

# ENERGETSKI PREGLED

## Športnega parka Tivoli



NASLOV	ENERGETSKI PREGLED Športnega parka TIVOLI
NAROČNIK	JAVNI ZAVOD ŠPORT LJUBLJANA, Celovška cesta 25, 1000 LJUBLJANA
ZASTOPNIK	Direktorica Tatjana Polajnar
KONTAKTNA OSEBA	Zoran Lubej
IZVAJALEC EP	GGE d.o.o., Brnčičeva 39, 1000 LJUBLJANA
VODJA EP	Martin Pančur
DATUM EP	November 2012
ŠT. IZVODA	1      2

## Vsebina

0. POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE (Vključuje prednostno listo organizacijskih in investicijskih ukrepov).....	7
I. SPLOŠNI DEL.....	12
1. Namen in cilji energetskega pregleda .....	12
2. Uvod.....	14
2.1 Opis dejavnosti v stavbi.....	14
2.2 Prostorska razporeditev stavbe.....	17
2.3 Skupna poraba energije in stroški.....	18
2.4 Stanje toplotnega ugodja .....	18
2.4.1 Mala dvorana – dvorana za košarko .....	18
2.4.2 Velika dvorana – ledena dvorana za hokej .....	19
2.4.3 Garderobe, pisarne in ostali prostori .....	20
3. Potek upravljanja s stavbo .....	21
3.1 Razmerja med naročnikom EP, lastnikom stavbe, najemnikom, upravnikom stavbe ....	21
3.2 Potek denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov .....	21
3.3 Potek denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE .....	21
3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški.....	21
3.5 Motivacija za URE pri vseh udeleženihih akterjih .....	21
3.6 Raven promoviranja URE .....	22
4. Oskrba in raba energije.....	22
4.1 Cene energetskih virov.....	22
4.2 Mesečne porabe glavnih virov energije .....	23
4.3 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov .....	28
4.4 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme .....	28
5. Pregled naprav za pretvorbo energije .....	28
5.1 Ogrevalni sistem.....	28
5.2 Hladilni sistem .....	30
5.3 Prezračevalni sistem .....	31
5.4 Sistem za oskrbo s toplo vodo .....	32
5.5 Sistem za oskrbo s hladno vodo .....	33
5.6 Elektroenergetski sistem in porabniki .....	33
5.7 Centralni nadzorni sistem CNS.....	34
6. Pregled rabe končne energije.....	34
6.1 Ovoj stavbe.....	34

6.2	Električni aparati .....	35
6.3	Razsvetljava .....	35
II.	PRELODGI IN ANALIZA MOŽNOSTI ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE.....	36
7.	Organizacijski ukrepi .....	36
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije .....	36
7.2	Energetsko knjigovodstvo .....	36
8.	Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov .....	37
8.1	Centralno klimatizirano prezračevanje z izkoriščanjem odpadne toplote z rekuperatorjem ali rotacijskim regeneratorskim .....	37
8.1.1	Možnosti izkoriščanja toplote odpadnega zraka .....	38
8.1.2	Modularne klimatske naprave izvedene po naročilu za prezračevanje večjih prezračevanih prostorov .....	39
8.1.3	Kompaktne klimatske naprave .....	39
8.2	Toplotna izolacija fasade in strehe .....	40
8.2.1	Priporočila in zakonodajne zahteve pri izbiri fasade in izolacijskih materialov .....	40
8.3	Zamenjava vseh energetsko slabih zunanjih vrat in oken ter vseh notranjih vrat, kjer so izvedeni prehodi iz ogrevanih delov v ledeno dvorano .....	40
8.3.1	Priporočila kvalitetno za vgradnjo stavbnega pohištva kot so zunanja okna in vrata po smernicah RAL montaže.....	41
8.4	Toplotna izolacija vseh notranjih sten, ki mejijo na ledeno dvorano.....	41
8.5	Vgradnja termostatskih ventilov in termostatskih glav na celotno radiatorsko ogrevanje ter hidravlično uravnoteženje celotnega ogrevalnega sistema .....	42
8.5.1	Delovanje termostatskih ventilov .....	42
8.6	Vgradnja energetsko varčne razsvetljave v mali in veliki dvorani ter ostalem delu objekta	43
8.7	Dobava in vgradnja celotnega sistema za vgradnjo amonijeve črpalke NH <sub>3</sub> /NH <sub>3</sub> /voda.	44
8.8	Obnova kondenzatorjev na hladilnem sistemu .....	45
8.9	Razširitev centralnega nadzornega sistema in vgradnja informacijskega sistema za energetski management v sklopu CNS-sistema .....	46
8.10	Vgradnja potrebnih merilnih naprav za spremljanje porabe energije .....	47
8.11	Vgradnja ločenega razvoda sanitarne hladne in tople vode za tuše .....	47
8.12	Izolacija vseh neizoliranih razvodov ogrevalnega sistema po celotnem objektu .....	48
8.13	Povezava vseh energetskih sistemov in razsvetljave na centralni nadzorni sistem .....	48
8.14	Predvidi se vodo hlajenje namesto hlajenja z glikolom .....	48
8.15	Preuči se izvedljivost in ekonomska upravičenost vgradnje sončne elektrarne .....	48
8.16	Vgradnja zunanjega senčenja na steklenih površinah .....	48
9.	Pregled ukrepov učinkovite rabe energije .....	49

## KAZALO SLIK

Slika 1: Posnetek Športnega parka Tivoli iz Google Earth .....	12
Slika 2: Potek izdelave energetskega pregleda .....	13
Slika 3: Mala dvorana - dvorana za košarko .....	19
Slika 4: Velika dvorana - ledena dvorana .....	20
Slika 5: Prezračevalni sistem garderob .....	20
Slika 6: Radiatorsko ogrevanje z ročnimi regulacijskimi ventili .....	29
Slika 7: V celoti obnovljena toplotna podpostaja za ogrevanje .....	30
Slika 8: Funkcionalna shema nove toplotne podpostaje za ogrevanje z vsemi dviznimi vodi .....	30
Slika 9: Hladilna strojnica s tremi hladilnimi kompresorji na amonijak .....	31
Slika 10: Tlačna posoda za hladilno sredstvo - amonijak .....	31
Slika 11: Glavni dovodni ventilator 20.000 m <sup>3</sup> /h za malo in veliko dvorano .....	32
Slika 12: Diesel agregat .....	33
Slika 13: Delna vzpostavitev centralnega nadzornega sistema .....	34
Slika 14: Obnovljena okna in vrata v drugem nadstropju .....	35
Slika 15: Shematski prikaz delovanja prezračevalne naprave z rekuperacijo .....	38
Slika 16: Modularna klimatska naprava za izkoriščanje odpadne toplote .....	39
Slika 17: Kompaktne klimatske naprave .....	39
Slika 18: Primer vgradnje okna po smernicah RAL montaže s tesnjenjem okna v treh ravninah .....	41
Slika 19: Prerez termostatskega ventila in termostatske glave .....	43
Slika 20: Shematski prikaz delovanja termostatskih ventilov .....	43
Slika 21: Primer predvidene razmestitve varčne razsvetljave v mali dvorani .....	44
Slika 22: Shematski prikaz avtomatiziranega nadzora nad porabniki energije .....	47

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki o stroških za energente objekta (za leto 2011) .....	8
Tabela 2: Prednostna lista ukrepov učinkovite rabe energije (URE) .....	10
Tabela 3: Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom do 5 let .....	11
Tabela 4: Povzetek vseh predlaganih ukrepov .....	11
Tabela 5: Seznam dogodkov v veliki dvorani v letu 2011 .....	14
Tabela 6: Seznam dogodkov v mali dvorani v letu 2011 .....	16
Tabela 7: Pregled stroškov in porabe za energente v letih 2011, 2010 in 2009 .....	18
Tabela 8: Skupni stroški za energente v letih 2011, 2010 in 2009 .....	22
Tabela 9: Mesečna poraba daljinske toplote v letih 2011 in 2010 .....	23
Tabela 10: Mesečna poraba in stroški vode v letu 2011 .....	25
Tabela 11: Mesečna poraba električne energije in stroškov v letu 2011 .....	26
Tabela 12: Prednostna lista ukrepov učinkovite rabe energije (URE) .....	50
Tabela 13: Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom do 5 let .....	51
Tabela 14: Povzetek vseh predlaganih ukrepov .....	51

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Prikaz strukture stroškov za energente v letu 2011 .....	8
Graf 2: Zasedenost velike in male dvorane v letu 2011 .....	17
Graf 3: Prikaz strukture porabe toplotne energije v letih 2011 in 2010 .....	23
Graf 4: Prikaz strukture stroškov toplotne energije v letih 2011 in 2010 .....	24
Graf 5: Cena toplotne energije v letih 2011 in 2010 .....	24

Graf 6: Prikaz porabe sanitarne hladne vode v letu 2011.....	25
Graf 7: Prikaz stroškov za sanitarno hladno vodo v letih 2011, 2010 in 2009.....	26
Graf 8: Pregled porabe električne energije v letu 2011 .....	27
Graf 9: Pregled stroškov za električno energijo v letu 2011 .....	27
Graf 10: Pregled stroškov za električno energijo v letih 2011, 2010 in 2009 .....	28

## 0. POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE

### (Vključuje prednostno listo organizacijskih in investicijskih ukrepov)

Prvi korak za doseganje in načrtovanje investicij v učinkovito rabo energije (URE) in obnovljive vire energije (OVE) je izdelan energetski pregled stavbe. S pomočjo energetskega pregleda je izdelana prednostna lista ukrepov, ki predstavlja pomembna prednostna priporočila za izvajanje organizacijskih in investicijskih ukrepov na področju URE in OVE, s pomočjo katerih se lahko investitor in upravitelj objekta pravilno odločita za različne vzdrževalne in investicijske ukrepe s ciljem zmanjšanja energije ter zagotavljanja preskrbe z osnovnimi energetske viri.

Podatki za energetski pregled so bili zbrani na osnovi ogleda objektov, zbranih podatkov o porabi energentov in stroškov za električno in toplotno energijo ter vodo. Poleg celotnega pregleda toplotnega ovoja stavbe ter strojnih in elektro instalacij smo izvedli energetski pregled obstoječih prezračevalnih naprav in celotne razsvetljave objekta.

Merjeni podatki o obstoječi stavbi:

Letna potrebna toplotna za ogrevanje na neto uporabno površino	616,72 kWh/m <sup>2</sup> a
Skupna dovedena energija za delovanje stavbe	4.322,60 MWh/a
Skupna dovedena energija za delovanje stavbe	1.080,65 kWh/m <sup>2</sup> a

V sklopu energetskega pregleda so povzeti predlagani ukrepi za učinkovito rabo in obnovljive vire energije ter ukrepi za zagotavljanje preskrbe z osnovnimi energetske viri.

Analizirane ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti objekta delimo na:

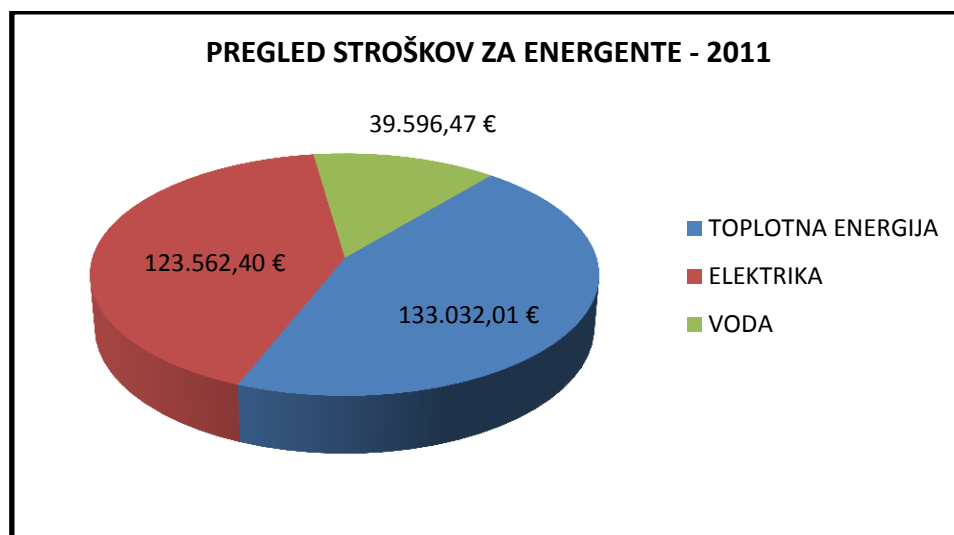
- A) ORGANIZACIJSKE UKREPE in
- B) INVESTICIJSKE UKREPE v URE in OVE

V tabeli so prikazani skupni stroški in poraba energentov za leto 2011. Toplotna energija se plačuje po porabljenih megavatnih urah na toplotnem števcu. Cena toplotne energije smo preračunali na porabljene kilovate toplote in je znašala 53,928 EUR/MWh. Cena električne energije je bila 66,6 EUR/MWh. Cena za porabljeni m<sup>3</sup> pitne vode v letu 2011 je bila 1,47 EUR.

Tabela 1: Podatki o stroških za energente objekta (za leto 2011)

PREGLED STROŠKOV ZA 2011	Enota	STROŠKI [EUR/leto]	Delež stroškov	PORABA	Emisije na energijsko enoto [kg/kWh]	Emisije CO <sub>2</sub> [t]
TOPLOTNA ENERGIJA	kWh	133.032,01	44,91%	2.466.860,00	0,330	814,06
ELEKTRIKA	kWh	123.562,40	41,72%	1.855.742,27	0,530	983,54
<i>Skupaj</i>		<i>256.594,41</i>		<i>4.322.602,27</i>		<i>1.797,61</i>
VODA	m <sup>3</sup>	39.596,47	13,37%	26.935,00		
<b>SKUPAJ</b>		<b>296.190,88</b>				

V grafikonu za pregled stroškov za energente v letu 2011 je nazorno razvidno, da ima objekt največji potencial glede prihranka stroškov toplotne energije, ki v skupnem deležu vseh stroškov energentov znaša 45% vseh stroškov in pri prihranku električne energije, ki v skupnem deležu vseh stroškov predstavlja 42% delež. Ključni razlog za velik delež porabe toplotne in električne energije izhaja iz specifične namembnosti objekta.



Graf 1: Prikaz strukture stroškov za energente v letu 2011

V tabeli je narejen povzetek vseh predlaganih ukrepov za učinkovito rabo energije celotnega objekta. Predlagani ukrepi so razdeljeni v prioritete glede na nujnost izvedbe predlaganih ukrepov. Glede nujnosti predlaganih ukrepov je pomembno vlogo pri postavitvi prioritete imel vidik zagotavljanja zanesljivosti delovanja.

Glede na obstoječe stanje objekta sta v slabem stanju prezračevanje objekta in ovoj objekta, pri katerih prihaja do velikih toplotnih izgub. Skoraj celotno prezračevanje po objektu je brez izkoriščanja odpadne toplote, kar predstavlja velike toplotne izgube. Po drugi strani je celotno obstoječe prezračevanje bistveno pod-dimenzionirano za današnje normative tovrstnih objektov glede ustreznega prezračevanja.



Poleg navedenega je nujno potrebno sanirati vse predelne stene, ki so med hladnimi in toplimi prostori v objektu. Na področju razsvetljave je zaradi visokih standardov potrebno zamenjati športno razsvetljavo za ustrežnejšo in varčnejšo.

V sklopu celovite energetske sanaciji so predvideni tudi ostali drugi ukrepi, ki pripomorejo k izboljšanju energetske učinkovitosti objekta kot so vgradnja termostatskih ventilov in termostatskih glav, hidravlično uravnoteženje sistema, obnova kondenzatorjev na hladilnem sistemu. Eden od pomembnih ukrepov je izkoriščanje obstoječe energije amonijaka s predvideno toplotno črpalko amonijak/voda.

Tabela 2: Prednostna lista ukrepov učinkovite rabe energije (URE)

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota W <sub>t</sub>	Elektrika W <sub>e</sub>	Voda	Letni prihranek			
		MWh/a	MWh/a	m <sup>3</sup>	EUR/a	EUR	let	
A	ORGANIZACIJSKI UKREPI							
1.	*Zagotoviti izklapljanje aparatov in opreme, kadar niso v uporabi - preko osebne kontrole in preko predvidenega CNS sistema *Zagotoviti končno kontrolo v objektu, da se preveri obratovanje oz. izklop naprav in opreme ob koncu delovnega časa - preko predvidenega centralnega nadzornega sistema; *Vpeljati energetsko knjigovodstvo v objektu s spremljanjem redne mesečne porabe po posameznih porabnikih (ogrevanje, sanitarna topla voda, sanitarna hladna voda, elektrika) - preko programskega orodja za energetski menedžment; *Zagotoviti ustrezno vzdrževanje naprav in opreme, ki omogoča optimalno obratovanje; *Pravilno izvajanje ogrevanja, hlajenja in prežračevanja objekta, * Upravitelj izvede natančno revizijo pogodbe o dobavi električne energije in preveri cene na trgu pri drugih ponudnikih	2,47	18,56	26,94	1.408,25	5.500,00	3,9	I
B	INVESTICIJSKI UKREPI							
2.	Rekonstrukcija strojnih instalacij							
2.1	Centralno klimatizirano prežračevanje z izkoriščanjem odpadne toplote z rekuperatorjem in rotacijskim regeneratorskim - zajema prežračevanje male dvorane, prežračevanje velike dvorane, prežračevanje garderob male in velike dvorane in garderob v kleti	493,37	0,00		26.606,40	640.000,00	24,1	I
2.2	Vgradnja termostatskih ventilov intermostatskih glav na celotno radiatorsko ogrevanje in hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema - v oceni upoštevano 120 kpl termostatskih ventilov in termostatskih glav po 50 EUR/kpl in 10 posameznih balansirnih vej po 300 EUR/kpl	24,67			1.330,32	9.000,00	6,8	I
2.4	Dobava in vgradnja celotnega sistema za vgradnjo amonijeve črpalke NH <sub>3</sub> /NH <sub>3</sub> /voda in vgradnje 10m <sup>3</sup> izoliranega zalogovnika - ocena obratovanja črpalke pri polni nazivni moči 1.100 ur/leto	440,00	-55,64		20.023,69	170.000,00	8,5	II
2.5	Obnova kondenzatorjev na hladilnem sistemu	61,67			3.325,80	45.000,00	13,5	II
2.6	Izolacija vseh neizoliranih razvodov ogrevalnega sistema po celotnem objektu, s poudarkom na razvodih, ki so izvedeni po neogrevanih prostorih	8,39			452,31	5.500,00	12,2	I
2.7	Energetska ureditev ogrevalnih razvodov za klimato velike in male dvorane, ter klimato za garderobe - cevne povezave, armature, energetske črpalke, avtomatika	14,80	11,13		1.539,57	20.000,00	13,0	I
3.	Energetska sanacija razsvetljave male in velike dvorane z vgradnjo varčne razsvetljave		185,57		12.356,24	150.000,00	12,1	II
4.	Sanacija toplotnega ovoja in stavbnega pohištva							
4.1	Energetska sanacija fasade in stavbnega pohištva v sklopu fasade; v oceni so predvidena ALU okna in vrata v aluminijastih fasadnih stenah, ki ustrezajo PURES	690,72	92,79		43.427,08	1.771.095,40	40,8	I
4.2	Energetska sanacija stene med malo in veliko dvorano, zaradi velike temperaturne razlike med malo in veliko dvorano - (ocena 228.3362,00 EUR) ter notranja vrata in okna, ki mejijo ogrevane prostore na ledeno dvorano - (ocena 182.479,00 EUR)	172,68	27,84		11.165,68	410.535,00	36,8	I
4.3	Toplotna izolacija stropa celotne dvorane	185,01	74,23		14.919,90	365.300,00	24,5	I
4.6	Zamenjava notranjih vrat med hladnimi in toplimi prostori							
5.	Vgradnja novih tehnologij							
5.1	Razširitev centralnega nadzornega sistema in vpeljava informacijskega sistema za spremljanje in upravljanje z energijo - program za energetski management	19,73	0,00	134,68	1.262,24	50.000,00	39,6	II
	SKUPAJ	2.113,52	354,48	161,61	137.817,48	3.641.930,40	26,4	
6.	Drugi ukrepi, ki so potrebni iz vidika funkcionalnosti objekta in ne prinesejo prihrankov energije							
6.1	Vgradnja ločenega razvoda sanitarne hladne in tople vode za tuše; preurediti sanitarno vodo za garderobe velike dvorane, male dvorane					128.000,00		
	SKUPNA INVESTICIJSKA VREDNOST VSEH UKREPOV					3.769.930,40		
	OPOMBA: sedanja kapaciteta prežračevanja obeh dvoran in garderob ni ustrežna in ne zadošča Pravilniku o prežračevanju in klimatizaciji v stavbah. Projektno bo potrebno prežračevalne količine precej povečati, da bodo ustrezale veljavnemu Pravilniku. To sicer pomeni nekoliko več energije, ki pa se bo z rekuperacijo v 70 - 80% vrnila nazaj v prostor. Zaradi tega, ker se bo standard ogrevanja, prežračevanja in razsvetljave glede na obstoječe stanje objekta in veljavno zakonodajo in standarde nekoliko dvignil, razlika sedanje rabe energije in končni prihranki ne pomenijo dejanskih stroškov po energetski sanaciji, temveč bodo ti stroški nekoliko višji.							

Tabela 3: Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom do 5 let

POVZETEK ZA UKREPE Z VRAČILNIM ROKOM DO 5 LET			prihranek od skupne letne porabe
letni prihranek električne energije	18,56	MWh/a	1,00%
letni prihranek toplotne energije	2,47	MWh/a	0,10%
letno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	10,65	ton/a	0,59%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	1.408,25	€/a	0,48%
skupni znesek potrebnih investicij	5.500,00	€	
<b>povprečni vračilni rok</b>	<b>3,91</b>	<b>let</b>	

Tabela 4: Povzetek vseh predlaganih ukrepov

POVZETEK VSEH PREDLAGANIH UKREPOV			prihranek od skupne letne porabe
letni prihranek električne energije	354,48	MWh/a	19,10%
letni prihranek toplotne energije	2.113,52	MWh/a	85,68%
letno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	885,34	ton/a	49,25%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	137.817,48	€/a	46,53%
skupni znesek potrebnih investicij	3.641.930,40	€	
<b>povprečni vračilni rok</b>	<b>26,43</b>	<b>let</b>	

Zaključek za poslovno odločanje

Izvedeni energetski pregled je prvi korak, ki ga investitorji objektov opravijo, preden se začnejo izvajati ukrepi v energetske sanacije objektov. Prav tako pa izvedeni energetski pregled pomeni podlago za izdelavo idejnega projekta IDP, na podlagi katerega se lahko izdela DIIP – dokument identifikacije investicijskega projekta za pripravo razpisa za javno naročanje ter podlago za izdelavo energetske izkaznice objekta, katero bodo vsi javni objekti morali imeti izdelano in objavljeno na vidno dostopnem javnem mestu v objektu.

S predlaganimi in izvedenimi ukrepi v energetske obnovo objektov se zmanjšajo emisije toplogrednih plinov v okolje. Obratovalni stroški objekta za energente se bistveno zmanjšajo. Z energetske sanacije se poveča zanesljivost obratovanja objekta in kvaliteta bivanja ter podaljša življenjska doba objekta. Objekt s predlaganimi ukrepi pade v nižji energetski razred in občutno zmanjša letno porabo energije.

## I. SPLOŠNI DEL

### 1. Namen in cilji energetskega pregleda

Izveden je bil energetski pregled za Športni park Tivoli v skladu z Metodologijo za izvedbo energetskega pregleda. Energetski pregled je obsegal vizualni pregled gradbenih konstrukcij, stavbnega pohištva, strojnih in elektro inštalacij, razsvetljave in glavne opreme, ki predstavljajo največjo potrošnjo za obratovanje dejavnosti celotnega objekta.

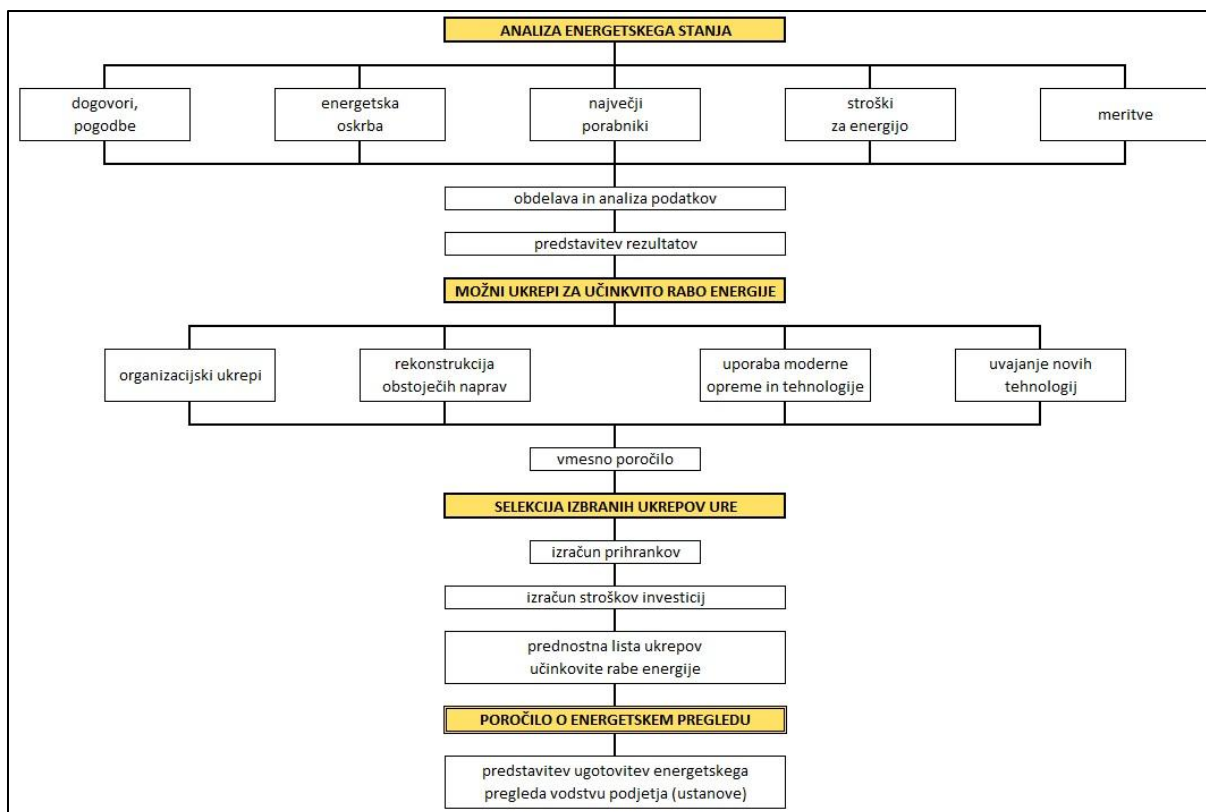
V sklopu energetskega pregleda so bili podani ukrepi za energetsko sanacijo pregledanega objekta. Ukrepi so podani glede na grobo investicijsko vrednost posameznih ukrepov in okvirne prihranke energije iz katerih se vidi ekonomski učinek posameznih predlaganih ukrepov. Vrednostne ocene za posamezne ukrepe ne vsebujejo natančnih vrednosti, ker je samo na podlagi energetskega pregleda to tudi nemogoče podati. Za natančne investicijske vrednosti posameznih ukrepov je potrebno izdelati idejni projekt in projekt za izvedbo s celotnim popisom predvidenega materiala in del.

Energetski pregled objekta služi investitorju in upravitelju objekta za sistematično načrtovanje kratkoročnih in dolgoročnih investicij za zmanjšanje obratovalnih stroškov objekta. Z energetskim pregledom se izvede pregled dejanskega stanja objekta, porabe energentov ter popis največjih porabnikov energije. Cilj energetskega pregleda je, da investitor lahko zmanjša obratovalne stroške porabe toplotne energije, električne energije in vode za obratovanje objekta.

Drugi cilj energetskega pregleda je, da se preveri zanesljivost objekta z oskrbo energentov in zanesljivostjo delovanja toplote, hladu, vode in električne energije po objektu.



*Slika 1: Posnetek Športnega parka Tivoli iz Google Earth*



Slika 2: Potek izdelave energetskega pregleda

## 2. Uvod

### 2.1 Opis dejavnosti v stavbi

Objekt je bil zgrajen leta 1969 za opravljanje različnih športnih dejavnosti kot so košarka, hokej, fitnes in druge rekreacijske dejavnosti. Poleg navedenih dejavnosti se v objektu odvijajo tudi seminarji in predavanja ter drugi družabni dogodki, kot so koncerti in predstave. Glavni dejavnosti v Športnem parku Tivoli pa sta košarka in hokej.

Število zaposlenih: 28

Število obiskovalcev: mala dvorana – 4.500, velika (ledena) dvorana – 7.000

#### Urnik zasedenosti objekta:

\* od ponedeljka do petka: 8:00 – 21:00

\* Sobote, nedelje in prazniki: 8:00 – 15:30 (izjeme so organizirani dogodki)

Ker je objekt fizično deljen na dva dela – veliko (ledno) dvorano in malo (košarkaško) dvorano, se tudi dogodki glede na namembnost odvijajo v enem izmed dveh delov objekta.

*Tabela 5: Seznam dogodkov v veliki dvorani v letu 2011*

DATUM	DOGODEK
03.-06.01.2011	Dragon Trophy
6.1.2011	HDD Olimpija : VSV
7.1.2011	HDD Olimpija : Vienna
9.1.2011	HDD Olimpija : Linz
21.1.2011	HDD Olimpija : Viena
23.1.2011	HDD Olimpija : Jesenice
28.1.2011	HDD Olimpija : Graz
1.2. - 6.2.2011	The Dragon trophy
1.2.2011	HDD Olimpija Končnica
6.2.2011	HDD Olimpija Končnica
13.2.2011	HDD Olimpija : Salzburg
18.2.2011	HDD Olimpija : Sapa
20.2.2011	HDD Olimpija : Medveščak
25.2.2011	HDD Olimpija : KAC
28.2.2011	HKO : Partizan
18.3.2011	HDD Olimpija : Slavija
1.4.2011	olimpija : jesenice
1.4.2011	HDD Olimpija : Jesenice
3.4.2011	HDD Olimpija : Jesenice
10.4.2011	HDD Olimpija : Jesenice
12.4.2011	Slovenija : Kazahstan

31.07. - 13. 08. 2011	kamp umetnostnega drsanja
15.8.2011	HDD Olimpija : Medveščak
11.9.2011	HDD Olimpija : Graz 99
15.9.2011	HDD Olimpija : Jesenice
16.9.2011	HDD Olimpija : Jesenice
23.9.2011	HDD Olimpija : HCOrli
25.9.2011	HKO : Jesenice
28.9.2011	HKO : Zagreb
2.10.2011	HDD Olimpija : Viena
12.10.2011	Percossa
16.10.2011	HDD Olimpija : VSV
23.10.2011	HDD Olimpija : KAC
25.10.2011	HDD Olimpija : Linz
4.11.2011	HDD Olimpija : SAPA
5.11.2011	HKO : Bled
6.11.2011	HDD Olimpija : Salzburg
18.11.2011	HDD Olimpija : Medveščak
20.11.2011	HDD Olimpija : Jesenice
22.11.2011	HDD Olimpija : Orli
26.11.2011	HKO : Mladost
27.11.2011	HDD Olimpija : Salzburg
30.11.2011	Whitesnake
2.12.2011	HDD Olimpija : Sapa
3.4.12.2011	Zmajčkov turnir
9.12.2011	HDD Olimpija : Medveščak
11.12.2011	HDD Olimpija : Viena
14.12.2011	SLO : ŠVICA
15.12.2011	RUS : FRA
15.12.2011	SLO : NOR
16.12.2011	NOR : FRA
16.12.2011	SLO : RUS
17.12.2011	NOR : RUS
17.12.2011	SLO : FRA
26.12.2011	Pepelka, Karmen
30.12.2011	HDD Olimpija : Linz

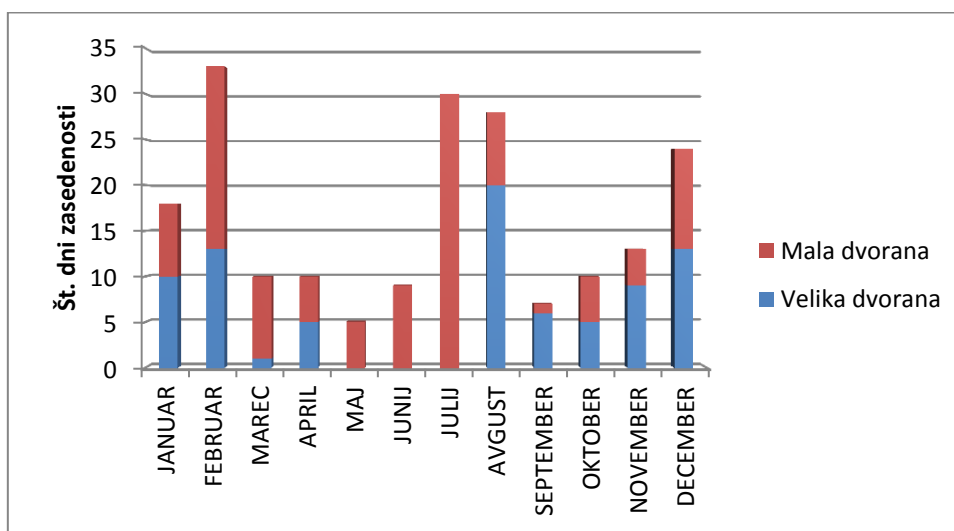
Tabela 6: Seznam dogodkov v mali dvorani v letu 2011

DATUM	DOGODEK
8.1.2011	KK Olimpija : Ježica
9.1.2011	KK Olimpija : LTH
12.1.2011	Night of the dance
13.1.2011	Night of the dance
15.1.2011	RK Olimpija : Izola
19.1.2011	RK Olimpija : Žalec
27.1.2011	RK Olimpija : Piran
29.1.2011	KK Olimpija : KK Dravograd
3.2.2011	RK Olimpija : Krka
4.2.2011	KK Olimpija : Mladi fenomeni
6.2.2011	KK Olimpija : Slovan
9.2.2011	KK Olimpija : Bistrica
19.2.2011	RK Olimpija : Ajdovščina
23.02. - 09.03.2011	Davies cup
10.3.2011	RKO : Žalec
12.3.2011	Vaya con dios
13.3.2011	RKO : Ptuj
16.3.2011	NLB Olimpija : Radnički
19.3.2011	KK Olimpija : Elektra
23.03. - 26.03.2011	konvencija
2.4.2011	koncert Mano Chao
4.4.2011	Stars of musical
9.4.2011	KK Olimpija : Zlaorog
19.04. - 20.04.2011	ŠKL
7.5.2011	RKO : RKCelje
11.5.2011	RKO : Koper
22.5.2011	Jehove priče
27.,28.05.2011	Veteranski košarkarski turnir
2.6.2011	priditev čisti zobje
30.6.-3.7.2011	Jehove priče
11.6.2011	KK Olimpija - finale končnice
01.07. - 04.07.2011	Seminar Jehove priče
27.06. - 05.08.2011	Kamp košarka
05.08. - 12.08.2011	NBA kamp
17.9.2011	RKO : Ptuj
1.10.2011	RKO : Sežana
5.10.2011	KK Olimpija : Radnički
8.10.2011	ACH TURNIR
29.10.2011	ACH : Marchiol
30.10.2011	ACH : Kranj
5.11.2011	KK Olimpija : Radnički



19.11.2011	Gruzijski balet
20.11.2011	RK Olimpija : Krim
26.11.2011	Labodje jezero
1.12.2011	10 tenorjev
4.12.2011	ACH : Panvita
6.12.2011	RK Olimpija : Krim
7.12.2011	ACH : Krka
8.12.2011	ACH : Maribor
10.12.2011	American gospel
17.12.2011	GLENN MILLER KONCERT
18.12.2011	WFC
21.12.2011	Tony Cetinski
27.12.2011	ACH : UKO Kropa
29.12.2011	ACH : Calcit

Mesečni prikaz uporabe objekta v letu 2011 izkazuje upad dogodkov v poletnih mesecih in povečano število dogodkov v zimskih mesecih. Izjema v poletnih mesecih v letu 2011 sta bila košarkarski kamp in kamp umetnostnega drsanja, ki sta trajala več dni. V maju, juniju in avgustu dogodkov v veliki ledeni dvorani ni bilo.



Graf 2: Zasedenost velike in male dvorane v letu 2011

## 2.2 Prostorska razporeditev stavbe

Objekt sestavljajo mala in velika dvorana s tribunami, hokejske in ostale garderobe, VIP prostori, sanitarni prostori ter upravni del objekta s pisarnami. Skupna kvadratura objekta znaša cca. 7.500 m<sup>2</sup>, od katerih se ogreva cca. 5.000 m<sup>2</sup>. Stavba spomeniško ni zaščiten, kar olajša investicije in izvedbo v izboljšanje toplotnega ovoja objekta glede izolacije fasade, zamenjave oken in ostalega stavbnega pohištva.

## 2.3 Skupna poraba energije in stroški

Izvedena je bila stroškovna in količinska analiza porabe električne in toplotne energije ter porabe vode. Struktura porabljenih energentov in ostalih stroškov je bila zajeta za leta 2011, 2010 in 2009.

Objekt Športni park Tivoli je priključen na daljinsko toplovodno omrežje dobavitelja toplote Energetika Ljubljana d.o.o.

Tabela 7: Pregled stroškov in porabe za energente v letih 2011, 2010 in 2009

PREGLED STROŠKOV	Enota	PORABA ZA 2011	STROŠKI ZA 2011 [EUR/leto]	PORABA ZA 2010	STROŠKI ZA 2010 [EUR/leto]	PORABA ZA 2009	STROŠKI ZA 2009 [EUR/leto]
TOPLOTNA ENERGIJA	kWh	2.466.860,00	133.032,01	2.768.400,00	143.439,27	ni podatka	123.000,00
ELEKTRIKA	kWh	1.855.742,27	123.562,40	ni podatka	113.831,90	ni podatka	108.597,45
Skupaj		4.322.602,27		2.768.400,00			231.597,45
VODA	m <sup>3</sup>	26.935,00	39.596,47	ni podatka	40.352,00	ni podatka	35.439,00
<b>SKUPAJ</b>			<b>296.190,88</b>		<b>297.623,17</b>		<b>498.633,90</b>

## 2.4 Stanje toplotnega ugodja

### 2.4.1 Mala dvorana – dvorana za košarko

Glede na normative za košarkarske tekme, dvorana za košarko ne omogoča ustreznega toplotnega udobja na igralni površini in tudi na površini za gledalce.

Osnovni problem objekta je, da objekt ni ustrezno dimenzioniran tako iz vidika primerne prezračevanja, primerne ogrevanja objekta kot tudi iz vidika ustrezne osvetljenosti objekta za zagotavljanje sodobnih normativov.

Ogrevanje je dimenzionirano in izvedeno tako, da igralcem na parketu igrišča ne zagotavlja primernih temperatur, kar pomeni, da je dvorana pri tleh hladna pod stropom pa ogreta.

Drugi zelo velik problem pri tej dvorani pa je, da je poleg te dvorane zraven velika ledena dvorana, pregrajena z vmesno montažno pet centimetrov debelo steno brez toplotne izolacije. To pomeni, da se vsa energija, ki pride v košarkarsko dvorano zelo hitro izgubi. Obenem se po nepotrebnem pregreva ledena dvorana, kar pa ni zaželeno. Ledena dvorana obratuje od julija do maja, kar pomeni, da se celotno ogrevalno sezono mala dvorana ohlajuje preko toplotno neizolirane stene ledene dvorane.

Letos se je izvedla sanacija toplotne postaje, ki pa osnovnega problema glede toplotnega udobja v glavnem problemu ne bo rešila. S sanacijo pa bo vseeno omogočeno bolj zanesljivo zagotavljanje toplote.

#### Podatki o mikroklimi v prostorih:

- povprečna notranja temperatura prostorov : 18°C
- želeni temperatura: vsaj 20°C
- povprečna notranja vlaga: med 45 – 55%

- zunanja temperatura zraka: 25°C
- zunanja relativna zračna vlaga: 61%
- osvetljenost prostorov se giblje: od 200 – 1.000 luxsov



*Slika 3: Mala dvorana - dvorana za košarko*

#### **2.4.2 Velika dvorana – ledena dvorana za hokej**

Ledena dvorana ima glede na namembnost temperaturo med 10 in 15°C. Posebnega predpisa za temperaturo v ledeni dvorani ni. Glavni problem v ledeni dvorani je visoka vlaga ob prisotni zunanji visoki vlažnosti ter polni dvorani obiskovalcev, saj dvorana nima vgrajenega razvlaževanja.

Izvedeni so bili nekateri tehnični posegi z vgradnjo toplotnih koal pod strop ledene dvorane, ki razpihujejo topel zrak po prostoru ledene dvorane. Z izvedenim ukrepom se je prostor ledene dvorane nekoliko ogrel, s tem pa se je nekoliko izboljšala vlažnost, ki omogoča boljšo vidljivost zaradi zmanjšane vlage. S toplotnimi koalami mora uporabnik objekta ravnati pazljivo iz vidika nastavitve jakosti toplotnega pretoka, ker koale v primeru prevelikega pretoka talijo ledeno ploskev.

Podatki o mikroklimi v prostorih:

- povprečna notranja temperatura prostorov: 10 - 15°C
- povprečna notranja vlaga: med 65 – 100%
- zunanja temperatura zraka: 25°C
- zunanja relativna zračna vlaga: 61%
- osvetljenost prostorov se giblje: od 200 – 1.500 luxsov



Slika 4: Velika dvorana - ledena dvorana

### 2.4.3 Garderobe, pisarne in ostali prostori

Garderobe, pisarne in ostali prostori so glede mikroklimе ustrezno ogrevani in v poletnih mesecih ohlajeni. Največji problem je ustrezno prezračevanje v garderobnih in sanitarnih prostorih, ko so polno zasedeni.

Podatki o mikroklimi v prostorih:

- povprečna notranja temperatura prostorov : 20°C
- povprečna notranja vlaga: med 55 – 65%
- zunanja temperatura zraka: 25°C
- zunanja relativna zračna vlaga: 61%
- osvetljenost prostorov se giblje: od 200 – 800 luxsov



Slika 5: Prezračevalni sistem garderob

### **3. Potek upravljanja s stavbo**

#### **3.1 Razmerja med naročnikom EP, lastnikom stavbe, najemnikom, upravnikom stavbe**

Javni zavod Šport Ljubljana je naročnik energetskega pregleda, ki kot upravljavec za lastnika Mestno občino Ljubljana upravlja objekt Športni park Tivoli. Javni zavod Šport Ljubljana ima močan interes zmanjšati obratovalne stroške objekta, saj se morajo stroški v določeni meri pokrivati tudi iz financiranja preko opravljenih storitev, ki se izvajajo v objektu.

#### **3.2 Potek denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov**

Obratovalni stroški Športnega parka Tivoli se deloma pokrivajo iz lastnih dejavnosti, zlasti organizacije športnih tekmovanj, koncertov in drugih dogodkov (cca. 60%), manjkajočih 40% pa doda še Mestna občina Ljubljana.

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

Za področje investiranja v URE skrbi lastnik objekta Mestna občina Ljubljana skupaj z vodstvom in upravitelji Javnega zavoda Šport Ljubljana. Izvajajo se predvsem nujna vzdrževalna dela ter občasni nujno potrebni investicijski posegi za zagotavljanje funkcionalnosti energetskih sistemov.

Zadnji investicijski posegi so se izvajali v letošnjem letu s celovito sanacijo toplotne podpostaje za ogrevanje objekta, ter delno sanacijo toplotne podpostaje za pripravo sanitarne vode z dograditvijo bojlerjev ter izkoriščanja odpadne toplote od kondenzatorjev ter delno vzpostavitev centralnega nadzornega sistema.

#### **3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški**

Javni zavod Šport Ljubljana ima vzpostavljeno lastno vzdrževalno ekipo, ki skrbi in nadzoruje delovanje objekta. Energetskega knjigovodstva nad porabo energije za toploto, hlad in elektriko, kjer bi spremljali stroške in porabo energentov pa do sedaj še niso vzpostavili. Računi za porabljeno energijo se hranijo v računovodstvu objekta. Dobava energije za ogrevanje objekta je pogodbeno dogovorjena z Energetiko Ljubljana d.o.o. Dobavo električne energije vrši Elektro Ljubljana d.d.

#### **3.5 Motivacija za URE pri vseh udeležениh akterjih**

Glavna motivacija za ukrepe iz področja URE so pri investitorju in upravitelju, da se obratovalni stroški porabe vseh energentov zmanjšajo. Ključni razlog za zmanjšanje porabe energije so dejstva, da se mora Javni zavod Šport Ljubljana v določenem delu tudi sam pokrivati glede obratovanja.

Poleg stroškovnih vidikov pa so dodatni motivatorji iz vidika okoljskega ozaveščenja, saj se z zmanjšanjem rabe energije in uvedbo ukrepov iz področja obnovljivih virov energije zmanjša onesnaževanje okolja s toplogrednimi plini.

### 3.6 Raven promoviranja URE

Učinkovito rabo energije se promovira preko različnih ukrepov za spodbujanje izvajanja ukrepov učinkovite rabe in obnovljivih virov energije, ki jih izvajata Ministrstvo za infrastrukturo in prostor in Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo. S strani Ministrstva za infrastrukturo in prostor bo v letošnjem letu pripravljena zakonodaja za izdelavo energetskih izkaznic. Energetska izkaznica bo obvezna za vse javne objekte, med katere sodi tudi Športni park Tivoli. Izdelano energetsko izkaznico objekta bodo vsi javni objekti morali imeti obešeno na javno dostopnem mestu.

## 4. Oskrba in raba energije

### 4.1 Cene energetskih virov

Izveden je bil zajem podatkov za cene in stroške za porabo toplotne energije, električne energije in vode za zadnja tri leta in sicer za 2011, 2010 in 2009. Skupni stroški za energente so iz leta v leto naraščali, pri čemer je bil največji skok med letoma 2009 in 2010.

Objekt Športni park Tivoli ima poleg zelo visokih stroškov za toplotno energijo tudi zelo visoke stroške za električno energijo. Glavni razlog za visoke stroške električne energije so visoke potrebe po proizvodnji hladilne energije za ledeno dvorano, hlajenje objekta poleti, ter pregrevanje objekta, slaba toplotna izolacija objekta med malo in veliko dvorano ter neizvedeno senčenje, ki omogoča pregrevanje objekta.

Poleg visokih potreb po hladilni energiji je v objektu zelo veliko zastarelih energetskih naprav, ki jih poganja električno napajanje brez ustrezne regulacije.

Cena toplotne energije objekta za leto 2011 je glede na slovensko ceno toplotne energije zelo ugodna. Cena toplotne energije daljinskega ogrevanja znaša 53,93 EUR/MWh, kar je več kot 30% ceneje kot če bi se objekt ogreval na zemeljski plin in več kot 85% ceneje v primerjavi z ogrevanjem na ekstra lahko kurilno olje.

Cena električne energije je za 2011 znašala v povprečju 66,6 EUR/MWh, kar je zelo dobra cena, ki je v povprečju vsaj za 30% nižja od drugih velikih porabnikov. Res pa je, da je omenjeni objekt izredno velik porabnik električne energije.

Cena m<sup>3</sup> pitne vode v letu 2011 je znašala 1,47 EUR.

Tabela 8: Skupni stroški za energente v letih 2011, 2010 in 2009

PREGLED STROŠKOV	STROŠKI ZA 2011 [EUR/leto]	STROŠKI ZA 2010 [EUR/leto]	STROŠKI ZA 2009 [EUR/leto]
TOPLOTNA ENERGIJA	133.032,01	143.439,27	123.000,00
ELEKTRIKA	123.562,40	113.831,90	108.597,45
VODA	39.596,47	40.352,00	35.439,00
<b>SKUPAJ</b>	<b>296.190,88</b>	<b>297.623,17</b>	<b>267.036,45</b>

## 4.2 Mesečne porabe glavnih virov energije

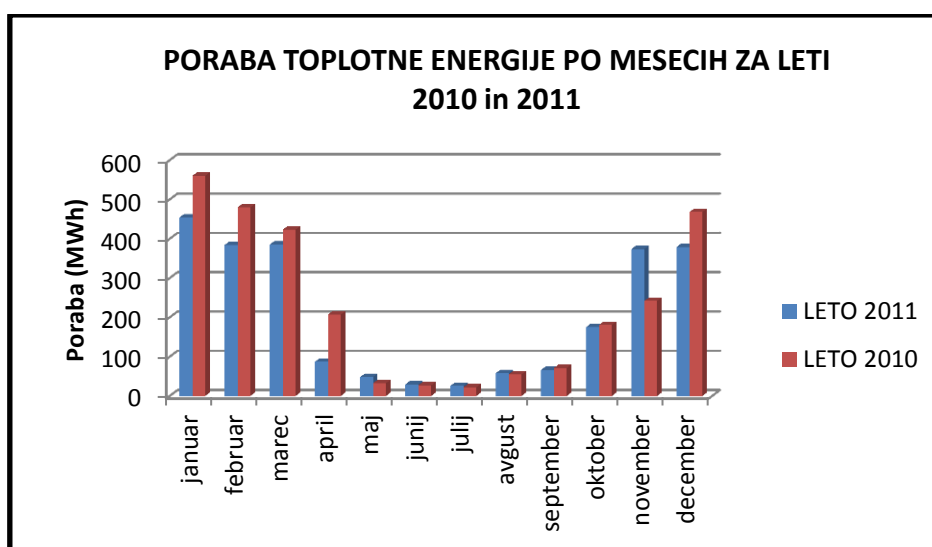
### A) Toplotna energija

Poraba toplotne energije se meri s toplotnim števcem, ki je nameščen v toplotni podpostaji objekta Športnega parka Tivoli. Izmerjeni podatki o toplotni energiji predstavljajo dejansko porabo toplotne energije v objektu. Poraba toplotne energije se v objektu spremlja mesečno zadnji dve leti, medtem ko do leta 2009 podatki o porabi toplote ne obstajajo.

Cena daljinske toplote se je iz leta 2010 glede na leto 2011 v povprečju dvignila za okrog 4 odstotke, kar je pa bistveno manj, kot so bile podražitve nafte in kurilnega olja na svetovnih trgih in v Sloveniji.

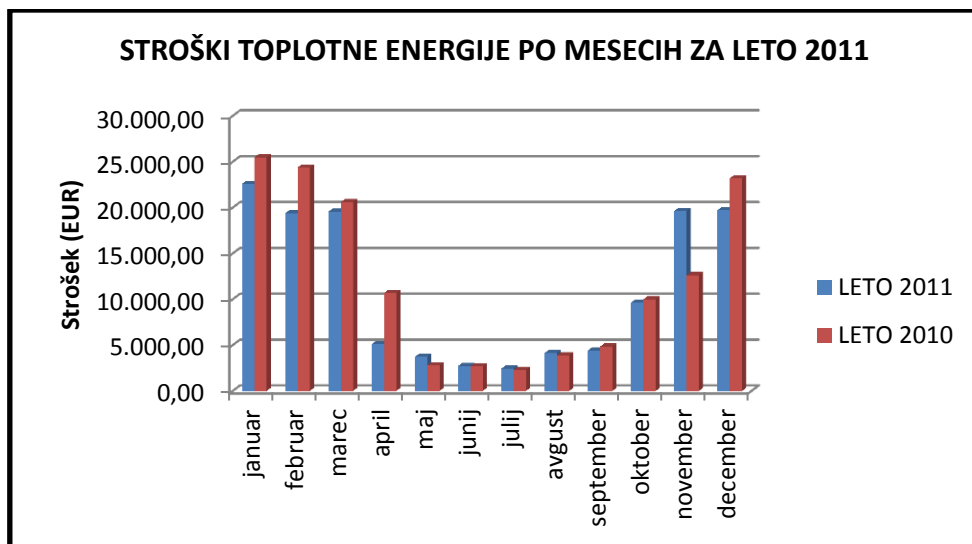
Tabela 9: Mesečna poraba daljinske toplote v letih 2011 in 2010

MESEC	LETO 2011		LETO 2010	
	Poraba [MWh]	EUR	Poraba [MWh]	EUR
januar	454,09	22.586,94	560,19	25.467,94
februar	384,09	19.377,83	479,8	24.373,12
marec	385,46	19.558,11	423,09	20.605,32
april	87,13	5.104,05	207,04	10.683,55
maj	48,23	3.720,95	32,41	2.795,20
junij	29,56	2.727,12	27,19	2.679,71
julij	26,04	2.438,15	22,08	2.297,46
avgust	58,11	4.133,19	54,86	3.884,63
september	66,17	4.404,24	71,23	4.842,61
oktober	175,28	9.635,45	180,85	9.989,31
november	373,74	19.630,85	241,74	12.624,50
december	378,96	19.715,13	467,92	23.195,92
<b>SKUPAJ</b>	<b>2.467</b>	<b>133.032,01</b>	<b>2.768</b>	<b>143.439,27</b>
<b>EUR/MWh</b>		<b>53,928</b>		<b>51,81</b>

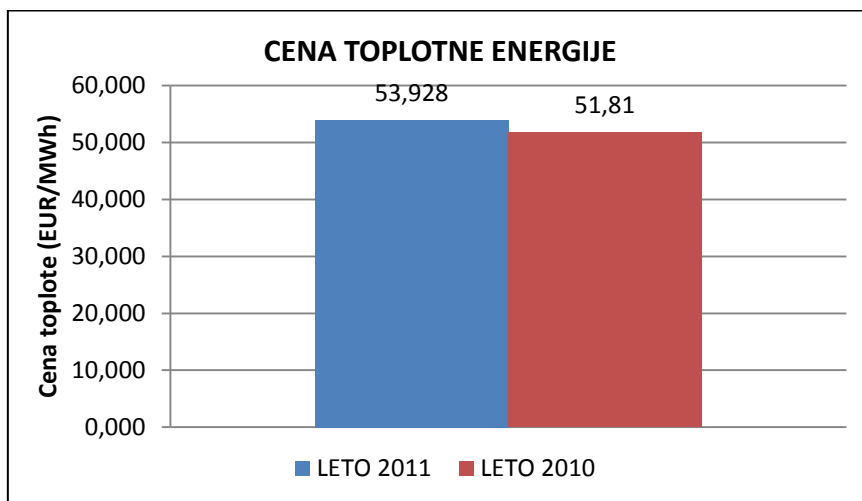


Graf 3: Prikaz strukture porabe toplotne energije v letih 2011 in 2010





Graf 4: Prikaz strukture stroškov toplotne energije v letih 2011 in 2010



Graf 5: Cena toplotne energije v letih 2011 in 2010

#### B) Sanitarna voda

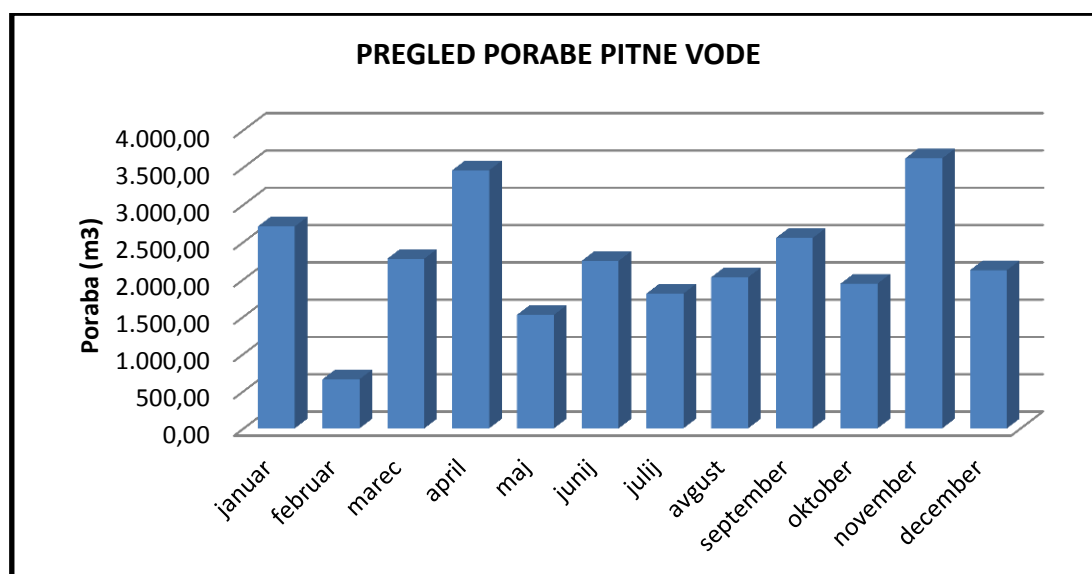
Poraba sanitarne hladne vode glede na skupni delež stroškov vseh energentov ni tako visok strošek (cca 13%). Podatkov o mesečni porabi vode v letih 2010 in 2009 ni bilo moč pridobiti, zato v nadaljevanju predstavljamo samo mesečne stroške in porabo v letu 2011.

Stroški vode v letih 2010 in 2011 so v primerjavi z letom 2009 višji za cca. 13%.

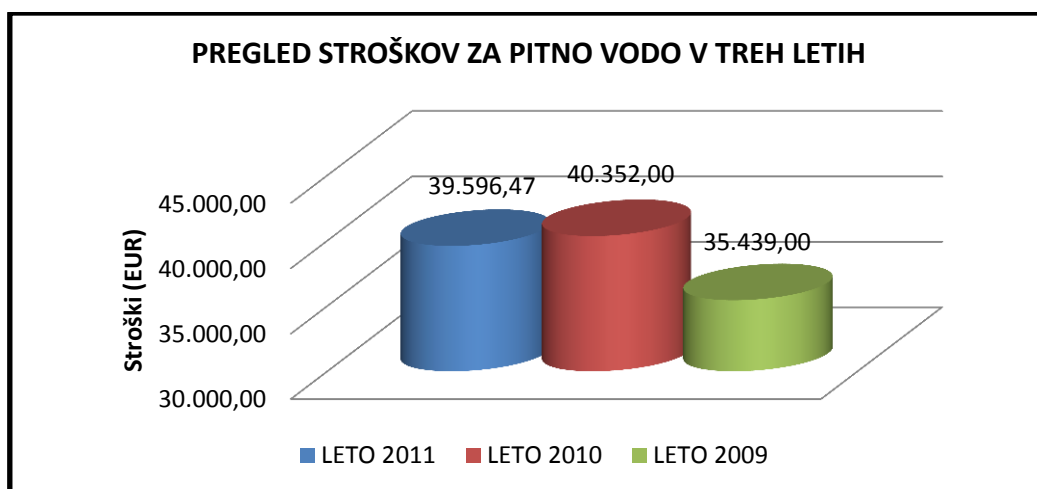


Tabela 10: Mesečna poraba in stroški vode v letu 2011

MESEC	LETO 2011	
	Poraba [m <sup>3</sup> ]	Stroški [EUR]
januar	2.706,00	3.908,58
februar	659,00	1.215,98
marec	2.275,00	3.337,62
april	3.459,50	4.892,77
maj	1.522,00	2.349,03
junij	2.246,50	3.319,21
julij	1.808,00	2.724,51
avgust	2.025,50	3.010,08
september	2.553,00	3.702,61
oktober	1.940,50	2.898,47
november	3.619,50	5.102,81
december	2.120,50	3.134,80
<b>SKUPAJ</b>	<b>26.935,00</b>	<b>39.596,47</b>
<b>EUR/m3</b>		<b>1,4701</b>



Graf 6: Prikaz porabe sanitarne hladne vode v letu 2011



Graf 7: Prikaz stroškov za sanitarno hladno vodo v letih 2011, 2010 in 2009

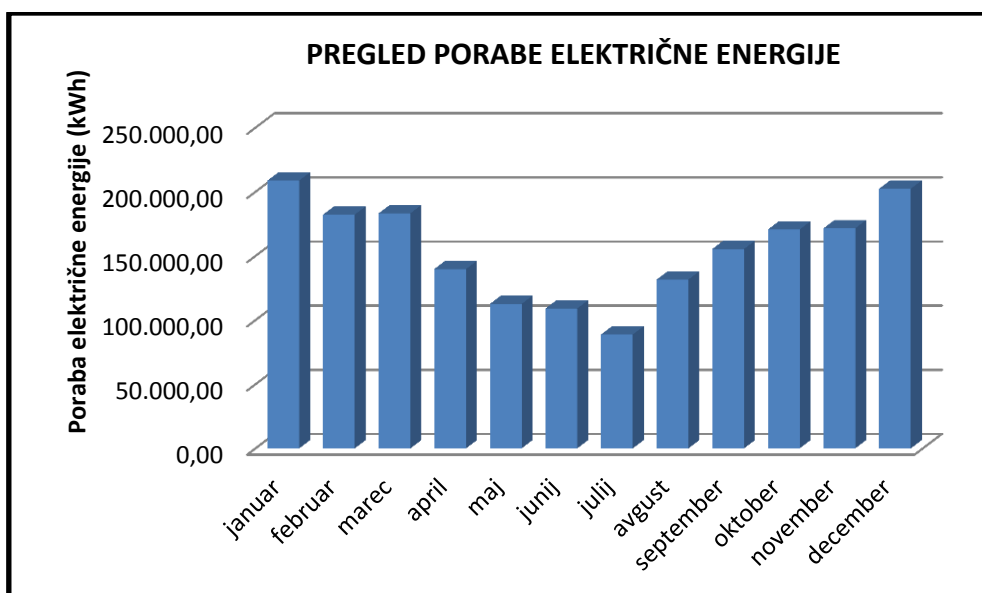
### C) Električna energija

Prav tako kot stroški pitne vode so se povečali tudi stroški dobavljene električne energije. Zaradi manjše obiskanosti objekta v poletnih mesecih je tudi poraba električne energije poleti manjša. Števec za električno energijo je skupen za Športni park Tivoli in Kopališče Tivoli. Računovodsko se stroški porabe električne energije razdelijo na 70% na Športni park Tivoli in 30% na Kopališče Tivoli. V zadnjem času se na podlagi izkušenj vzdrževalcev nagibajo k delitvi 60-40, zato smo pri analizi rezultatov uporabili delilnik 65% za Športni park Tivoli in 35% za Kopališče Tivoli.

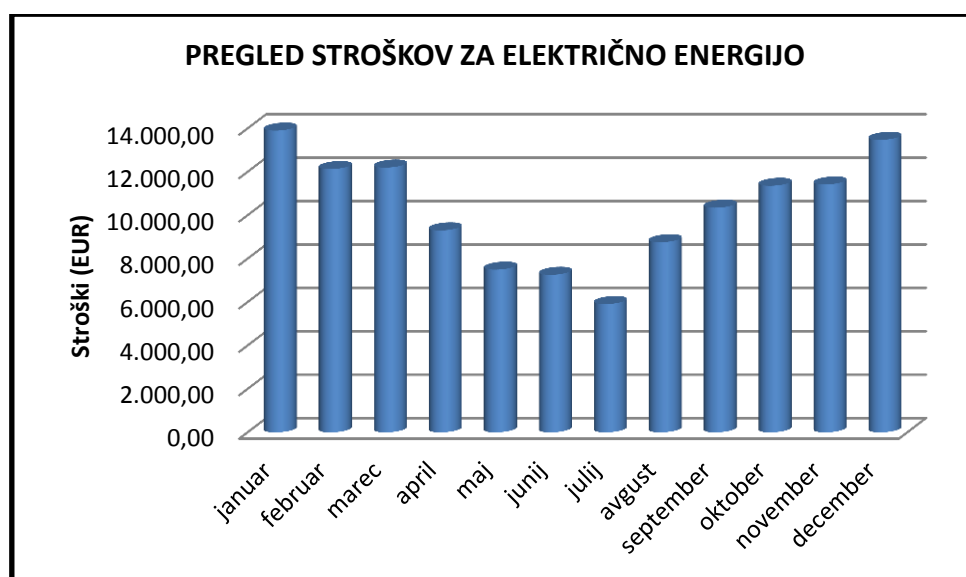
Za natančnejše merjenje porabe in tudi iz vidika obratovanja in preglednosti dveh samostojnih objektov bi bilo nujno potrebno vgraditi ločeni odštevalni števec. Ker je bil pridobljen le podatek o letnem strošku električne energije, smo tega za potrebe analize razdelili na celo leto glede na velikost porabe v posameznem mesecu. Preračunana cena električne energije je 66,6 EUR/MWh.

Tabela 11: Mesečna poraba električne energije in stroškov v letu 2011

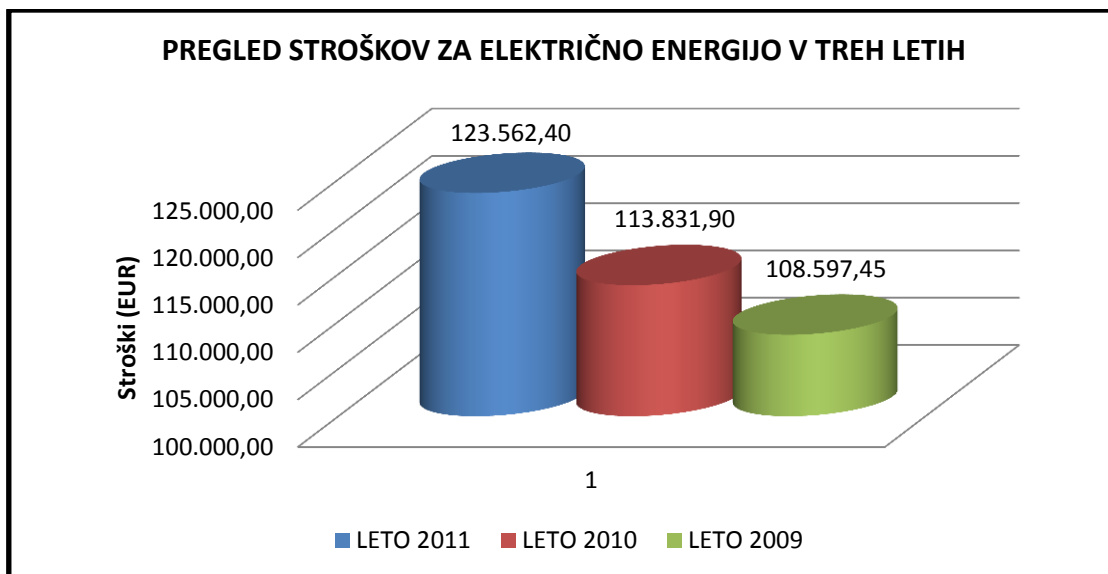
MESEC	LETO 2011	
	Poraba [kWh]	EUR
januar	208.759,20	13.899,98
februar	182.198,90	12.131,50
marec	183.190,80	12.197,54
april	139.756,50	9.305,52
maj	112.573,50	7.495,57
junij	109.000,45	7.257,67
julij	88.782,20	5.911,46
avgust	131.568,52	8.760,33
september	155.422,80	10.348,64
oktober	170.583,40	11.358,09
november	171.525,90	11.420,85
december	202.380,10	13.475,24
<b>SKUPAJ</b>	<b>1.855.742,27</b>	<b>123.562,40</b>
<b>EUR /MWh</b>		<b>66,58</b>



*Graf 8: Pregled porabe električne energije v letu 2011*



*Graf 9: Pregled stroškov za električno energijo v letu 2011*



*Graf 10: Pregled stroškov za električno energijo v letih 2011, 2010 in 2009*

#### 4.3 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Glede zagotavljanja toplotne energije za ogrevanje, sanitarno vodo in grelne registre ni bilo do sedaj večjih izpadov. Z obnovitvijo toplotne podpostaje bo distribucija toplote po objektu še bolj zanesljiva. Prav tako ni težav z dobavo električne energije.

Ključni problem se pojavlja pri sanitarni hladni vodi na tuših, kjer občasno neustrezno deluje mešanje hladne in tople vode, kar povzroča previsoko temperaturo na hladni vodi preko 20°C, kar je neugodno iz vidika pojava Legionele. V sklopu prihodnjih sanacij na vodovodu se močno priporoča, da se odpravi predmešanje hladne in tople vode za tuše v garderobah, ter se razvode do armatur do tušev izveden ločeno za hladno in ločeno za toplo vodo.

#### 4.4 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

V objektu se stalno izvajajo vzdrževalna dela s strani vzdrževalne službe, s katerimi se zagotavlja nemoteno oskrbo in delovanje opreme. V letošnjem letu se je izvedla tudi celotna prenova toplotne podpostaje, delna vgradnja centralnega nadzornega sistema ter dodana vgradnja boilerjev za sanitarno toplo vodo ter zajem izkoriščanja odpadne toplote od kondenzatorjev za predgretje sanitarne tople vode.

### 5. Pregled naprav za pretvorbo energije

#### 5.1 Ogrevalni sistem

V letošnjem letu se izvaja obnova celotne toplotne podpostaje toplotne moči 1.288 kW, ki ima 8 ogrevalnih vej ter eno dodatno vejo za klimat za ogrevanje male in velike dvorane. Vročevod do objekta je temperaturnega režima 130/70°C.

Toplotna postaja je skupaj s hladilno strojnico povezana na nov centralni nadzorni sistem. S strani naročnika Javni zavod Šport Ljubljana toplotna postaja še ni bila prevzeta.

Ena veja ima tudi hlajenje z glikolom, ki se uporablja za zaledenitev ledene dvorane. Hlajenje se transportira po istih ceveh kot ogrevanje do ventilatorskih konvektorjev, ki so nameščeni po pisarnah.

Ogrevanje objekta je razdeljeno na radiatorsko ogrevanje, ogrevanje z ventilatorskimi konvektorji in toplo zračno ogrevanje s prezračevalnimi napravami.

Radiatorsko ogrevanje je nameščeno po hodnikih in sanitarijah, z ročno regulacijo temperature brez termostatskih ventilov. Po pisarniških prostorih in sejnih sobah so nameščeni ventilatorski konvektorji, ki služijo za ogrevanje in hlajenje.



*Slika 6: Radiatorsko ogrevanje z ročnimi regulacijskimi ventili*

Projekt za vgradnjo termostatskih ventilov in termostatskih glav na radiatorje je že v pripravi.

Temperaturni režim radiatorskega ogrevanja je 90/70°C. Konvektorski razvod je izveden z dvocevnim sistemom, ki se ročno preklaplja za sistem ogrevanja oz. v poletni režim na sistem hlajenja.

Dvorani imata izvedeno ogrevanje preko vpiha toplega zraka od zgoraj. Ker je zaradi višine objekta spodaj v dvoranah mrzlo, so bili naknadno vgrajeni ventilatorji za kroženje zraka po dvorani. Kljub dodatno vgrajenim ventilatorjem toplotno ugodje v dvoranah ni ustrezno.

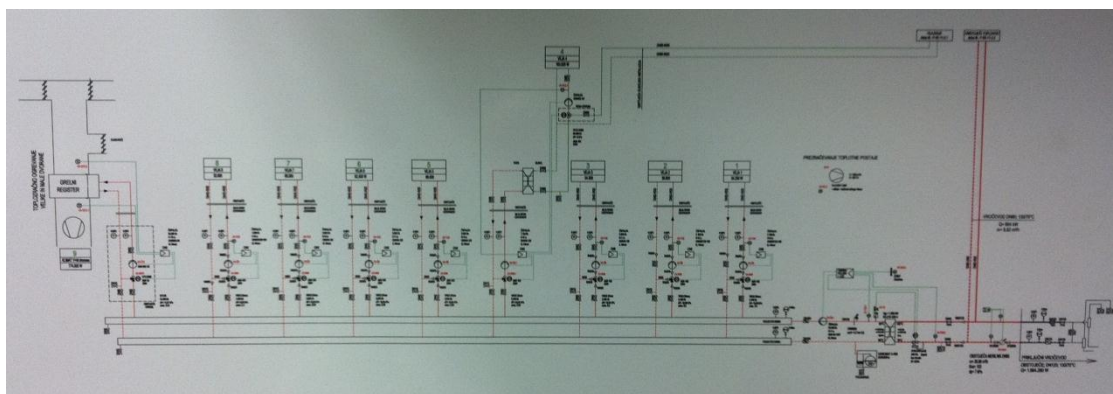
Glede na poznavanje tovrstnih objektov in pridobljene informacije na objektu menimo, da obstoječi dvorani zelo težko dosegata zahtevane parametre za toplotno ugodje, ker sta ti dvorani za nove sodobne normative v športnih objektih pod dimenzionirani. Poleg tega pa je vpihovanje toplega zraka pod stropom bistveno manj učinkovito, kot že bi se topel zrak vpihoval od spodaj. Podobne športne dvorane imajo običajno vgrajeno talno ogrevanje, ter dodatno vpihovanje toplega zraka v prostor na mestih, kjer so sedeži za gledalce.

Temperaturna regulacija po dvorani je izvedena preko temperaturnega tipala v povratku in tipala zunanje temperature.

V hokejskih garderobah so dodatna ogrevala zaradi sušenja opreme.



*Slika 7: V celoti obnovljena toplotna podpostaja za ogrevanje*



*Slika 8: Funkcionalna shema nove toplotne podpostaje za ogrevanje z vsemi dviznimi vodi*

## 5.2 Hladilni sistem

Za potrebe priprave ledu za ledeno dvorano in priprave hladilne vode za ventilatorske konvektorje so v hladilni strojnici skupno vgrajeni trije hladilni kompresorji amonijak/voda skupne nazivne hladilne moči 567 kW, ki uporabljajo kot vir za hlajenje okrog 8 ton amonijaka, ki se nahaja v hladilni strojnici. Hladilni sistem amonijak/voda je glede na konvencionalni sistem kompresorskega hlajenja bistveno bolj učinkovit in ekonomsko cenejši sistem.

Od skupno treh hladilnih kompresorjev sta dva stara kompresorja, od katerih je bil eden generalno obnovljen. Pred kratkim pa je bil vgrajen še en nov hladilni kompresor. Običajno obratovanje se izvaja z enim ali dvema kompresorjema, z enim malim in enim večjim kompresorjem.

Nov veliki kompresor je bil vgrajen zaradi povečanja 100% rezerve po hlajenju. Obratovanje kompresorjev je izvedeno izmenično, tako da občasno obratujejo vsi kompresorji.





*Slika 9: Hladilna strojnica s tremi hladilnimi kompresorji na amonijak*



*Slika 10: Tlačna posoda za hladilno sredstvo - amonijak*

### 5.3 Prezračevalni sistem

Prezračevanje objekta je izvedeno po različnih sklopih. Dvorani se prezračujeta preko dovodnega zraka, ki se ga v hladnem obdobju ustrezno dogreje preko toplovodnega grelca. Prezračevanje obeh dvoran je brez izkoriščanja toplote odpadne zraka.

Prezračevalni kanali za distribucijo zraka so v pretežni meri izvedeni iz neizoliranega betona, zato se pri transportu ogretega svežega zraka izgubi precej toplotne energije na betonskih kanalih.

Za dovod zraka je vgrajen klasični dovodni ventilator 50 kW<sub>e</sub> s prigrajenim frekvencerjem, ki ima nazivni pretok zraka 20.000 m<sup>3</sup>/h. Vpihovanje dovedenega zraka se vrši pod stropom dvorane.

Za razporejanje dovoda zraka po nižjem delu dvorane so vgrajeni mešalni ventilatorji. Učinkovitost teh ventilatorjev ni zadostna, kar se odraža v neustrezni mikroklimi na nivoju igrišča.

Za odvod zraka so tako v mali kot veliki dvorani vgrajeni odvodni ventilatorji ( $8 \times 1 \text{ kW}_e$ ), ki pod stropom sesajo odvodni zrak iz prostora.

Vir hlajenja s klimatom v dvoranah v poletnem času se izvaja z izmenjevalcem amonijak/glikol, ki se pozimi uporablja za hlajenje zunanega drsališča.



Slika 11: Glavni dovodni ventilator  $20.000 \text{ m}^3/\text{h}$  za malo in veliko dvorano

#### Prezračevanje garderob v kleti

Prezračevanje garderobnih prostorov v kleti je urejeno s centralno prezračevalno napravo kapacitete  $1.450 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $0,55 \text{ kW}_e$ , ki je stalno v obratovanju. Naprava je iz energetskega vidika brez vgrajene rekuperacije.

#### Prezračevanje VIP prostorov

Prezračevanje VIP prostorov je urejeno s centralno prezračevalno napravo kapacitete  $3.430 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $1,5 \text{ kW}_e$ . Naprava je iz energetskega vidika brez vgrajene rekuperacije odpadne toplote in obratuje le po potrebi.

#### Prezračevanje hokejskih garderob

Prezračevanje hokejskih garderob je urejeno s centralno prezračevalno napravo kapacitete  $5.931 \text{ m}^3/\text{h}$ , motor električne moči  $4 \text{ kW}_e$ . Naprava ima vgrajeno rekuperacijo odpadne toplote. Skupno je v objektu na tej prezračevalni napravi osem hokejskih garderob in dve večnamenski garderobi.

#### Prezračevanje sanitarnih prostorov

Vsi sanitarni prostori imajo vgrajene odvodne ventilatorje, ki so speljani direktno na prosto. Dovod zraka v prostore se izvaja preko vratnih odprtín oz. rešetk.

### **5.4 Sistem za oskrbo s toplo vodo**

Objekt ima vgrajeno centralno pripravo za sanitarno toplo vodo. Vgrajena je toplotna postaja za ogrevanje sanitarne tople vode s ploščnim toplotnim izmenjevalcem toplotne moči  $165 \text{ kW}$ .

Kot dodatni vir toplote za predgrevanje sanitarne tople vode se koristi tlačna stran hladilnega sistema amonijaka. Kapaciteta odpadne toplote Mycom je toplotne moči  $3 \times 70 \text{ kW}$ .



V sistemu priprave tople sanitarne vode so vgrajeni trije bojlerji volumna 800, 2.000 in 4.000 litrov. Sanitarna topla voda se ogreva v končnem 4000 L boilerju med 55-60°C, medtem ko je temperatura na ostalih boilerjih nekoliko nižja. Pregrevanje boilerjev je izvedeno enkrat tedensko z avtomatsko regulacijo dviga temperature in se izvaja ter kontrolira s strani pooblaščenih zunanjih izvajalcev, ki skrbijo za regulacijo.

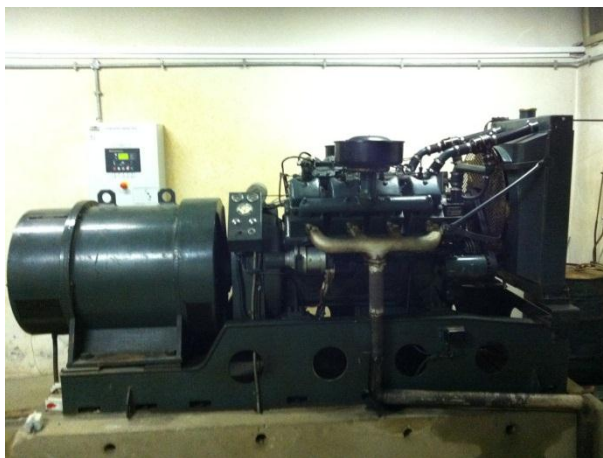
## 5.5 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Sistem za oskrbo s hladno vodo do objekta deluje brezhibno, tako da se zagotavljajo ustrezni tlaki na hidrantih tudi na najvišjih mestih v objektu. Temperatura hladne vode, ki pride v objekt je okrog 8 - 17°C, odvisno od zunanjih temperaturnih pogojev.

Edina težava na hladni vodi se je pojavila na tuših, kjer je izvedeno primešavanje tople in hladne vode. Prišlo je do okvare mešalnega ventila, kar je povzročilo pretoplo hladno vodo preko 20°C, kar je nevarno z vidika pojava Legionele v hladni vodi.

## 5.6 Elektroenergetski sistem in porabniki

V kleti objekta je vgrajena transformatorska postaja moči 2 x 630 kVA. V sosednjem prostoru poleg transformatorske postaje je vgrajen diesel agregat 120 kWA, ki služi za zagotavljanje požarnega varovanja v primeru izpadov ali drugih izrednih dogodkov ter kot rezerva pri športnih prireditvah. Diesel agregat je znamke Rade Končar, starejši letnik, redno vzdrževan in ustrezno služi svojemu namenu, zato ni nikakršne potrebe po zamenjavi.



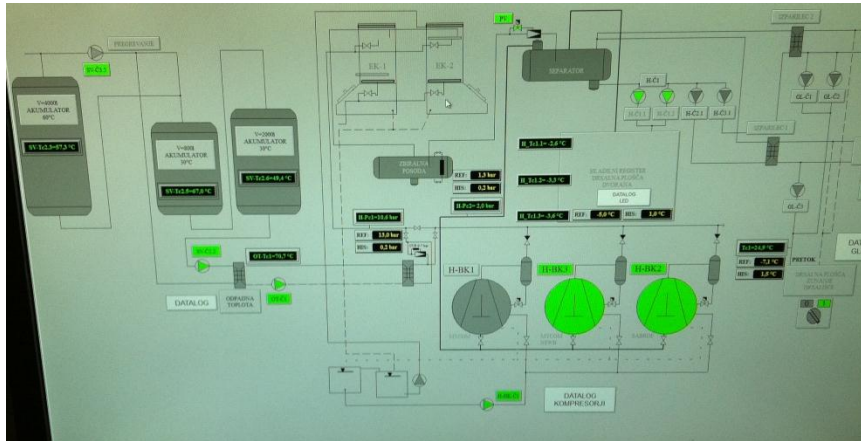
*Slika 12: Diesel agregat*

Razsvetljava v objektu po dvoranih je florescentna, energetsko zelo potratna. Luči v mali dvorani imajo 4 stopenjsko prižiganje glede na osvetljenost luksov, vsako svetilo 1 kW<sub>e</sub>. Ob čiščenju mora biti zagotovljenih 200 luksov, na treningih zahtevajo 600 luksov, tekme pa 1.000 luksov, kolikor je projektna osvetlitev.

Glede na sodobne športne normative za košarkarske tekme bi morale biti 1.500 lukov. Evropski standardi za hokejske tekme pa zahtevajo osvetljenost 2.000 luksov. Standardizirano osvetljenost obeh dvoran je možno doseči samo s celovito posodobitvijo celotne razsvetljave po dvorani.

## 5.7 Centralni nadzorni sistem CNS

V letošnjem letu se je izvedel centralni nadzorni sistem, ki pa še ni bil testiran v polni meri. Glavna pomanjkljivost izvedenega sistema je, da novo vzpostavljeni CNS trenutno zajema samo hladilno strojnico. Vseh drugih energetskih naprav centralni nadzorni sistem ne pokriva in je predvideno, da se ga v prihodnje dograjuje z ostalo energetsko opremo.



Slika 13: Delna vzpostavitev centralnega nadzornega sistema

## 6. Pregled rabe končne energije

### 6.1 Ovoj stavbe

Objekt je glede toplotnega ovoja in stavbnega pohištva v dokaj slabem stanju. Ovoj stavbe in stavbno pohištvo je na določenih mestih slabo izolirano. Spodnji del ima enojna 5 mm stekla in energetsko zelo potratne okenske profile. V drugem nadstropju je bila izvedena zamenjava stavbnega pohištva s 3-slojnimi stekli in aluminijastimi okvirji. Pisarniški del je bil v celoti obnovljen in izoliran leta 2002. Vgrajena so bila 2-slojna stekla.



*Slika 14: Obnovljena okna in vrata v drugem nadstropju*

## **6.2 Električni aparati**

V celotnem objektu je poleg glavnih porabnikov električne energije kot so razsvetljava in klimati še veliko drugih priključnih mest, ki jih uporabljajo za potrebe organizacije dogodkov (dodatna razsvetljava, TV prenosi, ozvočenje,...). V pisarniških prostorih je tudi nekaj računalnikov in fotokopirni stroj, ki predstavljajo manjši delež pri porabi električne energije.

## **6.3 Razsvetljava**

Obstoječa (stara) razsvetljava ne zadošča visokim standardom za osvetljenost v obeh dvoranah Športnega parka Tivoli. Poleg tega pa je vsa obstoječa razsvetljava energetsko zelo potratna. Projektno je potrebno predvideti ustrezno osvetljenost funkcionalnih prostorov glede na tehnične standarde, ki so predvideni za posamezne dogodke v dvoranah.

## **II. PRELODGI IN ANALIZA MOŽNOSTI ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE**

### **7. Organizacijski ukrepi**

#### **7.1 Revizija pogodb o dobavi energije**

Prvi ukrep glede optimizacije in preglednosti nad stroški je, da upravitelj in lastnik objekta naredi natančno revizijo pogodb za vse dobavljene energente kot je toplotna energija, hladilna energija, električna energija, voda in kanalščina.

Na podlagi izvedene revizije pogodb lastnik in uporabnik objekta preverita na trgu cene energentov pri obstoječih in tudi vseh možnih drugih dobaviteljih za energijo, ker je trg za dobavo električne energije že nekaj časa odprt in je možno pogodbe za te energente skleniti tudi pri drugih ponudnikih tovrstnih energetskih virov.

Vse pogodbe o dobavi energentov je potrebno urediti glede na dejansko porabo porabljenih energentov.

Ta ukrep je potrebno izvesti za vse športne objekte ter narediti analizo cen med posameznimi objekti glede na enoto dobavljene energije oz. energenta.

#### **7.2 Energetsko knjigovodstvo**

Lastnik in upravitelj objekta sta skladno z Energetskih zakonom dolžna vzpostaviti in voditi energetsko knjigovodstvo objekta. Energetsko knjigovodstvo objekta pomeni natančno spremljanje porabe vseh energentov po mesecih ter ciljno spremljanje rabe energije, s ciljem zmanjšanja porabe in stroškov na enoto kvadratnega metra objekta ob enakih obratovalnih pogojih. Prav tako pa energetsko knjigovodstvo zajema pregled nad porabo po posameznih večjih porabnikih kot so klimati, razsvetljava, topla sanitarna voda, ipd.

Nujno se priporoča, da se naredi poraba energentov tudi za zadnja tri leta za vse energente, pri katerih je mogoče pridobiti podatke o porabljenih energetskih virih. Na podlagi preteklih podatkov o porabljenih virih je možno izdelati analizo porabe na kvadrato in volumen objekta ter tudi iz tega vidika objekt primerjati s podobnimi objekti.

Prav tako so natančni mesečni podatki nujen predpogoj za izdelavo MERJENE ENERGETSKE IZKAZNICE, ki bo po Energetskem zakonu obvezna za vse javne objekte. Izvajalec energetske izkaznice v tem trenutku nima ustreznih pogojev, da bi energetsko izkaznico lahko izdelal.

Podatke o porabljenih energentih je dolžan zbrati investitor ali upravitelj objekta in jih posredovati izvajalcu energetskega pregleda ali izvajalcu energetske izkaznice.

Ta ukrep je potrebno izvesti za vse športne objekte ter narediti analizo cen med posameznimi objekti glede na enoto dobavljene energije oz. energenta.

## 8. Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov

### 8.1 Centralno klimatizirano prezračevanje z izkoriščanjem odpadne toplote z rekuperatorjem ali rotacijskim regeneratorjem

Obstoječi prezračevalni sistem za obe dvorani je izveden brez kakršnega koli vračanja odpadne toplote. Glede na Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah je vgradnja prezračevalnih naprav za izkoriščanje toplote odpadnega zraka nujna.

Obstoječe prezračevanje se ogreva z vodnim grelcem preko daljinske toplote od dobavitelja Energetika Ljubljana. Vgrajen je dovodni ventilator kapacitete 20.000 m<sup>3</sup>/h. Enaka količina odpadnega ogretega zraka gre tudi ven iz objekta, brez da bi se odpadna toplota izkoristila na rekuperatorju za ogretje svežega zraka. Zaradi tega so izgube na prezračevanju zelo velike.

Obstoječe prezračevanje ima upih svežega ogretega zraka zgoraj, zajem odpadnega zraka pa spodaj. Iz stališča toplotnega ugodja ta izvedba ni ustrezna, saj se topel doveden sveži zrak nahaja na vrhu dvorane, medtem ko je na tleh mrzel zrak. Zaradi tega je toplotno ugodje v dvorani nezadovoljivo.

Ideja s strani nadzornikov objekta je bila, da bi se pod stropom male dvorane vgradile dovodne koale, ki bi topel zrak, razpihovale navzdol. Določene koale bi bile z zajemom zraka na podstrehi, druge bi zajemale topel zrak in ga razpošiljale navzdol v dvorano. Ideja je bila, da bi do teh koal pripeljali vročo vodo v povezavi z amonijevo črpalko.

Te rešitve so na kratek rok ustrezne, dolgoročno pa to ni ustrezna in primerna rešitev za energetsko učinkovito in dobro prezračevanje, saj s takimi rešitvami odpadne toplote ne bi izkoristili.

Na enak način so bile vgrajene koale v ledeni dvorani pod stropom, ki razpihujejo topel zrak navzdol. Razlog je bil ta, da je bila vidljivost v ledeni dvorani tako slaba, da so iz tega razloga vgradili ventilatorje za razpihovanje toplega zraka, ki se zadržuje pod stropom navzdol. Z izvedenim ukrepom so dosegli učinek zmanjšanja megle in vlage v dvorani, kar je bilo še posebej opazno ob deževnih in vlažnih dneh. Pri polnem obratovanju koal pa le te povzročijo, da pride do topljenja ledu, zato je potrebno pazljivo obratovati.

Glede na to, da se mala in ledena dvorana uporabljata v polni zasedenosti izmenično, se priporoča, da se planira novo ločeno prezračevanje za vsako dvorani posebej. Razlog v ločenih prezračevalnih napravah za malo in veliko dvorano je, da so v ledeni dvorani čisto drugi mikro klimatski podatki, kjer je potrebno zagotavljati tudi primerno razvlaževanje dvorane. Pri planiranju nove prezračevalne naprave je potrebno poleg energetsko učinkovitih naprav sprojektirati tudi celotni kanalski razvod – dovod in odvod do centralne prezračevalne naprave.

**Projekt umestitve klimatiziranega energetskega prezračevanja je potrebno izdelati v sodelovanju s arhitektom, statikom, elektro projektantom in projektantom požarne študije ter ob sodelovanju upravitelja oz. lastnika objekta. Pri projektiranju nove prezračevalne naprave je potrebno preveriti tudi kapacitete prezračevanja glede na sedanji Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb v objektu za tovrstne objekte.**

### 8.1.1 Možnosti izkoriščanja toplote odpadnega zraka

Glede izkoriščanja toplote odpadnega zraka pri prezračevanju obstaja več možnosti, kako izkoriščati odpadno toploto. Rešitve izkoriščanja odpadne toplote se razlikujejo od namembnosti objekta.

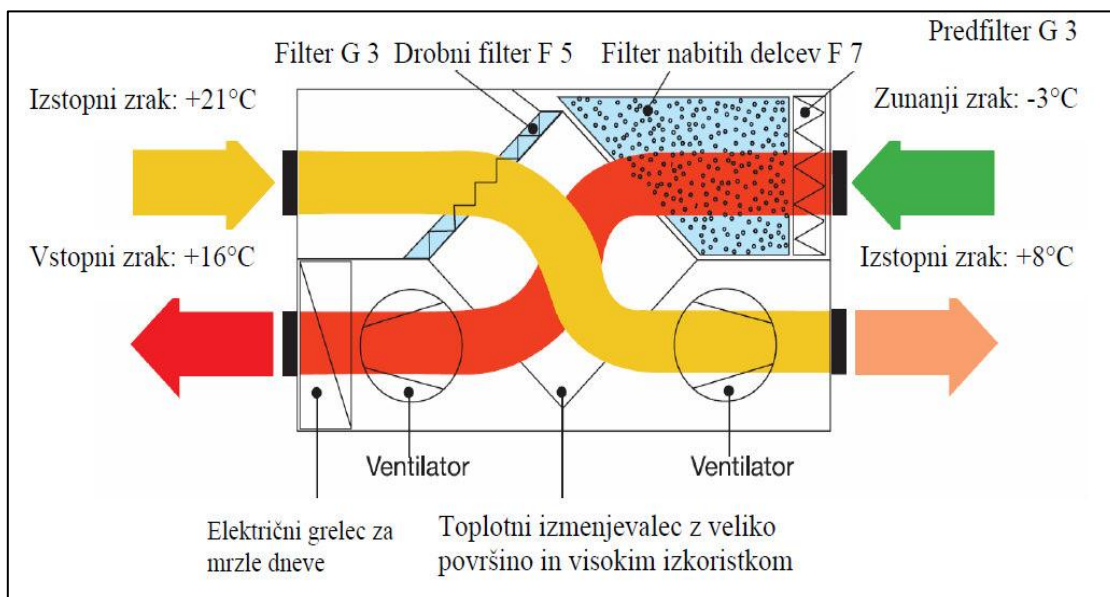
Odvisno od namembnosti projekta se prezračevanje rešuje po segmentih in sicer je običajno smiselno, da projektant predvidi več različnih samostojnih prezračevalnih enot za posamezne namene kot na primer samostojna prezračevalna enota za dvorano, ena ali več glede na potrebe prezračevanja skladno s Pravilnikom o prezračevanju in klimatizaciji stavb, samostojna prezračevalna enota za garderobe, sejne sobe, fitnes, ipd.

Pri tem se glavne skupine objektov, kjer se uporabljajo določene sistemske rešitve delijo na:

- poslovne objekte,
- trgovske objekte,
- industrijske objekte,
- javne objekte,
- hotele in restavracije
- čisti prostori,
- stanovanjski objekti
- športne dvorane

Za športne objekte so izdelane celovite sistemske rešitve prezračevanja in klimatizacije prostorov, kjer je prisotno veliko število obiskovalcev.

Potek delovanja prezračevalne naprave za izkoriščanje odpadnega zraka deluje na naslednji način, da imamo na en strani vstopni sveži zrak, ki vstopa v prezračevalno napravo preko rekuperatorja ali rotacijskega regeneratorja. Na drugi strani prezračevalne naprave pa iz objekta sesamo odvodni zrak, ki gre preko rekuperatorja ali rotacijskega regeneratorja in oddaja temperaturo odpadnega zraka svežemu zraku, ki se vpihuje v prostor.



Slika 15: Shematski prikaz delovanja prezračevalne naprave z rekuperacijo



### **8.1.2 Modularne klimatske naprave izvedene po naročilu za prezračevanje večjih prezračevanih prostorov**

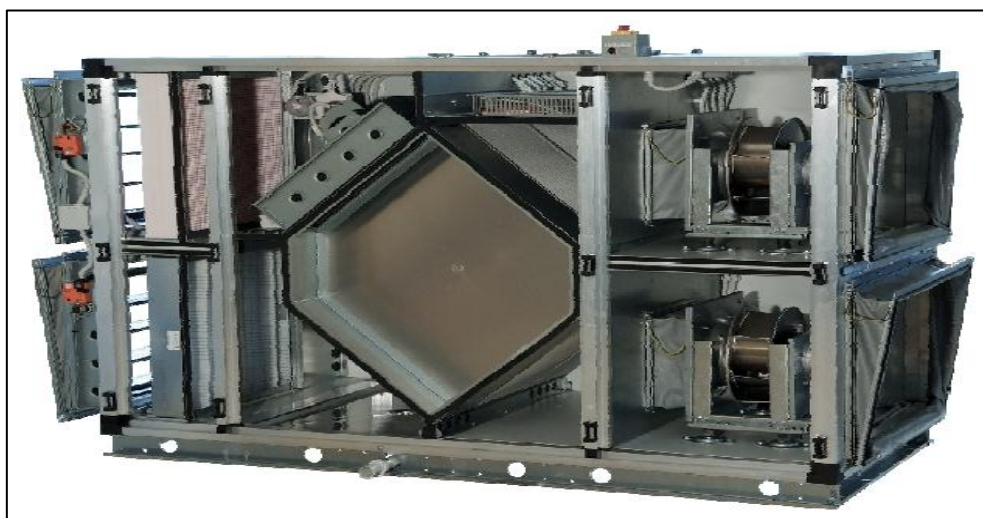
Modularne klimatske naprave se običajno uporabljajo pri zahtevnejših in večjih prezračevalnih sistemih, kjer morajo prezračevalni sistemi izpolnjevati različne prezračevalne zahteve. Modulne prezračevalne naprave lahko vsebujejo naslednje elemente: grelne enote, hladilne enote, vlažilne enote, ventilatorje, različne filtrske enote, ipd.



*Slika 16: Modularna klimatska naprava za izkoriščanje odpadne toplote*

### **8.1.3 Kompaktne klimatske naprave**

Kompaktne klimatske naprave so primernejše za manjše prezračevalne prostore, kjer smo omejeni z velikostjo in namestitvijo naprav. Običajno so kompaktne klimatske naprave manjše in različnih izvedb kot stropne, stenske ali talne enote.



*Slika 17: Kompaktne klimatske naprave*

## **8.2 Toplotna izolacija fasade in strehe**

### *JUG OBJEKTA*

Fasada JUG je zelo problematična. Debelina izolacije je cca. 5 cm, pri čemer je na določenih mestih poškodovana, tako da iz stališča toplotne izolacije nima več nobenega učinka, ker je v stiku z vodo.

Okna v pisarnah so dvostekelna in energetsko ustrezna, medtem ko so vsa ostala okna enostekelna z zelo slabimi okenskimi jeklenimi profili.

### *VZHOD OBJEKTA*

V drugem nadstropju objekta, kjer so pisarne, so okna ustrezno sanirana. Prvo nadstropje, kjer je upravni del je energetsko ustrezen, na delu kjer pa je dvorana pa je potrebna energetska sanacija.

### *SEVER OBJEKTA*

Fasada na tem delu je neizolirana z energetsko potratnimi enostekelnimi okni.

### *STREHA OBJEKTA*

Kot večino fasadnega ovoja je potrebno narediti tudi celovito energetsko sanacijo strehe objekta. Pred energetsko sanacijo strehe objekta je potrebno preveriti in pregledati ustrezno nosilnost nosilnih profilov na strehi celotnega objekta.

### **8.2.1 Priporočila in zakonodajne zahteve pri izbiri fasade in izolacijskih materialov**

Pri izbiri fasade danega objekta je potrebno upoštevati zakonodajne zahteve za pravilno izbiro ustreznega izolacijskega materiala. Pri tem sta obligatorna dva zakonodajna vidika, katera mora projektant pri izbiri ustreznega izolacijskega materiala upoštevati.

Prvi vidik je Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, kjer je potrebno pri energetske sanaciji zadostiti celotno zunanjo steno ustreznemu prehodnostnemu koeficientu ( $W/m^2K$ ).

Drugi zelo pomemben vidik pri tovrstnih objektih pa je požarni vidik, kjer mora usmeritve glede ustreznega izolacijskega materiala iz vidika požarne odpornosti predpisati projektant požarne študije, ki predpiše kakšno požarno odpornost mora imeti predvideni izolacijski material, glede na požarne zahteve danega objekta.

## **8.3 Zamenjava vseh energetsko slabih zunanjih vrat in oken ter vseh notranjih vrat, kjer so izvedeni prehodi iz ogrevanih delov v ledeno dvorano**

V sklopu energetske prenove celotnega ovoja in stavbnega pohištva sodijo tudi vsa zunanja vrata in okna ter notranja vrata, kjer so iz ogrevanih prostorov izvedeni prehodi v ledeno dvorano.



Priporoča se, da se pri vgradnji ustreznih energetskih vrat in oken upošteva Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah iz leta 2010.

Prav tako je potrebno pri vseh notranjih vratih za ledeno dvorano upoštevati enak kriterij za toplotne lastnosti predvidenih vrat kot za zunanja vrata.

### **8.3.1 Priporočila kvalitetno za vgradnjo stavbnega pohištva kot so zunanja okna in vrata po smernicah RAL montaže**

Zelo pomemben vidik pri energetski sanaciji objektov je tudi kvalitetna vgradnja celotnega stavbnega pohištva kot so okna, vrata ter ostali stekleni deli. Brez kvalitetne vgradnje in strokovnega tesnenja vgrajenih oken in vrat so energetski učinki toplotne sanacije le delni. Toplotne izgube pri nestrokovni vgradnji energetsko učinkovitih oken so kljub vsemu lahko zelo veliki in pomembno vplivajo na delovanje stavbe.

V klasični vgradnji oken uporabljamo običajno poliuretansko peno, medtem ko se pri t.i. RAL montaži uporabljajo različni tesnilni trakovi, s katerimi zagotovimo, da bo notranji stik okvirja in stene zrakotesen in paro neprepusten, osrednji del toplotno zaščiten, zunanji del pa prepusten za paro. Neobdelani stiki med oknom in zidom vodijo v področje kondenzacije vodne pare. Tesnjenje samo z zunanje strani razmere še poslabša, če uporabimo difuzijsko zaprte materiale. Pozornost je potrebno posvetiti tudi toplotnim mostovom na špaletah, pri čemer moramo strokovno izvesti konstrukcijo celotnega stika in okenske police in stene v neposredni bližini oken. Pri pravilni RAL montaža je potrebno izvajati tesnjenje v treh ravninah.



*Slika 18: Primer vgradnje okna po smernicah RAL montaže s tesnjenjem okna v treh ravninah*

## **8.4 Toplotna izolacija vseh notranjih sten, ki mejijo na ledeno dvorano**

Velike transmisijske toplotne izgube se pojavljajo tudi na vseh notranjih stenah in vratih, ki mejijo na ledeno dvorano. Zato bi bilo potrebno vse notranje stene, ki mejijo na ledeno dvorano ustrezno toplotno izolirati po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah, kjer bi se za izhodišče vzelo enako debelino toplotne izolacije kot so predpisane pri zunanjih stenah, saj je temperatura v ledeni dvorani konstantno skozi celo leto zelo nizka.

Še posebej problematična je stena med malo dvorano in ledeno dvorano, kjer so toplotne izgube v mali dvorani zelo velike. Obenem ogrevanje v mali dvorani ne zadošča za zadostno pokrivanje toplotnih izgub. Stena med malo in veliko dvorano je iz lahke 5 centimetrov debele montažne stene, brez toplotne izolacije, zato je sanacija te stene nujno potrebna, da se zmanjšajo toplotne izgube v mali dvorani ter poveča udobje in zagotavljanje ustreznih temperatur.

Prav tako bi bilo potrebno v sklopu toplotne izolacije vgraditi tudi energetske učinkovite vrata za vhod iz drugih prostorov v ledeno dvorano.

### **8.5 Vgradnja termostatskih ventilov in termostatskih glav na celotno radiatorsko ogrevanje ter hidravlično uravnoteženje celotnega ogrevalnega sistema**

Za celotno radiatorsko ogrevanje se predvidi vgradnja termostatskih ventilov in termostatskih glav, kar bo omogočalo natančno kontrolirano lokalno temperaturno regulacijo po posameznih prostorih.

S kontrolirano lokalno temperaturno regulacijo se lahko udobje poveča, saj se prostori ne morejo pregrevati, poleg tega pa so zaradi kontrolirane temperature možni kar precejšnji prihranki na toplotni energije ob zagotavljanju boljšega toplotnega ugodja.

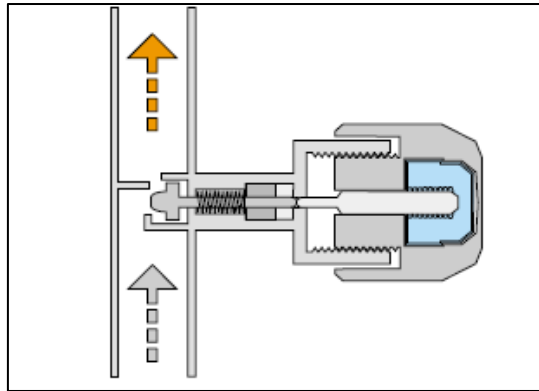
Glede na funkcionalnost objekta se priporoča, da se vgradi termostatske glave, ki imajo varovalo proti kraji.

V sklopu sanacije ogrevalnega sistema je potrebno preveriti ogrevanje celotnega radiatorskega ogrevanja glede zagotavljanja ustreznega ogrevanja po celotnem objektu. Projektno je potrebno predvideti ustrezne hidravlične ventile in potrebno število za balansiranje posameznih vej.

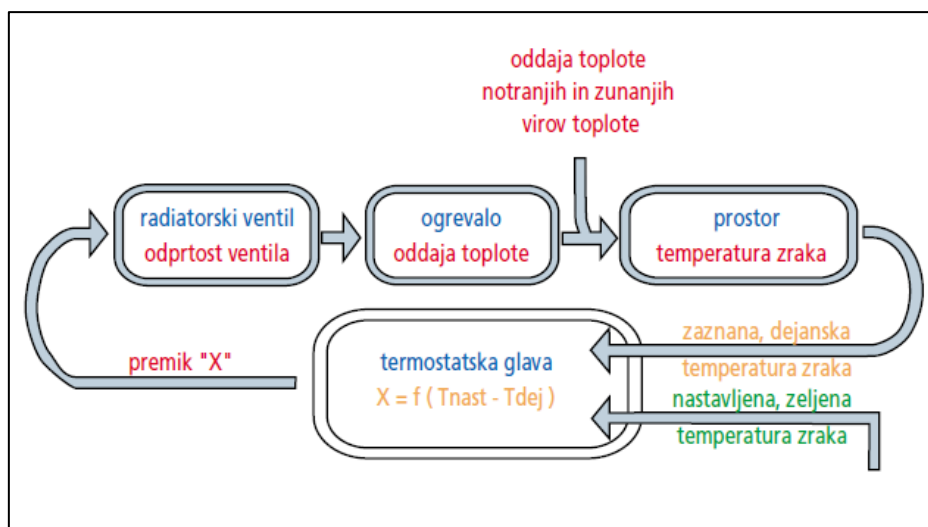
#### **8.5.1 Delovanje termostatskih ventilov**

Termostatski ventili so lokalni regulatorji prostorske temperature, ki delujejo proporcionalno brez pomožne energije, kjer je hod ventila premo sorazmeren spremembi temperature v prostoru. Vsa grelna telesa morajo imeti vgrajene termostatske ventile ali druge elemente za regulacijo prostorske temperature zraka s proporcionalnim območjem 1K, če je uporabljena površina prostora večja od 6 m<sup>2</sup>.

Termostatski ventil je sestavljen iz ventila, regulatorja in tipala, ki tipa temperaturo zraka v prostoru. Termostatski ventil se odpira in zapira glede na tipanje temperature v prostoru. V primeru, da imamo nastavljeno termostatsko glavo na 22°C in imamo v prostoru temperaturo 18°C, potem je termostatski ventil v celoti odprt. V primeru, da imamo v prostoru temperaturo 24°C, pa je termostatski ventil zaprt.



Slika 19: Prerez termostatskega ventila in termostatske glave

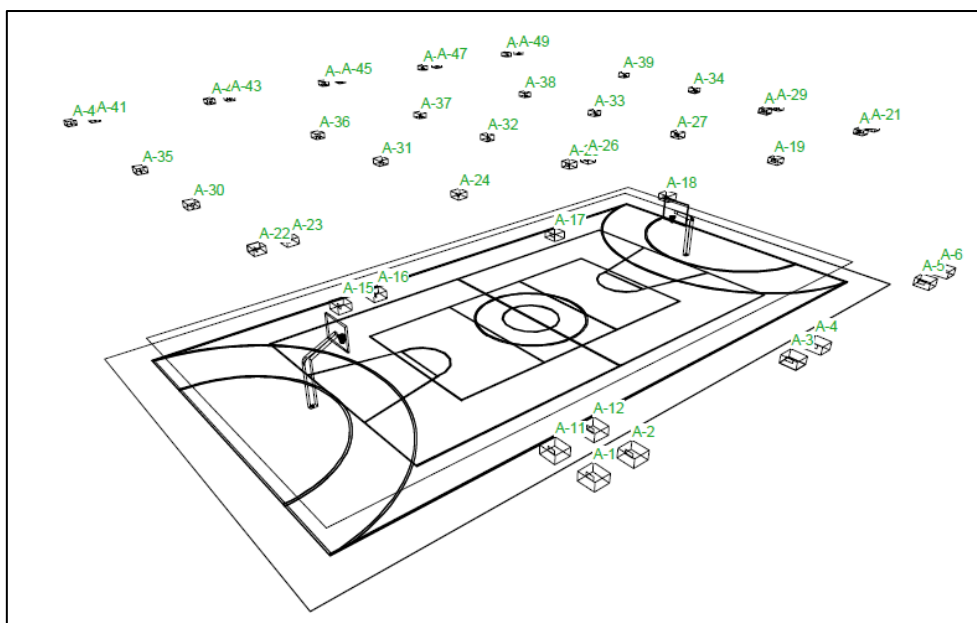


Slika 20: Shematski prikaz delovanja termostatskih ventilov

## 8.6 Vgradnja energetske varčne razsvetljave v mali in veliki dvorani ter ostalem delu objekta

Zaradi potrebne funkcionalnosti obeh dvoran so zelo visoki standardi za osvetljenost. Zahtevanih kriterijev po ustrezni osvetljenosti tako košarkarska kot tudi ledena dvorana ne izpolnjujeta v zadostni meri, prav tako pa je obstoječa razsvetljava energetske zelo potratna.

Predlaga se celotno rekonstrukcijo razsvetljave z energetske varčno razsvetljavo. Obenem se ob rekonstrukciji razsvetljave zadosti vsem potrebnim tehničnim normativom za zagotovitev zadostne osvetljenosti.



Slika 21: Primer predvidene razmestitve varčne razsvetljave v mali dvorani

## 8.7 Dobava in vgradnja celotnega sistema za vgradnjo amonijeve črpalke NH<sub>3</sub>/NH<sub>3</sub>/voda

Glede na energetske potrebe celotnega objekta in že razpoložljive vire je v objektu možno vgraditi amonijevo črpalko z visokim grelnim številom med 6,87 do 9,24 za segrevanje ogrevne vode. To pomeni, da se iz vložene kilovata električne energije pridobi 6,5 kW toplotne energije. Poraba koristno pridobljene energije se v objektu predvidi za potrebe ogrevalnega sistema.

Izkoristek in toplotna moč amonijeve črpalke je močno odvisna od ogrevalnega režima. Pri nižjem temperaturnem režimu se po podatkih proizvajalca toplotnih črpalk izkoristek in ogrevalna moč črpalke poveča.

Qo=	<b>200,3</b>	kW	Qo=	<b>214,3</b>	kW
Pe=	34,1	kW	Pe=	26	kW
Qk=	234,1	kW	Qk=	240,3	kW
E=	<b>6,87</b>		E=	<b>9,24</b>	
režim tople vode			režim tople vode		
(konvektorji, sanitarna voda)			(konvektorji, sanitarna voda)		
Tvv=	60	°C	Tvv=	50	°C
Tvp=	50	°C	Tvp=	40	°C

Že pred pripravo energetskega pregleda je bila narejena tehnična preverba velikosti predvidene moči amonijeve črpalke. Po izvedenem energetskem pregledu se je kot posledica vseh predvidenih ukrepov za energetsko sanacijo toplotna moč amonijeve črpalke zmanjšala in prilagodila glede na razpoložljive kapacitete.

Tehnični podatki za amonijsko črpalko so povzeti:

Toplotna črpalka, sestavljena iz batnega kompresorja SABROE z brezstopenjsko regulacijo kapacitete menjalnika  $\text{NH}_3/\text{NH}_3$ , menjalnika  $\text{NH}_3/\text{voda}$ , kompletno z vso armaturo in avtomatiko ter KRO. Agregat je pripravljen na vključitev na CNS.

Kapaciteta gretja	200,3 kW
Porabljena energija	34,1 kW
Izvor toplote	hladilni sistem $\text{NH}_3$ ; $T_k = +25^\circ\text{C}$
Grelno število	6,87
Hladilni medij	$\text{NH}_3$
Temperatura izparevanja	$+20^\circ\text{C} / +3^\circ\text{C}$
Temperatura kondenzacije	$+65^\circ\text{C}$
Temperatura ogrete vode	$+50^\circ\text{C} / +60^\circ\text{C}$

Predvideni čas obratovanja toplotne črpalke in letna proizvedena toplota:

			del.čas TČ			
	ur/dan	dni	ur			
avgust	4	30	120	sanitarna voda		
september	4	30	120	sanitarna voda		
oktober	6	30	180	ogrevanje/sanitarna voda		
november	12	30	360	ogrevanje/sanitarna voda		
december	12	30	360	ogrevanje/sanitarna voda		
januar	12	30	360	ogrevanje/sanitarna voda		
februar	12	30	360	ogrevanje/sanitarna voda		
marec	6	30	180	ogrevanje/sanitarna voda		
april	4	30	120	sanitarna voda		
maj	4	30	120	sanitarna voda		
			2.280			
Letno proizvedena toplota:			<b>533.748</b>	<b>kWh</b>		$T_{vv}/T_{vp}=60^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$
Letno proizvedena toplota:			<b>547.884</b>	<b>kWh</b>		$T_{vv}/T_{vp}=50^\circ\text{C}/40^\circ\text{C}$

## 8.8 Obnova kondenzatorjev na hladilnem sistemu

V objektu je vgrajen že dokaj star hladilni sistem, ki ima vklop kondenzatorjev preko tlačnega stikala. Ko se vklopijo kondenzatorji, se pri tem poveča konična moč električne energije. Da bi zmanjšali konično obremenitev električne energije je zelo priporočljivo, da bi se kondenzatorji zamenjali z novimi, ki imajo vgrajeno frekvenčno regulacijo. Z izvedenih učinkom se lahko zmanjša konična obremenitev ter skupna poraba električne energije za delovanje hladilnega sistema.

## 8.9 Razširitev centralnega nadzornega sistema in vgradnja informacijskega sistema za energetski management v sklopu CNS-sistema

Potrebna je razširitev postavljenega centralnega nadzornega sistema, ki trenutno pokriva le hladilno strojnico. Na centralni nadzorni sistem je smiselno povezati vse glavne energetske sisteme, kot so toplotna podpostaja ogrevanja in priprave sanitarne tople vode, predvidene prezračevalne naprave, razsvetljavo objekta ter v sklopu CNS sistema vzpostaviti program za energetski menedžment.

S pomočjo uvedbe programa za energetski management bi bilo možno zelo enostavno spremljati in voditi energetske knjigovodstvo vseh objektov s katerimi upravlja Javni zavod Šport Ljubljana. Podatki o porabi energije, konstantnosti in nihanjih bi bili dostopni celotnemu vodilnemu osebju za vse objekte ob vsakem trenutku.

S programom za energetski management bi bilo možno izvajati ciljno spremljanje porabe energije ter optimizacije procesov. Program omogoča avtomatizirano pobiranje podatkov o porabi energije za vse priključene merilnike energentov.

Namen uvedbe informacijskega sistema za upravljanje z energijo je pregled in spremljanje energetskih tokov, ki so določeni na podlagi dejanskih odčitkov iz merilnikov, ter obvladovanje rabe energije in s pomočjo njenega ciljnega spremljanja, tudi njeno znižanje (od 2 do 5%). Spletna aplikacija za spremljanje in upravljanje z energijo omogoča spremljanje energetske učinkovitosti in indentifikacijo varčevalnih potencialov. S pomočjo grafičnega prikaza zajetih in analiziranih podatkov je omogočen enostaven pregled nad rabo energije v objektih. Sistem je zasnovan tako, da samodejno zbira, shranjuje in analizira podatke o rabi energije, ki so pridobljeni s pomočjo posameznih podsistemov za energetski management.

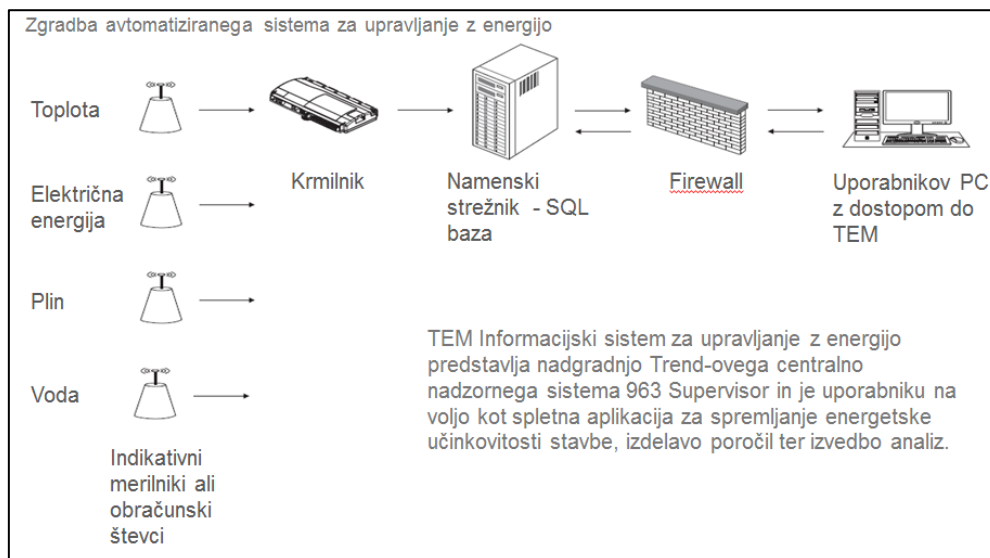
Program za energetski management vsebuje naslednje funkcionalnosti:

- zajem, shranjevanje in obdelava podatkov zajetih na lokaciji,
- medsebojne povezave več podatkovnih točk z grafično prikazanim potekom vrednosti kot razmerjem primerjanih veličin,
- zajem in obdelava podatkov do 500 podatkovnih točk,
- aplikacija omogoča sočasno uporabo 10 uporabnikom,
- grafičen prikaz rezultatov analize v obliki črtnih in stolpčnih grafikonov,
- omogočena je analiza rabe energije in določitev trendov,
- izdelava poročil za namene spremljanja rabe energije in z njo povezanih stroškov,
- primerjava trenutne porabe posameznega energenta s porabo iz preteklosti in s porabo, ki je bila definirana kot ciljna,
- izračun temperaturnega primanjkljaja,
- možnost uvoza podatkov iz CSV datotek kot nadgradnja obstoječi merilni opremi,
- izvoz podatkov v CSV datotekah,
- integracija s SAP sistemom,
- avtomatsko pošiljanje poročil o izjemah ali napakah pri delovanju energetskega sistema po elektronski pošti ter
- več nivojska dodelitev uporabniških pravic (uporabnik, administrator, inženir).

Predvidena je oprema za uvedbo informacijskega sistema za upravljanje z energijo:

- Aplikacija za energetski management
- Konfiguracija za energetski management
- Vgradnja ustreznega krmilnika oz. več krmilnikov

Ta ukrep je potrebno izvesti za vse športne objekte ter narediti analizo cen med posameznimi objekti glede na enoto dobavljene energije oz. energenta.



Slika 22: Shematski prikaz avtomatiziranega nadzora nad porabniki energije

### 8.10 Vgradnja potrebnih merilnih naprav za spremljanje porabe energije

Potreben predpogoj za uvedbo energetskega knjigovodstva je, da se vsa energija, ki se v objektu porablja, meri preko števcov. Prav tako je zaželeno, da se posamezni večji porabniki merijo s parcialnimi števci.

Nujen pogoj iz vidika zakonske obveze in iz vidika preglednosti je, da se vgradijo ločeni elektro števci za porabo električne energije za Kopališče Tivoli in Športni park Tivoli.

Za uspešno vzpostavitev energetskega knjigovodstva se v grobem predvidi:

- Merilnik hladilne energije
- Merilnik toplotne energije in merilnik porabe sanitarne tople vode
- Parcialni merilniki za porabo električne energije razsvetljave in prezračevanja

### 8.11 Vgradnja ločenega razvoda sanitarne hladne in tople vode za tuše

Pri tuših je ključni problem, da je do njih izveden razvod zmešane hladne in tople vode. Pri določenih tuših je prišlo do okvar, kjer je mešalni ventil mešal preveč tople vode, tako da je bilo na mrzli vodi temperatura preko 20 °C, kar iz vidika preprečevanja bakterije Legionelle ni ustrezno. Ob predvidenih sanacijah se priporoča, da se do vseh armatur za tuše izvede ločene razvode tople in hladne vode, kjer si uporabniki ustrezno temperaturo vode zmešajo sami z armaturno pipo.



### **8.12 Izolacija vseh neizoliranih razvodov ogrevalnega sistema po celotnem objektu**

Predvidi se toplotna izolacija na vseh neizoliranih razvodnih ogrevalnega sistema po objektu. V sklopu vgradnje termostatskih ventilov in izolacije razvodov, kjer ni zaželeno ali potrebno ogrevanje, se ogrevanje prostorov po posameznih prostorih lahko izvaja bolj kontrolirano, kjer so možni prihranki do 15%, hkrati pa se zagotovi boljše udobje. Ob vgradnji termostatskih ventilov in termostatskih glav je potrebno na termostatskih ventilih izvesti prednastavitev pretokov glede na toplotno moč radiatorjev.

### **8.13 Povezava vseh energetskih sistemov in razsvetljave na centralni nadzorni sistem**

V letošnjem letu se je na novo vgradil centralni nadzorni sistem, ki trenutno pokriva le majhen del energetskih naprav in opreme. Priporoča se, da se na centralni nadzorni sistem poveže vse energetske sisteme in naprave ter tudi razsvetljavo.

Cilj povezave na centralni nadzorni sistem je izboljšanje nadzora in pregleda na delovanjem naprav in opreme ter hitrejšega signaliziranja napak ali nepotrebnega trošenja energije.

### **8.14 Predvidi se vodo hlajenje namesto hlajenja z glikolom**

V objektu se določeni prostori hladijo z glikolom, ki iz stališča prenosa energije ni najbolj učinkovit sistem hlajenja. Zato naj se v celoti predvidi vodno hlajenje, ki bo energetsko bolj učinkovito od glikolnega hlajenja.

### **8.15 Preuči se izvedljivost in ekonomska upravičenost vgradnje sončne elektrarne**

Upravitelj objekta je pridobil določene ponudbe za postavitve sončne elektrarne na streho objekta.

Pred vgradnjo sončne elektrarne je potrebno poleg ustrezne orientacije objekta preveriti tudi naslednje:

- V prvi vrsti je nujno potrebno pri postavitvi sončne elektrarne preveriti statično nosilnost strehe in ustrezno življenjsko dobo strehe, ki naj ima vsaj tolikšno ali daljšo življenjsko dobo kot jo imajo fotovoltaični paneli.
- Preveriti požarno odpornost strehe in od strani izdelovalca požarnega izkaza ali požarne študije objekta dobiti pozitivno mnenje glede ustrezne požarne odpornosti v primeru požara na strehi.
- Preveriti optimalno usmerjenost za učinkovito delovanje sončne elektrarne.

### **8.16 Vgradnja zunanjskega senčenja na steklenih površinah**

Po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah je potrebno iz vidika preprečevanja pregrevanja objektov v poletnem času imeti na objektu vgrajena kvalitetna zunanja senčila, ki preprečujejo pregrevanje objekta.



## **9. Pregled ukrepov učinkovite rabe energije**

V tabeli je narejen povzetek vseh predlaganih ukrepov za učinkovito rabo energije celotnega objekta. Predlagani ukrepi so razdeljeni v prioritete razrede glede na nujnost izvedbe predlaganih ukrepov. Glede nujnosti predlaganih ukrepov je pomembno vlogo pri postavitvi prioritet imel vidik zagotavljanja zanesljivosti delovanja.

Tabela 12: Prednostna lista ukrepov učinkovite rabe energije (URE)

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok let	Prioriteta
		Toplota W <sub>t</sub>	Elektrika W <sub>e</sub>	Voda	Letni prihranek			
		MWh/a	MWh/a	m <sup>3</sup>	EUR/a			
A	ORGANIZACIJSKI UKREPI							
1.	*Zagotoviti izklapljanje aparatov in opreme, kadar niso v uporabi - preko osebne kontrole in preko predvidenega CNS sistema *Zagotoviti končno kontrolo v objektu, da se preveri obratovanje oz. izklop naprav in opreme ob koncu delovnega časa - preko predvidenega centralnega nadzornega sistema; *Vpeljati energetsko knjigovodstvo v objektu s spremljanjem redne mesečne porabe po posameznih porabnikih (ogrevanje, sanitarna topla voda, sanitarna hladna voda, elektrika) - preko programskega orodja za energetski menedžment; *Zagotoviti ustrezno vzdrževanje naprav in opreme, ki omogoča optimalno obratovanje; *Pravilno izvajanje ogrevanja, hlajenja in prezračevanja objekta, * Upravitelj izvede natančno revizijo pogodbe o dobavi električne energije in preveri cene na trgu pri drugih ponudnikih	2,47	18,56	26,94	1.408,25	5.500,00	3,9	I
B	INVESTICIJSKI UKREPI							
2.	Rekonstrukcija strojnih instalacij							
2.1	Centralno klimatizirano prezračevanje z izkoriščanjem odpadne toplote z rekuperatorjem in rotacijskim regeneratorskim - zajema prezračevanje male dvorane, prezračevanje velike dvorane, prezračevanje garderob male in velike dvorane in garderob v kleti	493,37	0,00		26.606,40	640.000,00	24,1	I
2.2	Vgradnja termostatskih ventilov intermostatskih glav na celotno radiatorsko ogrevanje in hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema - v oceni upoštevano 120 kpl termostatskih ventilov in termostatskih glav po 50 EUR/kpl in 10 posameznih balansirnih vej po 300 EUR/kpl	24,67			1.330,32	9.000,00	6,8	I
2.4	Dobava in vgradnja celotnega sistema za vgradnjo amonijeve črpalke NH <sub>3</sub> /NH <sub>2</sub> /voda in vgradnje 10m <sup>3</sup> izoliranega zalogovnika - ocena obratovanja črpalke pri polni nazivni moči 1.100 ur/leto	440,00	-55,64		20.023,69	170.000,00	8,5	II
2.5	Obnova kondenzatorjev na hladilnem sistemu	61,67			3.325,80	45.000,00	13,5	II
2.6	Izolacija vseh neizoliranih razvodov ogrevalnega sistema po celotnem objektu, s poudarkom na razvodih, ki so izvedeni po neogrevanih prostorih	8,39			452,31	5.500,00	12,2	I
2.7	Energetska ureditev ogrevalnih razvodov za klimate velike in male dvorane, ter klimate za garderobe - cevne povezave, armature, energetske črpalke, avtomatika	14,80	11,13		1.539,57	20.000,00	13,0	I
3.	Energetska sanacija razsvetljave male in velike dvorane z vgradnjo varčne razsvetljave		185,57		12.356,24	150.000,00	12,1	II
4.	Sanacija toplotnega ovoja in stavbnega pohištva							
4.1	Energetska sanacija fasade in stavbnega pohištva v sklopu fasade; v oceni so predvidena ALU okna in vrata v aluminijastih fasadnih stenah, ki ustrezajo PURES	690,72	92,79		43.427,08	1.771.095,40	40,8	I
4.2	Energetska sanacija stene med malo in veliko dvorano, zaradi velike temperaturne razlike med malo in veliko dvorano - (ocena 228.3362,00 EUR) ter notranja vrata in okna, ki mejijo ogrevane prostore na ledeno dvorano - (ocena 182.479,00 EUR)	172,68	27,84		11.165,68	410.535,00	36,8	I
4.3	Toplotna izolacija stropa celotne dvorane	185,01	74,23		14.919,90	365.300,00	24,5	I
4.6	Zamenjava notranjih vrat med hladnimi in toplimi prostori							
5.	Vgradnja novih tehnologij							
5.1	Razširitev centralnega nadzornega sistema in vpeljava informacijskega sistema za spremljanje in upravljanje z energijo - program za energetski management	19,73	0,00	134,68	1.262,24	50.000,00	39,6	II
SKUPAJ		2.113,52	354,48	161,61	137.817,48	3.641.930,40	26,4	
6.	Drugi ukrepi, ki so potrebni iz vidika funkcionalnosti objekta in ne prinesejo prihrankov energije							
6.1	Vgradnja ločenega razvoda sanitarne hladne in tople vode za tuše; preurediti sanitarno vodo za garderobe velike dvorane, male dvorane					128.000,00		
SKUPNA INVESTICIJSKA VREDNOST VSEH UKREPOV						3.769.930,40		
OPOMBA: sedanja kapaciteta prezračevanja obeh dvoran in garderob ni ustrezna in ne zadošča Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji v stavbah. Projektno bo potrebno prezračevalne količine precej povečati, da bodo ustrezale veljavnemu Pravilniku. To sicer pomeni nekoliko več energije, ki pa se bo z rekuperacijo v 70 - 80% vrnila nazaj v prostor. Zaradi tega, ker se bo standard ogrevanja, prezračevanja in razsvetljave glede na obstoječe stanje objekta in veljavno zakonodajo in standarde nekoliko dvignil, razlika sedanje rabe energije in končni prihranki ne pomenijo dejanskih stroškov po energetski sanaciji, temveč bodo ti stroški nekoliko višji.								

Tabela 13: Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom do 5 let

POVZETEK ZA UKREPE Z VRAČILNIM ROKOM DO 5 LET			prihranek od skupne letne porabe
letni prihranek električne energije	18,56	MWh/a	1,00%
letni prihranek toplotne energije	2,47	MWh/a	0,10%
letno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	10,65	ton/a	0,59%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	1.408,25	€/a	0,48%
skupni znesek potrebnih investicij	5.500,00	€	
<b>povprečni vračilni rok</b>	<b>3,91</b>	<b>let</b>	

Tabela 14: Povzetek vseh predlaganih ukrepov

POVZETEK VSEH PREDLAGANIH UKREPOV			prihranek od skupne letne porabe
letni prihranek električne energije	354,48	MWh/a	19,10%
letni prihranek toplotne energije	2.113,52	MWh/a	85,68%
letno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	885,34	ton/a	49,25%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	137.817,48	€/a	46,53%
skupni znesek potrebnih investicij	3.641.930,40	€	
<b>povprečni vračilni rok</b>	<b>26,43</b>	<b>let</b>	