

**Šolski center Celje**  
Srednja šola za strojništvo in mehatroniko

# **PREZRAČEVANJE IN UČINKOVITA RABA ENERGIJE NA ŠOLSKEM CENTRU CELJE**

Avtorji:

Davorin Bukšek, S-4. b

Aleš Ferlež, S-4. b

Mavrizio Gajser, S-4. b

Mentor:

Denis Kač, univ. dipl. inž. str.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2010

# **PREZRAČEVANJE IN UČINKOVITA RABA ENERGIJE NA ŠOLSLEM CENTRU CELJE**

## **KLJUČNE BESEDE:**

- prezračevanje,
- viri onesnaževanja zraka,
- način prezračevanja,
- učinkovita raba energije,
- kako prihraniti energijo,
- sončna elektrarna.

# **VENTILATION AND EFFICIENT USE OF ENERGY IN SCHOOL CENTER CELJE**

## **KEY WORDS:**

- ventilation,
- sources of air pollution,
- method of ventilation,
- efficient use of energy,
- how to save energy,
- solar power.

## KAZALO VSEBINE

1 UVOD .....	9
1.1 HIPOTEZE.....	10
1.2 METODE RAZISKOVANJA.....	10
2 PREZRAČEVANJE.....	11
2.1 KAJ JE PREZRAČEVANJE .....	11
2.2 PREZRAČEVANJE NA ŠOLSLEM CENTRU CELJE.....	11
2.3 VIRI ONESNAŽEVANJA ZRAKA.....	15
2.4 NAČINI PREZRAČEVANJA .....	20
2.5 OGREVANJE, HLAJENJE IN PREZRAČEVANJE PROSTOROV Z RAZLIČNIMI SISTEMI .....	26
3 UČINKOVITA RABA ENERGIJE .....	35
3.1 KAJ JE UČINKOVITA RABA ENERGIJE.....	35
3.2 UČINKOVITA RABA ENERGIJE V ŠOLAH.....	35
3.3 KAKO PRIHRANITI ENERGIJO.....	36
3.4 SONČNA ELEKTRARNA.....	46
3.5 SONČNI KOLEKTORJI.....	55
4 PREDSTAVITEV REZULTATOV .....	59
4.1 ANALIZA ANKETNEGA VPRAŠALNIKA .....	59
4.2 POVZETEK UGOTOVITEV ANKETNIH VPRAŠALNIKOV .....	66
4.3 PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE .....	66
4.4 PREDLOGI IZBOLJŠAV .....	68
5 ZAKLJUČEK.....	71
6 PRILOGA.....	72
6.1 ANKETA .....	72
7 VIRI IN LITERATURA .....	75

## KAZALO SLIK

Slika 1: Shema etaže D.....	11
Slika 2: Hodnik v etaži D .....	12
Slika 3: Umetna in naravna svetloba na hodniku .....	12
Slika 4: Vrata in okno nad njimi .....	13
Slika 5: Okno med hodnikom in učilnico.....	13
Slika 6: Izogibanje neprijetnim vonjavam .....	15
Slika 7: Gneča na hodniku .....	16
Slika 8: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na ugodje v prostoru ter vpliv temperature sobnega zraka in površinske temperature sten prostora na ugodje v prostoru .....	17
Slika 9: Mikroorganizmi .....	17
Slika 10: Radon .....	18
Slika 11: Prodiranje radona skozi dihalne poti.....	18
Slika 12: Cigareta in cigaretni dim.....	19
Slika 13: Alergija na prah.....	19
Slika 14: Mešalno prezračevanje.....	20
Slika 15: Izpodrivno prezračevanje.....	21
Slika 16: Izpodrivno prezračevanje 0,3 m nad glavo .....	21
Slika 17: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja.....	23
Slika 18: Kanalsko prezračevanje .....	24
Slika 19: Prisilno prezračevanje .....	25
Slika 20: Razvod za prisilno prezračevanje .....	25
Slika 21: Zunanja enota.....	27
Slika 22: Notranja enota .....	27
Slika 23: Stenska enojna izvedba .....	29
Slika 24: Stropna kanalna izvedba .....	29
Slika 25: Stropna kasetna izvedba.....	30
Slika 26: Konvektor .....	31
Slika 27: Sistem z izkoriščanjem odpadne toplote prezračevanja.....	32
Slika 28: Shema sistema prezračevanja z vračanjem toplote .....	33
Slika 29: Toplotni prenosnik .....	34
Slika 30: Termostatski ventil.....	36

Slika 31: Okenske police prekrivajo radiatorje v učilnicah .....	37
Slika 32: Radiator v obnovljeni učilnici A-41 .....	37
Slika 33: Nova pipa in umivalnik v učilnici A-41 .....	38
Slika 34: Pipi in umivalnika na WC-ju .....	39
Slika 35: Pisoarji - vezani in senzorji .....	39
Slika 36: Iztekanje vode na pisoarju .....	40
Slika 37: Stranišče in kotliček na enojni izpust.....	40
Slika 38: Plesen na stenah .....	41
Slika 39: Stara okna, potrebna menjave .....	42
Slika 40: Nova okna v obnovljeni učilnici A-41 .....	42
Slika 41: Vhodna vrata na Šolskem centru Celje z mehanizmom za samodejno zapiranje .....	43
Slika 42: Klasične in varčne žarnice .....	45
Slika 43: Sončna elektrarna.....	46
Slika 44: Shema omrežne sončne elektrarne .....	47
Slika 45: Shema samostojne sončne elektrarne.....	48
Slika 46: Postavitev sončne elektrarne na strehi .....	50
Slika 47: Postavitev sončne elektrarne na zemljišču.....	51
Slika 48: Sončni kolektor .....	55
Slika 49: Ravni sončni kolektor .....	56
Slika 50: Vakuumski cevni kolektor .....	57
Slika 51: Vakuumski »heat pipe« kolektor .....	57
Slika 52: Šolski center Celje z neizkoriščeno površino strehe.....	58

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Odkupna cena električne energije .....	54
Tabela 2: Odkupna cena električne energije za samostojne objekte .....	54

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Graf donosnosti naložbe .....	53
Graf 2: Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo z ureditvijo prezračevalnega sistema na ŠCC-ju.....	59
Graf 3: Rezultat na vprašanje, ali na dijake v poletnem času vplivajo visoke temperature in slab zrak na hodniku.....	60
Graf 4: Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo s tem, da je na ŠCC-ju slab zrak in zato slabo počutje.....	60
Graf 5: Posledice slabega zraka.....	60
Graf 6: Rezultat na vprašanje, ali so dijaki mnenja, da mora biti zrak dovolj čist in imeti primerno temperaturo, ko vstopajo v razred. ....	61
Graf 7: Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo s tem, da bi bila temperatura vse leto konstantna in enaka po celi šoli.....	61
Graf 8: Rezultat na vprašanje, ali dijaki menijo, da je prezračevanje WC-jev zadostno. ....	62
Graf 9: Rezultati na vprašanje, ali dijaki menijo, da bi lahko bolj varčevali z električno energijo na šoli. ....	62
Graf 10: Rezultat na vprašanje, ali dijaki menijo, da so luči in okenska stekla dovolj očiščena. ....	63
Graf 11: Rezultat na vprašanje, ali dijaki menijo, da bi bilo pametno klasične žarnice zamenjati z varčnimi. ....	63
Graf 12: Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo s tem, da bi jim po končani športni vzgoji namenili dodaten čas za tuširanje.....	64
Graf 13: Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo z uporabo kolektorjev in sončne elektrarne na šoli. ....	64
Graf 14: Rezultat na vprašanje, kako dijaki prezračujejo učilnice.....	65

## ZAHVALA

Za pomoč in podporo pri nastajanju raziskovalne naloge se iskreno zahvaljujemo mentorju Denisu Kaču, univ. dipl. inž., ki nas je pri delu usmerjal, vzpodbujal in nam svetoval.

Prav tako se zahvaljujemo Francu Valandu, ki nam je dal namig oz. idejo za nastanek pričujoče raziskovalne naloge. Zahvalo izrekamo tudi Tjaši Ogrizek, prof., za lektoriranje angleškega sestavka in Simoni Črep, prof., za lektoriranje raziskovalne naloge.

Nazadnje bi se radi zahvalili vsem, ki so na kakršen koli način prispevali k nastanku naše raziskovalne naloge – posebej dijakom, ki so z odgovori podali svoje mnenje.

## POVZETEK

Raziskovalna naloga obravnava problem, ki postaja na Šolskem centru Celje vedno večji. Zanimalo nas je, kako so dijaki zadovoljni s trenutnim sistemom prezračevanja oz. ali menijo, da je potrebno obstoječi sistem spremeniti. Zanimalo nas je tudi, kako učinkovito oz. neučinkovito ravnamo z energijo.

O omenjenem problemu smo se večkrat pogovarjali na hodniku z ostalimi dijaki, zato smo se odločili, da na to temo naredimo raziskovalno nalogo. Da bi ovrgli oz. potrdili naše hipoteze, da je večina dijakov nezadovoljna s prezračevanjem, in da bi v vzorec raziskovanja zajeli čim več dijakov, smo sestavili anketo. Pripravili smo 690 anketnih vprašalnikov, ki smo jih dali profesorjem in profesoricom, da so jih porazdelili v razredih. Tako smo dobili hitro in na enostaven način mnenje dijakov. Poleg anket smo tudi sami iskali nepravilnosti učinkovite rabe energije na centru.

Rezultati anket so bili pričakovani, saj se je večina dijakov strinjala s tem, da bi morali na Šolskem centru Celje izboljšati prezračevanje in učinkoviteje ravnati z energijo.

## SUMMARY

The research deals with an acute problem of ventilation and efficient use of energy in our School center Celje. We asked students if they are satisfied with current ventilation system and whether they agree that this problem could be solved. We also asked them if we can use energy more efficiently.

We've been talking about this problem many times with our students on the corridors, so we decided to do a research about this. We decided to make a survey to confirm or disprove our hypotheses, which say that students are unstaified with bad air in our school. We prepared 690 surveys and we gave them to teachers to distribute them around the school in each class. So we recieved results quicklky and efficientley. We also checked the ventilation system ourselves and photographed the irregularities we found. The results of the survey were in accordance with our expectations. The majority of students agree that the ventilation problems should be fixed and energy used more efficientley.



## 1 UVOD

Lahko bi rekli, da je dober zrak za kakovostno življenje in delo zelo pomemben dejavnik. Tega se zavedamo tudi dijaki, zato smo si izbrali raziskovalno nalogo z naslovom Prezračevanje in učinkovita raba energije na Šolskem centru Celje.

Menimo, da je omenjena tema na šolskem centru aktualna in problematična, hkrati pa še nihče ni napravil raziskovalne naloge na to temo. Zato smo se odločili, da jo globlje raziščemo in o mnenju povprašamo še ostale dijake. Z anketo, v katero bomo zajeli čim več dijakov našega centra, želimo ugotoviti delež dijakov, ki menijo, da so izboljšave na področju prezračevanja in učinkovite rabe energije potrebne.

Namen te naloge je odkriti, ali se z našim mnenjem o prezračevanju oz. izboljšavi prezračevalnega sistema strinjajo tudi ostali dijaki na Šolskem centru Celje, ter pregledati oz. ugotoviti, kako učinkovito oz. neučinkovito uporabljamo energijo.

Zrak na hodnikih in v učilnicah je pomemben dejavnik, saj pomaga pri boljši koncentraciji in razmišljanju dijakov. Vsi vemo, da se nam v poletni vročini prav nič ne ljubi, da se polenimo in mislimo na hladno senco in pijačo. Ko je v poletni vročini na hodnikih neznosna vročina, se dijakom dogaja prav to. Nihče ni z mislimi v šoli oz. pri pouku. Zato je naš cilj, da o problemu prezračevanja in učinkoviti rabi energije povprašamo ostale dijake na centru, raziščemo pomanjkljivosti in o tem obvestimo vodstvo šole, da bi se lotilo izboljšav.

## **1.1 HIPOTEZE**

V raziskovalni nalogi z naslovom »Prezračevanje in učinkovita raba energije na Šolskem centru Celje« smo postavili naslednje hipoteze:

- 1. dijaki niso zadovoljni s prezračevanjem oziroma prezračevalnim sistemom na Šolskem centru Celje,**
- 2. dijaki se zavedajo, da je učinkovita raba energije na šoli slaba,**
- 3. slabo počutje dijakov v šoli je zaradi slabega in vročega zraka, še posebej v poletnem času,**
- 4. večina dijakov se strinja z izgradnjo prezračevalnih sistemov in namestitve sončne elektrarne in kolektorjev.**

## **1.2 METODE RAZISKOVANJA**

Pri pripravi raziskovalne naloge smo imeli na razpolago zadostno število strokovne literature, saj je v sodobnem času vedno večji poudarek namenjen dobremu počutju človeka v prostoru, v našem primeru dijaka v šoli, in o učinkoviti rabi energije. Večino strokovnih gradiv smo našli na spletu.

Za preverjanje postavljenih hipotez smo uporabili metodo anketiranja in energetskega obhoda po šolskem centru s fotoaparatom ter ugotavljali napake. Z metodo anketiranja smo želeli dobiti čim več odgovorov oz. mnenj dijakov o prezračevalnem sistemu in učinkoviti rabi energije na našem centru.

## 2 PREZRAČEVANJE

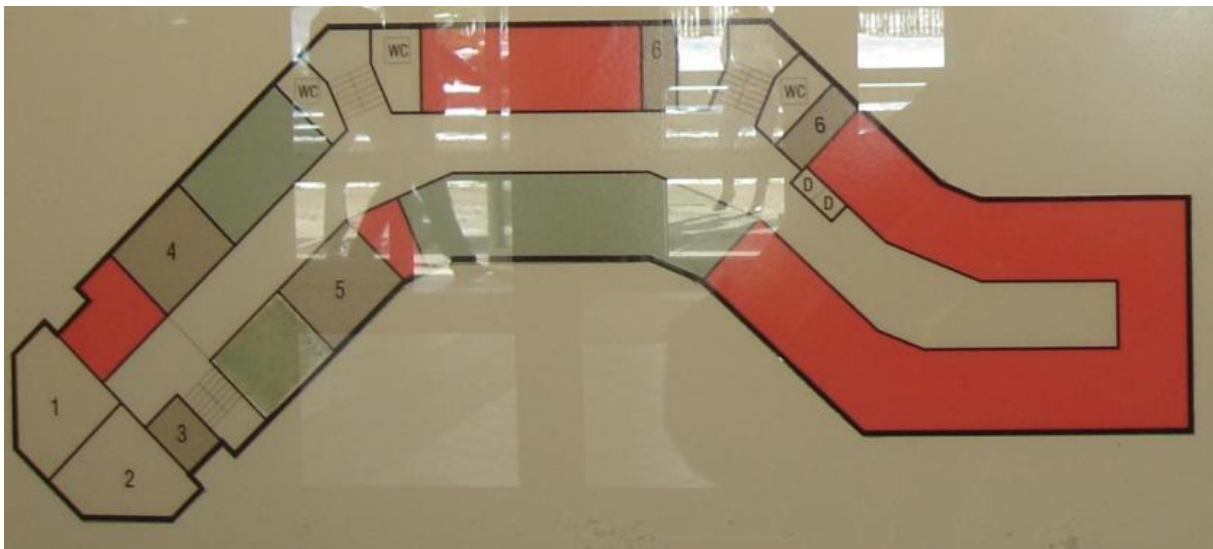
### 2.1 KAJ JE PREZRAČEVANJE

Prezračevanje je izmenjava odtočnega zraka z zunanjim zrakom v prostorih in doseganje njegove čistosti ter s tem povezanega ugodja oseb v prostorih.

Zrak v prostoru mora biti svež, prijeten, brez vonjav in ne sme ogroziti zdravja ljudi v prostoru.

### 2.2 PREZRAČEVANJE NA ŠOLSKEM CENTRU CELJE

Na Šolskem centru Celje ni možno prezračevati hodnikov zaradi (zelo) slabega načrta šole. Da je to res, bomo priložili sliko hodnika oziroma shemo etaže D, ki to tudi dokazuje.



Slika 1: Shema etaže D

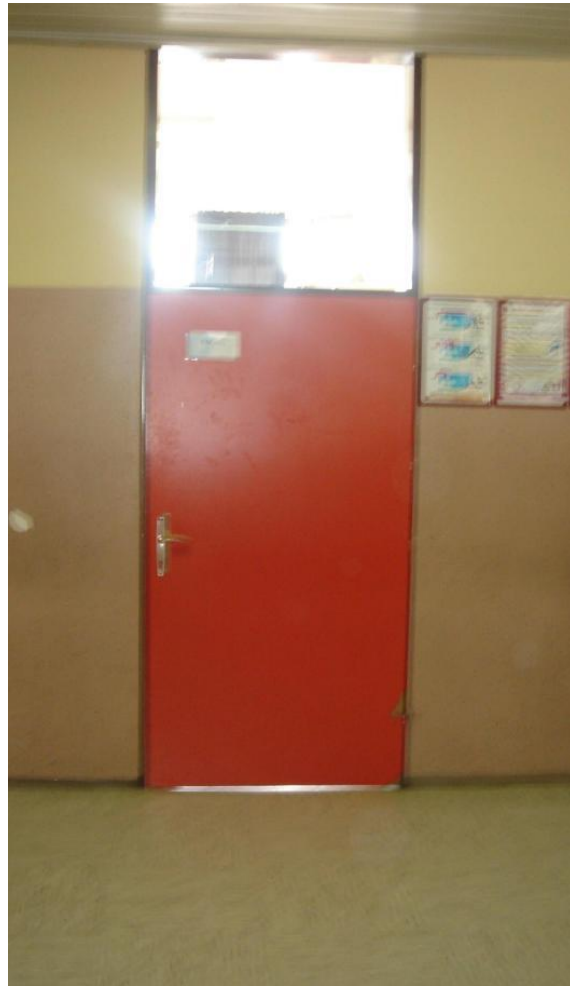
Zaradi tega so (lahko) tudi slabši rezultati pri preverjanju znanja in slabo počutje dijakov v šoli, saj se dijaki ne moremo osredotočiti samo na pouk. Poleg tega je na hodniku večinoma samo umetna svetloba, saj je hodnik na sredini šole, na vsaki strani pa so učilnice. Naravna svetloba, ki pride na hodnik, je skoraj neznatna. Omogočajo jo okna, ki so v steni med učilnico in hodnikom ter nad vrati.



**Slika 2: Hodnik v etaži D**



**Slika 3: Umetna in naravna svetloba na hodniku**



**Slika 4: Vrata in okno nad njimi**



**Slika 5: Okno med hodnikom in učilnico**

Za ugodno počutje in sposobnost koncentracije za delo v prostoru, pa naj bo to bivalni ali delovni prostor, je potrebnih več dejavnikov, kot so temperatura, osvetljenost, gibanje zraka, hrup in podobno. Med njimi pa je eden najpomembnejših dejavnikov kakovost zraka. V zraku morajo biti zadosten delež kisika, primerna zračna vlaga, nemoteča količina vonjav in tako majhna količina zdravju škodljivih snovi, da naše zdravje ni ogroženo, kar za Šolski center Celje po našem mnenju ne velja.

Primerno kakovost zraka dosežemo z zračenjem, ki je potrebno predvsem zaradi odstranjevanja škodljivih snovi in različnih vonjav.

Škodljive primesi v zraku nastajajo v prostorih na dveh nivojih:

1. iz snovi, ki so v prostoru, torej zaradi izhlapevanja različnih zaščitnih premazov lesa, lakov in barv, naravnega plina radona, mikroorganizmov, prahu,
2. zaradi bivanja človeka v prostoru, ki oddaja različne vonjave in vlago (umivanje, odprta okna v času deževanja).

Pomen dobre kakovosti zraka največkrat zanemarjamo. Večina dijakov in učiteljev zrači učilnice z odpiranjem oken, da s tem zagotavljajmo zadostno količino svežega zraka za dihanje. Za normalno dihanje zadostuje že zrak, ki pride v prostor zaradi netesnosti prostora. Te netesnosti predstavljajo v glavnem prepire pri oknih in zunanjih vratih, zrak pa prepuščajo tudi nekatere gradbene konstrukcije. Pogoja za tako izmenjavo zraka (imenujemo jo tudi naravno prezračevanje) sta temperaturna razlika med notranjostjo prostora in okolico ter veter. Če je notranja temperatura višja od zunanje, kar je posebej izrazito pozimi, nastane zaradi različne gostote toplega in hladnega zraka določena tlačna razlika, ki povzroči gibanje zraka. Veter povzroča intenzivnejši prodor zraka v prostore, saj na strani, ki je izpostavljena vetru, povzroči nadtlak, na ostalih straneh pa podtlak. To naravno prezračevanje je zelo značilno tudi za Šolski center Celje, saj skozi okno ob mrzlem vremenu zelo piha, kar občutimo, če sedimo ob oknih.

## 2.3 VIRI ONESNAŽEVANJA ZRAKA

### Vonjave

Najbolj obremenjujejo zrak različne vonjave, ki jih oddaja človek, ki biva oziroma dela v prostorih. Za vsakdanjo uporabo zadošča ugotovitev, da se s številom ljudi v prostoru povečuje tudi koncentracija vonjav, ki raste približno v enakem razmerju s koncentracijo ogljikovega dioksida. To je največji problem, saj je na hodniku ponavadi okoli 200 dijakov. Običajna količina ogljikovega dioksida v zraku je 0,04 %, pri višjih količinah pa govorimo že o slabem zraku. Najvišja dovoljena količina ogljikovega dioksida v zraku je 0,14 % in predstavlja dovolj natančno mero za spremljanje koncentracije vonjav v prostoru. Da bi to vrednost v prostoru dosegli, je potrebno zagotoviti na osebo 25 m<sup>3</sup>/h svežega zraka. Za prijetno počutje je po splošno znanih normativih potrebno zagotoviti vsaj minimalno enkratno menjavo zraka na dve uri.

Naj naštejemo vrednosti za potrebno število izmenjav zraka, onesnaževanju najbolj izpostavljenima prostoroma na šoli:

- WC: 4- do 5-krat na uro;
- garderoba: 3- do 6-krat na uro.



**Slika 6: Izogibanje neprijetnim vonjavam**



## Vlaga

Področje ugodnega bivanja je v temperaturnem območju 22 do 24 °C ter pri relativni vlažnosti 35 do 65 %. Pri teh pogojih odda odrasla oseba približno 120 W toplote, od tega 50 W latentne toplote (približno 48 g vlage na uro). Na šolskem centru imamo s tem probleme, saj je na hodniku ponavadi nekje 200 dijakov. Če vsak odda omenjeno toploto, je problem neprežračevanja velik.

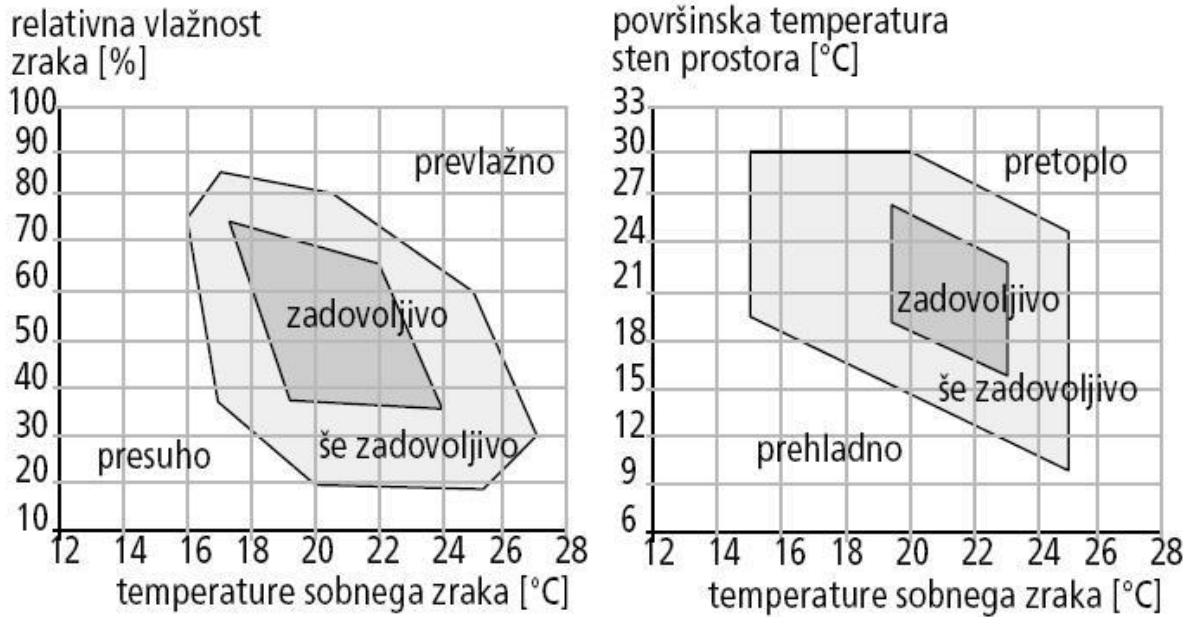
Glavni vir vlage oziroma vodne pare v zraku na šoli so osebe oz. dijaki in profesorji, ki oddajajo vlago zraku z dihanjem in s hlapenjem vlage s površine kože.



**Slika 7: Gneča na hodniku**

Pri dihanju se odstotek relativne vlažnosti v prostorih povečuje celo do 80 %. V objektih brez prezračevanja ali s slabim prezračevanjem lahko zaradi tega na hladnejših površinah objekta (običajno v vogalih) prihaja do kondenziranja vlage. Zaradi višjih parcialnih tlakov v notranjih prostorih prihaja do prodiranja vlage v konstrukcijo objekta. Na vlažnih stenah se kmalu pojavijo plesen, glivice in bakterije. Po relativno kratkem času se v prostoru tako pojavi vonj po plesnobi. Vstop vlage v prostore je lahko tudi z zunanje strani.





Slika 8: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na ugodje v prostoru ter vpliv temperature sobnega zraka in površinske temperature sten prostora na ugodje v prostoru

### Organske spojine

V šolo se pri prenovah vnašajo različne snovi, ki vsebujejo organske spojine, ki se še dolgo leta izločajo iz različnih barv, lakov, zaščitnih premazov za les, lepil smol ipd. Najpomembnejši onesnaževalec je formaldehid, ki se izloča iz različnih vezanih plošč in lakov. Med onesnaževalce uvrščamo tudi različne lesne zaščite, benzole (barve, lepila, laki), akrilate (barve, laki), vinilkloride iz plastičnih materialov in druge. Da očistimo zrak teh spojin, je potrebno zadostno zračenje prostorov v daljšem časovnem obdobju.

### Mikroorganizmi

Zrak v prostorih vsebuje tudi različne bakterije, viruse in druge mikroorganizme, ki lahko ob ugodnih pogojih, posebej povišani relativni vlagi, povzročajo različne bolezni.



Slika 9: Mikroorganizmi

## Radon

Zadnje čase je precej govorjenja in pisanja o radonu. V Sloveniji in na šolskem centru se s problemom radona za sedaj ne ukvarjamo intenzivno.

Radon je naravni žlahten plin, ki nastaja ob naravnem razpadanju radioaktivnih snovi, ki so v različnih koncentracijah prisotne v kamninah in zemlji. V stavbe prodira predvsem iz tal, v manjši količini pa iz gradbenih materialov, kot so naravni kamen, glina, opeka, mavec itd. Radon najmanj izločajo les in lesene konstrukcije.



**Slika 10: Radon**

V človeško telo prodira skozi dihalne poti in se nalaga v pljučih. Pri nadaljnjem radioaktivnem razpadu radona nastajajo delci alfa, ki imajo kratek doseg, vendar veliko energijo in s tem možnost poškodb v tkivu. Kako visoke so koncentracije radona v prostorih, je mogoče ugotoviti samo z ustreznimi meritvami. Za zmanjševanje običajne naravne koncentracije radona v prostorih zadostuje redno zračenje prostorov. Če je koncentracija radona povečana, moramo zagotoviti tesnjenje prostorov in izvesti prisilno prezračevanje.



**Slika 11: Prodiranje radona skozi dihalne poti**

## Ostali viri

Med največje onesnaževalce spada gotovo cigaretni dim, vendar je na šoli kajenje prepovedano. Onesnaževanje predstavljajo tudi različni plini in primesi, ki se sproščajo v šolski kuhinji pri kuhanju in pripravi hrane, in prah ter snovi, ki se sproščajo pri delovanju različnih aparatov.



**Slika 12: Cigareta in cigaretni dim**

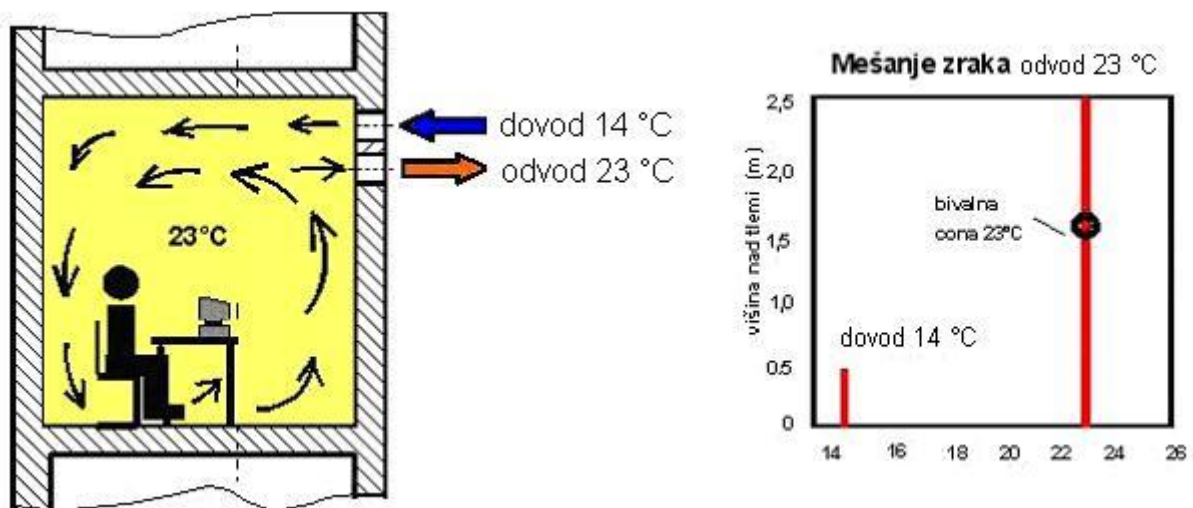


**Slika 13: Alergija na prah**

## 2.4 NAČINI PREZRAČEVANJA

### Mešalno prezračevanje

Pri mešalnem prezračevanju se zrak najpogosteje dovaja skozi rešetke, ki so vgrajene v stropu ali steni. Sveži zrak se po vstopu meša z zrakom v prostoru, zato takšen način prezračevanja imenujemo mešalno prezračevanje (slika 14). Mešalno prezračevanje se uporablja za količine zraka do približno  $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  in za hladilne površine  $60 \text{ W/m}^2$ , v kombinaciji s hlajenimi stropi pa do hladilne moči približno  $100 \text{ W/m}^2$ . Ker se ves zrak, ki se dovaja v prostor, premeša (redči), takšno prezračevanje imenujemo tudi »redčilno«. Mešanica zraka nato doseže bivalno oziroma delovno primerno cono (bivalna cona imenujemo prostor, ki je v višini 1,3 m nad tlemi za sedečega uporabnika in 1,8 m nad podom za stoječega uporabnika). Ker v prostor ne prihaja sveži zrak, temveč mešanica onesnaženega in svežega zraka, potrebujemo več svežega zraka, da dosežemo zahtevano ugodje v prostoru.



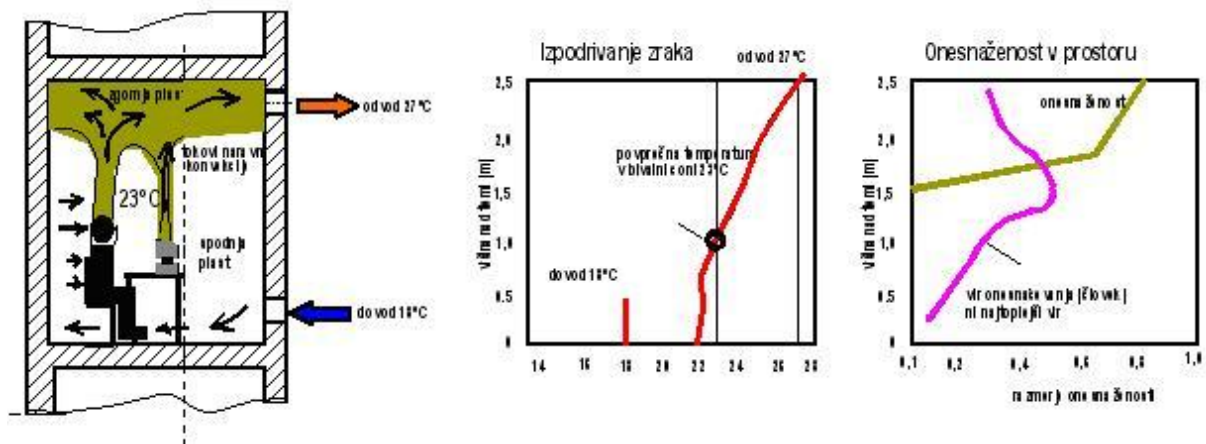
Slika 14: Mešalno prezračevanje

Značilnosti mešalnega prezračevanja so sledeče:

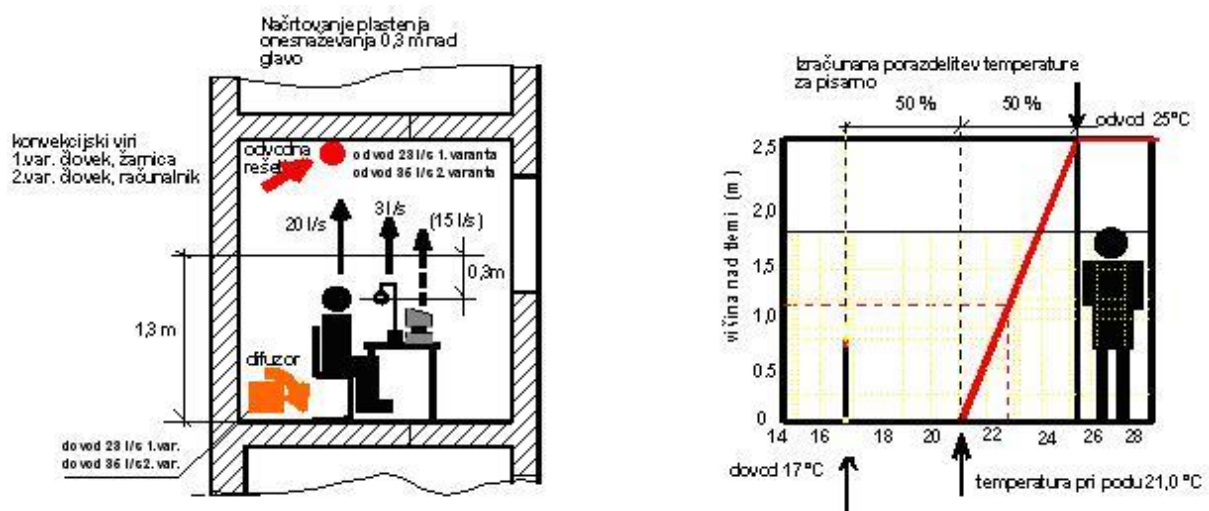
- nizka temperatura dovedenega zraka in popolno mešanje dovedenega zraka z zrakom v prostoru,
- temperaturni nivo je enak po celem prostoru (enakomerna temperatura zraka po višini prezračevanega prostora),
- temperatura odvedenega (odtočnega) zraka je približno enaka temperaturi v prostoru,
- onesnaževanje je enakomerno po celotnem prostoru (v bivalni coni se vedno pojavljajo škodljive snovi, ki naj bi jih odvedli iz prostora),
- toplotni viri nad bivalno cono se v celoti prenašajo na zrak v prostoru.

## Izpodrivno prezračevanje

Namen sodobnih prezračevalnih naprav ni redčenje, temveč zamenjava onesnaženega zraka s svežim, kar dosežemo tako, da iz prostora onesnaženi zrak izpodrinemo. Takšen način prezračevanja imenujemo izpodrivno prezračevanje, kjer sile vzgona v prostoru povzročijo plastenje zraka (zaradi razlike v gostotah zraka se zrak razdeli v zgornjo ali onesnaženo plast in spodnjo ali čisto plast, slika 15).



Slika 15: Izpodrivno prezračevanje



Slika 16: Izpodrivno prezračevanje 0,3 m nad glavo

Zrak lahko dovajamo na dva načina, in sicer nad tlemi (neposredno ali z indukcijo) in skozi dvignjena tla s hitrostjo okoli 0,25 m/s do 0,5 m/s, da ne povzročamo prepiha, odvajamo pa ga iz zgornje cone.

Naravna konvekcija toplotnih virov povzroča navpično gibanje zraka v prostoru. V primeru, da so topli viri tudi viri onesnaževanja, konvekcijski tok prenese topel onesnažen zrak proti zgornji višji coni. Temperatura in onesnaženost zraka pod stropom je višja, vendar uporabnika to ne moti. Pomembno je, da imamo primerno kakovost, temperaturo in vlago zraka v bivalni in delovni coni - to je do višine dveh metrov nad tlemi (slika 16). Da lahko iz prostora zrak izpodrinemo, mora imeti dovedeni zrak nižjo temperaturo v prostoru. Teoretično potrebujemo 20 l/s na osebo dovedenega zraka, da v bivalni oz. delovni coni ni škodljivih snovi (s količino 10 l/s pa dosežemo samo 20 % koncentracije v prostoru na enaki ravni oz. višini).

Značilnosti izpodrivnega prezračevanja so:

- prezračevanje bivalne cone s svežim zrakom,
- minimalno mešanje dovedenega zraka v prostoru,
- kontrolirana temperaturna razlika,
- enosmerni tok zraka nad bivalno cono,
- temperaturni nivo in onesnaževanje naraščata z višino prostora,
- temperatura odvedenega zraka je večja od temperature zraka v prostoru.

Prednosti izpodrivnega načina prezračevanja pred mešalnim so:

- izboljšana kakovost zraka v prostoru, saj sveži zrak dovajamo v bivalno cono,
- koncentracija škodljivih snovi v bivalni coni je manjša v primerjavi z mešalnim prezračevanjem,
- potrebujemo manj hlajena z dano temperaturo v bivalni coni,
- kjer je treba v majhne prostore dovajati velike količine zraka,
- za dano kakovost porabimo manj svežega zraka,
- večji je potencial za prosto - naravno hlajenje (manjša potrebna hladilna moč),
- difuzorji potrebujejo nižji tlačni padec (manjša moč ventilatorjev),
- učinek prezračevanje oz. učinkovitost izmenjave zraka je večja kot v prostoru z mešalnim prezračevanjem,
- v visokih prostorih je primernejše izpodrivno prezračevanje od mešalnega prezračevanja (konferenčne dvorane, gledališča, trgovine, učilnice),
- manjši stroški za instalacijo (manj kanalov za 30 do 50 %),
- znižani investicijski in obratovalni stroški.



Poglejmo še, v katerih primerih je izpodrivo prezračevanje manj primerno od mešalnega prezračevanja:

- če so škodljive snovi hladnejše oziroma težje od zraka,
- če je moteno gibanje zraka v prostoru,
- če so viri toplote večji problem kot kakovost zraka,
- če je višina stropa nižja od 2,3 m.

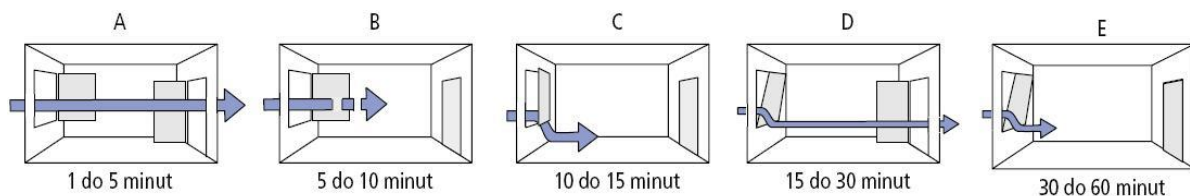
### Naravno prezračevanje

Nekontrolirano vdiranje zraka v prostore omogočajo različna netesna mesta v stavbi, kot so okenske in vratne prepire in netesno vgrajeno pohištvo. To prezračevanje je odvisno od temperaturne razlike, jakosti in smeri vetra ter se neprestano spreminja, zato količino zraka in število izmenjav pri takih razmerah težko določimo. Po izkušnjah in nekaterih meritvah znaša pri povprečno tesni zgradbi število izmenjav od 0,1- do 0,4-krat na uro. Takšna količina zraka ne zagotavlja čistega zraka. Tako je boljše netesna mesta čim bolj zmanjšati s tesno vgradnjo stavbnega pohištva in dodatnim tesnjenjem okenskih špranj in vrat, zadostne količine zraka pa zagotoviti na druge, čim bolj kontrolirane načine.

Najbolj razširjena je metoda z odpiranjem oken. Kot dolgotrajno zračenje je tudi zračenje s priprtimi okni, ki ostanejo priprta večino dneva. S tem načinom zagotovimo do štirikratno izmenjavo zraka v prostoru, vendar tak način predstavlja v hladnih dneh tudi veliko izgubo toplotne energije, potrebne za ogrevanje.

Veliko primernejše je kratkotrajno intenzivno zračenje prostorov z odpiranjem oken. V enakomernih časovnih intervalih (npr. vsake tri ure) odpremo za kratek čas (5-10 min.) okna na stežaj. V tem času znaša izmenjava zraka med 9- do 15-krat na uro, kar pomeni, da se celotna količina zamenja v 4 do 8 minutah.

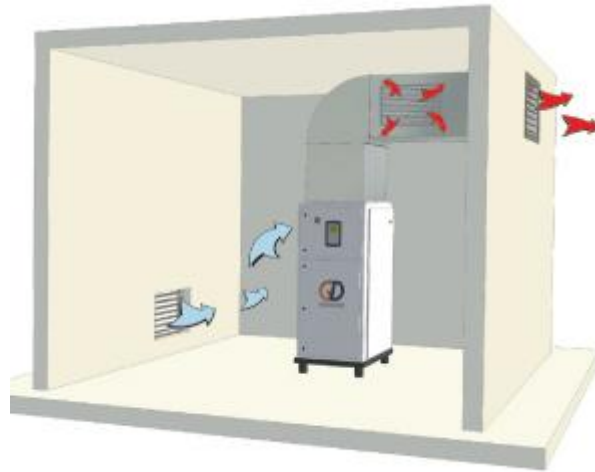
Na šoli se poslužujemo ravno tega načina prezračevanja, saj druge možnosti nimamo



Slika 17: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja

## Kanalsko prezračevanje

Uporablja se za zagotovitev zračenja v velikih stavbah, kjer so speljani kanali za zračenje. Zrak za zračenje doteka iz okoliških prostorov in odteka skozi kanale na strehi. Pri tem zračenju je zelo pomembna temperaturna razlika, ki zagotovi potrebno tlačno razliko med vstopom v kanal in izstopom na prosto.



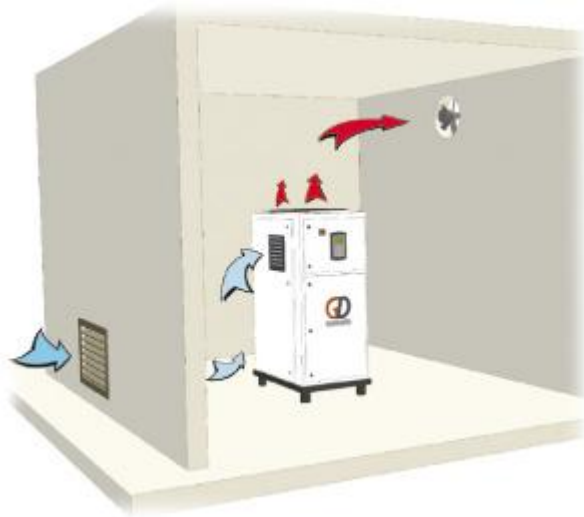
Slika 18: Kanalsko prezračevanje

## Prisilno prezračevanje

Prisilno prezračevanje je edini način, da lahko zagotovimo zadostno oziroma načrtovano število izmenjav zraka v prostorih. Predstavlja tudi dobro delujoče in energijsko učinkovito zračenje bivalnih prostorov, seveda pa potrebujemo kanalski razvod od posameznih prostorov do centralne odvodne enote na podstrešju, kjer je vgrajen odvodni ventilator. Predpogoj za izvajanje prisilnega prezračevanja je zagotovo učinkovito tesnjenje oken v zgradbi. Prav zaradi tega predpogoja omenjenega načina prezračevanja na Šolskem centru Celje ne moremo uporabljati, ker trenutna okna ne tesnijo dovolj dobro.

Sveži zrak pozimi ogrevamo na temperaturo vpihovanja, ki je nekoliko višja od temperature zraka v prostorih. Pri tem uporabljamo za večjo učinkovitost različne sisteme regulacije, s katerimi natančno prilagodimo količino zraka različnim zahtevam. Lahko pa obratujemo tudi z obtočnim zrakom, ki ga ustrezno filtriramo. Tako preprečimo širjenje bolezni in alergij.





**Slika 19: Prisilno prezračevanje**



**Slika 20: Razvod za prisilno prezračevanje**

## **2.5 OGREVANJE, HLAJENJE IN PREZRAČEVANJE PROSTOROV Z RAZLIČNIMI SISTEMI**

Določene izvedbe lokalnih hladilnih naprav razen hlajenja omogočajo tudi ogrevanje. Samo s segrevanjem in hlajenjem zraka v prostorih ne dosežemo prijetnega ugodja, če ne zagotovimo poleg primerne temperature še primerno čisti zrak, njegovo izmenjavo in primerno vlago.

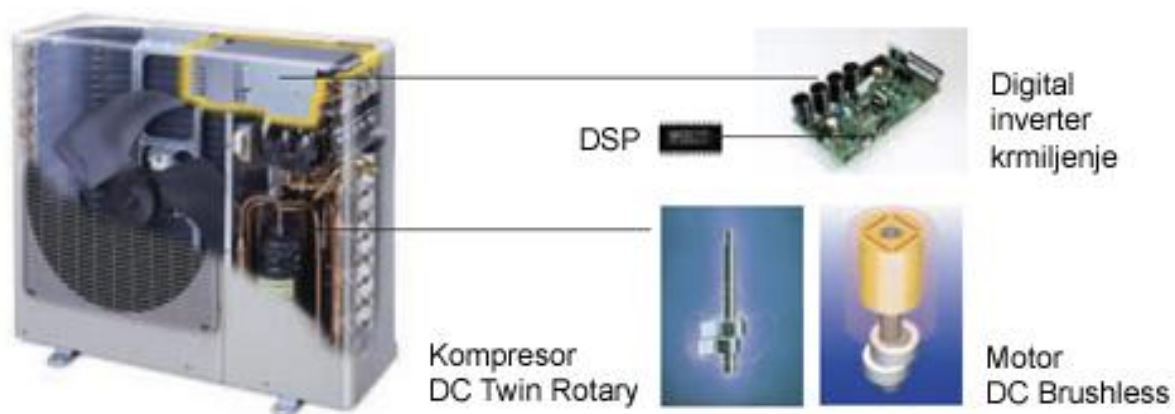
### **Lokalne naprave**

V primeru, da imamo že vgrajen sistem za prisilno prezračevanje, naša šola ga sicer nima, lahko dodatno vgradimo še napravo za hlajenje zraka in s tem tudi v poletnem obdobju zagotovimo boljše pogoje, v prehodnem obdobju pa lahko tudi ogrevamo prostore.

»Split sistemi« omogočajo v glavnem funkcije hlajenja in filtriranja zraka. Obstajajo tudi sistemi, ki omogočajo delno vlaženje zraka (v soparnih dneh). Možna je tudi izvedba s toplotno črpalko, ki razen omenjenih funkcij omogoča tudi ogrevanje. Nemoteno lahko ogrevamo samo do zunanje temperature  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kakovostne naprave omogočajo ogrevanje tudi pri zunanji temperaturi  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hladilne moči in grelne moči 2 do 20 kW. Pretok zraka znaša od 10 do 2500 m<sup>3</sup>/h. Obstajajo tudi izvedbe hladilne moči od 0,7 do 6,5 kW, ki so namenjene za posamezne prostore. V primeru, da nimamo vgrajenega prisilnega prezračevanja za vgradnjo centralne klimatske naprave in ni finančne možnosti, da to storimo, si lahko pomagamo z lokalnimi napravami. V zadnjih letih se je zelo razširil način hlajenja z deljivimi »split sistemi«, ki se največkrat uporabljajo za hlajenje enega prostora.

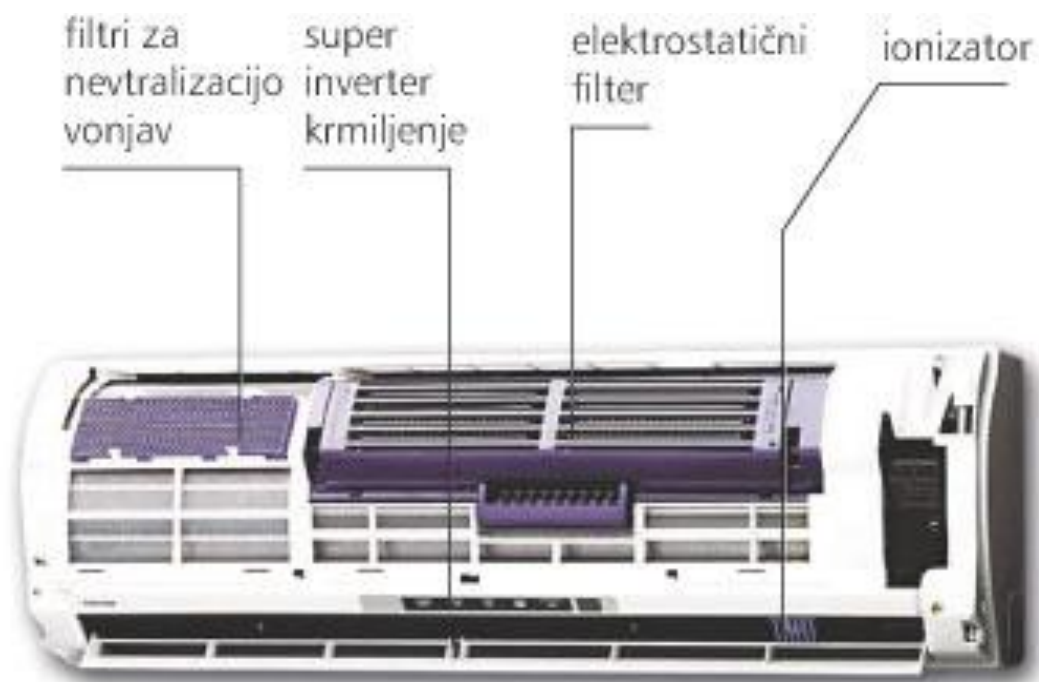
Izraz »split« označuje naprave, ki so sestavljene iz notranje in zunanje enote. Takšen način hlajenja uporablja tudi naš šolski center, vendar le v nekaterih učilnicah oz. v predavalnicah.

Za hlajenje večjih bivalnih prostorov pa se je uveljavil »multisplit sistem«, kjer je možen priklop do 5 notranjih enot na eno zunanjo enoto. Proizvajalci so napravo za hlajenje ločili na dva dela, in sicer na zunanjo in notranjo enoto. Enoti sta med seboj povezani z dobro izoliranimi cevmi, po katerih se pretaka hladivo. Tako sta kompresor, ki je izvor hrupnosti, in zračno hlajeni kondenzator nameščena v zunanji enoti (slika 21).



Slika 21: Zunanja enota

V notranji enoti (slika 22) so nameščeni uparjalnik, ventilator in filter. Od notranje enote je potrebno odvesti vodo, ki se v obliki kondenzata izloča na napravi. Kot hladivo se uporablja R407C, ki je okolju prijazen. Ker je uparjalnik na mestu, ki ga ohlajamo, govorimo o neposrednem hlajenju.



Slika 22: Notranja enota

## Pomen neposrednega hlajenja

Po načinu odvoda toplote ločimo neposredno in posredno hlajenje zraka. Če je uparjalnik na mestu, to je v toku zraka, ki hladi prostor, govorimo o neposrednem hlajenju. O posrednem hlajenju pa govorimo takrat, če v uparjalniku ohlajamo drugo sredstvo, ki je nosilec toplote, npr. vodo.

Naprav, ki zrak samo hladijo, kjer zraka v celoti termodinamično ne obdelamo, ne moremo uvrščati med popolne klimatske naprave. Popolno klimatizacijo (izmenjavo zraka, vzdrževanje temperature in vlage zraka v zaprtem prostoru v mejah zaželenih vrednosti) lahko zagotovimo samo z ustreznimi, popolnimi klimatskimi napravami. Z njimi lahko zrak v zaprtem prostoru ogrevamo, hladimo, sušimo, filtriramo, mešamo obtočni zrak s svežim in reguliramo vlažnost. To pomeni, da lahko v letnem in zimskem času zagotovimo v prostoru določeno temperaturo zraka, primerno čisti zrak in tudi primerno vlažnost.

Notranje enote je zaradi različnih izvedb možno montirati na zid (najbolj razširjena izvedba), na tla, pod, strop, spuščeni strop ipd. Novejši »sistemi split in multisplit« so dobavljivi s frekvenčno regulacijo vrtljajev kompresorja. Te naprave imajo nižjo porabo električne energije (do 17 %) v primerjavi z ostalimi klasičnimi napravami.

Obstajajo različne izvedbe notranjih enot, in sicer:

- stenske v enojni in multiizvedbi,
- stropne kasetne,
- stropne kanalne.



**Slika 23: Stenska enojna izvedba**



**Slika 24: Stropna kanalna izvedba**



Slika 25: Stropna kasetna izvedba

## Centralni sistemi

Večje prostore lahko ohlajamo tudi s centralnimi hladilnimi sistemi, ki jih sestavljajo hladilnik vode (lahko je zunaj) in ventilatorski konvektorji v posameznih prostorih. Ventilatorski konvektor tako nadomesti radiator in deluje povsem samostojno (samostojna regulacija temperature v prostoru). Konvektorje lahko priključimo na toplovodni kotel ali toplotni prenosnik, da lahko pozimi tudi grejejo. V tem primeru govorimo o centralnem ogrevanju in hlajenju.



**Slika 26: Konvektor**

Prednosti vodnega sistema so:

- manjša poraba električne energije za konvektorje v primerjavi z lokalnimi klimatskimi napravami zaradi krajših razvodov,
- sistem dopušča postopno dograjevanje oziroma širjenje,
- zmanjšana možnost izgube hladilnega sredstva v primerjavi s freonskimi sistemi,
- možnost uporabe dvocevne sistema za gretje in hlajenje ter s tem znižanje stroškov.

Sistem ima tudi pomanjkljivosti:

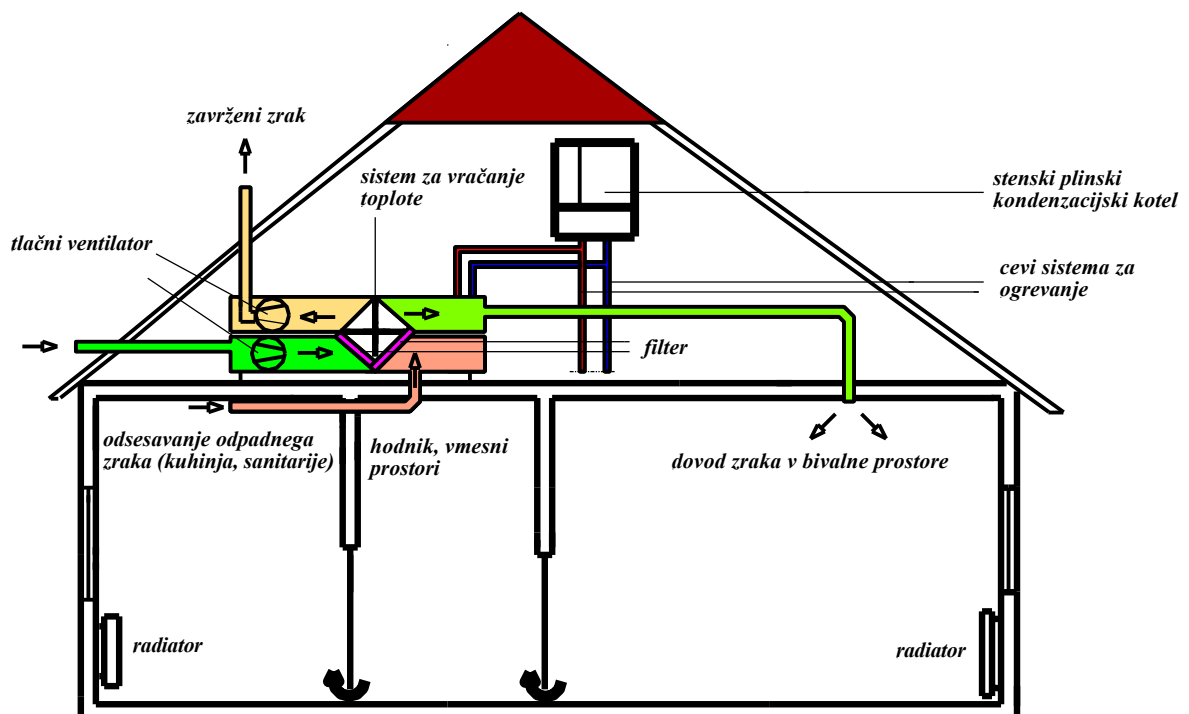
- izkoristek sistema je slabši zaradi posrednega hlajenja,
- izvedba je zaradi obsega opreme dražja.

## Povezava ogrevalnega sistema s prezračevanjem

Pri sodobnih zrakotesnih stavbah je nekontrolirana izmenjava zraka skozi netesna mesta zmanjšana na minimum. Prostore je potrebno iz higienskih in zdravstvenih razlogov redno in pravilno prezračevati. Tako prihaja do problema, kako v prostore dovesti ustrezno količino svežega zraka. Vendar tudi zunanji zrak pogosto ni dovolj čist, posebej v mestih, kjer vsebuje veliko prašnih delcev.

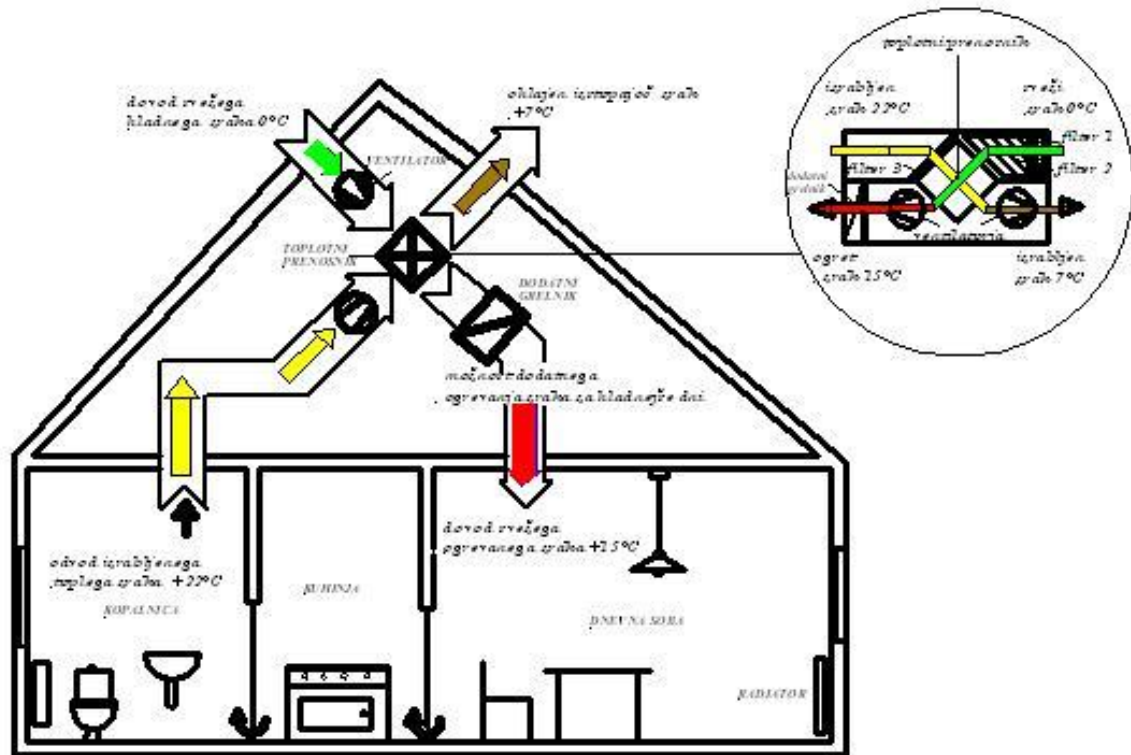
## Prezračevanje z izkoriščanjem odpadne toplote prezračevanja

Eden od novejših sistemov, ki povezuje prezračevanje in ogrevanje objekta, prikazuje slika 27. Sistem sestoji iz stenskega plinskega kondenzacijskega kotla in prezračevalne naprave. Celoten sistem je grajen tako, da je možno izkoristiti tudi odpadno toploto prezračevanja oz. je omogočeno vračanje toplote izstopnega zraka nazaj v prezračevalni sistem. Sisteme prezračevanja z vračanjem toplote imenujemo prezračevalni sistemi z rekuperacijo toplote. Osrednji del sistema predstavlja komora za pripravo zraka. Sveži zunanji zrak se filtrira in ogreva s pomočjo odpadnega zraka ali s toploto iz sistema za ogrevanje.



Slika 27: Sistem z izkoriščanjem odpadne toplote prezračevanja

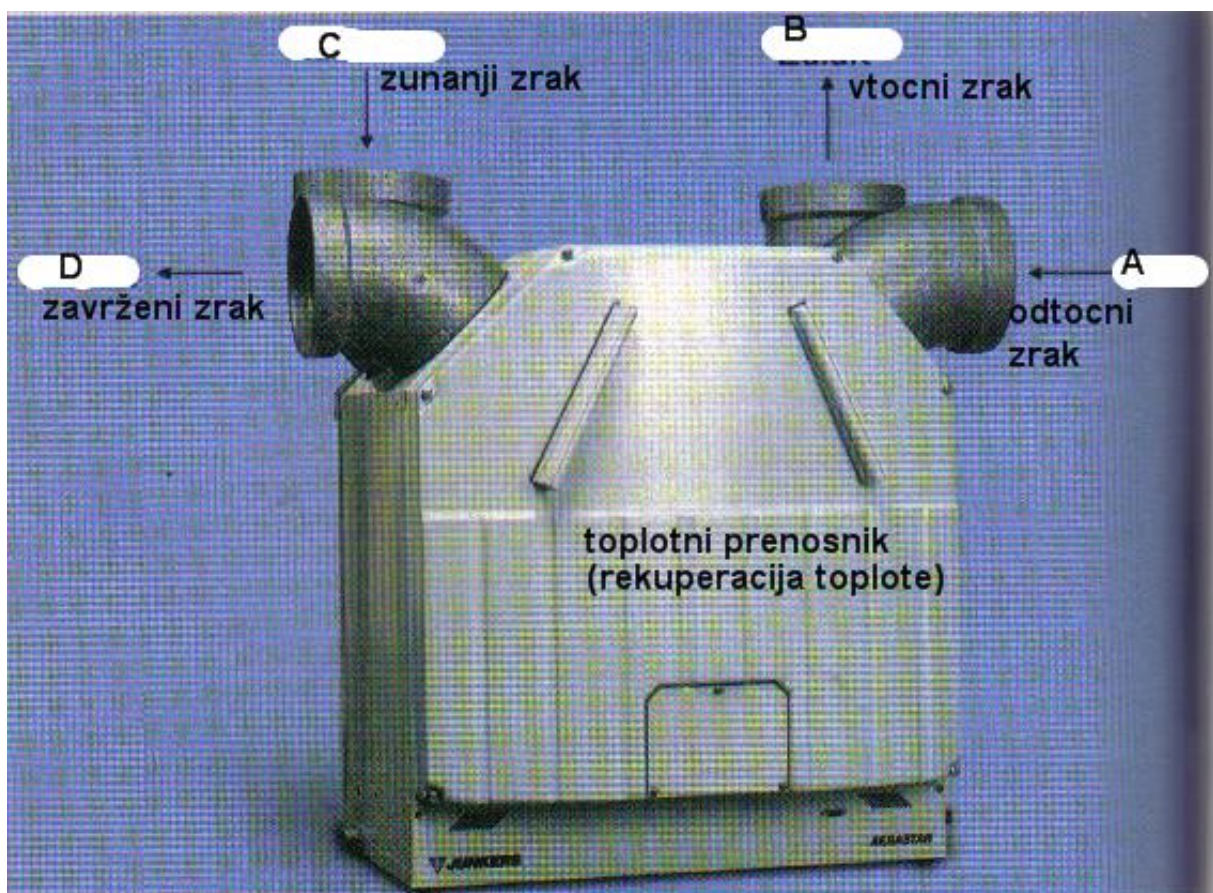




Slika 28: Shema sistema prezračevanja z vračanjem toplote

Naprava kot vir toplote uporablja vodo iz sistema ogrevanja. Zato je najprimernejše, če je postavljena čim bližje kotlu, celoten sistem pa je na podstrešju. Rekuperacijo toplote vršimo s toplotnim prenosnikom, ki zagotovi prenos dela toplote z odpadnega zraka na sveži zrak. V povprečju lahko z rekuperacijo ponovno uporabimo do 70 % toplote in s tem zmanjšamo porabo energije za ogrevanje na polovico. Lamelni aluminijasti toplotni prenosnik je grajen tako, da pri prenosu toplote ostajata zračna tokova med seboj ločena, zato se absolutna vlažnost tokov ne spreminja. Celoten sistem prezračevanja poleg prenosnika sestavljajo še dva ventilatorja, kanali, vstopne in izstopne odprtine ter zračni filtri, skozi katere potujeta oba zračna tokova.

V napravi se pripravljen zrak po kanalskem razvodu vodi do prostorov, v katere vstopa skozi prezračevalne odprtine. Iz teh prostorov se zrak prosto giblje skozi hodnike do prostorov, kjer je potrebno zračenje. Od tod sesalni ventilator sesa zrak skozi izstopne sesalne odprtine nazaj v napravo (toplotni prenosnik, slika 29), kjer svojo toploto odda svežemu zraku. Na strani vstopnega zraka je vgrajen tudi sistem zaščite pred zmrzovanjem, na poti ohlajenega zraka pa je nameščen lovilec izločene vodne pare. Delovanje naprave oz. ventilatorjev ureja regulacijska enota s tipali.



Slika 29: Toplotni prenosnik

## **3 UČINKOVITA RABA ENERGIJE**

### **3.1 KAJ JE UČINKOVITA RABA ENERGIJE**

Varčevanje z energijo in njena učinkovita raba se pričneta z zavedanjem, da energija ni dana sama po sebi in da je ni v neomejenih količinah. Poleg relativno visokih stroškov zahteva njena proizvodnja tudi ekološki davek. Varčevanje z energijo ne pomeni upadanja našega življenjskega standarda ali celo dodatnih stroškov, pomeni pa kakovostnejšo in prijaznejšo porabo vseh vrst energij. Slabe razvade ljudi je potrebno spremeniti v pozitivne navade in pri tem uporabiti nujne tehnične spremembe v šolah in v poslovnem okolju. Pomen energijsko varčnih naprav se pokaže prej, kot si navadno mislimo. Dejavnosti, ki jih moramo za doseganje zmanjševanja rabe energije nenehno izvajati, so predvsem primerna organizacija energetskega upravljanja objektov, vzgojno-osveščevalna dejavnost vseh uporabnikov, tehnično-investicijski ukrepi za učinkovito rabo energije in večja raba obnovljivih virov energije.

### **3.2 UČINKOVITA RABA ENERGIJE V ŠOLAH**

Šole so pomemben porabnik različnih oblik energije. Ogrevanje, razsvetljava, računalniki, priprava hrane v šolskih kuhinjah omogočajo na eni strani primerne bivalne in delovne pogoje, po drugi strani pa povečujejo rabo energije, večajo stroške in povzročajo čedalje hujše klimatske spremembe. Onesnaževanje okolja, segrevanje zemlje in visoki stroški zahtevajo, da se učinkovite rabe energije v šolah lotimo celovito, ob upoštevanju tehničnih, finančnih in izobraževalno-vzgojnih vidikov.

Varčna raba energije ne znižuje našega bivalnega ugodja, zahteva le učinkovitejšo rabo omejenih virov energije in uporabo sodobnih aparatov, ki porabijo bistveno manj energije kot starejše naprave za enako opravljeno delo. Energijo lahko prihranimo tudi z enostavnimi ukrepi v našem vsakdanjem življenju.

### 3.3 KAKO PRIHRANITI ENERGIJO

#### Ogrevanje

Največ lahko prihranimo z zmanjševanjem toplotnih izgub:

- redno spremljajmo temperaturo v prostorih, temperatura naj ne bo višja od 20 °C na hodnikih, v telovadnici pa nižja - na Šolskem centru Celje so temperature zelo različne,
- znižanje temperature za 1 °C prihrani do 6 % energije in stroškov za ogrevanje,
- poskrbimo za redno vzdrževanje ogrevalnega sistema,
- ogrevanje naj bo prilagojeno časovni zasedenosti prostorov,
- v primeru velikih temperaturnih razlik v posameznih razredih (»hladni in topli razredi«) se je potrebno posvetovati s strokovnjakom, ali je potrebno urediti regulacijo oz. hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema,
- razmisliti je potrebno o vgradnji termostatskih ventilov na ogrevala, ki omogočajo do 15 % manjšo rabo energije za ogrevanje – na nekaterih radiatorjih po šoli sploh ni nameščenega termostatskega ventila oz. je zlomljen in neuporaben,
- preverjati je potrebno, ali so sobni termostati in termostatski ventili pravilno nastavljeni,
- radiatorji ne smejo biti zaslonjeni s pohištvom ali z zavesami, prav tako jih ne smejo prekrivati okenske police – na šolskem centru okenske police prekrivajo radiatorje, in sicer police segajo 26 cm preko radiatorja, v obnovljeni učilnici A-41 je radiator nameščen pravilno, ker ni zaslonjen in ga okenska polica ne prekriva,
- oblecimo se letnemu času primerno.



Slika 30: Termostatski ventil



**Slika 31: Okenske police prekrivajo radiatorje v učilnicah**



**Slika 32: Radiator v obnovljeni učilnici A-41**

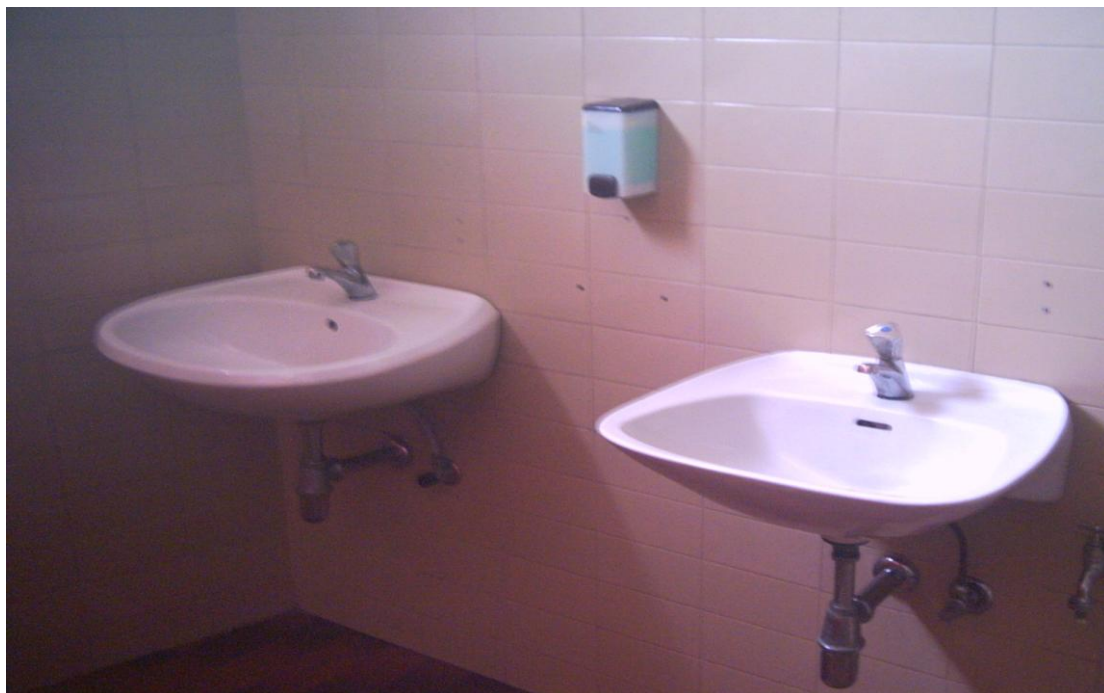


### **Prihranimo lahko tudi vodo:**

- preverimo temperaturo tople vode na iztoku iz pip, voda naj ne bo toplejša od 40 °C,
- temperatura vode v grelnikih naj ne bo višja od 60 °C, ker se pri višjih temperaturah intenzivneje izloča vodni kamen, ki zmanjšuje učinkovitost segrevanja vode,
- redno preverjajmo in poročajmo hišniku, če kje puščajo pipe in kotlički v sanitarijah (iz hitro kapljajoče pipe lahko izgubimo letno do 30 m<sup>3</sup> vode) – velik problem iztekanja vode imamo na moških WC-jih, ker so nameščeni senzorji na pisoarjih nepravilno, ker sproščajo vodo ob vsakem zaznavanju gibanja,
- preverimo toplotno izolacijo grelnikov tople vode (bojlerjev) in pripadajočih cevi,
- izklopimo grelnike in preprečimo nepotrebno segrevanje tople vode v času, ko je ne potrebujemo (vikend, počitnice),
- proučimo možnosti namestitve sončnega kolektorja za pripravo tople vode.



**Slika 33: Nova pipa in umivalnik v učilnici A-41**



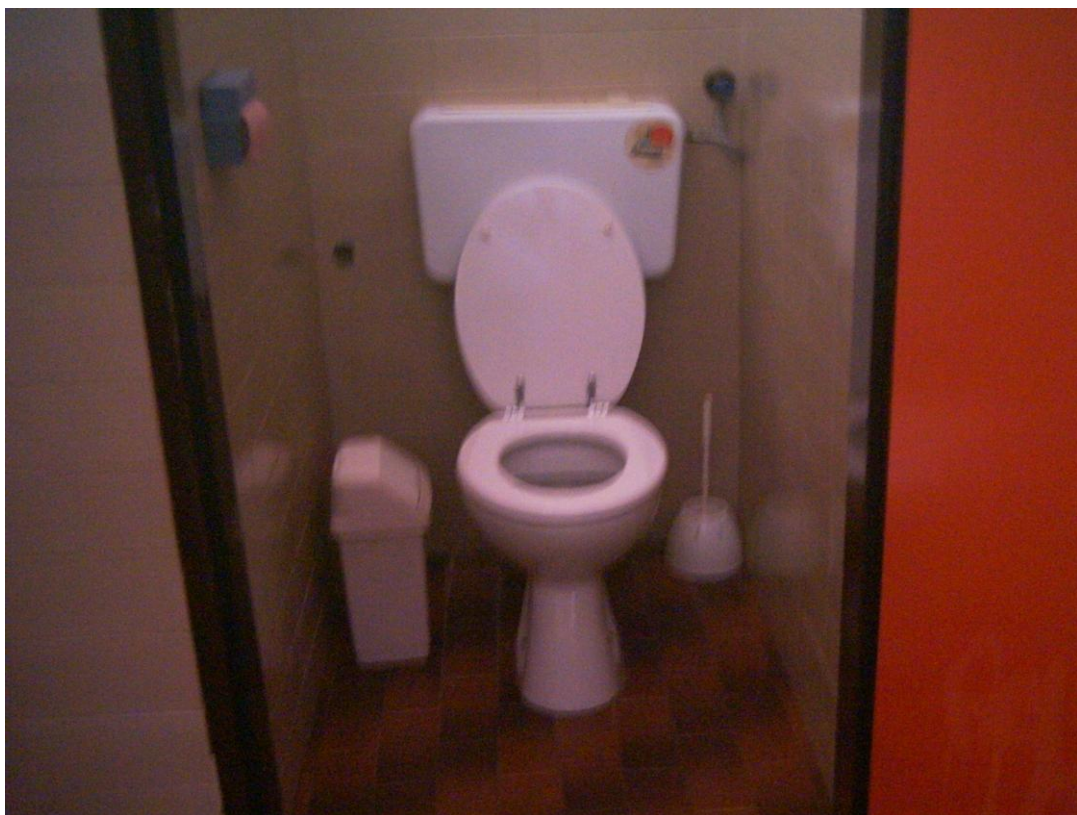
**Slika 34: Pipi in umivalnika na WC-ju**



**Slika 35: Pisoarji - vezani in senzorji**



**Slika 36: Iztekanje vode na pisoarju**



**Slika 37: Stranišče in kotliček na enojni izpust**



## Toplotna izolacija

Sodobni ustrezno dimenzionirani toplotno-izolacijski materiali omogočajo zmanjšanje toplotnih izgub skozi ovoj stavbe, zato upoštevamo naslednje:

- gradbeni predpisi, ki določajo največje dopustne toplotne prehodnosti delov stavb, so zaradi varovanja okolja čedalje strožji,
- gradbene ukrepe za zmanjšanje rabe energije je najbolje izvesti ob obnovi šolskih stavb,
- preverimo in ukrepajmo, če se na zidovih pojavljajo madeži ali plesen; povzročajo jih zamakanje, toplotni mostovi ali slaba toplotna izolacija,
- zamenjava oken z energijsko učinkovitejšimi sodi med dražje ukrepe, okna je gospodarno zamenjati, če so v slabem stanju oz. so na koncu življenjske dobe – okna v učilnicah je po našem mnenju potrebno zamenjati, ker slabo tesnijo,
- strokovnjaki priporočajo zasteklitev oken s sodobno zasteklitvijo z nizkoemisijemskim nanosom in plinskim polnjenjem prostora med stekli z žlahtnim plinom,
- poleg energetskega prihranka prinaša obnova toplotne izolacije stavbe bolj zdravo bivalno ugodje.



Slika 38: Plesen na stenah



**Slika 39: Stara okna, potrebna menjave**



**Slika 40: Nova okna v obnovljeni učilnici A-41**

## Prezračevanje

Zdrave bivalne razmere zahtevajo stalno in skrbno prezračevanje učilnic in drugih prostorov. Toplotne izgube zaradi prezračevanja znašajo od tretjine do polovice toplotnih izgub v stavbi, zato upoštevamo naslednje:

- okna odprimo v vsakem odmoru na stežaj le za nekaj minut, takšno prezračevanje izmenja zrak brez izgube toplote, ker se stene ne ohladijo, stalno priprta okna slabo prezračijo razred in povečujejo toplotne izgube,
- preverimo ustreznost tesnjenja oken in vrat ter tesnost stika okna z zunanjim zidom,
- pazimo na redno zapiranje vrat, zunanja vrata v šolsko stavbo naj imajo mehanizem za samodejno zapiranje vrat in vetrolov.



**Slika 41: Vhodna vrata na Šolskem centru Celje z mehanizmom za samodejno zapiranje**

## Električna energija

Za uporabnike je raba električne energije udobna in najbolj »čista«, zato:

- varčujemo električno energijo, neporabljena kilovatna ura je najdragocenejša,
- razmislimo o tem, da za proizvodnjo 1 kWh električne energije porabimo zaradi izgub v transformaciji (v elektrarnah, rafinerijah) trikrat več primarne energije (premoga, nafte, zemeljskega plina), poleg tega pa s kurjenjem fosilnih goriv onesnažujemo okolje,
- največ električne energije se v večini šol porabi za razsvetljavo, čim bolj izkoristimo dnevno svetlobo, luči naj gorijo le, kjer in kadar jih zares potrebujemo,
- pazimo na redno čiščenje luči in okenskih stekel, zaprašena žarnica oddaja do 20 % manj svetlobe,
- redno ugašajmo luči v prostorih, kjer ni učencev oz. ko je dovolj dnevne svetlobe, z rednim ugašanjem luči lahko prihranimo 3 % do 5 % električne energije,
- raziščimo, kolikšna je priključna moč posameznih porabnikov, kdaj se uporabljajo in kolikšen je njihov delež v skupni porabi električne energije na šoli,
- raziščimo, kje bi lahko navadne žarnice zamenjali s sodobnimi varčnimi sijalkami, fluorescenčna sijalka porabi petkrat manj električne energije in ima desetkrat daljšo življenjsko dobo od navadne žarnice,
- stroški zamenjave navadnih žarnic z varčnimi sijalkami se kljub višjim stroškom nakupa povrnejo že v nekaj letih, kar posebej velja za prostore, kjer je potrebna stalna razsvetljava, npr. na hodnikih,
- poskrbimo za zamenjavo starejših fluorescenčnih oz. cevnih sijalk premera 38 mm, ko ne delujejo več ali utripajo, s sodobnimi, premera 26 mm, ki porabijo okoli 8 % manj električne energije,
- strokovnjak naj preuči možnost za celovito prenovo osvetlitve, s čimer bo uporabljena električna energija učinkovitejša in osvetlitev bo bolj zdrava,
- po pouku izklopimo električne aparate in opremo (računalnike, monitorje, kopirne stroje, tiskalnike ...),
- uporabljajmo sodobne električne aparate, ki porabijo zaradi boljših izkoristkov manj električne energije kot starejše, kar je pomembno za električne aparate, ki jih pogosto uporabljamo.



**Slika 42: Klasične in varčne žarnice**

*Zakaj so varčne žarnice varčnejše?*

Varčne žarnice so v primerjavi s klasičnimi varčnejše zato, ker termografični posnetki pokažejo razliko pri oddajanju toplote pri klasični in varčni žarnici. Klasična žarnica porabi kar 95 % električne energije za segrevanje, varčna pa le 5 %. Rezultat je 80 % manjša poraba električne energije pri enaki svetilnosti žarnice.



### 3.4 SONČNA ELEKTRARNA

#### Delovanje sončne elektrarne

Sončne elektrarne delujejo na dokaj enostaven način. Lahko jih postavimo na različne površine (streho, zemljo ...), za njihovo delovanje pa potrebujemo le splet fotonapetostnih modulov, ki sončno energijo pretvarjajo v elektriko. Tako pridobljeno »zeleno« električno energijo lahko prodamo v omrežje po okoli petkrat višji zagotovljeni odkupni ceni, kot jo plačujemo za porabljeno elektriko.

Pri tem je potrebno vedeti, da letna sončna energija, ki pade na zemljo, za osemtisočkrat preseže svetovne potrebe po elektriki, torej zadošča za vse naše potrebe. Količina ustvarjene električne energije iz sončne elektrarne pa je odvisna od različnih dejavnikov, in sicer od inštalirane moči, izkoristkov modulov, sončnega obsevanja, lege, naklona strehe ... V Sloveniji se povprečno ustvari okoli 1.100 kWh električne energije na leto na en inštaliran kWp fotonapetosni modul.

Poznamo dva različna sistema sončnih elektrarn:

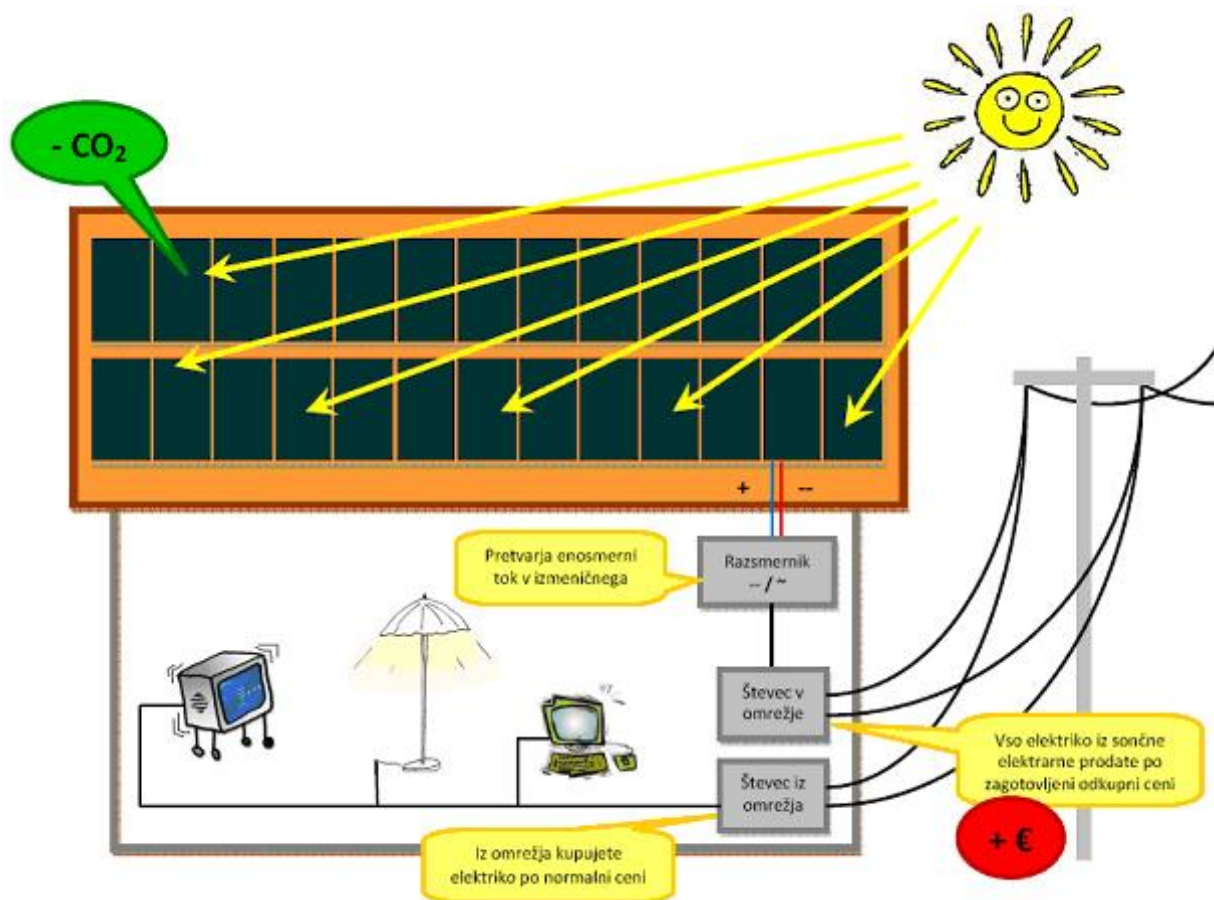
- omrežne sončne elektrarne,
- samostojne sončne elektrarne.



Slika 43: Sončna elektrarna

## Omrežne sončne elektrarne

Za razliko od samostojne sončne elektrarne je omrežna povezana z električnim omrežjem in ima nameščena dva števca, ki merita, koliko energije smo v sistem poslali in iz njega odvzeli energijo. Tako vso proizvedeno električno energijo prodamo po zagotovljeni odkupni ceni, ki je nekje petkrat višja od odjemne, elektriko za lastno uporabo pa kupujemo po enaki ceni kot do sedaj. Ta sistem ne potrebuje baterije in regulatorja, temveč samo pretvornik, ki pretvarja enosmerni tok v izmeničnega.



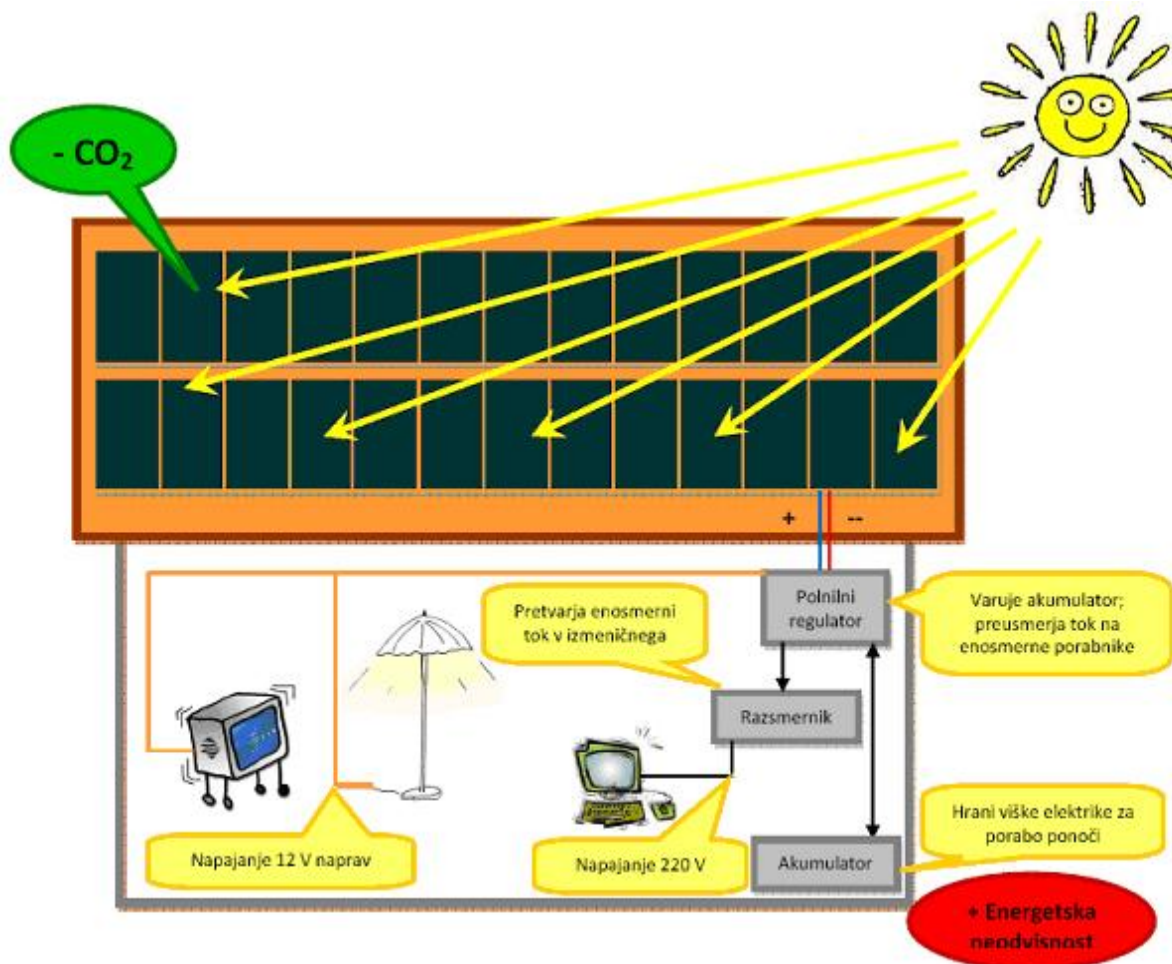
Slika 44: Shema omrežne sončne elektrarne

Glede na zagotovljeno odkupno ceno »zelene« električne energije za naslednjih 15 let, predstavljajo ti sistemi zanesljivo in donosno naložbo za prihodnost. Poleg tega pa prispevamo k zmanjšanju izpustov CO<sub>2</sub> in varujemo okolje za prihodnje generacije.

## Samostojne sončne elektrarne

Za samostojne sončne elektrarne je značilno, da te niso direktno povezane z distribucijskim električnim omrežjem. Kot prikazuje shema spodaj, se najprej PV-panel montira na površino, kjer je prisotno veliko sonca (streha, travnik ...). Posamezne panele se poveže med seboj s polnilnim regulatorjem, ki enosmerni tok usmeri na akumulator ali na razsmernik (odvisno od trenutne porabe). Polnilni regulator tako ščiti akumulator pred prenapolnitvijo ali izpraznitvijo. Razsmernik pretvori enosmerni tok v izmeničnega, ki se ga uporabi za delovanje električnih aparatov v gospodinjstvu, akumulator pa shrani višek električne energije, ki jo lahko porabimo čez noč.

Prednost sistema je v energetske neodvisnosti, saj sami proizvajamo svojo elektriko.



Slika 45: Shema samostojne sončne elektrarne



## **Postopki za izvedbo**

V podjetjih, ki se profesionalno ukvarjajo z izgradnjo sončne elektrarne, vam zagotovijo celotno storitev za postavitve sončne elektrarne »na ključ«. Svetujejo vam od postopka pridobitve soglasij do pridobitve statusa kvalificiranega proizvajalca. Za vas izdelajo tudi prijavo nepovratnih sredstev.

V primeru, da se odločite za postavitve omrežne sončne elektrarne, je postopek postavitve predstavljen v nadaljevanju.

1. Na terenu preverijo lokacijo, vam svetujejo o najučinkovitejšem sistemu postavitve in izdelajo ponudbo z vsemi izračuni stroškov in donosnosti naložbe.
2. Pomagajo vam pri pridobitvi soglasij s strani lokalnega elektro podjetja.
3. Po podpisu pogodbe o postavitvi sončne elektrarne vam izdelajo projekt za izvedbo del (PIZ).
4. Postavijo sončno elektrarno »na ključ« in izvedejo meritve.
5. Izdelajo projekt izvedenih del (PID).
6. Sodelujejo pri tehničnem pregledu.
7. Skupaj z elektro podjetjem priklopijo sončno elektrarno na elektro omrežje in izvedejo poskusno obratovanje.
8. Pomagajo pri pridobitvi statusa kvalificiranega proizvajalca.

## Vrste postavitvev

V današnjem času je sončne elektrarne možno postaviti vsepovsod. Vsaka postavitvev pa ima svoje prednosti in pomanjkljivosti.

### *Na strehi*

Najpogosteje se sončne elektrarne postavlja na strehe gospodinjstev, podjetij, gospodarskih poslopij, trgovskih centrov ... Lahko se postavijo na ravne strehe ali na strehe z naklonom. Idealna postavitvev je, če je streha obrnjena proti jugu in je njen naklon od 30° do 45°.



**Slika 46: Postavitvev sončne elektrarne na strehi**

Pri montaži se uporabljajo preverjeni materiali in strešni elementi, ki zagotavljajo zaščito strehe pred vlago in temperaturo.

S postavitvijo sončne elektrarne bo do sedaj neizkoriščena površina postala dodaten vir zaslužka, hkrati pa se naredi nekaj za čisto okolje prihodnjih generacij.

Pozitivne lastnosti so:

- donosna in varna investicija,
- ne zavzame dodatnega prostora,
- dokaj enostavna postavitvev.

### *Na zemljišču*

Na prostem lahko sončne elektrarne stojijo samostojno ali na sledilniku, ki module premika v smeri sonca. S solarnimi sledilniki dosežemo tudi do 30 % večji izkoristek sonca, vendar je začetna investicija nekoliko višja. Potrebno pa je poudariti, da je sončne elektrarne možno postaviti samo na gradbeno parcelo.



**Slika 47: Postavitev sončne elektrarne na zemljišču**

Ker je investicija v sončne elektrarne na prostem nižja od tiste na strehi, je nižja tudi zagotovljena odkupna cena električne energije od 4 do 9 %.

Pozitivni lastnosti sta:

- hitra in enostavna postavitvev,
- lahka dostopnost za vzdrževanje, čiščenje.

Negativni lastnosti sta:

- nižja zagotovljena odkupna cena,
- zavzame (rodovitno) zemljišče.

### ***Integrirani sistemi***

Iz vidika izrabe prostora in objekta so najučinkovitejši integrirani sistemi. V svetu obstajajo že različne tehnologije, kjer se fotocelice nahajajo v fasadi objekta, v steklu oz. v kritini, skratka kot sestavni del objekta. Ponujamo nam sistem, kjer so PV-moduli montirani kot sestavni del strehe. V tem primeru se zmanjšajo stroški postavitve klasične strehe, hkrati pa dobimo lastno sončno elektrarno. Integrirani sistem na strehi je odporen na vse vremenske spremembe, in sicer na točo, sneg, ne prepušča vode, ne ustvarjajo kondenza in zagotavlja zračnost strehe. Ponujajo 20-letno garancijo na delovanje in obstojnost sistema, v tem času pa bodo prihodki sončne elektrarne zagotovo pokrili stroške investicije.

Drug sistem so t. i. fotovoltaična stekla »ASI Glass«, ki jih je mogoče vgraditi v različne konstrukcije:

- stekla v oknih,
- strešna okna,
- nadstreški,
- steklena fasada,
- letni vrtili,
- steklene strehe itd.

Največja prednost integriranih sistemov je za 15 % višja zagotovljena odkupna cena električne energije, ki zagotavlja, da se bodo investirana sredstva kljub nekoliko višji začetni investiciji povrnila v podobnem obdobju kot pri ostalih sistemih.

Pozitivne lastnosti so:

- prihranek pri strošku kritine,
- 15 % višja zagotovljena odkupna cena,
- moderen izgled in kakovost strehe,
- visoka donosnost investicije.

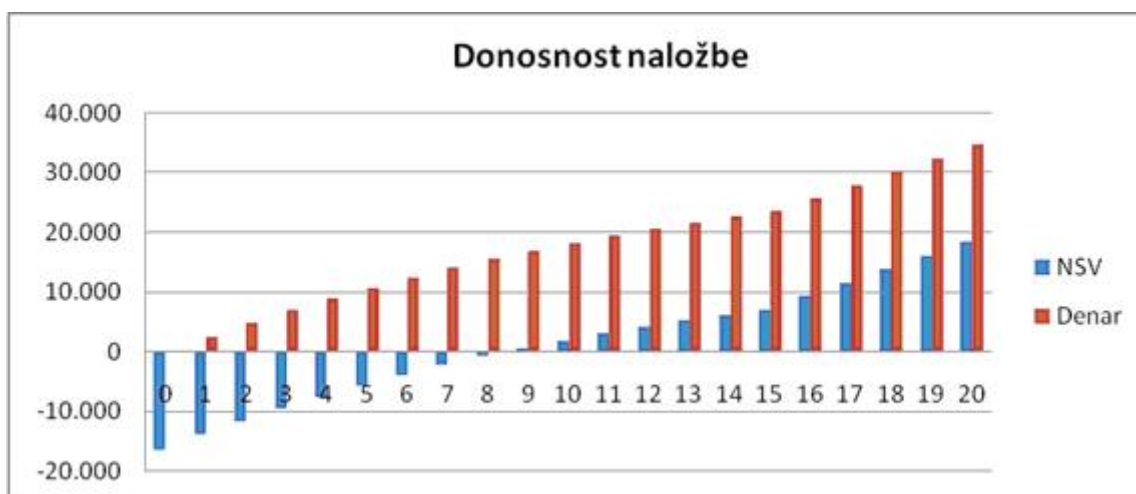
Negativni lastnosti sta:

- zapleten poseg,
- nekoliko višji stroški postavitve.

## Donosnost naložbe

Naložba v postavitve sončne elektrarne zahteva kar nekaj začetnih sredstev, ki pa se v naslednjih letih zelo hitro povrnejo. Spodaj je prikazan primer izračuna donosnosti za sončno elektrarno velikosti 20 kWp. Ob spodaj navedenih predpostavkah je razvidno, da se investicija povrne v 8,6 letih ob 11,3-odstotni letni stopnji donosa. Začetni stroški vlaganj so 82.000 €, od tega je 16.400 € lastnih sredstev. Preostanek je kredit v višini 65.600 €, ki ga odplačujemo 15 let. Vse stroške le-tega krije sončna elektrarna. Pridobljeno elektriko prodajamo po okoli 5-krat višji zagotovljeni odkupni ceni, kot jo kupujemo od svojega elektro distributerja. Cena odkupa je po pogodbi zagotovljena za naslednjih 15 let. Letna proizvodnja elektrike znaša 22.000 kWh (povprečje za Slovenijo znaša okoli 1.100 kWh/kWp/leto). Življenjska doba sončne elektrarne je 40 let, garancija na module do 25 let.

Iz spodnjega grafa je razvidno (rdeči stolpci), da je neto sedanja vrednost prihodkov za obdobje 20 let 35.000 €. Toliko bomo namreč zaslužili z elektrarno, preračunano na današnji dan.



Graf 1: Graf donosnosti naložbe

Investirana lastna sredstva se bodo povrnili v 8,6 letih (modra barva). Izračun je okvirjen in se lahko razlikuje glede na velikost elektrarne, izbire modulov, lokacijo, naklon in druge predpostavke. Tukaj gre sicer za primer stanovanjske hiše, vendar je primer enak, tudi ko gre za šolo. Razlika je sicer v začetnih stroških, ki bi bili za primer šole večji. Ne nazadnje so površine večje, vendar bi bila tudi proizvodnja električne energije večja. Tako bi se stroški povrnili.

## Cene odkupa elektrike

Zagotovljene odkupne cene električne energije iz obnovljivih virov zagotavlja država za naslednjih 15 let. Cene so odvisne od načina postavitve, ali je sončna elektrarna postavljena na stavbo, gradbeno konstrukcijo ali kot samostojni objekt, ter od velikosti posamezne sončne elektrarne.

Za sončne elektrarne, postavljene na stavbo ali drugo gradbeno konstrukcijo, znašajo odkupne cene električne energije iz OVE:

**Tabela 1: Odkupna cena električne energije**

<b>Velikostni razred sončne elektrarne</b>	<b>Odkupna cena električne energije (EUR/kWh)</b>
mikro (< 50 kW)	0,41546
mala (< 1 MW)	0,38002
srednja (do 10 MW)	0,31536
velika (do 125 MW)	0,28071

Odkupne cene za samostojne objekte so, kot je razvidno iz spodnje tabele, nekoliko nižje.

**Tabela 2: Odkupna cena električne energije za samostojne objekte**

<b>Velikostni razred sončne elektrarne</b>	<b>Odkupna cena električne energije (EUR/kWh)</b>
mikro (< 50 kW)	0,39042
mala (< 1 MW)	0,35971
srednja (do 10 MW)	0,28998
velika (do 125 MW)	0,26922

Pri odkupnih cenah elektrike je potrebno poudariti, da se bodo v naslednjih 3 letih znižale za 7 % na leto. To pomeni, da bodo lastniki sončnih elektrarn, ki bodo letos sklenili pogodbo z elektro podjetjem, naslednjih 15 let prodajali le-to po 7 % višji ceni, kot tisti, ki bodo sončne elektrarne postavili naslednje leto. Predvideno znižanje odkupnih cen sovpada s pričakovanimi znižanji cen postavitve sončnih elektrarn, zaradi tega bo donosnost investicije ostala podobna.

### 3.5 SONČNI KOLEKTORJI

Sončni kolektorji so ekonomičen in okolju prijazen način pridobivanja energije. Uporabljamo jih za segrevanje prostorov in sanitarne vode. Postaviti jih moramo na mesta, kjer je na razpolago veliko sončnih ur, ter obrniti proti jugu. Enako delujejo ne glede na letni čas (pozimi lahko od njih dobimo enako količino energije kot poleti). Manj učinkoviti so, kadar je megla. Ena bistvenih slabosti je njihova krhkost – zlahka se uničijo ob udarcu s tršim predmetom.



Slika 48: Sončni kolektor

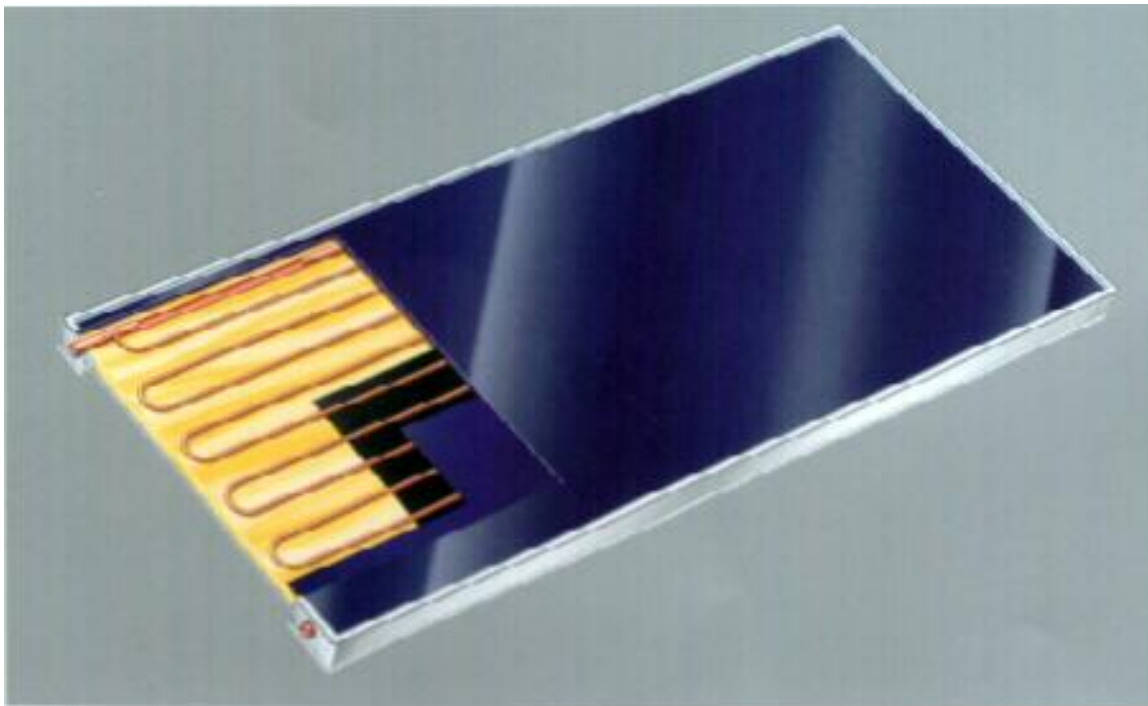


## Vrste kolektorjev

Poznamo več vrst kolektorjev:

- ravne kolektorje,
- vakuumske cevne kolektorje,
- vakuumske cevne kolektorje z direktnim prenosom,
- vakuumske »heat pipe« kolektorje, za »heat pipe« kolektorje še ne obstaja primeren slovenski izraz, še najbližje temu je izraz superprevodne toplotne cevi.

Trenutno imajo najugodnejše razmerje med ceno in učinkovitostjo ravni kolektorji, čeprav so »heat pipe« kolektorji tudi do 50 % učinkovitejši.

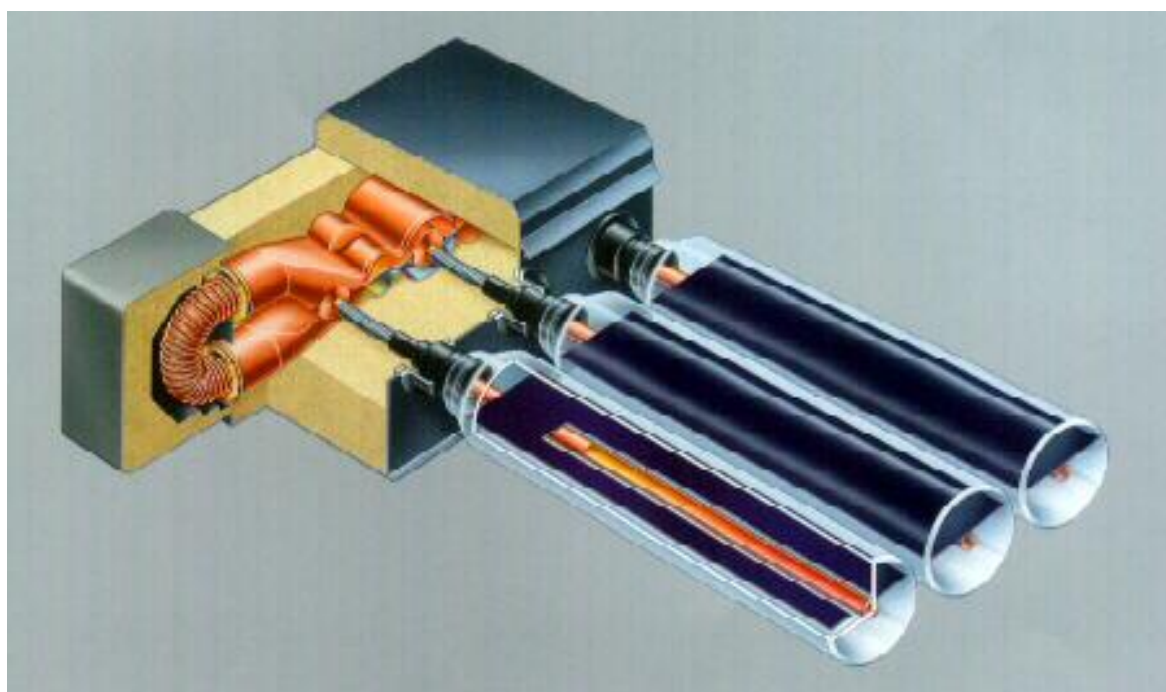


**Slika 49: Ravni sončni kolektor**





Slika 50: Vakuumski cevni kolektor



Slika 51: Vakuumski »heat pipe« kolektor

## **Sončna elektrarna in sončni kolektorji na Šolskem centru Celje**

Imamo objekt z večjimi strešnimi površinami in lahko bi začeli razmišljati o izkoriščanju sončne energije. Smo okolijsko ozaveščeni in nam ni vseeno, kakšen planet bomo zapustili svojim naslednikom.

Postavimo si lahko vprašanje, zakaj bi na streho Šolskega centra Celja namestili te naprave.

Odgovor je preprost. Investicija se splača.



**Slika 52: Šolski center Celje z neizkoriščeno površino strehe**

## 4 PREDSTAVITEV REZULTATOV

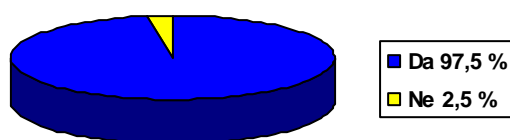
V raziskovalni nalogi smo najprej opravili anketiranje dijakov, s katerim smo želeli ugotoviti, ali so zadovoljni s prezračevanjem in učinkovito rabo energije na Šolskem centru Celje. Nato smo se odpravili na raziskovanje po šolskem centru in poslikali določene stvari ter jih opisali.

### 4.1 ANALIZA ANKETNEGA VPRAŠALNIKA

Anketo smo izvedli med dijaki vseh šol Šolskega centra Celje. V avli šole smo anketne vprašalnike razdelili med naključno izbrane dijake in dijakinje šol, ki niso s Srednje šole za strojništvo in mehatroniko. S pomočjo naših profesorjev in profesorice pa smo razdelili ankete med dijake Srednje šole za strojništvo in mehatroniko.

Razdelili smo 690 anket in vse so bile veljavne. Rezultati so predstavljeni v nadaljevanju.

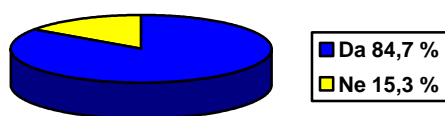
*1. Ali se strinjate s tem, da bi morali urediti oziroma narediti prezračevalne sisteme po celem ŠCC-ju?*



**Graf 2:** Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo z ureditvijo prezračevalnega sistema na ŠCC-ju.

Zanimalo nas je, ali so tudi ostali dijaki na ŠCC-ju mnenja, da bi uredili prezračevalne sisteme. Kot je razvidno iz grafa, je kar 97,5 % vprašanih odgovorilo pritrdilno.

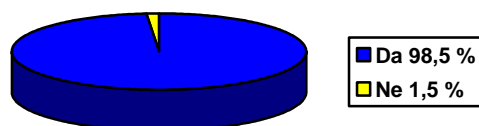
2. Ali na Vas v poletnem času vplivajo visoke temperature in slab zrak na hodniku?



**Graf 3:** Rezultat na vprašanje, ali na dijake v poletnem času vplivajo visoke temperature in slab zrak na hodniku.

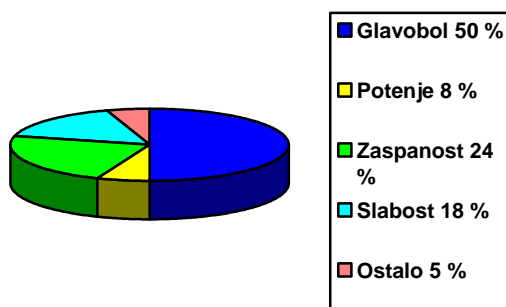
Ugotovili smo, da kar na 84,7 % vprašanih dijakov vplivajo v poletnem času visoke temperature in slab zrak na hodniku.

3. Ali se strinjate s tem, da je na ŠCC-ju zelo slab pretok zraka in zato slabo počutje? Kako (npr.: glavoboli, slabe ocene ...)?



**Graf 4:** Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo s tem, da je na ŠCC-ju slab zrak in zato slabo počutje.

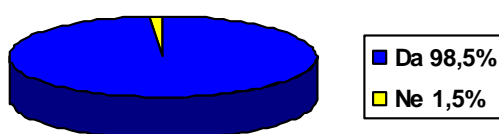
Slab zrak vpliva na slabo počutje na kar 98,5 % dijakov.



**Graf 5:** Posledice slabega zraka.

Na to vprašanje so odgovarjali samo tisti, ki so obkrožili odgovor da. Rezultati so bili, da ima zaradi slabega zraka največ dijakov glavobol, in sicer polovica anketirancev, zaspanost muči 24 % vprašanih, sledijo slabost, potenje in drugo.

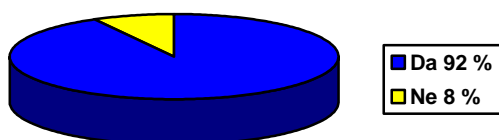
4. *Ali se Vam zdi, da mora biti zrak dovolj čist in imeti primerno temperaturo, ko vstopate v razred?*



**Graf 6: Rezultat na vprašanje, ali so dijaki mnenja, da mora biti zrak dovolj čist in imeti primerno temperaturo, ko vstopajo v razred.**

Pri tem vprašanju nas je zanimalo, če mora biti zrak čist in imeti primerno temperaturo. Rezultati so bili pričakovani, saj smo predvidevali, da sta za večino dijakov pomembna tako čist zrak kot primerna temperatura za učenje. To vprašanje bi lahko zastavili tudi drugače, in sicer, ali se dijakom zdi, da je zrak dovolj čist in ima primerno temperaturo za učenje, ko vstopajo v učilnico.

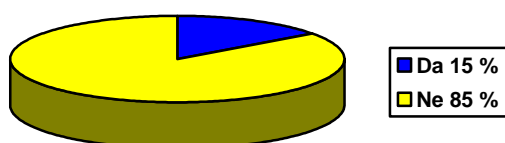
5. *Ali se strinjate s tem, da bi morala biti temperatura skozi vse leto konstantna in enaka po celi šoli?*



**Graf 7: Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo s tem, da bi bila temperatura vse leto konstantna in enaka po celi šoli.**

Delo in rezultati pri delu so po našem mnenju boljši, če delamo v prostoru s konstantno temperaturo, zato smo povprašali, če so tudi drugi dijaki tega mnenja. Rezultat pokaže, da se z navedeno trditvijo strinja 92 % anketirancev.

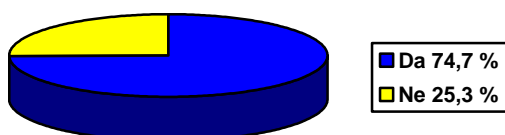
6. Ali menite, da je prezračevanje WC-jev zadostno?



**Graf 8: Rezultat na vprašanje, ali dijaki menijo, da je prezračevanje WC-jev zadostno.**

Ta rezultat nas je nekoliko presenetil, saj smo pričakovali da bo večina dijakov (nad 95 %) odgovorila z ne. Kljub temu 85 % dijakov ni zadovoljnih s prezračevanjem WC-jev.

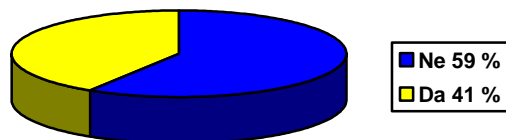
7. Ali menite, da bi lahko na šolskem centru bolj varčevali z električno energijo?



**Graf 9: Rezultati na vprašanje, ali dijaki menijo, da bi lahko bolj varčevali z električno energijo na šoli.**

Tudi pri tem odgovoru smo pričakovali, da bo več dijakov odgovorilo pritrdilno. Menimo namreč, da se na šolskem centru premalo varčuje z električno energijo. Kljub temu se 74,7 % anketiranih dijakov strinja s tem, da bi lahko z električno energijo bolj varčevali.

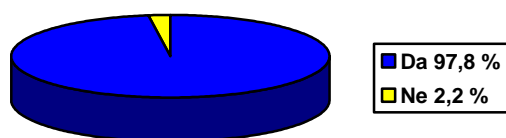
8. Ali menite, da so luči in okenska stekla dovolj očiščena? Zaprashena žarnica lahko oddaja do 20 % manj svetlobe.



**Graf 10:** Rezultat na vprašanje, ali dijaki menijo, da so luči in okenska stekla dovolj očiščena.

Pri tem vprašanju je bil rezultat najtesnejši. 59 % dijakov meni, da okna in luči oz. svetila niso dovolj očiščena, medtem ko 41 % dijakov meni, da so.

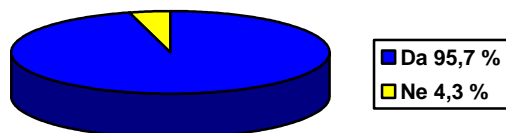
9. Ali se Vam zdi, da bi bilo pametno klasične žarnice zamenjati s sodobnimi varčnimi žarnicami?



**Graf 11:** Rezultat na vprašanje, ali dijaki menijo, da bi bilo pametno klasične žarnice zamenjati z varčnimi.

Pri tem vprašanju smo dobili pričakovan rezultat, in sicer da se z zamenjavo žarnic in našim mnenjem strinja kar 97,8 % anketirancev. Ideja je po našem mnenju dobra, zato upamo, da se v bližnji prihodnosti uresničila.

10. Ali se strinjate s tem, da bi dijakom po končani športni vzgoji namenili dodaten čas za tuširanje, s čimer bi zmanjšali neprijetne vonjave po šoli in hkrati vlažnost zraka v šoli?

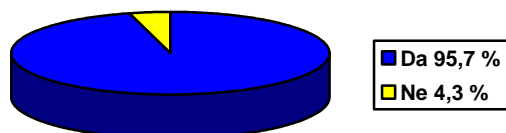


**Graf 12:** Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo s tem, da bi jim po končani športni vzgoji namenili dodaten čas za tuširanje.

To vprašanje smo postavili zato, ker predstavljen problem povzroča na Šolskem centru Celje velike težave. V petih minutah je nemogoče, da si odpočiješ, se preoblečeš in prideš do razreda, kjer imaš pouk (po možnosti v D- ali celo E-etaži). Poleg tega se zaradi potenja po šoli širijo neprijetne vonjave.

Ta problem v večini rešujemo tako, da se s profesorjem športne vzgoje dogovorimo, da uro zaključimo 5 minut pred zvonjenjem. Tako se lahko v miru pripravimo na naslednjo uro.

11. Ali se strinjate z uporabo kolektorjev in sončne elektrarne na naši šoli, ker imamo za to dovolj prostora?

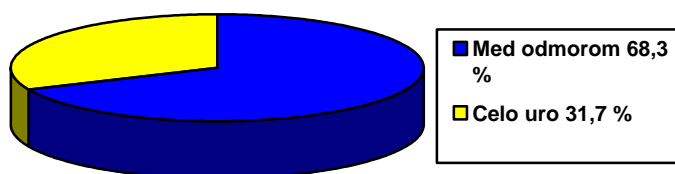


**Graf 13:** Rezultat na vprašanje, ali se dijaki strinjajo z uporabo kolektorjev in sončne elektrarne na šoli.



Raziskovalci menimo, da bi Šolski center Celje lahko proizvajal elektriko s pomočjo sonca, saj je tako pridobljena energija naravna, brez onesnaževanja. Projekt sicer veliko stane, vendar bi se po našem mnenju ta investicija v nekaj letih povrnila. Da bi proizvajali svojo energijo, se strinja 95,7 % anketirancev. Ta podatek nas veseli, saj lahko na osnovi tega sklepamo, da bi se morda tudi sami v osebnem življenju odločili za izkoriščanje sončne energije.

*12. Kako prezračujete učilnice, da okno odprete v vsakem odmoru na stežaj le za nekaj minut ali so okna stalno priprta?*



**Graf 14: Rezultat na vprašanje, kako dijaki prezračujejo učilnice.**

Ta rezultat za nas ni presenečenje, ker včasih zračimo učilnice samo med odmorom, včasih pa tudi (skoraj) celo uro. Kadar zračimo med odmor, okno popolnoma odpremo, kadar pa celo uro, je okno priprto.

## **4.2 POVZETEK UGOTOVITEV ANKETNIH VPRAŠALNIKOV**

V anketi je sodelovalo 690 dijakov, ki prihajajo s Šolskega centra Celje. Dijaki so bili izbrani naključno, ne glede na šolo in letnik, ki ga obiskujejo.

Z anketo smo dosegli zastavljeni cilj, saj smo pridobili podatke oz. mnenja o prezračevanju in učinkoviti rabi energije na našem centru. Večina anketiranih dijakov se je strinjala s tem, da bi morali izboljšati prezračevalni sistem in poskrbeti za učinkovitejšo rabo energije.

## **4.3 PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE**

Naši rezultati so bili pričakovani. Ugotovili smo, da se večina dijakov Šolskega centra Celja strinja z nami, da je potrebo izboljšati prezračevanje na našem centru.

Naša prva hipoteza je bila, da dijaki niso zadovoljni s prezračevanjem oz. s prezračevalnim sistemom Šolskega centra Celje. Na to hipotezo so se v anketi nanašala prvo, četrto, peto, šesto in delno deseto ter dvanajsto vprašanje. S pomočjo teh rezultatov smo zastavljeno hipotezo potrdili. Večina dijakov namreč ni zadovoljna s prezračevalnim sistemom, slab zrak pa tudi vpliva na njihovo počutje.

Druga hipoteza je bila, da se dijaki zavedajo, da je učinkovita raba energije na šoli slaba. Odgovori na to hipotezo so se skrivali v sedmem, osmem in devetem vprašanju ankete. Rezultat je bil, da 74,7 % anketiranih dijakov meni, da bi lahko bolje varčevali z električno energijo, 59 % dijakov je mnenja, da luči in okenska stekla niso dovolj očiščena. Kar 97,8 % dijakom pa se zdi, da bi bilo potrebno klasične žarnice zamenjati s sodobnimi varčnimi žarnicami. K temu nas spodbuja tudi strokovno gradivo, ki smo ga na predstavljenem temo pregledali. Tako smo tudi to hipotezo lahko potrdili.

Tretja hipoteza se je glasila, da se dijaki na šoli počutijo slabo zaradi slabega in vročega zraka, še posebej v poletnem času. To hipotezo smo potrdili s pomočjo drugega in tretjega vprašanja v anketi. Na drugo vprašanje, ki je spraševalo dijake, ali nanje v poletnem času vplivajo visoke temperature in slab zrak, je pozitivno odgovorilo 84,7 % dijakov. V tretjem pa smo povprašali dijake, ali se strinjajo, da je na Šolskem centru Celje zelo slab pretok zraka, posledično pa slabo počutje. Zanimalo nas je tudi, kako slab zrak vpliva na njihovo počutje. Na vprašanje je pritrdilno odgovorilo kar 98,5 % dijakov. Dijaki, ki so odgovorili pritrdilno, so navedli posledice v naslednjem vrstnem redu: glavobol, zaspanost, slabost, potenje in drugo.

Zadnja hipoteza je bila, da se večina dijakov strinja z izgradnjo prezračevalnega sistema in postavitvijo sončne elektrarne. Tudi to hipotezo smo potrdili, in sicer s pomočjo odgovorov na prvo in enajsto vprašanje. Na prvo vprašanje, ki se je glasilo, ali se dijaki strinjajo, da bi odgovorni morali urediti oz. narediti prezračevalni sistem po celem šolskem centru, je pritrdilno odgovorilo 97,5 % anketirancev. Na enajsto vprašanje, ali se dijaki strinjajo z uporabo kolektorjev in sončne elektrarne na našem šolskem centru, je z da odgovorilo 95,7 % dijakov. Tako smo tudi to hipotezo potrdili. To hipotezo lahko potrdimo tudi s strokovnega stališča. Slovenija se namreč kot članica Evropske unije zaveda pomembnosti doseganja strateških ciljev na področju zmanjšanja emisij toplogrednih plinov ter nujnosti povečanja deleža alternativnih virov energije pri proizvodnji električne energije. Ena najbolj ekološko neoporečnih tehnologij pri proizvodnji električne energije je zagotovo fotovoltaika oz. izkoriščanje sončne energije za potrebe proizvodnje električne energije.

Pri naši raziskovalni nalogi nismo imeli večjih težav, saj smo si po našem mnenju za raziskovanje izbrali dobro metodo z anketami, ki so jih razdelili med dijake tudi profesorji in profesorice. Za raziskovanje smo si izbrali popoldanski termin, in sicer ko na šoli pouk ni potekal, saj smo tako lahko nemoteno opravljali raziskovalno delo.

#### **4.4 PREDLOGI IZBOLJŠAV**

Predlog ukrepov, s katerimi bi lahko izboljšali prezračevanje in učinkovito rabo energije na Šolskem centru Celje, je naslednji:

- urediti prezračevanje po celem šolskem centru,
- zamenjati stara okna z novimi,
- namestiti nalepke za varčevanje z električno energijo in vodo,
- zamenjati stare pipe z novimi,
- na novo urediti sanitarne prostore,
- redneje vzdrževati ogrevalni sistem,
- zamenjati klasične žarnice z novimi sodobnimi oz. varčnimi žarnicami,
- namestiti sončne kolektorje za pripravo tople vode,
- namestiti sončne elektrarne na streho šolskega centra.

##### **Ureditev prezračevanja po celem šolskem centru**

Po našem mnenju bi bilo potrebno urediti prezračevanje hodnikov ter sanitarnih prostorov. Učilnice se še vedno lahko prezračujejo naravno – z odpiranjem oken, ker bi bilo urejanje prezračevalnega sistema po celi šoli predrago, dolgotrajno in skoraj nemogoče.

##### **Zamenjava starih oken z novimi**

Stara okna je nujno potrebno zamenjati, saj ne tesnijo dovolj dobro, zato topel zrak pozimi uhaja skozi slabo tesnilna okna. Z zamenjavo oken izboljšamo energetska stanja v šoli na dokaj enostaven način. Sodobna okna so zrakotesna, zadržujejo hrup, senčila dijake ščitijo pred pogledi in svetlobo, sodobno okovje pa omogoča odpiranje na več načinov.

##### **Namestitev nalepke za varčevanje z električno energijo in vodo**

Namestitev nalepk je po našem mnenju dobra ideja, saj bi tako učence kot profesorje opominjale na varčevanje z električno energijo in vodo.

## **Zamenjava vseh starih pip z novimi**

Z zamenjavo vseh starih pip z novimi bi močno zmanjšali porabo vode. Veliko pip na šolskem centru namreč spušča, zato je poraba vode večja, kot bi bila sicer.

## **Na novo urediti sanitarne prostore**

### *Preureditev sistema za splakovanje pisoarjev*

Kot smo že omenili, je napaka pri programiranju splakovanja. Če dijak sproži splakovanje na zadnjem pisoarju, se sproži splakovanje na vseh. Pri vsakem splakovanju se sproži okoli 1,5 litra vode.

### *Zamenjava straniščnih kotličkov*

Na šoli je 39 stranišč oz. 39 kotličkov. Vsi so narejeni na enojni izpust, kar pomeni, da pri enem splakovanju stranišča splaknemo od 6 do 9 litrov vode, torej v povprečju 7,5 litra vode.

## **Rednejše vzdrževanje ogrevalnega sistema**

Vzdrževanje ogrevalnega sistema oz. pregled vseh radiatorjev bi morali izvesti vsaj pred zimo, če ne vsaka dva meseca. Razlog je v tem, da nekateri radiatorji puščajo, drugi nimajo nameščenega termostatskega ventila, tretji ne grejejo dovolj ...

## **Zamenjava navadnih žarnic z novimi sodobnimi oziroma varčnimi žarnicami**

Fluorescenčne sijalke veljajo kot zelo ekonomični svetlobni viri za notranjo razsvetljavo. V prostorih najpogosteje srečamo t. i. kompaktne fluorescenčne sijalke, ki jih na tržišču najpogosteje dobimo pod imenom "varčne žarnice". To so svetlobni viri majhnih dimenzij, ki nadomeščajo žarnico na žarilno nitko.

Prednosti kompaktnih fluorescenčnih sijalk se v primerjavi z navadnimi žarnicam kažejo v naslednjem:

- življenjska doba je od 8000 do 12000 ur,
- v primerjavi z žarnicami na žarilno nitko imajo tudi do petkrat boljši svetlobni izkoristek,
- energetska učinkovitost – za enak svetlobni tok porabijo do 80 % manj električne energije.

### **Namestitev sončnih kolektorjev za pripravo tople vode**

S takim sistemom pridobimo od 60 do 90 % toplote, ki se porabi za vsakdanje potrebe, in to brez emisij v okolje.

Prednost takega sistema je tudi v tem, da lahko za najmanj 6 mesecev izključimo peč za ogrevanje sanitarne vode in s tem prihranimo stroške ogrevanja. S tem posledično tudi zmanjšamo izpust CO<sub>2</sub>.

### **Namestitev sončne elektrarne na streho šolskega centra**

Po našem mnenju bi bila investicija dobra, a hkrati se zavedamo, da bi bila finančno zelo visoka. Kljub temu da so potrebna velika finančna sredstva, bi se lahko kaj premaknilo na bolje, saj za namestitev sončne elektrarne ponujajo subvencije. Fotovoltaična panel povrne energijo, ki je bila vložena v njegovo izdelavo, po treh do petih letih delovanja, odvisno od njene učinkovitosti. Poleg tega pa spada fotovoltaika med vire, ki bodo začrtovali našo prihodnost.

## 5 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo vse hipoteze, postavljene v uvodu, potrdili. Naše trditve smo podprli tudi z anketo, ki smo jo izvedli na Šolskem centru Celje.

Pomen dobre kakovosti zraka največkrat zanemarjamo. Vsi si želimo zdrave pogoje za delo in bivanje. Če torej želimo doseči "dober zrak" in večjo energijsko učinkovitost, upoštevajmo sledeče:

- samo naravno zračenje skozi netesnosti v zgradbi ni dovolj,
- naravno zračimo prostore z odpiranjem oken na stežaj in v enakomernih intervalih,
- energijsko najučinkovitejše je kratkotrajno zračenje na prepih,
- izogibajmo se dolgotrajnemu zračenju pri odprtih oknih,
- zapirajmo okna v prostorih, kjer se ne zadržujemo daljši čas,
- centralni sistem za prisilno prezračevanje z rekuperacijo toplote zagotavlja optimalne bivalne pogoje in varčuje z energijo, zahteva pa redno in kakovostno vzdrževanje,
- centralnemu sistemu za prisilno prezračevanje lahko priredimo tudi napravo za hlajenje in s tem tudi v poletnem času zagotovimo dobre bivalne pogoje.

Glede na rezultate anket in ugotovite smo oblikovali nekaj predlogov, s katerimi želimo pripomoči k izboljšanju zraka in učinkovitejši rabi energije na Šolskem centru Celje.

Prvi korak smo želeli narediti sami na način, da smo o težavah, povezanih s prezračevanjem in rabo energije, povprašali še ostale dijake. Z raziskovalno nalogo pridobljene informacije bomo posredovali tudi vodstvu šolskega centra.

Kot smo že zapisali, smo mnenja, da bi moralo vodstvo šolskega centra več storiti tako za ugodje dijakov kot za učinkovito rabo energije, kajti država nameni šolam veliko denarja. Navsezadnje gre tudi za davkoplačevalski denar, zato bi bilo smotrno z energijo ravnati učinkoviteje in varčneje. Na streho šole bi lahko namestili sončne kolektorje za ogrevanje in sončno elektrarno. Center ima namreč na strehi veliko neizkoriščenega prostora.



## 6 PRILOGA

### 6.1 ANKETA



Šolski center Celje

Srednja šola za strojništvo in mehatroniko

Spoštovani dijak!

Pred Vami je anonimni anketni vprašalnik, ki se nanaša na **prezračevanje** in **učinkovito rabo energije** na Šolskem centru Celje.

Vaši odgovori nam bodo dragocen vir informacij, ki nam bodo v pomoč pri raziskovalni nalogi.

Za odgovore se Vam že vnaprej zahvaljujemo in Vam želimo uspešen zaključek šolskega leta.

---

Ali se strinjate s tem, da bi morali urediti oz. narediti prezračevalne sisteme po celem ŠCC-ju?

- Da
- Ne

Ali na Vas v poletnem času vplivajo visoke temperature in slab zrak na hodniku?

- Da
- Ne
- Mogoče

Ali se strinjate s tem, da je na ŠCC-ju zelo slab pretok zraka in zato slabo počutje? Kako (npr.: glavoboli, slabe ocene ...)?

- Da
- Ne


Ali se Vam zdi, da mora biti zrak dovolj čist in imeti primerno temperaturo, ko vstopate v razred?

- Da
- Ne

Ali se strinjate s tem, da bi morala biti temperatura skozi vse leto konstantna in enaka po celi šoli?

- Da
- Ne

Ali menite, da je prezračevanje WC-jev zadostno?

- Da
- Ne

Ali menite, da bi lahko bolj varčevali z električno energijo na šoli? Kako?

- Da
- Ne


Ali menite, da so luči in okenska stekla dovolj očiščena? Zapršena žarnica lahko oddaja do 20 % manj svetlobe.

- Da
- Ne

Ali se Vam zdi, da bi bilo potrebno navadne žarnice zamenjati s sodobnimi varčnimi žarnicami?

- Da
- Ne

Ali se strinjate s tem, da bi Vam po končani športni vzgoji namenili dodaten čas za tuširanje, s čimer bi zmanjšali neprijetne vonjave po šoli in hkrati vlažnost zraka v šoli?

- Da
- Ne

Ali se strinjate z uporabo kolektorjev in sončne elektrarne na našem centru, ker imamo za to dovolj prostora?

- Da
- Ne

Kako prezračujete učilnice? Ali okno odprete v vsakem odmoru na stežaj le za nekaj minut ali so okna stalno priprta?

- Samo med odmorom (5 min.)
- Čez celo šolsko uro

## 7 VIRI IN LITERATURA

1. Arhem: Pravilno zračenje in prezračevanje [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.arhem.si/pdfs/pravilno%20zracenje%20in%20prezracevanje%20-%20ARHEM%20doo.pdf/> [13. 11. 2009; 10:11]
2. Dovč Franci: Učinkovita raba energije v šoli: Izkušnje in novi izzivi za Slovenske eko šole. Dostopno na WWW: [http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/investicije/Posvet\\_energetske\\_upravljanje\\_12\\_2\\_09\\_Ure\\_v\\_soli.pdf/](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/investicije/Posvet_energetske_upravljanje_12_2_09_Ure_v_soli.pdf/) [14. 11. 2009; 11:14]
3. Energap: Okolje in energija: Učinkovita raba energije: Učinkovita raba energije v Sloveniji [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.energap.si/?viewPage=74/> [14. 11. 2009; 11:39]
4. Energap: Prezračevanje [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.energap.si/uploads/prezracevanje.pdf> [14. 11. 2009; 10:59]
5. Energap: Stavbe: Kako varčevati z energijo – stavbe [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.energap.si/?viewPage=79/> [14. 11. 2009; 11:28]
6. Energap: Stavbe: Raba energije v stavbah [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.energap.si/?viewPage=75/> [14. 11. 2009; 11:46]
7. Energetski inženiring: Učinkovita raba energije [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://www.energetski-inzeniring.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=84&Itemid=163&lang=sl/](http://www.energetski-inzeniring.si/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=163&lang=sl/) [14. 11. 2009; 11:55]
8. Energetski sistem za čisto energijo: Sončne elektrarne. [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://www.enersis.si/soncne\\_elektrarne/](http://www.enersis.si/soncne_elektrarne/) [23. 2. 2010; 18:36]
9. Energija sonca. [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.energijasonca.si/> [23. 2. 2010; 18:17]
10. Grobelšek Magda: Sončni kolektorji [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://zvonko.fgg.uni-lj.si/seminarji/SoncniKolektorji/SoncniKolektorji.pdf/> [1. 3. 2010; 16:48]
11. Grobovšek Bojan: Izpodrivno prezračevanje. Dostopno na WWW: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT153.htm/> [13. 11. 2009; 12:10]
12. Grobovšek Bojan: Ogrevanje, hlajenje in prezračevanje prostorov z različnimi sistemi. Dostopno na WWW: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT233.htm/> [13. 11. 2009; 11:56]

13. Instalacije Mežnar: Hlajenje in prezračevanje [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://instalacije-meznar.si/Content.aspx?p=stan\\_obj&s=hlajenje/](http://instalacije-meznar.si/Content.aspx?p=stan_obj&s=hlajenje/) [13. 11. 2009; 13:04]
14. Instalater: Prezračevanje [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.instalater.si/clanek/> [13. 11. 2009; 12:46]
15. Lokalna energetska agencija Dolenjska – Posavje – Bela krajina: Članki: Učinkovita raba energije [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://www.lea-d.si/index.php?page\\_id=32/](http://www.lea-d.si/index.php?page_id=32/) [14. 11. 2009; 12:23]
16. Prezračevanje: prezračevanje [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.prezracevanje.net/Strani/prezracevanje.html/> [13. 11. 2009; 09:58]
17. Republika Slovenija: Ministrstvo za okolje in prostor: Sektor za aktivnosti učinkovite rabe in obnovljivih virov energije [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.aure.si/> [14. 11. 2009; 15:09]
18. Slonep: Zaključna dela: Ogrevanje in klimatizacija [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://www.slonep.net/zakljucna-dela/ogrevanje-in-klimatizacija/zrak-v-bivalnih-prostorih/> [14. 11. 2009; 15:24]
19. Slovenski e-forum: Učinkovita raba energije v šoli [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://www.se-f.si/uploads/oF/OZ/oFOZfH\\_CcUUJsyTY-sw1\\_A/ure\\_sola.pdf/](http://www.se-f.si/uploads/oF/OZ/oFOZfH_CcUUJsyTY-sw1_A/ure_sola.pdf/) [13. 11. 2009; 14:11]
20. Varčevanje energije: Varčevanje električne energije: Fotovoltaične elektrarne [svetovni splet]. Dostopna na WWW: <http://varcevanje-energije.si/fotovoltaične-elektrarne/index.php/> [23. 2. 2010; 18:52]
21. Varčevanje energije: Prezračevanje [svetovni splet]. Dostopno na WWW: <http://varcevanje-energije.si/prezracevanje/index.php/> [14. 11. 2009; 18:32]
22. Vlada republike Slovenije: Ministrstvo za gospodarstvo: Delovna področja: Energetika: Sektor za aktivnost učinkovite rabe in obnovljivih virov energije [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://www.mg.gov.si/si/delovna\\_podrocja/energetika/sektor\\_za\\_aktivnosti\\_ucinkovite\\_rabe\\_in\\_obnovljivih\\_virov\\_energije/](http://www.mg.gov.si/si/delovna_podrocja/energetika/sektor_za_aktivnosti_ucinkovite_rabe_in_obnovljivih_virov_energije/) [13. 11. 2009; 15:44]
23. Vitanest: Sistem prezračevanja z rekuperacijo toplote LOSSNAY [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://www.vitanest.si/lossnay\\_rekuperatorji.html?gclid=CMXq4vXruKACFVSEzAodOTfGEQ/](http://www.vitanest.si/lossnay_rekuperatorji.html?gclid=CMXq4vXruKACFVSEzAodOTfGEQ/) [13. 11. 2009; 13:12]