

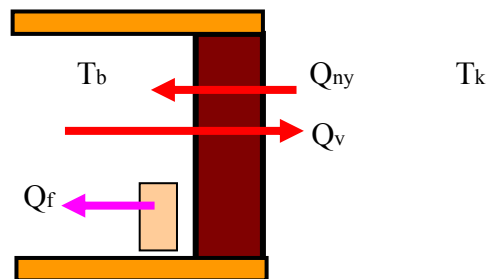
8. Energiatermelő rendszerek üzeme

Az energia „termelését” (=átalakítását) műszaki berendezésekben valósítjuk meg. Az ember sütési-főzési feladatokra tűzhelyeket, fűtés biztosítására: kandallókat, kályhákat alkalmaz.

A klasszikus berendezések szilárd tüzelőanyaggal működnek, de ma már gáz-, olaj-, elektromos működtetésű berendezéseket is alkalmaznak. Az ún. egyedi fűtés esetén a fűtendő helyiségbe szállított kémiai, vagy villamos energiát a helyiségben alakítják át hővé.

8.1. Hőszükségletszámítás alapjai

Az épületekben, a lakásokban kellemes közérzetet (és hőérzetet) kívánunk biztosítani. Az elvárt helyiség-hőmérsékletet (T_b) biztosítására hőt vezetünk be, vagy hőt vezetünk el. Téli, fűtési időszakban a hőveszteség és a hőnyereség különbözetét (a hőszükségletet: Q_f) kell közölni a helyiséggel, hogy az „elvárt” hőmérsékletet biztosítani tudjuk.¹ A hőszükséglet számítását gondolatmenetét a 8.1. ábrán követhetjük.



8.1. ábra: A hőszükségletszámítás elvi ábrája

¹ A hőnyereség (Q_{ny}) adódhat a szomszédos helyiségekből, a talajból-padozatról, a födémből, a Nap sugárzásából; A hőveszteség (Q_v) a falazatokon, födemen és padozaton áramló hő, amely függ: a felület-elemek területétől, a „falazat” hőátbocsátási tényezőjétől (k) és a belső-külső hőmérsékletkülönbségtől:

$$Q_f = \sum_i^n F_i k_i (T_b - T_k)$$

A szomszédos helyiségek felé irányuló hőveszteséget vagy onnan származó hőnyereséget általában 4 °C hőmérsékletkülönbségnél szokás figyelembe venni.

A helyiség teljes hőveszteségét úgy számolják, hogy különböző pótlékokkal növelik, a Q_v számított transzmissziós hőveszteséget. A hőveszteségszámításnál a speciális adottságokat a következő pótléktényezőkkel szokás figyelembe venni:²

szélpótlék p_1 : normál szél (0,5...3 m/s) esetén: 10%; erős szél (3,5...6 m/s) esetén: 20%;

felfűtési pótlék p_2 : üzemszünetről függően (8...12...16 óra): 10/15/20%;

kürtőhatás pótlék p_3 : szinttől függően: 10%,

égtájpótlék p_4 : É, ÉK, ÉNY esetén: 5%, D, DK, DNY esetén: -5%;

A korrigált teljes hőveszteség (Q_k) egy helyiség esetén:

$$Q_k = Q_v(1 + p_1 + p_2 + p_3 + p_4) \quad ,W.$$

A helyiségek hőveszteségeit az épület szerkezeti anyagainak és nyílászáróinak hőátbocsátási tényezője alapvetően befolyásolja. A már meglévő épületeket folyamatosan korszerűsíteni és karban kell tartani. Az elmúlt években sok nagyvárosban az ún. panelprogram keretében a házigyári lakások fa ablakait műanyag ablakokra cserélték, falazatait pótlólagos hőszigeteléssel látták el (8.1. kép).



8.1. kép: Szegedi panelházak külső fal felújítása és nyílászáró cseréje (2010)

(Fotó: Pitrik J.)

² Részletesen: Dr Párkányi György: Kályhák kiválasztása, elhelyezése, gazdaságos üzemeltetése. Műszaki Könyvkiadó, 1988. pp. 30–40.

A hőátbocsátási tényezők értékei anyagfüggőek.

Egy hagyományos külső téglafal esetén, vakolattal (38 cm): $1,5 \text{ W/m}^2, \text{ K}$.

Vályogfal (50 cm): $1,5 \text{ W/m}^2, \text{ K}$.

12 cm-es vasbeton födém és 4,5 cm-es hőszigetelés: $0,64 \text{ W/m}^2, \text{ K}$.

Panelfal: $0,8\text{--}1,1 \text{ W/m}^2, \text{ K}$.

Felújított panelfal és műanyag nyílászárók: $0,38\text{--}0,48 \text{ W/m}^2, \text{ K}$.

A fűtőberendezések kiválasztásához a hőszükségletet gyakorlati tapasztalat alapján is meg lehet állapítani. Ekkor a helyiség funkcióját, elhelyezkedését, tájolását szokás paraméterként figyelembe venni. Pl. földszinti helyiségek, déli tájolása esetén: $20\text{...}25 \text{ W/m}^3$ hőszükségletet alkalmazhatunk.³

Feladat

Számolja ki egy házigyári lakás szabadon álló külső oldalfalának hőveszteségét felújítás előtti és felújítás utáni állapotra!

A vizsgált fal felülete: 30 m^2

A régi fal hőátbocsátási tényezője: $k_1 = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ K}$

A szigetelt fal hőátbocsátási tényezője: $k_2 = 0,48 \text{ W/m}^2, \text{ K}$

A lakás elvárt belső hőmérséklete: $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

A figyelembe vett külső (méretezési) hőmérséklet: $t_2 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$

8.2. Egyedi fűtőkészülékek működése

A lakások fűtéséhez ma még gyakran egyedi fűtőkészülékeket alkalmazunk. Ha mindazon helyiségekben, ahol hőszükséglet van külön berendezést használunk, a lakásban kellemes hőérzetet tudunk biztosítani.⁴

A hagyományos egyedi berendezésekben a tüzelőanyag kémiaiilag kötött energiája az égés során felszabadul. Az égéshez szükséges: az éghető tüzelőanyag, levegő és aktiválási energia (hő). Az égési folyamat egy láncreakció, melynek létrejöttét az aktiválási energia (vagy tüzeléstechnikai nyelven: a gyulladási hőmérséklet váltja ki. Az égés akkor tökéletes, ha a tüzelőanyag részecskéi megfelelő hőfokot elérnek és a levegő minden éghető részecskével (C, H₂, S) találkozik. Az égés

³ Részletesen: Dr Párkányi György: Kályhák kiválasztása, elhelyezése, gazdaságos üzemeltetése. Műszaki Könyvkiadó, 1988. pp. 30–31.

⁴ Amennyiben a lakás helyiségeiből csak egyben, vagy néhányban fűtünk, a kellemes közérzet csorbul, s kedvezőtlen folyamatok is „beindulhatnak”: így nedvességtartalom növekedése, penészesedés, szerves építőanyagok bomlása (vályog), kellemetlen szagok létrejötte, a falazat szilárdságának csökkenése, ...

során keletkező gázok (CO₂, H₂O, CO, NO, NO₂, O₃) mellett, korom, pernye, hamu, salak is keletkezhet.

Az égési folyamat egymástól elválaszthatatlan részfolyamatok együttese. Ezek közül néhány: az égéshez szükséges primér levegőt a szerkezeti anyagok és a már részben elégett tüzelőanyag maradványok előmelegítik; az aktiválási hő előállítására könnyen éghető anyaggal (pl. gyújtóssal); a tüzelőanyag előmelegítése a szerkezet és a füstgáz által; a füstgáz és a sugárzó hő felmelegíti a hőtermelő falazatát; a falazat hője hőátadás révén a „kályha” külső felületére jut; a felület sugárzás / kontakt hőleadás / konvekció révén átadja a hőt a környezetnek, a füstgáz felmelegíti a kémény falazatát és környezetét és a szabad térbe jut; a füstgáz ún. transzmissziós folyamatban vesz részt, mely során légszennyezőanyag tartalma hígul, átalakul.

Mivel a berendezés által termelt hő a helyiségben hasznosul, tüzelési „vesztésnek” csak a kémény felületén és a kéményen át távozó füstgázhőt tartjuk. Természetesen nem minden éghető anyag fog elégni, ezért az ez által képviselt hőt le kell vonni a bevitt hóból. A rendszerre vonatkozó tüzeléstechnikai hatásfok:

$$\eta = \frac{E_h}{E_b}$$

Ahol: E_h – a hasznos energia, E_b – a bevezetett energia.

Természetesen a hatásfok nem állandó, például terheléscsökkenés esetén a hatásfok csökken. Ennek következménye, hogy az igénynek megfelelő kapacitású hőtermelőt kell üzemeltetni.

8.3. Egyedi fűtőkészülékek

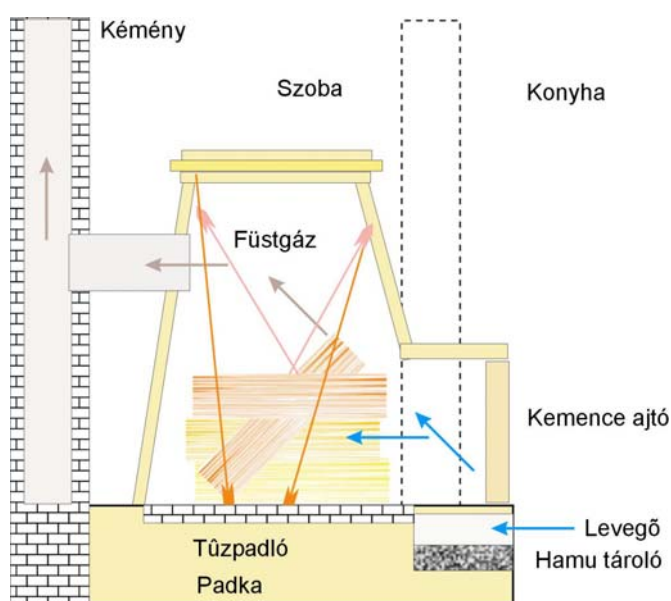
8.3.1. Kemence

A kemence a magyar tanya jellegzetes sütő-főző fűtő rendszere. Lángkemence, azaz a tüztérben nagy lánggal égő természetes anyagokat, melléktermékeket tüzelnek el: szalmát, kukorica szárat (=száríziket), kukorica tövet, kukorica csutkát, venyigét.

A kemence szakaszos „üzemmódban működik: felfűtik, a láng látható tartományba eső fénysugárzása a boltívről visszaverődik és a téglából (esetleg tűzálló samott) álló tűzpadlót felmelegíti. A tüzelőanyagot elégése után a hamutérbe húzzák ki, majd a kemence tüztérét kisöprik és a kenyeret bevetik, vagy az ételt

edényekbe behelyezik. A boltíves részt készíthetik agyagból, törekes agyagból, téglából, cserépből.⁵

A kemence elsősorban főző-sütő berendezés, ezért a kemence ajtó (törekes agyagból készült félkör alakú tárcsa) a konyhára néz. A felfűtést is itt végzik. A kemence „test” a tisztaszobában helyezkedik el, gyakran egy sarokban. A kemencét „ülő alkalmatossággal (padkával) építették meg. Melegedni csak kontakt hőátadás révén, nekítámaszkodva lehet. A kemence a szoba felfűtésére alkalmatlan, mert a felületi hőmérséklete alacsony. (8.2. ábra, 8.2. kép, 8.3. kép.)



8.2. ábra: Kemence működési elve (Szerkesztette: Pitrik J.)

8.3.2. Kandaló

A kandaló tipikus fűtőberendezés, amelynek belsőépítészeti térformáló szerepe is van. Hagyományosan nyitott tűzterű, falazott rendszer, amely a kéménnyel gyakran egy egységet alkot. Tüzelőanyaga a fahasább, melynek lángja sugárzó hő bocsát ki és a kandaló előtt tartózkodókban kellemes hőérzetet vált ki. Konvekciós hatás minimális. Egyre inkább terjed a öntöttvasból készített, üvegajtóval ellátott kandaló. A kandaló nem csak nagy terű helyiségekben, hanem szabadtéren is használható (8.4. kép).

⁵ Szeged környékén vesszőből készített vázszerkezetet tapasztják meg törekes agyaggal. A belső térbe a sugárzó hő jobb hasznosulása érdekében üvegcserepeket nyomnak.



8.2. kép: Kemence, mint kontakt hőleadó



8.3. kép: Elhagyott tanyák kemencéi. (Fotó: Hegedűs A.)



8.4. kép: Kandallók. (Fotó: Pitrik J.)

8.3.3. Cserépkályha, kandalócserepkályha

A cserépkályha kályhacsempékből gyártott falazott, nagy felülettel rendelkező fűtőberendezés, amelynek tüzelőanyaga lehet: fa, szén, gáz. Általában több huzammal rendelkezik. Kontakt és konvekciós hőátadást valósít meg.

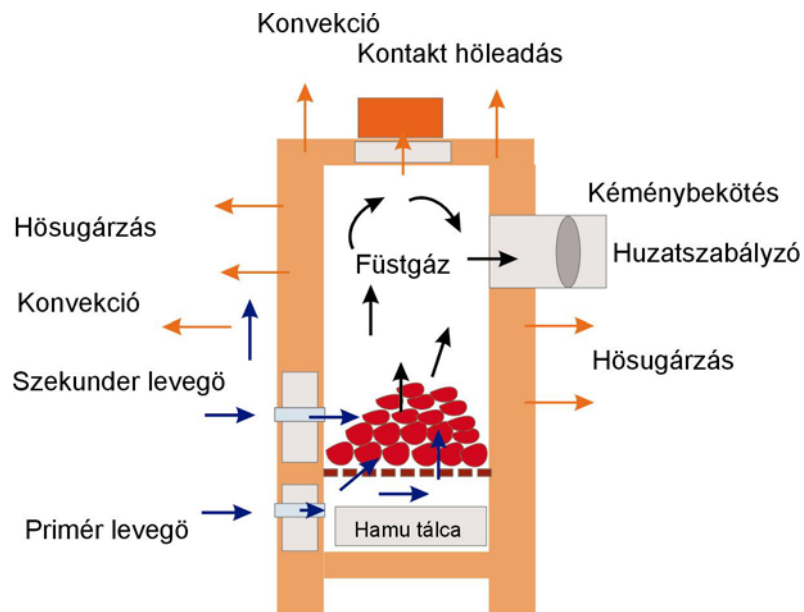
A kandalócserepkályha egy öntöttvas kandalóbetétből és a köré épített falazott cserépkályhából áll. Tüzelőanyaga: a tűzifa, melynek sugárzó hője felmelegíti a cserépkályha falazat belső felületét és az üvegajtón keresztül hősugárzás érvényesül. A kandalóbetét és a cserépkályha közötti levegő felmelegszik és a kályha szellőzőnyílásán keresztül feláramlik, ezzel konvekciós körforgást hoz létre. (8.5. kép)

8.3.4. Kályha

A kályha klasszikus tüzelőeszköz, melynek számtalan szerkezeti változata ismert: egyszerű lemez (dob) kályhák, egyaknás öntöttvas kályhák, egy és kétaknás falazott kályhák. Tüzelőanyaga lehet: tűzifa, pellet, fűrészpor, szén (barnaszén, iszap-szén, brikett, koks), tüzelőolaj, bropán-bután gáz, földgáz. A kályha fő szerkezeti részeit és működésének elvét a 8.3. ábra szemlélteti.



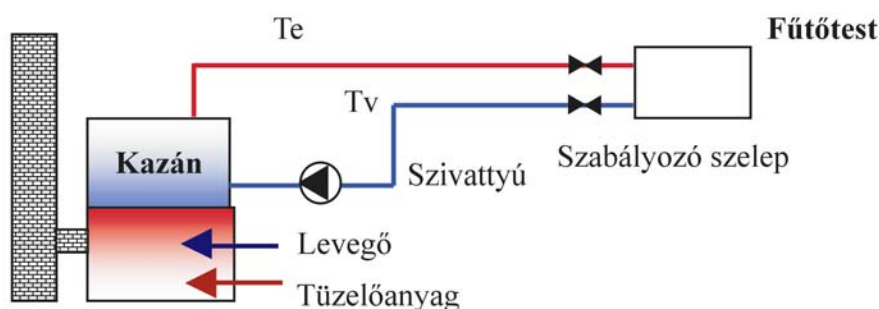
8.5. kép: Kandallócserepkályha. (Fotó: Pitrik J.)



8.3. ábra: A kályha szerkezete és működése (Szerkesztette: Pitrik J.)

8.4. Központi fűtőkészülékek működése

Az egyedi fűtés munkaiigényes, teret foglaló és költséges megoldás, de a legfőbb ok, amiért évezredek óta központositott rendszerek tervezésére és megvalósítására törekedtek, az, hogy a fűtőberendezés folyamatosan, „rejtve” működjön. Ehhez az egyedi fűtőberendezés három funkcióját: a *hőtermelést*, a *hőszállítást* és a *hőleadást* szét kell választani. A fűtési rendszer egyik lehetséges megoldását a 8.4. ábra szemlélteti.



8.4. ábra: Melegvíz központi fűtés elve (Szerkesztette: Pitrik J.)

A tüztérben elégetett tüzelőanyag (gáz, fa, szén, olaj) felszabadult hője felmelegíti a kazánban lévő vizet, melyet melegvíz, forróvíz vagy gőz formájában a fűtőtestbe vezetjük. A fűtőtest leadja a hő egy részét a környezeti levegőnek, miközben lehűl. A lehűlt vizet egy szivattyú segítségével nyomjuk be a kazán vízterébe.

A kazán tüztere és víztere egységet alkot, a víztér lehet egy kazándob, egy csővezeték-rendszer vagy a kettő kombinációja. A csővezetékben áramló víz hőmérsékletét az égés szabályozásával, illetve a víz mennyiségi szabályozásával lehet kézben tartani.

A hálózat lehet: egyszintes, két vagy többszintes. A többszintes rendszer lehet: felső-, alsó és vegyes elosztású. Többszintes rendszereket egycsöves vagy kétcsöves szerkezetben tervezik.

A fűtőtestek hőleadása lehetséges: konvekcióval, konvekcióval és sugárzással, sugárzással és kontakt módon. Konvektor: olyan fűtőtest, mely főként konvekcióval (70–90%) adja le a hőt. Radiátor: esetén a konvektív / sugárzó hő aránya ~60/40%, sugárzó fűtőtestek esetén 90/10%.

A központi fűtésrendszer méretezésének alapelvei megegyeznek az egyedi fűtésnél bemutatott eljárással.

8.5. Központi fűtések

A központi fűtésekre vonatkozó fenti leíráson túl néhány fontos jellemzőt és műszaki megoldást emelünk itt ki.

A központi fűtések a kiterjedésük nagyságával is lehet jellemezni. A legegyszerűbb megoldás az ún. *lakásfűtés*. A hő előállítás, elosztása és leadása egy lakótérben történik. Ide sorolhatók azok a lakóház fűtések is, melyekben egyetlen lakás van. A *házfűtés* többszintes, egy közös hőelőállító (hőcserélő) berendezéssel rendelkezik. Ezeket a tetőtérben vagy a pinceszinten szerelik. Működésük automatikus. Lakótelepek, nagyobb lakóegységek fűtésére használják a *távfűtést*, városrészek fűtési rendszere a *városfűtés*. A központi fűtés ezen nagyrendszerek tervezése során energetikai, biztonságtechnikai és gazdasági szempontokat vesznek figyelembe.

A távfűtéses rendszerekhez kapcsolt házak fűtését gyakran függetlenül kívánják üzemeltetni, ilyenkor olyan hőközpontokat alakítanak ki, amelyek hőmennyiség mérővel (és gyakran a radiátorokon hőmennyiség elosztóval van ellátva).

A hagyományos központi fűtőrendszereket gravitációs fűtésként alakították ki, ma már az anyagtakarékosabb szivattyús fűtések alkalmazásának.

A fűtési rendszereket biztonsági berendezésekkel (biztonsági szelepekkel, hasadó tárcsákkal, szintmérőkkel, hőmérőkkel, légbeszívókkal és tágulási tartállyal) kell felszerelni.

8.6. Egyedi és központi energiatermelő rendszer üzeme

A fűtés alapvető célja a kellemes közérzet biztosítása. Ezt ésszerű takarékosággal szeretnénk biztosítani. Esetenként eltérünk az „ideális” hőmérséklettől (Pl. szelőlőztetéskor, főzéskor, éjszaka, elutazáskor,...), de általában kerüljük a túlfűtést.⁶

Egyedi fűtés esetén a szabályozást a tüzelés tudatos irányításával, a helyiség hőmérséklet és a hőérzetünk figyelésével, a kályha-levegő és huzat célszerű beállításával érhetjük el. A helyiség fűtése *szakaszos*, mert kezdeti felfűtést egy állandósult üzem, majd egy lehűlési folyamat követi. A kezdetben közölt többlet hő egy része a falakat felmelegíti, így a lehűlést a falakban tárolt hő késlelteti. Ez a hőmérsékletváltozás a falakban jelentős hőingadozást okoz. A túl nagy hőingadozás a padozat, a bútorzat, az ember számára sem kedvező.

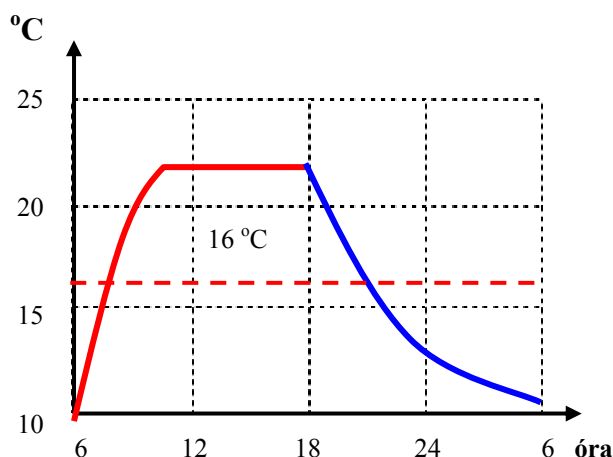
⁶ Dr. Párkányi György: Kályhák kiválasztása, elhelyezése, gazdaságos üzemeltetése. Műszaki Könyvkiadó, 1988. pp. 24–25

Központi fűtés esetén az egész házra, lakásra vonatkozóan egyenletes, *folyamatos*, szabályozott fűtést tudunk megvalósítani, így a felfűtési veszteségektől eltekinthetünk. Az állandó hőmérséklet biztosítása nem minden esetben szükséges, ezért akár egy napon belül különböző igényeknek megfelelő *programozott* menetrend biztosítható.

Természetesen az egyedi fűtés esetén is megvalósítható a folyamatos, illetve a programozott menetrend (Pl. gázkonvektor, elektromos kályha, szabályzott olajkályha esetén).

A fűtési menetrendek alaptípusait a 8.5. ábra és a 8.6. ábra szemlélteti.

A központi fűtés egy nagyrendszer, amely általában egy hőtermelő berendezésből, egy kiterjedt csőhálózatból és különböző szinteken elhelyezett hőleadókból áll. Klasszikus esetben a hőleadók homogének, de ma már radiátorok, csőregiszterek, padló / fal hőleadók változatos rendszere alkotja.

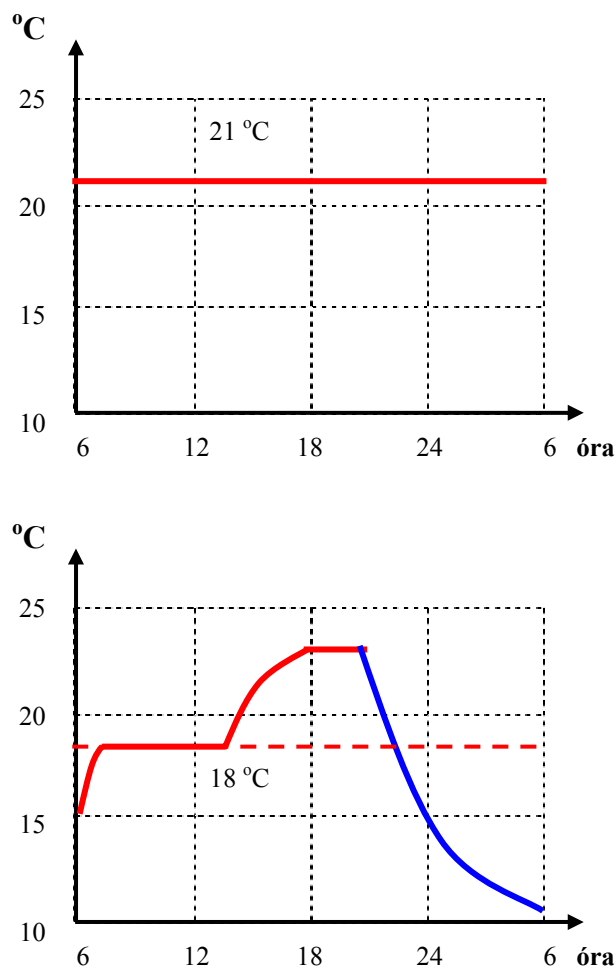


8.5. ábra: Fűtött helyiség napi hőmérséklete – szakaszos fűtés
(Szerkesztette: Pitrik J.)

8.6.1. Stacioner és instacioner állapot

A fentiek alapján érzékelhető, hogy a fűtés elsősorban a környezeti meteorológiai állapot (hőmérséklet, páratartalom, szélsebesség,...), az épület tájolása, az épület szerkezeti tulajdonságainak, a fűtőrendszer működési jellemzőinek és az egyéni igénynek a függvénye.

Szakaszos fűtési menetrend esetén a felfűtés során bevezetett energia egy jelentős része a tüzelőanyag előmelegítésére, meggyújtására, és a fűtési rendszer előmelegítésére szolgál. Az égés kezdeti szakaszában a veszteségek jelentősen nőnek: sok az elégetlen tüzelőanyag, a füstgáz koromtartalma magas, hőmérséklete alacsony. Ez a szakasz a füstgáz vizsgálatával követhető. A kezdeti instacioner szakasz után kialakuló kvázistacioner állapotban a veszteségek csökkennek, a hőveszteségekkel arányos hőleadás történik.

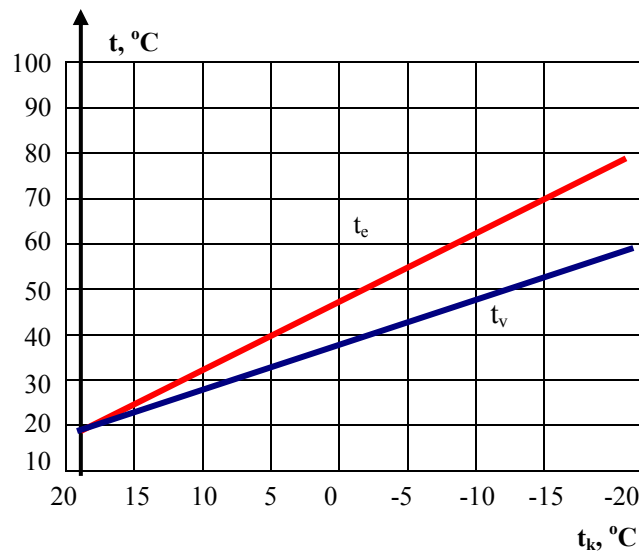


8.6. ábra: Fűtött helyiség napi hőmérséklete – folyamatos / programozott fűtés
(Szerkesztette: Pitrik J.)

Folyamatos fűtés esetén lényegileg csak a hőveszteséget kell pótolni, ez azonban napi-havi-évi intervallumban is lényegileg a T_b és a T_k különbségétől függ. Ez természetesen azt jelenti, hogy instacioner, vagy kedvezőbb esetben (lassú változások esetén) kvázistacioner üzemmód áll fent.

A programozott fűtés ad megoldást a legkedvezőbb hőtechnikai tulajdonságok elérésére. Minimalizálhatók a veszteségek és a költségek.

A probléma és az összefüggések feltárását segíti a 8.7. ábra, amely egy melegvizet központi fűtés szabályozási diagramját mutatja egyszerűsített formában.



8.7. ábra: Központifűtés szabályozási diagram elve

Kérdéstár

1. Melyek az égés feltételei:

- Éghető anyag
- Égési hőmérséklet
- Gyulladási hő
- Oxigén
- A tüzelőanyag kis nedvességtartalma

2. Mely részfolyamatok nem játszódnak le az égés során

- a) A primér levegőt a berendezés szerkezeti anyagai előmelegítik
- b) A primér levegőt a tüzelőanyag maradványok előmelegítik
- c) A füstgáz és a sugárzó hő felmelegíti a berendezés falzatát
- d) A szoba levegője a kályha tetejének résein beáramlik a kályha térbe.
- e) Az áramló füstgázban lévő szénmonoxid korommá alakulhat

3. Melyik állítás az igaz

- a) A kemencében nagylángú tüzelőanyagot kell használni
- b) A kemencében kislángú tüzelőanyagot kell használni
- c) A kályhában nagylángú tüzelőanyagot kell használni
- d) A kemencét nem lehet főzésre használni
- e) A kandalló csak konvekcióval adja le a hőt a környezetében
- f) A kályhában az égéshez szükséges levegőt csak egy helyen vezetik be

4. Az égéstérben a tüzelőanyag ...kémiai...kötött energiáját szabadítjuk fel. Lényegileg egy ...láncreakció... játszódik le, melynek elindításához a ...gyulladás vagy aktiválási...hőt kell közölni.