

Ventilacija i klimatizacija unutarnjih (pokrivenih) bazena

Branko Zelenko, udis
Drago Wolf, udis



Odras društvenih zajednica danas

Svijet se suočava s najvećim naporima do sada za **smanjenje potrošnje energije**.

Klimatski aktivisti širom svijeta podižu svijest da je smanjenje **emisija stakleničkih plinova** neophodno.

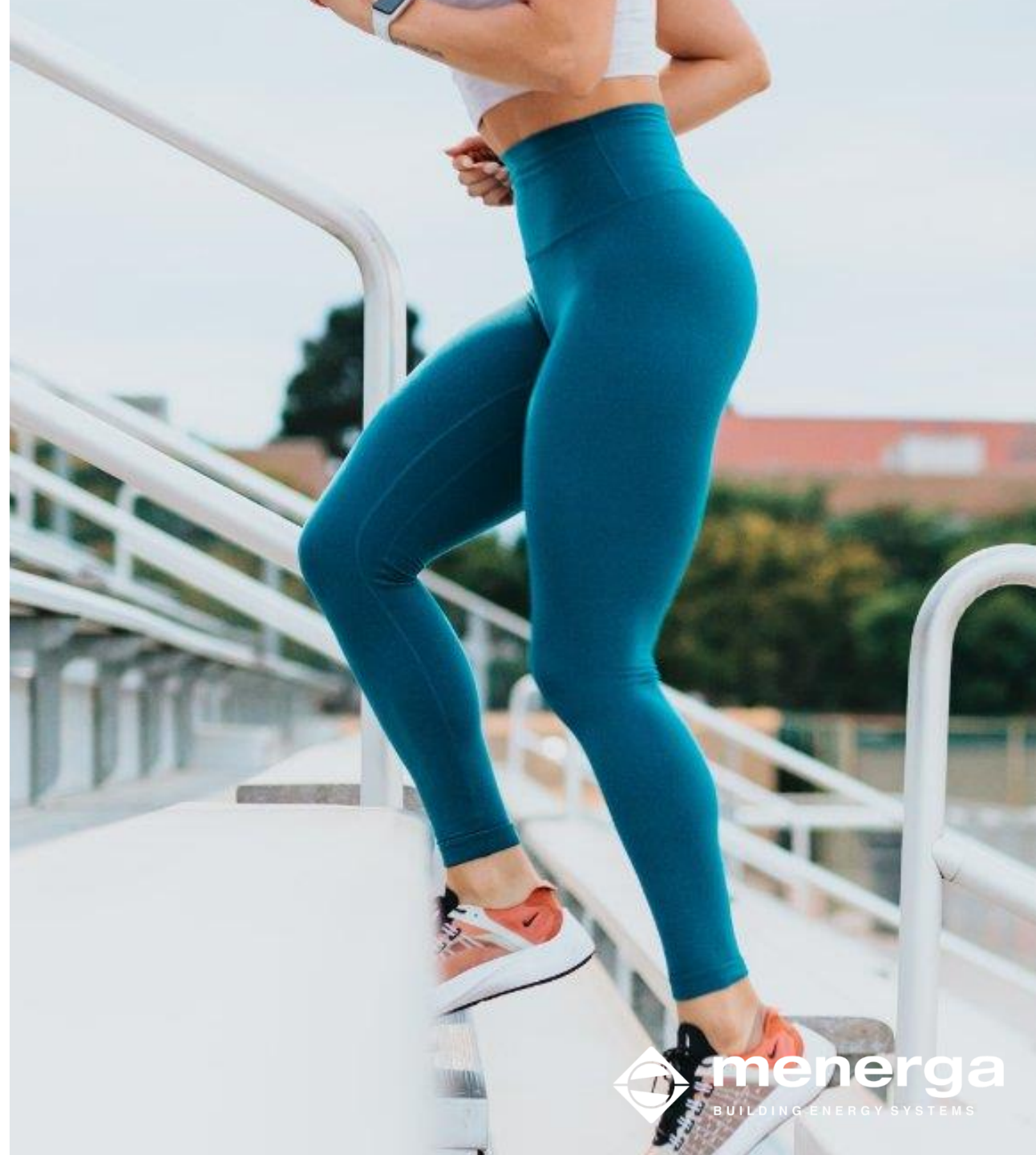


Odras društvenih zajednica danas

Sve smo svjesniji da je **zdravlje ljudi** od najveće važnosti.

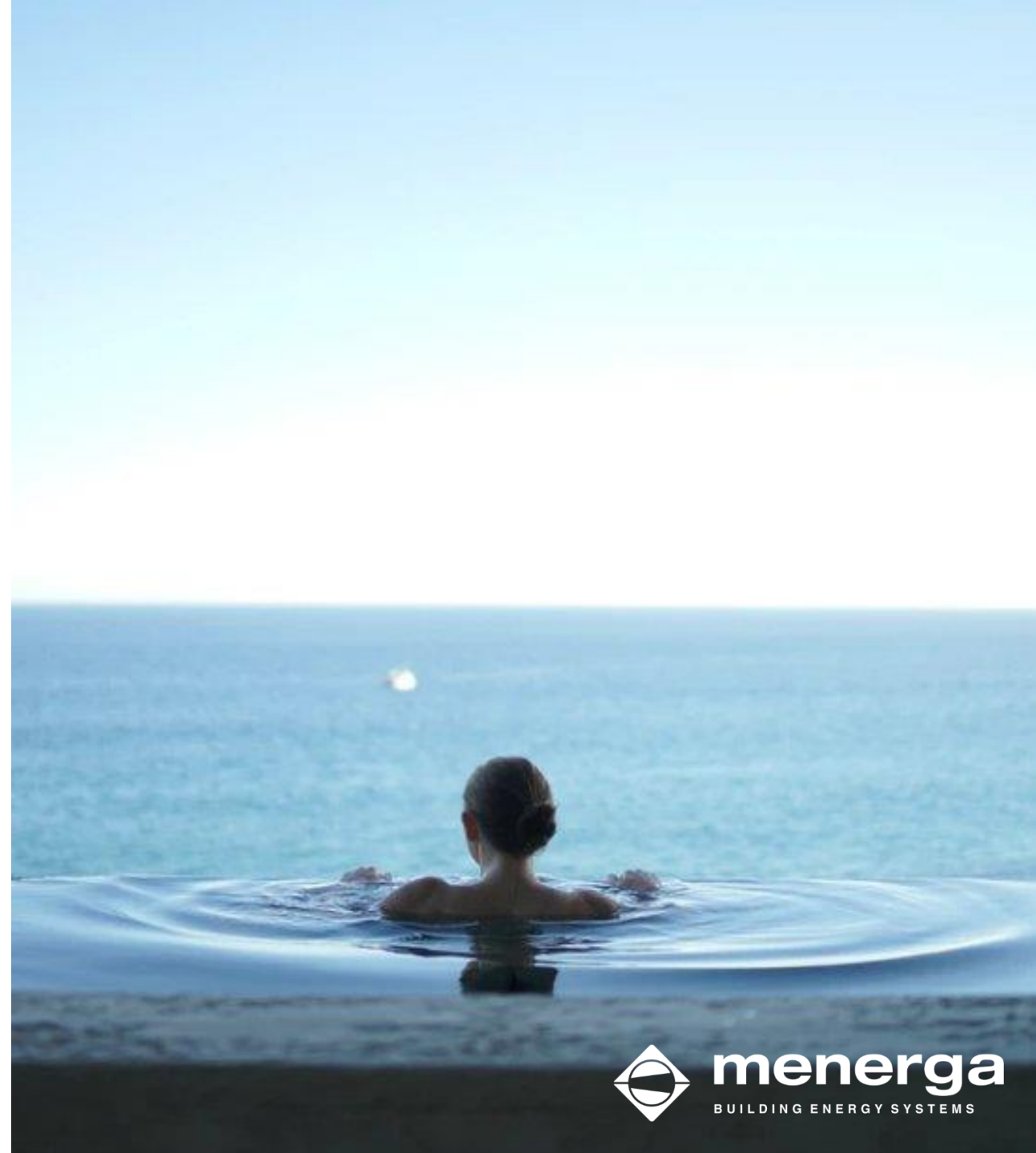
Društvo kao cjelina, sa svojim institucijama, sve više promiče **javno zdravlje**.

Sportska aktivnost nam sve više dolazi u obzir.



Odraz društvenih zajednica danas

Opuštanje i relaksacija izuzetno su dobrodošli u današnjem dinamičnom svijetu



Odraz društvenih zajednica danas

S druge strane, razdvojiti se od **poplave komunikacija** sve je teže.

Na webu svi neprestano **traže našu pažnju** s obiljem e-poruka, podsjetnika, pozivnica, preporuka. („*notifications*“)

Jumbo plakati svugdje žele **našu pažnju**.

S druge strane, mnogi tečajevi **osobnog usavršavanja** sve su nam bliži i potrebni



Kako donijeti ispravne odluke?

Pobjednici će biti oni koji će:

- odvojiti **dovoljno vremena** svom tijelu
- se brinuti za **dovoljno kretanja** u prirodi
- obratiti puno pažnje na **pravilnu prehranu**
- regulirati **količinu svakodnevnog stresa**



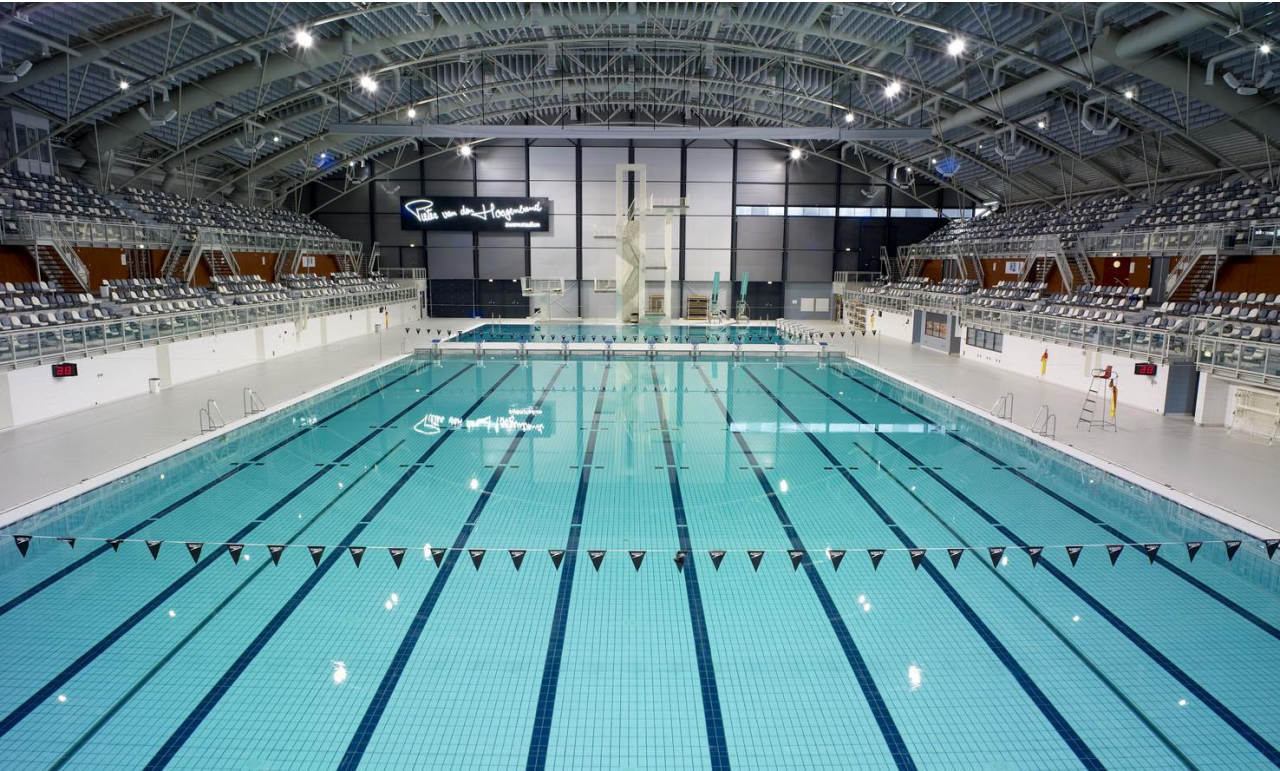
Kako donijeti ispravne odluke?

Gubitnici će biti oni koji zanemaruju:

- važnost **parametara životne sredine**
- **tjelesnu kondiciju**
- dovoljno **vrijeme spavanja**
- planirano **kretanje i opuštanje**



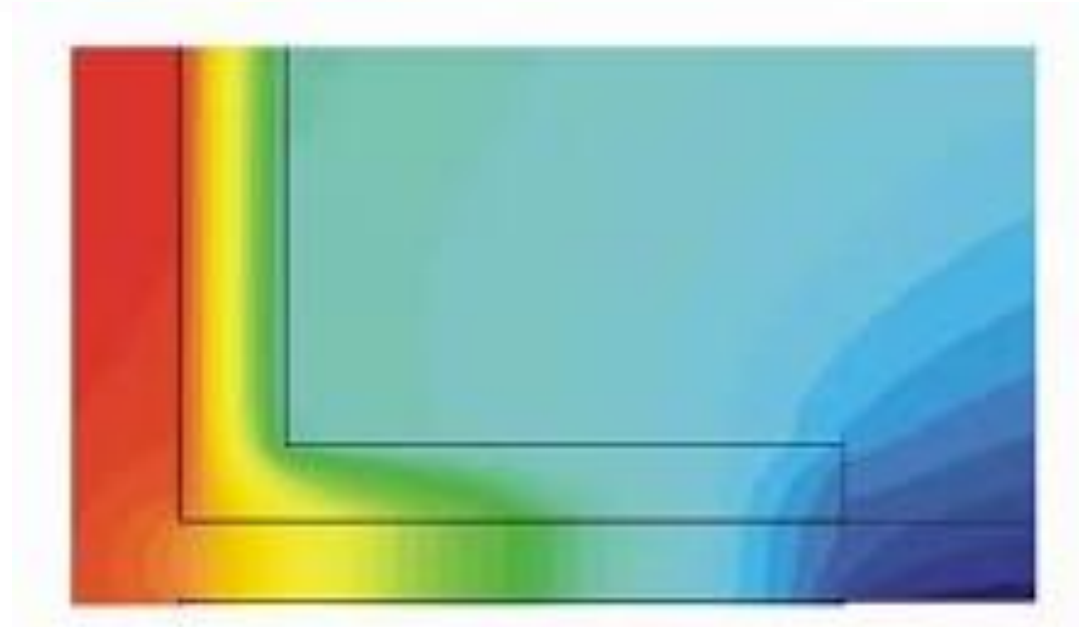
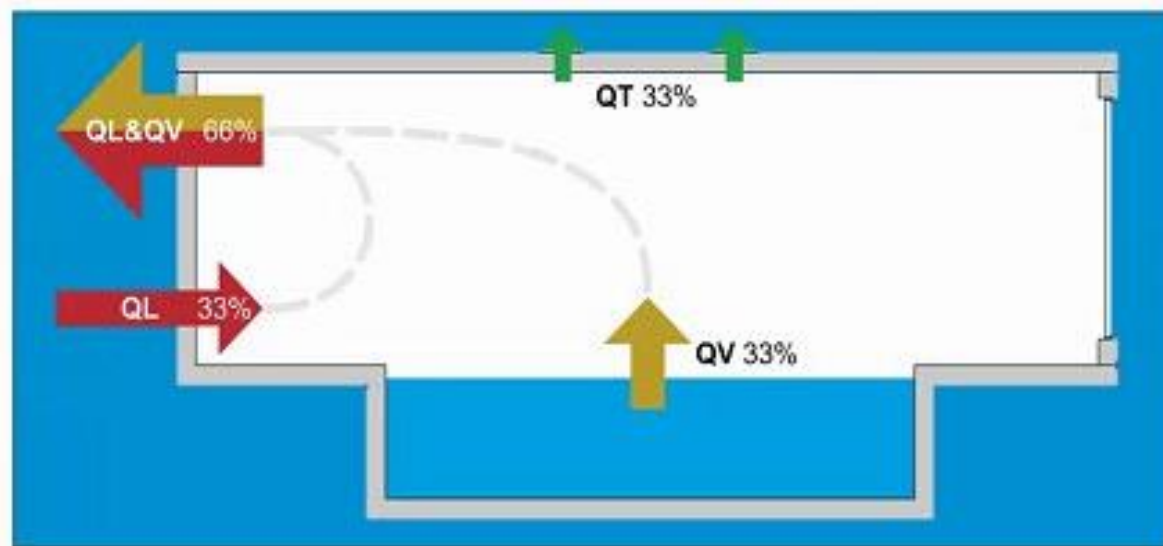
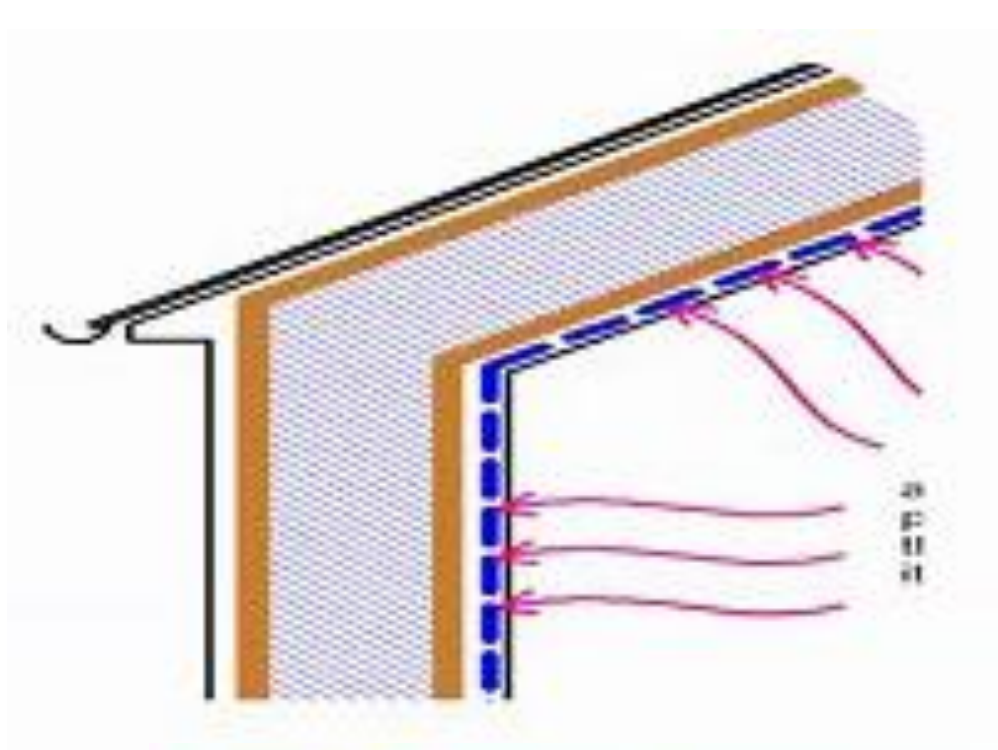
Javni i privatni unutarnji bazeni do zdravlja i rekreacije do energetike i energetske učinkovitosti



Unutarnji (pokriveni) bazen - najčešće greške

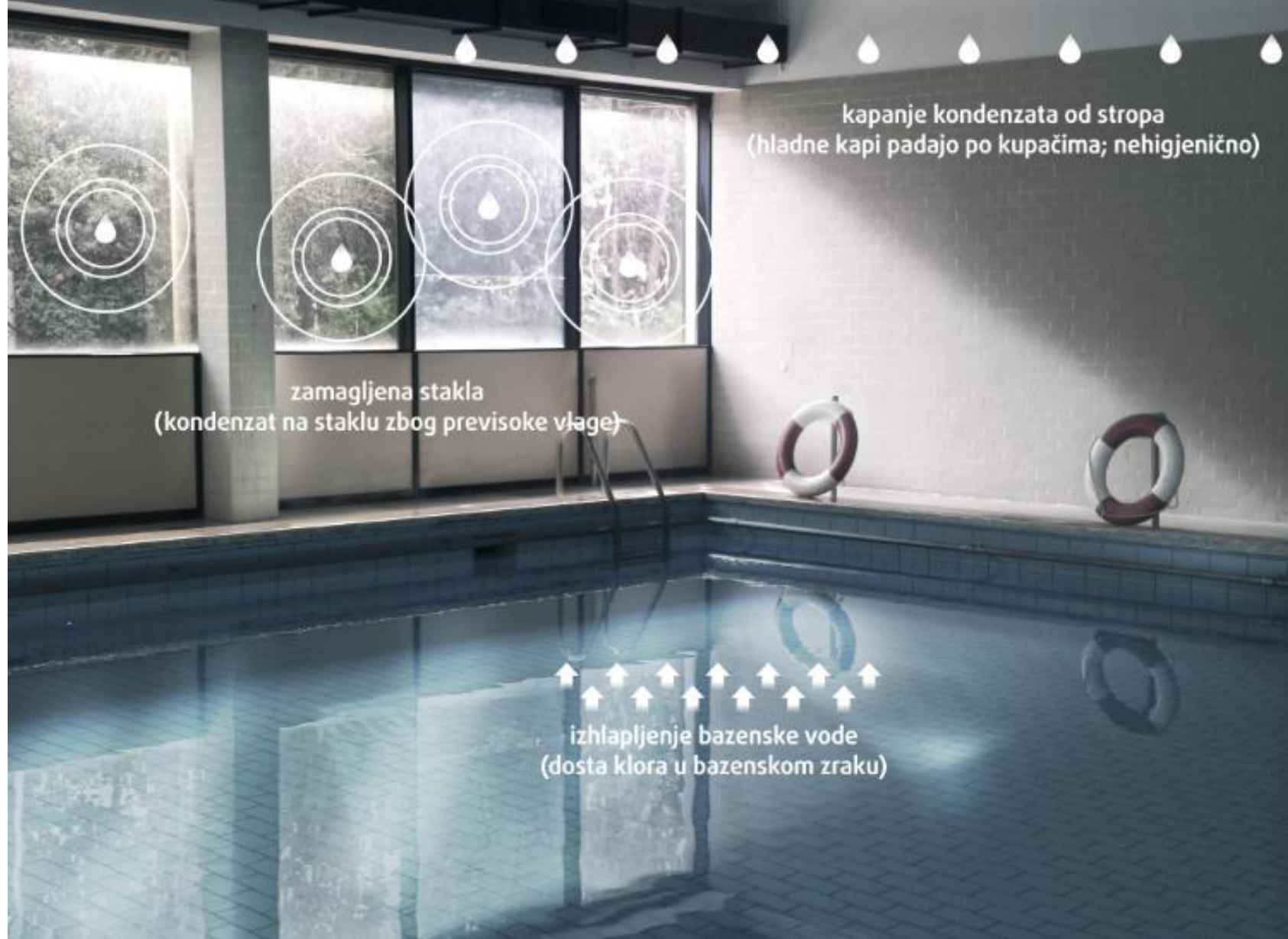
Gubitnici u izgradnji unutarnjeg bazena bit će oni koji zanemaruju:

- **složenost parametara** u bazenskom prostoru



Unutarnji (pokriveni) bazeni: najčešće greške

- nepoznavanje problema u bazenskom prostoru



Unutarnji bazeni: najčešće greške

- **male pogreške**
koje uzrokuju
velike
probleme



Unutarnji bazen: najčešće greške

- **male pogreške**
koje uzrokuju
velike
probleme



Unutarnji (pokriveni) bazeni: najčešće greške

- **gubitak novca** za moguću sanaciju građevinske konstrukcije



Unutarnji bazen

- utjecaji na klimatizaciju

Bitni parametri, koji utiču na klimatizaciju:

- temperatura bazenske vode
- temperatura zraka u bazenskom prostoru
- atrakcije
- zastakljenje
- građevinska fizika
- distribucija zraka



VDI 2089

Podjela bazena prema temperaturi vode (VDI 2089):

- hladni 15°C
- za plivanje 26-28°C
- za rekreaciju i opuštanje 28-32°C
- dječji 32°C
- terapijski 36°C
- whirlpool, Jacuzzi 36-37°C



Unutarnji bazeni: Atrakcije

Atrakcije imaju veliki utjecaj na ishlapljivanje vode:

- | | |
|------------------------|----|
| - vodene rijeke (10m) | 30 |
| - protustrujni uređaji | 20 |
| - vodene gljive (1m) | 6 |
| - slapovi (1m) | 6 |
| - gejzir | 3 |
| - masažna mlaznica | 4 |
| - masažna ležaljka | 4 |



Što projektant želi postići u projektu unutarnjeg bazena

- osigurati u bazenskom prostoru **ugodnu temperaturu i vlagu**
- **količina svježeg zraka** sukladna s važećim standardima i preporukama (VDI 2089, SWKI)
- **efektivan dovod i odvod zraka**, koji ne smeta kupaćima
- energetski **učinkovito ventilaciju i klimatizaciju**
- zastakljenja i zidovi bez **curenja kondenzata**, što je težak zadatak.
- prostor bazena ima najveću **gustoću energije** u zgradi, povrat energije je neophodan



Što projektant želi postići u projektu unutarnjeg bazena

- **recikliranje viška energije** u energetske sustav bazena
- prilagoditi **građevinsku fiziku** prostorne konstrukcije prostornoj temperaturi i vlažnosti.
- uzeti u obzir **prisutnost kemikalija** u kemijskoj pripremi bazenske vode
- cjelovito **rješenje međusobnih uticaja** termo tehničkih postrojenja i ventilacijskih sustava
- pružanje **daljinskog upravljanja** i upravljanja sustavima putem računala



Što je važno za investitora

- **zadovoljni korisnici** – ugodna temperatura i relativna vlaga u bazenskom prostoru
- strujanje zraka u bazenu **bez osjećaja propuha** na vlažnom tijelu
- **čista stakla** - bez kondenzata kako bi bio pogled na prirodu neometan
- **čisti zidovi** bez ikakvog traga od vlage i plijesni.
- da nema **ulaza bazenskog zraka** u druge prostorije
- besprijeekorni **rad sustava klimatizacije**, jer djeluje 24/7



Što je važno za investitora

- rad klimatizacije **automatskim odabirom optimalnog načina** rada prema opterećenju
- **Standby** - funkcija za racionalizaciju rada klima uređaja za vrijeme kada bazen nije zauzet
- **daljinsko nadgledanje** i upravljanje putem računala i mobilnih aplikacija.
- investitor ne gradi objekt za danas ili sutra, nego najmanje **za 30 i više godina**
- brzi odaziv **tima za održavanje**
- **minimalan gubitak novca** za pokrivanje troškova energije za klimatizaciju



Ventilacija i klimatizacija prostorija bazena

Osnovni izazov : isparavanje vode

VDI 2089 :

$$M = \alpha \cdot (p_{DW} - p_{DL}) \cdot A / R_D \cdot T \quad (\text{kg/h})$$

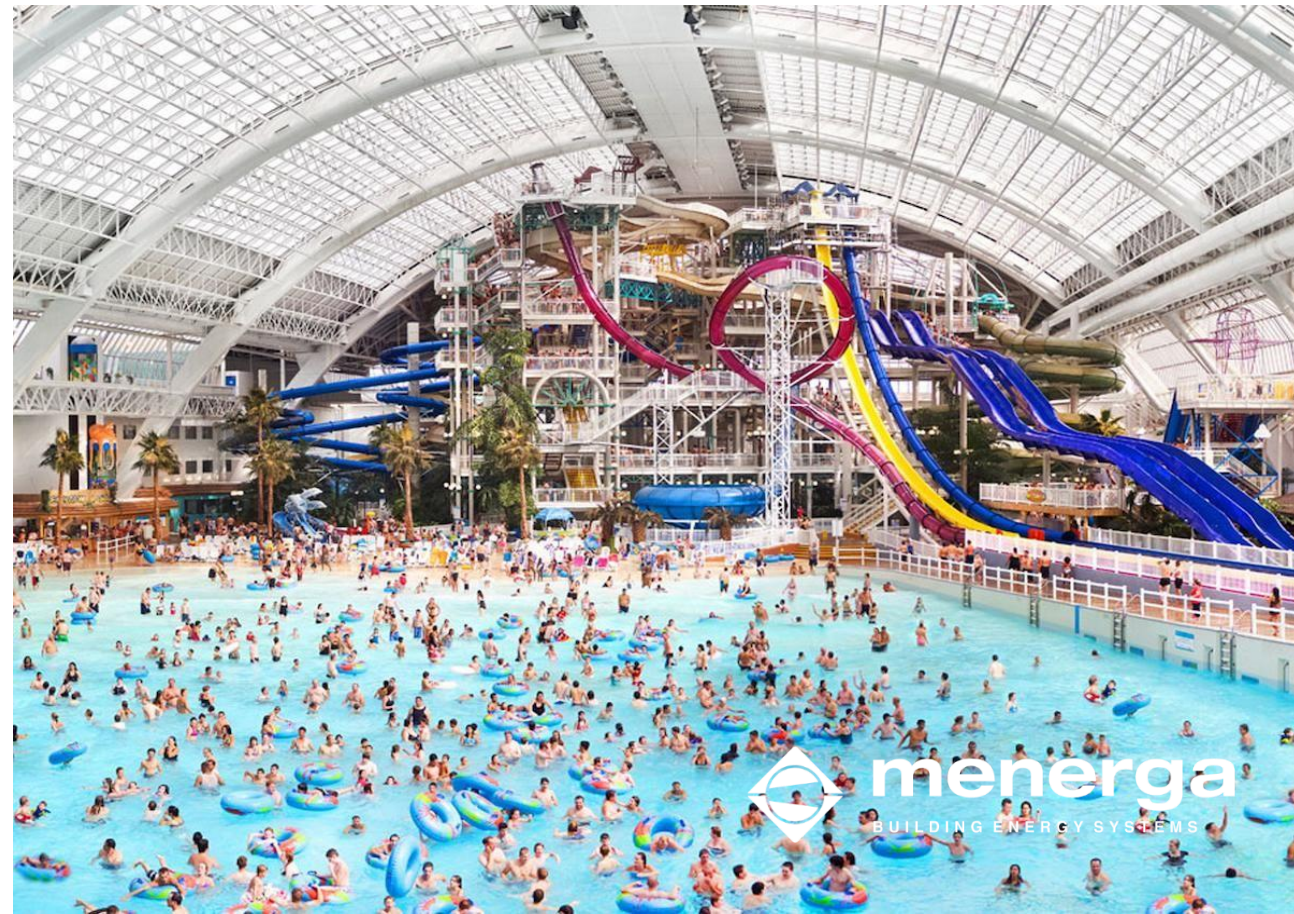
Koeficient prenosa vode α (m/h)

privatni bazeni : $\alpha=21$

športni bazeni : $\alpha=28$

bazeni sa valovima: $\alpha=50$

Potrebno stalno **razvlaživanje**



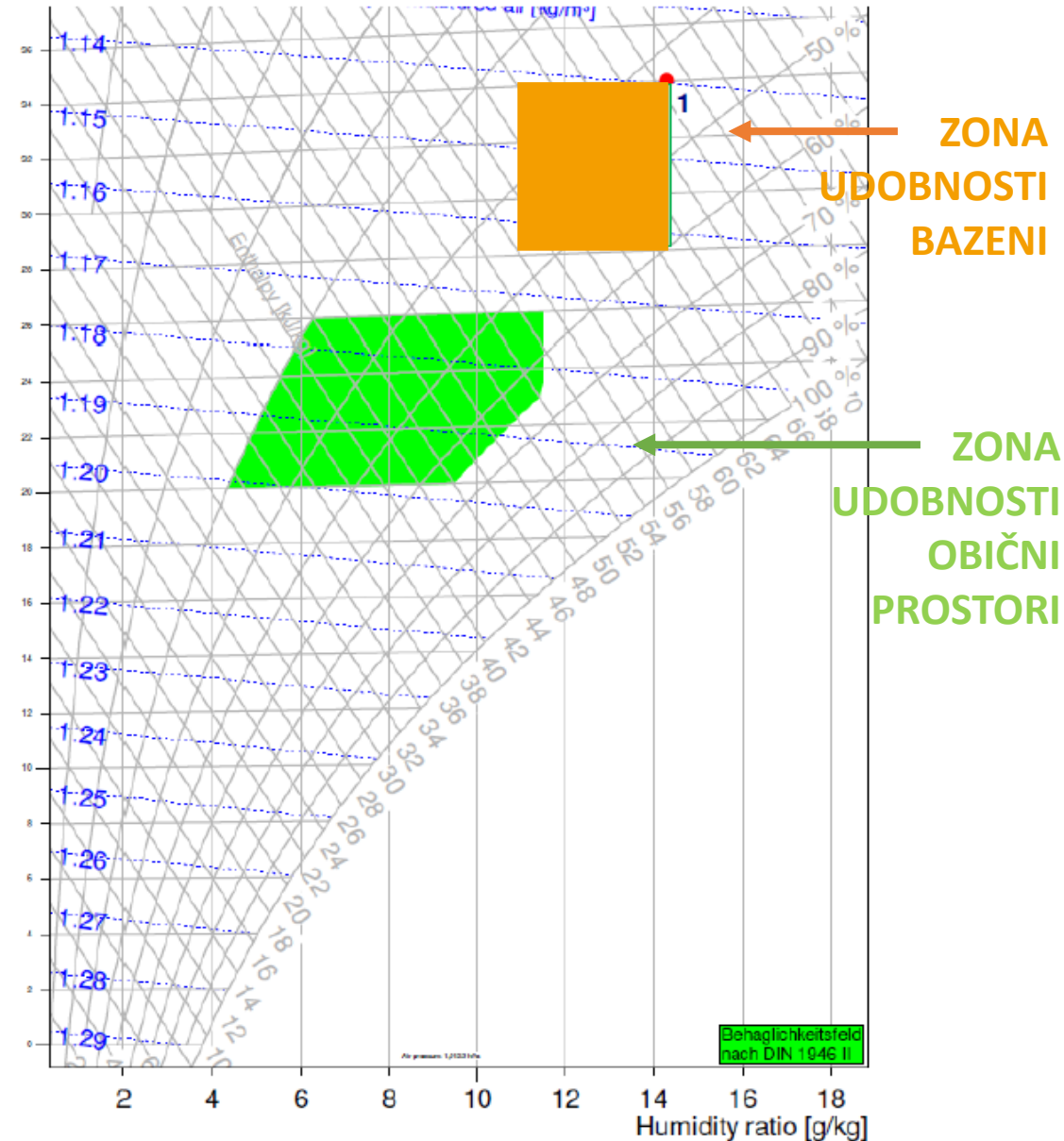
Osnovni zahtjevi

VDI 2089 :

- Temp. zraka **28°C** do max. **34°C**
- Vlaga u prostoru max. **14,3 g/kg** (npr. 32°C/48%)
- Dovod svežeg zraka: **min 30%** od ukupne količine

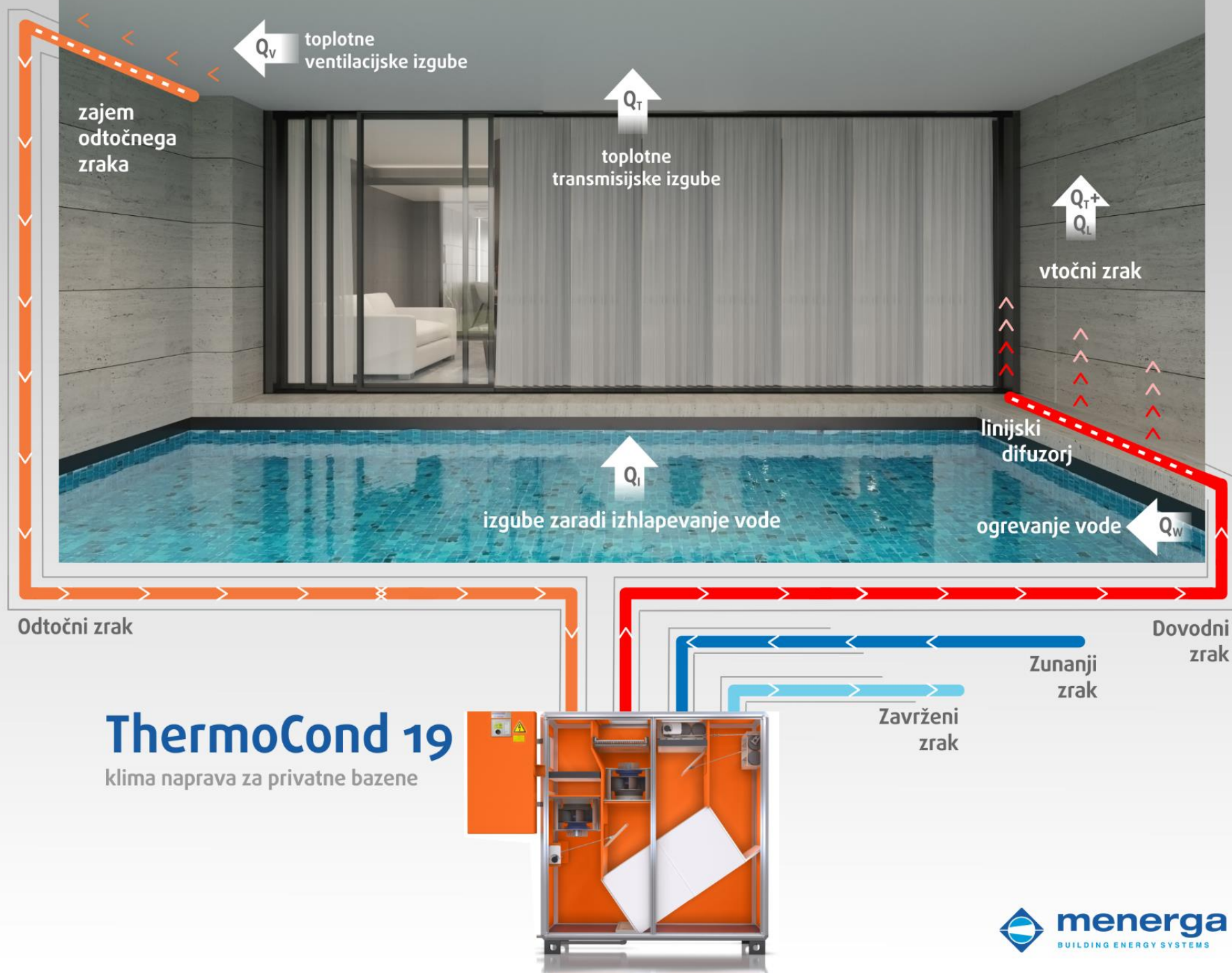
Zahtjevi građevinske fizike :

- Odgovarajući nizki koeficienti „U“ prelaza topline (vanjski zid $U < 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, staklo $U < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Parna brana
- Bez toplinskih mostova
- Zrakotjesnost



Osnovni princip ventilacije prostora bazena

Dovod / odvod zraka u prostor preko podnog linijskog difuzora



Dovod zraka u prostor bazena

Linijski podni difuzori:

Razmak **25-30cm** od staklene stjene

Brzina kretanja zraka **$w < 5\text{m/s}$**

Pozor

Ne upuhavat zrak na površino vode!



Detajl – ugradnja podnog linijskog difuzora

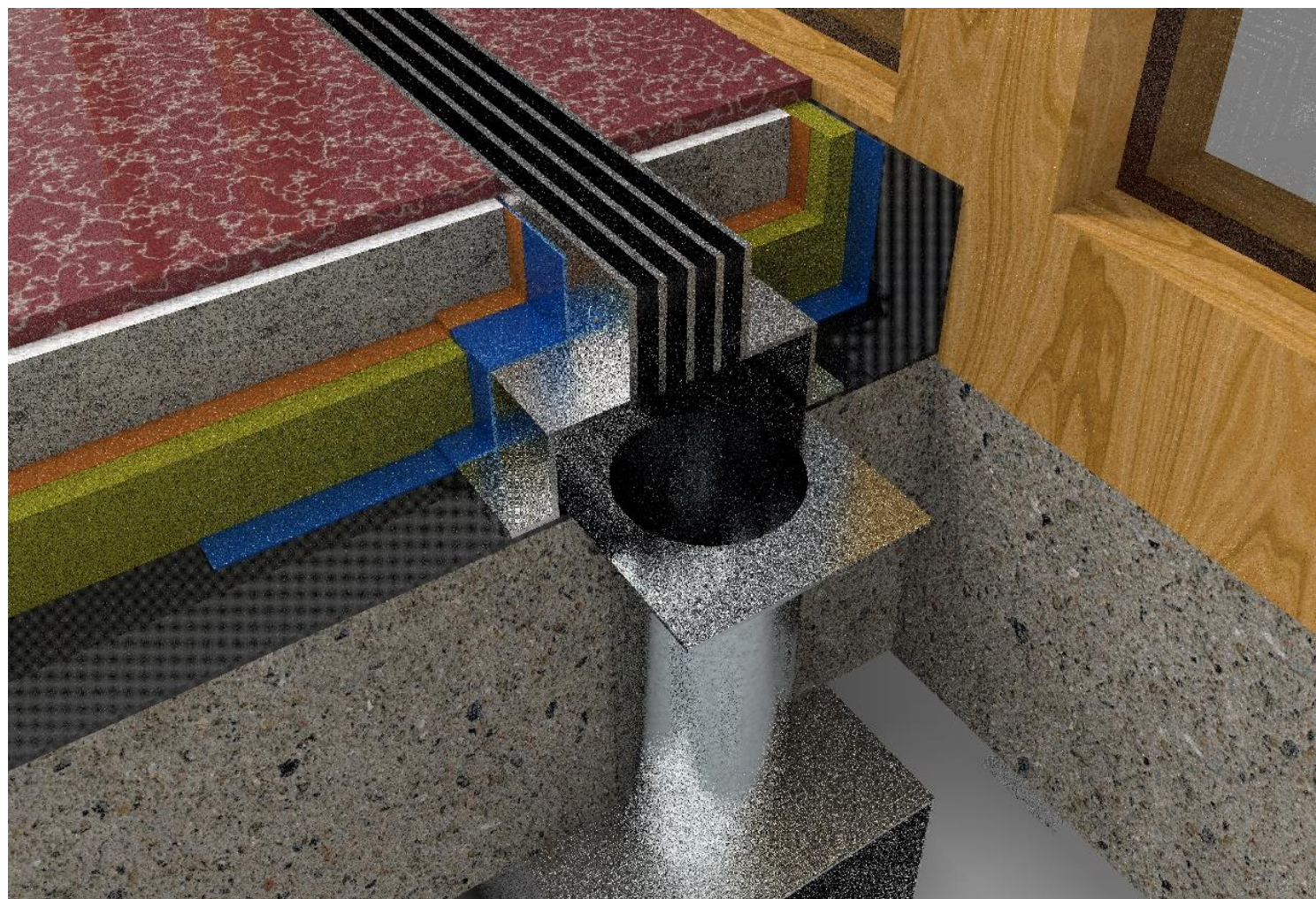
Dovod zraka u prostor bazena :

Ugrađen **podni linijski difuzor**

Komora za raspodjelu zraka

Razmak **25-30 cm** do staklene stjene

Brzina kretanja zraka **1 do 5 m/s**



Dovod zraka u prostor bazena

Hotel Golf Bled – Wellness Živa
(sada Rikli Balance Hotel)

Čelična konstrukcija:

Šuplji čelični profili sa otvorima
Brzina kretanja zraka $w < 3\text{m/s}$



Odvod jednog dela zraka i na donjem nivou



Kako odredimo klima uređaj

Potrebni ulazni podaci:

- A (m²)
- Tw (°C)
- vodeni efekti - atrakcije
- vrsta bazena – koeficient α (m/h)
- toplotni gubici prostora

Proračun prema VDI 2089

Upotreba programa : **Klimen**

Rezultat:

Tip i veličina uređaja sa svim parametrima, kao:

- količina zraka
- učin rekuperatora
- potrebna grejna snaga
- potrebna el.priključna snaga ...

Območje - Klimatizacija bazenskih prostorov

novi bazenski prostor

Osnovni parametri bazenskoga prostora

Naziv območja: novi bazenski prostor Volumen: 1.200 m³ 200 m Nadm. višina: **Druština naprav**

ZIMSKI REŽIM **LETNI REŽIM** **Ogrevanje**

temperatura vlaga abs.vlaga temperatura vlaga abs.vlaga

Zunanj zrak: -13,0 °C 90 % 1,26 g/kg 32 °C 45 % 13,76 g/kg

Odtočni zrak: 32,0 °C 47 % 14,30 g/kg 28 °C 78 % 19,06 g/kg

Toplotne obremenitve Toplotne obremenitve

Obremenitve: 30,00 kW 90 % 27,00 kW 0,0 kW 100 % kW

Obremenitve pokrivo: voda pokrivo: pokrivo

ne pokrivo: Tpr 50,0 °C Tpo 45 °C Tpr 70,0 °C Tpo 50,0 °C ne pokrivo

Hladine obremenitve

0,0 kW 100 % kW

Razvlaževanje: zunanjega zraka poleti

Izolacija

20 mm 50 mm

tip naprave	vtočni (m ³ /h)	odtočni (m ³ /h)	pot rje
Thermocond 391901	10.346	10.346	<input checked="" type="checkbox"/>

1. KRITERIJ DIMENZIONIRANJA - izhlapevanje

bazen/whirlpool/divja reka/tobogan	mirovanje (kg/h)	kopanje (kg/h)
Bazen 1	15,1	60,5

Potrebne količine zraka

	mirovanje	kopanje	balans(-/+)
Potrebni masni pretok vtočnoga zraka	2.851	11.410	kg/h
Volumski pretok vtočnoga zraka	2.586	10.346	m ³ /h

2. KRITERIJ DIMENZIONIRANJA (zasteklitev)

Zasteklitev

Faktor "U" zasteklitve z okvirji: 1,3 W/m²/K

Višina zasteklitve: do 2 m do 4 m do 10 m

Dolžina zasteklitve: 0,00 m 0,0 m 0,0 m

Linijski difuzor

Volumski pretok zraka po tekočem metru: 110 165 312 m³/h

Število reg (1,2,3,4,5): 0 0 0

Širina rege (8,10,12 mm): 0 0 0 mm

Volumski pretok zraka: 1.5-2 2-3 3-5 m³/h

Priporočena vtočna hitrost: 1.5-2 2-3 3-5 m/s

Dejanska vtočna hitrost: 1.5-2 2-3 3-5 m/s

Potrebni masni pretok zraka - linijski difuzorji: 0 kg/h

Volumski pretok zraka - linijski difuzorji: 0 m³/h

Ostanki zraka: 10.346 m³/h Izravnava

ZIMSKI REŽIM

Količine in stanje zraka

	masni (kg/h)	volumski (m ³ /h)
Pretoki zraka vtočni:	11.410	10.547
odtočni:	11.410	10.346
zunanj:	4.638	3.512
zavrženi:	4.638	3.865
obtočni:	6.772	6.151

Izmenjava zraka v bazensk. prostoru: 8,8 1/h

Temperatura vtočnoga zraka: 40,5 °C

Vlaga vtočnoga zraka: 19 % 9,00 g/kg

Moči

Moč ogrevanja:	35,19 kW
Moč razvlaževanja - potrebna (po VDI 2089):	60,5 kg/h
Moč razvlaževanja - dejanska (po VDI 2089):	60,5 kg/h

LETNI REŽIM

Količine in stanje zraka

	masni (kg/h)	volumski (m ³ /h)
Pretoki zraka vtočni:	11.410	10.357
odtočni:	11.410	10.287
zunanj:	11.410	10.338
zavrženi:	11.410	9.508
obtočni:		

Izmenjava zraka v bazensk. prostoru: 8,6 1/h

Temperatura vtočnoga zraka: 32,5 °C

Rel. vlaga vtočnoga zraka: 44 % 13,76 g/kg

Moči

Moč ogrevanja:	0 kW
Moč razvlaževanja - potrebna (po VDI 2089):	60,5 kg/h
Moč razvlaževanja - dejanska (po VDI 2089):	60,5 kg/h
Moč hlajenja:	0 kW

Kako odredimo linijske difuzore

Potrebni ulazni podaci:

- visina i dužina staklenih površina
- faktor „U“ stakla
- broj i širina otvora difuzora

Rezultat:

- količina zraka po pojedinom difuzoru
- brzina upuhavanja zraka

2. KRITERIJ ZA DIMENZIONIRANJE (ostakljenje)			
Ostakljenje			
Faktor "U" ostakljenja i okvira	1,3 W/m2/K		
Visina ostakljenja:	do 2 m	do 4 m	do 10 m
Duljina ostakljenja	40,00 m	25,0 m	0,0 m
Linijski difuzor			
volumni protok zraka po dužnom metru:	110	165	312 m3/h
Broj raspora (1,2,3,4,5)	2	2	0
Širina raspora (8,10,12 mm)	8	8	0 mm
volumni protok zraka:	4.400	4.125	m3/h
Preporučena brzina strujanja:	1.5-2	2-3	3-4 m/s
Stvarna brzina strujanja:	1,9	2,9	m/s
maseni protok zraka - linijski difuzori:	9.640 kg/h		
volumni protok zraka - linijski difuzori:	8.525 m3/h		
Ostatak zraka:	1.415 m3/h	<input type="checkbox"/>	Ujednačenje
LJETNI REŽIM			
Količine i stanje zraka			
		maseni (kg/h)	volumni (m3/h)
Protoki zraka	dobavni:	11.240	9.940
	povratni:	11.240	10.009
	vanjski:	11.240	9.926
	otpadni:	11.240	9.366
	optočni:		
Izmjena zraka u bazensk. prostoru:	9,9	1/h	
Temperatura dobavnog zraka:	32,5	°C	
Rel. vlažnost dobavnog zraka:	44	%	13,41 g/kg
Snage			
	Snaga grijanja:	0	kW
	Snaga odvlaživanja - potrebna (prema VDI 2089):	59,6	kg/h
	Snaga odvlaživanja - stvarna (prema VDI 2089):	59,6	kg/h
	Snaga hlađenja:	0	kW



menerga
BUILDING ENERGY SYSTEMS

Uređaji ThermoCond – tip 19 i tip 29

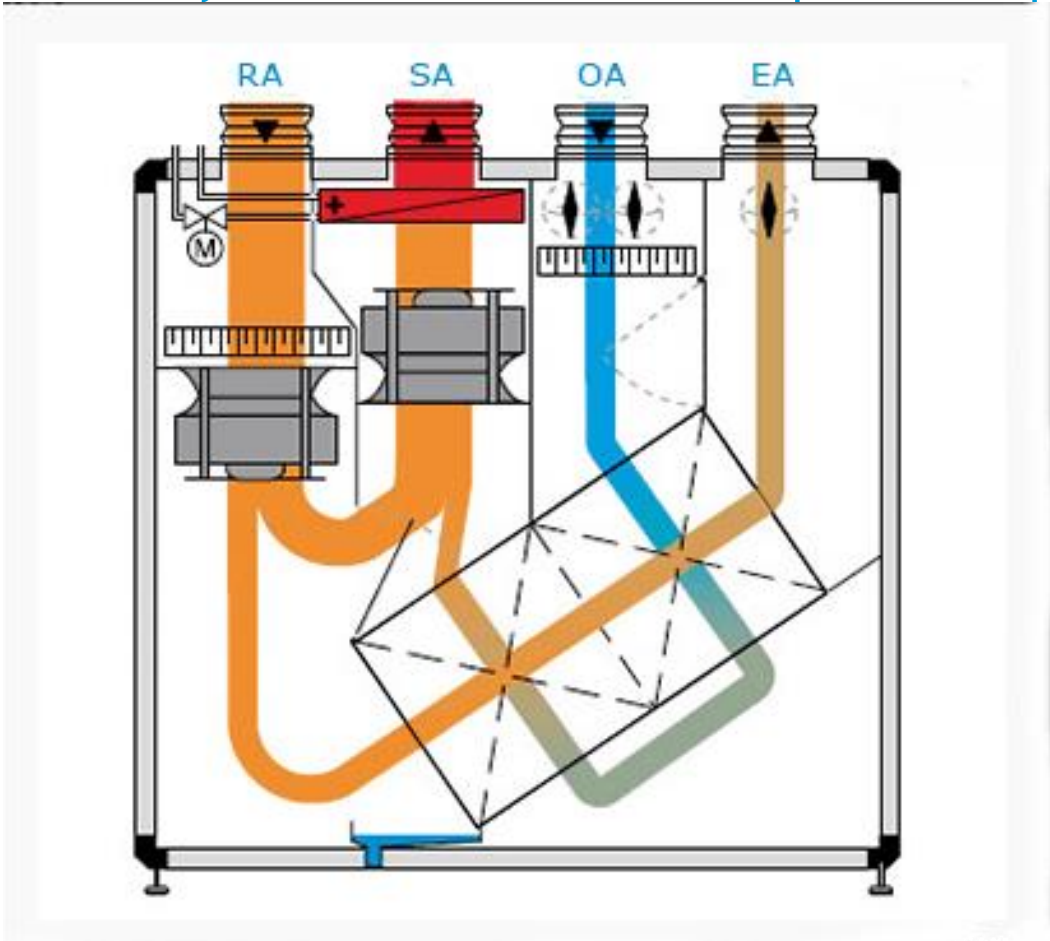


tip 19XX01

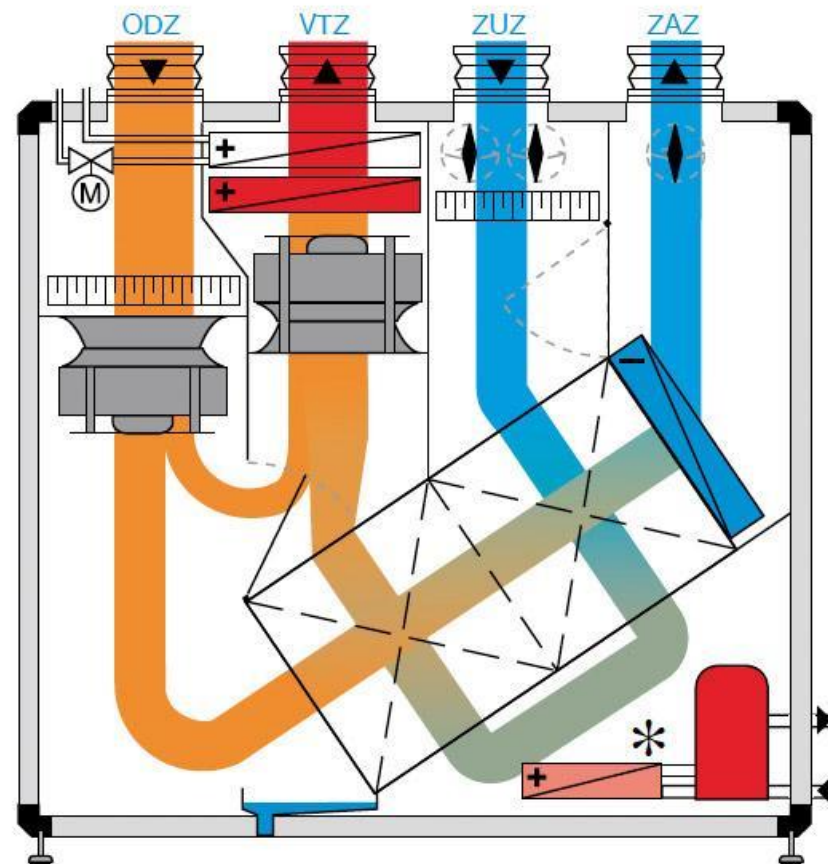


tip 29XX01

Uređaji ThermoCond – tip 19 i tip 29



tip 19XX01



tip 29XX01

Uređaj ThermoCond – tip 38 i tip 39

Tražene osobine ventilacionih uređaja :

- **Visok učin** rekuperatora
- Rekuperator iz **Polipropilena**
- Visok učin elektromotora ventilatora
- Mali pad pritiska zraka skroz uređaj
- Vrhunska regulacija



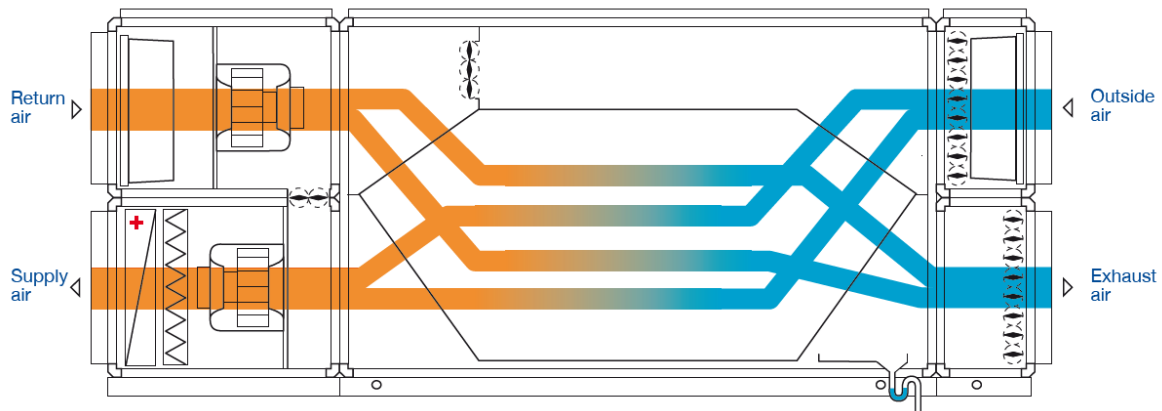
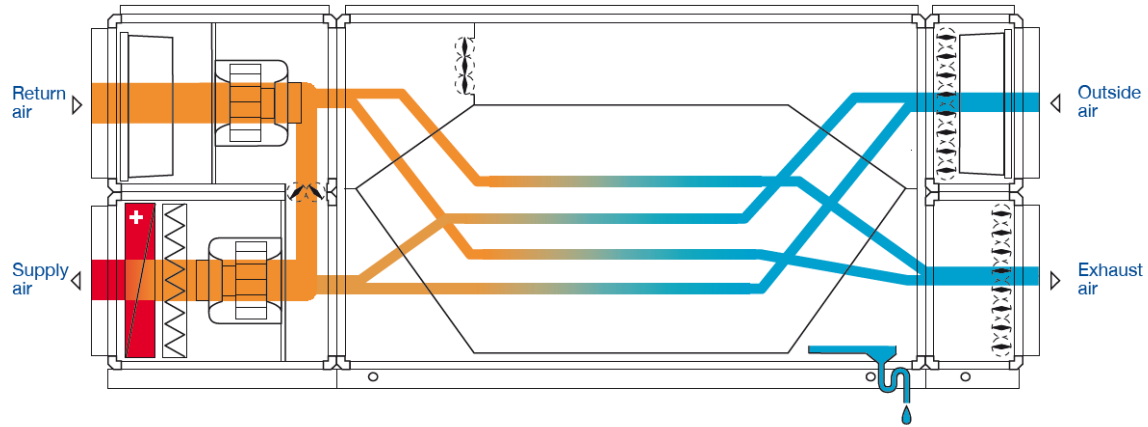
tip 381301



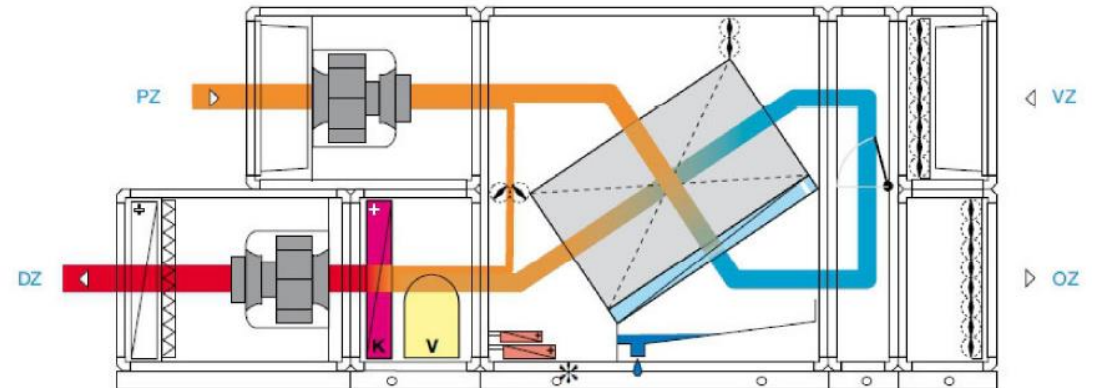
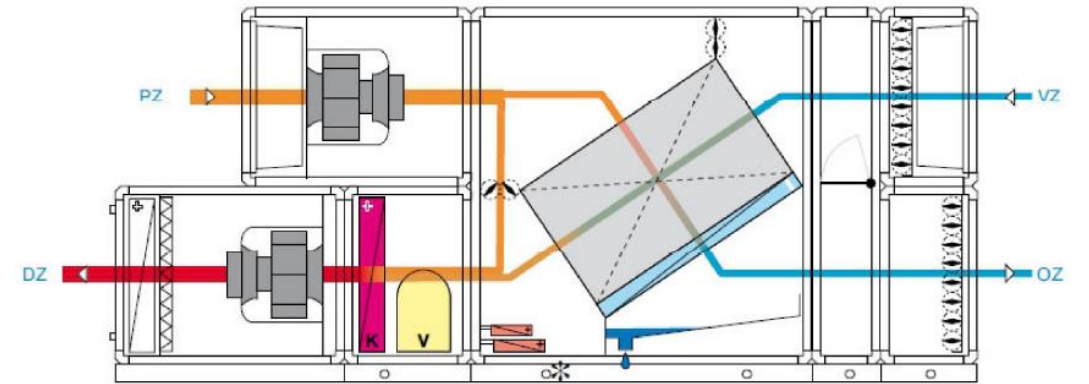
tip 391301

Uređaj ThermoCond 38 i 39 - režimi

tip 381301



tip 391301



Temperaturni učin

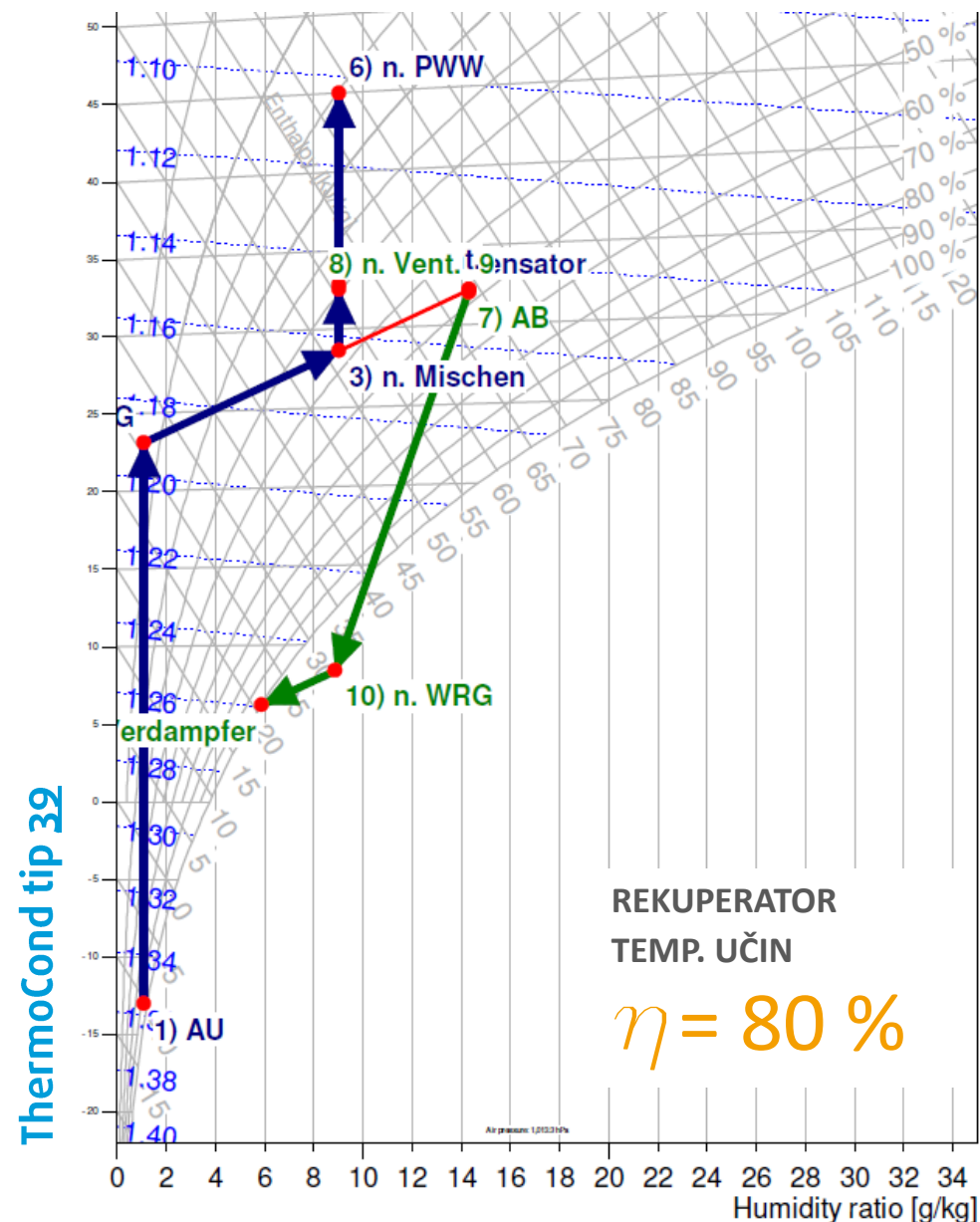
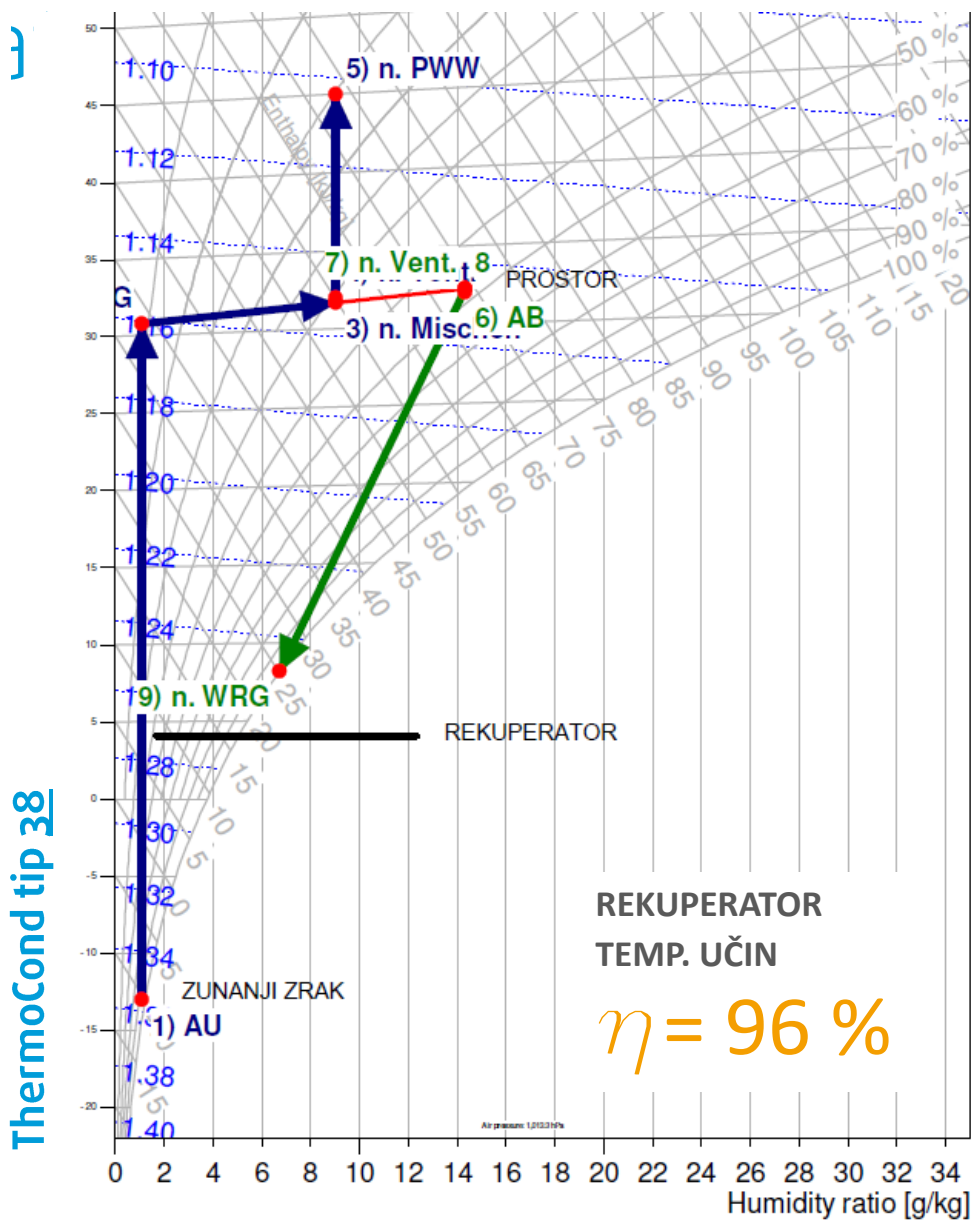
VANJSKA TEMP:

-13°C

(x=1,1 g/kg)

UDEO VANJSKOG
ZRAKA:

40%



Efikasnost rada uređaja sa niskim troškovima

Primjer:

Površina vode bazena:

$$A_w = 153 \text{ m}^2$$

Temp. vode :

$$T_w = 30^\circ\text{C}$$

Izparela količina vode:

$$G_w = 60 \text{ l/h}$$

Potrebna količina zraka za odvlaživanje:

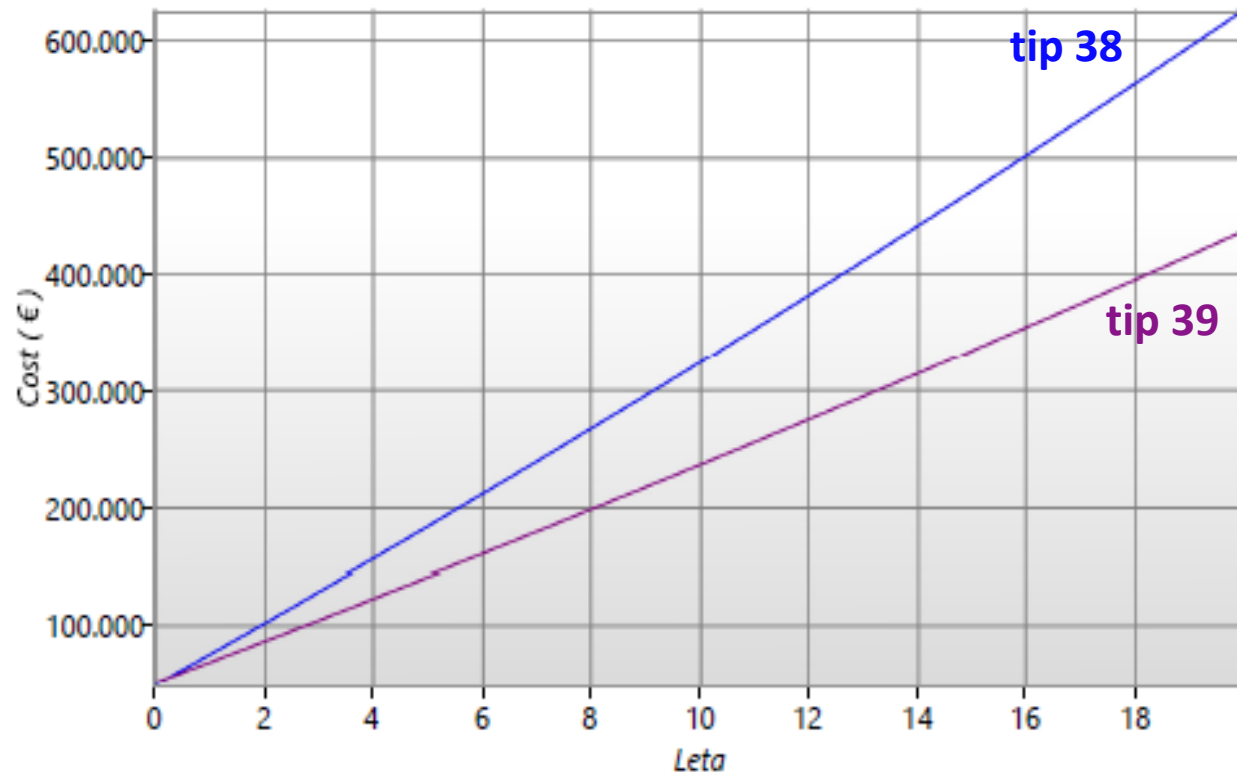
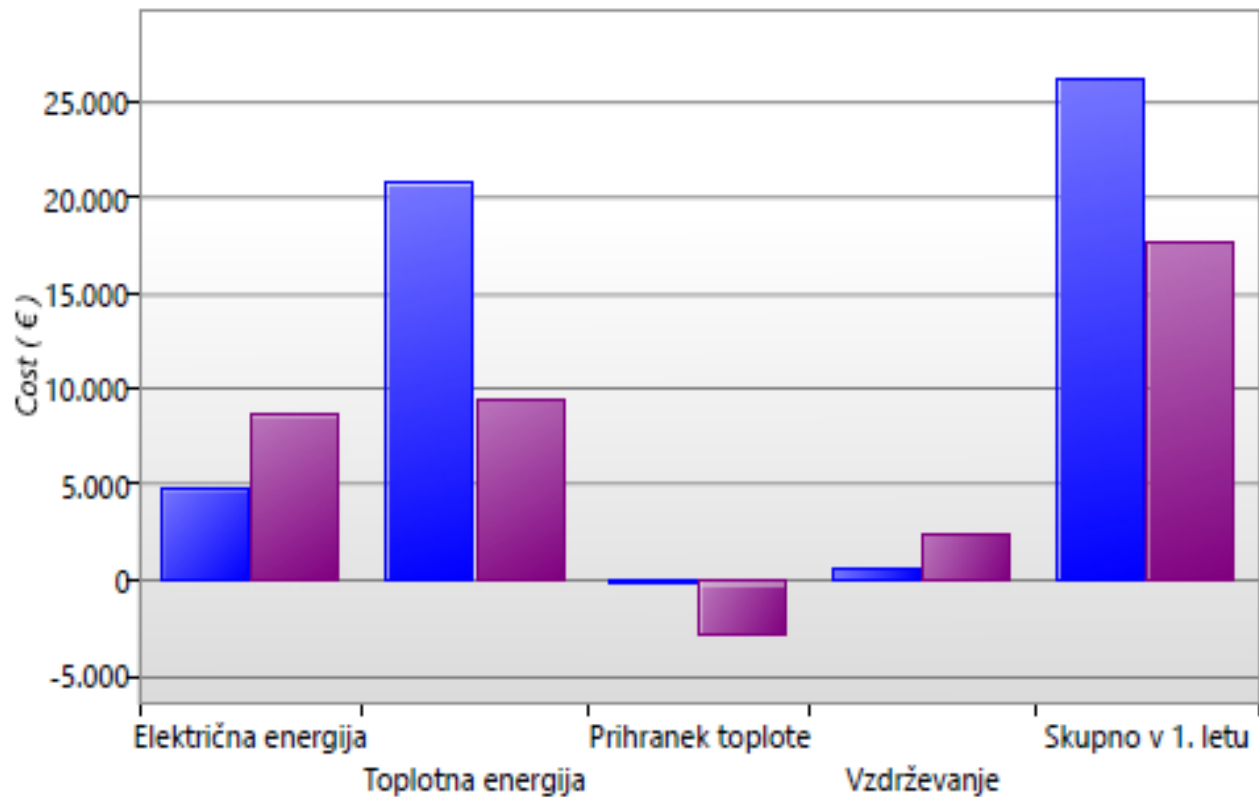
$$V_h = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$$



Troškovi rada uređaja –tip 38 i 39

CENA GRIJNOG MEDIJA:

0,09 EUR



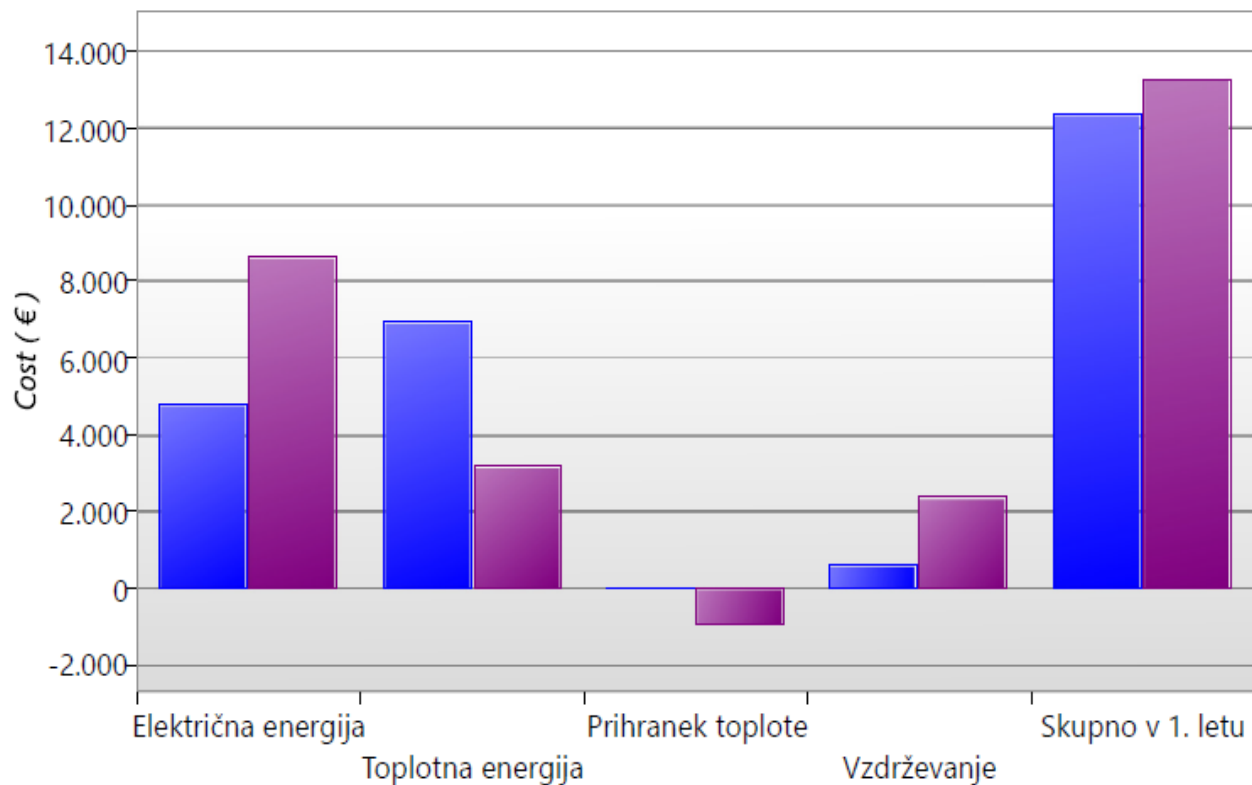
THERMOCOND tip 381301

THERMOCOND tip 391301

Troškovi rada uređaja – tip 38 i 39

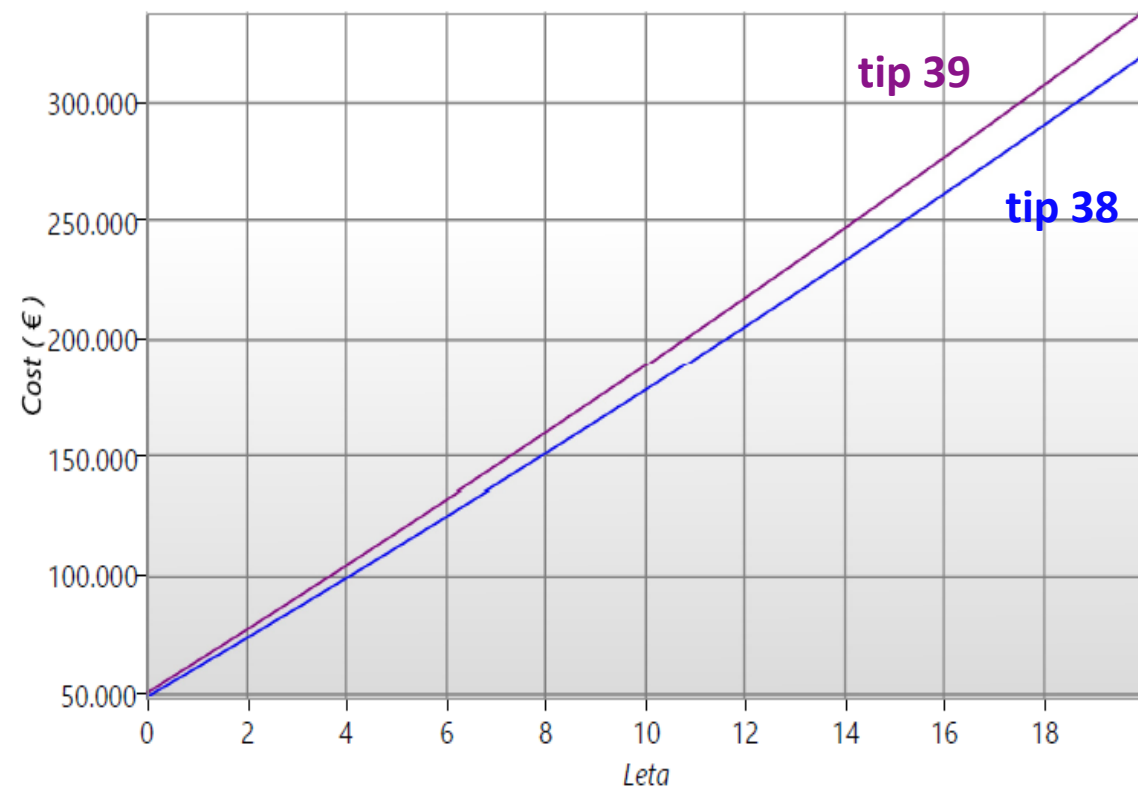
CENA GRIJNOG MEDIJA:

0,03 EUR



THERMOCOND tip 381301

THERMOCOND tip 391301



menerga
BUILDING ENERGY SYSTEMS

Prostor strojarnice klima uređaja

Tip ventilatora:

ZAbluefin z EC blue motorom
(Ziehl-Abegg)

+ 4,5% povečan učin rada

prema prošlim RadiPac
(Ebm-Papst) ventilatorima



Certifikati



Primjeri iz prakse



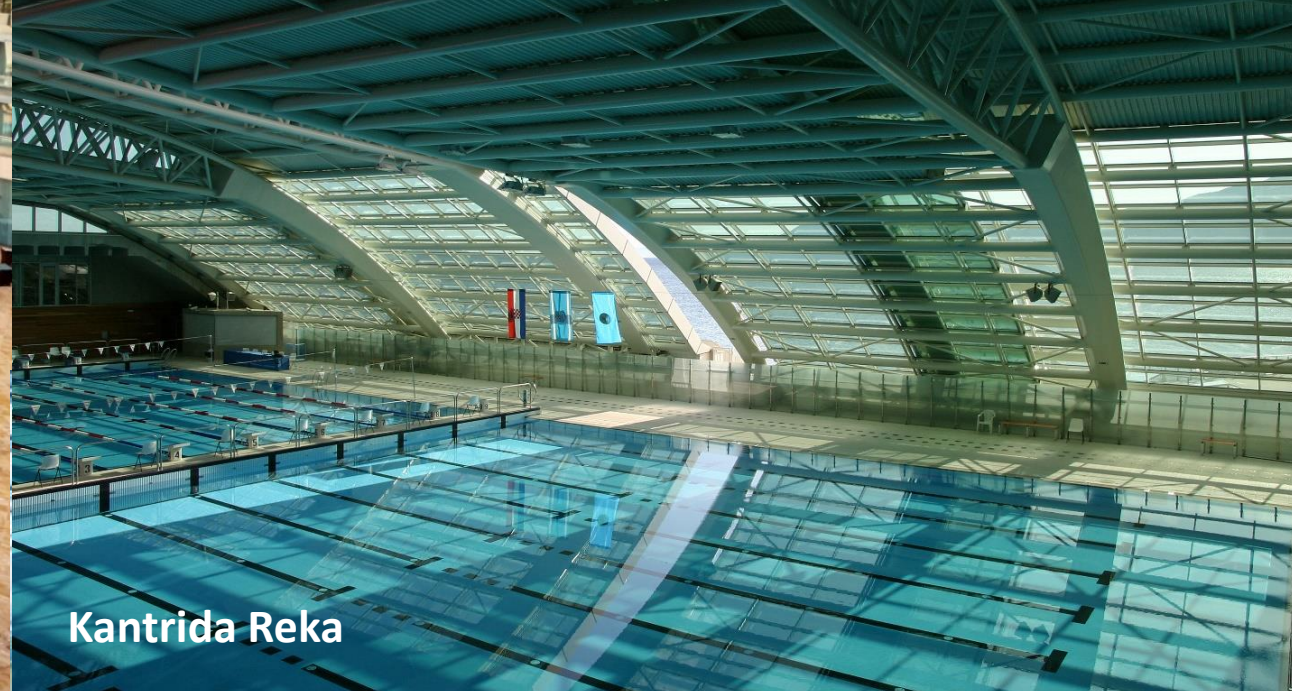
Terme Radenci



Vodni Park Bohinj



Kempisnki Adriatic



Kantrida Reka



Palace Portorož



Terme Zreče



Fruške Terme



Bohinj ECO Hotel,
Bohinjska Bistrica



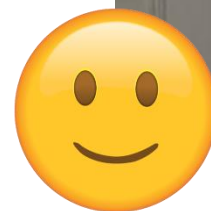
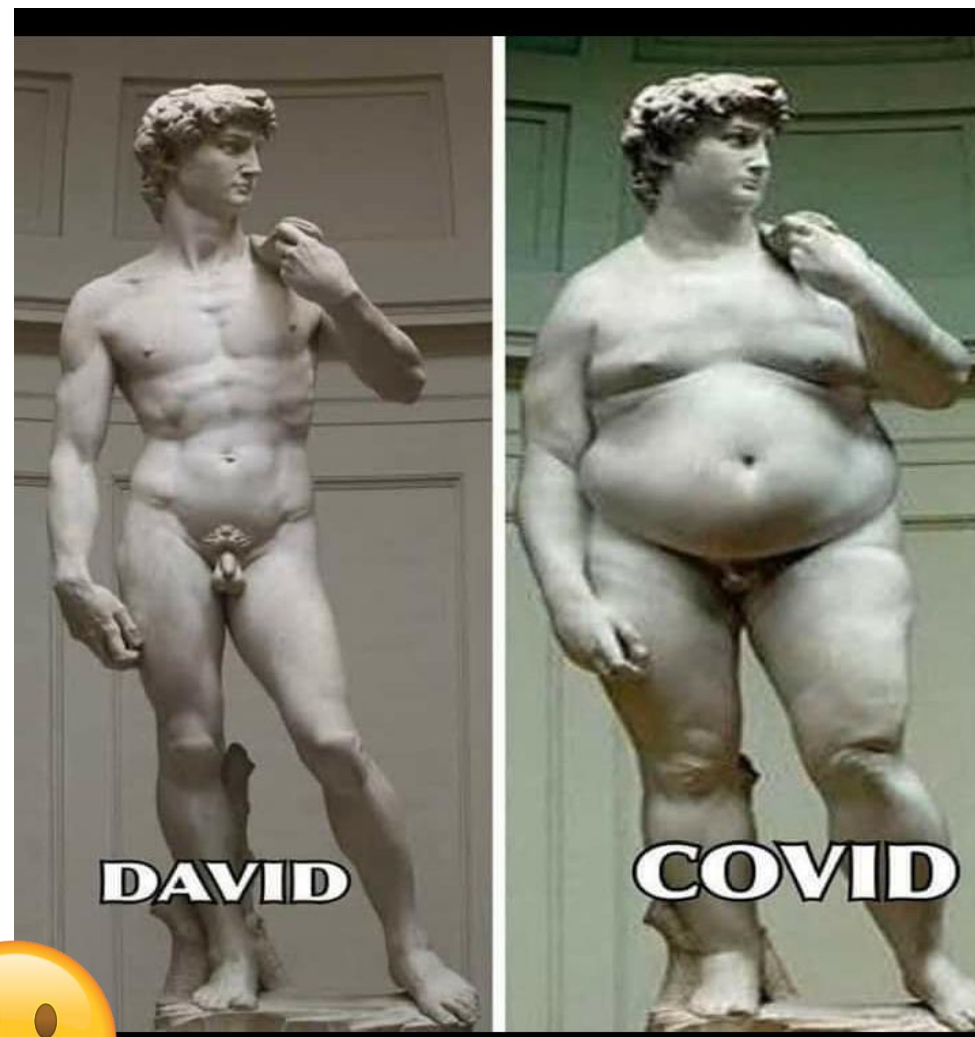
Thermana
Laško

**Skočimo
u sljedeći
projekt
zajedno!**



Ne zaboravite!

Plivanjem očuvate
zdravlje i zadržite liniju!



Hvala!

Branko Zelenko,

univ. dipl. inž. str.

branko.zelenko@menerga.si



LinkedIn: Branko Zelenko

<https://www.linkedin.com/in/branko-zelenko/>

Drago Wolf,

univ. dipl. inž. str.

drago.wolf@menerga.si



LinkedIn: Drago Wolf

<https://www.linkedin.com/in/drago-wolf-111078144>



menerga
BUILDING ENERGY SYSTEMS