

1/A

Hőszükséglet számítás

Célja: az energiaáramnak a meghatározása, amely az adott éghajlati területen várható szélsőséges időjárási feltételek mellett az előírt belső hőmérséklet fenntartásához szükséges és elégséges.

- Külső transzmissziós energiaáram: a számítása azokra a határoló és nyílászáró szerkezetekre végzendő el, amelyek a méretezett helyiséget a külső környezettől vagy a talajtól választják el.
- Belső transzmissziós energiaáram: azokra a szerkezetekre kell számolni, amelyek a méretezett helyiséget olyan szomszédos tértől választják el, ahol a helyiség-hőmérséklet a vizsgált helyiségtől eltérő, vagy üzemszerűen és tartósan eltérő lehet, amennyiben az eltérés 4 K vagy nagyobb. Ennél kisebb eltérés esetén a számítás csak akkor végzendő el, ha a belső transzmissziós energiaáram előreláthatóan eléri vagy meghaladja a fűtési hőszükségletszámítás 10 %-át.
- Napsugárzásból adódó energiaáram: az égtájpótlékkal a napsugárzási eltéréseket vesszük figyelembe a különböző fekvésű felületeken.
- Filtrációs hőszükséglet: a szélpótlék alkalmazásának célja a szél hatására bekövetkező légcserre (filtráció) hűtőhatásának ellensúlyozása. A szélpótlék függ a szél sebességétől, az épület védettségétől, a helyiség fekvésétől és a nyílászárók számától.
- Méretezési alapadatok: $Q = A \times k \times (t_b - t_k)$ [W]
 - Q – az átocsátott hőteljesítmény vagy hőáram (W)
 - A – a felület (m^2)
 - k – hőátbocsátási tényező (W/m^2K)
 - t_b – a helyiség belső hőmérséklete
 - t_k – a külső hőmérséklet
- Hőérzeti helyesbítések:
 - szélpótlék: a szélpótlék alkalmazásának célja a szél hatására bekövetkező légcserre (filtráció) hűtőhatásának ellensúlyozása
 - felfűtési pótlék: a szakaszos fűtésű épületek üzemszüneteiben bekövetkező lehűlést ellensúlyozzuk
 - kürtőhatás pótlék: közép- és magas épületeknél a lépcsőház kürtőhatása következtében megnövekvő természetes légcserre hűtőhatását ellensúlyozzuk
 - belmagasság pótlék: nagy belmagasságú, konvekciósan fűtött helyiségek egyenlőtlen függőleges hőmérséklet-eloszlásából adódó alsó hideg légréteg ellensúlyozására alkalmazzák
 - égtájpótlék: az égtájpótlékkal a napsugárzási eltéréseket vesszük figyelembe a különböző fekvésű falfelületeken

Mesterséges szellőztető- és légfűtő berendezések

- Friss levegővel üzemelő szellőzés, légfűtés kialakítása
 - Egyes szellőztetett terekben gyakran szabadulnak fel olyan egészségre káros anyagok, amelyek miatt a teljes szellőző levegő mennyiséget a helyiségbe kell fűjni, a külső hőmérséklettől függetlenül a kívánt hőmérsékletre felfűtve. A szellőztetett tér hőigényét a felfűtött, befűjt levegő biztosítja. A levegő által leadott hőmennyiség: $Q=V \times \rho \times (i_s - i_i)$. Ebből a szellőző levegő hőtartalmát meghatározva, a levegő hőmérsékletét táblázatból meghatározhatjuk. Az előírt értékek, amelyeket a számításoknál figyelembe kell venni:
 - télen: $t_a = -15^\circ\text{C}$
 - nyáron: $t_a = 30^\circ\text{C}$
- Kevert levegővel üzemelő szellőzés, légfűtés kialakítása. Egy ventilátor beépítése esetén, két ventilátor beépítése esetén
 - ha a helyiségben kevés a szennyezőanyag, gazdaságosabb megoldás a kevert levegővel üzemelő szellőzés. A helyiségbe befűjt levegő a külső és a belső levegő keveréke, ez a keverék zsalukkal szabályozható. A friss levegő mennyiségének annyinak kell lennie, hogy a felszabaduló kis mennyiségű szennyezőanyag ne tudjon feldúsulni. Kisebb szellőzőrendszerekben gyakran csak egy ventilátort alkalmaznak, ekkor a friss levegővel azonos térfogatú légmennyiség a túlnyomás hatására távozik a helyiségből. Két ventilátoros megoldásnál a helyiségben légköri nyomás uralkodik, mert a bevezetett friss levegővel azonos térfogatú légmennyiséget a másik ventilátor elszívja.
- Mindkét rendszer friss és kevert levegős esetében a szellőztető levegő mennyiségének meghatározása
 - Az alapképletből kiindulva: $Q=V \times \rho \times (i_s - i_i)$
 - friss levegősnél: $V=Q/ \rho \times (i_s - i_i)$
 - kevert levegősnél: $V=Q/ \rho \times (i_s - i_k)$

Hőszükséglet számítás

- Méretezési alapadatok: $Q = A \times k \times (t_b - t_k)$ [W]
 - Q – az át bocsátott hőteljesítmény vagy hőáram (W)
 - A – a felület (m^2)
 - k – hőátbocsátási tényező (W/m^2K)
 - t_b – a helyiség belső hőmérséklete
 - t_k – a külső hőmérséklet
- Hőérzeti helyesbítések:
 - szélpótlék: a szélpótlék alkalmazásának célja a szél hatására bekövetkező légcserre (filtráció) hűtőhatásának ellensúlyozása
 - felfűtési pótlék: a szakaszos fűtésű épületek üzemszüneteiben bekövetkező lehűlést ellensúlyozzuk
 - kürtőhatás pótlék: közép- és magas épületeknél a lépcsőház kürtőhatása következtében megnövekvő természetes légcserre hűtőhatását ellensúlyozzuk
 - belmagasság pótlék: nagy belmagasságú, konvekciósan fűtött helyiségek egyenlőtlen függőleges hőmérséklet-eloszlásából adódó alsó hideg légréteg ellensúlyozására alkalmazzák
 - égtájpótlék: az égtájpótlékkal a napsugárzási eltéréseket vesszük figyelembe a különböző fekvésű falfelületeken

Hővisszanyerés

- Hővisszanyerő berendezések kialakítása, működési elve
 - törekedni kell arra, hogy a távozó levegővel elszállított hőmennyiséget valamilyen módon hasznosítsuk. Ezek típusai:
 - keresztáramú hőcserélő. Jó hatásfokú, de -5°C alatt deresedés indul meg a lemezek között, ezért folyamatos üzemre csak leolvasztó berendezéssel együtt alkalmazható.
 - forgódobos töltetes hővisszanyerő. Lassan forgó dob melynek egyik felén a friss, másik felén az elszívott, távozó levegő áramlik. Ez utóbbi felmelegíti a dobban lévő töltetet, amely folyamatosan továbbfordulva előmelegíti a friss levegőt. Különösen nagy páratartalmú levegőnél alkalmazható előnyösen.
 - közvetítő közeges hővisszanyerő: A friss és a távozó levegő csatornájába egy-egy hőcserélőt építenek. A hőcserélők között folyadék kering, mely szállítja a távozó levegő által leadott hőmennyiséget a friss levegő előmelegítéséhez.
- Hővisszanyerő berendezések hatásfoka
 - légfűtő berendezéseknél a hőhasznosítóval elért hőteljesítmény megtakarítás értéke télen a legnagyobb. A megtakarítás az a hőteljesítmény, amely a levegő pl. -15°C -ról 5°C -ra való melegítéséhez szükséges lenne. Így kisebb teljesítményű kalorifer beépítése is lehetővé válik. $Q=V \times \rho \times (i_r - i_a)$
- Hőszivattyúk
 - A hűtőszekrény elv megfordítottjához hasonlítható. Elvonja a hőt a külső tértől és leadja a belső térnek. A hőszivattyúzáshoz hajtóenergiára van szükség, mert a hő önmagától csak a melegebb tér felől a hidegebb felé képes áramlani.
Működése:
 - az elpárologtatóban megvalósul a hűtőközeg elgőzölögtetése, az ehhez szükséges energiát a környezettől vonja el
 - a kompresszor áramoltatja a közeget, ezáltal nyomást ad neki
 - kondenzátorban a fűtési rendszer hőhordozó közegével kerül kapcsolatba, így hőjét leadva kondenzálódik
 - ezután az expanziós szelepen keresztül ismét az elpárologtatóba kerül
 - hőforrás lehet: levegő, talaj, felszíni víz, esetleg talajvíz

Fűtőtest hőleadók

- Hőleadók feladata, elhelyezkedésükre vonatkozó szabályok: feladatuk a helyiségben megfelelő hőleadás
 - kialakításuk:
 - hőhordozó közeg szerint: víz, gőzfűtésűek
 - anyaguk szerint:
 - öntöttvas: víz, gőz
 - acéllemez: víz
 - alumínium: víz, gőz
- Csőfűtőtestek ismertetése:
 - sima csőfűtőtestek:
 - csőkiágások: kialakításuk egy szálból hajlítva; alkalmazásuk padlófűtés, mellékhelyiségek
 - csőregiszterek: egymás mellett elhelyezett csőszálakból áll. Lehetnek egyszásalás vagy többszásalásak. A többszásalásak két végükön osztó ill. gyűjtő csőből állnak. Alkalmazásuk mellékhelyiségekben. Szerelésük konzolra ill. bilincsel kibukás ellen
 - bordás csőfűtőtestek: a bordázat célja a fűtőfelület növelése. A bordázat felvitele szempontjából lehet:
 - lamellás: kör v. négyszög alakú lamellákat a cső tengelyére merőlegesen helyezik el
 - spirálbordás: melyet a cső tengelyére merőlegesen csévélnek fel
- Csőfűtőtestek méretezése:
 - felület: $A = Q/k \times \Delta t$ [m^2]
 - $\Delta t = (t_e + t_v)/2 - t_b$
 - hőátbocsátási tényező átszámítása:
 - melegvízre: $k = k_n \sqrt[4]{\Delta t/60}$
 - gőzre: $k = k_n \sqrt[4]{\Delta t/80}$
 - csőhossz: $l = A/A_f$
 - A : a szükséges fűtőfelület [m^2]
 - A_f : az 1 m hosszú cső felülete [m^2/m]

Szellőző levegő mennyiségének meghatározása

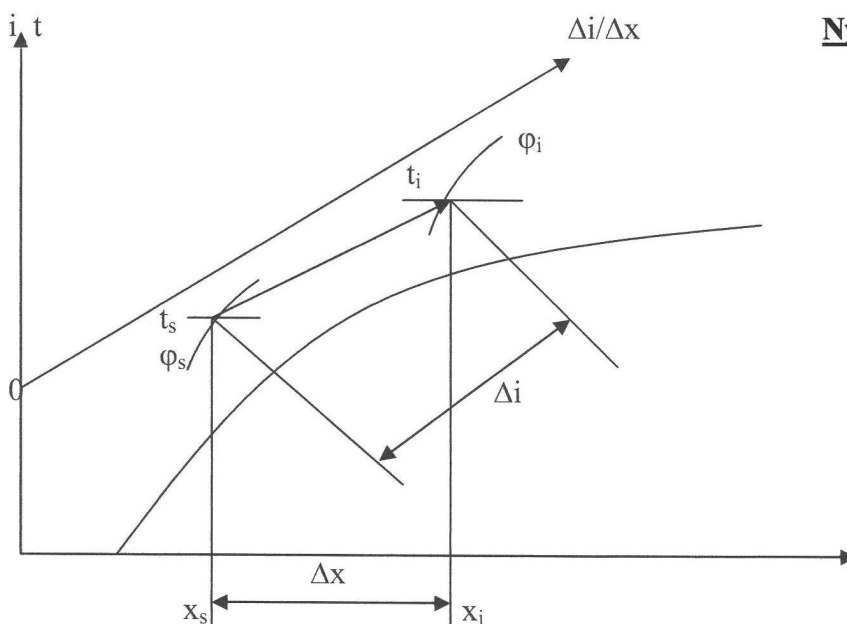
- Nedvességmérleg alapján
 - ahol jelentősebb mennyiségű vízgőz kerül a levegőbe a szellőző levegő mennyiségét a hő- és nedvességmérleg alapján kell meghatározni.
 - emberek nedvesség leadása: $X_e = z \times x_{1e}$ [g/h]; z: a helyiségben tartózkodó emberek száma; x_{1e} : egy személy nedvességleadása [30-40 g/h]
 - nedves felületek párolgása: $X_{viz} = \beta \times A \times (p_{vgt} - p_g) \times 2,8 \times 10^{-7}$ [kg/s]; $\beta = 0,17 + 0,13 \times v$ [g/m²×h] ahol v: a levegő áramlási sebessége a víztükör felett; p_{vgt} : vízgőz telített nyomása, a párolgó víz hőmérsékletével megegyező hőmérsékletű telített gőz nyomása Pa-ban ; p_g : a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása. A helyiség nedvességmérlege: $X_\delta = X_e + X_{viz}$
- Szennyezőanyag koncentráció alapján
 - a szennyezőanyag eltávolításának legegyszerűbb módja a keletkezés helyén való elszívás, de ez nem mindig megoldható. A térbe jutó szennyezőanyag csak olyan koncentrációban lehet jelen, amely az emberi szervezetre nem ártalmas. A szennyezőanyag levegőben megengedhető koncentrációja szempontjából két értéket különböztetünk meg:
 - ÁK: egy műszakra vonatkozó megengedett átlagkoncentráció. Úgy határozzák meg, hogy az ennek kitett emberi szervezetben még évtizedeken keresztül se jöhessen létre egészségkárosodás.
 - CK: a rövid ideig megengedhető legnagyobb szennyezettség a csúcskoncentráció. Tartós hatására már kialakulhat egészségkárosodás, ezért egy műszak alatt csak 30 percig engedhető meg.
 - általános elv, hogy a szennyezett levegőt minél nagyobb sebességgel, és minél magasabban kell kibocsátani. A befűvő és elszívó nyílások egymáshoz viszonyított helyzetét az uralkodó szélirány figyelembevételével úgy kell meghatározni, hogy a kibocsátott szennyezőanyag a beszívó nyílással ellentétesen áramoljon. A szellőző levegő legkisebb mennyisége: $V_1 = 0,28 \times K / (k - k_0)$ [m³/s] ahol
 - K – a felszabaduló szennyezőanyag g/h
 - k – a megengedhető átlagos koncentráció (ÁK) mg/m³
 - k_0 – a beszívott levegő szennyezőanyag tartalma mg/m³
 - a szellőző berendezésre vonatkoztatott műszaki előírás egy főre, normális körülmények között ülőmunka végzésekor: 20 m³/h; ha dohányoznak: 30m³/h. A térben tartózkodó emberek „z” száma alapján a friss levegő szükséges mennyisége legalább: $V = z \times V_1$ m³/s.

Fűtőtest hőleadók

- Lapradiátorok ismertetése:
 - a megfelelő profilt sajtolással alakítják ki. Jellemző a nagy felület, egyik oldalon fűtőközeg járat, a helyiség felé néző oldalon sima. Készülhet 1 illetve 2 soros kivitelben, konvektorlemezzel vagy anélkül. Méretezésük: katalógusból
- Tagos radiátor ismertetése:
 - öntöttvas tagos: a szükséges fűtőfelületet a megfelelő számú tagok összeszerelésével hozzák létre. Az egyes tagok összeszerelése az alul-felül elhelyezkedő jobb és balmenetes közcsavarokkal történik. Jellemző méretek: közcsavartáv vagy magassági méret; szélességi méret vagy oszlopszám.
 - acéllemez tagos: az öntöttvashoz képest nem törik, nem reped, hegesztéssel javítható, olcsó viszont korrodál és csak melegvízre alkalmazható. Itthon 3 és 4 oszlopos kivitelben készítik. A tagokat acéllemezből sajtolva, féltagonként gyártják, majd vonalhegesztéssel kötik össze. 3-20 tagig hozzák forgalomba.
 - alumínium tagos: esztétikus, hosszú élettartam magasabb hőmérsékletet és nyomást bír ki, kicsit drágább
 - méretezésük:
 - felület: $A = Q/k \times \Delta t$ [m²]
 - $\Delta t = (t_e + t_v)/2 - t_b$
 - hőátbocsátási tényező átszámítása:
 - melegvízre: $k = k_n \sqrt[3]{\Delta t/60}$
 - gőzre: $k = k_n \sqrt[3]{\Delta t/80}$
 - tagszám: $z = A/A_f$
 - A : a szükséges fűtőfelület [m²]
 - A_f : egy tag fűtőfelülete [m²/tag]
 - rendelkezésre állnak még táblázatok ill. nomogramok közvetlen kiválasztáshoz
- A radiátorok hőátbocsátási tényezőjének korrekciója, korrekció szükségessége:
 - A radiátorok hőátbocsátási tényezője függ:
 - a radiátor anyagától
 - a hőhordozó közegtől
 - a közcsavar távolságtól
 - az oszlopszámtól
 - a hőmérséklet különbségtől
 - a tagszámtól
 - a hőmérséklet különbségtől való függőség miatt, a táblázatból vett normálesetre vonatkozó értékeket át kell számolni. Az átszámításhoz alkalmazott összefüggések:
 - melegvízre: $k = k_n \sqrt[3]{\Delta t/60}$
 - gőzre: $k = k_n \sqrt[3]{\Delta t/80}$

Szellőző levegő állapotváltozása a helyiségben télen és nyáron i-x diagramon bemutatva

- Szellőzőlevegő mennyiségének meghatározása
 - hőterhelés
 - hő- és nedvességmérleg
 - megengedhető szennyezőanyag-koncentráció alapján
- Nyári és téli levegőmennyiségek vizsgálata
 - Téli
 - a levegő akkor képes a helyiséget fűteni, ha a helyiség hőmérsékleténél magasabb hőmérsékleten vezetik be. A levegő nedvességet akkor von el, ha relatív nedvességtartalma alacsonyabb a helyiségben előírt légállapothoz képest.
 - a levegő által leadott hőteljesítmény: $Q=V \times \rho \times \Delta i$. Ezzel a levegő hőtartalma az állapotváltozás során csökken, tehát az állapotváltozás a levegő számára hőelvonást jelent.
 - a felvett nedvesség mennyisége: $X=V \times \rho \times \Delta x$. Az állapotváltozás iránytangensét a két egyenlet hányadosa adja. Ennek számlálója a levegő hőtartalom csökkenése miatt negatív, nevezője pedig a nedvességfelvétel miatt pozitív: $\Delta i / \Delta x = -Q / X$.
 - A $\Delta i / \Delta x$ értékének ismeretében a szellőző levegő adatai az i-x diagrammból meghatározható. A számítás során a közérzeti szempontok alapján vesszük fel a t_s befűvési hőmérsékletet. A szellőző levegő $t_{száraz}$ vonala és a $\Delta i / \Delta x$ vonal metszéspontja jelöli ki a keresett légállapotot. Az itt leolvasott i_s értékkel számolva a szellőző levegő szükséges mennyisége: $V=Q / \rho \times (i_s - i_i)$.
 - Nyári
 - a téli állapotváltozáshoz képest a különbség csak annyi, hogy a tér hűtése során a levegő hő vesz fel, tehát mind hőtartalma, mind nedvességtartalma nő. A $\Delta i / \Delta x$ értéke pozitív.
 - A téli és a nyári állapotra kapott különböző mennyiségű levegő közül a nagyobbat vesszük figyelembe



Nyári állapotváltozás

Tüzeléstechnika

- Tüzelőanyagok csoportosítása:
 - természetes:
 - szilárd: kőszén, barnaszén
 - cseppfolyós: kőolaj
 - légnemű: földgáz
 - mesterséges:
 - szilárd: koks
 - cseppfolyós: gázolaj, benzin
 - légnemű: kamragáz, generátorgáz
- Tüzeléstechnikai alapfogalmak:
 - gyulladási hőmérséklet: az a hőmérséklet, melyen az anyag gyújtólánggal való beavatkozás nélkül meggyullad.
 - égéshő (felső fűtőérték): 1 kg tömegű szilárd v. folyékony, ill. 1 m³ térfogatú (fizikai normálállapotú) légnemű tüzelőanyag elégetésekor felszabaduló összes hőmennyiséget égéshőnek nevezzük. Jele: H_f [kJ/kg; kJ/m³]
 - fűtőérték: az alsó fűtőérték az a hasznosítható hőmennyiség, ami 1 kg tömegű szilárd v. folyékony, ill. 1 m³ térfogatú (fizikai normálállapotú) légnemű tüzelőanyag elégetésekor felszabadul. Jele: H_a [kJ/kg; kJ/m³]
 - tökéletes égés: az égés akkor tökéletes, ha sem a füstgázokban, sem az esetlegesen visszamaradó szilárd égéstermékekben nincs éghető anyag
 - nem tökéletes égés: ha kevesebb a levegő az égéshez szükségesnél, akkor a felbomlott vegyületek nem tudnak elégni, ezért a kéményen keresztül gáz és korom formájában távoznak. A pernye a túl erős huzat által elragadott szénrészecske, mely szintén elégetlenül távozik a kéményen.
 - gazdaságos tüzelés: gazdaságos tüzelésről akkor beszélhetünk, ha az égés során változtatnánk az adagolt levegő mennyiségét, mindig a szükségeset adva. Kézi adagolású berendezésekkel ez nem megvalósítható, marad a folyamatos tüzelőanyag adagolás. Így a tüztérben egyszerre van jelen a kiégető és a kigázosító fázis is.
- Levegőszükséglet meghatározása:
 - Elméleti levegő mennyiség (Rosin-formula): függ a tüzelőanyagtól, fűtőértéktől. L_e – értéke megmutatja, hogy 1 kg szilárd, folyékony v. légnemű tüzelőanyag elégetéséhez elméletileg hány m³ levegő szükséges (0 °C-ra vonatkoztatva). $L_e = b_1 \times H_a / 4190 + b_2$ [m³/kg; m³/m³]
 - Tényleges levegőmennyiség: értéke nagyobb az elméleti levegőmennyiségnél, mert nem tudjuk biztosítani a levegő és a tüzelőanyag tökéletes keveredését. Az égés annál jobb, minél több a levegő, azaz minél nagyobb légfelesleggel (n) tüzelünk. „n”-értékei: gáznál: 1.1-1.2; olajnál: 1.2-1.3; szilárd tüzelésnél: 1.4-2.5. $L_t = L_e \times n$ [m³/kg; m³/m³]
- Keletkező füstgázmennyiség meghatározása:
 - Elméleti füstgázmennyiség: az elméleti füstgázmennyiség megmutatja, hogy a tüzelőanyag elégetése során 0 °C-on, hány m³ füstgáz keletkezik. $V_e = b_3 \times H_a / 4190 + b_4$ [m³/kg; m³/m³]
 - Tényleges füstgázmennyiség: értéke megmutatja, hogy az elméletinél annival több mennyiség keletkezik, amennyivel a tényleges levegőmennyiség több, mint az elméleti levegőmennyiségnél. $V_t = V_e + L_e \times (n-1)$ [m³/kg; m³/m³]; $V_{t0} = B \times V_t$ [m³/s]; $V_{x^{\circ}C} = V_0 / T_0 \times T_2$ [m³]

Szellőztető rendszerek áramlási méretezése I.

- Légszűrő keresztmetszetének meghatározása felvett sebesség alapján
 - a légszűrő keresztmetszetét a szállítandó levegő és a megengedhető sebesség figyelembevételével kell kiszámítani. A térfogatáram és a sebesség ismeretében a légszűrő keresztmetszete: $A=V/v$. A sebesség növekedésével nő a zajhatás és a rendszer ellenállása, ezért a sebesség 15-20 m/s felett nem lehet. A kialakult gyakorlat szerint a következő sebességeket szokták felvenni:
 - elosztó gerinccsatorna: 6-10 m/s
 - ágvezeték: 4-6 m/s
 - befúvónyílás: 1-2 m/s
 - A négyzetes csatornák felületét úgy célszerű kialakítani, hogy a hosszabb és a rövidebb oldal aránya 1,5:1 arányt lehetőleg ne haladja meg.
- Egyenértékű átmérő értelmezése, meghatározása
 - Egyenértékű átmérő: két tetszőleges alakú csatornában az áramlási viszony és az áramlási veszteség azonos, ha azok hidraulikai sugara megegyezik és bennük az áramlási sebesség egyenlő
 - R_h – hidraulikai sugár, mely egyenlő az áramlási „A” keresztmetszet és az áramló közeggel súrlódó „K” terület hányadosa.
 - kör keresztmetszetnél: $R_h=A/K= d^2\pi/4 / d\pi = d/4$. A tényleges átmérő tehát a hidraulikai sugár négyszerese: $d=4\times R_h$
 - szögletes csatornánál előbb meg kell határozni a hidraulikai sugarat, majd ennek négyszeresét véve megkapjuk az egyenértékű átmérőt.
 - négyzet keresztmetszetnél: $d_c=4a^2/4a= a$
 - téglalapról: $d_c= 4ab/2(a+b)=2ab/a+b$

Tüzeléstechnika

- Égés feltétele, tökéletes és tökéletlen égés:
 - Égés feltétele: éghető anyag, oxigén, valamint a megfelelő hőmérséklet elérése, melyen az égés megindulhat
 - Tökéletes égés: az égés akkor tökéletes, ha sem a füstgázokban, sem az esetlegesen visszamaradó szilárd égéstermékben nincs éghető anyag
 - Tökéletlen égés: ha kevesebb a levegő az égéshez szükségesnél, akkor a felbomlott vegyületek nem tudnak elégni, ezért a kéményen keresztül gáz és korom formájában távoznak. A pernye a túl erős huzat által elragadott szénrészecske, mely szintén elégetlenül távozik a kéményen.
- Füstgáz összetétele: szén-dioxid (8-10%); kén-dioxid; nitrogén (kb.80%); oxigén; vízgőz
- Gazdaságos tüzelés: gazdaságos tüzelésről akkor beszélhetünk, ha az égés során változtatnánk az adagolt levegő mennyiségét, mindig a szükségeset adva. Kézi adagolású berendezésekkel ez nem megvalósítható, marad a folyamatos tüzelőanyag adagolás. Így a tűztérben egyszerre van jelen a kiégető és a kigázosító fázis is.
- Milyen környezeti károsodást okoz a tökéletes és milyen a tökéletlen égés:
 - tökéletes égésnél a füstgáz alkotórészei:
 - szén-dioxid > szénsav > savas eső
 - kén-dioxid > vízgőzzel keveredve kénessav > savas eső, korrodáló hatás a kazánban
 - nitrogén
 - oxigén
 - vízgőz
 - tökéletlen égésnél a füstgáz alkotórészei:
 - a tökéletes égés alkotóin felül:
 - hidrogén > H₂O > a kémények falát károsítja a kén-dioxiddal keveredve
 - szén-monoxid > színtelen, szagtalan, a vérben található oxigént szállító haemoglobinhez kötődve fulladásos halált okoz
 - nitrogén > túl nagy hőmérsékletű égésnél nitrogén-oxid, mely mérgező
 - szénhidrogén-vegyületek
 - korom
 - pernye
 - szállóhamu

Szellőztető rendszerek áramlástani méretezése

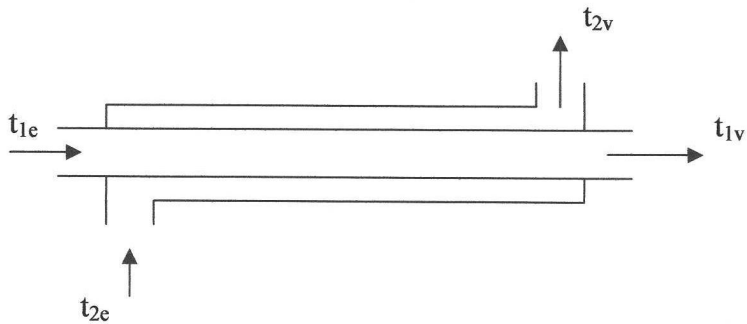
- Légszűrő áramlástani ellenállása (súrlódási és alak ellenállás)
 - a nyomásvesztés a súrlódási és alak ellenállások összege:

$$\Delta p_v = \lambda \times l / d_e \times \rho / 2 \times v^2 + \xi \times \rho / 2 \times v^2$$
 - az egyenes vezeték súrlódási ellenállása: $s = \lambda \times l / d_e \times \rho / 2 \times v^2$
 - az idomok alak ellenállása: $z = \xi \times \rho / 2 \times v^2$. Az idomok alak ellenállási tényezőjében a súrlódási veszteségük is szerepel, így ezzel külön nem kell számolni.
 - ha a szűkítő v. bővítő idom négyzetes keresztmetszetről kör keresztmetszetre vált, az alak ellenállás tényező értékét át kell számolni: $\xi = 0,47 \sqrt{tga/2 \times A/a}$
 - Az áramló levegő sebességének négyzetével nő a súrlódási és az alak ellenállás értéke, ezért a jelentős ellenállást képező zsalukon, rácsokon, szűrőkön csak kis áramlási sebességet engedhetünk meg. Kivételt képeznek ez alól a légfűtő-légűtő elemek, amelyekben a jó hőátbocsátási tényező értékének eléréséhez 6-8 m/s bordák közötti sebesség szükséges.
- Egyenértékű csőátmérő értelmezése, meghatározása
 - Egyenértékű átmérő: két tetszőleges alakú csatornában az áramlási viszony és az áramlási veszteség azonos, ha azok hidraulikai sugara megegyezik és bennük az áramlási sebesség egyenlő
 - R_h – hidraulikai sugár, mely egyenlő az áramlási „A” keresztmetszet és az áramló közeggel súrlódó „K” kerület hányadosa.
 - kör keresztmetszetenél: $R_h = A/K = d^2 \pi / 4 / d \pi = d/4$. A tényleges átmérő tehát a hidraulikai sugár négyszerese: $d = 4 \times R_h$
 - szögletes csatornáknál előbb meg kell határozni a hidraulikai sugarat, majd ennek négyszeresét véve megkapjuk az egyenértékű átmérőt.
 - négyzet keresztmetszetenél: $d_e = 4a^2/4a = a$
 - téglalapról: $d_e = 4ab/2(a+b) = 2ab/a+b$

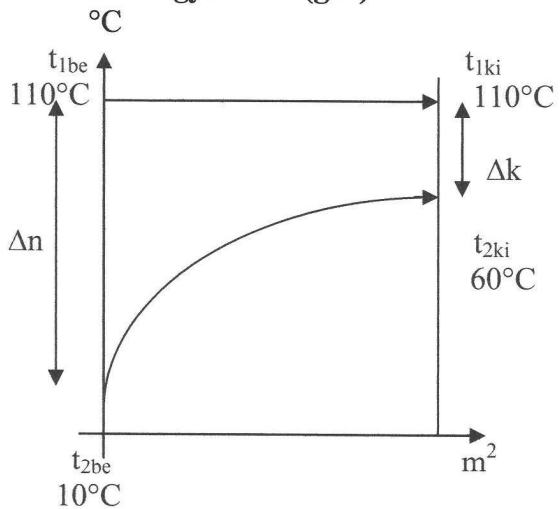
Hőcserélők

- Hőcserélők feladata, fajtái, szerkezeti kialakításuk
 - feladata: a nagyobb hőmérsékletű közeg hőátadással felmelegíti a kisebb hőmérsékletű közeget. A közvetett hőcserélőben a két közeg nem érintkezik egymással.
 - fajtái:
 - egyáramú: csak az egyik közeg hőmérséklete változik
 - kétáramú: mindkét közeg hőmérséklete megváltozik
 - szerkezeti kialakításuk:
 - következő esetekben alkalmazzák:
 - távhőellátással gőz v. forró víz áll rendelkezésünkre és az épület melegvíz fűtését 90/70-es rendszerrel akarjuk megoldani
 - 90/70-es melegvízfűtés áll rendelkezésre, mellyel fűtés ill. használati melegvíz ellátást akarjuk megoldani
 - valamely hulladékhő hasznosítását (hűtővíz hője) használjuk fel központi fűtésre
 - típusai:
 - építőelemes: az építőelemes hőcserélőnél a meleg ill. forró víz hőleadó közegnél, a hőleadó a csövekben, a hőfelvevő a köpenyben áramlik. Gőzfűtésnél helyesebb az áramlási irányokat megfordítani. Tetszés szerinti elemekből lehet összeállítani, két féle kapcsolásban sorosan ill. párhuzamosan. 16 bar üzemi nyomással készítik, a hőátadás intenzitását egyrészt a kapcsolási mód, másrészt a közepes hőmérséklet különbség, ill. a hőátbocsátási tényező szabja meg.
 - SKR-X: ennek a berendezésnek a kialakítása jobb és balmenetes csavarvonalas barázdával ellátott csövekből áll. A hengeres köpenyben alul-felül rozsdamentes elosztó van, alul vezetjük be a fűtőközeget mely áthaladva a csövek belsejében, hőjét leadja és felül távozik az elosztón. A hőcsere folyamata a csőfalon keresztül, kívülről befelé játszódik le. Az elérhető hőm. 50 °C.
 - FÉG-SPIREC: a fűtőfelület kialakítása zég-zugos. 95-350 l/p mennyiséget tud 55 °C-ra felfűteni. A szendvicslemez nagysága a köpeny magasságától és átmérőjétől függ, 1-5 m² között lehet. Fűtőközeg lehet gőz v. melegvíz. A két készüléknek nagy az ellenállása.
 - lemezes hőcserélő: egymás mögé elhelyezett síklemezből áll, ezekben a lemezekben halszálkás benyomásokat készítenek, ezzel befolyásolva az áramlási irányt.
 - Közegáramlás iránya szerinti csoportosításuk, a készüléken belüli hőátadási jelenség ismertetése hőmérséklet diagram alapján
 - A közegáramlás iránya szerint lehet:
 1. egyenáramú
 2. ellenáramú
 3. keresztáramú

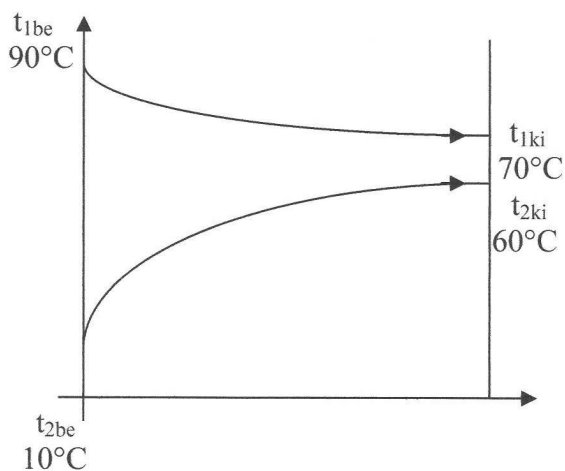
1. Egyenáramú hőcserélők



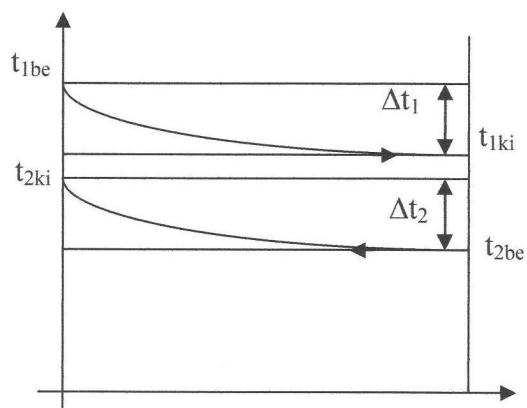
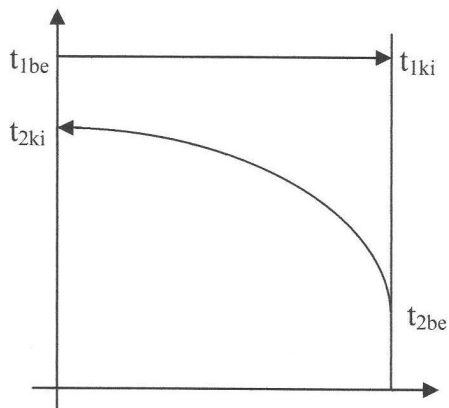
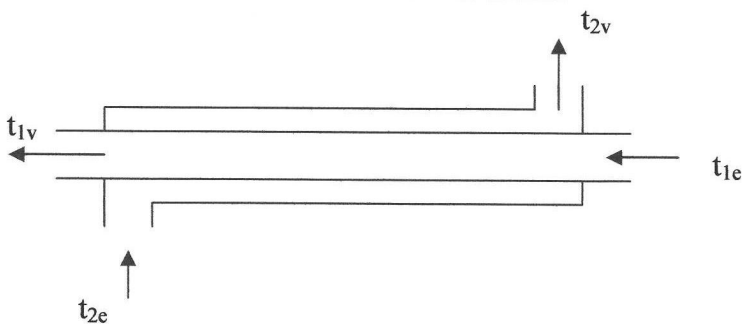
Egyáramú (gőz)



kétáramú (m.víz)



2. Ellenáramú hőcserélők



- Vízérték fogalma:
 - közegek térfogatáramainak, valamint hőmérséklet különbségeinek aránya fordított. Nagyobb mennyiségű melegvíz, a kisebb mennyiségű hideg vizet jobban fel tudja melegíteni. $Q_{fel}=Q_{le}=m_1 \times c_1 \times \Delta t_1 = m_2 \times c_2 \times \Delta t_2 \gg$
 $V_1 \times \rho_1 \times c_1 \times \Delta t_1 = V_2 \times \rho_2 \times c_2 \times \Delta t_2 \gg V \times \rho \times c = W$ (vízértékszám)
 $W_1 \times \Delta t_1 = W_2 \times \Delta t_2 \gg W_1/W_2 = \Delta t_2/\Delta t_1$
 $W_1 > W_2$ - a görbe alulról homorú
 $W_1 = W_2$ - párhuzamos
 $W_1 < W_2$ - alulról domború
- Hőcserélők méretezési elvei:
 - fűtőfelület alapképlete: $A = Q / k \times \Delta t_k$
 $\Delta t_k = \Delta_n - \Delta_k / \ln (\Delta_n / \Delta_k)$
 - építőelemes hőcserélőnél: $A = 1.1 \times Q(1 + P_{cs}) / k \times \Delta t_k$
 1.1 – hőátbocsátási tényező romlása miatti tényező
 P_{cs} - csővezeték hővesztesége miatti pótlék

Ventilátorok

- Főbb típusai, jellemzői
 - áramlási és szerkezeti szempontból a ventilátorokat két fő csoportba osztjuk:
 - radiális átömlésű v. centrifugál ventilátorok
 - alkalmazási területük: ott alkalmazzuk ahol a légnemű közeget nagy nyomáskülönbség ellenében kívánjuk szállítani
 - axiális ventilátorok
 - alkalmazási területük: kis nyomásemelkedés, és nagy légmennyiség szállításra van szükség
- Axiál és radiál ventilátor kialakítása, jelleggörbéje, szabályozása
 - Radiál ventilátor kialakítása
 - kialakítása: a járókerékhez a levegő a szívócsonkon át a tengellyel párhuzamosan érkezik, majd a járókerékben a tengelyre merőleges síkba terelődik. A forgó járókerékben a levegő nyomása és mozgási energiája megnő. A járókerékből kilépő levegőt a csigaház tereli tovább, és az a nyomócsonkon át távozik a ventilátorból. A centrifugális ventilátorokat a járókerék lapátozásának alakja és hajlásiránya szerint csoportosíthatjuk: sík lemezlapátos, előreahajló lapátozású, profilos lemezlapátos. Az előreahajló lapátozású ventilátor ugyanazt az emelőmagasságot és légmennyiséget kisebb fordulatszámmal képes megvalósítani, mint a hátrahajló lapátozású. A hátrahajló lapátozású járókerékkel azonban nagyobb fordulaton is halkabb üzem érhető el mint az előreahajló lapátozásúnál.
 - Axiál ventilátor kialakítása
 - kialakítása: a levegő tengelyirányból lép be, és a járókeréken áthaladva tengely irányban hagyja el a ventilátort.
 - csőaxiál ventilátor: 700-800 Pa statikus nyomásemelkedés érhető el. A ventilátorból a levegő örvénylő mozgással lép ki, ami jelentős áramlási veszteséget okoz.
 - terelőlapátos csőaxiál ventilátor: a csőaxiál ventilátor járókereke mögé terelőlapátot helyeznek el, ezzel csökkentve a kilépőoldali örvénylő mozgást, valamint a mozgásból adódó veszteséget. Ezek akusztikai szempontból is kedvezőbbek.
 - falba építhető ventilátorok: ott alkalmazzák, ahol nagy légmennyiséget egészen kis nyomás ellenében kell elszállítani.
 - Jelleggörbéik: a jelleggörbe alakja a ventilátor típusa ill. a lapátozás kialakítása szerint különböző lehet. A ventilátorok jelleggörbéit $\Delta p_0 - V$ koordináta rendszerben ábrázoljuk. Az előreahajló lapátozású ventilátor jelleggörbéjének van egy visszahajló, más néven labilis szakasza is. A csővezetéki ellenállásgörbe és a ventilátor jelleggörbéjének metszéspontja adja meg a ventilátor munkapontját, és a munkaponthoz tartozó nyomás ill. légmennyiség értékeket.
 - Szabályozásuk:
 - fojtásos szabályozás: legegyszerűbb, de leggazdaságtalanabb. A légszatórna rendszerbe szabályozó szerkezetet ill. szerkezeteket építenek be, melynek zárásával a rendszer ellenállása növekszik, a szállított légmennyiség csökken.

- fordulatszám szabályozás: a fordulatszám változtatásával veszteségmentes szabályozás érhető el, ui. a jelleggörbe minden pontja a 0 pontból kiinduló parabolán toódik el. A szabályozás történhet:
 - fokozatmentesen, tirisztoros egyenáramú hajtásoknál
 - ékszíjhajtás áttétel változtatásával
 - pólusváltós motorral
- lapátszög állítással
- perdület szabályzóval
- soros ill. párhuzamos kapcsolással
- Ventilátorok légszállításának, nyomásának és teljesítményének összefüggései a fordulatszám függvényében:
 - légszállítás – fordulatszám: $V_1/V_2=n_1/n_2$
 - nyomásemelkedés – fordulatszám: $\Delta p_{01}/\Delta p_{02}=(n_1/n_2)^2$
 - teljesítmény – fordulatszám: $P_1/P_2=(n_1/n_2)^3$

Olajtüzelés

- Tüzeléstechnikai alapfogalmak: dermedéspont; lobbanáspont; viszkozitás
 - dermedéspont: az a hőmérséklet, melyen az olaj szemmel látható mozgása a vizsgálati edény megdöntésével nem érzékelhető. Ennek jelentősége a vezetékes olajszállításnál van.
 - lobbanáspont: az a legalacsonyabb hőmérséklet, melyen az olajpára gyújtólánggal meggyújtható.
 - viszkozitás: belső súrlódás, mely hőmérsékletfüggő. A hőm. emelkedésével a viszkozitás csökken. A viszkozitás figyelembe vételével megkülönböztetünk tüzelő olajt, mely melegítés nélkül fejthető le és porlasztható. Fűtőolajt mely melegítés nélkül fejthető, de csak előmelegítéssel porlasztható.
- Tüzelő és fűtőolajok ismertetése
 - Tüzelőolaj:
 - háztartási: gázolaj származék; lakossági fűtés kiszolgálására; elpárologtatásos olajkályha, etázkazán; kényelmes, tiszta, tüzeléstechnikai szempontból előnyös
 - könnyű: az előzőhöz hasonló, de nagyobb viszkozitás, kéntartalom, adalékok; nagykonyhai berendezéseknél, terményszárítóknál, ipari kemencéknél
 - kénmentes: ott alkalmazzák ahol a füst közvetlenül érintkezik a termékkel
 - általános: ipari, kommunális hőigényekhez valamint központi fűtések olajkazanjaihoz
 - Fűtőolaj:
 - könnyű kénmentes: hazai kőolaj lepárlás maradéka (pakura)
 - könnyű kénes: importált kőolaj feldolgozásából származik
 - közép: ipari kemencékhez, esetleg kazánokhoz
 - nehéz: a legnagyobb viszkozítású, pakurából állítják elő; ipari és erőművi nagykazánokhoz
- Olajégők csoportosítása, működésük ismertetésével:
 - elpárologtató és elgázosító: kis kazánoknál, kizárólag könnyű olajok elégetésére. Az olaj egy homorú v. domború felületre folyik, ahol szétterül. A láng valamint a falak nagy hőmérséklete miatt az olaj felülete erősen párolog. A csésze falán belépő levegő keveredik az olajgőzökkel és éghető elegyet alkotva elég. Az állandó olajsintet szintszabályozós úszó biztosítja. Kézi szabályozású túszeleppel szabályozható az égőhöz folyó olaj mennyisége. Ennek kiváltására használható szobahőmérsékletről vezérelt túszelep is.
 - nyomásporlasztásos égők: a porlasztáshoz szükséges energiát olajszivattyúval fedezik, melynek egyik típusa az örvénykamrás égő. Itt a spirálisan belépő olaj örvénylő mozgást végez, melynek következtében az olaj apró cseppekre esik szét, és nagy sebességgel hagyja el a porlasztó nyílást. Ezáltal az olaj un. olajköddé válik. Az égő előnye: kis helyigényű. Hátránya: olajégő előtt szűrőt kell beépíteni.
 - levegő és gőzporlasztásos égők: a porlasztáshoz szükséges energiát részben v. egészben a porlasztóközeg –levegő v. gőz- energiája fedezi.

Legelterjedtebb a középnyomású (0.3-0.5 bar) levegőporlasztásos. A tartályból érkező olajat a szűrőn keresztül az olajszivattyú az olajszabályzóba nyomja. Innen az adagolószivattyún keresztül a légkompresszorba jut, ahonnan olaj-levegő emulzióként halad a leválasztóba. Az ide kerülő keverék a külső csövön jut az égőhöz, míg a többi a belső csőben áramlik oda. Az égő többi része ua. mint az előző. Előnye, hogy az olaj viszkozitására nem érzékenyek. Hátrányuk: zajos, drága, kényes üzem.

- forgóserleges égők: a porlasztás centrifugális erő hatására jön létre, úgy hogy a szivattyú az olajat egy gyorsan forgó csőbe szállítja, innen az olaj egy kúpos felületre érkezik és olajfilmet hoz létre. A másodlagos levegő atmoszféricusan jut az égőhöz.
- Olajkazánok kialakítása, üzemeltetése
 - Kialakítása:
 - KOMFORT-kazán: melegvízre és gőzre is alkalmas. Anyaga öntöttvas, tagonként összerakható. A tűzteret egy víztér veszi körül, és kettős kúpos közhüvellyel szerelik össze. További típusok: UNIFER, OPTICAL, VARIATERMA (acéllemez melegvíz-kazán, használati m.vizet is előállít)
 - Üzemeltetése: a tárolóból a napi tartályba emelik az olajat, motoros v. kézi szivattyúval. A tartályt égőtől min. 2 m-re kell elhelyezni. A következő csatlakozások találhatók rajta: töltővezeték, légvezeték, túlfolyó és ürítő vezeték, szolgálati vezeték, valamint felülről a szivattyút szabályzó NIVOCONTROL. a kazánhoz vezető szolgálati vezetékben egy elzáró, egy hőhatásra záró szelep és egy szűrő található. A csőkötések lehetnek hegesztett v. karimás kivitelűek, de a szerelvények csak karimásan csatlakozhatnak. Fűtőolajjal működő berendezéseknél szükséges: begyűjtő olaj, két darab tároló ill. napi tartály, fűtőolajat ill. vezetékkel melegíteni kell.

Mesterséges szellőztető és légfűtő rendszerek

- Szellőztető rendszerek fajtái, feladatuk
 - aszerint, hogy a szellőztető berendezés a helyiség teljes levegőjét cseréli, vagy csak a tér egy viszonylag kis, elhatárolt részében hoz létre légcserét:
 - általános: olyan helyeken, ahol emberek mozognak, ill. végzik munkájukat vagy olyan terek esetén, amelyek tömegek befogadására alkalmas (színház, sportcsarnok)
 - helyi szellőztetés: nagy légtérű helyiségeknél, ahol munkavégzés csak meghatározott területeken van, vagy ipari csarnokokban, ahol a szennyezőanyag egy-egy területen szabadul fel. Leggyakoribb az elszívás. Áruházak, repterek bejáratánál általános megoldás a légfüggöny. A levegőnél könnyebb szennyezőanyag esetén elszívó ernyőt, a nehezebb szennyezőanyagnál peremelszívást alkalmazunk.
 - attól függően, hogy a készülék milyen egységből épül fel:
 - központi: központi szellőztető rendszerrel a légkezelő egységei a ventilátorral együtt- a fűtési rendszertől elválasztva- gépházba vannak telepítve.
 - egyedi: a fűtést, és a befűjtést termoventilátorral biztosítjuk, mely együttesen tartalmazza a kalorifert, a légszállító ventilátort, és a befűvő zsalut. Az elszívást tetőventilátorral oldják meg, mely egy speciális kialakítású ventilátor, amely az épületen kívül, a szellőzőkürtő végére szerelhető. A tetőventilátorok speciális alkalmazási területe nyári időszakban a természetes szellőzés kürtőiben kialakuló huzathatás fenntartása.
 - nyomás alapján osztályozva
 - túlnyomásos: ott alkalmazzák, ahol meg akarják akadályozni, hogy a környező terek felől a szellőztetett térbe levegő jusson.
 - kiegyenlített: kiegyenlített szellőzés esetén a helyiségbe bevezetett, ill. onnan elvezetett levegő mennyisége egyenlő. Ekkor a helyiségben kialakuló nyomás értéke megegyezik a külső tér nyomásával.
 - depressziós: depressziót alkalmaznak minden olyan helyiség szellőzésénél, ahol a környezetre kellemetlen, vagy mérgező anyag szabadul fel. TILOS depressziós szellőztetést alkalmazni olyan helyiségben, amelyben szilárd, olaj vagy gáz tüzelőberendezés van, és ezek füstgázai a kéményen keresztül a természetes huzat hatására távoznak. A depresszió hatására ugyanis csökken a kéményben létrejövő huzat értéke.
 - a befűjt levegő szerint
 - friss levegős: Egyes szellőztetett terekben gyakran szabadulnak fel olyan egészségre káros anyagok, amelyek miatt a teljes szellőző levegő mennyiséget a helyiségbe kell fűjni, a külső hőmérséklettől függetlenül a kívánt hőmérsékletre felfűtve. A szellőztetett tér hőigényét a felfűtött, befűjt levegő biztosítja.
 - kevert levegős: ha a helyiségben kevés a szennyezőanyag, gazdaságosabb megoldás a kevert levegővel üzemelő szellőzés. A helyiségbe befűjt levegő a külső és a belső levegő keveréke, ez a keverék zsalukkal szabályozható. A friss levegő mennyiségének annyinak kell lennie, hogy a felszabaduló kis mennyiségű

szennyezőanyag ne tudjon feldúsulni. Kisebb szellőzőrendszerekben gyakran csak egy ventilátort alkalmaznak, ekkor a friss levegővel azonos térfogatú légmennyiség a túlnyomás hatására távozik a helyiségből. Kétventilátoros megoldásnál a helyiségben légköri nyomás uralkodik, mert a bevezetett friss levegővel azonos térfogatú légmennyiséget a másik ventilátor elszívja.

- Általános szellőzések kialakítása, levegő be- és kivezetésének szabályai
 - olyan helyeken, ahol emberek mozognak, ill. végzik munkájukat vagy olyan terek esetén, amelyek tömegek befogadására alkalmas (színház, sportcsarnok)
 - a szellőztetőrendszer kialakításakor törekedni kell a szellőztetést igénylő zóna minél egyenletesebb átöblítésére. Emiatt a levegőt olyan eloszlásban kell a térbe vezetni és onnan elszívni, hogy a szennyezett levegő távozása mindenütt megoldható legyen, ne alakuljanak ki a légmozgás szempontjából holt terek. Az általános szellőzésnél a levegő-bevezetés helyét és irányát úgy kell megválasztani, hogy az télen nyáron eljusson a tartózkodási zónába.
 - abban az esetben, ha a befújt levegő hőmérséklete megegyezik a helyiség hőmérsékletével, akkor izotermikus légsugárról beszélünk. A nyíláson belépő levegő palástja mentén fokozatosan keveredik a környező levegővel, nő a közeg mennyisége és csökken a sebessége. Az emberi szervezet 0,2 m/s sebesség alatt nem érzékeli a levegő áramlását. Azt a távolságot mely a befúvó nyílástól a 0,4 m/s értéket eléri, vetőtávolságnak nevezzük. A vetőtávolság hossza valamint a sebesség alakulása függ a belépő levegő mennyiségétől, a befúvó nyílás alakjától és keresztmetszetétől. A vetőtávolságot L – el jelöljük. Kiszámítása: $L = 0,0036 \times V/A$ [m].

Szilárd tüzelésű kazánok

- Öntöttvas tagos kazánok ismertetése: a szükséges fűtőfelületet a kazántagok számával tudjuk előállítani. A kazántag tömeggyártásra alkalmas, egyszerű kezelés, kis huzatigény. Típusok: alsó égésű, felső égésű (KCSM)
 - Alsó égésű öv. kazán (MCU-4; MCU-8): víz és gőzkazán is van. A tüzelőanyag a garaton keresztül felülről jut a kazánba, majd egy kétállású széntolattyún keresztül a rostélyba. A rostélyhoz két úton jut levegő. Az elsődleges levegő a rostély alól, a pálcákon keresztül jut a tüzelőanyaghoz, és hozzá izzásba. Az égés során felszabaduló gázok a tüztérben elégnak, és az ehhez szükséges szekunder levegő a kazán egész hosszán keresztül húzódo járaton jut az égéshez. Ezeket a kazánokat lehet ikresíteni.
 - Felső égésű öv. kazán: azt jelenti, hogy a füstgáz és a levegő keverék a teljes tüzelőanyag rétegen keresztülhalad. Kisebb létesítmények fűtésére alkalmas (ovi, bölcsi). Mivel a tüzelőanyag rétegen a levegő áthalad, ezért az összes mennyiséget izzásba hozza, és a fűtőfelület jelentős része kontakt fűtőfelületté válik.
 - Szerelésük, szerelvényeik: kisebb kazánokat szerelve, nagyobbakat helyszínen összeállítva. Az előre elkészített, szögacél kerettel valamint a kazánnak megfelelő hosszúságú acéllemez lappal ellátott alapra helyezük a tagokat. Először a hátlapot szereljük össze, majd a közhüvellyel ellátott kazántagokat egymás mellé állítva kazánpréssel összehúzzuk. A homloklap elhelyezése után elhelyezzük az ankercsavart.
- Acéllemez kazánok ismertetése (TOGYA; DUCA; SIMPLEX; KARBOROBOT): kisebb hőteljesítménnyel rendelkeznek. Melegvízre alkalmazhatóak, szilárd és olajtüzeléssel.
 - kialakításuk: Kettős köpeny, belsejében vízcsövekkel. Ezeket a kazánokat nem méretezzük, hanem az épület összhőteljesítménye alapján, 10-20% ráadásával kiválasztjuk.
 - TOTYA: szén és olajtüzelésre is alkalmas. Kettős köpenyű, benne vízcsövekkel. Felül és oldalt hátul található az elmenő és visszatérő csomópont, mely 2"-os méretű. A felső ajtón a csőrendszer tisztítható, mögötte láthatók a vízcsövek. A középső ajtón adagolható a tüzelőanyag, itt kettős ajtó van a belső ajtó a szikrafogó. A külső ajtón található nyílás méretének változtatásával adagolható a szekunder levegő. Alul a salakoló ajtó található, ezen szabályozható a primer levegő. Darabos barnaszénrel v. brikettel fűthető. A többi acéllemez kiskazán ezzel nagyrészt megegyező kialakítású.
 - Kazánok szerelvényei: Durva szerelvényei: füstcsomópont, széntolattyú, tüzelőajtó, füstjárat tisztító ajtó, vakperem. Finom szerelvényei: vízmagasság mérő, hőmérő, töltő-ürítő csap, huzatszabályzó.
- Kazán méretezése:
 - öv. kazán (fűtőfelületre választjuk): $A = Q \times (1 + pcs) / k$
 - pcs – értéke függ a csővezetéstől: védett (szigetelt, alagsori) pcs=0.1; kevésbé védett (szigetetlen, zárt alagsori) pcs=0.15; kedvezőtlen elhelyezésű (felszálló szabadon) pcs=0.2
 - k – kazán fajlagos hőterhelése W/m^2 ; típustól függő érték: KCSM – $10400 W/m^2$; MCU 4 – 8 : $5800 W/m^2$ (vízre), $4600 W/m^2$ (gőzre)

Szellőző levegő mennyiségének meghatározása

Hőterhelés alapján: a hőterhelés két nagy csoportra osztható:

- belső hőterhelés: Q_i
 - emberi hőleadás: Q_E
 - világítási hőleadás: Q_V
 - gépek és berendezések hőleadása: Q_M
 - az anyag, ill. áru ki- és beszállításából származó hő: Q_A
 - egyéb hőforrások: Q_C
- külső hőterhelés: összetevői a napsugár és a külső hőmérséklet hatására kialakuló hőáramok
 - külső tömör határoló szerkezeteken, falakon és tetőfödemen keresztül: Q_f
 - üvegezett felületeken, nyílászáró szerkezeteken át: Q_u
- Belső hőterhelés alapján
 - emberi hőleadás: $Q_E = z \times Q_{E1}$
 - világítási hőleadás: $Q_V = P_v \times v_1 \times v_2 \times v_3$; P_v = világító testek névleges összteljesítménye; v_1 = egyidejűségi tényező; v_2 = szellőztetett lámpatestek tényezője; v_3 = világítási hőtárolási tényező 20 óra vagy ennél hosszabb világítás esetén
 - gépek és berendezések hőleadása: $Q_M = m_1 \times \Sigma P_m / \eta_m \times m_2$; m_1 = egyidejűségi tényező; P_m = motor névleges teljesítménye; η_m = közepes motorhatásfok; m_2 = motor terhelési foka
 - az anyag, ill. áru ki- és beszállításából származó hő: $Q_A = 0,28 \times m \times c \times \Delta t$
 - egyéb hőforrások: $Q_C = \Sigma A \times \alpha \times (t_i - t_{fi})$; A = meleg felület terjedelme; α = hőátadási tényező; t_i = a helyiség belső hőmérséklete; t_{fi} = a test helyiség felőli síkjának hőmérséklete
- Külső hőterhelés alapján: Q_A
 - téli hőterhelés: a klimatizált tér és a környezet közötti hőcsere, a transzmissziós hőveszteség. A helyiség hőmértékének meghatározásánál ellenkező előjellel vesszük figyelembe.
 - nyári hőterhelés: a napsugárzás okozta hőnyereség. Stacioner viszonyokat figyelembe véve $\delta = 0,5$ m falvastagságig számoljuk.
 - átlátszatlan felületen bejutó hőáram: $Q_f = A_f \times 15$; A_f = besugárzott felület (falfelület)
 - átlátszó felületen bejutó hőáram: $Q_u = A \times I \times N_u \times N_a$; A = felület; I = napsugárzás intenzitása; N_u = üvegezés naptényezője; N_a = árnyékolás tényezője
- Össz hőterhelés: $\Sigma Q = Q_A + Q_i$
- Méretezés légcsereszám alapján:
 - ha a szellőző levegő mennyiségének értéke nem határozható meg, vagy csak meghibásodás, üzemzavar esetén van rá szükség. Az ilyen terekhez a szellőző levegő mennyiségét tapasztalati úton kialakult légcsereszám alapján határozzuk meg: $V = n \times V$; V = a helyiség térfogata; n = a légcsereszám.
 - üzemszerű szellőztetés: gázüzemű kazánház, tanterem, üzemi öltöző és olyan helyeken ahol az esetlegesen keletkező szennyező anyag normális esetben nem jelentős, de feldúsulása nem engedhető meg.
 - vésszellőztetés: akkor kell gondoskodni, ha üzemzavar, meghibásodás esetén nagy mennyiségű szennyező anyag felszabadulása várható, pl. savraktár, hűtőgépház, vegyi üzem.

Szilárd tüzelésű kazánok

- Kazán hatásfokának meghatározása gőz és melegvíz hőhordozó közeg esetén
 - Kazánok hatásfoka: $\eta = Q_H / Q_B \times 100$ [%]
 - melegvíz kazán: $Q_H = m \times c \times \Delta t$; $\Delta t = t_e - t_v$; $Q_B = B \times H_a$;
 - B – óránként elégetett tüzelőanyag mennyisége [kg/h]
 - gőzkazán: $Q_H = m_g \times (i - c \times t)$; $Q_B = B \times H_a$
 - i – hőtartalom
 - m_g – gőz tömege
 - c – víz fajhője (tápvíz)
 - t – hőmérséklet (tápvíz)
- Veszteségek meghatározása:
 - rostély és salakvesztés: az a hőmennyiség, amely a rostélyon áthulló el nem égett anyagok elégetésével keletkezne. A salakvesztés az a hőmennyiség ami a salakban marad. Értékük 5 – 15% közötti.
 - sugárzási veszteség: amit a kazán a környezetének átad. 3 – 6% közötti.
 - kéményvesztés: az a hőmennyiség, amit a távozó füstgázok magukkal visznek, és a kéményen keresztül felhasználatlanul távoznak. Értéke 15- 20% közötti.
 - $V_k = m_t \times c_p \times (t_f - t_k) / H_a \times 100$ [%]
 - m_t – ténylegesen keletkező f.gáz mennyisége [kg/kg]
 - c_p – f.gáz közepes fajhője [kJ/kgK]
 - t_f – f.gáz hőmérséklete [°C]
 - t_k – kazánház hőmérséklete [°C]
 - Füstgázvesztés: az a hőmennyiség ami a füstgázokkal távozó, még éghető anyagok elégetésekor felszabadulna. Értéke általában 3 – 15% közötti.
 - $V_f = V_t \times CO \times 12640 / H_a \times 100$ [%]
 - V_t - tényleges füstgáz mennyiség [m^3 /kg]
 - CO – f.gáz szénmonoxid tartalom [m^3 / m^3]
 - 12640 – a CO alsó fűtőértéke [kJ/ m^3]
 - H_a – tüzelőanyag alsó fűtőértéke [kJ/ m^3]

11/B

Szellőző levegő állapotváltozása a klímaberendezésben I.

- i-x diagramból való adatok alapja, méretezése
 - a hazai gyakorlatban legelterjedtebb a Mollier-féle i-x diagram. Ebben a levegő – víz keverék jellemzői az abszolút nedvességtartalom és a hőtartalom függvényében vannak ábrázolva. Az értékek 1 kg tömegű nedves levegőre vonatkoznak.
- előfűtőnek: a beszívott levegő először az előfűtőn halad keresztül, ekkor a hőmérséklet növekedése miatt a levegő relatív nedvességtartalma igen kicsi lesz. Az előfűtő kalorifer szükséges teljesítménye a következő képlettel határozható meg: $Q_e = V \times \rho \times \Delta i_1$
- légnedvesítőnek: az előfűtőből a levegő a nedvesítő kamrába áramlik, ahol hőtartalom változás nélkül kialakul a szellőző levegő hőmérséklete és nedvességtartalma, mely közel azonos a befűjt levegő harmatponti értékével. A szükséges vízmennyiség meghatározása: $m_v = V \times \rho \times \Delta x$
- utófűtőnek: a nedvesítés után a levegő befűtésre szükséges hőmérsékletet az utófűtő által átadott hőteljesítménnyel éri el. Az utófűtő kalorifer szükséges teljesítménye a következő képlettel határozható meg: $Q_u = V \times \rho \times \Delta i_2$

Kémények

- Kémények feladata:
 - az égéshez szükséges levegő biztosítása a huzat révén
 - a füstgáz elvezetése
- Természetes és mesterséges huzat
 - természetes huzat: a hideg levegő sűrűsége nagyobb, mint a nagyobb hőmérsékletű füstgázé. A sűrűségkülönbség hatására a kéményen megindul, ill. állandósul az áramlás mindaddig, amíg a sűrűségkülönbség fennáll. A huzat nagysága a kémény kialakításától és a füstgáz hőmérsékletétől függ. A füstgáz hőmérsékletét emelve növekszik a huzat értéke, de csökken a tüzelés hatásfoka a nagy füstgázvesztés miatt. $H = h_k \times g \times (\rho_1 - \rho_{fg})$ [Pa]
 - mesterséges huzat: ha a természetes huzat kisebb a szükségesnél, akkor mesterséges huzatot létesítünk, mely lehet: füstgázelszívás; levegő aláfűvés
- Szilárd tüzelés esetén a füstgázelszívás és levegő aláfűvés
 - füstgázelszívás: a ventilátort a kémény és a kazán közé építik be. A füstgáz két úton jut a kéménybe: ha hideg van elég a saját huzat, ilyenkor a ventilátor előtt lévő füsttolattyút elzárják és a természetes huzat érvényesül. Ha a külső levegő melegedik, a füsttolattyút kinyitják és a ventilátor elszívó hatása érvényesül.
 - levegő aláfűvéssel: akkor alkalmazzák, ha a huzat igény megnövekszik, melynek oka a rostély v. a tüzelőanyag réteg ellenállásának megnövekedése. Ekkor a ventilátorral a levegőt olyan nyomással továbbítják, ami elég a rostély és a tüzelőanyag ellenállásának legyőzésére.

Porleválasztás

- Por fogalma, fajtái. Össz- és frakcióortalanítási fok
 - Por fogalma: a levegő különböző méretű és anyagú lebegő anyagokat tartalmaz, melyek közül a 100 µm alattiakat poroknak nevezzük. Ezek kis ülepedési sebességük miatt, viszonylag sokáig lebegnek a levegőben.
 - Fajtái: mérgező porok (koncentrációját szigorú előírások tartalmazzák); semleges porok (mennyiségüket szinté korlátozni kell, a hozzájuk tapadó baktériumok és csírák miatt).
 - Összortalanítási fok: megadja, hogy a szűrő a rajta áthaladó levegőben lévő porból hány százalékot tudott eltávolítani. $\epsilon_0 = \frac{S_e - S_u}{S_e} \times 100$
 - Frakcióortalanítási fok: azt fejezi ki, hogy a szűrő az egyes szemcseméreti határok közt a pornak hány százalékát tartja vissza.
- Légszűrők kialakítása, alkalmazása (nedves és száraz szűrők)
 - Nedves szűrők: nedves szűrők esetében a poros levegő hirtelen iránytörésekkel áramlik olyan felületek között, amelyek a por tapadását elősegítő folyadékkal vannak bekenve. Típusai:
 - RASCHING-gyűrűs cellák: egy keretbe, dróthálók közé 6-8mm átmérőjű és ugyanilyen hosszúságú rézcső darabokat helyeztek, majd a cellát olajba mártották és így helyezték be a légcsatornába.
 - EXPANDÁLT LEMEZES SZŰRŐ: kis vágást készítenek a lemezbe, és a lemez húzása után a bevágás megnyílik. 4db-ot helyeznek egymás mögé, 90°-os elforgatásokkal, majd a lemezeket szintén olajba mártják. 500×500 cellán 1000 m³/h; 625×625 cellán 1500m³/h levegőt célszerű áramoltatni.
 - Száraz szűrők: csak egészen kisméretű részecskéket szűr meg.
 - Anyaguk: papír, elemi szálak halmaza, szövet
 - Típusai: tekerccszűrő, zsákos szűrő. A szövetszűrők 1 m² felületén 100-250m³/h levegő áramoltatható.
- Ciklonok és filterek:
 - Ciklonok: nagy mennyiségű, durva szemcséjű szennyeződést tartalmazó levegőt tisztít meg. Működési elve: a levegő érintőlegesen lép be a ciklon felső részén, örvénylő mozgásra kényszerül. Ennek következtében a levegőnél nehezebb szennyeződések, a centrifugális erő hatására kiválnak.
 - Multiciklonok: ciklonoknál kisebb átmérőjű, de hosszabb csővel rendelkezik. Ezeket egymás mellé párhuzamosan helyezik el.
- Filterek:
 - Elektro filterek: Erős elektromágneses térben haladnak a porszemcsék, melyek statikusan feltöltődnek, és az ellenkező töltetű felületen kicsapódnak.

Kémények

- Kémények feladata:
 - az égéshez szükséges levegő biztosítása a huzat révén
 - a füstgáz elvezetése
- Kémények méretezése szilárdtüzelés, olajtüzelés esetén: a tüzelőberendezés huzatigénye két részből tevődik össze. A kazán és a füstcsatorna huzat értékéből. A kazán huzatigényét katalógus tartalmazza.
 - A füstcsatorna ellenállása ill. huzatigénye:
 - $H_f = (\lambda \times l/d_e + \Sigma\xi) \times \rho_f / 2 \times v^2$ [Pa]
 - d_e – egyenértékű átmérő; $d_e = 4 R_h$; $R_h = A/K$; négyyszög keresztmetszetnél: $d_e = a$; téglakeresztmetszetnél: $d_e = 2ab / a + b$
 - Kémény ellenállása ill. huzatigénye:
 - $H_k = (\lambda \times l/d_e + \Sigma\xi) \times \rho_f / 2 \times v^2$ [Pa]
 - Összes huzatigény:
 - $H = H_t + H_k$. Általában az össz. huzatigény 75%-át a tüzelőberendezés, 25%-át a kémény adja.
 - Kémény magassága:
 - $h_k = H / g \times (\rho_l - \rho_{fg})$ [Pa]
 - Elméleti levegőmennyiség:
 - $L_e = b_1 \times H_a / 4190 + b_2$ [m³/kg; m³/ m³]
 - Elméleti füstgázmennyiség:
 - $V_e = b_3 \times H_a / 4190 + b_4$ [m³/kg; m³/ m³]
 - Tényleges füstgázmennyiség:
 - $V_t = V_e + L_e \times (n-1)$ [m³/kg; m³/ m³]; $V_{t0} = B \times V_t$ [m³/s]; $V_{x^\circ C} = V_0 / T_0 \times T_2$ [m³]
 - Sebesség:
 - $v = 0.1 \times h_k$ [m/s]
 - Időegység alatt eltüzelte tüzelőanyag-mennyiség:
 - $B = Q_k / H_a \times \eta$ [kg/s]
 - Kémény keresztmetszet:
 - $A = V_t / v$ [m²]
 - $A = B \times V_0 \times (273 + t_f) / v \times 273$ [m²]
 - Kémény keresztmetszet szilárd tüzelésnél:
 - $A = 1/m \times B \times m_t / \sqrt{H_k}$
 - m – tüzelőanyag és kémény méretviszonyától függő tényező
 - B – időegység alatt eltüzelte tüzelőanyag mennyiség
 - $m_t - 1$ kg tüzelőanyag elégetésekor keletkező füstgáz

Légtechnikai szerkezetek

- Kifúvó és elszívó szerkezetek
 - feladata: a légcsatornában áramló levegőt úgy kell befújni ill. az elhasznált levegőt elszívni, hogy az a teret egyenletesen átöblítse, ugyanakkor a teremben tartózkodó embereknek ne okozzon huzatérzetet.
 - fajtái, szerkezeti kialakítása, hatása a levegő áramlására
 - Szellőzőrácsok: leggyakrabban alkalmazott befúvó ill. elszívó szerkezetek. Anyaguk lehet: horganyzott acéllemez v. alumínium. Valamennyi szerkezet szerelhető: lemezcsatornából kiemelve ill. süllyesztve, fal ill. álmennyezetbe
 - Apró lamellás anemosztát: egysoros és kétsoros kivitelben készülnek. Az egysoros a levegő egyirányú, a kétsoros pedig kétirányú terelésére alkalmas. A lamellák kézzel állíthatóak.
 - Négyzetbetétes anemosztát: a légrácsbetét négyzetes elosztású szalagból van kialakítva, ami a levegőáramot a keresztmetszeten egyenletesen osztja el
 - Keretes réstolattyúk: két egymáson elmozduló perforált lemezzel alakítják ki, a perforált lemezek közül az egyik fixen rögzített a kerethez, a másik szárnyas anyával. Az egymáson elmozduló lemezekkel a befúvási keresztmetszet változtatható
 - Síkbetétes szellőzőrács: nagy mennyiségű levegő szabályozására nem használható, csak kézi irányítás
 - Élrácsok: mechanikai hatásoknak jobban ellenáll, ezért ipari létesítményeknél alkalmazzák.
 - Kiegészítő szerkezetek:
 - légrács mögé építhető szabályozózsalu: befúvó és elszívónyílások ellenállásának módosítására alkalmazhatók
 - leválasztó terelősor: a légcsatornában áramló levegő egy részét leválasztva terelik a befúvónyílás felé.
 - zászlócsappantyúk: az elszívott levegő mennyiségét szabályozzák

Gravitációs melegvízfűtések

- Gravitációs fűtés működési elve, fajtái, légtelenítése, központi és helyi megoldásai
 - Működési elve: a fűtővíz a hideg és meleg víz sűrűségkülönbségből adódó nyomáskülönbség hatására áramlik
 - fajtái:
 - alsó elosztású: az a fűtési rendszer, amelyben a fűtővíz elosztóvezetékei a legalsó fűtőtestek alatt helyezkednek el.
 - felső elosztású: az elosztóvezeték a legfelső fűtőtestek felett helyezkedik el, így a padlástérbe v. a legfelső földem mennyezete alá szerelik.
 - egyszintű (etage) fűtés: az a felső elosztású gravitációs melegvízfűtéseket, melyeknél a fűtőtestek és a kazán egy szinten helyezkednek el.
 - központi és helyi légtelenítési megoldások:
 - léggyűjtő vezeték: a tágulási tartályhoz legközelebb eső felszálló légvezeték a tágulási tartályig meghosszabbítjuk, a többi felszálló légvezeték a léggyűjtő vezetékbe csatlakozik, amit egy hurokkal kötünk össze a tartályig meghosszabbított vezetékkel
 - helyi légtelenítés légedénnyel: a felszálló vezeték a légvezetékkel meghosszabbítva be kell kötni egy varrat nélküli acélcsőből készült 2 – 3 literes edénybe. Feltöltéskor a szelepet nyitva kell tartani addig amíg a víz meg nem jelenik, majd el kell zárni. A másodlagos légtelenedésnél távozó levegő az edényben összegyűlik, és a rendszer üzemét nem zavarja. A szelep időnkénti nyitásával a levegőt ki lehet engedni.
 - automatikus légtelenítőszelep: nagy részüket a víz nyomása működteti. Beépítésüknél arra kell ügyelni, hogy felettük min. 0.1 bar nyomás legyen, mert ennél kisebb nyomásnál nem képesek lezárni.
- Lejtési viszonyok
 - elosztóvezeték: az elosztó vezeték a kazántól kiindulva folyamatosan emelkednek 3 - 5‰ mértékben
 - előremenő ágvezeték: a fűtőtest felé kell lejtene 10 - 20‰ mértékben
 - visszatérő ágvezeték: a fűtőtesttől kell lejtene 10 - 20‰ mértékben
 - gyűjtővezeték: a kazán felé kell lejtene 3 - 5‰ mértékben
- Méretezés elméleti és gyakorlati végrehajtása
 - Elméleti:
 - a melegebb (előremenő) vízoszlop nyomása: $p_1 = h_r \times \rho_e \times g$ [Pa]
 - a hidegebb (visszatérő) vízoszlop nyomása: $p_2 = h_r \times \rho_v \times g$ [Pa]
 - A két nyomás különbségének hatására áramlik a gravitációs melegvízfűtések fűtővize. Ez a hatásos nyomás: $\Delta p = h_r \times g \times (\rho_v - \rho_e)$
 - ez a nyomáskülönbség használható fel a súrlódási és alakveszteségek legyőzésére: $\Delta p = \Sigma (\lambda \times l/d + \Sigma \xi) \times \rho / 2 \times v^2$ [Pa]
 - Gyakorlati:
 - a mértékadó radiátor kijelölése. A legtávolabbi felszállón lévő legalsó radiátor.
 - a szakasz számozás elvégzése a mértékadó áramlási útvonal mentén.
 - szakaszonként hőáramok, ill. tömegáramok meghatározása

- a rendelkezésünkre álló hatásos nyomás meghatározása, mely áll a radiátor lehülésből álló hatásos nyomásból, és a csőlehülésből származó hatásos nyomás előzetesen kalkulált értékéből: $\Delta p_R = h_r \times g \times (\rho_v - \rho_e)$; $\Delta p = \Delta p_R \times (1 + p'/100)$; p' : táblázatos pótléktényező (lehülésből adódó)
- a táblázatos s' (fajlagos súrlódási veszteség) meghatározása:
 $s' = A \times \Delta p / \Sigma l$
- csőátmérő kiválasztása
- a csőátmérő és a tömegáram függvényében a veszteségek pontosítása (s'' és az áramlási sebesség kiolvasása táblázatból)
- adott szakasz teljes súrlódási veszteségének meghatározása: $s = s'' \times l$
- szakaszonkénti alaki ellenállások tényezőjének megválasztása
- szakaszonkénti alaki nyomásveszteség meghatározása (z)
- a szakasz teljes ellenállása ($s+z$)

Légcsatorna hálózat nyomásviszonyai

- A nyomásdiagram megszerkesztésének fontosabb lépései
 - a légcsatorna a benne uralkodó nyomásviszonyok alapján két részre osztható. A beszívónyílás és a ventilátor között szívás van, ez a szívott szakasz. A ventilátor és a befúvónyílás között a nyomás megnő, ez a nyomott szakasz.
 - Szívott szakasz: a levegő össznyomása a belépési ellenállás miatt csökken, és ahogy haladunk a ventilátor szívócsoncja felé egyre több alaki és surlódási veszteséget kell legyőznie. A nyomás értéke a legkisebb a ventilátor szívócsoncjánál p_{osz} .
 - Nyomott szakasz: a kilépő levegő össznyomásának a dinamikus nyomással nagyobbak kell lennie a külső tér nyomásánál, mert ellenkező esetben nem jöhetne létre kiáramlás. A legnagyobb nyomásérték a ventilátor nyomócsoncjánál van $p_{\text{öny}}$.
 - Lépései: a dinamikus nyomás értékét ki tudjuk számolni az áramló légmennyiség és a csatorna-keresztmetszet alapján. Az össznyomás a statikus és a dinamikus nyomás összege. Az össznyomásból a dinamikus nyomást levonva a statikus nyomást kapjuk. Az össznyomás vonala alatt a dinamikus nyomásnak megfelelő értékkel lejjebb megrajzolhatjuk a statikus nyomás értékét is. Az ábrából leolvasható a ventilátor által létesített Δp_{δ} össznyomás növekedés és a statikus Δp_{st} nyomásnövekedés értéke.
- Ventilátorválasztás
 - ahhoz hogy a kívánt légmennyiséget szállítsa a ventilátor, a csővezeték jelleggörbéjének a V szükséges légmennyiség és a Δp_{δ} nyomásigény értékeinél kell metszenie a ventilátor jelleggörbét. A ventilátorok jelleggörbéi a fordulatszám változtatásával mozdulnak el az affinparabola mentén, és a csővezeteki jelleggörbe kívánt pontjával metszésbe hozhatók. Kisebb méretű gépet nagyobb fordulaton kell járattani a kívánt légszállítás eléréséhez, ennek hátránya a nagyobb zaj, a rezgések és a járókerék nagyobb kerületi sebessége. Nagyobb méretű gépet kisebb fordulaton tudunk üzemeltetni, ezáltal csendesebb lesz a rendszerünk, kisebbek lesznek a rezgések és a kerületi sebesség. Tehát zaj szempontjából igényesebb helyen célszerű a nagyobb ventilátort kis fordulaton üzemeltetni. Akusztikailag igénytelenebb helyen használható a kisebb ventilátor, nagyobb fordulatszámmal.
 - Munkapont meghatározása
 - megrajzoljuk a kívánt M munkaponton átmenő affinparabolát
 - az affinparabola és a ventilátor ismert n_1 fordulatszámához tartozó metszéspontban leolvassuk a V_1 légszállítás és a Δp_1 nyomásnövekedés értékét
 - a kívánt V_2 légszállítás vagy Δp_2 nyomásnövekedés alapján meghatározzuk azt az n_2 fordulatszámot, amelynél a ventilátor az eredményvonallal jelölt jelleggörbén üzemel: $n_2 = n_1 \times V_1 / V_2$;
 $n_2 = n_1 \times \sqrt{\Delta p_2 / \Delta p_1}$
- Hajtómotor teljesítmény meghatározása:
 - a ventilátor által a levegőnek átadott hasznos teljesítménye: $P_n = \Delta p_{\delta} \times V$
 - a ventilátor által felvett teljesítmény: $P_m = 1,2 \times \Delta p_{\delta} \times V / \eta_v$

Fűtési rendszerek biztosításai

- Kazánbiztosítás feladata: a káros többletnyomás és a túlmelegedés megakadályozása. A kazánbiztosítás a következő követelményeket igényli:
 - a víz szabad tágulása biztosítva legyen. Ez a tágulási vezeték és a tágulási tartály alkalmazásával biztosítható. A tágulási vezeték nem zárható módon, az egyik oldalon a tágulási tartály aljába, a másik oldalon a visszatérő vezetékben lévő első elzáró elé kell bekötni.
 - a kazánban keletkező gőz akadálytalanul távozhasson el, és helyette a kazán visszatérő oldalán víz érkezzon. Ezt a biztonsági és tágulási vezeték teszi lehetővé. A biztonsági vezeték a kazán és az előremenő vezetékben lévő első elzáró elé kell bekötni. A kazánból a biztonsági vezetéken távozó gőz helyére a tágulási tartály vize visszafolyik és hűti a tűzteret.
 - a kazánból távozó gőz a kazánban, ill. a tágulási tartályban lévő víz kiszorítása nélkül távozhasson. A biztonsági vezeték a tágulási tartályba a túlfolyó vezeték felett kell bekötni.
 - több kazán biztosításánál a legmegfelelőbb megoldás háromjáratú szelep v. csap beépítése. Teljes elzárás nem valósítható meg velük, ugyanis a három járat közül kettő mindig szabad. Így az osztó elé beépített tolózárt megkerülve a kazán vagy a tágulási tartállyal, vagy a kazánházi kiöntővel van összeköttetésben.
- Tágulási tartály feladata, fajtái, kialakításuk, méretezésük
 - Feladata: a tágult víz felfogása, ill. lehűléskor a tágulási vezetéken keresztül a rendszerbe való visszajuttatása.
 - Fajtái:
 - nyitott tágulási tartály: a rendszer legmagasabb pontján kell elhelyezni, általában padlástérben.
 - zárt tágulási tartály: ott alkalmazzák, ahol a fűtési rendszer is zárt. Úgy kell felszerelni, hogy lehetőleg a fűtővíz termelő legalacsonyabb pontjával egy síkba essen.
 - Kialakításuk:
 - nyitott tág. tart.: a tartály tetejére csatlakozik a biztonsági vezeték, a légvezeték és a szellőzőcső. A tartály felső részén lévő túlfolyó vezeték a közsatornába kötik. a túlfolyóhoz csatlakozik a jelzővezeték, amit a kazánházi kiöntőhöz kötnek. A tartály alsó harmadánál csatlakozik az ellenőrző vezeték, amit szintén a kiöntőhöz vezetnek végén egy áteresztő szeleppel. A rendszer feltöltésekor a szelepet nyitva hagyjuk, a feltöltést pedig addig végezzük, míg a víz meg nem jelenik. Mivel a tartály fagyveszélyes helyen van, gondoskodni kell a fűtéséről. Ezt a feladatot a cirkulációs vezeték látja el, mely rövidre zárja a biztonsági és a tágulási vezetékét. A szelep nyitásával cirkuláció indul meg, és a csőkígyó fűti a vezetékét.
 - zárt tág. tart.: a tartály tere membránnal van kettéosztva, amelynek egyik oldalán valamilyen semleges gáz (levegő), másik oldalán víz van. Ide csatlakozik a rendszer. Felfűtéskor a víz elnyomja a membránt, és sűríti a gázt. A hőtermelő berendezést olyan szabályozó termosztáttal kell ellátni, amely megakadályozza, hogy a víz hőmérséklete a 115°C-ot meghaladja. A folyamatos szabályozón kívül hőmérséklet-határolót is be kell építeni. A hőtermelőt el kell látni biztonsági szeleppel, melynek

lefúvási nyomása 1 barral több kell legyen a fűtőberendezés statikus nyomásánál.

○ Méretezésük:

▪ nyitott tág. tart.:

- $V_t = 1,5 \times V_0 \times \alpha$ [m³]
 - V_0 : a rendszerben lévő víz térfogata
 - α : víz tágulás százalékos értéke a fűtővíz középhőmérsékletének függvényében
- Tapasztalati méretezés: a tartály térfogata megközelítőleg a rendszer kW-ban mért hőteljesítményének 1,5 – 1,7 szerese literben.
- Biztonsági vezeték átmérő:
 - $D_b = 15 + 1,4 \times \sqrt{Q}$ [mm], de min. 1”
- Tágulási vezeték átmérő:
 - $D_t = 15 + 0,93 \times \sqrt{Q}$ [mm], de min. 1”
- Túlfolyó vezeték mérete: azonos a biztonsági vezetékével, de min. 1”

▪ zárt tágulási tartály:

- $V_t = V_0 \times \alpha \times (p_2 + 1) / p_2 - p_1$ [m³]
- $p_1 = p_{st} + 0,2$
- $p_2 = p_1 + 1$
- lefúvási nyomás 1 barral több kell legyen a fűtőberendezés statikus nyomásánál.

• Biztonsági állványcső feladata, működése, méretezése, szerelése

- Feladata: gőzfűtések esetén biztosítja, hogy túlfűtés esetén a nyomás ne lépje túl, az előírt értéket.
- Működése: a mindenkori gőznyomással a biztonsági állványcső hosszabbik szárában lévő vízoszlop nyomása tart egyensúlyt. Minél nagyobb lesz a gőz nyomása, annál több víz áramlik az állványcső hosszabbik szárába. Amikor az összes víz átjutott, a szár megtelik vízzel, ez a nyomás a rendszerben előfordulható legnagyobb nyomás. A rendszerben előállható legnagyobb túlnyomás a biztonsági állványcső hosszabbik szárának megválasztásával írható elő.
- Méretezése: $H = 1,2 \times p_u / \rho \times g$ [m]
 - H: a hosszabbik szár hossza
 - p_u : a rendszer üzemi nyomása [Pa]
 - ρ : a víz sűrűsége
 - g : gravitációs gyorsulás
- Szerelése: a hosszabbik szár mellett egy vékonyabb csővezeték halad végig, amelynek a rövidebb szár magasságában egy töltőtölcsér van. Üzembe helyezéskor a töltőtölcséren keresztül tölthető fel az állványcső. Ha a tölcsér magasságáig töltenek, akkor a biztonsági állványcső mindkét szárában addig a magasságig víz lesz. A tölcsért azért nem lehet feljebb helyezni, mert akkor a feltöltéskor bejuttatott víz a kazánba kerül, és nem lehet tudni, hogy a két szár mikor telt meg a szükséges magasságig.

Légmozgás alakulása befúvásnál és elszívásnál

- Izotermikus légsugár sebesség eloszlásának változása
 - abban az esetben, ha a befújt levegő hőmérséklete megegyezik a helyiség hőmérsékletével, akkor izotermikus légsugárról beszélünk. A sebesség eloszlásánál két szakaszból beszélünk:
 - kezdeti szakasz: $V_t = V_0$; a levegősugár tengelyirányú sebessége állandó
 - lassuló szakasz: $V_t < V_0$; a levegősugár tengelyirányú sebessége fokozatosan csökken
- Vetőtávolság fogalma és jelentősége
 - A nyíláson belépő levegő palástja mentén fokozatosan keveredik a környező levegővel, nő a közeg mennyisége és csökken a sebessége. Az emberi szervezet 0,2 m/s sebesség alatt nem érzékeli a levegő áramlását. Azt a távolságot mely a befúvó nyílástól a 0,4 m/s értéket eléri, vetőtávolságnak nevezzük. A vetőtávolság hossza valamint a sebesség alakulása függ a belépő levegő mennyiségétől, a befúvó nyílás alakjától és keresztmetszetétől. A vetőtávolságot L – el jelöljük. Kiszámítása: $L = 0,0036 \times V/A$ [m].
- Sebesség eloszlás szívásnál
 - az elszívó nyílások lényegesen kevésbé hatnak a levegő mozgására, mint a befúvó nyílások. Az elszívó nyílás körül kialakuló áramvonalak az azonos áramlási sebességű pontokat összekötő görbéket jelent. Az elszívó nyílás tengelyében a belépéstől meghatározott távolságra mérhető sebesség:
$$v = A/10L^2 + A \times v_0$$

Fűtési rendszerek biztosításai

- Kazánbiztosítás feladata, megoldásai: a káros többletnyomás és a túlmelegedés megakadályozása. A kazánbiztosítás a következő követelményeket igényli:
 - a víz szabad tágulása biztosítva legyen. Ez a tágulási vezeték és a tágulási tartály alkalmazásával biztosítható. A tágulási vezeték nem zárható módon, az egyik oldalon a tágulási tartály aljába, a másik oldalon a visszatérő vezetékben lévő első elzáró elé kell bekötni.
 - a kazánban keletkező gőz akadálytalanul távozhasson el, és helyette a kazán visszatérő oldalán víz érkezzon. Ezt a biztonsági és tágulási vezeték teszi lehetővé. A biztonsági vezeték a kazán és az előremenő vezetékben lévő első elzáró elé kell bekötni. A kazánból a biztonsági vezetéken távozó gőz helyére a tágulási tartály vize visszafolyik és hűti a tűzteret.
 - a kazánból távozó gőz a kazánban, ill. a tágulási tartályban lévő víz kiszorítása nélkül távozhasson. A biztonsági vezeték a tágulási tartályba a túlfolyó vezeték felett kell bekötni.
 - több kazán biztosításánál a legmegfelelőbb megoldás háromjáratú szelep v. csap beépítése. Teljes elzárás nem valósítható meg velük, ugyanis a három járat közül kettő mindig szabad. Így az osztó elé beépített tolózárt megkerülve a kazán vagy a tágulási tartállyal, vagy a kazánházi kiöntővel van összeköttetésben.
- Biztonsági állványcső és biztonsági szelep feladata, méretezése:
 - Biztonsági állványcső:
 - Feladata: gőzfűtések esetén biztosítja, hogy túlfűtés esetén a nyomás ne lépje túl, az előírt értéket.
 - Méretezése: $H = 1,2 \times p_u / \rho \times g$ [m]
 - H: a hosszabbik szár hossza
 - p_u : a rendszer üzemi nyomása [Pa]
 - ρ : a víz sűrűsége
 - g : gravitációs gyorsulás
 - Biztonsági szelep:
 - Feladata: túlnyomás alatt üzemelő tartályt el kell látni legalább egy biztonsági szeleppel. Némely esetben nem kell a biztonsági szelep (pl. ha a tartály 0,5 bar túlnyomás alatt üzemel és biztonsági állványcső van rajta, vagy ha hasadótárcsa van a tartályon). Kis emelkedésű súlyterhelésű vagy rugóterhelésű biztonsági szelepeket alkalmazunk. Biztonsági szelepeken a lefűvási nyomást próbaszivattyúval kell beállítani
- Üzemi, engedélyezési, lefűvási, próbanyomás értelmezése:
 - Üzemi nyomás: a berendezés működtetésekor keletkező nyomás, amely nem haladhatja meg az engedélyezési nyomást
 - Engedélyezési nyomás: az üzemeltetést engedélyező irat szerint megengedhető legnagyobb üzemi nyomás
 - Előlefűvó nyomás: az állványcső előlefűvató csöve által meghatározott nyomás, az engedélyezési nyomással azonos, de a lefűvó nyomásnál kisebb.
 - Lefűvási nyomás: a berendezésben keletkezett, az üzemi nyomást meghaladó és az állványcső vízzárát (víztöltetét) kifűvó nyomás.

Klimatizáló rendszerek

- Klimatizáló rendszerek feladata (központi és egyedi klíma)
 - azokat a légtechnikai rendszereket, amelyek megadott értékhatárok között tartják a helyiség levegőjének hőmérsékletét és nedvességtartalmát klímaberendezéseknek nevezzük.
 - Központi: építőelemes klímaberendezések. Az egyes légkezelési feladatokat ellátására kialakított keverő-, szűrő-, léghűtő-, légfűtő-, mosó- és ventilátor elemek összeépítésével a kívánt nagyságú és működésű klímarendszer az építőszekrény-elv alapján összeállítható.
 - Egyedi: sok esetben az egyes helyiségek légállapotának egymástól függetlenül kell alakulnia, például az eltérő üzemidő miatt, vagy csupán egy-egy helyiség hűtését kell megoldani. Ilyen esetekben használunk egyedi klímát. (pl. split)
- Egyedi klímaberendezések: klímakonvektorok, helyi elszívók
 - klímakonvektorok:
 - saját hűtőegységgel és ventilátorral felszerelt. Ezek a külső falban kialakított nyílásba építve kellő mennyiségű friss levegőt fújnak a belső térbe és az elvont hőt környezetüknek átadják.
 - saját ventilátorral rendelkezők. A hűtő- és fűtőenergiát központilag állítják elő, és osztják szét. Ez a készülék nem szabályozza a helyiségben a levegő páratartalmát, hanem csak a hűtést-fűtést oldja meg.

Hőterjedés

- Egyszerű és összetett hőterjedés ismertetése
 - Ha a tér két pontja között hőmérséklet-különbség van, akkor hőkiegyenlítődési folyamat indul meg. Ez a kiegyenlítődés a nagyobb hőmérsékletű helyről, a kisebb hőmérsékletű hely felé való átáramlással jön létre, és elméletileg addig tart, amíg a két pont hőmérséklete ki nem egyenlítődik.
 - egyszerű hőterjedés:
 - hővezetés
 - hőáramlás (konvekció)
 - hősugárzás
 - összetett hőterjedés:
 - hőátadás
 - hőátbocsátás
- Hővezetés, hővezetési tényező
 - hővezetés: szilárd testekben, valamint folyadékokban és gázokban végbemenő hőközlés, ahol a hőt a molekulák ütközéseik révén adják át egymásnak
 - hővezetési tényező: számértéke az a hőmennyiség, ami párhuzamos síkokkal határolt 1 m^2 felületű fal két síkja között 1s alatt átadódik, ha a két falsík között a hőmérséklet különbség 1 K . Értéke függ a sűrűségtől, az anyag nedvességtartalmától, az anyag hőmérsékletétől.
- Hővezetési ellenállás
 - Értéke függ a sűrűségtől, az anyag nedvességtartalmától, az anyag hőmérsékletétől. A hőmérséklet növekedésével az anyagok hővezetési tényezője nő. A műszaki táblázatok megadják, hogy a közölt adatok milyen hőmérsékletre vonatkoznak. Az összetartozó értékeket hővezetési ellenállásnak nevezzük. $R = \Sigma \delta / \Sigma \lambda$
- Hőáramlás
 - a hőmérsékletváltozás következtében, sűrűség változás jön létre, és a kisebb sűrűségű folyadék v. gázrészecske felfelé áramlik.
- Hősugárzás
 - egy adott közeg hőenergiájának egy részét sugárzási energiává alakítja át, és ezt környezete felé kisugározza.
- Hőátadás
 - akkor jön létre, ha valamely áramló folyadék v. gáz szilárd fallal érintkezik és köztük hőmérséklet különbség van

Klimatizáló rendszerek

- Klímaközpont feladata
 - azokat a légtechnikai rendszereket, amelyek megadott értékhatárok között tartják a helyiség levegőjének hőmérsékletét, és nedvességtartalmát klímaberendezéseknek nevezzük.
 - Kialakítása:
 - keverőelem
 - előfűtő v. előhűtő
 - nedvesítő
 - cseppleválasztó
 - utóhűtő v. utófűtő
 - ventilátor
 - befúvó elem
- Levegő hűtő és nedvesítő elemek működése és szerkezeti kialakítása
 - Léghűtők:
 - felületi hűtők
 - vízporlasztással működő légnedvesítő- hűtőkamra: a levegő nedvességtartalma, valamint hőmérséklete vízbeporlasztással módosítható. A levegő nedvesítő elemeket – tekintettel arra, hogy a levegő igen erősen nedvesített téren halad keresztül – mosókamráknak nevezzük. A levegőt a porlasztófej igen finom cseppekre bontott vízzel nedvesíti.
 - gőzporlasztó berendezés: a légáramba bevezetendő gőz előállítására villamos fűtésű, kisméretű edény használatos. A szükséges vizet hálózatról, szintszabályozással pótolják. A gőz egyenes bevezetésére a légcsatornába osztócsőre épített fűvókákkal van megoldva. Az osztócsövön lecsapódó kondenzátum elvezetése, valamint a gőzt előállító tartály ürítése a csatornahálózatba tölcsezen keresztül történhet.
- Felületi hűtők:
 - a hűtők kialakítását az határozza meg, hogy milyen minőségű hűtőközeg áll rendelkezésre. Kis teljesítményű berendezés hűtőeleme lehet a hűtőgép párologtatója. Nagy teljesítményű berendezésekben nem a hűtési körfolyamatban keringő primer, hanem az ezzel hűtött szekunder közeget – rendszerint vizet – vezetik a hőcserélőbe. Alacsony hőmérsékleten, 0°C-alatt a hűtőbordákon deresedés indulhat meg, amely a hőteljesítményt rontja és a levegő áramlási keresztmetszetét leszűkítheti ill. elzárhatja. Ennek elkerülésére a bordák közti távolságot növelni kell.

Hőterjedés módjai

- Összetett hőterjedés ismertetése
 - Ha a tér két pontja között hőmérséklet-különbség van, akkor hőkiegyenlítődési folyamat indul meg. Ez a kiegyenlítődés a nagyobb hőmérsékletű helyről, a kisebb hőmérsékletű hely felé való átáramlással jön létre, és elméletileg addig tart, amíg a két pont hőmérséklete ki nem egyenlítődik.
 - összetett hőterjedés:
 - hőátadás
 - Hőátadás
 - akkor jön létre, ha valamely áramló folyadék v. gáz szilárd fallal érintkezik és köztük hőmérséklet különbség van
 - Hőátbocsátás
 - akkor lép fel, ha két eltérő hőmérsékletű áramló közeg között szilárd fal van. Összetételében két hőátadásból és legalább egy hővezetésből áll.
 - Hőátbocsátás
 - akkor lép fel, ha két eltérő hőmérsékletű áramló közeg között szilárd fal van. Összetételében két hőátadásból és legalább egy hővezetésből áll. $Q=A \times k \times \Delta t \times \tau$
 - hőátbocsátási tényező: az a hőmennyiség, ami 1 m^2 szilárd fal két oldalán áramló közeg között 1 s alatt átadódik, úgy hogy a két oldal között 1 K hőkülönbség van.
 - egyrétegű falnál
 - $1/k = 1/\alpha_b + \delta/\lambda + 1/\alpha_k$; falnál: $k \leq 0,7$; földmennél: $k \leq 0,4$
 - többretegű falnál
 - $1/k = 1/\alpha_b + \Sigma\delta/\Sigma\lambda + 1/\alpha_k$
- Falsík hőmérséklete
 - $A \times k \times (t_b - t_k) = A \times \alpha_b \times (t_b - t_{f1})$
 - $t_{f1} = t_b - k \times (t_b - t_k) / \alpha_b$
 - $A \times k \times (t_b - t_k) = A \times \alpha_b \times (t_{f2} - t_k)$
 - $t_{f2} = k \times (t_b - t_k) / \alpha_k + t_k$

Klimatizáló rendszerek

- Levegő nedvesítése és hűtése vízbeporlasztással
 - ábrázolás i-x diagramban **ADIABATIKUS, ENTALPIA VONALAKKAL PÁRHUZAMOS, A LEVEGŐ HŐTARTALMA NEM VÁLTOZIK**
 - szerkezeti elemeinek ismertetése, beépítése egy klímaközpontba
 - vízporlasztással működő légnedvesítő- hűtőkamra: a levegő nedvességtartalma, valamint hőmérséklete vízbeporlasztással módosítható. A levegő nedvesítő elemeket – tekintettel arra, hogy a levegő igen erősen nedvesített téren halad keresztül – mosókamráknak nevezzük. A levegőt a porlasztófej igen finom cseppekre bontott vízzel nedvesíti. A beporlasztott vízcseppek kamrából való kijutásának megakadályozására elő- és utó csepleváltatót építenek be, a levegő be- és kilépésénél. A vízmedence feltöltése, valamint az áramló levegő által elvitt vízmennyiség pótlására úszógolyóval szabályozott pótvizet kell bevezetni, mely a vízszintet állandó szinten tartja.
- Levegő nedvesítése gőzbeporlasztással
 - ábrázolás i-x diagramban **VÍZSZINTES IRÁNYÚ, A HŐMÉRSÉKLET NEM VÁLTOZIK**
 - szerkezeti elemeinek beépítése egy klímaközpontba
 - gőzporlasztó berendezés: a légáramba bevezetendő gőz előállítására villamos fűtésű, kisméretű edény használatos. A szükséges vizet hálózatról, szintszabályozással pótolják. A gőz egyenletes bevezetésére a légcsatornába osztócsőre épített fúvókákkal van megoldva. Az osztócsövön lecsapódó kondenzátum elvezetése, valamint a gőzt előállító tartály üritése a csatornahálózatba tölcseren keresztül történhet.

Egycsőves melegvízfűtések

- Fajtái, kialakítási sajátosságok (függőleges elrendezésű, vízszintes elrendezésű, átkötőszakaszos, átfolyós rendszerű)
 - ha a fűtő- és a lehűlt víz is közös vezetékben áramlik, egycsőves fűtésekről beszélünk. A leszálló ill. felszálló vezetékeket helyettesítő vezetékeknek itt összekötő vezeték a neve.
 - kialakításuk:
 - függőleges elrendezésű: hasonló a hagyományos kétcsőves rendszerhez
 - vízszintes elrendezésű: egy-egy vízszintes összekötő vezetékkel lehetővé válik egy lakás fűtése, így a vezetékbe épített mérőszerkezettel lakásonként mérhető a fogyasztás. Hátránya a nehézkes szerelés (padló felett, vagy padlóban), valamint az, hogy minden radiátort külön-külön el kell látni légtelenítő szerkezettel.
 - átfolyós rendszer: a teljes összekötő vezeték ugyanazt a vízmennyiséget szállítja, az egyes fűtőtestek szorosan kapcsolódnak egymáshoz. A rendszerre vonatkoztatott lehűlés nem egy-egy fűtőtestben, hanem az egész fűtőssoron jelentkezik. Lefelé haladva a fűtővíz egyre jobban lehűl, az alsó szintek fűtőtesteinek felülete azonos hőszükséglet esetén, nagyobb kell, hogy legyen.
 - átkötőszakaszos: u.a. mint átfolyós, de itt lehetőség van a radiátorok helyi szabályozására is. Az előremenő fűtővíz, ill. a radiátorból kilépő víz keveredése miatt, fűtővíz magasabb hőmérsékleten halad tovább, mint az átfolyósnál.
- Egycsőves fűtés méretezése
 - átfolyós rendszer: a méretezést a kazántól legtávolabb lévő összekötő vezetékkel kell kezdeni
 - a rendszerre jellemző lehűlés meghatározása (15-30°C)
 - az egyes fűtőtestek lehűlésének kiszámítása:

$$\Delta t_R = \frac{Q_R}{\Sigma Q} * \Delta t$$
 - a leszálló vezeték (összekötő vezeték) átmérőjének meghatározása a vízsebesség felvételével, a víz tömegáramának függvényében. A víz áramlási sebessége 0,3-0,8 m/s között vehető
 - az összekötő vezeték teljes áramlási ellenállásának meghatározása az alak ellenállás tényezők összegzésével
 - az egész áramkör áramlási ellenállásának kiszámítása
 - a szivattyú kiválasztása az elhasznált nyomás és a szállítandó vízmennyiség alapján
 - a többi összekötő vezeték méretezése
 - a fűtőtestek méretezése
 - átkötő szakaszos rendszer:
 - a rendszerre jellemző hőmérsékletesés meghatározása
 - a fűtőtestek hőmérsékletesésének megválasztása 10 – 20°C között vehető fel
 - a keveredési pontokban létrejövő lehűlés meghatározása:

$$\Delta t_k = \frac{Q}{c \times m_\delta}$$

- a keringtető szivattyú kiválasztása:

- vízmennyiség meghatározása:

$$m = \frac{Q}{c \times \Delta t}$$

- emelőmagasság meghatározása (súrlódási veszteség 70%):

$$H = \frac{S' \times \Sigma l}{0,7}$$

- hatásos nyomás meghatározása a szivattyúnyomás és a gravitációból keletkező nyomás alapján. Gravitációval akkor kell számolni ha meghaladja a szivattyú nyomásának 20%-át.

- ezután méretezhetők a főáramkörök a fajlagos surl. nyom. veszteség alapján.

- mellékáramkörök hatásos nyomásának kiszámítása:

- $\Delta p = (s+z)_{\text{átk}} + h' \times \varepsilon \times \Delta t_g$

a mellékáramkörök csőméreteinek meghatározása. Itt a fajlagos súrlódási veszteség számításakor a nagyobb alaki veszteség miatt 30%-al számolunk.

$$S' = \frac{0,3 \times \Delta p}{\Sigma l}$$

- a fűtőtestek méretezése

Klimatizáló rendszerek

- Központi klímarendszerek feladatai, fajtái
 - építőelemes klímaberendezések. Az egyes légkezelési feladatokat ellátására kialakított keverő-, szűrő-, léghűtő-, légfűtő-, mosó- és ventilátor elemek összeépítésével a kívánt nagyságú és működésű klímarendszer az építőszekrény-elv alapján összeállítható.
 - fajtái: hagyományos, nagy sebességű, klímasekrények
- Hagományos és nagy sebességű klímarendszerek ismertetése
 - hagyományos: a hagyományos klímaberendezés elosztó légcsatorna hálózatában olyan áramlási sebességet engedünk meg, mint a szellőztető berendezéseknél.
 - nagy sebességű: sok kis légterű helyiség klimatizálására, amelyekben időben erősen változó hőterhelési igény jelentkezik. A gerincszatórnában a levegő 30-40 m/s sebességgel, az ágvezetékben 15-20 m/s sebességgel áramlik. Rendszerint csak a szükséges frisslevegő kezelése megy végbe a klímaközpontban, a befűvőszerkezetnél történik meg az utókeverés.
- Klímasekrények
 - egyetlen egységbe foglalva tartalmazzák a levegő kezeléséhez szükséges elemeket, a levegőt szállító ventilátort és a hűtőenergia előállításához szükséges hűtőgépet. A levegő fűtésére villamos fűtésű vagy melegvízzel fűtött hőcserélőt használnak. A helyiségből elvont hő leadása a környezet felé víz vagy léghűtésű kondenzátorral van megoldva. A klímasekrények rendszerint nem tudják a szellőztetett tér nedvességtartalmát szabályozni, ezért a levegő nedvesítésére külön gőzporlasztót építenek a légcsatorna hálózatba.

Szivattyús melegvízfűtések

- Működési elvek, sajátosságok ismertetése
 - szivattyús melegvízfűtés esetén a fűtővizet szivattyúval keringtetem
 - kialakítása: alsó elosztású, felső elosztású, egycsőves
 - nyomásviszony szerint: szívott, nyomott
 - attól függ, hogy a tágulási tartály a szivattyú szívó csonkja vagy nyomott csonkja elé kötöm be. Ha a szivattyú az előre menő vezetékben van, és a tágulási tartályt a visszatérőbe kötöm akkor a rendszerem nyomott.
 - tetőtéri kazán: középmagas épületeken alkalmazzák, vagy ahol nincs pince és ha szükséges hasadó nyíló felület. A kazán a legmagasabb ponton van, ezért a tágulási tartály vízszintjét biztosítani kell. A szivattyúkat érdemes az alsó szinten elhelyezni, mert a magasabb helyen kavitáció lehetséges (a víz felforrása miatt lökésszerűen terhelődik a szivattyúlapát, amitől tönkremegy).
- Szivattyús fűtések kialakítása, töltés ürités, légtelenítési megoldásai, lejtés
 - kialakításuk: úgy kell kialakítani, hogy szakaszolható legyen. Az egyes épületrészek számára külön-külön alapvezetékkel kell tervezni, így közös szakaszolásuk az osztón ill. gyűjtőn elhelyezett elzárókkal megoldható. Szakaszolási lehetőséget a radiátorok előtt is célszerű biztosítani.
 - töltés, ürités: üritésre a rendszer mélypontjain üritőszelepeket kell elhelyezni. Pincében elhelyezett kazán esetén, ahol a kazán a rendszer legalacsonyabb pontja a kazántöltővel és az üritőcsappal a rendszer üritése is megoldható.
 - légtelenítési megoldások:
 - központi és helyi légtelenítési megoldások:
 - nyitott tágulási tartály nyomott rendszerénél:
 - a biztonsági ill. a légvezetékkel nem kell hurkolni, de a tágulási tartály minimális vízszintje, és a legfelső fűtőtest teteje között a szivattyú emelőmagasságánál 1 m-rel nagyobb magasságot kell biztosítani
 - nyitott tágulási tartály szívott rendszerénél:
 - a biztonsági ill. a légvezetékkel a tágulási tartály szintje fölé, a szivattyú üresjáratú emelőmagasságánál magasabbra kell hurkolni
 - helyi légtelenítés légedénnyel: a felszálló vezetékkel a légvezetékkel meghosszabbítva be kell kötni egy varrat nélküli acélcsőből készült 2 – 3 literes edénybe. Feltöltéskor a szelepet nyitva kell tartani addig amíg a víz meg nem jelenik, majd el kell zárni. A másodlagos légtelenítésnél távozó levegő az edényben összegyűlik, és a rendszer üzemét nem zavarja. A szelep időnkénti nyitásával a levegőt ki lehet engedni.
 - automatikus légtelenítő szelep: nagy részüket a víz nyomása működteti. Beépítésüknél arra kell ügyelni, hogy felettük min. 0.1 bar nyomás legyen, mert ennél kisebb nyomásnál nem képesek lezárni.
 - lejtés:
 - alsó elosztású: 3-5‰ a kazán felé
 - felső elosztású: a vezetékben a víz és a levegő áramlási irányának meg kell egyeznie

- Keringtető szivattyú feladata, beépítési lehetőségei, típusai
 - feladata: a fűtővíz keringtetése
 - beépítési lehetőségei, típusai:
 - CALOR – a gyűjtő két végén, tolózárak között 2 darabot, az egyik csak tartalék. Négy nagyságban, két fordulatszámmal készülnek. 75° C –os vízbe építhetők be, így csak visszatérő vezetékben helyezhetők el. Kis emelőmagasság, nagy vízmennyiség
 - SPHERO-EVIG: a szivattyúba épített torlócsavarral a szállított víz tömegárama változtatható. 110°C-ig és 6 bar üzemi nyomásig alkalmazhatók, hollandis vagy karimás kötéssel közvetlenül a csővezetékre szerelhetők. Nem jelleggörbéje, hanem jelleggörbe sávja van.
 - GRUNDFOS, WILO: egyedi v. ikerszivattyúként, menetes v. karimás csatlakozással, sokféle változatban és nagyságban készülnek. Változtatható fordulatszámmal üzemeltethető. 140°C és 10bar üzemi nyomásig, bármilyen tengelyállásban beépíthetők.

Szellőző levegő állapotváltozása a klímaberendezésben

- Egyes klímaberendezések állapotváltozásai i-x diagramon bemutatva
 - gőzbeporlasztásos klímaberendezés felületi hűtővel
 - téli állapotban:
 - a beszívott levegőt a fűtőelem a szükséges értékre melegíti
 - a magas hőmérsékletű, de alacsony nedvességtartalmú levegőt a gőzbefűvés a szükséges mértékig nedvesíti
 - nyári állapotban:
 - ekkor a levegő hűtésével kezdődik a folyamat
 - a hűtés során csökken a levegő hőtartalma és nedvességtartalma. Alacsony hőmérsékletű hűtőfelület esetén jelentős lehet a vízkiválás, ezért gőzbeporlasztással pótolni kell. A gőzbefűvéssel bevitt hőtartalom növekedés miatt több hőt vonunk el mint a befűjt levegő és a külső levegő hőtartalmának különbsége.
 - vízbeporlasztásos nedvesítés felületi hűtése
 - téli állapotban:
 - a levegő először az előfűtő kaloriferen halad keresztül, ekkor a hőmérséklet növekedése miatt a relatív nedvességtartalom csökken
 - a levegő nedvesítése a mosókamrában megy végbe, hőtartalom változás nélkül (adiabatikus)
 - a befűjéhez szükséges hőmérsékletet utófűtő kaloriferrel érjük el
 - nyári állapotban:
 - nincs előfűtés
 - a levegő a mosókamrában megy keresztül, ahol hideg vizet porlasztanak be
 - a befűjéhez szükséges hőmérsékletet utófűtő kaloriferrel érjük el
 - előkeveréses klímaberendezés
 - alkalmazásával a téli-nyári üzem esetén jelentős energia megtakarítás érhető el. A recirkuláltatott és a friss levegőt a klímaberendezés előtt keverjük össze. Az elérhető fűtő-hűtő teljesítmény megtakarítása téli-nyári üzemben: $Q_u = V \times \rho \times (\Delta i_F - \Delta i_K)$; Δi_F : a friss és a befűjt levegő hőtartalmának különbsége; Δi_K : a kevert és a befűjt levegő hőtartalmának különbsége
 - utókeveréses klímaberendezés
 - a légkezelő egységen itt csak a friss levegő halad át. A szükséges állapotú levegőt a kezelt és a visszaáramoltatott levegő keveréke hozza létre. Ehhez a kezelt levegőt télen magasabb hőmérsékletűre kell fűteni, nyáron alacsonyabb hőmérsékletűre kell hűteni. A megtakarítás: $Q = V \times \rho \times \Delta i_{UF} - V_{UF} \times \rho \times \Delta i_{UK}$.

Hőtechnikai méretezés

- Hőátbocsátási tényező
 - Hőátbocsátás
 - akkor lép fel, ha két eltérő hőmérsékletű áramló közeg között szilárd fal van. Összetételében két hőátadásból és legalább egy hővezetésből áll.
 $Q = A \times k \times \Delta t \times \tau$
 - hőátbocsátási tényező: az a hőmennyiség, ami 1 m^2 szilárd fal két oldalán áramló közeg között 1 s alatt átadódik, úgy hogy a két oldal között 1 K hőkülönbség van.
 - egyrétegű falnál
 - $1/k = 1/\alpha_b + \delta/\lambda + 1/\alpha_k$
 - többretegű falnál
 - $1/k = 1/\alpha_b + \Sigma\delta/\Sigma\lambda + 1/\alpha_k$
- Előírt érték külső fal és födém esetén
 - falnál: $k \leq 0,7$; födémnél: $k \leq 0,4$
- Külső falban elhelyezett szigetelőanyag szerepe és helyének jelentősége
 - egy fal akkor jó hőszigetelő, ha a külső falsík minél kevésbé melegszik fel. Ez akkor lehetséges, ha a két falsík hőmérséklet között minél nagyobb a különbség. A szigeteléssel tehát nem csak azt érjük el, hogy a hőátbocsátási tényező csökkenésével a falon kevesebb hő megy keresztül, hanem azt is, hogy melegebb lesz a belső falsík és hidegebb a külső falsík hőmérséklete.
- Épület állagvédelme
- Hőhidak: a hőhíd fokozottabb hőáramlási helyet jelent, és ott jön létre, ahol a határoló szerkezetekben konstrukciós okokból acélmerevítést, v. vasbeton oszlopot helyeztek el. Ezek hővezetési tényezője nagy, vagyis a belső falsík erősen lehűl. Ha nem alkalmazunk megfelelő szigetelést, akkor ezeken a felületeken páralecsapódás jön létre.

Mesterséges szellőztető és légfűtő rendszerek

- Túlnyomásos, kiegyenlített és depressziós szellőzés:
- Túlnyomásos szellőzés:
 - működése, kialakítása: a ventilátor a külső térből szívja a levegőt, melynek a nyomása a szívócsonknál kisebb lesz, mint a belépésnél. A befűvő csonknál a levegő nagyobb nyomással lép ki, innen a szellőztetett térbe kerül, amiről feltételezzük, hogy légtömör. A beáramló levegő miatt a belső nyomás folyamatosan növekszik addig, amíg a ventilátor üresjáratnyi nyomását el nem éri, ettől kezdve a ventilátor csak a nyomást tartja állandó értéken. A gyakorlatban mindig van légkiáramlás. A kialakuló túlnyomás meghatározható, ha ismerjük a levegő eltávozását elősegítő rések felületét és ellenállás-tényezőjét: $p_r = \xi \times \rho / 2 \times v^2$. Ahol a sebesség értéke a $v = V/A$ képletből határozható meg. 30-40 Pa értéknél nagyobb túlnyomás csak jól átgondolt építészeti megoldásoknál valósítható meg. A túlnyomásos szellőzés külön befűvő és elszívó ventilátorral is megvalósítható, ha a befűjt levegő mennyisége nagyobb az elszívott levegő mennyiségénél. Ha egyes helyiségeket úgy akarnak elválasztani egymástól, hogy levegő átáramlás ne jöhessen létre, miközben közlekedés van, akkor köztük túlnyomásos zsilipet kell létrehozni. Ebből a levegő csak a helyiségek felé áramolhat.
 - alkalmazása: ott alkalmazzák, ahol meg akarják akadályozni, hogy a környező terek felől a szellőztetett térbe levegő jusson. Kismértékű túlnyomást célszerű tartani azokban a helyiségekben, amelyekben kéménybe kötött, természetes légutánpótlású tüzelőberendezés üzemel. Nem lehet túlnyomásos szellőzést alkalmazni olyan helyeken, ahol nem megengedhető a levegő átáramlása a környező terek felé. (pl. épületen belüli főzőkonyhánál az egész létesítményt elárasztaná az ételszag, ennek továbbterjedését a lépcsőházi kürtőhatás is elősegítené.)
- Kiegyenlített szellőzés:
 - működése, kialakítása: kiegyenlített szellőzés esetén a helyiségbe bevezetett ill. onnan elvezetett levegő mennyisége egyenlő. Ekkor a helyiségben kialakuló nyomás értéke megegyezik a légköri nyomás értékével. A kiegyenlített szellőzés a rendszerek pontos szabályozásával és az egymáshoz villamosan reteszelt ventilátorok egyidejű indításával valósítható meg.
 - alkalmazása: kiegyenlített szellőzést igénylő gáz és olajtüzelésű nagykonyhánál fokozott figyelemmel kell eljárni. Ezekben a túlnyomás a szagok terjedése miatt, depresszió pedig a kéménybe kötött készülékek miatt nem valósítható meg.
- Depressziós szellőzés:
 - működése, kialakítása: depresszió akkor alakul ki, ha a helyiségekben a környező atmoszférikus nyomású térhez képest kisebb a nyomás. Ez akkor lehetséges, ha csak elszívás van, v. a befűjt levegő mennyisége kisebb az elszívottnál. A depressziós szellőzésnél figyelembe kell venni, hogy a befűvő és elszívó rendszer légszállítási különbsége természetes úton pótlódik a külső térből. Téli időszakban ez a levegő a teret lehűti, ezért a melegítéshez szükséges többlet hőmennyiséget konvekciós v. légfűtő rendszerrel kell pótolni.
 - alkalmazása: minden olyan helyiségben, ahol a környezetre káros, v. mérgező anyag szabadul fel. TILOS olyan helyiségben ahol kéménybe kötött fűtőkészülékek vannak.

Szivattyús melegvízfűtések

- Szivattyús melegvízfűtések méretezése
 - Mértékadó áramkör kijelölése. A mértékadó radiátor a legtávolabbi legnagyobb terhelésű.
 - Szivattyú kiválasztása. Mivel még nincs választott szivattyú, ezért s' érték meghatározásához egy becsült értéket veszünk fel, mint fajlagos súrlódási veszteséget. A becsült értékből számolunk Δp_v -t ill. szivattyú szállítómagasságot. $s' = 75 \text{ Pa/m}$ KALOR szivattyú esetén; 100 Pa/m más szivattyú esetén. Ha a radiátor lehűléséből származó hatásos nyomás értéke eléri a szivattyú szállítómagasságának a 10%-át, akkor a hatásos nyomás fele értékével kisebb szivattyú szállítómagasságot számolhatunk.

$$H = \frac{s' \times \Sigma l}{a}$$

- A választott szivattyú szállítómagasságából a táblázatos s' meghatározása
- Fűtési rendszer hőfoklépcsőjének felvétele
- Szakaszonként: csőátmérő választás, s'' , vízsebesség kiírás, súrlódási veszteség meghatározása, alaki ellenállás tényezők meghatározása, alaki nyomásveszteség (z) meghatározása ($z = \Sigma \xi \times \rho / 2 \times v^2$) [Pa].
- Összegzés, össznyomás összevetése a szivattyú szállítómagasságával.
- Keringtető szivattyú választás

Szivattyú kiválasztása. Mivel még nincs választott szivattyú, ezért s' érték meghatározásához egy becsült értéket veszünk fel, mint fajlagos súrlódási veszteséget. A becsült értékből számolunk Δp_v -t ill. szivattyú szállítómagasságot. $s' = 75 \text{ Pa/m}$ KALOR szivattyú esetén; 100 Pa/m más szivattyú esetén. Ha a radiátor lehűléséből származó hatásos nyomás értéke eléri a szivattyú szállítómagasságának a 10%-át, akkor a hatásos nyomás fele értékével kisebb szivattyú szállítómagasságot számolhatunk.

$$H = \frac{s' \times \Sigma l}{a} ; s' = \frac{a \times H}{\Sigma l}$$

A két adat birtokában most már kiválaszthatjuk a szivattyút. Mindig a vízmennyiségből indulunk ki, annak függőlegesen nézzük meg, hogy hány jelleggörbét metszünk. Közülük a számunkra leginkább megfelelőt választjuk ki. Ha a szivattyú munkapontja az általunk feltételezett munkapont felett van, akkor nagyobb és drágább szivattyút választunk, amelynek az üzemeltetési költsége is nagyobb. Ez a szivattyú azonban nagy nyomást ad, ezért vékonyabb vezeték használható. Ha a kisebb szivattyút választjuk, olcsóbb szivattyú árán vastagabb csővezeték átmérőket kapunk.

- Tetőtéri kazánházas rendszer ismertetése
 - Az ilyen kialakítású rendszer legmagasabb pontján melegszik a víz, lejjebb pedig hűl. A gravitációból keletkező nyomás tehát negatív, azaz a szivattyúnyomás ellen hat. Ezt a méretezésnél figyelembe kell venni. A méretezés csupán a hatásos nyomás kiszámításában tér el, ahol a szivattyú nyomásából kikell vonni a fűtőtestek lehűléséből származó hatásos nyomást. $\Delta p = H - \Delta p_g$. Itt is a legtávolabbi legalsó fűtőtest a mértékadó.

Állapotváltozások ismertetése i-x diagramban

- Levegő fűtése, hűtése
 - fűtés: a léghevítőn való áramlás során nő a levegő hőmérséklete és hőtartalma, változatlan abszolút nedvességtartalom mellett: $\Delta i/\Delta x = \infty$. A felmelegített levegő relatív nedvességtartalma csökken.
 - hűtés: a hűtés során csökken a levegő hőtartalma és abszolút nedvességtartalma: $\Delta i/\Delta x > 0$. Hűteni lehet felületi hűtővel, vagy hidegvíz beporlasztással.
- Levegő keverése
 - ha két különböző állapotú levegőt összekeverünk, a keveredés utáni légállapot a két kiinduló pontot összekötő egyenesen van.
 - a keverék hőtartalma: $i_k = i_1 \times m_1 + i_2 \times m_2 / m_1 + m_2$; térfogatra helyettesítve: $i_k = i_1 \times V_1 \times \rho_1 + i_2 \times V_2 \times \rho_2 / V_1 \times \rho_1 + V_2 \times \rho_2$.
 - a keverék hőtartalma mindig annak a levegőnek a hőtartalmához lesz közelebb, amelynek a tömege vagy a tömegárama nagyobb. A keverési egyenesen tehát a keverék légállapotának távolsága fordítottan arányos a légmennyiséggel: $l_1/l_2 = m_2/m_1$.
 - két különböző légállapotú levegő keveredésekor előfordulhat, hogy a keveredési pont a ködtartományba kerül. A tényleges légállapot a $\varphi=100\%$ telítési görbe és az i_k hőtartalom vonal metszéspontjában van.
- Levegő nedvesítése: adiabatikus nedvesség
 - a levegő nedves hőmérsékletével azonos hőmérsékletű víz beporlasztása esetén a levegő hőtartalma nem változik, abszolút nedvességtartalma nő, relatív nedvességtartalma közeledik a telítési értékhez. A $\Delta i/\Delta x = 0$, mivel $\Delta i = 0$. A beporlasztott víz hőmérséklete bizonyos idő elteltével azonos lesz a levegő nedves hőmérsékletével.

Szivattyús melegvízfűtések nyomásviszonyai

- Nyomott és szívott rendszer fogalma, működése
 - szívott: ha a tágulási vezeték a szivattyú nyomócsonkjának közelében kötömbé. Szívott rendszernél előfordulhat kavitáció.
 - nyomott: ha a szívócsonk közelébe szereljük a tágulási vezeték
- Nyomásdiagram ismertetése
 - A szivattyú bekapcsolásakor a víz a nyomóoldali csővezetéken emelkedik, a szívó oldalin csökken. Kellő magasságú csövek esetén a két vízszint bizonyos magasságban megállapodik. Ez a szintkülönbség a szivattyú üresjárat emelőmagassága, vagyis a nulla vízszállításhoz tartozó érték (a szivattyú nem szállít csak tartja a vízoszlopot). A tágulási vezeték rendszerhez csatlakozó pontja a nulla pont. Ehhez képest szívott v. nyomott a rendszer.
- Szivattyús fűtések sajátosságai: a rendszerben a vizet szivattyúval keringtetik
 - előnyei:
 - nagy vízáramlási sebesség, gyorsabb felfűtés
 - a veszteségekre elhasználható nyomás a gravitációs fűtés többszöröse, kisebb csőméretek lehetnek
 - kis csőátmérő és nagy sebesség miatt, kevésbé hűl le a víz, energia megtakarítás
 - a kazán és a fűtőtest közötti magasságkülönbségnek nincs jelentősége, a fűtőtest a kazántól lényegesen lejjebb is lehet.
 - a fűtővíz hőmérséklete tetszőleges lehet
 - a rendszer beszabályozása lényegesen egyszerűbb
 - hátrányai:
 - villamos energia kimaradása esetén a rendszer nem, v. csökkentett módon tud üzemelni
 - a nagy áramlási sebesség miatt a rendszer zajos lehet

Egyedi szellőztető rendszerek

- Feladata, kialakítása
 - kisebb komfortigényű terek szellőztetése a központi szellőztető rendszer helyett egyedi, helyi légtechnikai berendezésekkel is megoldható. A levegő befűvását és felfűtését termoventilátor végzi, a levegőt pedig tetőventilátorok szívják el.
- Termoventilátor alkalmazása
 - a termoventilátor a levegő fűtéséhez szükséges kalorifert, a levegőt szállító ventilátort és a levegő befűvását irányító zsalut együttesen tartalmazza. Egyes típusokba speciális szűrőelem is található. Ezek a szerkezetek belső és külső levegő beszívására egyaránt alkalmasak. Ha a befűvőcsonk peremesen kiképzett, akkor légcsatorna csatlakoztatható hozzá, mellyel egyenletesebbé tehető a légbefűvés. A kaloriferbe és forró vizet lehet bevezetni. Általában ipari csarnokok légfűtésére alkalmazzák.
- Tetőventilátor alkalmazása
 - a tetőventilátor, egy speciális kialakítású ventilátor, amely az épületen kívül, a szellőzőkürtő végére szerelhető. A levegő a légcsatornához csatlakozó szívócsonkon lép be, innen egy függőleges tengelyű centrifugál- vagy axiál ventilátor nyomja a szabadba. Ha a ventilátor nem a légcsatornához, hanem a tetőn kialakított szellőzőnyíláshoz csatlakozik, akkor arra elzárózsalt kell szerelni. Ennek oka, hogy álló berendezés esetén gravitációs szellőzés indul meg, mely a teret jelentősen hűtheti. A tetőventilátorok speciális alkalmazási területe nyári időszakban a természetes szellőzés kürtőiben kialakuló huzathatás fenntartása.

Sugárzó fűtések

- Mennyezetfűtés, és falfűtés kialakítása
 - ebben az esetben a fűtőtestek nem a levegőt melegítik fel, hanem a környező falfelületeket, melyek hőátadással melegítik tovább a levegőt.
 - Csoportosításuk:
 - szerkezetük szerint:
 - épület szerkezettel szorosan összefüggő, ill. azzal egybeépített fűtőtestek
 - épület szerkezettől független
 - felületi hőmérséklet szerint:
 - kis hőmérsékletű, épület szerkezettel összefüggő 70°C alatt m.víz
 - közepes hőmérsékletű 70 – 200°C víz ill. gőz
 - nagy hőmérsékletű 200°C felett elektromos v. gáz
 - berendezés elhelyezése szerint
 - mennyezet
 - padló
 - fal
 - Épület szerkezettel egybeépített
 - CRITTAL-fűtés: a szerkezetbe épített csőkégyő 60/50 °C m.vízzel
 - Épület szerkezettől független:
 - STRAMAX mennyezetfűtés: a lamellákkal ellátott fűtőcsöveket a teherhordó mennyezet alá függesztjük. A fűtőcsövek között elhelyezett alumíniumlemezzel egyenletes hőeloszlás érhető el.
 - IBIS-rendszerű: a fűtőcsövekre egyenként gipszlapokat szereltek, majd ezeket rögzítették a mennyezethez. A gipszlapok között fémforgáccsal töltötték ki, felülről pedig szigetelést kapott.
 - FERENGER-rendszerű: kazettás mennyezet, a fémlemez lett az álmennyezet, közepes hőmérsékletű fűtéseknel alkalmazzák
 - Falfűtés: legcélszerűbben az ablak alatt a külső falban helyezhető el. Megfelelő lejtést biztosítani kell. A csővezetékeket emelkedéssel kell szerelni, valamint a fűtővizet alulról felfelé kell áramoltatni.
- Padlófűtés jellemzői
 - Műanyag csöves padlófűtés: családi házakhoz, kisebb létesítményekhez. Padlón szigetelőanyag, erre betonacél háló és ehhez rögzítik a csöveket. Készülnek előre gyártott szigetelő elemek is melyekhez a cső közvetlenül rögzíthető.
 - készítésének általános szabályai:
 - csak szivattyús fűtésnél alkalmazható
 - a csöveket csak vízszintesen szabad elhelyezni
 - az egyes áramköröket egy szakaszból kell kialakítani
 - minden áramkört szabályozó szerkezettel kell ellátni
 - csőhajlítás min. 100 mm sugárral
- padló felületi hőmérséklete
 - óvodák, bölcsődék: 24°C
 - uszodák, fürdők: 34°C
 - egyéb épületek: 30°C

- Padló szerkezet kialakítása
 - födém
 - vízzáró szigetelés
 - szélszegély
 - szigetelőanyag min. 30 mm
 - PE-fólia
 - fűtés cső
 - cement esztrich min. 60 mm
 - burkolat
- száraz, nedves beépítés módjának ismertetése
 - A nedves fektetési eljárásnál (rábetonozásnál) a vízszigetelésre különös gondot kell fordítani. A fűtőcsövet általában a szigetelőrétegre fektetett, MSZ 5761 szerinti hegesztett vasbetonhálóra (síkháló) kötözik. A szélszigetelő sávok gondos fektetése lényeges a jó lépés zaj tompítása és az esztrich akadálytalan hőtágulása szempontjából. (Az esztrich 5 mm-es mozgását tegyék lehetővé)
- Csővezeték rögzítési technológiái
 - Padlón szigetelőanyag, erre betonacél háló és ehhez rögzítik a csöveket. Készülnek előre gyártott szigetelő elemek is melyekhez a cső közvetlenül rögzíthető.
- fűtőcső nyomvonalának kialakítása, szempontjai
 - A csiga alakú vagy bifiláris fektetésnél az egymás melletti előremenő és visszatérő vezetékek egyenletes padlómérsékletet biztosítanak. A 90°-os ívek kézzel is hajlíthatók.
 - A meander alakú fektetésnél az előremenő és visszatérő ág közti folyamatos fűtővízhőmérséklet-csökkenés miatt a helyiségben is hőmérsékletesés adódik. (Ez egyes esetekben viszont kívánatos, pl. ha a fajlagos hőleadásnak a külső falak és ablakok mentén nagyobbak kell lennie, mint a helyiség belsejében.) A meander alakú fektetés 20 cm-nél sűrűbben hajlítható szerszám nélkül nem készíthető el. A sűrűbb szélzóna-kialakítás mindkét fektetési módnál megvalósítható.
- Méretezése
 - Alapadatok felvétele: helyiség hőigénye, helyiség hőmérséklete, burkolat típusa, esztrich vastagság, padló hőátbocsájtási tényezője, hőfoklépcső, rendszer típusa
 - A fűtővíz átlagos túlhőmérsékletének meghatározása a helyiség átlagos hőmérsékletéhez képest: $\Delta t_k = t_e + t_v / 2 - t_b$
 - Nomogrammból leolvassuk a m^2 -enkénti hőleadást és a padló felületi túlhőmérsékletét
 - A padló hőleadásának meghatározása: $Q = A \times q_{vf}$ (q_{vf} = a nomogrammból kiolvasott m^2 -enkénti hőleadás). A zónák hőleadását összegezzük.
 - A kapott hőleadásból a tömegáram meghatározása, csőátmérő választás. Hőleadásból adódó veszteség

Léghevítők

- Feledata, kialakítása, beépítése
 - feladata: a szellőztető berendezésekhez a befűvendő levegő felmelegítése
 - kialakítása: a léghevítők speciális hőcserélők, ahol valamilyen fűtőközeg falon keresztül adja át hőtartalma egy részét az áramló levegőnek. A fűtőközeg leggyakrabban forró víz, meleg víz, gőz, füstgáz vagy a helyiségből távozó levegő, ill. villamos energiával való felmelegítés. Víz, gőz fűtőközeggel üzemelő hőcserélői bordáscsövek, légeműeknél lemezes felületű ún. táskás hőcserélőket alkalmaznak.
 - beépítése: a bordáscsöves hőcserélő hőátadó felületét egymás mellé épített spirálbordák v. lamellás csövek alkotják. A szükséges értékektől függően több sor fűtőcsövet kell elhelyezni a levegő áramlási irányának megfelelően. A csövek két végükön osztó- ill. gyűjtő kamrához csatlakoznak. Ezeket a kamrákat osztottan képezik ki, aminek eredményeképp a gőzfűtés jobban szabályozható, víz fűtőközeg esetén pedig az egyes sorok sorba köthetők, ezáltal turbulens áramlás és jobb hőátadás jön létre. A bordázott csövek készülhetnek acél v. rézcsőből, alumíniumbordákkal. A léghevítőnek a többi berendezéshez csatlakozó keresztmetszetét homlokkeresztmetszetnek nevezzük, ez általában nagyobb, mint a csatlakozó légcsatorna keresztmetszete. Ezért bővítő- ill. szűkítőidomot kell közbeiktatni. A léghevítők a környezetüket is melegítik, ezért ha az olajjal nedvesített szűrők és a fűtőelem között nincs legalább 0,5 m távolság, az olaj a szűrő egy részére filmszerű réteggént rásül. Vízzel fűtött léghevítőknél a fagymentességről gondoskodni kell.
- Léghevítő teljesítményének meghatározása
 - az áramló levegő hőtartalmának növeléséhez szükséges teljesítmény:
 $Q = m \times (i_2 - i_1)$ kW, m: tömegáram kg/s; i_1 : a levegő hőtartalma a léghevítő előtt kJ/kg; i_2 : a levegő hőtartalma a léghevítő után kJ/kg
 - a száraz levegő hőtartalma: $i = c \times t$ kJ/kg

Hőátvevő központok

A hőátvevő központ fogadja a beérkező közeget, gondoskodik annak esetleges átalakításáról, valamint az épületben való elosztásáról.

- Gőzüzemű hőközpontok kialakítása
 - közvetett kapcsolású
 - közvetlen kapcsolású
- Szerkezeti elemei, működése
 - Előremenő csővezeték
 - víztelenítő: a beérkező gőz víztelenítése, az épületbe már csak száraz gőz kerüljön
 - főelzáró, szűrő: a távvezetékben található szennyeződések kiszűrése
 - gőzmennyiség mérő szerkezet: mérőperem, ahol a perem előtt és után mért statikus nyomások különbségéből térfogatáramot számolhatunk
 - osztó: víztelenítővel, „trombitacsőre” szerelt nyomásmérővel, biztonsági szeleppel
 - Visszatérő kondenzvezeték
 - légtelenítő, iszapfogó, főelzáró
- Közvetett kapcsolás ismertetése
 - Közvetett kapcsolással előállíthatunk:
 - kisnyomású gőzt
 - fűtési melegvizet
 - használati melegvizet
 - Fűtési melegvíz
 - ellenáramú hőcserélővel, melyben fordított kötéssel a gőz áramlik a köpenyben. A rendszert a gőzvezetékbe épített szabályozószelep, és a fűtővízbe épített termosztát szabályozza. Nyomáscsökkentő szeleppel kell a hőcserélőbe juttatni a gőzt. Mivel nyomáscsökkenéskor túlhevítődhet, ezért esetenként gőzhűtőt is be kell építeni.
 - Használati melegvíz
 - a használati melegvizet ellenáramú hőcserélőben állítják elő, és külön tartályban tárolják. A beépített szivattyú a felmelegített vizet keringteti a tároló és a hőcserélő között.
- Közvetlen kapcsolás ismertetése
 - Közvetlen kapcsolásnál a távvezeteki rendszer és az épület fűtési csőhálózatának rendszere hidraulikailag egy egységet alkot.
 - Gőz hőhordozó közeg közvetlen felhasználására elsősorban ipari üzemekben van lehetőség, főleg technológiai gőzigény fedezésére.
 - Központi fűtési célokra hőleadóként termoventilátorokat, csőregisztereket, bordázott acélcsőveket, sugárzóernyőket alkalmaznak. Nyomáscsökkentő szeleppel azonban lehetőség van fűtési rendszerekben csökkentett nyomású gőzt alkalmazni.
 - Nyomáscsökkentő szelep: lehet közvetett és közvetlen vezérlésű.
 - Közvetlen:
 - a szelep működését a munkamembrán vezérli. Felső felén a gőznyomás, alsó felén az ezzel egyező mértékű rugóerő hat. Ha a szekunder gőznyomás megnő, akkor a rugó ellenében elnyomja a membránt, a kar közvetítésével a szelep folytja a keresztmetszetet.
 - Kézi nyomáscsökkentőt is be kell építeni a szelep mellé, hogy meghibásodás esetén a folyamatos üzem fenntartható legyen.

Ventilátorok

- Feladata, fajtái, alkalmazásuk
 - áramlási és szerkezeti szempontból a ventilátorokat két fő csoportba osztjuk:
 - radiális átömlésű v. centrifugál ventilátorok
 - alkalmazási területük: ott alkalmazzuk ahol a légnemű közeget nagy nyomáskülönbség ellenében kívánjuk szállítani
 - axiális ventilátorok
 - alkalmazási területük: kis nyomásemelkedés, és nagy légmennyiség szállításra van szükség
 - Fordulatszám-változás hatása a ventilátor alapadataira
 - légszállítás – fordulatszám: $V_1/V_2=n_1/n_2$
 - nyomásemelkedés – fordulatszám: $\Delta p_{\delta 1}/\Delta p_{\delta 2}=(n_1/n_2)^2$
 - teljesítmény – fordulatszám: $P_1/P_2=(n_1/n_2)^3$

Kisnyomású gőzfűtés

- Száraz, nedves, vegyes kondenzű gőzfűtés kialakítása
 - Száraz kondenzvezetékű:
 - ha a kondenzvezeték vízszintes szakaszában, csak üzem közben van víz, de akkor sincs tele (nyomáshatár felett van). Üzemszünetben ebben a vezetékben csak levegő van. A kazánban lévő vízszintet kazánközépvízállásnak nevezzük, a maximális vízszintet pedig nyomáshatárnak. A nyomáshatár az a szint ameddig a víz a kondenzvezetékben felemelkedhet. Ha a kondenzvezeték vízszintes szakasza e fölött van, akkor abban már nem emelkedhet a víz, ezért száraz kondenzvezetékes
 - Nedves kondenzvezetékű:
 - ha a kondenzvezeték vízszintes szakasza üzemviteltől függetlenül tele van vízzel. A vízszintes kondenzvezeték a kazán-középvízállás alatt van.
 - Vegyes kondenzű
 - ha a kondenzvezeték vízszintes szakasza üzem közben a gőz túlnyomásától függően tele van vízzel v. nincs tele, üzemszünetben pedig levegő van benne. A vízszintes kondenzvezeték a nyomáshatár, és a kazán-középvízállás között helyezkedik el
- Kondenz visszatáplálás módjai
 - természetes úton
 - vízszákkal, mely fűrészfog kialakítású csővezetékhez csatlakozik
 - lejtéssel, vissza a kazánba
 - mesterséges úton
- Szivattyús kondenzvíz visszatáplálás kialakítása, működése
 - szivattyús visszatáplálás: a kondenzátum kondenzgyűjtő edénybe folyik, innen egy szakaszosan működő szivattyú emeli a magasban elhelyezett táptartályba. A kondenzátum a táptartályból a gravitáció hatására kerül vissza a kazánba, automatikusan kazánvízállás-szabályzón keresztül.

Természetes szellőzés

- Működése, nehézségei
 - működése: a külső és a belső levegő sűrűségkülönbségének hatására a helyiségben kicserélődik a levegő.
 - nehézségei: a sűrűségkülönbségből és a szélhatásból származó levegőcsere szabályozott módon való kialakítása, valamint a beáramló külső levegő mennyisége is szabályozható legyen.
- Csarnokszellőzés, levegő bevezetése télen és nyáron
 - a nagy légtér miatt az egész csarnokra kiterjedő általános szellőztetés gépi úton való megoldása csak jelentős energiafelhasználással valósítható meg, ezért törekedni kell a csak természetes úton történő szellőztetés megvalósítására. A kialakításnál figyelembe kell venni, hogy nyáron ne melegedjen fel túlzottan a belső légtér, télen viszont a beáramló hideg levegő ne okozzon huzatérzetet.
 - levegő bevezetése nyáron: a csarnok oldalfalain két nyitható ablaksáv található, az egyik a padlószinthez, a másik a tetősíkhöz közel. A csarnok födémszerkezetén a levegő elvezetésére is alkalmas felülvilágító is van. Nyári időszakban a levegő az alsó ablaksoron lép be a csarnokba, és ott felmelegedve a felülvilágítón keresztül távozik, így az átáramló levegő megfelelő közérzetet biztosít az ott dolgozóknak.
 - levegő bevezetése télen: téli időszakban a levegő közvetlenül nem vezethető be a tartózkodási övezetbe. A külső alacsonyabb levegő miatt kevesebb levegőt kell bevezetni nagyobb nyomáskülönbséggel. Ez az alsó ablakok zárásával és a felső kisebb ablakok nyitásával valósítható meg. A magasan beáramló hideg levegő a térben lefelé törekszik és közben felmelegszik, mire a tartózkodási övezetbe ér. A felmelegedett levegő a felülvilágítón keresztül távozik. A szélhatás miatt keletkező torlónyomás leállíthatja a levegőkiáramlást a felülvilágítókon, ennek elkerülésére ezeket célszerű deflektorszerűen kialakítani.
- Semleges vonal jelentősége, nyomás eloszlás ismertetése
 - semleges vonal: a helyiség fala mentén függőleges irányban a külső és belső nyomás értéke h_1 magasságban egyenlő egymással ez a semleges vonal. Ha a belébbé és kilépő nyílás mérete és ellenállása megegyezik, akkor ez a vonal a h magasság felében van, különben mindig ahhoz a nyíláshoz van közelebb, amelyiknek kisebb az ellenállása a levegő áramlásával szemben. A levegő belépésénél a külső nyomás nagyobb $p_{1a} > p_{1i}$; a kilépésnél pedig a belső nyomás nagyobb értéke hozza létre a kiáramlást $p_{2a} > p_{2i}$.