

A kemping fürdőépületére napkollektorokat telepítünk, melyek a használati melegvíz ellátásért 100%-ban felelnek.

A kempingben is fontos számunkra a megújuló energia hasznosítás, mely napjainkban elengedhetetlen kelléke a fenntartható fejlődésnek.

NAPKOLLEKTOR



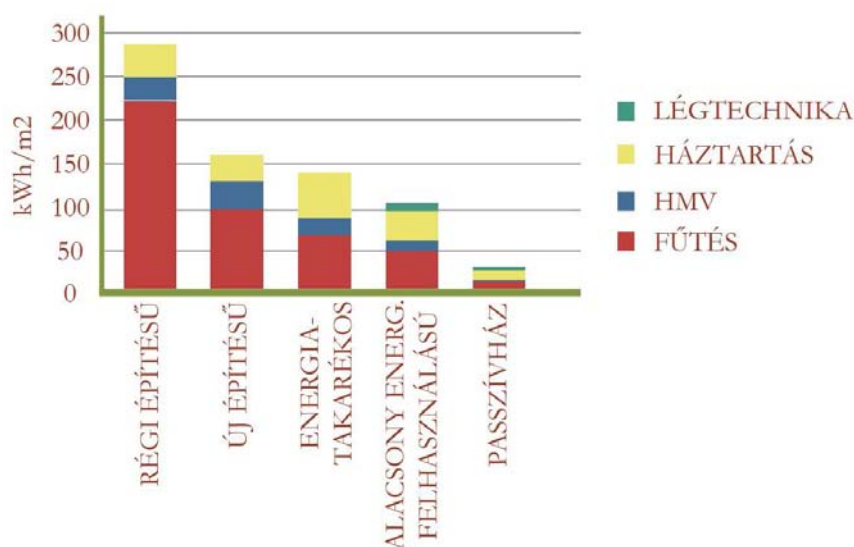
Magyarországon a teljes energiafogyasztás 40-50 százalékát fordítjuk épületek létesítésére és üzemeltetésére. Ezen energiaforrások közel **80%-a hazánkban fosszilis energiából** származik, ami köztudottan szén-dioxid kibocsátással jár. A károsanyag-kibocsátás **jelentős mértékben járul hozzá** a globális **klímaváltozáshoz**, növelve a közeli jövőben bekövetkező éghajlati katasztrófa valószínűségét.

Az **energiafelhasználás jelentős csökkentésével** nem csak a **globális klímaváltozás ellen** lehet tenni, hanem komoly **pénzügyi megtakarítás** is elérhető.

Mivel életünk 80%-át zárt helyiségekben töltjük, energiafogyasztásunk nagy része is ezek üzemeltetéséhez kapcsolódik. A magyarországi közel 4 millió háztartás túlnyomó része régi építésű épületekben működik, melyek létrejöttükkor nem merült fel az energiatudatos építkezés, még nem álltak rendelkezésre sem a maihoz hasonló korszerű építőanyagok, sem elegendő információ. Ezért is fontos megtalálni azon technológiákat, melyek segítségével **csökkenthető a régi építésű épületek energiafelhasználása** pl. gépészeti, szerkezeti felújításuk révén.

Egy-egy épület **80-100 évig** vagy akár tovább is használatban áll, ezért az új házak esetében kiemelten fontos szem előtt tartanunk, hogy minél **energiatudatosabb épületeket adjunk a jövőnek.**

Az alábbi ábra a különböző típusú házak tételes energiafogyasztását mutatja



Egyre terjedőben van manapság a **megújuló energiaforrások** használata, és sok esetben valóban reális alternatívát kínálnak, ám ezek még nem tudják teljes mértékben kiváltani a fosszilis energiaforrások használatát.

A földi élet alapja a Nap, ami a megújuló energiaforrások eredője. A napenergia hasznosítása történhet gondosan megtervezett épületek esetén **passzív építészeti módszerekkel**, vagy **aktív illetve hibrid épületgépészeti rendszerek** alkalmazásával. Ennek segítségével egyrészt **csökkenthetők az energia veszteségek**, másrészt megfelelő körülmények között **melegvíz előállításra és/vagy fűtésre is felhasználhatók** - a hasznosított besugárzás mértékétől függően.

Amilyen hasznos a nap melege télen, annyira kerülendő az egyre forróbb nyári időszakban. Számos módszer és passzív építészeti megoldás létezik a felmelegedés elkerülésére és a kellemes hőérzet biztosítására: a hagyományos árnyékolási megoldásoktól kezdve a speciális üvegezéseken át a természetes hűtési megoldásokig (pl. zöldtetők, tetőtavak). Természetesen aktív hűtés is lehetséges meglévő berendezésekkel, ezek közül egyik legjobb lehetőség a hőszivattyús megoldás, vagy az ún. adiabatikus hűtés.

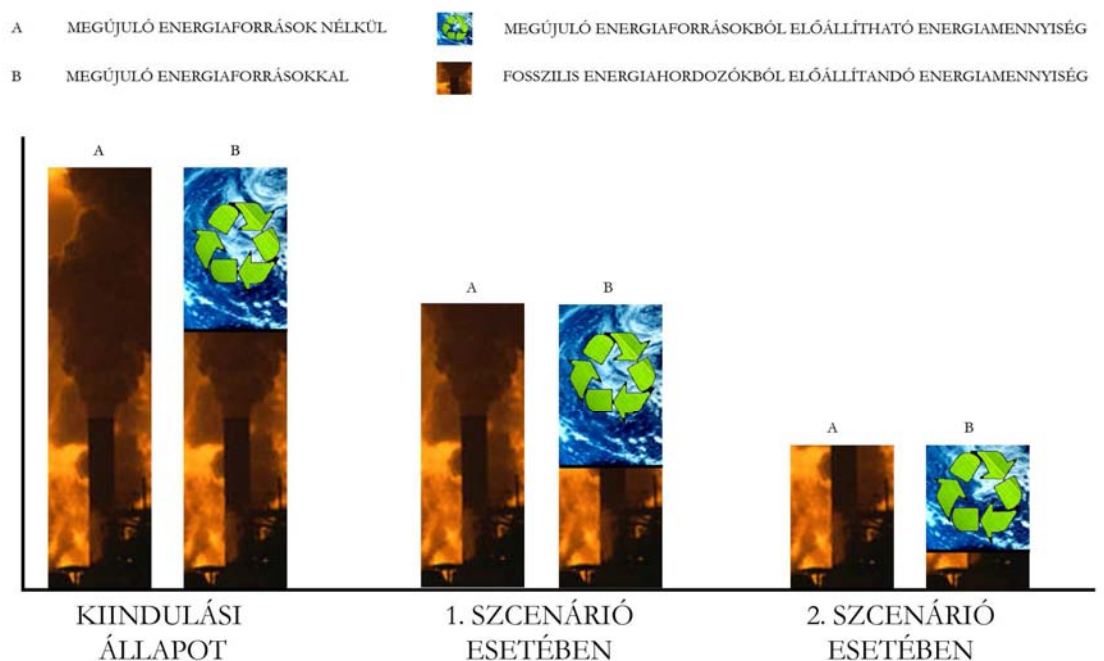
Átgondolt tervezéssel **a szoláris nyereség nyári minimalizálása és a téli maximalizálása is kombinálható.**

Régi épület felújítása során nem lehetetlen a nyereségek maximalizálását elérni, de esetükben célszerűbb a veszteségek minimalizálására törekedni. Tudatos szoláris építészettel, például pufferzónák kialakításával csökkenthetők a veszteségek, illetve a megfelelő teljes körű hőszigetelés a téli hideg és a nyári meleg ellen egyaránt nyújt hatékony védelmet. Fontos annak kiemelése is, hogy az egyre többen hangoztatott szlogen: **„a legolcsóbb, legtisztább energia a meg nem termelt energia”** a régi épületek esetében hatványozottan igaz, hisz a mai korszerű módszerek segítségével egyre rövidül a felújítási befektetések megtérülési ideje.

Jelen tanulmány számos módszert sorol fel erre vonatkozóan.

Egyéb, helyben termelt megújuló energiaforrások használata is indokolt lehet megfelelő adottságok esetén. Érdekes például a helyi biomasszát fenntartható módon hasznosítani, hiszen ez számos járulékos előnyt is jár.

Az alábbi diagram az épületek éves energia-igényének alakulását hivatott bemutatni, az egyes javasolt szerkezeti felújítások után. Jól látható, hogy átgondolt **épületszigeteléssel** (2. scenárió) lényegesen **több energiát takaríthatunk** meg, mint amit alapesetben ésszerű keretek között megújuló energiaforrásokkal kiválthatnánk. Egy jól szigetelt épület drasztikusan csökkent energiaszükségleténél azonban már **nagy százalékban helyettesíthetők** a fosszilis energiaforrások **megújuló forrásokkal**. Mivel a **legfőbb cél** az **ÜHG** (üvegházhatású gázok) **kibocsátásának csökkentése**, könnyen belátható, hogy először az épületek (főleg fűtési-) energiaigényét kell a lehető legnagyobb mértékben csökkenteni, majd ennek minél nagyobb százalékát megújuló, tiszta erőforrásokkal előállítani.

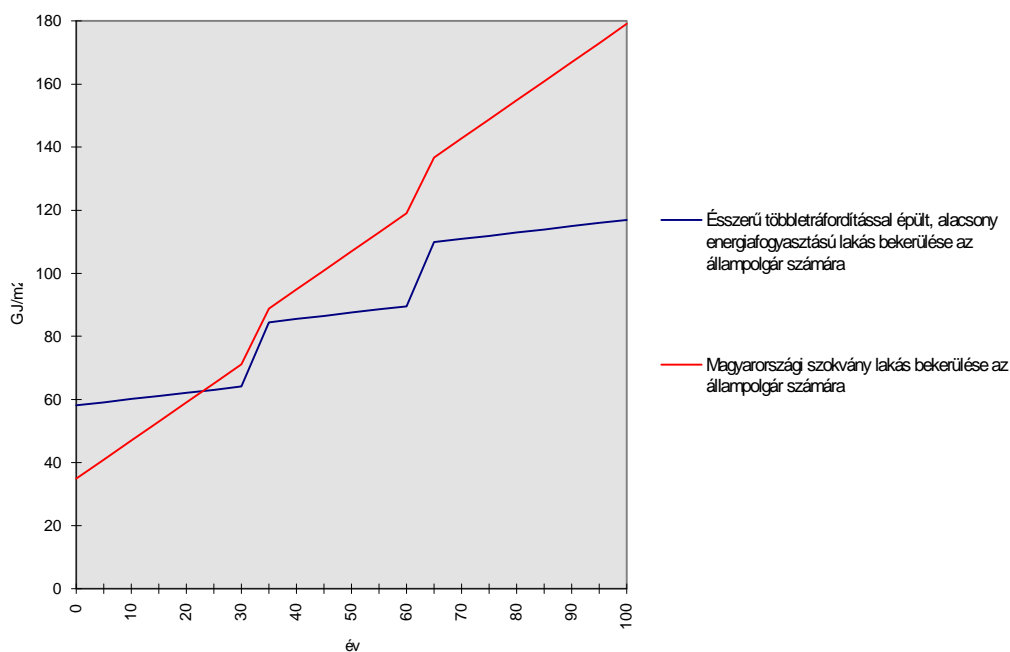


*Épületek átlagos éves energia-igényének alakulása
(5-8 évnél régebben épült épületek esetében)*

A következő diagram egy magyarországi szokványos lakás és a megcélzott, alacsony fűtési energiafogyasztású lakás halmozott energiafogyasztását szemlélteti (egyenes összefüggésben áll a lakás bekerülési költségével).

Az alacsony fűtési energiafogyasztás elérése építészeti, építőanyagbeli, szerkezeti, stb. többlet szellemi és anyagi ráfordítással jár, azonban ez a kezdeti ésszerű többletráfordítás már az első felújítási cikluson belül, az épület élettartamának legkésőbb 1/4 részénél megtérül.

Magyarországi szokvány lakás
és egy 80 kWh/m²a fűtési energiafogyasztású lakás felhalmozott energiafogyasztása
(bekerülése az állampolgár számára - központi elvonásokat beszámítva)



Az épületek energiatudatos üzemeltetésére irányuló vizsgálatok alkalmával az energia mellett **kiemelten fontos** foglalkozni a **víz- és a hulladékgazdálkodással** is. Ésszerű módszerek használatával utóbbi két területen is **jelentős megtakarítások** érhetők el - **kímélve** ezzel **környezetünket és pénztárcánkat**.



A tanulmány további célja, hogy a számos módszer bemutatásával felhívja a figyelmet, hogy egy épület energiatakarékos megtervezése és felújítása ma már gondos, szakértő kezeket igényel. Meglehetősen sok tényezőt kell figyelembe venni, s minden megoldásnak megvannak a nyilvánvaló előnyei mellett az alkalmazhatósági korlátai is. A lehetőségek tárháza igen széles, a technológiák és korszerű anyagok széles palettája áll rendelkezésünkre, ám rendkívül fontos, hogy megfelelő hozzáértéssel kiválasztott, egymással kompatibilis rendszereket alkalmazzunk, ezek hiányában ugyanis éppoly könnyen árthatunk egy épületnek, mint amilyen sokat segíthetnénk.

A tervezésnél fontos szempont, hogy az igények meghatározása után kerüljön sor az optimális rendszerek kiválasztására, melyekkel olyan épület hozható létre, mely **harmóniában van a környezettel**, mégis képes modern, korszerű, **kellemes életteret biztosítani** a benne tartózkodók számára.

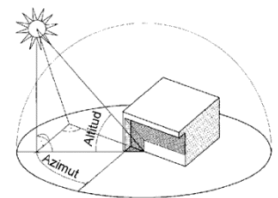
A. MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNÁLATA AZ ÉPÜLETEK ÜZEMELTETÉSÉNÉL

I. Alapismeretek

Bármely **szoláris rendszer működésének alapvető feltétele**, hogy az energiagyűjtő felületet a megfelelő szögben és kellő időtartamban érje a direkt napsugárzás.

1. Napállások megadása szögekkel

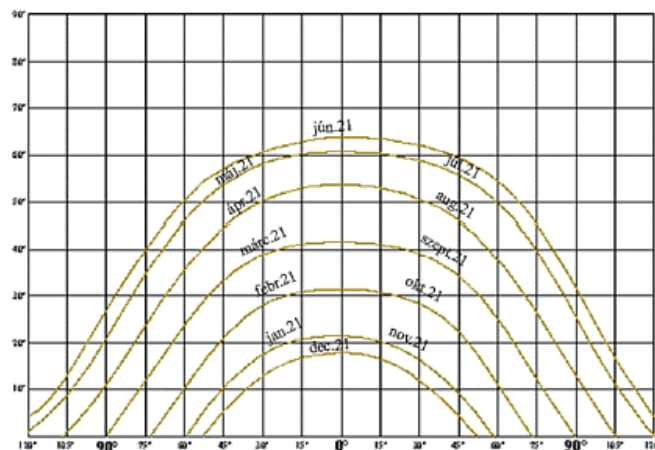
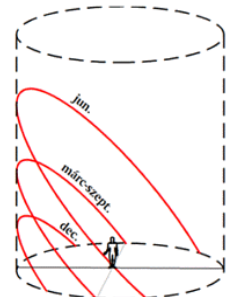
A Nap helyzete két szöggel adható meg. A magassági szög, vagy **altitúd** a vízszintes síktól mért, függőleges síkban levő szög. A másik szög a vizsgált felület normálisa és a direkt sugárzás vonala által bezárt, vízszintes vetületben mért **azimut**. Mindkét vonal irányát egy kitüntetett irányhoz adják meg.



2. A Waldram diagram származtatása

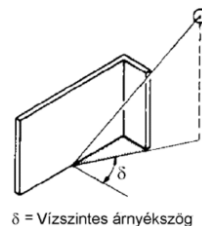
A Nap pályáját kivetítik egy henger palástjára. A szemlélő az alapkör középpontjában áll (ez egy meghatározott földrajzi hely, adott szélességi körön) és az Egyenlítő-felé néz.

Felvágják a henger palástját az Egyenlítővel átellenes alkotó mentén és kiterítik. A vetületen látható görbékrol leolvasható, hogy adott hónap reprezentáns napjának adott órájában a Nap milyen szög alatt látszik.



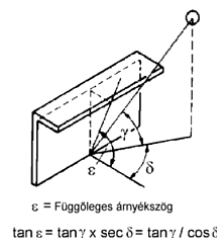
3. Vízszintes árnyékszög értelmezése

A Nap abban a határhelyzetben van, amikor még éppen „látja” a vizsgált pontot. A vízszintes árnyékszög a Nap és a homlokzat azimutja közötti különbség.



4. Függőleges árnyékszög értelmezése

A Nap abban a határhelyzetben van, amikor még éppen „látja” a vizsgált pontot. A függőleges árnyékszög a Nap magassági szögének a homlokzat síkjára merőleges síkba eső komponense.



5. Árnyékmaszok

A benapozást befolyásolhatják az épület saját tagozatai, árnyékvetői, a környező beépítés, a növényzet, a terepalakulatok.

<p>Ha az akadály egy kiválasztott párkány, akkor a kiválasztott pontból az égboltnak az a tartománya nem látható, amely az élleképző görbe fölött van.</p>	
<p>Ha az akadály egy szemközti épület és annak gerincét képezzük le, akkor az égboltnak az a tartománya nem látható a vizsgált pontból, amely az élleképző görbe alatt van.</p>	
<p>Az akadály lehet egy függőleges síkú árnyékvető is, ebben az esetben annak mind a felső, mind az alsó élét leképezzük az égboltnak az a tartománya nem látható, amely a két élleképező görbe között van.</p>	

6. Áteresztés, elnyelés, visszaverés

Minden test a felületi hőmérsékletétől és a felület minőségétől függő intenzitású és hullámhosszú **sugárzást bocsát ki**. A sugárzást illetően egyrészt fontos megállapítani, hogy egy test felületéről milyen módon és mennyi energia jut a környezetbe, másrészt, hogy mi történik, ha egy test felületére sugárzás jut.

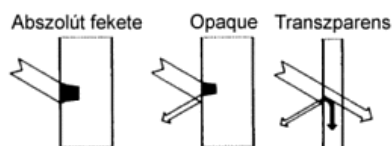
Ha egy test felületét sugárzás éri, a felületre jutó energiával három dolog történhet:

- a felület az energia egy részét **elnyeli**, az elnyelt hányad nagyságát az „a” elnyelési (abszorpciós) tényező jellemzi,
- a felület a sugárzás egy részét **visszaveri**, a visszavert hányadot az „r” visszaverési (tükrözési, reflexiós) tényező jellemzi,
- a felület és a mögöttes anyag a sugárzás egy részét **átereszt**i, az áteresztett hányadot a „t” áteresztési (transzmittálási) tényező jellemzi.

Az elnyelt, visszavert és áteresztett energia összeg megegyezik a felületre jutó energiával, azaz

$$a + r + t = 1$$

Ha mindhárom tényező zérusnál nagyobb, akkor a test áteresztő (transzparens). Ha az áteresztési tényező $t=0$, a test nem áteresztő (opaque). Ha $a=1$, $r=t=0$, akkor fekete testről beszélünk, amely a ráeső sugárzást teljes egészében elnyeli.



7. Naptényező

Az **áteresztő szerkezetek energiamérlegének** szabatosabb számítása nagyon bonyolult és hosszadalmas. A tervezés megkönnyítésére ezért egy egyszerűsített eljárást dolgoztak ki.

Ennek alapja az a tapasztalat, hogy ha van két áteresztő szerkezetünk, az ezeken át a helyiségbe jutó hőmennyiségek aránya gyakorlatilag állandó, akármilyen szög alatt is esik a napsugárzás a felületükre.

E tapasztalat alapján választottak egy etalonszerkezetet, amely a 3 mm vastag, egyrétegű, tiszta közönséges ablaküveg. Különböző beesési szögek mellett részletes vizsgálatokkal meghatározták, hogy az etalonszerkezeten át mennyi hő jut a helyiségbe. Ezek az adatok táblázatos formában feldolgozva rendelkezésünkre állnak. (Angol betűszó alapján I_{SRG} jelöléssel.)

Ha most van egy új transzparens szerkezetünk, elegendő egyetlen beesési szög mellett megmérni, hogy a rajta a helyiségbe átjutó hőmennyiség hogyan aránylik

az etalonszerkezeten át - azonos feltételek mellett - bejutó hőmennyiséghez. Ez az **arányszám** a **naptényező**. A naptényező ismeretében az áteresztő szerkezet egységnyi felületén át a helyiségbe jutó energiaáram

$$q=N \cdot I_{SRG} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

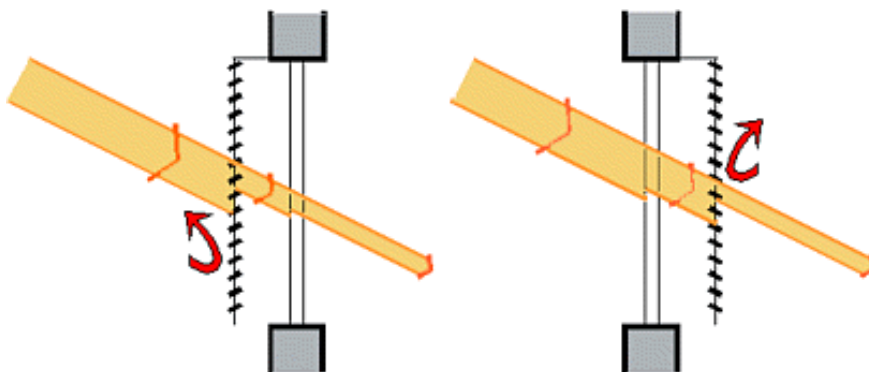
ahol N - a naptényező, I_{SRG} - az etalonszerkezeten át bejutó energiaáram. A naptényező nevezetlen szám, értéke 0 és 1 között van.

A **naptényező** nemcsak a szerkezet által áteresztett sugárzásra, hanem az elnyelt energiából hőátadás és saját sugárzás révén a helyiségbe jutó energiaáramra is - tehát a **hőnyereség minden formájára együttesen - jellemző**. A naptényező értékei különböző üvegezések és árnyékolások esetében

Különböző üvegezés-árnyékolás kombinációk naptényezője											
Típus	Árnyékolás	Belső velencei redőny / 45° vízszintes vagy belső függöny /			Külső velencei redőny / 45° vízszintes /		Külső árnyékoló zsalu / 17° vízszintes /		Külső ponyva-napernyő		
		világos	közép	sötét	világos	közép v. sötét	közép	sötét	világos	közép v. sötét	
											nélkül
Normál üveg		1,0	0,56	0,65	0,75	0,15	0,13	0,22	0,15	0,20	0,25
Tábla üveg 6 mm vastag		0,94	0,56	0,65	0,74	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
Abszorbens üveg 40-48 % abszorpc.		0,80	0,56	0,62	0,72	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
	48-56 % „	0,73	0,53	0,59	0,62	0,11	0,10	0,10	0,11	0,15	0,10
	56-70 % „	0,62	0,51	0,54	0,56	0,10	0,10	0,14	0,10	0,12	0,16
Kettős üvegezés Normál üveg Tábla üveg 6 mm vastag		0,90	0,54	0,61	0,67	0,14	0,12	0,20	0,14	0,18	0,22
	Kívül 48-56 % abszorpciójú, belül normál üveg	0,80	0,52	0,59	0,65	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
	Kívül 48-56 % abszorpciójú, belül tábla üveg	0,50	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12
Hármas üvegezés Normál üveg Tábla üveg		0,83	0,48	0,56	0,64	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
		0,69	0,47	0,52	0,57	0,10	0,10	0,15	0,10	0,14	0,17

8. Társított szerkezetek és üvegezések naptényezője

A társított szerkezetek naptényezője függ a társított szerkezet helyétől. A külső árnyékoló naptényezője kisebb, mert az elnyelt sugárzástól felmelegedett szerkezet a külső levegőt melegíti.



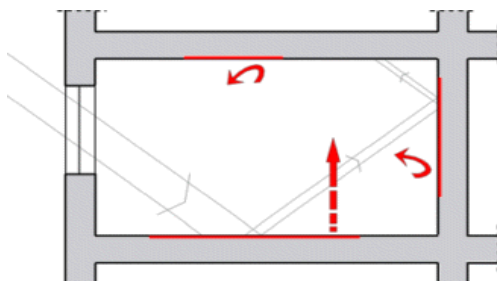
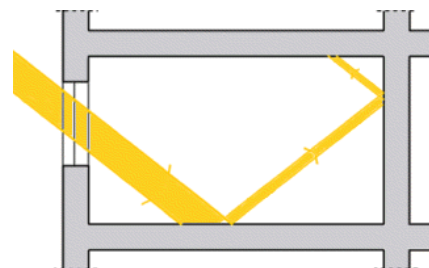
9. Üvegházhatás

Üvegházhatásnak azt nevezzük, ha a napsugárzással bejutó energia a helyiségből nem tud távozni (csak hőátbocsátás révén, illetve a felmelegedett belső levegő folyamatos cseréjével). Szerepe az épület energiamérlegében igen jelentős, akár a sugárzási energia fűtési célú hasznosítását, akár a helyiségek túlzott felmelegedésének kérdését vizsgáljuk. A „téli” és a „nyári” igények ellentétesek, feloldásuk gondos, értő tervezést kíván.

Ha egy áteresztő (transzparens) szerkezetet napsugárzás ér, a sugárzás egy része a szerkezet mögötti helyiségbe érkezik. **A helyiségbe jutó hányad** valamelyik belső határoló szerkezet vagy a bútortzat felületére esik, ahol **egy része elnyelődik, másik része pedig visszaverődik.**

A visszavert hányad ismét belső felületeknek ütközik, majd a helyiségbe jutó sugárzás két-három visszaverődés után gyakorlatilag teljes mértékben elnyelődik.

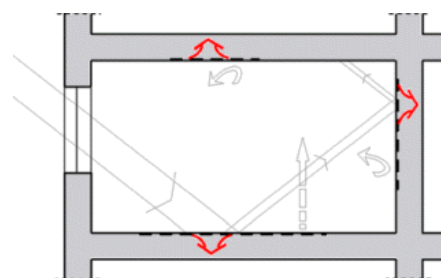
A belső felületeken lejátszódó folyamat ugyanaz, mint a külső felületeken: az elnyelt energiától a felület felmelegszik és



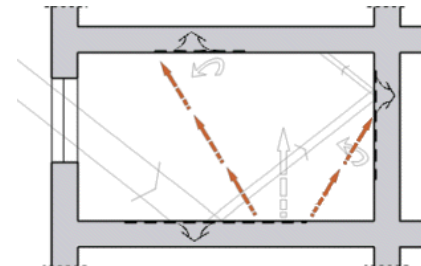
- **vezetéssel** hőáram indul a szerkezet belsejébe,
- **hőátadással** a felület melegíti a vele érintkező (ez esetben belső) levegőt
- a felület - a saját hőmérsékletének megfelelő hullámhosszon - **sugárzást bocsát ki.**

Az elnyelt energiától a felület felmelegszik és vezetéssel hőáram indul a szerkezet belsejébe. Minél nagyobb a szerkezet hőtároló képessége, annál nagyobb mennyiségű energiát vesz fel (annál kisebb hőmérsékletnövekedés mellett).

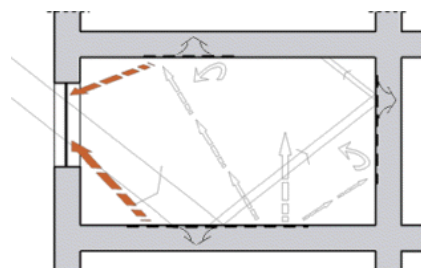
A szerkezet nagyobb mélységben lévő rétegeinek átmelegedése (a hőtárolás folyamatába való bekapcsolódása) időt vesz igénybe. Ugyanez persze fordított irányú folyamatnál is igaz (amikor a szerkezet kihűl, a tárolt hő a helyiségbe jut), ezért **lehetséges a napközben „begyűjtött” energia** (fűtési célú) **hasznosítása az éjszaka folyamán.**



Hőátadás következtében a belső levegő hőmérséklete mindaddig nő, amíg el nem éri a belső felületek hőmérsékletét. Ez egy gyors folyamat, a levegő felmelegedése néhány perc késéssel követi a sugárzás változásait tekintettel arra, hogy elhanyagolható tömegű levegő felmelegedéséről van szó.



A belső felületek által kibocsátott hosszuhullámú infravörös sugárzás többek között az áteresztő szerkezet belső felületét is éri. Az üvegezések azonban a hosszuhullámú infrasugárzást illetően átlátszatlanok. Ezért a helyiségbe az üvegezésen keresztül sugárzással (a látható fény és a rövidhullámú infratartományban) **bejutó energia a helyiségből az üvegezésen át bocsátott hosszuhullámú infrasugárzás formájában nem tud távozni.**



10. Hőtárolás és a helyiségek hőtároló tömege

Ha egy test hőmérséklete megváltozik, a testben tárolt hő megváltozása arányos a fajhő, a felmelegedő-lehűlő tömeg és a hőmérsékletváltozás szorzatával:

$$\Delta q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Nagyobb tömegű és fajhőjű test kisebb hőmérsékletváltozással tud adott mennyiségű hőt felvenni (ha melegszik) vagy leadni (ha hűl).

Az épületeket, helyiségeket jelentős tömegű szerkezetek burkolják. Ha ezek hőmérséklete nő (mert a pillanatnyi nyereségek nagyobbak, mint a veszteségek), akkor hőt vesznek fel. Ha hőmérsékletük csökken (mert a pillanatnyi veszteségek nagyobbak, mint a nyereségek), akkor hőt adnak le.

E folyamatban nemcsak a külső, hanem a belső szerkezetek is részt vesznek.

Minél nagyobb a hőtároló tömeg, annál több hőt tud a helyiség elfogadhatóan kicsi hőmérsékletingadozás mellett felvenni és leadni, vagyis annál inkább képes a napközben esetleg túl sok sugárzási nyereség feleslegét elnyelni és azt éjszaka a helyiségbe visszajuttatni, mindezt úgy, hogy közben a helyiség hőmérséklet ingadozása hőérzeti szempontból elfogadhatóan kicsi (+2 °C) marad, ami kellemes közérzetet biztosít. A kényelem annak köszönhető, hogy a környezetnek nagyobb változások nélküli állandó hőmérséklete van. A **szellőztetés** közben pedig a levegő a falaktól, padlótól és a mennyezettől szinte azonnal fölmelegszik. **Ahol folyamatosan tartózkodunk, érdemes nagyobb hőtárolásra törekedni.**

A fűtött épületben, ahol a falak és padló nagy hőtároló képességű anyagokból készült, pár órás fűtésszüneteltetés vagy szellőztetés után télen is kellemes meleg van.

11. Épületek hőszigetelése

Az ökológiai és gazdaságossági szempontok, a belső terekkel szemben támasztott építetési igények, olyan épületek építését teszik szükségessé, amelyek **kellemes lakóklímát** biztosítanak, és üzemeltetésük során **alacsony energiafelhasználást** tesznek lehetővé. Az épületek értékét, élettartamát jelentős mértékben növeli a minőségi anyagokkal készített homlokzat. A megfelelő hőszigetelő rendszer kiválasztása során figyelembe kell venni az épület adottságait, hőtechnikai-, páratechnikai jellemzőit, valamint az egyedi igényeket.

Elégtelen hőszigetelés esetén, télen a hideg, nyáron a meleg járja át az épület falazatát, így a belső légtér - főleg a falak közelében - hol hideg, hol pedig túl meleg lesz.

Hőszigetelő rendszerek alkalmazásával, télen a fűtés hatására felmelegített falak egységes hőmérsékletet biztosítanak a teljes épületben, nyáron pedig ugyanezek védik a falakat az átforrósodástól.

11.1 Külső oldali hőszigetelés

A külső falszerkezetek külső oldali hőszigetelésére az alábbi elvi rendszerek állnak rendelkezésre:

- hőszigetelő szilikátbázisú vakolati rendszer,
- intenzív hőszigetelő magos, vékony kéregvakolattal ellátott rendszer,
- intenzív hőszigetelés és kemény héj mögötti átszellőztetett légréses rendszer.

Itt is említhetők a transzparens hőszigetelések, amelyek energiagyűjtő falak kialakítására alkalmasak. Hőszigetelő hatásuk okán megemlíthetők a homlokzatra felfuttatott kúszónövények is.

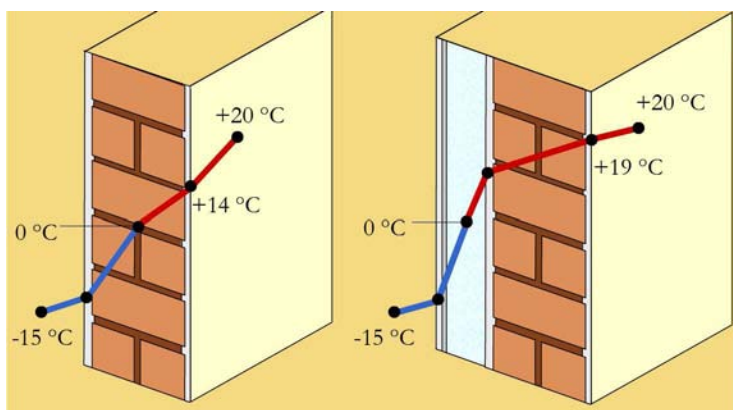
Hőszigetelő vakolatok

A hőszigetelő vakolatok „hagyományos” kötőanyagokkal, perlit- vagy polisztirolgyöngy adalékkal készülnek. Hővezetési tényezőjük $\lambda=0,09-0,14$ W/mK, a felhordható vastagság maximum 5-6 cm lehet, ezért hőszigetelő hatásuk korlátozott. **Előnyük** a technológia hagyományos, egyszerű volta, valamint az, hogy ezekkel a **kissé tagolt homlokzati felületek még követhetők**, hőszigetelő habtáblák befaragásával kialakítható nem sík homlokzatok hővédelme is. A piaci választékból elérhetők előregyártott, hőszigetelt tagozati idomok, amelyek jelentősen megkönnyítik a párkányok, ablakkeretek, stb. geometriai követését egyenletes vagy közel egyenletes hőszigetelő érték biztosítása mellett. **Számos esetben alkalmazhatók felújításra:** a homlokzat eredeti arculatának megőrzése mellett egyes felújításoknál a külső oldali hőszigetelés kizárólagos lehetőségét jelentik. Előnye a rendszernek a páradiffúzióval szembeni viszonylag kisebb ellenállás és lélegzőképesség.

Külső hőszigetelés kéregvakolattal

A rendszer a teherhordó rétegre felragasztott hőszigetelésből, azon hálórősítésű vékony vakolatból áll. A hőszigetelő kéregvakolatokban elhelyezhető hőszigetelő műanyaghab-, üveghab- vagy szálanyagtábla vastagsága elvileg és gyakorlatilag sem korlátozott, az alkalmazott vastagság függvényében legfeljebb a szerkezet rögzítési követelményei változnak. Ezzel a rendszerrel igen **hatékony hőszigetelés érhető el**. E típus betervezésekor ellenőrizendő a rétegtervben kialakuló vízgőz résznyomás-eloszlás, tekintettel a felületképző réteg páradiffúziós ellenállására, torlasztó hatására.

Ebbe a csoportba sorolható néhány szerelhető megoldás is, ahol a hőszigetelő alapanyagra üzemileg felhordott külső kéreggel kialakított táblás rendszer kerül beépítésre.



Külső hőszigetelés légréssel

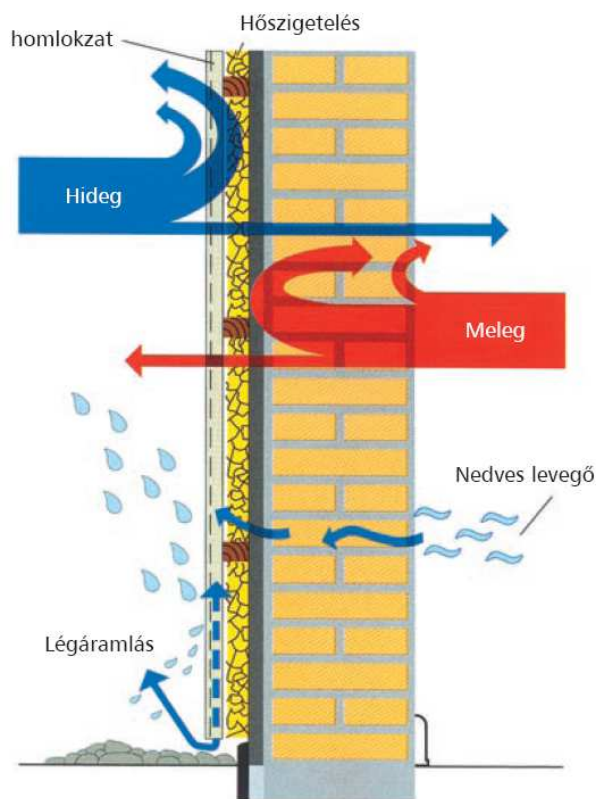
A teherhordó rétegen elhelyezett **hőszigetelő réteg és a homlokzatburkolat között kiszellőztetett légréteg van**.

Az átszellőztetett háthézaggal kialakított burkolati rendszer és a mögötte elhelyezett hőszigetelés **energetikai és állagvédelmi szempontból egyaránt kedvező**, hiszen

- az elhelyezhető (célszerűen szálas anyagú) hőszigetelés vastagsága nem korlátozott - csak a háttérváz szerkezetét kell megfelelően megválasztani,
- az átszellőztetett háthézag lehetővé teszi a szerkezeten átdiffundáló pára elvezetését,
- a tartószerkezettől eltartott homlokzatburkolat árnyékolóként szolgál, a mögötte lévő átszellőztetett légréssel a nyári hőterheléssel és a téli túlhűléssel szemben is némi védelmet nyújt.

Különösen előnyös akkor, ha a helyiség nedvességterhelése nagy.

A szellőztetett légrétegben akkor lesz kielégítő a légáramlás, ha a légréteg vastagsági mérete minimálisan 4 cm, a levegő be- és elvezető nyílásai elegendően nagy felületűek és kis áramlási ellenállásúak.



A rendszer ott alkalmazható célszerűen, ahol az épület nem tagolt, sík homlokzatokkal bír, vagy utólagos hőszigetelés esetén meglévő tagoltságát nem kell, illetve nem kívánatos megtartani. Bizonyos tömegtagoltságra természetesen ezek a homlokzati rendszerek is biztosítanak lehetőséget, azonban elsődleges építészeti eszközként a felület struktúrájának, anyagának és színének megválasztása említhető. (A teljesség igénye nélkül: kis- és nagyelemes vagy sávós cementkötésű, kis- és nagyelemes vagy sávós PVC, alumínium- és acéllemeztáblás és pallós rendszerek, más

pikkelyes fedések stb.). Ide sorolhatók a külső téglalburkolattal, átszellőztetett légréteggel kialakított külső oldalról hőszigetelt falak is.

Figyelmet kell fordítani a szegélyek kialakítására, ahol a hőszigetelés folytonossága összeegyeztetendő az építészeti-épületszerkezeti szempontokkal.

A külső oldali hőszigetelés igen jelentősen mérsékli a T típusú hőhidak hatását. Az ablakok kerülete mentén kialakuló vonalmenti veszteségek szempontjából az a kedvező, ha az ablak a hőszigetelés síkjához ér. Ha ez nem lehetséges, a hőszigetelést be kell fordítani a bútüfelületre.

A külső sarkoknál a hatás nem egyértelmű: a hőszigetelő réteg ellenállásának hatását rontja az, hogy a külső lehűlő felület nagyobb.

A külső oldali hőszigetelés a helyiség hőtároló képességét is javítja. Ez időben változó hatások esetén stabilabb belső hőmérsékletet eredményez, lényegesen kevesebb energiafelhasználás mellett.

Zöld homlokzatok



A zöld homlokzatok, azaz a külső **falakra felfuttatott növényzet befolyásolja a hővesztés**et (már amennyiben örökzöld növényekről van szó, amelyek levélzete a téli félévben is megmarad).

A hőveszteség csökkentése három összetevőből származik:

- A növénytakaró miatt a fal eredeti külső felülete mentén a levegő áramlási sebessége kisebb, a szél hatása kevésbé érvényesül, ezért a **külső oldali hőátadási tényező csökken**.
- A növénytakaró és a fal között légrés alakul ki. Télen, amikor a levél (a Nap magasságát követve) a függőlegeshez közelebbi helyzetet foglal el, ez a légrés többé-kevésbé zárt. E légrés és a levélzet ellenállása **csökkenti a hőátbocsátási tényezőt**.
- A növénytakaró védelmet nyújt a csapóeső ellen. Ez azért fontos hőtanilag, mert a száraz anyagoknak mindenkor **kisebb a hőátbocsátási tényezőjük**, azaz jobb a hőszigetelő képességük, mint nedves állapotukban.

A felsorolt hatások egy hőtechnikailag **jó minőségű falszerkezet esetében** csak **5-7%-kal** csökkentik a hőátbocsátási tényezőt, **rossz minőségű falak esetében** azonban akár **30 %-os javulás** is elérhető.



A növényzet árnyékoló hatása természetesen megakadályozza azt, hogy a falat napsugárzás érje. Az elnyelt sugárzásból származó nyereség elmaradása semmissé tenné az előnyöket ott, ahol számottevő sugárzási nyereségre lehet számítani. A **déli szektorba** tájolt homlokzatokon éppen ezért **lombhullató növényeket célszerű alkalmazni**, melyek nyáron óvják a szerkezetet a túlhevüléstől, télen viszont nem állnak a Nap melengető sugarainak útjába.

Transzparens hőszigetelés

A **defenzív és a szoláris tulajdonságok egyaránt javíthatók** transzparens hőszigeteléssel. /Bővebben II. Fűtés: Passzív rendszerek – épületszerkezetek 1.2.3 fejezet/

11.2 Közbenső hőszigetelés

A **közbenső hőszigetelés egyik alapesete a légréteggel készült kéthéjű külső fal** főleg a mérsékelt éghajlati övezet **csapadékos, szeles körzeteiben** terjedt el. A légréteg hatása összetett: az említett éghajlati feltételek mellett szigetelő hatásánál jelentősebb az, hogy elválasztja az igen erős csapóesőhatásnak kitett és ezért elkerülhetetlenül átnedvesedő külső téglaréteget a belső falszerkezettől. Mivel ezzel megszakítja a nedvesség terjedésének útvonalát, a **belső réteg száraz maradhat**, amiből három előny is származik:

- hővezetési tényezője nem romlik,
- a nedvesség elpárolgása miatt nem jön létre többlet hőveszteség és
- az állagkárosodás kockázata kisebb.

A külső rétegben a nedvesség eltávolítását, a szerkezet kiszáradását elősegítő nyílások is vannak.

Ilyen feltételek mellett meggondolandó egy meglévő szerkezet légrétegének (például kihabosítással történő) utólagos hőszigetelése, mert ez a hőszigetelés és a belső réteg átmedvesedéséhez is vezethet.

A közbenső hőszigetelés jellemző változata a két téglaréteg között elhelyezett, többnyire szálás hőszigetelő réteg. Ha a téglarétegek szerkezetileg szükséges kapcsolatát karcsú fém kötőelemekkel biztosítjuk, a hőhídhatás szempontjából csaknem olyan kedvező eredmények érhetőek el, mint a külső oldali hőszigeteléssel.

Az iparosított építési módok a közbenső hőszigetelés számos példáját nyújtják. A paneles épületek két betonréteg között elhelyezett polisztirolhab hőszigetelő rétegének hatását jelentősen lerontották a gyártás közben elkerülhetetlen mechanikai, nedvesség- és hőhatások, a hőszigetelést átszűrő nagyszámú vasbetét, a korai változatok betonbordái. A szerkezeten belül kialakuló légmozgás jelentett gondot a szerelt jellegű belső és a külső kéreg közé befüggesztett hőszigetelő paplanok esetében.

A fémszerkezetű panelek két fémfegyverzet között elhelyezett hőszigetelő réteggel készültek. Hőátbocsátási tényezőjük nagyban függ a fémfegyverzetek összekötésének módjától, a perem és a bordák kialakításától, általában jellemző volt a paneleken belül is (az összekötő-merevítő bordák miatti) erős hőhídhatás.

A favázás épületek külső falai általában két építőlemez között elhelyezett szálás hőszigetelő réteggel készülnek. Az építőlemezek és a külső felületképzés páradiffúziós ellenállásától függően a belső síkhoz közel felület jellegű páraféket kell beépíteni. (Célszerű, ha ez a belső síkhoz közel van, de attól még elég mélyen ahhoz, hogy a szerelvényezés, kábelezés a párafék folytonosságát ne szakítsa meg.)

Ebbe a kategóriába sorolhatók azok a falak is, amelyek a falazóelemek üregeiben egy sorban vagy eltolt elrendezésben két sorban elhelyezett kis polisztirol lapokkal készültek. Ezek, mint szakaszos közbenső hőszigetelő réteg javították a szerkezet eredő hővezetési ellenállását.

11.3 Belső oldali utólagos hőszigetelés

A belső oldali hőszigetelés elvi rétegterve a következő:

- belső felületképzés
- hőszigetelés
- párafékező/-záró réteg
- teherhordó szerkezet
- külső felületképzés

Ha a hőszigetelés a belső oldalra kerül, akkor a hőszigetelés és a teherhordó réteg határán, valamint a teherhordó rétegben a hőmérséklet téli időszakban alacsony lesz. Ez növeli a szerkezeten belüli **páralecsapódás kockázatát**, amit a szerkezetben elhelyezett felületjellegű **párafékkal/párazárral** (rendszerint fóliával) **kell mérsékelni**. Elvileg az a jó, ha ez a fólia minél közelebb van a belső felülethez. A gyakorlatban azonban figyelembe kell venni azt, hogy a falszerkezet mintegy 4 cm-es mélységében a szerelvények, dugaszolóaljzatok, kábelek, a falra akasztott tárgyak dübeljei a fólia kijavíthatatlan mechanikai sérüléseivel járhatnak, ezért azt legalább ilyen mélységben kell elhelyezni. Ez a méret csak ritkán „fél bele” magába a belső felületképzésbe vagy a felületképzés és az alatta lévő esetleges légréteg öszvastagságába. Éppen ezért, amennyiben a hőszigetelés egyrétegű és fennáll a mechanikai sérülés veszélye, akkor a fólia a hőszigetelés és a teherhordó réteg határára kerül. Az ilyen rétegterv esetében a hőszigetelő réteg hővezetési ellenállása korlátozott: a teherhordó réteggel érintkező síkján a hőmérsékletnek nem szabad olyan alacsonynak lennie, hogy az a szerkezeten átdiffundáló vízgőz lecsapódásával járjon. A korlátozás függ a belső felületképzés és a hőszigetelés diffúziós ellenállásától is.

Az állagvédelmi gondok feloldása **két hőszigetelő réteggel** és az **azok közé** helyezett **fóliával** lehetséges. Így az elég közel van a belső felülethez: de elég mélyen ahhoz, hogy mechanikai sérülésekkel szemben védett legyen,

A belső oldali hőszigetelés jellemző változatai:

- 2-6 cm vastag hőszigetelő táblák a falhoz ragasztva, vagy szorítva, felületképző réteggel ellátva,
- a hőszigetelés gipszkarton vagy rétegelt lemezek között előregyártott panelek formájában szerelve készül,
- a teherhordó fal elé belül könnyebb anyagú elemekből egy további réteget falaznak.

A belső oldali hőszigetelések alkalmazásának van egy olyan módja is, amely általában igen **kis vastagságokban** is alkalmazható olyan belső terekben, amelyekben a **szakaszos használatból** eredően a hőmérséklet az idő függvényében gyorsan változik („hőszigetelő tapéták”).

Egy másik sajátos változat az úgynevezett **„hőtükör”**, amelyet fűtőtestek mögött alkalmaznak - ennek a fűtőtest felé néző felületképzése a hosszuhullámú infrasugárzás tartományában magas visszaverési tényezővel bír.

A belső oldalon alkalmazott hőszigetelés egyértelműen mérsékli a külső sarokélek menti hőhidhatást. Nem igazán csökkenti a **T** típusú csatlakozási élek mentén kialakuló hőáramokat - ehhez a hőszigetelést jelentős hosszúságú szakaszon be kellene fordítani a belső szerkezetek síkjára.

A belső oldalon alkalmazott hőszigetelés csökkenti a szerkezet hőtároló képességét. Ez a sugárzási nyereség hasznosítása szempontjából előnytelen, szakaszos helyiséghasználat és fűtés esetén viszont előnyös.

A belső oldali hőszigetelés alkalmazása kézenfekvő meglévő épületek felújítása esetén, ha a homlokzat eredeti arculatát városképi, műemlékvédelmi szempontból meg kell őrizni, vagy ha valamilyen ok (például fizetőképesség, felújítási szándék) miatt csak egyes helyiségek, lakások hőszigetelésére kerül(het) sor.

11.4 Belső falak hőszigetelése

A belső falak hőszigetelése akkor indokolt, ha a szomszédos egységek (lakások, irodák) külön tulajdont vagy bérleményt képeznek és fűtésük külön szabályozott, fogyasztásuk elszámolása mérés alapján történik.

A helyiségek, lakások hőtechnikai kapcsolata a szomszédos helyiségekkel, lakásokkal sokkal erősebb, mint a külső környezettel.

Amennyiben a szomszédos lakásokban a hőmérséklet 2-3 °C-kal alacsonyabb, azok felé a belső határoláson ugyanakkora transzmissziós veszteség alakul ki, mint amekkora a külső határoláson 0 °C külső hőmérséklet mellett!

A jelenség „fordítva” is lejátszódik. Ha egy lakásban a fűtést teljesen kikapcsolják, a szomszédos lakásokból a belső határolásokon átjutó hőáram miatt annak belső hőmérséklete a fűtési idény átlagos feltételei mellett csak 2-3 °C-kal csökken.

Ilyen hőtechnikai kapcsolatok esetén a fogyasztásmérésen alapuló elszámolás, az egyéni takarékosági vagy komfortigények érvényesítése nem reális. A belső határolások hőszigetelése ezt a gondot mérsékli. A kérdés a helyiségek, lakások közötti hangszigetelési követelményekkel is összefügg.

11.5 Lapostetők hőszigetelése

A lapostetőknek számos épületfizikai követelményt kell kielégíteniük: **Biztosítani kell a vízzárást, meg kell előzni a páradiffúzióból származó vízgőz lecsapódását, lehetővé kell tenni a szerkezetbe bejutó nedvesség eltávolítását, és alacsony szinten kell tartani a hőveszteséget.** Az egyéb szerkezeti és funkcionális szempontok mellett ezek a követelmények határozzák meg a lehetséges rétegterveket. Az alapvető rétegtípusok a következők:

Egyhájú („meleg”) tetők, amelyekben valamennyi funkciót egy többrétegű szerkezet látja el.

Kéthájú („hideg”) tetők, amelyekben az egyik héj a vízszigetelés funkcióját látja el, az összes többi követelményt pedig egy másik, többrétegű szerkezet elégíti ki.

Az **egyhájú** tetők kategóriáján belül **egyenes rétegrendűeknek** nevezik azokat, amelyekben a vízszigetelés a hőszigetelés fölött helyezkedik el, **fordított rétegrendűnek** azokat, amelyekben ez a hőszigetelés alatt található.

A két rétegrend kombinálható: a **kettős hőszigetelésű** („duo”) tetőkben a vízszigetelés két hőszigetelő réteg között van.

Más szempontokból megkülönböztetünk **hasznosított** (parkoló, növényzettel telepített zöld tető, tetőterasz), **nem hasznosított, járható** (0,5-1,5%-os lejtéssel) és **nem járható** (1,5-5%-os lejtéssel) **tetőket**.

Egyhéjú, egyenes rétegrendű tetők

A **hőszigetelő réteg a teherhordó szerkezeten** van. A kettő között helyezkedik el a párazáró-páranomás-levezető réteg. A **lejtésadó réteg** (ha van) a hőszigetelés alatt és felett egyaránt elhelyezhető. A **vízszigetelő réteg** alatt **gőznyomás levezető réteg** van. Az egyenes rétegrendű tetők hőszigetelő rétege lényegében bármilyen, de legalább „terhelhető” minőségű és kicsiny hővezetési tényezőjű hőszigetelő anyagból készíthető. Természetesen előnyös, ha az anyag nedvességre kevésbé érzékeny és a terhelés okozta összenyomódása sem számottevő. Ebből a szempontból leginkább a kemény („rideg”) műanyaghabok, illetve lemeztermékek jöhetnek számításba.

A hőszigetelés hővezetési ellenállása célszerűen 3-6 m²K/W. Anyagának megválasztásakor a lépésállóságra, illetve adott esetben a felette lévő lejtésadó réteg súlyára is tekintettel kell lenni.

Hasznosított változatban zöldtető, terasztető vagy parkolótető alakítható ki.

Az egyenes rétegrendű zöldtetők esetén a vízgőz-résznyomás csökkentése végett párazáró réteget kell beépíteni, mivel a szokásos (pontos és/vagy vonalmenti) párakiszellőzés műszakilag alig megoldható és tetőkerteknél esztétikai szempontból is kifogásolható lenne. A hőszigetelő réteg felett elhelyezett lejtésadó réteg vagy a hasznosított lapostetők további rétegei **jelentős hőtároló képességgel rendelkeznek**, így a hőszigetelő rétegben kisebb hőmérsékletingadozások lépnek fel.

Fordított rétegrendű tetők

A fordított rétegrendű lapostetők rétegrendje egyszerű, **párazáró, gőznyomás-levezető rétegre nincs szükség**, egyszerűbb a kivitelezés. A **vízszigetelés felett szabadon, leterhelő réteggel rögzített hőszigetelő réteg** legtöbbször extrudált polisztirolhab lemezekből készül. Ennek vízfelvétele elhanyagolható, nyomószilárdsága, hőszigetelő képessége, fagyállósága jó. A hőszigetelő táblák körben „csaphornyos” (árokereztes) kiképzésűek, ami lehetővé teszi „hőhídmentes” illesztésüket. A táblákat csak egy rétegben szabad elhelyezni, mivel ellenkező esetben a hőszigetelő rétegek között párazáró képességű vízfilm keletkezne. Ugyanilyen okból a hőszigetelő réteget nem szabad párafékező tulajdonságú réteggel letakarni.

Kettős hőszigetelésű tetők

Kettős hőszigetelésű („DUO”) lapostetőknél az alsó, gyengébb minőségű, olcsóbb hőszigetelő réteg a csapadékvízszigetelés alá, a fordított rétegrendű tetőknél használatos minőségű hőszigetelés pedig e fölé kerül. Páravédelmi réteg ez esetben sem szükséges, de a kétféle anyagú és beépítési helyű hőszigetelés gondos páradiffúziós méretezést igényel.

A kettős szigetelésre gyakran kerül sor meglévő lapostetők felújításakor. Felújítás esetén az eredetileg beépített hőszigetelés képezheti az alsó hőszigetelő réteget, és ez a szerkezet tartalmazhatja az eredeti páravédelmi rétegeket is.

Kéthéjű hidegtető

A kéthéjű tetők hőszigetelése az alsó, a vízszigetelés a felső héjon van. A két héj közötti légréteg kiszellőztetett, ez állagvédelmi szempontból biztonságos megoldás.

Lapostetők felújítása

Meglévő lapostetők felújítása esetében az utólagos hőszigetelés többféle módon alakítható ki.

Ha a meglévő vízszigetelés jó állapotban van vagy javítható, az azon elhelyezett hőszigeteléssel kettős, „duo” rétegrend alakítható ki. A meglévő szigetelés hőtechnikai szerepe nyári „hideg” esőzéseknél kedvező, mert a tartószerkezet eső miatti hülése a meglévő szigetelés miatt csak mérsékelt lesz.

Egyenes rétegrend kialakítása során a tető vízszigetelése sértetlenül marad, s erre építik az „új” rétegeket. Ebben az esetben a „rég” vízszigetelés párafékezőként funkcionál. Ez azonban csak olyan „mélyen” helyezhető el a szerkezetben, amely mélységben a hőmérséklet magasabb a belső tér harmatponti hőmérsékleténél. E kritikus mélységet az utólagos hőszigetelés vastagságával tudjuk befolyásolni.

Olyan esetekben, amikor a hőszigetelés a vízszigetelés vagy a rétegrend hibája miatt átnedvesedett, a szerkezetet úgy kell kialakítani, hogy abból a víz a szerkezet károsodása nélkül távozhasson. Ha a régi hőszigetelés alatt hatékony párafékező réteg van elhelyezve, a száradási folyamat segítése céljából a meglévő vízszigetelő réteget perforálni kell. E perforációs rendszer nem lehet ötletszerű, azt méretezni kell. A méretezés során azt kell figyelembe venni, hogy a perforáción keresztül csak annyi nedvesség léphet az új hőszigetelésbe, amely a gőznyomás-levezető rendszeren eltávozhat. A száradási folyamatot tehát nem lehet egy bizonyos értéknél jobban gyorsítani, s ezt célszerű figyelembe venni az új hőszigetelés teljesítményének meghatározásánál.

11.6 Tetőterek hőszigetelése

A tetőterekben alkalmazni kívánt hőszigetelések nincsenek kitéve olyan mechanikai és fizikai igénybevételnek, mint ami pl. egy lapostetőn előfordulhatna (autók súlya, UV sugárzás), ezért itt kisebb szilárdságú, gyengébb tulajdonságú hőszigetelő anyagok is szakszerűen alkalmazhatók. Ez természetesen árban is jelentkezik, ezért itt kézenfekvő és észszerű nagy hővezetési ellenállású rétegeket beépíteni. Az ezredforduló igényeinek megfelelő hővezetési ellenállás $R > 5 \text{ m}^2\text{K/W}$, ami 20 cm körüli vagy e feletti rétegvastagsággal érhető el.

A tetőterek hőszigetelését illetően meg kell különböztetni, a **szokványos fedélszékekkel** és a ferde síkú zárófedémmel, úgynevezett **trapézfödémmel** kialakított tetőtereket.

A **szokványos fedélszékek** esetén kézenfekvő a **hőszigetelést a szarufák között** elhelyezni. Ezek szelvénye adott, ami a beépíthető hőszigetelő réteg vastagságát is korlátozza: olykor nincs hely a kielégítő vastagságú hőszigetelő réteg beépítésére.

Hatékony hőszigetelés esetén még a szarufák is számottevő hőhidakat képeznek. Ezt mérséklendő - és a korlátozott szelvény méret miatt - a **további hőszigetelést a szarufák belső síkja előtt** célszerű elhelyezni. A szarufák között és alatt elhelyezett hőszigetelő réteg esetén a fa szerkezetek (a szarufák és az alsó síkjukon rögzített lécz, vagy zárlécz vázelemek) csak „pontonként” keresztezik egymást, így hőhidhatásuk nem számottevő.

A tetőtér-beépítést határoló szerkezetek belső oldali burkolata a helyiségek funkciójától, a tűzvédelmi követelményektől és az esztétikai igényektől is függően többféle lehet: pl. lécvázra rögzített építőlemezkből (leggyakrabban gipszkarton lemezkből), deszkázatra felhordott nádvakolatból, vagy fa- illetve kemény PVC sávelemekből („lambéria”) készülhet.

A tetőszerkezetet alkotó faanyagok érzékenyek a levegő nedvességtartalmára. Szerves anyagokról lévén szó nemcsak a telítési állapot elérését, de az ahhoz közeli magas relatív nedvességtartalom kialakulását is meg kell akadályozni.

Ennek érdekében a hőszigetelő réteg belső síkján (vagy a szerelvényezés miatti mechanikai sérülések kockázatára is tekintettel két hőszigetelő réteg között) párazáró fóliát kell elhelyezni. A szerkezeten átdiffundáló vízgőz, a szerkezetbe az építés során bejutott nedvesség vagy a tömítetlenségeken át a belülről kifelé szivárgó levegővel szállított vízgőz távozási lehetőségét célszerű biztosítani. Erre a célra a hőszigetelő réteg külső oldalán elhelyezett, a vízgőzt áteresztő, de másodlagos vízszigetelésként hatékonyan működő fólia és az e fölött található bőven méretezett szellőztetett légrés szolgál. Fontos, hogy a légréteg belépő és kilépő nyílásainak kis áramlási ellenállása, bő keresztmetszete legyen.

Új fedélszék létesítése esetén, vagy ha a felújítás a meglévő tetőhéjalás és az azt alátámasztó aljzat (lécezés vagy deszkázat) elbontásával jár, lehetőség van a

tetőtér-beépítést határoló szerkezetek („ferde fal”, illetve födém) olyan kialakítására, amelynél a „komplett” szerkezet (tetőfedés, hőszigetelés és belső burkolat a kiegészítő rétegekkel együtt) a tartószerkezet (szaruzat, torokgerendák vagy fogópárok) külső oldalára kerül. Így lehetőség nyílik az új, vagy meglévő, jó állapotú fa tartószerkezet megmutatására, ami esetenként építészeti igény, a szarufák okozta hőhídhatás pedig gyakorlatilag megszűnik.

A tetőtérbeépítést határoló szerkezet kéthéjús, azaz a tetőhéjalás és a hőszigetelő réteg között legalább egy szellőztetett légréteget kell kialakítani. Ez több szempontból is fontos: egyrészt csökkenti a szerkezet és ezzel a belső tér nyári hőterhelését, valamint lehetővé teszi a szerkezeten átdiffundáló pára elszállítását (ami a határolószerkezet hőátbocsátásának csökkentése szempontjából is előnyös).

A **hőszigetelés egy vagy két rétegben** kerülhet beépítésre.

A tetőhéjazat alatti alátét héjazatot (mint másodlagos csapadékvíz szigetelést) kell elhelyezni.

Új fedélszék létesítése esetén (nemcsak új épületeknél, hanem például ha egy felújítás a teljes tetőszerkezet elbontásával jár), **lehetőség van** a tetőtérbeépítést határoló szerkezetek („ferde fal”, illetve födém) monolit (ritkábban előregyártott elemekből készített) **vasbeton lemez** teherhordó szerkezetes **kialakítására**. Ez a szerkezetkialakítás elsősorban a határolószerkezetek **jelentős hőtároló képessége** miatt előnyös, ami a nyári túlmelegedés hatékony csökkentésében, illetve a sugárzási hőnyereségek jobb hasznosításában mutatkozik meg.

A tetőtérbeépítést határoló szerkezetek belső felületkiegyenlítő rétegeként ilyenkor leggyakrabban vakolat vagy simítás, felületképzésként pedig festés vagy tapétázás készül.

A ferde síkú vasbeton zárófödémek hőszigetelésével kapcsolatban figyelmet kell fordítani arra, hogy számos esetben a födém vízszintes szakasza felülbordás. A bordák mentén jelentős hőhídvesztés alakulhat ki, ha azok felett nincs kielégítő vastagságú hőszigetelés.

A szigetelőanyag megválasztásánál általában figyelemmel kell lenni arra, hogy a ferde síkban beépített, igen könnyű, laza szerkezetű szálanyag-rétegekben a hőmérséklet-különbség miatt légkörvés alakulhat ki, amely a szigetelő hatást lerontja.

A tetőtér-szigetelés egy sajátos esetének tekinthető a nádfedésű magastető.

11.7 Padlásfödémek hőszigetelése

A padlásfödémek hőszigetelése viszonylag könnyen kivitelezhető. Az igényeknek megfelelő hővezetési ellenállás $R > 4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Maga a padlás egy puffertérnek tekinthető, amelyben télen a hőmérséklet valamivel magasabb, mint a külső környezetben. A padlásfödém nincs közvetlenül kitéve az időjárási hatásoknak (UV sugárzás, szél, csapadék). Itt a hőszigetelő táblákat felülről, külön

rögzítés nélkül lehet beépíteni, ami nagyon egyszerű elhelyezést, fektetést jelent. Páravédelmi rétegekre sincs szükség, hiszen a padlástér átszellőztetett. Mindezen előnyök miatt a hőszigetelő réteg vastagságával célszerű nem takarékoskodni, hiszen relatív kis befektetéssel nagy nyereségre tehetünk szert. Ajánlott a hőszigetelő táblák két rétegben való fektetése: rétegenként kötésben és soronként eltolt lemezcsatlakozási hézagokkal. Előfordulhat, hogy a padlásfödém terhelése, igénybevétele számottevő mértékű és/vagy a meglévő tetőfedés nem fokozottan vízzáró (pl. nincs alátéthéjazat és a tetőfedés elemcsatlakozásai hézagosak). Ebben az esetben a hőszigetelés felett polietilén fólialepedő technológiai szigetelés és betonpadozat készítése lehet megbízható megoldás. A betonburkolat a tetőhéjaláson keresztül bejutó csapadék és porhó „megtartására” szolgál a nedvesség elpárolgásáig, a technológiai szigetelés pedig megakadályozza a hőszigetelés elnedvesedését a betonozás során, és egyben „utolsó” vízszigetelést is képez.

Ha a járóréteget külön nem támasztjuk alá, akkor „terhelhető” minőségű hőszigetelő anyag, illetve termék beépítése szükséges, az építőlemez járóréteg pedig csak nagytáblás kialakítású lehet.

Ha a járóréteg megtámasztására külön bordázatot építünk be (célszerűen impregnált fenyőfa zárlecekből vagy pallókból), olcsóbb, kisebb nyomószilárdságú (az ásványgyapot kategóriában jellemzően „nem terhelhető” minőségű) hőszigetelő anyagok, illetve termékek is alkalmasak. Az építőlemez járóréteg ez esetben - a bordák távolságától függően - szegezett fenyőfa deszkázat, vagy pallóterítés is lehet.

A padlásfödémek hőszigetelésének van még egy gyakorlati következménye. A padlás hőmérséklete annál alacsonyabb, minél jobb a padlásfödém hőszigetelése. Ha a padlás hidegebb, kisebb az esélye annak, hogy a tetőhéjalás síkjában a hó megolvad és megcsúszik.

11.8 Talajon fekvő padló és lábazat hőszigetelése

A talajon fekvő padlók hőveszteségének zöme az épület kerülete mentén, egy keskeny sávban alakul ki, ezért a hőszigetelésnek is itt van döntő szerepe.

A lábazati csomópontban kialakuló izotermák igen kedvezőtlen képet mutatnak, ha hőszigetelés híján a hőáram rövid úton a környezetbe jut.

Kis alapterületű és/vagy tagolt körrajzú épületek talajon fekvő padlóit teljes felületükön célszerű hatékony hőszigeteléssel ellátni, hiszen alapterületének nagy hányada a kerület menti sávba esik. Nagy alapterület esetén megfontolandó a rétegrend módosításával vagy a síkváltással járó szerkezeti gondok vállalása annak érdekében, hogy a kerület mentén húzódó, mintegy 2 m széles sávban vastagabb

hőszigetelést lehessen kialakítani. (Esetleg azonos vastagságú, de jobb minőségű hőszigetelés alkalmazása is lehetséges.)

A hőveszteség és az állagvédelem szempontjából a legkritikusabb a lábazati csomópont. A padló hatékony hőszigetelése csak kevésbé mérsékli a lábazati csomópont, mint hőhíd mentén kialakuló vonalmenti veszteséget. Ezt jelentősen lecsökkenthetjük a rajta függőleges síkban elhelyezett hőszigeteléssel. Ennek anyaga általában extrudált polisztirolhab, amelyből lábazati hőszigetelés céljára vakolattartó textúrájú felülettel kialakított táblákat is gyártanak.

A lábazati hőveszteség még hatásosabban csökkenthető akkor, ha a hőszigetelés a talajba is benyúlik, a legkedvezőbb eredmény pedig úgy érhető el, ha a lábazati hőszigetelés a padló szintje fölé is nyúlik, vagy a fal szigetelésével összeér.

A lábazati hőszigetelése hőérzeti és állagvédelmi szempontból is fontos. A padló és a fal csatlakozása mentén ugyanis nagy lábazati hőveszteség esetén igen alacsony belső felületi hőmérséklet alakul ki. Az épület kerülete mentén húzódó sávban az alacsony felületi hőmérséklet az emberi láb és a padló érintkezése során kialakuló közvetlen vezetéssel kapcsolat miatt hőérzeti panaszokat okozhat.

11.9 Árkádfödémek hőszigetelése

Az árkádfödémek hőszigetelésével kapcsolatban az energetikai követelmények mellett sajátos hőérzeti szempontokat is mérlegelni kell.

A padló felületi hőmérséklete nemcsak a sugárzási hőmérséklet értékét alakítja számottevően, hanem az emberek lába és a padló közötti közvetlen vezetéssel kapcsolat révén is befolyásolja a hőérzetet. A jó hőérzet biztosítása végett ezért magas padlófelületi hőmérsékletre kell törekedni: ez $R > 5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ellenállású hőszigetelő réteg beépítését teszi szükségessé

Ha a teherhordó szerkezethez rögzített (illetve arról „függesztett”) álmennyezet készítése az igény, a hőszigetelés a két szerkezeti réteg közé kerül. Jellemző megoldás az, hogy a hőszigetelő táblákat vagy paplanokat az álmennyezetre fektetik, de hő- és nedvességtechnikai szempontból előnyösebb megoldás, ha a hőszigetelést a födém alsó síkján rögzítik (általában ragasztással vagy mechanikai rögzítéssel, az álmennyezet rögzítésétől függetlenül).

Ha nem álmennyezet, hanem alsó oldali építőlemez-burkolat készítése az igény, a hőszigetelés vastagságának megfelelő magassági méretű, teherhordó födémhez rögzített tartóbordákat kell a burkolat fogadására ráépíteni. A hőhídhatás miatt célszerűbb fabordákat beépíteni.

A hőszigetelő réteg rögzítése ragasztással, felületképzése vakolással is lehetséges.

11.10 Pincefalak hőszigetelése

A pincefalak külső oldalukon nedvességálló, nem korhadó anyagokkal (pl. extrudált polisztirolhabbal, habüveggel) hőszigetelhetők. Mindig gondoskodni kell a vízelvezetésről dombornyomott lemezek, kavicsfeltöltés, alagsövezés révén.

11.11 Pincefödémek hőszigetelése

A pincefödémek hőszigetelését a teherhordó födém alatt is és azon is el lehet helyezni. Az utóbbi esetben terhelhető hőszigetelésre van szükség.

Ezeknek megfelelően a hőszigetelés beépítése történhet mechanikai rögzítéssel, ragasztással, vagy a kettő kombinációjával, új monolit vasbeton födémeknél pedig a hőszigetelő réteg „benmaradó zsaluzatként” kerülhet a szerkezetbe.

Az alsó oldali felületképzésre ilyenkor általában igénytelenebb megoldások is alkalmasak, például a hőszigetelő termék kasírozórétege, hálóerősítésű, műanyagalapú vékonyvakolatok, de nemritkán elegendő a hőszigetelő réteg felületképzés nélküli („csupasz”) beépítése.

A pincék puffertereket képeznek, amelyekben a hőmérséklet télen magasabb, mint a környezetben, ezért a hőszigeteléssel szemben támasztott igények enyhébbek, $R \sim 2 \text{ m}^2\text{K/W}$ ellenállású réteg alkalmazása ajánlatos.

12. Hővezetési ellenállás

Az épületszerkezet hővezetési ellenállása kifejezi a szerkezet hőszigetelési tulajdonságait (ez az érték a hőfokelés és a hőáram sűrűség aránya).

E mennyiség ismeretében meghatározhatók a szerkezettel szemben a hőszigetelés szempontjából támasztható követelmények, és meghatározhatók a szerkezet tulajdonságai, amelyek felhasználhatók annak értékelésénél. **A szerkezet hővezetési ellenállása alapján kiszámolható az objektum feltételezett hővesztesége, a vízpára kondenzációjának lehetősége, illetve annak lefolyása stb.**

A szerkezet hőáramlásának hőszűrősége függ a hőáram egyes összetevőinek sűrűségétől, pl. a szerkezet hővezetésétől, a sugárzással átvitt hőtől, a levegő beszivárgásától, a hőáramlással átvitt hőtől.

Egyes anyagoknál ezek az összetevők együttesen kifejezhetők az anyagokra jellemző állandókkal: a hővezetési ellenállás együtthatójával, melynek jele „l”. **Ez azt fejezi ki, hogy az anyagokon 1 °C hőmérséklet-különbség hatására 1 s alatt hány J energia jut át. Ez azt jelenti, hogy minél kisebb a „l” értéke, annál hatékonyabb a hőszigetelés.**

13. Infiltráció (beszivárgás)

Az építkezési gyakorlatban ezt a fogalmat az ablakok levegő átérésztésével kapcsolatban használják. **Infiltráció: a levegő be/kiszivárgása** az ablaktok és ablakszárny közötti tömítetlen helyeken. Infiltráció létrejöhet az épületelemek kapcsolódásánál is, pl. az ablakkeret és az ablaktok között vagy az egyes hőszigetelő lapok között stb. Mindenfajta infiltráció nagy hő veszteséget okoz, mert az ezeken a tömítetlen részeken elszökő meleg levegő helyett hideg levegő jut be, amelyet föl kell melegíteni.

Ugyanakkor helytelen tömíteni az összes olyan helyet, ahol beszivároghat a levegő. A helyiség folyamatos légcseréjére szükség van a frisslevegő utánpótlása és páraelvezetés miatt. Amennyiben erre nincs lehetőség, abban az esetben nő a ház nedvességtartalma, amiből az következik, hogy a falakon kondenzálódik a vízgőz és megjelenik a penész.

Az épület légcseréjére tehát szükség van, nagyon fontos azonban, hogy ez **kontrolláltan** történjen, szabályozott keretek között, meghatározott helyen és mértékben.

14. Páradiffúzió

A páradiffúzió az a jelenség, amikor a pára átáramlik az épület szerkezetén. A páradiffúzió egyes esetekben komolyan **megrongálhatja az épületszerkezetet.** Minden esetben olyan szerkezetet kell kialakítani, hogy a pára kondenzálódása ne következzen be. Ha a hőszigetelés alatti **párazáró réteget elhagyják, vagy nem megfelelően építik be,** a kivitelezés hanyagsága következtében a **belső pára lassan áthatol a tartószerkezetben, majd a vízszigetelő réteg alatt kondenzálódik.**

15. Hőhidak

Hőhidnak az épület azon szerkezeteit nevezzük, melyekben több dimenziós hőáram alakul ki. Ha egy test A felületén t idő alatt Q hőmennyiség halad át, akkor a hőáram $\Phi = Q/t$, mértékegysége watt (W). A hőáram egyenesen arányos a hővezető test két oldala közötti hőmérséklet különbséggel (ΔT) és a felülettel (A); és fordítottan arányos a hosszúságával (l): $\Phi = \lambda (A\Delta T)/l$. A hőáram vektor mennyiség, vagyis nagysága és iránya is van. Egy különböző hőmérsékletű tereket elválasztó képzeletbeli homogén, sík, végtelen falban a hő a fal síkjára merőlegesen halad a meleg oldalról a hideg felé, a hőáramokat ábrázoló nyilak párhuzamosak és a hideg oldal felé mutatnak. Ezt nevezzük egydimenziós hőáramnak. Minden olyan helyet, melyeken nem párhuzamosak ezek a hőáramok, hőhidaknak nevezzük.

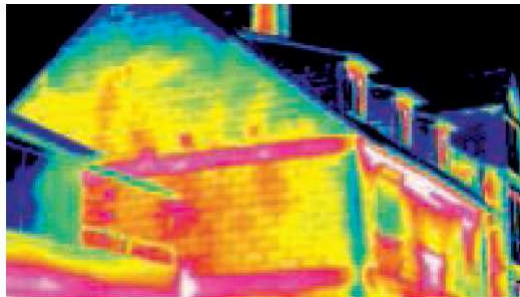
Itt viszonylag **kis felületen jóval több energia szökik el**, mint a környező területeken, egyfajta „*hősztráda*” alakul ki. A hőhidak kedvezőtlen hatása nemcsak közvetlenül azok kialakulásának helyén jelenik meg, hanem a környezetükben is. **A hőhidaknak nagy hatásuk van hővesztésre**, ezáltal ugyanis a belső térben lecsökkennek a felületi hőmérsékletek, ami újabb nehézséget okozhat. Amikor a felületi hőmérséklet a belső tér levegőjének harmatpontja alá esik, a levegőben levő víz kicsapódik, ami hosszú távon a szerkezet **átnedvesedéséhez és penészedéshez vezethet**. A penész eltüntetésének egyetlen módja, ha meggátoljuk a víz lecsapódását. Ehhez a belső felületi hőmérséklet emelkedésére van szükség, melyet elérhetünk a fűtés növelésével vagy utólagos hőszigeteléssel, mely az üzemeltetési költségek csökkenését is eredményezi. Lássuk hogyan alakulhatnak ki hőhidak az épületekben.

Anyagváltásból adódó hőhíd

Ha a falba olyan anyagot építünk be, amelynek hővezetési tulajdonsága jelentősen különbözik a falat alkotó többi anyagtól, úgy – amennyiben a falat végtelen kiterjedésűnek tekintjük – a hőáramok nem lesznek párhuzamosak, hanem kétdimenziósak, síkbeliek lesznek.

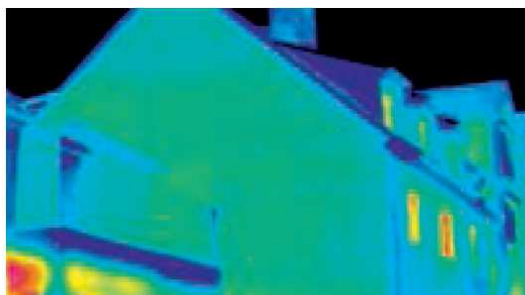
Vegyünk egy **egyszerű példát**: a téglapületeket szintenként vasbeton koszorúval fogják össze, így e két anyag közvetlenül egymás mellé kerül.

Mivel a vasbeton sokkal jobban vezeti a hőt (a képen lila színű), mint a tégl (a képen sárga színű), a szerkezeten keresztülhaladó hőáramok sebessége a koszorúnál lényegesen nagyobb lesz, itt egyfajta „*hősztráda*” alakul ki. Ilyenkor azok a szerkezeti részek, amelyek jobban vezetik a hőt, erősebben lehűlnek, mint a rosszabb hővezetésű részek.



Mivel a vasbeton sokkal jobban vezeti a hőt (a képen lila színű), mint a tégl (a képen sárga színű), a szerkezeten keresztülhaladó hőáramok sebessége a koszorúnál lényegesen nagyobb lesz, itt egyfajta „*hősztráda*” alakul ki. Ilyenkor azok a szerkezeti részek, amelyek jobban vezetik a hőt, erősebben lehűlnek, mint a rosszabb hővezetésű részek.

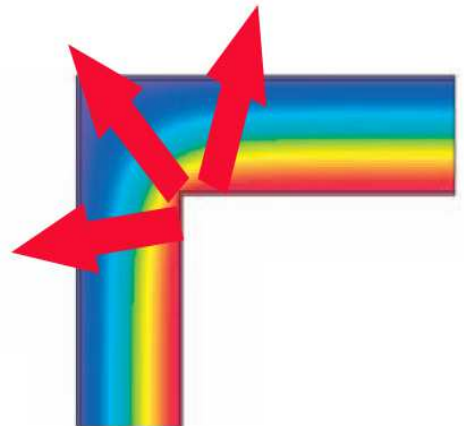
Amennyiben ugyanezt a falat kellő vastagságú hőszigeteléssel látjuk el, az mindkét anyag, a vasbeton és a tégl hőszigetelő képességét is oly nagy mértékben javítja, hogy a köztük lévő hővezetésbeli különbség elhanyagolhatóan kicsi lesz.



Ezáltal megszűnik a „*sztráda*” hatás, hiszen a meleg a fal teljes felületén gyakorlatilag ugyanolyan lassan tud csak távozni, s emellett a falazat javuló hőtechnikai tulajdonságainak köszönhetően az épület egészének üzemeltetése is takarékosabbá válik.

Geometriai hőhid

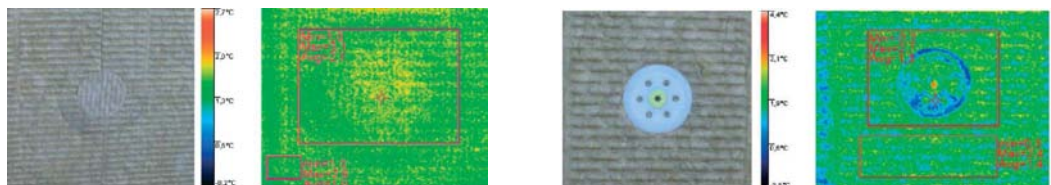
Épületeinknek nem csak falai, hanem sarkai is vannak. Ezeken a helyeken a falvastagságból adódóan a belső és a külső felület mérete nem egyezik meg. Míg általános falfelületen 1 cm² belső, fűtött felülethez a fal másik oldalán ugyanekkora külső lehűlő felület tartozik, a sarkoknál ez az érték a többszörösére nő, ezért itt sokkal nagyobb intenzitású lesz a hőáram.



A geometriai hőhidak nem függenek a falazat anyagválasztásától, homogén falszerkezetek esetében is jelentkeznek. Az épület sarkainál, az ablakkávák mentén, a külső határoló falak és a válaszfalak csatlakozásánál egyaránt hőhidak tudnak kialakulni.

Pontszerű hőhidak

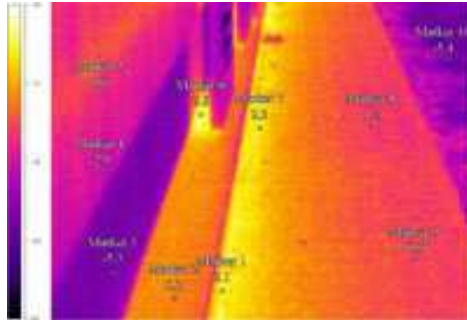
Pontszerű hőhidak többnyire a **hőszigetelő anyag rögzítésekor** lépnek föl. A kis keresztmetszetű hőhidakra többnyire nem fordítunk kellő figyelmet, noha ezek hatása is jelentős lehet, ha a két anyag hővezetési tényezője között nagy különbség tapasztalható.



ejootherm STR U rendszerű dűbel képe - műanyag köpenyes acél dűbel képe

Sávós hőhidak

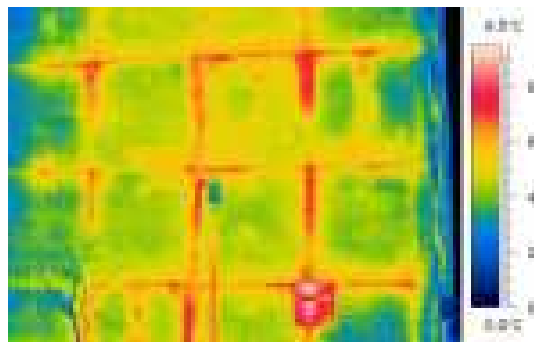
A nem pontszerű, nagyobb felületre kiterjedő hőhid a szilikátbázisú szerkezetekre jellemző elsősorban. A pillérvázás, kitöltő falazatú vagy szendvicspaneles épületek falazataiban gyakran kerülnek egymás mellé jelentősen különböző hővezetési tényezőjű anyagok (pl. 38 NF téglá és vasbeton). A szigetelt fal összes energiavesztesége kisebb lesz, de a hőhid okozta gond nagyobb. Minél nagyobb a két anyag hővezetési tényezőjében a különbség, annál érzékenyebb a szerkezet a hőhídra. 70-es években épült házak éppen ezért hőhidasság szempontjából kevésbé voltak problematikusak, mint az új, korszerű falazóanyagból épült falak. Erre a jelenségre lehet visszavezetni azt a tapasztalatot is, mikor egy régi házat nem elég körültekintően újítanak fel. A falak hőszigeteléséről úgy-ahogy gondoskodnak, de gyakran nem szigetelik le a lábazatot (például a terméskő lábazat esztétikai előnyei miatt), sőt, a padlásteret sem!



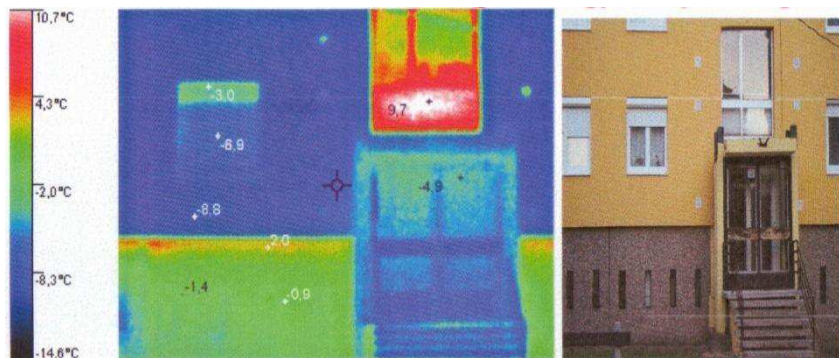
A hőkép azt mutatja, hogy a lábazatot szigetelték, de csak a járda felületéig. Az épület melletti szegély és a járda hővesztése jelentős. A szigetelést a szegély betonozása előtt kellett volna felhelyezni a lábazatra.

Egy gazdaságtalan, de penészsmentes épületet át lehet így alakítani, melynek következtében egy takarékosabb, de egészségtelen lakást kaphatunk. Az utólagos hőszigetelésnél tehát mindig körültekintően kell eljárni, és az egész ház hővesztésének csökkenését kell elérni.

A **panel épületek** hőszigetelési hiányosságai is ide sorolhatók. A panelek nem szakszerű gyártása miatt már az új épületbe is beépítésre kerülhettek a hőhidak, de a panelillesztések nem megfelelő volta, illetve csatlakozások elöregedése miatt is széles területeken alakultak ki hőhidak.



Szigetetlen panelépület fala



Szigetelt panelépület, de a lábazatot nem szigetelték, a földszinti lakások padlója akár 10-15°C-al hidegebb lehet, mint az emeletieké

II. Fűtés

II. 1. Passzív rendszerek – épületszerkezetek

1.1 A szoláris fűtési rendszerek

A „szoláris” tervezési stratégia alapeleme a **szoláris nyereségáramok növelése és hasznosítása a téli félévben.**

A napsugárzás energiahozamát a következők jellemzik: irányfüggő (napi és évi periódusban), ezen felül egyéb tényezők hatására véletlenszerűen változik. A dolog természeténél fogva a fűtőhatásra általában akkor van nagyobb szükség, amikor a sugárzási energiahozam kisebb és viszont. Ezért egy napsugárzási energiát fűtési célokra hasznosító rendszerben az energia tárolását legalább a 24 órás ciklusra (nappal-éjszaka) meg kell oldani.

Minden szoláris rendszernek **három funkciót** kell ellátnia:

- a sugárzási energia **begyűjtése**
- a sugárzási energia (legalább egy részének) **tárolása**
- az energia leadása, **célba juttatása.**

A rendszereket annak alapján osztályozhatjuk, hogy a fenti funkciókat mivel, hogyan és hol teljesítjük.

Ha mindhárom funkció teljesítésére **épületgépészeti elemeket** alkalmazunk, a rendszert **aktív**nak nevezzük. Ha mindhárom funkció teljesítésére az **épület**, illetve annak **szerkezeti elemei** szolgálnak, a rendszert **passzív**nak nevezzük.

A passzív rendszerek egy igen fontos általános tulajdonsága, hogy bármennyi is a napsugárzás intenzitása, kedvező módon befolyásolják az épület energiamérlegét. Ha a sugárzás intenzitása nagy, az energiagyűjtő fal elnyelő felületéről fűtőáram indul a helyiség felé, a falkollektorból pedig a szellőző levegő fűtésére is alkalmas magas hőmérsékletű levegő vezethető a helyiségbe. Ha a sugárzás intenzitása kicsiny, az energiagyűjtő fal elnyelő felülete kevésbé melegszik fel, a helyiség felé hőáram nem indul - de legalább a hőveszteség kisebb, hiszen a fal külső síkja „langyos”. Ha a falkollektorból kilépő levegő hőmérséklete nem elég magas ahhoz, hogy fűtőhatást lehessen vele elérni, legalább annyi történt, hogy valamelyest mégis előmelegítve lép szellőzőlevegőként a helyiségbe és ezért további felfűtése kevesebb energiát igényel.

Ezzel szemben az aktív rendszerek nagy része azzal jellemezhető, hogy csak akkor működőképesek, ha a napsugárzás intenzitása egy küszöbértéket meghalad (például egy melegvíz hőhordozóval üzemelő fűtési rendszer esetében olyan időjárási feltételek kellenek, hogy a kollektorokból nyert víz hőmérséklete legalább 30 °C legyen; alacsonyabb hőmérsékletű közeggel nem igazán lehet 20-22 °C hőmérsékletű helyiségeket fűteni).

A passzív rendszerek családján belül két különböző változatot szokás megkülönböztetni: a direkt és az indirekt rendszert.

A **direkt** rendszerek esetében mind a három feladatot magának a fűtendő helyiségnek a szerkezetei látják el: az üvegezésen bejutó sugárzást a belső felületek elnyelik, a határoló szerkezetek tárolják, majd a belső felületeken leadják. A hőleadó felületek maguk a helyiséget burkoló felületek, és a hőleadás a szerkezetek lehűlésével jár. A felmelegedést és a lehűlést a helyiséget burkoló szerkezetek illetve a helyiség hőmérséklet-változása kíséri. A megengedhető hőmérséklet-ingadozás hőérzeti szempontból korlátozott. A nagy hőtároló képesség előnyös, mert adott mennyiségű energia felvételét és leadását kisebb hőmérsékletingadozás kíséri.

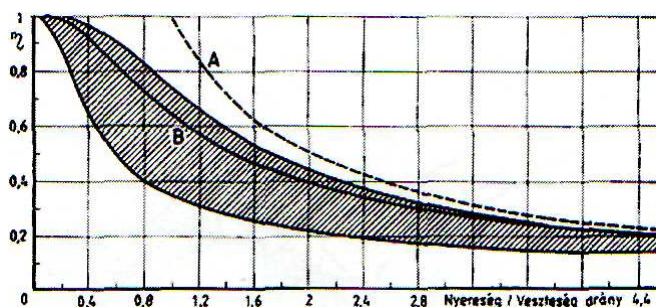
Az **indirekt** rendszerek esetében a három funkció térben szétválik – az elnyelés a helyiségen kívül, a leadás a helyiségen belül, a tárolás többnyire egy térbeli „köztes” helyen levő épületszerkezetben történik. Az energia térbeli „célba juttatása” az épületszerkezetekben kialakuló hővezetés és az épületben kialakuló természetes légmozgás révén történik.

Az aktív és passzív rendszerek között helyezkednek el a **hibrid** rendszerek. Ezekben döntő az építészeti, épületszerkezeti elemek szerepe, de az energia célba juttatására épületgépészeti elemeket és külső energiaforrást is igénybe veszünk. Ez rendszerint ventilátort és egyszerűbb légcsatorna-hálózatot jelent.

A hasznosítási fok

A hasznosítási fok azt fejezi ki, hogy a **helyiségbe jutó sugárzási energia mekkora hányada hasznosul.**

Az ábrán a vízszintes tengelyen a hőnyereségek és hővesztések aránya szerepel. Ha ez az arány éppen 1, vagy annál

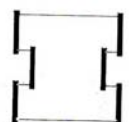
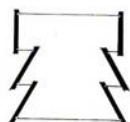
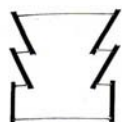


kisebb, a nyereség teljes egészében hasznosul. Ha az arány 2, akkor a nyereség 50 %-a, ha 3, a nyereség 33 %-a hasznosul. Ideális esetben a hasznosítási fok az ábra felső vonala szerint alakulna. Ez az **ideális eset akkor következne be, ha a nyereségek és a veszteségek időbeli alakulása tökéletesen szinkronban lenne**, azaz a hőnyereség felvételét és leadását nem kísérné a helyiséget burkoló szerkezeteknek a hőmérséklet ingadozása. A valóságban egyik feltétel sem teljesül, az időbeli szinkronitás nincs meg, a hőtárolóképesség pedig véges, ezért az energia felvételét és leadását kísérő hőmérsékletingadozásnak a lakók által tolerálható mértéke korlátozza a napi ciklusban felvehető és leadható energia mennyiségét is.

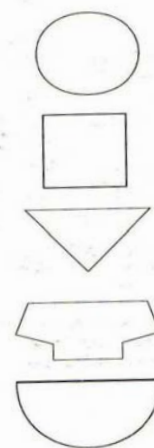
1.1.1 Tömeg és alaprajz

Alapvető fontosságú az épület tömegformálása

- a **kedvező felület/térfogat arány** elérése
- elengedően **nagy, jól benapozott homlokzat** biztosítása, és
- a **tájolásból-telepítésből** adódó lehetőségek maximális kihasználása végett.



Az alaprajzot illetően előnyös, hogy ha a hőérzet és a természetes megvilágítás szempontjából igényesebb helyiségek a nagyobb sugárzási nyereségű homlokzatokhoz csatlakoznak, az alacsonyabb belső hőmérsékletet és természetes megvilágítást, vagyis kisebb ablakfelületet igénylő helyiségek pedig kisebb sugárzási nyereségű, az uralkodó szélirányba néző, a csapóesőnek kitett homlokzatokhoz. Ily módon az utóbbi helyiségcsoport az igényesebb helyiségek és a környezet kedvezőtlenebb jellemzőjű szektora között ütköző övezetet, ún. **pufferzónát** alkot.



Magától értetődően **szoros összefüggés van az épület abszolút méretei, az alaprajz szervezése, a tömegformálás és a tájolás között**. Kicsiny abszolút méretek esetében a kompakt tömegformálás előnyös, az épület mélysége még jó benapozást tesz lehetővé. Nagyobb alapterületek esetében az „elendő” kedvező tájolású homlokzat biztosítása „füles”, háromszög, vagy körcikk alakú alaprajzokkal lehetséges. Ez ugyan tagolt formát, kedvezőtlenebb felület-térfogat arányt eredményez, ám ennek hátrányait a több, jól tájolt ablak előnyei felülmúlhatják.

Mélyebb épületek esetében mind a természetes világítás, mind a sugárzási nyereség szempontjából megoldást jelenthetnek a felülvilágítók.

Az energetikai követelmények kielégítése könnyebb, ha az épület határolásának nagyobb része érintkezik a talajjal. Lejtős terepen ezért a **puffer zónát gyakran földbe süllyesztve** alakítják ki. **Feltöltés alkalmazása** sem ritka, amely a lapostetőre is kiterjedhet, akár tetőre telepített növényzettel kiegészítve.



A torz tetőfelületek révén a bevilágító felületek a napsütés geometriájához igazodnak. /Sevilla-i Egyetem/



Transzparens fedésű folyosó / Queens Enclosure, Hampshire/



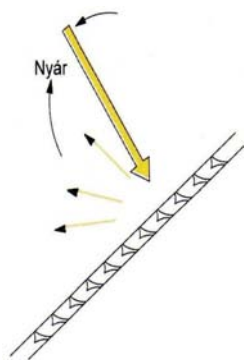
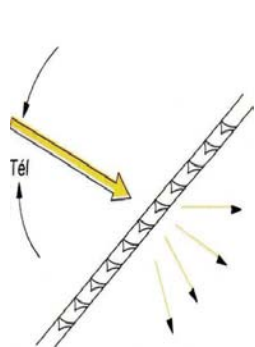
A pufferzónás térszervezés (A német DOMUS cég épületeinek tipikus sémája)

1.1.2 Üvegezés

Az üvegezett szerkezeteket lehetőleg a kedvező tájolású irányba kell koncentrálni. Ennek megválasztásakor az épülettagezatok, a terepalakulatok és a környező beépítés, a lombhullató és örökzöld növényzet hatását egyaránt figyelembe kell venni.

Az üvegezést illetően a sugárzási nyereség és a transzmissziós veszteség mérlegelésével kell megválasztani mind az üvegezett felület nagyságát, mind pedig az üvegezés típusát.

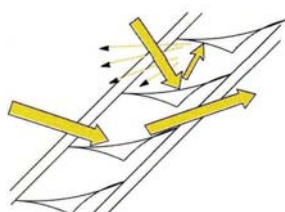
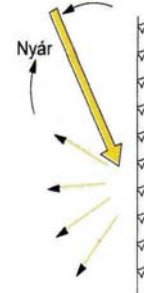
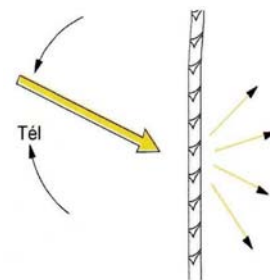
„Hővédő” (a napsugárzás spektrumában kis átérésztési tényezőjű) üvegezés alkalmazása a direkt rendszer lényegétől idegen lenne. A változó vagy változtatható tulajdonságú üvegezések elvileg szóba jöhetnének, de nem annyira az ablakokban, amelyeken át a vizuális kapcsolatot meleg időben is kívánatos fenntartani, hanem inkább transzparens hőszigetelésű bevilágítókban.



A transzparens hőszigetelésű bevilágítók viszonylag jó sugárzás-átérésztésük és kis hőátbocsátási tényezőjük okán a direkt rendszerekben jól alkalmazhatók.

A sugárzási hőnyereség megfelelően szabályozható mozgó elemek nélküli tükröző lamellarendszerrel is, amely a téli félévben a benapozást nem akadályozza, a mennyezet felé reflektált sugárzással a benapozott, jól megvilágított zóna mélységét növeli.

A tükrörendszer működése a nappályán, azaz a beesési szögek geometriáján alapul, amint azt az ábrán a téli és a nyári beesési szögekre rajzolt sémák mutatják.



A tükrörendszer alkalmazható

- függőleges és ferde síkú ablakok, bevilágítók előtt,
- hagyományos energiagyűjtő falak előtt
- transzparens hőszigetelésű falak esetében.

1.1.3 Hőtároló képesség

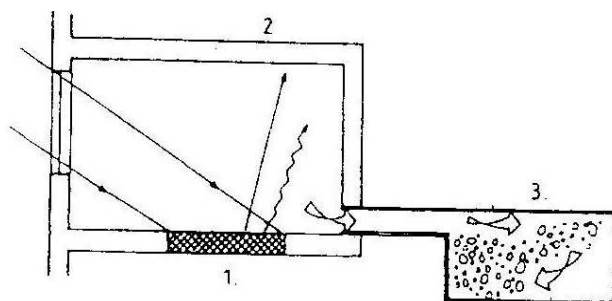
Az üvegezett szerkezetek felületének nagyságát és hőtechnikai paramétereit össze kell hangolni a mögöttes helyiség hőtároló képességével. Annak érdekében, hogy elegendően nagy üvegfelületeket tudjunk alkalmazni, és a nagy sugárzási nyereséget hasznosítani tudjuk, nagy hőtárolóképességű, belső oldalukon szigetetlen szerkezetekre, „nehéz” padlóburkolatokra van szükség. A hőtárolóképesség javát nem a külső, hanem a belső határoló szerkezetekkel biztosíthatjuk.

A hőtároló tömegek szempontjából a legfontosabbak azok a belső szerkezetek, amelyeket közvetlenül ér az üvegezésen bejutó **direkt napsugárzás**. Szokványos esetben ez a padló, így leginkább itt van szükség jó elnyelőképeségű, nehéz szerkezetekre és burkolatokra.

Sorrendben **másodikként** említendő azon szerkezetek hőtároló tömege, amelyeknek belső felületei az előző bekezdésben említett (közvetlenül besugárzott) felületeket „látják”, azaz közöttük sugárzásos hőcsere jöhet létre.

Harmadikként azok a szerkezetek említendőek, amelyek az előző két csoport egyikébe sem tartoznak, így tárolóképességük feltöltése vagy kisütése csak a levegő közvetítésével, konvektív úton lehetséges. Direkt rendszerekben ezek viszonylag kis szerepet játszanak.

Nagyon fontos kiemelni, hogy a **sugárzási energia hasznosításának az elégséges hőtároló tömeg az alapfeltétele**. E nélkül a helyiségbe jutó sugárzási energia vagy túlmelegedést okoz, vagy a lakókból védekező reakciót vált ki pl. szellőztetés, ezért a sugárzási hőnyereség hasznosítása szempontjából fontos a fűtési rendszer jó szabályozhatósága is, így a plusz hőterhelés eredménye nem a helyiségek túlmelegedése, hanem a teljesítmény, a fogyasztás csökkenése lesz.



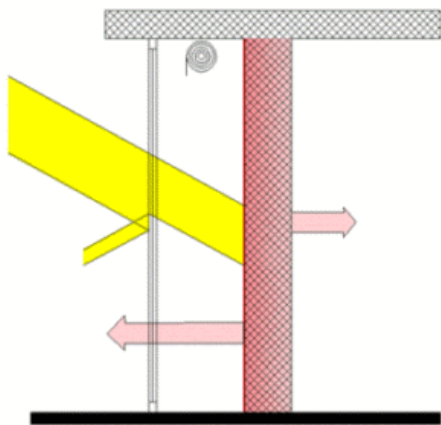
elsődleges (1)

másodlagos (2)

„kihelyezett” hőtároló tömegek (3)

1.2 Energiagyűjtő felületek

1.2.1 Tömefal



A tömefal egy masszív külső falból és az eléépített üvegezésből, valamint mozgatható árnyékolószervezetből áll. Az alkalmazás feltételei közül elsőként a kedvező tájolású, benapozott homlokzati szakasz említendő.

A működés elvileg az üvegházhatáson alapul. Az elnyelő felület felmelegszik, arról hőáram indul a falon át a helyiség felé és a légréteg, üvegezésen át a környezet felé. Az elnyelő felület maga is bocsát ki

sugárzást, ami a hosszuhullámú infravörös tartományban van.

Az üveg ebben a tartományban nem ereszt át sugárzást, a beérkezett energia csapdába esett.

A **rendszer indirekt**, mert az elnyelés a fal külső síkján, a hasznos hőleadás a fal belső síkján történik, azaz a két folyamat térben szétválík.

A tömefal teljesítménye jobb, ha

- az üvegezés keretaránya kicsi,
- az üvegezés hőátbocsátási tényezője kicsi,
- a társított szerkezetek hőszigetelő képessége jó, külső síkjának visszaverési tényezője nagy és működtetése helyes, ezáltal képes éjszaka a hőveszteséget csökkenteni,
- az elnyelő felület abszorpciós tényezője a napsugárzás spektrumában nagy (vagy felületképzése szelektív), emissziós tényezője a hosszuhullámú infrasugárzás tartományában kicsiny,
- az opaque réteg hőtárolóképessége nagy,
- az opaque réteg hőátbocsátási tényezője nagy.

A tömefalban hőszigetelő réteg nem alkalmazható, hiszen az akadályozná a helyiség felé irányuló hőáramot. Ezért borult időben vagy éjjel a tömefal hővesztesége nagy, mert hőátbocsátási tényezője $k=1,0 - 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

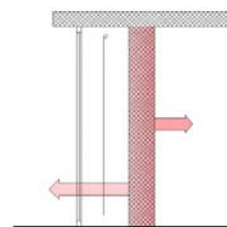
Ebben az esetben nagyon fontos szerepe van az **árnyékolónak**, mely télen éjszaka a kihűlés, nyáron napközben a túlzott felmelegedés ellen véd. Ez utóbbi célt szolgálhatják üvegezésben kialakítható **szellőzőszárnyak** is. Ezeket kinyitva nyáron a légréteg átszellőztethető, éjszaka hűvösebb külső levegővel a tömefal előhűthető.

A **teherhordó falakat** illetően a nagy hővezetési tényezőjű (tömör téglá, kő, beton) szerkezetek derült napokon nagyobb késleltetéssel nagyobb hőáramot juttatnak a fűtendő helyiségbe, hőtároló képességük jobb, de borult időben transzmissziós veszteségeik nagyobbak. Ha könnyebb, ezért jobban szigetelő korszerű falazóelemeket alkalmazunk, akkor derült időben a fűtendő térbe juttatott hőáram kisebb, de kisebbek borult időben a transzmissziós veszteségek is. **Értelmét veszti a tömegfal, ha a rétegrend külön hőszigetelő réteget is tartalmaz,** ilyen esetben más elven működő **falkollektor** alakítható ki.

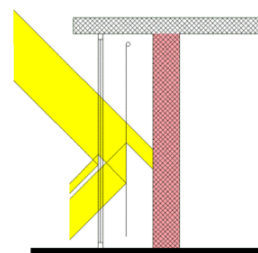
Működési elve

A napsugárzás 80-85 %-a az üvegezésen átjut, az átjutott hányad 80-90%-a a tömegfal külső síkján elnyelődik. Az elnyelt hő egy része - csillapítva és késleltetve a helyiségbe jut. Az elnyelt hő másik része az elnyelő felületről a légrétegen és az üvegezésen át (késleltetés nélkül) a környezetbe távozik. Ez utóbbi kettős üvegezéssel és télen éjszaka zárt társított szerkezettel mérsékelhető. A két hőáram fordítottan arányos az elnyelő felülettől befelé, illetve kifelé mért hőátbocsátási ellenállásokkal.

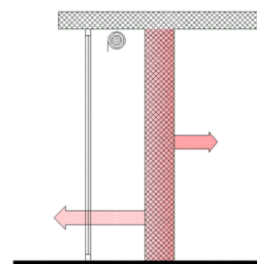
Télen éjszaka az árnyékoló csukott, hogy a kifelé irányuló hőáram kisebb legyen.



Nyáron nappal az árnyékoló zárt, hogy az elnyelő felületet érő napsugárzás kisebb legyen.



Nyáron éjszaka az árnyékoló nyitott, a külső hőmérséklet alacsonyabb, a fal lehűl.



1.2.2 Trombe-fal

A Trombe-fal szerkezeti követelményei a tömegfaléhoz hasonlóak, azzal kiegészítve, hogy a falba beépített, valamint a szellőzőnyílások zárására szolgáló csappantyúk működtetéséről is gondoskodni kell.

A működés úgy, mint a tömegfalaknál az üvegházhatáson alapul. Az elnyelő felület felmelegszik, arról hőáram indul a falon át a helyiség felé és a légrétegen, üvegezésen át a környezet felé. Az elnyelő felület maga is bocsát ki sugárzást, ami a hosszuhullámú infravörös tartományban van. Az üveg ebben a tartományban nem ereszt át sugárzást, a beérkezett energia itt is „csapdába esik”.



Prescott, Arizona, USA

Működési elve

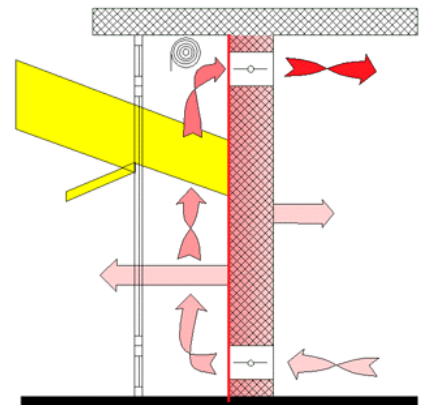
A szellőzőcsappantyúkat akkor célszerű kinyitni, ha a légrétegben lévő levegő hőmérséklete meghaladja a belső léghőmérsékletet és szükség van a fűtőteljesítményre.

A szellőzőcsappantyúk kinyitásakor természetes légkörzés alakul ki a helyiség és a légréteg között. Amennyiben a légrétegben lévő levegő a melegebb, az a felső nyíláson a helyiségbe áramlik, helyére az alsó nyíláson a helyiség levegője jut a légrétegbe.

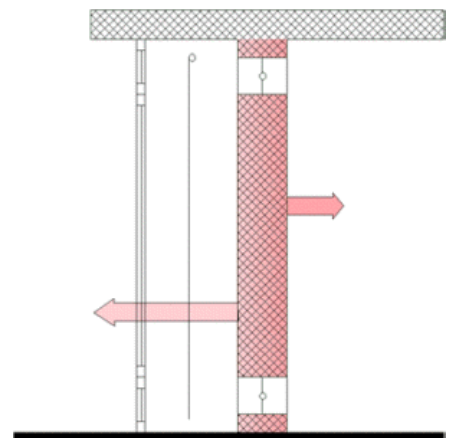
Helytelen használat esetén, ha a szellőzőcsappantyúkat akkor nyitják, amikor a helyiség levegője melegebb, az áramlás iránya megfordul, a helyiség levegője áramlik a felső nyíláson át a légrétegbe.

Fontos a helyes működtetés - ha a szellőzőnyílások éjszaka nyitva lennének, a helyiségből távozna a hő és a légrétegben az üvegezésen páralecsapódás következne be.

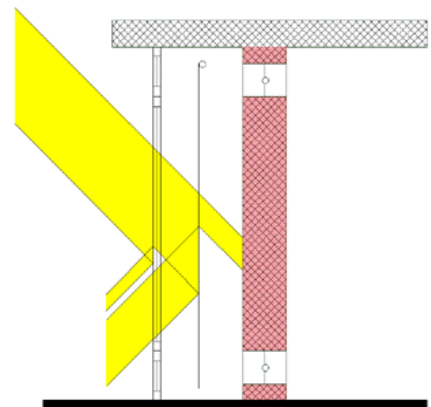
Télen nappal a társított szerkezet nyitva van. A szellőző csappantyúkat akkor célszerű kinyitni, ha az elnyelő felület hőmérséklete magasabb, mint a helyiség levegőjének hőmérséklete és az adott időszakban a fűtőteljesítményre valóban szükség van.



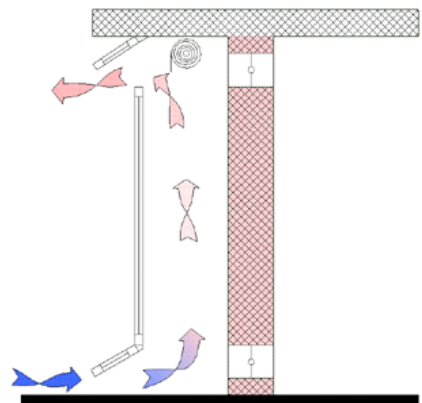
Télen éjszaka a társított szerkezet és a csappantyúk zárva vannak a kifelé irányuló veszteségáram mérséklése végett.



Nyáron nappal a társított szerkezet zárva van, hogy az elnyelő felületre minél kevesebb napsugárzás jusson.



Nyáron éjszaka a társított szerkezet nyitott, az üvegezés szellőzőszárnyai - ha vannak - nyitottak, hogy a fal lehűljön.



A Trombe-fal teljesítménye jobb, ha

- az üvegezés keretaránya kicsi,
- az üvegezés hőátbocsátási tényezője kicsi,
- a társított szerkezetek hőszigetelő képessége jó, külső síkjának visszaverési tényezője nagy és működtetése helyes, ezáltal képes éjszaka a hőveszteséget csökkenteni,
- az elnyelő felület abszorpciós tényezője a napsugárzás spektrumában nagy (vagy felületképzése szelektív), emissziós tényezője a hosszuhullámú infrasugárzás tartományában kicsiny,
- az opaque réteg hőtárolóképesége nagy,
- az opaque réteg hőátbocsátási tényezője nagy.
- a szellőzőcsappantyúk nyitása-zárása a megfelelő időben történik.

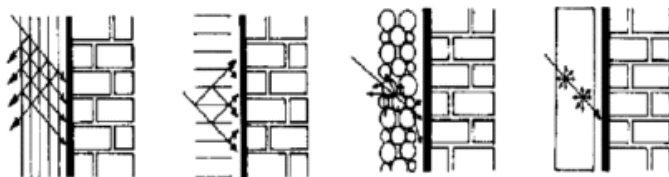
A Trombe falban hőszigetelő réteg nem alkalmazható, hiszen az akadályozná a helyiség felé irányuló hőáramot. Ezért borult időben vagy éjjel a Trombe-fal hővesztesége nagy, mert hőátbocsátási tényezője $k=1,0 - 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

1.2.3 Transzparens szigetelésű fal

A transzparens (átlátszó) hőszigetelések lényege az, hogy a külső falak külső síkját a napsugárzást többé-kevésbé átteresztő hőszigeteléssel burkoljuk. A beeső sugárzási energia java részének elnyelése a hőszigetelés mögött, a fal síkján történik.

Ezt a síkot a környezettől a hőszigetelő réteg választja el, az elnyelt energia nagy része - a könnyebbik utat választva - a kis ellenállású, nagy tárolóképeségű falba hatol be. A hőszigetelés és a fal érintkezési síkján olyan magas hőmérséklet alakul ki, hogy az átlagos téli feltételek mellett a helyiségnek a szerkezeten keresztül hőnyeresége van, de még borúsabb időben is a hőveszteségek lényegesen lecsökkennek.

A legfontosabb technikai problémát éppen az előbb leírt folyamat jelenti - az anyagok károsodását (és a helyiség túlzott felmelegedését) megelőzendő ugyanis a **külső felületet nyáron védeni kell a sugárzástól**. Ez árnyékolással, hőhatásra elsötétedő különleges (fototróp, termotróp) üvegezéssel, szellőztetett légréteg beiktatásával lehetséges. Magasabb épületeknél a tűzvédelmi kérdések gondos elemzése szükséges.

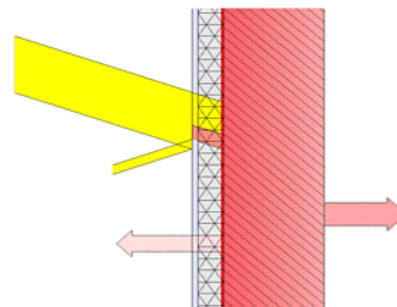


A transzparens szigetelésű falak tipikus struktúrái: párbuzamos fóliák, a falra merőleges tengelyű, áttetsző palástú hengerekből, hatszögletű hasábokból álló

(végein nyitott) sejt szerkezetek, üveg és/vagy fóliák közé kasírozott granulátum, szálasanyag, aerogél

A transzparens fal a fűtési idényben nappal

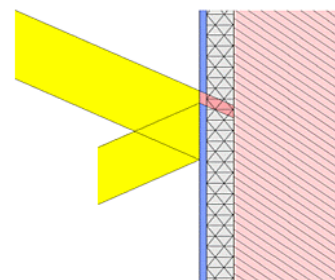
A sugárzás egy része a transzparens rétegben, nagy része a teherhordó réteg külső felületén nyelődik el. Az elnyelő felület hőmérséklete megemelkedik, a helyiség felé hőáram indul meg (vagy kisebb nyereség esetén legalábbis a helyiség hővesztesége csökken). Hőáram természetesen az elnyelő felületből kifelé is kialakul, ez azonban a transzparens hőszigetelő réteg nagy ellenállása miatt igen csekély lesz.



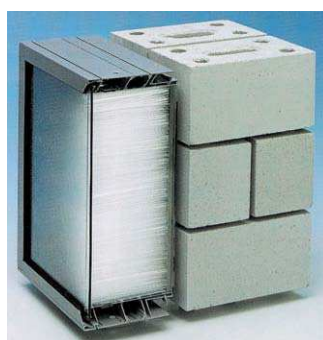
A hőáramok fordítottan arányosak az elnyelő felülettől kifelé és befelé mért hőátbocsátási ellenállásokkal, ezért a helyiség felé irányuló hőáram nagy lesz. A teherhordó rétegen át a hőáram csillapítva és időben késleltetve jut a helyiségbe.

A transzparens fal nyáron

Az elhomályosodó **termotrop üvegezés** a napsugárzásnak csak 10-20%-át engedi át. Termotrop üvegezés helyett hagyományos árnyékoló is alkalmazható a külső oldalon vagy az üvegezés és a transzparens szigetelés között.



A transzparens szigetelés beépítése



A transzparens szigetelést az időjárási hatásoknak ellenálló áteresztő (transzparens) réteg mögé kell beépíteni. A nem kívánt nyári felmelegedés és a szigetelőanyag ebből eredő károsodásának megelőzése végett a falat nyáron a besugárzástól védeni kell. Ez történhet:

- külső mozgatható árnyékolóval,
- az üvegfedés és a szigetelés közötti mozgatható árnyékolóval,
- adott hőmérséklet felett elhomályosodó termotrop üvegezéssel (két üvegtábla között 1- 10 mm vastag gélréteg).

A szigetelés és a fal között gyakran 1 cm légrést hagynak, hogy a szigetelőanyag a magas hőmérsékletű elnyelő felülettel közvetlenül ne érintkezzék. Ez egyúttal a páraakumulációt is szolgálhatja.

A transzparens szigetelés szokásos vastagsága 4 - 8 cm.

A transzparens szigetelés áttetsző vakolattal is fedhető, aminek adalékanyaga hordozórétegre kasírozott üvegyöngy. Ez kisebb teljesítményt nyújt, de nincs szükség nyári túlmelegedés elleni védelemre, a fedőréteg a magasabb napállásoknál kevesebb sugárzást enged át.

A transzparens szigetelésű falak hibrid és aktív rendszerekkel is kombinálhatók.

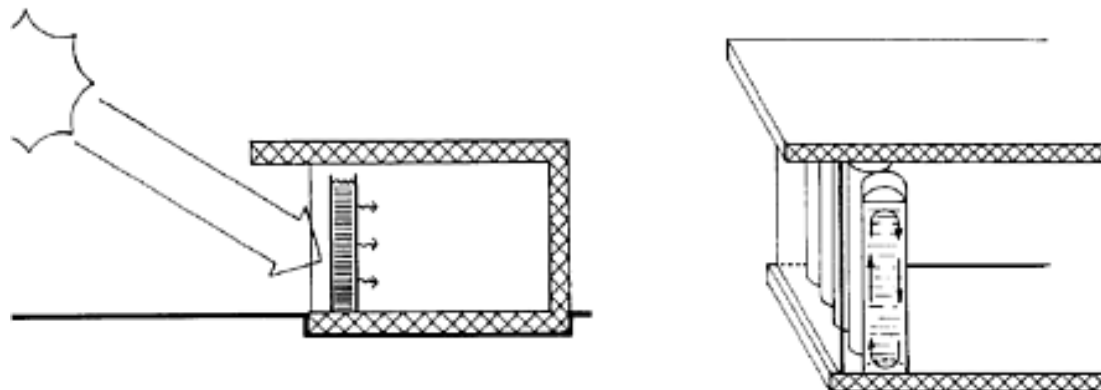
A transzparens hőszigetelések az **új technológiát** képviselik. Bekerülési költségük egyelőre magas, de nyilván egyrészt az idő és a technológiai fejlődés, másrészt a növekvő energiaárak belátható időn belül racionálissá teszik ezt a megoldást. **A transzparens hőszigetelés egyesíti a defenzív és a szoláris jellegű beavatkozások előnyeit.**

A transzparens hőszigetelések üvegorrítása lényeges módosulást eredményezhet az épület arculatában, de az új fejlesztésű áttetsző vakolatokkal hagyományoshoz hasonló felületképzést is kaphatunk. A transzparens hőszigetelés előnyösen alkalmazható meglévő épületek felújítása során, az új épületek tervezéséhez viszonyítva azonban több kötöttséggel kell számolni.

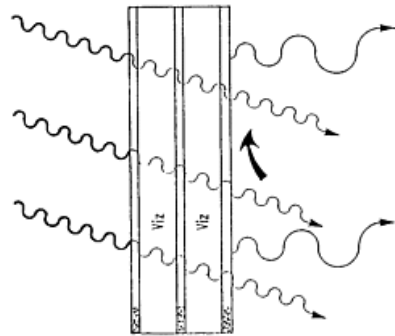
A tapasztalatok szerint külön említést érdemel a külső határoló szerkezetek belső síkjának magas felületi hőmérséklete következtében télen kialakuló **kellemes hőérzet**.

1.2.4 Vízfal

A vízfal sémája a tömegfaléhoz hasonló, de a falat víztároló edények, konténerek alkotják. A víz fajhője ötször nagyobb, mint a szokványos építőanyagoké, emellett a tartályokon belül a víznek a hőmérséklet-különbségből fakadó és azt kiegyenlítő cirkulációja miatt a **hőmérséklet-eloszlás** („keresztben”, vízszintes irányban) **egyenletes**.



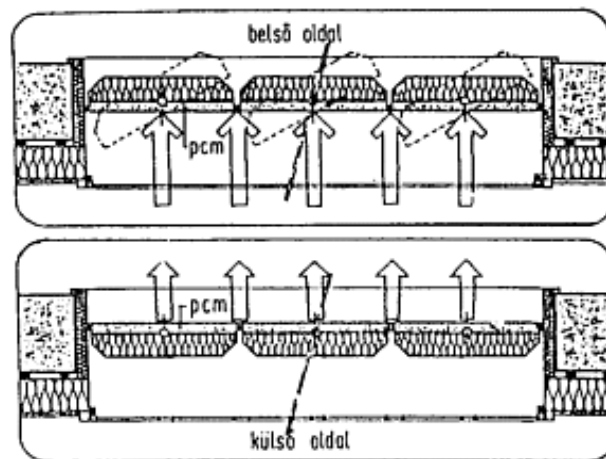
A **Transwall** transzparens (üveg) anyagú konténerekkel készített vízfal, amely a sugárzás egy részét átterszi. Az elnyelés fokozható közbelső színezett üveglemezzel.



1.2.5 Fázisváltó fal

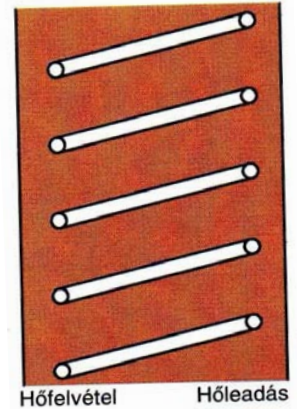
Hőtárolásra előnyösen használhatók olyan anyagok, amelyek szilárd-folyékony fázisváltása alkalmas hőmérsékletszinten megy végbe. Ilyen (a toxicitás, a tűzveszély, a korrózió szempontjából is alkalmas) anyagok 16, 20, 29, 32, 35, 50-60 °C fázisváltási hőmérséklettel, 120-180 kJ/kg fázisváltási hővel ismereteseek. Addig, amíg a fázisváltás le nem játszódik, a hőfelvétel vagy -leadás állandó hőmérsékleten megy végbe.

Ilyen anyagok edényekben, méhsejt szerkezetekben, műanyagmátrixokban való beépítésével egy szerkezet vagy helyiség hőtároló képessége jelentősen növelhető. Egy különleges beépítési módot mutat az ábra: a forgatható elemeknek nappal a tárolós, éjjel a hőszigetelt oldala néz kifelé.



1.2.6 Hőcsöves fal

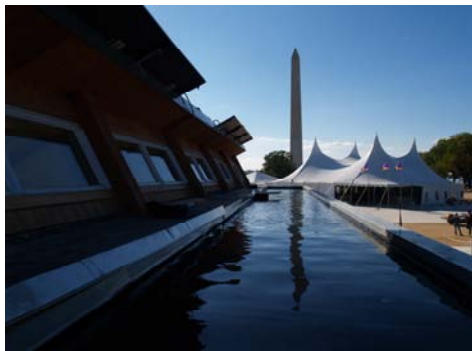
A hőcső elnevezés olyan megoldást takar, amelynél egy (rendszerint hűtőgépekben használatos) **közeg a cső egyik végén hőt vesz fel és elpárolog, a másik végén pedig lecsapódik, és hőt ad le.** A közeg mozgása történhet úgy, hogy a gőz felszáll, és helyébe a súlyerő hatására folyékony közeg folyik, de elhelyezhető a cső függőleges vagy ferde tengellyel is, ekkor ugyanabban a csőszakaszban játszódik le a gőz felfelé irányuló mozgása és a folyadék ellentétes irányú visszacsorgása. Ilyen módon kedvező időjárási feltételek között a külső falsík által elnyelt hő a hőszigetelt szerkezeten át a belső falsíkhöz szállítható.



1.2.7 Tetőtó

A hőtároló képesség növelése végett a **felső zárófödém** medenceszerűen vagy fóliazacskókban **víz van.**

Ezt a megoldást padlástervekben is és lapostetőkön is alkalmazták. Az utóbbi esetben a födém felett mintegy második tetőként elemekből álló eltolható mobil hőszigetelés van, ez télen napközben nyitott, éjszaka zárt helyzetben van. A fagyveszély miatt téli alkalmazására csak mediterrán éghajlati feltételek mellett jöhet szóba, ugyanott nyári hűtőhatása is kihasználható.



Roof Pond, Solar Decathlon, Washington D.C., USA



Nagasaki National Peace Memorial Hall For The Atomic Bomb Victims, Japan



Sayamaike Museum, Osaka, Japan

1.3 Üvegházak, napterek

1.3.1 Napterek és üvegházak bemutatása

Ezek a rendszerek **direkt és indirekt** elemek **kombinációjának** tekinthetők.

A sugárzás a naptér nagy üvegezett felületein bejutva a padlón, valamint az üvegház és a mögöttes helyiségek közötti falak felületén nyelődik el, azokban tárolódik és részben a falakon keresztül vezetéssel, részben természetes légmozgással jut a mögöttes helyiségbe.

Az üvegház és a mögöttes helyiség közötti transzparens szerkezeteken át a sugárzás egy része közvetlenül a mögöttes helyiségbe jut.

Működés elve hasonlít a Trombe-faléra.

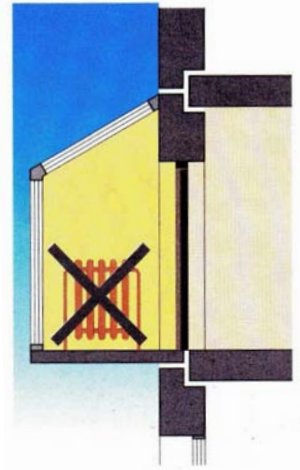
Teljesen általános megfogalmazásban a szoláris építészetben üvegháznak, „sunspace”-nek, **napternek** akkor **nevezünk egy teret**, ha arra a következő kikötések mindegyike teljesül:

- **van transzparens külső határolása,**
- **az épület legalább egy fűtött helyiségével érintkezik,**
- **az épületből megközelíthető,**
- **mesterséges fűtése nincs.**

Ezeknek a **követelményeknek igen sokféle módon lehet eleget tenni.** Üvegház az a három transzparens fallal és transzparens tetővel határolt tér is, amit egy „kész” homlokzathoz csatlakoztatunk. Üvegház lehet az az épület tömegébe beharapott vagy az épülettel teljesen integrált tér is, amelynek csak egy transzparens külső felülete van, valamint lehet egy „szoba helyén”, vagy akár egy üveggel lefedett patio is. Ugyanígy egy transzparens héjalású padlástér, egy üvegezett veranda vagy balkon is működhet üvegházként. A formai és alaprajzi változatok végtelenül gazdagok.

A napterek tájolását illetően nyilvánvaló, hogy a délihez minél közelebbi irányok a kedvezőek ez azonban számos körülménytől függ (telekosztás, utcavonal, alaprajz, környező beépítés árnyékoló hatása), így sok esetben nincs mód a déli tájolás megvalósítására. Ha a déli szektoron kívül eső tájolásra kényszerülünk, akkor elsősorban a **pufferhatás** jó kihasználására célszerű törekedni.

Nyáron az üvegfelületeket ereszekkel, fákkal vagy más árnyékolókkal kell letakarni. Ha ez nem történik meg, akkor a kialakuló hőmérséklet elviselhetetlenül magas lesz. Ezt a hatást csökkenteni lehet, ha az üvegfelületre szellőzőnyílásokat tesznek, amelyek lehetővé teszik a légmozgást. A padló és a falak ebben az esetben tároló felületek. Az épület kialakításától és a réstől függően több fajta átrium létezik. Lehetnek házhoz kapcsolódó, egyedülálló építmények, de az épület részeit is képezhetik, mint az ablakok, belsőudvarok vagy galériák.



A téli hőnyereség, valamint az üvegház mozgatható árnyékolóival és intenzív kiszellőztetésével biztosított nyári hővédelem következtében az üvegházak évente 5-6000 órában **a lakótér értékes bővületeként használhatók.**

Az üvegházhoz csatlakozó helyiségek természetes megvilágítást és szellőztetést az üvegházon keresztül (gyakorta kizárólagosan csak azon keresztül) kapnak. Ezért alapszabály, hogy az üvegházra csak összeférhető rendeltetésű, azonos kezelésben lévő helyiségeket nyissunk. Energetikai hatása, funkcionális és esztétikai értékei mellett az üvegház véd a külső zaj- és porterhelés ellen is, ugyanakkor akusztikai és szagterjedési szempontból össze is kapcsolja a rányitott helyiségeket.

Lakóházak esetében a napterek, nagyobb épületek esetében az átriumok további területet jelentenek vonzó építészeti lehetőségek megvalósítására. Bizonyos éghajlatokon elfogadható árú védelmet is jelentenek a változókéony időjárás ellen.



Gaylord National Resort, Washington DC, USA

Az átrium a naptér egy speciális esetének tekinthető abban az esetben, ha mesterséges fűtése nincs.

Ekkor az energia megtakarítása abból adódik, hogy az épület burkoló felületeinek egy része az átriummal, mint pufferzónával határos, a helyiségek pedig az átriumban előmelegített levegővel szellőztethetők. Az átriumban is lejátszódnak mindazok a folyamatok, amelyekről a napterek kapcsán szó volt, de a napsugárzás hatása csak akkor jelentős, ha az átrium alapterület/magasság aránya nagy.

Az átriumos kialakítás lényeges előnye az, hogy nagyobb lesz az anyaépület alapterületének az a hányada, amely a benapozott, kielégítő természetes világítású sávba esik, még ha e benapozás közvetett is.

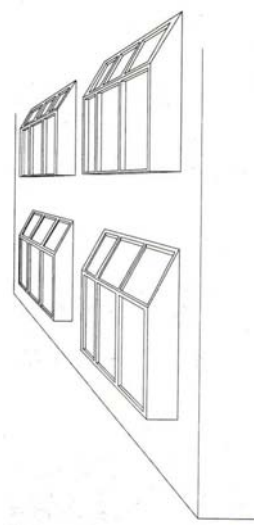
Az átrium intenzív nyári szellőztetésének lehetőségét biztosítani kell. Ennél nehezebb az árnyékolás megoldása, de erre is vannak példák.

Ha az átriumot mesterséges fűtéssel látják el, akkor az energiamérleget csak abban az értelemben javíthatja, hogy az átrium pusztán léte egy kompaktabb, kedvezőbb felület-térfogatarányú tömegformálást tesz lehetővé.

Általánosan elfogadott szóhasználat híján **virágablak**nak nevezhetjük az alábbi ábrán látható megoldást (az angol nyelvű irodalomban használt kifejezés: bay-window).

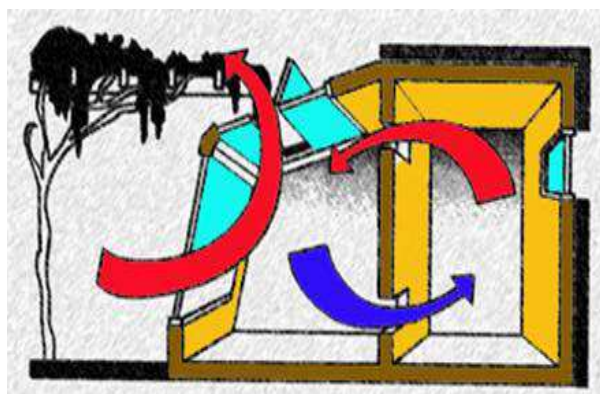
A virágablak valójában egy kisméretű naptérnek is tekinthető. A homlokzaton megtartott „normál” ablak előtt pufferzónát képez, **mérsékli a transzmissziós veszteségeket**. Transzparens felületeire a tájolástól és dőléstől függően az eredeti ablakhoz viszonyítva kedvezőbb szögben juthat a direkt napsugárzás.

Főleg nagy környezeti zajszint esetén előnyös az, hogy alsó síkján és tokszerkezetében hangelnyelő bélésű szellőzőnyílások alakíthatók ki, így szellőztetése is biztosított, méghozzá kedvező körülmények esetén előmelegített szellőzőlevegővel.



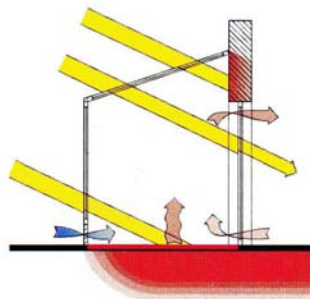
1.3.2 Átriumok és napterek működési elve

Az üvegezett felület és padló alapterületének aránya 0,1 és 0,5 között van. Amennyiben az épület helyes tájolású, vagyis délre néz, akkor az arány 0,6 és 1,6 között van. Télen, éjszaka az átriumban az átlaghőmérséklet 5-16°C, míg napközben eléri a 30°C-ot. Nyáron, éjszaka a hőmérséklet 15-25°C között változik, míg napközben elérheti a 35°C-ot is. Ha nem lennének a szellőzést segítő nyílások az üvegfelületen, a hőmérséklet egy meleg nyári napon az 50°C-ot is túlléphetné.

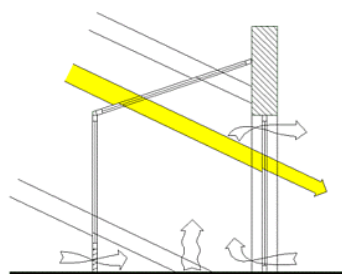


1.3.3 Naptérben lejátszódó fontosabb energetikai folyamatok

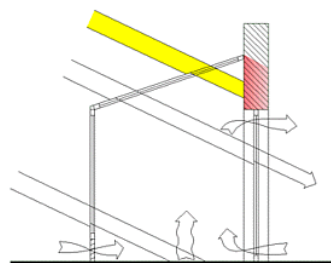
A naptér pufferzónát képez az anyaépület és a külső tér között, ezzel az anyaépület hőveszteségét csökkenti.



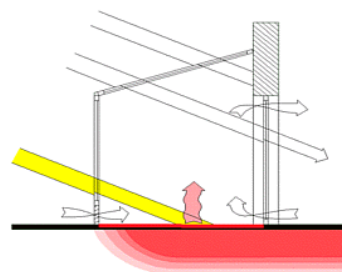
A naptér üvegezésén átjutó sugárzás egy része a naptér és az anyaépület közötti üvegezésen át az anyaépületbe jut, és ott ugyanúgy fejti ki hatását, mint a direkt rendszerekben.



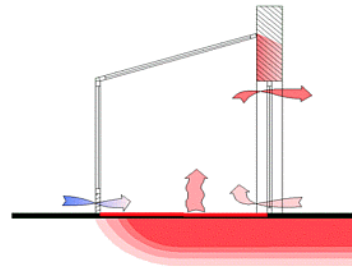
A naptér üvegezésén átjutó sugárzás egy része a naptér és az anyaépület közötti opaque szerkezetekre esik, amelyek a tömegfalhoz hasonlóan viselkednek.



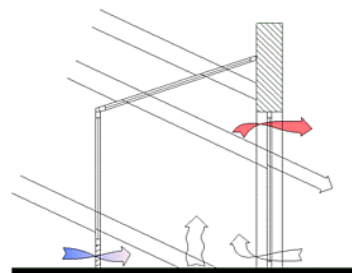
A naptér üvegezésén átjutó sugárzás egy része a naptér padlójára esik. Ennek egy részét a padló elnyeli. A felmelegedett padló- és falfelületekről átadott hő a naptérben a léghőmérsékletet növeli, ezáltal az anyaépület hővesztesége tovább csökken, sőt egyes időszakokban az anyaépületbe nyereségáram jut.



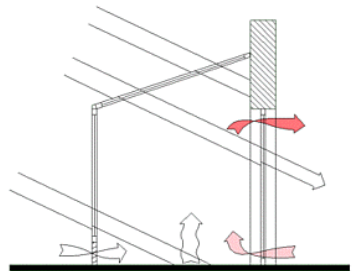
A padló- és falszerkezetek az elnyelt hőt éjjel leadják, ami az éjszakai órákban is csökkenti az anyaépület hőveszteségét.



Ha a friss levegőt vagy annak egy részét a naptéren át vezetjük az anyaépületbe, a friss levegő a naptérben előmelegedik, ezzel az anyaépület szellőzési hővesztesége csökken.



Ha a naptér hőmérséklete 20 °C-nál magasabb, a naptér és az anyaépület közötti nyílászárókon vagy szellőzőkön át konvektív hőáram juttatható az anyaépületbe.



1.3.4 Naptér lakhatósága



A naptér az év tetemes részében értékes lakótérbővület. Ha hőmérséklete eléri a 20 °C-t, akkor az anyaépülettel összenyitható. Derült időben már 12 - 20 °C esetén is kellemes hőérzet várható, mert az alacsonyabb hőmérsékletet az ott tartózkodókra jutó sugárzás kompenzálja, ilyenkor azonban a naptér és az anyaépület közötti nyílászárókat zárva kell tartani. Nyáron a lakhatóság alapfeltétele a jó árnyékolás és a nagyon intenzív természetes szellőztetés- a felső levegőkivezetésről feltétlenül gondoskodni kell!

Ha a friss szellőző levegőt télen a naptéren át vezetjük az anyaépületbe, akkor az utóbbi energiamérlegét javítjuk, de a naptér hőmérséklete alacsonyabb lesz.

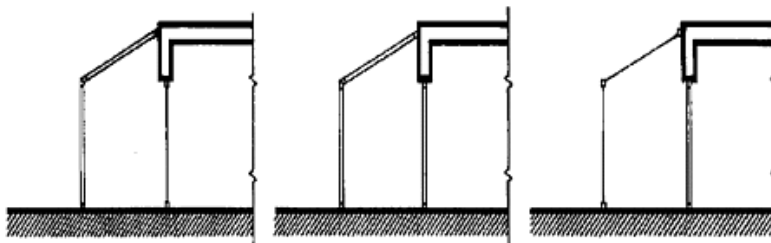
1.3.5 Pufferhatás

Részletesebb vizsgálat nélkül is beláthatjuk, hogy ott alakul ki nagyobb hőmérsékletesés, ahol a határolás ellenállása nagyobb, ami pedig a felület és a hőátbocsátási tényező függvénye. Ennek alapján, nézzük meg, mikor lesz a pufferhatás okán a naptér melegebb:

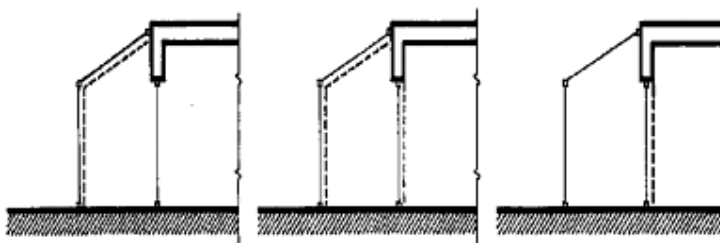
A pufferhatás az **alprajz** függvényében balról jobbra csökkenő mértékű.



A pufferhatás az **üvegezés** függvényében balról jobbra csökkenő mértékű



A pufferhatás a **társított szerkezetek** függvényében balról jobbra csökkenő mértékű



Csak a pufferhatást vizsgálva az épület energiafogyasztása szempontjából az a legkedvezőbb eset, ha:

- az épület határolásának minél nagyobb felületét olyan pufferzónával takarjuk be, amelynek külső határolása kicsiny felületű (azaz hosszú, de nem mély naptérrel);
- ha mindenhol kettős üvegezés van;
- ha mindenhol van mobil kiegészítő szerkezet.

Az általános összefüggések mellett megemlítendő még, hogy a naptér által védett homlokzaton a hőátadási tényező kisebb, a csapóeső kedvezőtlen állagvédelmi és energetikai hatása nem érvényesül.



*Beharapott naptér
Cooper house, Middleton, UK*



*Sarokelrendezésű naptér
Mile-báz, Bucsa, Magyarország*

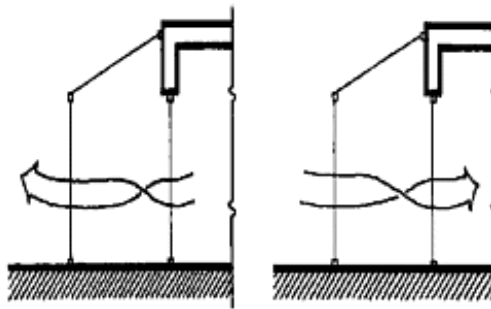
1.3.6 Konvektív energiaáramok

A konvektív áramok a zárt nyílászárók résein spontán módon kialakuló filtráció vagy az épület használói által tudatosan fogatosított szellőztetés intenzitásától és irányától függenek.

A légáramlás intenzitása és iránya számos véletlenszerűen változó hatástól is függ, bizonyos fokig azonban a tervezés folyamán is befolyásolható. Ha az uralkodó szélirányt, a környező beépítést adottságnak is tekintjük (bár a szélvédettség a növényzet megfelelő telepítésével javítható), az áramképet módosíthatjuk a nyílászárók légáteresztési ellenállásai közötti arányok és a nyílászárók egymáshoz viszonyított helyzetének megválasztásával, a nyitható ablakszárnyak és szellőzőcsappantyúk elhelyezésével, működési módjával, esetleg egyszerű, kis teljesítményű ventilátorokkal.

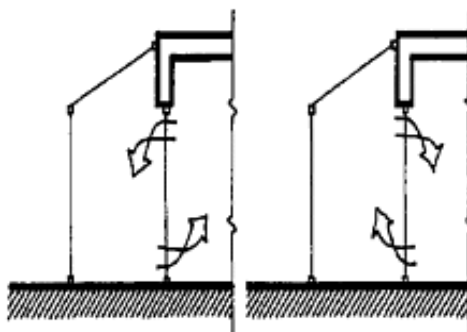
A szellőztetés hőigénye elvileg abban különbözik az energiaforgalom más összetevőitől, hogy a **légcserre egy bizonyos alsó határérték alá** (állagvédelmi, higiénés, biztonsági okokból) **nem csökkenthető**. Feltételezvé, hogy a légcserre a szükséges értékű, a kérdés az áramlás iránya.

Ha a levegő az épületből a naptérbe áramlik, a friss levegőt az épületben kell felmelegíteni, az épületből távozó levegő a naptérben annak hőmérsékletére lehűl, és a felszabaduló hőáram a napteret fűti (amelynek hőmérséklete magasabb lesz, mintha csak a pufferhatás következtében alakulna ki).



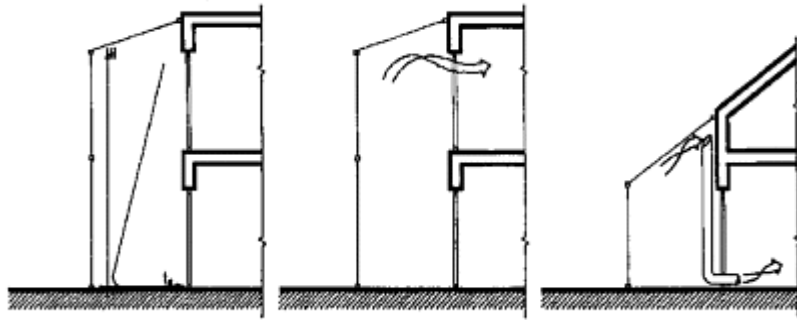
A naptér hőmérséklete szempontjából a másik szélsőséges eset az, **ha a levegő a naptéren keresztül áramlik az épületbe.** A kívülről beáramló levegő a naptérben annak hőmérsékletére melegszik fel, miközben onnan hőáramot von el, aminek következtében a naptér hőmérséklete alacsonyabb lesz.

A naptér hőmérséklete és az épület energiafogyasztása szempontjából ismét eltérő változatokat kell preferálni.



A közbenső változatokban az épület légcseréje - mind a beáramlás, mind a kiáramlás - a naptér megkerülésével (más homlokzatokon) játszódik le. A friss levegőt tehát az épületben kell felfűteni. A naptér és a környezet között légcseréje nincs. A naptér és az épület közötti légcseréje a hőmérsékletkülönbségtől függően alakul. Egyaránt eredményezheti az épületből a naptérbe vagy a naptérből az épületbe irányuló energiaáram aszerint, hogy melyik a melegebb oldal.

A naptérben a sűrűségkülönbség okán **függőleges irányban igen meredek léghőmérséklet-eloszlás alakul ki.** A magasabb léghőmérséklet hőérzetjavító hatása nagy belmagasság esetén azonban csak akkor aknázható ki, ha a melegebb levegőt alkalmas rendeltetési helyre - a tartózkodási zónába - juttatjuk. Ez történhet természetes légmozgással (ha a naptérbe két szintről nyílnak helyiségek), vagy egy kisteljesítményű ventilátorral, amely például egy automata kapcsolóval vezérelve akkor indul, ha a naptér tetősíkja alatt a hőmérséklet magasabb, mint a mögöttes helyiségé. Ez az egyszerű gépi szellőztetés természetesen kis belmagasság esetén is alkalmazható.



Az áramlás irányával kapcsolatban megemlítendő, hogy **a levegő mozgásával konvektív vízgőztranszport is lejátszódik**. Épületből naptérbe irányuló áramlás esetén gondolni kell a lecsapódás lehetőségére (anyag, felületkezelés, gyűjtőcsatorna). Naptérből épületbe irányuló áramlás esetén hasonló gondok adódhatnak, ha a naptérben túlságosan sok növény van (pl. penészképződés kockázata az épület szabad homlokzatainak csomópontjai környékén).

Az eddigiek mellett még megemlítendő, hogy a **naptér**-épület irányú áramlás esetén előbbi **ülepítő porkamraként** is szolgál, az épületbe a durvább aeroszoloktól mentes levegő jut. Figyelemre méltó még a naptér által nyújtott **akusztikai védőhatás** is.

1.4 Levegő hőhordozóval működő passzív rendszerek

1.4.1 A rendszerek elvi alapváltozatai

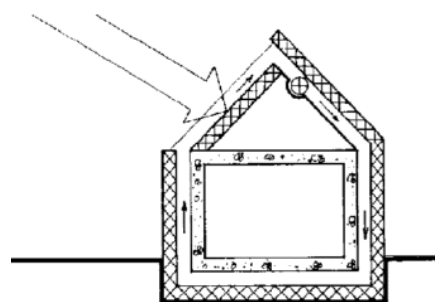
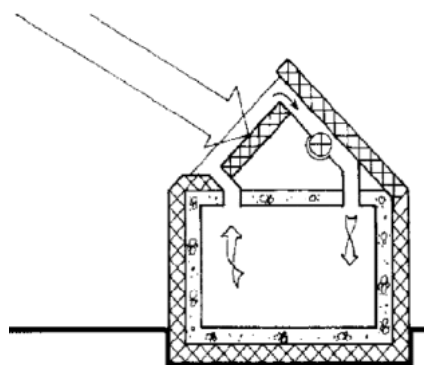
A levegő, mint hőhordozó közeg kétféle módon használható:

- vagy **közvetlenül bevezetjük a helyiségbe**, ekkor szellőzési és légfűtési célokat szolgál,
- vagy **a helyiséget burkoló üreges határolószerkezetek légjárataiban keringtetjük**, amelyek ekkor úgy működnek, mint a beágyazott padló- vagy mennyezetfűtés.

Az első változatban bármilyen hőmérsékletű levegőt nyerünk is a légkollektorból, azt hasznosítani tudjuk. Ha a levegő hőmérséklete lényegesen meghaladja a helyiségét, akkor légfűtésre, ha azzal egyenlő vagy annál alacsonyabb, akkor szellőztetésre használhatjuk. Utóbbi esetben legalább annyi a nyereség, hogy az előmelegített levegőt kevesebb energiával fűthetjük fel a helyiség hőmérsékletére.

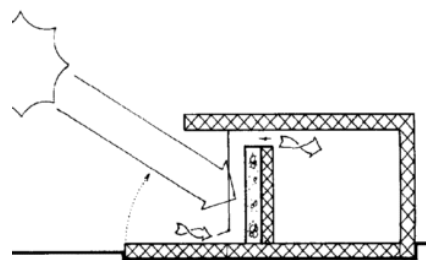
Másik esetben a levegő hőmérsékletének legalább 5 K-nel meg kell haladnia a helyiségét, hiszen a szerkezeten keresztül fűtőhatást csak így várhatunk. Ennél hidegebb levegőfűtési hőhordozóként nem igazán használható. Nagy előnyük viszont, hogy a szerkezeteket „belülről” fűtve jól kihasználják azok hőtároló-képességét.

A szerkezetek légjárataiban a levegő legfeljebb csak a helyiség hőmérsékletére hűthető le, tehát ami a hőmérsékletét illeti, szellőztetési célokra még használható lenne. Mindezeket figyelembe véve energetikai szempontból feltétlenül kézenfekvő a két változat kombinálása. Eközben azonban nem hagyható említés nélkül az az aggály sem, hogy a szerkezetek nem tisztítható légjáratai idővel elszennyeződhetnek és az azokból nyert levegő minősége bakteriológiai, higiénés szempontból esetleg kifogásolhatóvá válik. Emiatt vagy háttérbe kell szorítanunk az energetikai szempontokat, vagy a tisztaságot, a tisztíthatóságot biztosító anyagválasztásra, szerkezeti megoldásokra kell törekednünk.



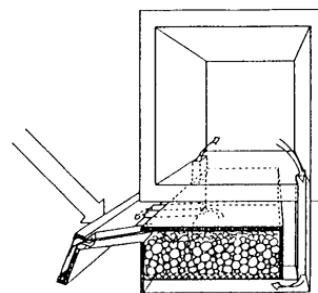
1.4.2 Falkollektor

A Trombe-fal sémáját megtartva, de nagy tömegű fal helyett egy könnyű és szigetelt szerkezetet alkalmazva a falkollektornak nevezett rendszert kapjuk, amely azzal jellemezhető, hogy **az elnyelő felület mögött közvetlenül nincs hőtároló tömeg, az energia a levegővel jut tovább, természetes légközítés révén**, így késleltetés sincs, ezért a rendszer olyan szakaszosan használt, intenzívebb szellőztetést igénylő helyiségek esetében alkalmazható, ahol a sugárzás és a szellőzési igények szinkronban vannak, egyidejűek.



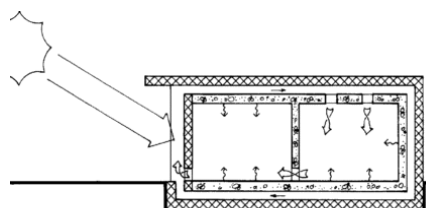
1.4.3 Kihelyezett termoszfion rendszer

E rendszerben **a sugárzási energia elnyelése az épületen kívül történik**, a légközítést a kürtőhatás biztosítja (ehhez az elnyelő felületnek a padlónál alacsonyabb szinten kell lennie), **hőtárolásra a belső szerkezetek szolgálnak**. A rendszer előnye, hogy az energiagyűjtő szerkezetek nem a homlokzaton foglalnak el értékes, jól tájolt felületeket.



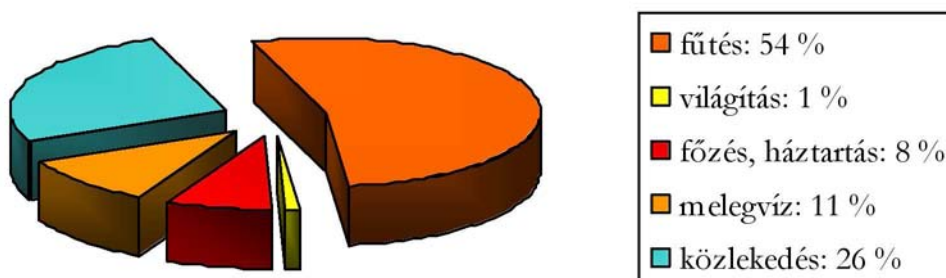
1.4.4 Barra-Constantini rendszer

Ebben a rendszerben az **energiagyűjtésre zárt áramkörben lévő falkollektor szolgál**. A levegő nem közvetlenül, hanem a szerkezetekben kialakított légjáratokon át jut a helyiségbe. A **szerkezetek részben hőtárolásra szolgálnak, részben pedig úgy működnek, mint a beágyazott padló vagy mennyezeti fűtések**. A szellőztetett légjáratok vízszintes mérete korlátozott, (a felhajtóerőből származó nyomáskülönbség korlátozottsága miatt), de ventilátor alkalmazásával ez a korlátozás feloldható.



II.2. Aktív rendszerek - épületgépészet

Egy átlagos magyar háztartás teljes energiafelhasználásának több mint a fele fordítódik épületfűtésre.



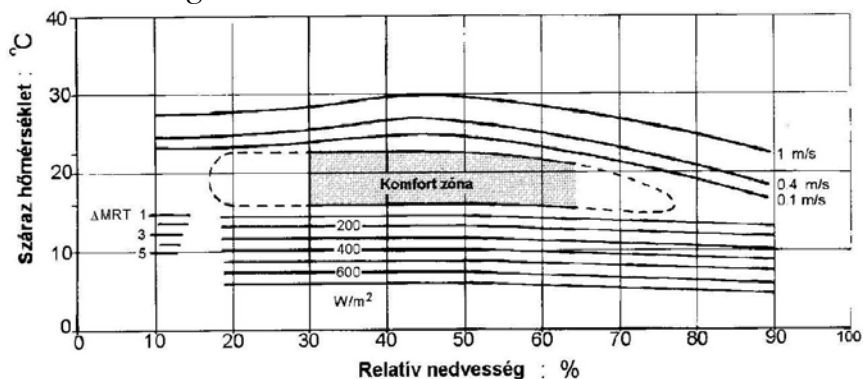
*A hazai lakossági energiafogyasztás megoszlása
/Energiatudatos építészet, 1999/*

Ha ugyanezt csak az **épületekre** vetítve vizsgáljuk, láthatjuk, hogy az **energiaigény kétharmadát a fűtés** teszi ki. Az újépítésű és felújítandó épületek esetében éppen ezért nagy odafigyelést és szakértelmet igényel a fűtési rendszer tervezése, hiszen egy korszerű, kellő hozzáértéssel és figyelemmel kiválasztott megoldással sok energia és pénz takarítható meg.

2.1 Általános tervezési szempontok

Minden fűtési rendszer tervezésekor figyelembe kell venni olyan komfortért felelős tényezőket, mint például a száraz hőmérséklet, a relatív nedvességtartalom, és a levegősebesség.

Az Olgyay-féle bioklimatikus diagram segítségével meghatározható ezen tényezők együtthatásából az épületen belül az úgynevezett komfortzóna, melyben kellemesen érezzük magunkat.



Számos módszer létezik az épület hőigényének építési, tájolási, épületszerkezeti stb. szerinti ellenőrzésére, amellyel optimalizálható a fűtési rendszer mérete.

Egyre gyakrabban használnak ún. energia auditokat (vagy az ezzel megegyező épület-tanúsításokat) az új építésű épületek (az építkezés megkezdése előtt) vagy felújított épületek (a felújítás megkezdése előtt) termikus minőségének ellenőrzésére. Támogatási kérelmekhez ezek ma már gyakran nélkülözhetetlenek.

2.1.1 A fűtési rendszer típusai

Egy új fűtési rendszer kialakítása nagy beruházás, ezért először a meglévő igényeket kell vizsgálni, s csak ezután lehet számba venni az elérhető megoldásokat. Ezek mérlegelésénél fontos szempont, hogy illeszkedjen a már meglévő rendszerhez, ellenkező esetben egy teljesen új rendszer kialakításának többletköltségeivel is számolni kell.

A **fűtési rendszereket több kategóriába** sorolhatjuk. Alapvetően megkülönböztetünk **tárolós, és átfolyós rendszerű fűtési és melegvíz előállítási módokat**. A legelterjedtebb fűtési rendszerben az épületben található kazán egyszerre biztosítja a fűtés mellett a meleg vizet is, és többnyire fosszilis tüzelőanyaggal működik. Sűrűn lakott, többnyire az ipari technológiával épült lakótelepeknél távhő biztosítja a fenti szolgáltatásokat. Ezek mellett említést kell tennünk az elektromos fűtési fajtákról, illetve az egyre inkább előretörő megújuló energiaforrásokról, melyekkel több lehetőségünk is nyílik egy meglévő fűtési rendszer korszerűsítésére.

Egyik ilyen módszer a hőszivattyú. A környezetből 1 egységnyi villamos energiából a hőszivattyú fajtájától függően akár 3-5-ször annyi „ingyen” hőenergiát tud elvonni a környezetből. A napkollektoros rendszerek a napenergiát befogva képesek ezt a helyiségek fűtésére, illetve melegvízellátására fordítani. Mivel ez a megújuló energiaforrás szakaszos, ezért szükség van a befogott energia tárolására, ez azonban könnyen megoldható. Sajnos a jelenleg létező rendszerek a hazai klimatikus viszonyok miatt nem tudnak egész év során elegendően nagy hatékonysággal működni, így a fűtési szezon nagy részében rásegítő, hagyományos berendezésekre is szükség van.

A biomassza tüzelésű kazánok egyre inkább teret hódítanak, legyen szó akár hasábfáról, akár faaprítékról vagy a pellettüzelésről.

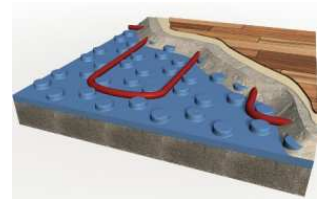
2.1.2 Hőleadó rendszerek

Alapvetően háromféle hőleadási módot lehet megkülönböztetni:

- **Radiátorok:** Ez a legegyszerűbb és legolcsóbb rendszer. Az öntöttvas radiátorok nagyobb hőtehetetlenséggel rendelkeznek és ellenállóbbak, mint a keményforrasztásos acél vagy alumínium radiátorok. A kétcsöves elosztás jobb megoldás, mint az egycsöves, mert jobb a hő eloszlása. A felületi hőmérsékletük $60-80^{\circ}\text{C}$ között van.



- **Padlófűtés:** A padló felülete alatt 3-5 cm-rel, kémiai úton térhálósított polietilén csöveket helyeznek el körülbelül 10-30 cm-re egymástól. A keringtetett víz hőmérséklete 45°C , ami 29°C -os padlóhőmérsékletet eredményez. A padlófűtés előnye az egyenletes hőleadás, az optimális páratartalom és az egyenletes hőmérsékleteloszlás biztosítása a helyiségben. Ez 20-30%-os energia megtakarítással jár, mert a víz hőmérséklet különbsége kisebb, mint a radiátorok esetében.



- **Fan-coilok:** Ezekben a rendszerekben radiátor található, amelyben melegvíz kering. Egy ventilátor a radiátoron levegőt fúj át, amely felmelegszik és szétoszlik a helyiségben. Mivel a ventilátort gyorsan ki és be lehet kapcsolni, a megoldás kiváló a hőterhelés hirtelen változásainak kezelésére, például színházak és koncerttermek esetében. Klimatizálásra is használható a berendezés, ha a melegvizet hidegre cserélik.



2.1.3 Fűtési rendszerek szabályozása

A fűtésszabályozás feladata, hogy a kazánban megtermelt hőt a helyiségekbe szállítsa, méghozzá helyiségenként vagy zónánként pontosan annyit, amennyire igény van. Jó szabályozó rendszer kialakításával a hőmennyiség ennek megfelelően változtatható időben és épületzónák szerint. A legjobb szabályozási módszerek és készülékek a következők:



- **Programozható óra:**

A kazánhoz szerelik fel és a távoli termosztátok bekapcsolásáért, valamint az üzemelési időtartamért felelős.



- **Chronotermosztát:**

Programozható termosztát. Az óránként, naponként vagy hetenként változó hőmérsékleti igényeknek megfelelően működteti a kazánt.



- **Termosztatikus szelepek:**

Abban az esetben, ha minden radiátoron elhelyeznek ilyen szabályozókat, lehetővé teszik a helyi körülményeknek és igényeknek megfelelő egyéni beállítást.



- **Zónaszabályozó vezérlő:**

Elemjeinek segítségével egymástól függetlenül programozhatóak a különböző zónák hőmérsékletei. Ez több, egymástól független radiátorkört és belső hőérzékelőt igényel.



- **Időjárásfüggő vezérlő:**

Az időjárásfüggő fűtésszabályozó rendszer a kazánhőmérsékletet, valamint az egyes fűtési körök víz hőmérsékletét szabályozza a külső és a meghatározott időközönként mért belső hőmérséklet alapján, a megadott fűtési menetrendeknek és időprogramoknak megfelelően.



2.1.4 Független mérők elhelyezése központi fűtéses és távfűtési rendszereknél



A központi rendszerek hatékonyabbak, mint az egyediek, és mind befektetési, mind működési költségeik is kisebbek. Ezeknél a rendszereknél azonban nehéz az egyéni fogyasztás megállapítása. Ha minden lakó egységes díjat fizet, nincs ösztönző erő a fogyasztás ellenőrzésére és a takarékosagra. Ezen fűtési rendszerek sok benntartózkodóval rendelkező

épületet látnak el, ahol egyénenként eltérnek az igények, eltérő a tájolás, kihasználás stb. Ilyen esetben érdemes önálló hőmérséklet szabályozást alkalmazni és egyéni hőmennyiségmérőket elhelyezni.

2.1.5 A fűtési rendszer szigetelése

Minden fűtési rendszernek jól szigetelt csőhálózattal, szelepekkel, tartályokkal és kazánokkal kell rendelkeznie, hogy elkerülhető legyen az energiavesztés, s az összes hő oda jusson el, ahol valóban szükség van rá.

A régi kazántípusoknál (amelyeknek a hőszigetelése általában sok kívánnivalót hagy maga után) gyakran előforduló probléma, hogy a tűztér rosszul tömített - ezek a hibák megfelelő szigetelőanyagokkal javíthatók. A túl nagy kazánhuzatot füstgázterelővel lehet csökkenteni.



Pótolni kell a hibás, összetört vagy rossz hőszigetelést a fűtés- és melegvíz-szolgáltatás csövein hőszigetelő idomokkal vagy kőzetgyapot hőszigetelő köpenyekkel. A hőszigetelés vastagságának legalább a vezeték átmérőjének vastagságát kell elérnie.

A puffertartályokba ma már beépítenek bizonyos fokú szigetelést, de ez külső szigeteléssel tovább javítható.



2.2 Napenergia

2.2.1 Általános ismeretek a napenergiáról

A Nap 43 perc alatt annyi energiát sugároz felénk, amennyit egy évben a Földön elhasználnak! Egy hét viszonylatában ez a mennyiség nagyobb, mint a ma ismert meglévő szénkészletek. A Napból érkező energia a mozgatórugója majdnem minden földi fizikai és biológiai ciklusnak, beleértve az időjárási folyamatokat, a növényi és állati életet.

A Napból érkező energia	173,000TW
Ebből a Föld által közvetlenül visszavert hányad	52000TW (30%)
Közvetlenül hővé alakul	81000TW (41%)
Fotoszintézis	40TW (<1%)
Vízkörforgás	40000TW (23%)
Szél-, hullámenergia	370TW (<1%)

(forrás: www.energytraining4europe.org)

A Földre érkező sugárzás nagy része a természeti körforgásokra fordítódik, de kis részét felfoghatjuk, és felhasználhatjuk világítási, villamos energiatermelési vagy hőtermelési célra.

Ebben a fejezetben a hőtermelési célú hasznosítással foglalkozunk. A napsugárzás hőtartalmának több mint fele az infravörös sugaraknak, valamivel kevesebb, mint fele a látható sugaraknak köszönhető. Különböző technikák állnak rendelkezésre ezen energia felfogására és hővé alakítására.

A felfogható napenergia függ a szélességi körtől, a magasságtól és a felhőzettől. Európát tekintve a felfogható napenergia éves mennyisége 1000 kWh/m²-től (Északnyugat-Európa) 2500 kWh/m²-ig terjed (Pireneusok és Dél-Európa).

Aktív napenergia hasznosításról beszélünk, ha a napenergia befogására és elvezetésére gépészeti berendezéseket használunk. Ezeket az épületgépészeti berendezésekkel működő rendszereket aktív napenergia hasznosítóknak nevezzük. Az aktív rendszerekben az energiagyűjtés feladatát a **kollektorok** látják

el. Ezek általában önálló elemek, amelyek az épületre szerelhetőek, de vannak az épület egyes elemeivel szerkezeti és funkcionálisan integrálható kiviteli változatok is. A kollektorokban hőhordozó közeg kering.

Ha a hőhordozó vagy munkaközeg folyadék, a tárolás tartály(ok)ban történik. A tárolótartályok jellemzően hengerek, álló helyzetűek, így a folyadék hőmérséklet szerinti rétegződésének jelensége jobban kihasználható: a tartály tetejéről a legmelegebb közeg vételezhető, a tartály alján a hőmérséklet a hőátadás szempontjából előnyösen alacsonyabb.

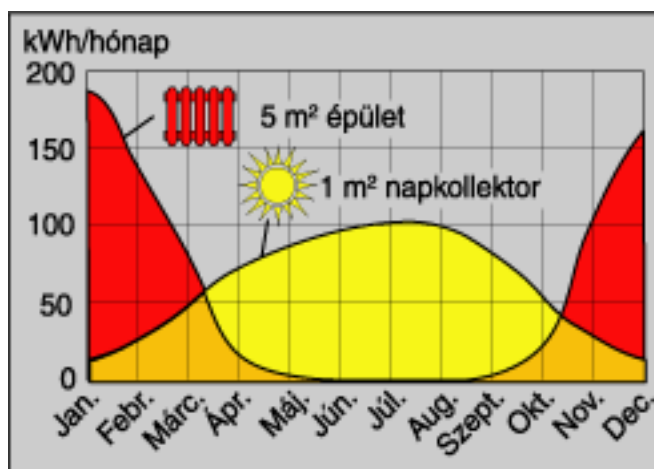
A hőleadók a központi fűtési rendszerekben alacsony fűtővíz-hőmérséklet mellett egyébként is szokásos kivitelűek.

2.3 Napkollektoros fűtés

Az épületek energiaköltségei között messze a legnagyobb tételt (kétharmad részét) a fűtés jelenti. Ha a napkollektorokkal fűtéstársítás a cél, akkor az alábbi ábrán látható, hogy a hideg téli hónapokban nagy napkollektor felülettel is csak viszonylag szerény eredményt lehet elérni, sőt az átmeneti időszakokban (tavasszal és ősszel) is viszonylag nagy napkollektor felület szükséges a fűtési hőigény fedezéséhez.

Az épületfűtés napkollektorral elsősorban csak az átlagosnál jobb hőszigetelésű, korszerű, alacsony hőmérsékletű melegvizes központi fűtési rendszerrel (pl. falfűtés, padlófűtés, alacsony hőmérsékletű radiátoros fűtés) megvalósult épületek esetében lehet reális cél. A fűtéstársító napkollektoros rendszerek megvalósítása a használati-melegvíz készítő rendszerekhez képest nagyobb körütekintést igényel. Viszonylag **nagy kollektor felületet kell elhelyezni**, és sokkal **fontosabb az optimális tájolás és dőlésszög** betartása. Mivel télen a Nap alacsonyabban jár, ezért a fűtéstársító rendszerek napkollektorait meredekebb dőlésszöggel kell elhelyezni, célszerű az **50-60°-os dőlésszög** alkalmazása. Fontos a megközelítőleg **déli tájolás** is, hiszen a napsütés időtartama viszonylag rövid, és a déli órákra korlátozódik. Nagyobb részarányú fűtéstársítás csak **puffertároló alkalmazásával** érhető el. A puffertároló egy nagyméretű, hőszigetelt víztartály, amiben a fűtési rendszer vize tárolódik. A napkollektorok ezt a tartályt fűtik fel napközben, és a napsütésmentes időszakban ebből a tartályból történhet a fűtés. A puffertartályokat a napkollektorokon kívül fűthetik még szilárd tüzelésű, pl. faelgázosító vagy pellet kazánok is.

Magyarország éghajlati adottságai mellett csak napkollektorral nem lehet megoldani az épületek fűtését, de hatékonyan rá lehet segíteni arra.

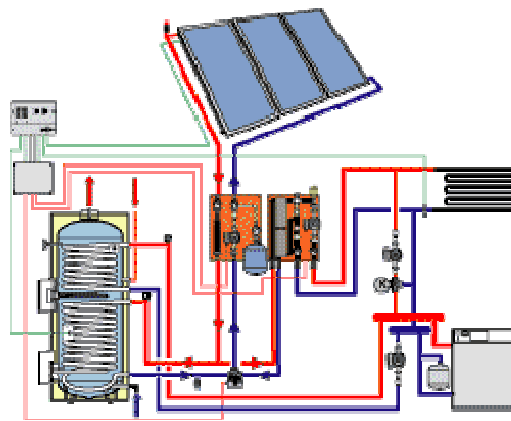


A tapasztalatok azt mutatják, hogy 1 m² napkollektorral 4-5 m² épület fűtésére lehet hatékonyan társítani. Az ilyen arányban megvalósított rendszerek március-áprilisban, illetve szeptember-októberben közel 100%-ban fedezni tudják a fűtés

hőszükségletét. Természetesen a kollektorok a hideg, mégis derült decemberi és januári napokon is számottevő hőenergiát adnak, ám ebben az időszakban döntően valamilyen más rendszerrel kell fűteni.

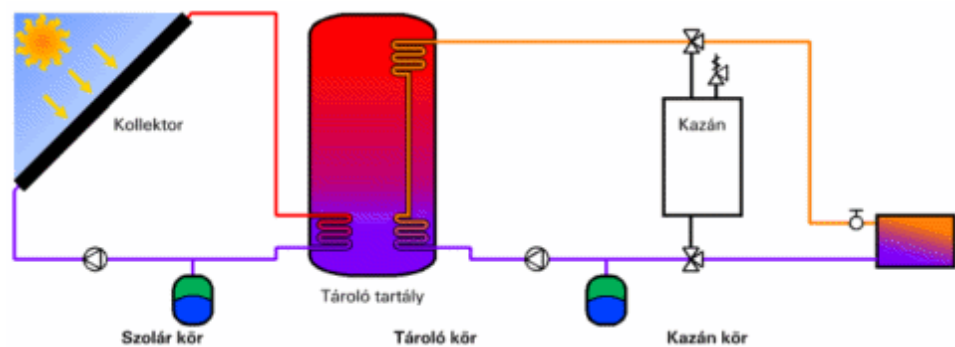
Általánosságban elmondható, hogy **amennyiben a nyári többlet hő felhasználása nem megoldott, nagyobb kollektorfelület elhelyezését nem javasoljuk**, hiszen a rendszert károsíthatja a nem elvezetett, felhasznált hőtöbbletből adódó túlmelegedés. A rendszerbe töltött fagyálló folyadék $\sim 150\text{-}160^\circ\text{C}$ -on savasodik, tönkremegy.

2.3.1 A szoláris fűtési rendszer fő elemei

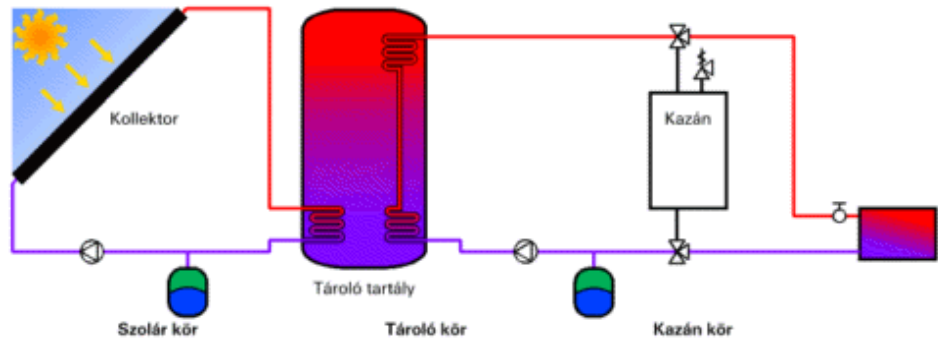


- kollektor (kb. a padlófelület egyharmada)
- tároló (kb. a kollektorfelület egytizede)
- hőleadó (az alacsony vízhőmérséklet miatt padlófűtés, lapradiátor)
- elosztó hálózat (mint a hagyományos rendszereké)
- kisegítő kazán (mint a hagyományos rendszereké)

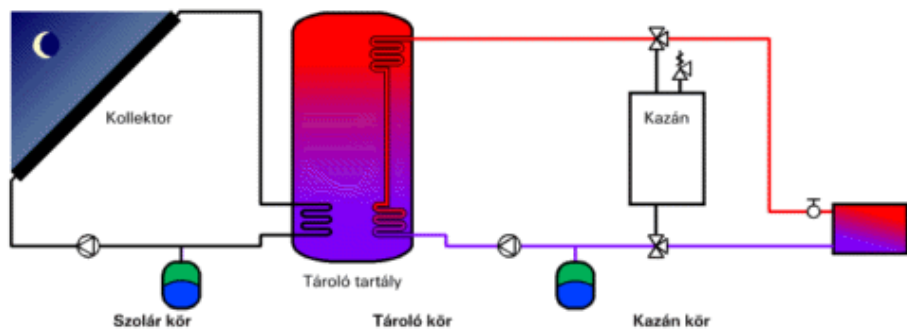
2.3.2 Egy aktív fűtési rendszer négy üzemállapota



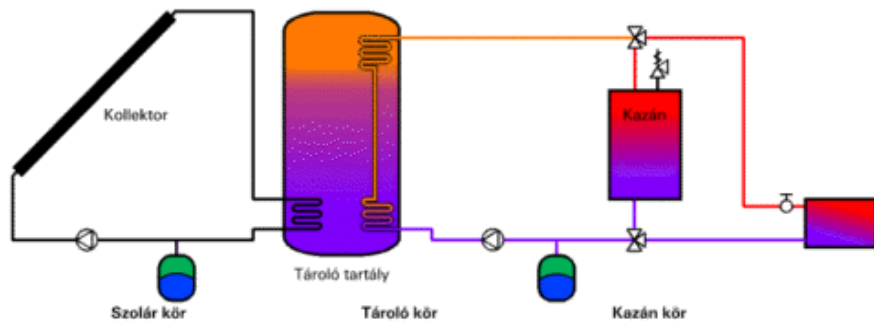
A nyerség meghaladja a pillanatnyi igényeket: a tároló felfűtése és a helyiségek fűtése



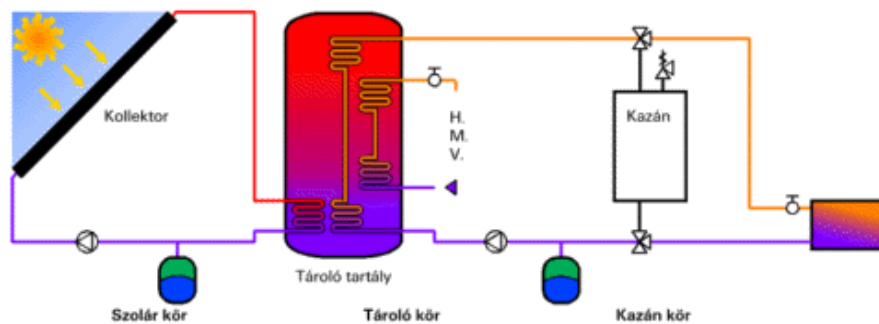
A nyereség éppen fedezi az igényeket: a helyiség fűtése



Éjszaka a kollektor körben nincs keringés, a tároló fel van töltve, a helyiségek fűtése a tárolóról



Éjszaka vagy tartósan borult időben a tároló nem elég meleg, fűtés a kazánról



A rendszerhez használati melegvíz-ellátás kapcsolható. Jellemző adatok egy négyfős háztartás melegvíz-ellátásához: 4-6 m² kollektor, 200-300 literes tároló használható ki optimálisan.

Napkollektoros fűtés

Előnyei:

- + Egyszeri beruházás
- + Megújuló energiaforrás
- + Korlátlanul és ingyenesen rendelkezésre áll
- + Környezetbarát (nincs üvegházhatású gázkibocsátás)
- + Várható élettartam 30 év

Hátrányai:

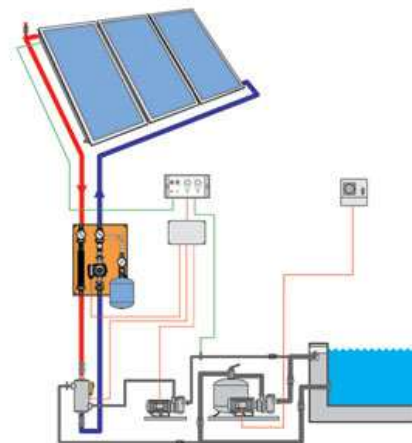
- Csak a fűtési szezon elején és végén képes önállóan ellátni a fűtési igényt
- Téli hónapokban önállóan nem elég a fűtésre, ekkor rásegítő fűtést kell funkcionál
- Csak akkor érdemes alkalmazni, ha a nyári hőhasznosítás is megoldott pl. uszodafűtés

2.3.3 Medencefűtés napkollektoros rendszerrel

Napkollektoros fűtést segítő esetén reális hőhasznosítási lehetőség nyáron a medencefűtés.

Kültéri medence esetében a napkollektoros fűtés segítségével egy éven belül akár 7-8 hónapon keresztül is kényelmesen használhatjuk a medencét.

Beltéri medencék esetén, mivel az ilyen medencéket általában egész évben használják, a napkollektoros rendszert csak fűtést segítőként használják, azaz a medence vizét más módszerrel (gázkazán, hőszivattyú, stb.) melegítik fel, azonban ebbe a fűtőrendszerbe egy napkollektort is belekötnek, melynek segítségével például kevesebb gázt fogyaszt a kazán.



A medence fűtésére használt napkollektorok mennyisége függ attól, hogy beltéri, vagy kültéri medencét akarunk vele fűteni, valamint a párolgás mértékétől.

A napkollektor nyáron 60-110°C, télen 40-80°C-osra képes felmelegíteni a benne áramló folyadékot. E **hőfok alakulása természetesen függ a napsugárzás intenzitásától, a külső hőmérséklettől, valamint a napsütéses órák számától.**

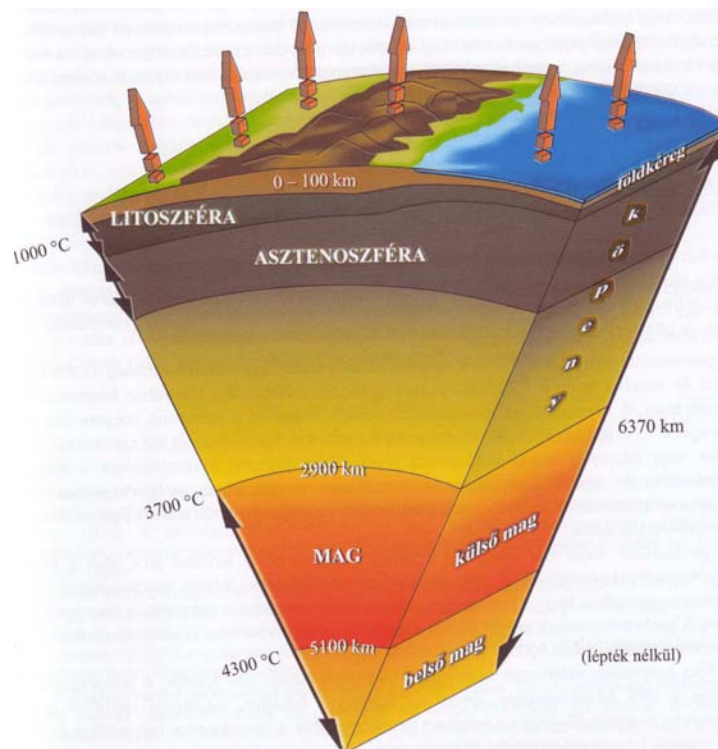
A napkollektor képes a medence vizét akár közvetlenül is melegíteni, abban az esetben, ha a rendszerben keringetett víz a medence vize. Ehhez a legtöbb esetben keringető szivattyú szükséges, hiszen a napkollektorok legfőképp a tetőn helyezkednek el, míg egy külső medence ennél a szintnél alacsonyabban található. Ilyenkor a kettő közti vízáramlást a fent említett szivattyú biztosítja.

Beltéri medence fűtésénél minden esetben **kétkörös rendszer** kiépítése szükséges. Ez azt jelenti, hogy magában a kollektor rendszerében egy speciális folyadék kering (mely cseppfolyós marad extrém alacsony és magas hőmérsékleten egyaránt), melyet a rendszer felmelegít. A felmelegített folyadék adja át a hőjét a medence vízének, egy hőcserélő rendszeren keresztül.

2.4 Geotermikus energia

2.4.1 A geotermikus energiáról általánosságban

A geotermikus energia a Föld belsejében található olvadt magma hőenergiája. Ez a magma földkéregbe való betörése folytán hővezetéssel jut a felszínre, és mintegy 40 millió MW energiát jelent.



A fosszilis anyagok nem vesznek részt a folyamatban, így a geotermikus energia jóval **kisebb mértékű vagy elhanyagolható mennyiségű CO₂ emissziót okoz** a hagyományos energiahordozókhöz képest.

Az energia a forró kőzetekben és forró víz hőtartalmában van jelen és különböző technológiákkal nyerhető ki.

A **termálvíz** hője gazdaságosan hasznosítható azon területeken, ahol a hőtartalom magas, a kutak hozama egyenletes és elegendő. A kitermelés ismert kútfúrási technikákkal végezhető és megfelelő technológiával fűtési célra vagy villamos áram előállítására alkalmazható.

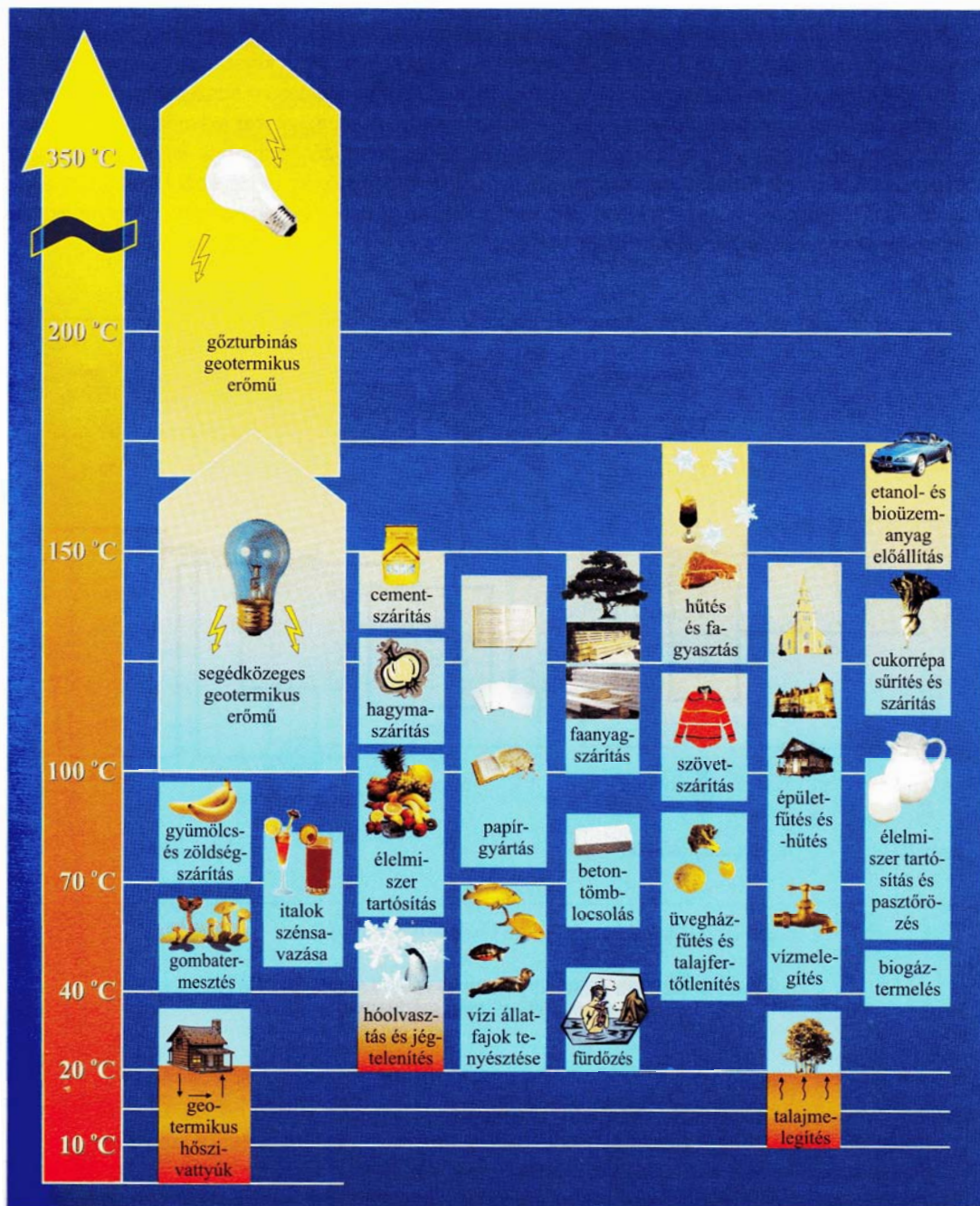
Olyan geotermikus területeken, ahol a víz nem található meg a kőzetek között, vizet injektálhatunk a kőzetrétegekbe, ahonnan utána a forró víz a hagyományos technikákkal kitermelhető.

A földhő hőszivattyúval is kitermelhető épületfűtési vagy használati melegvíz készítés céljából. Ha a felszín alatti kőzetek hőmérséklete alacsonyabb, mint a felszín feletti hőmérséklet, akkor hűtési célra is használható ez a technológia.

2.4.2 Potenciál és hasznosítás

A geotermikus vizek hőmérséklete 15-150°C, melyek közvetlenül hasznosíthatók a következő célokra: gyógyfürdőzés, épületfűtés, illetve távfűtés.

Az alábbi ábra a geotermikus energia átfogó hasznosítási lehetőségeit mutatja be:



2.5 A geotermikus energia hasznosítási lehetőségei

2.5.1 Geotermikus hőerőmű

A modern fúrési technikákkal a 2000-3000 m mélyen található nagy hőtartalmú víztartó rétegek is elérhetőek. Az ezekben található 120-370 °C-os víz vagy vízgőz a nagy nyomás miatt általában magától feljön, (esetenként szivattyúzni kell), és **elektromos áram** termelésére alkalmazható **geotermikus hőerőművekben**.

A forró víz általában gőz turbinákat hajt, melyek a villamos áramot termelik. Eltérően a fosszilis tüzelőanyagoktól ebben **a folyamatban nincs égés és szennyező gáz**, illetve szén-dioxid **kibocsátás** sem.

A felhasznált gőzt, illetve termálvizet **használat után** mindenképpen **szükséges a talajba (az eredeti rétegbe) visszasajtolni** annak érdekében, hogy a terepnyomás hosszú távon ne csökkenjen. Ez a termelés fenntarthatóságának egyik alapkövetelménye. A visszasajtoló víz újra felforrósodik, így újra felhasználhatóvá válik.

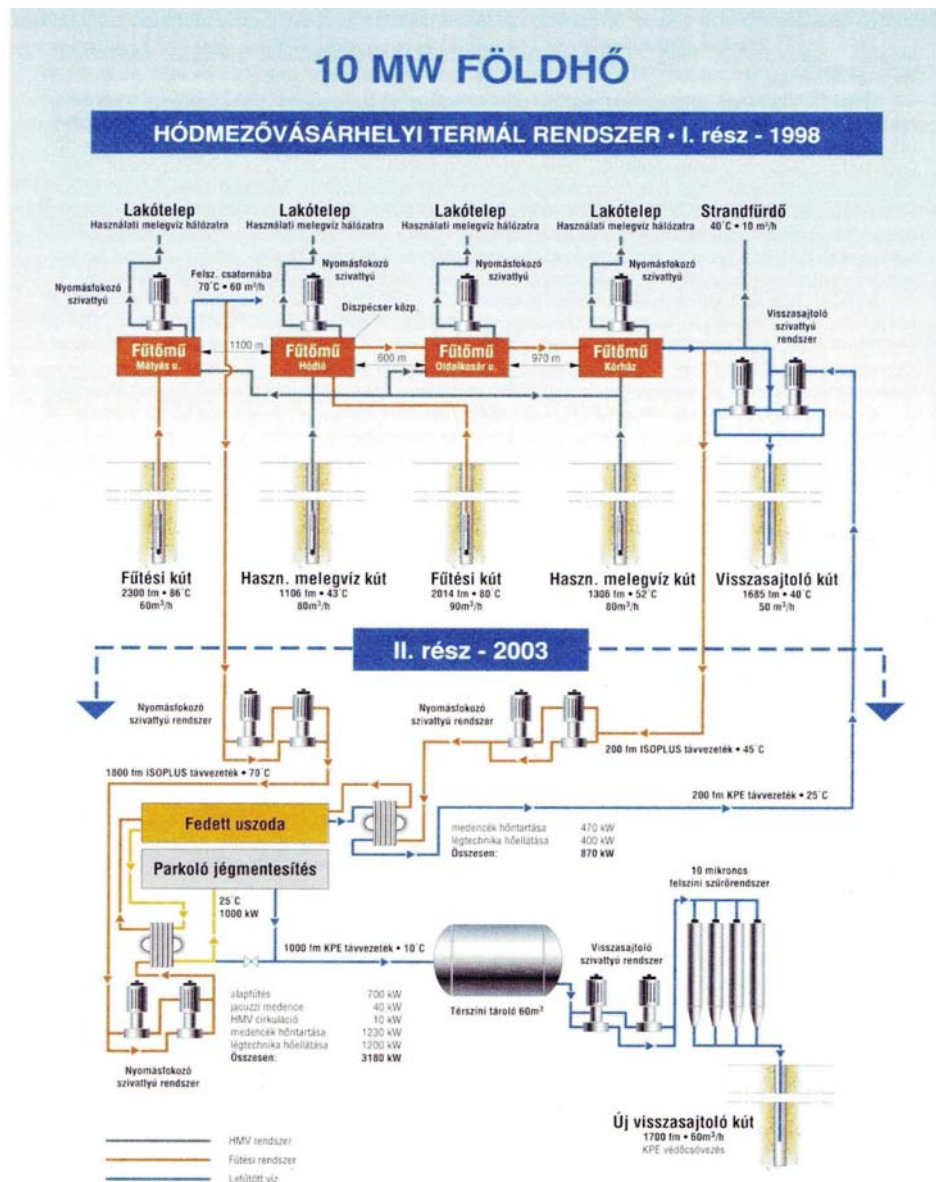


2.5.2 Fűtés/távfűtés

A legrégebbi és leggyakoribb termálvíz-hasznosítási mód – a gyógyfürdők mellett – az épületfűtés, mely gyakran egész városrészek távhőrendszereit látja el hővel.

A geotermikus távhőrendszer 60 °C-os vagy annál melegebb vizet szolgáltat az épületeknek. A hévizeket hőtartó rétegbe lefűrt termálkutak szolgáltatják.

A termálvizet egy hőcserélőn áramoltatják át, melyen keresztül az közvetett módon fűti a hálózat vizét, vagyis nem közvetlenül a termálvíz kerül a távhőhálózatba és a radiátorokba. Erre azért van szükség, mert a termálvíz összetétele nem kedvez az épületgépészeti berendezéseknek. A hőcserélő után a termálvizet vissza kell sajtolni az eredeti víztartó rétegbe!



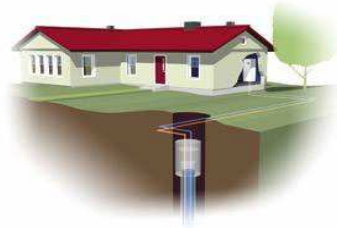
2.5.3 Hőszivattyú

A hőszivattyú a környezet energiájának hasznosítására szolgáló berendezés, amellyel lehetséges fűteni, hűteni, illetve melegvizet előállítani. A berendezés a működtetésére felhasznált energiát nem közvetlenül hővé alakítja, hanem külső energia segítségével a hőt az alacsonyabb hőfokszintről egy magasabb hőfokszintre emeli, legtöbbször a föld, a levegő és a víz által eltárolt napenergiát hasznosítva. A geotermikus hőszivattyú például a föld (talaj, talajvíz) és a ház belső terei között szállít hőt. A talaj mélyebb rétegeinek hőmérséklete télen-nyáron állandó (pl. 6 méter mélyen átlagosan +12°C), ez télen melegebb, nyáron hidegebb, mint a kinti levegő hőmérséklete. A szállítási irányon változtatva, télen a talajtól hőt elvonva fűthetjük, nyáron a talajt melegítve

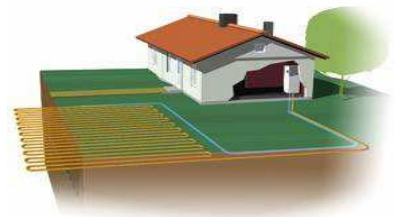
hűthetjük a házat, illetve melegvizet állíthatunk elő télen-nyáron. A hőszállításához folyamatosan elektromos energiát kell a rendszerbe táplálni. A rendszer hatékonyságát az ún. munkaszámmal (COP=Coefficient of performance) jellemezhetjük, amely azt mutatja meg, hogy a hőszivattyú által leadott hasznos hőteljesítmény hányszorosa a működtetéshez felhasznált hajtási teljesítménynek. Ez az érték az év folyamán - a hőforrás hőmérsékletének változásával - módosulhat, ezért az **egy évre vonatkozó energiaszám** (JAZ = Jahresarbeitszahl) pontosabb képet ad a hőszivattyú teljesítményéről. Ez elsősorban attól függ, hogy mekkora hőmérsékletkülönbséget kell áthidalni (a hőforrás és a fűtési előremenő hőmérséklet különbsége), **általában 3 és 5 közötti érték, tehát 1 egység villamos energiával 3-5 egység hőenergiát állíthatunk elő.**

2.5.3.1 A hőszivattyú típusai

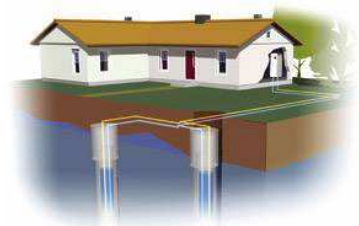
A **földhő szondás rendszer** esetén kb. 15 cm átmérőjű, 80-120 méter hosszú lyukat fúrnak a földbe általában függőlegesen. Ebbe helyezik az U alakú szondát, amiben zárt rendszerben cirkulál a hűtőközeg. 100 méteres mélység esetén területi adottságtól függően 14-16°C-os a talaj.



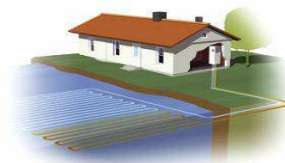
A **talajkollektoros rendszer** esetében több száz méter hosszú speciális kemény PVC köpennyel ellátott rézcsöveket, vagy polietilén csöveket fektetnek le 1-2 méter mélyen. Hátránya, hogy nagy felületen (a fűtött alapterület 1,5-3-szorosán) kell megbontani a telket a csövek lefektetésekor, ezért leginkább új építésű házak esetén jöhet szóba. Segítségével négyzetméterenként 20-30 Wattnyi energiát nyerhetünk. Ennek nagysága függ a talaj hővezetésétől, nedvességtartalmától, és az esetleges talajvíztől.



A **talajvíz-kútból** bűvárszivattyúval nyert víz hőjének elvonása után a vizet vagy egy másik kútba, vagy felszíni vízbe (patak, tó, folyó) vezetik, vagy elszivárogtatják földbe fektetett dréncsöveken át. A talajvíz állandó hőmérséklete (7-12°C) és jó hővezető-képessége révén ideális hőforrás.



További speciális alkalmazás, amikor **hőforrásként egy tó** szolgál. Ebbe helyezik el körkörös a kollektorként szolgáló csöveket.



Felhasználásra kerülhet még a **ház pincéjének levegője** is. Központi szellőztető rendszerrel ellátott ház esetén a kifúvásra kerülő **elhasznált levegő** is használható hőforrásként: a befúvásra kerülő levegőt melegítve, vagy a fűtési rendszerre rásegítve. (Ennél egyszerűbb megoldás a hőcserélők alkalmazása, ahol a kifúvott meleg és a beszívott hideg levegő egy nagy felületű berendezésen átadja a hőt, anélkül, hogy keveredne.)

A **külső levegő** ventilátorokkal kerül beszívásra, amit a hőszivattyú hűt le. Hátránya, hogy a levegő hőmérséklete nem állandó, így a rendszer hatékonysága is változó, illetve a ventilátorok által keltett zaj is problémát jelenthet.



Számításba jöhet hőforrásként a **szennyvíz** és az **elhasznált termásvíz is**. Előbbire magyarországi példa a szekszárdi húskombinát, ahol a 22°C-os szennyvíz a hőforrás, míg utóbbira a gébárti élményfürdő.

Attól függően, hogy a **hőfelvétel levegőből, vagy vízből történik**, megkülönböztetünk *levegő-levegő*, *levegő-víz*, *víz-víz*, *víz-levegő* típusú hőszivattyút.

A **levegőből történő hőfelvétel előnye**, hogy nem igényel akkora befektetést, mint a vízből történő, **hátránya** viszont, hogy a levegő rossz hőfelvevő képessége miatt nagy mennyiségű légátmozgatást igényel (ami nem igazán hangtalan), másrészt, hogy a levegő hőmérsékletének csökkenésével együtt csökken a fűtőteljesítménye. A télen leginkább jellemző hideg időjárás tehát kedvezőtlenül befolyásolja a fűtőteljesítményt. A hőszivattyú sem képes csodákra, így megeshet, hogy szemernyi hőt sem sikerül kitermelnie az alacsony környezeti hőmérsékletből. A jelenleg forgalomban levő legjobb hűtőközeggel is -15°C-ig van esélyünk a levegőből hő kinyerésére. Néhány speciális esetben ennek ellenére megéri alkalmazni(pl. hulladék hő hasznosítása esetén), ezen belül pedig pl. az épületből távozó elhasznált levegőből is visszanyerhetjük a belefektetett energiát.



Amennyiben víz a hőleadó közeg, egyszerűsödik a helyzet. Persze hátrány, hogy költségesebb, mint a levegő felhasználása, de egy jól kiépített szondás rendszerrel a víz hőmérséklete évszaktól függetlenül állandó. Az ezzel a megoldással kinyerhető maximum víz hőmérséklet 55°C .

2.5.3.2 A hőszivattyú felhasználási területei

Fűtés: A hőforrásból elvont hőt a berendezés általában a zárt körben keringetett víz fűtőközeg felmelegítésére használja fel. Elsősorban az **alacsony hőmérsékletű fűtési módok** alkalmasak hőszivattyúval történő felhasználásra, mert annál nagyobb a rendszer hatékonysága, minél kisebb a fűtési előremenő hőmérséklet. Emiatt **főleg padló-, fal- és mennyezetfűtés** jöhet számításba, ahol a **nagy hőleadó felület** miatt már 35°C is elegendő. Az ún. monovalens rendszer a ház teljes fűtési energiaszükségletét biztosítja, míg az ún. bivalens rendszer esetén a hőszivattyú mellé kiegészítő fűtés kell, ami lehet bármilyen kazán vagy napkollektoros rendszer is.

Melegvíz készítés: A hőszivattyú használati melegvíz készítésére is felhasználható, de a kondenzátor oldali felső hőmérséklet határ kb. $55-60^{\circ}\text{C}$, emiatt a melegvíz hőmérséklete 60°C alatt marad.

Hűtés: A hőszivattyú a fűtésnél hőforrásként használt közegnek adja át a helyiségekből elvont hőt. A hűtőszekrényhez hasonló elven működik.

2.5.3.3 Beruházás, megvalósítás

A hőszivattyú alkalmazása alapesetben három fő részre bontható:

Primer kör (a természet adta energia köre):

Itt voltaképpen bármilyen folyamatos hőenergia-utánpótlással rendelkező hőforrás alkalmazható, amely a hőigényeket képes kiszolgálni. A hőszivattyú nem kimondottan a hőmérséklettel függ össze, hanem a hőmérsékletkülönbséggel. A hőszivattyú képes akár magas hőmérsékletű közegből kinyerni a működéséhez szükséges hőenergiát, de szélsőséges, akár -15°C hőmérséklet alatti helyzetben is képes működni. Természetesen minél magasabb a primer kör hőmérséklete, annál kisebb energiát kell fordítani a hőszivattyú működtetésére. A hőszivattyú a primer hőforrás alapján, jóságfoka szerinti csökkenő sorrendben lehet:

- vizes: $+4^{\circ}\text{C}$ fölötti hőmérséklettel számolhatunk,
- talajkollektoros: vízszintes vagy függőleges, ilyenkor akár negatív hőmérsékletek is lehetnek,
- levegős: technológia függvénye, hogy milyen alacsony hőmérsékletű levegőt lehet hasznosítani.

Hőszivattyú (maga a hőszivattyú berendezés):

A hőszivattyú a lelke az egész rendszernek. Ez az a gép, amely a primer körben lévő hőenergiát a működtető energia (általában villamos energia) segítségével előállítja a szekunder kör hőenergiájává (fordított működtetéssel a hűtés valósul meg). A hőszivattyú méretezésének összhangban kell lennie a szekunder kör hőigényével és a primer kör hőellátási képességével.

Szekunder kör (a hőleadó elemeket magába foglaló rendszer):

A hőszivattyú alacsony hőmérsékletű rendszer, azaz a szekunder oldali maximális hőmérséklet 45-55°C lehet. Ez a hagyományosnak mondott 90/70-es fűtési rendszerekkel szemben ténylegesen alacsony hőmérsékletet jelent, élettani hatása azonban sokkal kedvezőbb. Az ember testhőmérséklete a környezeti 20-25°C körüli hőmérsékletet tartja a legkedvezőbbnek, így a 90/70 rendszer egy túlfűtött, sokkoló hatású fűtési rendszer. A szekunder körök alapvetően a következők lehetnek:

- padlófűtés/falfűtés: a hőszivattyú legjobb kihasználását eredményezi, a fűtési hőmérséklet a hőszivattyú ideális munkapontja környékén érhető el, a hatásfok kiemelkedő, esztétikában nem befolyásol, de többletfigyelmet igényel az eltakart csövek sérülésmentesen tartását illetően
- fan-coil rendszer: minimális zajjal jár együtt, éjszakai üzemmódban nem mindig javasolt
- levegős rendszer: nagy légmozgással jár, a csatorna kiépítés háttérét biztosítani kell
- radiátoros rendszer: méretezése az alacsony hőmérséklet miatt nagyobb radiátorokat eredményez, mint az általában szem által megszokott méretek, hatásfoka - az alacsony hőmérsékletű fűtés miatt- nem kiemelkedő

A földhőt hasznosító hőszivattyúk **30-60 %-kal kevesebb villamos áramot használnak**, mint a hagyományos villamos fűtési és hűtési rendszerek, mert az őket hajtó **villamos áram csak a hő mozgását szolgálja, előállítását nem.**

Hőszivattyús fűtés

Előnyei:

- + földhőt hasznosítja
- + egész évben működőképes
- + olcsóbb üzemeltetés
- + alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerhez ideális
- + fűtésre, melegvíz előállításra és hűtésre is használható

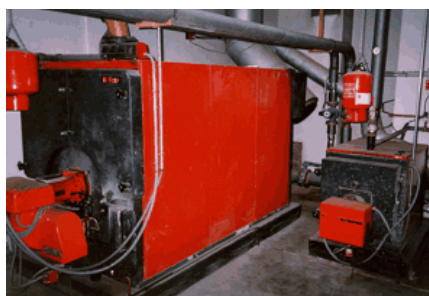
Hátrányai:

- villamos áramot fogyaszt
- csak alacsonyabb hőmérsékletű víz állítható elő vele
- körültekintő, szakszerű tervezés és telepítés hiányában rossz hatásfokú

2.6 Kazánok

2.6.1 A kazánokról általában

A kazánok ipari és lakossági téren is a leggyakrabban használt fűtési és melegvíz előállító berendezések közé tartoznak. Méretüket tekintve a legkisebb melléképülettől az irodaházakon át a nagy erőművekig terjed a tartomány.



2.6.1.1 Működési elv

A levegőben található **oxigén és a tüzelőanyag közötti égési folyamat** az égőtérben megy végbe. Az erősen exoterm reakció szilárd hulladék (hamu és salak) és nagy hőmérsékletű (200 és 1000°C közötti), gáz halmazállapotú égéstermék kialakulását okozza.

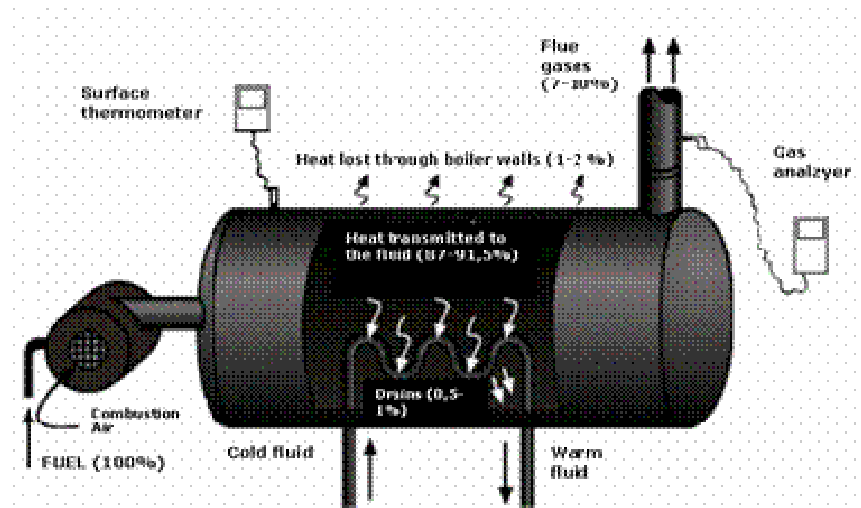
Az **égéstermék energiatartalmát hőcserélő segítségével nyerik vissza** annak érdekében, hogy fel lehessen melegíteni a folyamathoz felhasznált közeget, amely lehet levegő, víz vagy olaj. Az égéstermék végül a kéményen keresztül távozik.



2.6.1.2 A kazán hatásfoka

A kazánokat általában a felhasznált energiahordozó alapján különböztetjük meg, ám még ennél is fontosabb, hogy az elégetett energiatartalom milyen hatásfokkal hasznosul.

A **hatásfok** a kazán egyik legfontosabb tulajdonsága, amelyet a **hasznos** (a veszteségeket is figyelembe véve) és a **befektetett energia** (tüzelőanyag) **hányadosa** ad meg.

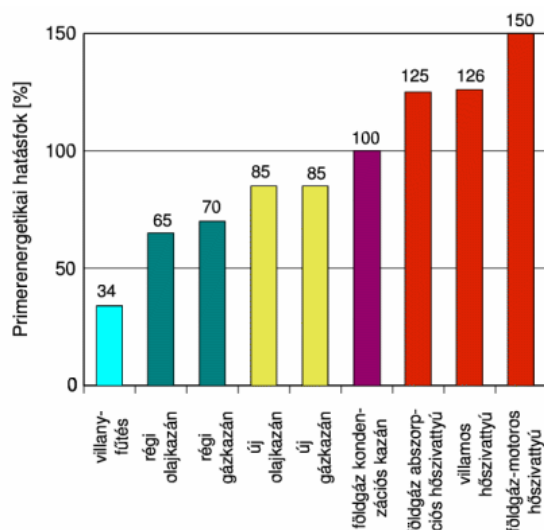


A kazán veszteségei

A **hatásfok** időben nem állandó mennyiség. Az évek múlásával **folyamatosan csökken** addig, amíg a kazánt ki nem kell cserélni a kora vagy működési hiba miatt.

Minden kazánnak el kell érnie bizonyos hatásfok értékeket. Rendszeres karbantartással ezen értékek a megengedett határok között tarthatók. Amennyiben a **kazán elavulttá válik**, és a hatásfok az alsó határon mozog, **ajánlott** a kazánt **jobb hatásfokúra cserélni**.

Különböző típusú energiahordozókkal működő kazánok hatásfoka különbözik. A **hatásfok az energiahordozó tulajdonságaitól és az arra épülő technológia szintjétől függ**.



2.6.1.3 Kazánok csoportosítása

A kazánok különböző tulajdonságok szerint csoportosíthatók:

- **Az égéstől függően** *nyílt égésterű* (atmoszférikus vagy természetes huzat) és *zárt égésterű* (mesterséges szellőzésű) kazánokat lehet megkülönböztetni. Az utóbbinak számos előnye van: jobb hatásfok, stabil égés, minimális légfelesleg-igény stb.
- **A kazánokat anyagukat tekintve** általában *öntvény elemekből* vagy *acéllemezekből* szerelik össze. Az előbbieket könnyű összeszerelni és ellenállóak. Az acéllemezekből készült kazánokat általában gáz halmazállapotú tüzelőanyagok égetésére használják. Hosszabb az égéstermék útja és nagyobb a kazán hatásfoka.
- **A hőcserélő fajtájától függően** léteznek *vízcsöves* és *hengerköpenyes* kazánok. A vízcsöves kazánokban a melegíteni kívánt folyadék csövekben áramlik, míg a melegítésre használt gázok a csövek körül áramlanak átadva a csőfalnak energiájuk egy részét. A hengerköpenyes kazánok esetében a csövekben áramlik a forró égéstermék, míg a folyadék a csöveken kívül.
- **A hatásfoktól függően** megkülönböztethetünk *hagyományos, kis hőmérsékletű és kondenzációs kazánokat*. Az egyszerű fali csövekkel rendelkező hagyományos kazánok állandó kilépési vízhőmérséklete 70 és 90°C között van. A kis hőmérsékletű és a kondenzációs kazánok esetében lehetséges a kilépési vízhőmérséklet igénynek megfelelő változtatása, így növelve az összteljesítményt. A kis hőmérsékletű kazánok a különleges ellenőrző műszerrel fűtött égéstermékkel használják. A kondenzációs kazánoknál az égéstermékben található víz a csőfal felett kondenzálódik, így visszanyerve a látens hőt.
- A kazánokat **az azokban elégetett energiahordozó fajtája alapján** is megkülönböztethetjük. **Halmazállapot szerint** *szilárd, folyékony és légnemű* energiahordozókat különböztetünk meg. Ezen kívül megkülönböztethetjük a tüzelőanyagokat aszerint is, hogy **megújuló vagy nem megújuló** forrásból származnak.

2.6.2 Vegyestüzelésű kazán

A vegyestüzelésű típusnak legnagyobb előnye, hogy többfajta tüzelőanyagot tud hasznosítani, például szenet, fát, kerti nyesedéket stb. Hatásfoka ennek a típusnak alapvetően alacsony. Az újabb fejlesztésű kazánok esetében már magasabb, de még mindig alatta marad a kizárólag egy energiahordozóra specializálódott technológiáknak.

Ezeket alapvetően fűtésre használják, újabb típusoknál azonban a



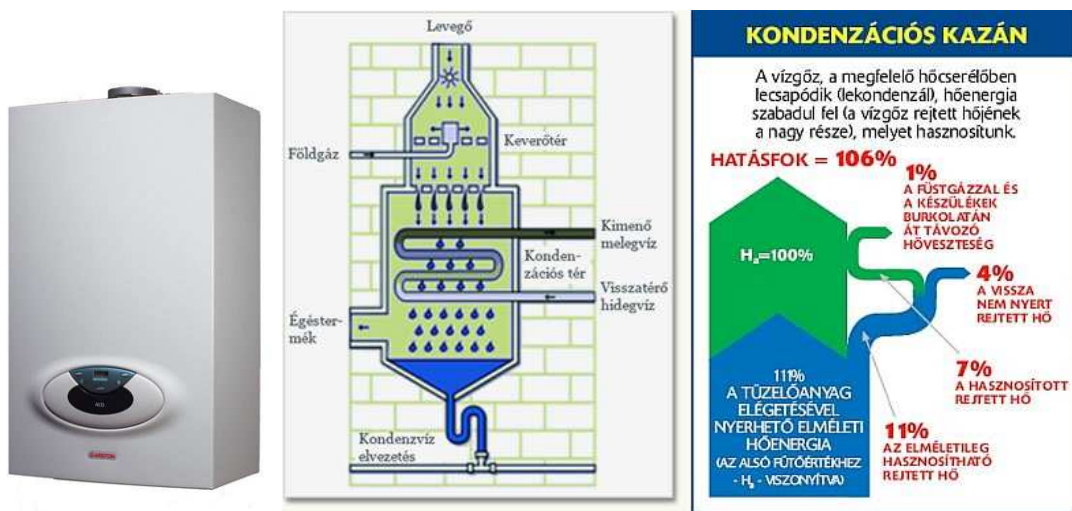
melegvíz előállítására is megoldott.

Vegyestüzelésű kazán	
Előnyei:	Hátrányai:
+ Különböző tüzelőanyagokat hasznosít	- Nem szabályozható
+ Masszív, időtálló kazán	- Alacsony hatásfok
	- Magas károsanyag kibocsátás

2.6.3 Gázkazán

A legkényelmesebb, és legegyszerűbb fűtési módszer azon épületek esetében, ahol be van vezetve a vezetékes gázszolgáltatás. Magyarországon ez a legelterjedtebb fűtési forma, köszönhetően a gázár támogatási rendszernek, de a jövőben ennek csökkentésével a **gázár várható növekedése** miatt valamelyest vissza fog szorulni.

A készülékek hatásfoka sokat javult a kezdeti időkhöz képest: ma már a 85-90%-ot is eléri. Eközben egy új technológia is megjelent a piacon: a **kondenzációs kazán**, melynek hatásfoka akár meg is haladhatja a 100%-ot.



Gázkazán	
Előnyei:	Hátrányai:
+ kimagaslóan jó hatásfok	- egyre növekvő gázár
+ automatizálható	- magasabb biztonsági előírások
+ szabályozható	
+ tiszta	
+ kis karbantartási igényű	

Biomassza kazánok

2.6.4 Faelgázosító kazán



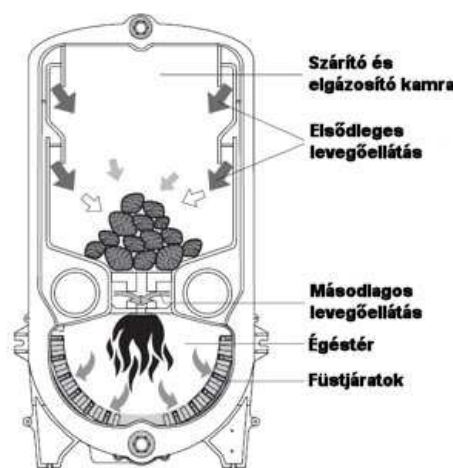
A faelgázosító kazánok működésének lényege, hogy ellentétben a hagyományos kazánokkal, itt **teljesen szabályozott körülmények közötti égésről** beszélünk, mely a hagyományos kazánokkal szemben fordított, úgynevezett *lefelé égés*.

A tüzelőanyag a rostély helyett egy különleges nyílás felett fekszik, melyen keresztül levegő hozzáadásával ég lefelé az égés során keletkező gáz. Ez a főégés, aminek a hőmérséklete elérheti az 1100°C-ot. A levegő adagolását mechanikus huzatszabályozó vagy automatikus ventilátor vezérli az előre menő víz hőmérséklet függvényében. **A**

hatásfok meglepően jó, **80-90%**. Következésképpen az égés minősége annyira jó, hogy **csak kis mennyiségű, természetes eredetű hamu keletkezik, szennyező anyag is csak igen kis mértékben.**

A faelgázosító kazánok szükségképpen **egy jól méretezett tárolótartály vizet melegít fel** azért, hogy a viszonylag **rövid idő alatt** nagy teljesítményt leadó égési folyamat alatt keletkező nagy mennyiségű forró vizet eltárolhassuk a folyamatos felhasználásra. Éppen ezért a **napkollektoros rendszerekkel harmonizál**, hiszen mindkettő a puffertárolóban tárolja az előállított melegvizet.

Működési elve



A faelgázosító kazánok **két tűzterület**, a **felső térben** történik a **fa elégetése (elgázosítása)**. Ez úgy tud bekövetkezni, hogy a bejövő levegőt elosztva, a felső térbe a bekerülő levegő egyharmada kerül. Ezért ott egy tökéletlen égés keletkezik.

Az égéskor keletkező füst (füstgázok) hosszabb idő alatt és egyenletesebben szabadulnak fel. Ezt a füstöt melynek **60%-a még éghető gáz**, a ventilátor áthúzza egy kerámiatesten, ahol a bejövő levegő fennmaradó két-harmad részét hozzákeverve,

egy **másodlagos égés** jön létre, a füstgázok magas hőfokon fagázként égnek el. Ebből adódik a kazánok kb. 85-90%-os hatásfoka. A szabályozott égésnek köszönhetően a faelgázosító kazán méretétől, az adagolható fa mennyiségétől függően az égés akár 12 óráig is eltarthat folyamatos hőtermelés mellett, szemben a hagyományos kazánokkal, ahol az égési idő kb. 1-2 óra egy töltettel.

Több éves mérések eredménye azt mutatja, hogy a faelgázosító kazánnal való fűtés esetén a megtakarítás a gázhoz képest 40% körüli, míg a hagyományos kazánban történő fa égetéséhez képest 50% körüli. Ez természetesen függ attól is, hogy régi fűtőkészülékünk mennyire elavult.

Nedvesség hatása a fűtőértékre

A fa fűtőértékét lényegesen meghatározza a víztartalom. Minél több vizet tartalmaz a fa, annál alacsonyabb a fűtőértéke, mert **az égési folyamat alatt a víz elpárolog és ez hőt vesz igénybe.** A frissen kivágott fa nedvességtartalma 100%. Egy nyáron át tartó tárolás során a nedvességtartalom kb. 40%-ra csökken. Több éves tárolás esetén a nedvesség tartalom kb. 25%. Tehát ebből adódik, hogy a több éven keresztül szárított fa fűtőértéke mintegy kétszer akkora, mint a frissen vágott fái. **A minimális javasolt száradási idő 2 év. A nedves fa égetése nem csak gazdaságtalan, hanem az alacsony égetési hőmérséklet révén nagyfokú károsanyag-kibocsátáshoz és a kéményben nagy mennyiségű kátrány lerakódásához is vezet.**

Faelgázosító kazán

Előnyei:

- + egyszerű kezelés
- + nagyon magas hatásfok
- + csekély hamuképződés
- + könnyű tisztíthatóság
- + napkollektoros rendszerrel jól kombinálható

Hátrányai:

- magasabb beruházási költség
- tüzelőanyag helyigénye (szárítás miatt 2-3 évre előre megvásárolt fa)
- nedves fa esetén nagy károsanyag-kibocsátás
- élőmunka-igényes

2.6.5 Pelletkazán

A pellet nem más, mint **műszárított, alacsony nedvességtartalmú** (kisebb, mint 8%.) faipari, mezőgazdasági melléktermék, vagy direkt erre a célra termesztett növény, amit **darálás után nagy nyomáson és magas hőmérsékleten átsajtolnak** egy 6-8 mm átmérőjű nyíláson. Az eljárás során **semmilyen adalék anyagot, vagy ragasztót nem használnak**, a rudacskákat a fában lévő lignin tartja egyben. **Az így kapott 1-4 cm hosszúságú fa rudacskákat hívjuk fa pelletnek.** Ez a viszonylag homogén és **igen magas fűtőértékű tüzelőanyag** lehetővé teszi a kályhák szabályozását, automatikus adagolását.

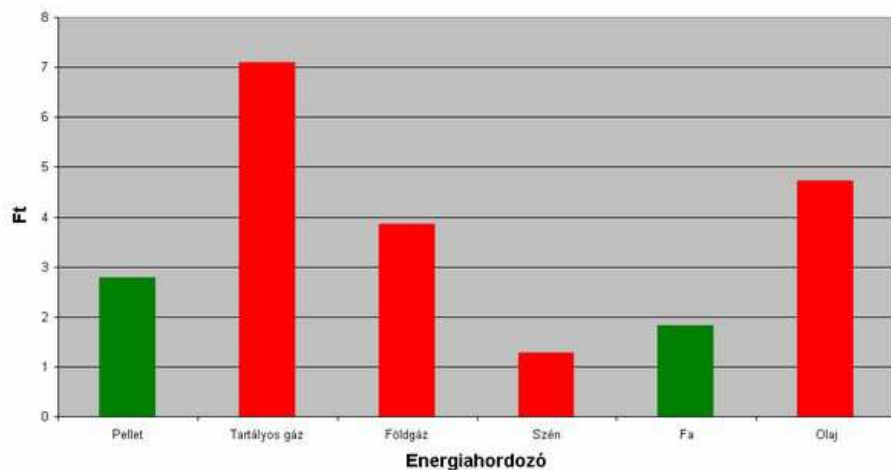


A pellet 98-99 %-ban ég el, a kazánt tisztítani egy-két héten belül egyszer szükséges, a hamu mennyisége elenyésző. **Károsanyag kibocsátása** a szabályozott égés miatt a fafűtéshez képest is alacsony, a fosszilis tüzelőkkel (gáz, szén) összehasonlítva pedig egyenesen **jelentéktelen**.



A pellet fűtőanyag ára kicsit magasabb, mint a tűzifáé, de tömörebb anyag, és jobb az égés hatásfoka is, így kevesebbet kell belőle vásárolni. Bármennyire is automata, komfortos, végeredményben a pelletkazán is egy fatüzelésű kazán, így **több gondoskodást igényel, mint egy gázkazán, de mindenképpen megéri a fáradságot a fűtési költségekben jelentkező tetemes különbség miatt**: a pelletfűtés a szokásos fűtési rendszerek (Pb-gáz, elektromos áram, földgáz, olajfűtés) költségéhez képest jelentősen kevesebbe kerül, így a kezdeti beruházás belátható időn belül megtérülhet.

1 MJ Energia ára



A pelletkazán egyaránt alkalmas a **használati melegvíz és a fűtési** melegvíz energia előállítására is ugyanúgy illeszthető a fűtési rendszerünkhöz, mint egy szokványos kazán. A piacon különböző teljesítményű kazánok elérhetők, a tipikus családi ház fűtésére alkalmas mérettől (15-35kW) kezdve, a 100kW-nál is nagyobb kapacitású eszközökig, melyek már akár iskolák, intézmények, kórházak, irodaházak, társasházak, üzemcsarnokok, fóliasátrak fűtésére is alkalmasak.

A folyamatosan emelkedő energiaárak mellett mindenki felmerül a kérdés, mi az a fűtési mód, amely napjainkban és hosszabb távon is megfelelő alternatívája lehet a gáznak. **A pellet fűtés ma a legolcsóbb üzemeltetést teszi lehetővé, ugyanakkor a komfortot tekintve a legközelebb áll a gázfűtéshez.**

A pellet tüzelési rendszer:

Pelletkazán

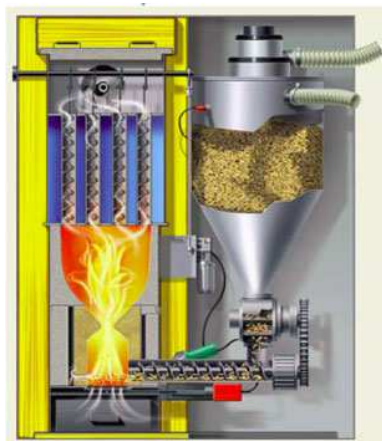
Amióta **pelletálási eljárással sikerült „folyékonyá” tenni a fát**, nincs nagy különbség a berendezés felépítésében a gázhoz vagy fűtőolajhoz képest, mivel mindhárom rendszer rendelkezik egy üzemanyagtartállyal, egy égőfejjel, valamint egy erre a célra kialakított hőcserélővel. **Alapvető különbségek az üzemeltetésben vannak, mivel a gáz, illetve cseppfolyós üzemanyag eltér a szilárd fűtőanyag tulajdonságaitól.**



A lényegi különbségek a fűtőanyag adagolásában (ami a pellet esetében egy továbbító csiga segítségével történik), valamint a képződő salakanyag mennyiségében vannak. Mivel a pellet tüzelőanyag valójában szilárd formátumú, ezért az adagolás minden esetben olyan kialakítású, hogy visszaégés lehetőleg ne következhesen be.

Pellet égő, vezérlés

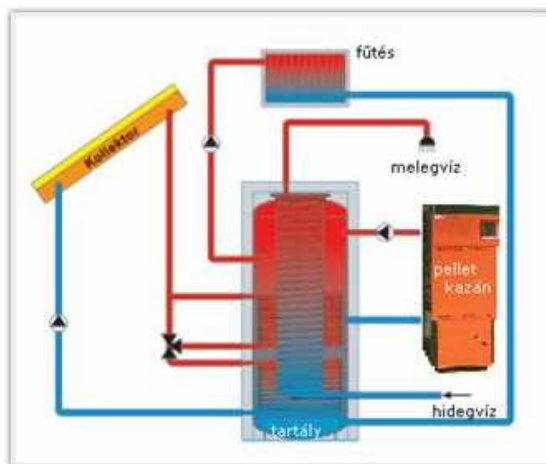
A **pelletkazán égőjét** a legkönnyebb úgy elképzelni, mint egy hagyományos gázégőt, azzal a különbséggel, hogy a fűtőanyag „folyékony fa” azaz pellet. A vezérlés legfontosabb érzékelője a **hőmérséklet szenzor**, mely egy merülő hüvelyen keresztül érzékeli a láng nagyságát. Ha a felhasználó által beállított értékhez közelít a kazánban lévő melegvíz hőmérséklete, a vezérlés automatikusan, több lépcsőben csökkenti az adagot, így zárva ki a túlmelegedést.



A pelletkazán a **már meglévő vagy új melegvízes fűtési rendszerekkel a következőképpen kapcsolható össze**. Minden fűtési körben manapság van keringtető szivattyú. A szobatermosztátot össze kell kötni a szivattyúval, így a termosztát akkor kapcsolja be a szivattyút, ha melegvízre van szüksége az épület felfűtésére. Amennyiben a kazánban fogyni kezd a melegvíz, úgy a pellet égő vezérlése automatikusan bekapcsolja az égőt és előállítja a szükséges hőt. A fapellellettel üzemelő kazán égőfejét elhagyó láng hőmérséklete 800-1000 °C között ingadozik. Ha hasznosítjuk a füstgáz hőmérsékletét, ami 70-100 °C között lehet, a rendszer hatásfoka 90% felettinek mondható.

Kombinálhatóság

Mivel a pellet kazán is tartályban tárolt melegvizet fűt fel, tökéletesen kombinálható napkollektoros rendszerekkel.



Pellet szállítása és tárolása

A pellet általában háromféle kiszerelésben juthat el a fogyasztókhöz:

15 kg-os zsákokban



Big bag zsákokban (1m³-
es)



Tartálykocsival a
helyszínre szállítva,
ömlesztve



A pellet tartályra azért lehet szükség, mert sokkal kényelmesebb hetente vagy havonta feltölteni, mint óránként vagy naponta. A pellet tartály lehet egyedi méretű nagyobb intézményekre méretezve vagy a családi házakhoz ajánlott 1 m³ nagyságú, ami akár egy hónapig is biztosítja a tüzelőanyagot.



Praktikus hosszútávú tárolási lehetőségek

Pelletkazán

Előnyei:

- + Környezetbarát
- + Gazdaságos üzemeltetés
- + Kiemelkedően jó hatásfokú
- + Jól szabályozható
- + Automatizálható
- + Könnyen, praktikusán kezelhető és tárolható tüzelőanyag
- + Kis karbantartási-igény
- + Napkollektoros rendszerrel kiválóan kombinálható

Hátrányai:

- Magasabb beruházási költség
- Nagyobb helyigény a kazán és a pellettároló részére
- Szerződés hiányában változó tűzipellet ár

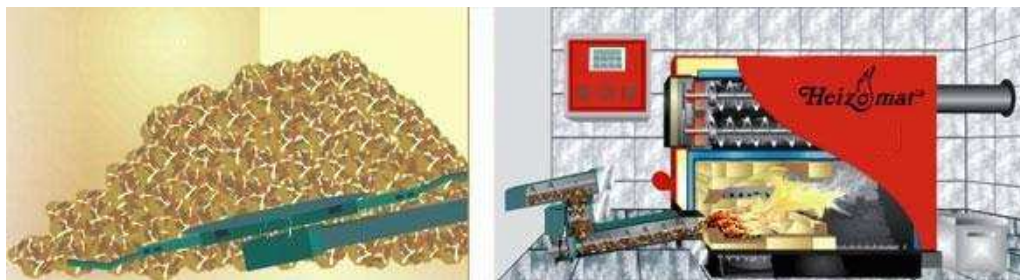
2.6.6 Faapríték kazán

A fenti faelgázosító és pellet tüzeléstől annyiban tér el, hogy itt a fa szabályos apríték formában van, és ezt egy speciális kazánban kell eltüzelní. Energiasűrűsége kicsi, ezért mint minden más megújuló energiaforrást helyben érdemes hasznosítani: A faapríték esetében azt jelenti, hogy beszerzési közzete 30-50 km-en belülről kell hogy történjen gazdaságossági és környezetvédelmi szempontból.

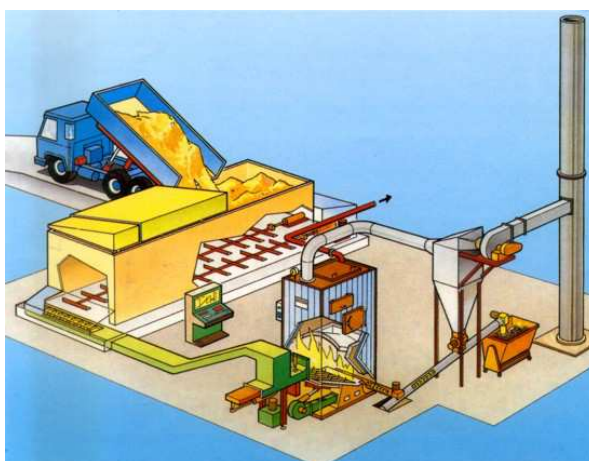


Faapríték kazánok között csak nagy teljesítményűek léteznek, ezáltal beruházási költségük is elég jelentős. Ennek következtében családi házakban nem ajánlják

őket, ideális felhasználási területük: közintézmények, iskolák, irodaházak, lokális fűtőművek stb. Ezen készülékek beruházás igényesek, ugyanakkor minél nagyobb a méret, annál gyorsabb a megtérülés.



Egy tonna energiacélú faapríték piaci ára kereskedőtől, szállítástól és fűtőértéktől függően 12-20 ezer forint körül mozog, míg összehasonlításképpen: egy tonna tűzifa, hasábra vágva ma 17-20 ezer forint a telepen, szállítás nélkül (www.tuzifa.hu). Kedvezőbb árú olcsóbban is előállítható a faapríték, amennyiben parlagon hagyott területek rendelkezésre állnak. Érdeemes ezeken saját célra ún. energiaültetvényeket telepíteni (telepítésüket az EU támogatja). Megfelelő méretek mellett érdemes az aprítást is megcsinálni, így akár teljesen függetleníteni lehet az épületek melegvíz és fűtési rendszereinek ellátását.



Faapríték kazán

Előnyei:

- + Környezetbarát
- + Gazdaságos üzemeltetés
 - + Jó hatásfok
 - + Szabályozható
- + Könnyen előállítható a tüzelőanyag önállóan

Hátrányai:

- Csak helyi faaprítékkal gazdaságos az üzemeltetése
- A rendszer mérete jóval nagyobb, mint egy hagyományos fűtési rendszeré

2.7 Villamos energiával üzemelő fűtőberendezések

Aktív hőleadású hőtárolós kályha

A klasszikus aktív hőleadású hőtárolós kályhák a szerkezet belsejében található jó hővezető képességű, nagy testsűrűségű, általában samott téglákat hevítik fel éjszakai áramról üzemelő fűtőszállal, melyek normál fűtőtestként működnek. Amennyiben az így nyerhető hőmennyiség nem elegendő, a ventilátor bekapcsolásával ezt a meleget



a kályha „kifújja” magából, keringetve ezzel a helyiség levegőjét is. Az új típusú berendezések ugyanígy működnek, csak korszerűbb technológiával. A régebbi hőtárolós kályhákhoz képest nagyobb kapacitással, jelentősen jobb hőszigeteléssel és halk ventilátorral rendelkeznek. A kimagasló hőszigetelés kisebb felületi hőmérsékletet és hosszú tárolási időt biztosít. Működése megegyezik a korábbi típusokéval, csak itt már általában magnézium téglákat alkalmaznak hőtárolásra. Alkalmazásuk olyan helyen javasolt, ahol nagy mennyiségű hőenergiát kell tárolni és pontos hőmérsékletszabályozás szükséges

Ventillátoros hőszugárzók

Ezek a kisteljesítményű berendezések elsősorban kiegészítő jelleggel használatosak, a kiépített fűtési rendszer hiányosságainak pótlására vagy átmeneti áthidalására (pl. ha a porta fürkébe nem vezették be a központi fűtést vagy ősszel és tavasszal, amikor az egész épület fűtése még nem indokolt, egyes helyiségekben mégis szükség lehet rá, pl. orvosi rendelőben, hangszertároló teremben). Mivel üzemeltetésük hosszú távon gazdaságtalan, csak nagyon indokolt esetekben és jól megválasztott helyeken javasolt alkalmazásuk, s csak arra az időtartamra, amikor erre feltétlenül szükség van.

Olajradiátorok

Ezekben a berendezésekben az elektromos fűtőbetét olajat melegít. Az olaj egyenletes felületi hőmérsékletet biztosít, és mivel időkapcsolás után sem hűl le azonnal, ezek a radiátorok kismértékben hőtároló jellegűek.

A legmodernebb olajradiátorok a korábbiaknál esztétikusabb kivitelben készülnek, és a tagolatlan fémborításnak köszönhetően a forró levegő áramlása is gyorsabb. A beépített párasítóval ellátott típusok a levegő nedvességtartalmát is ideális szinten tartják. Olajradiátor előnyei: nem használja el az oxigént a helyiségben, csendes (nincs ventilátor), jól szabályozható, veszélytelen, nem kell hozzá palack, minden irányban melegít, nagy hőleadó felület

Kisebbségi helyiségekben főfűtésre vagy nagyobb helyiségek kiegészítő fűtésére alkalmazható.

Konvektorok

A konvektorok családjába tartozó készülékek közvetlenül a levegőt melegítik. Működésükre az alacsony felületi hőmérséklet és a lassú légáramlás jellemző. Kisebb, zárt helyiségek folyamatos fűtésére, vagy nagyobb helyiségek kiegészítő fűtésére használhatjuk őket.

Panelfűtőtestek

A konvektorok családjába tartoznak, de a csepegő víz ellen is védettek, ezért a fürdőszobában is használhatók. Ezek a falra szerelhető, esztétikus kivitelű készülékek törölközők felfüggesztésére, szárítására is alkalmasak.

Ventilátoros hőkandallók

Kis méretű, könnyen hordozható, rendkívül praktikus készülékek. Működésük leginkább a hajszárító működéséhez hasonlít. A levegőt a fűtőbetéten egy ventilátor préseli át, így a hőleadás intenzívebbé válik. A hőkandalló pillanatok alatt képes megemelni egy kisebb helyiség hőmérsékletét.

Minden olyan zárt helyiségben alkalmazható, ahol gyors felmelegítésre van szükség. Egyes típusai kettős szigeteléssel készülnek - ezeket olyan helyiségekben is használhatjuk, ahol védőföldeléses aljzat nem áll rendelkezésre (például lakószobában).

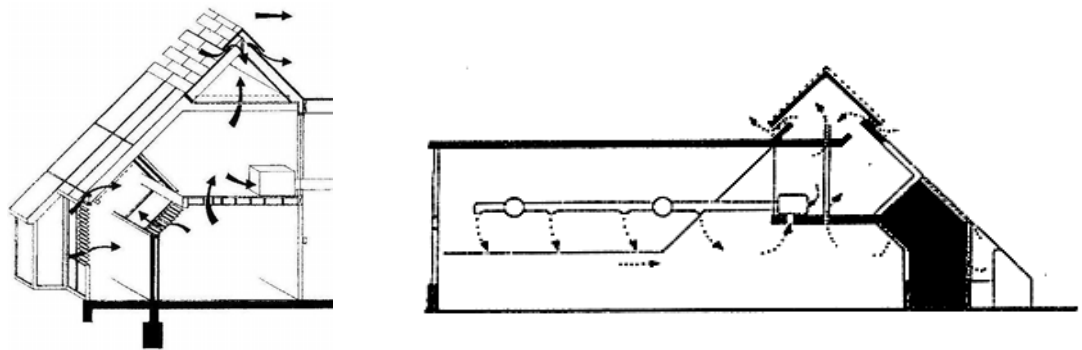
II. 3. Hibrid rendszerek - Passzív rendszerek bővítése légtechnikai elemekkel

3.1 Napterekhez kapcsolt rendszerek

Az épületek hőtároló képessége véges és a szerkezetek vastagsági méretének növelése sem teszi lehetővé a hasznosítható kapacitás növelését, hiszen a napi ciklusú hőfelvétel-hőleadás folyamatában a mélyebben fekvő rétegek nem játszanak szerepet. A hasznosítható hőtároló képesség **a szerkezetek mélyebb rétegeinek légjáratokkal történő „aktivizálása”** vagy **elkülönített hőtárolók kialakítása** révén lehetséges.

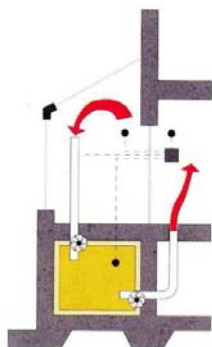
3.1.1 A naptérben előmelegített levegővel működő légtechnikai rendszer

A naptérben előmelegített levegő további kezelés után szellőző légfűtés, szellőztetés céljára vagy légjáratos szerkezetekben hőhordozó közegként hasznosítható. A példaként bemutatott iskolaépület mindegyik tantermét külön-külön légtechnikai egység látja el, amelyek a levegőt a szibongóként kialakított déli tájolású naptérből szívják.



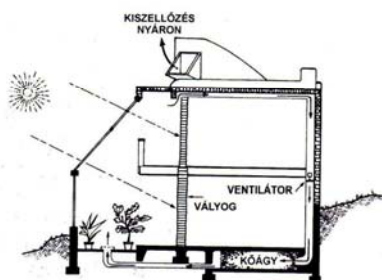
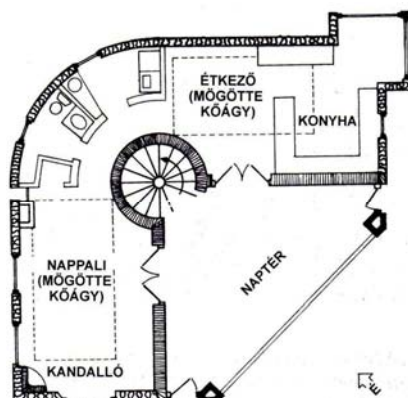
Iskolaépület, Netley Abbey (Egyesült Királyság)

3.1.2 Szellőztetett kőágy



A „kihelyezett” hőtároló tipikus, hagyományosnak mondható kiviteli formája a **kőágy**: egy szemcsés kővel, durva kavicssal feltöltött, falazott vagy betonozott tér, amelyet többnyire a padló vagy az üvegház alatt, a talajba süllyesztve alakítanak ki, de vannak példák a lépcsőház orsóterében elhelyezett kőágyakra is. Ezt **napközben** meleg (például az üvegházból elszívott) levegővel felmelegítik - ez a levegő azután még mindig elegendően magas hőmérsékletű ahhoz, hogy a helyiség szellőztetésére használják. **Éjszaka** a kőágyban tárolt energiával lehet előmelegíteni a helyiség fűtésére-szellőztetésére szánt levegőt. Minden ilyen típusú rendszer alkalmas arra is, hogy nyáron az éjszakai külső levegővel lehűtsék, napközben pedig ezen a lehűtött kőágyon át juttassanak szellőző levegőt a helyiségbe. A levegő nemcsak a helyiségbe vezethető be, hanem a határolószervezetekben kialakított légjáratokban is keringtethető, mint egy beépített sugárzó fűtés hőhordozó közege. A kőágy nemcsak nagy hőtároló tömeget, hanem elegendően nagy hőcserélő felületet is biztosít. A tárolt hő távolabbi helyiségekbe is eljuttatható.

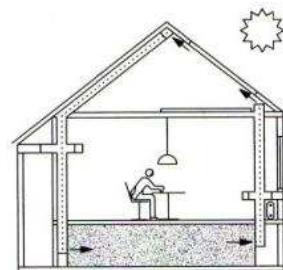
A szellőztetett kőágyat a talajjal érintkező felületein célszerű hőszigetelni. A légcsatornába a belépő és kilépő nyílásoknál **légszűrőt** kell beépíteni. Az áramlási irányban aránylag rövidebb, arra merőlegesen bővebb keresztmetszetű kőágyak áramlási ellenállása kisebb, de a túl bő keresztmetszet nem célszerű, mert annak az egyenletes átöblítése gondot jelenthet. Az áramlásirányú méret ne haladja meg a 2,5 métert, mert a hőmérsékletkülönbség csökkenése miatt azon túl a hőcsere már nem hatékony. Ha **hosszabb időtartamú hőtárolás** a célunk, a kőágy térfogatát kisebb, egymástól elszigetelt tárolóegységekként célszerű kialakítani. Ha ugyanis egy nagyobb egységbe adott mennyiségű energiát vezetünk be, annak hőmérséklete alacsonyabb és ezért fűtési célra alkalmatlan lesz (bár az energia a tárolóban „benne van”). A kisebb egységeket egymás után feltöltve a teljesen feltöltött kisebb egységekben az adott mennyiségű energiával magasabb, fűtési célra alkalmas hőmérsékletszint érhető el.



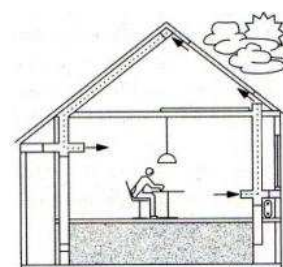
A hagyományos kőágy példája: felfűtés az üvegházból elszívott levegővel
D. Balcomb House, Santa Fe, USA

A hőtároló kőágyas rendszer öt üzemállapota

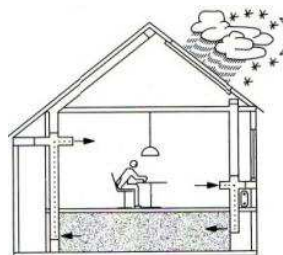
Napos időben a nyereség meghaladja a pillanatnyi igényeket: a levegő a kőágyat „tölti fel” hővel



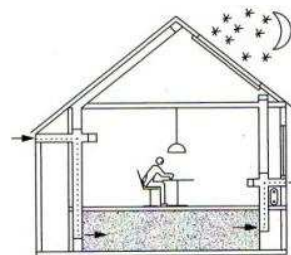
Télen borult időben a nyereség nem haladja meg a pillanatnyi igényeket: a légkollektorban előmelegített levegő közvetlenül a helyiségbe jut



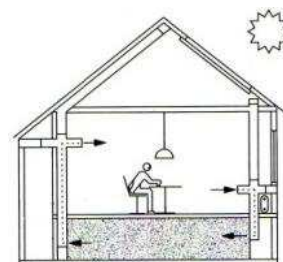
Télen éjszaka a helyiség levegőjét a nappal előmelegített kőágyon át keringtetjük



Nyáron éjszaka a kőágyat hűvösebb külső levegővel előhűtjük

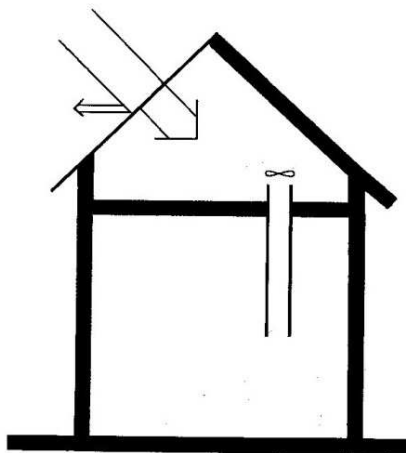


Nyáron nappal a helyiség levegőjét az előhűtött kőágyon át keringtetjük



3.2 Fekete padlás („black attic”)

A tetőidom üvegezett felületén át a napsugárzás a padlástérbe jut, és a padlásfödém felületén elnyelődik. Ezzel részben a födémeket fűti (vagy annak veszteségeit csökkenti), részben pedig a padlástér levegőjét felmelegíti. Utóbbi ventilátorral a helyiségen át keringtethető, így a padlás egy légfűtés hőforrásaként működik. Nyáron nappal az üvegezés árnyékolásáról gondoskodni kell!



Hőszigetelés nélküli, nagy hőtárolóképességű födém szerkezeten keresztül a hőáram **vezetéssel jut a helyiségbe**. A hőszigetelés a vezetési áramot csökkenti, az elnyelt energiát a felületről levegővel kell „le mosni” és a helyiségbe juttatni. A padlásteret (hasonlóan egy tetőtérhez) hőszigetelni kell, hiszen ha csak a födém átjutó vezetési hőáramot akarjuk hasznosítani, akkor is mérsékelnünk kell a födém felső síkjáról a padláson át fellépő hőveszteséget.

Amennyiben levegővel kívánunk hőt szállítani a helyiségbe, akkor különösen fontos, hogy az a padlástérben ne hűljön le.

A tetőidom üvegezett felületét mobil hőszigetelő-árnyékoló szerkezettel kell ellátni. Ez télen éjszaka a hőveszteséget, nyáron nappal a hőnyereséget mérsékli. A nyári időszakban - főleg éjszaka - a padlástér intenzív szellőztetését biztosítani kell. Erre a célra kürtőket is lehet alkalmazni.

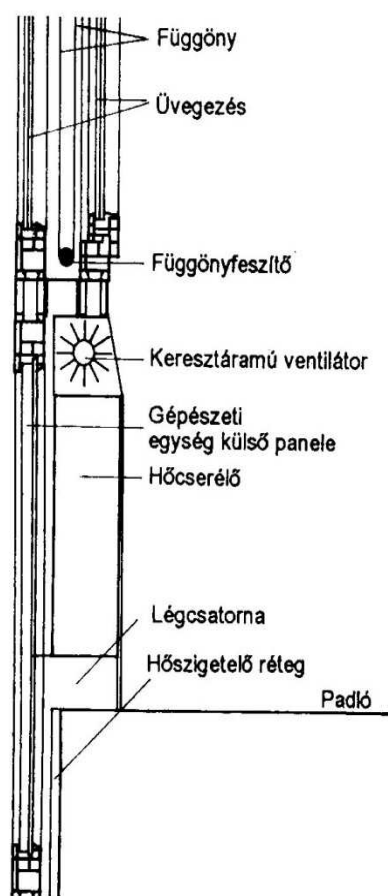
A fekete padlás és a szellőztetett kőágy egymással összekapcsolható!

3.3. Hibrid homlokzati elemek

3.3.1 Hővisszanyerős homlokzati elem

Az elem, többrétű feladatot lát el. **Két fő része a parapet elem és maga az ablak.**

A parapet elemben egy hővisszanyerő hőcserélő van, amelyben a távozó levegő hőtartalmának egy része előmelegíti a beszívásra kerülő friss szellőző levegőt. A két légáram mozgatására egy vízszintes és egy függőleges tengelyű, keresztáramú ventilátor szolgál.



A keretszerkezet PVC. **Az ablak háromszoros üvegezésű**, kívül laminált egyszeres, belül kis emissziós tényezőjű felületbevonatolással ellátott kétszeres üvegezéssel. **Az üvegezések közötti légrés a mesterséges szellőztetési rendszer** egy szakaszát képezi, továbbá ugyanott két, különböző reflexiós tényezőjű, **motorikusan mozgatott árnyékoló** is van. A homlokzati elem a pillanatnyi hőtechnikai és világítási feltételeknek megfelelően, automatikus szabályozással különböző módon működtethető.

Télen a hővisszanyerő hőcserélővel a beszívott friss szellőző levegő előmelegíthető.

Ha az időjárás derült, a levegőt az üvegezések közötti légrésben átvezetve további előmelegítés érhető el, amennyiben a mozgatható árnyékolószerkezet lebecsátott állapotban van. Az ezen elnyelt sugárzás az árnyékolót felmelegíti, az pedig, hasonlóan egy légkollektorhoz, melegíti a körülötte áramló levegőt, amely a keret felső részén kialakított szellőzőnyílásokon át jut a helyiségbe.

Nyáron napközben az áramlás iránya fordított, belülről kifelé irányul. A világítási igényeknek megfelelően az árnyékolószerkezet lamellái vízszintes helyzetbe állítva a sugárzást a mennyezetre reflektálják, a lamellák zárásával pedig kis intenzitású, szórt fény érhető el.

3.3.2 Fázisváltó töltetes légkollektoros fal

A fázisváltó hőtárolók olyan töltetanyagokat tartalmaznak, amelyek szilárd-folyékony halmazállapot-változása a rendszer szempontjából előnyös

hőmérsékleten játszódik le. A töltet elhelyezhető tartályokban, kapszulákban, méhsejt-szerű struktúrákban, de granulátum formájában bedolgozható önhordó műgyanta vagy gipsz lemezekbe is.

A panelbe légkollektor, hőtároló egység és kisegítő fűtés van beépítve. Az ezeket összekapcsoló légjáratnak felül belépő nyílása van a helyiségbe, míg a helyiségből a levegő a padlóhoz közeli nyíláson jut be a panelbe. Ugyanebben a magasságban a külső oldalon is van egy belépő nyílás a friss levegő számára.

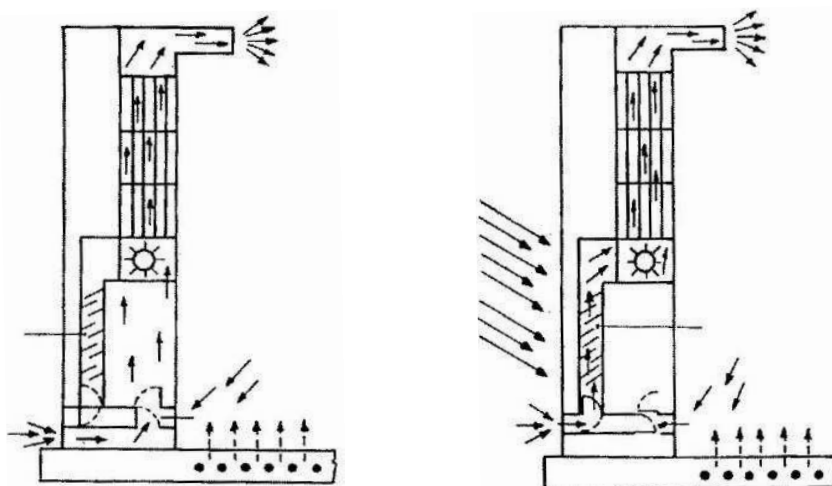
A rendszert a panelen belüli légjáratokba szerelt szabályozó csappantyúk egészítik ki.

A működés módja a következő:

Derült téli napokon a külső nyíláson beömlő friss levegő és a belső oldali beömlő nyíláson át visszakeringtetett helyiséglevegő keveredés után a légkollektorba jut. Ott végigöblítve az elnyelő lemezt felmelegedik, majd áthalad a hőtároló egység légjáratain. Hőtartalmának egy részét leadva energiával tölti fel a hőtárolót és közben hőmérséklete csökken. Miután a hőtároló a helyiség felőli oldalon van, hőmérséklete nem lehet túl alacsony, így a levegő hőmérséklete sem csökkenhet túlságosan alacsony értékre. A tárolót elhagyva a levegő a helyiségbe jut. Hőmérséklete elég magas ahhoz, hogy minden további kezelés nélkül szellőzőlevegőnek alkalmas legyen, de kedvezőbb esetben hőmérséklete annyira magas, hogy a szellőztetésen túlmenően légfűtésre is alkalmas.

Éjszaka a friss és a keringtetett levegő keverékét a szabályozó csappantyúk egy párhuzamos légjáraton át közvetlenül a hőtárolóhoz irányítják. A légkollektoron áthaladó légjárat ki van iktatva, hiszen a légkollektor a külső oldalon van, és abban a helyiségből visszakeringtetett levegő lehűlné, nedvességtartalma is kicsapódna.

A hőtároló légjárataiban a levegő felmelegszik, és a helyiségbe jut vissza.



3.3.3 Levegővel szállított hőszigetelés

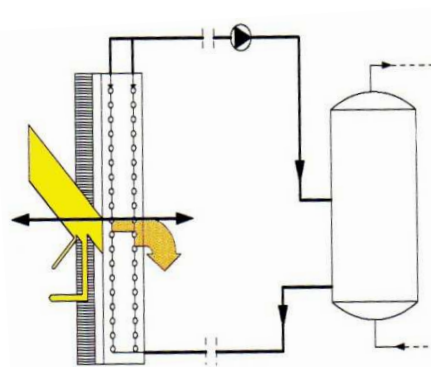
Az ablakok éjszakai hőszigetelésének egy sajátos változata a levegővel szállított hőszigetelés. Az üvegezések közötti légrés a szokásosnál nagyobb. Ezt éjszakára **polisztirol gyöngyökkel töltik fel**, amelyet egy csatlakozó légcsatornán át ventilátorral fújnak be. **A nappali órákra a légrést kiüritik** - a polisztirol gyöngyöket kiszívják. Ehhez természetesen a légrés űrtartalmával megegyező térfogatú tárolótartályra is szükség van. A rendszer szokásos megnevezése az irodalomban „bead-wall”.



3.3.4 Transzparens szigetelésű hibrid fal

A transzparens hőszigetelésű energiagyűjtő falak eredeti változatukban passzív szoláris rendszerelemeknek tekintendők.

A transzparens hőszigetelésű falak **hibrid változata használati melegvíz termelő rendszerrel van összekötve** oly módon, hogy a rétegrendjét tekintve szokványos szerkezetben a teherhordó falba csőkiágítót ágyazunk be. Ebben - az automatikus vezérlés megfelelő jelére - vizet lehet keringtetni, amely hőt von el a teherhordó rétegből. A felmelegedett víz a használati melegvíz-ellátás rendszerét táplálja.

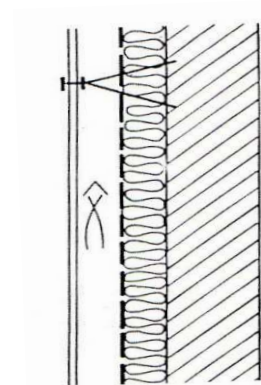


A víz keringtetése akkor célszerű, ha a transzparens hőszigetelésű fal hőnyeresége nagyobb, mint amennyi a mögöttes helyiség fűtési igényeinek fedezése szempontjából szükséges lenne. Ez bizonyosan így van a nyári félévben. **A hibrid rendszer nemcsak a mögöttes helyiség nyári túlmelegedése ellen nyújt védelmet, hanem lehetővé teszi a nyári hőnyereség hasznosítását is.**

3.4 Szoláris légtechnikai elemek

A szoláris légtechnikai rendszerekben az energia szállítása áramló levegővel történik. A hibrid rendszerek jó része is ilyen. Ebben a fejezetben azokat a rendszereket tárgyaljuk, amelyekben a légáramlás elsősorban természetes úton, a hőmérsékletkülönbségből adódó sűrűségkülönbség miatt alakul ki. A nyitott és zárt áramkörökre vonatkozó megállapítások mind a természetes légáramlás, mind a ventilátoros keringtetés esetére érvényesek.

3.4.1. Homlokzati légkollektorok



A homlokzat egyes szakaszai légkollektorként működhetnek, ebben az esetben azonban nem elemekből álló kollektormezőket, hanem a tömegfalhoz hasonló épített szerkezetet célszerű alkalmazni. Ennek rétegrendje kívülről befelé a következő:

- üveg vagy más transzparens fedél,
- légréteg,
- elnyelő felület,
- esetleges további légréteg,
- hőszigetelés,
- teherhordó fal.

A hagyományos tömegfalhoz viszonyítva két lényeges különbséget kell megemlíteni:

- **a légrétegben a levegő** (ha a hőmérséklete elég magas ahhoz, hogy valamire hasznosítható legyen) áramlik, az **áramlást ventilátor biztosítja**, amely légtechnikai rendszerhez csatlakozik;
- az elnyelő lemez mögötti **hőszigetelés megakadályozza azt, hogy** a falon keresztüli hővezetéssel érdemi **hőnyereség jusson a mögöttes helyiségbe.**

Az esetleges további légrétegben szintén a hőhordozó levegő áramlik. Ennek az az értelme, hogy az elnyelő lemez mindkét oldalán áramló levegővel a hőátadás felületét megkétszerezhetjük. Ebben a változatban a páradiffúziót a kollektor szerkezeti elemei nem akadályozzák.

A légkollektormező húzódhat ablakok közötti függőleges homlokzati sávban, az épület teljes magasságában vagy a parapetsávban.

A légkollektorból nyert levegő szolgálhat szellőztetésre, légfűtésre, valamint hőszivattyú forrásoldalként.

Homlokzati légkollektorok elhelyezése elsősorban a többszintes épületek esetében indokolt, ahol az épület térfogatához viszonyítva kevés tetőfelület áll rendelkezésre.

3.4.2 Tetőidommal integrált légkollektorok

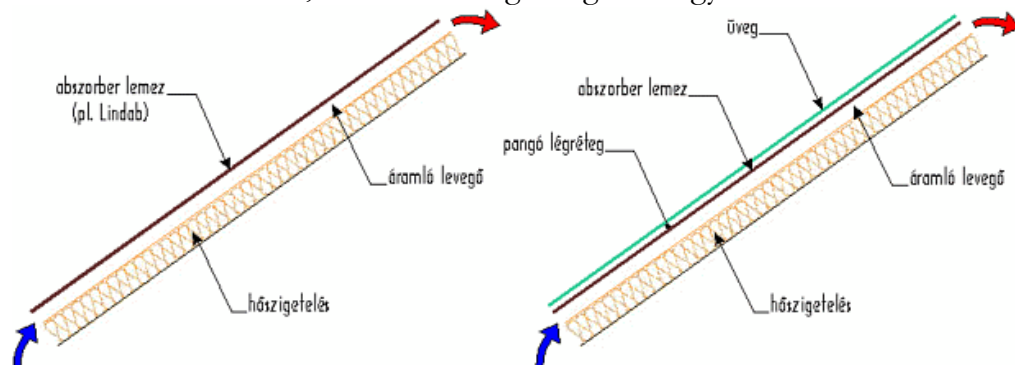
E rendszer két változatban is készülhet:

- a tetőhéjalás egyszersmind az elnyelő lemez szerepét is ellátja
- a tetőhéjalás transzparens lefedést kap, a sugárzás elnyelése a mögöttes, átlátszatlan felületen történik.

A két felület között vagy az elnyelő felület mögött áramoltatott levegővel az elnyelt energia nagy részét a szerkezetből mintegy „kimossuk”, az így **felmelegített levegőt közvetlenül a helyiségekbe, avagy hőtárolókba juttatjuk**. Az utóbbiakban tárolt energiát később ugyancsak ventilátorral szállított levegő közvetítésével használjuk fel.

Ha az elnyelő lemez fedetlen, azt a napsugárzás teljes intenzitással éri, de a lemezből és a hőhordozó levegőből a környezetbe irányuló hőveszteség nagy.

Ha a hőhordozó levegő a lefedő üvegezés és az elnyelő lemez között áramlik, a hőveszteség a levegőből az üvegen át még jelentős, de magának az elnyelő lemeznek már nincs közvetlen hővesztesége. Az elnyelő lemezre jutó intenzitás azonban kisebb, hiszen az üveg a sugárzás egy részét visszaveri.

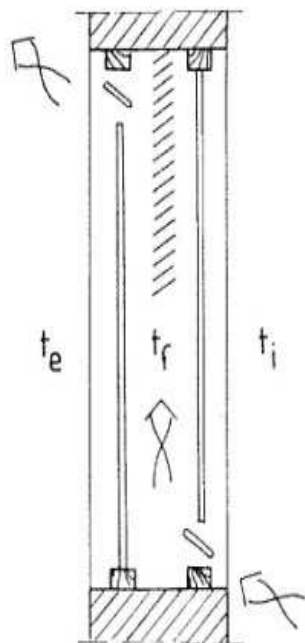


A hőveszteség tovább csökkenthető oly módon, hogy a hőhordozó levegőt az elnyelő lemez alatt vezetjük. Ekkor az elnyelő lemez és az üvegezés közötti pangó légréteg nyújt hőszigetelő hatást.

Az abszorber kialakítható légjáratos formában is (például két összefordított trapézlemez közötti járatokban vezethető a hőhordozó levegő). Ez az elnyelő lemez és a hőhordozó levegővel érintkező felületének növelése révén javítja a hőátadás feltételeit.

A **különböző változatok egy rendszeren belül** is alkalmazhatók. A kollektormezőnek a levegő áramlási útja szerinti első szakaszán a fedetlen változat lehet előnyösebb, az abszorbert több sugárzás éri, a hőhordozó levegő hőmérséklete pedig még alacsony, így a hőveszteség is kicsiny. Az áramút későbbi szakaszán, ahol a hőhordozó magasabb hőmérséklete miatt a hőveszteség már nagyobb lenne, az üvegfedés és a pangó légréteg szigetelő hatása többet javít, mint amennyit az üveg által visszavert sugárzás ront a mérlegen.

3.4.3 Szellőztetett ablakok, ablakkollektorok



A szellőztetett ablakok többféle változatban alakíthatók ki. A legegyszerűbb a **nyitott áramkörű változat**.

Az épületben gépi szellőztetés üzemel. A bejuttatott friss levegő hatására a helyiségben kialakuló túlnyomás következtében a friss levegővel megegyező mennyiségű levegő az ablakba, vagy (az ablakkeretbe beépített szellőző csappantyúkon keresztül) a két üvegezés közötti légrétegben áthaladva távozik.

A rendszer energetikai értékelése szempontjából fontos megjegyezni, hogy a **távozó levegővel elvitt hőáram** mint szellőzési **veszteség** - attól kezdve, hogy a levegő a csappantyún át a helyiséget elhagyja - már veszteséglistára került. Ha ezt követően annak hőtartalmából **valamit hasznosítunk**, akkor az **energiamérlegbe pozitív tételként kerül vissza**.

A hasznosulás úgy valósul meg, hogy a két üvegezés közötti térben a helyiség szempontjából egy „mesterséges” környezet alakul ki.

A helyiségből távozó levegő hőmérséklete a helyiség-hőmérséklettel egyezik meg akkor, amikor a levegő a légrétegbe jut. Miközben a levegő a légrétegben áramlik, a külső üvegezésen át távozó transzmissziós veszteségek következtében lehűl. E lehűlés mértéke attól is függ, hogy mekkora légáram halad át adott felületű üvegezések között: ha a légáram nagy, a lehűlés kisebb és viszont.

A külső üvegezésen át távozó transzmissziós veszteségeket a helyiségből már eltávozott levegő hőtartalmának csökkenése fedezi. Az a transzmissziós veszteség tehát, amely a külső üvegezésen át a környezetbe jut, már nem a helyiség hővesztesége.

A két üvegezés között a **légrétegben kialakuló** átlaghőmérséklet a külső hőmérsékletnél jóval magasabb. A helyiség transzmissziós hővesztesége az ablakon át annyi, amennyi a belső üvegezésen át távozik. **Nyáron** a két üvegezés közötti térben elhelyezett árnyékoló szerkezetet zárjuk. Az árnyékolószerkezet által elnyelt hőenergiát a távozó légáram veszi fel, és a környezetbe továbbítja, ily módon csökkentve a helyiség hőterhelését. Ezzel egy védett és hozzáférhető helyre beépített árnyékoló szerkezet naptényezője és hatékonysága hasonló lesz a kívül elhelyezett (drágább és nehezebben karbantartható) árnyékolóéhoz.

A **szellőztetett ablak** kialakítható **zárt áramkörrel** is. A szerkezetből a **távozó levegő** nem közvetlenül a környezetbe, hanem a **légtechnikai rendszerbe** jut.

A transzmissziós veszteségeket illetően a szerkezet működése a nyitott áramkörű ablakéhoz hasonló, az ablakból távozó levegő maradék hőtartalma azonban a légtechnikai rendszerben tovább hasznosítható visszakeverés révén vagy hővisszanyerőben a friss levegő előmelegítésére.

Ha **télen**, derült időben az árnyékolót zárjuk, akkor az árnyékoló által elnyelt hőt az áramló levegő mintegy „lemossa”, és a légtechnikai rendszerbe juttatja vissza. Az ablak tehát úgy működik, mint egy légkollektor. A kialakuló hőmérséklet elég magas lehet ahhoz, hogy a helyiségből a belső üvegezésen keresztül transzmissziós veszteség ne lépjen fel. A hatás fokozható (télen kifelé fordított) egyik oldalukon elnyelő felületképzésű lamellák alkalmazásával.

Nyáron az árnyékoló visszaverő felületképzésű oldala nézhet kifelé, a légtechnikai rendszerbe visszavezetett levegő például használati melegvíztermelés céljára fordítható.

3.5 Hibrid légtechnikai rendszerek

3.5.1. Bevezetés

A hibrid rendszerek többsége egy **légtechnikai rendszer** és az **épületszerkezetek** valamilyen szerkezeti és funkcionális **integrálásával** jön létre. **Alapkérdés a légtechnikai áramkör és az épület viszonya.**

Az áramkörök kialakítása számos változatban lehetséges, és az épülethéjban áramló levegő hasznosításának is több módja van.

Az áramkör *kívülről nyitott*, ha abba külső levegőt vezetünk be, amely a rendszeren való átáramlás után - közvetlenül vagy közvetve - a környezetbe távozik. *Kívülről zárt* az áramkör, ha abba külső levegőt közvetlenül nem vezetünk be.

Az áramkör *belülről zárt*, ha abból a helyiségbe nem vezetünk be levegőt és abba a helyiségből sem lép be levegő. Az áramkör *belülről nyitott*, ha abból a helyiségbe levegőt vezetünk.

A felsorolt változatok egymással kombinálhatók. Megjegyzendő, hogy belülről nyitott áramkörök esetén különös gondot kell fordítani a légjáratok tisztántartására, a levegő szűrésére, a higiénés szempontokra.

A hőhordozó levegő hasznosítását illetően számos változat lehetséges.

Télen az előmelegített levegő szellőztetés céljából a helyiségbe vezethető. Ehhez kívülről és belülről egyaránt nyitott áramkör szükséges. Ha a rendszerből nyert levegő hőmérséklete elegendően magas, akkor a szellőztetés mellett légfűtés is lehetséges. A helyiség átöblítése után a távozó levegő hőtartalmának egy része hasznosítható hővisszanyerővel vagy ha a távozó levegő egy hőszivattyú forrásoldala.

Az előzőek szerinti rendszer nyáron szellőztetésre, a szellőzőlevegő hőmérsékletének stabilizálására használható.

Egy másik alapváltozatban a levegő zárt körben, légjáratokban kering. A légjáratos határolószerkezetek szerepe ugyanaz, mint a beágyazott fűtést tartalmazó szerkezetekké: sugárzó fűtés hőleadójaként működnek. Ehhez azonban a keringtetett levegő hőmérsékletének érdemben meg kell haladnia az előírt helyiség-hőmérsékletet. Ha a keringtetett levegő hőmérséklete egy bizonyos küszöbértéket (mintegy 25 °C-t) nem ér el, akkor a rendszer működésképtelen! Ha egy ilyen rendszert nyáron kívülről kinyitunk, akkor éjszaka a hűvösebb levegővel a határolószerkezetek előhűthetők.

A (belülről) nyitott és zárt áramkörök közötti lényegesebb különbségek a következők:

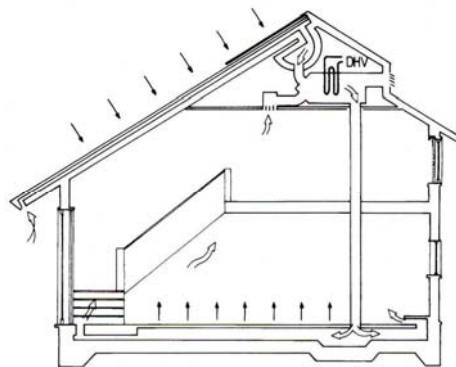
- **nyitott áramkör** esetén a rendszer bármilyen sugárzásintenzitás mellett hoz valami hasznot: ha a levegő elég meleg, közvetlenül légfűtésre használható; ha hőmérséklete az előírt helyiség-hőmérséklet alatt van, az általa előmelegített levegő további felfűtése kevesebb energiát igényel,

- **zárt áramkör** esetén, ha a levegő hőmérséklete egy küszöbértéket nem ér el, a rendszer nem használható,
- **nyitott áramkör** esetén számolni kell a légjártatok elpiszkolódásának kockázatával (por, gomba, baktérium), ami levegőminőségi gondokhoz vezethet,
- **zárt áramkör** esetén a légjártatos szerkezetek hőtárolóképessége kitűnően hasznosítható, a szerkezet „mélyebben fekvő” rétegei is „belülről” jól átmelegednek.

Ha az előbb felsorolt rendszerek bármelyikéből elegendően magas hőmérsékletű levegő nyerhető - és erre a nyári félévben minden esély megvan -, akkor a hőhordozó levegővel bordáscsöves hőcserélő révén **használati meleg vizet is lehet termelni**.

A felsorolt változatok egymással kombinálhatók: például a levegő a légjártatos szerkezetben áramolva először azokon át egy beágyazott sugárzó fűtés hőhordozó közegeként fűti a helyiséget, majd ezt követően mint szellőzőlevegő lép a helyiségbe.

A szellőztetett épülethez szolgálhat olyan légkollektor gyanánt is, amelyből a levegő nem az épületbe, hanem a szabadba jut, ezt megelőzően azonban hőtartalmát hőszivattal hasznosítjuk.



3.5.2. Az OM Solar rendszer

A légkollektor és a tetőhéjalás egységes szerkezetet képez. A fémlemez tetőhéjalás alatt áramlik felfelé az eresz alatt beszívott friss levegő. A tető felső sávjában (ahol az áramló levegő hőmérséklete már magas) egy üvegréteg és az alatta lévő pangó légréteg szigetelőhatása csökkenti a hőveszteséget. A levegő a gerinc alatt húzódó, félhenger alakú légcatornán át egy kezelő dobozba jut, amely a ventilátor és a szabályozó csappantyúk mellett egy bordáscsöves hőcserélőt is tartalmaz: ez a használati meleg víz felmelegítésére szolgál. A kezelődobozból a levegő egy függőleges légcatornán keresztül a légjártatos padló szerkezetbe jut, amely így egyrészt padlófűtésként, másrészt hőtárolóként működik. Ezt követően a levegő padlórácsokon vagy a parapet alatt a helyiségbe jut, és onnan a kialakuló csekély túlnyomás hatására a szabadba távozik. Automatikus vezérléssel télen időközönként rövid időre a levegő áramlási irányát megfordítva a tetőről a hó leolvasztható.

Nyáron a levegő a használati melegvíz hőcserélője után a kezelődobozból közvetlenül a szabadba jut. Ez kisebb depressziót idéz elő, ami miatt az épület szellőzése intenzívebbé válik.



Balra: Egy Japán OM ház belseje Jobbra: Egy Japán OM ház kívülről

III. Hűtés

III. 1. Passzív rendszerek- épületszerkezetek - fogalmak és stratégiák

A kellemes vagy legalább elfogadható hőérzetet a nyári időszakban is biztosítani kell. E feladat megoldása egyre nehezebb a következők miatt:

- az épületek hőszigetelésének javulása miatt az adott hőterhelés az épület nagyobb mértékű felmelegedését okozza;
- gyakori a kisebb súlyú, azaz kisebb hőtároló-képességű anyagok és szerkezetek alkalmazása, valamint a nagyobb üvegezési arány;
- az épület használóinak igényei magasabbá válnak;
- a belső hőterhelésként szereplő háztartási berendezések, irodagépek száma növekszik (bár egyes esetekben a készülékek jobb hatásfoka miatt ez nem jelenti egyértelműen a hőleadás növekedését).

Alapvető **cél**, hogy a megfelelő hőérzetet, ha csak egy mód van rá, **gépi hűtés nélkül** biztosítsuk. Túl azon, hogy a gépi hűtés berendezéseinek beruházási költségei jóval magasabbak, mint a fűtésé, építészeti-épületszerkezeti feltételeinek biztosítása (gépház, légcsatorna-hálózat, hűtőtornyok vagy kondenzátorok) nem egyszerű, az alapvető gond a drága üzemeltetés.

A gépi hűtés energiafogyasztása talán nem tűnik soknak, ha csak a hűtött épület elektromos fogyasztásmérőjét olvassuk le. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a berendezések elektromos áramot fogyasztanak, egységnyi elektromos energia pedig a szokványos erőművekben három-három és fél egységnyi hőenergia felhasználásával állítható elő. Ezek az erőművek a fosszilis energiahordozók fogyasztása és a környezet szennyezése mellett még rosszul kihasznált beruházások is lehetnek, amelyek az év nagy részében csak részterhelésen dolgoznak - ez a helyzet már kialakult az USA déli körzeteiben és egyes mediterrán országokban, ahol az országos hálózat csúcsterhelése a kánikulai délutánokon jelentkezik.

További környezetvédelmi szempont a gépi hűtés hűtőközegeinek (freon) alkalmazásából adódó kockázat.

A passzív hűtés hagyományos megoldásai elsősorban a mediterrán és a száraz trópusi övezetekben alakultak ki. **A hagyományos technikák akár eredeti formájukban, akár az eredeti elveken alapuló, de a mai korszerű anyagokat és szerkezeteket alkalmazó továbbfejlesztett változataikban ma is alkalmazhatók.** Erre természetesen elsősorban az előbb említett övezetekben találunk megfontolásra, követésre méltó példákat.

A passzív hűtésben igen nagy szerepe van az épület közvetlen mikrokörnyezetének: a növényzet, a víz, a terep, a burkolatok kialakításának.

A helyiségeken kívül a passzív hűtés értelmezhető átmeneti terekre (terasz, patio, veranda) és szabad, nyílt terekre is.

Talán túlzásnak tűnik a passzív hűtés kérdéseinek egy külön fejezetet szentelni. Nem feledkezhetünk el azonban sem a bevezetőben említett feltételekről, sem arról, hogy **Magyarország éghajlati feltételei mellett évente mintegy 50 olyan forró nappal kell számolnunk, amikor** a helyiség túlzott felmelegedése hőérzeti panaszokkal, a szellemi-fizikai teljesítmény csökkenésével, a várt forgalom kiesésével járhat - vagy a **megfelelő körülmények biztosítására tetemes beruházási és üzemeltetési költséget kell fordítani.**

A megfelelő nyári hőérzeti feltételek az úgynevezett passzív hűtés technikáival magyarországi éghajlati feltételek mellett az esetek túlnyomó részében biztosíthatók.

A passzív hűtés fogalma

A „passzív hűtés” kifejezés némi magyarázatra szorul. Valójában arról van szó, hogy **a helyiség hőmérsékletét külső energiaforrás igénybevétele nélkül tartjuk elfogadhatóan alacsony értéken.**

A gépi hűtés és a passzív hűtés között átmeneti, hibrid megoldások is léteznek. A hibrid rendszerek külső energiaforrást is használnak valamilyen közvetítő hőhordozó közeg (víz, levegő) keringtetésére, azaz szivattyú vagy ventilátor hajtására, de nincs bennük hűtőgép, nem használnak hűtőközeget. E rendszerek energiafogyasztása csak tört része a valódi gépi hűtőberendezések energiafogyasztásának. Az elvi hasonlóságok miatt a hibrid rendszereket a passzív rendszerekkel együtt tárgyaljuk.

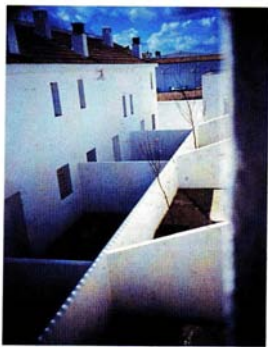
A „passzív hűtés” stratégiái

- A hőnyereség csökkentése
- A hőterhelés eltávolítása
- A hőterhelés hatásának csillapítása

1.1 A hőterhelés csökkentése

1.1.1 Telepítés, tömegformálás

A napsugárzásból származó hőterhelés a várostervezés, tömegformálás, tájolás révén alapvetően befolyásolható. Azokon a mediterrán és trópusi területeken, ahol a fő gond a megfelelő nyári hőérzeti feltételek biztosítása, a gépi hűtés szükségességének megelőzése, ugyanakkor a fűtési energiafogyasztás másodlagos vagy nem létező kérdés, mind a hagyományos, mind a klímatudatos korszerű építészet számos példát nyújt erre.



A zárt udvarok árnyékolt átmeneti teret képeznek, a hatást a hidegebb levegő megrekedése, a nehéz szerkezetek és a növényzet fokozza

Mérsékelt és kontinentális éghajlati feltételek mellett ilyen alapvető, radikális megoldások nem célra vezetők, hiszen jelentős árat kellene fizetni az elmaradt téli szoláris nyereségért és természetes világításért. Ezzel együtt a koncepció kialakításakor a „téli” és „nyári” szempontokat mérlegelve kiegyensúlyozott kompromisszumra kell törekedni.

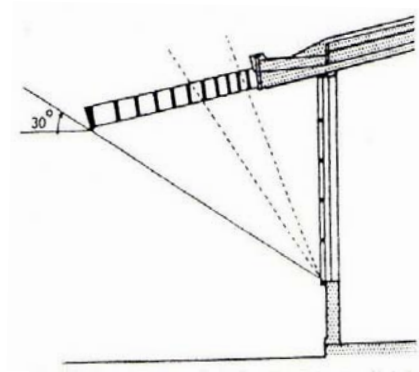
1.1.2 Árnyékvetők

A hőterhelés csökkentésének kézenfekvő módja a **direkt sugárzás beesésének megakadályozása a nyári időszakban saját épülettárgozatokkal, fix árnyékvetőkkel.**

A **vízszintes árnyékvetők** a déli (általánosabban: az Egyenlítőre néző) szektorba tájolt homlokzatok esetében hatásosak. A - fő síkjukat tekintve - „vízszintes” árnyékvető szerkezetek lehetnek összefüggő felületűek, vagy állhatnak elemekből-lamellákból, és kezelő-tisztító járdaként is használhatók. Fontos, hogy az árnyékvetők ne képezzenek hőhidakat, inkább csak pontszerűen és ne él mentén kapcsolódjanak a falszerkezethez.

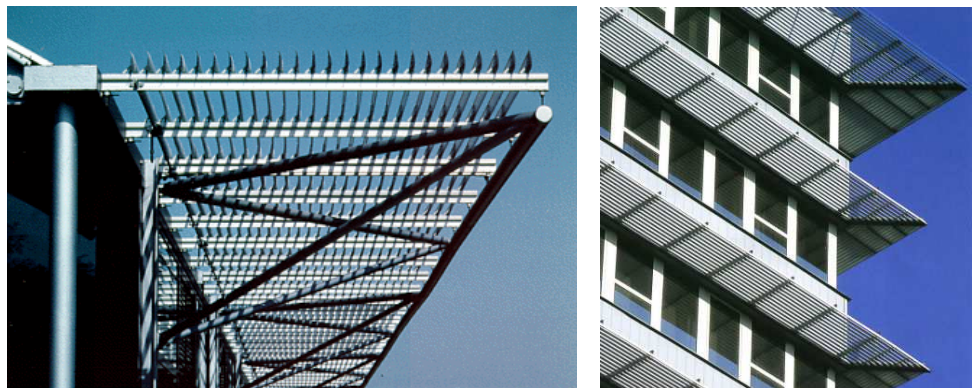
A felfogó felület kifelé döntésével mérsékelhető az ablak irányába visszaverődő sugárzás. Mivel az árnyékolók a napsugárzás elnyelt hányadától felmelegednek, a pangó meleg légpárnák kialakulásának megakadályozása végett a gravitációs

átöblítés lehetőségét biztosítani kell - e szempontból a lamellás kialakítás előnyösebb. Ugyancsak a lamellás kialakítás mellett szól a kisebb hó- és szélterhelés.

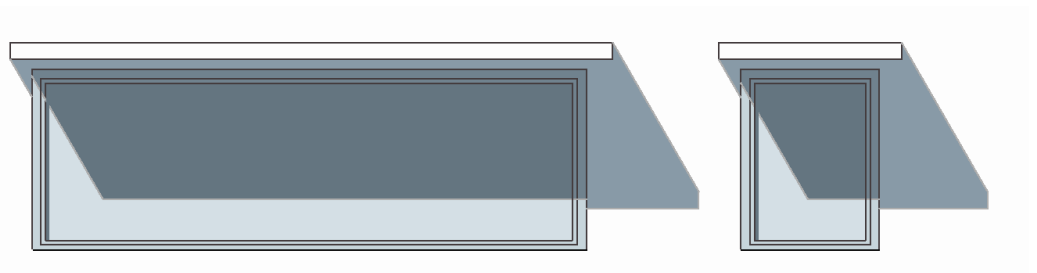


Az egyenletesen kiosztott lamellák között egy, a geometriai arányoktól függő szögnél magasabb napállás esetén a direkt sugárzás átjuthat. Ez természetesen a lamellák magassági méretének növelésével és/vagy a lamellák sűrítésével megakadályozható, de ez az indokoltnál nagyobb anyagfelhasználással és költséggel járna. Ha az árnyékvető lamelláinak osztása a homlokzat felé haladva sűrűsödik vagy dőlésszöge nő, akkor ez a jelenség kizárható.

Az árnyékvetők kialakítása során az öntisztulás szempontjait is figyelembe kell venni - ez szintén a lamellás változat mellett szól. A napsugárzásnak kitett árnyékolók felmelegedése jelentős lehet. Különösen a könnyű lamellákkal kialakított árnyékolók esetében okozhat gondot a dilatáció, a lamellák mozgásával járó, pattogó hangjelenség.



Ha a tagozat az ablak szélességéhez viszonyítva nem tekinthető végtelen hosszúnak, akkor az árnyékmásk területa csökken. E szempontból a szélesebb ablakok előnyösebbek.



A vízszintes árnyékvetők csak elegendően nagy kiülés esetén hatékonyak.

Ha ez szerkezeti vagy esztétikai szempontból gondot okozna, a déli szektorba tájolt felületek árnyékolására vízszintes tengelyű lamellák alkalmazhatók.

A vízszintes lamellák méretének, a homlokzat síkjához és egymáshoz viszonyított távolságának változtatásával a kitekintés szemmagasságban biztosítható.

Ha a lamellák vízszintes tengelyük körül forgathatók, akkor az árnyékmassza a dőlésszög függvényében változik, így fokozatmentesen lehet igazodni a pillanatnyi időjárási feltételekhez, a hőmérsékleti és sugárzási viszonyokhoz, a természetes világítási feltételekhez. A direkt sugárzás teljes kizárása is lehetséges. A kitekintés korlátozott voltával természetesen számolni kell.

Az árnyékvető kialakítható konzolokra rögzített függőleges síkú lemezként is. Ez a megoldás lehetővé teszi az akadálytalan légmozgást, elmarad a hőterhelés. A „lemez” anyaga gyakorta hőelnyelő üveg, így a kilátás is biztosítható. Miután a lemez teljes felületét éri a sugárzás, nem keletkeznek az egyenlőtlen felmelegedésből származó feszültségek.

Az eddig tárgyalt megoldások számos változatban kombinálhatók, például a vízszintes fősíkú lamellás árnyékolót tartó konzolra függőleges síkban hővédő üveg rögzíthető.



Billenthető táblaként kialakítva ugyanazon szerkezet egyaránt használható vízszintes vagy függőleges árnyékvetőként.

A délitől eltérő tájolás és/vagy a korlátozott szélességi méretű „vízszintes fősíkú” árnyékolók esetén függőleges síkú árnyékvetők alkalmazása (is) szükséges.

Keleti vagy nyugati tájolás esetén függőleges tagozatot elegendő csak az ablak egyik oldalán alkalmazni, aszerint, hogy az ablak keleti vagy nyugati tájolású-e. Ha a kiülés mérséklése kívánatos, az ablak elemi sávjai függőleges lamellákkal árnyékolhatók. Az elemek elforgatásával aszimmetrikus megoldás is tervezhető. További változat alakítható ki konzolok között elhelyezett - esetleg forgatható - függőleges lamellasorral.

A függélyes tagozatok télen - nyáron egyaránt árnyékolnak. E kedvezőtlen hatás miatt alkalmazásuk csak különösen indokolt esetben célszerű, vagy tengelyük körül forgatható elemeket kell használni.

A Nap járása június 21.-ére „szimmetrikus”. Ezt a dátumot az északi féltekén bő két hónapnyi meleg időszak követi, és csak egy hónapnyi meleg időszak előzi meg. Ezért ha **a rögzített szerkezetű árnyékvetők** méretei, geometriai arányai hatékony árnyékolást biztosítanak júliusban és augusztusban (amikor erre ténylegesen szükség

van), akkor hatékony az árnyékolás májusban és áprilisban is (amikor erre nincs szükség, sőt áprilisban és május első felében kifejezetten jól jönne a napsugárzásból származó nyereség). Ez a konfliktus **változtatható pozíciójú árnyékvető elemekkel** vagy **kitámasztható - gördülő ponyvával** oldható fel.

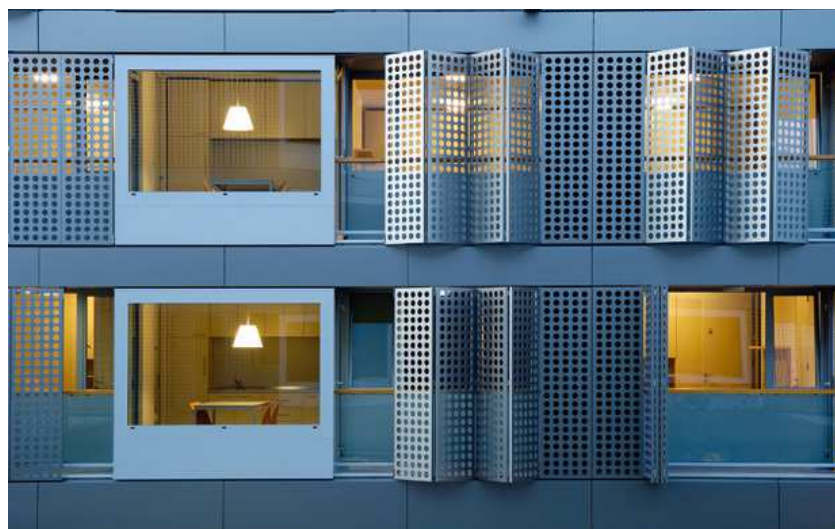


A működtetés automatizálásának több változata is van, a kézi beavatkozáson kívül programozott időkapcsolót, sugárzásérzékelőt, hőmérséklet-érzékelőt vagy ezek kombinációit lehet alkalmazni, a szerkezet védelmét szélesség-érzékelővel lehet megoldani (megadott sebességérték túllépése esetén egy csőmotor a ponyvát felgördíti, a kitámasztó-szerkezetet bevonja).



A mozgatható árnyékolás érdekes, valamint típusba aligha beskatulyázható példái a felülvilágított virágszirmok módjában körülvevő szerkezet. Ez is jól mutatja, hogy a hőterhelés csökkentését, a természetes világítás szabályozását szolgáló szerkezetek építészeti is hangsúlyos, eredeti, akár az épület arculatát

meghatározó szereppel bírhatnak.



1.1.3 Mozgatható árnyékoló szerkezetek

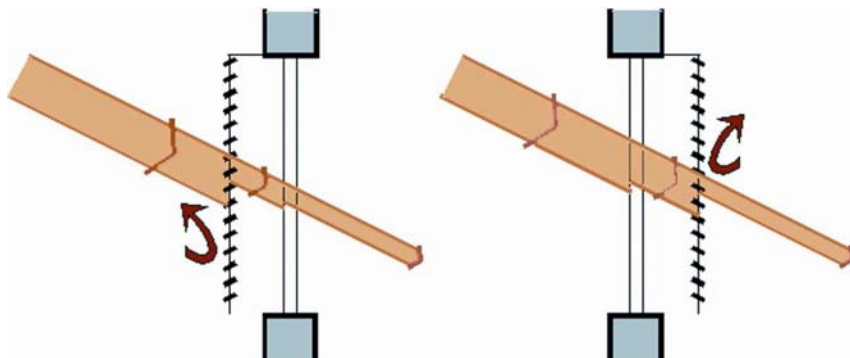


Sevilla, Siemens torony

Az éves és napi ciklusban eltérő igények kielégítését, a sugárzási nyereség jobb hasznosítását nagymértékben segítik a **mozgatható hőszigetelő-árnyékoló szerkezetek**. Fontos szerepük van nyáron a túlmelegedés elleni védelemben. Az árnyékoló működtetése lehet kézi vagy gépi.

A **változó igények** követésének legkézenfekvőbb és jól bevált módja a mozgatható árnyékoló szerkezetek alkalmazása.

A mobil árnyékoló szerkezeteknek számos kiviteli formája ismert. Hőtechnikai szempontból arra kell emlékezni, hogy az árnyékoló szerkezet maga a ráeső napsugárzás egy részét elnyeli, és ettől felmelegszik. A meleg árnyékolószerkezet konvektív úton melegíti a vele érintkezésben lévő levegőt, és hosszuhullámú infravörös hőszugárzást bocsát ki. Ezért egyáltalán **nem mindegy, hogy az árnyékoló az üvegezéshez viszonyítva hol helyezkedik el: ha belül van**, az előbb felsorolt hőáramok a helyiséget terhelik, **ha kívül van**, akkor a környezetet. Ugyanaz az árnyékoló szerkezet tehát a külső oldalon sokkal hatékonyabb (naptényezője sokkal kisebb), mint a belső oldalon.



A hőterhelés csökkentése végett a külső oldalon elhelyezett árnyékoló hűtéséről - a gravitációs átöblítés lehetőségéről - is gondoskodni kell.

Hatékony külső árnyékolást és egyszersmind a jó szellőztetés lehetőségét biztosítják a hagyományos szerkezetek: tengelyük körül elforgatható zsalulevelek, kitámasztható és nyitható táblák.

Természetesen az energetikai előnyök mellett a magasabb beruházási költségeket, a működtetés, a karbantartás, a tisztítás kérdéseit is mérlegelni kell.



Az árnyékoló szerkezetek a napsugárzásnak csak egy részét engedik át, más részét visszaverik, vagy elnyelik. Az elnyelt hánnyadtól a szerkezet felmelegszik és hőátadással, valamint hosszuhullámú sugárzással fűti közvetlen környezetét.

Az üvegezéssel párhuzamos fősíkú árnyékolók egyben hőszigetelő hatást is kifejtenek: részben az árnyékoló szerkezetnek van hővezetési ellenállása, részben az árnyékoló „zárásával” új légréteget alakítunk ki, így számolhatunk a textilfüggöny estén a textília ellenállásával, függöny és üvegezés közti légréteggel, valamint az egymást átlapoló textilfeületek közötti légrétegekkel. Az épületen belül létrehozott légréteg kevésbé hatékony, mivel a hőterhelés megjelent a házban, míg külső árnyékolók esetén ez nem áll fenn.

Elsődlegesen hőszigetelési célra alkalmazhatók a nyitható, eltolható hőszigetelő táblák, spaletták.



1.1.4 Különleges üvegezések

A transzparens szerkezetek esetében helyiségenként, évszakonként és napszakonként változik, hogy sok vagy kevés sugárzási energia áteresztése kedvezőbb (természetes világítás biztosítása, káprázás elkerülése, túlzott nyári felmelegedés megelőzése, napenergia fűtési célú hasznosítása).

Az áteresztett hányad elvileg kétféle módon csökkenthető: az elnyelt és/vagy a visszavert hányad növelésével. Erre nemcsak az árnyékoló szerkezetek, hanem a különleges üvegezések is lehetőséget adnak. E kategórián belül több szempont szerint különböztethetünk meg elvi változatokat:

- az üvegezés tulajdonságai állandóak, változóak vagy változtathatók
- az áteresztett hányad csökkenése a napsugárzás teljes spektrumában arányos-e avagy egyes hullámhossz tartományokban nagyobb, másokban kisebb. Az utóbbiak a **szelektív tulajdonságú üvegek**.

1.1.4.1 Állandó tulajdonságú üvegezések

Az elnyelt hányad növelése az üveg anyagába kevert fém-oxidokkal lehetséges. Ez az elnyelő (abszorbeáló) üvegnek határozott színt kölcsönöz: például a nikkkel-oxid zöld, a szelén bronz árnyalatot.

Az elnyelési tényező a sugárzás hullámhosszától függ: a látható fény tartományában kisebb, a rövidhullámú infratartományban nagyobb, azaz a természetes világítás szintje nem csökken olyan mértékben, mint az átlagos áteresztési tényező.

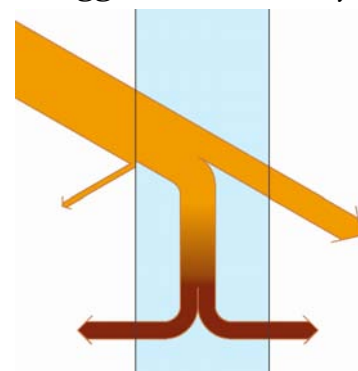
Az elnyelt hányad növelése kevésbé előnyös, hiszen az elnyelt energia egy része hőátadás, és az üvegfelület saját sugárzása miatt a helyiség felé irányul, vagyis a hőterhelés nem csökken annyira, amennyire az áteresztett hányad.

Az **elnyelő üvegek dilatációs mozgása** különös figyelmet kíván. Hőmérsékletük nyáron a 60-70 °C-t is könnyen elérheti. Ez különösen akkor okozhat gondot, ha egy üvegtábla felmelegedése nem egyenletes - például azért, mert egy része az ablakkáva miatt vetett árnyékban van, más részét viszont direkt napsugárzás éri.

Az elnyelő üveget normál üvegtáblával párosítva hőszigetelő üvegezőként, önmagában fűtetlen terek üvegezőeként, valamint árnyékvetőként alkalmazzák.

A visszavert hányad növelése többféle módon lehetséges.

Az úgynevezett **fotoszenzitív üvegekben** fotokémiai eljárással az üvegtáblán belül - annak anyagában - egy **mikrolamella rendszert hoznak létre** (a jellemző méretek 1 mm vastag lamellák 3 mm osztásközszel). Az így kialakított struktúra visszaverési tényezője szögfüggő, a szög a gyártási folyamat során állítható be.

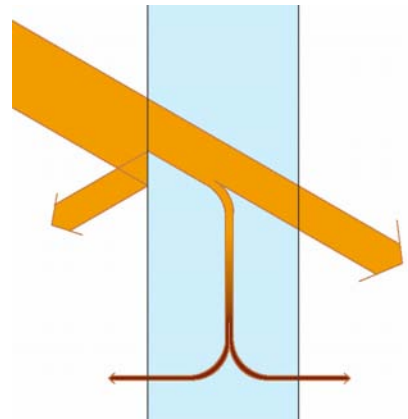


A visszaverő (reflexív, esetleg ezen felül szelektív) **üvegek** a nagyon szabatos, sík üvegfelületre felhordott vékony tükröző (pl. nemesfém, titánoxid) réteggel készülnek. Ily módon az átlagos átteresztési tényező akár 0,2-re is csökkenthető. Ebben az esetben az üvegtábla felmelegedése nem okoz különösebb gondot.

Visszaverő bevonat elnyelő üveg felületére is felhordható.

A **zománcbevonatos üveg** felületén 100-150 nm (nanométer) vastag kerámiaréteg van, ami lehet opaque vagy színes, transzparens.

Az üveg felületére is felvihető olyan bevonat, amelynek átteresztési tényezője szögfüggő, a szög a gyártás során állítható be. Ez – a vízszintes síkhoz közeli irányban - a kitekintést és alacsonyabb napállásoknál a sugárzás bejutását nem gátolja.



Noha a visszaverő üveg a jobb, a bonyolultabb és drágább technológia miatt az elnyelő üvegeket is gyártják. **A visszaverő vagy az elnyelő üvegek alkalmazása hazai éghajlati feltételeink mellett - csak végső esetben indokolt** (ha ezen múlik, hogy szükség van-e gépi hűtésre vagy sem). Egészen bizonyos ugyanis, hogy a **helyiségek nyári túlmelegedésének csökkentése, avagy a mesterséges hűtés megtakarítása, mint előnyök mellett komoly hátránnyá jelentkezik a természetes világítás és a napenergia fűtési célú hasznosításának csökkenése.**

1.1.4.2 Változó tulajdonságú üvegezések

E kategóriába olyan üvegezések tartoznak, amelyek átteresztőképessége a környezeti hatásoktól függ.

Egy ideális ablak más tulajdonságokkal rendelkezik télen és nyáron, nappal és éjszaka, derült és borult időben, aszerint, hogy az energianyereség vagy annak kizárása, a lehető legtöbb fény bebocsátása vagy a káprázás megakadályozása, a hőszigetelés, a kitekintés biztosítása vagy a belátás megakadályozása képezi-e az adott helyzetben az elsődleges célt. Az ideális tulajdonságok megközelítését a nem állandó tulajdonságú üvegezések teszik lehetővé.

A **kromogenikus anyagok** jelentős mértékben változtatják optikai tulajdonságaikat a fényintenzitás, a sugárzás spektrális összetétele, hőmérséklet-változás vagy elektromos mező hatására.

Az optikai tulajdonságok változása következtében a kromogenikus anyag nagy átbocsátó képességű állapotból elnyelő vagy visszaverő tulajdonságú állapotba megy át a sugárzási spektrum teljes tartományában vagy - szelektív módon - annak egy részében.

Hogy melyik intervallumban milyen átbocsátóképesség lenne előnyös, az a napszak, évszak és az épület rendeltetése alapján dönthető el. **Télen**, napközben a látható és a rövidhullámú infrásugárzás tartományában nagy átbocsátóképesség előnyös (természetes világítás, sugárzási hőnyereség). a hosszúhullámú infrásugárzás tartományában kicsiny átbocsátó (és emissziós) tényező kívánatos a veszteségek csökkentése szempontjából. **Nyáron** a rövidhullámú infrásugárzás tartományában a lehető legkisebb átbocsátási tényező az előnyös (hűtési hőterhelés, a helyiség túlzott felmelegedése). A látható fény tartományában az átbocsátási tényező csökkentését alulról korlátozza a természetes világítás igénye.

A fototróp üvegek anyagába ezüsthalogenideket kevernek, amelyek intenzívebb sugárzás esetén barna vagy szürke árnyalatban elsötétedve az áteresztőképességet csökkentik. A jelenség reverzibilis: kisebb besugárzás esetén az üveg visszanyeri átlátszóságát. Ezek tartósan igénybe vehető, hosszú élettartamú üvegek. Hátrányuk az, hogy a rövidhullámú infratartományban nem hatásosak: a hőterhelés nagy része ebben az intervallumban, mint sugárzás bejut a helyiségbe. Az átbocsátóképesség csökkenése elsősorban a látható fény tartományát érinti, ami a természetes világítás szempontjából előnytelen. Az elnyelt sugárzástól felmelegedett üvegtábláról hőleadással jelentős „másodlagos” hőterhelés jut a helyiségbe.

A téli és a nyári igények összebékítése szempontjából jobbak a **termotróp üvegezések**, amelyek áteresztőképessége az üveg hőmérsékletének függvénye. Az áteresztett hányad adott, a gyártás során 1-2 °C pontossággal beállított üveghőmérsékletnél a napsugárzás teljes spektrumában nagyjából egyforma mértékben, többször tíz százalékkal csökken, így ezek télen, derült időben nem sötétednek el. Ezt a megoldást először a transzparens hőszigetelések nyári védelmére fejlesztették ki.

A megoldás lényege két normál üvegréteg között vékony rétegben elhelyezett **gél**. E gél fagyáspontja -50 °C, normál körülmények között tehát fagyveszélytől nem kell tartani.

A gél vegyileg stabil, ellenáll az ultrabolya és fénysugárzásnak, nem mérgező és fiziológiailag semleges.

A természetes világítás szempontjából előnyös, hogy az elhomályosodott termotróp üvegezés által áteresztett fény diffúz.

1.1.4.3. Változtatható tulajdonságú üvegezések

Az e kategóriába tartozó megoldások az **elektrokromogenikus üvegezések**. Több fajtájuk ismert, valamennyi lényege az, hogy a több rétegből egy táblává összeépített „üveg” két szemközti felületére villamos törpefeszültség kapcsolható. Az áteresztőképesség a feszültség ki- bekapcsolásával változtatható, kézi vagy automatikus úton.

Bár a hőterhelés csökkentését tekintve kifejezetten passzív stratégiáról van szó, ezt a megoldást eddig inkább csak „high-tech” automatikával felszerelt, légkondicionált irodaházakban alkalmazták a mesterséges hűtés energiafogyasztásának csökkentésére.

Egyik változatában az 1-5 V elektromos feszültségre csak a kapcsolás ideje alatt van szükség, amíg az ionok és elektronok elmozdulnak. Ezt követően tartós feszültségkülönbség nélkül a kapcsolással létrehozott állapot egy-két napig fennmarad. Az áteresztési tényező „átlátszó” állapotban 60-65%, „homályos” állapotban 16-20%.

A folyékony kristállyal működő üvegezésben a szerkezet átlátszó - üveg - fedőrétegei között folyékony kristályokat tartalmazó rétegből áll. Az üvegek belső felületein elektromosan vezető bevonat van. Az elektromos mező hatására a folyékony kristályok irányítása (polarizációja) változik. Az elektromos feszültségkülönbséget a „homályos” állapot teljes időtartama alatt fenn kell tartani. „Átlátszó” állapotban az üvegezés transzlucens, azaz diffúz megvilágítást biztosít.

Az **elektroforetikus üvegek** kísérleti stádiumban vannak. 3-5 rétegből állnak. Az aktív rétegben mintegy 1 µm hosszúságú tűszerű elemi részecskék vannak szerves folyadékban, gélben, vagy filmkapszulákban. Az aktív réteg két elektromosan vezető réteg között van.

A szerkezetet két transzparens - üveg - réteg határolja. Ha nincs elektromos feszültség, az elemi részecskék rendezetlenül helyezkednek el, a szerkezet „homályos”. Elektromos feszültség hatására az elemi részecskék párhuzamos állásba kerülnek, a szerkezet áttetszővé válik mindaddig, amíg a feszültség fennáll.

1.1.4.4 Az alkalmazás szempontjai

Ha valamennyi tényező mérlegelése alapján inkább lemondunk a természetes világítás és a téli sugárzási hőnyereség egy részéről, mert ez az ára annak, hogy a mesterséges hűtést elkerülhessük és ennek érdekében „hővédő” üvegezést alkalmazunk, akkor következőkre célszerű különös figyelmet fordítani:

- **A „hővédő” üveg ne elnyelő típusú legyen.** Ez ugyanis az elnyelt sugárzási hánnyadtól jelentősen (többször tíz fokkal) felmelegszik. Túl azon, hogy a dilatációs problémák igen nehezen oldhatók meg, a meleg üvegfelület úgy

működik, mint egy sugárzó fűtőtest, a hőérzet remélt javulása elmarad.

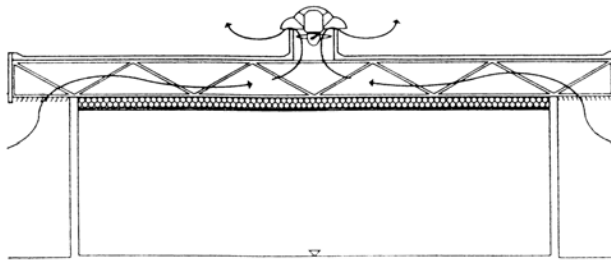
- **A helyiségek az ablakok kinyitása nélkül legyenek szellőztethetők.** Ha ugyanis a szellőztetés végett az ablakokat nyitva kell tartani, akkor közömbös, hogy milyen üvegezést alkalmaztunk.
- **A természetes világítás szintje a csökkent áteresztőképesség mellett is kielégítő legyen.** Olykor előfordul, hogy a „túl jó hővédelem” következtében derült nyári napokon is szükség van mesterséges világításra. Túl azon, hogy a mesterséges világítás energiát fogyaszt, a fényforrások hőleadása a hőterhelést is kellemetlenül megnöveli - a végeredmény rosszabb, mintha nem alkalmaztunk volna „hővédő” üvegezést.

1.1.5 A vízzel elárasztott és permetezett határoló szerkezetek

A lapostetők és más határoló szerkezetek vízzel való elárasztása, illetve permetezése a biotechnikai viszonyokat alapvetően három módon befolyásolja:

- **a víz mint párolgó közeg jelentős hőmennyiség leadására képes;**
- **a vízréteg megváltoztatja a szerkezet hővezetési ellenállását;**
- **a víz az elárasztás esetén (mint egy újabb nagy hőtehetetlenségű réteg) növeli a tető hőtehetetlenségét, javítja csillapítását.**

Az elárasztás, illetve a permetezés a nyári időszakban lényegesen csökkenti az épületek tetőfödémén, illetve falszerkezetein át a térbe (helyiségekbe) bejutó hőterhelést, és lehetővé teszi a klímaberendezés teljesítményének és energiafogyasztásának nagyon is számottevő mérséklését, esetleg megoldhatja a kielégítő hőérzeti viszonyok - klímaberendezés alkalmazása nélküli - elérését.



1.1.6 Zöld tetők, zöld homlokzatok

A zöld tetők két alaptípusa ismeretes. **Az extenzív zöldtető** esetén a teherhordó szerkezet és lejtést adó réteg, a tetőszigetelés, valamint a szűrő-szivárogtató-víztározó rétegek felett **kisebb rétegvastagságú termőtalajból** („tetőföld”) és szárazságtűrő növényzetből kialakított tetőről beszélünk, amely nem szolgál állandó emberi tartózkodásra. Az extenzív zöldtetők termőtalaj rétegének vastagsága általában kisebb, mint 20 centiméter.



Az intenzív zöldtető („tetőkert”) jellemzője, hogy **vastagabb tetőföldréteget** tartalmaz és teljes értékű hasznosítása lehetséges. A termőtalaj különböző jellegű és térigényű növényzet befogadására alkalmas a vegyes növényzettől a lombos, vagy örökzöld fákig, bokrokig, cserjékig. Mint hasznosított tető a kertépítészet elemeinek alkalmazására is megfelelő, sőt esetenként még játékra vagy sportolásra is alkalmas. A tetőföld vastagsága általában 20-40 centiméter, de nagyobb gyökérzetű növények esetén a gyökerek fejlődésének térigényére is tekintettel kell lenni. Az általában igényes növényzet rendszeres és gondos ápolást igényel.



Mindkét esetben elmondható, hogy **a talajréteg növeli a hőátbocsátási ellenállást** és a **hőtárolóképességet**. A talajréteg tömege mellett fontos szerepe van még egyrészt a talajréteg nedvességtartalmának (a víz fajhője ötször akkora, mint a szilikátbázisú anyagoké), másrészt a **víz elpárolgásával együtt járó hőelvonásnak**. A víz a talajból közvetlenül is párolog, de ennél nagyobb a növényzet által elpárologtatott víz hatása (1 m² levélfelületről annyi víz párolog, mint 0,6-0,7 m² szabad vízfelszínről). Mindezen túlmenően a **növényzet árnyékoló szerepe** is érvényesül.



A homlokzatok előtt alkalmazott kúszónövények nyáron árnyékoló hatásukkal mérséklék a homlokzati felület felmelegedését. Miután a levelek a direkt napsugárzás irányára merőleges helyzetet foglalnak el, a „zöld” árnyékoló mögött egy jól átszellőző légréteg és abban a felhajtóerő következtében légáramlás is kialakul, ami a hatást fokozza. (Amennyiben örökzöldekről van szó, ugyanezek a levelek télen - ismét a direkt sugárzás irányára merőleges helyzetbe állva - egymásra takarnak, a légréteg mint egy bezárul, ami a **hőszigetelő hatás szempontjából előnyös.**)

1.2 A hőterhelés eltávolítása

1.2.1 Természetes szellőztetés

A hőterhelés eltávolításának legkézenfekvőbb módja a szellőztetés: ha a helyiség hőmérséklete magasabb, mint a helyiségbe belépő szellőző levegőé, akkor a szellőző levegő, miközben a helyiség levegőjének hőmérsékletére felmelegszik, hőt vesz fel, ami a levegővel együtt a környezetbe jut. A hőterhelés eltávolítása szempontjából **a nagyobb légcsereszám előnyösebb:** a nagyobb légtömegáram adott hőterhelés felvétele során kevésbé melegszik fel, a helyiség léghőmérséklete alacsonyabb lesz. A légcsereszám növelésének azonban egyrészt fizikai, másrészt hőérzeti korlátai vannak.

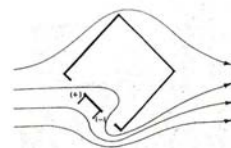
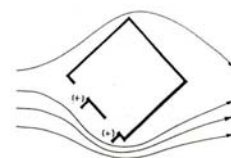
A fizikai korlát abból ered, hogy az áramló levegőnek le kell győznie az útjába eső áramlási ellenállásokat. Ehhez nyomáskülönbségre van szükség. **Természetes szellőztetés esetén** a nyomáskülönbség a felhajtóerőből és a szél hatásából származik és ezért meglehetősen csekély. De **gépi szellőztetés esetén** is határt szab a légcsereszám növelésének a ventilátorok energiafogyasztása és a légcsatornák helyigénye.

A hőérzeti korlátot a huzathatás jelenti: a helyiségben magában az áramló levegő sebessége nem haladhat meg egy bizonyos értéket. A hőérzeti szempontok természetesen csak akkor képeznek korlátot, ha a helyiség „foglalt”, abban emberek tartózkodnak. A foglaltsági időszakok egyes esetekben (iroda, iskola) elég pontosan adóttak.

Napi periódusban változó hőterhelés esetén a helyiség hőmérsékletének napi átlagértéke magasabb, mint a külső hőmérséklet napi átlaga. A nap folyamán azonban adódnak olyan időszakok is, amikor a külső léghőmérséklet magasabb, mint a belső.

A passzív hűtés szempontjából a célszerű szellőztetési stratégia a következő:

- a huzatpanaszok kockázatának határáig maximális intenzitással szellőztetni, ha a helyiség foglalt és a külső hőmérséklet alacsonyabb, mint a belső;
- a fizikailag lehetséges maximális intenzitással szellőztetni, ha a helyiség nem foglalt és a külső hőmérséklet alacsonyabb, mint a belső;
- csak a benntartózkodó emberek száma és a helyiségben folyó tevékenység alapján számított kötelező légcsereszámmal szellőztetni, ha a helyiség foglalt és a külső hőmérséklet magasabb, mint a belső;
- nem szellőztetni, ha a helyiség nem foglalt és a külső hőmérséklet magasabb, mint a belső.

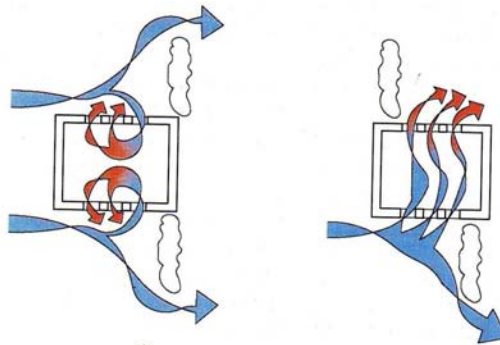


Szokványos épületek esetében nyári feltételek között a természetes szellőzés inkább a szél hatására alakul ki, hiszen a belső és a külső hőmérséklet különbsége - jó esetben - csekély és előjele is változó.

A szél hatása a szél terelésével fokozható, ezzel a lehetőséggel azonban a téli hőveszteség miatt csínján kell bánni. **A téli és a nyári szempontok** közötti ellentmondás **lombhullató növényzet alkalmazásával** oldható fel. A növényzet fontos szerepet játszhat, legyen célunk akár a szélnyomás csökkentése, szélárnyékos zóna kialakítása, a levegő terelése vagy a szellőztetés serkentése.

A szellőztetés intenzitása szélterelő falakkal fokozható. Ezek váltakozó elhelyezése egyes ablakoknál túlnyomást, másoknál szívást eredményez. A szélterelő falak a mediterrán övezetben ismertek. Mérsékelt, kontinentális éghajlati feltételek mellett ilyeneket alkalmazni - a téli félév miatt - esetleg kockázatos lenne, bár adott körülmények között a függőleges árnyékoló lamellák szélterelő falként is kialakíthatóak. Alacsonyabb épületek esetén lombhullató növényzetet, sövényeket lehet használni szélterelő falnyúlványként.

A szél hatásának fokozása lehetséges a következő törvényszerűség alapján is: az áramlási sebesség növelése a statikus nyomás csökkenésével, azaz szívóhatással (Venturi-hatás) jár együtt. Ez a jelenség tetőszellőzők, felülvilágítók megfelelő kialakításával, a szellőzőkürtők kitorcolására szerelt deflektorokkal, különböző irányba néző csonkokkal használható ki.



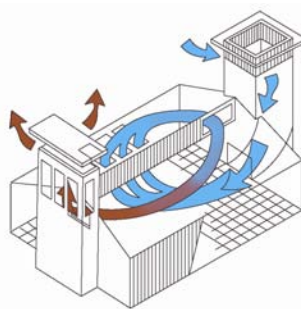
Az eltolt helyzetű szélterelő falak vagy sövények egyikénél túlnyomás, a másikonál szívás alakul ki, ez jó keresztzellőzést eredményez

A szél terelésére szolgálnak a hagyományos mediterrán és arab épületeken alkalmazott **széltornyok** (wind tower). Ezek olyan épített, kürtőszerű szerkezetek, amelyek nyílása az uralkodó szélirányba néz, és a légáramlást az épületbe kényszeríti.

A hagyományos alapelvek ma is alkalmazhatók. Széltornyok alkalmazhatók a levegő bevezetésére, kürtők a levegő kivezetésére. Az utóbbiak kitorcolását huzatnövelő szívófejjel ellátva a Venturi-hatás is kihasználható. A kürtők az épület karakterét meghatározó motívumokként is megjeleníthetők.

Természetesen mind a bevezető, mind a kivezető áramutak szabályozási-zárási lehetőségét biztosítani kell.

A nyáron korlátozott felhajtóerő növelhető. A **napkémény** (solar chimney) egyaránt lehet valóban kéményszerű vagy egy vonalszerű felülvilágítóhoz hasonló felépítmény, levegőelvezető nyílással. A működés lényege az, hogy a napkéményben a levegő a napsugárzás hatására jelentősen felmelegedik (ez nem okoz gondot, hiszen a felmelegedés már a helyiség légtérén kívül történik). A nagy hőmérséklet-különbség nagy felhajtóerővel jár. A felmelegedést a napkémény külső felületének sötét színével, szelektív bevonatolásával vagy üvegfedésével lehet fokozni.

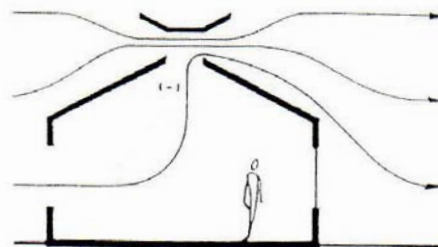


A hűtőhatás szempontjából **fontos a friss levegő vételezésének helye** is. Tapasztalati tény, hogy az épület közvetlen környezetében a levegő hőmérséklete nem egyforma, az eltérések a benapozás, a burkolat, a növényzet következményei.



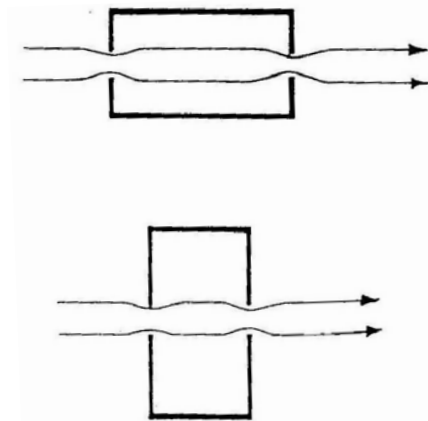
A növényzet kisebb vízfelületekkel, szökőkutakkal kombinálva az adiabatikus hűtéshez hasonló folyamatot idéz elő. Nem véletlen, hogy a mediterrán övezet hagyományos épületeinek nyáron legkedveltebb tartózkodási helye - és egyszerismind az épület szellőztetésére szolgáló levegő „beszerzési helye” is - az átrium, ahol e két egyszerű eszközzel - növényzettel és vízzel - a tágabb környezethez viszonyítva 5-7 °C-kal alacsonyabb hőmérsékletet lehet elérni. Ha nem is ennyire látványos, de érdemi eredmények érhetők el a mérsékelt öv feltételei között is.

Az épületen belüli légmozgás a felhajtóerőből és a szél hatásából származó nyomáskülönbségek összegeződésének megfelelően alakul ki. A levegő belépése jellemzően az alsó és a szél felőli nyílásokon, kilépése a felső és szélárnyékban lévő nyílásokon és kürtőkitorkolásokon történik. Ez tendenciaszerűen meghatározza a levegő útvonalát mind vízszintes, mind függőleges vetületben.



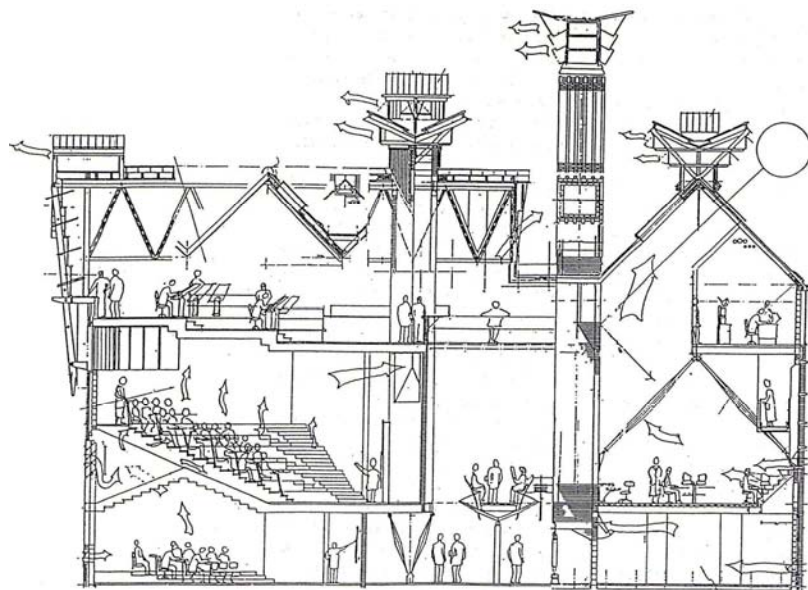
Kevesebb esély van a keresztzellőzésre, ha az épületnek csak két szemközti homlokzatán vannak nyílászárók („sávház”). Ekkor jó esetben egy homlokzat kerül nyomás alá, a másik pedig szívott lesz. Ha azonban a szél a homlokzatokkal párhuzamosan vagy közel párhuzamosan fúj, akkor nyomáskülönbség nem vagy alig alakul ki. (Ezen segíthetnek a szélterelő falak, sövények.) Még kedvezőtlenebb a helyzet, ha csak egy homlokzaton vannak nyílászárók.

A helyiség átöblítése a méretarányoknak, az ablak elhelyezésének, méreteinek és működési módjának függvénye.



Az épület alaprajzát oly módon kell szervezni, hogy a szellőző levegő először az igényesebb, „tiszta” helyiségeket öblítse át, majd fokozatosan jusson az egyre nagyobb pára- és szagterhelésű helyiségekbe (például lakószoba – étkező – konyha – fürdő - WC útvonalon). Az „útvonal” a nyílászárók elhelyezésén kívül a szellőzőkürtők elhelyezésével is „szervezhető”.

Az éjszakai szellőztetés lényegében a stratégiák leírásában benne foglaltatik, hiszen ez az az időszak, amikor a külső léghőmérséklet bizonyosan alacsonyabb, mint a belső, és a lehető legintenzívebb légcserére lehet törekedni. Ennek azonban számos épületszerkezeti, építészeti és üzemeltetési feltétele van, mint például az ablakszárnyak rögzítési lehetősége, a csapóeső és a viharos szél elleni védelem, rovarok, állatok bejutásának megakadályozása, vagyonvédelem, környezeti zaj elleni védelem.



School of Engineering, Leicester, UK

1.2.2 Résszellőzők



A mai, korszerű építőipari anyagok és nyílászárók alkalmazása által a **belső terek teljesen zárt rendszerre váltak**. Megfelelően **tervezett szellőztetés hiányában** megnövekvő páratartalommal, illetve páralecsapódással kell számolnunk. Ez egyrészt csökkenti a komfortérzetet, valamint a falak penészedéséhez is vezethet. A megfelelő komfortérzetet biztosító szellőztetés különös jelentőséggel bír olyan helyiségek esetében, ahol a külső zajterhelést csak a megfelelő hangszigetelési paraméterekkel rendelkező nyílászárók teszik elviselhetővé.

A **résszellőző rendszerek** légbevezető és légelvezető elemei a belső páratartalom folyamatos érzékelésével, zsaluk nyitásával és zárásával a lakás minden helyiségében, illetve teljes területén, **automatikusan és külső segédenergia nélkül szabályozzák a beáramló friss levegő, valamint az elvezetésre kerülő szennyezett levegő mennyiségét, biztosítva ezzel a belső légtérben a mindenkori optimális légcserét és a páratartalmat**. Elmondható, hogy a szellőztetési rendszerek légbevezető és légelvezető elemeinek automatikus működése optimalizált (megelőzve a páralecsapódást és annak összes károsító következményét), és megfelelő komfortérzetet nyújtó folyamatos légcserét biztosítanak, valamint jelentős fűtési energia megtakarítást is eredményeznek, hiszen alkalmazásukkal kiváltható a tradicionális szellőztetés.

1.2.3 A gépi szellőztetés, mint passzív hűtés

Bár a gépi szellőztetés külső energia bevezetését igényeli, de ha a rendszerben nincs hűtőgép, akkor az a passzív vagy hibrid kategóriába sorolható. Ebben az esetben nyáron a levegőt vagy kezeletlenül juttatjuk a helyiségbe, vagy csak olyan légkezelést alkalmazunk, amely nem igényel mesterséges hűtést. Természetesen ugyanaz a gépi szellőztető rendszer, amelynek nyáron az egyik legfontosabb funkciója a hőterhelés eltávolítása, az év további részében általános szellőztetési, esetleg légfűtési funkciókat is elláthat.

1.2.3.1 Gépi szellőztetés

A gépi **szellőztetés kiegyenlített**, ha a befúvott légáram ugyanakkora, mint az elszívott. Ez a spontán filtrációs levegőforgalmat nem befolyásolja.

Ha a befúvott és az elszívott légáram különböző, a **szellőztetés kiegyenlítetlen**. Ha a **befúvott légáram a nagyobb** (akár úgy is, hogy csak befúvás van), a helyiségben túlnyomás alakul ki: akkora, hogy az el nem szívott levegő a réseken keresztül távozni tudjon. Ezzel a *helyiséget a környezettől védjük*, mert a túlnyomással a külső levegő beáramlását akadályozzuk.

Ha **az elszívott légáram a nagyobb** (akár úgy is, hogy csak elszívás van), a helyiségben depresszió alakul ki: akkora, hogy a be nem fúvott levegő a réseken keresztül be tudjon lépni a helyiségbe. Ezzel a *környezetet védjük a helyiségtől*, mert a depresszióval a helyiségből való kiáramlást megakadályozzuk.

A gépi elszívást gyakran alkalmazzák a „vizes helyiségek” (konyha, fürdőszoba, WC) szellőztetésére. Az itt kialakuló depresszió akadályozza a nedvesség és a szagok továbbterjedését a szomszédos helyiségekbe. Ugyanez a depresszió megnöveli az épületbe infiltrálódó légáramot.

1.2.3.2 Mennyezeti ventilátorok

Az emberi test konvektív és párologtatásos hőleadása a légmozgás intenzitásának függvénye. Különösen fontos ez akkor, ha a levegő hőmérséklete magas és ezért a hőleadásban az izzadtság elpárologtatása nagyobb hányadot képvisel. **Magasabb léghőmérséklet mellett tehát az intenzív légmozgással járó szellőztetés a légmozgást tekintve is előnyös.**



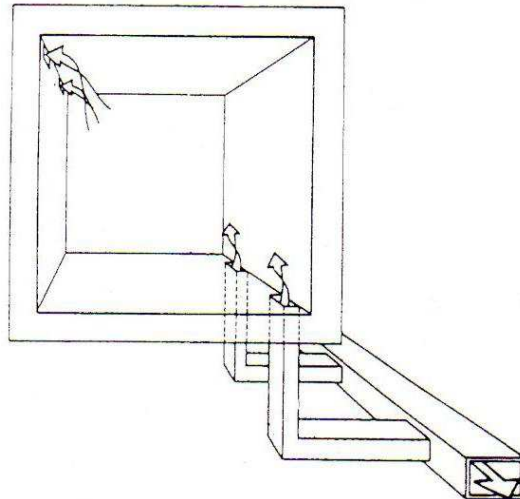
Ha azonban a külső hőmérséklet pillanatnyi értéke magasabb, mint a belső, akkor az intenzív szellőztetés nem célszerű; a jóval szerényebb kötelező légcseré viszont nem eredményez élénk légmozgást.

Ennek áthidalására alkalmaznak olyan - rendszerint a mennyezetre függesztett, függőleges tengelyű, kisebb méretben hordozható asztali - **ventilátorokat**, amelyek **a levegőt nem cserélik, csak keverik** a légmozgás élénkítése, a hőérzet javítása céljából. E „szellőzési” módot az irodalom néha - félreérthető módon - „komfort szellőztetésnek” is nevezi.

1.2.3.3 Talajba fektetett szellőző légcsatornák

A talaj hőmérséklete az év folyamán annál stabilabb, minél mélyebben mérjük. Ha a szellőzőlevegőt a talajba elegendően mélyen fektetett légcsatornában szállítjuk, az alacsonyabb hőmérsékletű környezetben a levegő lehűl,

energiatartalmának egy részét a környezetnek átadja. Ettől a légcsatornát körülvevő talaj hőmérséklete persze megemelkedik, de miután igen nagy tömegről van szó, ez a hőmérséklet-emelkedés csekély mértékű és lassú. (Az egyensúly éves szinten helyrebillenthető, ha télen - a levegő előmelegítése céljából - ugyanezen a légcsatornán át szívjuk be a levegőt.)



A talajba süllyesztett szellőző elvi sémája



Túl lassú légáramlás mellett a hőátadás feltételei romlanak, túl nagy légsebesség esetén a ventilátor hajtómotorjának energiafogyasztása meredeken nő. Több párhuzamos légcsatorna esetén a hőcserébe bevont talaj tömege nagyobb lehet.

A légcsatornát enyhe lejtéssel kell fektetni, a levegőből esetleg kicsapódó víz összegyűjtéséről és eltávolításáról, valamint a légcsatorna elszennyeződésének megelőzéséről gondoskodni kell.

A talaj hőmérséklete függ a felszíntől. Alacsonyabb talajhőmérséklet alakul ki, ha a felszín árnyékban van, növényzettel van betelepítve (párologtatásos hűtés), és a növényeket rendszeresen locsolják.

A talajvíz (az építési nehézségektől eltekintve) **előnyös**: a nedves talajnak nagyobb a hővezetési tényezője és a fajhője, ha pedig a talajvíz mozog (filtrálódik) is, akkor az energiacserebe bevont tömeg - a konvektív áramok miatt - tetemesen megnő.

1.2.3.4 Adiabaticus hűtés

Az adiabaticus hűtés egy olyan folyamat, amelynek során a levegő hőmérsékletét csökkentjük, anélkül, hogy hőtartalmát megváltoztatnánk. Ez úgy lehetséges, hogy a levegőt nagy felületen vízzel hozzuk érintkezésbe, ami leginkább a **víz porlasztásával vagy nagy felületű vízfilm kialakításával lehetséges.** A levegő a vizet felmelegíti, ekkor hőt ad le. A víz egy része ettől a levegőbe bepárolg, és a felvett párolgási hőt a levegőbe visszaviszi. Így a levegő hőtartalma nem változik, hőmérséklete csökken, nedvességtartalma nő. A folyamat természetes szellőztetéssel is megvalósítható, de a hatásosabb működés fenntartásához külső energiaforrást kell igénybe vennünk, ha a víz keringtetésére - porlasztására szivattyút, a levegő keringtetésére ventilátort alkalmazunk.

A rendszer klasszikus példái az arab országokban találhatók. A korszerű épületgépészeti megoldásban a levegő egy beszívónyíláson, majd cseppleválasztón keresztül a mosókamrába jut, ahol 2-3 csőkereten elhelyezett porlasztókból vizet permeteznek az áramló levegőbe. Az el nem párolgó víz a mosókamra alján gyűlik össze, ahonnan a keringtető szivattyúhoz folyik. Az elpárolgó vizet pótolni kell. A lehűlt, nedvesebb levegő az utócsepp-leválasztón keresztül a ventilátorhoz, majd légcsatorna hálózaton át a helyiségbe jut.

Ha a külső levegő nedvességtartalma túl magas, az adiabaticus hűtés indirekt úton, két lépcsőben valósítható meg. Az első lépcsőben a levegőt hőérzeti korlátozások nélkül a lehető legnagyobb mértékben lehűtjük, és ezzel nedvesítjük is. Ezt a levegőt egy hőcserélőbe, majd onnan a szabadba vezetjük. A hőcserélő másik oldalán a szabadból beszívott külső friss levegőt áramoltatunk át, amelyet ezután a helyiségbe juttatunk. A felületi hőcserélőben ez a levegő lehűl, de abszolút nedvességtartalma nem, relatív nedvességtartalma is csak a lehűlésnek megfelelő mértékben változik.

1.2.3.5 Sugárzó hűtés

A passzív hűtés egyik lehetőségének alapja a **határoló szerkezeteknek az égbolt felé irányuló sugárzásos hőleadása.** Ez azonban érdemben csak a tető alatti szint energiamérlegét befolyásolja.

Többszintes épületek esetében a sugárzó hűtés hibrid rendszerrel valósítható meg, a tető felett egy légjáratos, vízszintes sugárzó panel van, amelynek felületi hőmérséklete az éjszaka folyamán a hosszuhullámú infrasugárzással leadott energia miatt lecsökken. Ezzel a légjáratokban keringtetett levegő is lehűl, és - gépi szellőztető rendszer közvetítésével - alacsonyabb hőmérsékleten vezethető be a helyiségekbe.

Ily módon - a levegő, mint közvetítő közeg alkalmazásával - nemcsak a legfelső szinti, hanem más helyiségek is hűthetők.

1.3 A hőmérsékletingadozás csillapítása

A belső hőmérsékletingadozás csillapítása a helyiséget burkoló szerkezetek hőtároló képességétől függ. Általában **a nagy hőtárolóképesség az előnyösebb**, mert ekkor a belső hőmérséklet lengése és maximuma kisebb. Abban az esetben, ha a helyiség használata arra az időszakra esik, amikor a belső hőmérséklet az átlagérték alatt van, a kis hőtárolóképesség is lehet előny.

A hőtárolóképesség a rétegtrendtől és az alkalmazott anyagoktól függ és vagy az *aktív hőtároló tömeggel*, vagy a *hőstabilitással* szokták kifejezni.

A hőtároló tömeg a hőterhelés felvétele szempontjából háromféle lehet az irodalomban szokásos megnevezésekkel: elsődleges, másodlagos és kihelyezett.

Elsődleges hőtároló tömegnek tekintendő az a szerkezet, amelyet közvetlenül ér a napsugárzás, mint például a padlót, belső válaszfalat vagy azoknak egy részét.

A másodlagos hőtároló tömeget közvetlen napsugárzás nem éri. Ezek részben az elsődleges hőtároló szerkezetek felületéről kiinduló hosszúhullámú infrásugárzástól, részben az ott felmelegedett levegő közvetítésével melegednek fel.

A lényeges különbség a kettő között az, hogy az elsődleges tárolók közvetlenül veszik fel az energiát, és a velük érintkező helyiséglevegő csak a felületük hőmérsékletére melegszik fel. A másodlagos tároló azonban „közvetítők” révén vesz fel energiát, amihez hőmérséklet-különbség kell, vagyis a környezetnek melegebbnek kell lennie, mint a felületének.

A kihelyezett tárolók (pl. kőágy) és a helyiség között az energia csak konvektív úton, légárammal szállítható, így itt még nagyobb hőmérsékletkülönbség alakul ki a levegő és a tároló között, mind a feltöltés, mind a kisütés során. Ezzel szemben a kihelyezett tároló tömegét nem korlátozzák szerkezeti és önsúly problémák, a tárolóanyag felület-térfogat viszonya igen nagy lehet.

A hőtárolóképesség szerepét nem szabad túlértékelni abban az értelemben, hogy a valós helyzet lényegesen rosszabb is lehet, mint amit a számított érték alapján várni lehet. Ez akkor következik be, ha a helyiség bútorzata, szőnyegek, stb. a direkt napsugárzás útját részben blokkolják, a felületeket a helyiség levegőjétől elszigetelik, így az elsődleges tárolók másodlagossá válnak, a szerkezetek és a helyiség közé egy hőszigetelő hatású réteg ékelődik.

1.3.1 A hőtárolóképesség fokozása

A hőtárolóképesség fokozásának **legegyszerűbb módja a nagy tömegű, nehéz szerkezetek alkalmazása.**

Önmagukban a nehéz szerkezetek azonban még nem garantálják a nagy hőtároló képességet. Az csak akkor alakul ki, ha ezek a szerkezetek „hozzáférhető”, **aktívan részt vesznek a hő felvételében és leadásában.** E szempontból kitüntetett szerepe van a helyiség felőli első réteg(ek)nek. A hőtároló képesség annál nagyobb, minél nagyobb e (felületképző, burkoló, ágyazó) rétegek hővezetési tényezője és

tömege. Az állítás fordított megfogalmazásban is igaz: a legnehezebb teherhordó szerkezetek hőtároló képessége sem érvényesülhet, ha azokat a helyiségtől jó hőszigetelőképességű, könnyű rétegek (például padlószőnyeg, álmennyezet, hangelnyelő burkolat, légréssel szerelt burkolólemezek) választják el.

A hőtárolóképeség nagyobb, ha azon belül az elsődleges hőtároló tömeg aránya magasabb. Ugyancsak segíti a hőtárolóképeség érvényesülését az, ha a belső felületeken a hőátadási tényező nagyobb (például az intenzív szellőztetés következtében).

A **szerkezetek mélyebben fekvő rétegeinek hőtároló képessége** oly módon aktivizálható, hogy abban légjáratokat alakítunk ki. A levegő keringtetésének időbeli szabályozásával a hőfelvétel és -leadás is bizonyos fokig szabályozható.

A helyiségeket burkoló határoló szerkezetek felülete, a szokványos szerkezetek és az ésszerűség a hőtároló képességet korlátozzák. E határon túllépni kétféle módon lehet.

Az egyik lehetőséget a különleges hőtároló szerkezetek jelentik, mint a vízfal vagy a fázisváltó hőtároló töltetek alkalmazása, a másik lehetőség a kihelyezett hőtárolók alkalmazása.

1.3.2 A talaj hőtároló képességének kihasználása



A hőterhelések csillapítását illetően lehetőség kínálkozik a talaj hőtároló képességének kihasználása. Ezen alapul a talajba fektetett légszűrő nyári hűtő - téli fűtő hatása is.

A talaj és az épület között közvetlenebb, „építészeti” jellegű kapcsolat is lehetséges. Ennek kézenfekvő példája a **talajra fektetett padló**. A padló szerkezet alatti talaj hőtároló

képessége azonban csak akkor játszik komoly szerepet, ha a padló szerkezetben nincs hőszigetelés. Ez a téli hővesztés miatt csak olyan éghajlati feltételek mellett járható út, ahol a fűtési energiaigény ezzel együtt elhanyagolható.

A mérsékelt éghajlati övezetben a kis alapterületű és/vagy tagolt körirajzú épületek teljes padlófelületét célszerű szigetelni, hiszen annak minden pontja aránylag közel van az épület kontúrjához. Ebben a változatban csak a hőszigetelés feletti rétegek hőtárolóképesége aktív.



A talajra fektetett padlón át hőveszteség elsősorban az épület kerülete mentén húzódó sávban és a lábazon keresztül lép fel. E veszteség mérséklésére egyaránt alkalmazható a padló szerkezetbe vízszintes helyzetben beépített vagy a lábazon függőlegesen elhelyezett - a talajba is benyúló - hőszigetelés. Ez utóbbi megoldással a padló alatti talaj hőtároló képessége kihasználható anélkül, hogy a hőveszteség túlzottan nagy lenne.

Nagy alapterületű, kompaktabb körrajzú épületnél olyan megoldás is lehetséges, hogy a vízszintes hőszigetelést csak az épület kerülete menti 1-2 m széles sávban építik be. A fennmaradó, hőszigetelés nélküli középső „folt” hővesztesége csekély, ugyanakkor ott a padló szerkezet alatti talaj hőtároló képessége érvényesül.

Lejtős terep esetén vagy feltöltéssel az épület egy vagy több oldalfala is érintkezhet a talajjal. A tetőn a zöldtető talajrétege jelenhet meg. Szélső esetben a földbe süllyesztett vagy földbe vájt épület csak egy felületen érintkezik a külső levegővel.



A talaj szerepének megítélésakor két dolgot egyértelműen szét kell választani: **a talaj szolgálhat a helyiség belső felületén támadó hőterhelések csillapítására vagy a határoló szerkezeteken át kívülről támadó hőterhelések csillapítására.** Hogy adott esetben melyik hatás érvényesül, az attól függ, hogy a szerkezetben van-e hőszigetelő réteg, és ha igen, akkor hol.

A talajra fektetett padló a belső felületen támadó hőterheléseket csillapítja, ha:

- nincs benne vízszintes hőszigetelő réteg,
- csak a kerület mentén van hőszigetelő réteg,
- a hőszigetelés a lábazon van.

A zöld tetők talajrétege a kívülről támadó hőterheléseket csillapítja, hiszen a hőszigetelő réteg közte és a helyiség között van.

Ha egy fal a talajjal érintkezik és nincs hőszigetelve, akkor az a belülről jövő hőterheléseket igen jól csillapítja, ugyanakkor télen jelentős hőveszteséggel kell számolni. Ha a fal hőszigetelt, akkor a belülről támadó hőterhelések csillapításában csak a hőszigeteléstől befelé eső rétegek vesznek részt. A talaj mindkét esetben csillapítja a kívülről érkező hőterheléseket, és a külső levegőnél melegebb környezetet biztosít.

1.4 Szabad terek hűtése

A nyári félévben értékes tereket képeznek az épületekhez csatlakozó teraszok és különböző szabadtéri létesítmények. Ezek esetében is alkalmazható számos passzív hűtési technika, ami értéküket növeli.

Ezen külső tereket a haladási iránynak megfelelően úgy rendezték el, hogy az ott tartózkodók fokozatosan jutnak egyre hűvösebb mikrokörnyezetbe, így nem éri őket az a kellemetlen „hősokk” hatás, ami például egy klimatizált épületbe való belépéskor gyakorta előfordul.

A fokozatokat fasorok, medencék, szökőkutak, vázszerkezetre futtatott növényzet, ponyvákkal árnyékolt közlekedő utak, az árnyékolt közlekedő utakon adiabatikus hűtés képezik. Utóbbi a légtérbe közvetlenül beporlasztott vízzel történik: a porlasztás olyan finoman szabályozott, hogy a víz a levegőbe azonnal bepárolog.

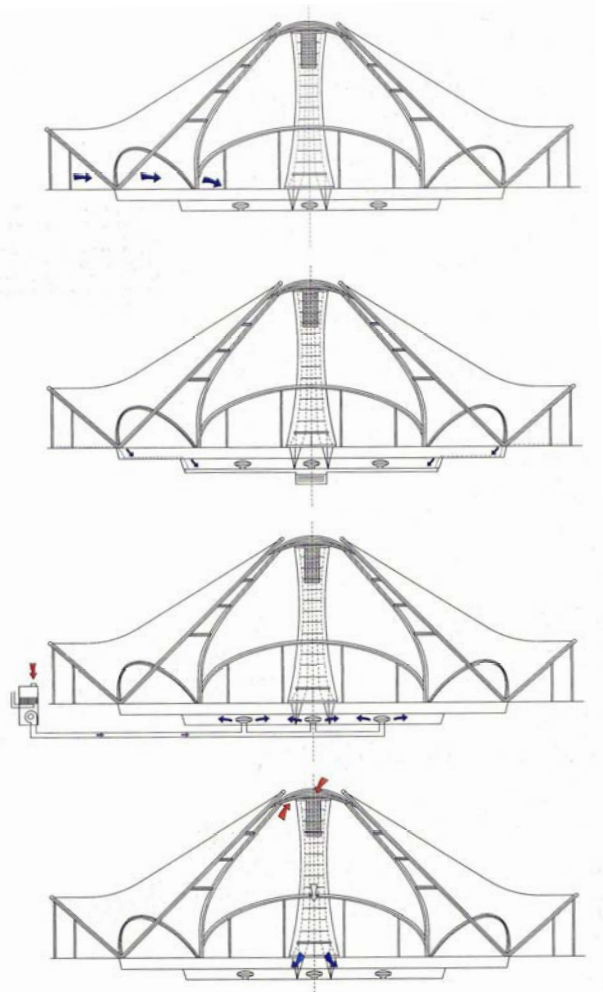
Az utolsó fokozatot a **bioklimatikus rotundának** nevezett létesítmény képezi.

Ez egy kör alakú, a felszín alá süllyesztett tér, amelyet vászonkupola árnyékol. A hidegebb levegő a sűrűségkülönbség okán a besüllyesztett, mélyebb részben gyűlik össze. A rotunda körül és magában a rotundában a növényzet árnyékoló, szélterelő és párologtatásos hűtőhatását egyaránt hasznosítják.

A rotunda kerülete mentén, ferde felületen vizet csörgedeztetnek. A járdák egyszemcsés betonból készültek, ennek struktúrájában szintén víz folyik, így a hidegebb felületek és az elpárolgó víz hűtőhatása érvényesül.

A rotundában lévő fák ágaira alig észrevehető, néhány mm átmérőjű rézcsöveket és porlasztókat szereltek, a vizet a levegőbe közvetlenül porlasztják be. Földalatti légcsatornákon szállítják a szellőzőlevegőt, amelyet a padok alatt fújnak be a térbe.

E technikákkal a rotunda tartózkodási terében 8-9 °C-kal alacsonyabb hőmérsékletet lehetett elérni, mint a „kezeletlen” szabad térben.



Egy további lépésként a sátorkupola opeionjához enyhén hiperboloid alakú függélyes fólia légcsatornát illesztettek, amelynek alsó nyílása a padlószint felett 3 m-rel volt. E légcsatornába - a kupola vázszerkezetére függesztve - ventilátort és porlasztókat szereltek. Ezzel az adiabatikus hűtéssel további 1,5-2 °C hőmérséklet-csökkenést sikerült elérni.



A „Bioklimatikus Rotunda” a Sevillai Expo területén

III.2. Aktív rendszerek - épületgépészet

A nyári időszakban a kellemes szobahőmérséklet elérése érdekében a klímaberendezéseket egyre több irodaház, ipari létesítmény, hotel, kórházépület és közintézmény használja, ami egyben kiadásait is növeli.

Az épület helyes kialakításával elkerülhető lenne a klímaberendezések használata. Ahol nem lehet ilyen átalakításokat végezni, ott a hűtési hőterhelést kell a minimumra csökkenteni, többek között minden lehetséges hőforrás alacsony szinten tartásával.

2.1 Hagyományos klímatechnikai berendezés

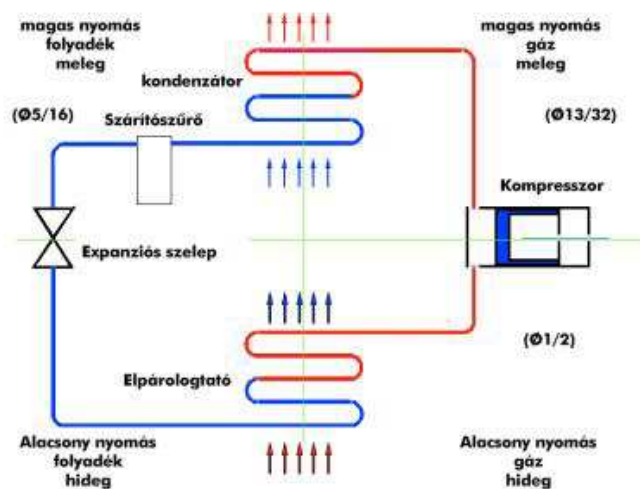
A hűtési vagy légkondicionáló rendszerek feladata, hogy bizonyos munkabefektetéssel hőt szállítsanak el egyik helyről egy másikra.

A hűtőközeg az a közeg, amely a hőt szállítja. Amikor a hűtőközeg átmegy az elpárolgatót, a hűtött térből való hőátvitel a hűtőközeg elpárolgását okozza.

Az elpárolgatót elhagyó hűtőközeget a kompresszor viszonylag nagy nyomásra és hőmérsékletre komprimálja.

Ezután a kondenzátoron halad át a hűtőközeg, ahol kondenzálódik, és hőcsere megy végbe a hűtőközeg és a hűvös környezet között.

Végül a hűtőközeg eléri az expanziós szelepet, ahol addig tágul, amíg el nem éri az elpárolgató nyomását.



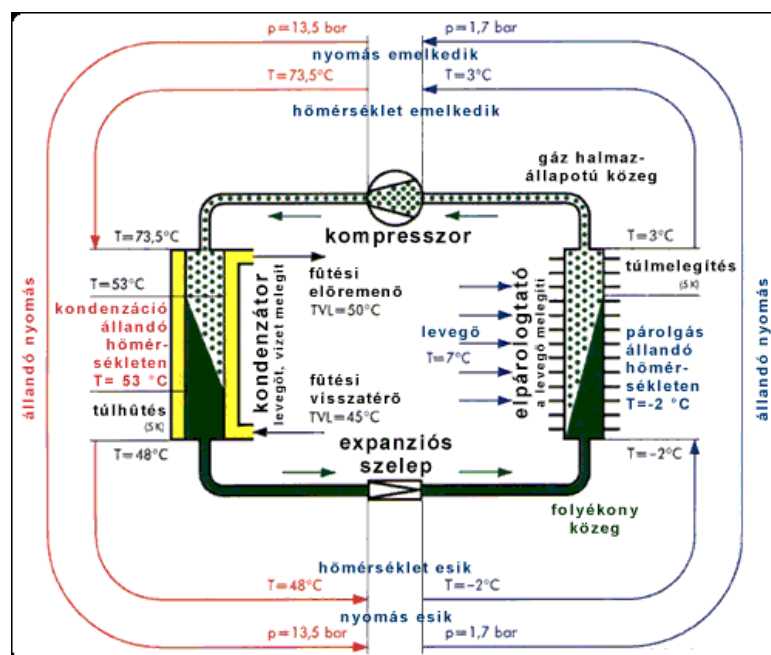
A klímaberendezés működése

2.2 A hőszivattyú

Egy tipikus rendszer hasonló elemekből áll, mint egy klímatechnikai rendszer: kompresszor, kondenzátor, expanziós szelep és elpárolgató.

A hőszivattyúkat fűtésre és hűtésre is lehet alkalmazni. Légkondicionálóként ugyanolyan módon működik, mint más hagyományos klímaberendezések.

A helyiség fűtését egy háromállású szelep segítségével lehet megvalósítani, amely megváltoztatja a hűtőközeg áramlási irányát. Ekkor a kondenzátorban leadott hő a helyiségbe jut, míg az elpárolgató hőt vesz fel a környezetből.

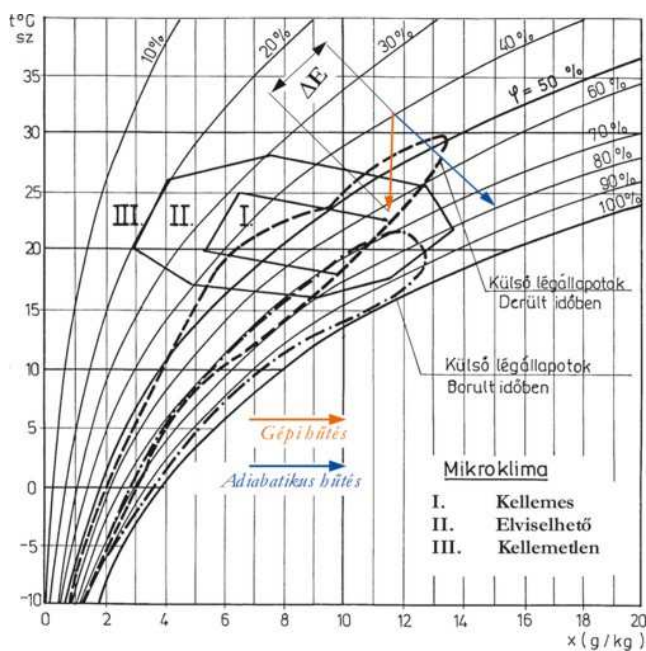


A hőszivattyú működése

Két hőcserélőt egy körvezeték köt össze. Egy kompresszor a csővezetékben olyan munkaközeget keringet, melynek igen alacsony a forráspontja, csak nagy nyomás alatt cseppfolyósodik. A hideg oldali hőcserélő előtt a folyékony halmazállapotban lévő munkaközeg nyomását egy nyomáscsökkentő szelep leejti 1,7 bar-ra. Ekkor a munkaközeg hevesen elpárolog, -2°C -ra lehűl, és a párolgáshoz **szükséges hőt a hőcserélő másik oldalán átfolyó környezeti közegből** (jelen esetben levegőből, de lehet vízből, termásvíz hulladékból, szennyvízből, stb.) **vonja el**, annak lehűtésével. A 3°C -ra felmelegedett munkaközeget a kompresszor elszívja, besűríti 13,5 bar nyomásra, melytől a lecsapódó munkaközeg felmelegszik $73,5^{\circ}\text{C}$ -ra. A lecsapódásnál felszabadul az a hő, melyet a környezetből elvont, megnövelve a kompresszorba betáplált és hővé átalakult energiával. Mindezt az energiát a másik hőcserélőn áthaladva átadja a fűtési rendszerben keringő fűtőközegnek.

2.3 Adiabatus hűtés

Az adiabatus hűtések meglepően hatásosak, megbízhatóan működnek, és töredéknyi energiát használnak fel, amellet, hogy a beruházási költségük is jelentősen alacsonyabb a szokásos gépi hűtésekkel összehasonlítva.



Adiabatus fűtés és gépi hűtés közötti különbség

A gépi hűtés esetén a levegőből hőt vonunk el úgy, hogy a levegő hőtartalmát (entalpiáját) csökkentjük. A levegő abszolút nedvességtartalma gyakorlatilag változatlan (ábra, piros nyíl).

Az adiabatus hűtésnél a levegő hőtartalma változatlan, a hőmérséklete viszont csökken a levegő által elpárologtatott víz párolgáshőjével (kék nyíl). A gépi hűtés fajlagos hűtőteljesítményét a diagramban ΔE -vel jelöltük. Az adiabatus hűtésnél a levegő relatív páratartalma jobban növekszik, mint a gépi hűtésnél. Egy határon túl a fülledtség érzése jelentkezik. A fülledtségi határ szubjektív mérőszám, egyes források szerint jó közelítéssel a 11,5 [g/kg] abszolút nedvesség ez a határ. Más források ennél jóval magasabb értékeket is megengedhetőnek tartanak, mert jelentősen függővé teszik a helyi légsebességtől, sugárzó hőtől és a hőmérséklettől is. Nyilvánvaló, hogy az egyes emberek eltérően reagálnak ugyanolyan környezeti paraméterekre. A relatív nedvesség megvalósítható 90–95%-os határa korlátot szab az adiabatus hűtéssel elérhető kilépő levegő hőfoknak. A reálisan megvalósítható hőmérséklet-csökkentés adiabatus hűtéssel 7–9 °C. Gyakorlati szabályként szokták említeni, hogy nyáron (átöltözés nélkül) az ember számára elviselhető hőfoklépcső 6–8°C.

Ez a határérték nagyon jól egyezik az adiabatikus hűtéssel megvalósítható hőfoklépcsővel.

Az adiabatikus hűtés előnyei:

- nagyon alacsony energiafelhasználás és költség,
- alacsony beruházási költség,
- kis meghibásodási lehetőség, alacsony szervizköltség,
- nincs környezetkárosító hatás,
- utólag is beépíthető a szellőzési rendszerekbe.

2.4 Hővisszanyerési lehetőségek a légtechnikában

A légtechnikai és klímatechnikai rendszerek üzemeltetése energiaigényes. Jelentős energia megtakarítást lehet elérni, különösen a nagy légszállítású rendszerek esetén különböző hővisszanyerő készülékek alkalmazásával.

A légtechnikában a legkézenfekvőbb hővisszanyerési lehetőség a **távozó levegő visszakeverése** a légtechnikai rendszerbe, ez azonban nem minden esetben problémamentes. A visszakeverésnek sok esetben korlátai (valamilyen szennyeződés a távozó levegőben, az épület rendeltetéséből adódó nagy frisslevegő-igény stb.) vannak, ilyenkor a távozó levegő hőtartalmát hővisszanyerő berendezések segítségével lehet hasznosítani.

A hővisszanyerő berendezéseket általában két nagy csoportba sorolják: **rekuperatív** (a hőcsere mellett anyagátadás nem valósítható meg) és **regeneratív** (a hőcsere mellett anyagátadás is megvalósítható) **elven működő hővisszanyerőkre** (hőhasznosítók).

2.4.1 Rekuperatív rendszerű hővisszanyerők

A rekuperatív elvű hővisszanyerőkben **az elszívott és a befújt légáram közötti hőcsere a szilárd hőcserélő felületen, a két légáram keveredése nélkül valósul meg**, vagyis anyagátadás (nedvességátvitel) nem jön létre.

A lemezes hővisszanyerőkben nincs mozgó alkatrész, üzemeltetésük során csak a légtechnikai rendszer légoldali ellenállásának megnövekedéséből adódó többlet energiafogyasztás jelentkezik költségként. Karbantartási igénye kicsi, mindössze a hőcserélő felület időnkénti mosása szükséges. További előnye, hogy megakadályozza a szagok és szennyeződések átvitelét a két légáram között. Mindezen előnyöknek köszönhetően a lemezes hővisszanyerők a légtechnikai gyakorlatban a legelterjedtebb hőhasznosítók.

Kevésbé ismertek az **üveglemezes hővisszanyerők**, amelyek különösen ipari alkalmazások esetén jöhetnek szóba, amikor az elszívott légáram agresszív anyagokat is tartalmaz.

A rekuperatív rendszerű hővisszanyerők másik elterjedt változata a **közvetítőközeges hővisszanyerő**. A két légáram közti hőcsere a két hőcserélő között, egy zárt rendszerben keringtetett közeg „közvetítésével” történik. A rendszer előnye, hogy a légcsatornák egymástól tetszőleges távolságban lehetnek, ez különösen a már meglévő légtechnikai rendszerek gazdaságosabbá tételére teremt jó lehetőséget. A rendszer hátránya, hogy jelentkezik a közvetítőközeg keringtetésére



fordított energiafogyasztás, illetve a szivattyú karbantartási igénye, mindezek mellett a fagyveszély lehetősége is fennáll.

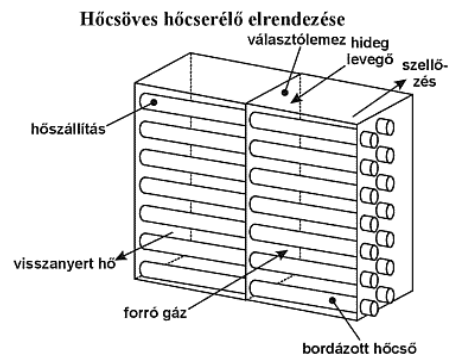
2.4.2 Regeneratív rendszerű hővisszanyerők

A legelterjedtebb regeneratív hővisszanyerő a **rotációs vagy forgódobos hővisszanyerő**. A forgódobként kialakított, porózus töltetű hőcserélőkben nem csak hőcsere, hanem anyagátadás is megvalósítható. A forgódob hol a távozó, hol pedig a friss levegővel találkozik. Télen az elszívott légáram felmelegíti a forgódob töltetanyagát, amely átfordulva a hideg légáramba előmelegíti a frisslevegő-áramot.



2.4.3 A hőcsövek

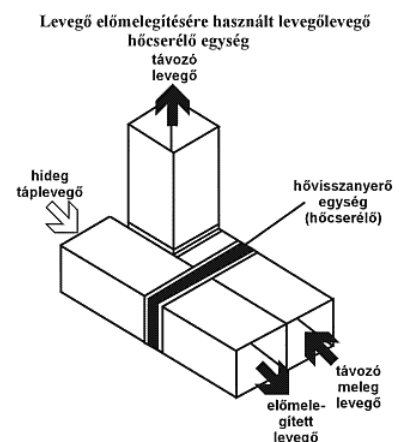
A hőcsöves hőcserélő egy köteg, kívülről bordázott csőből áll, amelyeket egyedileg hőcsővé alakítottak. A hőcsövön végbemenő, párolgásból és kondenzálódásból álló körfolyamat biztosítja a hőszállítást a hőcsövek elpárologtatóiból a csövek kondenzáló szakaszába. Az előbbiek abba a gázcsatornába nyúlnak, amelyben a hulladékhőt hordozó közeg áramlik, az utóbbiak pedig az előmelegítendő levegőt szállító csatornában helyezkednek el. A csatornában a két közeg ellenáramban halad.



A hőcső előnye, hogy nem tartalmaz mozgó alkatrészeket, kicsi a tömege, helytakarékos, minimális a karbantartási igénye, nem keveredik a két közeg, reverzibilis (bármely irányban működhet).

A simacsöves (csőköteges) hővisszanyerők csak kialakításukban különböznek a lemezes hővisszanyerőktől, az egyik közeg a csövek belsejében, a másik közeg a csöveken kívül áramlik.

Az első hőcsöves hőcserélő berendezést hővisszanyerésre használták. Az elvi vázlata a következő:



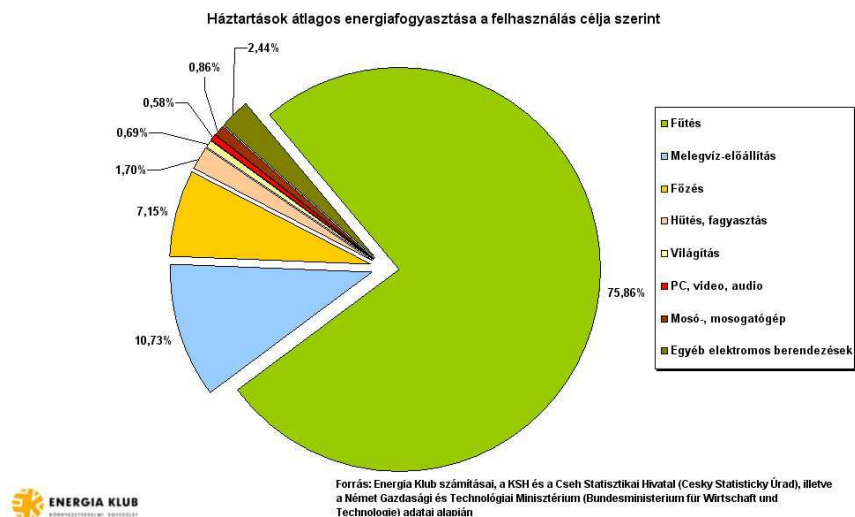
IV. Használati melegvíz-előállítás

1. Bevezetés

A használati melegvíz-előállítás témaköre szorosan összekapcsolódik a fűtéssel, mivel a fűtési rendszerek többségében a hő víz közvetítőközeg segítségével jut el az épület helyiségeibe.

Az elektromos fűtést kivéve a többi fent említett aktív fűtési módszer egyaránt alkalmas a fűtésre és melegvíz előállításra is.

A melegvíz előállítása történhet közvetlenül a felhasználás idejében, vagy korábban előállított melegvizet használhatunk egy hőtárolótartályból.



(forrás: www.energiaklub.hu)

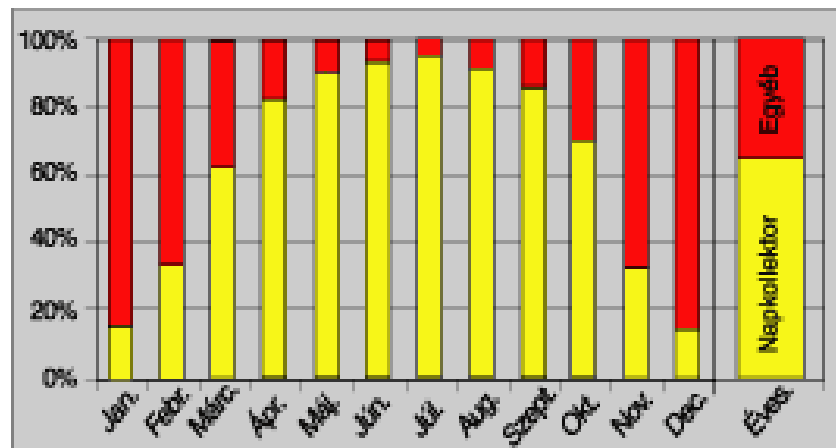
Egy háztartás energiafelhasználásának valamivel több, mint tizedét teszi ki a használati melegvíz előállítása, mégis a második legjelentősebb energiafogyasztó. Ezért célszerű kombinálni a legtöbb energiát felhasználó fogyasztóval, a fűtéssel. Esetenként azonban előfordulhat, hogy egyes helyiségekben magasabb hőfokú vízre van szükség (pl.: konyha), mint ami a fűtésrendszerben kering. Ilyenkor praktikus megoldás központi melegvíz előállító rendszer helyett a felhasználás helyén külön készülék üzembe állítása. Elő lehet állítani ugyanazt a vizet forró és hideg víz keverékéből, de ha nincs rá szükség, akkor egyrészt vizet pazarolunk, másrészt energiapazarlás, mert sokkal több energiába kerül a forró víz előállítása, mint a kevésbé forró, langyos vízé. Minél messzebb van a melegvíz előállító berendezés a felhasználás helyétől, annál hosszabb vezeték szükséges, amiből először ki kell folynia a korábban lehűlő melegvíznek, akár hidegvíznek és csak idővel folyik a kívánt melegvíz. Ezért célszerű szigetelt vízcsöveket használni, illetve lehetőleg központi helyre tenni a hőközpontot a veszteségek minimalizálása érdekében, így energia, víz és pénz spórolható meg.

2. Melegvíz előállítási módok

2.1 Szoláris melegvíz-előállítás – napkollektor

A használati melegvíz előállításához szükséges napkollektoros rendszer Magyarország éghajlati adottságából adódóan a napenergia hasznosítás gazdaságilag rövid időn belül megtérülő beruházási fajtája. Átlagosan 250 nap/év napsütés mellett egy háztartás melegvíz igényének 60-80%-a biztosítható attól függően, hogy sík vagy vákuumkollektoros rendszerről van szó. Melegvízre minden háztartásban, üzemben, étteremben és egyéb létesítményekben szükség van. A hálózati hidegvíz hőmérséklete átlagosan 10-12 °C körüli, ezt a vizet napkollektorral még gyenge (szórt fény) napsütés esetén is jelentősen tovább lehet melegíteni.

A napkollektorok méretezésénél ezt a nappól nyerhető hőmennyiséget kell összevetni a melegvíz-készítés hőszükségletével. A nyári hónapokban kb. 1 m² szolár felület fedezi egy ember melegvíz-szükségletét. **Ez a felületigény a téli időszakban 30-50%-kal nő.** A kollektorfelület mellett **fontos a melegvítároló optimális térfogatának meghatározása.** A napenergia hasznosító rendszer akkor működik jó hatásfokon, ha a kollektorral napközben megtermelt és tárolókban eltárolt melegvíz elegendő a következő napsütéses időszakig.



Szoláris részarány melegvíz készítés esetén

Mivel nyáron is lehetnek borultabb napok, amikor esetleg a kollektorok önmagukban nem képesek előállítani a melegvíz-szükséglet 100%-át, javasolt valamilyen kiegészítő fűtési mód használata is. Napenergia-hasznosító rendszerrel tehát 100%-os melegvíz előállítás teljes biztonsággal még a nyári félévben sem, vagy csak nagyméretű tárolóval valósítható meg.



Vízszintes felületre érkező napsugárzás [kWh/m²·év]

Magyarország területén egy négyzetméterre, a napenergia hasznosítás szempontjából optimális elhelyezésű felületre egy évben megközelítőleg 1350 kWh energia érkezik a Napból. Ebből napkollektorokkal megközelítőleg 500-600 kWh hasznosítható. Ha a napkollektoros rendszer nincs túlméretezve, akkor használati-melegvíz készítés esetén reálisan el lehet érni a **600 kWh/év** értéket.

Az aktív rendszerek energiagyűjtő elemének szokásos neve a kollektor. A kollektor alkalmasan kiképzett felületen (elnyelő felület, abszorber) a napsugárzást elnyeli, és a hőt erről egy munkaközegnek (víz, fagyálló folyadék, levegő) adja át 70-80%-os határfokkal.

Egyes esetekben a sugárzást a kollektor részét alkotó tükröző felületekkel irányítják, koncentrálik az elnyelő felületre. Az elnyelő vagy a tükröző felületek geometriája meghatározza a kollektor formáját, és az osztályozás egyik szempontját képezi.

A **síkkollektorok** elnyelő felülete sík, egyik oldalukat éri a sugárzás. A síkkollektort félhenger alakú tükröző felület elé helyezve mindkét oldal besugározható.

A **vákuumcsöves kollektorok** lényeges tulajdonsága, hogy a csőben létrehozott vákuum segítségével

- csökkentik a hőveszteségeket, valamint hogy
- az abban elhelyezett hőelnyelő elem kevesebb napsugárzás mellett is sokkal jobban teljesít, mint más típusok.

A **parabolikus kollektorok** (koncentrátorok) esetében parabola vezérvonalú, tükröző bevonatú félhenger „gyűjtővonalába” helyezett cső szolgál elnyelő felületként és ebben áramlik a hőhordozó.

A kollektor lehet **rögzített vagy mozgatható**, utóbbi esetben egy „napkövető” automatika állítja be az elnyelő vagy tükröző felületet a sugárzás beesési szöge szempontjából legkedvezőbb helyzetbe.

Az egységnyi elnyelő felületre jutó sugárzás a síkkollektorok esetén a legkisebb, ugyanakkor ezek szerkezete a legegyszerűbb. Éghajlati adottságaink mellett a rögzített

síkkollektorok fűtési-használati melegvíz termelési célra jól alkalmazhatók, parabolikus kollektorok ilyen célú alkalmazása - magas árak miatt - ma még nem ésszerű.

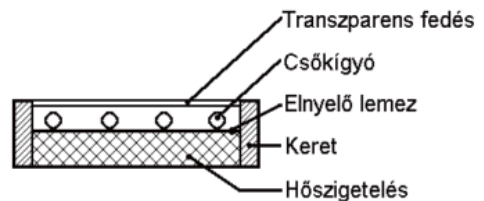


Sík, vákuumcsöves és parabolikus napkollektor

2.1.1 Síkkollektor

A fedett síkkollektor jellemző metszete

- üvegfedés
- pangó légréteg
- elnyelő (abszorber) lemez, általában alumínium
- cső, általában réz, az elnyelő lemezzel jó fémes kapcsolatban
- hőhordozó (egész éves üzemre fagyálló, csak nyári idényben üzemelő rendszerben víz)
- hőszigetelés
- keret



A **folyadék** munkaközegű síkkollektor energiagyűjtő eleme általában jó sugárzáselnyelő tulajdonságú, csőjártos lemezlap, de felépíthető sík bordázatu csövekből, vagy kiképezhető olyan fémlemez-ként, amelyre csőkégyöt erősítenek.

Az abszorber hőveszteségét **hátdoldalának hőszigetelése** csökkenti. A hőszigetelésre szál asvány-, vagy üveggyapot lemezt használnak, 40-80 mm vastagságban.

Az abszorber besugárzott felületének konvektív és sugárzási **hővesztesége átlátszó lefedéssel** (üveg, plexi, polikarbonát, fólia, transzparens szigetelés) **mérsékelhető**. Különleges megoldásként a lefedés és az elnyelő felület között vákuum hozható létre.

A lefedés a beeső napsugárzás egy részét is visszaveri. Ezért azokat a jobb minőségű abszorbereket érdemes lefedni, amelyeknek konvektív és sugárzási hővesztesége (részben a magasabb felületi hőmérséklet miatt, részben a téli időszak alacsonyabb külső hőmérséklete miatt) nagyobb, mint a lefedés által visszavert sugárzásból származó veszteség. Alacsonyabb hőmérsékletű kollektorokat, különösen akkor, ha azok csak a nyári félévben üzemelnek (pl. uszodavíz melegítésére szolgáló, műanyag szőnyeg kollektorokat) nem érdemes lefedni.

Szelektív bevonatként általában galvanizálással felvitt nikkel-, vagy króm-oxidokat használnak, de kifejlesztettek szelektív tulajdonságokkal rendelkező festéket, un. „szolárlakkot” is. Az elnyelő felület érdesítése szintén növeli az abszorpciós tényezőt.

A **csőjáratok** kialakítása lehet csőkígyós, vagy párhuzamos csővezetésű (osztógyűjtős). A csőkígyós kollektor csak szivattyús keringtetésű rendszerben, a párhuzamos csővezetésű gravitációs rendszerben is alkalmazható. A csővezetést úgy kell kialakítani, hogy a csőjáratban légzsákok ne keletkezzenek, és a kollektor leüríthető legyen.

A **kollektor fedésére** általában alacsony vastartalmú, 4 mm vastag **edzett biztonsági üveget alkalmaznak**. Ennek előnye a jó fényáteresztő képesség és a megbízható, hosszú élettartam. Az edzett üveg a jégverésnek és a hőterhelésnek is jól ellenáll. A külső felület „raszteres” kialakítása az üveg visszaverő képességét csökkenti. A többrétegű, hőszigetelt üvegfedések alkalmazása ritka.



A **polikarbonát lemez** egy- és többrétegű, valamint kamrás kivitelben kapható. Előnye a kis súly, a szabhatóság és a jó hőszigetelő képesség. Hátránya az, hogy nagy a hőtágulása, termikus és sugárzási igénybevétel mellett rövidebb az élettartama. Ezért a polikarbonát lemezt főleg egyszerűbb, nem szelektív abszorberű kollektorok lefedésére alkalmazzák.

A **transzparens szigetelés** ugyan 30-40 %-kal csökkenti az elnyelő felületre jutó sugárzás intenzitását, a hőveszteséget csökkentő hatása azonban rendkívül jelentős, ami a téli félévben üzemelő rendszerek esetében kedvező.

A **keretszerkezet** általában alumíniumlemezből mélyhúzott vagy hajlított kivitelben készül, alumínium sajtolt profilból pedig szegecselve vagy csavarozva. Egyszerűbb kollektorokhoz műanyag vagy fadobozt alkalmaznak. A dobozszerkezet feladata a lefedés, az abszorber és a hőszigetelés zárt egységben tartása, a kollektor lezárása, a nedvesség bejutásának megakadályozása. A dobozba szereltn gyártott kollektorok

mellett készülnek külön doboz nélküli, közvetlenül a tetőszerkezetbe integrált, héjalás helyett felszerelt kollektorok is, melyek ún. energiatetőik részeként is alkalmazhatók.



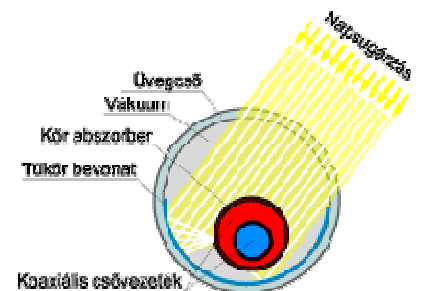
A **kollektorok** általában 2 m² körüli felülettel, 1x2 m-es méretben készülnek. Ez az a méret, amely szilárdságilag megfelelő, technológiailag gazdaságosan legyártható, a tetőszerkezetre viszonylag egyszerűen felszerelhető és könnyen szállítható. Nagyobb igények kielégítésére több kollektorból álló kollektormezőt alakítanak ki.

2.1.2 Vákuumcsöves napkollektor



A vákuumcsöves napkollektor a legújabb és **leghatékonyabb napkollektor** fajta. Diffúz és ferde napsugárzás esetén, és **hidegebb időben is hatékonyan** működik. 50-95 fokos melegvíz előállítását teszi lehetővé, így nem csak a háztartásokban, de az iparban és a mezőgazdaságban is jól használható.

A vákuumcsöves napkollektor gerincét a **vákuumcső** adja, mely egy 1.5 - 2 m hosszú üvegcső. Ebben található egy réz cső, ami a hőt gyűjti össze. **A vákuum szigeteli el az összegyűjtött hőt** a környezettől, biztosítva a legmagasabb hatásfokot hidegebb időben is. A vákuumcső hengeres formájából adódóan a napsugárzás



hosszabb ideig közvetlenül éri az abszorber lemezt, így nagyobb hatékonyságot eredményez a kora reggeli és a késő délutáni órákban.

Az összes ilyen vákuumcsöves rendszerben glikol fagyállót alkalmazunk lehetővé téve a **fagypont alatti felhasználást** is. A panelek orientációja hasonlóan a sík napkollektorokhoz, dél, dél-kelet, dél-nyugat irányú. Párhuzamosan, vagy sorosan is csatlakoztathatóak. Karbantartása egyszerű, mivel az egyes vákuumcsövek sérülése esetén könnyen cserélhetőek egyesével, miközben a rendszer még működőképes marad.



2.1.3 Síkkollektor és vákuumcsöves kollektor összehasonlítása

Általános tulajdonságok

Síkkollektor:

- Tetőbe integrálható
- Szigetelése az idő múlásával nem romlik, igazoltan nagyon hosszú élettartam
- A cső max. hőmérséklete 200-220°C

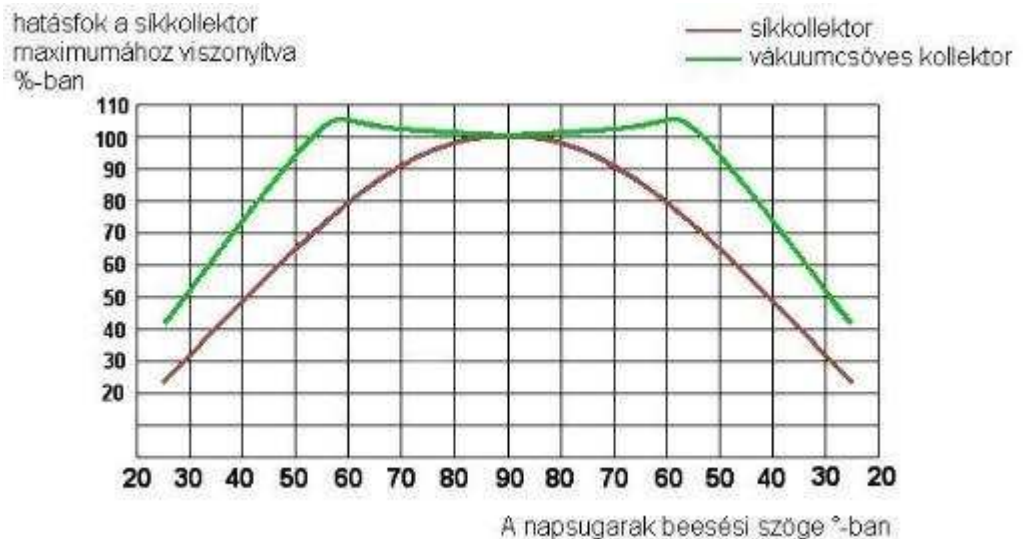
Vákuumcsöves kollektor:

- Az abszorber légritkított térben van, így a hőveszteségek lényegesen kisebbek
- Jobb hatásfok
- Téli napenergia-hasznosítás jelentősen javítható
- Ugyanakkora teljesítményre vetítve a felületigénye 33%-kal kisebb a sík kollektorokéhoz képest.
- A csövek egyenként is cserélhetőek
- A cső max. hőmérséklete 280-330°C
- Jelenlegi technológia alkalmazásával kevésbé időálló

A kollektorok tájolása és dőlése

A kollektorokat úgy kell elhelyezni, hogy azok tájolása és dőlésszöge lehetővé tegye a legnagyobb energiahozamot.

A kollektorok optimális tájolása Egyenlítőre néző, azaz Európában déli, de ettől a felszerelési hely adottságaitól függően - kismértékben - el lehet térni keleti/nyugati irányba. A melegebb délutáni léghőmérséklet és a délután kisebb valószínűséggel előforduló ködök miatt célszerűbb a délnyugati tájolást választani.



(www.solar-energia.hu)

Vákuumcsöves kollektorok esetén a teljes fény- és energiakiaknázás csak 60°-os besugárzási szögnél érhető el. Éppen azokban az őszi és tavaszi átmeneti időszakokban, amikor a napsugárzás gyengül, akkor biztosítja a félköríves ezüst tükör a fűtővíz optimális előmelegítését.

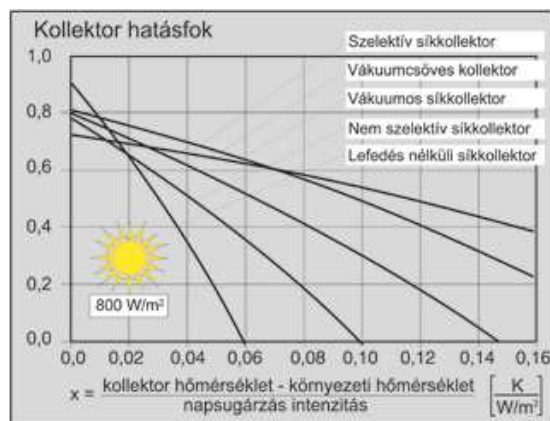
Mivel a síkkollektorok a határozott irány nélküli és hazánkban jelentős részarányú szórt sugárzást is hasznosítják, ezért viszonylag kevésbé irányérzékenyek. Ez az oka annak, hogy a kollektorokat általában állandó tájolással és dőlésszöggel szerelik fel.

Mozgatható beépítéssel a hasznosított energiamennyiség csak kismértékben növelhető, ami nem áll arányban az ilyen mozgatószerkezet többletköltségével.

A kollektorok hatásfoka

A hatásfok a kollektor által hasznosított hőmennyiség és a kollektor hasznos felületére napsugárzás útján érkező hőmennyiség hányadosa. Értékét az alábbi két veszteség befolyásolja:

- **optikai veszteségek**, melyeket a lefedés visszaverő- és áteresztőképessége, valamint az elnyelőlemez abszorpciós képessége határoz meg, ezek a veszteségek nem függenek a kollektor hőmérsékletétől,
- **hővesztések**, melyek nagysága a kollektor és a környezet hőmérséklete közötti különbségtől függ.



(E_zermester 2000, 2005. június)

2.2 Hőszivattyú

A hőszivattyú használati melegvíz készítésére is felhasználható, de a kondenzátor oldali felső hőmérséklet határ kb. 55-60°C, ezért a melegvíz hőmérséklete 60°C alatt marad. Ez a hőmérséklet kiválóan alkalmas a középületek melegvíz-igényének kielégítésére is.

Részletesebb információkért lásd *II.2. Aktív rendszerek – épületgépészet 2.5.3 fejezet*

2.3 Faelgázosítókazán

Megújuló energiahordozó segítségével állítjuk elő, így környezetbarát. A rövid idő alatt előállított nagy mennyiségű forróvíz egy hőszigetelt tárolótartályba kerül, ezért kombinálható napkollektoros rendszerrel is.

Részletesebb információkért lásd *II.2. Aktív rendszerek – épületgépészet 2.6.4 fejezet*

2.4 Pelletkazán

Léteznek olyan pelletkandallók és -kazánok, melyek melegvíz előállításra is alkalmasak. Jellemzően vízteresek a pelletkészülékek.

Részletesebb információkért lásd *II.2. Aktív rendszerek – épületgépészet 2.6.5 fejezet*

2.5 Faapríték kazán

Nagyobb létesítmények esetén érdemes csak használni, melegvíz előállításra és fűtésre egyaránt.

Részletesebb információkért lásd *II.2. Aktív rendszerek – épületgépészet 2.6.6 fejezet*

2.6 Gázkazán

Legelterjedtebb melegvíz előállítási mód, legtöbb helyen a fűtéssel kombinálva állítható elő. Egyszerű, praktikus módszer.

Részletesebb információkért lásd *II.2. Aktív rendszerek – épületgépészet 2.6.3 fejezet*

2.7 Elektromos bojler

Villamosárammal melegített fűtőszál segítségével is történhet a melegvíz előállítása egy jól szigetelt tartályban. Az elektromosan előállított melegvíz háromszor drágább, mint a gázzal előállított, ezért csak ott érdemes ezt alkalmazni, ahol

- nincs gázvezeték,
- kevés melegvíz fogy,
- fűtés rendszerünk alacsony hőmérsékletűre van állítva, és csak néhány helyiségben van szükség forró vízre.

V. Villamos energia előállítás

Háztartási szinten villamos energia előállítása csak megújuló energiaforrásokkal történhet. Napenergiát, szélenergiát, vízenergiát és biomasszát is lehet villamos árammá alakítani, az alábbi fejezetben csak a reális hasznosítási módokat vettük számba. Nagyobb létesítmények esetén már szóba jöhet az ún. kogenerációs technológia is.

1. Napelemek, naperőművek

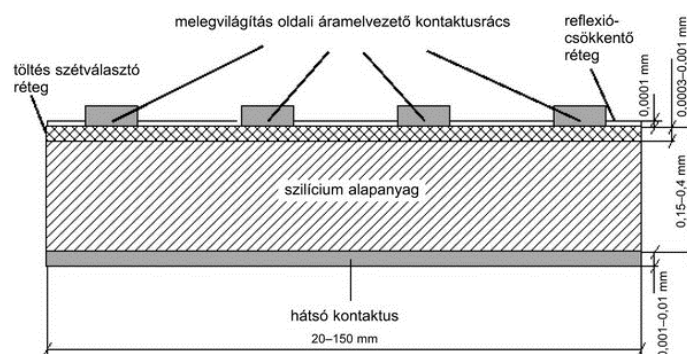


A napelemek elvi működése

A **napelem** vagy fotovillamos elem a **nap sugárzási energiáját** közvetlenül **alakítja villamos energiává**. Az energiaátalakítást a félvezető alapanyag végzi.

A ma gyártott és a napelemes áramforrásokban tömegesen alkalmazott napelemek szinte kizárólag szilícium alapanyagból készülnek.

A jelenleg alkalmazott és a közeljövőben alkalmazásra kerülő, hosszú élettartamú, nagy hatásfokú napelemek egykristályos, illetőleg polikristályos szilícium felhasználásával készülnek. **A napelemek elvi felépítése** a következő ábrán látható.



A napelemek elvi felépítése

Az így kialakított **napelemek energiaátalakítási hatásfoka** napjainkban már a **15–17%-ot** is eléri.

A napelemeket általában nagyobb egységekbe, modulokba szerelik, melyekben az egyes elemeket sorosan, ritkábban vegyesen kapcsolják. A napelemmodulok szokásos névleges feszültsége 12 V, de készülnek kisebb és nagyobb – általában a szabvány feszültségsorhoz illeszkedő vagy átkapcsolható – névleges feszültségű modulok is. A napelemmodulok mérete a néhány száz négyzetcentimétertől a néhány négyzetméteres tartományba esik. Névleges teljesítménye néhány watt és néhány száz watt között van.

Hőkezelt, nagy szilárdságú és kis vastartalmú üveget használnak az első, megvilágított oldalon és szintén üveget, alumíniumot vagy speciális műanyagokat a hátsó oldal lezárására és védelmére. A napelemek az első és hátsó oldal között speciális, optikailag illesztett és időtálló műanyagba vannak beágyazva.

A napelemmodulokat általában alumínium profilkeret zárja le, amelyen kialakított furatok vagy kiépített kötőelemek teszik lehetővé tartószerkezethez való rögzítésüket.

A napelem által **termelt villamos energiát egy ún. inverter segítségével alakítjuk használható energiává.**

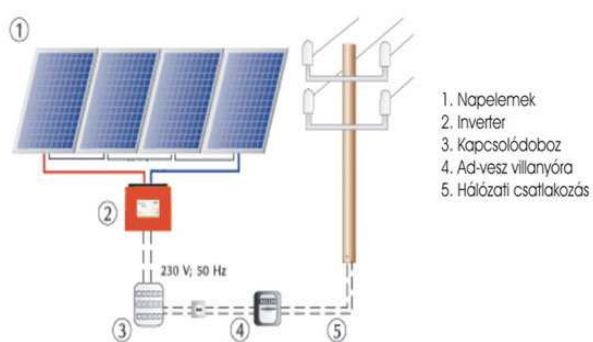
A korszerű napelemmodulok energiaátalakítási hatásfoka 15%, és élettartamuk legalább 30 év. A minőségi napelemmodul-gyártók általában 10 év garanciával szállítanak.

Naperőműről beszélünk, ha a napelemes modulok rendszerbe vannak kötve, és szabványos feszültségű (220 V-os), normál szinuszos váltakozó áramot állítanak elő.

A naperőművek közül megkülönböztetünk **hálózatra visszatápláló** és **sziget üzeműeket**.

A hálózatra visszatápláló

rendszer esetén nincs szükség akkumulátorra, mert az áramszolgáltatót lényegében ingyen tárolóként (akkumulátorként) lehet használni. A szolgáltatót erre törvény kötelezi. A megtermelt elektromos energia elosztása úgy történik, hogy elsősorban helyben kerüljön felhasználásra, de ha pillanatnyi többletermelés van, akkor azt az áramszolgáltató hálózatába táplálja be a rendszer. Amikor a termelés kisebb, mint a pillanatnyi fogyasztás (éjszaka, ill. télen), akkor a többlet elektromos energiaigény az áramszolgáltató hálózatából fedezhető. A kötelező átvételi ár kb. 85%-a a fogyasztói árnak. Jól méretezett naperőmű esetén az éves termelés és fogyasztás megegyezik, így pénzügyileg függetlenedni lehet a szolgáltatótól.



A szigetüzemű rendszer

építéséhez akkumulátorokra van szükség. Az akkumulátoros tárolás hatásfoka rossz, az akkumulátorok drágák. Az akkumulátorok élettartama jóval kisebb, mint a napelemeké, így az akkumulátor garnitúrát többször cserélni kell a 25 éves periódusban. Ennek a rendszernek elsősorban olyan helyen van létjogosultsága, ahol több km-re van legközelebb elektromos hálózati

csatlakozási lehetőség. Az akkumulátoros rendszer jóval lassabban térül meg, mint a hálózatra visszatápláló rendszer.

Leggyakrabban használt napelem modulok: amorf, mono- és polikristályos. Ezek részben hatásfokukban, részben a szórt és direkt sugárzás hasznosítási fokában térnek el egymástól. Árban nincs jelentős különbség, egy 2 kW-os rendszer minden modultípusból kb. ugyanannyiba kerül, mert amelyik olcsóbb, abból általában annyiival több is kell. Hogy mikor melyiket kell alkalmazni, az többek között függ a tájolástól, földrajzi fekvéstől, dőlésszögtől. A rendszereket minden esetben a konkrét helyi adottságok figyelembevételével kell optimalizálva méretezni.



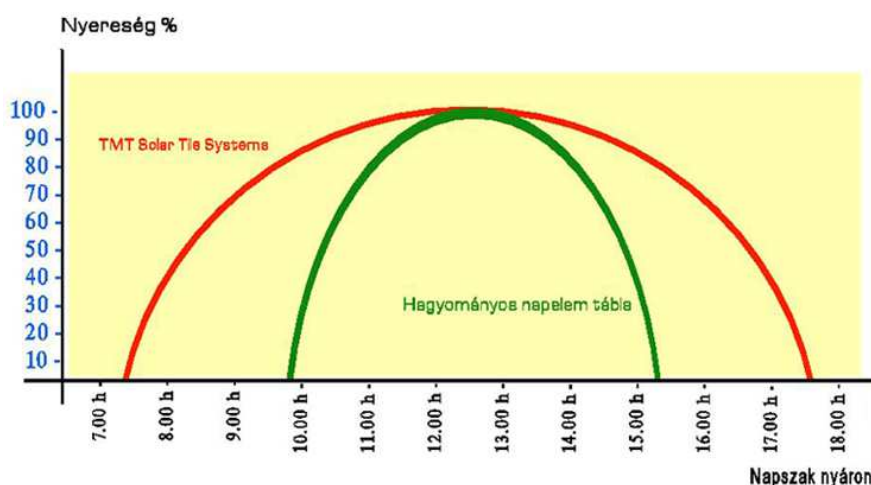
A napelemek típusai

<u>Típus</u>	<u>Hatékonyság</u>
Monokristályos	18%
Polikristályos	13-15%
Vékonyréteg	10-12%
Amorf	5-7%
Polimer	2-5%

Monokristályos	
A piacon található legmagasabb hatásfokú napelem. Egy szilikonkristályból vágják ki a panelt, és ennek előállítási költsége a legmagasabb, de ez a magas hatásfokuk miatt kifizetődő.	
Polikristályos	
Hatásfokuk közel megegyező az egykristályos napelemekével, bár felületük valamivel nagyobb az egyazon teljesítményre vetítve.	
Vékonyrétegű napelem	
Újabb, feltörekvő technológiának számít és még jelentős fejlődés áll előtte. Alacsonyabb hatásfok, de környezeti tényezőkre sokkal kisebb érzékenység jellemzi a vékonyrétegű napelemeket. Gyors elterjedésükben azonban a fő tényező alacsonyabb gyártási költségük, és így kedvezőbb árúak voltak. Valójában számos önálló technológia gyűjtőneve a vékonyrétegű napelem.	
Amorf szilíciumos	
A legolcsóbban beszerezhető típus, egy merőben más eljárással készülő amorf szilícium napelem. E típusnak az egyik legkisebb a felületegységre vetített teljesítménye és hatásfoka. Ennek ellenére olcsó ára helyenként népszerűvé teszi. Leginkább épületbe integráltan vagy olyan helyen használják, ahol nem okoz gondot a helyszűke és a kristályos típusokhoz képest egységnyi felületre jutó harmada teljesítmény.	
Szerves anyagok (polimerek)	
A polimerekből készült napelemek: olcsók, de hatásfokuk csak 2-5%.	

Napelemes cserép

A napelemes cserép egy **új magyarországi világszabadalom**, melyhez hasonlók már léteznek világszerte. A hagyományos napelemeknél olcsóbb lesz a telepítésük, könnyen beépíthető az eredeti tetőszerkezetbe, és **10-40%-kal több energiát képes termelni**, pontosabban a görbület miatti felülettöbblet okozta teljesítménynövekmény jelenik meg itt. Ugyanezt mutatja a lenti ábra, a magyarázat szintén abban rejlik, hogy a cserép domború kiképzésű részei több ideig engedik a napsugárzást nagyobb szögben beesni.



A hagyományos napelemnél 10-40%-kal több energiát képes termelni, ami **egy négyzetméter felületen egyszerre 140-220 W** elektromos áramot jelenthet. A napelemes cserép rendelkezik saját tölthető speciális akkumulátorokkal, ezért külső akkumulátorok alkalmazása és külön akkuhelyiség nem szükséges. Napközben fény hatására a cserép elektromos energiát termel, ami azonnal felhasználható, a saját beépített akkumulátorok töltése is ilyenkor történik. Már készül akkumulátorok nélkül is, ilyenkor közvetlenül a rákapcsolt elektromos fogyasztókat látja el, vagy a hálózatra táplálja a megtermelt áramot.

A napelemes cserép előnyei:

- energiatermelő felülete 10-40 %-kal nagyobb a hagyományosnál,
- műemlékvédelem alatt álló épületeken is alkalmazható,
- nem kellene kiegészítő egységek (elektromos vezetősín, vezeték, tartó),
- a meglévő cserép helyére illeszkedik,
- szabálytalan tetőszerkezetben is használható,
- telepítéskor azonnal működőképes, külön beszállítást nem igényel,
- korlátlanul (akár egyenként is) bővíthető,
- felhasználási környezet: -40°C-tól + 110°C-ig,
- fényáteresztő képessége 10 %-kal magasabb az üvegnél,
- nincs vizuális környezetszennyezés.

1.2 Szélenergia

A szélenergia megújuló energiatípus, amelynek termelése környezetvédelmi és költségelőnyei miatt rohamos ütemben nő a világban, főleg Európában.

A szél a légkör termikus egyensúlyának megbomlásából eredő légmozgás. A Földet érő napsugárzás következtében helyenként eltérően melegszik fel a felszín, emiatt a felettük lévő légtömegek is eltérően melegednek fel, így a légsűrűségben és légnyomásban is különbségek keletkeznek. E különbségek kiegyenlítésére törekedve a légkörben áramlás indul meg, mely mindaddig folytatódik, míg a nyomás és sűrűség viszonyok ki nem egyenlítődnek. Minél nagyobb az egyes légtömegek hőmérséklet különbsége, annál hevesebb szelek alakulnak ki. Vannak olyan földrajzi helyek, ahol a szél gyakorlatilag állandóan fúj. Az ilyen területeken a nyomáskülönbségek nem egyenlítődnek ki, mivel a szomszédos helyek talajának hőelnyelő képessége erőteljesen eltér, mint például az óceán- és tengerpartokon. A szélenergia hasznosításának szempontjából ezek a legideálisabb területek.

Ott lehetséges a szélenergiát kiaknázni gazdaságosan, ahol az éves átlag szélesség a felszín fölött 10 m-rel meghaladja a 4 m/s-ot. Annak ellenére, hogy szakaszos üzemelésűek a szélenergia-termelő berendezések, egyre inkább terjednek világszerte, hazánkban csupán a szabályozási nehézségek szabnak terjedésének határt.



Szélgenerátor, szélturbina áramtermelésre:

- Ipari méretű energiatermelésre
- Elszigetelt területek villamosítására
- Családi házak, nyaralók teljes vagy kiegészítő áramellátására
- Hajókon áramtermelésre



Szélkerék vízszivattyúzásra:

- Öntözésre
- Vízpótlásra
- Állattartásra, itatáshoz
- Vadgazdálkodáshoz
- Halastavak élőhelyek életben tartására
- Belvízvédelemre
- Szennyvízszállításra, tisztításra



Előnyei:

Ingyen áll mindenki rendelkezésére,

Folyamatosan megújul,

Környezetkímélő,

A szélenergiával működő berendezések hosszú időn át, automatikusan üzemelnek.

1.3 Kogeneráció

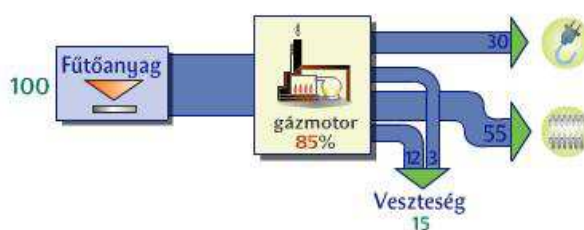
A kogeneráció vagy kapcsolt energiatermelő (CHP) technológia tüzelőanyagot alakít át villamos energiává, valamint fűtési és/vagy hűtési energiává egyszeri folyamat által. A kogeneráció nagymértékben energiahatékony technológia. Azon túlmenően, hogy az üzemeltetőt energiával látja el, számos pozitív pénzügyi és környezeti előnyt nyújt.

A kogeneráció egy igazolt technológia, amely a hagyományos centralizált energiatermelésnél világszerte elismert tisztább alternatíva. Hosszú távú jövője a globális energiapiacra biztosítva van azáltal, hogy egyetlen üzemanyag felhasználásával az üzemeltetőt működési, pénzügyi és környezeti előnyökhöz juttatja. **Az alkalmazás előfeltétele** a folyamatos hőigény és a számottevő villamos energia felhasználás.

Tüzelőanyag az esetek túlnyomó többségében földgáz, vagy kisebb méretben biomassza.



Közvetlen energiatermelés mérlege



Kapcsolt energiatermelés mérlege

Jellemző alkalmazási területek:

- Hotellek és szabadidőközpontok
- Távhőszolgáltató rendszerek (pl. irodák, lakótelepek)
- Kórházak és katonai létesítmények
- Egyetemek és kormányzati létesítmények
- Szennyvíztisztító rendszerek
- Ipari és kereskedelmi létesítmények
- Mezőgazdasági alkalmazások és repülőterek

B. VÍZGAZDÁLKODÁS

„A víz nem olaj. Nincs mivel helyettesíteni.” (M. Rosegrant)

1. Bevezetés

Ebben a fejezetben a **vízgazdálkodás telken belüli vonatkozásait mutatjuk be**, milyen új, alternatív vagy éppen energia és víztakarékos módszerek állnak rendelkezésre felújítások vagy éppen az építkezések során. Egy ingatlan vízgazdálkodásának megtervezése összetett feladat, hiszen magába foglalja a vízellátó- és a csatornahálózatot, melyek megléte manapság alapvető.



A **vízfogyasztás egyben energiafogyasztás is**, hiszen a víz tisztítása és a fogyasztókhöz való eljutása energia befektetéssel történik, és minél többet fogyasztunk az ivóvízből, annál több energiát is használunk fel. Ezzel egy időben a felhasznált ivóvíz nagy része szennyvízzé válik, aminek el kell jutni a szennyvíztelepre, ahol megtisztítják, hogy azt bele lehessen engedni a természetes befogadóba. Amellett hogy **a friss víz érték**, és a globális klímaváltozás még nagyobb értékévé teszi, **takarékoskodnunk kell vele**, mert a feleslegesen elfolytatott tisztavíz szennyvízzé válik. Nem mellékes szempont a vezetékes ivóvíz magas ára, illetve a még egyszer ugyanannyiba kerülő csatornadíj sem, így anyagi érdek is kötődik a vízzel való takarékoskodásra.

A takarékos és átgondolt felhasználási alapelveknek itt is ugyanúgy kell érvényesülniük. Ebből következően az emberi vízfelhasználás tervezését három alapelvnek kell vezérelnie:

- **Minél kevesebbet használjunk!**
- **Minél kevésbé szennyezzük el!**
- **Minél többet forgassunk vissza!**

A ma létező vízgazdálkodási rendszer úgynevezett „nyitott” rendszer, ami a következőképpen jellemezhető:

- **Lineáris, egyirányú**
- **Közegészségügyi szempontból kedvező hatású**
- **Pazarlóan bánik a természeti erőforrásokkal**
- **Egyes környezeti problémák forrása vagy részese**

A jövő integrált vízgazdálkodásában nem lineáris pályák mentén kell forogjon a víz felhasználása, hanem **az anyagforgalmat a lehető legtöbb helyen körré kell zárni!** Ugyanígy egy adott vízmennyiséget nem csak egyféle módon lehet felhasználni. A kaszkád elv szerint **a vizet mindig a következő fokozat megkívánta tisztasági állapotba kell hozni**, vagyis fokozatosan még több felhasználási módot is lehet alkalmazni az elszennyeződés után. A másik ilyen elv az **anyagforgalom körciklussá zárása**, amely feltételezi, hogy az eddig egyutas vízhasználati módokat változtatni lehet, a városi szennyvíz egy része például kijuttatható a földekre, a mezőgazdaságban megmaradt öntözővizet az ipar még hasznosítani tudja, és az iparban is keletkezik olyan szennyvíz, amely tovább hasznosítható.

2. A vízfelhasználás

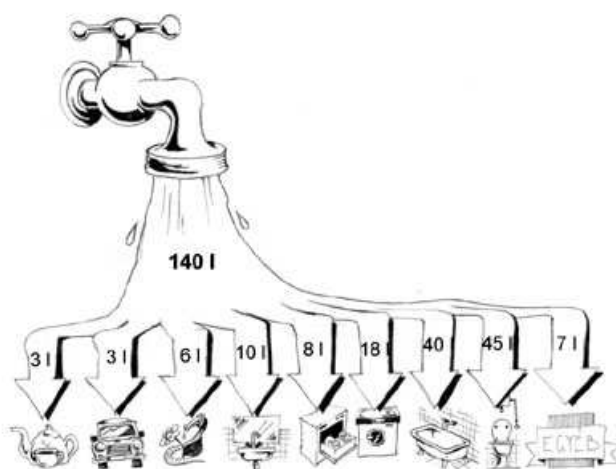
2.1 Hagyományos vízfogyasztás

Németországi mérések alapján, egy fő napi vízigénye átlagosan gépesített háztartásban, automata mosógép és angol WC használata esetén átlagban 140 l/nap fogyasztásra tehető. Hazánkban ennek átlagértéke 100-140 l/nap között változik.

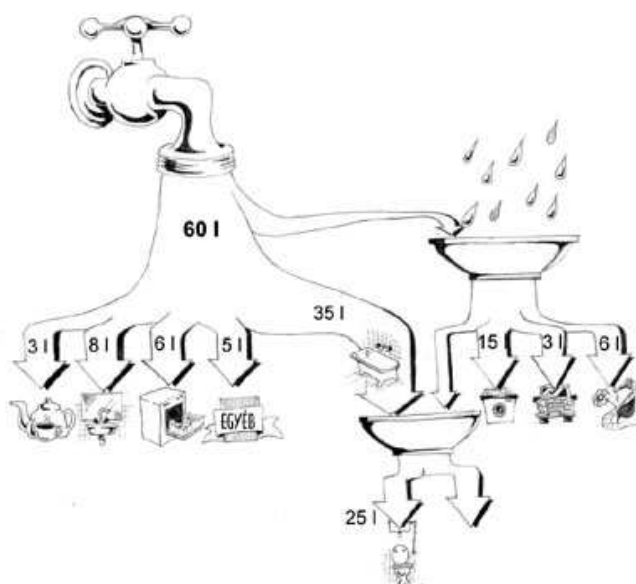
A vízmennyiség jelentős, több mint 60%-át teszi ki a tisztálkodás és a WC használat vízszükséglete.

A vízigény csökkentésének lehetőségeit két módon közelítették meg:

- az egyik megoldási módszer a vízigény csökkentésének céljára kifejlesztett, különböző ún. víztakarékos szerelvények, berendezések,
- a másik megoldási módszer az ivóvíz minőségű víz felhasználásának csökkentése, és a vízigény pótlása a felhasználási célnak megfelelő, de nem ivóvíz minőségű vízzel, hanem sekély mélységben található ún. talajvízzel, és csapadékvízzel.



2.2 Takarékos vízfogyasztás



Ivóvíz: A felmérések szerint **fejenként napi 3 liter** vizet fogyasztunk el. Ivóvízként csak az előírásoknak megfelelő, szakhatóság által megvizsgált és engedélyezett víz használható. Ez a víz biztosítható a közüzemi hálózatról, illetve minősített felszín alatti vízkészletből.

Kézmosás: A felmérések szerint átlagosan **fejenként napi 10 liter** vizet fogyasztunk kézmosásra, tisztálkodásra. Ehhez nem feltétlenül szükséges ivóvíz tisztaságú víz. Amennyiben lehetséges, legkedvezőbb a megfelelő tisztaságú felszín alatti vizek használata, de ezen igény kielégíthető összegyűjtött és megfelelően tisztított csapadékvíz, illetve vezetékes ivóvíz használatával is.

WC öblítés: A felmérések szerint átlagosan **fejenként napi 45 liter** vizet használunk WC öblítésre. Ez a mennyiség víztakarékos WC csészékkel és tartályokkal csökkenthető. A víz lehetséges forrása a csapadékvíz és a felszín alatti vizek mellett a használt (pl. fürdővíz) újrahasználata. A közüzemi, ivóvíz tisztaságú víz használata meglehetősen pazarló. A legjobb megoldás a komposzt WC, amely egyáltalán nem fogyaszt vizet.

A lakossági vízfogyasztásnak csak mintegy 5 %-a jut be az ember szervezetébe, további 25-30 %-a pedig testünkkel kerül közvetlen kapcsolatba (fürdés, mosogatás). Csupán e vízmennyiségnek kell minden szempontból kifogástalannak (ivóvíz-minőségűnek) lennie. A tisztítás (mosás, gépkocsi mosás, takarítás, valamint WC-öblítés) céljára használt vizek minőségi követelménye lényegesen alacsonyabb szintű.

A különböző vízhasználatok javasolt forrásai:

- **Ivóvíz:** vezetékes vízből, rétegvíz kútból.
- **Használati víz:** vezetékes vízből, talajvízből, tisztított csapadékvízből.
- **Öntözővíz:** csapadékvízből, talajvízből, tisztított kommunális vízből.

2.3 Vízfelhasználás

Egy létesítmény vízgazdálkodás szempontjából nyílt rendszernek számít, mivel oda víz megy be, és távozik is abból legalább annyi. Egy épület vízigénye vízhasználók számától és fajlagos vízfogyasztásától függ. Ez egy tapasztalati érték, ami az épületek rendeltetésétől függően eltérhet, például egy lakóház, egy iskola vagy egy irodaház vízfelhasználása.

2.4 A vezetékes víz felhasználásának körfolyamata

Kitermelés (általában felszín alatti vízből) ► tisztítás ► odavezetés ► felhasználás (elszennyezés) ► elvezetés ► tisztítás ► visszavezetés (általában felszíni vízbe).

Ez nagymértékű pazarlás a víz, az energia és a pénz szempontjából is.

2.5 Néhány fontosabb fogalom:

Házi szennyvíz: A lakosság ivó- és háztartási célú vízhasználatából keletkező, más eredetű szennyvízzel nem keveredett szennyvíz, amely konyhai, fürdőszobai, WC használatból, mosásból és takarításból keletkezik.

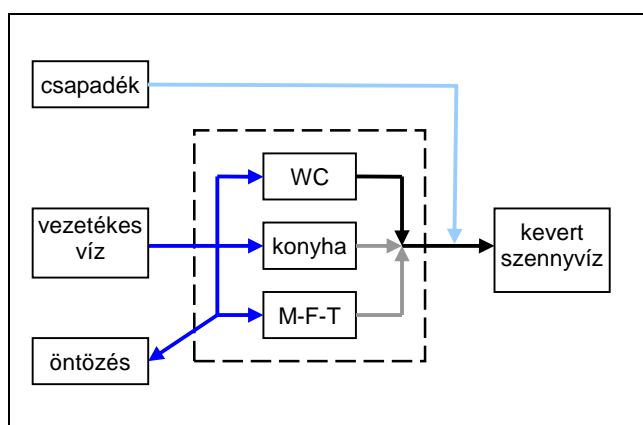
Szürke szennyvíz: Eredete és összetétele szerint abban különbözik a házi szennyvíztől, hogy nem tartalmazza a víz-öblítéses WC használatból keletkező ún. fekáliás szennyvizet. A mosás és mosdás révén keletkező, enyhén szennyezett szappanos, mosószeres vizet, szürke víznek vagy szennyvíznek nevezik. A szürke meghatározás nem a színére utal, hanem az ezen a szakterületen elterjedt szakkifejezés értelmében, a fenti meghatározás alapján a víz minőségét jelöli.

Szürke szennyvíz akkor keletkezik, ha a lakásban nincs víz-öblítéses angol WC, vagy komposzt WC került beépítésre, vagy a WC szennyvize elválasztva kerül elvezetésre.

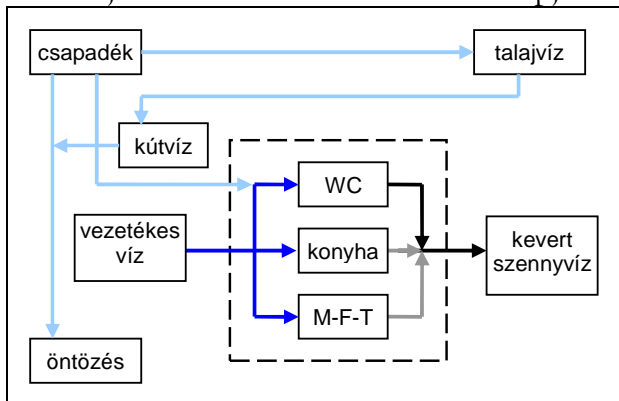
WC szennyvize: A szennyvizek további osztályozására létezik a feketevíz vagy barnavíz elnevezés, amely szilárd hulladékot és fekáliát is tartalmaz, valamint a sárgavíz elnevezés, amely vizeletet tartalmaz.

2.6 Vízfogyasztási modellek

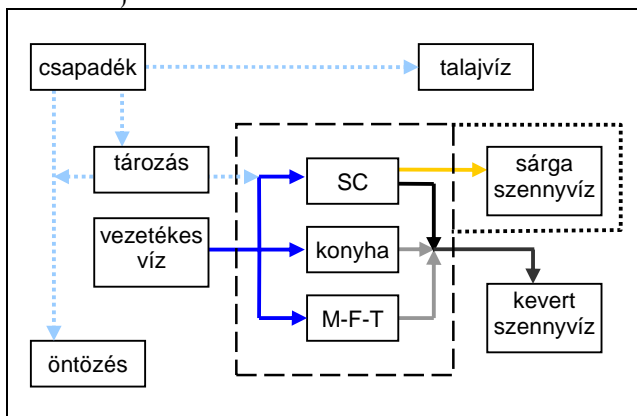
A hagyományos modell a „keverd össze, majd válaszd szét” rendszer, ez jellemző manapság, amiben nagy mennyiségű vizet használunk fel szennyvizeink szállítóközegeként, hogy legvégül a tisztítótelepen megpróbáljuk kivonni a tápanyagokat.



A ma meglévő rendszer víztakarékosabbá tehető, ha kihasználjuk a helyi adottságokat és hasznosítjuk azokat a következő séma alapján:

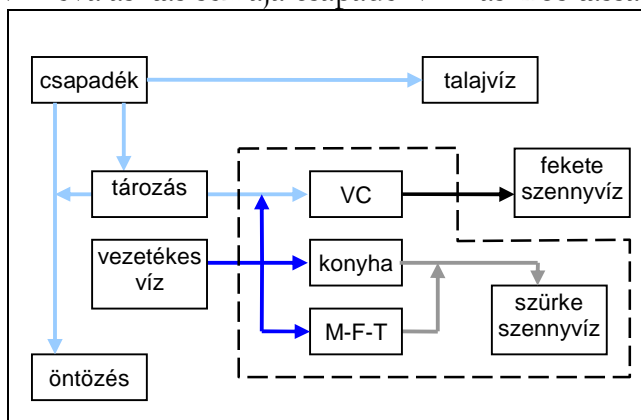


A vizelet leválasztás sémája az alábbi:



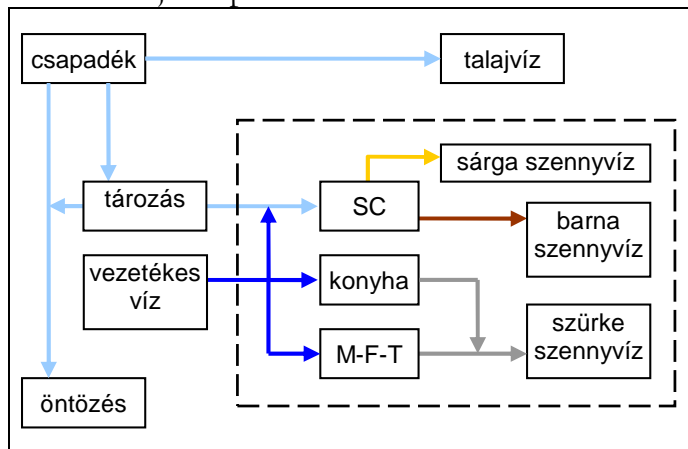
Szeparáló toalett szükséges ennek kivitelezéséhez. Az összegyűjtött sárga szennyvíz összegyűjtve hasznosítható.

A szürke szennyvíz leválasztás sémája csapadékvíz hasznosítással.



Ebbez vákuum toalett szükséges, melynek vízigénye minimális. A fekete szennyvíz elszállításához kommunális csatornahálózat szükséges, és a hagyományos tisztítási módokon megy keresztül vagy komposztálható vagy biogázosítható. Ezzel szemben a szürke szennyvizet házon belül tisztítani és hasznosítani lehet.

A teljes szétválasztás sémája csapadékvíz-hasznosítással

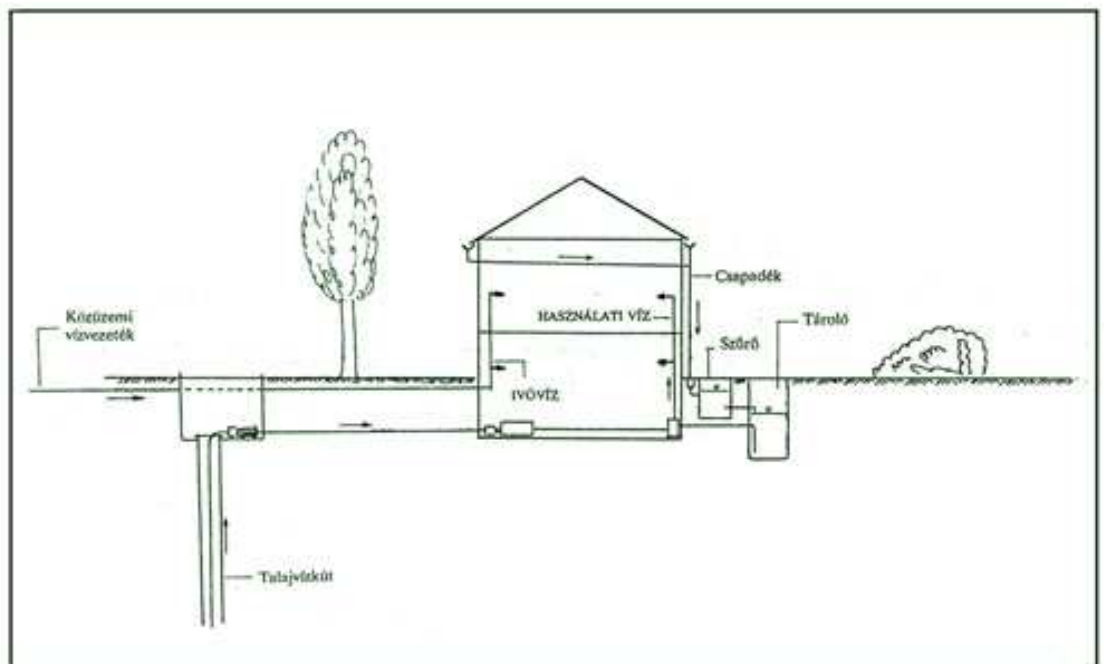


Ennek a rendszernek jellemzője a minimális vízigényű szeparáló toalett megléte, mely segítségével fekete szennyvízből sárga illetve barna szennyvizet kapunk. Ezeknek helyszíni kezelése és hasznosítása egyéni felelősséget és közegészségügyi megfontolásokat vet fel. A szürke szennyvíz helyben tisztítható és recirkuláltható.

A fenti módszerek közül realizálása megfelelő infrastruktúra nélkül egyiknek sincs. Amennyiben elegendő terület áll rendelkezésre, úgy a szürkeszennyvíz leválasztása csapadékvíz hasznosítással reális alternatíva lehet a mostani, egyutas, pazarló rendszerhez képest.

Másik reális megoldás lehet a kétkörös rendszer.

Kétkörös házi vízellátási rendszer



3. A szürke szennyvíz hasznosítása

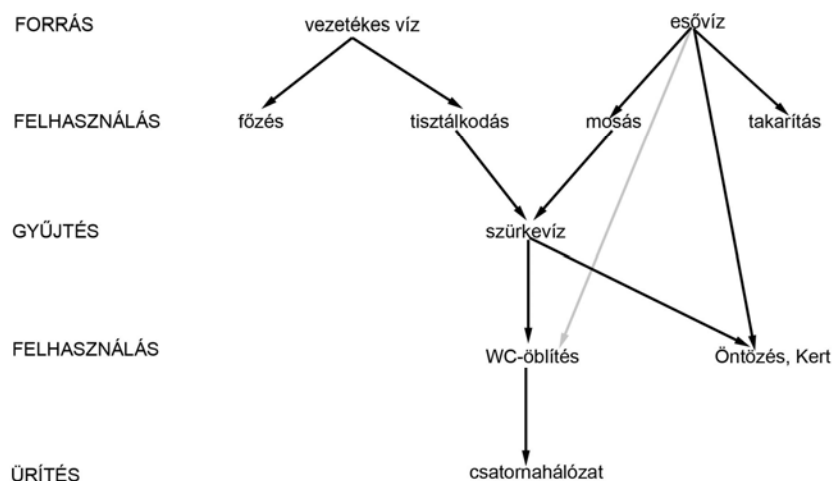
A víztakarékosság elve, hogy a háztartásba belépő **víz minél többször felhasználjuk, ez pedig a szennyvízkezelés helyén a leggazdaságosabb.** A szürkevíz hasznosítás a víz-újrahasználat második lépcsőfokán helyezkedik el, és az első szint vizét hasznosítja újra.

A szürkevíz kb. 1/9-ed annyi szennyezőanyagot tartalmaz, mint a „feketevíz”. **A szürkevizet csak szűrést és fertőtlenítést követően lehet újrahasznosítani, és csak meghatározott célokra.** Mosószert tartalmazó szürkevízzel nem szabad élelmiszernövényt öntözni, csupán dísnövényeket. Ha a szürkevíz mosószer szennyezettsége biológiailag nem lebomló mosószer, akkor gátolhatja a növények fejlődését. Tulajdonképpen a szürkevizet is két különböző kategóriába lehet sorolni, a „sötétszürke” a mosó és mosdóvíz, a „világosszürke” pedig az esővíz. Az esővíz is szürkevíznek minősül, hiszen szennyezheti madár ürülék és madártoll, falevelek, szúnyoglárva, vagy egyéb bogár maradványok. Hasznosításával azonban jelentősen csökkenthető az ivóvízkészlet terhelése.

A szürkevíz hasznosítása során megoldandó feladatok:

- Gyűjtés
- Szűrés, tisztítás, fertőtlenítés
- Tárolás
- Szállítás
- Felhasználás

A vízfelhasználás lehetséges modellje



3.1 Felhasználás lehetőségei:

WC-öblítés: Az ivóvíz legnagyobb pazarlása a WC öblítés, mely **a vízhasználat harmadát** adja. A tisztálkodás, mosás során keletkező **szürkevíz minősége megfelel a wc-öblítés igényeire**, ezzel sok tiszta víz spórolható meg. A rendszer alapelve, hogy egy átlagos fürdés vagy zuhanyozás körülbelül annyi visszaforgatható vizet eredményez, amennyi ténylegesen szükséges a WC-öblítéshez. A WC- és a mosogató szennyvizének elvezetéséhez már a tervezésnél egy különálló vízhálózatot kell előíranyozni. A szürke víz egy tartályba kerül, onnan emelhető át WC öblítésre.

Öntözés: Az esővíz éppen a száraz nyári hónapokban nem áll kellő mennyiségben rendelkezésünkre, amikor a növényeket gyakrabban öntöznénk. Ilyenkor azonban többet is zuhanyozunk, és **a megfelelően tisztított szürke szennyvíz alkalmas a kertek locsolására**. Az öntözésre való felhasználás feltétele, hogy ne legyen magas a víz foszfáttartalma, így *lehetőleg természetes anyagokkal mossunk, takarítsunk*. Egyes vélemények szerint a szürke víz környezeti hatása elhanyagolható. „Erősen szürke” víz esetében egy tisztítóberendezés beszerelése lehet a megoldás.

4. Szennyvíztisztítás

A szennyvíztisztítás megvalósítására több lehetőség van. Térségi, kistérségi szennyvíztisztító telephez való kapcsolódás, vagy település szintű tisztítótelep létesítése, illetve közműpótlós ún. egyedi megoldás alkalmazása.

Amennyiben a tisztított szennyvíz helybeni hasznosítására igény és lehetőség van, a kiválasztás szempontjai közül a decentralizált technológiákat lehet előnyben részesíteni. Közülük is preferálandóak a természetközeli módszerek, amennyiben táji és műszaki adottságok nem zárják ki alkalmazásukat.

A kiválasztási szempontok közül az alábbiakat emeljük ki:

- Környezetvédelmi előírások és környezeti hatások.
- Vízgazdálkodási szempontok, hasznosítási célok: (öntözés, tározás, stb.)
- Megfelelő befogadó jelenléte, szükséges terület biztosítása
- Tájba illeszkedés, táji adottságok kihasználása (domborzat, meglévő nádasok)

A természetközeli szennyvíztisztítási megoldások előnyei:

- kevesebb energia,
- jelentős párolgás,
- talajvíz utánpótlás.

A természetközeli szennyvízkezelésnek alapvetően három változata lehetséges:

- a természetes vízi élőhelyek természetes öntisztuló képességének kiaknázása,
- az épített, mesterséges vízi élőhelyek,
- a szennyvíz regeneráló és újrahasznosítási rendszerek.

A természetközeli (alternatív) megoldások közül leginkább elterjedt (sokoldalú alkalmazhatósága és nagyfokú rugalmassága miatt) az úgynevezett **gyökérszónás nyílttéri szennyvíztisztító**, amely kis méreteken és megfelelő szabad tér rendelkezésre állása esetén a leggyakorlatiasabb megoldás mind a **szürkevíz**, mind a **feketevíz kezelésére** és akár a **környezetbe való visszajuttatására**, akár pedig **újrafelhasználására**. A gyökérszónás szennyvíztisztítási módokat kistelepüléseknél, vagy különálló településrészeknél lehet alkalmazni, ahol elegendő hely áll rendelkezésre a kialakításhoz. Fontos feltételek még, hogy sérülékeny vízbázist ne veszélyeztessen, és a *szakhatóságok a létesítéshez hozzájáruljanak*.

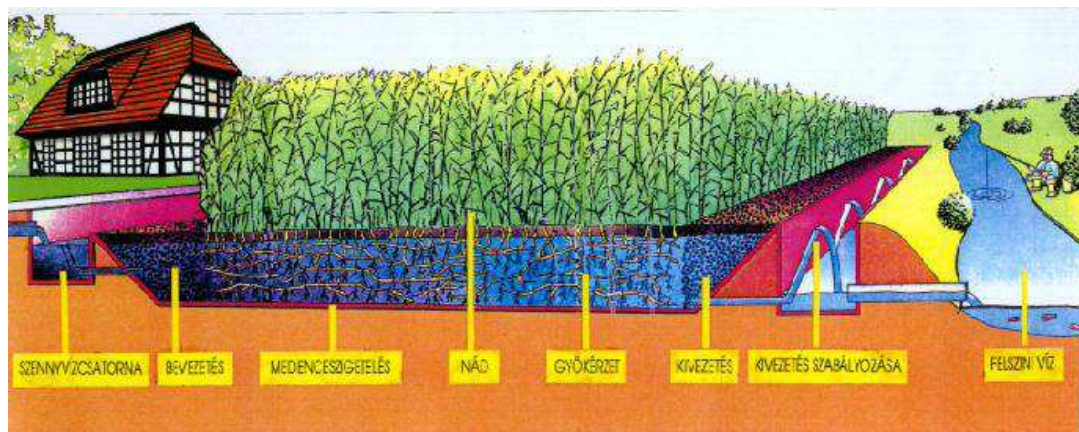
A természetközeli tisztítási technológiák egyik előnye, hogy energiaigényük minimális, ugyanakkor ÜHG kibocsátásuk hasonló mértékű, mint a művi tisztítóknak.

A település és a kistérség tisztított szennyvízre vonatkozó vízgazdálkodási szempontjai akkor elégíthetők ki, és annak **hasznossága** akkor mérhető ki, ha a

szennyvizet nem vezetik ki a térségből, és a **tisztítás helyben történik**. Ez esetben van lehetőség a szennyvíz utóhasznosítására (öntözés, talajvíz-visszapótlás, vízfelület kialakítás, stb.).

A települési tisztított szennyvíz, mint készlet, elsősorban mezőgazdasági hasznosítási lehetőségeket (aszály elleni védekezés) rejt magában, de felhasználható a felszíni vízkészletek növelésére is. A szennyvíz különböző célokra történő felhasználásakor figyelemmel kell lenni arra, hogy a „hagyományos” szennyező anyagokon kívül egyéb, a használat során komoly problémát okozó mérgező szerves vegyületeket, illetve a fémszennyezéseket is tartalmazhat.

4.1 Gyökérvízszívás szennyvíztisztítás



A gyökérvízszívás szennyvíztisztítás működési elve

A szennyvíztisztítás náddal beültetett talajközegben az ún. gyökértérben az ott élő mikroorganizmusok segítségével megy végbe. A technológia energia szükséglet nélkül üzemel, kihasználva a természet által adott lehetőségeket. A növény gyökérzetével biztosítja a talaj porozitását és a tisztítás oxigén igényét.

Akkor alkalmazható, ha a szennyvízcsatorna-hálózat még nem épült meg, vagy a csatornahálózat már kiépült, de a rákötés aránytalanul magas költséggel járna, és a helyi adottságok lehetővé teszik szennyvíztisztító telepítését.

Telken belüli elhelyezés alapvető követelménye:

- a szennyvíztisztító elhelyezése vízgazdálkodási, közegészségügyi, környezetvédelmi vagy egyéb érdeket ne sértsen, és megfeleljen a vonatkozó jogszabályoknak
- a tisztított szennyvíz elvezetésére van befogadó patak, vízvezető csatorna, vagy megfelelő terület arra, hogy a tisztított szennyvíz a telken tárolható, vagy a talajban elszikkasztható legyen

A gyökérzónás tisztítási rendszer elsődleges célja a finom hordalék és a tápanyag eltávolítása. Előnye, hogy viszonylag jó eltávolítási hatásfokkal működik a csapadékesemények széles tartományában. Élőhelyet, rekreációs lehetőséget és esztétikai értéket egyaránt képvisel, így a többszemponú tervezés egyik eszköze lehet. A stabil vízborítás fenntartásához „megbízható” hozzáfolyás kell, illetve a talajvíz megfelelő magassága biztosíthatja, hogy ne száradjon ki a rendszer. Ez egyben a talajvízzel való kölcsönhatást is jelzi. Kialakítását tekintve általában legalább két egységből áll. Egy mélyebb felvízi tározótóból, ahol legfeljebb a parti sávban található vízinövény és egy sekélyebb alvízi, vizenyős területből, ahova vízi, mocsári növényeket telepítenek. Ez a tulajdonképpeni „épített gyökérzóna” vagy makrofita zóna.

5. Csapadékvíz-gazdálkodás

A vízgazdálkodási törvény alapján az ingatlan határain belül levő természetes állóvizek, (tó vagy holtág) amely más ingatlanon elhelyezkedő vizekkel közvetlen kapcsolatban nincsenek, valamint az ingatlanra lehulló és az ingatlanon maradó csapadékvíz az ingatlan tulajdonosának a tulajdonában van. A csapadékvíz felhasználása a lakosság vízellátásában korlátozott, egyrészt minősége, másrészt mennyisége miatt. Minősége korlátozza a felhasználási lehetőségeket, melyek részletezését a Vízigény címszó alatt lehet megtalálni.

Csapadékból az évek többségében az igényekhez képest hiány mutatkozik, ezért gyűjteni és tárolni kell.

Az elmúlt évtizedben megváltozott a csapadékvíz mennyiségi kezelésének szempontja, a **„szabaduljunk meg tőle minél gyorsabban” szemléletet felváltotta az „amilyen lassan csak lehet” nézet**, természetesen az előntési problémák elkerülésével

Ezzel egyidejűleg felértékelődött a csapadékvíz, mint készlet. Helyi felhasználása nem ivóvíz minőséget igénylő célokra ma már terjedőben van, és jelentősége a jövőben minden bizonnyal növekedni fog. A belvárosi területeken a burkolt felületekről a csapadékvíz túlzott elvezetése következtében a növekvő talajvízmélység miatt is megoldást kell találni a talajvízpótlásra, a növényzet vízellátásának javítása céljából. Ehhez lehetővé kell tenni a csapadékvíznek a korábbiánál nagyobb arányú beszivárgását.

Az éghajlatváltozás során az összességében kevesebb csapadék intenzitása megnövekedett, emiatt a talajba beszivárogni képes hányada csökken, a lefolyásé növekszik, amely mind a belterületeken, mind a külterületeken jelentős előntéseket, és egyéb gondokat eredményezhet.

Ha a talajvíz csapadékvíz általi utánpótlásának egyensúlya a csapadékvíz-beszivárgás megszűnte miatt felborul, a talajvíz trendszerű süllyedése a vízellátást, a vegetáció fejlődését, az épületek süllyedését, stb. is befolyásolja.

Az előntések elkerülése érdekében, a beszivárogtatás lehetőségének megteremtésén túl -az egyre hevesebb csapadéktevékenységet figyelembe véve- a csapadék bizonyos részének elvezetésére is szükség van.

5.1 A csapadékvíz-elhelyezés lehetőségei és előnyei:

- Szikkasztás: talajvízdúsítás
- Tározás: párolgás mikroklíma alakítás
- Vízfolyásba vezetés: vízkészlet növelés

Bár vízháztartási szempontból előnyös a csapadékvíz lehető legnagyobb arányú helybentartása, de mint minden hasonló kérdésnél nem csak a vízmennyiségi, de a vízminőségi szempontokra is nagy hangsúlyt kell fektetni. Ennek figyelembe

vételével megfontolandó, hogy a nagyobb forgalmú útszakaszok jelentős szennyezésnek kitett felületeiről lefolyó csapadékvizek esetében a szikkasztás (beszivárogtatás) talajvízkészlet növelő hatása, vagy ugyanennek szennyező hatása a jelentősebb. Meg kell vizsgálni a felszíni befogadóba vezetés lehetőségét, illetve vízminőségi követelményeit. A döntéshez a várható szennyezések mértékét, a talajvíz szintjét, a lejtési viszonyokat célszerű figyelembe venni.

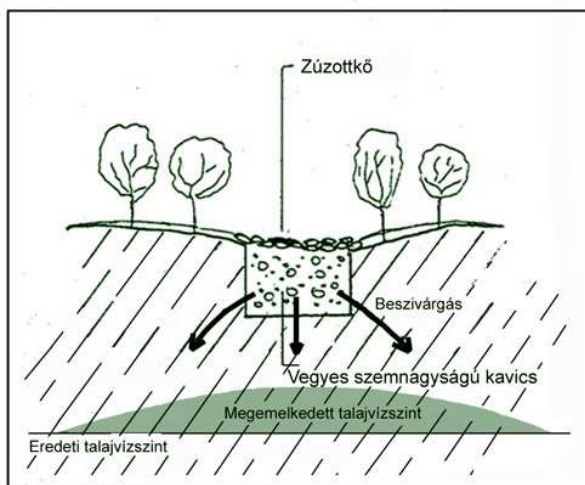
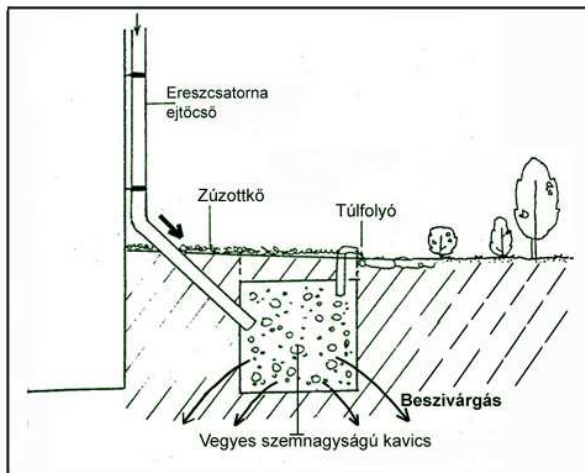
A csapadékvíz-elvezető hálózat optimális méretezése érdekében lefolyás-szabályozási módszereket célszerű alkalmazni. Ugyancsak megfontolásra érdemes a csúcs-vízhozamok csökkentése céljából csapadéktározók kialakítása.

5.1.1 A keletkezés helyén történő szabályozás

Beszivárogtatás gyepes, bokros területen, ahol a víz a gyökérzet által is segítve szivárog a talajba. Tetőről, utakról lefolyó vizeket szikkasztanak ily módon általában.

- Beszivárogtatás nyílt árokban:
A csatornafének zúzott kővel való kiépítése javít a módszer hatásfokán, de a döntő tényező a talaj vízáteresztő képessége és a talajvíz-szint mélysége a terepszint alatt.
- Bioszűrő vápák:
Fűvel, vízínövényekkel beültetett mélyedések kiválóan alkalmasak a szennyezőanyagok kiszűrésére. Ezek a sekély csatornák, minimális, vagy éppen nulla fenékszélességgel kiváló biofilterek, és a gyökérzetnek is köszönhetően beszivárogtató hatásuk is van, ezért mennyiségi és minőségi szabályozást is jelentenek
- Beszivárogtató tó:
A tófenék vízáteresztő kell legyen. A vízszint veszélyes méretű megemelkedését a csatornahálózatra csatlakozó vészkiömlő akadályozza meg. Lényeges a tófenék rendszeres kotrása, az üledék eltávolítása céljából.
- Felszín alatti szivárogtató tározás:
Nagy hézagterefogatú anyaggal (pl. zúzott kővel) kitöltött, föld alatti tározótér. A vízzáró felületekről ide vezetik a lefolyó vizet, ahol az tározódik, majd lassan elszivárog a talajvíz felé. Nagy porozitású talaj esetén a lefolyó vizek tározótér kiépítése nélkül, közvetlenül vezethetők a talajba.
- Porózus, vízáteresztő burkolat:
Főleg fejlett infrastruktúrájú országokban alkalmazzák, ahol a nagy csatornasűrűség miatt a talajvíztükör lesüllyedt a városok alatt. Talajvízdúsításon kívül vízminőségvédelmi szerepe is lehet, megfelelő szerkezeti kiépítés esetén.

5.1.2 Csapadékvíz beszivárogtatás



A nyelő, vagy csatlakozó műtárgy szűkítése révén a csapadékvizet tárolhatjuk olyan vízzáró burkolatú felületeken, ahol a tócsásodás nem okoz kellemetlenséget. Így például:

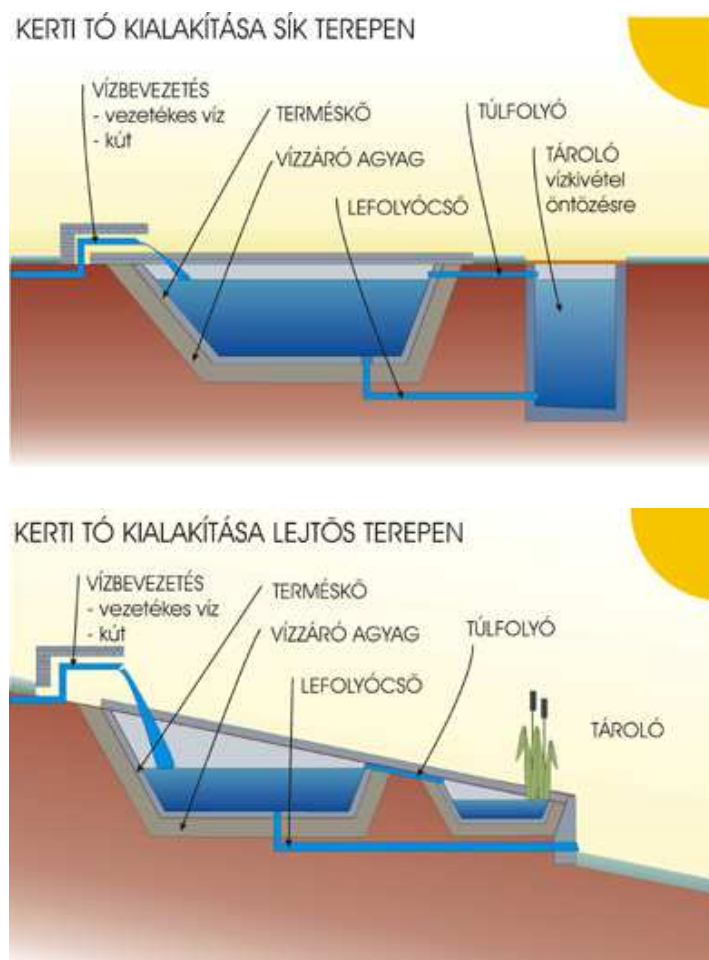
- Lapostetős épületeken néhány centiméteres tározás érhető el az ejtőcső szűrőkosara köré ültetett korlátozott átbecsátású gyűrű segítségével. Természetesen ehhez a tető megfelelő szigetelése szükséges.
- Az előbbinél ökológikusabb módszer a városi zöldtetők létesítésével a csapadék részleges megkötése.
- Gépkocsi parkolók tározásra történő igénybevétele megfelelő áramlásszűkítő beépítése és a terület kialakítása révén, bár ez a gépkocsik megközelítését nehezíti a tározás ideje alatt.

5.1.3 Kerti tavak

Vízáteresztő talaj esetén a vízmegtartás érdekében a tó medrét szigetelő réteggel kell ellátni. A tó leeresztéséről és a többletvíz túlfolyón való leeresztéséről gondoskodni kell.

Csapadékvíz és talajvíz felhasználásával ingatlanon belül is kialakítható kerti tó.

A tavak kialakítási lehetőségei:



5.2 Csapadékvíz összegyűjtése

5.2.1 Vízyűjtés burkolt felületről

Ingatlanon belül a csapadékvíz felszínről való összegyűjtéséhez megfelelő terepesés, nagy felület ill. burkolás szükséges. Kellő lejtésű terep esetén, az esővíz a lejtőre merőlegesen vezetett, burkolt és fedett kisebb árkokban, a lejtős terület alján összegyűjthető. Az így összegyűjtött csapadékvíz leginkább öntözésre és kisebb tavacsák létesítésére használható fel.

5.2.2 Vízgyűjtés az épület tetejéről

Az ereszcatorna rendszerben **összegyűjtött csapadékot szűrni, tárolni kell**, majd ezt követően **a felhasználás helyére juttatni**.

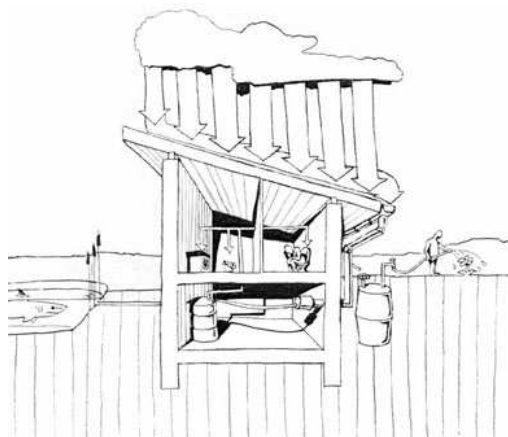
Tervezéskor, kivitelezéskor ügyelni kell ezen felül a felgyülemelő kiszűrt szennyeződések eltávolítására, túlfolyó beiktatására és az esetleges utántöltés rendszerére. Több oka lehet (szennyezett csapadék, utólagos beépítés miatti helyhiány, stb.) annak, hogy az esővíz tárolása szabályozott felhasználása nem oldható meg. Ez esetben nagyon csekély ráfordítással, elsősorban házilag megoldható, hogy az esővíz legalább a kertben maradjon, és ott hasznosulhasson.

A csapadékvíz gyűjtése és felhasználása során megoldandó feladatok:

- Gyűjtés
- Szűrés, tisztítás
- Tárolás
- Szállítás
- Felhasználás

A csapadékvíz gyűjtésének legkézenfekvőbb módja az épület teteje. Emellett az innen összegyűjtött esővíz tekinthető a **legtisztábbnak**. Sajnos a környezet, és levegő szennyezettsége nagymértékben elszennyezheti az összegyűjtött csapadékot.

Mivel a csapadék mennyisége területenként eltérő, ezért értéke függ az ingatlan földrajzi elhelyezkedésétől, a tető méretétől és anyagától. A tető anyaga befolyásolja az összegyűjtött víz minőségét is. **Jók a cserép és műanyag felületek**, a fémhéjazat bár sima, a fémionok kioldásának veszélyét hordozza, hasonlóan a betoncserepnél is várhatók kémiai reakciók. Palatetők a csapadékvíz felhasználáshoz nem ajánlottak, a bitumenes tetőkről a szag és elszíneződés veszélye okoz gondot.



5.3 Szűrők

5.3.1 Tartályba épített szűrők

Tartálytípusonként változó szűrő típussal lehetséges. Előnye, hogy nincs további aknafedél a kertben, a tartály és szűrő ellenőrzése együtt történik a Dómon keresztül. 0,5 mm rácsszélesség felett a szűrt esővíz csak kerti felhasználásra lesz alkalmas, tehát próbáljunk ennél kisebb szűrőrésű típust választani.



5.3.2 Talajba épített szűrők

Az ilyen szűrők alkalmasak már meglévő ciszternák, tartályok csapadékvizének szűrésére, utólagos és új beépítésre. Talajba építendő a tartály és az ereszcsonna között elhelyezve. Általában nagy teljesítményű szűrőket helyeznek el a tartályokon kívül, 300 nm tetőfelülettől kezdődően.

Külső szűrőknél elvárás a teleszkópos aknatest, hogy a befolyási mélységeket minden esetben pontosan beállíthassuk.

Fontos, hogy utólagos és új beépítésnél is figyeljünk a szűrők esetleges be- és kifolyásszintek közötti különbségeire.



5.3.3 Ereszszűrők

Egyszerű szűrők a felszíni tartályokhoz (200-1000L) de talajba épített tartályokhoz is alkalmazható, jó szűrés hatásfokkal működő szűrők. Az ejtő ereszcsonnába integrálhatók.

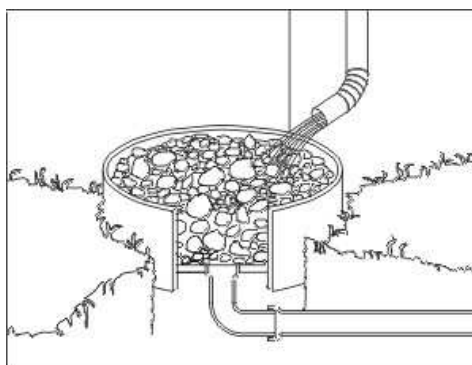
2 fajta megoldást alkalmaznak:

- Az ereszcatornába építve a tisztított vizet külön kifolyóval vezethetjük a tartályba, és az ereszen keresztül távozik a szennyeződés.
- Az ereszcatornába építve a tisztított vizet az ereszcatorna további szakaszával vezetjük a tartályba, míg a szennyeződés a kidobón keresztül a csatorna mellé üríthető.



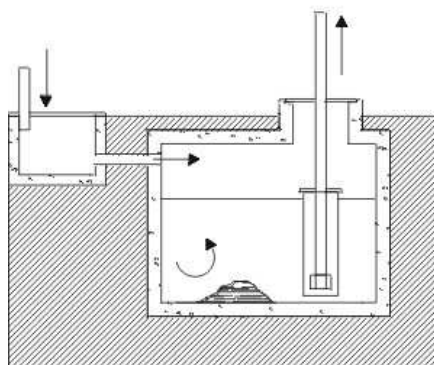
5.3.4 Kőágyas szűrők

Elsősorban a kerti tavakhoz alkalmazható, házilag kivitelezhető kőágyas szűrő, bárholnan gyűjtött esővíz szűrésére.



5.3.5 Homokos szűrők

Egyedi tervezést igénylő egyedi tároló, homokszűrő rendszer.



5.3.6 Csíráatlanítás

Ha csíraszám tekintetében szigorúbb igényeknek akarunk megfelelni, a megszárt esővizet UV fényel is csíráatlaníthatjuk, azaz elpusztíthatjuk a vízben levő

mikroorganizmusokat. Elegendő a tároló vizébe engedni egy vízhatlan 12V-on működő, 12W teljesítményű UV sugárzót. A kifestültséget fröccsenő víztől védett házba zárt transzformátor szolgáltatja, melyet az elektromos hálózatra csatlakoztathatunk. Az UV_c sugárzás káros élettani hatásai miatt automatikus kapcsolóval látják el, mely a tartályból való kivétele után 10 másodperccel magától kikapcsolja a készüléket.

Csíraszám 3 nap után a tartályban:

- Kezeletlen vízben: 15000csíra/ml
- UV fényel kezelve: 10csíra/ml
- Ivóvízben megengedett: 100csíra/ml

5.4 Tárolók

5.4.1 Épületben elhelyezhető tárolók

A beépített tárolók minden esetben egyedi tervezést igényelnek, mely során különös gondot szükséges fordítani a tartályok alatti födém szerkezet teherbíró képességére!



5.4.2 Szabadban elhelyezhető tárolók

Az esővízgyűjtés legegyszerűbb módja az eresz alatt/mellett elhelyezett esővízgyűjtő. A vizet műanyag csapon vagy tömlőn keresztül ereszthetjük le a tartályokból, de kisteljesítményű szivattyúval már magasabb helyre is eljuttathatjuk az összegyűjtött esővizet. Érdeemes szűrt esővizet gyűjteni a tározókba, mivel így az hosszabb ideig, minőség károsodás nélkül eltartható. Fontos, hogy a felszíni esővízgyűjtőket télre le kell ereszteni!

5.4.3 Talajban elhelyezhető tárolók

Ezek a tartályok alkalmasak a felettük lévő földréteg megtartására. Ahhoz, hogy a csatornát (eső vagy szennyvíz) megfelelő lejtésben (1-2%) lehessen elhelyezni, elengedhetetlen a 60-80 vagy akár 130cm mélyen történő fektetés. Gyakran a területi adottságok is megkövetelik a csövek nagyobb mélységben való elhelyezését. **A tartály feletti terület így használható marad.** A fedő talajréteg biztosítja a **fagymentes víztárolást**, ezen felül az **állandó fénymentesség** és a viszonylagosan **állandó hőmérséklet segít** az esővíz **kiváló minőségének fenntartásában hónapokon át.** A felszínen csak egy aknafedél látszik.

5.5 Szivattyúk

A szivattyúkat általában közvetlenül az esővíztartályba építik be. A szivattyúra gyártilag felszerelt úszókapcsoló gondoskodik arról, hogy üres tartály esetén a szivattyú automatikusan kikapcsoljon.

5.6 A csapadékvíz felhasználási lehetőségei



Mosás: Az ivóvíz az ország legnagyobb részén meglehetősen kemény, ezért mosógépeink védelmében célszerű volna (különbféle **vízlágyítók helyett**) közvetlenül **lágvizet, vagyis esővizet** használnunk.

Öntözés: Sok kerttel rendelkező háztartás számára a nyári időszakban igen megterhelő a locsolással járó kiadás. A legtöbbben saját kutak kialakításában látják a probléma megoldását, azonban a **növények számára élettanilag** sokkal

kedvezőbb a csapadékvíz. Ez a megoldás könnyen kivitelezhető, és jó alternatívát jelent.

WC-öblítés: Nagy pazarlás, amikor az ivóvizet ilyen célra használjuk. Alternatívaként ebben az esetben is a **csapadékvíz**, esetleg a **kútvíz** kínálkozik, de az előbbieknél egyszerűbb megoldást kínál a **mosdóvíz (szürkevíz)** felhasználása. A **vízfogyasztás harmada megtakarítható**, ha a WC-t kikötjük a tisztavíz-hálózatról.

Takarítás: Mind épületen belüli, mind épületen kívüli (pl. autómosás) takarítási munkákra fölösleges ivóvíz tisztaságú vizet használni. A tisztított csapadékvíz ide is megfelelő.

Összességében **csapadékvíz felhasználásával a vezetékes vízfogyasztás körülbelül a felére mérsékelhető.** Ilyen csapadékgazdálkodási módszerrel mind a háztartások, mind pedig az önkormányzatok és az üzemeltető közmű vállalatok költségeket takarítanak meg. Előbbiek csökkentik a közüzemi hálózatról az ivóvíz felhasználását és kiadásait, utóbbiak elkerülik a lakosság által a minél gyorsabban a csatornába vezetett esővíz okozta szennyvíztisztítási költségnövekedést.



A csapadékvíz hasznosítása révén nem csupán a közműves ivóvíz felhasználása csökkenthető, de késleltethető, illetve redukálható a csapadékvíz lefolyása is, és ezáltal a belterületi elöntési kockázat is kisebb lesz.

A csapadékvíz, mely ellentétben a felszín alatti vízzel, nem köztulajdon, alkalmas különböző háztartási és ház körüli vízigény kielégítésére, és mivel kezelése nem igényel különleges képzettséget, alternatív vízkészletet jelenthet az ingatlan tulajdonosa számára. Az ivóvíz minőségű víz igénybevétele számos esetben (pl. mint szállítóeszköz) nem indokolt, ezért a csapadékvíz helyben történő hasznosítása komoly tartalékokat jelent. Ennek egyszerűbb esete (öntözés) már tapasztalható, a házon belüli felhasználás technikája pedig kialakulóban van. Megvalósításához **elengedhetetlen** bizonyos szemléletváltás és technológiai

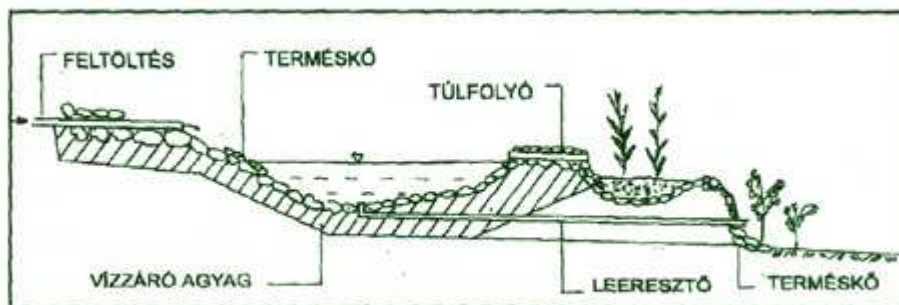
fegyelem, tehát a lakosság tájékoztatása, ill. tudatformálás. A hasznosítás mellékhatása a csatornahálózat és a szennyvíztisztító telep tehermentesítése.

A csapadékvíz felhasználási lehetőségeit a gyűjthető mennyiség, a tárolás/tározás formája és a tisztítás mértéke határozza meg.

Az ingatlanonkénti csapadékvíz gyűjtésére ciszternák létesíthetők. Kertöntözésre való felhasználásához csak a mechanikai szennyeződések (por, falevél, stb.) szűrésére van szükség. Háztartási célú (vezetékes) felhasználáshoz homokszűrőn való tisztítás is elengedhetetlen.

Különösen sokcélú felhasználási lehetőséget nyújt a **tetőfelületekről összegyűjthető csapadékvíz** akkor, ha nem csak a mechanikai tisztításra kerül sor, hanem (egy egyszerű szerkezet közbeiktatásával) megoldják, hogy az úgynevezett „le mosó” csapadékrész ne kerüljön a gyűjtőtartályba. Lemosó csapadéknak az eső kezdeti szakaszában lefolyó mennyiséget nevezzük, amely a tetőfelületek szennyeződésének jelentős részét magával sodorja. A csapadékvíz többcélú hasznosításához homokszűrős, vagy egyéb (pl. aktív szenes) tisztítási megoldást kell alkalmazni. A tetőfelületekről gyűjtött csapadékvíz átlagos esetben a háztartásonkénti használati vízigény mintegy 25-30 %-át tudja fedezni. A tárolókból túlfolyó víz a házi kertekben kialakított tavacskákba vagy a csapadékelvezető hálózatba vezethető.

Kerti tó kialakítása



KERTI TÓ KIALAKÍTÁSA

C. HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

„A hulladék nem más, mint rossz helyen tárolt nyersanyag” – ezt a definíciót tanítják az osztrák kisdíákoknak. Európa nyugatabbra eső részén egyre inkább tisztában vannak azzal a ténnyel, hogy a Föld anyagkészlete véges, és minél több anyagot vissza kell forgatni, s lehetőleg kevesebbet felhasználni. Nem szabad elhanyagolni az új módszerek bevezetése mellett, azok használatának megtanítását az embereknek, tudatuk formálását.

A korszerű hulladékgazdálkodási eszközök már rendelkezésre állnak, megfelelő szervezéssel könnyen alkalmazhatóak, de ezek bevezetése nem nélkülözheti a rendszerszemléletű hulladékgazdálkodással foglalkozó környezetvédelmi szakember közreműködését. A konkrét intézkedésekkel párhuzamosan kell folytatni a tudatformálást az érintetteknel, ebben rejlik az új módszerek hatékonysága

Egy épület hulladékgazdálkodás szempontjából nyílt rendszernek tekinthető. Működéséhez, a bentartózkodók igényeinek kielégítéséhez minden intézmény általánosan fogalmazva „anyagot” használ fel. Ez lehet akár az iroda bútorzata, nyomtatópapírok, az iskolások uzsonnája és annak csomagolása is.

Az integrált hulladékgazdálkodás a hulladékkal kapcsolatos problémák megoldása érdekében alkalmazható eszközök olyan együttes, tervezett felhasználása, amely a problémák környezetileg hatásos, gazdaságilag hatékony megoldását eredményezi. Az eszközöket legszemléletesebben az ún. hulladékpiramissal szemléltetik, melyben azok prioritási sorrendben helyezkednek el, legfelül a legjobb megoldás, míg legalul a legrosszabb. Ezen eszközök alkalmazására közvetve vagy közvetlenül hatással vannak az önkormányzat tevékenységei.



Az önkormányzati intézményeknek egyik fontos szerepe, hogy társadalmilag elvárható példamutató magatartással járjanak elől. Alapvető, hogy tisztában legyünk a saját igényeinkkel, hogy milyen funkciót tölt be az adott tárgy, és ehhez igazítsuk fogyasztásunkat. Ezért ha lehetséges, akkor elsődleges prioritásként kell kezelni a hulladékok keletkezésének megelőzését, a felesleges elemeket kiiktatni. Érdemes például a közbeszerzési szempontok közé beépíteni a **megelőzést**, hiszen ezzel sok későbbi probléma keletkezését kerüljük el.

Lehetőleg olyan terméket, vagy szolgáltatást érdemes tudatosan választani, hogy egyáltalán ne vagy minél kevesebb hulladék keletkezzen. Megfelelő körülmények teremtése esetén ez a felhasználó számára is természetessé válhat, gondoljunk itt csak egy kávéautomatából vagy egy büfében saját pohárba kért üdítőre, hiszen így egyrészt a régit újrahasználjuk, a legfontosabb azonban, hogy megelőzzük az újabb hulladék keletkezését.

Nem minden esetben lehet alkalmazni a megelőzést. Ez esetben a hangsúlyt a keletkező hulladék **minimalizálására** kell tenni.

Már meglévő, keletkező hulladék esetén jön szóba a következő lépcsőfok, az **újrahasználat**. A felhasználó számára értéktelenné lett tárgyak szemétté válnak, ugyanakkor mások számára értékkel bírhatnak, és ők felhasználnák. Ha már végképp nincs szükségünk egy tárgyra, és nem tudjuk újrahasználni (a csomagolóanyagok többsége ilyen), akkor következik a *szelektív hulladékgyűjtők* használata, és nem a vegyeskukáé. Értékes nyersanyagot dobunk a szemétkukába ez által, hiszen a műanyagok, a papír, a fémek és az üvegek újrahasznosíthatóak. Az **újrafeldolgozás** során új termékeket állítanak elő tiszta alapanyagokból (pl. fehér üveg), megkímélve a természeti erőforrásokat.



A hulladékpiramis alján levő eszközök nem alkalmazhatóak hatékonyan egy-egy intézmény hulladékgazdálkodása esetén, mégis tevékenyen hozzájárulhatnak ezek hatékony működéséhez. A házi szelektív hulladékgyűjtés egyrészt azért nagy jelentőségű, mert ezzel mindenkit el lehet érni, nem csak az önkéntes szelektívgyűjtőket, másrészt azért, mert a hulladéknak sokkal nagyobb arányát lehet újrafeldolgozni.

A következő lépcsőfok, az **energia-visszanyerés**, melynek alapja a hulladékok szelektív gyűjtése. Természetesen lehet a vegyeskuka hulladékát is elégetni, de sokkal jobb hatásokra mutat példát a Svéd főváros, Stockholm Hammarby Sjöstad városrészének módszere. Ennek érdekessége, hogy az éghető hulladékot (csomagolópapírokat, műanyagokat) külön gyűjtik, majd szállítják el a helyi égetőműbe, ahonnan hő és villamosáram formájában használják fel újra a lakók. Ugyanígy a konyhai melléktermékeket összegyűjtik a zöldhulladékkal együtt, azokat biogázosítják és biotrágyát állítanak belőle elő.

Legvégső megoldás a szakszerű **lerakás**, melynek megszervezése már nem intézményi, hanem önkormányzati hatáskörbe tartozik.

A hulladékgazdálkodási piramisnak számos eleme van, melyek hatékonyan alkalmazhatóak, de nem olyan hatékonyak, ha az emberi gondolkodás nem alkalmazkodik hozzájuk. Hulladék mindig is fog keletkezni, és azt megfelelően kell kezelni.



Akár előbbi vagy utóbbi módon



A hulladék keletkezik, majd a keletkezés helyéről az elszállításáért fizetni kell, még hozzá évről évre többet. A fent említett eszközök alkalmazása mellett tovább csökkenthető a hulladék, ha az intézményen belül présgépet használunk. A **présgép** alkalmazásával jelentős hulladéktérfogat-csökkentés érhető el. Ez a helytakarékosság mellett pénzügyi megtakarítással is jár, hiszen az intézmények nem a hulladék tömege, hanem térfogata alapján fizetik a szemétszállítási díjat.

Bizonyos hulladékprés rendszerek használatával az edények telítettsége könnyen ellenőrizhető, az ürítési gyakoriság az igényekhez könnyebben igazítható, a szabvány szemetes edények egyszerű tisztíthatósága révén magasabb fokú higiénia biztosítható. Ezáltal nagyobb lesz a rend és a tisztaság. Ezen felül a szelektív hulladékgyűjtés magvalósítása, továbbá a bálázott csomagolóanyag hulladék értékesítése esetén árbevétel keletkezhet.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Zöld András: Energiatudatos építészet, Műszaki könyvkiadó, 1999
- [2] Mádlné Szőnyi Judit: A geotermikus energia készletek, kutatás, hasznosítás, Grafon kiadó, 2006
- [3] <http://www.austrothermakademia.hu/?link=hohidak-Oldal-43-307.html?nyomtatás>
- [4] <http://www.muszakilapok.hu/magyar-epitestecnika/hohidak>
- [5] www.energiaporta.hu/files/Futesi_rendszerek.pdf
- [6] <http://www.naplopo.hu>
- [7] <http://www.foek.hu/korkep/enhat/hoszivattyu/hoszivattyu.html>
- [8] <http://www.reak.hu/kk/028.htm>
- [9] <http://ocean-l.hu/tkr/?cat=9>
- [10] <http://www.pannonpellet.hu>
- [11] <http://www.epgeponline.hu/Cikk.aspx?code=DHE00412>
- [12] <http://www.hklszaklap.hu/cikkek.php?id=14>
- [13] www.energytraining4europe.org
- [14] <http://www.solartechnologia.hu/solarsystem/sik-kollektor-vagy-vakuum-csoeves-kollektor.html>
- [15] http://www.sun-tech.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=4
- [16] <http://www.acrux.hu/sun/napkollektor3.html>
- [17] www.solar-energia.hu
- [18] <http://www.szelkerekcentrum.hu/>
- [19] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Napelem>
- [20] http://www.egaz-degaz.hu/hu/musz_kogenaracio.html
- [21] http://www.egaz-degaz.hu/hu/musz_kogenaracio2.html
- [22] http://www.energ.co.uk/GlobalMarkets_Hungarian
- [23] Budai Péter: Zárt anyagáramokra épülő szennyvízgyártó (előadás) 2006, BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék
- [24] <http://fenntarthato.hu/epites/leirasok/nes/vizgazdalkodas>
- [25] Bartus Gábor: A hulladékgazdálkodás alapjai (Nemzeti Szakképzési Intézet Budapest, 2006)
- [26] <http://www.orwak.hu/hulladekpresek.php>
- [27] <http://www.hammarbysjostad.se/>