


RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED **Končno poročilo**

Objekt Vojkova 1b
Vojkova 1b, 1000 Ljubljana



Kranj, april 2023

Naziv projekta:	Razširjeni energetski pregled Objekta Vojkova 1b
Št. projekta:	2022/83
Kraj in datum:	Kranj, april 2023
Naročnik:	Ministrstvo za javno upravo Tržaška cesta 21, Ljubljana
Odgovorna oseba naročnika:	Sanja Ajanović Hovnik, ministrica
Predstavnik naročnika:	ga. Polona Murko
Izvajalec:	Lokalna energetska agencija Gorenjske (LEAG) Slovenski trg 1 4000 Kranj
Direktor:	Črtomir Kurnik, mag. medn. in dipl. štud.
Žig in podpis:	
Projektni vodja:	Staš Kos, univ. dipl. inž. str.
Strokovni sodelavci:	Jure Eržen, univ. dipl. inž. grad. Cene Udovič, univ. dipl. inž. grad.

Kazalo vsebine

1.	Povzetek za poslovno odločanje.....	9
1.1.	Uvodna pojasnila.....	9
1.2.	Povzetek ukrepov URE in OVE.....	9
2.	Namen in cilj energetskega pregleda.....	11
3.	Uvod.....	12
3.1.	Splošno	12
3.2.	Opis dejavnosti v stavbi	13
3.3.	Osnovni podatki o lokaciji.....	13
3.4.	Prostorska razporeditev stavb.....	14
3.5.	Stanje toplotnega ugodja	17
3.5.1.	Meritve mikroklima in osvetljenosti.....	17
3.6.	Skupna poraba energije in stroški – celoten kompleks stavb Vojkova 1a in 1b.....	19
3.6.1.	Merilna/odjemna mesta in pripadajoče stavbe	19
3.6.2.	Metodologija delitve rabe energije med posameznimi stavbami	20
3.6.3.	Skupna poraba energije - celoten kompleks stavb Vojkova 1a in 1b.....	21
3.6.4.	Skupni stroški	22
4.	Shema upravljanja s stavbo	24
4.1.	Razmerje med naročnikom EP, lastnikom in uporabnikom stavbe.....	24
4.2.	Odgovorne osebe na lokaciji	24
4.3.	Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov	24
4.4.	Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE.....	24
4.5.	Potek nadzora nad rabo energije in stroški.....	25
4.6.	Motivacija za URE/OVE.....	25
4.7.	Raven promoviranja URE/OVE.....	25
5.	Oskrba in raba energije – CELOTEN KOMPLEKS STAVB	26
5.1.	Cene energetskih virov	26
5.1.1.	Električna energija.....	26
5.1.2.	Ogrevanje	26
5.1.3.	Voda brez odpadkov.....	27
5.2.	Mesečna in letna raba energije	27
5.2.1.	Električna energija.....	27
5.2.2.	Energija za ogrevanje	29
5.2.3.	Voda	31
5.3.	Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov	33
5.4.	Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme	33

6.	Pregled naprav za pretvorbo energije	34
6.1.	Ogrevalni sistem	34
6.2.	Sistemi za hlajenje in prezračevanje.....	35
6.3.	Sistemi za oskrbo s toplo vodo.....	36
6.4.	Razsvetljava	37
6.5.	Centralno nadzorni sistem.....	39
7.	Pregled rabe končne energije	41
7.1.	Ovoj stavbe.....	41
7.2.	Električni aparati in razsvetljava.....	44
7.3.	Priprava sanitarne tople vode	45
7.4.	Prezračevanje in klimatizacija	45
7.5.	Ogrevanje	45
7.6.	Poročilo o opravljeni termografiji	45
7.6.1.	Uvod	45
7.6.2.	Podatki o izvedbi meritve	46
7.6.3.	Poročilo izvedbi meritev.....	46
8.	Pregled rabe končne energije	47
8.1.	Revizija pogodb o dobavi energije	47
8.2.	Električna energija.....	47
8.3.	Voda	47
8.4.	Toplota.....	47
9.	Analiza energetskih tokov v stavbi	48
10.	Ocena energetske varčevalnih potencialov	49
10.1.	Ovoj stavbe.....	49
10.2.	Prezračevanje.....	49
10.3.	Kuhinja.....	49
10.4.	Priprava tople vode	49
10.4.1.	Proizvodnja toplote	49
10.4.2.	Ogrevalni sistem	49
10.4.3.	Temperatura ogrevanja	49
10.5.	Razsvetljava	49
10.6.	Klimatizacija	49
10.7.	Sanitarna voda	49
10.8.	Električna energija	50
10.9.	Nadzorni sistem z energetskim knjigovodstvom.....	50
10.10.	Izraba obnovljivih virov energije.....	50
11.	Organizacijski ukrepi	51

11.1.	Osveščanje uporabnikov.....	51
11.2.	Izobraževanje.....	51
11.3.	Informiranje.....	51
11.3.1.	Energetsko knjigovodstvo	51
11.3.2.	Predstavitev in spremljanje rezultatov energetskega pregleda	51
11.4.	Izdelava postopkov za varčevanje z energijo	51
11.5.	Zmanjšanje vdora hladnega zraka/prepiha v ogrevalni sezoni	51
11.6.	Ekonomična raba sveže pitne vode	51
12.	Ocena izvedljivosti ukrepov.....	52
12.1.	Predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode.....	53
12.2.	Povzetek vseh ukrepov	66
12.3.	Scenarij 1	67
12.4.	Ekološka presoja ukrepov in vpliv na bivalno ugodje.....	69
13.	Meritve in nadzor nad doseganjem učinkov energetske sanacije.....	70
14.	Izvedba osveščanja uporabnika.....	71
15.	Viri	72
16.	Priloge	73
16.1.	Priloga 1: Priporočila za prihodnje metode merjenja in preverjanja	73
16.2.	Priloga 2: Elaborati gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah	73

Slike

Slika 1: Vojkova 1b.....	9
Slika 2: Kumulativna površina celovito energetske saniranih stavb v javnem sektorju v obdobju 2011–2020 in ciljne vrednosti kazalca do leta 2020. Vir: Institut Jožef Stefan - Center za energetske učinkovitost	12
Slika 3: Stavbe na Vojkovi 1a in 1b.....	14
Slika 4: Ortofoto posnetek objekta.....	16
Slika 5: Diagram ugodja po Reiherju v odvisnosti od relativne vlage in temperature.....	18
Slika 6: Porabe glavnih energentov v obravnavanih letih.....	21
Slika 7: Razmerje porabe primarnih energentov v obravnavanih letih.....	22
Slika 8: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih treh letih.....	22
Slika 9: Deleži stroškov za obravnavano obdobje.....	23
Slika 10: Shema denarnih tokov.....	25
Slika 11: Cena elektrike v obravnavanem obdobju.....	26
Slika 12: Cena toplote v obravnavanem obdobju.....	27
Slika 13: Specifični stroški za vodo brez odpadkov v obravnavanem obdobju.....	27
Slika 14: Skupna raba in stroški električne energije v zadnjih treh letih.....	28
Slika 15: Mesečna raba električne energije v obravnavanem obdobju.....	28
Slika 16: Razmerje med visoko in nizko tarifo.....	29
Slika 17: Gibanje vrednosti priključne moči v obravnavanem obdobju.....	29
Slika 18: Razmerje med povprečno letno priključno močjo [kW] in letno porabo energije [MWh].....	29
Slika 19: Skupna poraba in stroški za toploto v obravnavanem obdobju.....	30
Slika 20: Raba toplote in temperaturni primanjkljaj.....	30
Slika 21: Mesečna raba toplote in pripadajoči temperaturni primanjkljaj.....	31
Slika 22: Raba vode in stroški brez odpadkov.....	32
Slika 23: Raba vode na mesečnem nivoju.....	32
Slika 24: Stroški za vodo brez odpadkov na mesečnem nivoju.....	33
Slika 25: Shema strojnice (levo zgoraj), vhod v strojnico (desno zgoraj), toplotna postaja (levo spodaj), kalorimeter – merilnik toplotne energije (desno spodaj).....	35
Slika 26: Split hladilne naprave in hladilni agregat za hlajenje superračunalnika (spodaj desno).....	36
Slika 27: Razsvetljava – Vojkova 1a.....	37
Slika 28: Razsvetljava – Vojkova 1b.....	38
Slika 29: Sistem za regulacijo temperature po posameznih prostorih – le deloma vgrajeno v nekaterih prostorih Vojkova 1b.....	40
Slika 30: Ovoj stavbe – Vojkova 1a.....	42
Slika 31: Ovoj stavbe – Vojkova 1b.....	43
Slika 32: Ovoj stavbe – Vojkova 1b - prizidek.....	44
Slika 33: Streha – Vojkova 1a.....	44
Slika 34: Sprememba TP, kot eden izmed vplivov na realno rabo energije v stavbi.....	68

Tabele

Tabela 1: Povzetek obravnavanih ukrepov.....	10
Tabela 2: Eden izmed možnih scenarijev (scenarij 1).....	10
Tabela 3: Povprečni podnebni podatki za izbrano lokacijo.....	13
Tabela 4: Energija sončnega obsevanja za različne dele stavbe.....	14
Tabela 5: Kompleks stavb, ki so vezane na naslova Vojkova 1a in Vojkova 1b.....	15
Tabela 6: Osnovni podatki o objektu.....	15
Tabela 7: Geometrijski podatki.....	16
Tabela 8: Uporabljena merilna oprema.....	17
Tabela 9: Mejne vrednosti koncentracije CO ₂ , standardi in vpliv na človekovo počutje.....	19

Tabela 10: Poraba energentov, vode s pripadajočimi stroški za leto 2022.....	26
Tabela 11: Vgrajene hladilne naprave.....	36
Tabela 12: Popis naprav za lokalno pripravo tople sanitarne vode.	37
Tabela 13: Popis razsvetljave – Vojkova 1a.	39
Tabela 14: Popis razsvetljave – Vojkova 1b.	39
Tabela 15: Namembnost posameznih etaž – Vojkova 1a.	41
Tabela 16: Namembnost posameznih etaž – Vojkova 1b.	41
Tabela 17: Namembnost posameznih etaž – Vojkova 1b - Prizidek.	41
Tabela 18: Točka rosišča (kondenzacija vodne pare) v odvisnosti od temperature in relativne vlažnosti zraka.	45
Tabela 19: Povzetek obravnavanih ukrepov.....	66
Tabela 20: Povzetek obravnavanih ukrepov – scenarij 1 – upoštevana soodvisnost.	67
Tabela 21: Povzetek.	68

Seznam simbolov

Oznaka	Enota	Pomen
c_p	J/kgK	specifična toplota
λ	W/mK	toplotna prevodnost
U	W/m ² K	toplotna prehodnost
n	1/h	število izmenjav zraka
g	/	energijska prehodnost
LT	/	transmisivnost vidne svetlobe

Seznam kratic

Kratika	Pomen
ARSO	Agencija republike Slovenije za okolje
COP	Koeficient učinkovitosti
DOLB	Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso
EK	Energetsko knjigovodstvo
ELKO	Ekstra lahko kurilno olje
EP	Energetski pregled
MT	Mala tarifa električne energije
MJU	Ministrstvo za javno upravo
nZEB	Nearly Zero Energy Buildings
OVE	Obnovljivi viri energije
PUP	Prostorsko ureditveni pogoji
PURES	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
SPTE	Soproizvodnja toplote in električne energije
STV	Sanitarna topla voda
TP	Temperaturni primanjkljaj
TSG	Tehnična smernica
UNP	Utekočinjen naftni plin
URE	Učinkovita raba energije
VT	Višja tarifa električne energije
XPS	Ekstrudiran polistiren
ZP	Zemeljski plin
ZVKD	Zavod za varovanje kulturne dediščine

1. POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE

1.1. Uvodna pojasnila

Razširjeni energetski pregled (PEP) je izdelan na podlagi naročila Ministrstva za javno upravo za izvedbo energetskega pregleda Stavbe Vojkova 1b. Pri izdelavi smo upoštevali metodologijo za izvedbo razširjenega energetskega pregleda in Priročnik za izvajalce energetskih pregledov. Upošteva pa tudi ostale dokumente navedene v zadnjem poglavju. Podatki o energentih so pridobljeni na podlagi energetskega knjigovodstva (EK), ki ga v LEAG-u vodimo za večino občinskih stavb v lasti Ministrstvo za javno upravo. Podatki o rabi energije konkretnega objekta so zbrani za obdobje 2020 - 2022. Na podlagi zbranih podatkov, dejanskega ogleda, popisa porabnikov energije in narejenih analiz so podani različni ukrepi ter njihov vpliv na zmanjšanje porabe energije in njihova ekonomska upravičenost.

Energetski pregled mora naročnika seznaniti o trenutnem energetskem stanju objekta, predlogih za izboljšanje in stanju po izvedenih ukrepih.

Predmet energetskega pregleda je stavba na naslovu Vojkova 1b, ki je označena na spodnji sliki. Poleg označene stavbe je predmet PEP še prizidek na zahodni strani stavbe.



Slika 1: Vojkova 1b.

1.2. Povzetek ukrepov URE in OVE

V spodnji tabeli so prikazani obravnavani ukrepi, pripadajoči prihranki stroškov in energije ter vračilne dobe.

Tabela 1: Povzetek obravnavanih ukrepov.

Št.	Naziv ukrepa	investicija [€]	prihranek stroškov [€]	vračilna doba [let]
1	Ukrep 1a: Izolacija fasade in podzidka	466.464,00	15.554,70	30
2	Ukrep 1b: Izolacija fasade in podzidka - hidroizolacija	519.664,00	17.282,60	30,1
3	Ukrep 2: Menjava stavbnega pohištva	454.750,00	4.009,64	113,4
4	Ukrep 3: Izolacija strehe in menjava kritine	229.500,00	4.950,81	46,4
5	Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave	103.360,00	4.427,96	23,3
6	Ukrep 5: Namestitev termostatskih ventilov in posodobitev OS	108.310,00	2.975,56	36,4
7	Ukrep 6: Namestitev toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje stavbe	90.000,00	20.067,59	4,5
8	Ukrep 7a: Namestitev centralnega prezračevalnega sistema	247.468,50	7.257,80	34,1
9	Ukrep 7b: Namestitev lokalnih prezračevalnih enot	145.000,00	6.327,64	22,9
10	Ukrep 8: Izvedba sončne elektrarne - streha	30.000,00	4.246,92	7,1
11	Ukrep 9: Izvedba sončne elektrarne - nadstreški	189.750,00	18.036,72	10,5
12	Ukrep 10: Organizacijski in ostali manjši ukrepi	15.000,00	2.514,82	6
Skupaj*				

*Skupni prihranki se ne računajo ker ni upoštevana odvisnost ter podvajanje ukrepov

V spodnji tabeli so povzete vrednosti kazalnikov energetske učinkovitosti stavbe za posamezne scenarije.

Nadalje je podan predlagan scenarij, ki ustreza zahtevam PURES-a in zahtevi minimalnega prihranka primarne energije v višini 30 %.

Tabela 2: Eden izmed možnih scenarijev (scenarij 1).

Št.	Naziv ukrepa	investicija [€]	prihranek stroškov [€]	vračilna doba [let]
1	Ukrep 1a: Izolacija fasade in podzidka	466.464,00	12.443,76	37,5
3	Ukrep 2: Menjava stavbnega pohištva	454.750,00	3.207,71	141,8
4	Ukrep 3: Izolacija strehe in menjava kritine	229.500,00	3.960,65	57,9
5	Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave	103.360,00	3.542,37	29,2
6	Ukrep 5: Namestitev termostatskih ventilov in posodobitev OS	108.310,00	1.487,78	72,8
7	Ukrep 6: Namestitev toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje stavbe	90.000,00	10.033,79	9
9	Ukrep 7b: Namestitev lokalnih prezračevalnih enot	145.000,00	5.694,87	25,5
10	Ukrep 8: Izvedba sončne elektrarne - streha	30.000,00	2.675,56	11,2
Skupaj		1.627.384,00	43.046,49	37,8

2. NAMEN IN CILJ ENERGETSKEGA PREGLEDA

Namen energetskega pregleda (PEP) je analiza energetskega stanja objekta ter obravnavanje možnih ukrepov URE, analiza izbranih ukrepov URE, ocena izvedljivosti izbranih investicijskih ukrepov z ovrednotenjem ekološke primernosti. Z energetske analizo se želi poiskati energetske neučinkovite mesta in nakazati možnosti za njihovo prenovo. Analiza zajema tudi osveščanje in motiviranje zaposlenih in varovancev k učinkoviti rabi energije.

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

REP navedene stavbe zajema:

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

Cilji energetskega pregleda so sledeči:

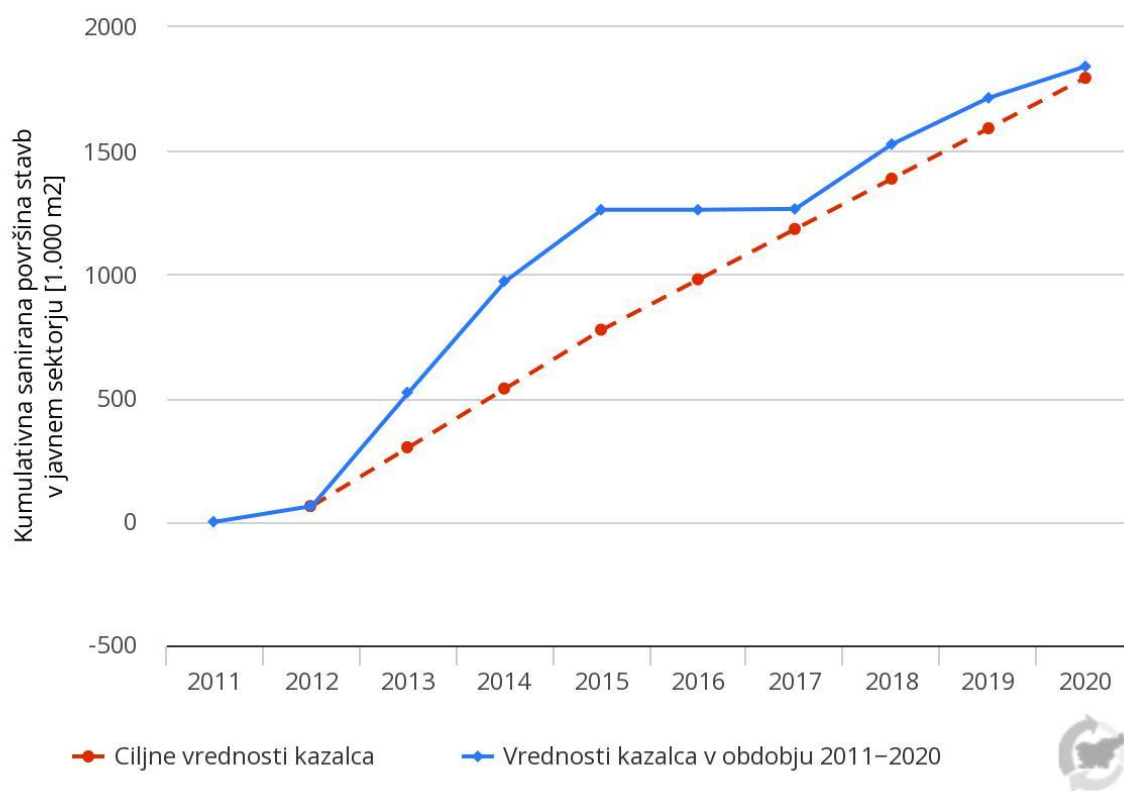
- osveščanje, motiviranje in informiranje vseh deležnikov,
- evidentiranje ter analiza možnih ukrepov učinkovite rabe energije,
- uvajanje ciljnega spremljanja rabe energije,
- takojšnje izvajanje organizacijskih ukrepov,
- ekonomski prihranki,
- priprava podatkov za izvajanje investicijskih ukrepov.

REP se pripravlja v sklopu aktivnosti priprave dokumentacije za koriščenje nepovratnih sredstev v okviru Načrta za okrepanje in odpornost, ukrepa energetske prenove stavb izjemnega upravnega ali družbenega pomena, komponente Trajnostna prenov stavb (C1 K2).

3. UVOD

3.1. Splošno

Energija ne nastane iz nič in jo je tudi nemogoče uničiti, pač pa le prehaja iz ene oblike v drugo. Nekatere oblike energij so za človeka koristne že v primarni obliki, spet druge moramo v zeleno obliko pretvoriti. Ker pri tovrstnih pretvorbah nastajajo izgube, ki se navadno odražajo v škodljivih izpušnih v okolje je učinkovita raba energije (URE) pomembna predvsem s stališča ohranjanja okolja. Enega največjih potencialov za URE ima prav stavbni sektor, saj porabi v evropski uniji (EU) kar 40 % vse primarne energije. Stroški vzdrževanja objekta predstavljajo v povprečju kar 75% stroškov, ki jih imamo s stavbo v njeni življenjski dobi. Od leta 2007 do 2013 smo v Sloveniji obnovili 1,6 milijonov kvadratnih metrov površin javnih stavb. Izboljšanje URE ni le posledica sanacije ovoja stavbe in stavbnega pohištva, posodobitve ogrevalnega sistema in izboljšanja regulacije. Pomemben dejavnik, ki se ga vse premalo omenja je tudi vpliv uporabnikov na dejansko rabo energije v stavbah.



Slika 2: Kumulativna površina celovito energetske saniranih stavb v javnem sektorju v obdobju 2011–2020 in ciljne vrednosti kazalca do leta 2020. Vir: Institut Jožef Stefan - Center za energetske učinkovitost

Na trgu se pojavlja ogromno sistemov, ki omogočajo racionalnejšo rabo energije in uporabo obnovljivih virov energije (OVE). Investitor je tako lahko hitro zmeden, kater sistem naj v stavbo vgradi, oziroma kateri naj bodo prednostni ukrepi. Energetski pregled je zato ključen dokument za pravo izbiro naročnika. Služi naj mu kot vodilo za celostno sanacijo objekta oz. parcialno, če sredstev primanjkuje.

Poraba energije v objektu je odvisna od vrste dejavnikov. Med najpomembnejše sodijo lokacijski pogoji, urnik uporabe, gradbene lastnosti objekta in pogosto zanemarjene navade in potrebe uporabnikov ter skrbnikov objekta.

Pri zmanjševanju porabe energije moramo paziti, da ne poslabšamo bivalnih in delavnih pogojev (ustrezna notranja temperatura in relativna vlažnost zraka, osvetljenost, količina svežega zraka, opremljenost z napravami potrebnimi za delo, itd.).

3.2. Opis dejavnosti v stavbi

Stavba Vojkova 1b se nahaja na naslovu Vojkova 1b, 1000 Ljubljana in je bila zgrajena leta 1960. Stavba je namenjena uporabi zaposlenim v ARSO. Stavba se uporablja večinoma od ponedeljka do petka od 7:00 do 16:00. Ima 6 do 7 etaž.

3.3. Osnovni podatki o lokaciji

Stavba Vojkova 1b ima v lasti Ministrstvo za javno upravo in leži na nadmorski višini približno 238 m. Klimatski podatki so bili zbrani na spletnih straneh Agencije za Republike Slovenije za okolje (ARSO). Za izdelavo energetskega pregleda so pomembne vrednosti temperaturnega primanjkljaja, trajanje kurilne sezone, temperaturni presežek, projektna temperatura in sončno obsevanje.

Temperaturni primanjkljaj v sezoni je vsota dnevnih razlik temperature med 20 °C in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni od 1. julija do 30. junija, ko je dnevna povprečna temperatura nižja ali enaka 12°C. Dnevna povprečna temperatura je za prag 12 °C izračunana iz treh izmerkov, ob 7., 14. in 21. uri po sončnem času. Trajanje kurilne sezone je število dni med začetkom in koncem kurilne sezone.

Začetek kurilne sezone določimo tako, da poiščemo, kdaj je bila zunanja temperatura zraka ob 21. uri prvič v drugi polovici leta tri dni zapored nižja ali enaka 12 °C. Naslednji dan je začetek kurilne sezone. Kurilna sezona se konča takrat, ko je zunanja temperatura ob 21. uri v treh zaporednih dneh večja od 12 °C in po tem datumu v prvi polovici obravnavanega leta ni več treh zaporednih dni, ko bi se temperatura ponovno znižala na 12 °C ali manj.

Temperaturni presežek je vsota dnevnih razlik med dnevno povprečno temperaturo zraka in temperaturo praga (18 °C ali 21 °C ali 23 °C) za tiste dni, ko je dnevna povprečna temperatura zraka višja od temperature praga. Ker definicije temperaturnega presežka v svetu niso enotne, so navedeni podatki za prage 18 °C, 21 °C in 23 °C.

Projektna temperatura je definirana kot dolgoletno povprečje najnižje letne vrednosti tridnevnega povprečja minimalne dnevne temperature. Prostorska spremenljivost projektne minimalne temperature je zelo velika in močno odvisna od mikrolokacije. Znotraj območja 1 km² lahko pričakujemo večja odstopanja od povprečne vrednosti celice, predvsem v izrazitih konkavnih reliefnih oblikah, kamor se lokalno steka hladen zrak. Pri prostorski interpolaciji so bile upoštevane vse konkavne oblike terena s karakteristično dimenzijo večjo od 500 m. Zaradi natančnosti izračuna so vrednosti zaokrožene na 3 °C. Vsi podnebni podatki so pripravljeni za 30-letno referenčno obdobje 1971-2000 in podani v spodnji tabeli.

Tabela 3: Povprečni podnebni podatki za izbrano lokacijo.

Začetek kurilne sezone (zap. dan)	Konec kurilne sezone (zap. dan)	Temperaturni primanjkljaj (K*dan)	Povprečna letna temp. (°C)	Projektna temp. (°C)	Povprečna letna vlaga (%)
270	135	3300	9,9	-13	78

Energija sončnega obsevanja je močno odvisna od mikrolokacije, najbolj od nagiba in orientacije površine, ki sprejema sončno obsevanje. Ker je spremenljivost zaradi orientacije in naklona veliko večja kot prostorska spremenljivost povprečnih mesečnih in letnih vrednosti energije sončnega obsevanja na ravno površino je podana energija sončnega obsevanja v odvisnosti od nagiba in orientacije ploskve.

Prostorska spremenljivost sončnega obsevanja je zajeta z razdelitvijo Slovenije v 14 karakterističnih con.

Tabela 4: Energija sončnega obsevanja za različne dele stavbe.

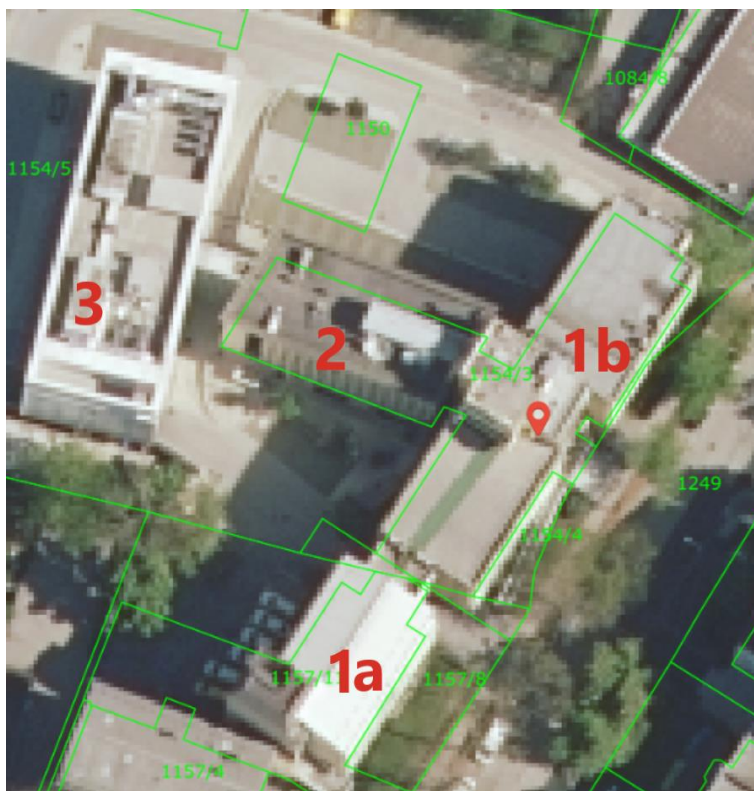
Del ovoja stavbe	Smer	Naklon	Letna energija (kWh/m ²)
Streha	/	vodoravno	1121
Streha	SZ	15	992
Streha	JV	15	1129
Fasada	JV	90	648
Fasada	JZ	90	701
Fasada	SV	90	358
Fasada	SZ	90	383

3.4. Prostorska razporeditev stavb

Celoten kompleks stavb na naslovu Vojkova 1a in 1b je sestavljen iz več sklopov, kot je tudi prikazano na spodnji sliki. Predmet energetskega pregleda so stavbe:

- Vojkova 1a (na sliki označeno »1a«)
- Vojkova 1b (na sliki označeno »1b«)
- Prizidek Vojkovi 1b (na sliki označeno »2«)

Stavba (na sliki označeno »3«) je novejša in je bila zgrajena leta 2015 ter **ni predmet PEP**.



Slika 3: Stavbe na Vojkovi 1a in 1b.

Stavbi 1b in 2 sta namenjeni uporabi zaposlenim v Agenciji Republike Slovenije za okolje (enako velja tudi za stavbo 3). Stavbi 1b in 2 sta v katastru navedeni pod eno številko stavbe. Stavba 1a pa je

namenjena uporabi zaposlenim v MJU. Stavbo na Vojkovi 1b lahko dodatno razdelimo na glavno stavbo in prizidek, ki je bil zgrajen okoli leta 1980. Ostali podatki so navedeni v spodnji tabeli.

Tabela 5: Kompleks stavb, ki so vezane na naslova Vojkova 1a in Vojkova 1b.

	2636/2706	2636/2599	2636/2617
Naslov	Vojkova 1a	Vojkova 1b	brez naslova
Število delov stavbe	1	1	1
Številka parcele	1157/11	1154/3	1154/5
Uporabna površina stavbe	1.430	5.055,8	2.583,1
Neto tlorisna površina stavbe	1.430	5.404,5	2.912,6
Površina tlorisa zemljišča pod stavbo na parceli	277	830	478
Število etaž	6	6	7
Leto izgradnje	1980	1960	2015

V spodnji tabeli so podani osnovni zbrani o objektu.

Tabela 6: Osnovni podatki o objektu.

Vojkova cesta 1b	
Naslov	Vojkova cesta 1b, Ljubljana
Številka stavbe znotraj KO	2599
Katastrska občina	2636 Bežigrad
Število etaž	6 etaž
Leto izgradnje	1960
Nosilna konstrukcija	Beton, železobetonska
Način ogrevanja	Centralno ogrevanje na daljinski sistem ogrevanja
Vrsta (tip) stavbe	samosvoječa stavba
Koordinata GKY	462733
Koordinata GKX	102451
Dejanska raba stavbe	nestanovanjska
Klasifikacija stavbe	12201 Stavbe javne uprave
Neto tlorisna površina stavbe (eprostor): [m2]	5.404,5
Uporabna površina stavbe (eprostor): [m2]	5.055,8



Slika 4: Ortofoto posnetek objekta.

GEOMETRIJSKI PODATKI

Skupna uporabna površina stavbe je 5.055,8 m². Skupna neto ogrevana (kondicionirana) površina stavbe je 3586,6 m². V spodnji tabeli so podane geometrijske vrednosti zunanjih sten in strehe, ki služijo kot osnova za določitev stroškov obnove ovoja stavbe in stavbnega pohištva. Neto površina stene je izračunana brez okenskih odprtin, medtem ko bruto površina predstavlja celotno površino dela ovoja stavbe. Razlika med površino stavbnega pohištva in površino steklenih površin mora biti čim manjša, kar povečuje delež naravne osvetlitve v stavbi in solarne toplotne dobitke v zimskem času.

Tabela 7: Geometrijski podatki.

Geometrijski podatki o stavbi	
Površina fasade – betonski elementi [m ²]	525,3
Površina fasade –preostala fasada [m ²]	751
Površina fasade –preostala fasada prizidek [m ²]	801
Podzidek [m ²]	185
Površina strehe [m ²]	918
Površina tal [m ²]	783
Površina sten v stiku z zemljo [m ²]	426,1
Površina stavbnega pohištva (bruto) [m ²]	447
Površina toplotnega ovoja stavbe A [m ²]	5023
Neto ogrevana prostornina stavbe V [m ³]	9673
Bruto ogrevana prostornina stavbe V _e [m ³]	13572
Oblikovni faktor $F_0 = A/V_e$	0,37
Neto ogrevana (kondicionirana) površina stavbe [m²]	3586,6

Zgornje površine fasad se lahko razlikujejo od površin v projektantskih popisih, saj so površine geometrijskega modela za preračun gradbene fizike stavbe (navedene zgoraj) lahko večje (redkeje manjše) od površin, ki so predmet energetske sanacije poleg tega pa se površine navedene v projektantskih popisih obračunavajo na drug način (npr. neupoštevanje manjših odprtih ipd.).

3.5. Stanje toplotnega ugodja

Toplotno ugodje človek doseže, ko je v toplotnem ravnotežju z okolico v kateri se nahaja in je zelo pomembno za dobro počutje in zdravje uporabnikov stavbe. Na stanje toplotnega ugodja vpliva več parametrov: temperatura zraka, temperatura obodnih površin, relativna vlažnost, hitrost zraka ter parametri kot so obleka in fizična aktivnost posameznika. Na slednja parametra lahko človek v določeni meri vpliva, med tem ko so mikro klimatski pogoji odvisni od zasnove stavbe in delovanja sistemov ogrevanja, hlajenja, prezračevanja in klimatizacije.

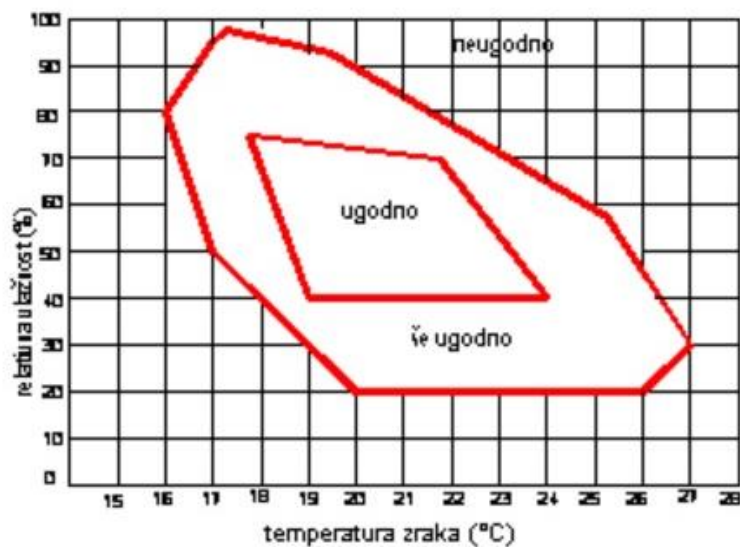
Največji vpliv na človeško zaznavo toplotnega ugodja ima občutena temperatura (povprečje temp. zraka in srednje sevalne temperature površin) ter hitrost gibanja zraka (prepih). Pri izvedbi meritev je bila uporabljena merilna oprema v spodnji tabeli.

Tabela 8: Uporabljena merilna oprema.

Model	Merilnik temperature in vlage Testo 625
Delovno območje	-10 do +60 °C in 0 do 100 % rel. vlage
Točnost	±0,5 °C in ±2,5 % rel. vlage
Ločljivost	0,1 °C in 0,1 % rel. vlage
Model	Voltcraft VC – 4in1 (merilnik temp., rel. vlaž., osvetljen., hrupa)
Delovno območje	od -20 do 750 °C in 25 do 95 % in 0 – 2000 lux in 35 – 130 dB)
Točnost	±0,8 °C in ±5 % in ±25 lux in ±3,5 dB
Ločljivost	0,1 °C in 0,1 % in 1 lux in 0,1 db
Model	iButton zapisovalnik temperature in rel. vlage
Serijska številka	/
Delovno območje	-40 do +85 °C in 0 do 100 %
Točnost	±0,5 °C in ±5 %
Ločljivost	0,0625 °C in 0,04 %
Model	Extech SD 800 (zapisovalnik temp., rel. vlage in konc CO ₂)
Serijska številka	Q825752
Delovno območje	0 do +50 °C in 10 do 90 % in 0 do 4000 ppm
Točnost	±0,8 °C in ±4 % in ±40 do 250 ppm
Ločljivost	0,1 °C in 0,1 % in 1 ppm
Model	Voltcraft VC – 4in1 (merilnik temp., rel. vlaž., osvetljen., hrupa)
Serijska številka	11129513
Delovno območje	od -20 do 750 °C in 25 do 95 % in 0 – 2000 lux in 35 – 130 dB)
Točnost	±0,8 °C in ±5 % in ±25 lux in ±3,5 dB
Ločljivost	0,1 °C in 0,1 % in 1 lux in 0,1 db

3.5.1. Meritve mikroklima in osvetljenosti

V okviru energetskega pregleda smo izmerili dimenzije stavbe, si ogledali porabnike energije v stavbi, in med drugim izvedli tudi meritve temperature, vlažnosti in osvetljenosti posameznih prostorov.



Slika 5: Diagram ugodja po Reiherju v odvisnosti od relativne vlage in temperature.

MERITVE TEMPERATURE IN RELATIVNE VLAŽNOSTI

Meritve temperature so pomembne tako s stališča URE kot tudi s stališča notranjega ugodja, ki ima velik vpliv na učinkovitost zaposlenih.

MERITVE CO₂

V spodnji tabeli so podane vrednosti iz standardov, priporočila in ostale vrednosti namenjene lažjemu razumevanju.

Tabela 9: Mejne vrednosti koncentracije CO₂, standardi in vpliv na človekovo počutje.

Standard/Opis	Koncentracija CO ₂ [ppm]	Opombe
Zunanji zrak	400	lokalno do 450 ppm
DIN EN 13779	650	najvišja kvaliteta zraka
ASHRAE	1.030	definirana je vrednost 650 ppm nad zunanjim zrakom
DIN EN 13779	1.600	mejna vrednost za nizko kakovost zraka
Vpliv na počutje človeka	600 – 2.500	sposobnost reševanja problemov se zmanjša nad 600 ppm
Vpliv na zdravje človeka	2.500 – 5.000	/
Maksimalna dovoljena koncentracija pri 8 urnem delovniku	5.000	/
nezavest, smrt	100.000	/

3.6. Skupna poraba energije in stroški – celoten kompleks stavb Vojkova 1a in 1b

Kot je bilo že omenjeno v poglavju 3.4 so stavbe na naslovu Vojkovi 1a in 1b, torej stavbe s številkami:

- 2636/2706 – Vojkova 1a
- 2636/2599 – Vojkova 1b
- 2636/2617 – Nova stavba – brez lastnega naslova, spada k Vojkovi 1b

med seboj tako ali drugače povezane. Deloma se oskrbujejo z vodo in energenti prek skupnih odjemnih in merilnih mest. Meritve rabe energije niso bile dosegljive in se ne izvajajo. Iz tega razloga je bilo z računskimi metodami potrebno razdeliti rabo energije na posamezne stavbe. Stavbo na Vojkovi 1b lahko dodatno razdelimo na glavno stavbo in prizidek, ki je bil zgrajen okoli leta 1980.

Zaradi sledljivost z računi za energente, v naslednjih poglavjih prikazujemo rabo energije za celoten kompleks stavb, rabo vode pa za dve merilni mesti, ki se nanašata na stavbi 2636/2706 in 2636/2599. V ločenem poglavju prikazujemo rabo energije, ki je vezana le na stavbo Vojkova 1a.

3.6.1. Merilna/odjemna mesta in pripadajoče stavbe

Spodaj so navedena merilna oz. odjemna mesta za posamezne energente in stavbe, ki se prek njih oskrbujejo.

1.1.1.1 Električna energija

Vse tri stavbe se oskrbujejo z električno energijo prek enega merilnega mesta (**merilno mesto s številko 03-005192**). Stavba 2706 (Vojkova 1a) električno energijo večinoma porablja za pripravo tople vode (električni grelniki), razsvetljavo, hlajenje, pisarniško opremo in ostale manjše porabnike. Stavba 2599 (Vojkova 1b) je velik porabnik električne energije, saj podobno kot stavba 2706 energijo porablja tudi za pogon superračunalnika, ki je lociran v kleti stavbe prizidka in ostalih naprav za potrebe ARSO, ki so nezanemarljivi porabniki energije. Stavba 2617 (Nova stavba) je prav tako velik porabnik električne energije, saj električno energijo porablja za:

- Delovanje toplotne črpalke voda/voda za ogrevanje, hlajenje stavbe ter pripravo tople vode, ki je locirana v kleti stavbe
- Delovanje klimatskih naprav, ki so locirane na strehi stavbe
- Delovanje hladilnih naprav, ki so locirane na strehi stavbe
- Delovanje superračunalnika in laboratorijske opreme

1.1.1.2 Daljinska toplota

Stavbe so priključene na sistem daljinskega ogrevanja, ki ima eno odjemno mesto (**Mesto dobave: 01600024079**, Št. MM: 303-1 VOJKOVA CESTA 1 B, LJUBLJANA). Raba energije med posameznimi stavbami se ne loči. Toplotna postaja je locirana v strojnici v glavni stavbi Vojkove 1b. Stavba 2706 (Vojkova 1a) in stavba 2599 (Vojkova 1b) toploto uporabljata za ogrevanje prostorov. Za stavbo 2617 (Nova stavba) pa je v strojnici lociran le priključek in toplotvod, ki služi kot rezerva v primeru izpada delovanja toplotne črpalke. V zadnjih treh letih se stavba 2617 po podatkih naročnika ni ogrevala prek toplotne postaje.

1.1.1.3 Voda

Izvedena so tri odjemna mesta za porabo vode:

- 22933/700302 – Vojkova 1a in 1b
- 24448/700302 – Vojkova 1a in 1b
- 350619/700302 – Nova stavba

Raba vode je navedena za prvi dve merilni mesti, ki se nanašata na stavbi 2636/2706 in 2636/2599.

3.6.2. Metodologija delitve rabe energije med posameznimi stavbami

Kot navedeno v poglavju 3.6.1. se poleg stavbe, ki je predmet REP s toploto in električno energijo iz skupnih merilnih mest oskrbujejo tudi druge stavbe.

Delež rabe toplote, ki odpade na posamezne stavbe je bil izračunan s Programskim orodjem za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.140 z dne 15. 2. 2023). Raba toplote za ogrevanje posameznih stavb je dana spodaj:

- Raba toplote Vojkova 1a znaša 294,7 MWh oz 32,33% celotne porabljene toplote
- Raba toplote Vojkova 1b znaša 616,8 MWh oz. 67,67% celotne porabljene toplote

Raba električne energije se kot navedeno v poglavju 3.6.1. ne deli med posameznimi stavbami. Raba električne energije je za celoten kompleks stavb zelo visoka znaša okvirno 1,5 GWh letno oz. 180 kWh/m² ogrevane površine. Raba energije je tako visoka zaradi superračunalnika, ki je lociran v kleti stavbe Vojkova 1b in preostale laboratorijske opreme, ki je locirana večinoma v novejši stavbi. Računska raba električne energije za stavbo 2636/2617, ki je bila izračunana s Programskim orodjem za izračun energijske učinkovitosti stavb znaša cca. 91,7 MWh in predstavlja manj kot 10 % celotne porabljene električne energije. Zaradi sledljivosti z računi za električno energijo zato smo tako rabo električne energije razdelili le na Vojkovo 1a in Vojkovo 1b.

Delež rabe električne energije, ki odpade na posamezne stavbe je bil deloma izračunan s Programskim orodjem za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.140 z dne 15. 2. 2023). Izračunani rabi električne energije smo dodali dodatek zaradi upoštevanja ostalih porabnikov električne energije, ki se ne nanašajo na ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, pripravo STV in razsvetljavo (računalniška oprema, čajne kuhinje ipd.) in jih ni moč izračunati s Programskim orodjem za izračun energijske učinkovitosti stavb.

Raba električne energije posameznih stavb je dana spodaj:

- Raba električne energije Vojkova 1a znaša 62,17 MWh oz. 4,17% celotne porabljene električne energije
- Raba električne energije Vojkova 1b znaša 1.428,02 MWh oz. 95,83% celotne porabljene električne energije

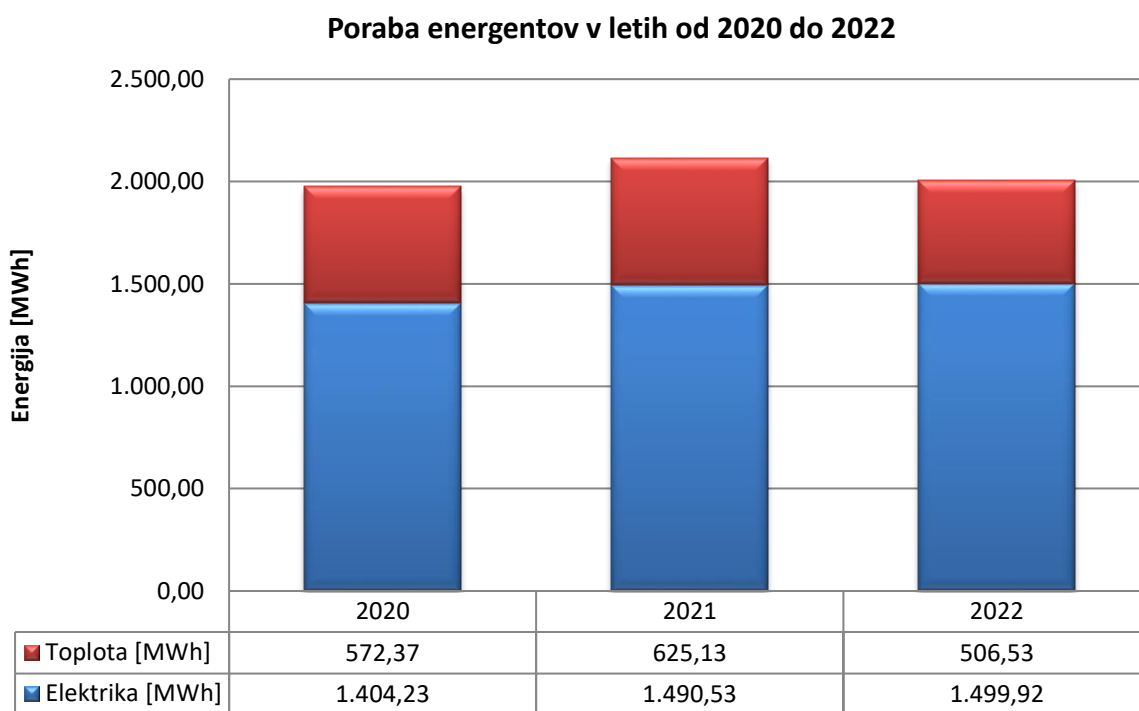
Delež rabe vode, ki odpade na posamezne stavbe je bil deloma izračunan s Programskim orodjem za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.140 z dne 15. 2. 2023) oz. glede na deleže ogrevane površine posamezne stavbe.

Delež rabe vode posameznih stavb je dana spodaj:

- Raba vode Vojkova 1a znaša 27,21% celotne porabljene vode
- Raba vode Vojkova 1b znaša 72,79% celotne porabljene vode

3.6.3. Skupna poraba energije - celoten kompleks stavb Vojkova 1a in 1b

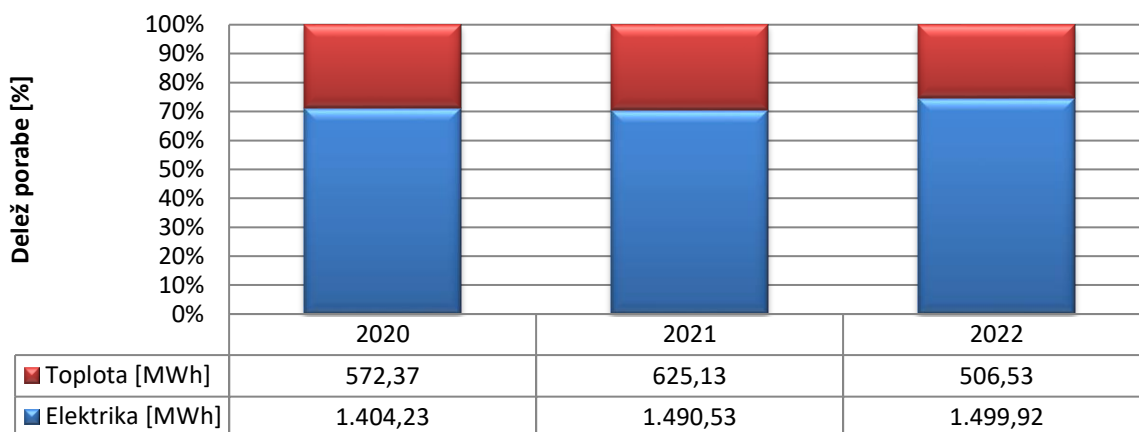
Skupna poraba energije v objektu je pomembna s stališča izračuna prihrankov in ekonomske upravičenosti ukrepov ter celovite analize energetskih tokov v stavbi. V spodnji sliki je prikazana raba električne energije in toplote za celoten kompleks stavb. Iz diagrama je razvidna zelo visoka poraba električne energije, ki se le deloma porablja za razsvetljavo, ogrevanje, pripravo tople vode in hlajenje stavb. Glavni porabniki električne energije v stavbah so superračunalniki, laboratorijska oprema in ostali porabniki električne energije, ki niso vezani na energetske učinkovitost stavb.



Slika 6: Porabe glavnih energentov v obravnavanih letih.

V spodnji sliki je prikazano razmerje med porabo toplote in električne energije. Na spodnjem diagramu je prikazan delež med rabo električne energije in toplote. Električna energija predstavlja približno 70 % vse porabljene energije.

Delež porabe energentov v letih od 2020 do 2022

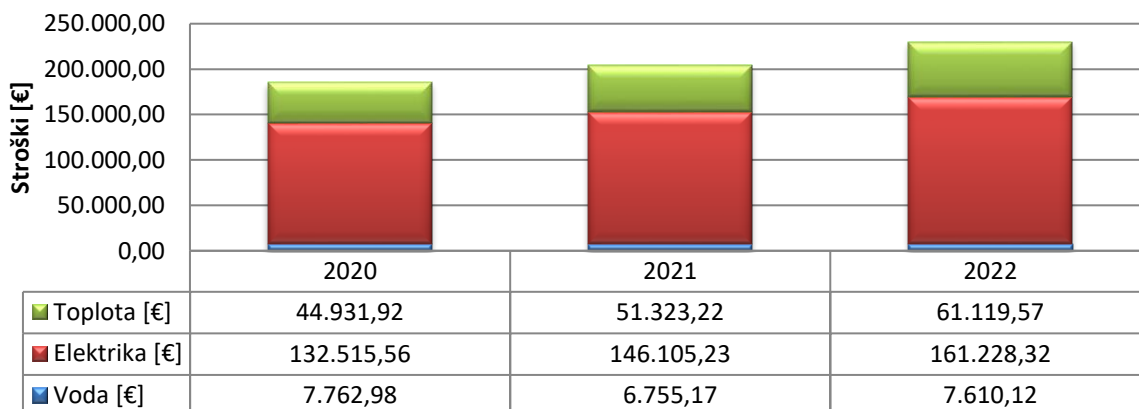


Slika 7: Razmerje porabe primarnih energentov v obravnavanih letih.

3.6.4. Skupni stroški

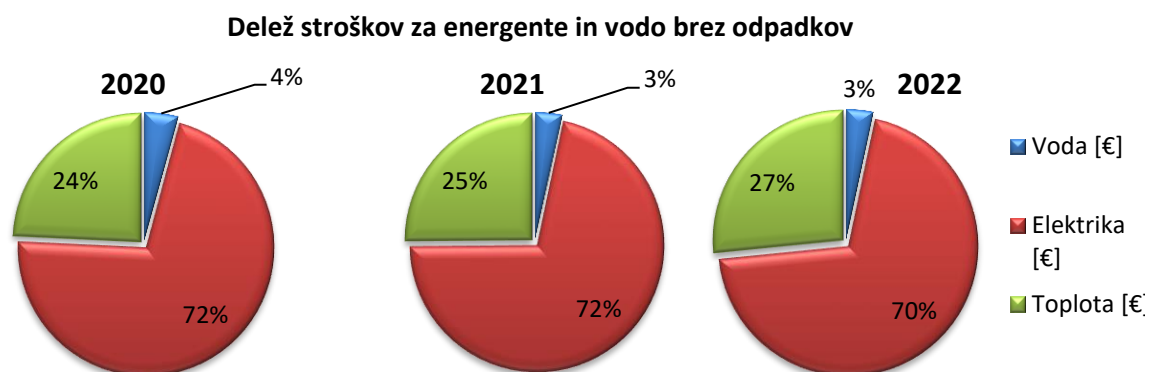
V spodnjih diagramih so prikazani skupni stroški za porabljeno toploto, električno energijo in vodo za celoten objekt.

Stroški za glavne energente v letih 2020 do 2022



Slika 8: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih treh letih.

V spodnji sliki so prikazani še deleži stroškov za celoten kompleks. Razvidno je, da delež stroškov toplote predstavlja približno skoraj 1/4 vseh stroškov, medtem ko stroški vode predstavljajo okoli 3 % celotnih stroškov. Iz ekonomskega stališča so za obravnavano stavbo ukrepi URE smiselni predvsem na sistemih, ki vplivajo na rabo toplote in električne energije. V zadnjem obdobju se pri stavbah povečuje predvsem delež stroškov za vodo in odpadke, zato priporočamo, da se tudi ta del uvede v energetske knjigovodstvo. Niso redki primeri, kjer komunalne storitve (voda in odpadki) predstavljajo stroške podobne tistim za ogrevanje stavbe.



Slika 9: Deleži stroškov za obravnavano obdobje.

4. SHEMA UPRAVLJANJA S STAVBO

Uporaba oziroma zasedenost prostorov objekta je zelo raznolika. Zaposleni uporabljajo stavbo večinoma od ponedeljka do petka. To je pomembno predvsem s stališča ogrevanja prostorov.

4.1. Razmerje med naročnikom EP, lastnikom in uporabnikom stavbe

Naročnik razširjenega energetskega pregleda je Ministrstvo za javno upravo, ki je tudi lastnik stavbe. Uporabniki stavbe so zaposleni v ARSO in MJU ter zunanji obiskovalci.

4.2. Odgovorne osebe na lokaciji

Odgovorne osebe bodo navedene v REP.

4.3. Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

Plačilo stroškov energije poteka preko računov s strani dobaviteljev električne in toplotne energije, ter sanitarne hladne vode. Mesečni stroški (računi) se spremljajo, preverjajo skladno s postavkami nato gredo v plačilo.

4.4. Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE

Investicije v URE se izvajajo v skladu z vzdrževalnimi deli in glede na pričakovane koristi, v okviru razpoložljivih finančnih sredstev.

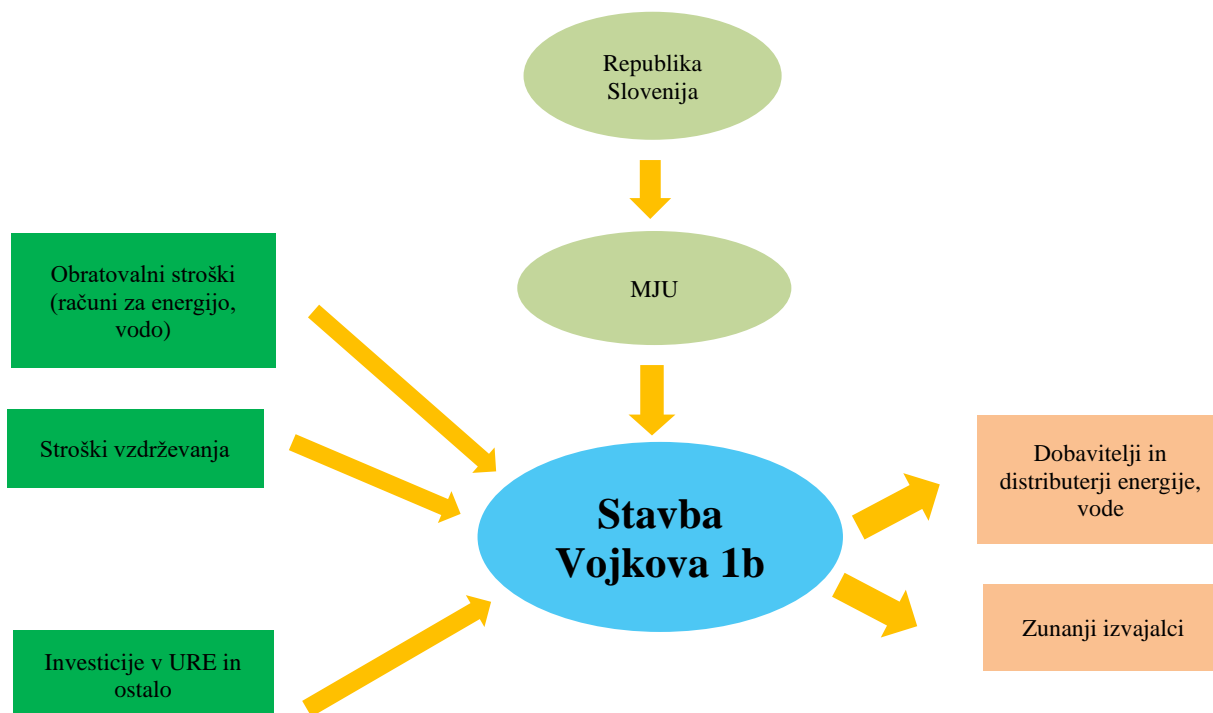
V predhodnih letih so bili izvedeni naslednji organizacijski in investicijski ukrepi:

- delna menjava stavbnega pohištva
- delna posodobitev ogrevalnega sistema

Zadolžitve oseb, ki vplivajo na rabo energije v stavbi so po skupinah dane spodaj:

- Tehnični oddelek je zadolžen za:
 - nastavljanje termostatskih ventilov v skupnih prostorih,
 - nastavitev grelcev za pripravo tople sanitarne vode (STV).
- Zaposleni so zadolženi za:
 - nastavljanje termostatskih ventilov,
 - ustrezno prezračevanje prostorov,
 - ugašanje luči.

Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju obratovalnih stroškov je takšna kot v primerljivih javnih zavodih in je dana na spodnji sliki.



Slika 10: Shema denarnih tokov.

4.5. Potek nadzora nad rabo energije in stroški

Nadzor nad stroški za energijo se vrši preko pregleda računov. Energetsko knjigovodstvo se ne izvaja.

4.6. Motivacija za URE/OVE

Lastnik in upravljalec stavbe se zavedajo pomena URE. Motivacija vodstva za URE je na visokem nivoju.

4.7. Raven promoviranja URE/OVE

Naročnik se zaveda pomena URE, kar priča naročilo REP.

5. OSKRBA IN RABA ENERGIJE – CELOTEN KOMPLEKS STAVB

5.1. Cene energetskih virov

V spodnji tabeli so prikazane porabe električne energije, toplote in vode za leto 2022. Stroški so za vodo brez odpadkov. Vse izračunane cene in prikazani stroški ne vsebujejo ddv.

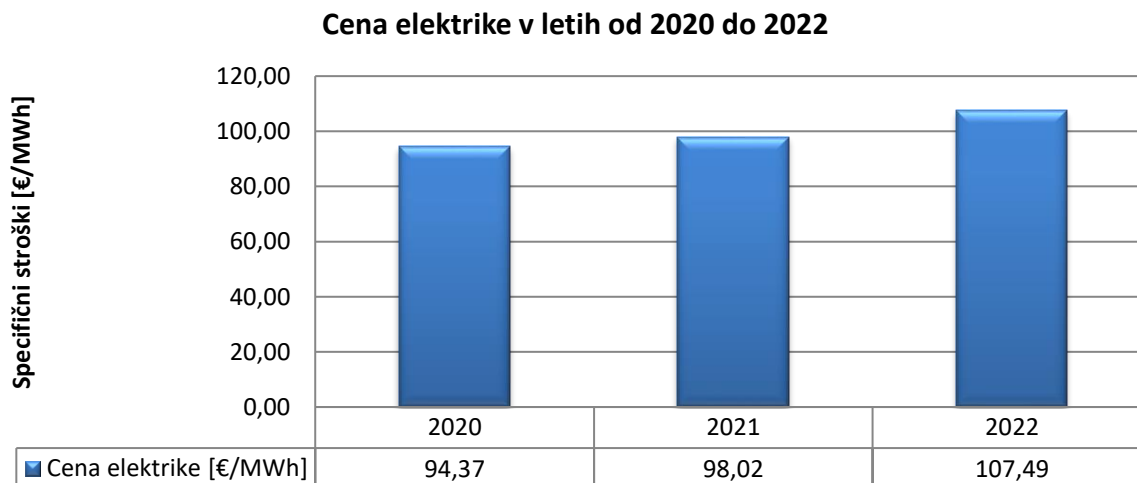
Tabela 10: Poraba energentov, vode s pripadajočimi stroški za leto 2022.

Energent	Poraba	Skupni znesek [€]	Cena na enoto
Elektrika	1.499,92 MWh	161.228,32	107,49 €/MWh
Toplota	506,53 MWh	61.119,57	120,66 €/MWh
Energenti skupaj	2.006,45 MWh	222.347,89	110,82 €/MWh
Voda	1.649,00 m ³	7.610,12	4,61 €/m ³
Skupaj	/	229.958,01	/

5.1.1. Električna energija

Poraba električne energije je v letu 2022 znašala 1.499,92 MWh. Povprečna cena kupljene električne energije, od 1.1.2022 do 31.12.2022, je znašala 107,49 €/MWh brez DDV. Mesečni stroški za porabljeno kilovatno uro električne energije so se spreminjali v odvisnosti od razmerja med porabljenjo električno energijo v visoki (VT) in mali tarifi (MT) ter skupne porabljene električne energije in omrežnine.

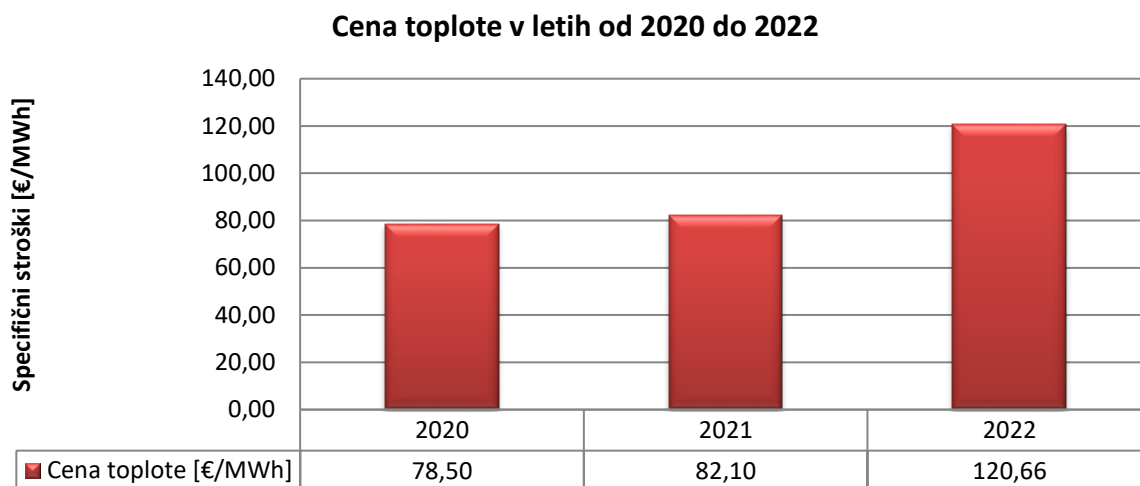
V letu 2022 je znašala pogodbeni cena električne energije v VT 0,09954 €/kWh v MT pa 0,06422.



Slika 11: Cena elektrike v obravnavanem obdobju.

5.1.2. Ogrevanje

Poraba toplote je v letu 2022 znašala 506,53 MWh. Povprečna cena kupljene toplote, od 1.1.2022 do 31.12.2022, je znašala 120,66 €/MWh brez DDV. Cena toplote je odvisna od dejansko porabljenega energenta in od fiksnega dela (dajatve, priključne moči ipd. - podobno kot pri električni energiji). Ker je zakupljena priključna moč konstantna vse leto, je strošek na enoto dejansko porabljene toplote višji, ko je poraba toplote manjša, saj strošek fiksnega dela predstavlja večji delež.



Slika 12: Cena toplote v obravnavanem obdobju.

5.1.3. Voda brez odpadkov

V letu 2022 je poraba vode znašala 1.649,00 m³, cena pa 4,61 €/m³ brez ddv. Tudi cena vode je odvisna od dejansko porabljene vode in od fiksnega dela (dajatve, velikost priključka ipd. - podobno kot pri električni energiji). Vzrok za visoko ceno vode v letu 2011 je neuporaba stavbe zaradi situacije s COVID in posledično nizke cene vode.



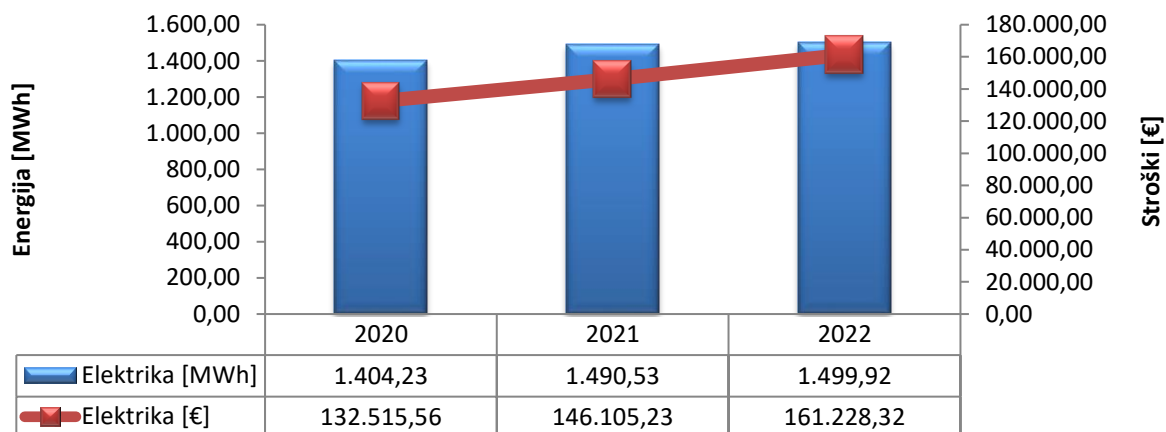
Slika 13: Specifični stroški za vodo brez odpadkov v obravnavanem obdobju.

5.2. Mesečna in letna raba energije

5.2.1. Električna energija

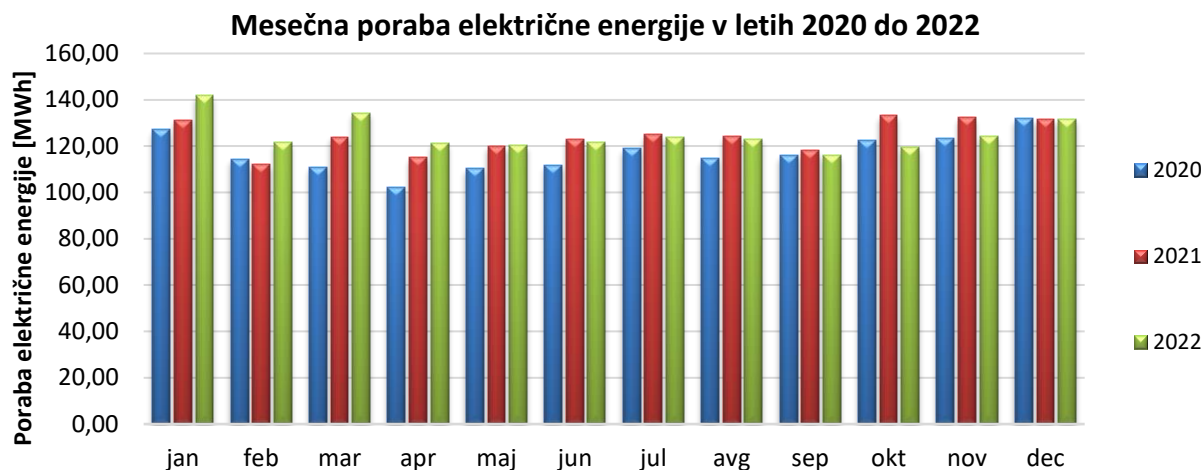
Iz spodnjih podatkov je razvidno, da je poraba električne energije zadnja tri leta dokaj konstantna. Na spodnjem diagramu so prikazane skupne letne rabe električne energije in pripadajoči stroški.

Skupna raba in stroški električne energije v letih od 2020 do 2022



Slika 14: Skupna raba in stroški električne energije v zadnjih treh letih.

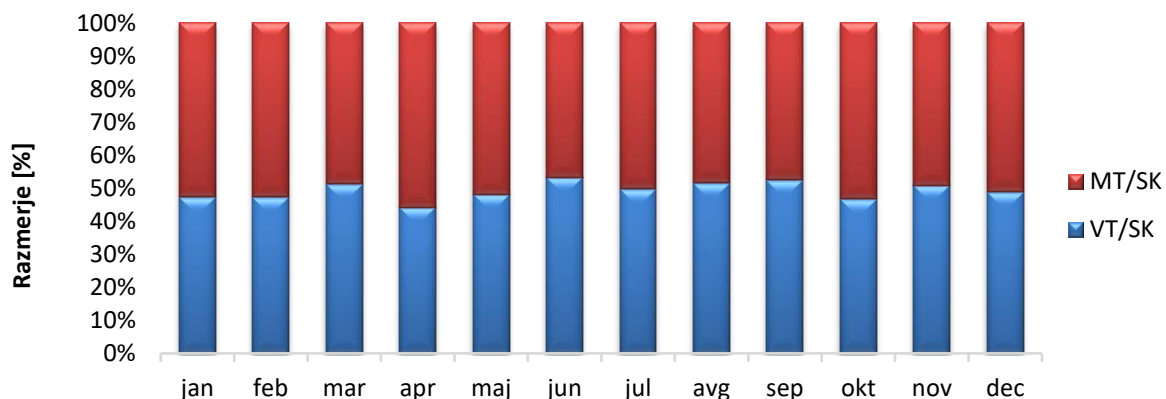
Raba električne energije po posameznih mesecih je dana spodaj.



Slika 15: Mesečna raba električne energije v obravnavanem obdobju.

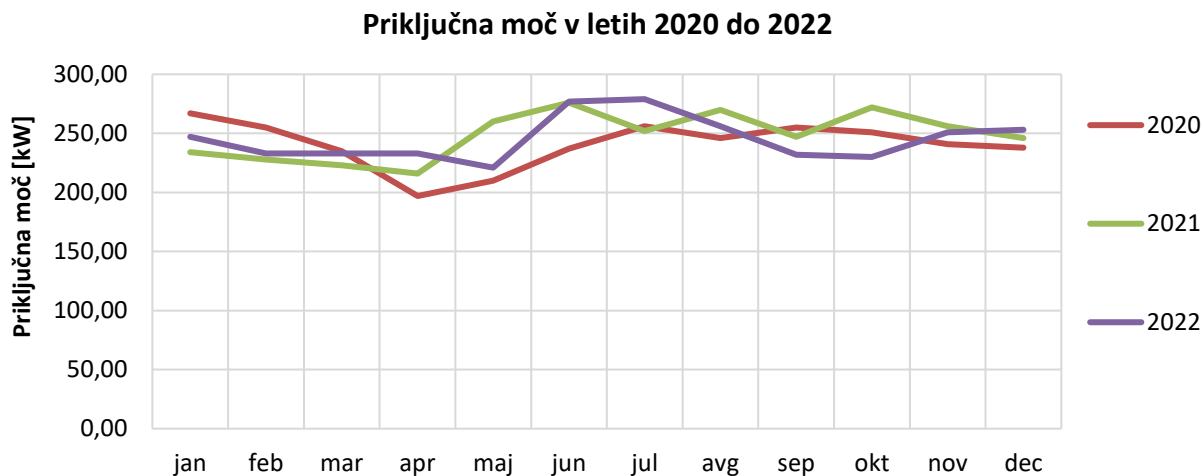
Povprečno razmerje med VT (višja tarifa) in MT (mala tarifa) je bilo v letu 2022 0,49 v visoki tarifi in 0,51 v mali tarifi. Prikaz v zadnjem letu po posameznih mesecih je dan spodaj.

Razmerje visoke in male tarife za leto 2022



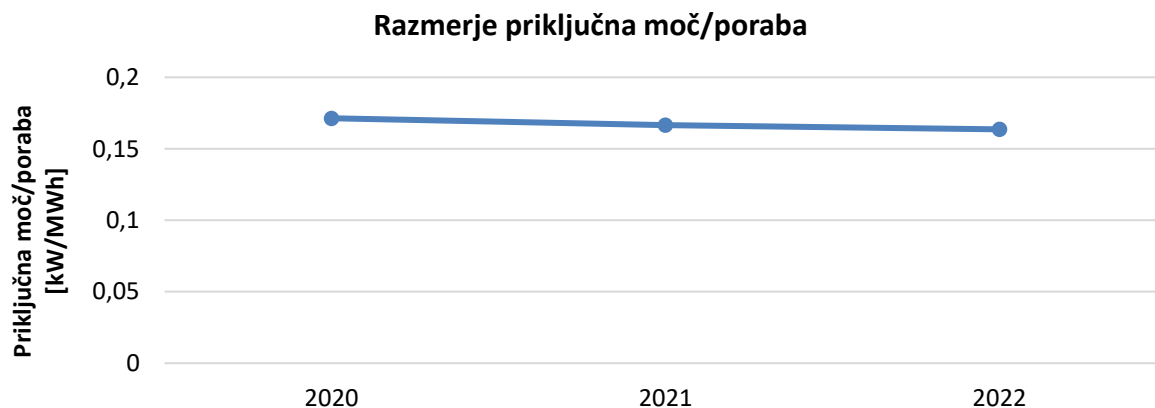
Slika 16: Razmerje med visoko in nizko tarifo.

V spodnjem diagramu je dan še potek priključne moči.



Slika 17: Gibanje vrednosti priključne moči v obravnavanem obdobju.

Priključna moč se obračunava na podlagi moči varovalk (pri manjših odjemalcih) oz. na podlagi najvišjega povprečnega odjema v časovnem intervalu petnajstih minut. Na spodnjem diagramu je prikazano razmerje med povprečno mesečno priključno močjo izračunano v obdobju enega koledarskega leta in skupno porabljenno energijo v tem obdobju. Čim manjše je razmerje tem bolj konstantno je izkoriščena zakupljena priključna moč. Javne stavbe imajo razmerje navadno med 0,5 in 1. Obravnavane stavbe imajo razmerje zelo nizko, saj imajo konstantne porabnike energije (superračunalnik ipd.)

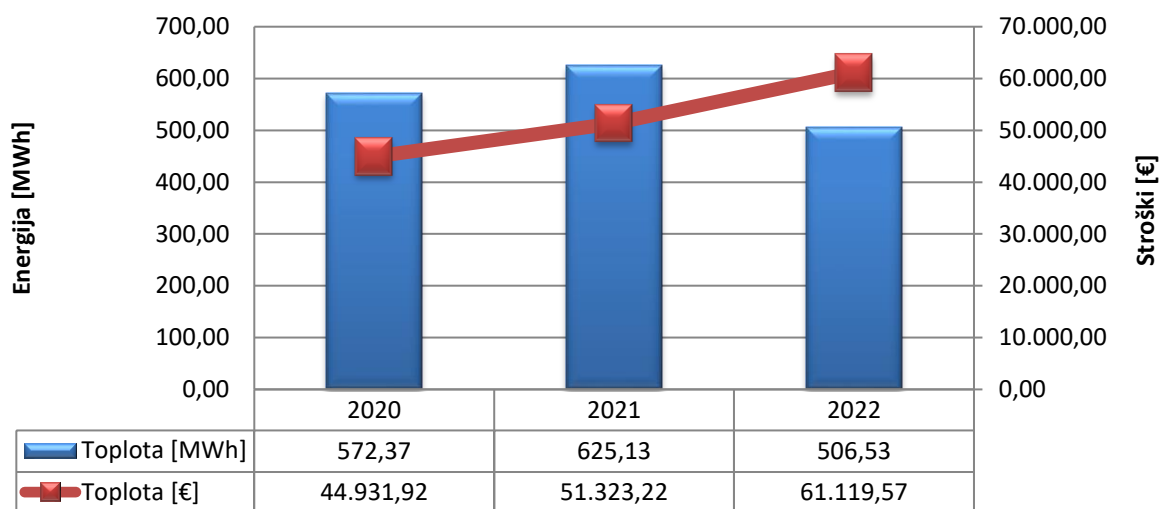


Slika 18: Razmerje med povprečno letno priključno močjo [kW] in letno porabo energije [MWh].

5.2.2. Energija za ogrevanje

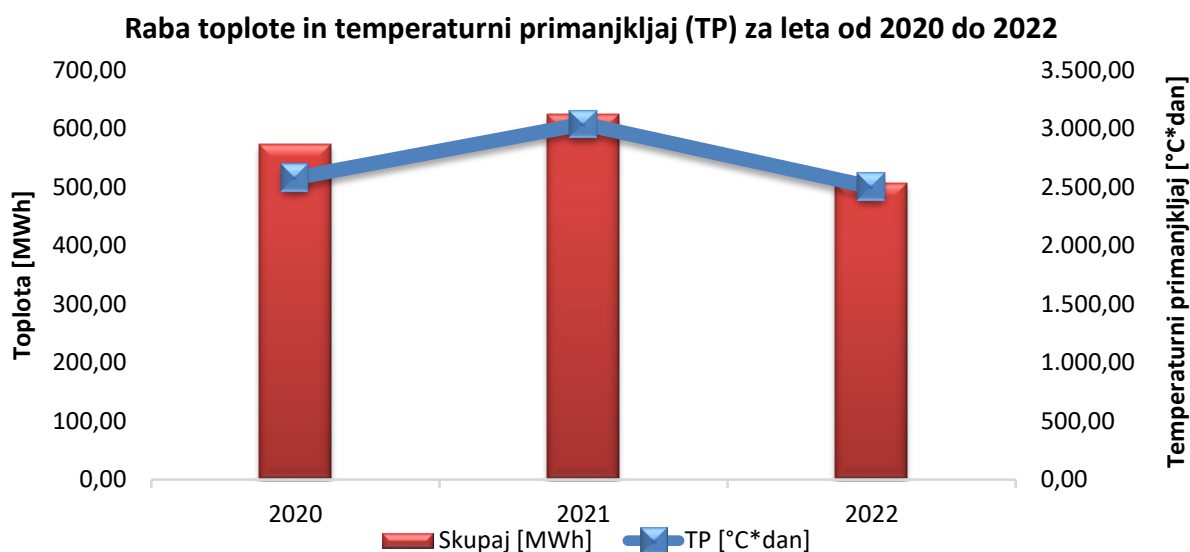
Poraba energije za ogrevanje stavbe je dana v spodnjem diagramu in je v letu 2022 znašala 506,53 MWh. Stavba se ogreva z daljinsko toploto prek toplotne postaje, ki je locirana v kleti stavbe Vojkova 1b. S toploto se oskrbujeta stavbi Vojkova 1a in 1b. Novi stavba toplotna postaja predstavlja le rezervni vir.

Skupna raba in stroški toplote v letih od 2020 do 2022



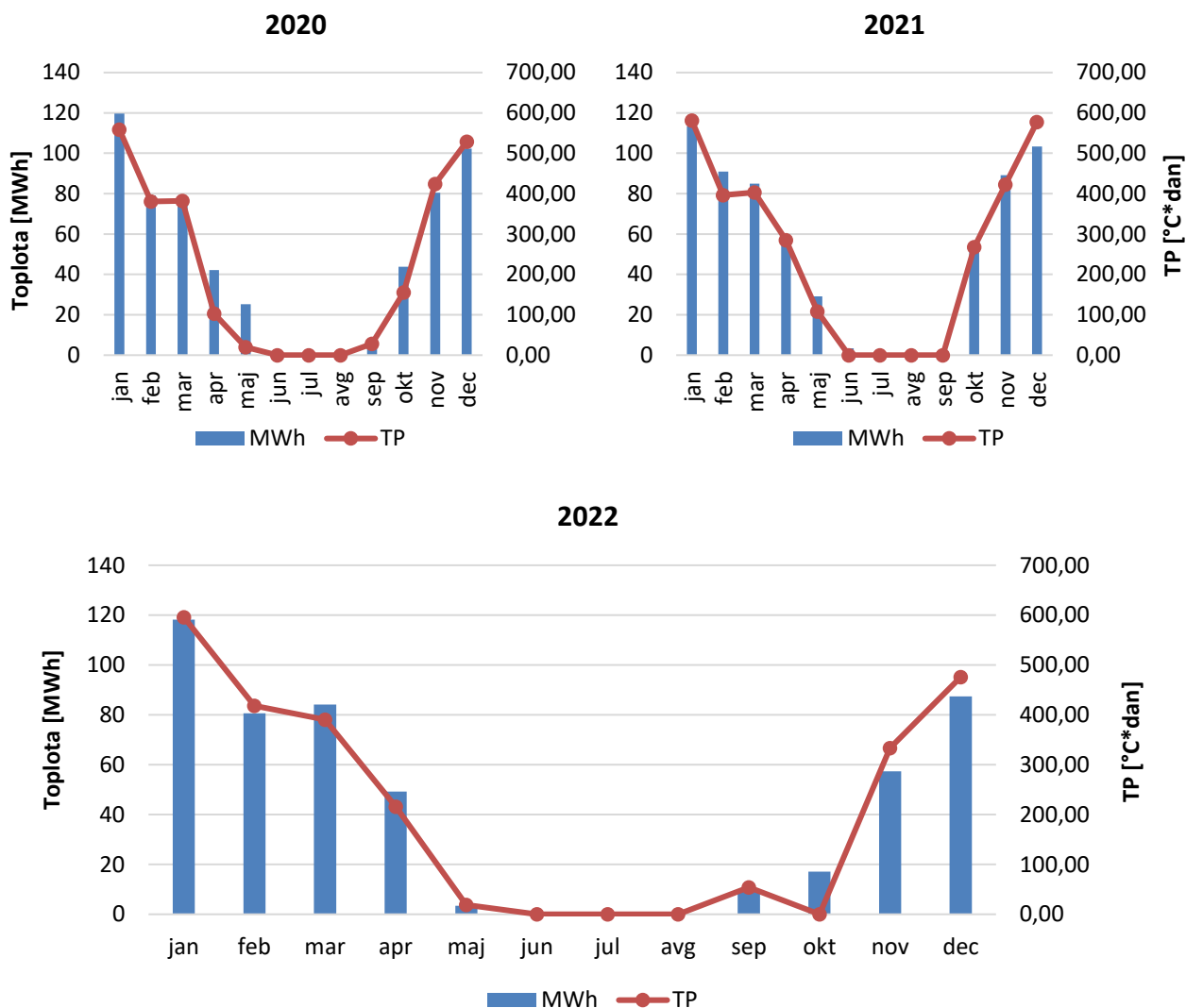
Slika 19: Skupna poraba in stroški za toploto v obravnavanem obdobju.

Na spodnji sliki je prikazana raba toplote v primerjavi s temperaturnim primanjkljajem. Temperaturni primanjkljaj je pridobljen za lokacijo Ljubljana - Bežigrad.



Slika 20: Raba toplote in temperaturni primanjkljaj.

Na spodnjih diagramu so prikazane mesečne rabe toplote s pripadajočimi temperaturnimi primanjkljaji.



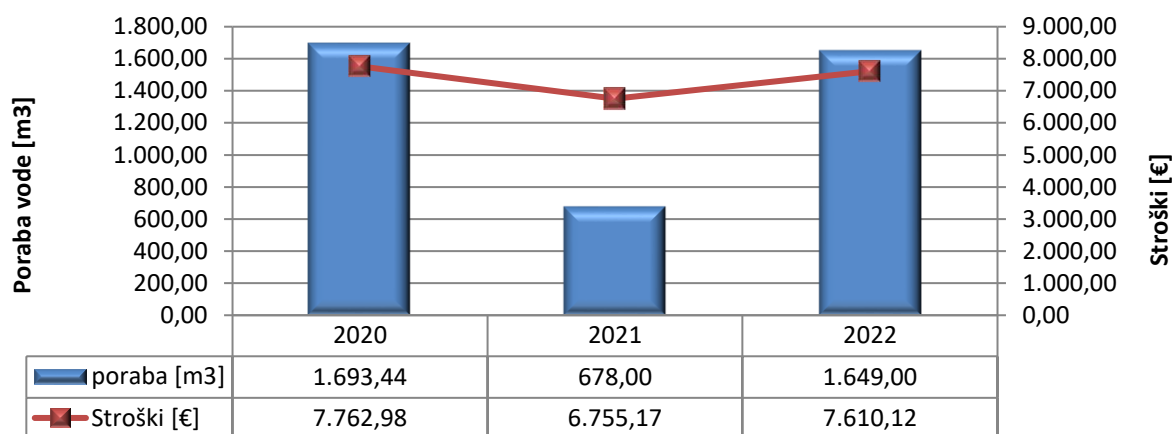
Slika 21: Mesečna raba toplote in pripadajoči temperaturni primanjkljaj.

Razvidno je, da raba toplote lepo sledi temperaturnemu primanjkljaju.

5.2.3. Voda

V spodnjem diagramu je prikazana letna poraba vode in pripadajoči stroški brez odpadkov. Letna poraba vode v letu 2021 je nižja zaradi situacije s COVID.

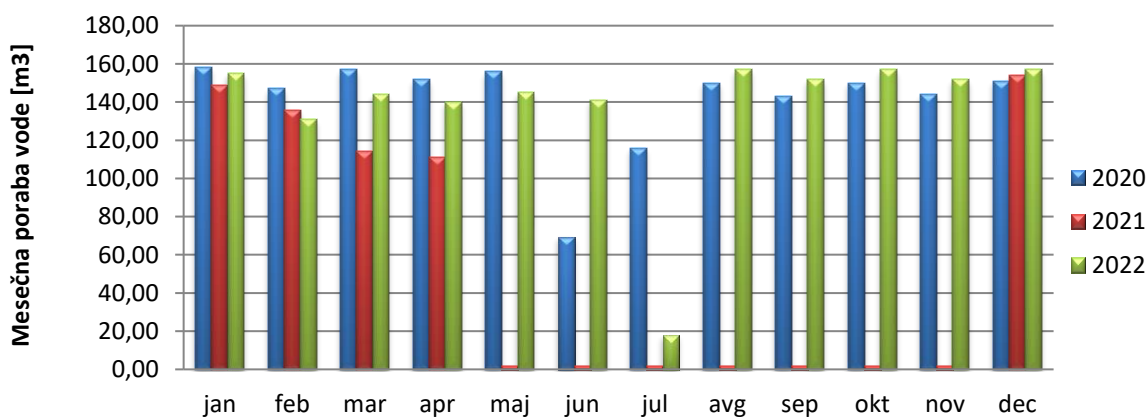
Letna poraba vode v letih od 2020 do 2022



Slika 22: Raba vode in stroški brez odpadkov.

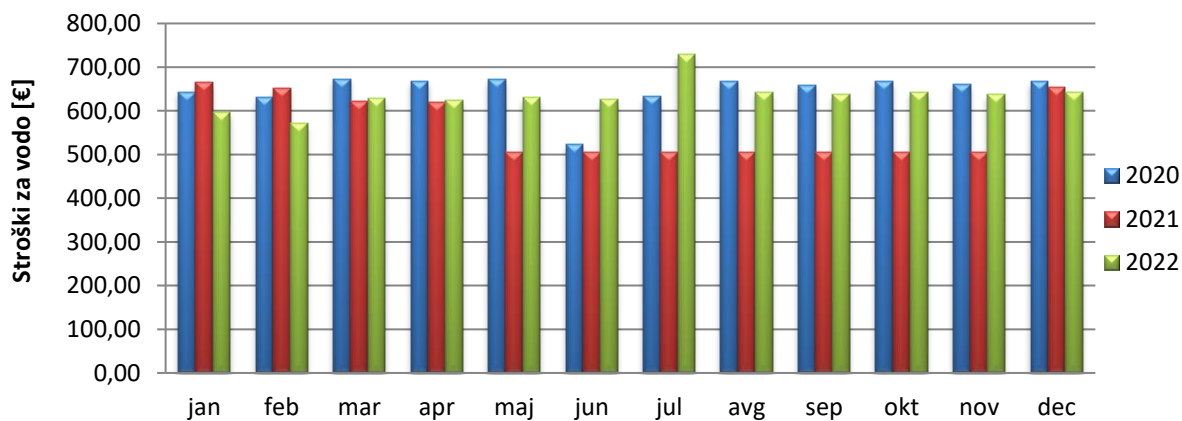
V spodnjih dveh diagramih je prikazana še poraba vode na mesečnem nivoju in pripadajoči stroški.

Mesečna poraba vode v letih od 2020 do 2022



Slika 23: Raba vode na mesečnem nivoju.

Stroški za vodo in odpadke v letih od 2020 do 2022



Slika 24: Stroški za vodo brez odpadkov na mesečnem nivoju.

5.3. Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Zanesljivost oskrbe moramo ocenjevati skladno z vplivom izpada posameznega energenta oz. vira energije.

OGREVANJE

Zanesljivost oskrbe za ogrevanje je odvisna od zanesljivosti dobave daljinske toplote.

ELEKTRIČNA ENERGIJA

V stavbi ni vgrajenega rezervnega vira el. energije npr. elektro-diesel agregata, ki bi dovajal energijo za delovanje stavbe, zato je zanesljivost oskrbe objekta z električno energijo odvisna od zanesljivosti dobavitelja elektrike. Električna energija se dobavlja iz javnega električnega omrežja. Problemov s kompenzacijo jalove energije ni in odjem ustreza pogojem dobavitelja električne energije. **Elektro-diesel agregat je namenjen za potrebe superračunalnika.**

HLADNA VODA

Stavba je oskrbovana s hladno vodo preko javnega vodovodnega omrežja, dobava je zanesljiva.

5.4. Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

OGREVANJE

Vse instalacije za oskrbo s toplotno energijo so ustrezne. Kljub temu je potrebno stalno vzdrževanje in po potrebi zamenjave izrabljenih elementov.

ELEKTRIČNA ENERGIJA

Električne inštalacije v objektu so v dobrem stanju in ne predstavljajo neposredne nevarnosti za oskrbo z električno energijo ter nevarnosti za uporabnike ali naprave, priključene na električno inštalacijo.

PREZRAČEVANJE IN HLAJENJE

V stavbi ni sistemov za mehansko prezračevanje prostorov. Prezračevanje je naravno z odpiranjem oken. Hlajenje se izvaja s split hladilnimi napravami.

6. PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

6.1. Ogrevalni sistem

Stavbi Vojkova 1a in Vojkova 1b se ogrevata iz skupnega ogrevalnega sistema. Topla voda se v stavbo distribuira prek daljinskega ogrevanja podjetja Energetika Ljubljana, d.o.o. V strojnici je vgrajena toplotna postaja s prenosnikom toplote moči 886 kW (obračunana obračunska moč je v letu 2022 znašala 779,96 kW), letnik 2013. Glede na podatke iz sheme strojnice je temperaturni režim na sekundarni strani 85/65 °C.

Ogrevalni sistem se v grobem deli na ogrevanje posameznih stavb in služi kot rezervni vir ogrevanja nove stavbe. Ogrevalni sistem je razdeljen na naslednje ogrevalne veje:

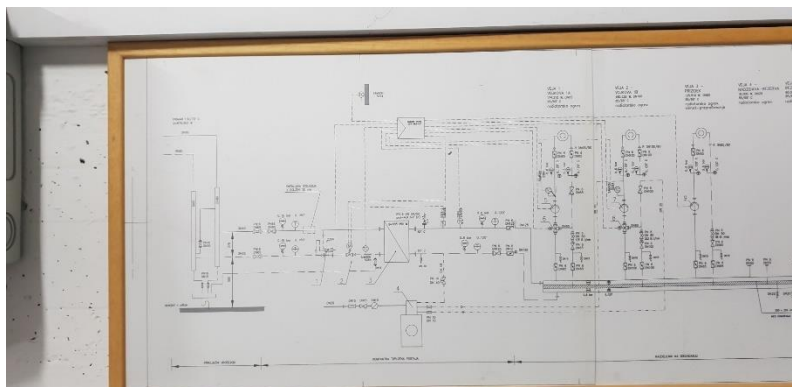
- Vojkova 1a – radiatorsko ogrevanje (174 kW),
- Vojkova 1b – radiatorsko ogrevanje (480 kW),
- Vojkova 1b prizidek – radiatorsko ogrevanje (125 kW),
- Dve rezervni veji

Ena ogrevalna veja je namenjena tudi kot rezerva ogrevanju nove stavbe v primeru izpada delovanja toplotne črpalke voda/voda, ki služi kot glavni generator toplote za novo stavbo.

Ostali pomembni elementi ogrevalnega sistema nameščeni v strojnici so še:

- Merilnik toplotne energije Allmess US ECHO, DN 40, CF 800,
- Frekvenčno vodene obtočne črpalke (Wilo Stratos 32/1-12 oz. 65/1-12, IMP NMT LAN 40)
- Regulacijski ventili, ekspanzijska posoda

Za upravljanje in vzdrževanje strojnice skrbi podjetje Energetika Ljubljana, d.o.o., ki je okoli leta 2015 tudi prenovila toplotno postajo. Ogrevalni sistem je v dobrem stanju in ustrezno izoliran zato so izgube toplote nizke. Obtočne črpalke so frekvenčno vodene. Spodaj je prikazanih nekaj slik iz strojnice.



Slika 25: Shema strojnice (levo zgoraj), vhod v strojnico (desno zgoraj), toplotna postaja (levo spodaj), kalorimeter – merilnik toplotne energije (desno spodaj).

6.2. Sistemi za hlajenje in prezračevanje

Sistemi za prezračevanje niso vgrajeni. WC-ji se prezračujejo prek odvodnih ventilatorjev. V stavbi prizidka Vojkova 1b je na strehi sicer vgrajen starejši prezračevalni sistem, ki pa ni v funkciji. Stavba se prezračuje naravno z odpiranjem oken. Hlajenje poteka prek split oz. multi-split hladilnih naprav, ki so popisane spodaj.

Tabela 11: Vgrajene hladilne naprave.

Tip hladilne naprave	Število	Hladilna moč [kW]	Priključna moč [kW]	Opomba
Split hladilne naprave – različni proizvajalci	22	2,5 – 4	1 – 2	Vojkova 1a
Split hladilne naprave – različni proizvajalci	48	2,5 – 4	1 – 2	Vojkova 1b

Poleg split lokalnih hladilnih naprav je poleg prizidka Vojkove 1b nameščen tudi večji hladilni agregat za potrebe hlajenja superračunalnika (hladilna moč cca. 50 kW) in večji hladilni agregat za potrebe hlajenja prostorov hladilne moči 22,4 kW. Okvirna skupna hladilna moč vgrajenih hladilnih naprav za stavbo Vojkova 1a znaša 70 kW za Vojkovo 1b pa 150 kW.



Slika 26: Split hladilne naprave in hladilni agregat za hlajenje superračunalnika (spodaj desno).

6.3. Sistemi za oskrbo s toplo vodo

Voda se dobavlja iz javnega vodovodnega omrežja s katerim upravlja JP VOKA SNAGA d.o.o. Stavba ne uporablja centralnega sistema priprave tople sanitarne vode. Voda se po celotni stavbi ogreva preko električnih bojlerjev, večinoma starejše izdelave.

V spodnji tabeli je dan popis naprav za pripravo tople sanitarne vode. Regulacija je ročna.

Tabela 12: Popis naprav za lokalno pripravo tople sanitarne vode.

	Število	Moč grelca [kW]	Opomba
Grelnik vode	5	2	Vojkova 1a
Grelnik vode	14	2	Vojkova 1b

6.4. Razsvetljava

V objektu so nameščena svetila različnih vrst. Večina svetilk za osvetlitev prostorov ima vgrajene fluorescentne svetilke T8 s klasično predstikalno napravo. Rekonstrukcijo razsvetljave ekonomsko pogojuje število obratovalnih ur in tehnično stanje razsvetljave. Na spodnjih slikah so prikazane nekatere svetilke in sijalke vgrajene v stavbi. V prenovljenih prostorih se že uporablja LED razsvetljava.

Osvetlitev kleti - arhiv



Osvetlitev sejne sobe v vrhnem nadstropju



Osvetlitev pisarn



Osvetlitev pisarn

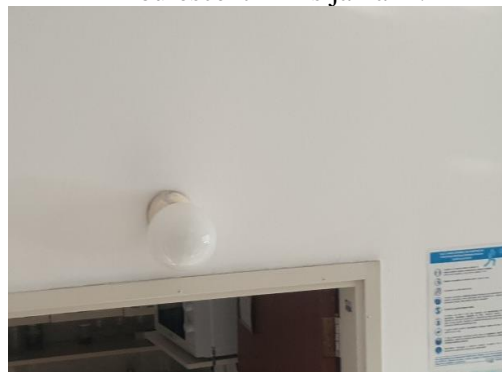


Slika 27: Razsvetljava – Vojkova 1a.

V nekaterih pisarnah so svetilke zastarele.



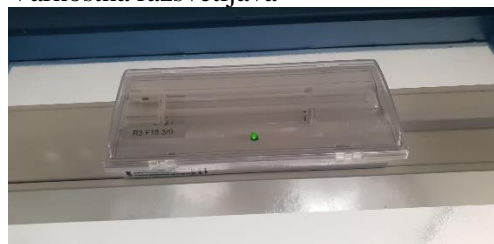
Starejše svetilke z vgrajenimi fluorescentnimi sijalkami.



Rasterske svetilke z vgrajenimi T8 (ponekod T5) sijalkami.



Varnostna razsvetljava



Osvetlitev prenovljenih prostorov – nekatre pisarne, knjižnica in kuhinja



LED paneli so nameščeni v prenovljenih prostorih



Slika 28: Razsvetljava – Vojkova 1b.

Pri sanaciji razsvetljave se navadno odločamo za prehod na LED razsvetljavo. Zaradi enostavnejšega vzdrževanja in menjave svetilk ob okvari se priporoča sanacija razsvetljave s čim manjšim številom različnih tipov svetilk, ki še zagotavljajo kakovostno osvetlitev notranjih prostorov. V pisarnah je priporočljiva zamenjava svetilk z možnostjo regulacije osvetljenosti (»dimanje«), saj so po energetski sanaciji osvetljenosti višje, kar pri nekaterih ljudeh povzroča nelagodje.

V sklopu energetskega pregleda se je izvedel ogled po tipskih prostorih (vse pisarne se niso pregledale) zato je popis v spodnji tabeli izveden okvirno. Pred izvedbo popisa del je potrebno izvesti ogled vseh prostorov, saj so vgrajeni različni tipi svetil.

Tabela 13: Popis razsvetljave – Vojkova 1a.

Vrsta	Tip	Število svetilk	Število sijalk/svetilko	Moč (W)	Izgube na predstikalni napravi	SKUPAJ (W)
Fluorescentne sijalke	T8 36W	300	2	36	1,4	21.600
	Bučka	20	1	11	1	220
Kompaktna sijalka	varčna					
	LED 60	16	1	36	1	576
LED	x 60					
Varčne stropne sijalke	Reflektor	28	1	60	1	1.680
SKUPAJ		364				24.076

Tabela 14: Popis razsvetljave – Vojkova 1b.

Vrsta	Tip	Število svetilk	Število sijalk/svetilko	Moč (W)	Izgube na predstikalni napravi	SKUPAJ (W)
Fluorescentne sijalke	T8 58W	13	2	58	1,4	1.508
Fluorescentne sijalke	T8 36W	490	2	36	1,4	35.280
Fluorescentne sijalke	T8 18W	23	4	18	1,4	1.656
	Bučka	48	1	11	1,2	528
Kompaktna sijalka	varčna					
Fluorescentne sijalke	T5 28W	20	2	28	1,1	1.120
	LED 60	92	1	36	1	3.312
LED	x 60					
SKUPAJ		414				43.476

Potrebno se je zavedati, da z zamenjavo svetilk ne prihranimo samo pri variabilnih stroških električne energije, pač pa tudi pri stroških za priključno moč, saj se le ta zniža (v primeru obračuna priključne moči po dejanski rabi).

6.5. Centralno nadzorni sistem

Na objektu ni vgrajen centralno nadzorni sistem, preko katerega je možno spremljati delovanje naprav in nastavljati parametre in voditi nadzor nad porabo energentov in vode. Objekt ni uveden v energetske knjigovodstvo.

Na objektu Vojkova 1b je deloma vgrajen sistem za regulacijo notranje temperature v posameznih pisarnah Danfoss Link ogrevala pa so opremljena z elektronskimi termostatskimi glavami.



Slika 29: Sistem za regulacijo temperature po posameznih prostorih – le deloma vgrajeno v nekaterih prostorih Vojkova 1b.

7. PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

7.1. Ovoj stavbe

Objekt je sestavljen iz več sklopov in ima 6 etaž in podstrešje, ki ni v uporabi. Namembnost posamezne etaže je dana v spodnji tabeli.

Tabela 15: Namembnost posameznih etaž – Vojkova 1a.

Etaža	Namembnost
Klet - 1	Zaklonišče/arhiv
Pritličje	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 1	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 2	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 3	Pisarne in spremljajoči prostori
Mansarda	Sejna soba in spremljajoči prostori

Tabela 16: Namembnost posameznih etaž – Vojkova 1b.

Etaža	Namembnost
Klet - 1	Zaklonišče/arhiv
Pritličje	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 1	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 2	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 3	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 4	- Kuhinja, knjižnica
deloma	
Nadstropje 5	- Pisarne – redko v uporabi
deloma	

Tabela 17: Namembnost posameznih etaž – Vojkova 1b - Prizidek.

Etaža	Namembnost
Klet - 1	Pisarne, superračunalnik
Pritličje	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 1	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 2	Pisarne in spremljajoči prostori
Nadstropje 3	Pisarne in spremljajoči prostori

ZUNANJE STENE

Vertikalna nosilna konstrukcija (stene) je zgrajena iz armiranega betona in večinoma ni izolirana. S toplotno izolacijo debeline 5 cm je izoliran le prizidek Vojkove 1b. Horizontalne plošče so izvedene z armiranim betonom (debelina plošče je okoli). Temelji so armirano betinski. Podrobna sestava konstrukcijskih sklopov je za oba objekta podana v elaboratih gradbene fizike. Skupna debelina sten znaša okoli . Vrhnja etaža na Vojkovi 1a je izvedena iz jeklene skeletne konstrukcije in deloma pozidana s siporeksom oz. sendvič paneli.

Vojkova 1a – stik s sosednjo stavbo.



Povezovalni objekt med Vojkovo 1a in 1b



Vojkova 1a – JV fasada, kjer prevladujejo steklene površine in betonski elementi.



Vojkova 1a (levo) in Vojkova 1b (desno) in vmesni povezovalni objekt, ki fizično ločuje obe stavbi (v povezovalnem objektu so izvedene pisarne, ki ne omogočajo prehoda med posameznimi stavbami).



Slika 30: Ovoj stavbe – Vojkova 1a.



Slika 31: Ovoj stavbe – Vojkova 1b.



Slika 32: Ovoj stavbe – Vojkova 1b - prizidek.

Parapeti stavbe so izvedeni iz prefabriciranih betonskih elementov (Vojkova 1a in 1b brez prizidka), ki imajo deloma funkcijo zaščite pred padavinami deloma pa funkcijo senčenja. Brez rušitve teh elementov bo ustrezna toplotna izolacija stavbe težavna.

Streha na Vojkovi 1a je dvokapna z rahlim naklonom (okoli 15 °) in krita s pločevino. Streha na ostalih delih stavbe je ravna in pohodna.



Slika 33: Streha – Vojkova 1a.

Stavbno pohištvo je večinoma dotrajano in potrebno prenove. Stavbno pohištvo je bilo zamenjano le deloma in sicer v severnem delu Vojkove 1b v pritličju, prvem nadstropju in zgornji etaži. V tem delu so nameščena troslojna okna s PVC okvirji s toplotno prehodnostjo zasteklitve

7.2. Električni aparati in razsvetljava

Poraba električne energije gre večinoma na račun razsvetljave. V objektu so še ostali običajni električni aparati in naprave, kot so hladilniki, bojlerji sanitarne tople vode, ipd.

V grobem lahko porabo električne energije razdelimo v tri skupine, in sicer:

- ogrevanje
- razsvetljava
- električni aparati

- tehnologija

7.3. Priprava sanitarne tople vode

Topla voda se pripravlja lokalno. Grelniki s hranilniki so popisani v prejšnjih poglavjih.

7.4. Prezračevanje in klimatizacija

Vsi prostori v stavbi se prezračujejo naravno z odpiranjem oken in vrat. Naprave za proizvodnjo hladu so split klime.

7.5. Ogrevanje

Prostori se ogrevajo z radiatorji, večina radiatorjev nima vgrajenih termostatskih ventilov.

7.6. Poročilo o opravljeni termografiji

7.6.1. Uvod

Infrardeča termografija je brezkontaktna metoda merjenja temperature. Termografske kamere zaznajo sevanje v infrardečem (IR) spektru in ga pretvorijo v sliko na zaslonu. Infrardeče sevanje oddajajo vsa telesa, katerih temperatura je višja od absolutne ničle. Količina oddanega IR sevanja narašča s temperaturo, zato nam termografija omogoča, da razlikujemo med objekti različnih temperatur, ne glede na to ali je vidna svetloba prisotna ali ne. Pri izvedbi termografije od zunaj, so svetlejša obarvana mesta na objektu, mesta z višjo temperaturo, kar je posledica toplotnih mostov. Pri izvedbi termografije od znotraj nam ta področja prikazujejo temnejši deli na sliki. Na teh delih ovoja stavbe lahko pride do kondenzacije vodne pare in sčasoma nastanka plesni. Na plesen so občutljivi predvsem starejši in otroci in ljudje z občutljivimi dihalci. Iz spodnje tabele lahko razberemo, da če je temperatura zraka v prostoru 22 °C in rel. vlažnost 60 %, lahko pride do kondenzacije vodne pare na površinah, ki so hladnejše od 13,9 °C.

Tabela 18: Točka rosišča (kondenzacija vodne pare) v odvisnosti od temperature in relativne vlažnosti zraka.

Temperatura zraka [°C]	Relativna vlažnost zraka [%]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18	-14,1	-5,2	0,2	4,2	7,4	10,1	12,4	14,5	16,3	18,0
19	-13,2	-4,5	1	5,1	8,3	11	13,4	15,4	17,3	19,0
20	-12,5	-3,6	1,9	6	9,3	12	14,3	16,4	18,3	20,0
21	-11,7	-2,8	2,7	6,8	10,2	12,9	15,3	17,4	19,3	21,0
22	-11	-2	3,6	7,7	11,1	13,9	16,3	18,3	20,3	22,0
23	-10,3	-1,2	4,5	8,6	12,1	14,7	17,2	19,3	21,2	23,0
24	-9,6	-0,3	5,4	9,5	12,9	15,7	18,2	20,3	22,2	24,0
25	-8,8	0,5	6,3	10,4	13,8	16,7	19,2	21,3	23,2	25,0
26	-8	1,3	7,1	11,3	14,8	17,7	20,2	22,3	24,2	26,0

Pri obnovi stavbe je zato potrebno nameniti pozornost kvalitetni izvedbi fasade (izolacija podzidka, špalet, stikov med posameznimi deli stavbe) in kvalitetni vgradnji stavbnega pohištva (ustrezno tesnjenje in odprava toplotnih mostov). Potrebno se je zavedati, da je večina toplotnih mostov pri sanacijah in novogradnjah posledica površne izvedbe ukrepov in ne nekvalitetnih materialov.

7.6.2. Podatki o izvedbi meritve

Termografsko analizo objekta smo izvedli dne, , med 6:00 in 7:30 uro. Temperatura zunanjega zraka na višini 1 meter je bila -2,1 °C, izmerjena relativna vlažnost pa 83,2 %. Izmerjena notranja temperatura v stavbi je bila med 19,8 in 22,1 °C, relativna vlažnost pa 52,1 %.

MERILNA OPREMA

Pri izvedbi meritev smo uporabili termokamero, merilnik temperature in vlage ter digitalni fotoaparat (merilna oprema je opisana v prejšnjih poglavjih).

7.6.3. Poročilo izvedbi meritev

Na naslednjih straneh so prikazane slike temperaturnih polj, fotografski posnetki in grafi temperatur na izbranih krivuljah.

8. PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

8.1. Revizija pogodb o dobavi energije

Sklenjene so letne in večletne pogodbe z dobavitelji energentov za dobavo energije. Po poteku pogodb je priporočljivo izbrati dobavitelje energentov po postopku oddaje javnega naročila, pri čemer se izbere najugodnejši ponudnik na osnovi najnižje cene.

8.2. Električna energija

Ministrstvo za javno upravo ima sklenjeno večletno pogodbo z dobaviteljem za električno energijo. V obdobju zadnjih treh let dobavitelja električne energije niso zamenjali. Po poteku trenutno veljavne pogodbe naj se ponovno izbere dobavitelj po postopku oddaje javnega naročila, pri čemer se izbere najugodnejšega ponudnika na osnovi najnižje cene.

8.3. Voda

Stavba se oskrbuje s hladno vodo iz javnega vodovodnega omrežja.

8.4. Toplota

Stavba je oskrbovana s toplotno energijo, prek toplotne postaje opisane v prejšnjih poglavjih.

9. ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

Za analizo energetskih tokov v stavbi je bil uporabljen računalniški program PURES3. Podatki so bili pridobljeni iz meritev dimenzij objekta in informacij podanih s strani uporabnikov. Pri zbiranju podatkov je bilo več ovir, saj ustrezna dokumentacija ni bila v celoti dostopna.

Analiza temelji na elaboratu gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah, ki je izdelan v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in zajema elaborat gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah in izkaz energijskih lastnosti stavbe.

10. OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

Energetski varčevalni potencial zgradbe lahko ocenimo s pomočjo primerjave rabe energije v podobnih stavbah.

10.1. Ovoj stavbe

Natančni izračuni zgornjih vrednosti so za različne scenarije podani v naslednjih poglavjih.

10.2. Prezračevanje

Prezračevanje v stavbi je naravno in se izvaja z odpiranjem oken. Prihranke je možno doseči z vgradnjo prezračevalnega sistema z vračanjem toplote ali ustreznim naravnim prezračevanjem – glejte ukrep energetske učinkovite naravno prezračevanje.

10.3. Kuhinja

V stavbi ni kuhinje, razen manjših čajnih kuhinj.

10.4. Priprava tople vode

Sanitarna topla voda se celo leto pripravlja lokalno. Električne bojlerje se lahko izklaplja, ko topla voda ni potrebna.

10.4.1. *Proizvodnja toplote*

Glavni generator toplote je deluje v ogrevalni sezoni.

10.4.2. *Ogrevalni sistem*

Toplotna postaja je bila pred kratkim prenovljena.

10.4.3. *Temperatura ogrevanja*

Regulacija temperature je opisana v poglavju pri organizacijskih ukrepih.

10.5. Razsvetljava

Prihranki so možni s preходом na varčnejšo razsvetljavo. Ukrep je opisan v naslednjih poglavjih. Dodatni prihranki so možni z organizacijskimi ukrepi.

10.6. Klimatizacija

V objektu ni vgrajenega sistema klimatizacije oz. prezračevanja. Vgrajene so le hladilne naprave.

10.7. Sanitarna voda

Za učinkovito rabo sanitarne hladne vode se predlaga:

- racionalno poraba vode,
- redno vzdrževanje in pregledovanje naprav (vodni kamen, vklapljanje grelnikov po potrebi ipd.),

Prihranke in povečanje OVE bi lahko dosegli s preходом na nov energent.

10.8. Električna energija

V stavbi je vgrajenih veliko naprav, ki porabljajo električno energijo (superačunalnika, laboratorijska oprema ipd.). V primeru nakupa se priporoča izbor naprav energijskega razreda A.

10.9. Nadzorni sistem z energetskega knjigovodstvom

Stavba ni uvedena v sistem energetskega knjigovodstva in je priporočljivo, da se uvede. Smiselno je tudi sistem CSRE. Po izvedbi ukrepov energetske sanacije bo potrebna večja previdnost in nadzor nad uporabniki stavbe, da se bodo prihranki odražali tudi v realnosti.

10.10. Izraba obnovljivih virov energije

Izvedba sončne elektrarne.

11. ORGANIZACIJSKI UKREPI

11.1. Osveščanje uporabnikov

Rezultate in usmeritve, ki so navedene v pregledu je potrebno predstaviti vsem zaposlenim in ostalim uporabnikom objektov, saj bo na ta način dosežena večja ozaveščenost do učinkovite rabe energije in okolja. Po izvedbi sanacijskih ukrepov je potrebno organizirati predstavitev pregleda in uporabnike izobraziti kako naj ravnaajo z sanirano stavbo.

11.2. Izobraževanje

Izobraževanja morajo potekati v različnih oblikah ter nivojih glede na ciljno skupino. Po potrebi je potrebno izvesti izobraževanja tudi za druge deležnike.

11.3. Informiranje

Odgovorni delavci naj prejmejo informacije, ki so za njih merodajne. Pomembno je tudi sodelovanje med posameznimi ciljnim skupinami.

11.3.1. Energetsko knjigovodstvo

Objekt nima uvedeno energetsko knjigovodstvo. Priporočena je uvedba sistema energetskega knjigovodstva.

11.3.2. Predstavitev in spremljanje rezultatov energetskega pregleda

S spremljanjem rezultatov energetskega pregleda ostaja trajna vzpodbuda za delo na področju racionalne rabe energije.

11.4. Izdelava postopkov za varčevanje z energijo

Izdelava predpisanih postopkov za varčevanje z energijo, ki je razdeljen v dva sklopa:

- postopki ob prekinitvi obratovanja in
- postopki med obratovanjem.

Za izvajanje postopkov naj bo v vsaki izmeni določena oseba, ki naj bo za izvajanje ukrepov tudi finančno stimulirana.

11.5. Zmanjšanje vdora hladnega zraka/prepiha v ogrevalni sezoni

Zmanjšanje vdora hladnega zraka bo posledica kakovostne vgradnje novega stavbnega pohištva. Na tem področju pa je potrebno izvesti tudi izobraževanje uporabnikov stavbe za ustrezno kontrolirano naravno prezračevanje.

11.6. Ekonomična raba sveže pitne vode

Za povečanje ozaveščenosti vseh porabnikov pitne vode bi bilo potrebno na mestih porabe sveže pitne vode namestiti obvestila o ekonomični rabi sveže vode.

12. OCENA IZVEDLJIVOSTI UKREPOV

Potrebno se je zavedati, da so omejene porabe energije, prihranki, vračilne dobe in ostale karakteristike stavbe izračunane pri določenih predpostavkah in robnih pogojih. Trenutna raba energije v objektu je izračunana pri naslednjih predpostavkah:

- Notranja temperatura 22 °C
- TP = 3900
- Izmenjava zraka 0,5/h
- Referenčna raba toplote 410,99 MWh
- Referenčna raba električne energije 1.428,02 MWh

Dejanska cena toplote v zadnjem letu je bila 120,66 €/MWh brez ddv, dejanska cena elektrike pa 107,49 €/MWh brez ddv. Glede na cene energentov na trgu so cene toplote realne cene elektrike pa prenizke zato so se cene energentov povzele glede na razpoložljive podatke, ki jih navaja evropska komisija:

https://economy-finance.ec.europa.eu/economic-forecast-and-surveys/economic-forecasts/winter-2023-economic-forecast-eu-economy-set-avoid-recession-headwinds-persist_en

- **cena toplote za preračun prihrankov energije je enaka dejanski in znaša 120,66 €/MWh brez ddv**
- **cena električne energije za preračun prihrankov energije 169,2 €/MWh brez ddv**

Natančnejši robni pogoji in predpostavke so podane v elaboratu gradbene fizike oz. pri opisu ukrepov.

12.1. Predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode

Spodaj so naštet predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode:

- Ukrep 1a: Izolacija fasade in podzidka
- Ukrep 1b: Izolacija fasade in podzidka - hidroizolacija
- Ukrep 2: Menjava stavbnega pohištva
- Ukrep 3: Izolacija strehe in menjava kritine
- Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave
- Ukrep 5: Namestitev termostatskih ventilov in posodobitev OS
- Ukrep 6: Namestitev toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje stavbe
- Ukrep 7a: Namestitev centralnega prezračevalnega sistema
- Ukrep 7b: Namestitev lokalnih prezračevalnih enot
- Ukrep 8: Izvedba sončne elektrarne - streha
- Ukrep 9: Izvedba sončne elektrarne - nadstreški
- Ukrep 10: Organizacijski in ostali manjši ukrepi

OPOMBA

Vse cene so brez ddv.

Ukrep 1a: Izolacija fasade in podzidka

Obstoječa sestava fasade ne ustreza zahtevam PURES-a. Izračunana toplotna prehodnost U ($\text{W/m}^2\text{K}$) zunanjih sten znaša okoli $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ (zunanje stene); ($U_{\text{dop}} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$). Predlagamo, da se izvede dodatna toplotna izolacija v debelini vsaj 20 cm ($\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$ ali boljše).

Posebno pozornost je potrebno nameniti delu fasade kjer so izvedeni betonski elementi. Zaradi enostavnejše rešitve toplotnih mostov in manjše izpostavljenosti fasade vremenskim vplivom predlagamo odstranitev betonskih elementov in izvedbo klasične tankoslojne fasade.

Izolacijske plošče je potrebno sidrati in lepiti v osnovni nosilni zid, pri montaži pa se je potrebno držati navodil proizvajalca. V izračunu je predpostavljeno, da so toplotni mostovi odpravljeni, v praksi pa je v ta namen potrebno izolirati tudi razne izzidke, nadstreške in ostale elemente ovoja stavbe. Zaradi povečane debeline fasade bo potrebno zamenjati tudi okenske police in ustrezno izolirati špalete. Nove okenske police je potrebno ustrezno montirati (na poličnik, ne direktno na okenski okvir, kot je to včasih izvedeno).

Posebno pozornost je potrebno nameniti izvedbi podzidka in stiku med izolacijo podzidka in fasade. Potrebno je zaščititi nosilno konstrukcijo in preprečiti oz. kar se da omejiti kapilarni dvig vode in propadanje konstrukcije ter izolacije. Svetujemo, da se izolacija izvede vsaj $0,5 \text{ m}$ pod nivojem tal, kjer je to tehnično smiselno. Na spodnji strani je potrebno izolacijske plošče odrezati pod kotom, da pri morebitnem zmrzovanju zemljine ne pride do deformacije plošč oz. poiskati drugo ustrezno rešitev.

V investicijo je zajeta izvedba toplotne izolacije zunanjih sten objekta (fasada in podzidek), v skupni površini:

- Betonski elementi: 525 m^2
- Klasična fasada: 1552 m^2
- Podzidek: 185 m^2

V investicijo je zajeto:

- Rušitev betonskih elementov
- montaža in demontaža fasadnega odra,
- demontaža in montaža obstoječih odtokov, strelovodne instalacije,
- čiščenje, struganje in izravnava,
- izvedba toplotnoizolacijske fasade z izolacijo toplotne prevodnosti $0,034 \text{ W/mK}$ v debelini 20 cm
- izvedba okenskih špalet,
- zamenjava okenskih polic,
- izvedba podzidka,
- sanacija drenaže.

Investicija:	466.464,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	15.554,70	EUR/leto
Vračilna doba:	30,0	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 1b: Izolacija fasade in podzidka - hidroizolacija

Ukrep je enak ukrepu 1a, le da se okoli objekta izvede tudi ustrezna hidroizolacija in drenaža ter izolacija sten v stiku z zemljo vsaj 1m pod nivojem tal.

Posebno pozornost je potrebno nameniti izvedbi podzidka in stiku med izolacijo podzidka in fasade. Potrebno je zaščititi nosilno konstrukcijo in preprečiti oz. kar se da omejiti kapilarni dvig vode in propadanje konstrukcije ter izolacije. Svetujemo, da se izolacija izvede vsaj 1 m pod nivojem tal, kjer je to tehnično smiselno.

V investicijo je zajeto:

- montaža in demontaža fasadnega odra,
- demontaža in montaža obstoječih odtokov, strelovodne instalacije,
- čiščenje, struganje in izravnava,
- izvedba toplotnoizolacijske fasade z negorljivo izolacijo toplotne prevodnosti 0,034 W/mK v debelini 20 cm
- izvedba okenskih špalet,
- zamenjava okenskih polic,
- odkop okoli objekta v globini 1m,
- čiščenje, struganje in izravnava podzidka,
- sanacija podzidka s sanacijsko malto,
- hidroizolacija podzidka,
- toplotna izolacija podzidka,
- izvedba drenaže in nasutje prodca,
- ustrezna sanacija poškodovanih delov ovoja.

Investicija:	519.664,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	17.282,60	EUR/leto
Vračilna doba:	30,1	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 2: Menjava stavbnega pohištva

Stavbno pohištvo je večinoma energetsko neučinkovito in potrebno obnove. Starejša okna so dvoslojna z ALU okvirji. Težave se pojavljajo tudi zaradi neustreznega tesnjenja, transmisijskih in sevalnih izgub. V izračunu smo predpostavili toplotno prehodnost obstoječih oken okoli $2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stavbno pohištvo je bilo deloma že zamenjano. Zaradi poenotenja videza stavbe priporočamo, da se zamenjajo okna po vzoru obstoječih (Vojkova 1b). Smiselna bi bila premontaža obstoječih ustreznih oken iz razloga, da se nova okna lahko vgradijo na rob zunanjšega dela nosilnega zidu zaradi česar se izboljša naravna osvetlitev prostorov.

Priporočamo, da se vgradi stavbno pohištvo skupne toplotne prehodnosti enako ali boljše od $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izbere naj zasteklitev s čim višjim faktorjem prehodnosti sončnega sevanja g – vsaj 0,6 in faktorjem LT – vsaj 0,75, saj se drugače zmanjšajo toplotni dobitki (g) in se poveča potreba po umetni razsvetljavi (LT). Okna naj se vgradijo po sistemu RAL, oz. tako da so odpravljene pomanjkljivosti klasične izvedbe samo s poliuretansko peno (pojav kondenzacije vodne pare v peni, slabše tesnjenje itd.). Vgradnji oken je potrebno nameniti posebno pozornost in na to dodatno opozoriti izvajalca in nadzornika, saj v praksi tu največkrat prihaja do napak in površne izvedbe (neustrezno tesnjenje, neustrezno izvedene police, neustrezno izolirane špalete in pojav toplotnih mostov). Po izvedbi ukrepa je priporočljivo potrebno izvesti termografsko analizo.

Zaradi zmanjšanja potreb po hlajenju objekta, je vsaj na okna ki so orientirana na jug, zahod in vzhod, oz. kjer senčenje ni zagotovljeno z drugimi ovirami potrebno namestiti zunanja senčila. Senčila morajo biti vgrajena kakovostno, toplotni most na mestu pritrditve mora biti prekinjen.

V investicijski oceni smo predpostavili uporabo stavbnega pohištva boljše od zahtev PURES (toplotna prehodnost celotnega okna $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) in predpostavili ceno celotne izvedbe 850 €/m^2 in 535 m^2 površine kjer je potrebna menjava. Povečanje zrakotesnosti stavbe smo upoštevali.

Priporočamo tudi, da se ukrep izvede skupaj z izolacijo fasade saj bodo tako toplotni mostovi najlažje odpravljeni.

V investicijo je zajeto:

- izdelava, dobava in montaža oken in vrat (PVC) ter zunanjih senčil,
- obdelava okenske špalete,
- montaža po RAL standardu oz. enakovredno,
- slikopleskarska obdelava notranje okenske špalete,
- menjava vrat z energetsko učinkovitimi toplotne prehodnosti pod $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Investicija:	454.750,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	4.009,64	EUR/leto
Vračilna doba:	113,4	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		x	

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 3: Izolacija strehe in menjava kritine

Streha je krita s kovinsko pločevino in je nezadostno izolirana, deloma je streha ravna. Izračunana toplotna prehodnost strehe je okoli $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_{\text{dop}} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{k}$).

Ker je kritina dotrajana je smiselna sanacija strehe z zunanje strani in menjava kritine. Sanacijo je zato potrebno izvesti od zgoraj in odstraniti obstoječo kritino. Izvede naj se dodatna toplotna izolacija strehe, tako da bo skupna toplotna prehodnost strehe pod $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Smiselna je izvedba izolacije med špirovci (steklena volna debeline 15 cm in toplotne prevodnosti $0,032 \text{ W/mK}$ in dodaten sloj izolacije nad špirovci (kot napreimer Termotop, debeline 8 cm in toplotne prevodnosti $0,037 \text{ W/mK}$).

Ravni del strehe je izoliran s toplotno izolacijo debeline cca. 5 cm. Izračunana toplotna prehodnost strehe je okoli $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_{\text{dop}} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{k}$).

Skupna površina kjer naj se ukrep izvede je 918 m^2 , cena izvedbe pa je ocenjena na 250 € na m^2 . V investicijo je zajeto:

- odstranitev in odvoz obstoječe kritine
- odstranitev obstoječe toplotne izolacije in naložb,
- demontaža in ponovna montaža oz. izvedba novih strešnih elementov,
- odprava transmisijskih toplotnih mostov
- natančna položitev parne ovire in izolacije in sekundarne kritine,
- izvedba prezračevanega sloja (poševna streha)
- izvedba nove trapezne kritine.

Investicija:	229.500,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	4.950,81	EUR/leto
Vračilna doba:	46,4	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	x		

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave

Eden izmed priporočljivih ukrepov za zmanjšanje porabe energije je tudi zamenjava zastarelih svetilk, sijalk. Zamenja naj se fluorescentne svetilke tipa T8, starejše svetilke in klasične žarnice z LED svetilkami.

V investicijski oceni je zajeto:

- demontaža starih svetilk in odvoz na deponijo,
- zamenjava zastarelih T8 svetilk in sijalk z LED svetilkami
- zamenjava starejših plafonjer z LED svetilkami,
- izvedba del potrebnih za montažo in delovanje nove razsvetljave
- prenova elektro inštalacij,
- sprememba načina prižigavanja,
- izvedba svetilk z možnostjo regulacije osvetljenosti.

Skupaj bo zamenjanih približno 650 svetilk.

Investicija:	103.360,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	4.427,96	EUR/leto
Vračilna doba:	23,3	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
x			

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 5: Namestitev termostatskih ventilov in posodobitev OS

Skupno število ogrevalnih elementov vgrajenih v celotnem objektu znaša cca. 274. Na večini radiatorjev so nameščeni ročni oz. starejši ventili ali pa sploh niso nameščeni. Skladno s podatki naročnika, naj bi se večina ogreval zamenjalo s konvektorji, ki morajo biti ustrezno krmiljeni. Kjer bo ogrevanje še vedno izvedeno prek radiatorjev se predlaga se vgradnja prednastavljivih termostatskih ventilov z regulatorjem diferenčnega tlaka. Regulacija ogrevanja prostorov z ročnimi ventili na ogrevalih je zelo groba in z vidika energijske učinkovitosti slaba.

V prenovljenih pisarnah (Vojkova 1b) je nameščen sistem Danfoss Link za centralni nadzor termostatskih glav. Predlagamo, da se enovit sistem krmiljenja vzpostavi za vse pisarne v stavbi.

Ocenjujemo, da lahko z ustrezno nastavitvijo ventilov na 20-23 °C (blokada glave) prihranimo do 5 % toplotne energije potrebne za ogrevanje prostorov.

Pomembno je tudi da se z odštevalnimi števci ali kalorimetri loči vsako stavbo posebej, saj tako lahko boljše energijsko ovrednotimo posamezne ukrepe (ločen kalorimeter za ogrevanje Vojkove 1a, Vojkove 1b, Prizidka Vojkova 1b in novega objekta). Zaradi boljšega nadzora nad razdelitvijo stroškov za toploto priporočamo tudi dograditev kalorimetra za merjenje porabe toplote za STV.

V investicijski oceni je zajeta izvedba kalorimetrov za posamezne ogrevalne veje in izvedba sistema za regulacijo ogreval, ki omogoča daljinsko nastavitve urnikov uporabe prostorov.

Investicija:	108.310,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	2.975,56	EUR/leto
Vračilna doba:	36,4	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	x		

Težavnost (nizka, srednja, visoka):	nizka
Tveganje (nizko, srednje, visoko):	srednje

Ukrep 6: Namestitev toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje stavbe

Zaradi povečanja deleža OVE in možnosti izrabe različnih ogrevalnih virov se obstoječemu ogrevalnemu sistemu dogradi toplotna črpalka zrak/voda moči okoli 70 kW. K sistemu se pregradita dva hranilnika ustreznega volumna (cca. 5000 l) zaradi možnosti proizvodnje toplote v času nižje tarife.

V investicijski oceni je zajeto:

- izvedba toplotne črpalke zrak/voda za potrebe priprave STV in kot pomoč ogrevanju moči 70 kW,
- izvedba hranilnika tople vode,
- izvedba zalogovnika toplote,
- izvedba ostalih del potrebnih za izvedbo »na ključ«.

Investicija:	90.000,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	20.067,59	EUR/leto
Vračilna doba:	4,5	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 7a: Namestitev centralnega prezračevalnega sistema

Pri izvedbi centralnega prezračevalnega sistema je potrebno upoštevati veljavno zakonodajo, predpise, smernice in standarde, predvsem pa:

- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2022);
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1);

Upoštevati je treba zahteve in ukrepe za zagotavljanje požarne varnosti v skladu s Pravilnikom in tehnično smernico za požarno varnost ter relevantnimi standardi. Pri načrtovanju ukrepov požarne varnosti je treba upoštevati tudi smernico IZS MST 11/2014 – Smernica o požarnovarnostnih zahtevah za prezračevalne sisteme (prevod M-LüAR).

Pri načrtovanju inštalacij in opreme je treba upoštevati tudi priporočila iz Priročnika IZS MSS 01/12 z naslovom: Predstavitev znanih tehničnih možnosti zmanjšanja širjenja legionele v prezračevalno-klimatskih in vodovodnih sistemih.

V investicijski oceni je zajeto:

- odstranitev obstoječih hladilnih naprav,
- dobava in montaža klimatskih naprav po posameznih sklopih (skupaj cca. 11.500 m³/h) z rekuperativnimi enotami,
- nov kanalski razvod,
- dobava in montaža ostalih elementov potrebnih za izvedbo »na ključ«
- izvedba meritev,
- karakteristike prezračevalnega sistema v skladu s PURES,
- nov hladilni agregat/toplotna črpalka za potrebe dogrevanja in hlajenja.

Investicija:	97.531,50	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	3.725,35	EUR/leto
Vračilna doba:	26,2	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):	srednja
Tveganje (nizko, srednje, visoko):	srednje

Ukrep 7b: Namestitev lokalnih prezračevalnih enot

Zaradi majhnega volumna pisarn, povečanja zrakotesnosti in večjih gradbenih posegov za izvedbo centralnega prezračevanja je možna izvedba lokalnega sistema prezračevanja v vseh pisarnah.

Pri prenovi je potrebno upoštevati veljavno zakonodajo, predpise, smernice in standarde, predvsem pa:

- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2022);
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1);

Druge podzakonske akte s področja energetike in strojnih inštalacij.

Izvedene so sledeče predpostavke:

- Potrebna izmenjava zraka na posamezno pisarno med 60 m³/h in 100 m³/h

V investicijski oceni je zajeto:

- dobava in montaža lokalnih prezračevalnih naprav kapacitete med 60 in 100 m³/h,
- možnost individualne regulacije naprav,
- dobava in montaža ostalih elementov potrebnih za izvedbo »na ključ«
- karakteristike prezračevalnega sistema v skladu s PURES.

Investicija:	145.000,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	6.327,64	EUR/leto
Vračilna doba:	22,9	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):	srednja
Tveganje (nizko, srednje, visoko):	srednje

Ukrep 8: Izvedba sončne elektrarne - streha

Glede na trenutne cene električne energije in zaveze EU za povečanje deleža obnovljivih virov energije je eden izmed priporočenih ukrepov namestitve sončne elektrarne moči 25 kW na ravno streho stavbe, ki je predmet REP.

V ukrepu je zajeto:

- dobava in montaža Monokristalnih panelov s podkonstrukcijo, pripadajočih optimizatorjev in razsmernikov,
- izvedba potrebnih elektro instalacij,
- montaža in ostali potreben material za izvedbo »na ključ«.

Investicija:	30.000,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	4.246,92	EUR/leto
Vračilna doba:	7,1	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 9: Izvedba sončne elektrarne - nadstreški

Glede na trenutne cene električne energije in visoko rabo električne energije objekta in zaveze EU za povečanje deleža obnovljivih virov energije je eden izmed priporočenih ukrepov namestitve sončne elektrarne moči 120 kW na nadstreške.

V ukrepu je zajeto:

- dobava in montaža Monokristalnih panelov s podkonstrukcijo, pripadajočih optimizatorjev in razsmernikov,
- izvedba potrebnih elektro instalacij,
- montaža in ostali potreben material za izvedbo »na ključ«,
- izvedba nadstreškov.

Investicija:	189.750,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	18.036,72	EUR/leto
Vračilna doba:	10,5	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 10: Organizacijski in ostali manjši ukrepi

Vgradnja EMV pisoarjev in varčnih WC kotličkov in varčnih armatur

Vsi obstoječi pisoarji nimajo vgrajenih senzorjev prisotnosti. Sistemi za pisoarje so varčni z vodo in ne omogočajo le preprostega servisa in čiščenja, ampak zagotavljajo tudi zanesljivo in trpežno delovanje. Elektronika in mehanski krmilniki za splakovanje pisoarjev in straniščnih školjk odzivne umivalniške armature zagotavljajo higienično in gospodarno delovanje. Ukrep je smiselno izvesti v primeru sanacije sanitarij.

Ostali ukrepi

Jasno je, da vseh manjših pomanjkljivosti v stavbi ni moč enostavno odkriti, zato je dobro da uporabniki in upravniki o morebitnih pomanjkljivostih oz. mogočih ukrepih za URE obvestijo odgovorne osebe. Proces je treba izvajati stalno.

Organizacijski ukrepi

Z mehкими in organizacijskimi ukrepi lahko v stavbi prihranimo tudi več kot 5 % energije, prihranki pa so najbolj odvisni od trenutne osveščenosti uporabnikov stavbe in kakovosti regulacije vgrajenih sistemov v stavbi. Organizacijski ukrepi navadno obsegajo:

- izobraževanje uporabnikov stavbe,
- ugašanje svetilk,
- kontrola odprtosti oken, vrat,
- kontrola termostatskih ventilov,
- pravilno prezračevanje,
- ekonomična raba sveže vode,
- spremljanje porabe energije.

Energetsko učinkovito naravno prezračevanje

Pri energijsko učinkovitih stavbah so ventilacijske izgube navadno izenačene s transmisijskim, kar pomeni, da nekontrolirano prezračevanje predstavlja precejšnje toplotne izgube. V skladu s pravilnikom PURES je lahko izmenjava zraka v času prisotnosti ljudi 0,5 /h v času, ko ljudje niso prisotni pa 0,2 /h.

V investiciji je zajeto:

- izvedba izobraževanja na področju URE,
- meritev koncentracije CO₂, temperature in vlage v referenčnih prostorih
- analiza notranjega okolja,
- predstavitev rezultatov naročniku,
- izvedba poročila.

Investicija:	15.000,00	EUR
Stroški:		EUR/leto
Prihranek:	1.027,04	EUR/leto
Vračilna doba:	6,0	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

12.2. Povzetek vseh ukrepov

V spodnji tabeli so prikazani vsi obravnavani ukrepi.

Tabela 19: Povzetek obravnavanih ukrepov.

Št.	Naziv ukrepa	investicija [€]	prihranek toplote [MWh]	prihranek elektrike [MWh]	prihranek stroškov toplote [€]	prihranek stroškov elektrike [€]	prihranek stroškov [€]	vračilna doba [let]	čas za uvedbo mesec	priori-teta	prihranek CO ₂ [tonCO ₂ /a]
1	Ukrep 1a: Izolacija fasade in podzidka	466.464,00	128,91	0	15.554,70	0,00	15.554,70	30	6-12	1	42,5
2	Ukrep 1b: Izolacija fasade in podzidka - hidroizolacija	519.664,00	143,23	0	17.282,60	0,00	17.282,60	30,1	6-12	2	47,3
3	Ukrep 2: Menjava stavbnega pohištva	454.750,00	33,23	0	4.009,64	0,00	4.009,64	113,4	6-12	1	11,0
4	Ukrep 3: Izolacija strehe in menjava kritine	229.500,00	41,03	0	4.950,81	0,00	4.950,81	46,4	1-6	2	13,5
5	Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave	103.360,00	0	26,17	0,00	4.427,96	4.427,96	23,3	6-12	2	11,0
6	Ukrep 5: Namestitev termostatskih ventilov in posodobitev OS	108.310,00	24,66	0	2.975,56	0,00	2.975,56	36,4	6-12	1	8,1
7	Ukrep 6: Namestitev toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje stavbe	90.000,00	303,675	-97,96	36.642,42	-16.574,83	20.067,59	4,5	12-24	3	59,1
8	Ukrep 7a: Namestitev centralnega prezračevalnega sistema	247.468,50	85,6	-18,15	10.328,78	-3.070,98	7.257,80	34,1	6-12	2	20,6
9	Ukrep 7b: Namestitev lokalnih prezračevalnih enot	145.000,00	58,4	-4,25	7.046,74	-719,10	6.327,64	22,9	6-12	3	17,5
10	Ukrep 8: Izvedba sončne elektrarne - streha	30.000,00	0	25,1	0,00	4.246,92	4.246,92	7,1	12-24	3	10,5
11	Ukrep 9: Izvedba sončne elektrarne - nadstreški	189.750,00	0	106,6	0,00	18.036,72	18.036,72	10,5	12-24	1	44,8
12	Ukrep 10: Organizacijski in ostali manjši ukrepi	15.000,00	12,33	6,07	1.487,78	1.027,04	2.514,82	6	12-24	1	6,6
Skupaj*											

*skupni prihranki se ne računajo, saj ni upoštevana soodvisnost ukrepov

12.3. Scenarij 1

V scenariju 1 so izvedeni vsi smiselni ukrepi, ki so potrebni za zadostitev PURES-a.

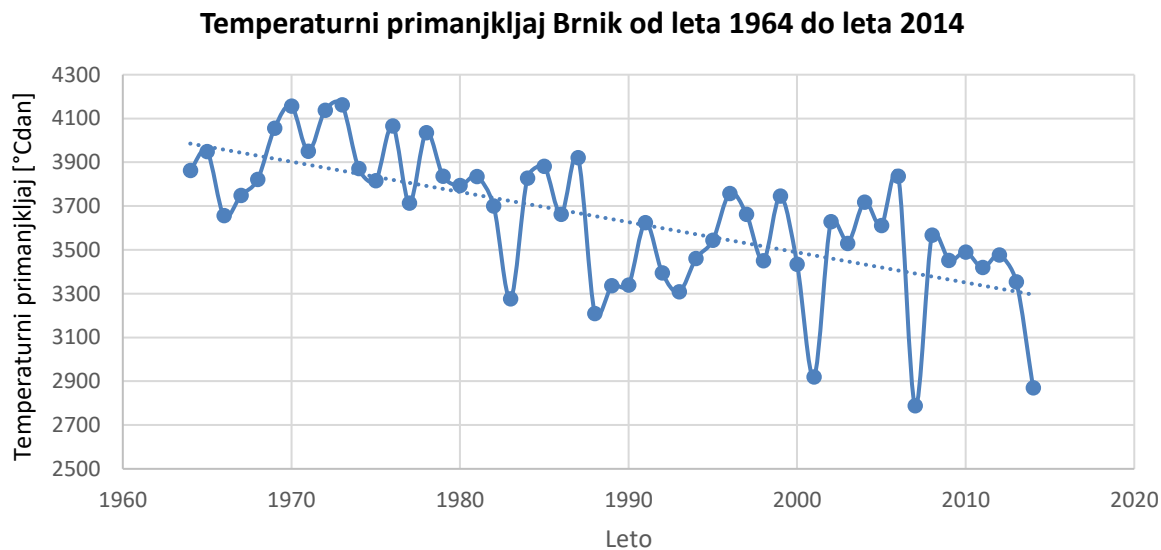
Tabela 20: Povzetek obravnavanih ukrepov – scenarij 1 – upoštevana soodvisnost.

Št.	Naziv ukrepa	investicija [€]	prihranek toplote [MWh]	prihranek elektrike [MWh]	prihranek stroškov toplote [€]	prihranek stroškov elektrike [€]	prihranek stroškov [€]	vračilna doba [let]	čas za uvedbo mesec	priori-teta	prihranek CO ₂ [ton CO ₂ /a]
1	Ukrep 1a: Izolacija fasade in podzidka	466.464,00	103,128	0	12.443,76	-	12.443,76	37,5	6-12	1	34,0
3	Ukrep 2: Menjava stavbnega pohištva	454.750,00	26,584	0	3.207,71	-	3.207,71	141,8	6-12	1	8,8
4	Ukrep 3: Izolacija strehe in menjava kritine	229.500,00	32,824	0	3.960,65	-	3.960,65	57,9	1-6	2	10,8
5	Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave	103.360,00	0	20,936	-	3.542,37	3.542,37	29,2	6-12	2	8,8
6	Ukrep 5: Namestitve termostatskih ventilov in posodobitev OS	108.310,00	12,33	0	1.487,78	-	1.487,78	72,8	6-12	1	4,1
7	Ukrep 6: Namestitve toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje stavbe	90.000,00	151,8375	-48,98	18.321,21	-8.287,42	10.033,79	9	12-24	3	29,5
9	Ukrep 7b: Namestitve lokalnih prezračevalnih enot	145.000,00	52,56	-3,825	6.342,06	-647,19	5.694,87	25,5	6-12	3	15,7
10	Ukrep 8: Izvedba sončne elektrarne - streha	30.000,00	0,000	22,59	-	2.675,56	2.675,56	11,2	12-24	3	9,5
Skupaj		1.627.384,00	379,264	-9,279	45.763,17	-2.716,68	43.046,49	37,8			121,20

Tabela 21: Povzetek.

Kazalnik	Trenutno stanje	Scenarij 1
Daljinska toplota za delovanje stavbe [MWh]	411,0	31,737
Električna energija [MWh]	1.428,0	1.437,279
Skupna energija za delovanje stavbe [MWh]	1.839,0	1.469,016
Stroški za toploto za ogrevanje stavbe [€]	49.591,40	3.828,23
Stroški za električno energijo za delovanje stavbe [€]	241.621,55	244.338,23
Skupni stroški za toploto in električno energijo [€]	291.212,95	248.166,46
Prihranek toplote glede na trenutno stanje [MWh]	-	379,26
Prihranek elektrike glede na trenutno stanje [MWh]	-	-9,28
Skupni prihranek glede na trenutno stanje [MWh]	-	369,98
Prihranek toplote glede na trenutno stanje [€]	-	45.763,17
Prihranek elektrike glede na trenutno stanje [€]	-	-2.716,68
Skupni prihranek glede na trenutno stanje [€]	-	43.046,49

Ker se podnebne razmere, cene energentov in način uporabe stavbe spreminjajo so lahko včasih izračunani prihranki energije višji ali nižji od realnih. Kot primer spodaj navajamo gibanje TP za kraj Brnik. Vidimo, da so odstopanja med posameznimi leti večja kot 30 %, kar pomeni tudi spremembo rabe toplote za približno 30 %.



Slika 34: Sprememba TP, kot eden izmed vplivov na realno rabo energije v stavbi.

12.4. Ekološka presoja ukrepov in vpliv na bivalno ugodje

Izvedeni ukrepi bodo vplivali na zmanjšanje emisij CO₂. Natančnejši izračuni so podani v zgornji tabeli. Potrebno se je zavedati, da so pomembne tudi emisije ostalih snovi (CO, NO_x, prašni delci...) Zmanjšanje porabe energije iz naslova posameznih ukrepov je razvidno iz predhodnih tabel in poglavij.

Učinkovita raba energije (URE) in uporaba obnovljivih virov energije (OVE) sta pojma, ki sta vse bolj pogosta v vsakdanji rabi ljudi, ki se soočajo z vedno dražjimi energenti, ostrejšimi okoljskimi zahtevami in zakonodajo.

Naše potrebe po energiji se večajo, kar prinaša vedno večje izzive razvijalcem opreme in ponudnikom energije. Energijo se moramo navaditi uporabljati kot vir, ki je omejen, razen tega pa ima prevelika raba številne nezaželene posledice, tako za družbo in gospodarstvo kot za okolje.

Povečanje učinkovite rabe energije ne pomeni, da moramo opustiti dejavnosti, da bi prihranili energijo ampak da moramo vložiti trud da le to smotrno porabimo.

13. MERITVE IN NADZOR NAD DOSEGANJEM UČINKOV ENERGETSKE SANACIJE

Energetsko knjigovodstvo naj se izvaja kontinuirano. Po potrebi se lahko stanje na novo vgrajenih kalorimetrov beleži tudi pogostejše, kot enkrat mesečno. V primeru nedoseganja zastavljenih prihrankov naj se predvidi ciljno spremljanje rabe energije (CNS) in avtomatsko odčitavanje števcov porabe energije in prenos podatkov na CNS za obdelavo v sistemu energetskega upravljanja za stavbe. Trenutno izvajanje meritev porabe energije in vode poteka s kalorimetri (merilniki porabe toplotne energije), števci porabe električne energije in števci porabe vode (vodomeri).

14. IZVEDBA OSVEŠČANJA UPORABNIKA

Obravnavano v poglavju 11.

15. VIRI

- Zapiski iz ogledov objektov
- Metodologija izvedba energetskega pregleda
- Strojniški priročnik, razni prospekti in ceniki
- Energetski pregled
- Metodologija izvedbe energetskega pregleda (MOP, april 2008)
- Opravljen strokovni ogled objektov
- Opravljeni razgovori z uporabniki objektov
- Pridobljeni podatki s strani uporabnikov objektov
- Razpoložljiva projektna dokumentacija

16. PRILOGE

16.1. Priloga 1: Priporočila za prihodnje metode merjenja in preverjanja

Mednarodni protokol za meritev in vrednotenje delovanja energetskega sistema (IPMVP) predstavlja okvir pri določanju energijskih prihrankov ter prihrankov porabe vode, kot posledica implementacije energijsko učinkovitih programov.

Namen IPMVP® je povečati varnost, zanesljivost in raven prihrankov in zmanjšanje stroškov, povečanje energijskih prihrankov, zmanjšanje stroškov financiranja projektov, boljše inženirsko delo, demonstrirati projekte URE in OVE, informiranje javnosti itd. Vsebina zajema:

- Opis meritev, mej meritve in pričakovane rezultate
- Dokumentacijo o delovanju energetskega sistema
- Poraba energije (periodično, letno)
- Podatki o delovanju opreme (cikli, periode, dvoizmensko - enoizmensko delo...)
- Podatki o prostorih (osvetljenost, prezračevanje, zahtevani pogoji...)
- Podatki o delovnih sredstvih (starost, učinkovitost, lokacija...)
- Običajna uporaba delovnih sredstev (delovni čas, delovne nastavitve)
- Težave z opremo
- Opredelitev vseh zunanjih vplivov na delovanje
- Opredelitev spremljanja energijskih prihrankov po implementaciji rešitve
- Opredelitev pogojev za nastavitve merilnikov porabe energije
- Dokumentiranje postopkov meritev na podlagi katerih bo mogoče ovrednotiti uspešnost meritev
- Opredelitev metode merjenja
- Opredelitev metode analize podatkov ter matematične modele ter njihove pogoje uporabnosti
- Opredelitev merilnih mest, merilne periode, obdelavo podatkov, spremljanje podatkov
- Opredelitev zagotavljanja kakovosti meritev
- Vrednotenje merilne natančnosti
- Predstavitev prikaza in dokumentiranja rezultatov
- Če se pričakuje spremembe tudi v prihodnosti, opis metod za nastavitve opreme v prihodnje
- Opredelitev proračuna in sredstev potrebnih za izvedbo meritev.

Poročilo M&V (measurement & verification) po protokolu IPMVP mora vsebovati najmanj sledeče:

- podatke, katere je potrebno spremljati skozi obdobje poročanja: datum začetka in konca meritev, podatke o energiji ali energentu ter vrednosti neodvisnih spremenljivk,
- opis in obrazložitev vseh morebitnih popravkov ali korekcij izvedenih glede na relevantne podatke,
- pri možnosti A dogovorjene ocenjene vrednosti,
- cena energije v obdobju poročanja,
- detajlni opis o vseh ne-rutinskih prilagoditvah, glede na obstoječe stanje. Detajlni opis bi moral vključevati obrazložitev spremembe pogojev od tistih v osnovnem obdobju, pa tudi vsa dejstva in predpostavke, katere so vnaprej dogovorjene. Prav tako morajo biti opisane tehnični izračuni, kateri vodijo do prilagoditev,
- izračunani prihranki energije in denarnih enot.

16.2. Priloga 2: Elaborati gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah

- obstoječe stanje
- izbran scenarij