



## **o energiji in okolju**

vir energije

### **fosilna goriva:**

▫ premog

▫ nafta:

    bencini

    lahko kurilno olje

    težko kurilno olje in maziva

    tekoči naftni plin

▫ zemeljski plin

### **jedrska energija:**

fizija, fuzija

odpadki [nizko, srednje in visoko radioaktivni]

### **obnovljivi viri energije:**

▫ sončno sevanje [v vseh oblikah: toplota, veter, vodna energija, biomasa, ...]

▫ planetarna energija [lune in sonca: provzročata plimo in oseko]

▫ geotermalna energija [toplota, ki iz notranjosti zemlje prehaja proti površju]

### **emisije škodljivih snovi**

pri energerskih pretvorbah [sežigu fosilnih goriv] se v ozračje izločajo snovi, ki vplivajo na lastnosti ozračja

najbolj izraziti spremembi sta povečanje učinka tople grede in spreminjanje vsebnosti ozona

▫ ogljikov monoksid CO [vpliva na sposobnost prenašanja kisika v krvi]

▫ trdni delci [različnih oblik in velikosti, posebej zanimivi PM<sub>10</sub>]

▫ žveplov dioksid SO<sub>2</sub> [provzročata kisel dež]

▫ dušikovi oksidi NO<sub>x</sub> [provzročata smog in kisel dež]

**imisijska** je koncentracija škodljivih snovi v ozračju na nekem mestu

### **ukrepi za zmanjšanje emisij:**

pred, ob in po sežigu fosilnih goriv

uporaba goriv z manj žvepla in dušika, nižje temperature ob sežigu [zmanjšanje emisije NO],

dodajanje agensov [izločanje SO], čiščenje dimnih plinov [filtriranje trdnih delcev]

## **prenos toplote in meteorološke osnove**

mehanizmi prenosa toplote: prevod, konvekcija, sevanje

### **v trdnih telesih:**

▫ z njihanjem atomov v kristalni rešetki (toplotni izolatorij)

▫ tudi z gibanjem prostih elektronov (snovi, ki dobro prevajajo toploto)

### **v tekočinah:**

▫ z naključnimi trki molekulov (prenos šibkejši kot pri trdnih telesih)

### **prevod toplote**

toplota prehaja s toplega dela telesa na hladni oziroma iz toplega telesa na hladno

### **fourier-jev zakon:**

količina prenešene toplote je:

$$Q_n = -U \cdot A \cdot \Delta T / \Delta t$$

smer toplotnega toka je vedno pravokotna na površino z konstantno temperaturo

**U** - toplotna prevodnost

uvaja tudi pomembno konstanto:

$\lambda$  - toplotna prevodnost [snovna lastnost]

$q$  - specifični toplotni tok

$$q_n = Q_n / A = -U \cdot \frac{dT}{dx}$$

### **konvekcija**

prenos toplote s trdnih teles na tekočine ali med tekočinami

□ **naravna** konvekcija

[posledica termteraturnega gradijenta in zemeljske teže]

□ **prisilna** konvekcija

[posledica dovedenega dela: npr. ventilator]

**v tekočini se ob telesu oblikuje :**

□ hitrostna mejna plast [neenakomerna hitrost]

□ temperaturna mejna plast [neenakomerna temperatura]

značilne mejne plasti so odvisne od hitrosti in snovnih lastnosti tekočine

**podobnostna - kriterijska števila:**

□ reynoldsovo število

[hitrostne razmere]

$$Re = U_\infty \cdot x / \nu$$

□ prantovo število

[snovne lastnosti]

$$Pr = \nu / a$$

turbulenca se zgodi pre kritičnem reynoldsovem številu

□ nusseltovo število

[razmerje med prestopom in prevodom toplote v tekočini]

$$Nu_x = C \cdot Re_x^m \cdot Pr^n$$

### **sevanje**

obravnavamo kot elektromagnetno valovanje

spekter elektromagnetnega valovanja opredelimo glede na valovne dolžine  $\lambda$

ko preučujemo sevalni prenos toplote z energijskega stališča, običajno opazujemo foton, delec brez mase, ki prenaša energijo:

$$E = h \cdot \nu$$

$h$  - planckova konstanta,

$\nu$  - frekvenca valovanja  $\nu = c / \lambda$ ,

$c$  - svetlobna hitrost

### **optično črno telo**

□ najvišji možni sevalni tok pri določeni temperaturi

□ seva enakomerno v prostor

$\varepsilon = 1$  (emisivnost) - idealno difuzno sevalo

### **wienov zakon:**

telesa z višjo temperaturo sevajo močnejše, sevanje pa ima manjše valovne dolžine

### **stefan-boltzmanov zakon:**

celotno sevanje optično črnega telesa odvisno je od temperature telesa na četrto potenco in konstante

$$E_b(T) = \sigma \cdot T^4$$

$\sigma$  - stefan-boltzmanova konstanta

### **optično sivo telo**

□ pri enaki temperaturi je sevalni tok manjši kot pri črnem

□ seva neenakomerno v prostor

$0 < \varepsilon < 1$  (emisivnost)

obsevanje  $G_\lambda$  - del sevanja nekega telesa, ki dospe na enoto površine telesa, ki prestreže to sevanje

neprozorno telo  
prozorno telo

reflektirano  $G_{\lambda\rho}$   
obsevanje  $G_{\lambda}$   
    reflektirano  $G_{\lambda\rho}$   
    obsevanje  $G_{\lambda}$

absorbirano  $G_{\lambda\alpha}$   
absorbirano  $G_{\lambda\alpha}$

transmitirano  $G_{\lambda\tau}$

$$\rho_{\lambda} + \alpha_{\lambda} + \tau_{\lambda} = 1$$

$$G_{\lambda\rho} + G_{\lambda\alpha} + G_{\lambda\tau} = G_{\lambda}$$

▫snovne lastnosti: spektralna reflektivnost  $[\rho]$ , spektralna absorptivnost  $[\alpha]$ , spektralna transmisivnost  $[\tau]$

**kirchoffov zakon:**

telesa, ki močno absorbirajo obsevanje pri neki valovni dolžini, to sevanje tudi močno oz. v enaki meri oddajajo

$$\alpha_{\lambda} = \varepsilon_{\lambda}$$

okenska stekla

steklo ima zanimivo lastnost - "**učinek tople grede**": prepušča valovne dolžine  $0,3 < \lambda < 3,0$   $\mu\text{m}$ , neprepustno je pa za IR sevanje

netransparentnost stekla za IR sevanje je lahko poledica:

▫absorptivnosti

▫refleksivnosti

to slabo lastnost poskušamo poboljšati z posebnimi nanosi

zmanjšamo emisivnost notranje površine stekla

zmanjšamo toplotno prehodnost zasteklitve

**nizkoemisijska / visokorefleksijska stekla** [enakovreden naziv]

**prenos toplote v gradbenih konstrukcijah**

sestavljen iz prevoda, konvekcije in sevanja

zaradi temperaturne razlike med prostori oziroma notranjim in okoliškim zrakom

▫zaradi majhnih temperaturnih razlikah [do 50°C] je možna poenostavitev:

združimo prenos toplote s sevanjem in konvekcijo v zunanjo in notranjo toplotno prestopnost

$\alpha_i$  - **notranja toplotna prestopnost**

$\alpha_e$  - **zunanja toplotna prestopnost**

$U$  - toplotna prehodnost [združuje vse oblike prenosa toplote]

$R$  - toplotni upor

določitev toplotne prehodnosti konstrukcije

poenostavitev: konstrukcije večinoma homogene

▫sloji so paralelni

▫ toplotni tok je pravokoten na mejno površino

$$R = R\alpha_i + \sum R\lambda_j + R\alpha_e$$

$$U = 1 / R$$

¶ pri enostavnih nehomogenih konstrukcijah moramo določiti zgornjo in spodnjo mejo toplotne upornosti  $R$ ;  $R = (R' + R'')/2$

#### **zakonodaja:**

¶1]  $U < U_{max}$

toplotna prehodnost posamezne konstrukcije mora biti manjša od dovoljene zaradi transmisijskih izgub in dovoljene letne potrebne toplote za odrevanje je ta vrednost približno 1/2 dovoljene

#### **prenos vodne pare v konstrukcijah**

##### **izračun:**

¶ toplotna prehodnost

toplotni upor

toplotna prehodnost

toplotni tok

¶ potek temperatur in tlakov

potek temperatur

potek tlakov nasičenja

potek dejanskih tlakov

¶ namakanje

gostota difuzijskega toka vodne pare

količina kondenzata

povečanje vlažnosti

¶ sušenje

gostota difuzijskega toka vodne pare

število dni sušenja

dimenzioniranje parne ovire

##### **tlaki nasičenja:**

niso linearno odvisni od temperature, razvit enostaven postopek

$r$  - relativna difuzijska upornost prehodu vodne pare

$\mu$  - difuzijska upornost [snovna lasnost]

##### **kondenzacija:**

če je dejanski tlak višji od tlakov nasičenja pride do kondenzacije

¶ v ravnini

- na stiku med dvema slojema [ $p_k'$ ]

¶ v coni

- na obeh straneh enega sloja [ $p_k'$ ,  $p_k''$ ]

##### **parna ovira:**

e niso izpolnjeni pogoji, ki dovoljujejo kondenzacijo v gradbeni konstrukciji, potrebna je sanacija

parno oviro postavimo na notranjo stran konstrukcije s čem preprečimo [zmanjšamo] vdor pare v konstrukcijo

##### **zakonodaja:**

¶2]  $X_{cel} < X_{dov}$

celotna masna vlažnost materiala v katerem je vodna para kondenzirala ob koncu računskega obdobja difuzijskega navlaževanja naj bo manjša od določene za ta material

¶3]  $d_{sušenja} < d_{razpoložljivo}$  [60 dni]

celotna količina vodne pare, ki je pozimi kondenzirala v konstrukciji se v obdobju difuzijskega izsuševanja mora posušiti

##### **potek temperatur in vlage skozi konstrukcijo**

odvisno od položaja izolacije in toplotnih razmer

[skica]

##### **izolacija na notranji strani**

poletje zima e

e

## izolacija na zunanji strani

poletje  
zima na soncu  
e e e i

## izolacija vmes

poletje  
zima  
ei e i

### **bivalno ugodje** parametri:

- kvaliteta zraka
- toplotno ugodje
- svetlobno ugodje
- akustično ugodje

### **toplotno ugodje** odvajanje toplote s telesa:

s konvekcijo (zrak), s prevajanjem (stik), s sevanjem (okolica), s dihanjem  
del izmenjane toplote = občutena toplota

intenzivnost presnavljanja je odvisna od aktivnosti; enota [met]

toplotna upornost obleke; enota [clo]

### **fizikalni parametri toplotnega ugodja**

- temperatura zraka
- srednja sevalna temperature obodnih površin
- hitrost gibanja zraka
- vlažnost zraka

parametre ugotavljamo v coni bivanja: med 0,1 in 1,8m višine, 0,5 m od notranjih in 1,0 m od obodnih površin

ugodje je lahko porušeno z nesimetričnimi sevalnimi temperaturami, prevelikim temperaturnim gradientom, temperaturo in vpojnostjo poda, turbulenco oz. preprihom

PMV - napovedana stopnja ugodja [relativna ocena]

PPD - odstotek nezadovoljnih

za načrtovanje so izbrane tri kategorije glede na delež nezadovoljnih [A, B, C]

### **kvaliteta zraka**

vplivajo številni parametri: plini, pare, vonjave, določene ogrevalne naprave

### **kvaliteto merimo posredno:**

□z deležem **CO<sub>2</sub>** [predvsem za poslovne stavbe]

□z oceno vira onesnaževanja [olf]

povezava kakovosti zraka in jakosti onesnaževanja:

[dp] **decipol**: na vir onesnaževanja 1 olf dovajamo 10 l/s svežega zraka

### **svetlobno ugodje**

svetloba je elektromagnetno valovanje, ki ga zaznamo z očmi [038 - 0,76 μm]

fizikalna enota [W], fiziološka enota [lm]

### **zahteve:**

- osvetljenost
- enakomernost osvetlitve
- bleščanje

in tudi

□trajanje osončenja

### **akustično ugodje**

odvisno od medija ločimo zračni in udarni zvok

zvočni tlak: sprememba tlaka v snovi zaradi širjenja zvoka

**fizikalni ton**: zvok z eno samo frekvenco

**glazbeni toni**: zvoki s frekvenco, ki je mnogokratnik osnovne celo število

**šum:** zvok iz številčnih frekvenc, ki niso v celoštevilčnem zaporedju  
enote: vir zvoka [W] oz. [db(A)], fiziološka enota [fon]

### **zakonodaja**

predpisane so nočne in dnevne vrednosti za 4 različna območja

### **širjenje hrupa v stavbah**

□ zračni zvok

del se odbije, del absorbira, del se širi v sosednji prostor (skozi pore v zidu in/ali zaradi njihjanja)

□ udarni zvok

ima nizke frekvence dokler ga ne oddajajo površine z višjim

ukrepi za zmanjšanje: preprečitev vstopa v konstrukcijo [večinoma], dušenje znotraj konstrukcije

### **zakonodaja**

predpisane so minimalne zvočne zaščite, kot tudi potrebne izoliranosti in vrednosti ravni udarnega zvoka

**prezračevanje** □ zaradi vzdrževanja kvalitet zraka

□ zaradi netesnosti oken in vrat in razlike v tlakih

### **potrebne količine zraka:**

□ glede na število izmenjav

□ glede na količino potrebnega zraka po osebi

□ glede na vire onesaževanja

□ glede na vonjave

### **kakovost prezračevanja:**

lahko posredno ocenimo s časom

[skica]

potisno

mešanjem

s kratko potjo

### **načini prezračevanja:**

naravno (preko reg, z odpiranjem oken) in mehansko

### **naravno prezračevanje**

zaradi razlik v zračnem tlaku okolice in interijerja nastanejo različne teže (temperature) zraka prostor se prezračuje zaradi naravnega vzgona oz. vleka

□ prezračevanje z odpiranjem oken [udarno, trenutno prezračevanje] zrak se izmenja zelo hitro, površine in oprema ostanejo tople in jih ni treba ponovno segrevati

□ prezračevanje preko reg [okna ne smejo biti ne preveč ne premalo tesna]

□ prostor se prezračuje tudi zaradi tlačnih razlik, ki jih provzroča veter [področja nižjega in višjega tlaka ob stavbi]

[skica]

### **mehansko prezračevanje**

razliko v tlakih ustvarjamo z ventilatorji

lahko je:

- posamično / skupno
  - podtlačno / nevtralnno / nadtllačno
  - ločeno z ogrevanjem / združeno z ogrevanjem
- [skica]
- podtlačno
  - nevtralnno
  - nadtllačno

mesto vpiha je pomembno, vpih je preko difuzorjev, mesto odsesa ne vpliva [edino je potrebno preprečiti kratko pot]

### **prezračevanje in raba energije:**

ventilacijske toplotne izgube – zimi - ukepi za varčevanje

- tesnost
- kontrolirano prezračevanje, regulacija
- predgrevanje zraka v sončni strehi
- predgrevanje v cevi v tleh
- uporaba rekuperatorjev ali regeneratorev [posebni prenosniki toplote]

### **raba energije v stavbah**

toplotne izgube:

- **transmisijske izgube** [skozi ovoj, tla, neogrevanje prosotr]

$$H_t = L_d + L_s + H_u \text{ [W/K]}$$

specifične transmisijske toplotne izgube  $H_t' = (H_t / A) + 0,1$

- **ventilacijske izgube** [zaradi prezračevanja]

$$H_v = 0,34 \cdot n \cdot V$$

pri izračunu potrebne toplote za ogrevanje upoštevamo notranje in solarne dobitke, ter faktor izkoristljivosti

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g$$

$Q_l$  - celotne letne izgube

$Q_g$  - dobitki

$\eta$  - faktor izkoristljivosti

### **zakonodaja:**

prvilk o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije opredeljuje:

- dovoljene specifične toplotne izgube  $H_t'$

□dovoljeno letno potrebno toploto za ogrevanje  $Q_h/A_u$

### **sonce in stavbe**

□pasivni solarni sistemi: vključeni v konstrukcijski ovoj stavbe [okna, sončni zidovi, stekleniki ... ], za delovanje ne potrebujejo dodatne energije

□aktivni solarni sistemi: naprave s sprejemnikom sončne energije, toploto lahko shranjujejo v hranilnikih, energijo [toploto] lahko odajajo preko krožeče tekočine

značilnosti obnovljivih virov energije

□neomejena trajnost in velik potencial

□časovna spremenljivost moči in energije virov

□virov ne moremo shraniti z naravnimi sistemi

□nizka gostota moči

### **sprejemniki sončne energije SSE:**

idealni absorber v celoti absorbira sončno sevanje [ $0,3 < \lambda < 3,0 \mu\text{m}$ ] in ne oddaja toplotno sevanje [ $\lambda > 3,0 \mu\text{m}$ ]

v parksi ne obstaja

### **sistemi za pretvarjanje sončnega obsevanja v toploto:**

□nizkotemperaturni [ogrevanje]

□srednetemperaturni [ogrevanje, priprava tople vode, hlajenje, razsoljevanje ... ]

□visokotemperaturni [kuhanje, para, sončne elektrarne]

### **sevalno hlajenje stavb**

ovoj stavbe izmenjuje toplotno sevanje z okolico in vesoljem

s selektivnimi nanosi lahko izkoristimo transmitivnost atmosfere v področju "atmosferskega okna" [ $8 - 13 \mu\text{m}$ ]

učinek je odvisen od stanja atmosfere, selektivnosti površine ter toplotnih tokov

izolacije in pokrovi [streh] morajo tudi močno biti transparentni za te valovne dolžine [npr. polietilenska folija]

s sevanjem hladimo le ponoči, ker je sončno sevanje za razred večje kot sevalni tok hlajenja

### **pasivni solarni sistemi**

#### **elementi za naravno ogrevanje stavb:**

□okna

□stekleni zidovi

□stekleniki

□prezračevalni fasadni elementi

#### **načela:**

□sprejem sončnega sevanja

□hranjenje toplote v gradbenih konstrukcijah

□prenos toplote v stavbi

□zaščita pred predgrevanjem

#### **shranjevanje toplote:**

primarni [neposredno obsevani] in sekundarni hranilniki

□konstrukcije z veliko gostoto in specifično toploto [opeka, beton, silikatna opeka ... nobeden ne dosega vode]

□latentni hranilniki [voda, vosek ...]

#### **prenos toplote med prostori:**

toploto med prostori prenaša zrak [naravno ali prisilno]

lahko uporabimo temperaturno coniranje pri projektiranju, pri prisilnem kroženju rasporeditev ni več tako pomembna

#### **zaščita pred predgrevanjem - senčila:**

□naravna [rastline, ki poleg senčenja hladijo zrak z uparjanjem; okoliške ovire]

□umetna [nepremična in premična senčila; zunanja so bolj učinkovita od notranjih]

#### **steklo kot senčilo:**

zmanjševanje transmitivnosti stekla

□večja absorptivnost [barvana stekla]

□večja reflektivnost [odbojna, najnižja energetska prehodnost]



### **elementi za naravno ogrevanje stavb:**

okna in steklene površine

najenostavnejši in najbolj razširjen element naravnega ogrevanja stavb

□ enostavni, ceneni, osvetlitev, pogled, učinek tople grede

□ bleščanje, UV sevanje, velika dnevna nihanja temperature, tudi sodobne zasteklitve imajo nekajkrat večjo prehodnost kot

izolirane stene

### **sončni zid**

zastekljeni zid je del ovoja stavbe, ki absorbira sončno obsevanje, shranjuje toploto in jo prenaša v bivalne prostore

osnovni element: masivni zid, na zunanji strani temno popleskan in zastekljen

[skica]

### **trombe-michelov zid**

od sončnega zidu se razlikuje po tem, da ima odprtine v zidu [od spodaj in zgoraj] tako da toplota lahko prehaja v prostore tudi z naravno konvekcijo

z loputami preprečujemo povratno kroženje po noči [hlajenje]

□ ni bleščanja in UV sevanja, manjša nihanja temperature, enostavni izračuni, zakasnitev prehoda toplote omogoča ogrevanje v nočnem času, uravnavamo z izbiro materiala, steklo ščiti zid

□ temna barva, velike toplotne izgube, toplotna prehodnost primerljiva z boljšimi okni, lahko pride do kondenzacije na notranji strani zasteklitve, čiščenje, zapiranje loput

[skica]

### **zid z prosojno toplotno izolacijo**

klasična izolacija preprečuje segrevanje masivnega zidu na notranji strani

prosojno ti vgradimo na zunanjo stran masivnega, temno opleskanega zidu in zasteklimo

□ vodi sončno obsevanje na zid, obenem močno zmanjšuje prestop toplote na okolico, visoke temperature - manjša nevarnost kondenzacije, časovni zamik – ogrevanje ponoči, steklo kot zaščiti pred vremenskimi vplivi

□ obvezna zastelitev, dodatna podkonstrukcija, senčila, raztezanje konstrukcije zaradi močnega segrevanja, nekatere niso ognjeodporne, težko estetsko vklopiti

[skica]

### **stekleniki**

zmanjšujejo toplotne izgube stavbe

povezujejo okolico in notranji prostor, jih ne ogrevamo; postavitev na južni ali jugozahodni strani

poleti: zunanja senčila in močno prezračevanje

pozimi: v krajih s celinsko klimo običajno dvojna zasteklitev zaradi preprečevanja kondenzacije

- dodatna bivalna površina, toplotni hranilniki, manjše nihanje temperatur v prostorih, zmanjšan prehod toplote in vdor mrzlega zraka, lahka dogradnja in možna kombinacija z drugimi elementi
- relativno majhni dobitki, znotraj steklenika velika nihanja temperature, poleti obvezno senčenje in prezračevanje če jih uporabljamo za bivanje, lahko pride do kondenzacije, najdražji elementi naravnega ogrevanja stavb

[skica]

### **prezračevane fasade in strehe**

odprte zračne rege v gradbenih konstrukcijah uporabljamo za pravilen prehod vodne pare zunanja obloga zidu: tanka, temna, osončena, in dobro toplotno prevodna – zrak v regah se segreva

obloga lahko prekriva fasado / streho – sončna fasada / sončna streha

poleti: s segretim zrakom lahko segrevamo vodo z dodatnimi prenosniki toplote, z zrakom odvajamo velik del sončne energije ter zmanjšujemo dobitke in pregrevanje

pozimi: uporabljamo za prezračevanje in toplozračno ogrevanje

□ uporaba celo leto, deluje kot dinamična toplotna zaščita, prehod vodne pare ni oviran, lahko uporabimo velike elemente, s prisilnim prezračevanjem lahko preprečimo nastajanje sveč

□ obvezno filtriranje, večja hitrost gibanja zraka, nevarnost premočnega prezračevanja in nabiranja kondenza na notranji strani, prisilno prezračevanje konstrukcije, ventilatorji [hrup, energija], temna barva in pohodna streha [močna podkonstrukcija]

[skica]

### **aktivni solarni sistemi**

najbolj razširjeni so srednjetemperaturni sistemi [segrevanje kapljev, s katerimi segrevamo sanitarno vodo, stavbe, naselja, bazene]

#### **osnovni elementi:**

□ sprejemnik sončne energije [SSE]: pokrov, absorber, termoizolacija, okvir

□ nosilec toplote: prenaša toploto od sprejemnika v hranilnik ali k porabnikom [voda je najboljši nosilec toplote]

□ črpalka ali ventilator

□ hranilnik toplote: [najpogosteje voda, zemlja, kamenje] zelo je pomemben zaradi nestalnega obsevanja in količine toplote

□ prenosnik toplote: prenaša toploto med nosilcem toplote in snovjo v hranilniku; pri manjših sistemih prenosnik je vključen v hranilnik

□ cevododi: majhnih prevezov, enakomeren pretok z obrnjenim povratkom

□ regulacija: zagotavlja učinkovitost

#### **solarni sistemi za pripravo tople vode**

##### **sistemi z naravnim obtokom:**

□ enokrožni sistem [direktni]: prenaša toplo vodo, ki kroži skozi sprejemnik in hranilnik [vsaj 0,5m nad SSE]; neuporabni pri nizkih temperaturah, obvezno praznjenje in dobra antikorozijska zaščita

▫dvokrožni sistem [indirektni]; nosilec je voda + protizmrzovalno sredstvo; potrošna voda se segreva preko prenosnika; moramo zagotoviti varnostni ventil in ekspanzijsko posodo; lahko deluje celo leto

#### **sistemi z prisilnim obtokom:**

nosilec toplote kroži s pomočjo črpalke; v zimskem času dodatno ogrevanje solarni sistemi za ogrevanje stavb

#### **sistemi brez sezonskega hranilnika toplote:**

vgrajujemo izključno v dobro izolirane stavbe; nizkotemperaturni ogrevalni sistem [stensko in talno gretje]; zelo pomembna kvaliteta SSE, hranilnik toplote za nekaj dni

#### **sistemi z sezonskim hranilnikom toplote:**

najbolj pogosto kot hranilnike uporabljamo zemljo ali vodo [cevnice kače v zemlji, vkopane izolirane posode]; z uporabo toplotne črpalke bolje izkoristimo toploto

#### **solarni sistemi za ogrevanje naselij**

združeno ali deljeno polje SSE; hranilniki so lahko dnevni, sezonski ali jih sploh ni s sezonskim hranilnikom toplote lahko zagotovimo do 80% potrebne toplote za ogrevanje

#### **solarni sistemi za ogrevanje bazenov**

običajno vgrajujemo cenene in enostavne SSE, ki delujejo pri visokih temperaturah okolice [pogosto črne gumijaste cevi, ki jih na koncu sezone lahko zložimo in shranimo]

▫enokrožni sistemi: v sprejemnikih toplote se direktno ogreva bazenska voda, morajo biti odporni na agresivna sredstva, ki jih dodajamo v bazensko vodo

▫dvokrožni sistemi: prenosnik ločen od bazenske vode; lahko ogrevamo tudi sanitarno vodo [značilno za večino solarnih sistemov pri nas na hotelskih in športnih objektih]

#### **izboljšanje učinkovitosti SSE**

▫z zmanjšanjem optičnih izgub: večanje prepustnosti pokrova in vpojnosti absorberja

▫z zmanjšanjem toplotnih izgub: kvalitetna toplotna zaščita in konstrukcija ohišja, zmanjšan prenos toplote sevanjem med absorberjem in pokrovom [s selektivnimi nanosi]; zmanjšan prenos toplote s konvekcijo med absorberjem in pokrovom [s širino rege, prosojno termoizolacijo ali znižanjem tlaka v SSE]

#### **visokotemperaturni sistemi**

za pretvarjanje sončnega obsevanja v toploto

▫kadar potrebujemo višje temperature nosilca toplote

▫za kuhanje, uparjanje, proizvodnjo električne energije v sončnih elektrarnah

▫višje temperature dosežemo z zgoščevanjem sevanja z zrcali

## **ogrevanje stavb**

sistemi ogrevanja in elementi naprav

### ogrevalni sistemi

podela glede na:

▫vir toplote

: lokalni | centralni | daljinski

▫medij

: zrak | voda | para

▫temperatura

: 130/70°C | 90/70°C | 55/45°C | <35°C

▫kroženje vode

: vzgonsko [naravno] | črpalčno [prisilno]

▫razvod

: enocevno | dvocevno

zgornji | spodnji | podno in stensko  
lokalni ogrevalni sistemi

**na biomaso:**

- kamini [odprti in zaprti]
- kovinske peči
- lončene peči

**na plinasta goriva:**

- katalitične peči [občasno, v večjih prostorih]
- plinski sevalni grelniki [z zrcali]
- katalitični sevalni grelniki
- sodobni plinski grelniki

**na elektriko:**

- mali sistemi, ni skladišča, hiter odziv, učinkovita regulacija
- nevarčno in okolju neprijazno zaradi 30% izgub pri pretvorbi fosilnega goriva v elektriko, čeprav je izkoristek energije visok

**centralni ogrevalni sistemi**

značilen en vir toplote

- višji izkoristek, nižje emisije, lažje ravnanje z gorivom, zavzamejo manj prostora
- višji stroški investicije in vzdrževanja

**toplozračno ogrevanje:**

- hitro ogrevanje, mali temperaturni gradijent
- v prostoru ni ogreval [rešetke, konvektorji skriti v zidu, tlaku ...]
- veliki kanali za razvod, težko uporabno pri sanacijah
- težja regulacija, pomembna skrbna izbira mesta vpaha in odsesa

**toplovodno ogrevanje:**

- manjše omrežje, lahko nadgradimo s sistemom za toplo vodo
- daljši čas ogrevanja, nevarnost zmrzovanja
- ogrevala v prostoru, ne omogoča prezračevanje

**enocevni sistemi:**

- hitra montaža, manjša gradbena dela, lažje merjenje porabe toplote
- dražje omrežje, neenake temperature, večja ogrevala, zahtevnejše načrtovanje

**dvocevni sistemi:**

najpogosteje uporabljeni; spodnji ali zgornji razvod; kroženje vzgonsko ali z pomočjo toplotne črpalke  
povezava z ogrevali naj bo z obrnjenim povratkom [enakomeren pretok in boljše delovanje sistema]

**podela ogrevalnih sistemov glede na temperaturo:**

- 90/70°C - najbolj razširjeni
- 55/45°C - večja ogrevala, pri uporabi toplotne črpalke
- do 50°C - talno in stensko ogrevanje [energetski varčno, dobro toplotno ugodje, ampak visoka investicija in vzdrževanje, težja regulacija, primerno samo za odlično toplotno izoliranje hiše]
- 130/70°C - vročevodni sistem pri daljinskem ogrevanju

**daljinsko ogrevanje**

- možna kogeneracija toplote in elektrike [elektrarna + toplarna]
  - neposredno: zastarelo, visok tlak
  - posredno: toplotne postaje z regulatorji tlaka in števci
- elementi ogrevalnih sistemov

[skica]

shranjevanje goriva

dimnik                    odvod  
biomasa  
generator toplote  
dimnih plinov

razvodno  
fosilno gorivo  
omrežje

[nosilec toplote]

zrak za zgorevanje

prenosnik toplote

nadzor

[ogrevala]

[gradb. konstr.]

### **shranjevanje goriv:**

□ biomasa: posušen les, sodobno: sekanci, briketi, peleti [v rezervoarjih]

□ ekstra lahko kurilno olje: v rezervoarjih

□ zemeljski plin: magistralni plinovod, hišni priključek

□ tekoči naftni plin: v rezervoarjih

### **zgorevanje biomase:**

□ sušenje

□ izplinjanje

□ gorjenje

□ dogorevanje

pregorevanje: vse 4 faze hkrati [ni dobro]

odgorevanje : faze po vrstnem redu [dobro]

### **zgorevanje tekočih in plinastih goriv:**

□ visokotlačni ventilatorski gorilnik [kurilno olje, plin]

□ atmosferski gorilnik [zemeljski plin]

generatorji toplote - kotli

podela glede na:

□ material

: jekleni | litoželezni

□ temperaturo

: klasični | nizkotemperaturni | kondenzacijski

**klasični kotli:**

86% učinkovitost naprave, 75-90°C  
visoke temperature dimnih plinov, ni kondenzacije  
regulacija temperature z mešalnim ventilom

**nizkotemperaturni kotli:**

92% učinkovitost naprave, 30-55°C  
lahko pride do kondenzacije, odporni materiali  
ni mešalnega ventila

**kondenzacijski kotli:**

100% učinkovitost naprave  
pri hlajenju dimnih plinov oddajanje toplote  
ni dovolj naravnega vzgona - vgrajen ventilator  
korozijsko odporni materiali, zbiralnik kondenzata

**pretočni plinski kotliček [etažni]:**

za pripravo tople sanitarne vode  
gorilnik, prenosnik, obtočna črpalka, varovalni elementi  
ni shranjevanja toplote - manjše izgube  
primeren za uporabo ene pipe [več pip hkrati - dograditi hranilnik]

**toplotne črpalke**

prenašajo toploto iz okolice v ogrevalni sistem  
vir energije: talna poda, tla, okoliški zrak, sonce  
oznake [vir/hladivo]: voda/voda | zrak/voda | zrak/zrak ipd.  
□ monovalentne [če v celoti ogrevajo stavbo]  
□ bivalentne [v kombinaciji z ogrevanjem na fosilna goriva ali biomaso]

**fizikalna izhodišča:**

□ tekočino spremenimo v plin z veliko količino toplote [uparjalna toplota]  
ko se plin utekočini se ta toplota sprosti  
□ temperatura, pri kateri se neka snov uparja in utekočinja je odvisna od tlaka [skica]

kompresor poganja elektromotor; ne glede na to toplotne črpalke so izredno varčne [grelno število 3,5]

uporabljamo jih pri nizkotemperaturnih sistemih [do 40C]  
pogosto dogradimo dodaten vodni hranilnik toplote

**ogrevala**

delitev glede na način prenosa toplote v prostor  
□ s sevanjem  
: radiatorji  
□ s konvekcijo  
: konvektorji [navadni ali ventilatorski] [stropni ali talni]

**regulacija [pri vročevodnih in toplovodnih sistemih]:**

□ količinska [lokalna - ventil ali centralna - črpalka]  
□ temperaturna [v kotlu ali z mešalnim ventilom]

**dimniki****uporaba:**

□ dovajanje zraka za zgorevanje  
□ odvajanje dimnih plinov  
□ razredčenje dimnih plinov  
delujejo po principu naravnega vzgona; če ga ni dovolj dodamo ventilator  
lahki jih uporabimo tudi za dovajanje zraka v kotlovnico  
[skica]

**zahteve:**

- temperaturno odporni materiali
- toplotna izolacija, majhna toplotna vsebnost
- tesnost
- vodoodpornost, odpornost proti kislini [znotraj]

**materiali:**

- opeka
- opeka z šamotno tuljavo
- sendvič iz nerjaveče pločevine z toplotno izolacijo vmes
- pri kondenzacijskih kotlih znotraj steklen emaji in dodatna posoda za kondenzat

**hlajenje stavb**

stavbe hladimo z ali brez hladilnih naprav

**hlajenje brez hladilnih naprav****sevalno hlajenje:**

ponoči površine na ovoju stavbe uzmenjujejo sevanje z vesoljem v področju "atmosferskega okna"

maksimalni izkoristek dosežemo s čim večjo emisivnostjo površine za valovne dolžine atmosferskega okna i čim večjo reflektivnostjo za ostale valovne dolžine

**hlapilno hlajenje:**

pri uparjanju drobnih kapljic vode se črpa energija iz zraka  
najstarejša metoda za hlajenje stavb

večji učinki pri suhem zraku, obstaja nevarnost previsoke vlažnosti

**hladilni stropovi:**

pod strop namestimo cevi in rebri s krožečo hladno vodo

ljudje in segrete površine sevajo na panele

obstaja nevarnost kondenzacije pri vlažnosti višji od 50%

**hlajenje stavb s hladilnimi napravami**

glede na 1. zakon termodinamike: nemogoče je uničiti energijo; zaradi tega potrebujemo dva toplotna rezervoarja

tako tudi ločimo:

□delovne naprave [črpajo toploto iz toplega rezervoarja in proizvajajo delo]

□hladilne naprave [prenašajo toploto iz hladnega prostora v toplejšo okolico, delovanje omogočeno le če napravam dovajamo energijo]

[skica]

najpogosteje uporabljamo hladilne naprave s kompresorjem in hladivom

**delovanje hladilnih naprav [fizikalna izhodišča]:**

□tekočino spremenimo v plin z veliko količino toplote [uparjalna toplota]

ko se plin utekočini se ta toplota sprosti

□temperatura, pri kateri se neka snov uparja in utekočinja je odvisna od tlaka

[skica]

naprave za hlajenje

**delitev:**

□ glede na snov, ki prenaša hlad

: vodne | zračne

□ kako odvajamo toploto v okolico

: neposredno | posredno [hladilni stolpi]

**zračne hladilne naprave:**

□ hlajenje, filtracija in sušenje

□ veliki razvodni kanali

[skica]

**vodne klimatske naprave:**

□ manjši cevovodi, cenejše, možna lokalna regulacija

□ hlad je možno shranjevati, tako, da hladilna naprava ne deluje ves čas

□ manj učinkovito čiščenje zraka

□ vsak prostor mora imeti ventilatorski ateni strošek]

[skica]

**odvod toplote v okolico:**

□ neposredno z ventilatorji

□ posredno s hladilnim stolpom [pri velikih enotah]

**klimatizacija stavb**

s klimatizacijskim napravama uravnavamo:

□ temperaturo [ogrevanje in hlajenje]

□ prezračujemo

□ vlažnost zraka [sušimo ali navlažujemo]

□ filtracija [čiščenje]

□ gibanje zraka v prostoru

delitev na: lokalne in centralne klimatizacijske naprave

lokalne klimatizacijske naprave

**sobne naprave:**

kompaktne, prevozne

fleksibilna cev za odvajanje zraka v okolico, posoda za kondenzat

primerno za manjše kubature prostora 20 - 40 m<sup>3</sup>

**kompaktne [okenske] naprave:**

kompaktno ohišje namestimo ob okno ali nad vrata

kondenzator in kompresor sta zunaj, cev za odvod kondenzata, uparjalnik je v prostoru

uporabimo lahko tudi za ogrevanje [kot toplotno črpalko]

**split [ločene] naprave:**



ločeni zunanji in notranji enoti, povezani z toplotno izoliranimi bakrenima cevčkama po katerih se pretaka hladno [do 20m]

na eno zunanjo enoto lahko priključimo več notranjih uporabimo lahko tudi za ogrevanje [kot toplotno črpalko]

centralne klimatizacijske naprave

zračne | zračno/vodne | vodne

zračne klimatske naprave

□ glavna prednost - vpihovan zrak je v celoti pripravljen

vpih se vrši preko difuzorjev s katerimi vplivamo na kroženje zraka v prostoru

za pripravo zraka uporabljamo klimatizacijsko centralo

[skica]

#### □ **enokanalne:**

tok konstanten, spremenljiva temperatura

temperatura konstantna, tok spremenljiv

[za klimatizacijo velikih prostorov, ogrevajo lahko v celoti ali kot dodatno ogrevanje, v uporabi so bolj za hlajenje]

#### □ **dvokanalne:**

dva kanala za tople in hladne zrak

[mešanje po potrebi, istočasno ogrevanje in hlajenje različnih delov stavbe, velika pomankljivost so veliki razvodni kanali]

#### □ **večconske**

zračno-vodne klimatske naprave

delimo na:

□ zračne z vodnim dogrevanjem

□ indukcijske [2,3,4,5 cevne]

#### **zračne z vodnim dogrevanjem:**

nadgrajena zračna klimanaprava

ogrevanje zraka preko prenosnika toplote [cevi s toplo vodo]

□ zelo čist zrak [primerno za bolnice ipd.] ni kondenzacije pri ogrevanju

□ veliki kanali za hlajenje, večje toplotne izgube

#### **indukcijske zračno-vodne klimatske naprave:**

□ energersko najvarčnejše klimatske naprave

□ zavzamejo manj prostora, prilagodljiva regulacija

□ dražje od zračnih, hrupne, ni filtracije sekundarnega zraka

□ dvocevne

: dovod in odvod [hladna ali topla voda]

□ tricevne

: dovod tople, dovod hladne, odvod skupaj

□ štiricevne

: dovod tople, dovod hladne, odvod tople, odvod hladne

□ petcevne

: dovod tople, dovod hladne, odvod tople, odvod hladne, odvod kondenzata

zrak se meša v indukcijskem konvektorju

[skica]

vodne klimatske naprave  
le cevi za toplo in hladno vodo in kondenzat  
zrak segrevamo ali hladimo z klimakonvektorjem [fan-coil]  
[skica]

- težje vzdrževanje in večja raba energije [ventilator]
- cevovodi zavzamejo manj prostora, lokalna regulacija, hiter odziv, elementi lahko skriti

### **vodovodne inštalacije**

dva načina oskrbe objekta z pitno vodo:

- nizkotlačni
- visokotlačni

#### **nizkotlačni vodovod:**

tlak zagotavljamo z višino rezervoarja  
mestna posoda - za ljubljano na rožniku  
v ravninskih predelih na stolpu ali visokotlačni rezervoar

- mestni priključek
- hišni priključek - števec

#### **visokotlačni vodovod:**

če je objekt postavljen višje od mestne posode  
do objekta vodimo nizkotlačni vodovod, v objektu moramo imeti črpalko  
sistem z indirektnim priključkom [skica]

### **cevi:**

- pocinkane [znotraj in zunaj proti koroziji]
  - plastične [problem difuzije kisika]
  - "aluplast" cevi [sendvič in plastike vmes aluminij]
- motaža - najprej povite pa zalite [da lahko diha]

#### **dvižni vodi:**

na notranjih stenah [zaradi zmrzali] za razliko od ogrevalnih

#### **iztočni mesto:**

vsako varovano t podometnim ventilom [omogoča menjanje tesnila na pipi]

#### **deževnica:**

lahko se uporablja za: izplakovanje stranišč, pranje perila, zalivanje vrta, pranje avtomobila  
[43% potrebne vode]

topla voda

uporablja se za tuširanje, pomivanje posode, pitna

#### **načini priprave tople vode:**

- po velikosti objekta
- lokalno ali centralno
- glede na vir toplote
- glede na tlačne razmere

**lokalni sistemi:**

□ električni bojler [klasik]; več iztočnih mest; tlak v boilerju enak tlaku v vodovodu

□ mali električni bojler [pretočni]; eno iztočno mesto

**glede na vir toplote:**

□ električni - z akumulatorskimi grelniki, hranilnik 80/120l

□ plinski - sprotno segrevanje, ni akumulacije

□ na sončno energijo - max 40C [pogosto kombiniran z električnimi grelniki za dogrevanje po potrebi]

**hiša:**

ponavadi en kotel za ogrevanje in pripravo tople vode

bojler je v kotlu, ko ugasnemo kotel - toplotne izgube - voda v hranilniku se ohlaja

**bloki:**

ponavadi boilerski sistem z električnimi grelniki; problem nabiranja vodnega kamna; toplotne izgube v ceveh ponoči

**sistemi za cirkulacijo:**

na ta način lahko prihranimo 20-30%; časovna regulacija črpalke  
odtok vode

□ odtočnih mest najmanj kot iztočnih

□ odtoki so povezani v sistem

sistemi za: umazano vodo | industrijsko vodo | deževnico | mešani sistemi

**razdeljeni sistemi:**

ločena sistema za umazano vodo in deževnico [največkrat v uporabi]

**mešani sistemi:**

deževnica in umazana voda skupaj [lahko naliv udari nazaj]

□ vertikalne cevi: običajno litoželezne; svinčene morajo biti ovite

□ sifoni: smradna zapora [vsak element mora biti vezan na sifon; pri kadah - talni sifon]

□ odduh: vsaka vertikala mora imeti odduh 1m nad streho z kapo na vrhu [preprečevanje vakuma]