

o energiji in okolju

1

najbolj energetske so javne stavbe
največja je poraba tekočih goriv
pričakovanje v prihodnosti; goriva bodo dražja zaradi omejenih zalog
sežig fosilnih goriv škoduje okolju

raba energije v stavbah:

73% ogrevanje
12% topla voda
10% električne naprave
3% kuhanje
2% razsvetljava

vir energije

fosilna goriva:

□ premog

□ nafta:

bencin
lahko kurilno olje
teško 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: povzročata plimo in oseko]

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

emisije škodljivih snovi

pri energetskih pretvorbah [sežigu fosilnih goriv] se v ozračje izločajo snovi, ki vplivajo na lastnosti ozračja
najbolj izraziti spremembi sta povečanje **učinka tople greda** in **spreminjanje vsebnosti ozona**

dimni plini:

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

□ trdni delci [različnih oblik in velikosti, posebej zanimivi **PM₁₀**]

□ žveplov dioksid **SO₂** [povzročata kisel dež]

□ dušikovi oksidi **NO_x** [povzročata smog in **kisel dež**]

topla greda:

naravni ščit, nujen pojav za nastanek življenja

zemlja se ohlaja v vesolje, CO₂ pa zmanjšuje hlajenje zemlje; danes močno uničeno ozračje [topitev ledu, izsušitev vegetacije]

ozonska luknja: O³

ultravijolično sevanje tipa A-močno sevanje, B-manj sevanja in C-ni več sevanja

C – razpad molekul kisika zato večja ozonska luknja

klor razbije molekule kisika predno se sprostijo v vesolje

vrednost ozona merimo z DOPSONOVIMI ENOTAMI

emisija 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]

mehanizmi prenosa toplote: **prevod, konvekcija, sevanje**

v trdnih telesih:

- iz nihanjem atomov v kristalni rešetki [toplotni izolatoriji]
- tudi z gibanjem prostih elektronov [snovi, ki dobro prevajajo toploto]

v tekočinah:

- iz naključnimi trki molekul [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 prenesene toplote je: $Q_n = -U \cdot A \cdot \frac{\partial T}{\partial n}$
smer toplotnega toka je vedno pravokotna na površino z konstantno temperaturo

U - toplotna prevodnost

uvaja tudi pomembno konstanto:

λ - toplotna prevodnost [snovna lastnost]

q - specifični toplotni tok

$$q_n = Q_n / A = -U \frac{\partial T}{\partial n}$$

konvekcija

prenos toplote s trdnih teles na tekočine ali med tekočinami

- **naravna** konvekcija [posledica temperaturnega gradienta 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 pri 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 λ

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

$$E = h \cdot \nu \quad h - \text{Planckova konstanta}, \quad \nu - \text{frekvenca valovanja } \nu = c / \lambda, \quad c - \text{svetlobna hitrost}$$

optično črno telo

□ najvišji možni sevalni tok pri določeni temperaturi

□ seva enakomerno v prostor

$\epsilon = 1$ [emisivnost] - idealno difuzno sevalo

Wienov zakon:

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

Stefan-Boltzmannov zakon:

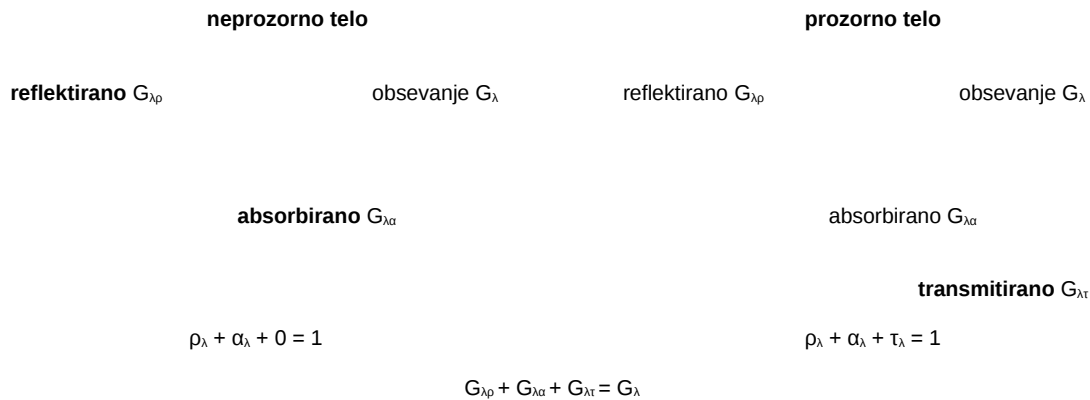
celotno sevanje optično črnega telesa odvisno je od temperature telesa na četrto potenco in konstante

$$E_b[T] = \sigma \cdot T^4 \quad \sigma - \text{Stefan-Boltzmannova konstanta}$$

optično sivo telo

- pri enaki temperaturi je sevalni tok manjši kot pri črnem
- seva neenakomerno v prostor
- $0 < \varepsilon < 1$ [emisivnost]

obsevanje G_λ - del sevanja nekega telesa, ki doseže na enoto površine telesa, ki prestreže to sevanje da zagotovimo ohranjanje energije sivih teles



□ osnovne lastnosti: spektralna reflektivnost [ρ], spektralna absorptivnost [α], spektralna transmisivnost [τ]

Kirchhoffov 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

□ reflektivnosti

to slabo lastnost poskušamo poboljšati z posebnimi nanosi

zmanjšamo emisivnost notranje površine stekla

zmanjšamo toplotno prehodnost zasteklitve

nizkoemisijska / visokorefleksijska stekla [enakovreden naziv]

na bivalno okolje vplivajo naslednji parametri:

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

toplotno ugodje

telo je v toplotnem ravnotežju z okolico

odvajanje toplote s telesa:

s konvekcijo [površina telesa v zrak], s prevajanjem [stojimo, sedimo], s sevanjem [na okolico], s dihanjem del izmenjane toplote = **občutena toplota**

odvajanje toplote s telesa [para]:

difuzija vodne pare [skozi koži], izparevanje [površina kože], uparjanje vode [v pljučih]
del izmenjane toplote = **latentna toplota**

intenzivnost presnavljanja je odvisna od

- aktivnosti; enota [met] $M[\text{metabolizem}] = W[\text{delo}] + H[\text{prehod na okolico}]$ **$H = M - W$**
- obleke toplotna upornost; enota [clo]

fizikalni parametri toplotnega ugodja

- temperatura zraka v prostoru [12° ... 20-22°C ... 26°]
- srednja sevalna temperatura obodnih površin [ne sme presegati 2 K]
- hitrost gibanja zraka [pod 20°-0.15 m/s]
- vlažnost zraka : absolutna x [razmerje oddane mase vodne pare [kg], na 1kg mase suhega zraka]
: relativna ϕ [% vodne pare v zraku med mejnima vrednostma – 0% suhi zrak, 100% nasičena vodna para]

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 [spreminjanje po višini-najboljše je talno in radiator pod oknom], temperaturo in vpojnostjo-lastnost material] poda, turbulenco-pod in nad povprečno izražena v % oz. prepihom

vrednotenje toplotnega okolje

PMV - napovedana stopnja ugodja [relativna ocena] kot skupek vplivov top okolja na človeka [-3 do +3]

Z vrednostjo PMV izrazimo **PPD** - odstotek nezadovoljnih

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

kvaliteta zraka

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

~"sindrom bolnih stavb"

So predvsem klimatizirane stavbe v katerih pripisujemo slabo počutje in zdravstvene težave ljudi – slaba kvaliteta zraka [zaradi varčne rabe energije]

kvaliteto merimo posredno:

- z deležem **CO₂** [predvsem za poslovne stavbe] je merilo kvalitete zraka
- z oceno vira onesnaževanja izražena v [olf] ovrednotenje vonjav

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 [**Im - lumne**]

svetilnost

točkast vir ki seva v prostoru v vse smeri enakomerno

zaznamo z očmi [razen IR in UV] tako prilagojenemu sevanju svetila imenujemo **svetlobni tok = P [Im]**

svetlobni tok je merjen v prostorski enoti kota [steradian] **imenujemo ga svetilnost = I [cd]**

osvetljenost površine merimo –svetlobni žarek pravokotno na ploskev

zahteve: pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varstva in zdravja delavcev

- osvetljenost – naravno in umetno
- enakomernost osvetlitve
- bleščanje – posredno [odboj] ali neposredno [sonce, svetila] in tudi
- trajanje osončenja –količina dnevne svetlobe [KDS vsaj 85% delavnega časa]

akustično ugodje - zvočno

odvisno od medija ločimo zračni in udarni zvok
zvočni tlak: sprememba tlaka v snovi zaradi širjenja zvoka

fizikalni ton: zvok z eno samo frekvenco

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

šum: zvok iz številčnih frekvenc, ki niso v celoštevilčnem zaporedju

enote: moč zvoka [W] oz. jakost z [dB [A]], fiziološka enota [fon]
najpomembnejša od 300-4000 Hz

J[jakost zvoka] = **P**[moč zvoka]/**A**

zakonodaja: odredba o hrupu v nar. in življ. okolju

hrup je zvok, ki naravnemu in življenjskemu okolju vzbuja nemir
predpisane so nočne in dnevne vrednosti za 4 različna območja

širjenje hrupa v stavbah

je vzdolžno valovanje, ki se širi skozi vsako snov, ki je vsaj malo stisljiva

↳ zračni zvok

del se odbije, del absorbira, del se širi v sosednji prostor [skozi pore v zidu in/ali zaradi nihanja]

rešitev: zvočna zaščita med prostori ali zvočno izolirna zid [dušenje z absorpcijski materiali-steklena volna, membranski in resonančni absorberji]

↳ udarni zvok

ima nizke frekvence dokler ga ne oddajajo površine z višjim

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

zakonodaja: pravilnik o zvočni zaščiti stavb

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

prenos toplote v gradbenih konstrukcijah 4

sestavljen iz prevoda, konvekcije in sevanja

zaradi temperaturne razlike med prostori oziroma notranjim in zunanjskim zrakom

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

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

α_i - notranja toplotna prestopnost

α_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 ogrevanje je ta vrednost približno 1/2 dovoljene

prenos vodne pare v konstrukcijah 5

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

μ - 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 i e i

izolacija na zunanji strani

poletje zima na soncu
e i e i e i

izolacija vmes

poletje zima
e i e i

prezračevanje

6

↳ zaradi vzdrževanja kvalitete zraka - prezračujemo

↳ zaradi netesnosti oken in vrat in razlike v tlakih, posledica razlik v temperaturi – se prezračujejo

Kvaliteta - potrebne količine zraka:

↳ glede na število izmenjav

↳ glede na količino potrebnega zraka po osebi

↳ glede na vire onesnaževanja

↳ glede na vonjave

kakovost prezračevanja:

lahko posredno ocenimo s časom

[skica]

potisno [bat]

mešanjem [dalj časa]

s kratko potjo [nekvalitetno]

načini prezračevanja:

naravno [preko reg, z odpiranjem oken] in mehansko

naravno prezračevanje

zaradi razlik v zračnem tlaku okolice in interjerja 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 segreti

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

neenakomerno so prezračevane večetažne stavbe s skupnim stopniščem, jaškom za dvigala, [prostor po višini]

rešitev: vetrolov z dvojnimi vrati ali vrtečimi do 98% z enojnimi le 60%

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

[skica]

razlike v tlaku [teža]

razlike v tlakih [veter-visoke stavbe]

$$p_{sp} = \rho \cdot g \cdot h$$
$$T_e < T_i \text{ zato je } \rho_e > \rho_{i1}$$

e

i

veter +

veter -

topel zrak

nevtralna os

$$\Delta p = [\rho_e - \rho_i] \cdot g \cdot \Delta h$$

hladen zrak

veter +

veter -

mehansko prezračevanje

razliko v tlakih ustvarjamo z ventilatorji

lahko je:

↳ posamično / skupno

↳ podtlačno / nevtralno / nadtlračno

↳ ločeno z ogrevanjem / združeno z ogrevanjem

[skica]

podtlačno/odsosavanje

nevtralno/vpih in odsos

nadtlačno/vpihavanje s segrevanjem

- manjši
močno
onesnaženi
prostori

+ in -
zahtevan
zelo čist
zrak

+
veliki
prostori

velikost razvodnih kanalov:

plastične cevi/manjši objekti, kovinski kanali/večji objekti

mesto vpiha je zelo pomembno [prepih], vpih je preko difuzorjev, mesto odsosa ne vpliva [potrebno je preprečiti le kratko pot]

prezračevanje in raba energije:

ventilacijske toplotne izgube – zimi - ukrepi za varčevanje

□tesnost

□kontrolirano prezračevanje, regulacija

□predgrevanje zraka v sončni strehi

□predgrevanje v cevi v tleh

□uporaba rekuperatorjev ali regeneritorjev [posebni prenosniki toplote]

toplotne izgube:

▣ **transmisijske izgube** [skozi ovoj, tla, neogrevanje prostora]

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

specifične transmisijske toplotne izgube $H_t^s = [H_t / A] + 0,1$

▣ **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 izkoristka

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g \quad Q_l - \text{celotne letne izgube} \quad Q_g - \text{dobitki} \quad \eta - \text{faktor izkoristka}$$

zakonodaja:

pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije opredeljuje:

▣ dovoljene specifične toplotne izgube H_t^s

▣ dovoljeno letno potrebno toploto za ogrevanje Q_h/A_u

□ 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 oddajajo 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 praksi 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 μm]

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

□ hramenje 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 razporeditev 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]

okna in steklene površine [elementi za naravno ogrevanje stavb]

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 opleskan 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 zasteklamo

□ 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 zasteklitev, 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; postavitve 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 srednjetermperturni 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
- cevovodi: majhnih prerezov, 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; potrošena 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

solarni sistemi za ogrevanje stavb

sistemi brez sezonskega hranilnika toplote:

vgrajujemo izključno v dobro izolirane stavbe; nizkotemperturni 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 [cevne 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

proces s katerim zagotavljamo primerno toplotno ugodje in v nekaterih primerih tudi potrebno kvaliteto zraka v prostoru z načinom ogrevanja vplivamo na temp. zraka, srednjo sevalno temp., občuteno temp. in temp. gradient

sistemi ogrevanja in elementi naprav [nad 70% energije-pomembna izbira]

ogrevalni sistemi

podela glede na:

vir toplote :	lokalni centralni daljinski
snov ki prenaša top. :	zrak voda para
temperatura snovi :	130/70°C 90/70°C 55/45°C <35°C
kroženje vode :	vzgonsko [naravno] črpalno [prisilno]
razvodno omrežje :	enocevno dvocevno zgornji spodnji podno in stensko

lokalni ogrevalni sistemi

na biomaso:

samodejen vir toplote / suh les

tudi kot dodatek k centralnim sistemom [višje temperature, manjši, cenejši]

kamini [odprti/dekorativni in zaprti/zastekljeni] 30-50% izkoristek

kovinske peči 75% izkoristek

lončene peči/labirint

na plinasta goriva:

plinske katalitične peči [občasno, v večjih prostorih]

plinski sevalni grelniki [z zrcali]

katalitični sevalni grelniki [pozorni na dovod zraka]

sodobni plinski grelniki [dovod in odvod zraka skozi dimnik]

na elektriko:

prevod električnega toka po žicah, v prostor prestopa s sevanjem ali konvekcijo-ventilator

mali sistemi, ni skladišča goriv, hiter odziv, učinkovita regulacija

nevarčno in okolju neprijazno zaradi 30% izgub pri pretvorbi fosilnega goriva v elektriko, čeprav je izkoristek energije visok

termoakumulacijske peči [v času cenejšega el. toka shranjujejo toploto/velika priključna moč]

električno talno ogrevanje [v obliki folije ali mreže z zanko, zalijemo z betonskim estrihom, občasno, hitro segrevanje]

centralni ogrevalni sistemi

značilen en vir toplote z razvodom [zrak, voda, para]

višji izkoristek, nižje emisije, lažje ravnanje z gorivom, zavzamejo manj prostora

višji stroški investicije in vzdrževanja

toplozračno ogrevanje: zrak

hitro ogrevanje, mali temperaturni gradient

v prostoru ni ogrevil [rešetke, konvektorji skriti v zidu, tlaku ...]

hrup, veliki kanali za razvod, težko uporabno pri sanacijah

težja regulacija, pomembna skrbna izbira mesta vpiha in odsesa

toplovodno ogrevanje: voda

manjše omrežje, lahko nadgradimo s sistemom za toplo vodo

daljši čas ogrevanja, nevarnost zmrzovanja

ogrevala v prostoru, ne omogoča prezračevanja

toplovodne sisteme ločimo glede na temperaturo vode:

90/70 [najbolj razširjeni, uporaba toplotne črpalke]

55/45 [večji cevovodi in ogrevala]

<30 nitkotemperaturni sistemi [talno, stensko] energetski varčno, dobro toplotno ugodje, ampak visoka investicija in vzdrževanje, težja regulacija, primerno samo za odlično toplotno izoliranje hiše

130/70 vročevodni [predvsem za daljinsko ogrevanje, stavba, blok, šola]

enocevni sistemi:

za razvod le ena cev, ki zaporedno povezuje ogrevala [poseben ventil] do 5 ogreval, v večstanovanjskih stavbah

hitra montaža, manjša gradbena dela, lažje merjenje porabe toplote

dražje omrežje, neenake temperature, večja ogrevala, zahtevnejše načrtovanje

dvocevni sistemi:

najpogostejše uporabljani; vsako ogrevalo ima dovodno in povratno omrežje

spodnji ali zgornji razvod; kroženje vzgonsko ali z pomočjo obtočne črpalke

povezava z ogrevali naj bo z **obrnjenim povratkom** [enakomeren pretok in boljše delovanje sistema]

daljinsko ogrevanje

je enako kot zelo povečano centralno ogrevanje en vir toplote oskrbuje **cela naselja** [racionalna gradnja čistilnih naprav zaradi izgorevanja fosilnih goriv]

možna sočasna proizvodnja toplotne in električne energije [**elektrarna + toplarna**]

prenašanje poteka na dva načina:

☐ neposredno s kroženjem vode po sistemu: zastarelo, visok tlak

☐ posredno s prenosom po prenosniku toplote: toplotne postaje z regulatorji tlaka in števci

Prihranimo prostor pri kotlovnici, dimniku, skladiščenju goriva [niso potreba]

Termoelektrarna-toplarna - **TO-TE Moste** [premog, kurilno olje]

Toplarna - **TO Šiška** [zemeljski plin]

elementi ogrevalnih sistemov

[skica]

shranjevanje goriva

biomasa

generator toplote

dimnik

odvod
dimnih plinov

fosilno gorivo

razvodno
omrežje
[nosilec toplote]

zrak za zgorevanje

nadzor

prenosnik toplote
[ogrevala]
[gradb. konstr.]

shranjevanje goriv:

☐ biomasa: **posušen les** vsaj eno leto,

sodobno: **sekanci, briketi, peleti**: lažji transport, boljši izkoristek, nižja emisivnost [v rezervoarjih]

☐ ekstra kurilno olje: v rezervoarjih v kotlovnici zunaj ali pod zemljo v vodotesni betonski bazen

☐ plinasta fosilna goriva:
- zemeljski plin-prevladuje metan, etan, propan, butan: magistralni plinovod (Alžirija, Rusija, Avstrija, Italija, Hrvaška), hišni priključek
- tekoči naftni plin TNP-propan, butan: pri predelavi surove nafte, uporabljamo utekočinjenega, za kuhanje, za ogrevanje le propan zaradi zmrzovanja: v rezervoarjih

zgorevanje biomase:

pri visoki temperaturi in prisotnosti kisika oz. zraka fosilna goriva oksidirajo tej reakciji pravimo **gorenje**

fosilna goriva imajo 4 sestavine: vodik, dušik, žveplo in ogljik

proces zgorevanja

☐ sušenje

☐ izplinjanje

☐ gorenje sproščenih plinov

☐ dogorevanje ogljika

pregorevanje: vse 4 faze hkrati [ni dobro]

odgorevanje : faze po vrstnem redu [dobro]

zgorevanje tekočih in plinastih goriv:

☐ visokotlačni ventilatorski gorilnik [lahko kurilno olje, plin]

naloge gorilnika; razpršitev, dovajanje zraka, mešanje goriva in zraka, vžig zmesi)

☐ atmosferski gorilnik [zemeljski plin] za ogrevanje manjših stavb ali etažnih stanovanj

generatorji toplote - kotli

podela glede na:

☐material : jekleni | litoželezni
☐temperatura : 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 voda, tla, okoliški zrak, sonce

oznake [vir/hladiivo]: voda/voda | zrak/voda | zrak/zrak ipd.

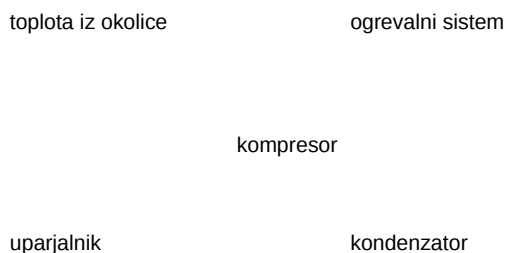
☐monovalentne [če v celoti ogrevajo stavbo]

☐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 – vodni ogrevalni sistemi

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-senzorji ali z mešalnim ventilom]

dimniki

uporaba:

- dovajanje zraka za zgorevanje goriva
 - 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]
- min: vertikalno 0.5 m, horizontalno 2.5 m, višina 10°

materiali:

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

stavbe hladimo z ali brez hladilnih naprav

hlajenje brez hladilnih naprav

sevalno hlajenje:

ponoči površine na ovoju stavbe izmenjujejo sevanje z vesoljem v področju "atmosferskega okna" maksimalni izkoristek dosežemo s čim **večjo emisivnostjo** površine za valovne dolžine atmosferskega okna in **čim večjo refleksivnostjo** 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]

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 **aten** strošek

[skica]

odvod toplote v okolico:

- neposredno z ventilatorji
- posredno s hladilnim stolpom [pri velikih enotah]

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-posamezni prostori 20 - 40 m³

kompaktne [okenske] naprave:

klimatiziramo posamezne prostore

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 cevema po katerih se pretaka hladivo [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** [segret, ohlajen, čist, navlažen, osušen]

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

za pripravo zraka uporabljamo **klimatizacijsko centralo**

za hale, kinodvorane...

[skica]

meša

greje

vlaži

ventilator

filter

hladi

greje

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 hladan zrak

[mešanje po potrebi, istočasno ogrevanje in hlajenje različnih delov stavbe, velika pomanjkljivost 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 klima naprava

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:

- energetsko 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

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]
- montaža - 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 električni 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 kadeh - talni sifon]

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