

RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED OŠ Vodmat

Potrčeva ulica 1 , 1000 Ljubljana

Naročnik:
Mestna občina Ljubljana

Izdelovalec:
Protena d.o.o.

Št. projekta: 04-10/2016

Datum izdelave: oktober 2016

PROJEKT št. 04-10/2016

Naziv projekta: Razširjeni energetski pregled – OŠ Vodmat

Faza projekta: končno poročilo

Naročnik:



Mestna občina Ljubljana
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Odgovorna oseba
naročnika:

Zoran Janković, župan

Kontaktna oseba
naročnika

Alenka Loose, energetska upravljalca MOL

Izdelovalec:



PROTENA d.o.o
Ljubljanska cesta 18
1351 Brezovica

Odgovorna oseba
izdelovalca:

Urša Volk

Datum izdelave:

Oktober 2016

KAZALO VSEBINE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 0 | Povzetek za poslovno določanje | 7 |
| 0.1 | Pomen oskrbe z energijo..... | 7 |
| 0.2 | Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo..... | 7 |
| 0.3 | Možni prihranki in potrebna vlaganja | 8 |
| 0.3.1 | Predlagani scenarij ukrepov | 8 |
| 0.3.2 | Predlagani scenarij ukrepov | 9 |
| 0.4 | Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov..... | 11 |
| 0.4.1 | Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov | 11 |
| 0.4.2 | Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov | 12 |
| 0.5 | Napotki za izvedbo ukrepov..... | 13 |
| 0.5.1 | Organizacijski ukrepi..... | 13 |
| 0.5.2 | Investicijski ukrepi | 13 |
| 0.6 | Možni viri financiranja | 14 |
| 1 | Namen in cilji energetskega pregleda..... | 15 |
| 2 | Uvod | 17 |
| 2.1 | Opis dejavnosti v stavbi | 17 |
| 2.2 | Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki | 17 |
| 2.2.1 | Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnosti stavb | 17 |
| 2.2.2 | Relevantni pogoji za izvedbo investicijskih ukrepov..... | 18 |
| 2.2.3 | Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi | 19 |
| 2.3 | Klimatski podatki za lokacijo stavbe..... | 19 |
| 2.4 | Skupna poraba energije in stroški | 21 |
| 2.4.1 | Poraba energentov v letu 2015 | 21 |
| 2.4.2 | Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2012 - 2015 | 22 |
| 2.5 | Stanje toplotnega ugodja v stavbi..... | 23 |
| 3 | Shema upravljanja s stavbo | 24 |
| 3.1 | Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe | 24 |
| 3.2 | Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov | 24 |
| 3.3 | Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE..... | 24 |
| 3.4 | Potek nadzora nad rabo energije in stroški | 25 |
| 3.5 | Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih | 25 |
| 3.6 | Raven promoviranja URE | 25 |
| 4 | Oskrba in raba energije..... | 26 |
| 4.1 | Električna energija | 26 |
| 4.1.1 | Poraba električne energije | 26 |
| 4.1.2 | Cena električne energije..... | 27 |
| 4.2 | Toplotna energija..... | 28 |
| 4.2.1 | Poraba toplotne energije..... | 28 |
| 4.2.2 | Cena toplotne energije | 29 |
| 4.2.3 | Specifična cena toplotne energije | 29 |
| 4.2.4 | Normirana raba toplotne energije..... | 30 |
| 4.3 | Voda | 30 |
| 4.3.1 | Poraba vode | 30 |
| 4.3.2 | Cena vode..... | 31 |
| 4.4 | Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov..... | 32 |
| 4.5 | Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme..... | 32 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5 | Pregled naprav za pretvorbo energije..... | 33 |
| 5.1 | Ogrevalni sistem | 33 |
| 5.2 | Sistem za oskrbo s toplo vodo..... | 34 |
| 5.3 | Sistem za oskrbo s hladno vodo | 35 |
| 5.4 | Elektroenergetski sistem in porabniki | 35 |
| 6 | Pregled rabe končne energije | 36 |
| 6.1 | Ovoj stavbe | 36 |
| 6.2 | Električni aparati..... | 38 |
| 6.3 | Razsvetljava | 40 |
| 6.4 | Prezračevanje in klimatizacija | 41 |
| 6.5 | Razdelitev porabe energije | 42 |
| 7 | Oskrba z energijo..... | 43 |
| 7.1 | Revizija pogodb o dobavi energije | 43 |
| 7.2 | Električna energija | 43 |
| 7.3 | Ogrevanje | 43 |
| 7.4 | Voda | 43 |
| 8 | Analiza energetskih tokov v stavbi | 44 |
| 8.1 | Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje | 44 |
| 8.1.1 | Transmisijske izgube..... | 45 |
| 8.1.2 | Izgube zaradi prezračevanja | 46 |
| 8.1.3 | Toplotni dobitki | 46 |
| 9 | Ocena energetsko varčevalnih potencialov..... | 48 |
| 9.1 | Ovoj stavbe..... | 48 |
| 9.1.1 | Ukrepi | 48 |
| 9.1.2 | Transmisijske izgube – stanje po izvedbi ukrepov | 49 |
| 9.2 | Pregled rabe električne energije | 50 |
| 9.2.1 | Sanacija razsvetljave..... | 50 |
| 10 | Organizacijski ukrepi..... | 51 |
| 10.1 | Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije | 51 |
| 11 | Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov | 52 |
| 11.1 | Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila..... | 52 |
| 11.1.1 | Sanacija ovoja stavbe..... | 52 |
| 11.1.2 | Sanacija razsvetljave – reflektorjev telovadnice | 52 |
| 11.1.3 | Namestitve termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje | 52 |
| 12 | Viri in literatura | 53 |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|--|----|
| Preglednica 1: Letna poraba in strošek energije in vode za leto 2015..... | 7 |
| Preglednica 2: Raba toplotne in električne energije za leta 2012 do 2015..... | 8 |
| Preglednica 3: Povzetek posameznih ukrepov | 8 |
| Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1 | 9 |
| Preglednica 5: Učinek predlaganega scenarija..... | 10 |
| Preglednica 6: Tlorisne dimenzije stavbe | 19 |
| Preglednica 7: Osnovni klimatski podatki..... | 19 |
| Preglednica 8: Poraba energentov, stroški in emisije CO ₂ v letu 2015 | 21 |
| Preglednica 9: Poraba energentov v letih 2012 – 2015..... | 22 |

| | |
|---|----|
| Preglednica 10: Specifična raba energentov glede na površino..... | 22 |
| Preglednica 11: Razmerje med VT in MT..... | 26 |
| Preglednica 11: Temperaturni primanjkljaj v letih 2012 - 2015..... | 30 |
| Preglednica 12: Popis električnih porabnikov | 38 |
| Preglednica 13: Povzetek popisa razsvetljave | 40 |
| Preglednica 14: Razdelitev porabe energije | 42 |
| Preglednica 15: Toplotne karakteristike konstrukcij | 46 |
| Preglednica 16: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES | 48 |
| Preglednica 17: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES | 49 |

KAZALO GRAFIKONOV

| | |
|---|----|
| Grafikon 1: Porazdelitev stroškov za energijo in vodo (grafikon levo); emisije CO ₂ v letu 2015 (grafikon desno) | 7 |
| Grafikon 2: Delež stroškov za energente v letu 2015..... | 21 |
| Grafikon 3: Delež emisij CO ₂ za leto 2015 | 22 |
| Grafikon 4: Poraba električne energije v obdobju 2012 – 2015..... | 26 |
| Grafikon 5: Poraba električne energije po mesecih | 27 |
| Grafikon 6: Specifična cena električne energije po posameznih letih..... | 28 |
| Grafikon 7: Poraba toplote (DO) v obdobju 2012 - 2015 | 28 |
| Grafikon 8: Poraba toplotne energije za ogrevanje po mesecih | 29 |
| Grafikon 9: Specifična cena toplotne energije po letih | 30 |
| Grafikon 10: Poraba vode v obdobju 2012 – 2015..... | 31 |
| Grafikon 11: Poraba vode po mesecih | 31 |
| Grafikon 12: Specifična cena vode po letih | 32 |
| Grafikon 13: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov | 45 |
| Grafikon 14: Transmisijske toplotne izgube | 45 |
| Grafikon 15: Prezračevalne izgube | 46 |
| Grafikon 16: Notranji dobitki..... | 47 |
| Grafikon 17: Dobitki sončnega sevanja | 47 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi..... | 11 |
| Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi..... | 11 |
| Slika 3: Emisije CO ₂ pred predlaganimi ukrepi | 11 |
| Slika 4: Poraba toplotne energije po izvedbi predlaganih ukrepov..... | 12 |
| Slika 5: Dovedena energija za delovanje stavbe po izvedbi predlaganih ukrepov..... | 12 |
| Slika 6: Emisije CO ₂ po izvedbi predlaganih ukrepov..... | 12 |
| Slika 7: Postopek izvedbe posameznih ukrepov..... | 14 |
| Slika 8: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije..... | 15 |
| Slika 9: Ortofoto posnetek stavbe | 17 |
| Slika 10: Kulturna dediščina – naselbinska dediščina (vir: Register nepremične kulturne dediščine) | 18 |
| Slika 11: Varovana območja narave (vir: Atlas okolja) | 18 |
| Slika 12: Povprečna temperatura zraka 1971 – 2000 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS) | 20 |
| Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS) | 20 |
| Slika 14: Povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS) | 20 |

| | |
|--|----|
| Slika 15: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost | 23 |
| Slika 16: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju obratovalnih stroškov..... | 24 |
| Slika 17: Shema investicij..... | 24 |
| Slika 18: toplotna postaja in razdelilnik (desno)..... | 33 |
| Slika 19: Radiatorsko ogrevanje (levo s v razredu, desno v sanitarijah) | 33 |
| Slika 20: radiatorsko ogrevanje male in velike telovadnice | 34 |
| Slika 21: zalogovnik tople sanitarne vode | 34 |
| Slika 22: Kopelitna zasteklitev – velika telovadnica | 36 |
| Slika 23: PVC okna, notranja senčila..... | 36 |
| Slika 24: streha male telovadnice in streha glavne stavbe..... | 37 |
| Slika 25: model šole – pogled iz SV smeri..... | 37 |
| Slika 26: model šole – pogled iz JZ smeri..... | 38 |
| Slika 27: Električni porabniki v kuhinji | 39 |
| Slika 28: Elektro porabniki v učilnicah gospodinjskega pouka | 39 |
| Slika 29: delavnica | 39 |
| Slika 31: pisarniška oprema, projektor | 40 |
| Slika 32: Tipična razsvetljava v razredih | 40 |
| Slika 33: razsvetljava velike telovadnice..... | 41 |
| Slika 34: prezračevanje kuhinje - napa | 41 |
| Slika 35: Energetska bilanca stavbe..... | 44 |

PRILOGE

Priloga 1: Osnovni podatki o stavbi

Priloga 2: Pregled možnih ukrepov zmanjšanja stroškov za energijo

Priloga 2.1: Organizacijski ukrepi

Priloga 2.2: Investicijski ukrepi

Priloga 3: Grobi opis sklopov sanacije zunanjega ovoja

Priloga 4: Gradbena fizika

0 POVZETEK ZA POSLOVNO DOLOČANJE

0.1 Pomen oskrbe z energijo

V vsaki poslovni ali stanovanjski stavbi morajo biti zagotovljeni primerni kakovostni bivalni oziroma delovni pogoji za uporabnike. Doseganje določenega ugodja in izpolnjevanja drugih zahtev (npr. opremljenost stavbe z določenimi napravami, sanitarno toplo vodo, povezave za prenos podatkov itd.) 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 pa pomeni tudi negativen vpliv na okolico. V energetskem pregledu objekta 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.

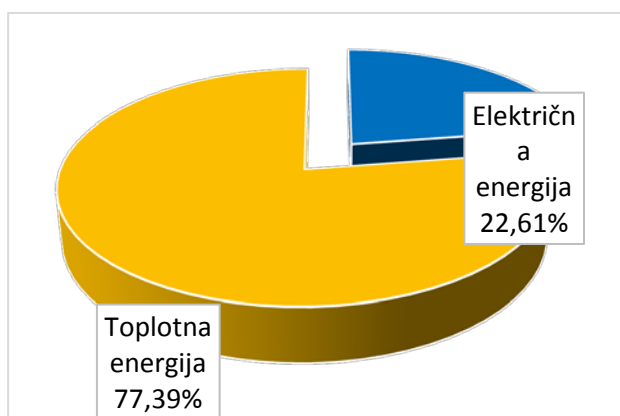
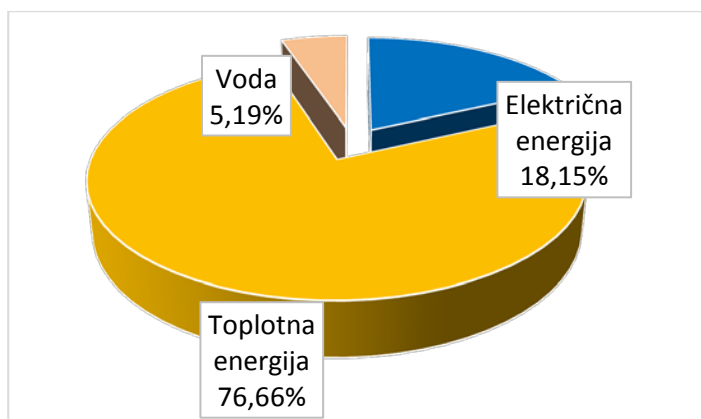
0.2 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

V spodnji preglednici je prikazana raba energije in stroškov za energente za leto 2015 in količina CO₂, ki je nastala pri porabi energentov. Poleg tega je v zadnjem stolpcu zapisana vrednost specifičnega stroška toplotne in električne energije. Poraba toplotne in električne energije je prikazana v enoti kWh, poraba vode je prikazana v enoto m³.

Za obratovanje OŠ Vodmat se je v letu 2015 porabilo 85.292 kWh električne energije, poleg tega se je za ogrevanje stavbe porabilo 625.570 kWh toplotne energije (energent daljinsko ogrevanje - DO). V objektu je bilo leta 2015 porabljen 1.915 m³ vode.

Preglednica 1: Letna poraba in strošek energije in vode za leto 2015

| | Poraba | Enota | Delež [%] | Strošek [€] | Delež [%] | CO ₂ [kg] | CO ₂ [%] | €/MWh |
|---------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------|---------------|-----------|----------------------|---------------------|--------|
| Električna energija | 152.857 | kWh | 16,16 | 21.315 | 24,79 | 85.141 | 16,16 | 139,44 |
| Toplotna energija | 793.040 | kWh | 83,84 | 58.860 | 68,46 | 441.723 | 83,84 | 74,22 |
| Voda | 4.239 | m ³ | | 5.798 | 6,74 | | | |
| SKUPAJ | 710.862 1.915 | kWh m³ | | 58.660 | | 210.156 | | |



Grafikon 1: Porazdelitev stroškov za energijo in vodo (grafikon levo); emisije CO₂ v letu 2015 (grafikon desno)

V naslednji preglednici je zbrana raba energentov po letih, za obdobje od 2012 do 2015. V danem referenčnem obdobju je bila povprečna raba električne energije 84.382 kWh/leto, poraba toplotne energije 542.760 kWh/leto in poraba vode 2.083 m³/leto.

Kondicionirana površina objekta znaša 3.611 m². Izračunano energijsko število za ogrevanje objekta (normirana raba) znaša 173,24 kWh/m², energijsko število za delovanje stavbe (normirana raba) znaša 196,84 kWh/m², emisije CO₂ znašajo 59,40 kg/m². Vrednost energijskega števila je pod kritično vrednostjo (240 kWh/m²), vendar vseeno presega priporočeno (80 kWh/m²).

Preglednica 2: Raba toplotne in električne energije za leta 2012 do 2015

| | Električna energija [kWh] | Toplotna energija [kWh] | Voda [m ³] | Skupaj [kWh] |
|-----------|---------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| 2012 | 82.136 | 608.760 | 2.230 | 690.896 |
| 2013 | 84.356 | 573.060 | 2.247 | 657.416 |
| 2014 | 85.743 | 363.650 | 1.941 | 449.393 |
| 2015 | 85.292 | 625.570 | 1.915 | 710.862 |
| Povprečje | 84.382 | 542.760 | 2.083 | 627.142 |

0.3 Možni prihranki in potrebna vlaganja

0.3.1 Predlagani scenarij ukrepov

V spodnji preglednici je prikazan povzetek posameznih ukrepov za zmanjšanje rabe energije. Povzetek je narejen za vse ukrepe. V sklopu razširjenega energetskega pregleda so bili opredeljeni trije (3) scenariji izvedbe ukrepov za učinkovito rabo energije v vrtcu:

- scenarij 1: izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let,
- scenarij 2: izvedba organizacijskih ukrepov, vgraditev ciljnega spremljanja rabe energije, zamenjava neustreznega stavbnega pohištva, sanacija fasade, namestitvev toplotne izolacije strehe, namestitvev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem in sanacija razsvetljave v veliki telovadnici (organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5,6).

Preglednica 3: Povzetek posameznih ukrepov

| Št. | Opis ukrepa | Možni letni prihranki | | | | Investicija € | vračilna doba [let] |
|-----------------------|---|-----------------------|-------|-------|-----|------------------|------------------------|
| | | kWh | | € | | | |
| | | TE | EE | TE | EE | | |
| Organizacijski ukrepi | | | | | | | |
| 1 | Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd | 31.279 | 2.557 | 2.248 | 305 | 4.000 | 1,6 |
| Investicijski ukrepi | | | | | | | |
| 1 | Energetsko upravljanje | 37.535 | 852 | 2.698 | 102 | 12.000 | 4,3 |
| 2 | Toplotna izolacija glavne stavbe in stare telovadnice | 68.814 | 0 | 4.947 | 0 | 141.000 | 28,5 |
| 3 | Zamenjava oken - kopelit zasteklitve | 93.837 | 0 | 6.745 | 0 | 50.500 | 7,5 |
| 4 | Namestitev izolacije strehe | 75.070 | 0 | 5.396 | 0 | 108.000 | 20,0 |
| 5 | Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje | 31.279 | 0 | 2.248 | 0 | 14.000 | 6,2 |
| 6 | Zamenjava reflektorjev v veliki telovadnici | 0 | 6.818 | 0 | 814 | 8.000 | 9,8 |

Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1

| Scenarij 1 – izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let | | | % prihranka od skupne vrednosti |
|--|--------|----------------|---------------------------------|
| letni prihranek električne energije | 3.409 | kWh | 4 |
| letni prihranek toplotne energije za ogrevanje | 68.814 | kWh | 11 |
| letni prihranek vode | / | m ³ | / |
| skupno zmanjšanje emisij CO ₂ | 19790 | kg | 9,4 |
| skupno zmanjšanje stroškov na leto | 5.353 | € | 9,1 |
| | | | |
| skupni znesek potrebnih investicij | 16.000 | € | |
| povprečni vračilni rok | 2,99 | let | |

Najkrajša vračilna doba na obravnavanem objektu je 2,99 let in sicer za izvedbo organizacijskih ukrepov in izvajanje energetskega upravljanja objekta.

Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 2

| Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5,6 | | | % prihranka od skupne vrednosti |
|---|---------|----------------|---------------------------------|
| letni prihranek električne energije | 3.384 | kWh | 11,65 |
| letni prihranek toplotne energije za ogrevanje | 272.275 | kWh | 41,9 |
| letni prihranek vode | / | m ³ | / |
| skupno zmanjšanje emisij CO ₂ | 76.323 | kg | 35,6 |
| skupno zmanjšanje stroškov na leto | 20.757 | € | 35,4 |
| | | | |
| skupni znesek potrebnih investicij | 337.500 | € | |
| povprečni vračilni rok | 16,3 | let | |

0.3.2 Predlagani scenarij ukrepov

Predlagani scenariji ukrepov so lahko opredeljeni kot:

- Optimalni scenarij, kjer nabor ukrepov vključuje celovito energetsko prenovo oz. usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije na ovoj stavbe in na stavbnih tehničnih sistemih na način, da se, kolikor je to mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičeni potencial za energetsko prenovo.
- Optimalni scenarij kjer nabor ukrepov, ne vključujejo celovite energetske prenove na način, da se, kolikor je to mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičeni potencial za energetsko prenovo.

Ukrep, ki je predstavljen kot optimalni ukrep (torej lahko A ali B odvisno od objekta) je tudi ukrep katerega v nadaljevanju podrobneje predstavljamo.

V primeru našega objekta je optimalni scenarij , po postavki A, Scenarij 2, ki predstavlja izvedbo naslednjih ukrepov:

- vgradnja sistema za ciljno spremljanje rabe energije,
- zamenjava neustreznega stavbnega pohištva,
- toplotna izolacija fasade,
- toplotna izolacija podstrehe,
- zamenjava reflektorjev telovadnice,
- namestitev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem ogrevalnega sistema.

Z izvedbo navedenih ukrepov bodo doseženi prihranki pri porabi toplotne energije, s čimer se bodo zmanjšali stroški za dobavo energentov in emisije CO₂. V spodnji preglednici so zbrani predvideni prihranki predlaganih ukrepov znotraj scenarija 2.

Preglednica 5: Učinek predlaganega scenarija

| | Električna energija [kWh] | Toplotna energija [kWh] | Prihranek [€] | Emisije CO ₂ [kg] |
|-----------|------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
| Prihranek | 9.931 | 272.275 | 20.757 | 76.323 |

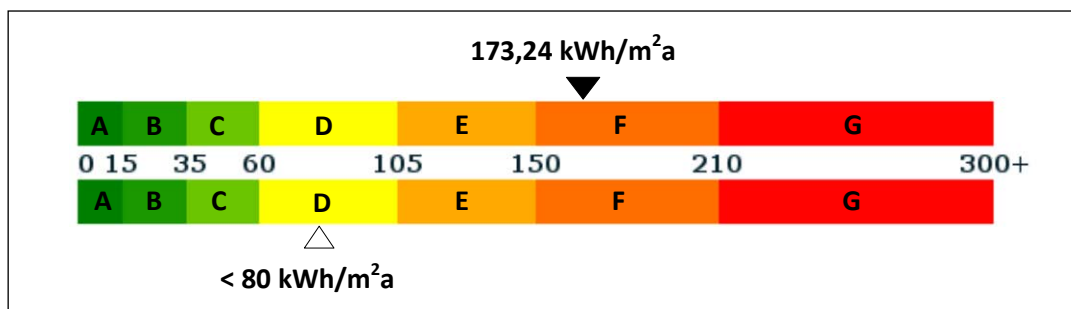
Skupni strošek investicij znaša 337.500 €, vračilna doba znaša 16,3 let.

0.4 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

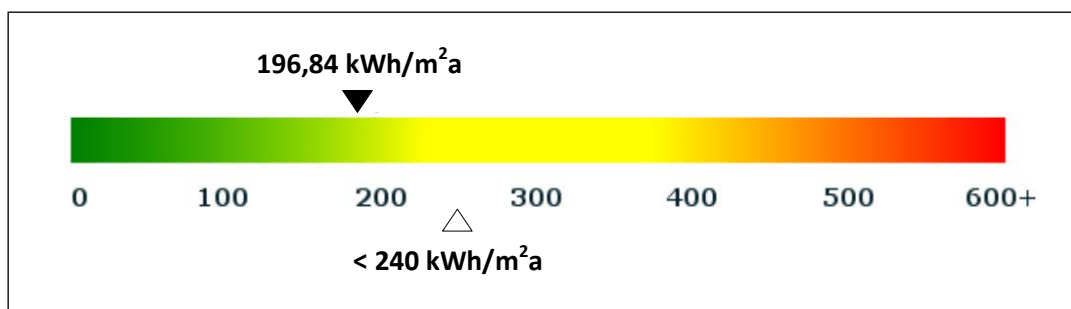
Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom (EZ-1) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje razred v katerega se posamezna stavba uvršča.

0.4.1 Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov

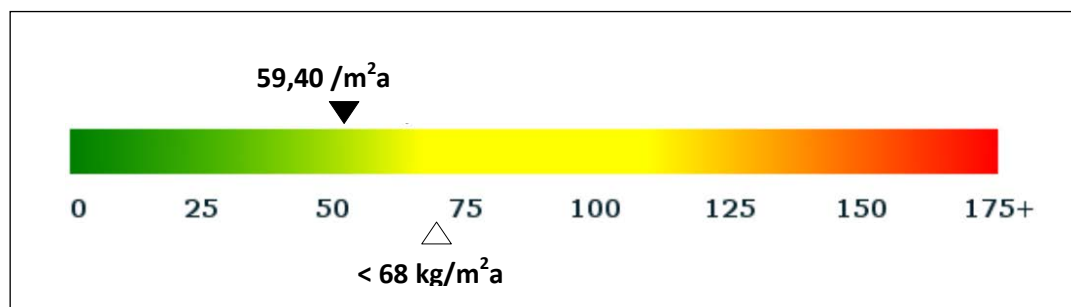
S črno puščico je označeno trenutno stanje stavbe, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi



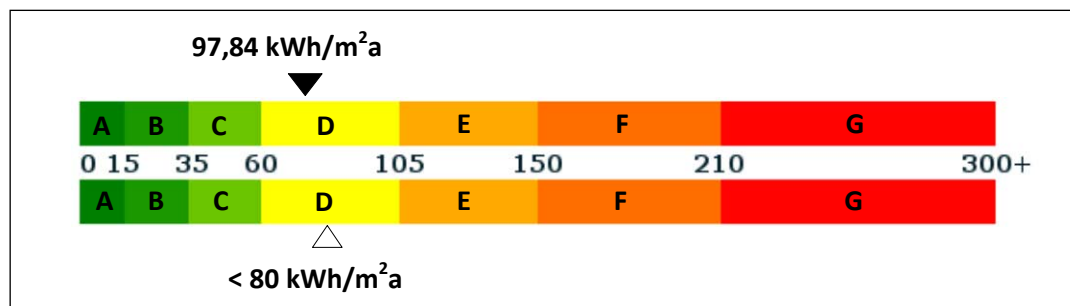
Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi



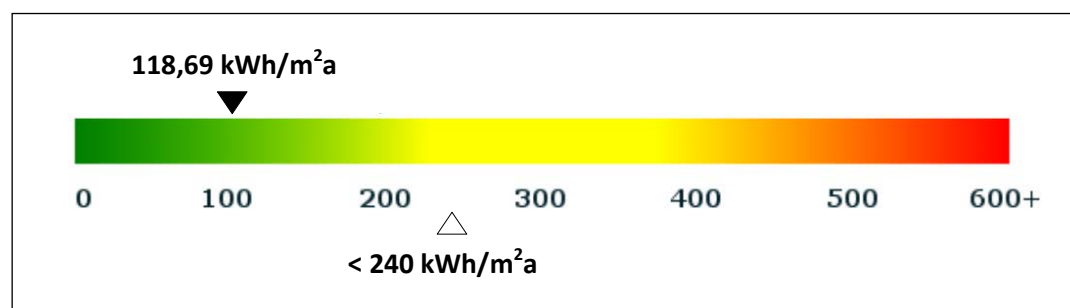
Slika 3: Emisije CO₂ pred predlaganimi ukrepi

0.4.2 Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov

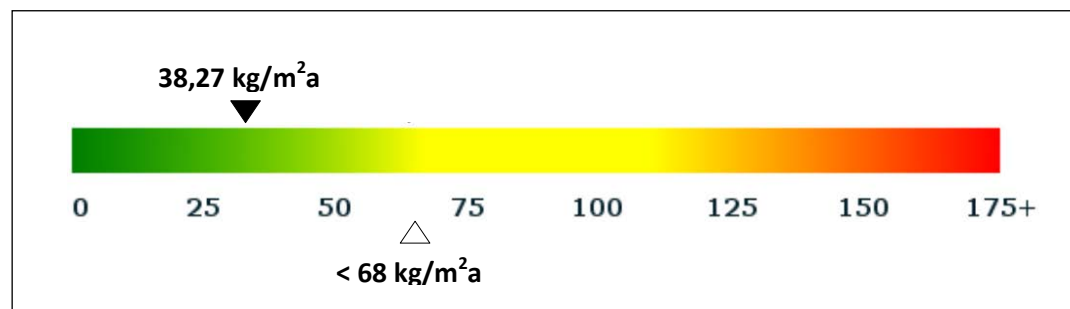
S črno puščico je označeno predvideno stanje stavbe po izvedenih predlaganih ukrepih, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 4: Poraba toplotne energije po izvedbi predlaganih ukrepov



Slika 5: Dovedena energija za delovanje stavbe po izvedbi predlaganih ukrepov



Slika 6: Emisije CO₂ po izvedbi predlaganih ukrepov

0.5 Napotki za izvedbo ukrepov

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

0.5.1 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.

0.5.2 Investicijski ukrepi

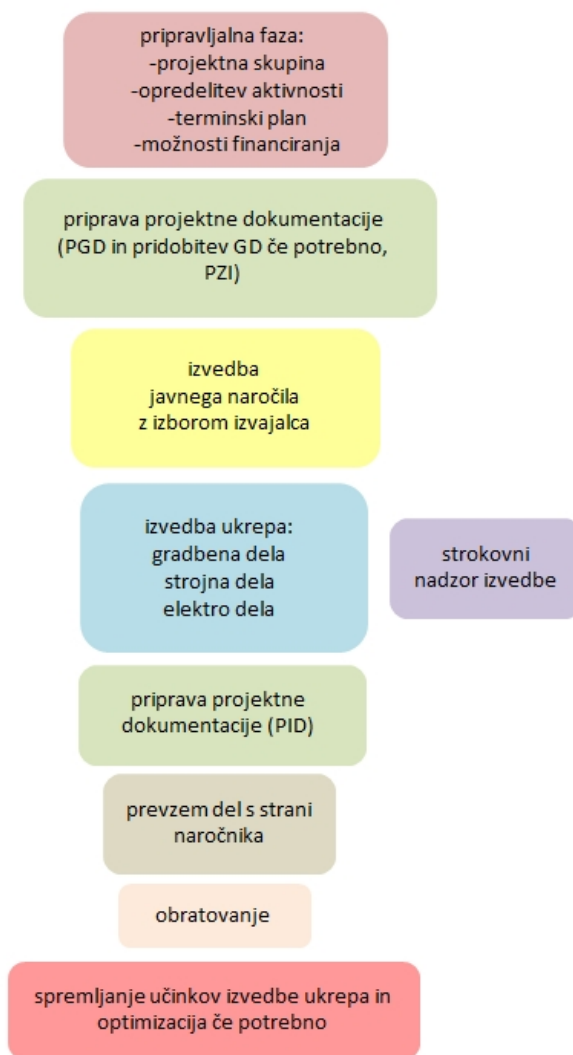
Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na stroške potrebe za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko le-te delimo na:

- 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
- vzpostavitev energetskega upravljanja objekta ter implementacija merilne opreme (v potrebnem obsegu) s pripadajočo krmilno-komunikacijsko tehnologijo, za spremljanje obratovanja in rabe energije.

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

Za lažje razumevanje, kako pristopiti k izvajanju investicijskega ukrepa, so v spodnji sliki prikazani načelni koraki izvedbe ukrepa.



Slika 7: Postopek izvedbe posameznih ukrepov

0.6 Možni viri financiranja

Za vsak projekt je pred izvajanjem treba pregledati možnosti za pridobitev nepovratnih sredstev prek različnih razpisov v Republiki Sloveniji, možnosti črpanja sredstev iz evropskih skladov, ugodnega kreditiranja (EKO Sklad) ter ostalih potencialnih virov financiranja (ESCO model pogodbenišтва, javno-zasebno partnerstvo, ipd).

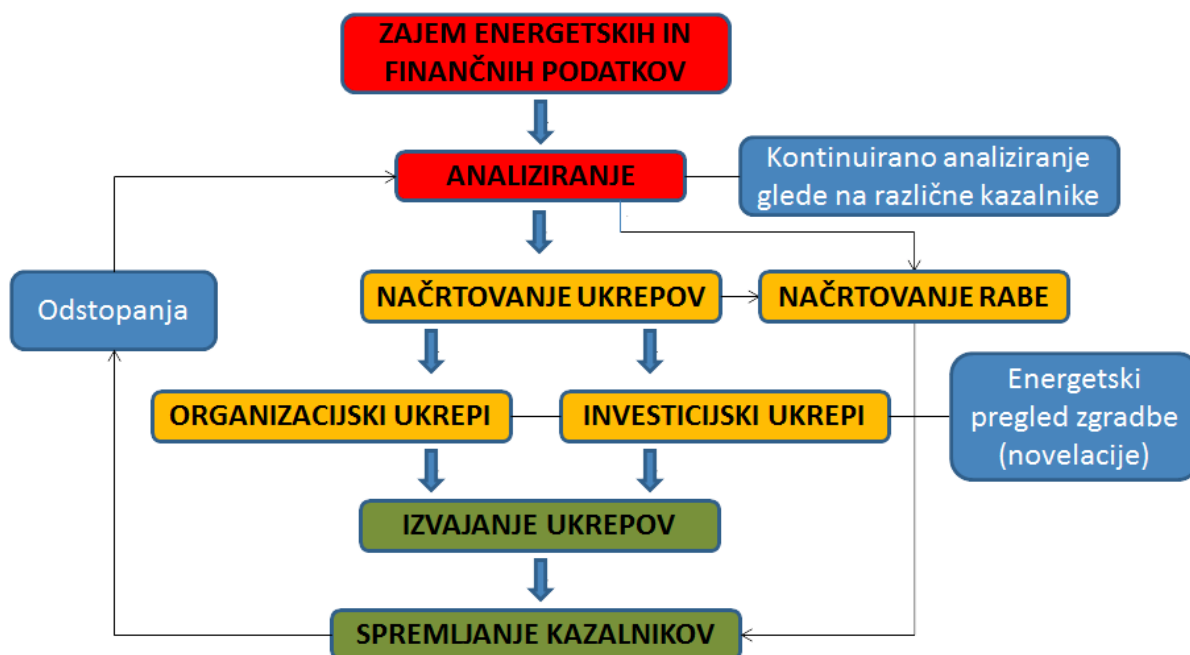
Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020 je strateški izvedbeni dokument, ki bo podlaga za črpanje 3,2 milijarde evrov razpoložljivih sredstev iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR), Evropskega socialnega sklada (ESS) in Kohezijskega sklada (KS) v obdobju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

- podpora energetski 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 energetsko sanacijo stavb, ki predstavlja velik potencial za zmanjšanje rabe energije.

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Energetski pregled vsebuje pregled, poročilo in analizo energetskih tokov v obravnavani stavbi s ciljem razumevanja dinamike energetskega sistema stavbe. Izvaja se z namenom iskanja priložnosti za zmanjševanje potrebnih energijskih vložkov v sistem ob ohranjanju oziroma izboljšanju energetskih storitev. Opredeli se prioritete glede izboljšanja energetske učinkovitosti, po vrstnem redu od najnižjih do najvišjih stroškov za enoto prihranka energije oziroma stroška za energetske storitve.



Slika 8: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije

Za boljši pregled nad stanjem oskrbe in rabe energije v stavbah je potrebna celovita analiza energetskega stanja in upravljanja z energijo, ki zajema:

- analizo rabe energije po posameznih energentih,
- pregled stanja stavbe in glavnih porabnikov energije,
- analizo organiziranosti upravljanja z energijo,
- način uporabe stavbe, bivalno ugodje,
- analizo toplotnih tokov v stavbi.

Za oceno dejanskega energetskega stanja objekta je potrebno:

- izvesti ogled stavbe in ugotoviti trenutno stanje stavbe,
- izvesti pregled letne rabe energije v stavbi za vsaj triletno obdobje,
- izvesti pregled stroškov za energijo za vsaj triletno obdobje ter
- izdelati elaborat gradbene fizike.

Na podlagi celovite analize je mogoče za obravnavano stavbo doseči osnovne cilje:

- pregled nad vso rabo in stroški za energijo,
- energijsko varčevalne potenciale,
- manjše obremenjevanje okolja,
- seznam investicij v ukrepe URE,
- preudaren in celovit pristop k izvedbi ukrepom na področju URE,
- osveščanje uporabnikov stavbe o ukrepih URE.

Velika večina stavb, predvsem starejših, ima velik potencial za zmanjšanje rabe toplotne in električne energije ter vode.

Že s preprostimi ukrepi, učinkovitejšo organizacijo dela in primerno ozaveščenostjo uporabnikov stavbe lahko brez večjih investicij dosežemo do 5 % nižjo porabo energije. Z ustreznimi tehnično investicijskimi ukrepi pa lahko rabo energije zmanjšamo tudi do 50 %.

Z energetskim pregledom se določi energetsko neučinkovita mesta in nakaže možnosti za njihovo prenovo. Služil bo lahko tudi kot podlaga morebitnim pogodbam o izvajanju ukrepov učinkovite rabe energije z implementacijo določenih sodobnih tehnologij ali pogodbene dobave energije s strani tretje osebe.

Energetski pregled je izdelan v skladu s Pravilnikom o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. l. RS, št. 41/16), metodologijo izvedbe energetskega pregleda (Ministrstvo za okolje in prostor, april 2007), Navodili za delo posredniških organov in upravičencev pri ukrepu energetske prenove stavb javnega sektorja (Ministrstvo za infrastrukturo, junij 2016) in Navodili in tehničnimi usmeritvami za energetsko prenovo javnih stavb (Ministrstvo za infrastrukturo, april 2016).

Podatki o energentih – dobaviteljih, porabi in stroških – so bili pridobljeni na podlagi računov izstavljenih s strani dobaviteljev energentov iz energetskega knjigovodstva. Ostali podatki, ki se vezani na samo delovanje in stanje stavbe, so bili pridobljeni z ogledi in razgovori. Podatki o objektu in tehničnih karakteristikah vgrajenih sistemov so bili pridobljeni s pomočjo načrtov arhitekture in prezračevanja.

2 UVOD

2.1 Opis dejavnosti v stavbi

Osnovni podatki o stavbi:

| | |
|-------------------|---|
| naziv | OŠ Vodmat |
| naslov | Potrčeva ulica 1 , 1000 Ljubljana |
| telefon | 01-5203850 |
| e-pošta | ravnatelj.osvodmat@guest.arnes.si |
| številka stavbe | 239 |
| katastrska občina | 1726 Šentpeter |
| parcelna številka | 92/1 |
| leto zgraditve | 1964 |
| koordinati stavbe | GKY: 463636 GKX: 101428 |
| uporabnikov | 445 |
| obratovalne ure | ponedeljek – petek: 7:30 – 15.30 ostalo po urniku (telovadnica, interesne dejavnosti) |



Objekt je javni vzgojno–izobraževalni zavod, ki izvaja javno veljavni program. Ustanoviteljica zavoda je Mestna občina Ljubljana. V stavbi se izvaja dejavnost osnovnošolskega izobraževanja.

Glede na Uredbo o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena, se objekt klasificira kot stavba za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (CC-SI 12630).

2.2 Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki

2.2.1 Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnosti stavb

Stavba ima 6 etaž. V objektu so koptlovnica, razredi, sanitarije, prostori za zaposlene, telovadnica in ostali pomožni prostori.



Slika 9: Ortofoto posnetek stavbe

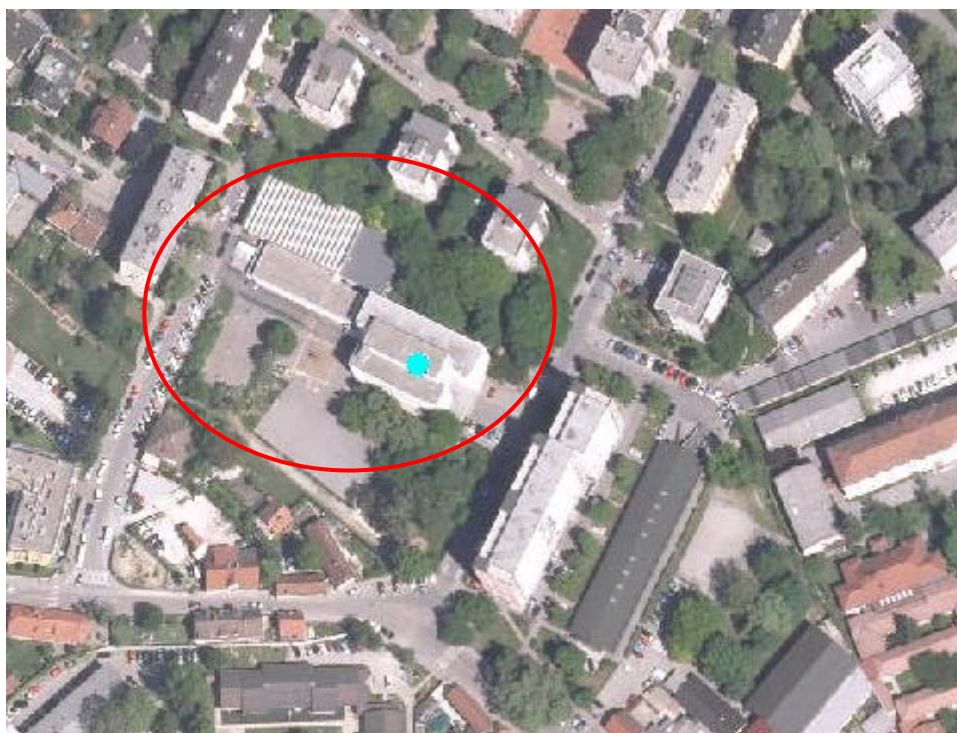
2.2.2 Relevantni pogoji za izvedbo investicijskih ukrepov

V okviru razširjenega energetskega pregleda je treba upoštevati vse relevantne pogoje, ki bi lahko vplivali na zasnovo in izvedbo investicijskih ukrepov, varovana območja in zahteve povezane z varstvom le-teh (kulturna dediščina, narava,...).

Obravnavana stavba spada v območje – naselbinska dediščina, kar prikazuje naslednja slika.



Slika 10: Kulturna dediščina – naselbinska dediščina (vir: Register nepremične kulturne dediščine)



Slika 11: Varovana območja narave (vir: Atlas okolja)

Iz vidika varovanja naravne dediščine, prenova objekta ni problematična.

2.2.3 Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi

Preglednica 6: Tlorisne dimenzije stavbe

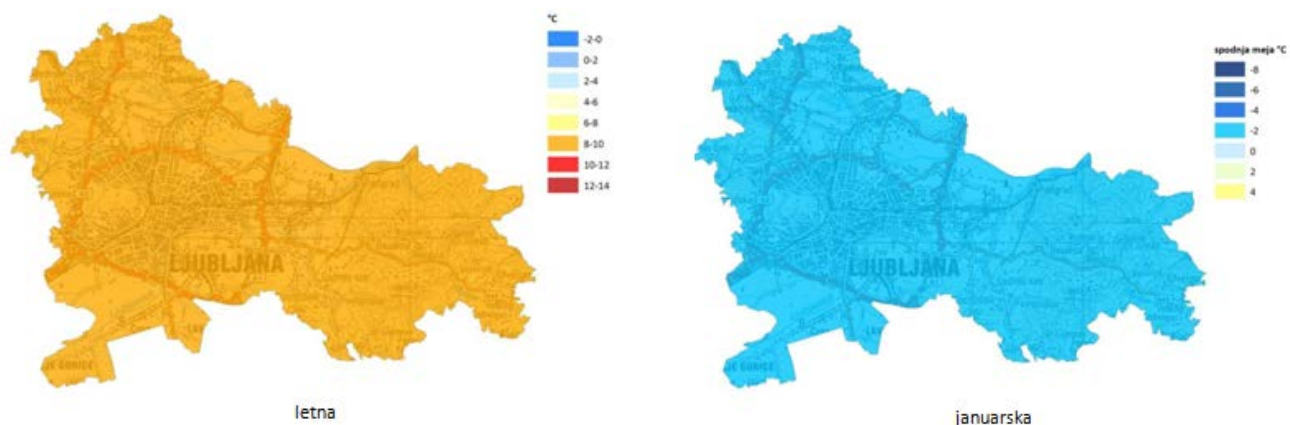
| | |
|--|---|
| število etaž | 6 |
| višina nadstropja | 3,75 m |
| najvišja višina objekta (obstoječe) | 20,1 m |
| tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem | 2.314 m ² |
| kvadratura neto | 3.611 m ² |
| prostornina bruto | 24.356 m ² |
| prostornina neto | 19.485 m ² |
| površina toplotnega ovoja | 8.289 m ² |
| površina fasade | 2.450 m ² |
| površina strehe – tloris (bruto) | 2.234 m ² |
| površina strehe | 2.234 m ² |
| površina zunanjega stavbnega pohištva | 1.291,6 m ² |
| konstrukcija | Armiranobetonska konstrukcija; zidovi so iz mrežaste in votle opeke., obojestransko zaključeni z apnenim slojem. Streha je ravna, AB izvedbe in pokrita z hidroizolacijskim slojem. |
| debelina sten | 40 cm - velika telovadnica, 50 cm - preostali del |
| debelina izolacije | Mala telovadnica ima nameščeno toplotno izolacijo debeline 15 cm, velika telovadnica 5 cm EPS izolacije, preostali del objekta pa 5 cm EPS toplotne izolacije. |
| stavbno pohištvo | Telovadnica je zastekljena s kopelitnimi stekli. Preostala okna so novejšega datuma, PVC, enojenga tipa, termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,4 W/m ² K. Vrata so iz PVC in imajo toplotno prehodnost 1,25 W/m ² K. |

2.3 Klimatski podatki za lokacijo stavbe

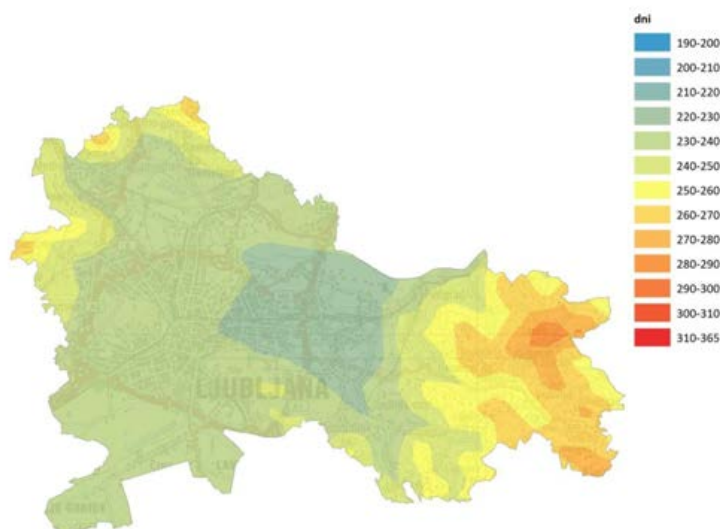
V spodnji preglednici so navedeni osnovni klimatski podatki za lokacijo objekta.

Preglednica 7: Osnovni klimatski podatki

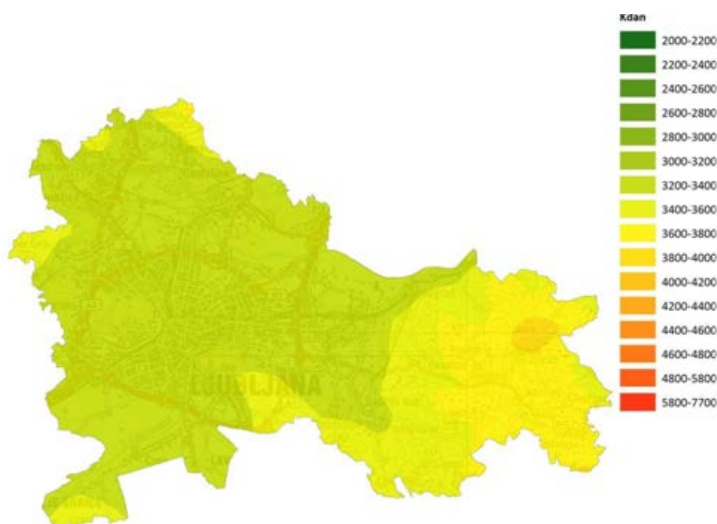
| | |
|---|-----------|
| število ogrevalnih dni | 230 |
| temperaturni primanjkljaj | 3300 Kdan |
| projektna temperatura | -13 °C |
| povprečna letna temperatura zunanjega zraka | 9,7 °C |



Slika 12: Povprečna temperatura zraka 1971 – 2000 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS)



Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS)



Slika 14: Povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS)

Vremenske razmere, predvsem temperatura zraka, pomembno vplivajo na energijo, ki se rabi 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.

V klimatskem pogledu spada obravnavano območje v zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije.

Na obravnavanem območju znaša povprečna letna temperatura zraka od 8 do 10°C, januarska temperatura pa -2 °C. Ogrevalna sezona je v povprečju dolga med 220 in 230 dnevi. Povprečni temperaturni primanjkljaj (za obdobje med letoma 1971 in 2000) znaša med 3000 in 3200 Kdan.

2.4 Skupna poraba energije in stroški

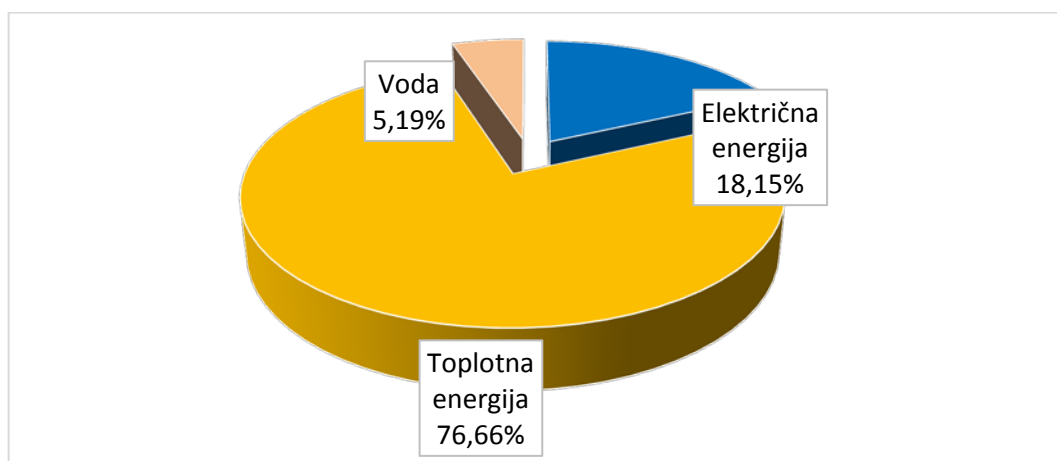
2.4.1 Poraba energentov v letu 2015

Za obratovanje OŠ Vodmat se je v letu 2015 porabilo 85.292 kWh električne energije, poleg tega se je za ogrevanje stavbe porabilo 625.570 kWh toplotne energije (energent daljinsko ogrevanje - DO). V objektu je bilo leta 2015 porabljeno 1.915 m³ vode.

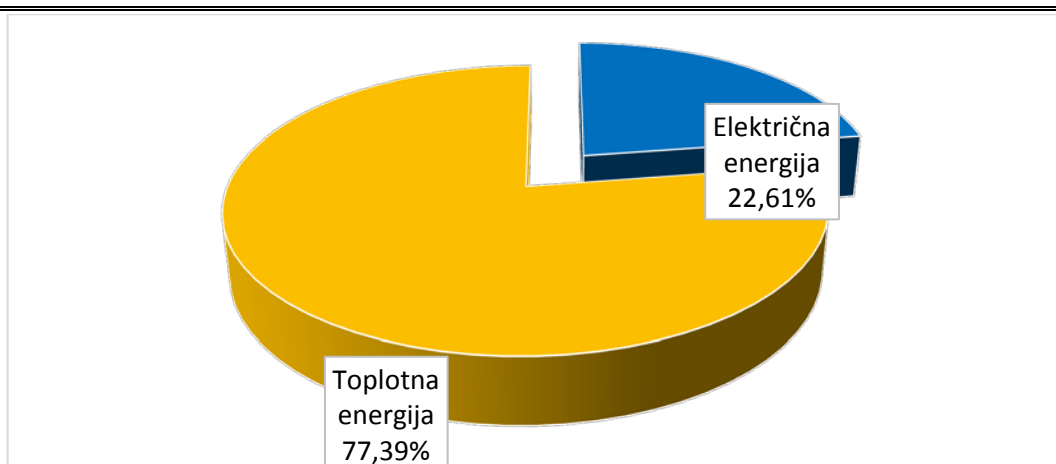
Letni strošek za energijo in vodo je v letu 2015 znašal 58.660 € (brez DDV). Delež stroška za toplotno energijo znaša 68,46 %, za električno energijo 24,79 % in za vodo 6,74 %.

Preglednica 8: Poraba energentov, stroški in emisije CO₂ v letu 2015

| | Poraba | Enota | Delež [%] | Strošek [€] | Delež [%] | CO ₂ [kg] | CO ₂ [%] | €/MWh |
|---------------------|--------------------------|------------------------------|-----------|---------------|-----------|----------------------|---------------------|--------|
| Električna energija | 152.857 | kWh | 16,16 | 21.315 | 24,79 | 85.141 | 16,16 | 139,44 |
| Toplotna energija | 793.040 | kWh | 83,84 | 58.860 | 68,46 | 441.723 | 83,84 | 74,22 |
| Voda | 4.239 | m ³ | | 5.798 | 6,74 | | | |
| SKUPAJ | 710.862 1.915 | kWh m³ | | 58.660 | | 210.156 | | |



Grafikon 2: Delež stroškov za energente v letu 2015

Grafikon 3: Delež emisij CO₂ za leto 2015

Pri pregledu porabe je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik. V preglednici so prikazane tudi emisije CO₂, ki so nastale v letu 2015. V stavbi se uporablja daljinsko ogrevanje, katerega emisijski faktor znaša 0,26 kg CO₂/kWh. Za električno energijo znaša nacionalni emisijski faktor 0,557 kg CO₂/kWh. Skupna emisija CO₂ zaradi porabljene energije je v letu 2015 znašala 210,156 ton. Delež električne energije glede na emitirani CO₂ je 22,61 %, delež toplotne energije je 77,39 %.

2.4.2 Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2012 - 2015

V spodnji preglednici je za leta 2012 do 2015 prikazana raba električne energije, toplotne energije in vode. Za omenjeno referenčno obdobje so preračunane vrednosti povprečne porabe.

Preglednica 9: Poraba energentov v letih 2012 – 2015

| | Električna energija [kWh] | Toplotna energija [kWh] | Voda [m ³] | Skupaj [kWh] |
|-----------|---------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| 2012 | 82.136 | 608.760 | 2.230 | 690.896 |
| 2013 | 84.356 | 573.060 | 2.247 | 657.416 |
| 2014 | 85.743 | 363.650 | 1.941 | 449.393 |
| 2015 | 85.292 | 625.570 | 1.915 | 710.862 |
| Povprečje | 84.382 | 542.760 | 2.083 | 627.142 |

Toplotno energijo, ki se porablja v objektu, se pripravlja v objektu preko daljinskega sistema ogrevanja. Daljinsko ogrevanje se uporablja za ogrevanje objekta in pripravo tople sanitarne vode.

V spodnji preglednici so podane izračunane vrednosti specifične rabe toplotne in električne energije, glede na površino objekta. Glede na režim uporabe objekta, je bila ocenjena količina toplotne energije, ki se v enem letu porabi za pripravo tople sanitarne vode in znaša 24.300 kWh.

Preglednica 10: Specifična raba energentov glede na površino

| LETO | Električna energija (kWh/m ²) | Toplotna energija (kWh/m ²) | Ogrevanje (kWh/m ²) | Skupaj (kWh/m ²) |
|-----------|---|---|---------------------------------|------------------------------|
| 2012 | 22,75 | 168,58 | 161,86 | 191,33 |
| 2013 | 23,36 | 158,70 | 151,97 | 182,06 |
| 2014 | 23,74 | 100,71 | 93,98 | 124,45 |
| 2015 | 23,62 | 173,24 | 166,51 | 196,86 |
| Povprečje | 23,37 | 150,31 | 143,58 | 173,68 |

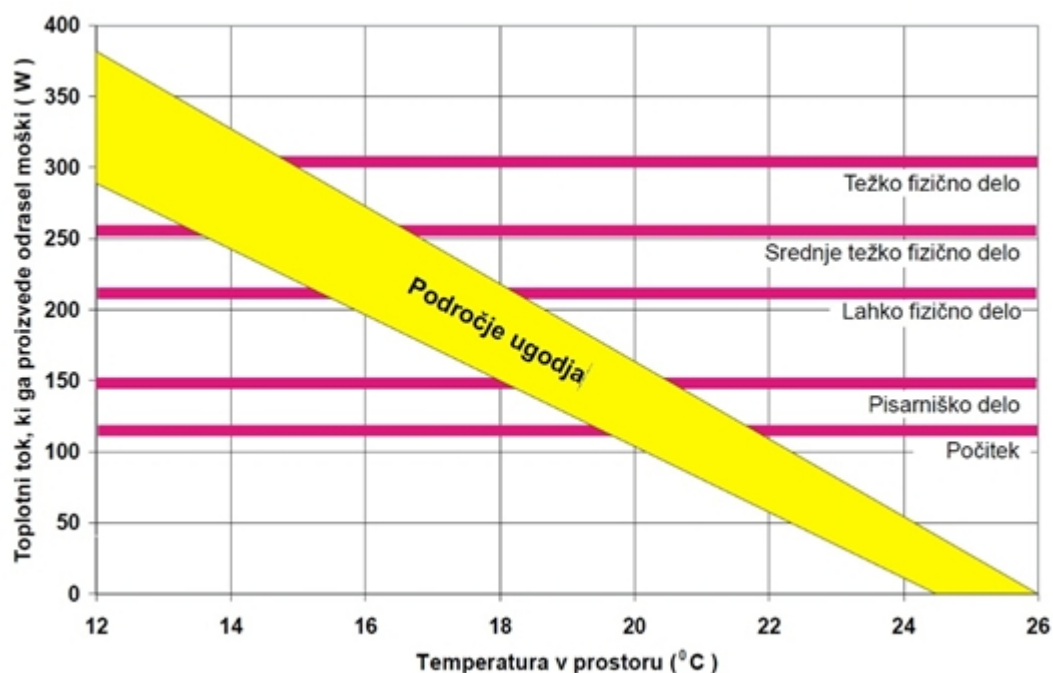
2.5 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

Človek je homeotermen oziroma toplokrven organizem, za katerega je značilna sposobnost vzdrževanja telesne temperature, neodvisno od pogojev v okolju. Za vzdrževanje konstantne telesne temperature je zadolžen termoregulacijski mehanizem, katerega napor oziroma aktivnost vpliva na stanje toplotnega ugodja posameznika.

Toplotno ugodje je »stanje duha, pri katerem je izraženo zadovoljstvo s toplotnim okoljem«. Iz definicije je jasno razvidno, da je ocena ugodja miselni proces, na katerega vplivajo fizični, fiziološki, psihološki in drugi procesi.

Toplotno ugodje človeka dosežemo s toplotnim ravnovesjem med človekovim telesom in njegovim okoljem in je določeno kot stanje v prostoru, ko za večino uporabnikov ni prehladno in ne prevroče. Toplotno ugodje lahko dosežemo z zagotovitvijo toplotne bilance človeka in ustrezne trenutne kombinacije temperature kože in temperature jedra telesa (kombinacija temperatur, ki vzbuja občutek toplotne nevtralnosti). Na toplotno stanje prostora ne vplivamo samo s temperaturo zraka, ampak tudi s temperaturo obodnih površin, gibanjem zraka, relativno vlažnostjo, človek sam lahko na lastno toplotno ugodje vpliva z aktivnostjo in oblečenostjo.

Zadovoljivi bivalni pogoji v prostoru so, kadar je relativna vlažnost med 40 do 70% in temperatura zraka med 19 in 24 °C.



Slika 15: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost

3 SHEMA UPRAVLJANJA S STAVBO

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

Naročnik energetskega pregleda: Mestna občina Ljubljana

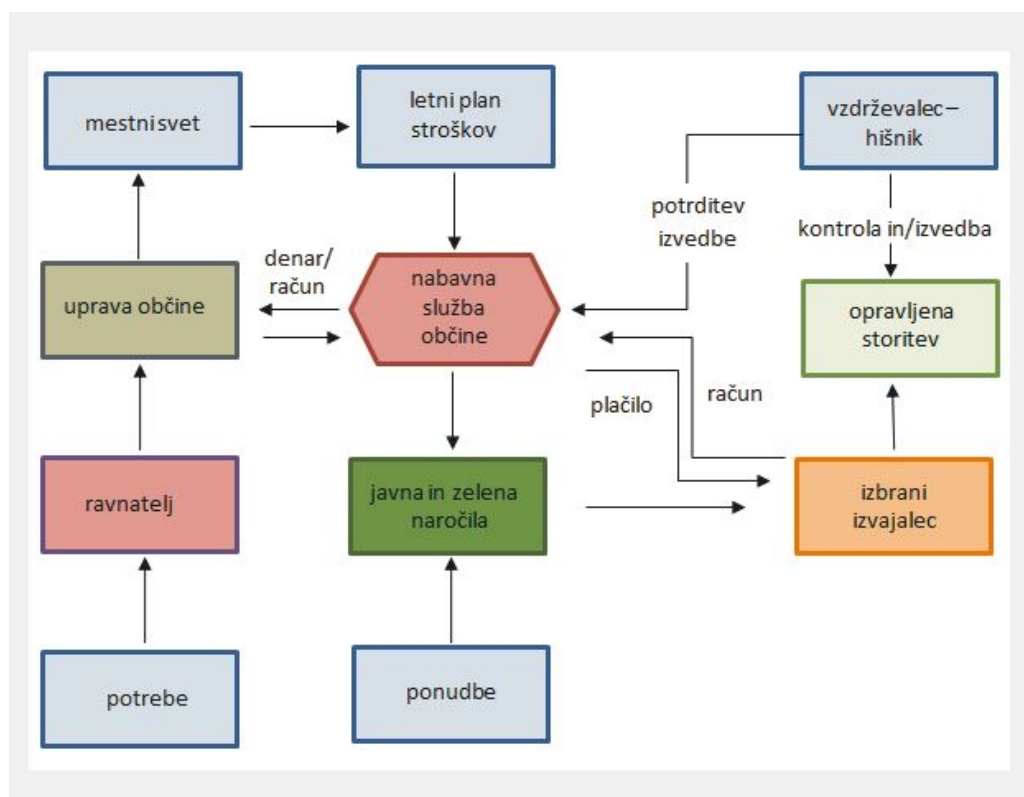
Lastnik stavbe: Mestna občina Ljubljana

Uporabnik in upravnik stavbe: OŠ Vodmat

Najemniki: /

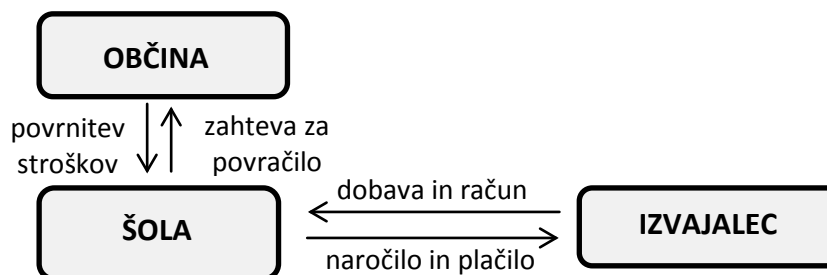
3.2 Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

Postopek naročanja in izvedba storitev na področju obratovalnih stroškov je prikazan na spodnji sliki.



Slika 16: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju obratovalnih stroškov

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



Slika 17: Shema investicij

Investicije in investicijske stroške krije občina, saj gre za občinske nepremičnine. Za investicijske projekte potrebujejo soglasje lastnika. Z lastnikom se tudi dogovarjajo o vzdrževalnih delih. Za manjše posege se odločajo sami.

3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški

Mestna občina Ljubljana vodi energetske knjigovodstvo in evidenco o stroških.

3.5 Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih

Glavna motivacija za ukrepe s področja URE je zmanjšanje stroškov rabe energentov. Poleg stroškovnih vidikov so dodatni motivatorji iz vidika okoljskega ozaveščanja, saj se z zmanjšanjem rabe energije in uvedbo ukrepov iz področja obnovljivih virov energije zmanjša onesnaževanje okolja s toplogrednimi plini.

3.6 Raven promoviranja URE

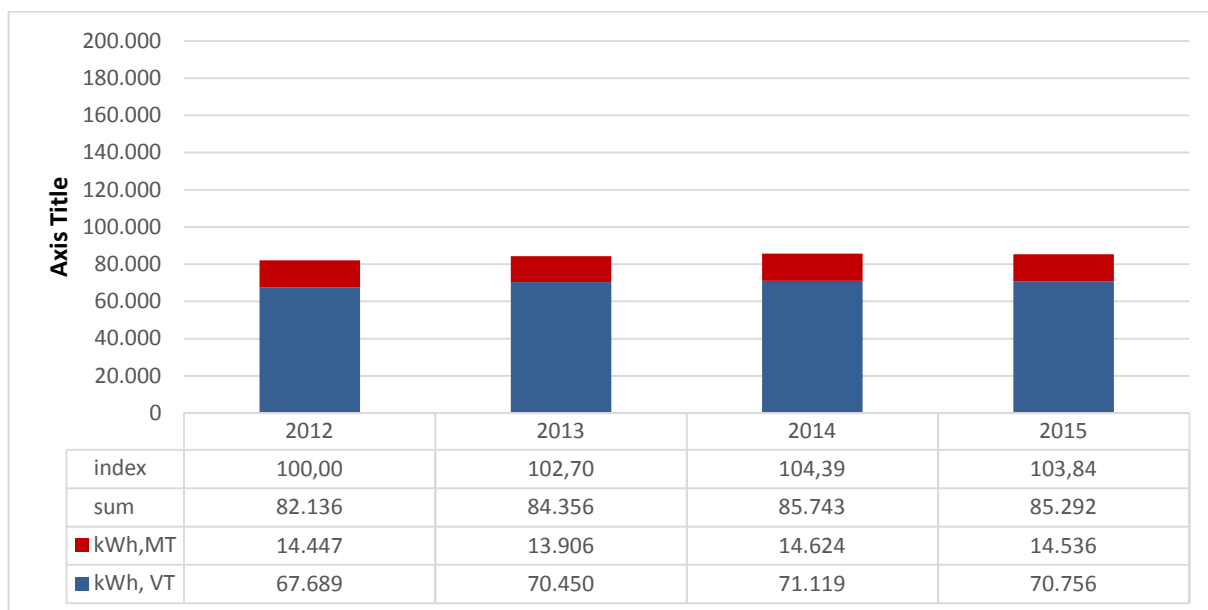
Trenutno v stavbi ni načrtne promocije ukrepov URE in OVE.

4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

4.1 Električna energija

4.1.1 Poraba električne energije

Iz primerjave električne energije po letih za obdobje 2012-2015 je razvidno, da je poraba v vseh opazovanih letih konstantna.

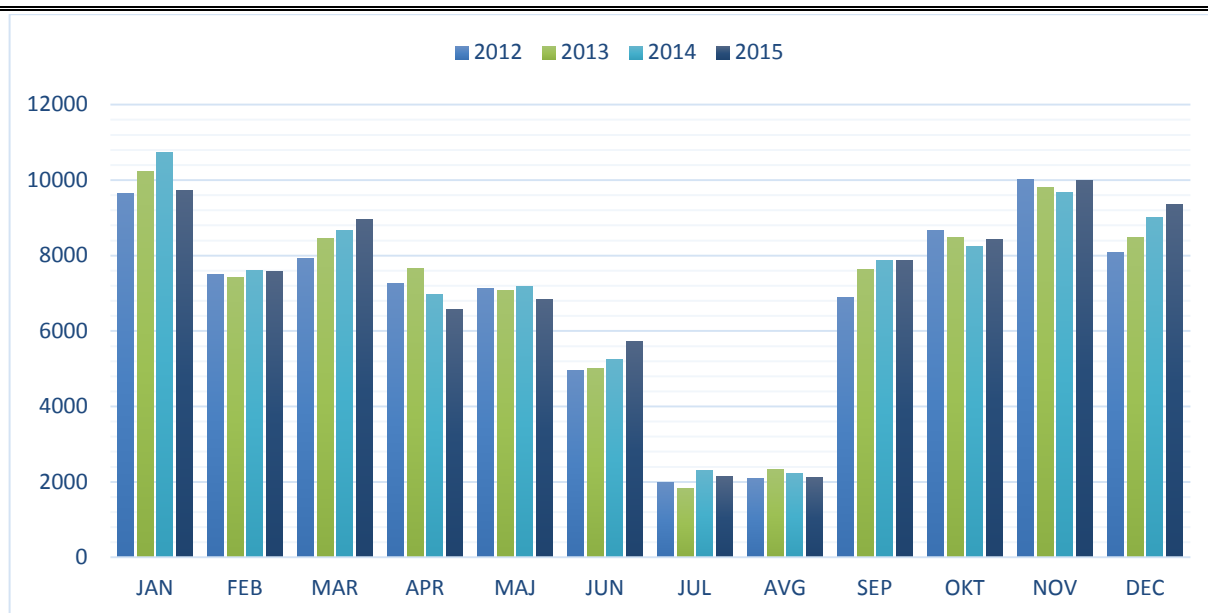


Grafikon 4: Poraba električne energije v obdobju 2012 – 2015

Preglednica 11: Razmerje med VT in MT

| Razmerje VT/MT | | | VT/MT |
|----------------|----------|----------|-------|
| leto | delež VT | delež MT | |
| 2012 | 82% | 18% | 4,69 |
| 2013 | 84% | 16% | 5,07 |
| 2014 | 83% | 17% | 4,86 |
| 2015 | 83% | 17% | 4,87 |

Gornja tabela izkazuje ugodno razmerje med porabo VT in MT, kar pomeni da bi bilo smiselno preiti na enotarifni sistem plačevanja električne energije.



Grafikon 5: Poraba električne energije po mesecih

Iz mesečne poraba je viden vzorec znižanja porabe električne energije v poletnih mesecih in zvišanja porabe v zimskih mesecih. Trend porabe je, glede na poletne počitnice, pričakovan. Iz grafa izhaja podobna raba električne energije po posameznih letih oziroma mesecih. V poletnih mesecih je raba energije v zadnjih letih podobna, opaziti pa je povišanje v zimskih mesecih. Razlogi niso ugotovljeni saj so lahko posledica večje zasedenosti objekta ipd. Predlaga se redno spremljanje energetskega knjigovodstva oziroma uvedba sistema energetskega upravljanja.

4.1.2 Cena električne energije

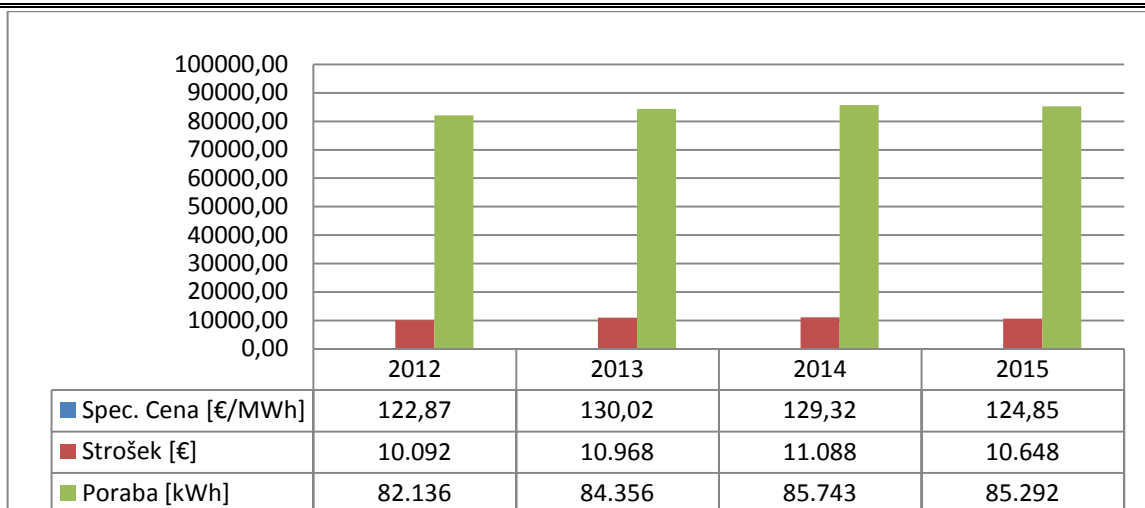
Stavba ima v okviru stavb Mestne občine Ljubljana sklenjeno pogodbo o dobavi električne energije s podjetjem

HEP – energija d.o.o. Pogodba je bila sklenjena za obdobje od 1.7.2015 do 30.6.2018.

Cena dobavljene električne energije je obračunana po naslednjih cenah (vse cene so brez DDV):

- energija VT 0,05105 €/kWh,
- energija MT 0,03150 €/kWh,
- energija ET 0,04300 €/kWh.

Spodnji grafikon prikazuje spreminjanje specifične cene električne energije po letih za obdobje od 2013 do 2015. Specifična cena električne energije je v referenčnem obdobju padla.



Grafikon 6: Specifična cena električne energije po posameznih letih

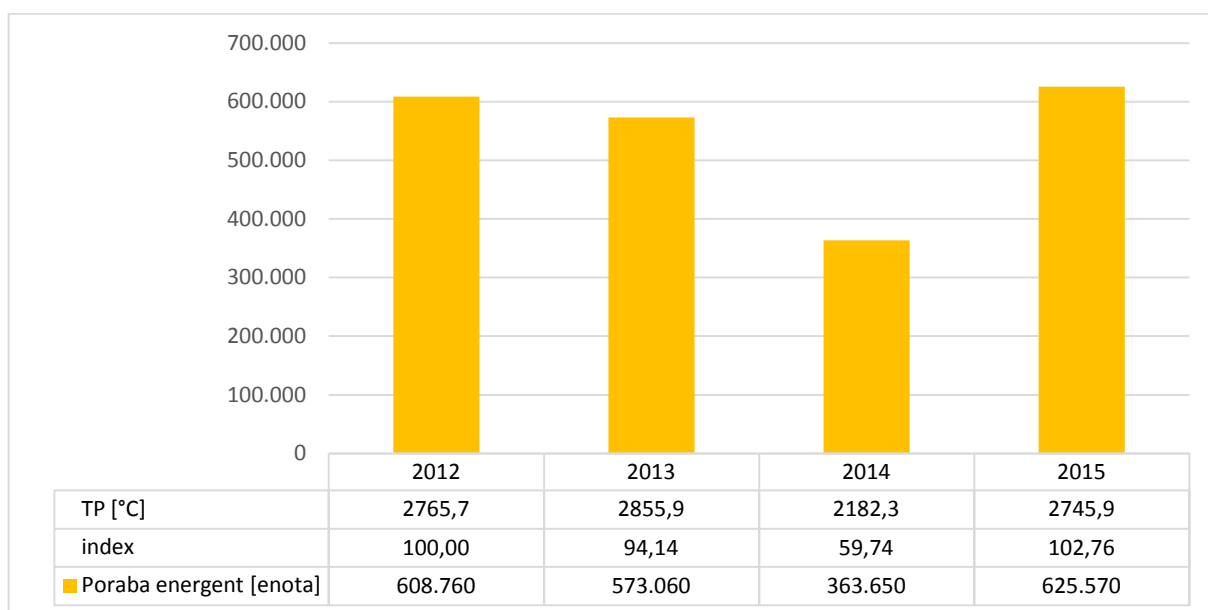
Zgornji grafikon prikazuje spreminjanje cene specifične električne energije po letih za obdobje 2012 do 2015. Najvišja vrednost specifične cene električne energije je bila v letu 2013, najnižja v letu 2012.

Glede na ugodnejše pogoje iz nove pogodbe o dobavi električne energije, je pričakovano, da se bo specifični strošek električne energije do konca pogodbe z dobaviteljem ostal na nivoju leta 2015, seveda ob normalni porabi.

4.2 Toplotna energija

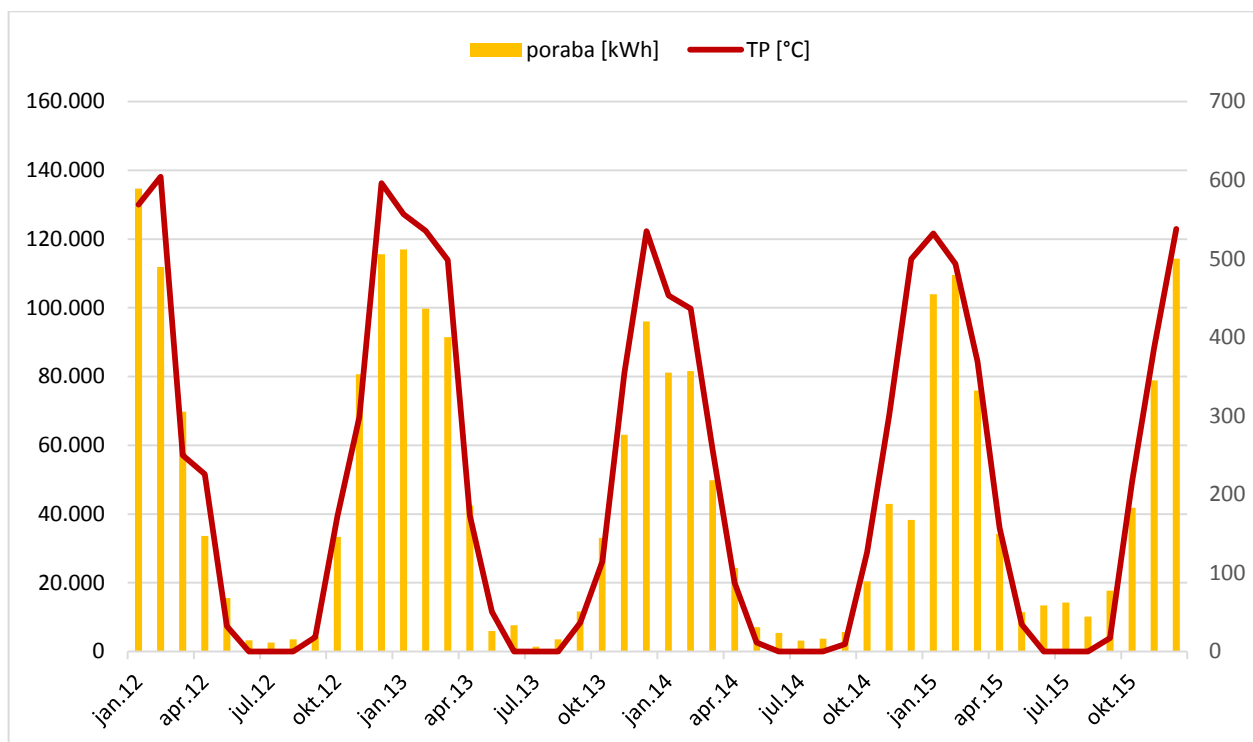
4.2.1 Poraba toplotne energije

Stavba OŠ Vodmat se ogreva preko sistema daljinskega ogrevanja. Daljinsko ogrevanje se uporablja tudi za pripravo tople sanitarne vode. V spodnjem grafikonu so podane količine zemeljskega plina, ki so bile v objektu porabljene v preteklih letih. Najnižja poraba je bila v letu 2014, kar je posledica posledica manjšega temperaturnega primanjkljaja. V preglednici pod grafom so zapisane vrednosti celoletnega temperaturnega primanjkljaja, ki je pokazatelj potreb po ogrevanju.



Grafikon 7: Poraba toplote (DO) v obdobju 2012 - 2015

Iz grafikona, ki prikazuje rabo toplotne energije po mesecih je razviden trend porabe v hladnejšem delu leta. V toplejših mesecih (praviloma maj – september) se objekt ne ogreva, saj ni potrebe po ogrevanju. V grafikon je vrisana tudi krivulja poteka temperaturnega primanjkljaja, iz katerega je viden trend po potrebah toplotne energije.



Grafikon 8: Poraba toplotne energije za ogrevanje po mesecih

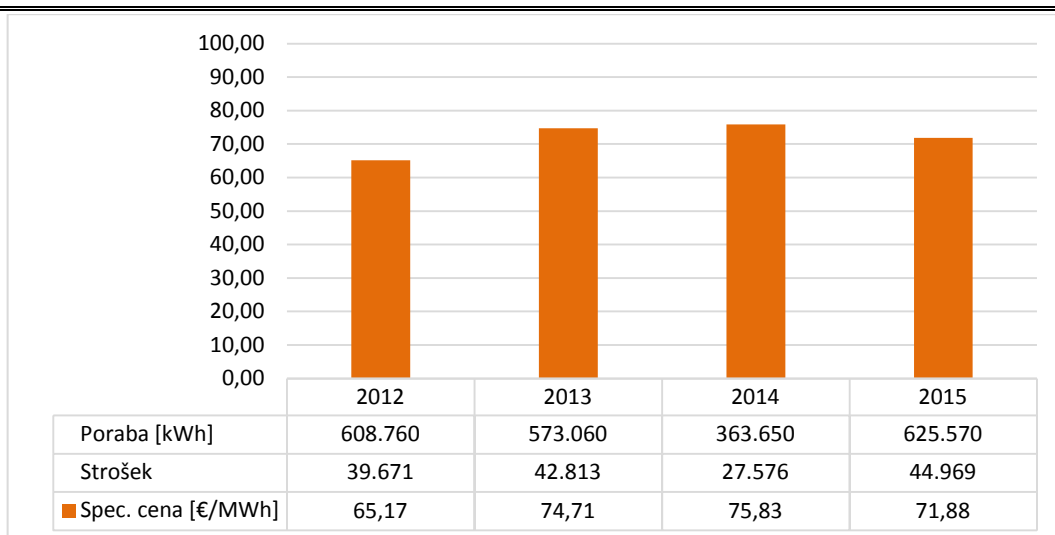
4.2.2 Cena toplotne energije

Za dobavo daljinske toplote je zadolženo podjetje Energetika Ljubljana d.o.o..

Strošek za porabo toplote se obračunava glede na postavke, ki so vezane na porabo in postavke, ki so vezane na priključno moč.

4.2.3 Specifična cena toplotne energije

V spodnjem diagramu je prikazana specifična cena toplotne energije po letih v obdobju 2012 – 2015. Specifična cena za daljinsko ogrevanje je izračunana glede na porabo v posameznem letu, kurilno vrednost energenta (1 kWh/kWh) in glede na strošek energenta. Iz grafikona je opazen rahel porast specifične cene toplotne energije v letu 2013 in 2014, v letu 2015 pa padec.



Grafikon 9: Specifična cena toplotne energije po letih

4.2.4 Normirana raba toplotne energije

Dejanska povprečna raba toplotne energije za ogrevanje objekta je osnovni podatek, na podlagi česar se ovrednoti ukrepe zmanjšanja rabe toplotne energije. Povprečno rabo se oceni glede na dolgoletno povprečje (minimalno 3 leta). Ocenjevanje povprečne rabe glede na referenčno obdobje 2012 – 2015 predstavlja težavo, saj leto 2014 močno odstopa od povprečja (razvidno glede na vrednosti temperaturnega primanjkljaja – preglednica spodaj). Za natančno določitev vpliva ukrepov je tako priporočljivo operirati z rabo, ki je normirana glede na temperaturni primanjkljaj v letu 2015 in povprečje zadnjih let. Normirana raba toplotne energije za ogrevanje znaša 626.015 kWh, če prištejemo še porabo energenta za potrebe priprave sanitarne tople vode, znaša skupna normirana poraba toplotne energije znaša 650.315 kWh.

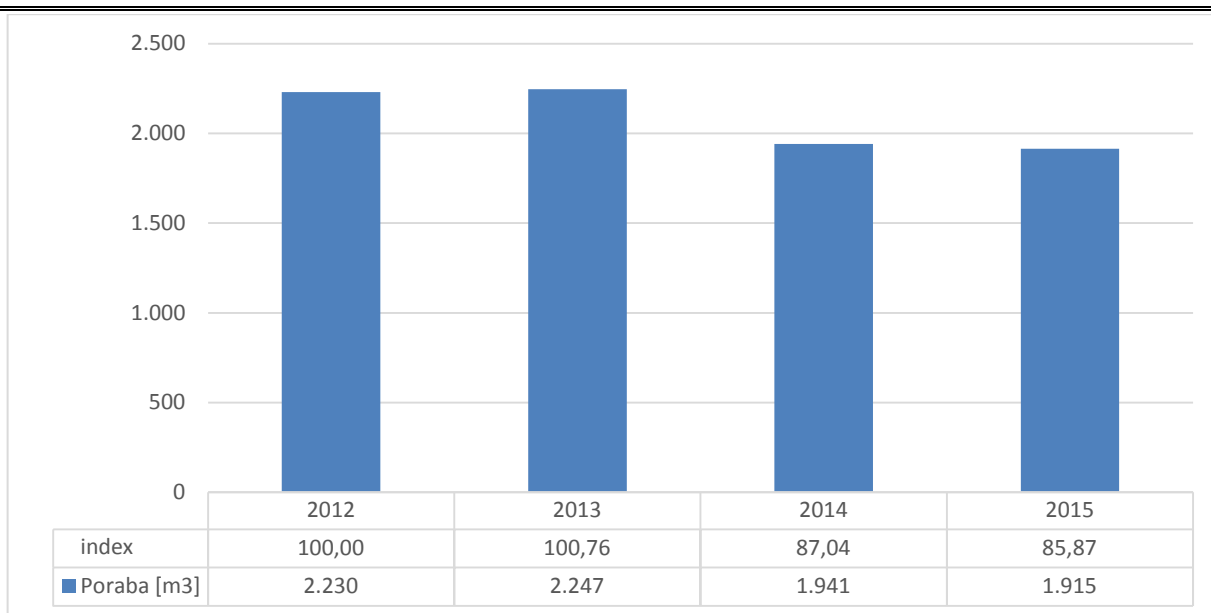
Preglednica 12: Temperaturni primanjkljaj v letih 2012 - 2015

| Leto | TP [°C dan] |
|-----------|-------------|
| 2012 | 2.766 |
| 2013 | 2.856 |
| 2014 | 2.182 |
| 2015 | 2.746 |
| Povprečje | 2.766 |

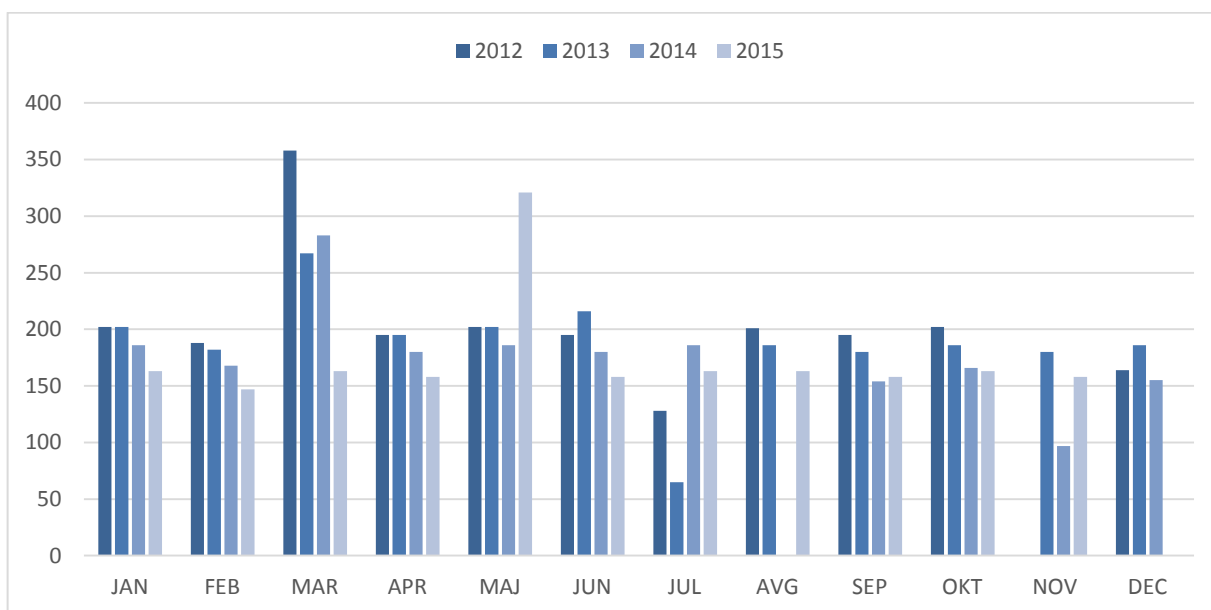
4.3 Voda

4.3.1 Poraba vode

Iz spodnjega grafikona je razvidno, da je poraba vode v obdobju 2012 do 2013 višja od porabe v letih 2014 in 2015. Vzroka za različno rabo vode v posameznih letih ni možno ugotoviti za nazaj saj nanjo vpliva veliko dejavnikov zato se predlaga redno spremljanje energetskega knjigovodstva.



Grafikon 10: Poraba vode v obdobju 2012 – 2015



Grafikon 11: Poraba vode po mesecih

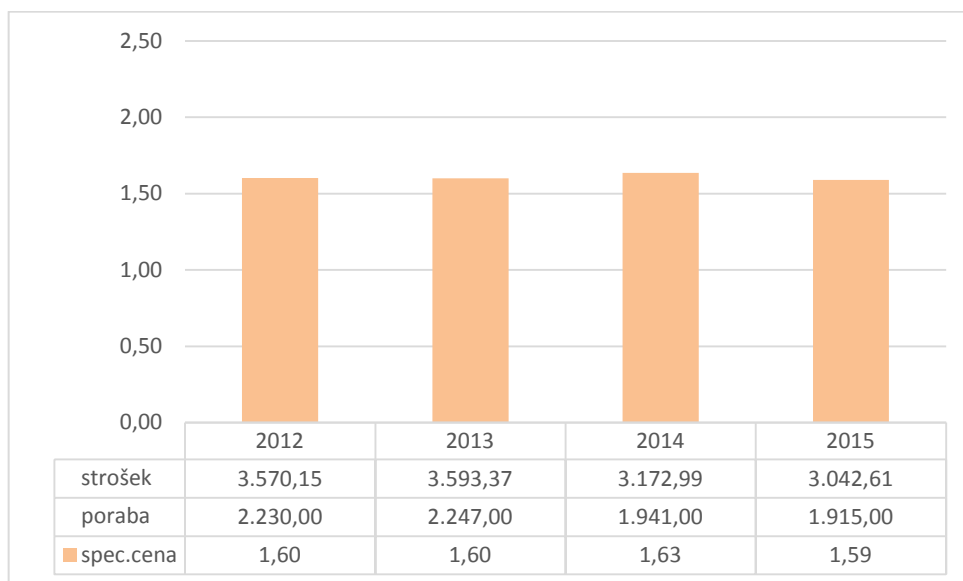
Iz zgornjega grafikona je razviden mesečni režim porabe vode v objektu – poraba vode se v poletnih mesecih (julij, avgust) ne zmanjšuje kar bi se sicer pričakovalo. V posameznih letih so razvidne visoke porabe vode še posebej v marcu 2012, 2013 in 2014 in maju 2015. Odstopanje je lahko posledica večje porabe, okvare ali pa gre za drug vzrok, ki ga je za nazaj težko ugotoviti. Predlaga se redno spremljanje energetskega knjigovodstva.

4.3.2 Cena vode

Strošek za vodo se obračunava glede na postavke, ki so vezane na porabo (vodarina, odvajanje odpadnih voda, čiščenje odpadnih voda, okoljske dajatve) in postavke, ki so vezane na omrežnino (omrežnina vodooskrba, omrežnina odvajanje, omrežnina čiščenje).

Na spodnjem grafikonu je prikazana cena specifične cene vode za obdobje 2012 – 2015. Najnižja specifična cena je bila leta 2015, najvišja je bila leta 2012. Specifična cena se je v obravnavanem obdobju spreminjala, kar je

posledica uskladitve cen na podlagi predpisov za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb.



Grafikon 12: Specifična cena vode po letih

4.4 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Za zanesljivost neprekinjene dobave posameznih energentov skrbijo podjetja:

- dobava električne energije – HEP – energija d.o.o.,
- distribucija električne energije – Elektro Ljubljana, javno podjetje za distribucijo električne energije d.d.,
- dobava daljinske toplote – Energetika Ljubljana d.o.o., Verovškova ulica 62, Ljubljana,

4.5 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

TOPLOTA:

Objekt se s toplotno energijo za ogrevanje oskrbuje preko sistema daljinskega ogrevanja, skupe nazivne moči 815 kW, toplotna postaja se nahaja v objektu. Daljinski sistem ogrevanja skrbi tudi za toplo sanitarno vodo. Za pripravo sanitarne tople vode je v kotlovnici vgrajen hranilnik, velikosti 1000 l. Oprema je redno servisirana in vzdrževana saj je to potrebno s stališča zanesljivosti delovanja.

ELEKTRO DEL:

Vsa oprema v razdelilnikih je vzdrževana in do izpadov energije zaradi dotrajanosti opreme ne prihaja. Celoten NN sistem razdelilnika je dobro vzdrževan. Razsvetljava po vrtcu je večinoma fluorescentna. Zanesljivost delovanja razsvetljave ne predstavlja večjih težav. Zanesljivost z oskrbo energije je zelo visoka.

5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

5.1 Ogrevalni sistem

V kotlovnici se nahaja toplotna podpostaja, ki se napaja preko sistema daljinskega ogrevanja. Priključna moč sistema znaša 815 kW. Objekt se ogreva preko šestih ogrevalnih vej, ena veja pa je namenjena pripravi tople sanitarne vode. Za pretok vode po cevovodih skrbijo obtočne črpalke z zvezno regulacijo, proizvajalcev Wilo. Posamezne veje dovajajo toploto do porabnikov: razredi, stanovanje, telovadnice in pomožni prostori. Cevovodi so izolirani.



Slika 18: toplotna postaja in razdelilnik (desno)

Prostore se v šoli ogreva s ploskovnimi radiatorji, ki večinoma nimajo vgrajenih termostatskih ventilov. Radiatorji so priključeni na dvocevni razvodni sistem, režim ogrevanja je visokotemperaturni, 90/70 °C. Priključna moč toplotne zavese velike telovadnice znaša 90 kW.



Slika 19: Radiatorsko ogrevanje (levo s v razredu, desno v sanitarijah)



Slika 20: radiatorsko ogrevanje male in velike telovadnice

Radiatorji večinoma nimajo nameščene termostatske ventile.

5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Sanitarna topla voda se pripravlja centralnov. V kotlovnici je nameščen zalogovnik TSV, ki se preko celega leta ogreva preko sistema daljinskega ogrevanja. Sistem je opremljen s cirkulacijsko črpalko. Voda se v zalogovniku TSV ogreva na 56 °C.



Slika 21: zalogovnik tople sanitarne vode

5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Stavbo se oskrbuje s pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja. Oskrba je zanesljiva.

5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

Objekt je napajan preko NN omrežja 400/230 V iz odjemnega mesta, s katerega se napaja celoten objekt. Dvotarifni števec električne energije z avtomatskim odčitavanjem je nameščen v omarici na fasadi.

Glavni razdelilnik RG napaja vse porabnike v objektu. Električna instalirana moč objekta je 119,3 kW.

Nizkonapetostne instalacije v objektu sestavljajo:

- merilno mesto za merjenje električne energije,
- napajanje etažnih električnih razdelilnikov,
- instalacije fiksnih porabnikov,
- instalacija razsvetljave,
- galvanske povezave in izenačevanje potenciala,
- ozemljitve in strelovodne napeljave.

Signalne instalacije v objektu sestavljajo:

- telefonija, računalniške povezave,
- signalna in varnostna napeljava.

NN instalacije so izvedene v skladu z zakonodajo, tehničnimi smernicami in standardi. Uporabljeni so ustrezni materiali. Vse instalacije, razen dodatnih priključkov, so izvedene podometno s kabli oz. vodniki primernih presekov. Vsi električni porabniki in inštalacije so zaščiteni s primernimi varovalni elementi. Izvedena je tudi zaščita proti posrednemu ali neposrednemu dotiku izpostavljenih prevodnih delov.

6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

6.1 Ovoj stavbe

Glavne karakteristike gradbene konstrukcije stavbe:

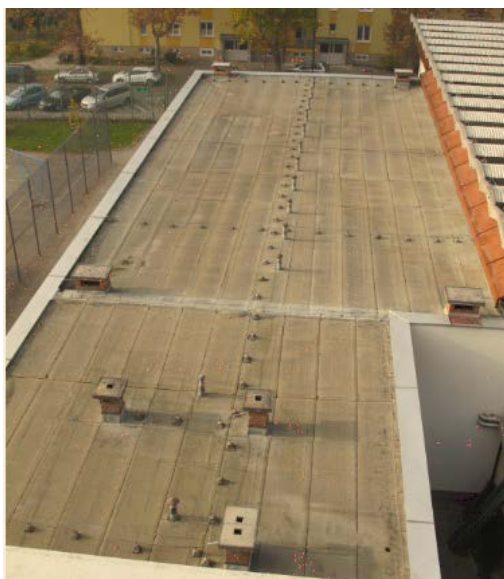
- stavba ima armiranobetonsko konstrukcijo; zunanji zidovi so debeli od 40 do 50 cm, so izvedeni iz mrežaste in votle opeke in imajo obojestranski zaključni sloj. Stavba ima nameščeno toplotno izolacijo in sicer 5 cm na veliki telovadnici in glavni stavbi ter 15 cm na mali telovadnici.
- konstrukcija strehe male telovadnice je v površini 433 m² izolirana z izolacijo XPS debeline 20 cm, ki je položena na AB ploščo. Konstrukcija proti strehi preostalega objekta, površine 1801 m² je izolirana s 5 cm toplotne izolacije tipa EPS.
- Velika telovadnica je zastekljena s kopelitnimi stekli. Preostala okna so novejšega datuma, PVC, enojenga tipa, termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,4 W/m²K. Vrata so iz PVC in imajo toplotno prehodnost 1,25 W/m²K.
- Tla na terenu niso toplotno izolirana.



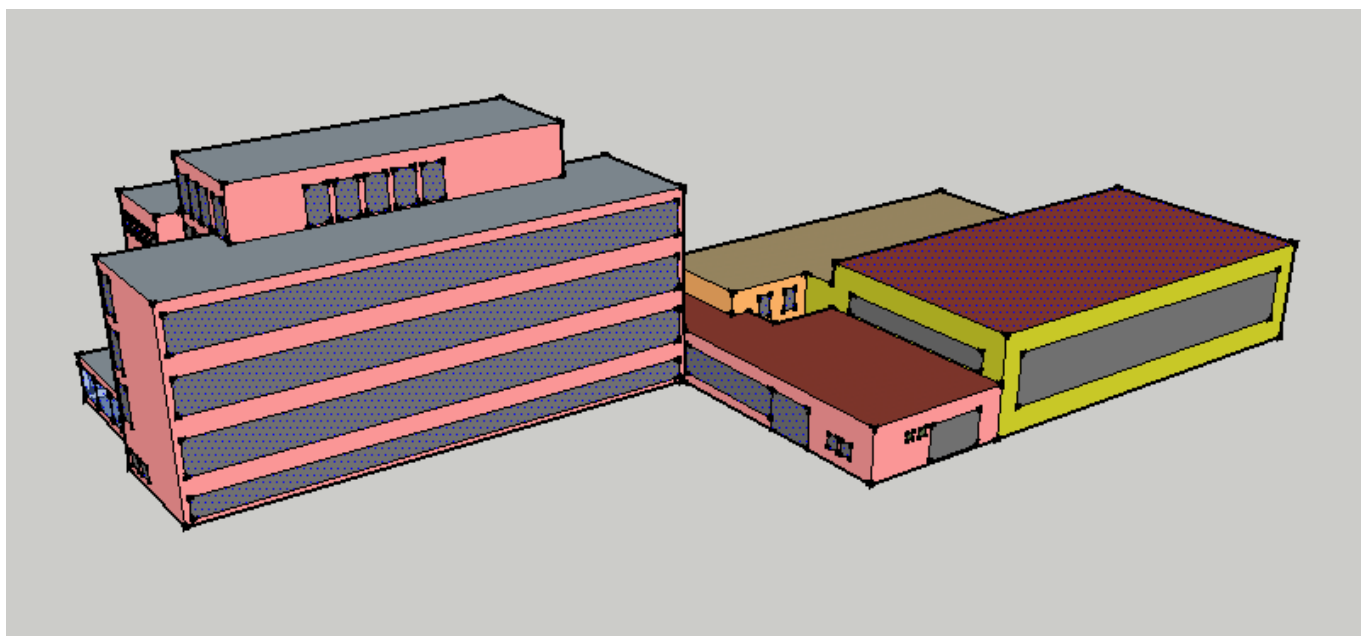
Slika 22: Kopelitna zasteklitev – velika telovadnica



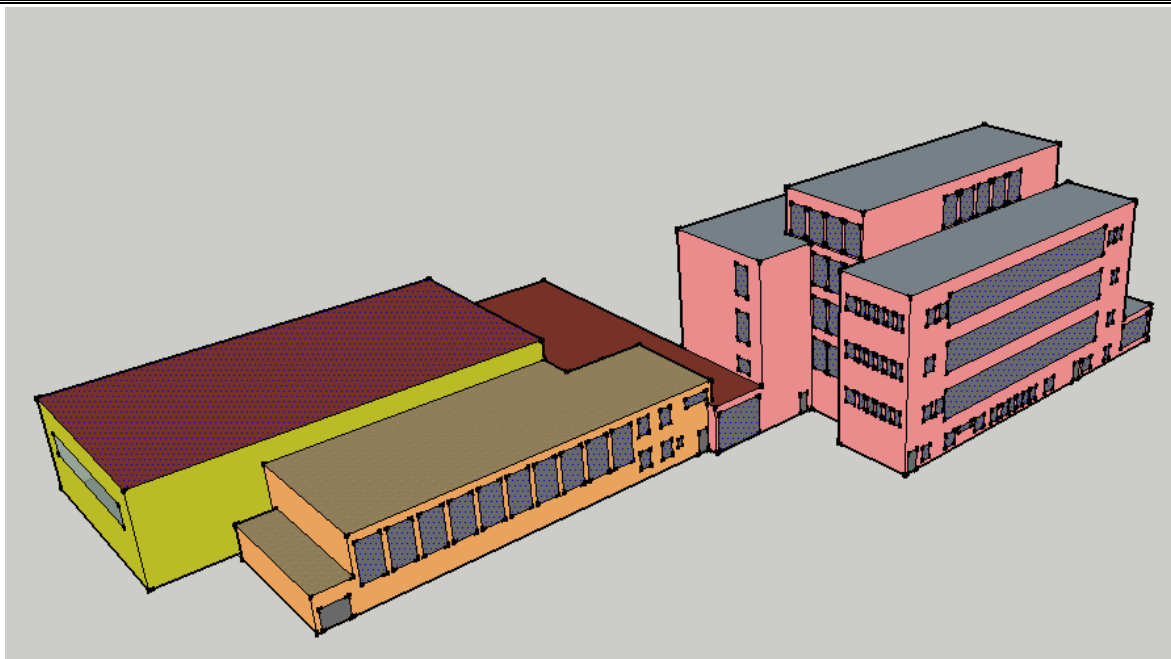
Slika 23: PVC okna, notranja senčila



Slika 24: streha male telovadnice in streha glavne stavbe



Slika 25: model šole – pogled iz SV smeri



Slika 26: model šole – pogled iz JZ smeri

Posamezne elementi stavbe so podrobneje predstavljeni v prilogah, ki obravnavajo gradbeno fiziko.

6.2 Električni aparati

Objekt je razmeroma majhen porabnik električne energije, saj se v kuhinji hrana le razdeljuje. Je pa največji porabnik električne energije (glede na priključno moč) kuhinja in razsvetljava nato si sledijo ogrevanje in ostali elektro porabniki.

Preglednica 13: Popis električnih porabnikov

| Porabniki | Moč (kW) |
|---------------------------|--------------|
| Kuhinja | 41,5 |
| Prezračevanje in hlajenje | 12 |
| Razsvetljava | 37 |
| IT oprema | 18,9 |
| Ogrevanje s TSV | 3,9 |
| Ostalo | 6 |
| SKUPAJ | 119,3 |



Slika 27: Električni porabniki v kuhinji



Slika 28: Elektro porabniki v učilnicah gospodinjstva



Slika 29: delavnica



Slika 30: pisarniška oprema, projektor

6.3 Razsvetljava

Razsvetljava po vrtcu je v veliki meri izvedena s fluorescentno razsvetljavo. Vgrajene so večinoma svetilke moči 36 W, manjši del je fluorescentnih svetilk moči 56 kW, nekaj pa je nameščenih varčnih žarnic moči 14 W. V telovadnici so nameščeni reflektorji, moči 400 W.

Preglednica 14: Povzetek popisa razsvetljave

| Tip sijalke | Število sijalk | Moč sijalk [W] | Skupna moč svetilk (W) |
|----------------|----------------|----------------|------------------------|
| FLUO | 36 | 690 | 24.840 |
| varčna svetila | 14 | 70 | 980 |
| reflektor VT | 400 | 20 | 8.000 |
| FLUO | 56 | 56 | 3.136 |
| SKUPAJ | | | 36.956 |



Slika 31: Tipična razsvetljava v razredih



Slika 32: razsvetljava velike telovadnice

6.4 Prezračevanje in klimatizacija

Objekt se prezračuje naravno, izjema so posamezne sanitarije in kuhinja. Centralno hlajenje stavbe ni urejeno, nameščena sta dve split klima napravi.



Slika 33: prezračevanje kuhinje - napa

6.5 Razdelitev porabe energije

Preglednica 15: Razdelitev porabe energije

| Razdelitev porabe električne energije | Letna raba kWh | % | |
|---------------------------------------|----------------|--------|-----------------|
| Kuhinja | 23.504 | 27,85% | |
| Razsvetljava | 36.956 | 43,80% | |
| Prezračevanje in hlajenje | 10.080 | 11,95% | |
| IT oprema | 12.360 | 14,65% | |
| Ogrevanje + TSV | 1.148 | 1,36% | |
| Ostalo | 844 | 1,00% | |
| SKUPAJ | 84.381 | 100 | |
| | | | |
| Razdelitev porabe toplotne energije | Letna raba kWh | % | |
| Transmisijske toplotne izgube | 453.696 | 62,76% | Toplotne izgube |
| Ventilacijske toplotne izgube | 269.183 | 37,24% | |
| SKUPAJ | 722.879 | 100 | |
| | | | |
| SKUPAJ | Letna raba kWh | % | |
| Toplotna energija | 625.570 | 88,00 | |
| Električna energija | 85.292 | 12,00 | |
| SKUPAJ | 710.862 | 100 | |

7 OSKRBA Z ENERGIJO

7.1 Revizija pogodb o dobavi energije

V sklopu razširjenega energetskega pregleda so bile pregledane pogodbe o dobavi energentov.

7.2 Električna energija

Pogodba o dobavi električne energije je trenutno sklenjena za obdobje od 1.7.2015 do 30.6.2018. Pogodba je sklenjena za vse objekte Mestne občine Ljubljana.

Dobavitelj električne energije je:

HEP – energija d.o.o., Tivolska cesta 48, 1000 Ljubljana

Ocenjujemo, da se z zamenjavo dobavitelja ne bo doseglo znižanja stroškov porabe električne energije.

7.3 Ogrevanje

Objekt se oskrbuje s toplotno energijo, kjer se kot energent uporablja daljinsko ogrevanje. Dobavitelj daljinske toplote je Energetika d.o.o. Ljubljana.

7.4 Voda

Stavba se oskrbuje s pitno vodo iz javnega komunalnega omrežja.

Dobavitelj pitne vode:

Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana

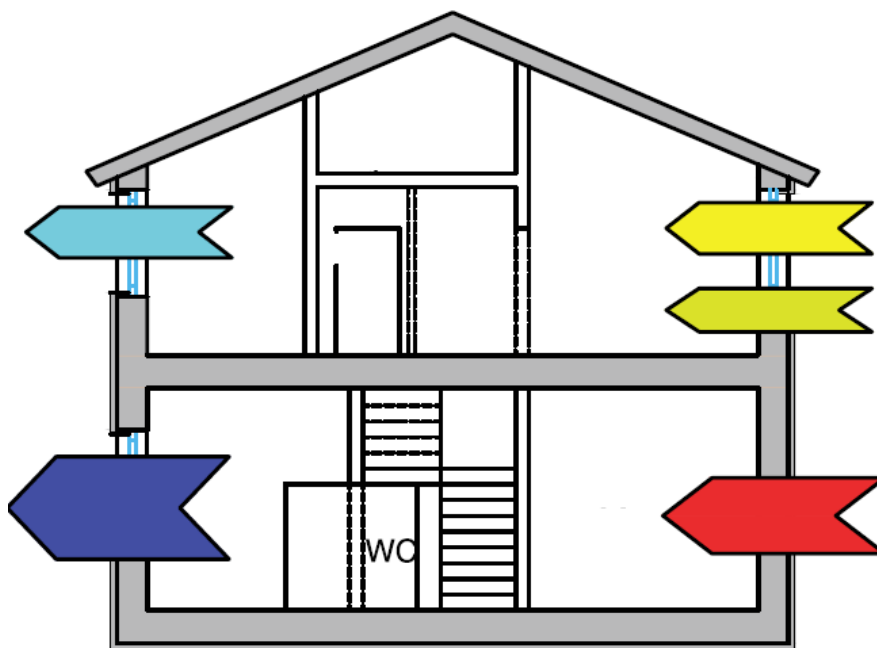
Zamenjava dobavitelja vode ni mogoča, saj je to obvezna gospodarska javna služba, ki jo izvaja določeni izvajalec javne službe.

8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

8.1 Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje

Toplotno prehodnost strukture stavbe opisuje pretok toplote skozi gradbeni element v W/m^2 pri temperaturni razliki 1 kelvin (K) - enota $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Višja kot je vrednost, nižji je toplotni upor in zaradi česar skozi element prehaja več toplote oz. energije.

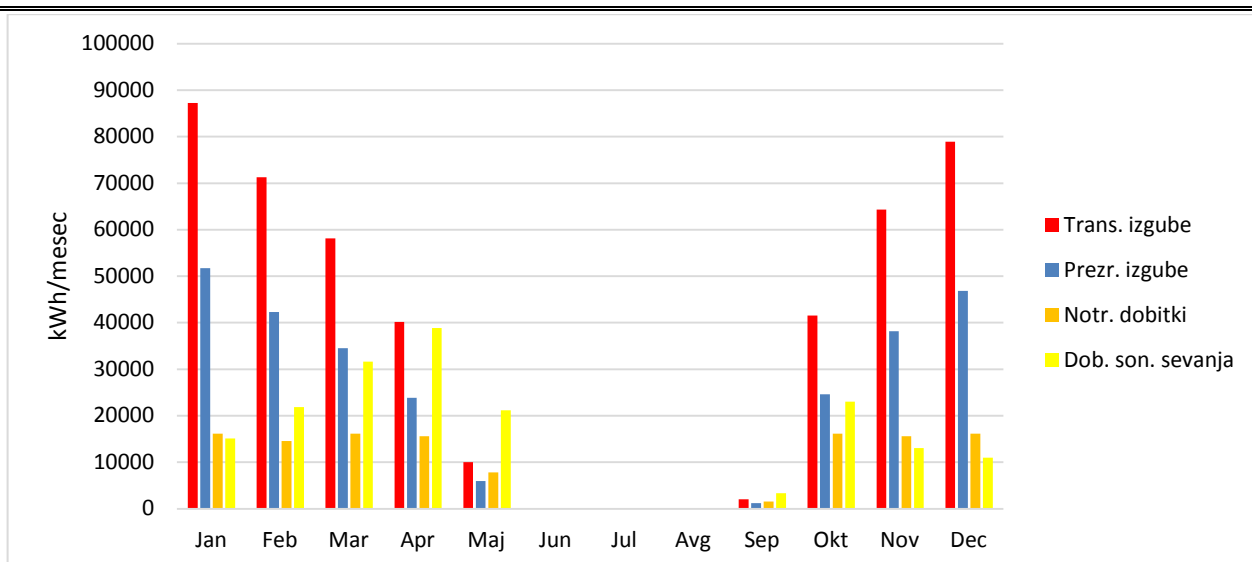
Energetska bilanca stavbe se nanaša na vsoto toplotnih izgub (toplota, ki prehaja prek strehe, zunanjih zidov in oken), ki je enaka vsoti toplotnih dobitkov (pasivnih dobitkov sončnega sevanja, notranjih dobitkov in aktivnega sistema ogrevanja).



Slika 34: Energetska bilanca stavbe

Potrebno toploto za ogrevanje stavbe smo preračunali s programom za gradbeno fiziko Knauf Energija 2014. Glede na preračun programa je v stavbo za ogrevanje potrebno dovesti 445.560 kWh, kar je večja vrednost, kot je korigirana oziroma normirana povprečna poraba toplote za ogrevanje, ki znaša 650.315 kWh. Razlika nastaja zaradi razlik v računski metodi in dejansko rabo objekta. V računski metodi je bila upoštevana izmenjava zraka s faktorjem 0,5 kar se v realnosti ne dosega, zato so izgube bistveno večje.

| | |
|--|-------------------------------------|
| Neto uporabna površina stavbe | 5.053 m^2 |
| Bruto prostornina stavbe | 24.356 m^3 |
| Prostornina ogrevanega dela stavbe | 19.485 m^3 |
| Površina ovoja | 8289,3 m^2 |
| Oblikovni faktor f_0 | 0,34 |
| Toplota za gretje Q_{nh} | 445.560 kWh |
| Hladilna toplota Q_{nc} | 1.898 kWh |
| Količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H'_t | 0,674 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ |



Grafikon 13: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov

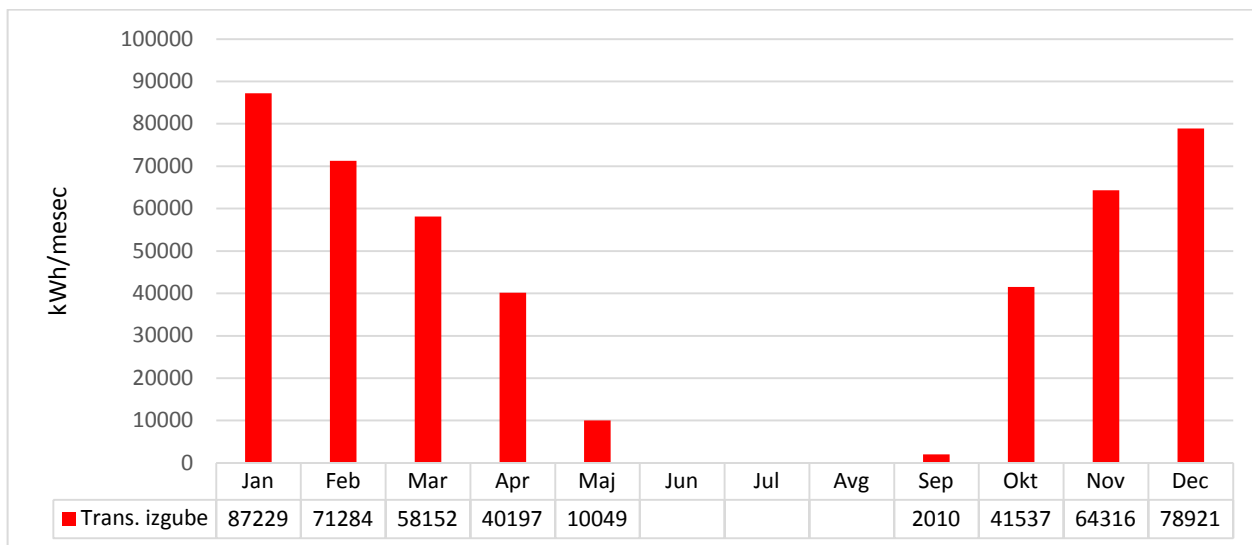
8.1.1 Transmisijske izgube

Glede na podatke o stavbi, ki smo jih pridobili ob strokovnem ogledu in razgovorih z vzdrževalcem, smo ocenili transmisijske izgube stavbe, ki smo jih preračunali s pomočjo programa za gradbeno fiziko Knauf Energija 2014. Povzetek preračuna se nahaja v tem poglavju, natančnejši popis stanja se nahaja v prilogi Gradbena fizika (priloga 4).

Razdelitev deleža transmisijskih izgub po posameznih segmentih:

- izgube skozi streho: 26,62 % celotnih izgub toplote,
- izgube z zasteklitvijo: 46,55 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi zunanje stene: 20,17 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi tla: 6,67 % celotnih izgub toplote.

Transmisijske toplotne izgube predstavljajo 62,76 % celotnih toplotnih izgub.



Grafikon 14: Transmisijske toplotne izgube

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

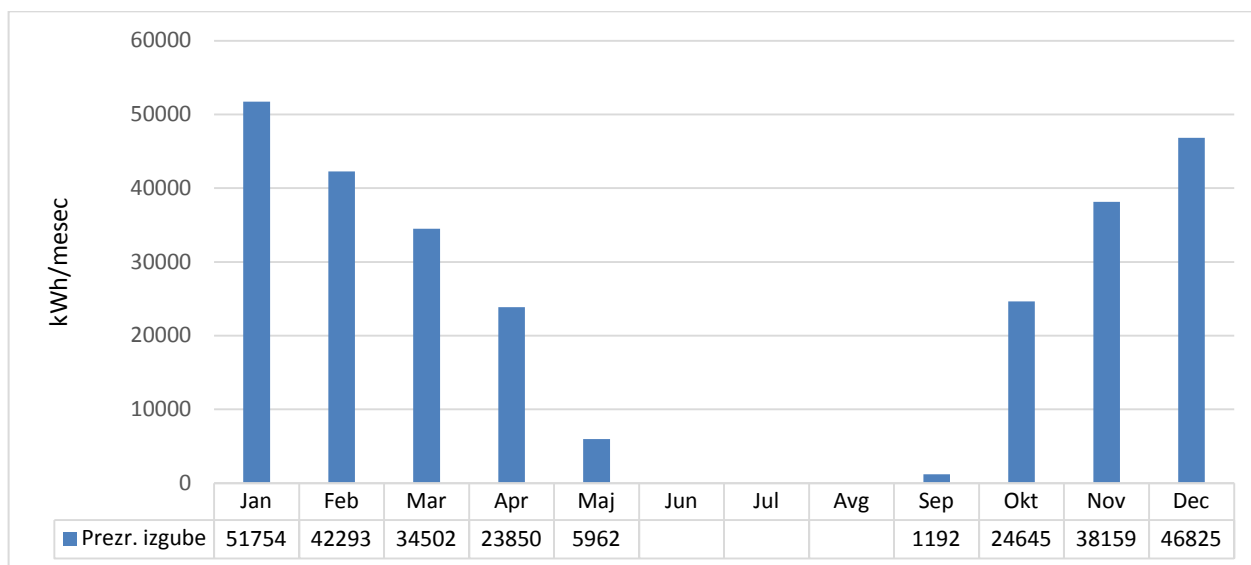
Preglednica 16: Toplotne karakteristike konstrukcij

| Naziv | U | A | $H_T=U*a*b$ | Naziv | U | A | $H_T=U*a*b$ |
|-----------|-------|-------|-------------|------------------|-------|-------|-------------|
| ZS Š - jz | 0,469 | 580,2 | 272,1 | streha MT | 1 | 433 | 433,0 |
| ZS Š - jv | 0,469 | 381 | 178,7 | streha VT + šola | 0,564 | 1801 | 1015,8 |
| ZS Š - sv | 0,469 | 456 | 213,9 | tla | 0,157 | 2314 | 363,3 |
| ZS Š - sz | 0,469 | 275 | 129,0 | kopelit - sv | 5 | 148 | 740,0 |
| ZS MT- sz | 0,222 | 93,8 | 20,8 | kopelit - sz | 5 | 29 | 145,0 |
| ZS MT- sv | 0,222 | 37,7 | 8,4 | okno - jv | 1,4 | 188 | 263,2 |
| ZS MT- jz | 0,222 | 151 | 33,5 | kopelit - jv | 5 | 25 | 125,0 |
| ZS VT- jz | 0,508 | 125 | 63,5 | okno - jz | 1,4 | 351,6 | 492,2 |
| ZS VT- jv | 0,508 | 70,7 | 35,9 | okno - sv | 1,4 | 435 | 609,0 |
| ZS VT- sv | 0,508 | 149,5 | 75,9 | okno - sz | 1,4 | 103 | 144,2 |
| ZS VT- sz | 0,508 | 129,8 | 65,9 | vrata | 1,25 | 12 | 15,0 |

8.1.2 Izgube zaradi prezračevanja

Toplotne izgube zaradi prezračevanja nastanejo zaradi potrebe po segrevanju svežega zraka iz zunanosti, ki ga s prezračevanjem dovajamo v stavbo. Za naravno prezračevanje, pri katerem je težko oceniti dejansko stopnjo izmenjave zraka smo za izračun prezračevalnih izgub predpostavili volumsko izmenjavo zraka $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$, ki je privzeta vrednost iz pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb, kjer je tovrstna izmenjava zraka zahtevana v času prisotnosti ljudi v prostorih, ki so namenjeni za delo in bivanje ljudi.

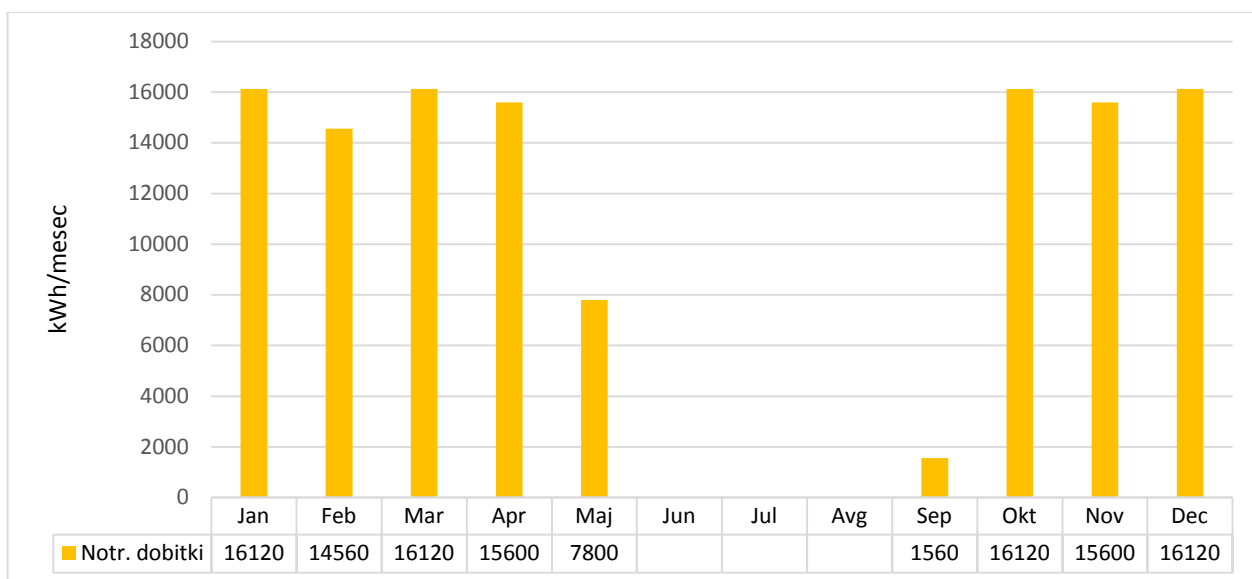
Prezračevalne toplotne izgube predstavljajo 37,24 % vseh toplotnih izgub.



Grafikon 15: Prezračevalne izgube

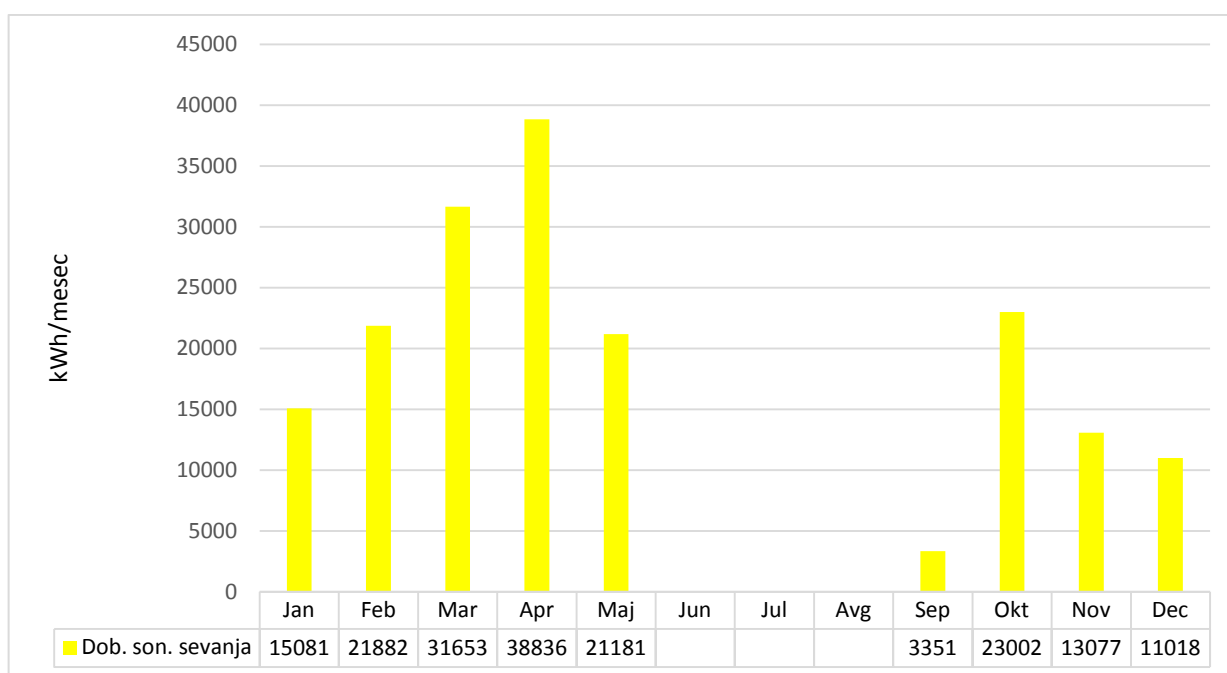
8.1.3 Toplotni dobitki

Toplotne dobitke na notranje in dobitke zaradi sončnega obsevanja. Notranji dobitki oz. dobitki notranjih virov predstavljajo toploto, ki v prostoru nastaja in njen vir ni ogrevalni sistem – predstavljajo oddajo toplote uporabnikov stavbe, tehničnih naprav, razsvetljave. Dobitki sončnega obsevanja predstavljajo toploto, ki vstopa v prostor zaradi sončnega obsevanja in jih delimo na dobitke sončnega sevanja skozi zastekljene in tudi nezastekljene površine ovojja stavbe.



Grafikon 16: Notranji dobitki

Toplotni dobitki so ocenjeni v skladu s Tehnično smernico TSG – 1 – 004 : 2010. Prispevki notranjih toplotnih virov pri potrebni toploti za ogrevanje so po poenostavljeni metodi znašajo 4 W/m^2 na enoto uporabne površine.



Grafikon 17: Dobitki sončnega sevanja

9 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

Energetski varčevalni potencial stavbe ocenimo s pomočjo primerjave rabe energije v podobnih stavbah. Za to uporabimo določene kazalnike. Izbrali smo primerjalni kazalnik za javne stavbe: poraba energije na m² neto ogrevane površine – energijsko število.

Povprečna raba toplote v obdobju od 2012-2015 je 774.143 kWh za ogrevanje 3.611 m² neto površine. Kot je bilo opisano v poglavju 4.2.4 je bila za ovrednotenje ukrepov določena normirana raba energije, ki znaša 650.315 kWh. Energijsko število tako znaša 173,24 kWh/m², ki ciljno vrednost za javne stavbe (80 kWh/m²) presega.

9.1 Ovoj stavbe

Toplotna obnova ovoja stavbe predstavlja za investitorja visok strošek, gradbeni ukrepi na ovoju stavbe so namreč povezani z velikimi stroški, kar botruje tudi visokim vračilnim dobam ukrepov.

9.1.1 Ukrepi

V skladu z ogledom objekta in preračunom gradbene fizike smo izračunali in ovrednotili ustreznost posameznih konstrukcij glede na njihove toplotne karakteristike. Iz spodnje preglednice je razvidno, da je toplotno neustrezna fasada prvotnega dela in prizidka in kot taka potrebna temeljite toplotne sanacije.

Preglednica 17: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES

| Konstrukcija | | Toplotna prehodnost | | Ustreznost |
|----------------------------|---------------|------------------------|---------------------------------------|------------|
| Okrajšava | Opis | U [W/m ² K] | U _{max} [W/m ² K] | |
| Vertikalne površine | | | | |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,469 | 0,28 | NE |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,469 | 0,28 | NE |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,469 | 0,28 | NE |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,469 | 0,28 | NE |
| ZS MT | Zunanja stena | 0,222 | 0,28 | DA |
| ZS MT | Zunanja stena | 0,222 | 0,28 | DA |
| ZS MT | Zunanja stena | 0,222 | 0,28 | DA |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,508 | 0,28 | NE |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,508 | 0,28 | NE |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,508 | 0,28 | NE |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,508 | 0,28 | NE |
| Streha, tla | | | | |
| streha MT | Streha | 0,173 | 0,20 | DA |
| streha VT + šola | Streha | 0,564 | 0,20 | NE |
| tla | tla | 0,157 | 0,20 | DA |
| Okna, vrata | | | | |
| kopelit - sv | okno | 5,000 | 1,30 | NE |
| kopelit - sz | okno | 5,000 | 1,30 | NE |
| okno - jv | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| kopelit - jv | okno | 5,000 | 1,30 | NE |
| okno - jz | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| okno - sv | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| okno - sz | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| vrata | vrata | 1,250 | 1,60 | DA |

Iz zgornje preglednice je razvidno da zahtevam PURES ne ustrezajo zunanji zidovi, streha oziroma strop neogrevanega podstrešja in stavbnega pohištva. Zaradi tega je priporočljivo izvesti sanacijo oz. toplotno izolirati omenjene elemente.

Pri sanaciji ovoja stavbe je priporočljivo zamenjavo stavbnega pohištva izvajati hkrati s toplotno sanacijo fasade. Zamenjava oken namreč povzroči dodatne sanacijske ukrepe na stenskih oblogah, ometih, okenskih policah ipd.

Sanacija fasade

Zunanji zid je vir velikih toplotnih izgub, saj ni zadostno toplotno izoliran. Priporoča se vgradnja 16 cm toplotne izolacije EPS s toplotno prevodnostjo 0,035 W/mK.

Sanacija stropa neogrevanega podstrešja in poševne strehe

Na strop neogrevanega podstrešja je priporočljivo namestiti vsaj 25 cm steklene volne s toplotno prevodnostjo 0,037 W/mK. Dele poševne strehe je prav tako potrebno sanirati z namestitvijo vsaj 20 cm toplotne izolacije.

Sanacija stavbnega pohištva

V zadnjih letih je bilo zamenjan velik delež starega stavbnega pohištva, ki je bilo energijsko zelo potratno. Zamenjati je potrebno preostala lesena okna, ki še niso bila zamenjana. Okna se zamenja z novimi, toplotne prehodnosti za celo okno $U_w \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ in zvočne izolacije $R_w \geq 32 \text{ dB}$. Vrata se prav tako zamenja z novimi.

9.1.2 Transmisijske izgube – stanje po izvedbi ukrepov

Iz spodnje preglednice je razvidno stanje konstrukcij po predvideni sanaciji in njihova ustreznost glede na trenutne zahteve po PURES. Po izvedbi toplotne izolacije fasade, kot je opisano v prejšnjem poglavju, bi vsi elementi toplotnega ovoja zgradbe zadoščali zahtevam PURES, z izjemo fasade, katera ni predvidena za namestitev toplotne izolacije.

Preglednica 18: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES

| Konstrukcija | | Toplotna prehodnost | | Ustreznost |
|----------------------------|---------------|------------------------|---------------------------------------|------------|
| Okrajšava | Opis | U [W/m ² K] | U _{max} [W/m ² K] | |
| Vertikalne površine | | | | |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| ZS Š | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| ZS MT | Zunanja stena | 0,222 | 0,28 | DA |
| ZS MT | Zunanja stena | 0,222 | 0,28 | DA |
| ZS MT | Zunanja stena | 0,222 | 0,28 | DA |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| ZS VT | Zunanja stena | 0,173 | 0,28 | DA |
| Streha, tla | | | | |
| streha MT | Streha | 0,173 | 0,20 | DA |
| streha VT + šola | Streha | 0,150 | 0,20 | DA |
| tla | tla | 0,157 | 0,20 | DA |
| Okna, vrata | | | | |
| kopelit - sv | okno | 1,10 | 1,30 | DA |
| kopelit - sz | okno | 1,10 | 1,30 | DA |
| okno - jv | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| kopelit - jv | okno | 1,10 | 1,30 | DA |

| | | | | |
|-----------|-------|-------|------|----|
| okno - jz | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| okno - sv | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| okno - sz | okno | 1,400 | 1,30 | NE |
| vrata | vrata | 1,250 | 1,60 | DA |

9.2 Pregled rabe električne energije

V stavbi objekta se je za delovanje v zadnjem obdobju povprečno porabilo 84.382 kWh električne energije letno ali približno 7031,8 kWh električne energije mesečno.

Raba električne energije v stavbi je pogojena z dejavnostjo stavbe, delovnim časom in porabniki, ki se uporabljajo v stavbi. Ocenjujemo, da se velik del električne energije porabi za delovanje kuhinje, razsvetljavo, prezračevanje, informacijsko opremo in ostale manjše električne porabnike.

Na rabo električne energije lahko vplivamo:

- z organizacijskimi ukrepi (redno izklapljanje aparatov, klimatov in razsvetljave),
- z uporabo naprav visokih energijskih razredov (A in B razredi),
- z namestitvijo in uporabo varčnih sijalk in izkoriščanjem dneвне svetlobe,
- z rednim in kakovostnim vzdrževanjem naprav.

Velik del ukrepov na tem področju je organizacijske narave, predvsem pa je potrebno pri nakupu novih naprav pozornost posvetiti energijskemu razredu opreme.

9.2.1 Sanacija razsvetljave

Pomembno je, da se v stavbah uvaja energetska učinkovita razsvetljava, ki porablja manj energije in posledično so tudi obratovalni stroški manjši. S primernimi ukrepi, kot so varčna svetila in upravljanje razsvetljave, lahko prihranimo tudi 50 ali več odstotkov električne energije, hkrati pa tudi znižamo priključno moč. Z zamenjavo obstoječih sistemov za razsvetljava lahko dosežemo pozitivne učinke na kakovosti razsvetljave, stroških ter delovni storilnosti.

V stavbi so pretežno vse nameščene svetilke fluorescentne s klasično predstikalno napravo, ki so energetska potratne in bi jih bilo priporočljivo zamenjati.

Pred sanacijo razsvetljave je potrebno izvesti natančne meritve osvetljenosti in pregled svetilk v skupnih prostorih ter s tem določiti ustreznost razsvetljave oz. pripraviti idejni projekt osvetlitve, ki bo ustrezal specifičnim pogojem našega objekta.

10 ORGANIZACIJSKI UKREPI

Brez večjih investicijskih vlaganj, lahko s pravilno osveščenostjo uporabnikov zmanjšamo porabo končne energije celo do 10 %. Uporabnike stavbe je potrebno stalno osveščati o učinkoviti rabi energije, jih izobraziti o pravilnem ravnanju z razsvetljavo, pravilnem načinu prezračevanja, pravilni uporabi senčil, idr. Slaba lastnost teh izobraževanj je, da jih moramo zaradi menjave zaposlenih in otrok ter utrjevanja načel učinkovite rabe energije redno obnavljati.

10.1 Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije

Z vgradnjo sistema ciljnega spremljanja rabe energije je možno spremljanje porabe preko podatkov, ki so zajeti z merilniki, ki se jih namesti na strojno opremo v stavbo. Energetski monitoring omogoča pregled rabe energije za stavbo. Rabo energije se lahko spremlja za izbrane energente, ki se porabljajo za delovanje stavbe.

Z meritvami je možno spremljanje rabe energije v realnem času, s čimer se hitreje identificira nelogična odstopanja od predvidene porabe energije.

Uporaba tovrstnih sistemov omogoča prilagajanje obnašanja uporabnikov, s čimer so možni znatni prihranki pri rabi energije, tudi v višini 10%. V primeru našega objekta so predvideni prihranki toplotne energije v višini 3,5 %.

11 OCENA IZVEDLJIVOSTI INVESTICIJSKIH UKREPOV

11.1 Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila

11.1.1 Sanacija ovoja stavbe

V skladu z novimi smernicami za pridobitev finančnih sredstev za energetske sanacije, je objekte potrebno sanirati celostno, z usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije. S tem namenom so v tem poglavju zbrani vsi ukrepi, ki se tičejo sanacije zunanjega ovoja, njihovi posamezni vplivi na zmanjšanje porabe toplotne energije, kakor tudi skupni vpliv vseh izvedenih ukrepov. Učinki ukrepov so ocenjeni na podlagi preračuna gradbene fizike, ki je bil izveden s programom KI Energija 2014.

Toplotna izolacija fasade

Zunanji ovoj toplotno ni izoliran. Z namestitvijo toplotne izolacije, kot je opisano v poglavju 9.1.2, bi dosegli prihranek 68.814 kWh toplotne energije oziroma 4.947 € letno. Ocenjeni strošek investicije znaša 141.000 €, enostavna vračilna doba znaša 28,5 let.

Zamenjava stavbnega pohištva

Zamenjave je potrebno zunanje stavbno pohištvo, ki še ni bilo zamenjano v preteklih letih in ne dosega predpisov PURES. Gre za zasteklitev iz kopelitnega stekla. S tem ukrepom bi dosegli 93.837 kWh prihranka pri toplotni energiji, kar bi prineslo 6.745 € prihranka. Strošek izvedbe ukrepa je ocenjen na 50.500 €, enostavna vračilna doba je 7,5 let.

Toplotna izolacija proti strehi

Ker strop proti strehi trenutno ni zadostno toplotno izoliran, so z ukrepom, kot je opisan v poglavju 9.1.1. predvideni znatni prihranki pri porabi toplotne energije za ogrevanje. Toplotno izolacijo je potrebno namestiti na ravni del strehe velike telovadnice in glavne stavbe, ki še nista zadostno toplotno izolirani. Z izvedbo ukrepa bi dosegli prihranek 75.070 kWh toplotne energije letno ali 5.396 €. Strošek izvedbe ukrepa je ocenjen na 108.000 €, vračilna doba bi znašala 20 let.

Z izvedbo ukrepov za sanacijo zunanjega ovoja bi skupaj dosegli 174.468 kWh prihranka toplotne energije, s čimer bi letno prihranili 12.949 €. Skupna vrednost investicije je ocenjena na 91.000 €, vračilna doba je 7 let.

11.1.2 Sanacija razsvetljave – reflektorjev telovadnice

Sanacija razsvetljave bo prinesla prihranke pri porabi električne energije zaradi vgradnje energetske varčnejše razsvetljave, prilagoditve stopnje razsvetljave trenutnim potrebam (prilagajanje osvetljenosti glede na dnevno svetlobo in zasedenost prostorov). Razsvetljava ne ustreza predpisom glede osvetljenosti zato menjava svetilk za varšnejše ni ustrezen ukrep. Predlagamo prenovo razsvetljave na način, ki bo zagotovil ustrezno osvetljenost prostorov. V sklopu sanacije razsvetljave se predlaga zamenjava reflektorjev v veliki telovadnici s čimer bi prihranili 6.818 kWh električne energije oziroma 814 €. Investicija je ocenjena na 8.000 €, enostavna vračilna doba pa znaša 9,8 let.

11.1.3 Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje

Z izvedbo ukrepov za sanacijo zunanjega ovoja bi skupaj dosegli 31.279 kWh prihranka toplotne energije, s čimer bi letno prihranili 2.248 €. Skupna vrednost investicije je ocenjena na 14.000 €, vračilna doba je 9,8 let.

12 VIRI IN LITERATURA

- Energetski zakon (EZ-1, Ur.l. RS, št. 17/14 in 81/15)
- Metodologija izvedbe energetskega pregleda, Ljubljana, 2007
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES-2, Ur.l. RS, št. 52/2010)
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur.l. RS, št. 42/2002, 105/2002)
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Odredbe o zahtevanih izkoristkih za nove toplovodne ogrevalne kotle na tekoče ali plinasto gorivo (Uradni list RS, št. 63/07)
- Pravilnik o metodologiji izdelave in vsebini študije izvedljivosti alternativnih sistemov za oskrbo stavb z energijo (Ur.l. RS, št. 35/2008)
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Ur.l. RS, št. 77/2009)
- Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost 2008-2016 (AN URE)
- Nacionalni akcijski načrt za obnovljive vire energije AN OVE (25% OVE)
- Gradivo EUREM – Predavanje gradbena fizika
- Primerjava kazalnikov porabe energije v stavbah, ZRMK, Trajnostno ravnanje z energijo v občinah, Bistra, 2006
- Energetska učinkovitost stavb (ang. Intense energy efficiency), Intelligent Energy Europe
- Energetska učinkovitost naprav in sistemov, ZRMK, 2012
- Vrste stavb in sistemov, ZRMK, 2012
- Baza podatkov naročnika

PRILOGA 1: Osnovni podatki o stavbi

| TIP | PODATEK |
|----------|------------------|
| Objekt: | OŠ Vodmat |
| Naslov: | Potrčeva ulica 1 |
| Pošta: | 1000 Ljubljana |
| Telefon: | 01-5203850 |

Uporabniki:

| TIP | PODATEK |
|---------------------|---------|
| Število uporabnikov | 445 |

Obratovalne ure:

| DAN | OD | DO |
|-------------|------|-------|
| Ponedeljek: | 7:30 | 15:30 |
| Torek: | 7:30 | 15:30 |
| Sreda: | 7:30 | 15:30 |
| Četrtek: | 7:30 | 15:30 |
| Petek: | 7:30 | 15:30 |
| Sobota: | / | / |
| Nedelja: | / | / |

Opomba: uporaba poteka tudi izven obratovalnih ur glede na trenutne urnike in prireditve

Podatki o objektu:

| TIP | PODATEK |
|--|---|
| Leto izgradnje | 1982 |
| število etaž | 6 |
| višina nadstropja | 3,75 m |
| najvišja višina objekta (obstoječe) | 20,1 m |
| tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem | 2.314 m ² |
| kvadratura neto | 3.611 m ² |
| prostornina bruto | 24.356 m ² |
| prostornina neto | 19.485 m ² |
| površina toplotnega ovoja | 8.289 m ² |
| površina fasade | 2.450 m ² |
| površina strehe – tloris (bruto) | 2.234 m ² |
| površina strehe | 2.234 m ² |
| površina zunanjega stavbnega pohištva | 1.291,6 m ² |
| konstrukcija | Armiranobetonska konstrukcija; zidovi so iz mrežaste in votle opeke., obojestransko zaključeni z apnenim slojem. Streha je ravna, AB izvedbe in pokrita z hidroizolacijskim slojem. |
| debelina sten | 40 cm velika telovadnica, 50 cm (preostali del) |
| debelina izolacije | Mala telovadnica ima nameščeno toplotno izolacijo debeline 15 cm, velika telovadnica 5 cm EPS izolacije, preostali del objekta pa 5 cm EPS toplotne izolacije. |
| stavbno pohištvo | Telovadnica je zastekljena s kopelitnimi stekli. Preostala okna so novejšega datuma, PVC, enojenga tipa, termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,4 W/m ² K. Vrata so iz PVC in imajo toplotno |

| |
|-------------------------------------|
| prehodnost 1,25 W/m ² K. |
|-------------------------------------|

Pregled naprav za ogrevanje in hlajenje

OGREVALNI SISTEM

| TIP | PODATEK |
|-----------------------|--|
| Način ogrevanja: | Centralno; |
| Tip: | DALJINSKO OGREVANJE; priključna moč 818 kW |
| Št. ogrevalnih zank: | 6 |
| Regulacija | Glede na zunanjo temperaturo |
| Radiatorji: | Ploščati, členkasti |
| Termostatski ventili: | NE |
| Daljinski nadzor | NE |
| Redukcija: | DA |

SISTEM ZA PRIPRAVO SANITARNE TOPLE VODE

| TIP | PODATEK |
|------------------------|---|
| Tip priprave: | Centralno |
| Vir toplote: | Daljinsko ogrevanje |
| Št. hranilnikov: | 1 |
| Velikost hranilnika: | 1000 litrov |
| Temperatura vode | 56°C |
| Daljinski nadzor | NE |
| Cirkulacijska črpalka: | DA |
| Potrošnik: | Kuhinja, sanitarije, razredi, telovadnica |

PRILOGA 2: Pregled možnih ukrepov zmanjšanja stroškov za energijo

| Št. | Opis ukrepa | Možni letni prihranki | | | | Investicija € | vračilna doba [let] |
|-----------------------|---|-----------------------|-------|-------|-----|------------------|------------------------|
| | | kWh | | € | | | |
| | | TE | EE | TE | EE | | |
| Organizacijski ukrepi | | | | | | | |
| 1 | Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd | 31.279 | 2.557 | 2.248 | 305 | 4.000 | 1,6 |
| Investicijski ukrepi | | | | | | | |
| 1 | Energetsko upravljanje | 37.535 | 852 | 2.698 | 102 | 12.000 | 4,3 |
| 2 | Toplotna izolacija glavne stavbe in stare telovadnice | 68.814 | 0 | 4.947 | 0 | 141.000 | 28,5 |
| 3 | Zamenjava oken - kopelit zasteklitve | 93.837 | 0 | 6.745 | 0 | 50.500 | 7,5 |
| 4 | Namestitev izolacije strehe | 75.070 | 0 | 5.396 | 0 | 108.000 | 20,0 |
| 5 | Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje | 31.279 | 0 | 2.248 | 0 | 14.000 | 6,2 |
| 6 | Zamenjava reflektorjev v veliki telovadnici | 0 | 6.818 | 0 | 814 | 8.000 | 9,8 |

| Scenarij 1 – izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let | | | % prihranka od skupne vrednosti |
|---|--------|----------------|---------------------------------|
| letni prihranek električne energije | 3.409 | kWh | 4 |
| letni prihranek toplotne energije za ogrevanje | 68.814 | kWh | 10,6 |
| letni prihranek vode | / | m ³ | / |
| skupno zmanjšanje emisij CO ₂ | 19.790 | kg | 9,2 |
| skupno zmanjšanje stroškov na leto | 7.230 | € | 13,1 |
| | | | |
| skupni znesek potrebnih investicij | 16.000 | € | |
| povprečni vračilni rok | 2,21 | let | |

Najkrajša vračilna doba na obravnavanem objektu je 2,21 let in sicer za izvedbo organizacijskih ukrepov in namestitev sistema energetskega upravljanja..

| Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5,6 | | | % prihranka od skupne vrednosti |
|--|--------|----------------|---------------------------------|
| letni prihranek električne energije | 3.384 | kWh | 4 |
| letni prihranek toplotne energije za ogrevanje | 94.869 | kWh | 15,16 |
| letni prihranek vode | / | m ³ | / |

| | | | |
|--|---------|-----|-------|
| skupno zmanjšanje emisij CO ₂ | 26.551 | kg | 12,38 |
| skupno zmanjšanje stroškov na leto | 20.775 | € | 37,7 |
| | | | |
| skupni znesek potrebnih investicij | 337.500 | € | |
| povprečni vračilni rok | 16,3 | let | |

PRILOGA 2.1: Organizacijski ukrepi**Naziv ukrepa: Izvajanje energetskega knjigovodstva in ozaveščanje**

OPIS: Izvajanje energetskega knjigovodstva in redno spremljanje le tega. Prav tako je na objektu smiselno poskrbeti za redno izklapljanje razsvetljave, aparatov in opreme, kadar niso v uporabi. Določiti osebo, ki zagotoviti končno kontrolo v objektu, da se preveri obratovanje oz. izklop naprav in opreme ob koncu delovnega časa. Zagotoviti ustrezno, predvsem pa periodično vzdrževanje naprav in opreme. Pravilno izvajanje ogrevanja, hlajenja in prezračevanja objekta z namenom varčevanja z energijo in zagotavljanja zdravega in udobnega notranjega okolja. Izvajanje periodičnih izobraževanj z namenom dviga energetske pismenosti.

| | | |
|--|--------|-----|
| <i>Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje in električne energije na leto:</i> | 98.253 | kWh |
| <i>Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:</i> | 7.223 | € |

| Specifikacija stroškov: material, storitev | | | | | |
|--|---|-------|-----|--------|-----------------------------|
| poz | delitev po postavkah | enota | kol | cena | Investicija (€ brez DDV) |
| 1 | Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd | 1 | kos | 16.000 | 16.000 |
| Skupaj: | | | | | |

Vračilna doba:

2,21 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0 – 3☐ 3 – 6☐ 6 – 12☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

NIZKA

NIZKO

PRILOGA 2.2: Investicijski ukrepi**Naziv ukrepa: Celovita energetska prenova stavbe (investicijski ukrepi 1,2,3,4,5,6)****OPIS:**

V skladu z novimi smernicami za pridobitev finančnih sredstev za energetske sanacije, je objekte potrebno sanirati celostno, z usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije. S tem namenom so v tem poglavju zbrani vsi ukrepi, ki se tičejo sanacije zunanjega ovoja, njihovi posamezni vplivi na zmanjšanje porabe toplotne energije, kakor tudi skupni vpliv vseh izvedenih ukrepov. Učinki ukrepov so ocenjeni na podlagi preračuna gradbene fizike, ki je bil izveden s programom KI Energija 2014. V sklop celovite energetske prenove je v primeru našega objekta predvidena zamenjava nezamenjanega stavbnega pohištva, toplotna izolacija fasade, toplotna izolacija stropa neogrevanega podstrešja in delov poševne strehe.

Zahtevam PURES ne ustrezajo zunanji zidovi, streha velike telovadnice in glavnega objekta in stavbno pohišto. Smiselna ukrepa sta tudi namestitve termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem in sanacija razsvetljave velike telovadnice. Zaradi prej opisanega je v sklopu celovite sanacije potrebno izvesti sanacijo oz. toplotno izolirati omenjene elemente.

| | | |
|---|---------|-----|
| <i>Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje na leto:</i> | 282.206 | kWh |
| <i>Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:</i> | 20.757 | € |

| Specifikacija stroškov: material, storitev | | | | | |
|--|--|----------------|-------|-----------|-----------------------------|
| poz | delitev po postavkah | enota | kol | Cena € | Investicija (€ brez DDV) |
| 1 | Energetsko upravljanje | kos | 1 | 12.000 | 12.000 |
| 2 | Toplotna izolacija glavne stavbe in stare telovadnice | m ² | 2.168 | 65 | 141.000 |
| 3 | Zamenjava oken - kopelit zasteklitve | m ² | 202 | 250 | 50.500 |
| 4 | Namestitev izolacije strehe | m ² | 1800 | 60 | 108.000 |
| 5 | Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje | kos | 1 | 14.000 | 14.000 |
| 6 | Zamenjava reflektorjev v veliki telovadnici | kos | 20 | 400 | 8.000 |
| Skupaj: | | | | | 489.000 |

Vračilna doba:

16,3 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3☒ 3 – 6☐ 6 – 12☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA

SREDNJE

PRILOGA 3: Grobi opis ukrepov

| Sklop | Obstoječe stanje | Predvideni ukrepi | Količina | Vrednost ukrepov v € (brez DDV) | Opomba |
|---|---|--|----------------------|---------------------------------|--------|
| Ovoj in stavbno pohištvo | | | | | |
| 1 | Toplotna izolacija glavne stavbe in stare telovadnice | -namestitev 16 cm toplotne izolacije, EPS | 2.168 m ² | 141.000 | |
| 2 | Zamenjava oken - kopelit zasteklitve | -PVC okna s termopan zasteklitvijo, toplotne prehodnosti 1,1 W/m ² K | 202 m ² | 50.500 | |
| 3 | Namestitev izolacije strehe | -namestitev 25 cm toplotne izolacije | 1.800 m ² | 108.000 | |
| Sistem upravljanja z energijo, ogrevalni sistem in ostalo | | | | | |
| 4 | Energetsko upravljanje objekta | Namestitev opreme za energetsko upravljanje objekta | 1 kos | 12.000 | |
| 5 | Regulacija temperature v prostorih | Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema | 1 kos | 14.000 | |
| 6 | Zamenjava reflektorjev v veliki telovadnici | Namestitev LED reflektorjev, moči 100 W | 20 kos | 8.000 | |
| SKUPAJ ENERGETSKA SANACIJA | | 489.000 € | | | |

PRILOGA 4: Gradbena fizika**IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE**

Izvedeno

| | |
|-----------------------------------|--|
| Investitor | MO Ljubljana |
| Stavba | OŠ Vodmat |
| Lokacija stavbe | Ljubljana , Potrčeva ulica 1 |
| Katastrska občina | ŠENTPETER |
| Parcelna številka | 92/1 |
| Koordinate lokacije stavbe (Y, X) | Y= 463636 km X= 101428 km |
| Vrsta stavbe | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo |
| Etažnost: | 6 |

| | |
|--|------------|
| Projektant | - |
| Odgovorni vodja projekta | - |
| Izdelovalec izkaza | - |
| Izdelano na podlagi elaborata | - |
| Datum izdelave izkaza | 30.11.2016 |
| Izjavljam, da iz Izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba ne dosega predpisano raven učinkovite rabe energije | |
| Podpis izdelovalca izkaza: | |

| | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Neto uporabna površina stavbe | $A_u = 3611,0 \text{ m}^2$ |
| Kondicionirana prostornina stavbe | $V_e = 24356,00 \text{ m}^3$ |
| Površina toplotnega ovoja stavbe | $A = 8289 \text{ m}^2$ |
| Oblikovni faktor | $f_0 = 0,34 \text{ m}^{-1}$ |

| | |
|---|------------------------------------|
| Temperaturni primanjkljaj | $DD = 3300 \text{ Kdan}$ |
| Temperaturni presežek | $DH = -K \text{ ur}$ |
| Povprečna letna temperatura zunanjega zraka T_L | $T_L = 9,9 \text{ }^\circ\text{C}$ |

| TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|--|
| NEPROZORNI ELEMENTI | | | | |
| Oznaka elementa | Orientacija, naklon | Površina (m^2) | U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) | U_{\max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) |
| ZS Š - jz | JZ | 580,2 | 0,469 | 0,28 |
| ZS Š - jv | JV | 381 | 0,469 | 0,28 |
| ZS Š - sv | SV | 456 | 0,469 | 0,28 |
| ZS Š - sz | SZ | 275 | 0,469 | 0,28 |
| ZS MT- sz | SZ | 93,8 | 0,222 | 0,28 |
| ZS MT- sv | SV | 37,7 | 0,222 | 0,28 |
| ZS MT- jz | JZ | 151 | 0,222 | 0,28 |
| ZS VT- jz | JZ | 125 | 0,508 | 0,28 |
| ZS VT- jv | JV | 70,7 | 0,508 | 0,28 |
| ZS VT- sv | JV | 149,5 | 0,508 | 0,28 |
| ZS VT- sz | SZ | 129,8 | 0,508 | 0,28 |
| streha MT | | 433 | 0,173 | 0,20 |
| streha VT + šola | | 1801 | 0,564 | 0,20 |
| tla | | 2314 | 0,157 | 0,35 |

| PROZORNI ELEMENTI | | | | | |
|-------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Oznaka elementa | Orientacija, naklon | Površina (m^2) | U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) | U_{\max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) | Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja g.F _s .F _c |
| kopelit - sv | SV,90 | 148 | 5,000 | 1,3 | 0 |
| kopelit - sz | SZ,90 | 29 | 5,000 | 1,3 | 0 |
| okno - jv | JV,90 | 188 | 1,400 | 1,3 | 0,14 |
| kopelit - jv | JV,90 | 25 | 5,000 | 1,3 | 0 |
| okno - jz | JZ,90 | 351,6 | 1,400 | 1,3 | 0,14 |
| okno - sv | SV,90 | 435 | 1,400 | 1,3 | 0,14 |
| okno - sz | SZ,90 | 103 | 1,400 | 1,3 | 0,14 |
| vrata | SZ,90 | 12 | 1,250 | 1,6 | 0 |

| | | |
|--|-----------------------------------|--|
| Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov | - EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 | |
|--|-----------------------------------|--|

| | | |
|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, računalniškimi simulacijami - na poenostavljen način | X |
|--|--|---|

| Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe | Izračunan | Največji dovoljeni |
|--|--|---|
| | $H'T = 0,674 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $H'T_{\text{max}} = 0,469 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Letna potrebna primarna energija | $Q_p = 882497 \text{ kWh}$ | $Q_{p\text{max}} = 630287 \text{ kWh}$ |
| Letna raba toplote za ogrevanje | $Q_{NH} = 454560 \text{ kWh}$ | $Q_{NH\text{max}} = 154405 \text{ kWh}$ |
| Letni potrebni hlad za hlajenje | $Q_{NC} = 1898 \text{ kWh}$ | $Q_{NC\text{max}} = 0 \text{ kWh}$ |
| Letno potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine | Izračunana | Največja dovoljena |
| 1 - stanovanjske stavbe | | |
| | | |
| 2 - nestanovanjske stavbe | $Q_{NH}/a_u = 125,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ | $(Q_{NH}/a_u)_{\text{max}} = - \text{ kWh/m}^2\text{a}$ |
| | $Q_{NH}/V_e = 18,7 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ | $(Q_{NH}/V_e)_{\text{max}} = 6,3 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ |

| Zagotavljanje obnovljivih virov energije | | |
|---|--------------|--------------------|
| | Doseženo (%) | Izpolnjeno (DA/NE) |
| Osnovni pogoji | | |
| najmanj 25 odstotkov celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov | Skupaj: 0 | NE |
| Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoji | | |
| najmanj 25 odstotkov potrebne energije je iz sončnega obsevanja | | |
| najmanj 30 odstotkov potrebne energije je iz plinaste biomase | | |
| najmanj 50 odstotkov potrebne energije je iz trdne biomase | | |
| najmanj 70 odstotkov potrebne energije je iz geotermalne energije | | |
| najmanj 50 odstotkov potrebne energije je iz toplote okolja | | |
| najmanj 50 odstotkov potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom | | |
| stavba je najmanj 50 odstotkov oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja | | |
| letna potrebna toplota za ogrevanje je najmanj 30 odstotkov nižja od mejne vrednosti | | |

| Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov | |
|--|--|
| Letna potrebna primarna energija na enoto uporabne površine stavbe (1 - stanovanjska stavba) | |
| Letna potrebna primarna energija na enoto uporabne površine stavbe (2 - nestanovanjska stavba) | $Q_p/V_e = 36,2 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ |

| Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov | |
|--|-------------------------|
| Letni izpusti CO ₂ | 233938 kg |
| Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba) | |
| Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 - nestanovanjska stavba) | 9,6 kg/m ³ a |

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

OŠ Vodmat

Izračun je narejen v skladu po »Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah 2010« in Tehnični smernici TSG-1-004:2010.

Številka elaborata: -

Status projekta: Izvedeno

Projektivno podjetje: -

Odgovorni projektant: -

Elaborat izdelal: -.

Ljubljana, 30.11.2016

PODATKI O PROJEKTU

Projekt: OŠ Vodmat

| | |
|--|---|
| Stavba | OŠ Vodmat |
| Investitor Naziv oz. fizična oseba, naslov | MO Ljubljana |
| Lokacija stavbe (kraj, naselje, ulica) | Ljubljana , Potrčeva ulica 1 |
| Katastrska(e) občina(e) | ŠENTPETER |
| Parcelna(e) številka(e) | 92/1 |
| Koordinate lokacije stavbe (Y, X) | Y: 463636 X: 101428 |
| Namembnost: (stanovanjska, poslovna, ...) | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo |
| Etažnost: | 6 |

Naziv: cona

Vrsta: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

| | | | |
|--|---|--------|--------------------|
| Bruto ogrevana prostornina | 24356 m ³ | | |
| Neto ogrevana prostornina | 19485 m ³ | | |
| Neto uporabna površina | 3611 m ² | | |
| Faktor oblike f _o (za stavbo) | 0,34 m ⁻¹ | | |
| Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja z (za stavbo) | 0,156 | | |
| Povprečna letna temperatura T _L | 9,9 °C | | |
| Zunanja zimska projektna temperatura | -13 °C | | |
| Temperaturni primankljaj za ogrevanje (Kdan/a) | 3300 Kdan/a | | |
| Temperaturni primanjkljaj za hlajenje (TPR) | - | | |
| Ogrevana s prekinitvami | NE | | |
| Notranja temperatura pozimi | 20 °C | poleti | 26 °C |
| Vrsta | | | |
| Notranji viri pozimi | 6 W/m ² | poleti | 4 W/m ² |
| Način gradnje | Srednjetežka gradnja (ro zunanjega zidu >= 600 kg/m ²) | | 1169,96 MJ/K |
| Vlažnost zraka | 65 % | | |
| Prezračevanje | Naravno | | |

| | | | | |
|-----------------------------|--------|--------------------------------|--------|------------------------|
| Izmenjava zraka | pozimi | 0,5 h ⁻¹ | poleti | 0,5 h ⁻¹ |
| Prezračevanje zraka | pozimi | 9743 m ³ /h | poleti | 9743 m ³ /h |
| Število izmenjav pri 50 Pa | | | | |
| Lega | | Mesto | | |
| Zavetrovanost fasad | | Vetru izpostavljenih več fasad | | |
| Izkoristek vračanja toplote | | | | |

SPISEK KONSTRUKCIJ

Projekt: OŠ Vodmat

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Naziv konstrukcije | ZS Š - jz | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| Toplotna prehodnost | 0,469 W/m ² K | | |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 40 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Naziv konstrukcije | ZS Š - jv | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| Toplotna prehodnost | 0,469 W/m ² K | | |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 40 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Naziv konstrukcije | ZS Š - sv | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| Toplotna prehodnost | 0,469 W/m ² K | | |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|----------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |

| | | | |
|--------------------------------|-----|-------|------|
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 40 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS Š - sz | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,469 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 40 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS MT- sz | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,222 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 30 | 0,61 | 1400 |
| kamena volna TERMOTOP | 15 | 0,04 | 155 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS MT- sv | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,222 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 30 | 0,61 | 1400 |
| kamena volna TERMOTOP | 15 | 0,04 | 155 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS MT- jz | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,222 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 30 | 0,61 | 1400 |

| | | | |
|-----------------------|-----|------|------|
| kamena volna TERMOTOP | 15 | 0,04 | 155 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS VT- jz | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,508 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 30 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS VT- jv | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,508 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 30 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS VT- sv | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,508 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 30 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | | |
| Naziv konstrukcije | ZS VT- sz | Tip konstrukcije | Zunanja stena |
| Toplotna prehodnost | 0,508 W/m ² K | Difuzija vodne pare | Ustreza |
| | Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Apnena malta | 2,5 | 0,81 | 1600 |
| Mrežasta in votla opeka (1400) | 30 | 0,61 | 1400 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |

| | | | |
|----------------|-----|------|------|
| Zaključni sloj | 2,5 | 0,45 | 1450 |
|----------------|-----|------|------|

| | | | |
|---------------------|--|---|-------------------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | Tip konstrukcije Difuzija vodne pare | Ravna streha Ustreza |
| Naziv konstrukcije | streha MT | | |
| Toplotna prehodnost | 0,173 W/m ² K Ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|---|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Betoni s kam. agregati (1800) | 12 | 0,93 | 1800 |
| XPS KI Polyfoam XtraPluS d = 180 - 200 mm | 20 | 0,037 | 35 |
| Bitumen | 2 | 0,17 | 1100 |

| | | | |
|---------------------|--|---|-------------------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | Tip konstrukcije Difuzija vodne pare | Ravna streha Ustreza |
| Naziv konstrukcije | streha VT + šola | | |
| Toplotna prehodnost | 0,564 W/m ² K Ne ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Polne mavčne plošče | 1 | 0,58 | 1200 |
| HOR. GOR, d=10cm | 10 | 0,625 | 1 |
| Betoni s kam. agregati (1800) | 12 | 0,93 | 1800 |
| Styropor | 5 | 0,041 | 25 |
| Bitumen | 2 | 0,17 | 1100 |

| | | | |
|---------------------|--|---|---------------|
| Cona | 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo | Tip konstrukcije Difuzija vodne pare | Tla na terenu |
| Naziv konstrukcije | tla | | |
| Toplotna prehodnost | 0,157 W/m ² K Ustreza | | |

| Sloji v konstrukciji | d [cm] | topl. prevodnost [W/mK] | gostota [kg/m ³] |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| Keramične ploščice | 2 | 0,87 | 1700 |
| Cementni estrih | 5 | 1,4 | 2200 |
| Betoni s kam. agregati (1800) | 10 | 0,93 | 1800 |
| Drenažni sloj | 25 | 1,4 | 1750 |

IZPIS ANALIZE KONSTRUKCIJ

Projekt: OŠ Vodmat

| | |
|------------------|--|
| Naziv cone: cona | Namembnost: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo |
|------------------|--|

Konstrukcije na ovoju stavbe

| Naziv | Tip | A (m ²) | As (m ²) | U (W/m ² K) | Difuzija v. pare | b | Smer | Naklon | g | g.Fs.Fc | Ht (W/K) |
|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|---|------|--------|------|---------|-------------|
| ZS Š - jz | Zunanja stena | 580,2 | | 0,47 | Ustreza | 1 | | | | | 272,18 |
| ZS Š - jv | Zunanja stena | 381 | | 0,47 | Ustreza | 1 | | | | | 178,73 |
| ZS Š - sv | Zunanja stena | 456 | | 0,47 | Ustreza | 1 | | | | | 213,92 |
| ZS Š - sz | Zunanja stena | 275 | | 0,47 | Ustreza | 1 | | | | | 129,01 |
| ZS MT- sz | Zunanja stena | 93,8 | | 0,22 | Ustreza | 1 | | | | | 20,85 |
| ZS MT- sv | Zunanja stena | 37,7 | | 0,22 | Ustreza | 1 | | | | | 8,38 |
| ZS MT- jz | Zunanja stena | 151 | | 0,22 | Ustreza | 1 | | | | | 33,57 |
| ZS VT- jz | Zunanja stena | 125 | | 0,51 | Ustreza | 1 | | | | | 63,52 |
| ZS VT- jv | Zunanja stena | 70,7 | | 0,51 | Ustreza | 1 | | | | | 35,93 |
| ZS VT- sv | Zunanja stena | 149,5 | | 0,51 | Ustreza | 1 | | | | | 75,98 |
| ZS VT- sz | Zunanja stena | 129,8 | | 0,51 | Ustreza | 1 | | | | | 65,96 |
| streha MT | Ravna streha | 433 | | 0,17 | Ustreza | 1 | | | | | 74,76 |
| streha VT + šola | Ravna streha | 1801 | | 0,56 | Ustreza | 1 | | | | | 1015,54 |
| tla | Tla na terenu | 2314 | | 0,16 | | 1 | | | | | 363,65 |
| kopelit - sv | KOPELIT | 148 | 0 | 5 | | 1 | SV | 90 | 0 | 0 | 740 |
| kopelit - sz | KOPELIT | 29 | 0 | 5 | | 1 | SZ | 90 | 0 | 0 | 145 |
| okno - jv | PVC U 1,4 g 0,68 | 188 | 122,33 | 1,4 | | 1 | JV | 90 | 0,72 | 0,17 | 263,2 |
| kopelit - jv | KOPELIT | 25 | 0 | 5 | | 1 | JV | 90 | 0 | 0 | 125 |
| okno - jz | PVC U 1,4 g 0,68 | 351,6 | 227,84 | 1,4 | | 1 | JZ | 90 | 0,72 | 0,17 | 492,24 |
| okno - sv | PVC U 1,4 g 0,68 | 435 | 281,88 | 1,4 | | 1 | SV | 90 | 0,72 | 0,17 | 609 |
| okno - sz | PVC U 1,4 g 0,68 | 103 | 66,74 | 1,4 | | 1 | SZ | 90 | 0,72 | 0,17 | 144,2 |
| vrata | VRATA PVC | 12 | 0 | 1,25 | | 1 | SZ | 90 | 0 | 0,35 | 15 |

Notranje konstrukcije

| Naziv | Tip | U (W/m ² K) | Ustreznost |
|-------|-----|---------------------------|------------|
| | | | |



Toplotni mostovi

| Naziv | Dolžina (m) | ψ W/K |
|---|----------------|---------------|
| Povečanje toplotne prehodnosti ovoja stavbe za 0,06W/m²K | | |

LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE

Projekt: OŠ Vodmat

Naziv: cona

Vrsta: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

| Ogrevanje | Jan kWh/m | Feb kWh/m | Mar kWh/m | Apr kWh/m | Maj kWh/m | Jun kWh/m | Jul kWh/m | Avg kWh/m | Sep kWh/m | Okt kWh/m | Nov kWh/m | Dec kWh/m | Skupaj kWh/a |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Trans. izgube | 87229 | 71284 | 58152 | 40197 | 10049 | | | | 2010 | 41537 | 64316 | 78921 | 453696 |
| Prezrač. izgube | 51754 | 42293 | 34502 | 23850 | 5962 | | | | 1192 | 24645 | 38159 | 46825 | 269183 |
| Dobitki not. virov | 16120 | 14560 | 16120 | 15600 | 7800 | | | | 1560 | 16120 | 15600 | 16120 | 119596 |
| Dobitki sončnega sevanja | 15081 | 21882 | 31653 | 38836 | 21181 | | | | 3351 | 23002 | 13077 | 11018 | 179081 |
| Učinkovitost dobitkov | 1,00 | 0,99 | 0,95 | 0,84 | 0,52 | | | | 0,59 | 0,93 | 0,99 | 1,00 | |
| Toplota za gretje (Q_{NH}) | 107897 | 77561 | 47151 | 18304 | 917 | | | | 281 | 29737 | 74016 | 98696 | 454560 |

LETNI POTREBNI HLAD ZA HLAJENJE STAVBE

Projekt: OŠ Vodmat

Naziv: cona

Vrsta: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

| Hlajenje | Jan kWh/m | Feb kWh/m | Mar kWh/m | Apr kWh/m | Maj kWh/m | Jun kWh/m | Jul kWh/m | Avg kWh/m | Sep kWh/m | Okt kWh/m | Nov kWh/m | Dec kWh/m | Skupaj kWh/a |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Trans. izgube | | | | | 23583 | 32158 | 24922 | 29076 | 39796 | | | | 149535 |
| Prezrač. izgube | | | | | 13992 | 19080 | 14787 | 17251 | 23611 | | | | 88721 |
| Dobitki not. virov | | | | | 5546 | 10400 | 10746 | 10746 | 9360 | | | | 46799 |
| Dobitki sončnega sevanja | | | | | 4519 | 8803 | 9196 | 8722 | 6032 | | | | 37272 |
| Učinkovitost dobitkov | | | | | 0,27 | 0,37 | 0,48 | 0,41 | 0,24 | | | | |
| Hlad za hlajenje (Q_{NC}) | | | | | 66 | 362 | 881 | 516 | 73 | | | | 1898 |

ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

Projekt: OŠ Vodmat

ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

| Toplota | | jan | feb | mar | apr | maj | jun | jul | avg | sep | okt | nov | dec | leto |
|--|-------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|
| Qf,h - dovedena toplota za ogrevanje | kWh/m | 136055 | 97360 | 59109 | 22948 | 1253 | 0 | 0 | 0 | 462 | 37522 | 93225 | 124100 | 572032 |
| Qf,w - dovedena toplota za toplo vodo | kWh/m | 3995 | 3608 | 3995 | 3866 | 3995 | 4073 | 4209 | 4209 | 3858 | 3995 | 3866 | 3995 | 47661 |
| Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe | kWh/m | 140049 | 100968 | 63103 | 26814 | 5247 | 4073 | 4209 | 4209 | 4320 | 41516 | 97091 | 128094 | 619694 |
| Qove - toplota iz OVE v Qf | kWh/m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Električna energija | | jan | feb | mar | apr | maj | jun | jul | avg | sep | okt | nov | dec | leto |
|--|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| Wh+aux + Ww+aux - potrebna el. energija za ogrevanje in toplo vodo | kWh/m | 2276 | 1679 | 1126 | 573 | 251 | 226 | 234 | 234 | 232 | 797 | 1627 | 2102 | 11357 |
| Wc+aux - potrebna električna energija za hlajenje | kWh/m | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 163 | 398 | 233 | 33 | 0 | 0 | 0 | 857 |
| Wv+aux - potrebna električna energija za prezračevanje | kWh/m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wlight - potrebna električna energija za razsvetljavo | kWh/m | | | | | | | | | | | | | 43332 |
| Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe | kWh/m | 2276 | 1679 | 1126 | 573 | 280 | 390 | 632 | 467 | 264 | 797 | 1627 | 2102 | 55546 |

| KAZALNIKI ENERGIJSKE UČINKOVITOSTI STAVBE | | | Ustreznost |
|---|---------|--------|------------|
| H't - koeficient specifičnih transmisijskih izgub | W/m²K | 0,674 | NE |
| H't dovoljeno | W/m²K | 0,469 | |
| QNH - potrebna toplota za ogrevanje stavbe | kWh/a | 454560 | |
| QNH/Ve | kWh/m³a | 18,7 | NE |
| QNH/Ve dovoljeno | kWh/m³a | 6,3 | |
| Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe | kWh/a | 619694 | |



| | | | |
|---|----------------------|--------|----|
| Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe | kWh/a | 55546 | |
| Qp - potrebna primarna energija za delovanje stavbe | kWh/a | 882497 | |
| Qp/Au | kWh/m ² a | 244,4 | NE |
| Qp/Au dovoljeno | kWh/m ² a | 174,5 | |
| f _{OVE} - delež obnovljivih virov energije | % | 0 | NE |
| letni izpust CO ₂ | kg/a | 233938 | |

| | | |
|-------------------------|------|------------------|
| Ogrevana površina | 3611 | m ² |
| Hlajena površina | 3611 | m ² |
| Notranji dobitki pozimi | 6 | W/m ² |
| Specifična moč svetilk | 6 | W/m ² |

TABELARIČNI IZPIS ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

Projekt: OŠ Vodmat

Potrebna energija za stavbo [kWh/a]

| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|----|--|------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|------------|
| | | Ogrevanje | | Hlajenje | | Topla voda |
| | | Občutena toplota | Latentna toplota (navlaž,) | Občutena toplota | Latentna toplota (navlaž,) | |
| L1 | Toplotni dobitki stavbe in vrnjene toplotne izgube | 268319 | | 240153 | | |
| L2 | Prehod toplote | 722879 | | 238255 | | |
| L3 | Potrebna energija | 454560 | | 1898 | | 45625 |

Toplotne izgube sistema in pomožna energija [kWh/a]

| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|----|----------------------------------|-----------|----------|------------|---------------|--------------|
| | | Ogrevanje | Hlajenje | Topla voda | Prezračevanje | Razsvetljava |
| L4 | Električna energija | 8604 | 857 | 2753 | 0 | 43332 |
| L5 | Toplotne izgube | 606878 | 247 | 2070 | | |
| L6 | Vrnjene toplotne izgube | 488380 | 0 | 1026 | | |
| L7 | V razvodni sistem oddana toplota | 569419 | 0 | 47661 | | |

Proizvedena energija [kWh/a]

| | | | | | |
|-----|-----------------------|------------------------|--|--|--|
| | Vrsta generatorja | Daljinsko ogrevanje | | | |
| | Sistem oskrbe | Ogrevanje + topla voda | | | |
| L8 | Oddaja toplote | 617080 | | | |
| L9 | Pomožna energija | 0 | | | |
| L10 | Toplotne izgube gen. | 2613 | | | |
| L11 | Vrnjena toplota | 0 | | | |
| L12 | Vnesena energija | 619694 | | | |
| L13 | Proizvodnja elektrike | 0 | | | |
| L14 | Energent | Daljinsko ogrevanje | | | |

Kazalniki - primarna energija

| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|--------|----|----|----|
| | | dovedena energija | | | | | |
| | | Daljinsko ogrevanje | Električna energija | skupaj | | | |
| 1 | Dovedena energija | 619694 | 55546 | | | | |
| 2 | Faktor pretvorbe | 1,2 | 2,5 | | | | |
| 3 | Primarna energija | 743632 | 138865 | 882497 | | | |

Kazalniki - emisije CO₂

| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|---|------------------------------|---------------------|---------------------|--------|----|----|----|
| | | dovedena energija | | | | | |
| | | Daljinsko ogrevanje | Električna energija | skupaj | | | |
| 1 | Dovedena energija | 619694 | 55546 | | | | |
| 2 | Specifične emisije | 0,33 | 0,53 | | | | |
| 3 | Emisije CO ₂ (kg) | 204499 | 29439 | 233938 | | | |

Celotna raba energije in emisije CO₂

| Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov) | Lastnosti sistemov (toplotne izgube, vračljiva toplota) | Dovedena energija (vsebovana v energentih) | Energijski kazalniki (z upoštevanjem utežnih faktorjev) |
|--|--|---|---|
| Ogrevanje: 454560 Topla voda: 45625 Hlajenje: 1898 | Toplota: 608948 Hlad: 0 Elektrika: 12214 Pomožna toplota: - Pomožen hlad: - Razsvetljava: 43332 Prezračevanje: 0 | Elektrika: 55546 Daljinsko ogrevanje: 619694 | Primarna energija: 882497 Emisije CO ₂ : 233938 |
| | | Oddana energija (vsebovana v energentih) | Primarna e.: 0 Emisije CO ₂ : 0 |
| | | Elektrika: 0 Toplota: 0 | |
| | | Energija proizvedena iz obnovljivih virov energije Elektrika: 0 Toplota: 0 | |

| | | |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|
| Št. Elaborata: - | Projektant: - | |
| Kraj, datum: Ljubljana, 04.01.2017 | Odgovorni projektant: - _____ | Izdelovalec: - _____ |