

ENERGETSKO UČINKOVITA PRENOVA OBJEKTOV POKRITEGA OLIMPIJSKEGA BAZENA IN LETNEGA KOPALIŠČA V KRANJU

mag. Blaženka POSPIŠ PERPAR, Primož KUNŠIČ,
mag. Jože TORKAR, Tone SUŠNIK



POVZETEK

V okviru projekta Pogodbeno financiranje ukrepov za učinkovito rabo energije v Mestni občini Kranj smo izvedli ukrepe za znižanje rabe energije in vode v objektih pokritega olimpijskega bazena in letnega kopališča v Kranju. Zamenjali smo energetsko neučinkovite prezračevalne naprave s sodobnimi in poskrbeli za avtomatsko vzdrževanje predpisanih oziroma kar najboljših pogojev v vseh bazenskih prostorih. Vgradili smo napravo za membransko filtracijo vode, s katero zagotovimo 70-odstotno vračanje vode za pranje filtrov, s temperaturo 28 °C, v sistem. S sistemom daljinskega nadzora smo omogočili zanesljivo in učinkovito upravljanje. Prihranki energije in vode, ki smo jih dosegli v prvih štirih mesecih po uvedbi ukrepov, so v okviru pogodbeno zagotovljenih, in sicer poraba kurilnega olja se je znižala za več kot polovico, poraba vode za pranje filtrov pa za 70 %. Povečanje rabe električne energije je manjše od predvidenega in znaša 15 %. S preureditvijo kotlovnice z ekstra lahkega kurilnega olja na zemeljski plin, z zamenjavo obstoječih dotrajanih kotlov s kondenzacijskimi, z uvedbo regulacije ter uvedbo sistema daljinskega nadzora in upravljanja nad vsemi ukrepi, ki se izvaja v tem času, pa bodo prihranki energije in vode v sistemu še večji.

1 UVOD

Mestna občina Kranj (MOK) je ena izmed enajstih mestnih občin v Sloveniji. Po svoji površini je na osmem mestu med vsemi mestnimi občinami in na 49. mestu med vsemi občinami v Sloveniji. S približno 52.000 prebivalci zaseda tretje mesto po številu prebivalcev v Sloveniji. Mesto ima dolgoletno športno tradicijo. Kranj ima 165 športnih objektov, največji med njimi so v Športnem centru Kranj, upravlja pa jih Zavod za šport Kranj.

Objekti Športnega centra Kranj so bili vključeni v pilotni projekt *pogodbenega financiranja ukrepov za učinkovito rabo energije*. MOK je začela projekt izvajati leta 2002 s podjetjem El-tec Mulej, d. o. o., Bled, ki je bilo izbrano na javnem razpisu.

V začetku izvajanja projekta smo izvedli ukrepe za znižanje rabe energije v devetih objektih od štirinajstih, kolikor jih je bilo na pogodbenem seznamu, večinoma so bile to šole, vrtci in objekt Mestne občine Kranj. Dobri rezultati v prvih obračunskih obdobjih so nas vzpodbudili, da smo se lotili tudi kompleksnejših pogodbenih objektov v Športnem centru Kranj.

2 STANJE PRED UVEDBO UKREPOV

Podrobneje smo analizirali porabo objektov pokritega olimpijskega bazena in letnega kopališča Kranj, ki je prikazana v *tabeli 1*.

Tabela 1: Raba energije in vode v pokritem olimpijskem bazenu in letnem kopališču Kranj

Energent	Povprečna letna poraba (2005–2007)	
Električna energija	769.118 kWh	
Ekstra lahko kurilno olje	361.584 l	3.615.840 kWh
Voda za pranje filtrov	25.500 m ³	

Skupaj z upravljavcem bazena smo ugotovili, da bo zaradi dotrajanosti potreben poseg v sistem klimatizacije in kotlovnico, bistvene prihranke pa bi lahko dosegli tudi na področju membranske filtracije vode. Ker v podjetju nismo strokovnjaki na vseh posameznih področjih, ki smo jih pregledovali, smo se posvetovali z različnimi izvajalci, projektanti in dobavitelji opreme. Izkazalo se je, da lahko računamo na ozko specializirane strokovnjake, nihče pa ne nudi celovite rešitve. To nam je predstavljalo dodaten izziv.

2.1 Sistem klimatizacije

Pri analizi obstoječe klimatizacijske naprave je bilo ugotovljeno, da ta ne ustreza normam za klimatizacijo zaprtih bazenskih prostorov. Naprava je imela regenerativni način vračanja energije. Tak način vračanja toplote omogoča tudi vračanje latentne toplote (vlage) iz odtočnega na vtočni zrak, kar je sicer zaradi zmanjšanja potreb po vlaženju vtočnega zraka pozimi zaželeno pri klimatizaciji in prezračevanju bivalnih prostorov, pri klimatizaciji bazenskih prostorov pa ni smiselno. Vodna površina bazena namreč predstavlja izvor vlage, tako da je pri bazenih potrebno večje ali manjše odvajanje vlage iz prostora. Tako je za razvlaževanje potrebna večja količina dodanega zunanjega zraka kot pri napravi, ki razvlažuje bazenski prostor brez vračanja vlage. Obstoječa naprava tudi ni imela zvezne regulacije količine svežega zunanjega zraka ter zvezne regulacije skupne količine vtočnega in odtočnega zraka.

Ker smo želeli ugotoviti realno stanje, ki ga z obstoječimi napravami dosegajo v bazenskem prostoru, smo z zunanjim sodelavcem izvedli meritve temperature zraka v prostoru in vlažnosti zračnih tokov v prezračevalni napravi (zunanji, odtočni in vtočni zrak za regeneratorjem). Meritve so potekale neprekinjeno od 12. 11. 2004 do 6. 1. 2005.

Izkazalo se je, da je prezračevalna naprava delovala neprekinjeno, in sicer stalno s 100-odstotnim dovodom svežega zraka. Kakovost zraka je bila sicer zelo dobra, vendar je bila vlažnost prenizka, meritve so pokazale celo vlažnost pod 30 %. To s stališča rabe energije in občutka ugodja ljudi ni sprejemljivo ter tudi ni v skladu z normativi in s priporočili.

Soizvajalec meritev nam je posredoval tudi izračune temperaturnega učinka naprave, ki je znašal 38,4 %, in analogno učinek vračanja vlage, ki je znašal v povprečju 9,5 %.

2.2 Voda za pranje filtrov

Sestava porabe vode pri obratovanju bazenov je takšna¹:

- pranje filtrov: 45–50 %,
- prhe 20–25 %,
- dopolnjevanje bazena: 10–15 %,
- izhlapevanje: 8–10 %,

¹ Dieter Bromund: Schlammwasseraufbereitung – oder mehr? Entscheidend ist das Gesamtkonzept, A. B. Archiv des Badewesens, 03/03.

- meritve: 3–6 %,
- čiščenje: 1–2 %.

Največji del porabe predstavlja voda za pranje filtrov. Po evidenci upravljavca bazena se je za pranje filtrov v zimskem bazenu porabljal od 70 do 140 m³ vode na dan. Poleg stroška za vodo je treba upoštevati tudi energijo, ki je potrebna za segrevanje vode z 12 na 27–29 °C, na kolikor mora biti ogreta bazenska voda.

Odpadna voda od pranja bazenskih filtrov vsebuje širok spekter trdnih delcev odmrlih mikroorganizmov, organskih in mineralnih trdnih delcev ter raztopljenih organskih in mineralnih snovi, kot so THM, nitrati, Al, AOX, ki so zdravju škodljivi. Regeneracijo oz. čiščenje takih vod je mogoče izvesti z uporabo membranske tehnologije. Ta se v Evropi že uporablja, v Sloveniji pa se je do sedaj uporabljala le v farmacevtski industriji. Tehnologija je po učinkovitosti, izboru tipov membran, konstrukcijskih materialov, življenjski dobi in načinu vodenja oz. obratovanja lahko precej različna. Pri izboru naprave je treba upoštevati vse te parametre².

Obratovanje naprave za regeneracijo bazenske vode je predvideno 16 ur na dan, in sicer v času, ko se peščeni filtri ne perejo.

Napravo sestavljajo tri enote. Enota za predfiltracijo grobih delcev z zaščitnimi filtri zagotavlja izločanje trdnih delcev do stopnje bistrosti. Enota za nanofiltracijo z membranskimi moduli zagotavlja izločanje raztopljenih škodljivih snovi v vodi, znižuje pa tudi karbonatno trdoto vode. Enota s sterilnimi filtri pa zagotavlja dodatno mikrobiološko oviro.

Proizvajalec naprav je pilotno napravo testiral zaradi optimalnega izbora membran in parametrov obratovanja v pokritem olimpijskem bazenu v Kranju. Opravil je tudi meritve prečiščene vode pri Zavodu za zdravstveno varstvo Kranj. Meritve so pokazale dobre rezultate, zato je na osnovi določenih parametrov izdelal ponudbo za postavitev naprave za membransko filtracijo vode za pranje filtrov za pokriti olimpijski bazen in letno kopališče v Kranju.

2.3 Kotlovnica

V kotlarni so za proizvodnjo toplote vgrajeni trije kotli moči po 580 kW na ekstra lahko kurilno olje. Iz poročil več meritev smo lahko ugotovili, da kotlovsko postrojenje ni delovalo ustrezno in da je bil izkoristek kotlov slab. Posebne regulacije ni bilo, vklop oz. izklop posameznega kotla je bil ročni. Pri prenovi kotlovnice je bilo treba upoštevati tudi zmanjšano moč glede na obnovo sistema klimatizacije.

3 UVEDBA UKREPOV – CELOVITA REŠITEV

V aneksu k osnovni pogodbi o zagotavljanju prihrankov smo se za objekta pokritega olimpijskega bazena in letnega kopališča v Kranju zavezali, da bomo z investicijo v ukrepe na navedenih področjih znižali rabo energije in porabo vode, kot je prikazano v tabeli 2.

Po podpisu aneksa smo pristopili k izdelavi projektov za pridobitev gradbenega dovoljenja in za izvedbo ukrepov za celovito rešitev. Kot smo že omenili v uvodu, je največjo težavo oziroma izziv predstavljalo iskanje celostnih povezav in rešitev.

² Regeneracija odpadnih bazenskih vod po pranju filtrov, Trisep, d. o. o., tehnično poročilo.

Tabela 2: Zagotovljeno znižanje rabe energije in porabe vode v pokritem olimpijskem bazenu in letnem kopališču Kranj

	Enota	Količina
Električna energija	kWh	-245.146
– od tega prezračevalni sistem	kWh	-115.146
– od tega mikrofiltracija	kWh	-130.000
Toplota	kWh	2.045.978
– od tega prezračevalni sistem	kWh	1.589.910
– od tega mikrofiltracija	kWh	456.068
Voda	m³	21.717

3.1 Sistem prezračevanja

Na osnovi ponudb, načrtovanja in prilagajanja celoviti rešitvi smo se skupaj z upravljavcem odločili za sodelovanje s podjetjem Hidria Inženiring, d. o. o., ter vgradnjo dveh klimatskih naprav z rekuperacijo in toplotno črpalko, z integriranim kompresorjem v klimat in zračno hlajenim kondenzatorjem.

Prednosti vgrajenih klimatskih naprav³:

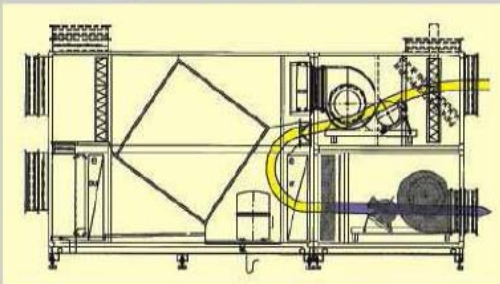
- a) *Izredno učinkovito vračanje odpadne toplote iz bazenskih prostorov.* Odvodni zrak iz bazenov je energijsko zelo bogat, tako s senzibilno toploto (temperatura) kot tudi z latentno toploto (vlaga). Zato je zelo pomembno, da ti toploti čim bolj izkoristimo. V vgrajenih napravah sta v ta namen standardno vgrajeni funkcijski enoti za izkoriščanje odpadne toplote: ploščni rekuperator in toplotna črpalka. Tako imamo zelo malo energijskih izgub, saj dovodni zrak v večini leta ogrejemo z vrnjeno toploto. Dodatni vodni grelnik, ki seveda rabi primarno energijo, se vključuje le ob zagonu naprave ali pri zelo nizkih zunanjih temperaturah.
- b) *Avtomatsko vodenje delovanja naprav skozi vse leto.* Naprave so avtomatsko vodene tako med dnevom kot tudi v različnih letnih obdobjih. Vlago iz vodnih površin je treba odvajati neprekinjeno. Na ta način zaščitimo gradbeno konstrukcijo pred vdorom vodne pare, ki sicer s kondenziranjem v gradbenih elementih že v nekaj letih povzroči resne poškodbe objekta. Količina nastale vodne pare pa je močno odvisna od tega, ali vodna površina v bazenu valovi ali miruje, torej, ali so v bazenu kopalci ali ne. Zato med dnevom ločimo dva režima obratovanja:
 - dnevni režim ali »režim s kopalci«,
 - nočni režim ali »režim brez kopalcev«.

Medtem ko naprave po dnevnem režimu delujejo neprekinjeno, saj morajo poleg zagotavljanja ustreznih temperatur in vlažnosti v prostore stalno dovajati – iz higienskih razlogov – tudi ustrezno količino svežega zraka, v nočnem režimu sicer mirujejo, ob prenizki temperaturi ali previsoki vlagi v prostoru pa vključujejo pa se avtomatsko. Pri tem je pomembno tudi to, da vlažnost v bazenu ni prenizka, po predpisih ne manj kot 40 % relativne vlažnosti in to zaradi naslednjega razloga: pri prenizki vlagi vodne kapljice na koži izredno hitro izhlapevajo, kar nam daje občutek hladu oz. neugodja, čeprav je temperatura zraka ustrezna. Vlago je torej treba regulirati tako, da ni niti previsoka niti prenizka. Režimi delovanja so prikazani na sliki 1.

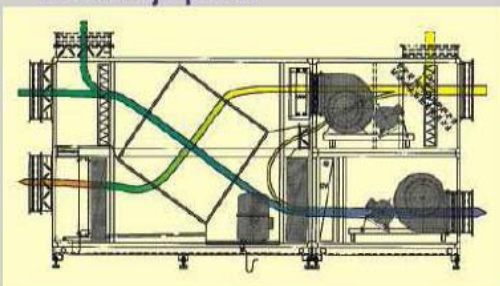
³ Vir: Karel Tiegl, u.d.i.s., skrbnik strateških kupcev; Hidria IMP Klima, PE Klimatske naprave, Vojkova 58, Ljubljana.

Režimi delovanja

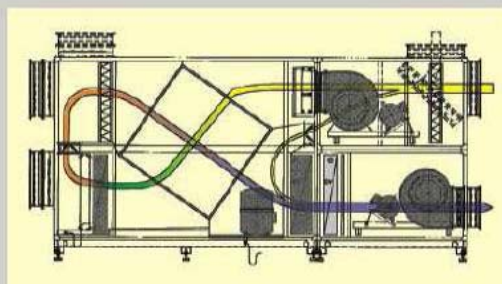
Zagon naprave ali nočni režim pri
prenizki temperaturi



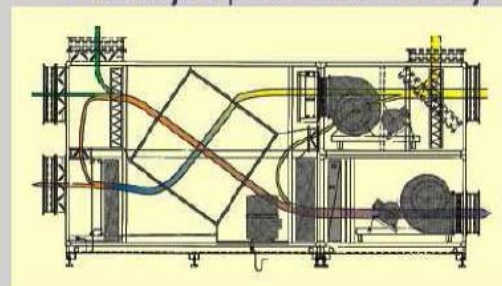
Delovanje poleti



Nočni režim pri previsoki vlažnosti



Delovanje v prehodnem obdobju



Slika 1: Prikaz režimov delovanja novih klimatskih naprav (Hidria IMP Klima)

- c) Zelo dobra korozijska zaščita notranjosti naprav. Zaradi izredno agresivnega zraka v bazenskih prostorih, ki je nasičen s parami klora, so vsi elementi v notranjosti naprav specialno korozijsko zaščiteni, ker lahko le tako dosežemo dolgo življenjsko dobo teh naprav.

Dobavitelj opreme zagotavlja delovanje naprave v naslednjih desetih letih z naslednjimi parametri:

- a) Izkoristek vgrajenega ploščnega rekuperatorja $\eta = 66,9 \%$ ali vrnjeno toplotno moč $Q_{pl,r.} = 93,2 \text{ kW}$, pri vstopnem stanju svežega zraka $T_{sve} = 13,4 \text{ °C}$ in relativni vlagi $\phi = 93,9 \%$, ter vstopnem stanju odpadnega zraka $T_{od} = 28 \text{ °C}$ in relativni vlagi $\phi = 60 \%$.
- b) Vrnjeno toplotno moč kondenzatorja toplotne črpalke $Q_{tc} = 79,2 \text{ kW}$, ob vstopni temperaturi $T_{vst} = 23,2 \text{ °C}$.

Na osnovi teh parametrov smo iz izračunane vrnjene toplote s ploščnim rekuperatorjem in toplotno črpalko lahko zagotovili prihranek v višini 1.590.000 kWh toplote letno.

- c) Porabo električne moči na gredi:

- dovodnega ventilatorja v vrednosti $P_{el} = 10,5 \text{ kW}$ oz. izkoristek delovanja $\eta_{el} = 69,9 \%$ pri eksternem tlaku kanalske mreže 380 Pa,
- odvodnega ventilatorja v vrednosti $P_{el} = 10,5 \text{ kW}$ oz. izkoristek delovanja $\eta_{el} = 69,9 \%$ pri eksternem tlaku kanalske mreže 380 Pa.

d) Porabo električne moči kompresorja v vrednosti $P_{el} = 17,3 \text{ kW}$, pri temperaturi uparjanja $6,6 \text{ °C}$ in temperaturi kondenzacije 50 °C .

Ti parametri pa zagotavljajo doseganje maksimalnega povečanja rabe električne energije zaradi delovanja toplotne črpalke in kompresorja v višini 115.150 kWh letno.

Ob tem moramo poudariti, da veljajo navedene garancije doseganja parametrov le ob rednem vzdrževanju naprav, ki je v pogodbeni dobi odgovornost izvajalca.

3.2 Naprava za regeneracijo bazenske vode

Na osnovi testiranja pilotne naprave za regeneracijo bazenske vode je dobavitelj predložil ponudbo za izvedbo naprave s parametri, prilagojenimi razmeram pokritega olimpijskega bazena in letnega kopališča v Kranju. Pri umeščanju naprave v sistem smo z upravljavcem ugotovili, da je najustreznejše mesto v strojnici letnega kopališča, za učinkovito delovanje pa je bilo treba izvesti še nekaj dodatnih del:

- izgradnjo razbremenilnega 6 m^3 velikega jaška (oziroma povečanje obstoječega), kar je bil poseg, za katerega je bilo treba pridobiti gradbeno dovoljenje;
- izgradnjo povezovalnega cevovoda med letnim kopališčem in pokritim olimpijskim bazenom.

Naprava zagotavlja dve stopnji mikrobiološke ovire v skladu s priporočili standarda DIN 19645 in jo sestavljajo 3 enote:

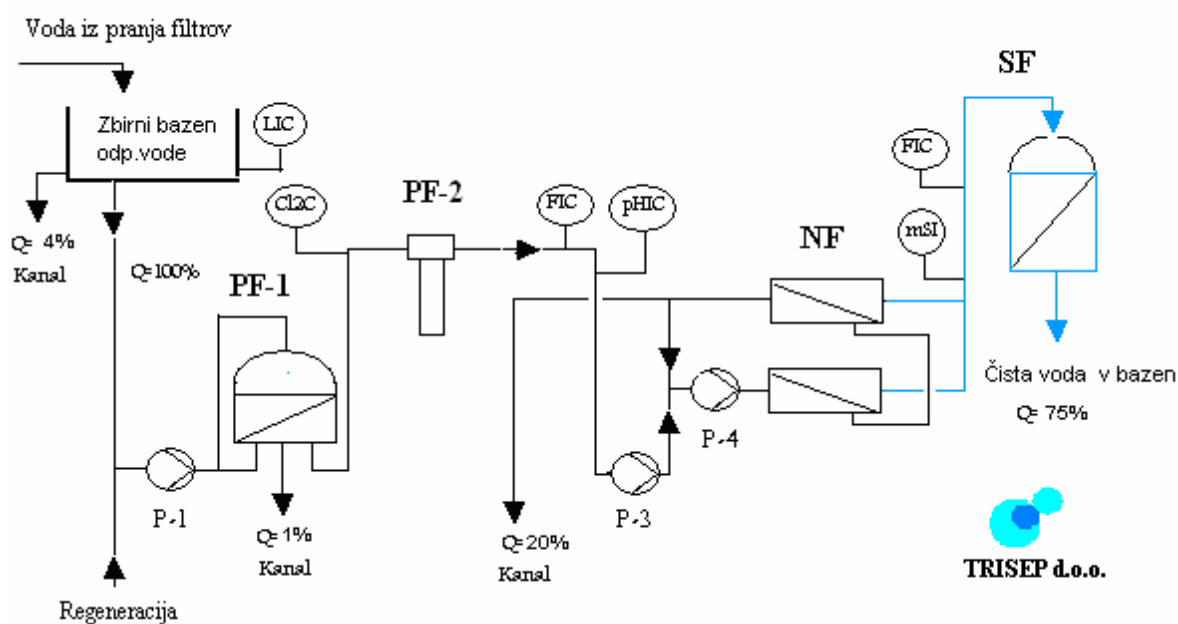
- enota za predfiltracijo PF-1 z zaščitnim filtrom PF-2,
- enota za reverzno osmozo NF, kapacitete $5\text{--}7 \text{ m}^3/\text{h}$ z možnostjo povečave na $6\text{--}7,5 \text{ m}^3/\text{h}$,
- enota za sterilno filtracijo SF.

Na [sliki 2](#) je prikazan princip delovanja dvostopenjske naprave za regeneracijo vode PF-NF-SF 5000, pri katerem so prikazani samo bistveni elementi naprave.

Prednosti naprave za regeneracijo bazenske vode z uporabo membranske tehnologije so:

- tehnično preprosta in cenovno ugodna različica naprave za regeneracijo vode;
- popolnoma avtomatsko delovanje z možnostjo daljinskega nadzora;
- kapaciteta naprave je spremenljiva in se prilagaja trenutnim potrebam;
- dvostopenjska mikrobiološka ovira, ki jo zagotavljata enoti NF in SF, ustreza DIN 19645;
- z izvedbo pilotnega testiranja ter določanjem hidravličnih parametrov se optimalno dimenzionira in izbere najprimernejša konfiguracija naprave.

SHEMA NAPRAVE ZA REGENERACIJO ODPADNE BAZENSKE VODE



Legenda:

- PF-1 Enota za prefiltracijo grobih delcev
- PF-2 Zaščitni filter
- NF Enota za membransko nanofiltracijo
- SF Sterilni filter za mikrobiološko oviro

Slika 2: Princip delovanja dvostopenjske naprave za regeneracijo vode PF-NF-SF 5000

3.3 Kotlovnica

Glede na ugotovitve o delovanju obstoječe kotlovnice smo tehnično rešitev videli predvsem v zamenjavi kotlov z novimi, tehnološko naprednimi kotli in uvedbi primerne regulacije.

Predvidena je zamenjava kotlov z dvema novima kondenzacijskima plinskima kotloma VIESSMANN VITOCROSSAL s kotlovsko regulacijo VITOTRONIC. Kotla se poveže v kaskadno delovanje.

Zaradi prenove sistemov klimatizacije in uvedbe membranske filtracije bazenske vode, ki zagotavlja manjše potrebe po toploti, se zniža tudi priključna moč kotlovnice s 1.740 kW na 1.035 kW. Obstoječi odprti sistem za vzdrževanje tlaka v toplovodnem sistemu se zamenja z novim zaprtim sistemom, ki poleg vzdrževanja tlaka zagotavlja tudi odzračevanje ter odplinjevanje toplovodnega razvoda.

Preureditev plinske kotlovnice poteka skladno z zakonom o graditvi objektov. Pridobili smo gradbeno dovoljenje, kotlovnica pa izpolnjuje vse zahteve veljavnih predpisov za to področje (tehnična smernica TSG-1-001:2005, požarna varnost v stavbah, smernice VKF in posledično SVGW, G1 in G3).

3.4 Daljinski nadzor in upravljanje

Naprave in postrojenja v bazenu delujejo kot samostojne enote s svojo regulacijsko opremo. Za doseganje načrtovanih učinkov prenove je treba posamezne naprave povezati v zaključeno celoto. S tem nadzorujemo delovanje naprav kot celote ter lahko optimiramo stroške obratovanja in optimalno ugodje v bazenu.

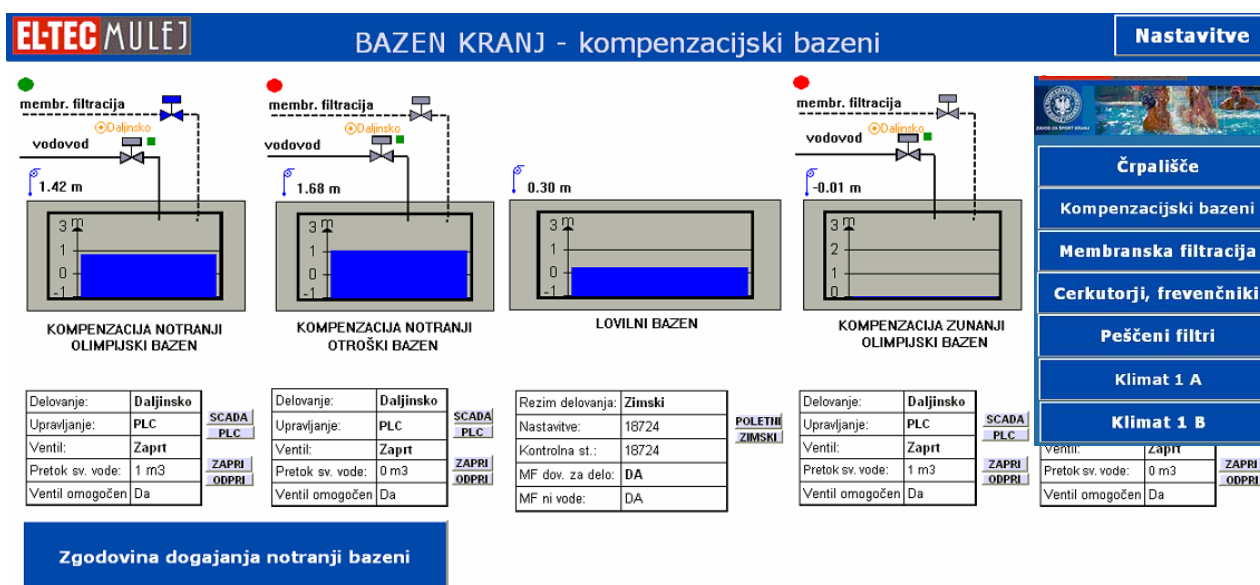
Za komunikacijo med posameznimi napravami je v sistemu vgrajen PLC-krmilnik⁴, ki skrbi za zbiranje podatkov iz posameznih lokalnih krmilnih naprav prek različnih standardnih komunikacijskih protokolov.

Za nadzor in vodenje procesa skrbi nadzorni sistem SCADA, ki s PLC-krmilnikom komunicira prek lokalne mreže ETHERNET. Nadzorni sistem SCADA nam omogoča:

- alarmiranje o nepravilnostih v obratovanju (hiter odziv na nepravilnosti v delovanju, zniževanje stroškov servisnih posegov),
- arhiviranje podatkov (poznavanje odzivnosti sistema glede na različne okoliščine),
- spremljanje procesa on-line (optimiranje parametrov procesa vodenja, zniževanje stroškov obratovanja in vzdrževanja),
- daljinski dostop različnih uporabnikov z dodelitvijo različnih ravni uporabniških pravic.

Prek nadzornega sistema SCADA vpisujemo v PLC-krmilnik zelene parametre in ukaze. Tako lahko nastavljamo različne zakasnitve, minimalne, maksimalne in zelene ravni v kompenzacijskih bazenih, vklopne in izklopne ravni v črpališču, zaznamo začetek čiščenja filtrov, usmerjamo vodo iz mikrofiltracije v kompenzacijski bazen, ko je prazen.

Na sliki 3 je prikazana ekranska slika vračanja vode v kompenzacijske bazene. Iz slike lahko uporabnik takoj razbere osnovne potrebne podatke, ki so potrebni pri spremljanju procesa vračanja vode. Če potrebujemo podrobnejše informacije o dogajanju v posameznem procesu, lahko izberemo ekransko sliko, ki podrobneje prikazuje posamezni del procesa.



Slika 3: Vračanje vode v kompenzacijske bazene

Vsi podatki se v nadzornem sistemu SCADA zapisujejo v bazo podatkov. Arhiv podatkov nam služi za analizo delovanja postrojenja, za odkrivanje napak in spremljanje odzivnosti sistema pri različnih zunanjih vplivih.

Hkrati lahko iz arhiva razberemo konstantnost delovanja sistema, ki nam zagotavlja doseganje predvidenih učinkov, ali odstopanja, ki pomenijo odmik od zelenih vrednosti.

⁴ Programmable Logic Controller.

4 REZULTATI UKREPOV

Izvedba obnove klimatizacije in postavitve membranske filtracije ter skupni nadzorni sistem so bili izvedeni v septembru 2007, ko smo pričeli s poskusnim obratovanjem. Izvajali smo meritve parametrov in nastavitve za doseganje pravih parametrov. Za membransko filtracijo smo naročili tudi meritve kakovosti vode pri Zavodu za zdravstveno varstvo Kranj, ki je pooblaščen za tovrstne meritve.

V štirih mesecih obratovanja smo dosegli uravnoteženje sistema, odpravili začetne pomanjkljivosti, uvedli daljinski nadzor in upravljanje nad napravami ter s tem dosegli želene učinke.

4.1 Raba toplote

Pri analizi rabe toplote smo upoštevali referenčno leto 2004. V *tabeli 3* je prikazana primerjava porabe kurilnega olja in rabe toplote ter tudi temperaturni primanjkljaj za posamezne mesece. Razviden je prihranek kurilnega olja v mesecih od oktobra 2007 do januarja 2008 glede na referenčno leto.

Tabela 3: Doseženo znižanje rabe toplote v pokritem olimpijskem bazenu Kranj

	2004			2007			2008		
	TP ⁵ (°C)	Raba ELKO		TP (°C)	Raba ELKO		TP (°C)	Raba ELKO	
		(l)	(kWh)		(l)	(kWh)		(l)	(kWh)
Januar	671	42.260	422.600	553,6	36.089	360.890	590	18.594	185.940
Februar	571	38.686	386.860	454,4	30.031	300.310			
Marec	549	37.937	379.370	431,4	27.725	277.250			
April	317	28.333	283.330	117,2	20.206	202.060			
Maj	142	23.880	238.800	36,8	13.424	134.240			
Junij	9	31.686	316.860	0	12.173	121.730			
Julij	18,2	18.498	184.980	0	16.969	169.690			
Avgust	0	17.298	172.980	0	27.953	279.530			
September	51,4	22.916	229.160	127,3	15.204	152.040			
Oktober	152,5	24.449	244.490	314,7	17.610	176.100			
November	453,6	35.236	352.360	500,2	20.906	209.060			
December	621,1	40.405	404.050	658,4	21.025	210.250			
SKUPAJ	3.556	361.584	3.615.840	3.194	259.315	2.593.150	590	18.594	185.940

Če upoštevamo temperaturni primanjkljaj in referenčno rabo preračunamo na vse leto, lahko zaključimo, da bomo izpolnili pogodbene prihranke glede toplote (*Tabela 2*).

4.2 Poraba vode

Porabo vode za pranje filtrov po namestitvi mikrofiltracijske naprave smo primerjali s porabo vode za pranje filtrov v istih mesecih leta 2006. Primerjava je prikazana v *tabeli 4*.

Tudi prihranki pri porabi vode za pranje filtrov so v predvidenih okvirih in bodo na letni ravni znašali 70 % prejšnje porabe.

⁵ TP – temperaturni primanjkljaj.

Tabela 4: Doseženo znižanje porabe vode v pokritem olimpijskem bazenu Kranj

Poraba vode za pranje filtrov od oktobra 2006– januarja 2007	10.638 m ³
Poraba vode za pranje filtrov od oktobra 2007 do januarja 2008	3.280 m ³
RAZLIKA	7.358 m³

4.3 Povečanje rabe električne energije

Zaradi delovanja kompresorjev in toplotne črpalke ter črpalke membranske filtracije smo pričakovali povečanje rabe električne energije. Zagotovili smo maksimalno povečanje, kot je prikazano v tabeli 2. Dejansko pa preračun na vse leto kaže, da se je raba energije povečala za manjši del, saj smo z učinkovitim upravljanjem znižali število obratovalnih ur. Raba električne energije je prikazana v tabeli 5.

Tabela 5: Povečanje rabe električne energije v pokritem olimpijskem bazenu Kranj

Raba električne energije od oktobra do decembra 2006	286.237 kWh
Raba električne energije od oktobra do decembra 2007	330.023 kWh
RAZLIKA	43.786 kWh

5 ZAKLJUČEK

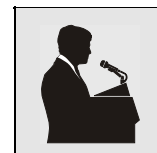
Z znanji, ki jih nudijo specialisti, z iskanjem novih tehnologij in s povezovanjem vsega v celovito rešitev smo izvedli projekt energetske učinkovite prenove pokritega olimpijskega bazena in letnega kopališča v Kranju.

S prenovo prezračevalnega sistema, z uvedbo mikrofiltracije vode za pranje filtrov in obnovo kotlovnice bomo naročniku znižali stroške za energijo in vodo, v pogodbeni dobi desetih let pa mu bomo nudili tudi popolno vzdrževanje opisanih sistemov. Prve analize kažejo, da dosegamo pričakovane rezultate: prihranek toplote je več kot 50-odstoten, prihranek vode za pranje filtrov je 70-odstoten in povečanje po rabe električne energije znaša 15 %.

Energetsko upravljanje objekta zahteva stalno optimiranje rabe energije in vode, zato tudi menimo, da naše delo pri tem objektu še ni končano. V prihodnje nameravamo skupaj z upravljavcem vpeljati še nekaj ukrepov učinkovite rabe energije in porabe vode, pri tem pa slediti prej omenjenemu načelu – vse predvideno je treba povezati v celoto in tako povečati pozitivne učinke.

O PREDAVATELJICI

mag. Blaženka POSPIŠ PERPAR



Mag. Blaženka POSPIŠ PERPAR je od začetka leta 2003 v zaposlena v podjetju EL-TEC MULEJ, d. o. o., Bled, kjer vodi projektno pisarno, skupaj s sodelavci pa tudi opisani projekt. V zadnjih letih je delala predvsem pri projektih znižanja stroškov za energijo in vodo v različnih sistemih. Izkušnje s področja energetike je pridobila že v podjetju Energetika Ljubljana, kjer je bila zaposlena pred tem. V letih 1998 do 2000 je aktivno sodelovala v procesu prilagajanja slovenske zakonodaje evropski zakonodaji na področju plinskih instalacij. Leta 1999 je v Energetiki Ljubljana prevzela vodenje sektorja daljinskega ogrevanja. Sodelovala je z več domačimi in tujimi ustanovami (Inženirska zbornica, Zveza strojnih inženirjev, DVGW, UNICHAL, AGFW) ter objavila več strokovnih člankov.

