

Najpogostejša vprašanja na izpitu

### 1. Kaj je kondenzacijski kotel?

Kondenzacijski kotel izkorišča tudi tisto toploto, ki nastaja pri gorenju in jo dimni plini odnesejo skozi dimnik v okolico. Njegova učinkovitost je lahko tudi nad 100%. V kondenzacijskem kotlu s prenosnikom toplote ohladimo dimne pline na temperaturo 40°C in omogočimo, da se vlaga iz dimnih plinov kondenzira in odda toploto. Ker so dimni plini ohlajeni, naravni vlek ni mogoč in jih je potrebno odvajati z **ventilatorjem**. Material mora biti **korozijsko odporen**.

### 2. Kaj je nizkotemperaturni kotel?

Nizkotemperaturni kotli so zasnovani tako, da s spreminjanjem moči kotla obratujejo pri temperaturah vode le med 30 in 55°C (ali višje, če je potrebno). Ogrevalni sistem je povezan s kotlom neposredno, potrebna temperatura vode se ogreva in uravnava že v kotlu, tako da ne potrebuje mešalnega ventila. Dimni plini imajo nižjo T kot pri klasičnem kotlu. Morajo biti korozijsko odporni.

### 3. Kaj so ogrevala? Navedi nekaj primerov!

Ogrevala so elementi vodnih ogrevanih sistemov, s katerimi prenesemo del toplote grelnega medija v prostor – so prenosniki toplote. Ločimo ji glede na prevladujoč mehanizem oddajanja toplote v prostor:

1. prenos toplote pretežno s **sevanjem**: radiatorji
2. prenos toplote pretežno s **konvekcijo**: zidni in talni konvektorji (z naravnim in prisilnim kroženjem zraka)

### 4. Kaj je popolno zgorevanje?

Zgorevanje je popolno, če:

- o **Ogljik** zgori v **ogljikov dioksid**
- o **Vodik** zgori v **vodo (vodno paro)**
- o **Žveplo** zgori v **žveplov dioksid**

V nasprotnem primeru je izgorevanje nepopolno, kar onesnažuje okolje, saj dimni plini vsebujejo nezgorele snovi, kot CO, H<sub>2</sub> in saje. Nepopolno zgorevanje je posledica nezadostne kol. zraka za zgorevanje, slabega mešanja plinov, prenizke T nastalih plinov iz goriva ipd.

### 5. Kakšno ogrevanje predlagaš (kotel, razvod, ogrevala –skica!), če so a.) vsi elementi v stanovanju in b.) so lahko tudi v kleti?

### 6. Kakšno prezračevanje bi izbral za zgornji primer?

### 7. Sistem sončnega ogrevanja vode. Opiši!

### 8. Toplo vodo bomo sončno ogrevali – povej sistem!

### 9. Naštej sestavne elemente naprav za solarno segrevanje sanitarne vode?

Sisteme sončnega ogrevanja vode uvrščamo med srednjetermperaturne sisteme za pretvorbo sončnega sevanja v toploto. Najučinkovitejše delujejo, če so nameščeni z naklonom 25 – 45° in obrnjeni v smeri med J in JZ. Osnovni sestavni deli takšnega sistema so:

- o **Sprejemnik sončne energije**, ki je v osnovi sestavljen iz absorberja, prozornega pokrova, toplotne izolacije na zadnji strani ter iz okvirja. Namen absorberja je sprejem šimvečje količine sončnega sevanja, ki ga preda nosilcu toplote.
- o **Nosilec toplote** naprej prenaša sončno energijo v ali hranilnik, ali pa direktno k uporabnikom. Najpogostejše so tekočine: voda, vodne zmesi z glikolom proti zmrzovanju in zrak.
- o **Črpalka ali ventilator** (odvisno od nosilca toplote) – dimenzioniramo jih enako kot za npr.: ogrevanje.
- o **Hranilnik toplote** ima pomembno vlogo zaradi nestalnega sončnega obsevanja in posledično nestalne količine toplote, ki jo absorbira sprejemnik sončne energije. Uporabljamo predvsem naravne snovi (vodo, zemljo, kamenje,..) v katerih se toplota shrani v obliki povečane notranje energije. Pri manjših solarnih sistemih uporabljamo hranilnike z nekajdnevno zalogo toplote, pri večjih pa zemeljske hranilnike, ki jih segrevamo poleti, uporabljamo pa pozimi. Pomembno je, da je hranilnik toplotno izoliran in da je iz nerjavnega materiala.
- o **Prenosnik toplote** prenaša toploto med nosilcem toplote in snovjo v hranilniku toplote. Pri manjših sistemih so vključeni v hranilnik, pri večjih pa so lahko samostojni elementi.
- o **Cevovodi** naj bi bili majhnih prerezov, odlično toplotno izolirani, dimenzionirani podobno kot pri ogrevanih sistemih.
- o **Regulator** zagotavlja učinkovito delovanje in varovanje sistema, pri manjših sistemih zaznava le T v sprejemnikih, pri večjih pa tudi spremembo pretoka nosilca.

Solarne sistema za pripravo tople vode delimo na:

- o **SISTEMI Z NARAVNIM OBTOKOM** – nosilec toplote kroži zaradi naravnega vzgona. V sprejemnikih sončne energije se tekočina segreje, postane lažja in se dviga v hranilnik toplote, kjer preda toploto in se ohlajena in z večjo gostoto vrne nazaj v sprejemnike.
  - o **Enokrožni sistem** = direktni sistem – enostavni sistemi, morajo biti grajeni za tlake, ki so v vodovodnem sistemu. V zimskem času moramo sisteme izprazniti, v cevi lahko pride zrak, kar lahko povzroči korozijo. Toploto prenaša voda, ki kroži skozi sprejemnike in hranilnik. Odvzemamo jo na najvišjem delu hranilnika, le-ta pa mora biti nameščen vsaj 0.5 m nad sprejemniki, da preprečimo nočno protikroženje in ohlajanje.
  - o **Dvokrožni sistem** = indirektni sistem – toploto prenaša mešanica vode in protizmrzovalnega sredstva, tako da lahko sistem deluje vse leto. Potrošna sanitarna voda se ogreva posredno preko prenosnika toplote. Tem sistemom moramo dodati varnostni ventil in raztezno posodo. Hranilniki toplote so lahko navpični ali vodoravni, prenosniki toplote pa spiralni ali dvoplaščni.
- o **SISTEMI S PRISILNIM OBTOKOM** – nosilec toplote kroži v sistemu s pomočjo črpalke. Potrebujemo regulator, ki izklaplja in vklaplja črpalko glede na T tekočine na izstopu iz sprejemnikov in glede na T v hranilniku toplote. Količina hranilnikov je odvisna od površine sprejemnikov. Pri nas v zimskem času ne moremo segreti vode do zahtevane temperature, zato jo dogrevamo neposredno iz ogrevalnega sistema ali s pomočjo elektrike. V prvem primeru zato dogradimo manjši prenosnik toplote v zgornjo polovico hranilnika.

## 10. Kako stanovalce oskrbujemo s sanitarno vodo?

### 11. Dimniki – delovanje, naloge, kakšne so uporabljali včasih, kakšne danes?

Dimnik deluje po principu **naravnega vzgona**, ki nastane zaradi različnih T in s tem gostote dimnih plinov in zraka v okolici. Če višina dimnika ni zadostna ali so dimni plini prehladni (konden. kotel) in se ne ustvari tlačna razlika, dodamo dimniku **ventilator**.

Osnovne naloge:

- o Dovaja zrak potreben za zgorevanje v kotlu
- o Odvaja dimne pline v okolico
- o Skrbi za redčenje dimnih plinov v ozračju

Včasih so uporabljali dimnike iz **opeke** (prevelike toplotne izgube, dimnik je zato moral biti na sredini stavbe), kasneje so opeki vstavili **šamotno tuljavo**, ki je bila na zunanji strani toplotno izolirana. Najsodobnejši pa so iz **nerjaveče pločevine** z vmesnim slojem toplotne izolacije. V primeru izbire kondenzacijskega kotla moramo notrnjost obložiti s takšnim materialom, da lahko kondenzat odteka: nerjavno pločevino, steklo, šamotno tuljavo, prevlečeno s steklenim emajlom...

Zahteve, ki jih mora izpolnjevati dimnik:

- o Mora biti visoko **temperaturno odporen**.
- o Na **zunani strani ne sme biti previsoka T** zaradi nevarnosti vžigain zaradi prevoda toplote na konstrukcije, ki se dotikajo dimnika
- o Mora biti **tesen**
- o Mora biti **vodoodporen** zaradi kondenzacije
- o Zaradi žveplene kisline, ki nastane iz SO<sub>2</sub> in vodne pare pri zgorevanju, mora biti **odporen proti kislini**.
- o Mora imeti **majhno toplotno vsebnost**, da se hitro segreje in se tako zmanjša nevarnost kondenzacije.

## 12. Zakaj uporabljamo v kuriščih dimnike in kako jih dimenzioniramo?

Dimnike uporabljamo, ker **dovajajo zrak**, potreben za zgorevanje v kotlu, ker **odvajajo dimne pline** v okolico in skrbijo za **redčenje le-teh** v ozračju. Dimnik dimenzioniramo s pomočjo formule:

$$A = \frac{2.6 \times Q}{n \times H}$$

A=

A ... presek tuljave

Q ... nazivna toplotna obremenitev kotla

H ... višina dimnika

n ... konstanta, odvisna od goriva

## 13. Toplotna prehodnost oken!

Vgrajevati smemo le okna, katerih toplotna prehodnost je glede na tip oken nižja od predpisane vrednosti. Le-te so ponavadi navedene v katalogih proizvajalca. Ker so toplotne prehodnosti srednje kvalitetnih oken tudi pet do desetkrat večje od toplotnih prehodnosti dobro toplotno izočitanih zidov, želimo vgrajevati okna z izboljšanimi toplotnimi lastnostmi, da bi bile toplotne izgube čim manjše.  $k$  = toplotna prehodnost [ $W/m^2K$ ]

- o Običajno okno z izolacijskim steklom...  $k = 2.8$
- o Običajno okno z izolacijskim steklom, polnjeno z **argonom**...  $k = 2.6$
- o Običajno okno z izolacijskim steklom z **nizko emisijskim nanosom**...  $k = 1.5$
- o Običajno okno z izolacijskim steklom z **nizko emisijskim nanosom**, polnjeno z **argonom**...  $k = 1.3$
- o Običajno okno z izolacijskim steklom z **nizko emisijskim nanosom**, polnjeno s **kriptonom**...  $k = 1.1$

#### 14. Opredelitev optičnih lastnosti stekel na primeru običajnega in sončno zaščitene stekla!

#### 15. Optične lastnosti oken!

#### 16. Toplotna prevodnost oken? Naštej izvedbe po energijski varčnosti!

Steklo ima optično lastnost, ki jo imenujemo »učinek tople grede«. Močno namreč prepušča valovne dolžine sončnega obsevanja  $0.3 \mu m$  do  $3 \mu m$  in je neprepustno za valovne dolžine bližnjega toplotnega sevanja (IR sevanje), ki ga oddajajo telesa v prostoru (podoben učinek kot  $CO_2$  v atmosferi). **Navadno prozorno steklo** del toplotnega sevanja, ki prispe na površino, reflektira (odbije), del pa se absorbira v samo steklo, ki se zato segreje in s sevanjem oddaja toploto v notranjost. Pretežni del sončnega obsevanja (vidne svetloba in UV sevanje), pa se transmitira v notranjost, in se šele tam pretvori v toploto. Ker prozorno steklo toplotnega sevanja žal ne reflektira v notranjost, lahko to slabo lastnost popravimo s tankimi nanosi, ki prepuščajo valovne dolžine sončnega sevanja, imajo pa nizko emisivnost toplotnega sevanja. **Absorbcijska stekla** so stekla obarvana v različnih barvnih tonih, kjer se velik del sončnega obsevanja absorbira. Steklo se močno segreje in toplota intenzivno prehaja od toplega stekla na zrak v stavbi. Energijska prehodnost je malo nižja kot pri prozornem steklu. Bivalno ugodje je lahko moteno zaradi visoke sevalne  $T$  notranje površine stekla. **Refleksijska (odbojna) stekla** sončno obsevanje močneje odbijajo v okolico, zato je prepustnost stekla manjša, stekla pa so tudi hladnejša in manj sevajo v prostor. Ta stekla imajo najnižjo energijsko prehodnost.

**Kirchoffov zakon:** telesa, ki močno absorbirajo obsevanje pri neki valovni dolžini, to sevanje tudi močno oziroma v enaki meri oddajajo.

#### 17. Kaj je to kapljevinski sistem ogrevanja? Regulacija centralnih sistemov!

Kapljevinski sistem ogrevanja pomeni, da je grelni medij, s katerim prenesemo toploto v prostor, kapljevina – voda. Pri večjih sistemih lahko s pomočjo regulacijske enote uravnavamo temperaturo grelnega medija ločeno za različne dele stavbe (za južni in severni del, osončeni in neosončeni del). Regulacijski enoti lahko dogradimo tudi druge funkcije: npr.: Merjenje temperature v posamičnih prostorih, sončno sevanje...

#### 18. Centralni ogrevalni sistemi po stavbah!

Za centralne sisteme je značilen en vir toplote. Pozitivne lastnosti takega sistema so nižje emisije okolju škodljivih snovi, izkoristek naprave je višji kot pri lokalnem ogrevanju, omogoča lažje ravnanje z gorivom in zavzame manj prostora. Negativna lastnost pa so večji investicijski stroški in stroški vzdrževanja.

Glede na grelni medij, jih delimo na:

- o **TOPLOZRACNI SISTEMI** – nosilec toplote je zrak, ki ga segretega vodimo iz toplozračnega kotla po kanalih, po recirkulacijskih kanalih pa vračamo nazaj v kotel. / + lahko ga uporabimo tudi za prezračevanje, v prostoru ni ogreval, ki bi zasedale prostor, hitro se segreje po vključitvi / - zaradi velike hitrosti zraka v prostoru je zelo hrupen, težje uravnavamo različne  $T$  /
- o **TOPLOVODNI SISTEMI** – nosilec toplote je voda, ki kroži od generatorja toplote po cevnem omrežju do ogreval, iz katerih prehaja v prostor in ga ogreva. / + majhno razvodno omrežje v stavbi, sistem lahko nadgradimo s sistemom za pripravo tople potrošne vode / - sistem ne omogoča prezračevanja in uravnavanja vlažnosti zraka, dajši čas segrevanja po prekinitvah, nevarnost zmrzevanja v neredno ogrevanih stavbah, ogrevala morajo biti nameščena v prostoru /
- o **DALJINSKO OGREVANJE (VROČEVODNO)** (glej vprašanja)

Glede na temperaturo vode, ki prenaša toploto, jih delimo:

- o **Visokotemperaturni sistem** – pri višjih  $T$  okolice so toplotne izgube manjše. V kotlu lahko zmanjšamo  $T$  vode, ki kroži po omrežju in z ventilom na ogrevalu zmanjšamo količino vode, ki kroži v ogrevalu.
- o **Srednjotemperaturni sistem** – količina vode, ki prenaša toploto mora biti večja, zato so cevovodi in ogrevala večji. Večja ogrevala z nižjo  $T$  zagotavljajo bolj enakomerno sevalno  $T$ .
- o **Nizkotemperaturni sistem** –  $T$  vode običajno ne presega  $50^\circ C$ , zato potrebujemo še večje površine ogreval, izkoristimo tudi talne ali stenske površine v katere vgradimo cevi. Velike ogrevalne površine zagotavljajo višje občutene  $T$ , zato lahko ob nespremenjenem toplotnem ugodju znižamo  $T$  zraka v prostoru. Omogočajo do 15% znižanje rabe toplote za ogrevanje stanovanj, temperaturni gradient pa se

bolj približa idealnemu. Obenem pa se zmanjša izbor talnih oblog, sistemi so težje popravljivi in jih težje temperaturno uravnavamo zaradi velike akumulacijske mase. Zato so najdražji toplovodni ogrevalni sistemi.

Glede na način kroženja ode jih delimo:

- o **Enocevni sistem** (glej vprašanja)
- o **Dvocevni sistem** – najpogosteje uporabljeni sistemi. Vsako ogrevalo je priključeno na svoje dovodno in povratno omrežje, tako da so T vode, ki vstopa v posamezno ogrevalo enake. Razvodno omrežje je lahko speljano pod stropom kleti, od koder poteka več dvižnih vodov do ogreval – spodnji razvod. Če v stavbi ni kleti, se voda spošča iz razvodnega omrežja po dvižnih vodih do ogreval – zgornji razvod. V starejših dvocevnih sistemih je voda krožila med kotlom in ogrevali vzgonsko, zdaj pa se za potrebno razliko tlakov za premagovanje hidravličnih uporov pri toku vode v omrežju vgrajuje obtočna črpalka.

## 19. Individualna ogrevanja!

### 20. Kaj je enocevno ogrevanje?

To pomeni, da za razvod vode uporabljamo le eno cev, ki zaporedno povezuje ogrevala. Ta so opremljena s posebnim ventilom, ki del dobljene vode preusmeri v ogrevalo, del pa jo spusti k naslednjim ogrevalom. T vode pri vstopu v vsako naslednje ogrevalo je manjša, zato prvo ogrevalo namestimo v najbolj segrevan prostor (kopalnica). Uporabljamo ga v večstanovanjskih stavbah, tako da v posamezno stanovanje vstopa in izstopa le ena cev.

+ hitra montaža, manjša gradbena dela, velika uporabnost v manjših stanovanjih večstanovanjskih zgradb zaradi lažjega merjenja porabe.

- dražje omrežje, T ogreval v prostorih ni enaka, potrebna so večja ogrevala, sprememba nastavitve v enem ogrevalu vpliva na spremembe drugih, zahtevnejše načrtovanje in izdelava sistema.

### 21. Skicirajte ogrevalne sisteme, primerne za uporabo v enodružinski hiši. Kaj so prednosti posamezne izvedbe?

### 22. Pasivni solarni sistemi!

V večini primerov so to posebej oblikovani elementi na ovoju stavbe. Imenujejo se tudi elementi za naravno ogrevanje stavb s soncem, uporablja se tudi izraz pasivna arhitektura. Pri večini naprav segrevamo neposredno zrak v stavbi. Za kroženje zraka upoštevamo vzgonsko kroženje in redkeje mehanske naprave. Pri tem moramo upoštevati štiri osnovna načela: sprejem sončnega obsevanja / hranjenje toplote v gradbenih konstrukcijah / prenos toplote v stavbi / in zaščita pred pregrevanjem.

- o **Okna** / enostavni in ceneni elementi / prepuščajo svetlobo in omogočajo pogled na okolico / delujejo po principu tople grede / velike steklene površine so vzrok bleščanja / skozi prodira UV sevanje, ki lahko poškoduje notranjo opremo / povzročajo velika dnevna temperaturna nihanja / kljub sodobnim načinom še vedno velika toplotna prehodnost.
- o **Zastekleni zidovi**
  - o Sončni zid / odpravljeno je bleščanje in poškodbe notranje opreme zaradi UV sevanja / manjše nihanje T v prostoru / zakasnitev prehoda toplote uravnavamo z izbiro snovi in debelino zidu / zakasnitev omogoča ogrevanje v nočnem času / zid mora biti črno opleskan, da čimbolj absorbira sončno sevanje / zun. površina zidu se močno segreje, zato so velike toplotne izgube v okolico / kljub zasteklitvi in debelemu zidu je toplotna prehodnost še vedno večja kot pri klasičnem zidu s toplotno izolacijo / zasteklitev moramo občasno čistiti na notranji strani.
  - o Tromb-Michelov zid od sončnega zidu se razlikuje le po odprtinah v zidu / zaradi pretoka zraka se lahko na notranji površini zasteklitve pojavi kondenzacija / povratno nočno kroženje zraka moramo preprečiti z zapiranjem odprtin ali smodelnimi loputami
  - o Zid s prosojno izolacijo (glej pri izolaciji!)
- o **Stekleniki** / omogočajo dodatno bivalno površino / so toplotni hranilniki med okolico in notranjostjo / zmanjšajo prehod toplote in vdor hladnega zraka v notranjost / manjše nihanje T / najlažje jih je dograditi obstoječim zgradbam / so združljivi z ostalimi elementi naravnega ogrevanja / toplotni dobitki so rel. majhni / poleti jih moramo senčiti in ponoči prezračevati / veliko dnevno nihanje T / toplotni mostovi na nosilni konstrukciji / najdražji elementi naravnega ogrevanja.
- o **Prezračevalni fasadni elementi** / elemente uporabimo za ogrevanje, pripravo tople vode in hlajenje, zato jih lahko uporabljamo preko celega leta / element deluje kot dinamična toplotna zaščita / prehod vodne pare zaradi zračnega sloja ni oviran / s prisilnim prezračevanjem lahko preprečimo taljenje snega / zrak, ki ga zajemamo v okolici moramo filtrirati / hitrosti gibanja zraka so večje, kar lahko vpliva na ugodje / barva fasade mora biti temnejša / streha mora biti pohodna / za nemoteno difuzijo vodne pare mora biti konstrukcija prisilno prezračevana / za delovanje ventilatorjev rabimo energijo, poveča se hrup

### 23. Kaj so naravno (pasivno) ogrevane stavbe?

## 24. Pasivna arhitektura (vkopane hiše)?

Naravno – pasivno ogrevane stavbe so predvsem tiste, v katerih lahko pomemben del toplote zagotovimo z elementi za nizkotemperaturno pretvarjanje sončnega obsevanja in so energetske varčne. Na tem mestu lahko uporabljamo tudi izraz pasivna arhitektura, saj so elementi nizkotemperaturnih sistemov ponavadi nameščeni na obodu stavbe, pri tem pa igra veliko vlogo tudi sama postavitve stavbe glede na smeri neba in okolico. Za učinkovito delovanje sistemov moramo pri arhitektonski zasnovi upoštevati štiri dejavnike:

- o Sprejem sončnega obsevanja
- o Hranjenje toplote v gradbenih konstrukcijah
- o Prenos toplote v stavbi
- o Zaščita pred pregrevanjem.

Posebno moramo paziti, da sončno obsevanje elementov ni okrnjeno zaradi vremenskih vplivov, okoliških hribov, vegetacije ipd. Pasivna arhitektura se osredotoča na južne velike steklene površine in na severu upošteva neosončenost: majhne okenske površine, odlična toplotna izolacija, zimzelena drevesa, kot dodatni toplotni izolator,... Pomembno vlogo ima tudi tlorisna zasnova: dnevne, skupne površine orientiramo na J in JZ, spalnice, hodnike in sanitarije pa na severno stran. Stavbo lahko tudi »vkopljemo« v hrib, ali obdamo z »zeleno streho«, kar še dodatno zmanjšuje pregrevanje v poletnih mesecih.

## 25. Kaj so sončne celice?

Delovanje sončnih celic je povezano z delovanjem nekaterih pojavov: **Fotoelektrični pojav** je posledica delovanja elektromagnetnega valovanja ( IR, svetlobe, UV, rentgenskih in gama žarkov) na električno nabite delce snovi. Energija fotonov se prenese elektronom, protonom ali drugim delcem. **Fotovoltaični pojav** je pojav, ko se energija fotonov v neki snovi pretvori v električno energijo. Zato imenujemo naprave, ki to omogočajo **fotovoltaične celice = PV = sončne celice**. Izdelujemo jih **iz polprevodnih snovi** – snovi, katerih električna prevodnost je med prevodnostjo kovin in izolatorjev, električni tok pa pod določenimi pogoji prevajajo le v eni smeri = **diode**. **Silicij** je najpogostejši polprevodniški material za izdelavo sončnih celic. V kristalni rešetki so silicijevi atomi razporejeni tako, da se okoli vsakega atoma nahajajo štirje sosednji atomi.

Ker je čist silicij slab prevodnik mu dodamo darovalca, npr. fosfor, ki je 5-valenten, tako da se njegovi štirje elektroni povežejo s silicijevim atomom, peti pa ostane prost in se giblje skozi kristalno rešetko. Ker ima elektron negativni električni naboj, imenujemo tak silicij **n-tip polprevodnik**.

Če dodamo siliciju 3-valentni element – sprejemnik, na primer bor, potem na mestu sprejemnika v kristalni rešetki manjka elektron. Pojavi se vrzel, ki je pozitivno nabita. Tak silicij imenujemo **p-tip polprevodnik**.

Če združimo ob tipa polprevodnikov, dobimo **p-n spoj**, v katerem se oblikujeta različna valenčna in prevodna pasova in nastane električno polje. To zadrži prodiranje elektronov iz n-sloja v p-sloj in obratno, do dokler sončna celica ni osončena. Če je sončna celica obsijana, absorbirani fotoni z dovolj veliko energijo vzbudijo atome. Elektroni v prevodnem pasu p-sloja se zakotalijo navzdol v n-sloj, nastale vrzeli v n-sloju pa potujejo navzgor v p-sloj.

## 26. Pretvarjanje sončne energije?

Za prihodnost lahko pričakujemo, da bo sončno obsevanje v celoti nadomestilo neobnovljive vire energije, ki so tudi škodljivi za okolje. Naprave in sistemi so si med seboj zelo različni po zasnovi, funkciji, velikosti in tudi po obliki energije, v katero pretvarjajo sončno obsevanje (toplota, hlad, mehansko delo, elektrika,...) Največkrat so to naprave, v katerih pridobivamo topoto s pretvarjanjem sončnega obsevanja, za njihovo delovanje pa potrebujemo toploto na različnih temperaturnih nivojih. Tako jih razdelimo na:

- o **NIZKOTEMPERATURNI SISTEMI** – v večini primerov so to posebej oblikovani elementi na ovoju stavbe. Imenujejo se tudi elementi za naravno ogrevanje stavb s soncem, uporablja se tudi izraz pasivna arhitektura. Pri večini naprav segrevamo neposredno zrak v stavbi. Za kroženje zraka upoštevamo vzgonsko kroženje in redkeje mehanske naprave. Pri tem moramo upoštevati štiri osnovna načela: sprejem sončnega obsevanja / hranjenje toplote v gradbenih konstrukcijah / prenos toplote v stavbi / in zaščita pred pregrevanjem.
  - o **Okna**
  - o **Zastekleni zidovi**
    - Sončni zid
    - Tromb-Michelov zid
    - Zid s prosojno izolacijo
  - o **Stekleniki**
  - o **Prezračevalni fasadni elementi**
- o **SREDNJETEMPERATURNI SISTEMI** So aktivni solarni sistemi, v večini primerov namenjeni segrevanju kapljev in, skaterimi segrevamo sanitarno vodo, stavbe, naselja in bazene. Redkeje v njih segrevamo zrak za sušenje kmetijskih pridelkov, ogrevanje stavb in prezračevanje.

- Solarni sistemi za pripravo tople vode
- Solarni sistemi za ogrevanje stavb
- Solarni sistemi za ogrevanje naselij
- Solarni sistemi za ogrevanje bazenov
- **VISOKOTEMPERATURNI SISTEMI** – uporabljamo jih, kadar potrebujemo višje T nosilca toplote, kot jih dosežemo z ravnimi sprejemniki sončne energije – za kuhanje, uparjanje v procesni tehniki in proizvodnjo električne energije v sončnih elektrarnah. Višje T dosežemo le pri večji gostoti sončnega sevanja, ki jo dosežemo z zgoščevanjem sončnega sevanja z zrcali, ki odbijajo sončno sevanje na sprejemnik. Ker lahko zgostim le direktno sončno sevanje, se morajo zrcala gibati, tako da žarki vedno dosežejo sprejemnik.
  - Z ravnimi zrcali in ravnim sprejemnikom
  - S paraboličnimi zrcali in linijskim sprejemnikom
  - Z ravnimi zrcali in točkovnim sprejemnikom ali heliostati
  - S paraboličnimi zrcali in točkovnim koncentradorjem
  - Sestavljeni koncentradorji, Winstonova parabola, Fresnelove leče

## 27. Kaj je hidrofor in kje ga uporabljamo?

Hidrofor služi v tehnološkem sistemu za vzdrževanje tlaka pitne ali tehnološke vode, ko je tlak vode premajhen, da bi dosegel neko višino. Vodo dovajamo v posodo prek sistema črpalk. Zračna blazina v posodi vzdržuje tlak vode na željeni vrednosti.

## 28. Klima naprave!

Klimatizacijske naprave v stavbah zagotavljajo primerno bivalno ugodje z vrednostjo parametrov le-tega. Pomembne so še posebno v določenih industrijskih razmerah, kjer je npr. pomembna vlažnost v prostoru. S klimatizacijskimi napravami uravnavamo:

- T v prostoru
- Prostor prezračujemo
- Uravnavamo vlago v prostoru
- Zrak filtriramo
- Uravnavamo gibanje zraka v prostoru

## 29. Kako so sestavljene lokalne klimatske naprave?

- Sestavljene so pri proizvajalcu
- Enostavna namestitvev in zanesljivo delovanje
- Dražje od centralnih naprav, če bi jih vgradili v vsak prostor posebej
- Kazijo izgled stavb
- Vgradnja pogosto rezultat nepravilnega načrtovanja

**Sobne naprave** so grajene kompaktno, v enem ohišju združujejo vse elemente. Topel zrak iz prostora kroži preko **uparjalnika** in se pri tem ohlaja. Ker je vlažen, je količina kondenzata velika in se shranjuje v **posodi** na dnu naprave. Običajno so **prevozne** in z eno napravo lahko hladimo prostor velikosti 20 – 40 m<sup>2</sup>. Odvedeno toploto odvajamo v okolico s **fleksibilno cevjo**, ki jo namestimo v odprtino v zidu.

**Kompaktne ali okenske naprave** imajo vse elemente vgrajene v kompaktno ohišje. Namestimo jih ob okna ali nad vrata in sicer tako, da sta **kondenzator in kompresor nameščena na zunanji strani** (zaradi hrupa), **uparjalnik pa v prostoru**. Zrak iz prostora kroži preko uparjalnika s pomočjo **ventilatorja**, če ima naprava vgrajen tudi **filter**, zraku tudi čistimo. Kondenzat, ki nastane ob uparjalniku iz lovilne posode po **cevki** vodimo v okolico. Z **loputo** lahko uravnavamo količino svežega zraka iz okolice, ki pride v prostor. Sodobne naprave lahko delujejo tudi kot **toplotne črpalke**, namenjene tudi za ogrevanje.

**Split ali ločene naprave** imajo **dva ločena dela**, povezana z **drobnima in toplotno izoliranimi bakrenima cevka** po katerih se pretaka **hladivo** (naj ne bosta daljši od 20m) Zunanji del s kompresorjem in kondenzatorjem je nameščen svobodnejše, prev tako notranji del z ventilatorjem in uparjalnikom. Tudi tukaj kondenzat odvajamo in naprave lahko delujejo kot toplotne črpalke. Prednost je, da lahko eno zunanjo enoto povežemo z več notranjimi in tako pocenimo napravo.

## 30. Elementi in izvedbe klimatskih naprav! Kje?

Klimatizacijske naprave delimo (glede na izvedbo) na:

- **LOKALNE**
  - **SOBNE** / vsi elementi v ohišju: uparjalnik, posoda za kondenzat, fleksibilna cev / *so prenosne* /

- KOMPAKTNE / vsi elementi v ohišju: kondenzator, kompresor, uparjalnik, ventilator, filter, cevka za odvod kondenzata / *ob oknih ali nad vrati, kondenz. in komp. na zunanji strani, uparjalnik na notranji strani /*
- DELJENE – SPLIT / zunanji del s kompresorjem in kondenzatorjem, bakreni cevki s hladivom, notranji del z ventilatorjem in uparjalnikom / *zunanji del nameščen bolj poljubno na fasadi /*
- **CENTRALNE** (delimo glede na medij, ki prenaša toploto oz. hlad) / imajo klima centralo (glej prejšnje vprašanje), termometer, higrometer / *klima centrale nameščene predvsem v kletih ali na strehi ali kombinirano /*
  - ZRAČNE / na kroženje zraka vplivamo z vpihovanim difuzorjem /
    - Enokanalne / za kinodvorane, industrijske hale, za velike prostore,... /
      - S konstantnim pretokom in spremenljivo T / najenostavnejše, ne potrebujemo klasičnega ogrevalnega sistema, potrebujemo velike kanale in veliko energije, sej se vedno pretaka celotna količina zraka, ogrevanje in hlajenje se uravnava le s T zraka
      - S konstantno T in spremenljivim pretokom / primerne za večconsko delovanje, v vsaki veji kanalov je vgrajena enota za dušenje pretoka zraka, ki ima konstantno T, ni mogoče istočasno hlajenje in ogrevanje različnih delov stavbe, raba energije je proporcionalna s količino zraka /
    - Dvokanalne / v vsak prostor vodimo dva kanala, za topel in hladen zrak. T vpihovanega zraka spreminjamo z loputami, ki so uravnane s sobnim termostatom, z njimi mešamo različne količine toplega in hladnega zraka – poznamo nizkohitrostne in visokohitrostne sisteme, ki potrebujejo zvočno izolirane ekspanzijske komore
    - Več conske
  - ZRAČNO – VODNE
    - Zračne z vodnim dogrevanjem / mehansko zahtevnejše, manjša velikost naprave in razvodnega omrežja, toploto in hlad prenaša voda, količine zraka določene glede na prezračevanje, poleg zračnih kanalov potrebujemo tudi cevovodno omrežje za pretok vode / *posebej primerne za bolnice in laboratorije*
    - Indukcijske (se delijo na dvo-, tro-, štiri- in petcevnne) / ločimo jih glede na število vgrajenih prenosnikov toplote, po katerem kroži topla ali hladna voda; indukcijski konvektor – sveži zrak vstopa z veliko hitrostjo skozi šobe in s strani vsrka zrak iz prostora, zmes zraka potem potuje preko prenosnika, kjer se ohladi ali segreje / *indukcijske konvektorje nameščamo pod okna, redkeje tudi pod strop /*
  - VODNE / uporabljamo klima-konvektor, ki ima vgrajen ventilator / *klima-konvektor ponavadi nameščen ob zunanji steni, lahko v slepem stropu ali za omarami – primeren za hotelske sobe /*

### 31. Klimatska centrala! Kako deluje?

Klimatska centrala je namenjena pripravi zraka – segrevanju, ohlajevanju, čiščenju, navlaževanju in osuševanju.

- V **mešalni komori** se najprej mešata zunanji zrak in del zraka, ki ga odsesavamo iz prostorov – obtočni zrak
- Mešan zrak potuje skozi **filter**, kjer se očisti
- V nadaljnjem postopku se zrak predgreje v **grelniku – lamelni prenosnik toplote s cevmi**, po katerih kroži v kotlu segreta topla voda
- Predgret zrak potuje v **hladilnik**, kjer se ohladi in/ali osuši; v hladilniku podobno kot v grelniku po ceveh kroži hladilo ali manj pogosto hladna voda npr. iz podtalnice. Če zrak ohladimo do stanja nasičenja bo njegova relativna vlažnost 100%, če pa ga še bolj ohlajamo, se bo postopoma izločila voda in zrak bo osušen.
- Če je zrak preveč suh ga ovlažimo z **ovlaževalnikom**, ki v zrak razprši vodno paro ali drobne kapljice. Kapljice, ki pri tem ne izhlapijo moramo izločiti, saj bi lahko posedale v kanalih, kar je nevarno za razvoj bolezni – legionarska bolezen. To storimo z **izločevalnikom kapljic**.
- V primeru, da se zaradi izsuševanja zrak preveč shladi, ga z **dogrevalnikom** (ki je enak predgrelniku) dogrejemo.
- Skozi vse elemente centrale zrak sesa **ventilator** in ga potiska po razvodnih kanalih v prostore
- Zaradi širjenja hrupa med ventilator in razvodne kanale vgradimo **glušnik**.
- Zrak iz prostorov odsesamo z **drugim ventilatorjem**, ki del zraka potiska nazaj v mešalno komoro, del pa v okolico – zavrženi zrak

Stanje zraka se uravnava s termometrom in higrometrom, ki v prostorih merita dejanske vrednosti parametrov in vplivata na delovanje centrale. Termometer je regulacijsko povezan s predgrelnikom in hladilnikom – pri znižanju T deluje na predgrelnik, pri zvišanju pa na hladilnik. Higrometer je regulacijsko povezan s

predgrelnikom, hladilnikom ovlaževalnikom in dogrevalnikom -. Če je zrak presuh vpliva na predgrelnik in črpalko ovlaževalnika, če je preveč vlažen pa na hladilnik in dogrevalnik.

### 32. Kaj veste o predpisih, izvedbah, slabostih vodnih klima naprav? – skiciraj!

Po stavbi pri vodnih klima napravah **vodimo le cevi** (dve, tri, štiri ali pet) za hladno in toplo vodo in kondenzat. Zrak segrevamo ali hladimo s **klima-konvektorjem** – namestimo ga pod okno in ima vgrajena prenosnika **za segrevanje in hlajenje** ter **posodo za kondenzat**. Zrak izsesa s pomočjo **ventilatorja** (posebno učinkovit je **večstopenjski**, s katerim lahko uravnavamo količino vsesanega zraka) in ga vodi preko **filtra**, kjer se očisti ter ga tlačí v prenosnika, kjer se zrak segreje ali ohladi in razvlaži. Svež zrak za prezračevanje lahko dodajamo na več načinov:

- o Če je klima-konvektor nameščen ob zunanji steni *preko odprtine v zidu*
- o *Z ločenim zračnim kanalom*, ki je speljan v konvektor
- o *S samostojnim prezračevalnim sistemom*

Slabosti:

- o **Vzdrževanje ventilatorjev in čiščenje filtrov** zahteva več dela kot pri zračno-vodnih klima napravah
- o Večja raba energije za pogon ventilatorjev

Prednosti:

- o Cevovodi zavzemajo **malo prostora**
- o **Posamezni klima-konvektor lahko izključimo** v sobi, ki se trenutno ne uporablja – primerno za hotele
- o Prestop toplote in hladu je zaradi močnejše prisilne konvekcije intenzivnejši – **prostor se prej ohladi ali segreje**
- o Ker je konvekcija intenzivnejša, lahko **za segrevanje uporabimo vodo z nižjo T**, ki jo npr. dobimo iz daljinskega ogrevanja ali toplotne črpalke
- o Lahko so nameščeni **v slepem stropu ali za omarami**

### 33. V čem se razlikuje klimatizacija poslovnega prostora in notranjega bazena?

### 34. Primarna, končna, koristna energija!

**Primarna energija** – energija, ki je v obliki kemične ali jedrske energije shranjena v gorivih.

**Končna energija** – energija, ki jo rabijo končni potrošniki (v zgradbah, industriji, prometu,...) in jo pridobimo iz goriv z energetskimi pretvorbami (= tehnologije, s katerimi pretvarjamo energetske vire v različne oblike energij) ter jo prenesemo k potrošnikom

**Koristna energija** – energija, ki jo oddajo naprave (ogrevalni sistem odda toploto, hladilnik hlad, žarnica svetlobo,...)

### 35. Katera fosilna goriva najbolj uporabljamo in katere snovi nastajajo pri sežigu fosilnih goriv, ki najbolj onesnažujejo okolje?

Najpogosteje uporabljamo:

- o Ekstra lahko kurilno olje
- o Zemeljski plin
- o Tekoči naftni plin (TNP)
- o premog

Snovi, ki nastajajo pri pretvorbah kemijske energije goriv in so najbolj škodljive:

- o **Ogljikov monoksid** – vpliva na sposobnost prenašanja kisika v krvi
- o **Trdni delci** – so zelo nepravilnih oblik in različnih velikosti. Njihovo velikost ovrednotimo z aerodinamičnim premerom, ki ga določimo glede na čas usedanja delcev, ki bi bili popolne krogelne oblike. Najbolj zanimivi so delci med 0.1 in 10  $\mu\text{m}$ , ki so dovolj veliki, da pridejo v pljuča in se tam odlagajo. Manjši in večji delci so manj nevarni, saj se manjši združujejo v večje, večji pa so preveliki in se učinkovito ustavijo že v zgornjem delu dihal.
- o **Žveplov dioksid** – ostaja v ozračju nekaj dni in potuje tisoče kilometrov daleč. Preoblikuje se v  $\text{SO}_3$  in ta z vodo v žvepleno kislino  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ta se v vodnih kapljicah izloča iz ozračja kot **kisel dež**, ki je glavni vzrok odmiranja gozdov, povečuje kislost površinskih voda in zemlje ter povzroča razpad gradbenih materialov. Žveplena kislina skupaj z apnencem iz gradbenih konstrukcij reagira v mavec in ga voda lahko izpira
- o **Dušikovi oksidi** – V splošnem jih označimo z  $\text{NO}_x$ , med njimi pa sta najnevarnejša  $\text{NO}$  in  $\text{NO}_2$ .  $\text{NO}$  oksidira v dušikov dioksid, ki ob prisotnosti sončnega sevanja reagira v **fotokemični smog**, ki je zdravju škodljiv. Dušikov dioksid reagira tudi z vodikovimi radikali (HO) v dušikovo kislino v atmosferi, ki jo padavine izperejo kot **kisel dež**. Nastanejo iz dveh virov: *Termični  $\text{NO}_x$*  nastanejo, ko se zrak za



zgorevanje segreje tako močno, da dušikovi atomi oksidirajo, *gorivni NOx-i* pa nastajajo pri zgorevanju iz dušika, ki ga nekaj vsebujejo vsa fosilna goriva.

### 36. Kako vpliva CO na ljudi?

CO močno vpliva na zdravje ljudi. Ko ga vdihavamo se takoj poveže s hemoglobinom v karboksihemoglobin (COHb). Odstotni delež COHb je merilo škodljivega učinka na ljudi. Vrednosti okoli 5% vplivajo na vid in psihomotorične sposobnosti, okoli 10% povzročajo vrtoglavico in glavobol, vrednost nad 50% pa je lahko smrtna. CO se izloči iz krvi z dihanjem svežega zraka, tako da se v 3-4 urah vrednost CO v krvi prepolovi.

Emisije CO zmanjšamo s:

- o Povečano kol. kisika
- o Višjo T plamena
- o Daljšim časom zadrževanja v področju visokih T
- o Intenzivnemu mešanju plinov v zgorevalni komori

### 37. Efekt tople grede?

Zemlja absorbira del sončnega obsevanja vendar istočasno tudi oddaja toploto s sevanjem v vesolje. Če izračunamo ekvivalentno temperaturo ozračja ob površju Zemlje ob upoštevanju, da Zemlja seva kot optično črno telo in da je odbojnost površja zemlje (albedo) okoli 0.3, ugotovimo, da bi bila temperatura ob površju zemlje le okoli 255K. Ker je resnična povprečna temperatura Zemlje okoli 288K, morajo biti v atmosferi prisotni plini, ki zmanjšujejo izgube toplote s površja v vesolje. Imenujemo jih **Toplogredni plini**, ki absorbirajo predvsem dolgovalovno toplotno sevanje 7  $\mu\text{m}$   $\square$   $\square$  13  $\mu\text{m}$ . Zaradi absorpcije se segrejejo in del toplote vrnejo nazaj na Zemljo. Ta pojav imenujemo učinek tople grede.

Najučinkovitejši toplogredni plini so **ogljikov dioksid, metan, dušikovi oksidi, klorfluorokarbonati** (=freoni (uporabljali so jih za hladiva, topila, penila,... niso povezani z energetskimi pretvorbami, so iz molekul ogljika, fluora in klora)

Od začetka industrijske revolucije se vsebnost ogljikovega dioksida v ozračju nenehno povečuje; zaradi tega je narasla temperatura ozračja, kar vpliva na taljenje ledenikov in tanjšanje ledu na polih. Nekateri znanstveniki napovedujejo zmanjšanje padavin in naraščanje morske gladine in posledično poplavljanje obalnih področij, drugi pa napovedujejo podaljšanje vegetacijske dobe in bujnejše rastline, kar bi povečalo porabo ogljikovega dioksida za fotosintezo in spet omogočilo naravno ravnovesje.

### 38. Sončni spekter?

Sonce je sferično, optično črno telo, ki oddaja elektromagnetno valovanje v vesolje enakomerno v celotni kot. **Solarna konstanta** sestoji iz sevalnega toka Sonca in temperature  $T_s$  okoli 6000K, ki doseže zunanji rob atmosfere. Povprečna vrednost solarne konstante je 1362 W/m<sup>2</sup>. Celotni spekter sončnega sevanja delimo v tri integralna območja:

- o **Ultravijolično sevanje UV** ( $c$   $\square$  0.38  $\mu\text{m}$ )
- o **Svetloba** (0.38  $\mu\text{m}$   $\square$   $\square$  0.76  $\mu\text{m}$ , z vrhom pri 0.53  $\mu\text{m}$  – zelena svetloba)
- o **Toplotno ali IR sevanje** ( $\square$   $\square$  0.78  $\mu\text{m}$ )

Celotno sončno sevanje na površini Zemlje sestavljata **direktno** in **difuzno** sevanje. Difuzno sevanje je posledica absorpcije in sipanja ali raztrosa v atmosferi.

- o **Absorpcija** je posledica prisotnosti ozona, molekul vodne pare, kisika in ogljikovega dioksida v atmosferi, absorbirajo tudi prašni delci.
- o **Sipanje** pa je posledica preusmeritve sevanja. **Rayleighjevo sipanje** nastane na molekulah plinov v atmosferi. Te odbijajo sončne žarke enakomerno v vse smeri. **Mievo sipanje** povzročajo prašni delci, vendar tukaj sončni žarki vsaj delno ohranijo smer potovanja.

### 39. Kaj so obnovljivi viri energije? Naštej nekaj primerov!

Po količini prevladuje sicer energija sonca, vendar poznamo tudi druge naravne obnovljive vire energije. Glede na izvor jih delimo na:

- o **Sončno sevanje**, ki ga oddaja sonce in ga lahko spremenimo v toploto ali elektriko, v naravi pa povzroča nastanek vetra, valov, vodne energije in biomase
- o **Planetarna energija** Lune in Sonca, ki skupaj s kinetično energijo Zemlje povzroča periodično nastajanje plime in oseke
- o **Toploto**, ki iz notranjosti zemlje prehaja proti površju – geotermalna energija.

Glavne značilnosti obnovljivih virov so:

- o Trajnost in velik potencial
- o Enakomerna razporeditev brez geopolitičnih ovir
- o Časovna spremenljivost moči in energije virov – glede na letni čas, na ure v dnevu...

- o Ne moremo jih shraniti z naravnimi viri – potrebujemo naprave, kar zmanjšuje učinkovitost in podraži izkoriščanje
- o Nizka gostota moči – potrebujemo večje naprave kot pri fosilnih gorivih ali jedrski energiji

Obnovljive vire energije lahko z različnimi napravami in tehnologijami pretvorimo v toploto, svetlobo, električno energijo, mehansko delo:

- o **Pasivni solarni sistemi:** sončno sevanje spremenimo v toploto za ogrevanje stavb z elementi, vključenimi v konstrukcijski ovoj stavbe: okna, sončni zidovi, stekleniki,... – ne potrebujejo dodatne energije in snovi za prenos toplote
- o **Aktivni solarni sistemi:** naprave, ki s sprejemniki sončne energije absorbirajo sončno obsevanje ter ga v obliki toplote oddajo krožeči tekočini – toploto shranjujemo v hranilnikih toplote
- o **Biomasa** je trenutno najbolj izkoriščani vir. Sodobna uporaba omogoča poleg sežiga v prilagojenih napravah tudi uplinjanje in izdelavo tekočih goriv iz biomase. Ponekod je zaradi lesa kot osnovnega vira obnovljive energije že trajno poškodovana narava.
- o Ponekod zato uporabljajo cenene **sončne kuhalnike** – različno oblikovana zrcala, ki zgostijo sončno sevanje
- o **Velika in optično kvalitetna draga zrcala** uporabljamo za proizvodnjo elektrike in procesne toplote – teoretično lahko z njimi dosežemo T, enako T površine sonca.
- o Sončne celice: Z njimi lahko proizvajamo električno energijo brez pretvorbe sončnega obsevanja v toploto. So polprevodniške naprave, ponavadi iz silicija; presežek električne energije lahko oddajajo v javno omrežje, primerne pa so tudi za oddaljena, neelektrificirana območja.
- o **Veternice:** pretvarjajo kinetično energijo vetra v električno energijo
- o **Vodne elektrarne:** izkoriščajo kroženje vode v naravi
- o **Oceani:** hranilniki energije v obliki toplote ter potencialne energije in kinetične energije v obliki valov in bibavice. Energijo valov pretvorimo v električno z različnimi pnevmatskimi in mehanskimi napravami, energijo bibavice pa s pretočnimi vodnimi elektrarnami z zbiralnim jezerom, ki se napolni ob plimi. Toploto izkoriščamo s pomočjo dveh slojev (zgornjega od sonca segretega in spodnjega v večjih globinah) v oceanskih toplotnih elektrarnah.
- o **Geotermalno energijo** izkoriščamo neposredno z zajemom pare ali vroče vode, ki iz vrelcev prihaja na površje ali pa s hlajenjem segrelih kamenin pod površjem
- o **Energetska izraba industrijskih in komunalnih odpadkov**
- o **Tehnologija za uporabo vodika** – kot nadomestilo fosilnih goriv

#### 40. Opiši glavne probleme onesnaženja okolja, ki so posledica rabe energije v stavbah!

Dva najizrazitejša problema onesnaženja okolja, ki sta zaradi intenzivne rabe energije postala že tako velika, da povzročata zaznavne spremembe v ozračju sta **povečanje učinka tople grede**, ki povzroča globalno segrevanje ozračja, ter **spreminjanje vsebnosti ozona**, ki vpliva na količino kratkovalovnega sončnega obsevanja (UV sevanje), ki dospe do površine Zemlje in škodljivo vpliva na žive organizme.

#### 41. Kaj je temperaturni primanjkljaj?

**Srednja dnevna temperatura** se ugotavlja z meritvami ob 7,14 in 21 uri vsak dan;

$$t_m = (t_7 + t_{14} + 2 \times t_{21}) / 4$$

**srednja mesečna temperatura** se izračuna kot srednja temperatura dnevni temperatur.

**Srednja letna temperatura** se izračuna kot srednja mesečna temperatura vseh mesecev.

**Projektna temperatura okolice** je najnižja temperatura, ki jo v dveh zaporednih dneh izmerimo 10 krat v zadnjih 20-ih letih.

**Pogostnost temperatur** navaja koliko časa v letu je neka T dosežena in presežena.

**S TEMPERATURNIM PRIMANJKLJAJEM (TP)** določimo količino toplote za ogrevanje stavbe. Za nek kraj ga določimo kot seštevek razlike med T v stavbi (20°C) in vsakodnevne povprečne T in času, ko moramo stavbo ogrevati (zun. T je nižja od 12°C). Ta čas navajamo s številom dni ogrevalne sezone z. Enostavneje TP opredelimo s poznano povprečno dnevno T ozračja v času, ko stavbo ogrevamo ( $t_{e,m}$ ).

$$TP = z ((20^\circ - 12^\circ) + (12^\circ - t_{e,m}^\circ)) \quad (\text{Kdan/a})$$

#### 42. Kaj je toplotna prehodnost?

Toplota vedno teče iz toplejšega telesa na hladnejšega – drugi zakon termodinamike. Prenos toplote poteka s tremi osnovnimi mehanizmi:

- o **S prevodom** – predajanje energije od molekule do molekule snovi (trdne, tekoče in plinaste) zaradi razlike T na različnih lokacijah. Toplotna prevodnost  $\lambda$  je snovna lastnost materiala.
- o **S konvekcijo** – na stiku med trdnim telesom in tekočino z različnima T prestopa toplota iz tekočine (kapljevine in plini) na trdno telo. Konvektivna toplotna prestopnost  $\alpha$  je odvisna od hitrosti tekočine in T.

- o **S sevanjem** - elektromagnetno valovanje z valovno dolžino med 0.78 in 1000 μm. Emisivnost je razmerje med sevalnim tokom realnega in črnega telesa -  $\epsilon_1$  in  $\epsilon_2$  = emisivnost površin, med katerima poteka prenos toplote s sevanjem; sevalna konstanta  $\sigma$  je neodvisna od T in je lastnost površine telesa.

Pri majhnih temperaturnih razlikah, ki so značilne za prehod toplote v zgradbah, lahko zaradi poenostavljenega izračuna združimo konvektivne in sevalne toplotne prestopnosti znotraj in na zunanji strani konstrukcije v **celotno konvektivno in sevalno toplotno prestopnost k** (uporablja se tudi oznaka U).

$$k = 1 / (1/\alpha_i + d/\lambda + 1/\alpha_e)$$

#### 43. Kaj je toplotna prehodnost gradbenih konstrukcij in kako jo določimo za konstrukcije z zračnim slojem?

Prehod toplote v gradbenih konstrukcijah je sestavljen iz vseh treh zgoraj naštetih načinov prenosa toplote. Segrete notranje površine sevajo na hladno zunanjo ter jo skupaj z zrakom, ki kroži v prostoru segrevajo. Toplota se iz segrete površine prevaja proti hladni zunanji. Zaradi višje T kot jo ima okolica se zunanja stena konvektivno hladi z okoliškim zrakom in tudi seva v okolico. Zaradi majhnih T razlik zaradi enostavnosti izračuna združimo konvektivne in sevalne prestopnosti v formulo. K je v tem primeru toplotna prehodnost, ki združuje vse oblike prenosa toplote in je enaka:

$$Q = k \cdot A (T_i - T_e)$$

$$k = 1 / (1/\alpha_i + d/\lambda + 1/\alpha_e)$$

$\alpha_i$ ... celotna (konvektivna in sevalna) toplotna prestopnost v prostoru  
 d... debelina homogene stene skozi katero se prevaja toplota  
 $\lambda$ ... toplotna prevodnost materiala  
 $\alpha_e$ ... celotna toplotna prestopnost na zunanji strani konstrukcije

za večslojne homogene konstrukcije uporabljamo enačbo:

$$R = R_i + \sum R_j + R_e \quad k = 1/R$$

$$K = 1 / (1/\alpha_i + \sum (d_j/\lambda_j) + 1/\alpha_e)$$

Za slabo prezračevane konstrukcije uporabljamo:

$$R = R_i + \sum R_j + R_a + R_e \quad k = 1/R$$

$$K = 1 / (1/\alpha_i + \sum (d_j/\lambda_j) + R_a + 1/\alpha_e)$$

$\sum R_j$ ... toplotni upor prevodu toplote vseh slojev konstrukcije, razen upora zračnega sloja  
 $R_a$ ... upor prehodu toplote v zračnem sloju

Pri dobro prezračevanih konstrukcijah pri izračunu ne upoštevamo zračnega sloja in tistih plasti, ki se nahajajo pred njim. Prehodnost konstrukcije izračunamo kot da je večslojno homogena.

#### 44. Kaj je toplotna upornost konstrukcij?

toplotni tok lahko zapišemo tudi z upori prehodu toplote:

$$\dot{Q} = A (T_i - T_e) / R$$

R... toplotni upor prehodu toplote skozi gradbeno konstrukcijo

$$R = 1/k = R_i + R_k + R_e = R_i + d/\lambda + R_e$$

$R_i$ ... upor konvektivnemu in sevalnemu prestopu toplote znotraj prostora

$R_k$ ... upor prevodu toplote homogene konstrukcije

$R_e$ ... upor konvektivnemu in sevalnemu prestopu toplote na zunanji strani konstrukcije

#### 45. Toplotne izgube?

#### 46. Navedi postopek določitve dejanskih in dovoljenih toplotnih izgub bivalne stavbe!

#### 47. Adaptirano ostrešje; Na osnovi skice določi, kako bi izračunali potrebno debelino toplotne izolacije, da bi bile toplotne izgube manjše od priporočenih?

#### 48. Izolacija stavbe?

Odločitev o izbiri in lokaciji toplotne izolacije je vedno povezana s prehodom vodne pare in preprečevanjem kondenzacije v gradbeni konstrukciji. Izolacija mora v zimskem času toplotno ščititi prehodnost gradbenih konstrukcij, za kar so določene največje dovoljene toplotne prehodnosti in minimalne debeline. V poletnem času morajo gradbene konstrukcije z izolacijo zaščititi bivalni prostor pred pregrevanjem. Od toplotne zaščite je odvisna tudi poraba energije za ogrevanje. Poleg klasične poznamo različne vrste toplotne izolacije:

- o **Dinamična toplotna izolacija** združuje klasično toplotno izolacijo in prezračevanje. Zrak potiskamo skozi sloj vlaknaste izolacije, kjer se segreje in prefiltrira. S tem dosežemo prihranek energije zaradi nižje toplotne prehodnosti in izboljšamo kvaliteto zraka v prostoru.
- o **Posebne toplotne izolacije:**
  - o Prosojna – drobne cevke premera 2 mm služijo kot optični vodnik za prenos sončne energije – hkrati omogoča prehod sončnega obsevanja do masivnega zidu in ga istočasno izolira / T notranjega zidu se dvigne, zato bivalno ugodje pozimi boljše / zaradi višje T zidu se zmanjša prehod vodne pare in s tem kondenzacije / steklo pred izolacijo ščiti pred vremenskimi vplivi in omogoča delovanje sončnega zida / zid se močno segreje, zato moramo pri zasnovi upoštevati raztezanje konstrukcije / poleti moramo elemente prosojne toplotne izolacije zaščititi s senčili / PTI so krhke in morajo biti nameščene v draga ohišja / nekatere PTI niso vodoodporne / za namestitve potrebujemo dodatno nosilno ogrodje / PTI je težko vklopiti v stavbo
  - o S sevalnimi ščiti – zelo tanka, sestavljena iz slojev ALU folije, med katerimi so tanki zračni sloji.
  - o Vakuumska – v gradbeni konstrukciji izsesamo zrak in tako preprečimo konvekcijo in s tem toplotne izgube.

#### 49. Položaj izolacije v prostoru in vpliv na ugodje v prostoru?

#### 50. Kako vpliva postavitve toplotne izolacije v zidu na temperature v zidu in prostoru?

Postavitve izolacije na določeno mesto v zidu ima velik vpliv na akumulacijo toplote, kar je še posebej pomembno pri prekinitvah ogrevanja in pri ponovnem segrevanju stavb. Toplotni tok (solarni dobitki) je v veliki meri odvisen od lokacije toplotne izolacije v gradbeni konstrukciji. Na same notranje površinske temperature pa postavitve ne vpliva.

- o **Izolacija na zunanji strani** – zunanja površina se močno segreje, toplota pa minimalno prehaja skozi zid v prostor. Visoke površinske T povzročajo termično napetost v izolaciji. Nihanje dnevnih površinskih T je v tem primeru najnižje. Največ toplote je akumulirano v zidu z zunanjo toplotno izolacijo, zato se prostori najpočasneje ogrevajo in potrebujejo največ energije.
- o **Vmesna toplotna izolacija** – sončno energijo sprejema del masivnega zidu pred slojem izolacije, notranji del masivnega zidu pa je, zaradi akumulirane energije toplejši in se ohlaja počasneje
- o **Notranja toplotna izolacija** – sončno energijo akumulira celoten masivni zid, učinkovitost zajema sončnega sevanja je v tem primeru najvišja, vendar so nihanja T zidu zaradi intenzivnega ohlajevanja ponoči tu najvišja. Prostor, ki jih obdaja notranja izolacija, se najhitreje in z najmanj energije ogrejejo. Velikokrat pride do prevelike kondenzacije vodne pare, zato takšna gradbena konstrukcija pogosto ne zadosti kriterijem pri kontroli difuzije vodne pare.

Toplotna prehodnost gradbene konstrukcije je enaka neglede na postavitve toplotne izolacije, enako velja za notranjo površinsko temperaturo.

#### 51. Kako dimenzioniramo potrebno debelino toplotne izolacije v gradbeni konstrukciji?

#### 52. Katerim kriterijem mora zadostiti toplotna zaščita zunanjih zidov? Navedite enačbe!

#### 53. Naštej in opiši parametre toplotnega ugodja v bivalnem prostoru!

Ker je človek toplokrvno bitje, ima konstantno temperaturo v notranjosti telesa neglede na T okolice in aktivnost mišic. Toplota se proizvaja v notranjih organih z zgorevanjem beljakovin, maščob,... in se prenaša po telesu s krvjo. Ta proces imenujemo bazalni metabolizem. Pri tem se presnavljanje uravnava tako, da je telo v toplotnem ravnotežju z okolico. Na toplotno ugodje vplivajo številni fizikalni parametri, pa tudi aktivnost in oblečenost ljudi:

- o **Aktivnost ljudi** – Intenzivnost presnavljanja je zelo odvisna od aktivnosti. Popišemo jo z enoto **met**, ki je enaka toplotnemu toku  $58\text{W/m}^2$  površine telesa. (sedenje = 1met, ples = 2.4 – 4.4met)
- o **Oblečenost** – Obleka nudi ljudem toplotno zaščito. Tudi za obleko navajamo toplotno upornost, vendar uporabimo oznako **clo**. (nago telo = 0clo, zimska oblačila = 1.5clo)

Fizikalni parametri toplotnega ugodja:

- o **Temperatura zraka v prostoru** je najbolj nazoren pokazatelj ustreznosti toplotnega stanja v prostoru. Načeloma velja, da mora biti T višja pri manjši aktivnosti in oblečenosti. Ugotavlja se v t.i. coni bivanja – to je del prostora med 0.1m nad tlemi in višino 1.8m, oddaljen 1m od obodnih površin in 0.5m od notranjih površin, ki omejujejo prostor.
- o **Srednja sevalna T obodnih površin prostora** ( $t_s$ ) je povprečna T površin, ki omejujejo bivalni prostor upoštevajoč ogrevala. Ima velik vpliv na ugodje, saj neposredno vpliva na sevalno izmenjavo toplote med ljudmi in površino prostora. **Razlika med T zraka in srednjo sevalno T naj ne presega 2K**. Če so

stene slabo toplotno izolirane, so površinske T nizke, zato je večja oddaja s sevanjem in moramo bolj segrevati zrak v prostoru, da se ugodno počutimo.

- o **Hitrost zraka v prostoru** vpliva na konvektivne toplotne izgube in izparevanje vode, ki jo izločamo skozi kožo. Načeloma nam je hladno, če je T zraka pod 20°C in je hitrost zraka nad 0.15 m/s, ali če je T zraka pod 26°C in je hitrost zraka nad 0.65 m/s. Gibanje zraka pa lahko povzroči neugodje ob netesnih oknih ali klima napravah...
- o **Vlažnost zraka** ne vpliva na ugodje, če je pri T zraka med 20 in 26°C relativna vlažnost v mejah med 35% in 70%, pri čemer velja da mora biti vlažnost v toplejših prostorih nižja, da telo lahko odda toploto z izparevanjem. Če je vlažnost nižja, se začne sušiti sluznica, v prostorih nastaja prah. Če je vlažnost pozimi večja lahko pride na hladnih površinah do kondenzacije in nastajanja plesni...

#### 54. Kako označimo količino vodne pare v zraku?

**Absolutna vlažnost x** – opredeljuje jo razmerje mase vodne pare v kg, ki je dodana masi enega kg suhega zraka

**Relativna vlažnost**  $\phi$  ponazarja odstotkovni delež vodne pare v zraku med mejnima vrednostima – 0% v suhem zraku in 100% v zraku, ki je nasičen z vodno paro.

**Delni tlak vodne pare v zraku p<sub>dej</sub>**

#### 55. Odvisnost štirih fizikalnih parametrov na ugodje?

#### 56. Vpliv arhitekture na ugodje v prostoru!

#### 57. Parametri toplotnega ugodja – lahko nanje vplivamo s konstrukcijo?

#### 58. Kaj je srednja napovedana stopnja ugodja ali PMV? Kako jo določimo?

PMV (predicted mean vote) predstavlja relativno oceno kot skupek vpliva parametrov toplotnega okolja na človeka. Vrednost PMV 0 predstavlja nevtralno okolje, pozitivne vrednosti toplejše in negativne vrednosti hladnejše okolje (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3). Z znano vrednostjo PMV lahko določimo odstotek nezadovoljnih ljudi, ki se v okolju ne počutijo dobro – pretoplo ali prehladno. To vrednost imenujemo **odstotek nezadovoljnih ljudi** (PPD)

PMV lahko določimo na 2 načina:

- o **Z matematičnim izrazom** – moramo poznati vrednosti parametrov
- o **Z merilnim instrumentom** – s senzorjem zazna osnovne parametre, posebej nastavimo le aktivnost in oblečenost ljudi.

#### 59. Difuzija vodne pare?

Notranjost prostora in okolica imata različni temperaturi in vlažnost – različna delna tlaka vodne pare. Zato delujeta kot vezni posodi. Delna tlaka vodne pare se poskušata izenačiti, zato se vzpostavi prenos – difuzija vodne pare iz višjega proti nižjemu delnemu parnemu tlaku. V zimskem času je temperatura konstrukcije nižja, difuzija vodne pare pa poteka v smeri iz toplejše notranjosti v hladnejšo okolico, zato lahko vlažnost naraste do mejne vrednosti. Pri nadaljnjem ohlajevanju se iz difuzijskega toka vodne pare zato izloči voda.

#### 60. Kako merimo količino vodne pare v prostoru?

Zrak je smes plinov in večje ali manjše količine vodne pare. Delež vodne pare v zraku navajamo z **absolutnimi vrednostmi (g vodne pare v m<sup>3</sup> zraka)** ali pa **relativno (v %) glede na najvišjo možno količino**. Nižja kot je T zraka v prostoru, nižja je možna količina vodne pare v zraku. Zrak v prostoru ima mejno vlažnost med 20 in 70%. Pri ohlajanju se njegova vlažnost povišuje, dokler ne doseže mejne vrednosti (100% relativna vlažnost). Pri nadaljnjem ohlajevanju ostaja zrak 100% vlažen, presežek vodne pare pa se izloči v obliki kondenzata.

#### 61. Shematsko navedite postopek izračuna difuzije zračne pare in preverjanja konstrukcije, v kateri je prišlo do kondenzacije v ravnini!

- o Tlake nasičenja vodne pare p' odčitamo iz tabel in izračunamo dejanske tlake na zunanji in notranji strani konstrukcije.

$$p_{dej,i} = p'(T_i) \cdot \phi_i$$

$$p_{dej,e} = p'(T_{e,r}) \cdot \phi_{e,r}$$

- o Tlake nasičenja in dejanske tlake vrišemo v glasserjev diagram, v katerem so sloji konstrukcij prikazani z oznako r

$$r_j = d_j \cdot \phi_j$$

d<sub>j</sub> ... debelina dejanskega sloja

φ<sub>j</sub> ... difuzijska upornost prehodu vodne pare, snovna lastnost

- o Če je graf dejanskih tlakov pod grafom tlakov nasičenja, potem **do kondenzacije ne pride**; če je graf tlakov nasičenja pod grafom dejanskih tlakov le v eni točki, pride v konstrukciji **do kondenzacije v ravnini**, če pa sta dve točki grafa nasičenja pod grafom dejanskih tlakov, potem pride v konstrukciji **do kondenzacije v coni**

## 62. Kaj je parna zapora?

Če izračunamo, da bo v konstrukciji po vsej verjetnosti prišlo do kondenzacije vodne pare, in če pogoji, ki dovoljujejo kondenzacijo v konstrukciji niso izpolnjeni, moramo preprečiti vstop vodne pare v konstrukcijo. To storimo s slojem materiala – najpogosteje **PVC, polietilenske in kovinske folije** – z **veliko difuzijsko upornostjo prehodu vodne pare**  $\mu_j$ , ki ga namestimo na **notranjo stran** gradbene konstrukcije. Parne zapore so nameščene v **tankih slojih** in so iz materialov, ki imajo v večini **visoko toplotno prevodnost**  $\lambda$ , zato lahko predpostavimo, da ne vplivajo na prenos toplote.

## 63. Postopek določitve ali je potrebna parna zapora!

Pri dimenzioniranju parne zapore najprej grafično ali analitično določimo potrebno relativno upornost difuziji vodne pare ( $r_{pz}$ ), izberemo ustrezn material, ter nato izračunamo potrebno debelino parne zapore  $d_{pr}$ .

- o **Grafični postopek določitve debeline parne zapore**
  - o Določimo toplotno prehodnost konstrukcije
  - o V knjigi poiščemo računsko T in vlažnost
  - o Glede na  $T_i$  in  $\tau_{e,r}$  izračunamo temperature v konstrukciji.
  - o Konstruiramo glasserjev diagram s sloji konstrukcij
  - o Za vsako od izračunanih T odberemo tlak nasičenja vodne pare  $p_{nas}$ , točke vrišemo v diagram in jih povežemo.
  - o Izračunamo dejanski tlak vodne pare znotraj in zunaj ( $p_{dej,i}$ ,  $p_{dej,e}$ ) in ju vrišemo na graf na zunanjo in notranjo površino ter povežemo med seboj.
- o **Analitični postopek**
  - o Določimo temperature v konstrukciji in na njeni površini
  - o Izračunamo dejanski tlak vodne pare v prostoru  $p_{nas}(T_i) * \mu_i = p_{dej,i}$
  - o Iz tabel odčitamo tlak nasičenja pri temperaturi površine zidu  $p_{nas}(Q_i)$
  - o Primerjamo dejanski tlak vodne pare v zraku v prostoru in tlak nasičenja pri temperaturi površine stene... če je  $p_{dej,i} > p_{nas}(Q_i)$  – **do kondenzacije pride**... če je  $p_{dej,i} < p_{nas}(Q_i)$  – **ne pride do kondenzacije**.

Na koncu izračunamo še debelino parne zapore:  $d_{pr} = r_{pz} / \mu_{pz}$

$\mu_{pz}$ ... difuzijska upornost prehodu vodne pare, snovna lastnost izbranega materiala

## 64. Zakaj preprečujemo kondenzacijo v zgradbah?

Ker lahko kondenzacija vodne pare, ki se pojavlja na hladnih delih gradbene konstrukcije, povzroči nastajanje plesni in rast bakterij, ki so neprijetne in škodujejo zdravju ljudi, še posebej dihalnemu sistemu. Ker lahko negativne posledice ublažimo le s pogostim prezračevanjem, moramo zaradi tega porabiti več energije za ogrevanje.

Močno se tudi povečajo toplotne izgube, saj povečanje vlažnosti gradbenih materialov močno vpliva na njihove toplotne prevodnosti  $\lambda$

Lahko se pojavi celo odpadanje zaključnih slojev in porušitev delov ali celotnih konstrukcij zaradi povečane vlažnosti ali zmrzali vode v konstrukciji.

## 65. Zakaj stavbe prezračujemo?

Stavbe prezračujemo:

- o Zaradi vzdrževanja kvalitete zraka v notranjih prostorih
- o Prezračujejo se same – niso tesne in zrak iz okolice vdira v notranjost zaradi razlike v tlakih, ki je posledica razlik v T ali hitrosti vetra ob stavbi.

Načrtovanje prezračevanja je povezano z določitvijo potrebne količine svežega zraka in izbiro sistema, s katerim zrak pride v prostor.

## 66. Kaj je dvokanalni prezračevalni sistem? Lastnosti!

## 67. Kaj je sočasno pridelovanje elektrike in toplote in kako se uporablja pri daljinskem ogrevanju?

## 68. Kaj je daljinsko ogrevanje in kogeneracija toplote?

Daljinsko ogrevanje je zelo povečano centralno ogrevanje. En vir toplote (toplarna ali termoelektrarna in toplarna) oskrbuje cela naselja. **Kogeneracija** je sočasno proizvodnjanje električne energije in toplote. Takšna vrsta ogrevanja je zelo ugodna, saj v večjih enotah fosilna goriva zgorevajo učinkoviteje, proporcionalno pa je cenejša tudi gradnja čistilnih naprav, s čimer zmanjšamo emisije škodljivih snovi v ozračje. Toploto, ki jo potrebujemo za pridobivanje električne energije potrebujemo še za ogrevanje. V ogrevalni sistem v stavbi jo prenašamo:

- o Neposredno – voda, ki kroži po sistemu daljinskega ogrevanja, kroži tudi v ogrevalnem sistemu v zgradbi. Ta način je starejši in dražji.
- o Posredno – Toplota se med vročevodnim omrežjem daljinskega ogrevanja in ogrevalnim sistemom v stavbi prenaša preko prenosnika toplote, ki je s črpalkami, regulatorji vodnega tlaka in merilniki prenešene toplote nameščen v t.i. toplotni postaji

## 69. Kaj je Trombejev zid in naravno prezračevanje?

**Trombe-Michelov zid** je pravzaprav sončni zid, razlikuje se le v tem, da ima zgoraj in spodaj odprtine v zidu, tako da lahko toplota prehaja v prostore tudi z naravno konvekcijo. Sestavljajo ga steklo z odprto zračno rego, črno opleskan zid kot primarni hranilnik toplote odprtini s samodejnima zračnima loputama in zunanje senčilo. Zrak v vmesnem prostoru med steklom in zidom se vzgonsko dviga, ko se segreje (na 60°C in več) in skozi zgornjo loputo vstopa v prostor. Skozi spodnjo loputo pa v vmesni prostor vstopa hladen zrak iz prostora. Da bi preprečili obraten proces ponoči in tako hladili prostor, namesto segrevali, vgradimo samodejne zračne lopute iz temperaturno odporne plastike.

**Naravno prezračevanje** deluje po principu naravnega vzgona ali vleka in je podobno delovanju Tromb-Michelovega zidu. Ker je gostota (in teža) hladnega zraka večja od gostote (in teže) toplega zraka, se po višini tlak v hladnem zraku močneje spreminja. Če opazujemo tlake ob oknu, vidimo, da je razlika v tlakih spodaj taka, da zrak iz okolice vstopa v prostor, na vrhu okna pa segret zrak izstopa iz prostora in naravno kroži. Tam, kjer ni razlike v tlakih, je nevtralna cona. Za naravno prezračevanje so torej bistvene temperature okoliškega zraka in zraka v prostoru. Upoštevamo tudi tlačne razlike, ki jih veter ustvarja, saj njegova hitrost narašča z višino.

## 70. Opišite fizikalno delovanje prezračevanja pri odprtem oknu!

Tako prezračevanje je udarno in trenutno, zrak se zamenja v zelo kratkem času, površine in oprema se ne shladita. Prezračevanje deluje po principu naravnega vzgona ali vleka, ki so posledica različnih temperatur okolice in notranjosti. Mrzel, gost in težek zrak vstopa v spodnjem delu okna, segret, lažji in manj gost zrak pa izstopa iz prostora v zgornjem delu okna. Pri tem moramo upoštevati tudi tlačne razlike, ki jih povzroča veter: hitrost vetra namreč narašča z višino, zato veter še posebno vpliva na naravno prezračevanje visokih stavb. Ob stavbi se pojavita področje višjega tlaka in področje nižjega tlaka (v brezveterju) – prav tlačne razmere pomembno vplivajo na prezračevanje.

## 71. Kakšen tip prezračevanja bi uporabili za hotel?

## 72. Kako bi lahko hladili stanovanje?

Hladili bi ga lahko brez hladilnih naprav:

- o **S sevalnim hlajenjem**: površine oddajajo toploto ponoči s sevanjem. Najmočneje sevajo vodoravne ploskve (najprej se zaleenijo prednja, položnejša okna avtomobila) Zrak v regi prezračevane strehe se ponoči tako ohladi tudi za 3 – 5K. Tako ohlajen zrak ponoči vodimo v prostore.
- o **Hlapilno (evaporativno)hlajenje**: je ena najstarejših oblik hlajenja; značilni primeri so fontane in bazeni, mokre tekstilne zavese... je hlajenje zraka, ko ta del notranje energije porabi za uparjanje drobnih kapljic vode, ki jih razprši v zrak npr. fontana Tudi na površinah listov rastlin se voda uparja in hladi zrak. Takšno hlajenje se uporablja predvsem v krajih s suhim in vročim podnebjem, saj je hlajenje učinkovitejše, čim bolj je zrak suh.
- o **Hladilni stropovi**: pod strop namestimo panele s cevmi in rebri, po katerih kroži voda. Ljudje in segrete površine sevajo na panele in tako segrejejo krožečo vodo, le-ta pa zaradi kroženja odvede toploto iz prostora. Paziti moramo, da ne pride do kondenzacije vodne pare in da vlažnost ni večja od 50%.

Ali pa s hladilnimi napravami:

V primeru, ko delovne naprave prenašajo toploto iz hladnega prostora v toplejšo okolico, jih imenujemo hladilne naprave. Za svoje delovanje potrebujejo dovedeno energijo. Najpogosteje uporabljamo hladilne naprave s kompresorjem in hladivom: Delujejo na dveh fizikalnih principih:

- o Tekočino spremenimo v plin z veliko količino toplote, ki jo imenujemo uparjalna toplota, ki se sprosti, ko se plin utekočini
- o T pri kateri se neka snov uparja in utekočinja, je odvisna od tlaka – če se tlak zmanjša, se voda uparja pri nižji T.

V **uparjalnik** pride hladivo z zelo nizkim tlakom, zato je njeno vrelišče nizko, torej se bo uparjala pri nižji T. Potrebno toploto za uparjanje hladivo črpa iz prostora. > uparjeno hladivo potuje v **kompresor**, ki mu poveča tlak, zato se hladivo utekočini pri višji T. Pri tem bo toplota prestopila v okolico, hladivo se bo utekočinilo, vendar bo še vedno pod visokim tlakom > tlak zmanjšamo z **ekspanzijskim ventilom**, kjer pride istočasno tudi do znižanja T in proces se lahko ponovi.

Hladilne naprave delimo:

Glede na snov, ki prenaša hlad:

- o **Zračne** / + zrak učinkovito ohladimo, očistimo s filtri in osušimo / - kanali za razvod zraka so veliki /
- o **Vodne** - uparjalnik lahko vgradimo v vodni hranilnik in tako ohlajamo vodo. S črpalko jo potiskamo po cevovodnem omrežju. V vsakem prostoru namestimo ventilatorski konvektor, ki potiska zrak iz prostora v prenosnik toplote, kjer se ohladi / + cevovodi so manjši in cenejši, hlad je mogoče shranjevati v vodnem hranilniku
- o Na jakost hlajenja lahko vplivamo s hitrostjo delovanja ventilatorja v ventilatorskem konvektorju / - čiščenje zraka in zniževanje vlage ni tako učinkovito / ventilatorski konvektor podraži napravo.

Glede na odvajanje toplote v okolico:

- o **Neposredno v okolico** – pri preprostih napravah kar z ventilatorjem, ki hladi z okoliškim zrakom kondenzator.
- o **Posredno v okolico s hladilnim stolpom** – uporabljamo pri večjih enotah – z vodo odvedemo toploto iz kondenzatorja, zato se voda segreje. Ohladimo jo tako, da jo v hladilnem stolpu razpršimo v tok zraka, ki ga zajemamo iz okolice. Pri tem se del vode upari, preostanek pa ohladi. Iz zbirne posode na dnu hladilnega stolpa jo črpamo nazaj v kondenzator hladilne naprave.