočeno, ki znaša 21 °C ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (odvisno od namembnosti prostora) in pravilnike, ki veljajo za obravnavano stavbo. Za enostavno izvajanje ukrepa je potrebna v nekaterih prostorih vgradnja termometrov.
- Uvajanje energetskega upravljanja stavbe oz. institucije. Uvajanje sistema upravljanja z energijo opredeljuje Standard ISO 50001:2011 – Sistem upravljanja z energijo. S sistemom upravljanja z energijo uporabniki nadzorujejo in učinkovito upravljajo z energijo s ciljem zmanjševanja rabe. Po strukturi je Standard EN 50001 podoben okoljskemu Standardu ISO 14001. Sistem upravljanja z energijo temelji na prepoznavanju in rednem pregledovanju pomembnih energetskih kazalnikov.
- Uvajanje pravilnega in nadzorovanega naravnega prezračevanja, ko večkrat za kratek čas (5 minut) intenzivno prezračimo prostor. Najbolj razširjena metoda je zračenje z odpiranjem oken. Pri tem ločimo dolgotrajno in kratkotrajno zračenje. Kot dolgotrajno zračenje ali zračenje s priprtimi okni lahko označimo odpiranje oken z zvrčanjem v polvertikalni položaj (zgoraj priprta okna), ki ostanejo priprta večino dneva ali noči. S tem načinom omogočimo 1- do 4-kratno izmenjavo zraka v prostoru. Tak način predstavlja v hladnih dneh veliko izgubo toplotne energije, potrebne za ogrevanje. Zaradi hladnejšega in manj vlažnega zraka se v prostoru hitreje znižuje relativna vlaga zraka in pospešuje gibanje prahu. Ohlajajo se tudi površine v neposredni okolici okna. Veliko primernejše je kratkotrajno in intenzivno zračenje prostorov z odpiranjem oken. V enakomernih časovnih intervalih (npr. vsake tri ure) odpremo za kratek čas (5–10 minut) okna na



stežaj. V tem času znaša izmenjava zraka med 9- in 15-krat, kar pomeni, da se celotna količina zraka zamenja v 4–8 minutah. Na sliki v nadaljevanju je prikazana učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja.



**Slika 11.1: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja**

- A. Zračenje z odpiranjem oken in vrat na stežaj  
 B. Zračenje z odpiranjem oken na stežaj  
 C. Zračenje s priprtimi okni  
 D. Zračenje z zgoraj priprtim oknom in vrati  
 E. Zračenje z zgoraj priprtim oknom

Vir: spletni vir. Dostopno na: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznicaAURE/IL1-11.PDF>, dostopno: 20. 12. 2012).

- Sprotno spremljanje in merjenje porabe vseh energentov. Za ta dela je potrebno določiti tehnično usposobljenega delavca (energetski upravitelj), ki bi z vso odgovornostjo izvajal monitoring in nadzor nad porabljenimi energijami, s tem pa posredno izvajal energetsko upravljanje stavbe. Ob koncu leta energetski upravitelj pripravi za vodstvo zavoda letno poročilo o porabi in stroških energije za preteklo leto po posameznih mesecih ter izdela okvirni načrt rabe energije. Poda tudi morebitne organizacijske in tehnično-investicijske ukrepe za prihodnje leto, s katerimi bi zmanjšali porabo energije.
- Ugašanje naprav, ko le-te niso v uporabi. V tem oziru se predlagata uporaba električnih porabnikov glede na obratovanje stavbe (izklapljanje električnih naprav ob vikendih, praznikih in kolektivnih dopustih) in redno izklapljanje električne opreme po njeni uporabi.

**Preglednica 11.1: Predlagani ukrepi po scenariju 0**

| Št.                              | Opis ukrepa  | Možni letni prihranki |           |                         |         | Stroški izvedbe | Vračilni rok | Prioriteta     |
|----------------------------------|--|-----------------------|-----------|-------------------------|---------|-----------------|--------------|----------------|
|                                  |  | Toplota               | Elektrika | Emisije CO <sub>2</sub> | Stroški | Skupaj          |              |                |
|                                  |  | MWh                   | MWh       | kg CO <sup>2</sup>      | EUR     | EUR             | let          |                |
| ORGANIZACIJSKI UKREPI            |  |                       |           |                         |         |                 |              |                |
| 1.                               | Organizacijski ukrepi<br>Ozaveščanje in izobraževanje<br>Vzdrževanje | 19,28                 | 8,11      | 10.144                  | 2.057   | 3.500 €         | 2            | I.<br>I.<br>I. |
| SPECIFIČNI ORGANIZACIJSKI UKREPI |  |                       |           |                         |         |                 |              |                |
| 2.                               | Nadgradnja CNS + Monitoring + energetsko upravljanje                 | 12,85                 | 4,05      | 6.100                   | 1.236   | 10.000          | 8            | II.            |
| SKUPAJ VSI ORG. UKREPI           |  | 32,14                 | 12,16     | 16.244                  | 3.293   | 13.500          | 4            |                |

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

### 11.1.2 Scenarij 1: Izvedba investicijskih ukrepov celovite skoraj nič-energijske prenove

Celovite prenove so ločene na prenove, po katerih bodo stavbe izpolnjevale zahteve skoraj nič-energijske stavbe (sNES prenova) in ostale prenove (delna celovita prenova). Izraz skoraj nič-energijska stavba v energetskem zakonu (EZ-1) pomeni stavbo z zelo visoko energetsko učinkovitostjo oz. zelo majhno količino potrebne energije za delovanje, pri čemer je potrebna energija v veliki meri proizvedena iz obnovljivih virov na kraju samem ali v bližini.

Za nove stavbe, ki so v lasti Republike Slovenije ali samoupravnih lokalnih skupnosti in jih uporabljajo osebe javnega sektorja, se 330. člen Energetskega zakona začne uporabljati 31. decembra 2018. Posledično je pri načrtovanju celovitih prenov s predvideno realizacijo po 31. decembru 2018 treba posebej upoštevati zahteve, povezane s prenovo obstoječih stavb v dokumentu AN sNES.

Definicija skoraj nič-energijske stavbe obsega določitev minimalnih zahtev glede največjih dovoljenih potreb za ogrevanje, hlajenje oziroma klimatizacijo, pripravo tople vode in razsvetljavo v stavbi v skladu z gradbenotehnično zakonodajo (PURES), določitev največje dovoljene rabe primarne energije v stavbi in najmanjšega dovoljenega deleža obnovljivih virov energije v skupni dovedeni energiji za delovanje stavbe.

**Preglednica 11.2: Predlagani ukrepi po scenariju 1**

| Št.                           | Opis ukrepa  | Možni letni prihranki |           |                         |         | Investicija  | Vračilni rok | Prioriteta |
|-------------------------------|--|-----------------------|-----------|-------------------------|---------|--------------|--------------|------------|
|                               |  | Toplota               | Elektrika | Emisije CO <sub>2</sub> | Stroški | Skupaj       |              |            |
|                               |  | MWh                   | MWh       | kg CO <sup>2</sup>      | EUR     | EUR brez DDV | let          |            |
| TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 0.                            | Organizacijski ukrepi  |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Nadgradnja CNS + Monitoring + energetsko upravljanje                               | 22,56                 | 9,25      | 11.752                  | 2.383   | 16.000,00    | 7            | I.         |
| 1.                            | Ukrepi na ovoju objekta  |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Namestitev toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju - I. FAZA     | 20,98                 |           | 6.712                   | 1.351   | 19.060,00    | 14           | I.         |
|                               | Namestitev toplotna izolacije na ravno streho - II. FAZA                           | 17,08                 |           | 5.465                   | 1.100   | 180.720,00   | 164          | II.        |
|                               | Namestitev toplotne izolacije na fasado - II. FAZA                                 | 16,66                 |           | 5.330                   | 1.073   | 74.580,00    | 70           | II.        |
|                               | Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata) - II. FAZA                            | 11,71                 |           | 3.748                   | 754     | 321.750,00   | 427          | III.       |
|                               | Tla na terenu  | 9,68                  |           | 3.097                   | 623     | 163.680,00   | 263          | III.       |
|                               | Skupaj   | 76,10                 |           | 24.352                  | 4.902   | 759.790,00   | 155          |            |
| 2.                            | Ukrepi na strojnih sistemih  |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Posodobitev obstoječega prezračevalnega sistema in nadgradnja s hladilnim sistemom |                       | -56,91    | -27.886                 | -5.722  | 726.000,00   | -127         | I.         |
|                               | Sanacija akumulatorja za TSV - II. FAZA  | 2,50                  |           | 800                     | 161     | 2.500,00     | 16           | I.         |
|                               | Skupaj   | 2,50                  | -56,91    | -27.086                 | -5.561  | 728.500,00   |              |            |
|                               |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI     |  | 101,17                | -47,66    | 9.019                   | 1.724   | 1.504.290,00 | 872          |            |

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

### 11.1.3 Scenarij 2 – izbrani scenarij: Izvedba investicijskih ukrepov celovite energetske prenove

Z izrazom celovita energetska prenova označujemo usklajeno izvedbo ukrepov URE na ovoju stavbe in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava TSV) tako da se, kolikor je to mogoče, izkoristi ves ekonomski potencial za energetsko prenovo (vračilna doba do 20 let).

Natančen izračun medsebojnih vplivov sistemov in odziva stavbe v realnih razmerah je zelo kompleksen in presega zahteve REP-a. Ob upoštevanju realnih podnebnih podatkov in uporabniških navad bi bilo potrebno izvesti urne simulacije toplotnega odziva stavbne konstrukcije v povezavi s stavbnimi sistemi.

Večjih medsebojnih učinkov med ukrepi na zunanem ovoju ni (transmisijske izgube), saj z namestitvijo toplotne izolacije zmanjšamo toplotne izgube samo skozi obravnavni sklop konstrukcije, kar ne vpliva na ostale dele konstrukcije oz. elemente zunanjega ovoja stavbe. Prav tako ni večjega medsebojnega učinka med ukrepi, ki zmanjšujejo transmisijske izgube (namestitev dodatne izolacije) in ukrepi, ki zmanjšujejo prezračene izgube (vgradnja mehanskega prezračevanja z rekuperacijo). Zaradi doseganje predpisanih zahtev je potrebno imeti v mislih, da se pri ukrepu vgradnje mehanskega prezračevalnega sistema poveča poraba električne energije, če prej naprave ni bilo oz. če se moč naprav povečuje. Medsebojne učinke smo upoštevali le pri ukrepih na ogrevalnem sistemu oz. vgradnji termostatskih ventilov. Obstoječo porabo, ki se uporabi za izračun prihrankov zaradi ukrepa, smo zmanjšali za prihranek, ki ga dobimo zaradi izvedbe ukrepov na zunanem ovoju stavbe. Pri ukrepih na prezračevalnem sistemu pa medsebojnega vpliva ni, saj se tam obravnavajo samo ventilacijske izgube.

**Preglednica 11.3: Predlagani ukrepi po Scenariju 2 – izbrani scenarij**

| Št.                           | Opis ukrepa  | Možni letni prihranki |           |                         |         | Investicija  | Vračilni rok | Prioriteta |
|-------------------------------|--|-----------------------|-----------|-------------------------|---------|--------------|--------------|------------|
|                               |  | Toplota               | Elektrika | Emisije CO <sub>2</sub> | Stroški | Skupaj       |              |            |
|                               |  | MWh                   | MWh       | kg CO <sup>2</sup>      | EUR     | EUR brez DDV | let          |            |
| TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 0.                            | Organizacijski ukrepi  | 24,77                 | 9,25      | 12.458                  | 2.525   | 16.000,00    | 6            | I.         |
|                               | Nadgradnja CNS + Monitoring + energetsko upravljanje                               |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 1.                            | Ukrepi na ovoju objekta  | 20,98                 |           | 6.712                   | 1.351   | 19.060,00    | 14           | I.         |
|                               | Namestitev toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju - I. FAZA     |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Skupaj   |                       |           |                         |         |              |              |            |
| 2.                            | Ukrepi na strojnih sistemih  |                       | -56,91    | -27.886                 | -5.722  | 726.000,00   | -127         | II.        |
|                               | Posodobitev obstoječega prezračevalnega sistema in nadgradnja s hladilnim sistemom |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Sanacija akumulatorja za TSV - II. FAZA  |                       |           |                         |         |              |              |            |
|                               | Skupaj   | 2,50                  | -56,91    | -27.086                 | -5.561  | 728.500,00   |              |            |
|                               |  |                       |           |                         |         |              |              |            |
| SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI     |  | 48,25                 | -47,66    | -7.916                  | -1.684  | 763.560,00   |              |            |

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

### 11.1.3.1 Doseganje zahtev PURES-a pri izbranem scenariju

Obravnavana stavba spada pod zaščito ZVKDS (kot kulturna dediščina) in je tako izvzeta iz veljavnega PURES-a. Zakon o graditvi objektov namreč v 5. odstavku 9. člena dopušča odstopanje od predpisanih bistvenih zahtev, med katerimi je tudi zahteva po varčevanju z energijo in ohranjanjem toplote, kamor sodijo tudi zahteve PURES 2010: »V objektih, varovanih na podlagi predpisov s področja varstva kulturne dediščine, lahko projektirane ali izvedene rešitve odstopajo od predpisanih bistvenih zahtev, vendar samo pod pogojem, da z odstopanjem ni ogrožena varnost objekta, življenje in zdravje ljudi, promet, sosednji objekti ali okolje.«

## 11.2 Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na notranje okolje

CO<sub>2</sub> je eden glavnih povzročiteljev učinka tople grede. Predvsem pri sežiganju fosilnih goriv se ga sprosti v okolje ogromne količine. Zato je racionalna raba energije in s tem manjše sproščanje emisij CO<sub>2</sub> v ozračje bistvenega pomena za trajnejši razvoj planeta, ki je sonaraven in bo zadostil potrebam življenja sedanjih generacij in omogočil to tudi prihodnjim generacijam. Letne emisije CO<sub>2</sub>, ki so posledica obratovanja neke stavbe, določimo kot produkt

potrebe po energiji za ogrevanje in faktorja emisije CO<sub>2</sub> glede na uporabljen energetski vir (npr. daljinsko ogrevanje, zemeljski plin, kurilno olje, drva).

Manjša poraba električne energije in ogrevanja pomeni tudi zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, predvsem CO<sub>2</sub>. Za preračun emisij CO<sub>2</sub> je uporabljena metodologija iz Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije, priloga 3 (Ur. list RS, št. 67/2015). Za elektriko, dobavljeno iz javnega omrežja, smo uporabili faktor 0,49 kg CO<sub>2</sub>/kWh, za uporabo toplotne energije iz energenta daljinske toplote pa faktor 0,32 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

**Preglednica 11.4: Pregled zmanjšanja CO<sub>2</sub> glede na različne scenarije**

| Povzetek zmanjšanja emisij CO <sub>2</sub>   |                            |                            |                            |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|  | Skupaj                     | Elektrika                  | Toplota                    |
| Obstoječa proizvodnja emisij CO <sub>2</sub> | 404.361 kg CO <sub>2</sub> | 198.694 kg CO <sub>2</sub> | 205.667 kg CO <sub>2</sub> |
| Zmanjšanje po Scenariju 0                    | 16.244 kg CO <sub>2</sub>  | 5.961 kg CO <sub>2</sub>   | 10.283 kg CO <sub>2</sub>  |
| Zmanjšanje po Scenariju 1                    | 9.019 kg CO <sub>2</sub>   | -23.354 kg CO <sub>2</sub> | 32.373 kg CO <sub>2</sub>  |
| Zmanjšanje po Scenariju 2                    | -7.916 kg CO <sub>2</sub>  | -23.354 kg CO <sub>2</sub> | 15.439 kg CO <sub>2</sub>  |

### 11.3 Ovoj stavbe

Ukrepi na zunanjem ovoju stavbe so zasnovani tako, da prenovljeni elementi zadostijo zahtevam novega pravilnika (PURES-a) oz. so deloma še izboljšani (pasivni oz. skoraj nič-energijski standard). Praviloma je smiselno, da se pri prenovi doda več toplotne izolacije, saj vsak dodatni centimeter toplotne izolacije pomeni za 2 % višji strošek investicije, hkrati pa od 10 do 20 % boljšo toplotno izolativnost in s tem prihranke (odstotek prihrankov je odvisen od začetnega stanja). Zadostitev pogojem posameznih elementov pa še ne pomeni, da je stavba tudi celovito sanirana. V sklopu energetske prenove predlagamo sledeče izvedljive ukrepe:

- namestitev dodatne toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju tako, da bo izračunana toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa  $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 11.4 Sistemi klimatizacije, gretja in hlajenje (sistem KGH)

Na sistemih KGH so predlagani naslednji ukrepi:

- V sklopu prenove obstoječega mehanskega prezračevanja in nadgradnje s novim hladilnim sistemom predlagamo, da se vzpostavi prezračevanje in hlajenje hodnikov, nadgradi obstoječ sistem prezračevanja, vzpostavi hlajenje naslednjih prostorov: kuhinja, jedilnica, kabineti, hodniki, predavalnice do N5, knjižnica, kriminalistični inštitut in arhiv. Naročnik ima tudi že narejen PZI projekt hlajenja iz leta 2004, ki lahko služi kot osnova za izdelavo PZI projekta. Izdelani projekt glede na njihov izračun ekonomske upravičenosti predvideva vgradnjo hladilnega agregata z vodnim kondenzatorjem in vodnim uparjalnikom. Hladilni agregat bi se lahko vgradil v toplotno postajo novejšega dela stavbe, hladilni stop za hlajenje kondenzatorja pa na streho stavbe v podaljšku in liniji stopnic za dostop na streho. Povezovalni cevovodi po jašku za kanale, banka ledu in razdelilci pa v 1. klet. V sklopu novega PZI projekta je potrebno analizirati vgradnjo TČ voda/voda namesto hladilnega agregata.
- Zamenjava dotrajanega akumulatorja TSV v toplotni podpostaji novejšega dela stavbe (II. FAZA), dobava in vgradnja mehčalne naprave, ki bo zadovoljila potrebam TSV.
- Nadgradnja obstoječega CNS sistema z vzpostavitvijo dodatnih možnosti upravljanja (npr. krivuljo ogrevanje, delovanje mešalnega ventila, cirkulacijske črpalke itd.).
- Vzpostavitev monitoringa za spremljanje trenutne rabe energije in vpeljava energetskega upravljanja skladno s standardom SIST EN ISO 50001.

## 11.5 Prihranki pri rabi električne energije

Glede na učinkovitost obstoječega sistema razsvetljave (vgrajene so svetilke z elektronskimi predstikalnimi napravami in s fluorescentnimi sijalkami T5 in varčnimi žarnicami), posega v inštalacije ter prostor in finančnega vložka oziroma prihrankov, menjava z LED sijalkami v že obstoječih svetilih ni ekonomsko upravičena. Prav tako ni smiselna vgradnja dodatnih senzorjev prisotnosti, saj ti na mestih, kjer so potrebni že vgrajeni.

Zaradi nadgradnje obstoječega prezračevalnega sistema z hladilnim sistemom, se bo sicer raba električne energije povečala, vendar bo pa bivalno okolje neprimerljivo boljše in primerno za normalno opravljanje dejavnost v stavbi.

## 12 VIRI IN LITERATURA

1. Energetski zakon (Ur. list RS, št. 17/2014 in 81/2015).
2. Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. list RS, št. 41/2016).
3. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 93/2008; spremembe: št. 47/2009, 52/2010).
4. Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije.
5. Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (Ur. list RS, št. 67/2015).
6. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. list RS, št. 42/2002, 105/2002 in 110/2002 – ZGO-1).
7. Metodologija izvedbe energetskega pregleda, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, 2007.
8. Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020. Dostopno na: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetska-prenova-javnih-stavb/projektna-pisarna/>, pridobljeno 26. 4. 2016.
9. Priročnik za energetske svetovalce, Gradbeni inštitut ZRMK, Agencija RS za učinkovito rabo energije, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, 1996.
10. Svetovalni članki svetovalcev ENSVET. Dostopno na: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Clanki.htm>, pridobljeno 26. 4. 2016.
11. Zbirka informativnih listov 'UČINKOVITA RABA ENERGIJE', Agencija za učinkovito rabo energije, 1999.
12. Zbirka informativnih listov 'ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE', Agencija RS za učinkovito rabo energije, 2001.
13. Zbirka informativnih listov 'ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE', Agencija RS za učinkovito rabo energije, 2005.
14. Katalogi različnih proizvajalcev.
15. Strojniški, elektro in ostali priročniki.



**PRILOGA 1: Osnovni podatki o stavbi****Podatki o stavbi**

|  |  |   |
|--|--|---|
| Naziv stavbe:  | Pravna fakulteta Univerza v Ljubljani  |   |
| Lokacija:  | Poljanski nasip 2 in Kopitarjeva ulica 6, Ljubljana  |   |
| CC-SI klasifikacija:   | 12630 Stavba za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo   |   |
| Varstvo kulturne dediščine:                                    | DA   |   |
| Koordinati stavbe:   | GKY = 462535, GKX = 100933   |   |
| Katastrska občina:   | 1727 Poljansko predmestje  |   |
| Deli stavbe:   | <b>2008</b>  | <b>2009</b>   |
| Parcelna številka:   | 238/1  | 238/1   |
| Letnica izgradnje dela stavbe:                                 | 1907   | 1953  |
| Letnica obnove strehe:   | 2000   | 1992  |
| Letnica obnove fasade:   | 2000   |   |
| Letnica obnove oken:   | 2000   | 2000  |
| Letnica obnove instalacij:                                     | 2000   | 2000  |
| Etažnost dela stavbe:  | 6 etaž: klet, pritličje,<br>4 x nadstropje,  | 4.etaž: 2 x klet, pritličje in<br>nadstropje in medetaža                  |
| Deli posamezne stavbe:   | 1 – Šola,<br>2 – šola.   | 1 – Poslovni prostori,<br>2 – Šola,<br>3 – Prodajalna (Mladinska knjiga). |
|  |  |   |
| Lastnik (in delež v %):  | Republika Slovenija (100-odstotni lastnik)   |   |
| Resorno ministrstvo:   | Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport   |   |
| Upravljavalec:   | Univerza v Ljubljani - Pravna fakulteta  |   |
| Uporabnik:   | študenti, zaposleni, zunanji obiskovalci   |   |
| Uporabna površina stavbe:                                      | 6.396,40 m <sup>2</sup>  |   |
| Kondicionirana (neto tlorisna ogrevana) površina stavbe:       | 9.723,23 m <sup>2</sup>  |   |
| Kondicionirana (neto ogrevana) prostornina stavbe:             | 50.729,50 m <sup>3</sup>   |   |
| Bruto prostornina dela stavbe:                                 | 40.583,60 m <sup>3</sup>   |   |
| Energenti:   | daljinska toplota in električna energija   |   |
| Povprečna letna poraba toplotne energije za zadnja tri leta:   | 772.528,33 kWh/leto (ogrevanje in TSV)   |   |
| Povprečna letna poraba električne energije za zadnja tri leta: | 405.497,67kWh/leto   |   |
| Intenzivnost uporabe stavbe:                                   | Obratovalni čas stavbe je med tednom, od ponedeljka do petka, med 7. uro zjutraj in 20. uro zvečer. Med vikendom in praznikih se prostori ne uporabljajo, obratovalni režimi delujejo v znižanem režimu. |   |

**Pregled naprav za klimatizacijo, ogrevanje in hlajenje (sistemi KGH)**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Način ogrevanja:         | Radiatorsko, toplozračno   |
| Vir toplote:             | daljinska toplota  |
| Nazivna moč:             | 926 kW   |
| Število ogrevalnih zank: | 7  |
| Termostatski ventili:    | Na večini radiatorjev (na okoli 90 %), drugje ni smiselno, glede na lokacije radiatorjev |
| Znižani način delovanja: | da   |
|                          |  |
| Način priprave TSV:      | centralno, 2000 litrov in 1300 litrov  |
| Vir toplote:             | daljinska toplota  |
| Temperatura voda:        | 60 °C  |
| Potrošniki:              | sanitarije, kuhinja, predavalnice  |

**PRILOGA 2.1: Organizacijski ukrepi – izbrani scenarij****Naziv ukrepa: Organizacijski ukrepi****KRATEK OPIS UKREPA:**

Izvedba ukrepa obsega naslednje aktivnosti:

- skrb za redno izklapljanje razsvetljave, aparatov in opreme, kadar niso v uporabi;
- določitev osebe, ki zagotavlja končno kontrolo v objektu, preverja obratovanje oz. izklaplja naprave in opremo ob koncu delovnega časa;
- zagotovitev ustreznega, predvsem periodičnega vzdrževanja naprav in opreme;
- pravilno izvajanje ogrevanja, hlajenja in prezračevanja objekta z namenom varčevanja z energijo in zagotavljanja zdravega in udobnega notranjega okolja;
- dvakrat letno je za zaposlene organizirano izobraževanje;
- izvedba nadgradnje obstoječega CNS-a;
- izvedba energetskega monitoringa,
- vzpostavitev energetskega upravljanja skladno s SIST EN ISO 50001.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

24,77 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.595 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

9,25 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

930 EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

2.525 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:12.458 kg CO<sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

| Specifikacija stroškov: material, storitev |   |       |        |        |                                |
|--|---|-------|--------|--------|--------------------------------|
| poz  | delitev po postavkah  | enota | kol    | cena   | Investicija<br>(€ brez DDV-ja) |
| 1  | Energetsko upravljanje z organizacijskimi ukrepi<br>(npr. izobraževanje, vzdrževanje) |       |        |        |                                |
| 2  | Energetski monitoring + nadgradnja CNS  | kpl   | 1      | 16.000 | 16.000                         |
| <b>Skupaj:</b>                             |   |       | 16.000 |        |                                |

Enostavna vračilna doba:

6 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0–3
 ☐ 3–6
 ☐ 6–12
 ☐ 12–24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

|       |         |
|-------|---------|
| NIZKA | SREDNJE |
|-------|---------|

**PRILOGA 2.2: Investicijski ukrepi – izbrani scenarij**

**Naziv ukrepa:**      **Namestitev dodatne toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju**

**KRATEK OPIS UKREPA:**

Toplotni ovoj zgradbe predstavlja zelo pomemben dejavnik pri toplotnih izgubah stavbe. Cilj, ki ga skušamo doseči, je čim boljša toplotna izolativnost ovoja in s tem čim manjša toplotna prevodnost posameznih konstrukcijskih sklopov, zato se predlaga namestitev dodatne toplotne izolacije na strop proti hladnemu podstrešju v mansardi. Strop je trenutno izoliran z 5 cm funkcionalne (dejansko pa 10 cm) toplotne izolacije iz mineralne volne, ki pa ne zadosti zahtevam trenutno veljavnega pravilnika PURES 2010.

**Izvedba ukrepa zajema:**

- namestitev dodatne izolacije ( $\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$ ) na obstoječo toplotno izolacijo iz zunanje strani v debelini vsaj 20 cm, celotna toplotna prevodnost konstrukcije  $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
- namestitev paropropustne folije za zaščito toplotne izolacije proti prašenju in namakanju,
- izvedba pohodnih koridorjev iz OSB plošč, da se omogoči vzdrževanje strehe in podstrešja.

Pri izvedbi ukrepa naj se natančno preveri tudi obstoječe stanje strehe (morebitna puščanja ali zatekanja meteorne vode), ter se po potrebi predvidi tudi morebitna popravila. Prav tako se preveri stanje obstoječe PVC folije na notranji strani konstrukcije. V kolikor je na katerih mestih ni, se jo v sklopu izvedbe ukrepa tudi namestiti. Morebitna omenjena popravila niso všteta v investiciji za izvedbo ukrepa. Na strop bi bilo potrebno po naši oceni namestiti okoli  $853 \text{ m}^2$  toplotne izolacije. Izvedba ukrepa je bila ocenjena na 20 EUR/ $\text{m}^2$  brez DDV.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

20,98 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.351 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

6.712 kg CO<sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

| Specifikacija stroškov: material, storitev |  |                |               |      |                                |
|--|--|----------------|---------------|------|--------------------------------|
| poz  | delitev po postavkah   | enota          | kol           | cena | Investicija<br>(€ brez DDV-ja) |
| 1  | Namestitev dodatne toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju | m <sup>2</sup> | 953           | 20   | 19.060                         |
| <b>Skupaj:</b>                             |  |                | <b>19.060</b> |      |                                |

Enostavna vračilna doba:

14 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0–3
 ☐ 3–6
 ☐ 6–12
 ☐ 12–24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

|       |       |
|-------|-------|
| NIZKA | NIZKO |
|-------|-------|

## Naziv ukrepa: Posodobitev obstoječih prezračevalnih sistemov in nadgradnja s hladilnim sistemom

### KRATEK OPIS UKREPA:

Predlagana prenova obstoječega mehanskega prezračevanja in nadgradnje s novim hladilnim sistemom zajema vzpostavitev prezračevanja in hlajenje hodnikov, nadgradnjo obstoječega sistema prezračevanja in vzpostavitev hlajenja naslednjih prostorov: kuhinja, jedilnica, kabineti, hodniki, predavalnice do N5, knjižnica, kriminalistični inštitut in arhiv. Glede na izračun ekonomske upravičenosti že narejenega PZI projekta iz leta 2004 se predlaga, da se vgradi ustrezen hladilni agregat z vodnim kondenzatorjem in vodnim uparjalnikom. Hladilni agregat bi se lahko vgradil v toplotno postajo novejšega dela stavbe, hladilni stop za hlajenje kondenzatorja pa na streho stavbe v podaljšku in liniji stopnic za dostop na streho, povezovalni cevovodi po jašku za kanale, banka ledu in razdelilci pa v 1. klet.

V sklopu prenove prezračevalnega sistema in izvedbe novega hlajenja se predlaga tudi vgradnja oz. prenova zračnih zaves v vetrolovih vhodnih vrat. Prav tako se predlaga vgradnja okenskih stikal za izklop hladilnega sistema, v primeru odprtega okna, da se preprečijo nekontrolirane izgube hladilne energije.

Pri načrtovanju ukrepa je potrebno posebno pozornost nameniti vidikom varstva pred hrupom in vibracijami skladno s Pravilnikom o zaščiti pred hrupom v stavbah (Uradni list RS, št. 10/12 in 61/17) in Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08, 109/09 in 62/10) za območje varstva pred hrupom, v katerega spada stavba Pravne fakultete.

Predpostavljeno povečanje rabe energije za hlajenje:

56,91 MWh

Predpostavljeno povečanje stroška rabe energije za hlajenje:

5.722 EUR

Predpostavljeno povečanje emisij CO<sub>2</sub>:

27.886 kg CO<sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

| Specifikacija stroškov: material, storitev |  |       |                |         |                             |
|--|--|-------|----------------|---------|-----------------------------|
| poz  | delitev po postavkah   | enota | kol            | cena    | Investicija (€ brez DDV-ja) |
| 1  | Proizvodnja hladilne toplote – GOI dela                          | kpl   | 1              | 230.000 | 230.000                     |
| 2  | Strojno inštalacijska dela - hlajenje starejša stavba – II. FAZA | kpl   | 1              | 65.000  | 65.000                      |
| 3  | Strojno inštalacijska dela - hlajenje starejša stavba – I. FAZA  | kpl   | 1              | 151.000 | 151.000                     |
| 4  | Gradbeno obrtniška dela  | kpl   | 1              | 70.000  | 70.000                      |
| 5  | Elektro inštalacijska dela za oba dela stavbe                    | kpl   | 1              | 210.000 | 210.000                     |
| <b>Skupaj:</b>                             |  |       | <b>726.000</b> |         |                             |

Vračilna doba:

več kot 100 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:



0–3



3–6



6–12



12–24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

VISOKA

SREDNJE

**Naziv ukrepa: Zamenjava akumulatorja za TSV - II. FAZA****KRATEK OPIS UKREPA:**

Pri optimizaciji ogrevalnih sistemov predlagamo zamenjavo obstoječega akumulatorja TSV kapacitete 1300 litrov z novim. Prav tako se vgradi nova mehčalna naprava, ki bo omogočala mehčanje vode, da se prepreči nastanjanje apnenca in posledično neučinkovitost sistema za pripravo TSV.

Pri izvedbi ukrepa naj se natančno preveri obstoječe stanje potreb po TSV (potreba po morebitni vgradnji akumulatorja večje kapacitete), potrebi predvidi se predvidi tudi morebitna popravila oz. predelave v toplotni postaji. Morebitna omenjena popravila niso všteta v investiciji za izvedbo ukrepa. ukrepa je bila ocenjena na 2.500 EUR brez DDV-ja.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

2,71 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

173 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

868 kg CO<sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

| Specifikacija stroškov: material, storitev |   |       |              |       |                             |
|--|---|-------|--------------|-------|-----------------------------|
| poz  | delitev po postavkah  | enota | kol          | cena  | Investicija (€ brez DDV-ja) |
| 1  | Vgradnja novega akumulatorja TSV v toplotni postaji novejšega dela stavbe in naprave za mehčanje vode | kpl   | 1            | 2.500 | 2.500                       |
| <b>Skupaj:</b>                             |   |       | <b>2.500</b> |       |                             |

Vračilna doba:

16 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0–3
 ☐ 3–6
 ☐ 6–12
 ☐ 12–24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

|       |       |
|-------|-------|
| NIZKA | NIZKO |
|-------|-------|