Intelligent Energy Europe

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK

EIE KeepCool II
preoblikujemo trg – od »hlajenja stavb«
k "trajnostnemu toplotnemu ugodju"

Energetska učinkovitost stavb po novem

10 korakov do manjših hladilnih obremenitev v stavbi in dobri zgledi

dr. Marjana Šijanec Zavrl, Gradbeni inštitut ZRMK

Strokovna delavnica
Hlajenje stavb postaja vroča tema
Poleti želimo, da nam v stanovanju ne bi bilo prevroče.
S klimatskimi napravami ali morda tudi kako drugače?

Sejem DOM
Petek, 6. marca 2009, od 12.00 do 14:30

Intelligent Energy Europe

Sejem DOM
Petek, 6. marca 2009, od 12.00 do 14:30

Delavnica

Hlajenje stavb postaja vroča tema
Poleti želimo, da nam v stanovanju ne bi bilo prevroče.
S klimatskimi napravami ali morda tudi kako drugače?

12.00 – 12.15	dr. Marjana Šijanec Zavrl, univ.dipl.inž.grad., Gradbeni inštitut ZRMK	Pozdravni nagovor – energetska učinkovitost stavb po novem
12.15 -12.30	dr. Marjana Šijanec Zavrl, univ.dipl.inž.grad., Gradbeni inštitut ZRMK	10 korakov do manjših hladilnih obremenitev v stavbi in dobri zgledi
12.30 – 12.45	razprava	
12.45 – 13.30	dr. Janko Remec, univ.dipl.inž.str., UL Fakulteta za strojništvo	Različni pristopi k hlajenju stanovanjskih stavb
13.30 – 14.15	mag. Miha Tomšič, univ.dipl.inž.grad., Gradbeni inštitut ZRMK	Okna in senčila
14.15 – 14:30	razprava	

Delavnica poteka v okviru projekta EIE Keep Cool II.
Projekt sofinancira Evropska komisija v okviru programa Inteligentna Energija Evropa.

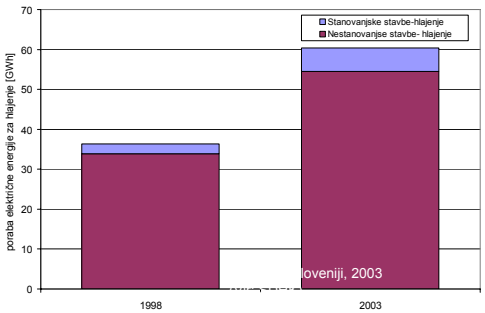
ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Hlajenje stavb v Sloveniji narašča

Naraščajoča potreba po hlajenju stavb ne le toplejših južnih klimatskih področjih, pač pa tudi v srednji in severni Evropi:

- porast števila stavb s steklenimi fasadami
- brez zunanjih senčil,
- več pisarniških aparatov, ki predstavljajo dodatne toplotne vire,
- klimatske spremembe z vedno bolj vročimi poletji ob hkrati
- višjih zahtevah glede toplotnega ugodja.



Nestanovanjske stavbe	1998-2003	+60%
Stanovanjske stavbe		skoraj 3x

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Tradicionalni pristop načrtovanja stavbe ne spodbuja dovolj povezovanja arhitekturne zasnove, senčenja stavbe in primernega načina uporabe s samim načrtovanjem naprav za hlajenje. Le-te pogosto načrtujemo nekritično, ne da bi pred tem izkoristili vse možnosti za naravno, pasivno hlajenje stavb.

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Na ta problem opozarja projekt EIE Keep Cool.

Akterje vključene v načrtovanje stavb želi opozoriti na preprosto dejstvo, da je cilj načrtovati »trajnostno toplotno ugodje v poletnem času«, ne pa le načrtovati hladilni sistem.

Trajnostno toplotno ugodje pomeni doseganje primernega toplotnega ugodja v stavbi, ne da bi za to potrebovali veliko energije, ponavadi neobnovljivega izvora.

Do želenega cilja lahko pri načrtovanju stavbe pridemo v 10 korakih…

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK

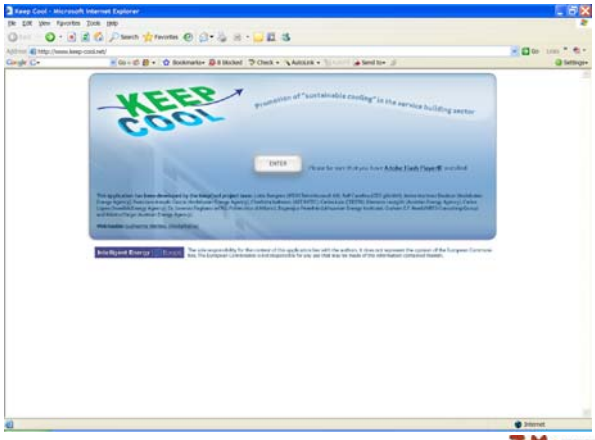
Intelligent Energy Europe

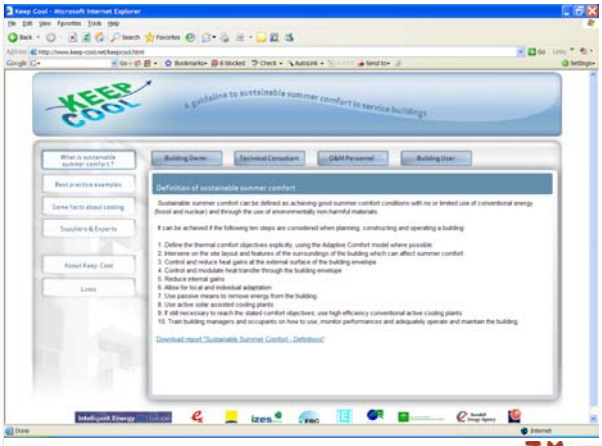
Projekt EIE Keep Cool poteka v dveh fazah.

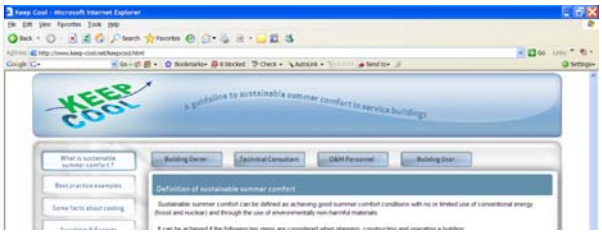
Namen prve, že zaključene, faze projekta je bil oblikovati pregled trajnostnih načinov hlajenja stavb in prikazati primere dobre prakse hlajenja poslovnih in javnih stavb.

Rezultati pregleda tehnologij in pristopov ter primeri dobre prakse so združeni v tako imenovano Keep Cool orodje, ki ga najdete na spletni strani http://www.keep-cool.net/.

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK







Orodje prinaša napotke za investitorje, tehnične svetovalce, vzdrževalce in uporabnike stavb, podrobne opise tehnologij za hlajenje stavbe in primere dobre prakse izvedenih stavb.

Ker so informacije prilagojene različnim profilom uporabnikov, je stran zanimiva tako za strokovnjake (opisi tehnologij, pregled programske opreme za področje hlajenja stavb), kot za vzdrževalce (program za LCC analizo različnih ukrepov pri prenovi stavbe), investitorje (kontrolni seznam aktivnosti, na katere je treba biti pozoren ob načrtovanju stavbe) ali končne uporabnike (ukrepi za energetsko učinkovitost pri hlajenju in doseganje toplotnega ugodja poleti).

Druga faza projekta

Namen druge faze EIE Keep Cool II je predvsem pospešiti prenos znanja v prakso, zlasti preko obstoječih mrež strokovnjakov (stanovskih zbornic, društev) in končnih uporabnikov (velikih investitorjev, upravnikov in uporabnikov stavb).

Projekt obsega tudi spremljanje zakonodaje v EU-27 in spodbujanje napredka na področju oblikovanja nacionalnih zahtev za trajnostno toplotno ugodje.

Poseben poudarek projekta je na podpori javnemu sektorju pri uvajanju zelenega javnega naročanja na področju hlajenja.

Na voljo so preprosta navodila za skrbnike javnih naročil z napotki o tem, kako zasnovati zeleno javno naročilo na področju hlajenja stavb, kako preveriti ponudbo, kako se pripraviti na pogajanja s ponudnikom.

Pomembna je izbira kompetentne projektantske skupine, ki je sposobna oblikovati projektantske rešitve za »trajnostno poletno ugodje« v okviru tako imenovanega celovitega načrtovanja energijske zasnove stavbe.

Projekt EIE Keep Cool II izvaja konzorcij 12 partnerjev iz Avstrije, Portugalske, Francije, Švedske, UK, Italije in Slovenije, sofinancira pa ga Evropska komisija v okviru programa Inteligentna energija Evropa, v obdobju 2008-2010.

Več informacij o celovitem pristopu k načrtovanju toplotnega ugodja v stavbi namesto namesto tradicionalnega načrtovanja ogrevanja in hlajenja v stavbi se nahaja na spletni projekta EIE Keep Cool II

http://www.izes.de/cms/front_content.php?idcat=131&idart=313

http://www.keep-cool.net

Kaj o hlajenju stavb pravi nova zakonodaja

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

Dovoljene toplotne lastnosti stavbe

za ovoj oz. za posamezne konstrukcije

U_{max} stene < 0.28 W/m2K,
U_{max} strehe < 0.20 W/m2K

1. Pregledniice s podatki

Preglednica 1: Največje dovoljene toplotne prehodnosti, U_{max}

Št.	Gradbena konstrukcija	U_{max} (W/m²K) za stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19 °C ali poleti hlajene na 26 °C	U_{max} (W/m²K) za stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi med 12°C in 19 °C in nestanovanjske stavbe po CC-SI
1.	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevano kletjo ali nad neogrevanim prostorom in tla nad zunanjim zrakom	0,28	0,35
1.a	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine pod 10 % površine neprozornega dela	0,60	0,60
2.	Stene med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov Stene, ki mejijo na sosednje stavbe	0,90 0,50	1,00 0,60
3.	Drojne fasade: prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla ali svetlobna prepustnost stekla τ_{Dvi}	1,4 0,48 0,72	1,9 0,60 0,78
4.	Zunanja stena proti terenu in strop proti terenu	0,30	0,35
5.	Stropna konstrukcija med ogrevanimi prostori	1,35	1,35
6.	Strop proti neogrevanemu prostoru, ravna in poševna streha nad neogrevanim prostorom	0,20	0,35
7.	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,30	0,35
8.	Tla na terenu in tla nad terenom pri ploskovnem gretju	0,30	0,30
9.	Lahke gradbene konstrukcije (pod 150 kg/m²) razen streh	0,20	0,30
10.	Okna in okenska vrata v gretih prostorih: prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla ali svetlobna prepustnost stekla τ_{Dvi}	1,3 0,60 0,78	1,9 0,60 0,78

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

Dovoljene toplotne lastnosti stavbe

Okna - okvirji in zasteklitve $(U_w = A_f U_f + A_g l_g + \psi_g l_g) / (A_f + A_g)$

$U_{max\ stekel}$ < 1,1 W/m²K
$U_{max\ oken}$ < 1,3 W/m²K
$U_{max\ oken\ kovina}$ < 1,6 W/m²K le za poslovne stavbe
Okna s kovinskimi okviru so dopustna le v poslovnih stavbah

$U_{max\ zun.vrata}$ < 1,8 W/m²K
$U_{max\ rolo}$ < 0,6 W/m²K na mestu rolo omarice

Tesnost ovoja:

n50Pa < 3,5 za naravno prezračevanje

n50Pa < 2 pri mehanskem prezračevanju (po SIST ISO 9972)

Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

Zaščita proti sončnem sevanju

Obvezna
razen za S orientacije in za majhna okna < 0,5 m2 in za okna s stalno naravno ali umetno oviro 9h -17h
Zunanja senčila, če so v medstekelnem prostoru – redukcija!

14. člen

(zaščita proti sončnemu obsevanju in toplota sonca)

(1) Vse zastekljene površine na ovoju stavbe s površino stekla nad 0,5 m² razen tistih, ki so obrnjene v smeri od severovzhoda, severa do severozahoda ali so v juniju med 9. in 17. uro zasenčene z naravno ali umetno oviro, morajo omogočati zaščito pred sončnim obsevanjem in bleščanjem, pri kateri je ob upoštevanju vpliva položaja vgradnje faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja stekla in senčila g < 0,5.

(2) Če se vgrajujejo senčila v prostor med stekli, se faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja senčila določi po naslednjem izrazu:

$$g_{s,m} = 1 - 0,4\,(1-g_s)$$

kjer pomenita:

g_s – faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja senčila,

$g_{s,m}$ – faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja senčila v medstekelnem prostoru.

(3) Senčila, vgrajena na notranji strani ovoja stavbe, se ne štejejo kot zaščita proti sončnemu obsevanju.

Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

7. člen
(dovoljene toplotne lastnosti stavbe)

Transmisijske toplotne izgube, ΦVH, na enoto grete prostornine stavbe, Ve, morajo biti enake ali manjše od
ΦVT = 2 + 10.fo (W/m3)
kjer pomenita:
fo (m-1) – faktor oblike, ki se izračuna po enačbi: fo = A/Ve (m-1),
Ve (m3) – zunanja greta površina stavbe, ki jo objema površina A (m2), skozi katero prehaja toplota.

Ventilacijske toplotne izgube, ΦVV, na enoto grete prostornine stavbe, Ve, morajo biti enake ali manjše od
ΦVV = 0,1. ne. Δθh (W/m3)
kjer pomenita:
Δθh (K) – projektna temperaturna razlika, ki se določi z enačbo Δθh = (θiph – θeph) (K),
ne (h-1 – urna izmenjava zraka, preračunana na enoto grete prostornine stavbe, Ve.
Urna izmenjava zraka ne sme biti manjša od 0,7 med zasedenostjo stavbe in se določi v skladu s predpisi o prezračevanju in klimatizaciji stavb.

Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

7. člen
(dovoljene toplotne lastnosti stavbe)

Skupne dovoljene toplotne izgube so:
ΦVL = ΦVT + ΦVV (W/m3)

Povprečna toplotna prehodnost stavbe mora biti manjša od
Um = (2 + 10. fo)/(fo. Δθh) (W/m2K)

Dovoljena hladilna obremenitev za hlajenje bivalnih prostorov v stavbi na enoto hlajene prostornine stavbe, Ve,
mora biti manjša od
ΦVC = 24 W/m3

Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

7. člen
(dovoljene toplotne lastnosti stavbe)

Največja dovoljena nazivna moč generatorjev toplote za gretje, pripravo tople vode in prezračevanje v obdobju gretja je
PVH = 1,05 (ΦVT + ΦVV + ΦW). Ve/ηgh (W)
kjer pomenita:
ΦW = 6 (W/m3) – dodatek za pripravo tople vode v stanovanjskih objektih (glede na vrsto in velikost objekta ter način zadovoljevanja potreb se za druge objekte določi v skladu s stanjem gradbene tehnike)

Največja dovoljena nazivna električna moč generatorja hlada je:
PVC,e = 1,05.ΦVC.Ve/ EER (We)
Vrednosti za računski najnižji dovoljeni EER so prikazane v preglednici 4 Priloge 1 tega pravilnika.

Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

8. člen
(uporaba obnovljivih virov energije)

(1) V stavbah se mora zagotavljati **najmanj 25% moči za gretje, prezračevanje, hlajenje in toplo pitno vodo**, določene v osmem in devetem odstavku 7. člena tega pravilnika, z obnovljivimi viri energije, in sicer z aktivno uporabo enega ali več virov v lastnih napravah, ki jih predstavljajo:

toplota okolja, sončno obsevanje, biomasa, geotermalna energija in energija vetra, ali predviden priključek na naprave za pridobivanje toplote ali hlada iz obnovljivih virov energije zunaj stavbe.

ZRMK INSTITUT Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

Zahteve pravilnika PURES 2008

8. člen
(uporaba obnovljivih virov energije)

(2) Zahteva iz prejšnjega odstavka tega člena je izpolnjena tudi:

a) če se vgradi najmanj ASSE = 4 + 0,02 Au (m2) svetle površine **sprejemnikov sončne energije (SSE)** z letnim donosom SSE najmanj 500 kWh/m2a na vsak kvadratni meter koristne površine stanovanjske stavbe Au, vendar ne manj kot **6 m2 na bivalno enoto** s pripadajočim hranilnikom toplote z vsebnostjo nad 25 l/m2 SSE. Pri centralnih sistemih se sistem izvede v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike;

b) če se vgradijo **sončne celice (PV)** z nazivno močjo najmanj **5 W na vsak kvadratni meter** koristne površine stavbe (~ 0,04 m2 PV/m2 Au pri nazivnem električnem izkoristku sistema ~12,5%);

c) če se zgradi **hranilnik za naravni led** ali sistem za aktivno naravno hlajenje, ki zagotavlja nad 25% potrebne toplote za hlajenje stavbe na leto.

ZRMK INSTITUT Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

PURES 2008 in hlajenje…

V pravilniku so omejene tudi
- povprečne gostote moči svetilk, 21. člen (Preglednica 5) in

Nove so tudi tehnične zahteve za razsvetljavo, ki predpisujejo sodobno tehnologijo svetilk (le še do 20% vse priključne moči za razsvetljavo je lahko pogojene z uporabo žarnic na žarilno nitko.

Povprečna moč vgrajenih svetilk
- v stanovanjskih stavbah ne sme presegati 8 W/m2,
- v gostilnah in restavracijah 15 W/m2,
- medtem ko za trgovske centre velja omejitev moči za razsvetljavo na 9 W/m2.

ZRMK INSTITUT Gradbeni inštitut ZRMK

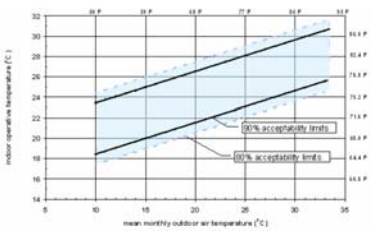
Intelligent Energy Europe

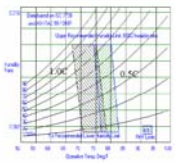
Koraki do učinkovitega hlajenja stavb

Intelligent Energy Europe

Upoštevajmo adaptivni model toplotnega ugodja

Toplotno ugodje lahko povrnemo z aktivnostjo:
- Spremembo telesne generacije toplote (aktivnost-siesta)
- S spremembo stopnje oddaje telesne toplote (obleka, potenje, krvni obtok, topla pijača)
- S spremembo toplotnega okolja (odpremo okno, prižgemo kamin..)
- Z izbiro drugega okolja (druga lokacija v sobi, druga soba ali





ZRMK INSTITUT Gradbeni inštitut ZRMK

Intelligent Energy Europe

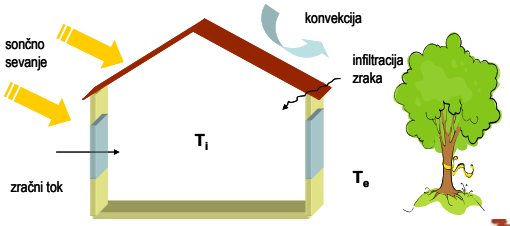
Upoštevajmo mikrolokacijo stavbe na zemljišču

Pri umeščanju stavbe na mikrolokaciji zemljišča je treba zagotoviti vegetacijo v okolici stavbe, saj to pomeni hladnejši zrak, boljšo možnost hlajenja okolice z izparevanjem vode v zelenju in neposredno senčenje fasad.
Zelenje je smiselno načrtovati tudi v obliki zelene strehe, saj se tako stavba zaradi izparevanja vode dodatno hladi, po drugi strani pa vegetacija preprečuje pretirano absorbiranje sončnega sevanja na strehi.
Voda v okolici stavbe hladi okoliški zrak, zato so znane tradicionalne rešitve s fontanami, bazeni in vodnimi zavesami.
Svetle površine okoli stavbe preprečujejo pretirano segrevanje okolice.
Stavbo orientirajmo z glavno stranjo oz. okni na jug, kajti tako bo senčenje enostavnejše in bolj skladno s potjo sonca.
Razgibana fasada omogoča lokalne turbulence vetra in s tem še dodatni hladilni učinek.

ZRMK INSTITUT Gradbeni inštitut ZRMK

Nadzorujemo in zmanjšamo toplotne pritoke skozi ovoj stavbe

Toplotni tokovi, ki vstopajo skozi ovoj stavbe, ki razmejuje notranje in zunanje okolje, zaradi absorpcije sončnega sevanja, konvekcijske izmenjave zraka z okolico, infiltracija zraka in zračni tok skozi netesna mesta in odprtine.



Nadzorujemo in preusmerimo toploto, ki vstopa skozi ovoj stavbe

Ko toplota vstopa v notranjost stavbe, je treba njen konvekcijski ali kondukcijski prenos zaustavljati s primernim toplotnoizolacijskim materialom in s toplotno akumulacijsko maso, ki omogoča tudi zadosten časovni zamik prehoda toplotnega vala v notranjost stavbe.

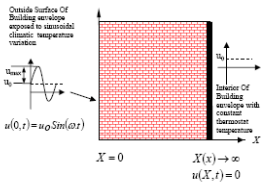
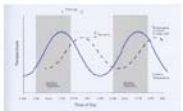


Figure 2. Problem definition for infinite wall.



Zmanjšamo notranje toplotne vire

Uporabljati je treba energijsko učinkovita svetila, pri čemer je poudarek na dnevni svetlobi, ter učinkovite gospodinjske aparate in opremo.

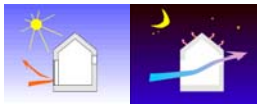
Dopustimo lokalno in individualno prilagajanje

Dopustimo lokalno in individualno prilagajanje pogojem ugodja s primerno stopnjo obleke, gibanjem zraka s stropnimi ventilatorji, prilagajanjem delovnega časa oz. njegovo premestitvijo v čas zunaj najbolj vročih ur dneva.

Uporabimo pasivne pristope za odstranjevanje toplote

Uporabimo pasivne pristope za odstranjevanje toplote v stavbah, npr.: nočno prezračevanje, uporaba toplotno akumulacijske sposobnosti tal v vlogi ponora odvečne toplote, ohlajanje z radiacijskim hlajenjem, posredno ali neposredno izhlapilno hlajenje.

.



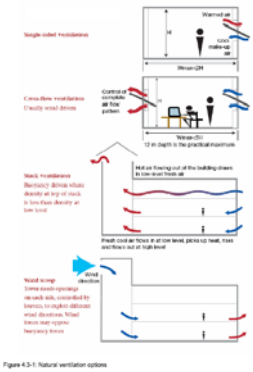


Figure 4.3-1: Natural ventilation options

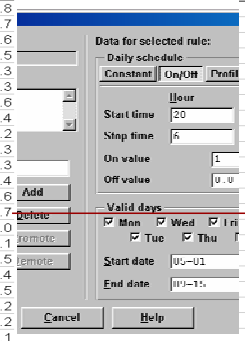
SLO primer dobre prakse – prenova Mercator, Brod

- Stene – opeka, nizka raven toplotne zaščite
- Okna – dvojna zasteklitev1,1 W/m2K
- 610 m2
- Izgradnja v 60-tih, prenova v 2005
- Senčila na južnem izložbenem oknu
- Fiksno senčilo na nadstrešku
- Načrtovanje nočnega prezračevanja znižanje Tnot poleti!
- Hladilne naprave so potrebne zaradi prodaje živil so pomemben vir hladu v stavbi.
- Vgrajena centralna hladilna naprava, odpadna toplota se porablja za ogrevanje sanitarne tople vode
- Letna poraba elektrike za hlajenje 37 MWh,
- Specifična raba elektrike za hlajenje 61 kWh/m2

Intelligent Energy Europe

Nočno naravno prezračevanje poleti zniža dnevno temperaturo notranjega zraka za najmanj 2 oC, že pri nespremenjenem načinu uporabe podnevi

Temperatura zraka v prostoru		
ure		[°C]
1		34.8
2		34.7
3		34.6
4		34.5
5		34.3
6		34.3
7		30.6
8		30.4
9		31.2
10		31.3
11		31.3
12		31.4
13		31.6
14		31.7
15		32.0
16		32.1
17		31.5
18		30.4
19		32.5
20		33.2
21		33.2
22		33.1
23		33.0
24		32.9
	povprečje	**32.5**

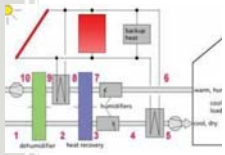


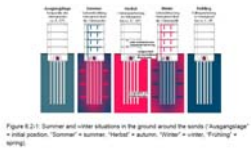
Temperatura zraka v prostoru		
ure		[°C]
1		27.1
2		25.3
3		24.5
4		23.9
5		23.4
6		23.1
7		22.4
8		22.6
9		22.9
10		27.7
11		28.8
12		29.1
13		29.4
14		29.6
15		30.0
16		30.1
17		29.6
18		28.5
19		30.4
20		22.1
21		21.0
22		20.5
23		20.0
24		19.6
	povprečje	**25.5**

Intelligent Energy Europe

Možnost uporabe aktivnega hlajenja s toploto okolja

Preverimo možnosti uporabe aktivnega hlajenja s toploto okolja oz. sončno energijo (absorpcijske in adsorpcijske hladilne naprave).





Učinkovite konvencionalne hladilne naprave

Ko so pasivni ukrepi izčrpani, uporabimo visoko učinkovite konvencionalne aktivno hlajenje.

Intelligent Energy Europe

Nadzorujmo fazo uporabe stavbe

Seznanimo uporabnike stavb s primernim načinom uporabe stavbe,

usposobimo upravljavce stavb za zasledovanje porabe energije in primerno vodenje stavbe ter njeno vzdrževanje.

Pomembno je, da so ustrezno pripravljena navodila za ravnanje s stavbo in njeno vzdrževanje ter da se preveri doseganje ciljnih parametrov toplotnega ugodja v fazi uporabe stavbe.

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK

E-pošta: marjana.sijanec@gi-zrmk.si