

Structural Joint European Project SJEP - 09015/95  
ARCHITECTURAL ECOLOGY - ÉPÍTÉSZETI ÖKOLÓGIA



NOVÁK ÁGNES

A SZOLÁR ÉPÍTÉSZET ALAPJAI

YBL MIKLÓS MŰSZAKIFŐISKOLA  
BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM  
SZÉCHENYI ISTVÁN MŰSZAKIFŐISKOLA  
UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN, SCHOOL OF ARCHITECTURE  
FACHHOCHSCHULE FÜR TECHNIK STUTTGART  
DALARNA UNIVERSITY, FALUN - BORLANGE  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
GLASGOW COLLEGE OF BUILDING AND PRINTING

Structural Joint European Project SJEP - 09015/95  
ARCHITECTURAL ECOLOGY - ÉPÍTÉSZETI ÖKOLÓGIA

# A SZOLÁR ÉPÍTÉSZET ALAPJAI

SZERZŐ:  
NOVÁK ÁGNES

grafika:  
Louise Cameron  
fotók:  
Novák Ágnes

European Commission  
TEMPUS Structural Joint European Project SJEP - 09015/95  
Koordinátor: Ybl Miklós Műszaki Főiskola, Magasépítési és Települési Intézet  
Projekt vezető: Osztrólczy Miklós Phd  
Sorozatszerkesztő: Novák Ágnes

---

European Commission TEMPUS Programme  
Cooperation in higher education between Central and Eastern Europe and European Community  
Structural Joint European Project

## Architectural Ecology - ÉPÍTÉSZETIÖKOLÓGIA

A TEMPUSSJEP- 09015/95 program az Európai Közösség támogatásával az építész-képzés terén új oktatási anyagok kidolgozását tűzte ki célul. Az oktatás a környezettudatos építészet és az építészeti ökológia területére összpontosít. A programban résztvevő intézmények közös munkája eredményeképpen az oktatási módszer és a tantervi program kidolgozása után oktatási segédanyagok készítésére kerül sor, amelyek részben nyomtatott formában, részben vetíthető formában, végül pedig multimédia-CD formájában valósulnak meg. A program során az oktatási segédanyagok próbája a graduális oktatás.

A programban résztvevő intézmények:

YBL MIKLÓS MŰSZAKIFŐISKOLA, BUDAPEST  
Magasépítési és Települési Intézete  
BUDAPESTIMŰSZAKIEGYETEM  
Építésztechnológiai Kar - Épületenergetikai Tanszék  
SZÉCHENYI ISTVÁN MŰSZAKIFŐISKOLA, GYŐR  
Építészeti Tanszék  
UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN, SCHOOL OF ARCHITECTURE  
Energy Research Group  
FACHHOCHSCHULE FÜR TECHNIK STUTTGART  
Fachbereich Architektur  
DALARNA UNIVERSITY, FALUN - BORLANGE  
Civil Engineering Department  
UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA  
Escola Tècnica Superior D'Arquitectura

A sorozatban megjelenő jegyzetek:

1. A SZOLÁR ÉPÍTÉSZET ALAPJAI
2. ZÖLD SZERKEZETEK
3. ÉPÜLETEK HŐTECHNIKAI FELÚJÍTÁSA
4. EGÉSZSÉGES LAKÓÉPÜLETEK
5. ÖKOLOGIKUS TELEPÜLÉSFEJLESZTÉS
6. MEZŐGAZDASÁGI ÉS IPARI KÖRZETEK FEJLESZTÉSE
7. TÖRTÉNELMI VÁROSRESZEK REVITALIZÁCIÓJA
8. AZ UTOLSÓ 50 ÉVBEN ÉPÍTETT LAKÓÉPÜLETEK REHABILITÁCIÓJA
9. KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

Szerkesztő bizottság:

OSZTROLUCZKY MIKLÓS - YMMF Budapest

ZÖLD ANDRÁS - BME Budapest

Sorozatszerkesztő:

NOVÁK ÁGNES - YMMF Budapest

Ybl Miklós Műszaki Főiskola Magasépítési és Települési Intézet  
H-1146 Budapest Thököly út 74  
Labor5 tel./fax: 36 - 1 - 1351 7404, email: labor5@mail.elender.hu

ISBN

Ez a kiadvány a QuarkXPress 3.31 és Adobe Photoshop 3.0 programok segítségével készült.  
Számítógépes feldolgozás: szöveg: és képszerkesztés: Novák Ágnes - YMMFLABOR5,

TARTALOMJEGYZÉK	5. old
ELŐSZÓ	7. old
1. MEGÚJULÓ TERMÉSZET, MEGÚJULÓ FORRÁSOK	9. old
2. FIZIKAI TÖRVÉNYSZERŰSÉGEK	13. old
3. TERMÉSZETI KÖRNYEZET	23. old
4. PASSZÍV ÉPÍTÉSZETI ESZKÖZÖK	35. old
IRODALOMJEGYZÉK	68. old

---

---

---

# Előszó

Előszó helyett David Wright: NATURALSOLAR ARCHITECTURE - The Passive Solar Primer - című, 1984-ben megjelent könyvének néhány bekezdését szeretném idézni:

“Igaz történet - 2050 - ből

(Optimista megközelítés)

A fosszilis energiahordozók kora, és az ipari forradalom előtt az emberek életük során a tűztől, a naptól, a szélről, a víztől, az állatoktól és növényektől, valamint tevékenységeiktől függtek... és a dolgok működtek.

A szénhidrogén alapú energiahordozók fejlődésével, a gőzgépek megjelenésével, az elektromosság használatával, és tömeges elterjedésével úgy tűnt, hogy minden az emberek érdekében létezik. Egyre többet lehetett termelni, és abban hittek, hogy ezek a viszonylag olcsó anyagok szinte soha nem fogynak el. A fosszilis energiahordozókat - amelyeket eredendően a nap hozott létre - felhasználták az épületek fűtésére, autók üzemeltetésére, a cigaretta meggyújtására és még a bőrük barnítására is! Az emberek elfelejtették azokat a dolgokat is, amiket korábban tudtak, és azt is, amit a természet tett értük. Arra figyeltek, hogy elválasszák és megvédjék magukat a természeti erőktől, gépeket és energiát használnak mindenütt ahol csak lehetséges. Így sok minden feledésbe merült.

Egy idő után a természetes környezet veszélyessé és szennyezetté vált, éppen az ilyen tevékenységek miatt. A feltárható, eddig kimeríthetetlennek tűnő energiaforrások egyre fogytak, és lassan már a szomorú vég is feltűnt. Egyre több okuk volt arra, hogy minél kevesebb energiát használnak fel.

Hirtelen túlságosan drága lett az autózás, a cigarettára gyújtás, a zuhanyozás és az energia-áradatba való merülés. Az embereknek meg kellett keresni a cselekvés lehetőségét. És lám végül is volt néhány egyszerű és gazdaságos dolog, amit meg lehetett tenni anélkül, hogy teljes mértékben a gépektől és energiától függtek volna. Ámbár az emberiség vakvágányra jutott a "lustító szolga" miatt, még is újra megtanultak néhány dolgot. A tudomány meglepő felfedezésekre jutott a fizika világában, az ipar fejlődött, különleges anyagok és megoldások születtek és a világról alkotott kép kiteljesedett. Az emberek fogékonyak lettek a SZOLÁR KORSZAK-ra. Ostoba dolognak és durva pazarlásnak számított elégetni a szennyező energiahordozókat 540 °C-on, hogy elektromos energiát állítsanak elő, és azt nagy távolságokra szállítsák, hogy ott 40 °C-os vizet nyerjenek a zuhanyozáshoz.

## Előszó

---

Sokkal gazdaságosabbnak, tisztábbnak, hatékonyabbnak és érdekesebbnek bizonyult a ház tetejére a víztartályhoz egy lapos napkollektort erősíteni, hogy ugyanezt elérjék. A vizet még egyszerű megszerezni, így ez jó befektetésnek bizonyult, néhányan még jobban is érezték magukat.

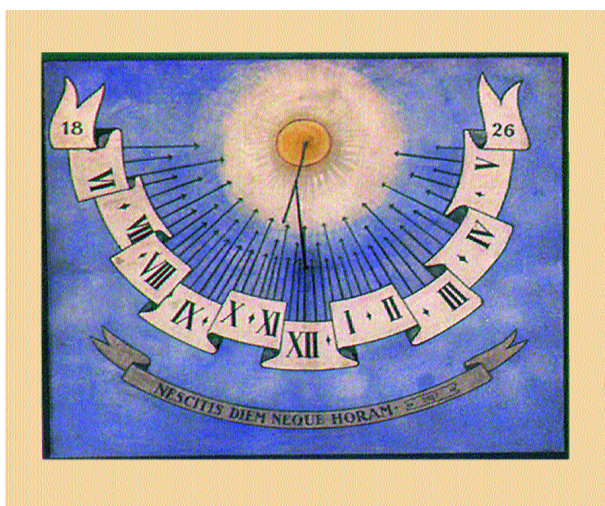
Hasonlóképpen alakult a lakások fűtése és hűtése is. Ehhez a hagyományos energiahordozók és gépek nem mindig szükségesek. Az emberek nagy többsége használta a képzeletét, megbarátkozott a természettel, és azt egyszerűen dolgoztatni kezdte. A kézi tekerésű kurbli, mint emelő gyakran ugyanolyan jól működött, mint egy elektromos motor, és ez jó gyakorlatnak bizonyult.

Ahogy az idő haladt, egyre több minden változott. Napelemek termelték az elektromosságot, szolgáltatók a világítást, hangosítást, fűtést és hűtést. Szélmotorokkal pumpálták a vizet, és hajtották a víztörő hajókat. A napra irányított telepek tiszta, biztonságos energiát termeltek az ipar számára. Az alkalmazott eljárások változatai szinte végtelenek voltak...

Néhány ember azonban nehezen tudta követni a változásokat. Továbbra is kedvelték régi gépeiket, a zajokat és a szennyeződések munkavégzés közben. Ezeknek az embereknek egyre többet és többet kellett fizetniük egyre kevesebb és kevesebb termékért. Munkájuk mind több részét az energiahordozók megszerzésére kellett fordítaniuk.

Sokan mások megszerették a természetes módszerek használatát: örültek, hogy kevesebbet kell fizetniük egyre többért. Ők hamarosan sok mindent felfedeztek, amit az alternatív módszerekkel is megtehettek: napfürdőzés, élelmiszer termelés, főzés, termények szárítása, a folyadékok lepárlása, víz emelés, szállítás, kommunikáció és így tovább. Ezután boldogan éltek, míg meg nem haltak.

David Wright - Natural Solar Architecture"



Néhány évvel ezelőtt, amikor a fenti könyvet először vettem kezembe, úgy gondoltam, hogy a szerző olyan szerkezetbe tudta foglalni mondanivalóját, ami lehetővé teszi a könnyű megértést, ugyanakkor a mindennapi élettel való szoros kapcsolat miatt az olvasóban inkább a ráébredés érzetét kelti, és nem a gyakorlatlótól elszakadó mű jellegét. Nem véletlen tehát semmi hasonlóság, ami az olvasóban ébredhet, ha a két könyvet összeveti. Remélem ez a jegyzet is hasonló elveket tükröz, és így tud segítséget nyújtani napi tevékenységünkben.

Novák Ágnes

---

# Megújuló természet, megújuló források

A megújuló energiaforrások "újra felfedezésével", a szénhidrogén alapú energiahordozóktól való függőséggel szemben egyre több hangsúlyt kell helyezni a szolár technológiák összetettebb módszereire. Eljutottunk a technológiai fejlettség olyan fokára, amely lehetővé teszi, hogy egyszerűsítsük a körülöttünk levő világhoz való viszonyunkat. Ezidáig azt a napenergiát használtuk a gépek működtetéséhez és a termékek előállításához, amely eddig felhalmozódott és tárolódott (mint például a kőolaj, a földgáz, a fa és a vízenergia).

Most, hogy már tudatában vagyunk a pazarlásnak, a mellékhatásoknak és az ilyen formában megtalálható szolár energiák végességének, előtérbe kerültek az összetett módszerek a napenergia felhasználására és átalakítására. Gondoljunk arra, hogy a természet nem használ hűtőszekrényt, szivattyút és egyéb szerkezeteket, mérőket és számlálókat, vagy nehézkesen használható forgatható napkollektorokat ahhoz, hogy szerteágazó és bonyolult rendszerét működtesse. A mi módszereink általában komplikáltak, gazdaságtalanok, drágák, sokszor hibáznak és meglehetősen gyarlóak.

A természet eszközei úgyszólván soha

Ha megtanuljuk a napenergiát közvetlenül melegítésre, elektromos áram előállítására és kémiai folyamatok előidézésére használni, akkor megértjük a körülöttünk levő világ összetett működését. Így nekigyürkőzhetünk, hogy végre békében éljünk bolygónk elemeivel, és a fejlődés során a saját fészkünket ne piszkítsuk be azzal, hogy folyamatosan többet használunk fel, mint amit a természetnek visszaadunk.

Amikor felismerjük, azonosítjuk és jól használjuk a fizikai törvényeket, akkor kétségtelenül megváltozik az életünk. A napenergia már nem misztikus dolog számunkra, használata természetessé válik, és a mindennapi élet rutinjába beépülnek eddig ismeretlen elemek is. Ha politikusaink, közgazdászaink, mérnökeink, tanáraink és utódaink ezt a tudást felhasználják, világunk megváltozhat. A Föld használatának módjai, szerkezetei, formái, funkciói és a környezet mint egységes egész, pozitívan változhat.



# 1. Megújuló természet, megújuló források

---

Az átmenet az elmúlt fosszilis energia korszakából az új energia-tudatosságba nem lesz könnyű, mert meg kell változtatni módszereinket és hatékonyabban kell dolgozni. (Az az ötlet, hogy egy napkollektort helyezünk egy régi épületre, és azt úgy tekintjük, mint egy "szolár" házat, inkább ahhoz hasonlít, mintha egy benzinüzemű motort kapcsolnánk egy ló vontatta szekérre és azt autónak neveznénk. A kezdet esetleg lehet ilyen, de ezen hamar túl kellene jutni.)

Nyilvánvalóan nem folytathatjuk azt az utat amelyet az "Ipari Forradalomtól" eddig járunk, de a visszatérés valamilyen primitív állapothoz sem tűnik megvalósítandó ötletnek. Éppen ezért új módszerek kifejlesztésén kell dolgozunk, és a földi bioszférával kell foglalkoznunk.

Minden évben három és félszer annyi napenergia jut a lakások tetőfelületére, mint amennyi a háztartás energiafelhasználó elemeinek teljes energiaigénye. Idáig ez a kézenfekvő energiamennyiség látszólag kirekesztett volt, de a jövőben egyre többet foglalkozhatunk vele.

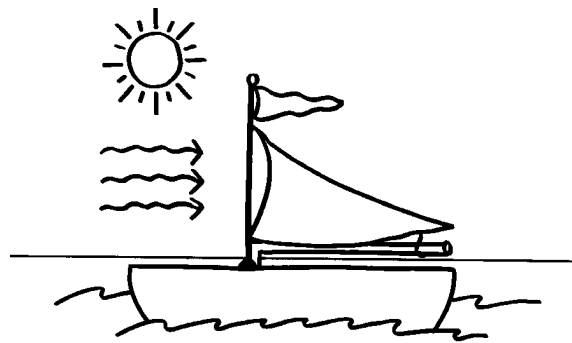
A napenergia egyenetlen megoszlással, de az egész világon rendelkezésre áll. Ezt a kihívást megérthetjük és a tudásunkat széles körben felhasználhatjuk - vagy fokozhatjuk a zűrzavart tovább, figyelmen kívül hagyva az elkerülhetetlen hatásokat. A napenergia mennyisége és minősége elegendő az emberi élet fenntartásához a lakott területek többségén. Határozzuk meg a prioritásokat, tanuljuk meg a szükséges típusok megfelelő helyen, megfelelő módon és megfelelő időben való alkalmazását, és keressünk egyensúlyt a rendelkezésre álló források és a szükségletek között

A "passzív" hozzáállás

A "passzív" hozzáállás azt jelenti, hogy a haladást a természetes folyamatokhoz közelítjük. A "passzív szolár" elmélet szerint a természetet a saját rendszere szerint hagyjuk működni, minimális mechanikus beavatkozással. Tudjuk,

hogy lehetőség van arra, hogy a lakások, gyárak, irodák fűtését, hűtését és energiafelhasználását ne csupán gépekkel segítve oldjuk meg. Csak a földhözragadt képzelet szab határt a szolár eszközök használatának. Láthatjuk a különböző erőhatásokat a hidrológiai körökben, szél, dagályok, gravitáció és a föld forgása esetében is.

(A vitorlás a legjobb hatásfokkal használja a szel - let és az aktuális erőkülönbséget. Az egyetlen dolog ami szükséges, az a rendszer ellenőrzése. A jól alkalmazott tudással tartják a hajót készen - létben, és nagy távolságokat képesek bejárni mi - nimális erővel és energiabefektetéssel.)



A legtöbb éghajlattípus esetén a természetes energia fűtésre, hűtésre, szárításra és nedvesítésre egyaránt felhasználható. A lényeg az, hogy ezeket az energiákat időben és térben úgy osszuk el, hogy akkor és ott álljanak rendelkezésre, amikor szükséges. Mivel az időjárás nem alkalmazkodhat a mi konkrét igényeinkhez, az épített szerkezeteinket kell alkalmassá tenni erre. Az épületeket úgy is meg lehet tervezni, hogy alkalmazkodjanak: vagy felhasználják és átalakítják a természetes energiát, vagy tárolják megfelelő ideig.

Ha maximálisan kihasználjuk a passzív lehetőségeket - a legtöbb épületnél és mindenféle klimatikus övezetben - lecsökken a külső energiaforrások iránti igényünk. Sok helyen teljesen önellátó rendszereket lehet tervezni és építeni. Más helyeken a szükséges energiának csak egy része áll rendelkezésre. Az elv az, hogy használjuk fel a legjobban azt ami van, azután egészítjük ki aktív szolár erővel, megújuló energiafor-

# 1. Megújuló természet, megújuló források

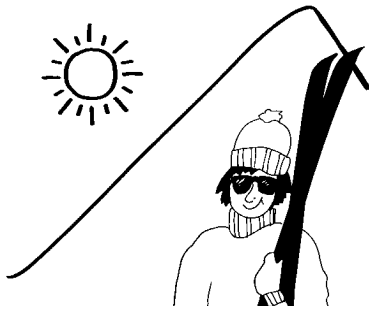
rásokkal, vagy hagyományos energiahordozókkal - lehetőleg ebben a sorrendben!

Ilyen alapon mindegyikünk körülnézhet a saját háza tájékán és megláthatja, hogy mit tehet. A napenergia felhasználásának bővítésére már sok adat áll rendelkezésünkre. Manapság ezt a természetes megközelítést ki kell egészíteni az intuícióval, feltételezésekkel, kísérletekkel, ötletekkel és a költségek összehasonlításával.

Az alkalmazott mérnöki tudás, a fizika és az építészet ma napra pontosan meghatározza a paramétereket, és azt, hogy mi az ami passzív módszerrel reálisan elérhető.

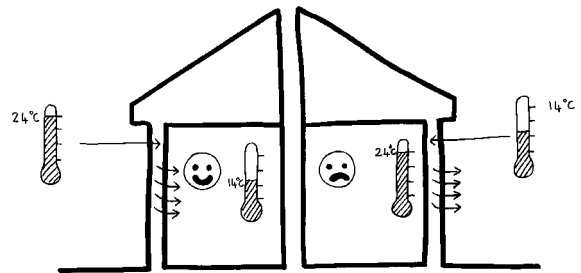
Egyelőre tudomásul kell vennünk, hogy a passzív szabályozó terek és hozzáépítések költségesek, de hatásosak, így ez a lehetséges legkényelmesebb megközelítése világszerte a szolár energia használatának. Tudnunk kell, mit is jelent igazán a komfortérzet. Szükséges-e a termosztátot állandóan 21°C-on tartani 50 % relatív nedvességtartalom mellett?

Természetesen nem!



Általában összekötjük a komfortérzetet a test relatív hővesztésével vagy hőnyereségével. A komfortérzet azonban sok tényezőn múlik és ezek között csak egy a levegő hőmérséklete. A felületi sugárzó hőmérséklet és a környező levegő hőmérséklete két különböző feltétel a komfort meghatározásához, és mindegyik hatással van a másikra. Mindannyian tapasztaltuk már, hogy tiszta téli napokon, amikor a levegő hőmérséklete +4°C-ot mutat ha a napfényben állunk, meglepően jól érezzük magunkat, és szinte melegünk van. A naptól jövő sugárzó hő mele-

gíti testünket, vagyis nem csupán a levegő hőmérséklete határozza meg a komfortérzetet. Hasonló hatása lehet a sugárzó hőnek a komfortérzetre az épület belsejében is. A sugárzó hő 40%-al nagyobb hatást jelent a komfortérzetben, mint a levegő hőmérséklete. A komfortérzet szempontjából minden 1,4° hőmérséklet-emelkedés azonos 1° felületi hőmérséklet-emelkedéssel. Vagyis, ha a szerkezet tömege elegendő hőmennyiséget tartalmaz 24°C felületi hőmérséklet eléréséhez, akkor a levegő hőmérséklete akár csupán 14°C is lehet, mégis elég komfortosan érezzük magunkat. A hagyományos hideg falak és padlók esetében a levegő hőmérséklete hiába 24 °C, mégis fázunk.



A komfortérzetet az a mód határozza meg ahogyan a testünk hőt nyer az őt körülvevő felületekről. A nedvesség és a levegő mozgása is hatással van a komfortérzetre, de a sugárzó felületek hőmérséklete a meghatározó. Ha a terek - melyekben élünk, dolgozunk - szabályozása jól működik, és együtt változhat az időjárás változásaival, a túlélésre való képességünk megerősödik. Sok mai betegség oka a környezetünk-től való elszigeteltség, attól a környezettől, amiből mi is "vétettünk".

(Sokszor például fűtjük a levegőt és átáramoltatjuk a használati tereken. A sugárzó fűtés működése általánosabb, kényelmesebb és gazdaságosabb. A zaj, a piszok, a por és az egyéb ártalmak összefüggésbe hozhatók a fűtött vagy hűtött levegő gépi mozgatását eredményező megoldásokkal. Hosszabb időtávon biztosan jobban járunk, ha a környezet és a levegő tisztaságára való törekvés irányítja megoldásainkat.)

# 1. Megújuló természet, megújuló források

Akkor jó a hozzáállásunk a tér szabályozásához a komfortérzet szempontjából, ha összhangban van a természetes hőmérséklet/nedvesség egyensúlyal az adott sajátos klímában és évszakban. Nem egészséges olyan mesterséges komfortszintet fenntartani, amely nem függ össze a külső körülményekkel (gondoljunk arra az anyagcsere - sokkra, amit akkor tapasztalunk, ha elhagyunk egy teljesen légkondicionált teret, és kisétálunk a környező térbe, ahol eltérő lég- és hőállapotok vannak. Testünk küzd az alkalmazkodással és tapasztalhatjuk azt az aránytalan megterhelést, amely időnként rosszulérez és funkciózavarokhoz is vezethet.)

Minden alkalmazható rendszer magába foglalja az alapvető működési elemeket:

- energiagyűjtés,
- szállítás,
- tárolás,
- megosztás és a
- veszteség visszaáramlása a környezetbe

A hagyományos rendszerekben az olajmezőkből gyűjtik be az olajat, elszállítják a finomítóba, tárolóedényekbe töltik, a lakásokba szállítják és ott elégetik. Az energia ezután szétoszlik a háztartásban, hogy fűtse a belső tereket, rendszeresen eltávozva a környezetbe hővesztés formájában.

A napenergiás fűtési rendszerek akár passzívak, akár aktívak, eléggé hasonlóan működnek.

A napból származó hőenergiát

- gyűjtik a szolár szerkezetek,
- átalakítják a hőtároló közegben,
- amíg szükséges tárolják, és azután
- szétosztják a térben, hogy melegítsen,
- majd idővel keresztülhalad az épület külső "bőrén".

Természetesen a - a teljes működési láncot tekintve - a "szolár" fűtés egyszerűbb és sokkal takarékosabb.

A napenergia kevésbé szennyező, takarékosabb, és egészségesebb (környezeti és gazdasági szempontból egyaránt) mint a többi energiaforrás. Az értékesebb energiaforrások megőrizhetők a fontosabb felhasználási célokra, mint alapanyagok, ipari termékek előállítása, vagy a közlekedési energia.

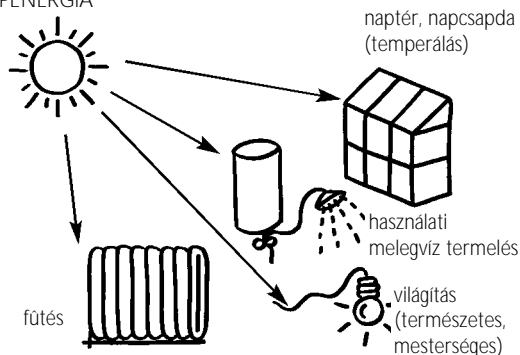
Az építőanyagok használata rámutat a passzív hozzáállás más oldalaira is. Több mint 300-szor annyi energia kell a beton építőelemek előállításához, mint a napon szárított agyagtéglaéhoz. Természetesen a vályogtégla nem használható olyan szerkezetekként mint a beton elemek, de sok esetben akár 2-3-szor annyi vályogtégla is használhatunk a teherhordás biztosítására és még így is megtakaríthatunk jókora mennyiségű energiát!

Miért kellene az építéshez kémiailag, sok hővel és energiabefektetéssel megváltoztatni az anyagokat, azután elszállítani nagy távolságra, amikor nagyon sokféle szerkezeti elem rendelkezésünkre áll környezetünkben, szinte a talpunk alatt? További gondolkodással és fejlesztéssel képesek leszünk arra, hogy megtaláljuk azokat az organikus kötőanyagokat, amelyek lehetővé teszik a helyszínen való anyagkeverést és szerkezetépítést (ld. az un. BIOÖKO építési rendszert). Vízërômûveket, autópályákat és leszállópályákat már építünk kôból és földbôl, így valószínûleg képesek lennénk arra is, hogy nagy szerkezeteket építsünk hasonló anyagokból és módon.

Ahogy a passzív szolár szabályozás

A napsugárzást hasznosító eszközök sémái és a napenergia legkézenfekvőbb felhasználási lehetôségei

NAPENERGIA



# 1. Megújuló természet, megújuló források

módszerei és anyagai egyre inkább rendelkezésre állnak, úgy fejlődnek majd az erre alkalmas építészeti szerkezetek is. Elképzelhető olyan szerkezet kialakítása, amely egyesíti a hőtároló tömeget a külső térelhatárolással, befogadja és kiadja, vagy automatikusan tárolja a különféle külső, esetleges hőenergiákat, vagy a belülről nyerhető energiát. Megfelelő és alkalmas hőtároló tömeggel folyamatos hőállapotot teremthetünk, és különböző hőkapacitású eszközökkel az épület nagy mennyiségű fűtési hőenergiát nyerhet vagy veszíthet a belső hőmérséklet változása nélkül. Ilyen és másféle jellemzőkkel bíró újszerű anyagokat fejlesztenek ki a tudósok, fizikusok és energetikusok, hogy megfeleljenek a magas szintű takarékosági igényeknek. Ahogyan az új anyagok az építészeti eszköztár részei lesznek, a hagyományos hőszabályozási megoldások, az anyaghasználat és az építészet is lassan megváltozik.

Ez a segédlet a passzív szolár energiaszabályozás alapvető elveit mutatja be a lakóépületek léptékében. Bár a családi ház, mint egyedi építmény időnként gazdaságtalan lehet, azonban mint a kívánatos életmód helyszíne még mindig jelentős az egész világon. Így manapság a családi ház megfelelő és kipróbált tesztterülete a szolár kísérleteknek és a koncepciók újragondolásának. Sok ilyen, kisebb léptékben szerzett tapasztalat eredménye megjelenhet a nagyobb szerkezetekben is. Fontos megérteni azonban azt is, hogy a nagy együttesek és megastruktúrák különböző funkcionális léptéket jelentenek, és egyedi megoldásokat kívánnak. Hőtanilag a nagyobb szerkezet nem azonos módon reagál.

A természetes hűtés, árnyékolás, szellőztetés és világítás inkább tárgya lehet a szolár tervezésnek, mint a fűtés. Arra is van lehetőség, hogy a szolár energiával nagyobb léptékben dolgozzunk. Jelenleg azonban alapvető az, hogy megtanuljunk kísérletezni ebben a kisebb léptékben. A passzív szolár tervezés alapjai kelnek életre a következő oldalakon, hogy megértsük a természetes szolár építészetet. A többi ökol szabály, hőtechnikai ismeret és használati mód fo-

lyamatosan alakul ki. Mint minden tudományban és művészetben a tanulás folyamatos, minden előrelépés a megelőző tudáson alapul.

Amennyiben mi magunk lassan már tisztában is vagyunk ezekkel az elvekkel és eszközökkel, fokozatosan lehetőségünk lesz arra, hogy a használatukat elterjesszük. Minden építettő és leendő tulajdonos érdeke az, hogy tudásunkat alkalmazzuk. A buktató azonban akkor jön, amikor a lehetséges többletköltségekről kell beszámolnunk. Az építőiparban az esetlegesen magasabb költséggel a megtérülést szokás szembe állítani és nem a környezet állapotát, illetve a környezetben zajló folyamatokat. Egyes esetekben ez nem nehéz feladat, hiszen bizonyos esetekben a hőszigetelés növelése egyszerű és a költségmegtérülés is gyors, más esetekben azonban az összehasonlítandó elemek nem összemérhetőek. Ekkor az a komplex megközelítés lehet a megoldás, amelyet a jegyzet kísérelt meg összefoglalni. Remélhetőleg tehát az itt kifejtett gondolatok ugródeszkát jelentenek a "szolár építészet" területein.

A napkollektor alkalmazása melegvízkészítésre Görögország egyik hegyi falujában.



# 1. Megújuló természet, megújuló források

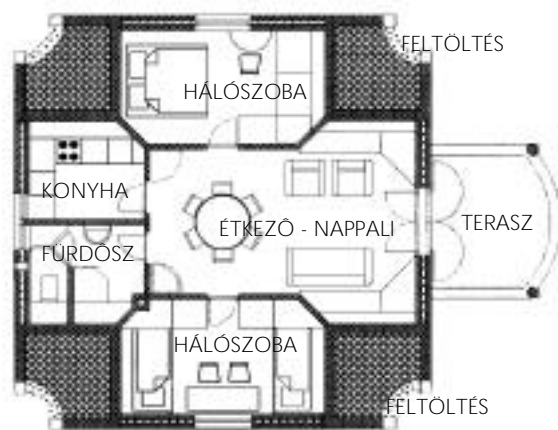
A szolár építészet nem valamiféle összefoglalt és kifinomított tan, melynek alkalmazása felment a további önálló keresgéléstől, és nem is ad kézen alkalmazható rendszereket és formákat. Nagyon sok technikai és szerkezeti eredménye van az eddigi kutatásoknak, de ezeket csak akkor tudjuk hatásosan alkalmazni, ha a speciális helyzethez alkalmazkodva válogatunk közöttük.

Sokszor egy-egy eszköz vagy megoldás ragyogó megoldást jelent abban a közegben, melyben felfedezzük, mégis azt kell tapasztalunk, hogy a mi saját konkrét feladatunknál nem alkalmazható, vagy módosításokat kell rajta végrehajtani, esetleg a gazdaságossági számítás alul másként. Ez azonban nem azt jelenti, hogy megint egy ostoba divat áldozataivá váltunk (bár véleményem szerint a divatok és trendek között ez még a kevésbé veszélyes fajta). Bizonyos, hogy a körülmények és a feladat megfelelő mérlegelése után mi is kialakíthatjuk azt az eszközrendszert, ami abban a helyzetben a jó megoldást jelenti. Vagyis a szolár építészet még mindig nem az iparban szériában gyártott szolár elemekkel felöltötött épületet jelenti. Természetesen ebben nincsen semmi ipar-ellenesség, hanem sokkal inkább a kifejlesztett eszközök megfelelő használatára hívnám itt fel a figyelmet.

Tekintsünk tehát minden feladatot egy új kihívásnak, amely nem "csupán" építészetileg, hanem a tágabb környezet szempontjából is megoldandó. Talán a jegyzetből is kitűnik, hogy minden elv között a legalapvetőbb elv az ember és környezete kapcsolatának optimalizálása. Mivel a hosszú társadalmi folyamat - az embert védtük a környezetétől - eredménye az lett, hogy a környezet állapotromlása miatt a környezetet kell az embertől védeni. A dolgok azonban sosem állnak külön, vagyis a "beteg" környezet betegé teszi az embert is. A folyamatokat tehát úgy kell szabályoznunk, hogy a környezetünkre gyakorolt hatás minimális legyen, így elképzelhető, hogy kevesebbet ártunk környezetünknek - és közvetve saját magunknak is.



A földház építés egyik magyarországi kifejlesztett változata az un. BIOÖKO építési rendszer. A felső képen a Hatvan közeli Lentiben épülő együttes szerkezetkész épületei láthatók. Az alsó kép a tető zöldesítését mutatja.



Az épületek szerkezete sajátos alaprajzi kialakítást követel meg. A tervezett alaprajzok megfelelnek a lakó és szállásjellegű épületeknek, és tömör, kompakt formát mutatnak. Ez a fajta építészet helyet követel magának a vidéki és a kisvárosi építéseknel, illetve az időszakos használatú (pl. nyaraló, hétvégi ház, stb.) épületek sorában.

(Kevésbé tűnik ökológusnak természetesen a városi, sűrűbb környezetben, hiszen itt az az alapvető elv sérül, ami a földépítészet lényege, a helyben talált építőanyag - jelen esetben a föld - használata. Nagyvárosainkban ma már nincs olyan belterületi telek, ahol a kitermelt földdel épületet lehetne emelni, illetve a rendelkezésre álló terület szűkössége miatt a nagy alapterületű kontúrú épületek tervezése sok nehézséget jelenthet.)

# Fizikai törvényszerűségek

A passzív szolár tervezés alapelvei

Hőhatások

Hőátadás, a hő terjedése

Hőtani alapfogalmak

A napsugárzás érvényesülése

## 2. Fizikai törvényszerűségek

### A PASSZÍV SZOLÁR TERVEZÉS ALAPELVEI

A természet "tervezési" eszközei

A természet eszközei mind felhasználhatók a passzív szolár tervezésben. A szolár tervezés akkor eredményes, ha olyan szerkezeteket tervezünk, amelyek a természeti minták hatását mutatják. Az az épület, amely passzívan hasznosítja a napenergiát, egy éves körforgás alatt három alapvető elvet kell hogy tükrözzön.

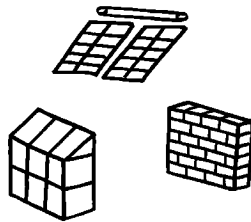
- alkalmas arra, hogy befogadja vagy visszadjon a nap melegét, igény szerint,



- hőtechnikailag független, így fenntartja a belső komfortot a külső, széles skálán mozgó klímaviszonyokkal szemben,



- képes arra, hogy aktívan bekapcsolódhassunk az épület energiatakarékosságába.



Általában ezek a szabályok már akkor is alkalmazhatók, ha egy napcsapda van a megfelelő oldalon és helyen, úgy kiválasztva, hogy felfogja a természetes hőt. A passzív szolár szerkezetet jó hőszigeteléssel és megfelelő hőtároló közeggel kell elkészíteni. A mozgatható és flexibilis szerkezetek használatával az energia nagy része kontrollálható minden évszakban, a különböző időjárási viszonyok és az egyéni igények szerint. Lehetséges azonos anyagok használatával olyan épületet létrehozni, amely soha nem lesz kellemszerű, és olyat is, amely mindig az lesz. A természetes eszközök használatának ismerete a kulcsa a sikeres passzív szolár építészetnek.

### HŐHATÁSOK

A termodinamika első főtétele  
Energia a semmiből nem keletkezik, meg nem semmisül, hanem csak az egyik energiaformából a másik energiaformává alakul át.

Hőenergia nem vész el. Átalakítható az energia más formájára (elektromos, kémiai, mechanikai), vagy megmarad mint hő. Tárolható, szállítható, elnyelhető vagy visszanyerhető. Minden rendszer valamilyen módon számítható. Az épületeknél az összegyűjtött, vagy megtermelt energia átalakítható, hogy számunkra végezzen munkát, vagy elveszhet hőveszteség formájában.



A Tiree szigetén (Skócia, Belső Hebridák, 55°10') épült lakóházak és gazdasági épületek jól mutatják a természetes eszközök ösztönös használatát.

A lakóépületek telken való elhelyezkedése az erős szelek elleni védelem szerint alakult ki, a lakószobák ablakai körüli faltestek és a bejárati homlokzat rész fehérre festett, hogy minél több fény tükröződjön vissza a kicsi ablaknyílásokban.

A falak rendkívül vastagok, a tetők ereszkinyúlás nélkül készültek és a gerinc íves kiképzésű. A belmagasság kicsi, az épületek alaprajza rendkívül gazdaságos.

## 2. Fizikai törvényszerűségek

A termodinamika második főtétele  
A hőenergia nem spontán módon áramlik a hidegtől a melegebb hely felé; szabad áramlás esetén mindig a két test közül a melegebb veszít energiát, és a hidegebb az, amelyik nyer.

A meleg megkeresi a hideget. A passzív szolár tervezésben a hő, amelyet összegyűjtöttünk vagy tároltunk, folyamatosan mozog, hogy elérje az egyensúlyt az épület tömegeiben. A hőmolekulákat úgy képzelhetjük el az anyagban, mint mozgékonyakat, míg a hidegek csöndesek és nyugodtak. A hőleadás különböző módjaiban a hőmolekulák folyamatosan keresik a hidegebb területeket, hogy megosszák egymás között a molekulák mozgási energiáját.

Hőközlés - a hő terjedése

A hőátadás formái (a legtöbb esetben együtt jelentkeznek):

hővezetés - hőáramlás - hőszugárzás

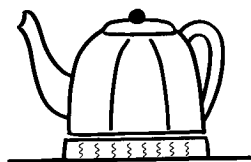
Általában ahhoz, hogy természetes hőátadás létrejöjjön, az egyik testnek több hőt kell tartalmaznia. Összhangban a termodinamika második törvényével, a hő a hidegebb közeg felé vándorol. Legtöbbször a három hőátadási mód egyszerre fordul elő. A passzív szolár tervezésben a hőátadás elemei elsőrendű szempontok, és minden elképzelésbe lehetőleg elegánsan kell beépíteni. A természetes átadási irányok soha nem hanyagolhatók el, hanem fel kell ismerni és figyelembe kell venni őket.

Hővezetés

Hővezetés esetén a hő részecskéről részecskére terjed anélkül, hogy a molekulák a helyükről elmozdulnának.

A hőenergia hővezetéssel vándorol a tűzhely lapjából a kanna fenéklemezébe. A vezetéssel az átadás a testek között közvetlen érintkezéssel jön

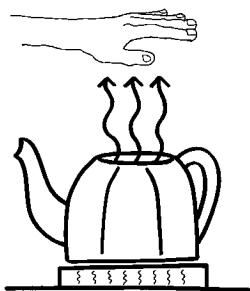
létre. A felmelegített molekulák összeütközéssel adják át a hőenergiát a szomszédos hidegebbeknek.



Minél nagyobb a hőáramlás az anyagban, vagyis a molekulák egymásra hatása egy adott hőmérsékleten, annál nagyobb az anyag hővezetése.

Hőáramlás

Hőáramlás esetén a hő a folyadékban vagy a gázban úgy terjed, hogy a hőt - a melegebb helyről a hidegebb felé - a molekulák viszik magukkal.

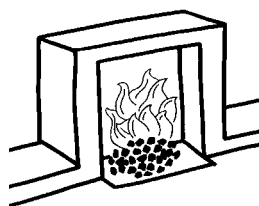


A hőenergia a teáskannától a légmozgással is a kézhez juthat hőátadással. A hőátadáshoz egy átadó közeg is szükséges. A hő két különböző pont között az átadó közegen (mint például a gáz, vagy folyadék) keresztül áramlik.

Sugárzás

A hőszugárzás a hő terjedésének az a módja, amikor a közbeeső közeg nem melegszik fel.

A kandalló nyílt tüze sugárzással is melegíti az odatelepedő embert. A sugárzó energia elektromágneses hullám, amely egyenes vonalban áramlik a térben és közegben, amíg fel nem fogja, vagy vissza nem veri egy szilárd felület, mint például az ezüst vagy alumínium fólia.





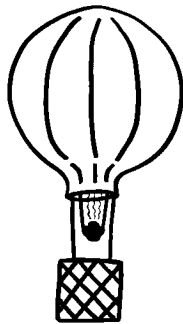
## 2. Fizikai törvényszerűségek

### Emelkedés és süllyedés

Amikor a folyadék melegszik, a molekulák közötti távolság növekszik. Ezzel a növekedéssel és kiterjedéssel arányban - a tömeg változása nélkül - minden fűtött molekula felemelkedik.

Víz, levegő, folyadékok és gázok emelkednek amíg melegsznek, vagy meleg állapotúak. Amikor lehűlnek, összehúzódnak és süllyedni kezdenek, mindaddig, míg egyensúlyba nem kerülnek.

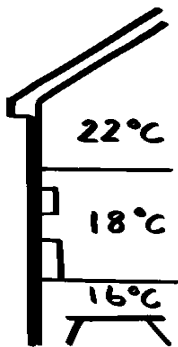
A meleg levegős ballon esetében hőenergiát közlünk: a ballon mérete megnő, és a csapdába fogott levegő könnyebb, mint az azt körülvevő légtömeg, így felemelkedik. Amikor a gázt melegítjük, hőátadás játszódik le.



A zártrendszerű vizes napelemekben a vizet melegítjük, és az felemelkedik a kollektorban. A meleg vizet tárolóban tároljuk. A kollektor alján lévő viszonylag hidegebb víz újra és újra megkezdí útját, és felemelkedik. Az emelkedés és süllyedés jelensége tapasztalható a passzív szolár tervezés különböző módszereinél.

### Rétegződés

A passzív szolár tervezésben a rétegződés jelensége hasznos lehet a tervezésben a különböző terek elhelyezésénél, és a hő tárolás funkciónak megfelelő tervezésében. Különböző emberi tevékenységek más-más hőfokot igényelnek azonos komfortérzethez.



(Vagyis, egy olvasó személy magasabb hőmérsékletet igényel, mint pl. egy gimnasztikázó.)

Azok a melegített közegek, melyeknek nincsen természetes áramlásuk, rétegződnek, emelkednek és elfoglalnak egy bizonyos szintet, a legmelegebb közeg emelkedik a legmagasabbra és a leghidegebb helyezkedik el legmélyebben, ami függőleges hőmérsékletváltozást eredményez. Minden felület vagy tárgy a térben az áramlás hatása alatt van, így több hőt képes tárolni a magasabb rétegekben és kevesebbet az alsóbb rétegekben.

(Tulajdonképpen a meleg közeg folyamatos mozgásban van azzal a közeggel, ami a hővesztéséget jelentő felületek mentén hűl és süllyed. Megfordítva, ahogyan a hőnyereséget jelentő felületek mellett melegszik úgy emelkedik tovább és ezért folyamatosan keveredik.)

Az energia hatféle alapvető formában létezik: hő, elektromos, mechanikus, kémiai, sugárzó és atomenergia. A passzív tervezésnél a hőenergia és a sugárzó energia az alapvetően és általánosan használatosak. A sugárzó napsütés energiája az elsődleges forma, amit a szoláris energia szolgáltat. A hőenergia, amelyet vízben vagy kövekben tárolunk, szintén mérhető.

A hőmennyiség tudományos jele a  $Q$ . Ez a hőtartalom mennyiségként mérhető. Egy meghatározott mennyiségű anyag, mint pl. egy liter víz különböző hőmennyiséget tartalmazhat.

Ahogyan a hőmérséklet - ami viszonylagos adat - emelkedik vagy süllyed, az anyag egyre több vagy kevesebb hőenergiát tartalmazhat.

(Ez a termodinamika harmadik főtétele.) Ha ismerjük a tömeget, a fajhőt és anyag hőmérsékletének változását, meghatározhatjuk a tárolt hőmennyiséget, illetve a hővesztéséget.

## 2. Fizikai törvényszerűségek

### Fajhő és hőmennyiség

Minden anyag képes arra, hogy a felfogott hőből különböző mennyiséget tároljon. A fajhő az anyagra jellemző mértékegység, ami ahhoz szükséges, hogy egységnyi tömegben egységnyi hőmérsékletváltozást érjünk el.

$$Q = c \times m \times t, \text{ ahol:}$$

$Q =$  hőmennyiség  
 $c =$  fajhő  
 $m =$  tömeg  
 $t =$  hőmérsékletváltozás

A víz fajhője: 1, a száraz homoké 0,19, ennél fogva a víz - tömegéhez viszonyítva - 5,3-szor annyi hőt képes felvenni, mint a homok.



### Hővezetés

Az anyag hővezetési tényezője: egységnyi vastagságú ( $d$ ) anyag egységnyi felületén ( $F$ ) egységnyi hőfokkülönbség ( $t$ ) hatására időegység alatt létrejövő hővándorlás mértéke.

A hővezetés oka a közvetlen molekula-kölcsönhatás. Magas energiaszintű vagy meleg molekulák átadják a mozgási energiájuk egy részét a hűvösebb szomszédoknak. A jó vezetőképeségű, vagyis magas  $\lambda$  értékkel bíró anyagok lehetőséget jelentenek a felületi hőátadásra vagy hőtárolásra (pl. acél = 58.1 W/mK, beton = 1.28 W/mK)

A rosszabb vezetők, vagyis az alacsonyabb  $\lambda$  értékű anyagok általában alkalmasak hőszigetelésre, vagy a hővesztéssel szembeni ellenállásra (pl. fa = 0,15...0,19, W/mK, üveggyapot = 0,35...0,40 W/mK).

### Hőegyensúly

A hőnyereség/veszteség, emelkedés/süllyedés, kiterjedés/összehúzódás a hőenergia esetében az egyensúly állapotára törekszik.

A szolár tervezésnél az a feladat, hogy elérjük az egyensúly állapotát a rendelkezésre álló hő és a szükségletek között. Minden rendszer számára alapvető a találkozás a nyereség és a veszteség között, vagyis az egyensúly. Az energiaáramlások folyamatosan törekednek az egyensúlyra: a meleg a hideg felé tart, a melegített molekulák emelkednek és ellenkezőleg. Ez mindaddig zajlik, amíg kiegyensúlyozatlanok.

Ha elérik az egyensúlyt, a folyamat megáll mindaddig, amíg fel nem éled és újra nem kezdődik. A passzív rendszereknél a bejövő energia az egyensúlyra való törekedése során begyűjthető és tárolható, még ha ez az energia megoszlást is keres a különböző hőtároló közegek között.

### Tágulás és összehúzódás

Amikor a szilárd, folyékony vagy légemű anyagok hőt vesznek fel, térfogatuk növekszik. A hőtágulási együttható az a tényező, amely megmutatja az anyagra jellemző tágulás mértékét egy fok hőmérsékletemelkedés esetén.

Ahogy az anyag kiterjed, mérete minden irányban változik, arányosan a kiterjedésével. Megfordítva, amikor az anyag hűl, tömege összehúzódik. Ezek a méretváltozások fontosak a szolár eszközök használatánál, különösen a hőmozgatott szerkezetek tervezésénél, például a zárószелеpeknél, amelyek csendesen nyílnak és zárnak a hőmérséklettől függően.

## 2. Fizikai törvényszerűségek

### Fajhő

Észlelhető hőenergia, amely megváltoztatja az anyag hőmérsékletét, de nem változtatja meg a halmazállapotát. A fajhő lehetővé teszi a halmazállapot változást anélkül, hogy az anyag hőmérséklete megváltozna.

Az anyagok három halmazállapotban léteznek: szilárd, folyékony és légnemű. Néhány anyag a földön csak egyféle állapotban van jelen. Másoknál tapasztalható a változó halmazállapot, pl. a víz jéggé vagy gőzzé változhat. Ha a jéggel hőt közlünk, vízzé változik, a vízből még több hőt közlése esetén gőz keletkezik, és ez a hő visszanyerhető ha a folyamat megfordul.

A különböző anyagoknak különböző mennyiségű hőre van szükségük ahhoz, hogy megváltoztassák halmazállapotukat. Hőmennyiség hozzáadásával, illetve elvonásával az anyag megváltoztatja a kiterjedését.

A gőz 100 °C-on több hőmennyiséget tartalmaz, mint a 100 °C-os víz. Ez egy adott tömeg és méret esetében a halmazállapot-változáshoz szükséges hő miatt sokkal nagyobb lehetőséget jelent az energiatárolásra, mint a hagyományos hőtárolók (ezt a jelenséget a fázisváltó hőtárolók címen említi a szakirodalom).

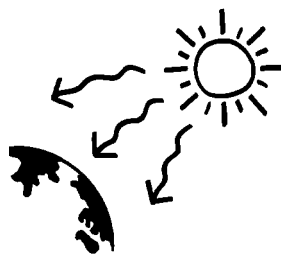
Néhány gyakran használt építőanyag fizikai jellemzői:

anyag	lineáris hőtágulási tény. ( ) (10 <sup>-6</sup> /K)	fajhő c (kJ/kgK)
acél	12,3	0,46
alumínium	23,7	0,46
beton	13,0	0,84
fenyőfa(rostokra m)	54,4	2,51
fenyőfa (rostokkal párh.)	7,6	2,51
gránit	10,0	0,96
mészkö	7,0	0,92
tégla	5,8	0,88
üveg (kvarcüveg)	0,5	0,84

### A NAPSUGÁRZÁS ÉRVÉNYESÜLÉSE

#### A nap

A nap egy "csillagközi erômű", amely nukleáris fúziós folyamatban van. Felszíni hőmérséklete több mint 10.000 °C, a reakciót a hidrogéngáz fúziója tartja fenn, amely néhány billió éve tart. Ez a mi legfontosabb, folyamatos energiaforrás lehetőségünk. A föld a nap körül orbitális pályán keringő bolygó, amelynek a naptól való távolsága kb. 150 millió km.

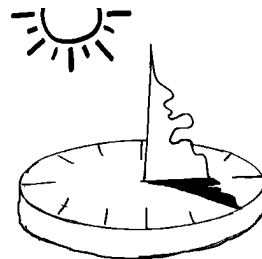


A Nap minden nap több ezerszer annyi energiát bocsát ki, mint amennyire az emberiségnek szüksége van. A napenergia az az energiaforrás, amiből a földi források is keletkeztek. Becslések szerint a nap energiájában fürdô föld minden órában annyi energiát kap, amely egyenlő 21 billió tonna barnaszén energiájával.

A Nap minden nap több ezerszer annyi energiát bocsát ki, mint amennyire az emberiségnek szüksége van. A napenergia az az energiaforrás, amiből a földi források is keletkeztek. Becslések szerint a nap energiájában fürdô föld minden órában annyi energiát kap, amely egyenlő 21 billió tonna barnaszén energiájával.

#### Az idő

A nap a mi égi óránk. Meghatározza az évszakokat, éveket, napokat, órákat és percekét. Egy árnyékvető pálca és a nap sugarai megmutatják nekünk a napszakokat és az égtájakat. Az évi két napéjegyenlőségénél a nap óramutató árnyékának hossza arányos lesz az idővel. Az árnyék hosszáról délben leolvasható, hogy tél van vagy nyár.



A napsütés szintén jó kiindulási pontja a tájékozódásnak. Ahhoz, hogy megtudjuk, mikor van dél, meg kell határozni a legrövidebb árnyékot a nap során.

Ennek az árnyéknak az iránya megmutatja az észak - déli irányt is. A napóra tehát olyan óra,

## 2. Fizikai törvényszerűségek

amely pontosan mutatja az időt, nem függ az elektromos áramtól, szélről, mechanikai hibáktól illetve a nyári időszámítástól. (Nem segít azonban azokon, akiknek szükségük van a pontos idő ismeretére éjszaka, vagy felhős időpontban is.)

### A napév

A Föld Nap körüli pályája amelyet évente megtesz, elliptikus. Ezen a pályán a föld  $15^\circ$ -ot forog óránként a saját tengelye körül, amelynek dőlése  $23,5^\circ$ . Ennek a ciklusnak az eredménye a nap, a 12 hónapos év, az évszakok és az időjárás.

Az északi féltekén a nap állása legmagasabban június 21-én van az égbolton, vagyis ez a leghosszabb nap az év során. A legalacsonyabb ponton december 21-én van, ez a legrövidebb nap. A közbenső negyedéves időpontok: március 21 és szeptember 21 - a napéjgyenlőségek.

A különböző napállások adnak lehetőséget arra, hogy a napenergiát kihasználjuk téli fűtésre, nyári hűtésre, vagy vízmelegítésre az egész év során, elektromosság termelésére, természárazításra, a tengervíz sótalanítására, és még nagyon sokféle dologra. Fontos tehát, hogy a tervezés során alkalmazkodjunk az évszakokhoz.

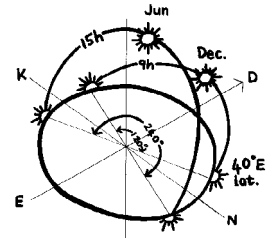
### A nap pályái

Mivel számunkra úgy tűnik, hogy a Nap három dimenzióban "mozog", kézenfekvő térbeli geometriát használni, hogy megértsük viszonylagos mozgását.

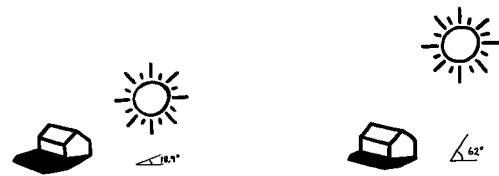
Ahogy a Föld óránként  $15^\circ$ -al elfordul, úgy látjuk, mintha a Nap mozogna az égen. Így naponta bejár egy utat, amely egy lerajzolható nappálya képében jelenik meg. Attól függően, hogy északi vagy déli szélességi körön vagyunk, minden nap különböző szögben emelkedik a déli irányhoz viszonyítva, és különböző magasságot ér el a déli horizonton. Csupán a két napéj-

gyenlőségnél azonos a nappálya szöge, és a napkelte és napnyugta időpontja. Ezt minden évben március 21-én és szeptember 21-én tapasztalhatjuk.

A legrövidebb a nap pályája (a  $49^\circ$  északi szélességi körön) december 22-én (kb.  $110^\circ$ -os ívet ír le 8 óra alatt), és a leghosszabb június 22-én (kb.  $250^\circ$ -os ívet ír le 16 óra alatt).



A nap pályáján töltött időt nevezzük nappalnak. Természetesen a nappalok hossza és a nappálya szöge hatással van az épített környezetre is.

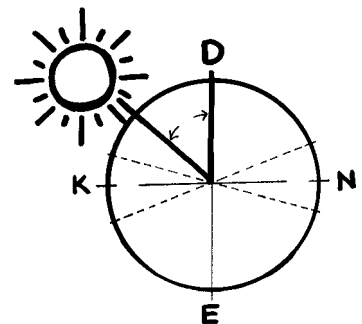


Egy nap déltől - délig tart, vagyis tetőponttól - tetőpontig. A nap pályája szimmetrikus az észak-déli tengelyre.

### Azimut és emelkedés

Az azimut az a vízszintes szög, amely a nappálya és az észak - dél irány között van ha a pályát levetítjük egy vízszintes síkra a földfelszínen.

Ez a szög egy adott órában minden nap változik az év során. Az azimut szöge egyre kisebb télen, és nagyobb nyáron. Az azimutot minden szélességi körnél táblázatból és grafikonokból meghatározhatjuk óráról - órára és napról - napra. Az emelkedési szög egy függőleges szög a nap helyzete és a vízszintes sík között egy adott szélességi körön.



## 2. Fizikai törvényszerűségek

Az emelkedési szög a legkisebb a téli napforduló idején és a legnagyobb a nyári napforduló alatt. Ugyanúgy mint az azimutnál a nap emelkedési szögének meghatározásához is táblázatok és grafikonok állnak rendelkezésre.

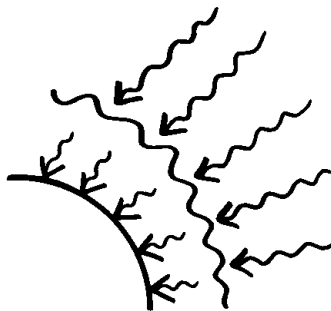
Különböző emelkedési szögek

Az emelkedési szögek különbözősége jellemző tényezője a nap helyzetének és a napsütés erősségének. A nap emelkedési szöge kb.  $47^\circ$ -ot változik a téli és nyári napforduló között. A példák bemutatják a téli és nyári napállásokat különböző szélességi körökön.

A sugárzási állandó  
és a rendelkezésre álló sugárzás

A nap energiája sugárzásként érkezik a földre az üres téren keresztül. A nap energiásmennyisége, amittől a létünk függ, a sugárzási állandó, amit a térből kapunk a föld egész felületén. Ez  $1,35 \text{ kW/m}^2$ . Ennek a sugárzásnak egy része visszatükröződik az űrbe (ez az albedo), egy részét elnyeli a légkör, amint ütközik a levegő molekuláival, porrészecskékkal és a felhőkkel.

Mire eléri a földfelszínt a szoláris energiásmennyiség  $0$  és  $1,05 \text{ kW/m}^2$  között van, és függ a napszaktól, szélességi körtől, évszaktól valamint az időjárástól.



Ha csak gyenge kis árnyékot észlelünk, már lehetséges használható mennyiségű napenergiát gyűjteni. A napból különböző hullámhosszúságú sugárzás érkezik a földre, ezek között ismerjük a röntgensugarakat, az ultraviola sugarakat, az infravörös sugárzást és így tovább. A használható energia legnagyobb része a látható fény vagy a rövidhullámok spektrumába tartozik. Ha fény van, a napenergia rendelkezésre áll.

Az a napenergia mennyiség, amely minden felületet körülölel, különböző adattáblázatokból határozható meg, melyeket mérések alapján állítottak össze.

Ez az energiásmennyiség (amely várhatóan a napkollektorra, ablakokra, ruhaszárító kötelekre és a kertekre jut) számolható. Az adatok a statisztikai kézikönyvekben rendelkezésünkre állnak. Ezek az adattáblázatok figyelembe veszik a beesési szöveget, a különböző szélességi köröket, a napszakot, az azimutot és a magasságot az évszakok függvényében. Ezekkel az adatokkal meghatározható a kollektorok és más napcsapdák mérete és elhelyezése.

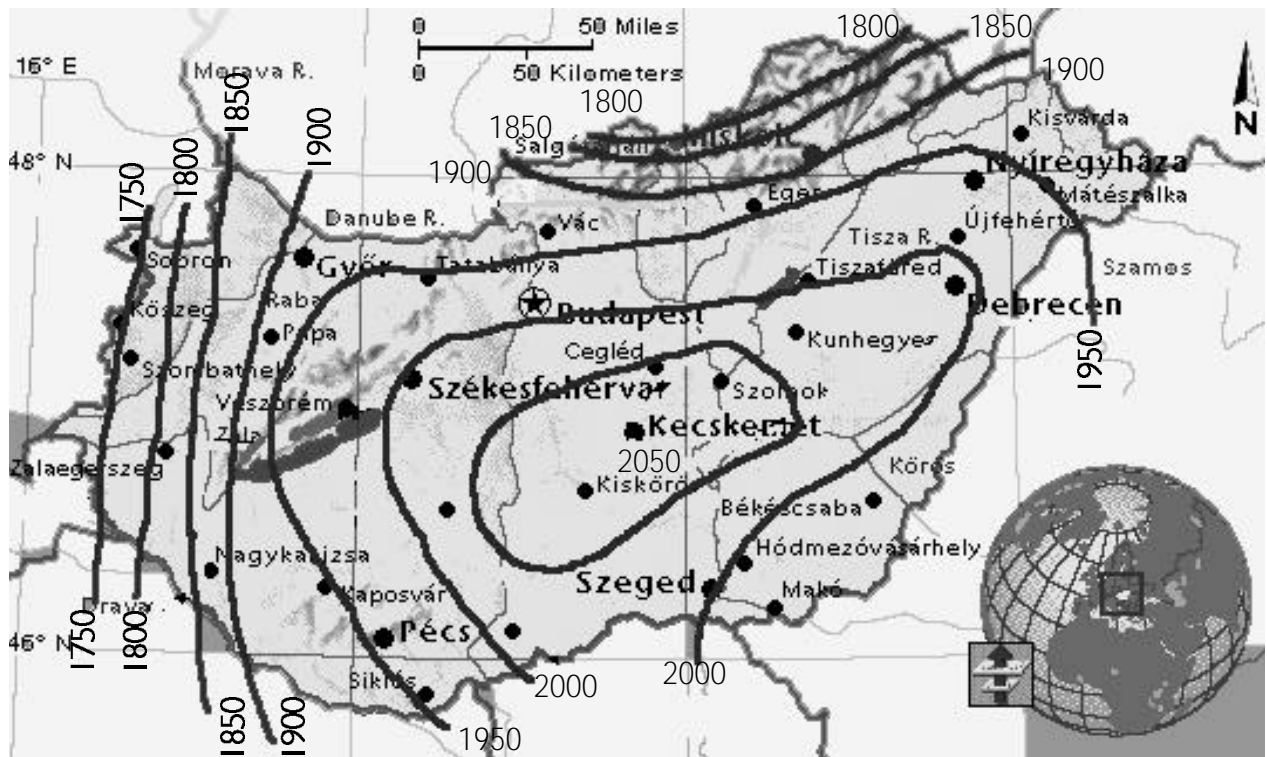
A napsütés gyakorisága,  
a várható napfénytartam

A földrajzi helyzet, amely meghatározza a nap szögét és a napsugárzás erősségét a szélességi körtől függően, eleve megadja a rendelkezésre álló napsugárzás feltételezhető mennyiségét. Ezt az adatot, vagyis a napsütés gyakoriságát kell fontolóra venni, amikor számba vesszük a nap lehetséges hatásait.

A legtöbb helyen a világban a rendelkezésre álló napenergia százalékosan kevesebb, mint a lehetséges összes mennyiség 365 tiszta napsütéses nap esetében. Füstköd, felhőtakaró, por, köd, és pára csökkentheti a használható napsugárzást a lehetségeshez viszonyítva  $40$  és  $60\%$  közé.

Fontos meghatározni a lehetséges napsütéses napok számát százalékban egy adott helyen, mielőtt meghatároznánk a helyi energiásmennyiségeket.

## 2. Fizikai törvényszerűségek

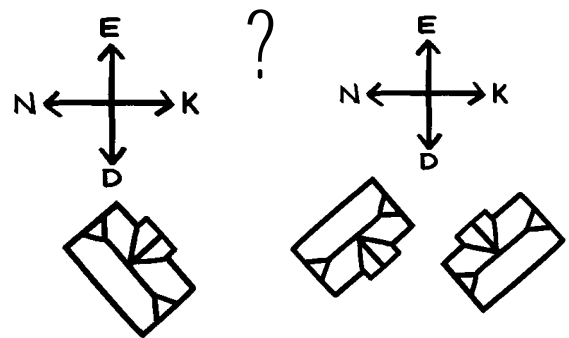


Magyarország napfénytérképe, amely a valószínű napfénytartamot mutatja. A fenti adatok sok évre visszanyúló felmérések alapján, megbízható zónásítással készült. A fenti térkép 50 év napfénytartam adatai alapján készült. (Bacsó-Kakas-Takács féle). Az évi napfénytartam a benapozás valószínűségére nem használható fel, de jó tájékoztatást mutat a részletes adatok megvalósításához. (A gyakorlati számításban a Szokolay Vajk: Szoláris geometria, c. jegyzetét javasoljuk, YMMF Labor5, 1996).

### Tájolás

A Nap szerinti tájolás alapvető a passzív szolár tervezésben, de a pontos tájolás nem meghatározóan fontos. Sok tényező van hatással a napenergia mennyiségére, ezek közül például az időjárás 40%-al is megváltozhat évről-évre. A déli iránytól való eltérés  $15^\circ$ -kal keletre vagy nyugatra elfogadható, ekkor a beeső sugárzás mintegy 20%-ot csökken és az összes mennyiségnek 80%-a marad meg a délre néző függőleges felületekhez viszonyítva.

A tájolás akkor ideális, ha a felület a napsugarakra merőleges, így egy irányítható kollektor az, ami maximalizálni tudja a beeső energia gyűjtését. Ez fontos lehet a magas hőmérsékletű rendszerek esetében, de túlságosan bonyolult az alacsonyabb hőmérsékletű rendszereknél. Sokszor egyszerűbb növelni a gyűjtő felületeket. Általános építészeti eszközökkel az optimális közeli iránnyal megfelelő értékeket lehet elérni.



### Árnyékolás

A napsugár útja, ahogy végigjárja a földet és árnyékot vet, olyan tényező, amelyet figyelembe kell venni minden épület elhelyezésénél. Ha szerencsénk van, a nap útja során egész nap süt - elnyelés vagy árnyékolás nélkül - de gondolni kell a lehetséges jövőbeni épületekre és a fák növekedésére is. A legtöbb helyszínnek lehet olyan árnyékoló hatása, amit fontolóra kell venni, különösen télen, amikor a napsütés rövid ideig tart és a nappálya alacsony az égen.

## 2. Fizikai törvényszerűségek

Szélsőséges helyzetben a telek kizárható a napenergia hasznosítás köréből, illetve a napos felületeket nagyobbra kell választani és különbözően kell elhelyezni. A napsütéshez való jog biztosítása és a szomszédos épületek által vagy egyéb módon való leárnyékolás elleni védekezés mindenkinek joga. A napsütés használata alapvető jog lehet, melyet világosan meg kell fogalmazni.

### Nappályák

Az árnyékhataás fontos szempont. Egyszerű eszközökkel lehet ábrákat készíteni a nappályák alapján minden hónapban minden telekről. Egy tájolóval, szintezővel és a nappálya diagramjával lerajzolható a napos és árnyékos helyek térképe.

Így meg tudjuk állapítani hogyan hat az árnyék, változtathatjuk az elhelyezést és a napenergiát elnyelő felületek elhelyezését a napok és évszakok függvényében. Fák, épületek, dombok mind árnyékolhatnak és behatárolhatják a napsugárzás jelentőségét.

### Időjárási eltolódás

Első pillantásra - a szolár építészet geometriájával és a nap beesési szögével összefüggésben - nyilvánvalónak tűnik: zárjuk ki a magas nyári napot és engedjük be az alacsony téli napot. A természet azonban kissé bonyolult dolog. Össze kell hasonlítani az évszakok igényeit a rendelkezésre álló napsugárzással.

A téli nap legalacsonyabb pontja kedvező helynek tűnik ahhoz, hogy szolár kollektort alkalmazzunk a téli fűtésre, és ez logikus is lenne, ha a leghidegebb nap december 21-ére lenne várható. De az időjárás általában nincs egy fázisban a napsugárzás erősségével, hanem késlekedik egy vagy két hónappal. Általában a leghidegebb időszak január-február, és a legmelegebb július - szeptember.

Ha a szolár nyereség maximumát követően a téli napfordulónál tervezzük, akkor késő télen alulfűtés lenne.

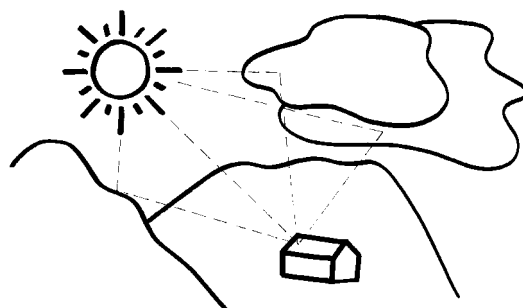
Az időjárás évről-évre és évszokról-évszakra változik, így fontos, hogy flexibilisen tervezzünk, alkalmazkodva az időjáráshoz. Általában az épület akkor ideális, ha építészeti eszközökkel a leginkább napra tájolt, azonban az igazán jó beállítás mozgatható elemek használatát is megkívánja.

### Sugárzás visszaverő képesség és visszatükrözés

A visszaverő-képesség egy olyan arányszám, amely azt mutatja meg, hogy mi az aránya a visszavert és a beeső napenergiának. A Hold, amelyet láthatunk, jellemző példája a napsütés által létrehozott fényvisszaverő képességnek.

A napsütés visszaverődése a felhőkről, a sivatag homokjáról, a hegyekről, a vízfelszínekről jelentős tényező lehet a közvetlenül kapott energia összeségében is. A tükröző felületek visszaverő képességét használják ki akkor, amikor a napsütés azokról visszaverődik a szolár kollektorok felületére.

Az atmoszferikus szóródás: a föld visszasugárzása az űrbe, és a szórt fény, vagyis a napsütés visszatükröződése a légköri molekulákról. A visszaverőképesség felhasználásával a közvetlen napenergiának több mint 100 %-át is kinyerhetjük az adott felületen. Ha már csekély árnyékot észlelünk, mód van a sugárzási energia hasznosítására.



# Természeti környezet

Tervezés és mikroklíma

Az ember hatása

Földrajzi övezetek

A növényzet szerepe

Domborzat, vízrajz

Építőanyagok

Szélességi kör

Szennyezettség

Kilátás - egyéb táji jellemzők

Időjárási jellemzők - hőmérséklet, napsütés

Időjárási ciklusok

Csapadék, nedvesség, légmozgások

Természeti katasztrófák

Az emberi tevékenység hatásai



### 3. Természeti környezet

#### TERVEZÉS ÉS MIKROKLÍMA

A táj minden részlete különböző jellemzőkkel van felruházva, így meghatározza az eltérő életformákra való alkalmasságot is. Az evolúció során a különféle erők hatására az eltérő területek meghatározták, hogy milyen állat és növényvilág alakult ki, fejlődött leginkább, hogyan alkalmazkodtak, tenyésztek vagy visszafejlődtek, a körülményekhez igazodva. A természet nem engedi, hogy vörösfenyő nőjön a sivatagban, de a kaktusz sem él meg az alpesi erdőkben.

Az emberi lény persze sokkal különlegesebb és alkalmazkodóbb, mint a többi faj. A természetben, bőrszínben, étkezésben, kultúrában kialakult eltérések teszik lehetővé az emberiség számára, hogy túlélje a különleges körülményeket. Az ember a legkülönbözőbb természeti körülmények között küzd a túléléseért, és minden helyszínen, ahol megfordul - városban, falun és távoli vidéken - képességeivel uralja és irányítja sorsát szükségleteinek megfelelően. A legharmonikusabb szokásaink a környezet ismeretén alapulnak, míg a legkevésbé kimódoltak a túlélés egyszerű rutinján. A különböző életmódok összefüggésben vannak a környezettel, vagyis optimalizálják a környezet elemeiben rejlő lehetőségeket.

A túlélés kulcsa hosszútávon az, hogy minimalizáljuk az ember hatását és összeütközéseit, kiegyensúlyozzuk dolgainkat az élet szövődésében, és egyidejűleg maximálisan kihasználjuk a természeti elemek lehetőségeit. Nem kell elérnünk az erdők kiirtását ahhoz, hogy tüzelőanyaghoz jussunk, de nem is kell úgy kezelnünk az erdőségeket, mezőket, patakokat mint érinthe-



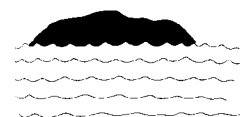
tetlen területeket. A kedvező egyensúly az, hogy csak annyit használunk belőlük, ami éppen elég a folyamatos regenerálódásukhoz. A földet művelhetjük körültekintően, meghagyva a természet gondoskodását az öntözés, megtermékenyítés és egyéb teendőkkel kapcsolatban. Az emberiség erőskezdő dominanciája ritkán érvényesül hosszú ideig.

Amikor egy épületet vagy épületegyüttest tervezünk, fontos, hogy figyelembe vegyük a mikroklíma minden hatását. A táj és a klíma azok a jellemzők, amelyek meghatározzák a leginkább megfelelő elhelyezést, tájolást, formálást, anyagokat, megnyitásokat és a külső megjelenést. A tervezés sikere elsődlegesen azon a képességen múlik, hogy a tervező/ tulajdonos/ építész/ mérnök/ kivitelező hogyan építi be a természeti elemeket, és hoz belőle létre harmonikus építészetet.

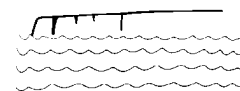
Táj és éghajlat diktálja a szabályokat!

#### KÜLÖNBÖZŐ TÁJTÍPUSOK ÉS TÁJI JELLEMZŐK:

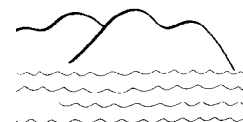
óceán



parti síkság



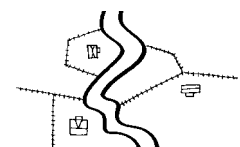
parti hegység



völgy

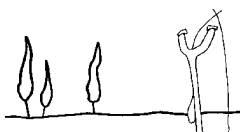


folyók



### 3. Természeti környezet

síkságok



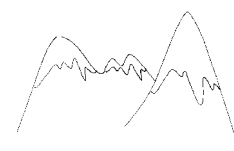
városok



tóvidékek



hegységek



erdőségek



A nagyváros szó említésekor többnyire a fenti kép jut eszünkbe. Az alsó fotón látható utcarészlet szerencsére azt bizonyítja, hogy a ebben a környezetben is lehet emberi léptékű, sőt akár ember és környezetbarát építészeti megoldásokat kialakítani.

(Glasgow - a tipikus iparváros - átalakulóban. A régi raktárépületek új funkciót kaptak. A képen az Italian Center.)



#### AZ EMBER HATÁSA

Az ember hatása a mikroklímára éppoly bizonyos, mint a természeti tényezők hatásai. Az utak, épületek, erődüvek, városok, mezőgazdasági területek és a többi általunk létrehozott változás már pusztán a létezésével is hatást gyakorol, és befolyásolja a jövőbeni használhatóságot. Az a tervezési alapelv, hogy integráljuk a természetet, egyre bonyolultabbá válik, arányban az emberi jelenlét hatásaival.

A nagy sűrűségű városi szituáció szinte lehetetlenné teszi - a különböző érdekek miatt - azt is, hogy természetes megoldásokat keressünk (területi zónák, terek, benapozások, építési szabályok és a többi elvi konfliktus miatt). Mégis a természetes megoldások elsődleges célpontjai szükségsejzen a városok, hiszen abból csakis

jó származhat, ha egyre tisztább és gazdaságosabb helyekké fejlődhetnek.

A természettel való optimális integrálódásra viszont a vad vagy természetes területek lehetnek alkalmasak. Néhány helyen megfelelő és helyénvaló kiút "a legkedvezőbb az eredmény, ha nincs ütközés a természetes környezettel" érzés és gondolat alkalmazása.

Más esetekben a megismert hagyományos megoldások is jó eredményt hozhatnak mind a túlélésére, mind a természeti környezet megóvására. A közties kisvárosi és vidéki területeken a természetes építészet helyénvalóbb. Az életminőség és a környezet rongálását elkerülve is tervezhetők épületek, üzletek és ipari tevékenység.

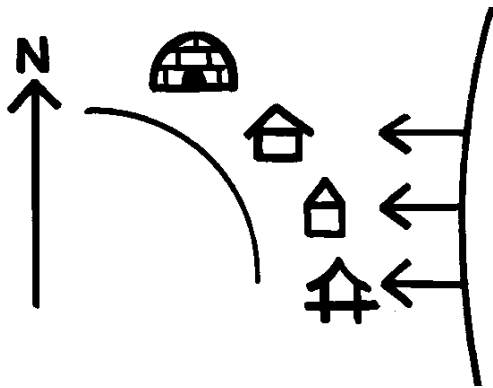
Valóban létezik természetes fejlődés.

### 3. Természeti környezet

#### FÖLDRAIZI ÖVEZETEK

Minden tájtypus - a sivatagtól a hegyvidékig - sajátos talajszerkezetet mutat. Áttekinthető az egyes típusok és a speciális jellemzők kapcsolata a legkülönbözőbb területeken, ahol az ember megtelepedett. Az bizonyos, hogy az adott körülmények között megfelelő épület és szerkezet típus nem alkalmazható változtatások nélkül más helyzetben. Különböző területek teljesen különböző megoldásokat igényelnek.

A sivatagban a felszín alatti szerkezetek használata a logikus, mert így állandósítani lehet a hőmérsékletet azáltal, hogy a földréteg kiegyensúlyozza a nappali és éjszakai szélsőséges hőmérsékletet. A trópusokon a földfelszíntől fel emelt épületek a kívánatosak, hogy hűtő hatású légmozgások alakulhassanak ki, leküzdve a meleget és nedvességet, védekezve a föld alatti vizek ellen.



A fotók Thaiföldön (15°) és Írországban (54°) készültek. Láthatjuk a földrajzi övezet által létrehozott lényeges építészeti különbségeket. A nedves meleg klíma könnyű anyagokat és áttört épületformát, míg a hideg, szeles klíma tömör és nehéz szerkezeteket kíván kis homlokzati megnyitásokkal.



Más éghajlati övezeteken teljesen eltérő megoldásokat kell alkalmazni: alacsony hajlású tetőket ott, ahol a hosszú havas tél a jellemző, vagy - éppen ellenkezőleg - meredek hajlású tetőket ott, ahol a csapadék inkább eső formájában jellemző, esetleg különleges tetőformákat és fedéseket ott, ahol a viharos szél gyakori.

#### Talajtípusok

A talajtípusok és ezek különböző változatai széles skálán mozognak. Általában minden területen többféle talajtípus található, különböző előfordulásban és mélységben. A felszíni és felszín alatti talajjellemzők megértéséhez elemezni kell a talaj felépítését és jellemző sajátosságait, az átszivárgások, teherviselés, szerkezet, használat, stabilitás, földrengésbiztonság, hőtárolás, hőszigetelő képesség, növényzet ültetése, szerkezetek megfelelősége, stb. kérdéseit, az elene és mellette szóló érveket.

A különböző talajtípusok fő jellemzői (építészeti szempontból) :

üledékes

termékeny, duzzadó és szilárd, megfelelő teherviselésű, könnyű kitermelni, jó szűrőképességű, jó szerkezetű, kevés hőtároló kapacitása van vályogtalaj

növényvel ültethető, jó teherviselő, organikus, szilárd, megfelelő hőtároló képességű, formázható,

### 3. Természeti környezet

agyag

duzzadó, kemény, formázható és plasztikus, nyúlós ha nedves, kevésbé teherbíró, kevésbé jó szűrő- áteresztő képességű, jó szerkezetű, jó hőtároló kapacitású

homokos

laza, törmelékes de nehéz, jó teherviselő, jó víz- áteresztő és szűrő, jó hőtároló kapacitású, meg kell kötni

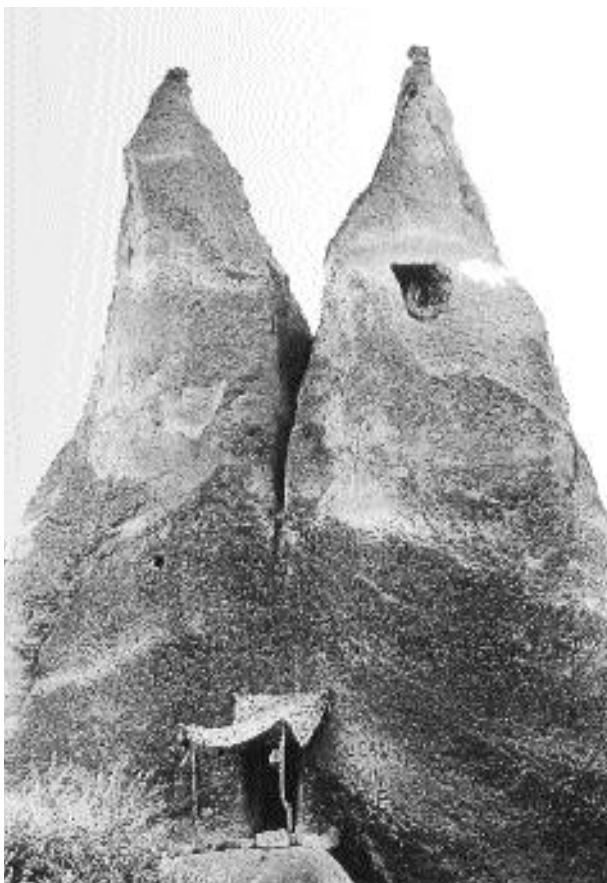
kavicsos

kemény, nehéz de laza, jó teherviselő, jó szűrő és áteresztő képességű, nagyon jó hőtároló kapacitású

sziklás

kemény, nehéz, egynemű, nagyon jó teherhordó, jó szerkezetű, nincs szűrőképessége, kitűnő hőtároló kapacitású.

Barlanglakások (sziklaépítmények) Törökország Kappadókia területén.



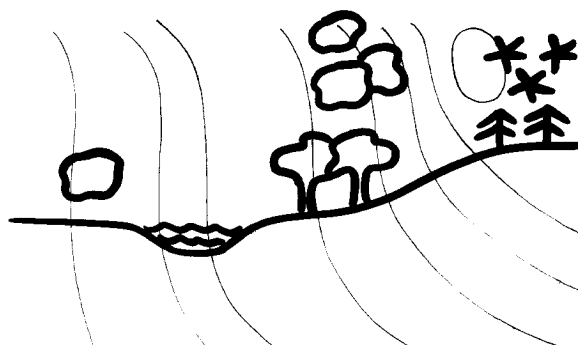
A növényzet szerepe

A növényi élet változatossága sok lehetőséget nyújt a tájtervezőknek. A növényzet különböző fajtái hatásos módon használhatók a terület mikroklímájának módosításához is. A fű megköti a talajt, visszatartja a csapadékot, előhelyet ad a rovaroknak, madaraknak és apró állatoknak. A bokrok stabilizálják a talajt, jól takarják a felületet, látványosak, sokféle apró élőlénynek adnak otthont. A lombhullató fák nyári árnyékot és levéltakarót adnak a földnek, fészkelőhelyet a madaraknak és egyben szélvédők és terelők is. Az örökzöldek jó szél- és hófogók, és egyben a környezet látványos elemei is.

Általában a helyi növényfajták gyorsan meghonosodnak, jól alkalmazkodnak mind vizuálisan mind éghajlatilag, minimális odafigyelést, trágyázást, locsolást és fenntartást igényelnek. Ennek ellenére, ha van kitartásunk és anyagilag is megengedhető, érdemes időnként egy-egy ritkaság felnevelésével is kísérletezni, így a táji környezetet is gazdagabbá tehetjük.

Gondoljunk arra, hogy hazánk jelenlegi arborétumait mennyi odafigyeléssel és szakmai tudással alakították ki a múlt században, illetve a századfordulón. Ezek fenntartása már lényegesen kevesebb anyagi ráfordítást igényel, és oktató jellegükön túl kiváló kutatási területek és környezetünket is gazdagítják.

A telken található és tervezett növények - örökzöldek és lombhullatók egyaránt - befolyásolják a tervezést.



### 3. Természeti környezet

A különböző növényfajok összefoglaló jellemzői:

fűfélék

- megkötik a talajt
- visszatartják a csapadékot
- talajépítők
- otthont adnak a rovaroknak és a rágcsálóknak

alacsony bokrok

- talajtakarót képeznek
- visszatartják a nedvességet
- lombtakarót adnak
- otthont adnak az apró állatoknak és madaraknak

magas bokrok

- látványosak
- szélterelő
- talajtakarót adnak
- árnyékolják a talajt
- védik a virágokat és a boggyókat,

lombhullató fák

- lombtakarót adnak
- évszakosan árnyékolnak
- szélterelő
- védik a szerkezeteket
- gyümölcsözők
- látványosak

örökzöldek

- hűtő légmozgásokat hoznak létre
- megtörik a téli szeleket
- látványosak
- megkötik a talajt
- a talaj savasságát fokozzák
- árnyékolják a földet

A tervezés során tehát ezeket a hatásokat és jellemzőket kell figyelembe venni, ha ki akarjuk választani a megfelelő növényzetet

Krimlov (Csehország Morva területe) A domborzat a városszerkezet és az épületek kölcsönhatása jól megfigyelhető: a város szűk területen, a dombok és a folyó közé beszorítva fejlődött ki.

Domborzat

A telek és a környező terület sokféle hatással lehet az épületre. A vízelvezetés, a napsütés, a szelek, a vihar- és hóvédelem, a szerkezetek földbe süllyesztése, a környezetbe való illeszkedés, és még sok egyéb a terület domborzati jellemzőitől függ. Minden földrajzi típus egy bizonyos fajta megoldást sugall, amely a leginkább alkalmas lehet arra, hogy maximálisan kihasználjuk a területben rejlő lehetőségeket, ugyanakkor minimalizáljuk az esetleges hátrányokat. Általában az a megoldás előnyös, amely kevésbé módosítja a természeti formákat. Így könnyebben megvédhetők épületeink a természeti erőktől ugyanakkor kevésbé vannak rossz hatással a vizuális egységre. A természeti népek lakóhelyei általában nem feltűnőek és harmonizálnak a tájképpel. Elképzeléseink központjában az álljon, hogy összhangba hozzuk a szerkezeteinket a földdel és a természetes környezettel. Énünk is jobban fejlődik biztonságban és melegben, mint kitéve az ismeretlen elemeknek.



### 3. Természeti környezet

#### Vízellátás

A terület felszíni vízkészlete változó lehet a víznélkülitől a teljesen elvizesedettig. A mennyiség, a minőség és a helyi előfordulás be szabályozza a terület alkalmasságát az életre. Helyes dolog például fűvet vetni, mert az jól tartja a talaj nedvességét. Bármely földterület vízmegtartása, vízgyűjtése és az élet hordozására való képessége véges. A vízháztartás problémája, a vízkészletek elszennyeződése vagy kimerülése is valós. Így meg kell tanulni figyelembe venni ezt az adottságot is. Ez ugyanúgy alapvető az élet szempontjából, mint a levegő és a nap. A víz elhelyezkedése a felszínhez viszonyítva meghatározó tényező a vízellátás, az építési helyszín, a felszíni vízelvezetés, a növényzet és még sok egyéb dolog kiválasztása szempontjából.

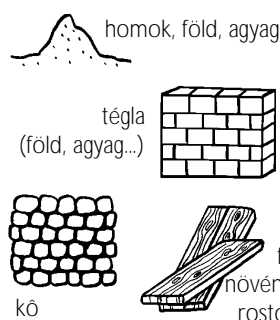
A víz mennyisége kölcsönhatásban van az évszakok változásával is, valamint a tárolási megoldásokkal, a szennyvíz kezelésével, és a népességgel. A víz minősége többek között hatással van az ízére, a küllemére, a vezetékezés módjára, a szűrés szükségességére és a lágyítási módszerekre, valamint a fogászati megbetegedésekre.



#### Építőanyagok

Minden terület és táj rendelkezik valamilyen "természetes" anyagkészlettel. Ezek az anyagok jellemzőek a területre, a tájkép részei. Formájuk és szerkezeti felépítésük tanulságos, és kiegészíthetők az ember által alkotott anyagok világát.

Bármely anyag, amely a területről származik, mint pl.: fa, homok, föld, kő, vályog és jég valószínűleg jól illeszkedik és pozitív kölcsönhatásban van a helyi tájjal és a mikroklímával. A vörösfenyő kiszárad, széthasadozik a sivatagban és a vályog szétmállik a nedves éghajlaton. Ezért meg kell keresni, mi az, ami az adott környezetnek a legjobban megfelel.



A legtöbb helyen a föld, a kő és a fa bőségesen rendelkezésre álló anyag, amelyek építésre alkalmassá tétele kevés energiát igényel. Ha csak lehet, használjuk ezeket az anyagokat épületeinkhez.

A helyi anyagok használata tehát nagyon előnyös, ezen túl is lehetőleg minimalizálni kell a behozott nagy energiatartalmú anyagokat. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy bizonyos iparilag előállított termékek, mint az üveg, elektromos vezetékek, acélgyártmányok és szigetelések nélkülözhetetlenek a korszerű épületekben.

A jó tervező okosan határolja be az ilyen drága anyagok felhasználását és az épületekbe való beépítést, de általában nem is zárkózik el teljesen tőlük.

A Trondheimben (Norvégia középső részén) kialakított szabadtéri néprajzi múzeum épületeinek elhelyezésénél az eredeti település szerkezetet vették figyelembe. A természetes vízpartok a legalkalmasabbak az emberi életre és a gazdálkodásra egyaránt. A múzeum területén az eredeti épületcsoportokat építették fel.

### 3. Természeti környezet

Többnyire minden helyszínen kéznél vannak az olcsó, alacsony energiaigényű anyagok. Az építési technikát is fejleszteni kell ahhoz, hogy agyagtéglából, kőből, földből vagy akár homokzsákból emelhessünk épületet. Az is előfordulhat azonban, hogy a drágább modern szerkezetek építése - a helyi források felhasználásával - is jó megoldás lehet az energiatakarékosság szempontjából.

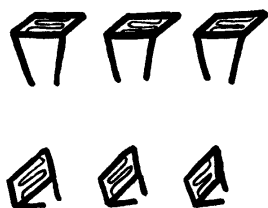
#### Szélességi kör

A földrajzi elhelyezkedést az egyenlítőhöz viszonyítva északi és déli szélességi körökben mérjük. A szélességi kör sokféle módon van hatással a tájra és a mikroklímára. Általánosságban az egyenlítőtől távolodva hűvösebb az éghajlat, ami a nap beesési szögének tudható be és függ a többi időjárási körülménytől is. Ezzel összefüggésben az egyenlítőtől való távolság északi vagy déli irányban hatással van a szerkezetek anyagára, típusára és formavilágára ugyanúgy, ahogy hatással van a növényzetre és más életformákra is.

Az egyenlítőn a napkollektor lehet kicsi és közel vízszintes. Északra haladva a szög emelkedik a szélességi körrel.

Az 50° északi szélességi körön, ha az épület összes déli tájolású függőleges homlokzatán napkollektort helyezünk el, akkor is csak a fűtési hőigény 25 %-át biztosíthatjuk.

A táj képe sokféle lehet, ezért az épület metszete is különböző - méretben és formában egyaránt - azért, hogy összhangban legyen a környező elemekkel. A szélességi kör ismerete tehát egy újabb fontos dolog, ami sokat mond a tervezőnek.



A napkollektorok hajlásszöge elsősorban a földrajzi elhelyezkedéstől függ, de sokszor attól is, hogy egész évben, vagy időlegesen szeretnénk az általa termelt meleg vizet hasznosítani.

#### Szennyezettség

Tudjuk jól, hogy a gyönyörű fák, folyók, hegyek, völgyek és felhők miként jellemzik tájainkat. De sajnos azt is ismerjük, hogy a szennyezettség rombolja egészségünket és ez befolyásolja döntéseinket is.

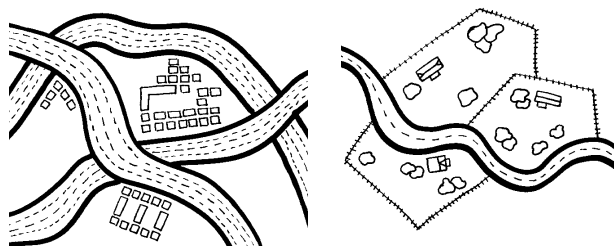
Furcsa módon a természet időről - időre önszennyező is, erdőtüzekkel szennyezi a levegőt, eliszapítja a tavasi folyókat. Ez bizonyos fokig természetes folyamat.

(Gondoljunk a nagy kanadai erdőtüzek után kialakuló gazdag sarjerdőkre, amit újra és újra művelésbe fognak, vagy - amíg meg nem szabályozták - a Nílus áradásai - nak termékenyítő hatására.)

Maga az ember is szennyezi és mérgezi a természetet hulladéktárolók létesítésével, rákkeltő anyagok, szmog kibocsátásával, rádióaktív felhőkkel és sajnos még nagyon sok más tevékenységgel is. Úgy tűnik, hogy a szennyezettség mértéke közvetlen összefüggésben van az emberi populációval. Városaink, felhőink, folyóink általában melegágyai a láthatatlan mérgeknek.

Szennyezett helyen lakni persze veszélyes. Meg kell tudni, hogyan ismerhetjük fel környezetünkben ennek jeleit. Ha lehetséges, javítani és változtatni kell ezeken a területeken. Más oldalról tekintve viszont a mai hulladék a jövő alapanyaga is lehet. Visszahasznosító tárolók, komposztombok, ellenőrzött szemétkelés, valamint a levegő, a vizek és az élő környezet figyelembe vétele szükséges.

Lakókörnyezetünkben a szennyező anyagok fő forrása a közlekedés által okozott légszennyezés. A másik fő probléma a közlekedés terjedésével a fokozott zajterhelés.



### 3. Természeti környezet

#### Kilátás

Amikor telket vagy lakást veszünk, a kilátás egyike az első és az utolsó dolgoknak, amelyet figyelembe veszünk. Azonban az ár, melyet kifizetünk általában tartalmazza a látvány minőségét is. A mai világban a kellemes táj és a kilátás sajnos eltűnőben lévő dolog. Nem lehetséges mindenkinek lakásából állandóan egy természeti csodát nézni.

A nagyobb laksűrűséggel rendelkező, vagy kevés benépesíthető területtel gazdálkodó országok és régiók esetében így másfajta eszközökhöz kell nyúlni. Szerencsére az építész vagy a tájtervező is kialakíthat kicsi, de érdekes és kedves látványt szinte bárhol. Tervezhetünk vízfelületet, látványos facsoportot, vagy megmozgathatjuk a terepet még kisebb telekterület esetén is. Fontos továbbá, hogy megőrizzük és fejlesszük a meglévő szép látványokat is. Ne zárjuk el senki elől kedvenc helyét és kilátását!

A látvány tehát egy közösséget is érintő lehetőség. Ültessünk fát, tartsuk rendben az udvart, fessük ki házainkat. Minden új építmény, autótút, kert és más jel a látható táj részévé válik. A tervező dolga az, hogy ezt figyelembe vegye és összhangba hozza a környezettel. A Természet ebben ritkán követ el hibát, az ember sajnos gyakran.

Japán. Az épület formálása és anyaghasználata igazodik a környezethez.



#### Egyéb táji jellemzők

Mielőtt telket vennénk, vagy házat építenénk rá, figyeljük meg a terület és környezet jellemzőit a különböző évszakokban. Nyáron próbáljunk meg hosszabb időt ott tölteni, akár "sátorozva" a telken, megfigyelve a zajokat, illatokat és a környezet napi ritmusát. Így kapcsolatba is léphetünk jövődö szomszédainkkal és az emberi "mikroklímát" is megismerjük.

Valószínűleg így - a napszakokat, a növényeket, az állatvilágot vagy a szomszédos közösséget is jobban figyelembe véve - kevesebb csaldást okozunk magunknak vagy esetleg környezetünknek. Ne restelkedjünk tehát tanácsot, vagy információt kérni a környék történetére vonatkozóan. Így megtudhatjuk, hogy változik-e a talajvízszint hosszabb idő alatt, vagy van-e valamilyen kellemetlen klimatikus jellemzője a környéknek. (Például, hogy vannak-e napokon át tartó ködök, kellemetlen szelek, stb.)

Glendalough (Írország) A domborzat és a különleges táji jellemzők (a tó és a kilátás) kihasználása jól látható a fotón.





### 3. Természeti környezet

#### IDŐJÁRÁSI JELLEMZŐK

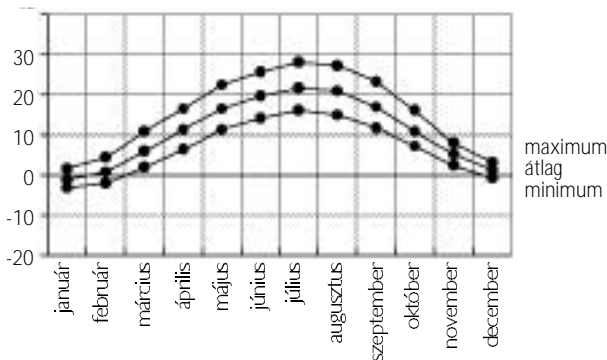
##### Hőmérséklet

Ahogy a mikroklimát meghatározzák a táji adottságok, ugyanúgy hatással vannak rá az átlagos időjárási jellemzők is. Ezen túlmenően is az időjárási jellemzők és változók hatása a mikroklimára különböző lehet hegy, völgy, északi és déli oldali terület esetén.

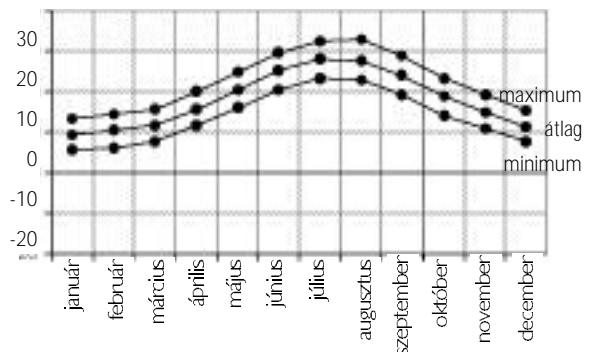
Gyakran mások a klímajellemzők rövid távolságon belül is, akár vertikálisan, egyre magasabbra, akár vízszintesen messzebbre haladunk, és ezek variációi még inkább meghatározzák a mikroklima jellemzőit. Az időjárás a hegy egyik és másik oldalán akár teljesen eltérő is lehet, így egyedi megoldást kell alkalmazni az optimális tervezéshez. Természetesen a hőmérséklet is nagyon sokat mond a mikroklimáról.

Különböző városok havi átlaghőmérsékleti görbéi.  
(Budapest, Athén, London)

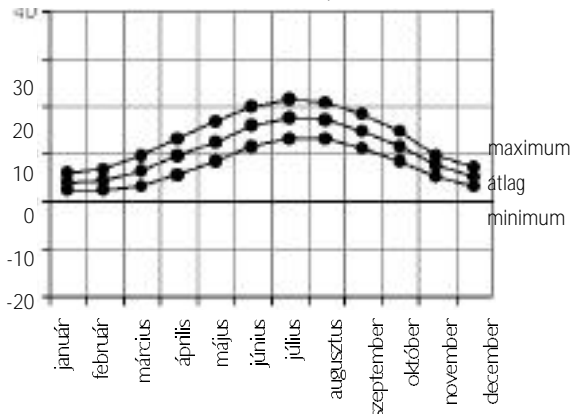
Budapest (47°31'), havi középhőmérsékletek



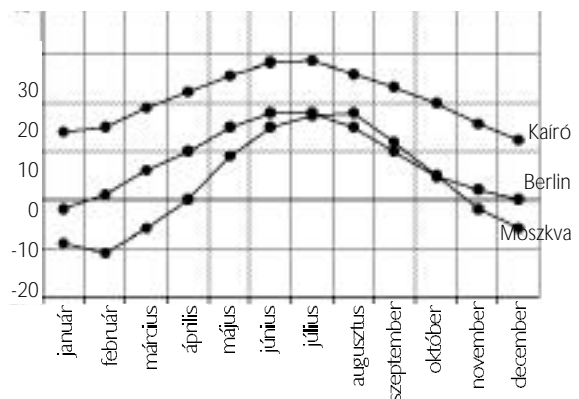
Athén (37°58'), havi középhőmérsékletek



London (51°28'), havi középhőmérsékletek



A negyedik ábra három eltérő jellegű területre jellemző görbét mutat egymásra vetítve.



### 3. Természeti környezet

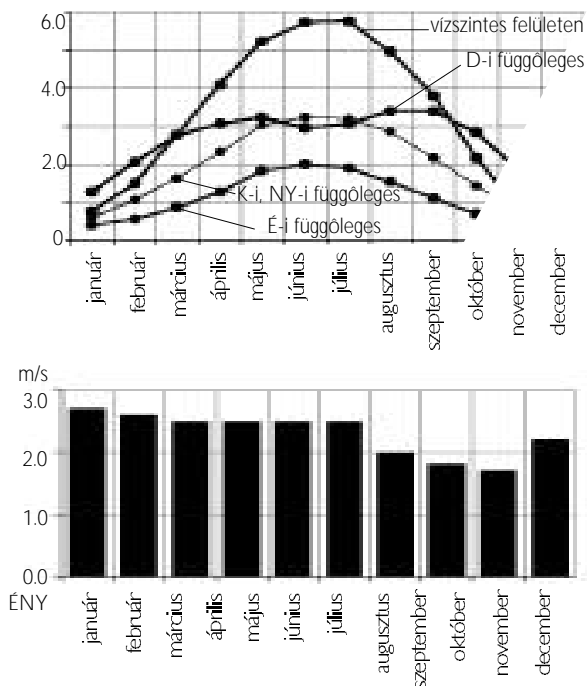
#### Napsütés

A napsütés mennyisége és a légkör világozása megváltoztatja a mikroklíma karakterét, azon kívül pszichológiai hatással is van az emberek komfortérzetére. Nem feltétlenül kívánatos a vakító napsütés, különösen nem néhány száz száraz nap után. Másrészt akár csak egy egynapos szünet a hideg téli viharos napok között csodás hatással lehet a kedélyünkre (és a napkollektorok teljesítményére is).

A mikroklíma elemei hatással lehetnek a napsütés intenzitására. Gondoljunk a fákkal való árnyékoltságra, a felhőtakaró, vagy a levegő szennyezettségének hatására, a szélességi kör, a magasság és az évszakok változásainak hatására. A különböző mikroklímának megfelelő tervezés megkívánhatja a nagy üvegkollektorok alkalmazását, vagy éppen az ernyőszerű árnyékolást ahhoz, hogy a napsütést a legelőnyösebben használjuk fel fűtésre vagy hűtésre. A napsütésnek higiéniai hatása is van, mert - bejutva a lakóhelyekre - segít az egészség természetes fenntartásában.

Budapest (47°31'): A napsugárzás napi átlagértékei, a homlokzat tájolásának függvényében (kWh/m<sup>2</sup>/nap)

Az alsó ábra a szélesség változásait mutatja havi bontásban

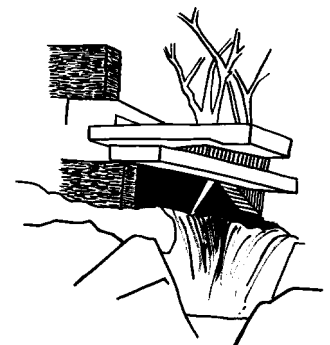
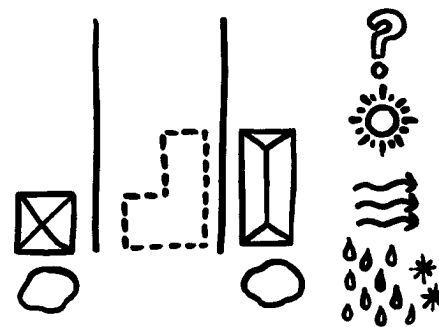


#### Időjárási ciklusok

A szél, a csapadék, a napsütés, a hőmérséklet és a nedvesség mind időjárási tényezők. Az időjárási ciklusok ezen elemek megkülönböztetett csoportjai. Minden klímazóna ettől a ciklikus változástól nyeri el karakterét és fennmaradását. Egy-egy területen a viharok ritmusa alapozza meg a klíma pulzusát. Ha ez a lüktetés megváltozik, a klíma is megváltozik.

Az időjárás ritkán átlagos. Általában állandó mozgásban van, láthatóan változva évről évre. A téli viharok sorozatban jönnek, néhány viharos napot rövidebb napsütéses időszak követhet. A viharos szelek gyakran hoznak tiszta tavaszi napokat, az augusztusi esők pedig megszakítják a nyári hőséget. Ezeknek a természeti változásoknak az ismerete és a helyes tervezés lehetővé teszi az egymásra ható erők előnyeinek kihasználását a mikroklíma tervezésénél.

A helyszín és az időjárás ismerete segít az épület tervezésében



Frank Lloyd Wright  
Vizesesház  
Ez az építészeti példa, ami évtizedek óta bizonyítja, hogy a természethez igazodva lehet nagyszerű építészeti alkotásokat, és ezzel párhuzamosan kellemes lakókörnyezetet is tervezni.

### 3. Természeti környezet

---

#### A csapadék

A csapadék - mely életet jelentő vizet ad a földnek eső, köd, hó, jég és harmat formájában - mennyisége az, amely a leginkább hatással van a mikroklíma jellegére. Az éves csapadék-mennyiség meglepően különböző lehet ugyanazon a földrajzi helyen belül is. A tengermenti hegyoldalak gyakran 3-4-szer annyi csapadékot kapnak, mint a parti legelők. A hegyek megtörik a felhők útját, kinyerik a csapadékot belőlük, így a hegy-vidékek zöldebbek és termékenyebbek, mint a szomszédos síkvidékek.

A termesztett növények mennyisége és fajtája közvetlen összefüggésben van a csapadékkal. A növényzet, a vízfolyások, a napsütés, az erózió és az áradások a csapadék mennyisége és minősége függvényében megmutatkozó mikroklíma-változatok. A nap hűtő hatásának két megjelenési formája - a nyári vihar és a köd - természetes légkondicionáló tényezők, amelyek a föld számos pontján jól ismertek.

A csapadék nem csupán kellemetlen vagy kellemes formája az éltető víz megjelenésének, hanem a látvány és a táj részeként is fontos, illetve a levegő tisztulását is segíti. Sok esetben a hó és vízfelületek a táj állandó alkotó elemei, máskor a tünékeny szivárvány az, ami derűssé hangolja a tájképet. (Írország, a "smaragd sziget" sokszor fogad minket ezzel a kedves látvánnyal.)



#### Nedvesség

A nedvesség, amelyet a körülöttünk levő levegő tartalmaz, általában nem látható úgy, mint a legtöbb csapadék. A nedvesség, a levegő víztartalma eloszlata található meg a levegőben, százalékkal mérhető, mint vízzel való telítettség. A 100%-os relatív nedvességtartalom egy adott hőmérsékleten azt jelenti, hogy a levegő már több nedvességet nem vehet fel. A levegő nedvességtartalma közvetlen hatással van a mikrokörnyezet komfortjára. A hideg, nedves levegő sokkal hidegebbnek tűnik, mint a hideg száraz levegő, és a meleg, nedves levegő fullasztó lehet összehasonlítva a meleg száraz levegővel.

Amikor nedves környezetben álló épületet tervezünk, körültekintően kell kialakítani a levegő mozgását, hogy nedvességtartalmát a megfelelő szinten tartsuk, és óvakodni kell az olyan körülményektől, amelyek gombásodást és penészesedést okozhatnak.

A nedvesség hiánya, a nagyon száraz levegő túlzott párologtatást okozhat, ami kiszáradja a bőrt, orrvérzést és a növények növekedésének lassulását okozhatja. A kellemes relatív nedvességtartalom általában 40 és 60% között van. Például 25°C-on kis légmozgásnál a kellemes relatív nedvességtartalom 40-50 % között van

A nedves, meleg klíma (Thaiföld) hatással van épület formálására, a részletek kialakítására és az anyaghasználatra is. (Nád és favázás épület, pálmalevél fonatú falakkal, a szellőzést biztosító szerkezetekkel.)



### 3. Természeti környezet

#### A légmozgások és a szél

A levegő mozgása mindenre kihat. Az évszakosan megjelenő szélmozgások, amelyek téli viharokat hoznak és a tavaszi szeleket okozzák, hőveszteséget is okoznak. A folyamatos szél hatással van a páratartalomra és a talaj nedveségtartalmára, sokszor magával ragadja a homokot, de közben lehetőséget is ad szélgenerátorok használatára is.

A nappali szél hűtésre és a levegőcsere fokozására is jól használható. A szélcsendes területeken levegőkollektorokkal hozható létre az a légmozgás, amivel fűthetik vagy hűthetik az épületeket.

A komfortérzet javításának érdekében a szélre tájolhatjuk, vagy éppen a széllel szemben árnyékolhatjuk az épületet a különböző időszakokban. A szélvédett külső használati terek zajszigetelők is lehetnek, csökkenthetik a felületek hőveszteségét, és így a tervezés természetes eszközei lehetnek a szeles területeken.

A napi és évszakai szélviszonyok ismeretében jól használhatjuk fel a szél erőit.

A modern szélgenerátorok a régi szélmalmok utódai. A szeles tengerparti táj és a sík vidék jellegzetes tájképi elemei.



#### Az időjárási szélsőségek

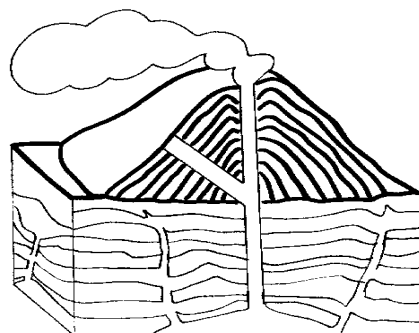
A napi, havi és éves időjárási szélső értékek hozzáférhetők a legtöbb területen az állami vagy területi meteorológiai intézetek jóvoltából. Másik ismeretforrás lehet a mezőgazdasági hivatalok, újságok és repülőterek információs bázisa. Az idős emberek emlékezete is sokszor szolgál értékes adatokkal a mikroklimáról.

#### A természeti katasztrófák

Az átlagos táji és klimatikus jellemzőkön túl van egy speciális időjárási jellemző-csoport, amit figyelembe kell venni: a természeti katasztrófák csoportja.

Tornádók, áradások, földrengések, erdőtüzek, vulkáni tevékenységek, földcsuszamlások, vihardagályok, forgószelek és hurrikánok elemi erői jelenhetnek meg, szerencsére ritkán és rendszertelenül. Ezeknek az eseményeknek a valószínűsége bizonyos területeken és időszakokban - ahol erre a körülmények adottak - eléggé ismertek, bár hajszálpontosan eltalálni a helyet és az esemény időpontját éppoly lehetetlen, mint megelőzni.

Vegyük tehát figyelembe az ilyen események lehetőségét, akárhol vagyunk. A gondos épület- és szerkezettervezés minden esetben lehetővé teszi a katasztrófa hatásának minimalizálását. Mindent tegyünk meg, amit lehet, hogy megértsük és figyelembe vegyünk ezeket az erőket.



### 3. Természeti környezet

Az emberi tevékenységek hatásai

Az emberi tevékenységek is módosítják a mikroklímát: a faültetés, az építkezések, a kút-fúrás, mind-mind hatással van az adott területre. Néha a változás azonnal látható, sok esetben a mai tettek hatása csak évek múlva ismerhető fel

Fontos tudni azonban, hogy milyen lehetséges hatásai lehetnek különböző tevékenységeinknek. A pozitív változás a mi nyereségünk lehet. Az alkalmazott klimatikus tervezés eredménye az igazi lokálpatriotizmus lehet. A történelmi idők során a helyi építészeti és várostervezés az éghajlati körülményekből, kulturális szokásokból és ízlésből, a helyi anyagokból, a társadalmi struktúrákból, tradíciókból és sok más tényezőtől fejlődött ki.

A helyi stílust sok esetben megtagadták a változások során, vagy illogikussá váltak a mai világban, esetleg feledésbe merültek az új technológiák utáni fejesztett rohanás során, a szisztematizáció betörésével és az egyformaságban.

A tradicionális regionalizmus sok részlete megőrzésre, vagy újra felhasználásra is méltó. Ha ezt megértjük és alkalmazzuk is, elkerülhetetlen, hogy a táj és a klimatikus viszonyok kialakítsák azt a helyi karakterű építészeti és közösségi tervezést, amely a leginkább illeszkedik az adott területhez.

Ha technikai tudásunkat és anyagismertünket kiegészítjük ezzel a helyi megközelítéssel, finomítva és módosítva azt, kialakíthatjuk a logikus megoldásokat a lakóhelyi és közösségi épületek tervezésében. Ezután ezzel a széles körű történelmi és technológiai tárházzal gazdagabban léphetünk tovább.

Szemben a szokások, a stílus vagy az elsőrendű gazdasági szempontok által vezérelt megoldásokkal, a hosszútávú ökológiai gondolkodás és a környezet formáinak rendszerezett

elemzése jobban szolgálja az életet. Ez az előrehaladás teszi lehetővé az ember és világa, valamint a szolár rendszerek közötti egyensúlyozást.

Egyenlőre még egy olyan rendszerhez közelítünk, amely az éltmódunk és a lehetőségeink miatt túlterhelt. Itt az ideje tehát, hogy újraértékeljük a közlekedés, az építés, a kommunikáció, a gazdaság, a mezőgazdaság, a várostervezés, a turizmus, a védelem és minden egyéb rendszer múltbeli hibáit, új utakat és minőséget ismerjünk meg.

Eltűnés a földről, vagy felvirágzás: mindkét út lehetséges, de nem a közeli jövőben. Addig is igyekezni kell minden döntésünket körültekintően meghozni, és tevékenységeinket végiggondolni, ha pozitív változásokat szeretnénk az általános sé mák helyett.

A tájba illeszkedő és a mikroklímának megfelelően tervezett épület az idők során "összenő" környezetével. Eltűnik a határ az embert körülölelő természet és az épített lakóhely között.



---

# P asszív építészeti eszközök

Belső és külső terek

Felület - térfogat

A metszeti elrendezés jellemzői

Hűtő hatások, hőveszteségek

Hőszigetelő anyagok

Szabályozhatóság

Hőhidak hatásainak csökkentése

Átlátszó hőszigetelések

Hőveszteségek összefoglalása

A fűtési hőigény tervezése

A napsugárzásból származó közvetlen  
hőnyereségek növelése

Hőnyereségek tárolása

Hűtés

Árnyékolás

A természetes szellőztetés

## 4. Passzív építészeti eszközök

### Belső és külső terek

Az épület hőveszteségét a passzív szolár tervezéssel lehet ellenőrizni és ellensúlyozni. A hatékony megoldás érdekében meg kell értenünk azt, hogyan távozik el az épületszerkezet felületeiről a hő, hogyan lehet ezt ellenőrizni, és hogyan lehetne ellentételezni a hőveszteségeket az esetleges hőnyereségekkel.

A hőveszteség számításának különböző módszerei már évtizedek óta kipróbált és bevált eszközök a tervezés során. A sokféle segédlet alkalmazásával az építészek, a mérnökök és az építők nagy része jártas az épület átlagos fűtési igényének meghatározásában.

A hőveszteség nem valami nehezen megfogható dolog, az épület energetikai viselkedése viszonylag egyszerűen modellezhető, mielőtt megépül. Ez a lépés nagyon fontos része a tervezési folyamatnak, bár nagyobb épületek esetén kissé hosszadalmas. Szerencsére léteznek bizonyos egyszerűsítő, megközelítő, vagy számítógéppel segített módszerek. Ezek közül válasszuk a számunkra legalkalmasabbat. A hagyományos hőveszteség-számítási módszer szerint figyelembe vesszük az átlagos külső minimum-hőmérsékletet az év leghidegebb időszakában, kiszámítjuk a hőveszteséget, és ezután egy olyan fűtési rendszert tervezünk, amely képes fenntartani a belső komfortszintet 18-21 °C-on. Ez a lehetőség és számítási módszer ma is használható, ha győzzük a gáz, szén, olaj vagy elektromos energiaigény és berendezések költségeit.

A passzív szolár megközelítésben másféle gondolkodás érvényesül. A hagyományos fűtés lehetőleg háttérbe kerül, és legtöbbször csupán mint kiegészítő lehetőség szerepel. A legfontosabb, hogy olyan szerkezetet tervezzünk, amely kifelé minimalizálja a hőveszteséget és hasznosítja a hulladékhőt. Másrészt, ha megoldottuk a megfelelő hőszigetelést, a lehetséges szoláris hőnyereséget és a hőtárolási képességet kell számításba venni és összeegyeztetni az átl-

gos fűtési igénnyel. Ezek után az optimalizált szoláris hőnyereségre kell tervezni az aktív tárolókat, a kiegészítő fűtést, amely lehet fatüzelésű kandalló és kályha, vagy hagyományos fűtés "jégkorszaki" hidegre méretezve, amikor a nap hetekig nem süt.

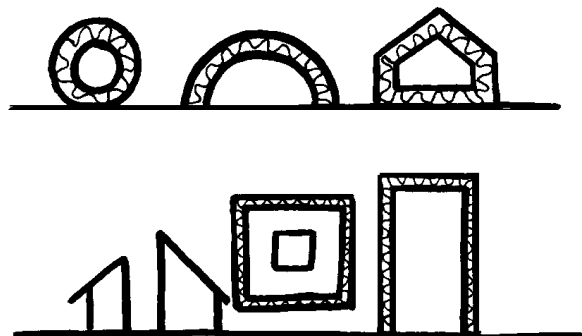
A leginkább költségkímélő az a megoldás, ha részleges háttérket szerelünk fel, és működés közben határozzuk meg, hogy valójában milyen megoldás szükséges.

### Felület/ térfogat

Minden szerkezet vagy épület rendelkezik egy jellemző felület - térfogat aránnyal. Ha kisebb a külső felület területe a térfogathoz viszonyítva, ez alacsonyabb arányszámot jelent. Ez az alacsonyabb arányszám azt jelenti, hogy kevesebb a lehűlő felület a körbezárt fűtött térhez viszonyítva.

A gömb olyan geometrikus forma, amelynél a legkisebb a felület a bezárt térfogathoz viszonyítva. A félgömbök, amik tetszetősek is, előnyös megoldást jelentenek hőtechnikailag. Azonban a félgömbök, háromszögek és gömbök nem feltétlenül jelentenek előnyt az anyaghasználatban, a belső tér kialakításánál, így gazdaságilag is kedvezőtlenebbek lehetnek.

Íves vagy háromszögletű felületet általában nehéz építeni, tömíteni és szigetelni. Sokszögletű vagy sík felületekkel a cél a sarkok és kapcsolatok minimalizálása.



## 4. Passzív építészeti eszközök

Az az épület, ami egyszerű "doboz", kevesebb hőveszteséget jelenthet egy adott térfogatnál, mint egy olyan forma, amely tele van szögletekkel, felületekkel és oldalakkal. Természetesen egy egyszerű "doboz" nem feltétlenül jó funkcionálisan és sokszor nem kívánatos külső formaként sem.

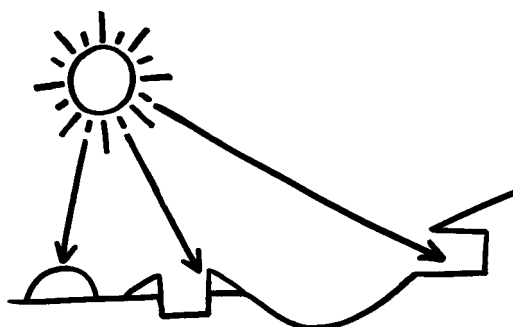
Az ideális megközelítés azt jelenti, hogy csökkentjük a hőveszteséget és a külső felületeket, összhangban a funkcionális, szerkezeti és esztétikai követelményekkel, akár egyszerű lakóépületről, akár többlakásos együttesről, akár városi léptékről van szó.

A metszeti elrendezés jellemzői

Az a jelleg, ahogyan az épület "bemeteszõik" a tájba, a terepbe és levegõbe, meghatározza hõtechnikai sajátosságait. Minden szerkezet egy jellemzõ profillal fordul a külsõ világ (és az idõjárás) felé.

Általánosságban azt mondhatjuk, hogy egyszerűbb profil esetén kevesebb a felületi hőveszteség. Még a jól szigetelt épület is - tagoltabb metszet esetén - több hőveszteséget jelenthet a térfogatra vetítve, mint egy kevésbé szigetelt szerkezet egyszerűbb metszettel.

A metszetet természetesen a stílus, a gondolat, a szerkezet, a funkció és az egyéniség is jellemzi és ezek összegzésének tekinthetõ. A hõtechnikailag jól átgondolt épület válaszol azokra a klimatikus hatásokra, amelyek az adott területen mûködnek.



Ha az épületet az előzőek figyelembe vételével, gondosan terveztük, a metszete (profilja) szinte belesimul a tájba és alkalmazkodik az időjáráshoz.

A hőveszteség minimalizálása sokszor ele - gendõ és fontos ok arra, hogy egyszerűsít - sük a külsõ formát.

Lehetőleg minimális legyen a hőveszteség az északi oldalon, ahol a nap sohasem süt. A tetõformát az uralkodó szél irányában kis ellenállással tervezzük, az épületet magát kissé a földbe süllyesztve, hogy csökkentjük a külsõ felületet és az ellenállást. Forduljunk el az erõs hûtõ hatású szelektõl és viharoktól. Épületeink köré tervezzünk védõ növényzavokat - északi oldalról lehetõleg örökzöldeket - hogy még jobban csökkentjük a hőveszteséget. Így eleget teszünk annak a régi és szinte elfelejtett igénynek, hogy kellemes összhangot teremtsünk a tájjal is.

Az eszkimó jéggé fagyott hóból épített igluja (melynek építéséhez elegendõ 1-2 óra),



az észak amerikai indián törzsek hordozható tipjei,

és a trópusi égõv jellegzetes lábakra állított pálmalevél kunyhói azt mutatják, hogy a környezetben talált anyagok megfelelõ használatával az adott nehéz körülmények között is tudunk lakóhelyül alkalmas hajlékot építeni.





## 4. Passzív építészeti eszközök

### Az éjszakai sugárzás hatásai

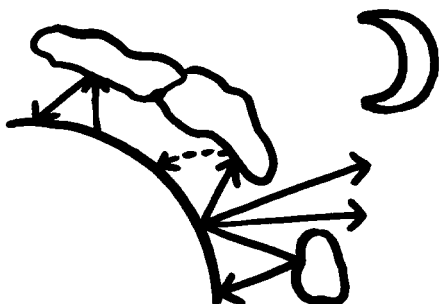
A világűrt tekinthetjük úgy, hogy teljesen mentes a hőenergiától. Ezért a sugárzó hő a föld felületéről az űr felé irányul, ami főleg éjszaka játszódik le. Ennek a visszasugárzásnak (emisszió) egy részét a légkör (felhők, és szilárd részecskék) elnyeli (sőt a részecskékről újra visszasugározza), mielőtt a külső teret elérné, de a legnagyobb része elvész.

Éjszaka, amikor a nap nem bocsát sugárzási energiát a Föld felületére, minden felület visszasugároz az alsó légkörbe. A fekete és sötét felületek sugároznak a legjobban, míg a világos színű felületek a hosszú hullámok tartományában sugároznak jól.

Ismerjük ezt a jelenséget a mindennapokból: ha tisztább az éjszaka - akár télen, akár nyáron - hidegebb a levegő hőmérséklete, míg felhős égbolt esetén a lehülés nem olyan erős.

Ez az alsó légköri visszasugárzásnak tulajdonítható. A felhők hatása olyan, mintha takarók lennének, és megakadályozzák a sugárzási veszteséget, elnyelve valamennyi földi kisugárzást, de vissza is tükrözve egy részét. Az éjszakai sugárzási hőveszteség egész évben jelen van.

Ezt a jelenséget jól felhasználhatjuk a nyári hűtés fokozására, ha elősegítjük, hogy a nagy tömegű felületek az éjszaka folyamán visszasugározzák a napközben felvett hőt.



### A hűtő hatások

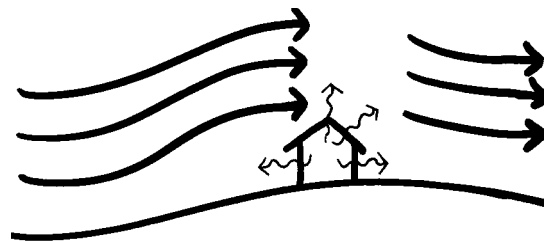
A felületi hőveszteségre hatással vannak a klimatikus és a területi jellemzők. Ezeket figyelembe kell venni, amikor megválasztjuk, vagy megtervezzük az épület elhelyezését.

### A magassági viszonyok

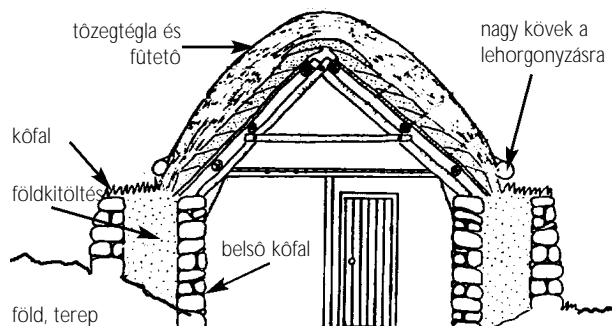
A magasabb területeken nagyobb hatása van az űr felé történő visszasugárzásnak, mivel a vékonyabb légkör csökkentő hatása kevésbé érvényesül, így több a sugárzási veszteség. Ezért hidegebbek általában a magasabban fekvő területek.

### A szél

A szél sebessége jelentős és mérhető hőveszteséget jelent, amit láthatunk a fogyasztásmérők leolvasása esetén is. Ezért ezt is számításba kell vennünk, amikor meghatározzuk a külső tervezési hőmérsékleti értékeket. A területre jellemző téli külső tervezési hőmérsékleti értéket módosítani kell, ha tudjuk, hogy a helyszínünk az átlagosnál jobban ki van téve a szél hűtő hatásának.



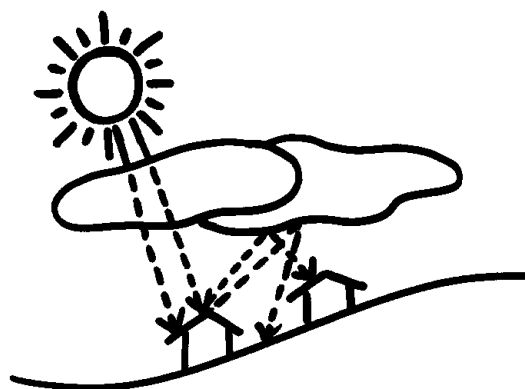
Az erős szél hatásának kitett épület sajátos szerkezeti megoldásokat követel. A skóciai Tiree szigetén nem számít ritkaságnak a 120km/óra szélsébség. (Az épületek falai gyakran elérik a 180 cm-es vastagságot, a tőzeggel és fűvel fedett fedélszék eresze nélküli kiképzéssel épül és súlyos kövekkel horgonyozzák le.)



## 4. Passzív építészeti eszközök

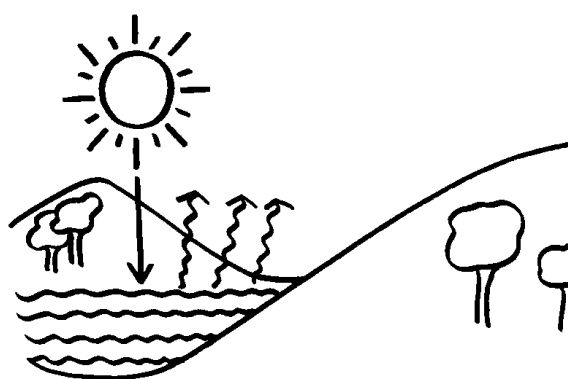
### A felhőtakaró

A felhők, a nedvességtartalom és a szennyező részecskék részben szigetelésként működnek, hasonlóan mint egy takaró, csökkentve a sugárzási veszteséget. Vagyis az általában felhős vidékeken kisebb a hővesztés, de ezzel együtt általában kisebb a szoláris nyereség is.



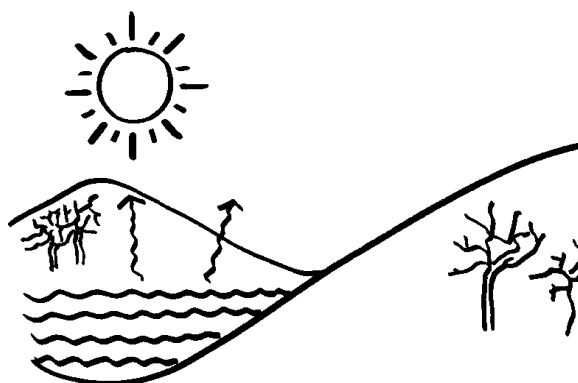
### A nedvesség

A párás levegő nagy hőátviteli kapacitással rendelkezik, és több hőt von el a szerkezetek felülete mentén, mint a száraz levegő. Ha olyan környezetbe tervezünk épületet, melyre a nedves levegő fokozottan jellemző, ezt a körülményt feltétlenül vegyük figyelembe a szoláris rendszerek tervezése során.



### A vízfelületek

A tengerek és nagy tavak hőátviteli kapacitással rendelkeznek, több hőt tartalmaznak, mint a földtömegek. E tulajdonságuk évszakosan is kiegyensúlyozó. A nagy tömegű vízfelület segíti a nyári túlmelegedés elleni védelmet, és a felmelegedett víztömeg ősszel és télen enyhébb klimatikus viszonyokat jelent.



### A hideg levegő áramlása

Ha az épület egy völgy, vagy kanyon mellett helyezkedik el, hideg levegőáramlás veszi körül. Az az épület, amely a hegy árnyékos oldalán, vagy az uralkodó széljárás útjában áll, sokkal jobban ki van téve a hideg hatásának, mint az, amely hegyekkel vagy fákkal védett.



A felhőtakaró változása, a felhők vonulása a táj fontos, hangulatilag és mikroklimatikusan is meghatározó eleme lehet.

## 4. Passzív építészeti eszközök

### Hőszigetelő anyagok

A hőszigetelő anyagok sokfélék lehetnek, és a különböző anyagok hőszigetelő képessége nagyon eltérő lehet. Általában elmondhatjuk, hogy ha a tartószerkezet vagy a térelhatároló szerkezet hőszigetelő képességét nem tartjuk elegendőnek, akkor használunk hőszigetelő anyagokat a kívánt hőszigetelő képesség biztosítására. A kívánt hőszigetelő képesség az alkalmazott anyagvastagsággal ( $d$ ) egyenes arányban, míg a hővezetési tényezővel ( $\lambda$ ) fordított arányban áll. Egyes építőanyagok jellemző hővezetési tényezője tájékoztatásul:

kavicsbeton:	= 1,28 (W/mK)
kisméretű tömör téglá	= 0,72 (W/mK)
POROTON 36	= 0,28 (W/mK)
B30 falazóblokk	= 0,64 (W/mK)
fenyőfa	= 0,19 (W/mK)
nádszövet	= 0,06 (W/mK)
polisztirolhab	= 0,041 (W/mK)
extr. polisztirolhab	= 0,028 (W/mK)
üvegyapot	= 0,044 (W/mK)
kőzetgyapot	= 0,044 (W/mK)
műanyagok	= 0,19 (W/mK)

(Az egyes anyagok pontos értékei táblázatokban megtalálhatók. Ezek a táblázatok tartalmazzák az anyagok tömegét, páradiffúziós tényezőjét és még néhány olyan értéket, melyeket az épületek tervezésénél és ellenőrzésénél figyelembe kell venni).

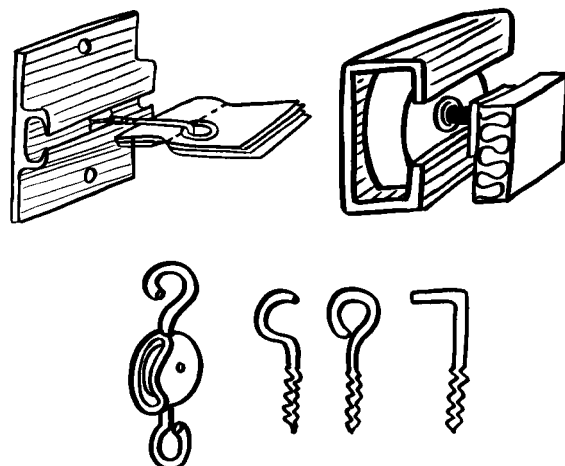
A hőszigetelő anyagok közül egyes anyagféleségek (például a szálas, illetve nyílt pórusú anyagok) megfelelő beépítés mellett alkalmasak hangszigetelés céljaira is, más, nagyobb testsűrűségű anyagok pedig a hőtárolásban játszhatnak előnyös szerepet. (Az épület és az épülethatároló szerkezetek hőtechnikai-energetikai méretezése a fentiekben vázoltak alapján, illetve számítógépes programok segítségével végezhető.)

### Szabályozhatóság

A szezonális és a napi változó fűtési vagy hűtési energiaigényekre adott megfelelő válasz a passzív szolár tervezés lényege. Ennek egyik lényeges eleme, hogy a hőszugarak útjába szabályozható, vagy változtatható hőszigeteléseket, vagy árnyékolókat kell elhelyezni. Így eltolható, redőzhető, nyitható vagy eltávolítható szigetelő szerkezeteket kell kitalálni, hogy megelőzzük az erős hővesztést vagy a túlzott hőnyereséget a kérdéses felületeken. Az ilyen szerkezetek tervezése során az egyszerű működtetés, a tartósság és a külső megjelenés éppoly fontos, mint a hőszigetelési érték.

Az a szerkezet, amely túlságosan nagy, kényelmetlen, vagy nehéz működtetni, megakadályozza a helyes használatot. Ha a redőnyöket egy gyermek is tudja mozgatni, nagyobb esély van rá, hogy ez rutinná, szórakozássá és szokássá válik. A szigetelő szerkezetek évszakonkénti működtetésére szükség lehet minden évben, de az is lehet, hogy csupán néhány hétig vagy hónapig használjuk az éghajlati viszonyok függvényében. A zsaluk és táblák, amiket időnként leszerelelünk, az év nagy részében akár máshol is tárolhatók.

A flexibilis szigetelés lehet kézi vagy automatizált, de megfelelő működtetés szükséges annak érdekében, hogy elérjük az optimális komfortot, és a passzív szolár szerkezet hatásos legyen.



## 4. Passzív építészeti eszközök

### Alkalmazható szerkezetek

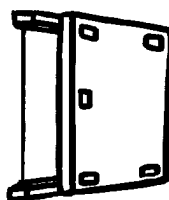
A mozgatható szerkezetek sokféle megoldással készülhetnek. Természetesen azokat használjuk, amelyek a legjobban illenek terveinkbe. Tudjuk jól, hogy a belső oldali árnyékolók a legkevésbé hatékony szerkezetek. Az igazán hatásos megoldások a külső oldalon elhelyezett szerkezetek, melyek visszaverő felületekként is működhetnek, vagy mint hőtároló tömegek is használhatók a napcsapda szerkezeteinél.

A csörlők, kötelek, akasztók, kerekék, forgók és egyéb, széles körben alkalmazható szerkezetek nagyon hasznosak sokféle új kiegészítő szerkezetenél. (Egyes szakirodalmak a hajózás kellékeit és szerkezeteit tartják megfelelőnek, mert erősek, vízállók és elegánsak.) Az ablakok, ajtók és szekrények kiegészítő elemei (pl. zsanérok, pántok, kivetőpántok, rögzítőelemek, zár-szerkezetek stb) is alkalmasak lehetnek sok újszerű funkcióra. Kutassuk fel, és próbáljuk ki ezeket, vagy esetleg tervezzünk egyedi szerkezeteket és megoldásokat, vagy ha lehet, alkalmazzuk a készen kapható eszközöket.

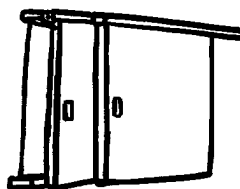


### Mozgatható hőszigetelések

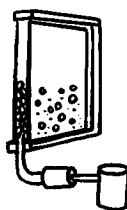
Ebben a felsorolásban olyan szerkezeteket említünk meg, amelyek az épületek egyéb szerkezeteinél is előfordulhatnak, mégis itt különleges jelentőségük lehet:



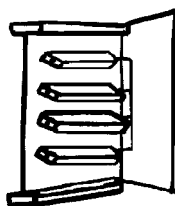
Éjszakai fal  
Könnyen tárolható habpanelek, melyek mágnessel a falakhoz és ablakokhoz kapcsolhatók.



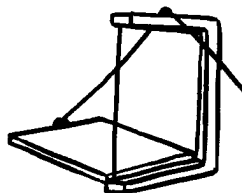
Vízszintes tolófal, harmonika falak  
Könnyű tolófalak, beépített vezetősínekkel, amelyek éjszaka hőszigetelnek.



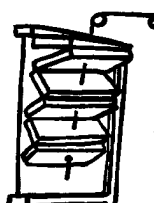
Gyöngyfal  
Hőszigetelő habgyönggyel éjszákára befújással feltöltött ablak, amit nappalra kiürítenek.



Vízszintes zsaluziák  
Nyitható és zárható hőszigetelő panelszerkezetek.



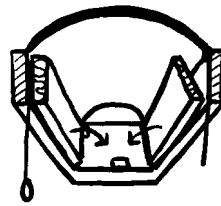
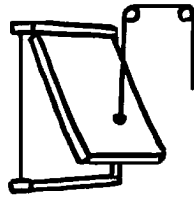
Emelkedő kialakítású, külső visszaverő panel, ami éjszákára felhúzva zár.



Függőlegesen mozgatott hőszigetelő elemek.  
Nappal fel lehet húzni a mennyezethez, éjszaka pedig le kell engedni.

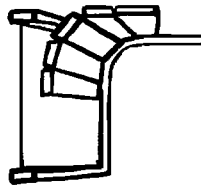
## 4. Passzív építészeti eszközök

Tetején függesztett  
Mennyezethez rögzített  
merev elemek.



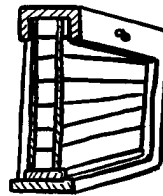
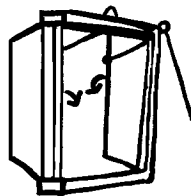
Beakasztott elemek  
Merev elemek, amelyek  
napközben oldalra, a fe-  
lülvilágítóba felhajthatók.

Felfelé csúsztatható  
A panelek a mennyezet  
alá feltolhatók.



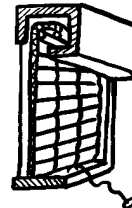
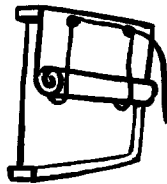
Tűzött roletta  
Hőszigetelő, steppelt le-  
ereszthető roletta veze-  
tősínnel.

Külső oldalon függesztett  
Külső oldali visszaverő  
elemek, amik éjszakára  
bezárhatók.



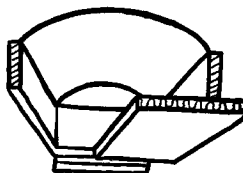
Harmonika árnyékoló  
Kettős rétegű harmonika  
szerkezet, habszerű hő-  
szigeteléssel.

Felgördíthető  
Hőszigetelő, többrétegű  
textília roló, melyet nap-  
közben felgördítünk, éj-  
szakára leengedjük.



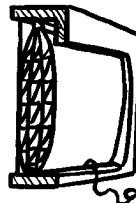
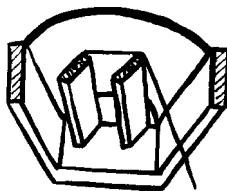
Gördülő redőny  
Tradicionális európai ár-  
nyékoló és hőszigetelő,  
ami lehet habbal hőszí-  
getelt fém is, árnyékol,  
hőszigetel és biztonságot  
is nyújt.

Csúsztatható  
Tetőbevilágító alá szerel-  
hető merev habelemek  
amik oldalra nyílnak, és  
vezető sínen csúsznak.



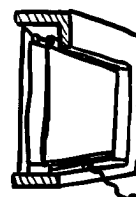
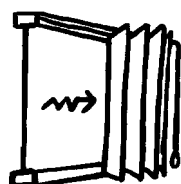
Önpumpáló függöny  
Az átlátszó rétegek kö-  
zött a levegőfeltöltés au-  
tomatikusan megindul,  
amikor a függöny legör-  
dül.

Tetőfelülvilágítók zsalui  
Tetőfelülvilágító árnyéko-  
lók, amik kézzel, vagy au-  
tomatikusan mozgatha-  
tók.



Hőszigetelő cellás fűg-  
göny  
Leeresztésnél a cellákba  
zárt levegőrészek hőszí-  
getelnek.

Drapéria  
Nappal oldalra tolható  
drapéria.



Kettős gördülő redőny  
Egyszerre mozgatható  
kettős redőny, amit éj-  
szakára leereszthetünk.

## 4. Passzív építészeti eszközök

### A jól hőszigetelt szerkezetek

A termosz-hasonlat hasznos segítség abban, hogy megértsük a hőtároló jól működő szerkezeteket: a termosznak jó a felület/térfogat aránya, kiváló hőszigetelő, jól zárható, visszaveri a sugárzást, minimális az ajtaja (és az ablaka).

Ha egy termoszt teletöltünk jó hőtároló képességű folyadékkal (mint pl. gyümölcslé) és tetejét kinyitva, nyílását egy áttetsző fóliával takarva a nap felé fordítjuk, a hő belép, és felmelegíti a folyadékot. Ha a nyílást egy hőszigetelt kupakkal lezárjuk amikor a nap elmegy, a nap folyamán bármikor a nap által felmelegített gyümölcslet ihatunk.

A folyamat megfordítása is lehetséges. Napközben tartjuk árnyékos helyen, az éjszaka hűvöseben nyissuk ki a tetejét, így hűtőszekrény nélkül is hűs folyadékhoz juthatunk.

Ezek a jelenségek is alkalmazhatók a szolár épületeknél: a jól tervezett, flexibilis és hőtechnikailag formált szerkezet fenn tudja tartani a kellemes hőmérsékletet az év során a legtöbb klímaviszony mellett.

### Szélfogók és légszilipek

Általában az ablakok és ajtók azok a szerkezetek, amiken a hőveszteség tekintélyes része kialakul. Mozgatható, és így hézagokkal kialakított elemek, könnyű és átlátszó anyagú szerkezetek, így sok hőveszteséget okoznak csukott állapotukban is.

Az ablak esetében a különböző redőny-megoldások alkalmasak az ablakok szigetelésére, de az ajtóknál ilyen elemeket kevésbé használhatunk. Ezek helyett duplán elhelyezett ajtókat tervezünk a meleg és hideg éghajlati viszonyok között, így szigetelhetjük el a belső teret az időjárástól.

A szélfogó (légszilip) a két ajtó közötti teresedés. Ha az ajtót télen kinyitjuk, a belső

meleg levegő nem vész el, megmarad a belső térben. (A szélfogó egyben jó hely lehet a csizmák és a téli felső ruházat tárolására is.) Az üvegház is lehet ilyen tér. Meleg égővek alatt a légszilipek a belső hőmérséklet hűvösen tartásában segítenek.

Manapság a fűtési és hűtési energia egyre értékesebb és a légszilipek segítenek visszatartani ezt az energiamennyiséget.

### Hőhidak hatásainak csökkentése

A hőhidak olyan, a hőveszteséget jelentősen növelő szerkezetrészek, amivel foglalkozni kell, ha hőtechnikailag jól tervezett épületet kívánunk tervezni. Az áthidalók, falak, födémlemezek, alapozások minden épületnél megtalálhatók. Ha ezeket nem szigeteljük megfelelően, még egy különben jól hőszigetelt épület is nagy mennyiségű hőt veszíthet a hőhidakon keresztül. Másrészt a hőhidak azok a felületek, ahol a téli páralecsapódás miatt a belső felületeken elindulhat a penészképződés, ami a szerkezetre és az emberi egészségre nézve egyaránt káros.

A hőhidak "megszakítása" az egyik jó megoldás. Még egy relatív kicsi légtér, vékony felület vagy szigetelőréteg is segíthet megszakítani a hőhidakat a födémek és falak, acél vagy beton áthidalók és födémlemezek csatlakozásainál. Tudjuk, hogy egy hőszigetelő üveggel ellátott fém nyílászáró több hőt veszíthet a fémfelületeken, mint az üvegfelületeken keresztül. Ezt elkerülhetjük fa ablakok használatával, vagy a fém keretszerkezet "hőhidmentes" kialakításával.



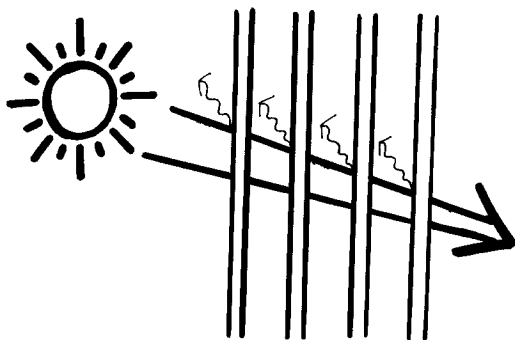
## 4. Passzív építészeti eszközök

### Átlátszó hőszigetelések

Ezek azok a szerkezetek, amelyek jelenleg még kevésbé elterjedtek, illetve fejlesztés alatt állnak. Mint tudjuk, az átlátszó üvegréteg a beeső napsugárzás 87%-át engedi át, és a visszaverődő, legnagyobbbrészt hosszúhullámú hőszugárakat visszatartja.

Ugyanakkor az üveg hőátbocsátással szembeni ellenállása alacsony. Kettős üvegezéssel ez az érték javítható ( $R = 1,66$ ) és háromrétegű üveggel ennél is kedvezőbb értéket lehet elérni. Tegyük azonban hozzá, hogy minden üvegréteg csökkenti a szolár energianyereséget.

(Magam is jártam olyan szolár épületben Norvégiában, ahol 4 rétegű ablakszerkezetek - vagyis kétszeres kettős hőszigetelő üvegezésű ablakok - vannak ahol az építész háziasszony az étkező melletti részben a belső kettős üvegtáblát leakasztotta, mert - mint mondta - a sok réteg mögött börtönben érezte magát.)



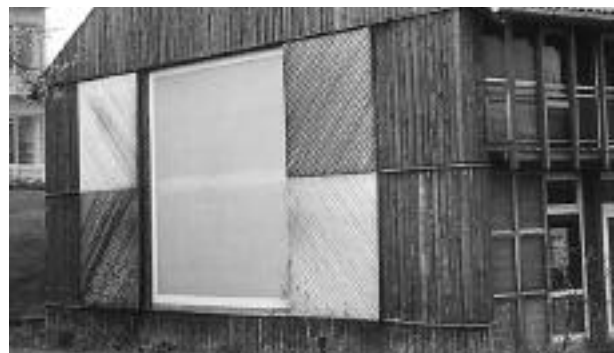
Az üvegen kívül más olyan szerkezetek is alkalmazhatók, melyek átlátszóak a napsugarak számára, de jó hőszigetelő képességűek. Ezek közé tartozik az átlátszó habszigetelés, ahol a gyöngyökbe zárt levegőből álló panel gátolja a vezetési hővesztést.

A bemutatott szerkezetek már nem csupán a hővesztéseket hivatottak csökkenteni, hanem esetenként alkalmasak hőnyereségek létrehozására is. Ennek érdekében folyamatosan fejlesztik a polycarbonátból, illetve vékonyfalú üvegből készített ún. transzparens hőszigetelő

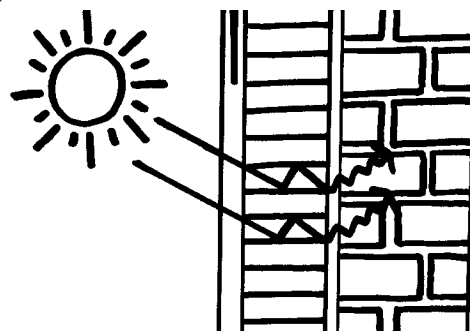
lemezszerkezeteket. Ezek az elemek táblákban gyártottak, és átlátszóságuknál fogva átengedik a napsugárzást. Másrészt a falszerkezettel együtt a bezárt levegőcellák hőszigetelnek. A transzparens hőszigetelés és a mögötte épült masszív falszerkezet kapcsolata sokféle lehet, ugyanúgy, ahogy maga a transzparens szigetelés szerkezete is.

Egyes esetekben a szigetelés a fallal párhuzamos elrendeződésű cellákból áll, máskor a bezárt levegőt tartalmazó méhsejt vagy körüreges tubusok a falszerkezetre merőlegesek.

Mindegyik hatásfoka javítható, ha a falszerkezetre sötét színű elnyelőréteget helyeznek, ha a cellákat a külső tér felől üveglappal és árnyékoló redőnnyel látják el. Ezek a szerkezeti megoldások egyenlőre csak kísérleti épületekben találhatók meg. Az egyszerűbb gyártásúak műanyagból készülnek, míg a drágábbak vékonyfalú üvegből. (Az ábrák ezt a szerkezetet mutatják be.)



A felső képen látható a transzparens táblák külső megjelenése. Az átlátszó hőszigetelések egy része (ld.: alsó ábra) olyan kialakítású, amely lehetővé teszi, hogy a téli alacsonyabb napállásnál a sugárzás a falat felmelegítse, míg a nyári magasabb napállásnál a sugárzás nem éri el a falsíkot. Külső oldali árnyékoló alkalmazása növeli a nyári napvédelmet.



## 4. Passzív építészeti eszközök

### Hővisszaverő-, hőtükörző felületek

A hőveszteségek csökkentése érdekében fontos lehet a felületek hővisszaverő és tükröző tulajdonságainak felhasználása.

Egyes visszaverő vagy tükröző fémfelületek hasznosak lehetnek a hőveszteségek csökkentésére. A fűtőfelületek mögé elhelyezett alumínium vagy egyéb fémfelületű fólia megnövelheti a fűtés hatékonyságát is. Sok hagyományos hőszigetelő anyag is rendelkezik hővisszaverő felülettel. Sok esetben a tűzvédelmi szerkezetek is hasonló módon működnek, vagyis a hővisszaverődés akadályozza meg a kényes szerkezetek tűz általi károsodását. Nem könnyű ugyanakkor pontos értékeket megadni ezen eszközök használatával kapcsolatban, mivel azt nagyon sokféle részlet befolyásolhatja.

Ugyanezt a tulajdonságot a túlzott nyári felmelegedés ellen is fel lehet használni, például a beépített tetőterek esetén, ha a héjalás alá hővisszaverő felülettel ellátott második csapadékszigetelést helyezünk el. Másik megoldás lehet a hővisszatükörző üvegfelület, ahol a hőszigetelő üvegezés belső reflexiók felülettel ellátott.

### Az épületek határoló szerkezetein fellépő hőveszteségek összefoglalása

Az épületek az adott külső körülmények között a termodinamikai törvények szerinti állandósult energiaállapotra állnak be.

Ez azt jelenti, hogy a külső felületeken a folyamatos hőveszteségeket a belső hőnyereséggel vagy energiabevittel kell ellensúlyozni, attól függően, hogy az adott térben milyen energiaállapotot akarunk létrehozni, vagyis mit tekintünk kellemes hőmérsékletnek.

A belső hőmérsékletet szabvány is meghatározza, vagyis különböző hőmérsékletet kell

biztosítani a különböző épületrészekben vagy terekben.

Lakóépületek esetén például a

- lakószoba hőmérsékletének előírt értéke: 20 °C
- konyha esetében : 16 °C
- a fürdőszobákban: 24 °C

Ez természetesen csupán az egyik összetevője a szükséges számításnak, mivel az épületet az épületszerkezetek esetleges károsodása szempontjából is vizsgálni kell.

A szükséges fűtési hőigényt kézi számítással is ki lehet számolni, ahol a szükséges képlet a következő oldalakon megtalálható. Újabb számítással meg lehet adni a szoláris hőnyereségeket, és az épületen belül keletkező hőnyereségeket is. Vagyis a szükséges energiabetáplálást ezek összegével lehet csökkenteni.

Természetesen a bonyolult számítás elkészíthető egy számítógépes program segítségével ennél sokkal egyszerűbben is. A program a szoláris hőnyereségeket és a külső környezetet is figyelembe veszi. Elkészíti az épület energetikai ellenőrzését téli és nyári állapotra egyaránt. Kézi számítás vagy gépi ellenőrzés esetén egyaránt a következő adatokat kell meghatározni, illetve az alábbi hőveszteségeket kell figyelembe és számításba venni:

- meg kell adni a külső és a belső tervezési hőmérsékletet (ezzel meghatározzuk a hőfokhidat)
- minden hőveszteséget jelentő felületre meg kell adni a hőátbocsátási tényezőt
- meg kell határozni a hőveszteségeket okozó felületek arányát és méretét
- meg kell adni a nappali és az éjszakai hőveszteségeket, esetlegesen a nyereségeket
- meg kell adni a fűtött terek adatait
- meg kell határozni a légcseres számot
- meg kell határozni a különböző zónákban a légcseres által okozott hőveszteségeket



## 4. Passzív építészeti eszközök

---

- így összegezhetők a filtrációs és a felületi hőveszteségek
- a fenti adatok után számítható az energiaigény, és eldönthetjük, hogy ez megfelel-e nekünk, vagy esetleg megváltoztatjuk a tervezett épületet, kevesebb ablakkal, más határolószervezetekkel látjuk el, illetve megpróbáljuk a szolár hőnyereségeket növelni.

A program használatához szükséges az adatok megadása, és az alkalmazott építészeti megoldások kiválasztása, valamint a környezet jellemzése.

Az épület fűtési hőveszteségeinek számítása még nem jellemzi az épület energetikai viselkedését. A napsugárzásból származó hőnyereségek és a környezet hatásai további mérlegelést is szükségessé tesznek. Így a gyakorlatban a fűtési hőigény tervezése összetettebb feladattá válik.

Ugyanakkor tekintettel a magyarországi időjárási jellemzőkre, lényeges kérdés az épületek nyári hőnyereségének vizsgálata is, és egyes esetekben ennek kizárása is nehéz feladat elé állítja az építészeket.

Déli régiókban az épületek energiaigényének tervezéskor sokszor a nyári hővédelemből kell kiindulni, és az így kialakított elveknek kell alárendelni a téli állapot tervezését.

Nem véletlen tehát, hogy éghajlati övenként az eltérő igényre nagyon hasonló elméleti alapon de teljesen eltérő céllal határozzák meg a fűtési hőigényt, vagy a hűtési hőigényt. Mindkét esetben a passzív hozzáállás alapja az, hogy az épületet védjük meg a külső hatásoktól és csak végső esetben alkalmazzunk gépészeti eszközöket.

### A fűtési hőigény tervezése

Minden klimatikus zónában meg lehet határozni a szükséges fűtési (egy esetben a hűtési) hőigényt. A magyar szabvány (MSZ-04-140-2:91) szerint az épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének mértékét egyrészt az állagvédelmi és hőérzeti követelmények, másrészt pedig az épületre előírt energetikai (fűtési energia-takarékossági) követelmények alapján kell meghatározni.

Ez másképpen azt jelenti, hogy ha az épületre előírt energetikai követelmények teljesülnek, akkor az egyes határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének maximális értéke ("minimális hőszigetelés") az állagvédelmi és hőérzeti elvárásoktól függ

Ilyen elvárás például az, hogy a "tömör" épülethatároló szerkezetek belső felületén nem következhet be páralecsapódás, vagy hogy a külső levegővel alulról érintkező födémekek padlóinak átlagos felületi hőmérséklete legfeljebb 2,5°C-al lehet alacsonyabb, mint a felettük lévő helyiségek mértékadó léghőmérséklete, stb.

Az energetikai követelmény a tervezett vagy felújításra kerülő épület funkciójától és geometriai arányától függ. Utóbbi alatt

- a lehűlő felület ( $A$ ) és a
- fűtött épülettérfogat ( $V$ ) arányát kell érteni.

A követelmény ( $Q_{mf}$ ) az egységnyi fűtött épülettérfogatra vetített (fűtési) hőigényt korlátozza. Ebből következik, hogy a követelményérték közvetlenül az épületre vonatkozik és nagysága épületenként eltérő és megállapítandó.

Egy adott - tervezett - épületre vonatkozó követelményérték a  $\Sigma A/V$  hányados kiszámítása után a vonatkozó ábra megfelelő diagramjából leolvasható, vagy a feltüntetett összefüggéssel számítható.

## 4. Passzív építészeti eszközök

A fajlagos hőigénybe ( $Q_m$ ) a transzmissziós hőveszteségek (beleértve a hőhidak hőveszteség növelő hatását is) és a hasznosuló szoláris hőnyereségek számítandók be.

Ez utóbbiak egyszerűen úgy számíthatók, hogy az üvegezett szerkezetek energiamérlegét a sugárzás hatását is kifejező egyenértékű hőátbocsátási tényezővel vesszük figyelembe.

A fajlagos hőigényt a következő összefüggés alapján kell számítani:

$$Q_m = \frac{k_{ri} \cdot A_i \cdot C_i + k_{ei} \cdot A_{üi}}{V} \quad (\text{W/m}^3\text{K})$$

ahol:

$k_r$  - a tömör határoló szerkezetek eredő hőátbocsátási tényezője ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ),

$k_e$  - a transzparens határoló szerkezetek egyenértékű hőátbocsátási tényezője ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ),

$A_i$  - a tömör határoló szerkezetek felülete a belső (fűtött) oldalon ( $\text{m}^2$ ),

$A_{üi}$  - a transzparens határoló szerkezetek felülete ( $\text{m}^2$ ),

$V$  - a fűtött épülettérfogat (a fűtött levegő térfogata,  $\text{m}^3$ ),

$C$  - korrekciós tényező a nem külső légtérrel határos szerkezeteknél.

Az épület egységnyi fűtött (lég)térfogatra és az egységnyi (belső-külső) hőmérsékletkülönbségre vonatkozó fajlagos hőigény ( $Q_m$ ) nem haladhatja meg a követelményértéket ( $Q_{mf}$ ).

Így tehát a tervező az épületek energetikai, illetve az épületszerkezetek hőtechnikai méretezése alkalmával két megoldás közül választhat:

- "Kézi" módszerrel kiszámítja a tervezett épület fajlagos hőigényét, és azt összehasonlítja a követelményértékkel. Azon túl, hogy ez meglehetősen munkaigényes feladat, első lépésben még bizonytalan eredményű is, hiszen a "tömör" épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének megkívánt mértéke (hőátbocsátási tényezőik, illetve a hőszigetelő rétegek vastagsága) ekkor még csak (tapasztalati úton) becsülhető.

Rendelkezésre állnak ugyan egyszerűsített eljárások (lásd a "Segédlet épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai méretezéséhez" című kiadványt), ám ezek nem pótolják a későbbi pontosabb számításokat.

- A 6B SOLAR elnevezésű számítógépes program segítségével már az épülettervezés kezdeti ("hat bés") stádiumában képet kaphatunk az épülethatároló szerkezetek megkívánt hőszigetelési mértékéről, később pedig a program segítségével elvégzett ellenőrzés eredményei alkalmasak az épület megfelelő energetikai minőségének bizonyítására is.

A program a számítás egyik végeredményeként azt mutatja meg, hogy a tervezett épület hővesztesége a megengedethez képest hány %-os, illetve adott fűtési energiaárak mellett mennyi lesz a felhasznált energiaköltség, továbbá a naptér használhatóságára vonatkozóan is rendelkezésre bocsát adatokat.

A számítógépes program használatáról a "6BSOLAR" a "DOWTHERM", "AUSTROTERV" és "TEL" című programcsomagokban olvashatunk részletesebben.

A hőveszteségek és a fűtési hőigény számítása során a programok figyelembe veszik a szoláris nyereséget. A következőkben arról lesz szó, hogyan lehet ezeket növelni.

## 4. Passzív építészeti eszközök

---

A napsugárzásból származó közvetlen hőnyereségek

Az épületek hőnyereségeinek túlnyomó része az úgynevezett üvegház-hatás alapján az épületben csapdába ejtett hőmennyiség tárolásából szétosztásából és felhasználásából ered.

Az üvegházhatás lényege, hogy az átlátszó üvegfelületeken a belső térbe bejutó - a látható fény tartományán kívül eső és főleg rövidhullámokból álló napenergia - a belső térben a határoló felületeken (falak, padlók, stb.) elnyelődik és ezek hosszúhullámú - infravörös - vagyis alacsonyhőmérsékletű hullámokat sugároznak vissza.

Ez az energia azonban már sugárzással nem jut keresztül az üvegen, hanem a hosszúhullámú sugárzásnak nagy része az üvegfelületről a belső térben minden irányban visszaverődik, így a napsugárzás hőjét csapdába ejtettük. Természetesen ez a nappali állapot, és a folyamat során a sugárzáson kívül más hőcsere folyamatok is lezajlanak.

Az éjszaka során, ha az üvegfelületeket nem hőszigeteljük, az éjszakai hővesztés akár meg is haladhatja a nappali hőnyereséget.

Az így nyert hőnyereség mennyisége sokféle összetevőtől függ. Részben az éghajlati körülményektől, valamint a rendelkezésre álló

- sugárzási energia mennyiségétől,
- az üvegházat határoló felületek anyagától,
- geometriájától valamint tájolásától,
- az épület egyéb, a folyamatban résztvevő szerkezeteinek jellemzőitől.

Az üvegházhatás azonban nyáron is nagyon jól működik! A megfelelő tervezés azt jelenti, hogy az üvegházat nyáron árnyékolni kell, vagy az erőteljes szellőztetést kell megoldani.

Egyszerű esetekben minimálisan kitűzhető az a cél, hogy az épületbe az őszi-téli-tavaszi hónapokban a napsütés akadálytalanul bejuthasson (ha lehet egy üvegház legyen ennek a szerkezete) míg a nyári hónapokban a napsütést ki kell zárni, vagy éppen az intenzív szellőztetésre kell használni.

Elveink ellen cselekszünk, ha a tervezett üvegházat kiegészítő fűtéssel látjuk el. Ekkor azt kell mondanunk, hogy pazarló módon tervezünk, hiszen ezen szerkezetek hővesztései nagyok. Egyszerűbb ha tudomásul vesszük, hogy épületeink ilyen terei az év néhány téli hónapjában kiegészítő terek, és nem kívánjuk azt a lakás többi terével azonosan használni.

Az így tervezett épület formai és egyéb anyagi jellemzőiben is más és más lesz a különböző makro- és mikroklíma környezetben. A napterek a közvetlen hőnyereséget jelentik és alkalmasak a nyert hő tárolására is. A hőtárolás mértéke függ a határolószerkezetek

- felületétől (az érdesebb felületek több hőenergiát nyelnek el, mint a simák),
- a fajlagos tömegtől ( a fajlagosan nehezebb szerkezet több hőt képes tárolni)
- a határoló szerkezet színétől (legelőnyösebb a fekete vagy sötétkék, majd a vörös vagy barna, kevésbé hatékony a szürke vagy a zöld, és legkevésbé a fehér),
- nem utolsó sorban az is fontos, hogy a határolószerkezetek hővezetési szempontból "jók" legyenek, ugyanis a magasabb hővezetési tényezőjű falszerkezetek hamarabb reagálnak a hőmérséklet emelkedésére, a hő terjedése gyorsabb bennük.

Elmondhatjuk, hogy a közvetlen hőnyereség a legkönnyebben tervezhető, egyszerű építészeti eszközöket kíván, és még naptér vagy üvegház sem szükséges mindenáron, csupán az épület homlokzatainak megfelelő tájolás, és a mögötte levő terek fentiek szerinti kialakítása.

## 4. Passzív építészeti eszközök

### A napterek és üvegházak

A tervezett üvegház formailag és szerkezetiileg is nagyon sokféle lehet. Természetesen a tervezés összetettsége miatt itt elsősorban a napenergia-nyereség szempontjait soroljuk fel. Vegyük azonban mindig figyelembe a helyi jellegzetességeket (anyaghasználat és formai megjelenítés szempontjából egyaránt) és a tervezés során a passzív szolár elvekkel hozzuk összhangba azokat. Nem törekedhetünk csupán az energetikai szempontok kielégítésére.

Az első szempont a tájolás, az épület és naptér tájolása. Tudnunk kell, hogy általában ez az a tényező, amit leginkább befolyásolnak a külső körülmények. Egy adott helyszínen nehéz az épületet "forgatni", vagy szélesebb telekosztást elérni, esetleg a terepviszonyokat vagy a növényzetet megváltoztatni. Tehát a naptér szempontjából meghatározó a tájolás. Ha nincs rá módunk, hogy teljesen délre tájoljuk a napteret, akkor a tervezés során helyezük előtérbe a sugárzásos nyereségek szempontjai helyett a pufferhatás kihasználását és a diffúz sugárzás befogadását.

Osztályozási szempontot jelenthet az üvegház formája és a kapcsolódó épület összeépülése. A főbb alaptípusokat az ábrásor mutatja az üvegház hőnyeresége szerinti csökkenő formában.

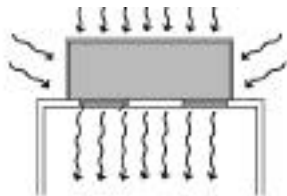
Nem jelenti ez a sorrend azonban egy-az egyben az üvegház hatásosságát is, hiszen az üvegház által határolt tér hővesztése ezzel fordított arányban áll (azonos szerkezeti kialakítást figyelembe véve), illetve a pufferhatás növekvő mértékű. Vagyis a naptér használata lehet az a másik szempont, ami meghatározhatja, hogy melyik alaprajzi vagy metszeti elrendezést választjuk.

Természetesen jobb a hatásfoka a kettős üvegezéssel ellátott, nem hőhidas szerkezetű üvegházaknak, illetve - a nyári túlmelegedés ellen is - előnyösebb a külső oldali árnyékoló, mint a belső oldali függöny.

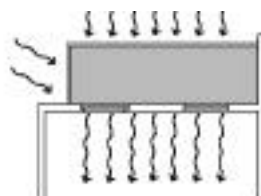
Összegezve elmondhatjuk, hogy a naptér hőnyeresége és a pufferteret hővesztés csökkentő hatása a legelőnyösebb akkor,

- ha a naptér a külső felület minél nagyobb részét takarja (vagyis hosszú, de nem mély naptér)
- ha mindenhol kettős üvegezés van (a naptér és az épület között is)
- ha mindenhol van mobil hőszigetelő, illetve árnyékoló szerkezet (vagyis a naptér és az épület között is).

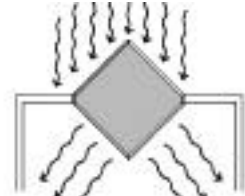
A naptér hőnyeresége és a veszteségfolyamatok számításához segítséget ad a Passzív szolár fűtés című kiadvány (szerző: Zöld András, kiadó: YMMF LABOR5).



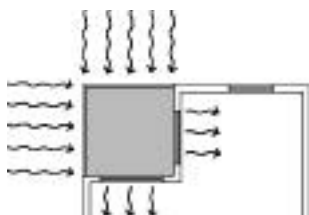
A. Teljesen kiugró naptér



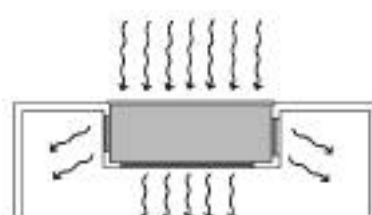
B. Két oldalról nyitott naptér



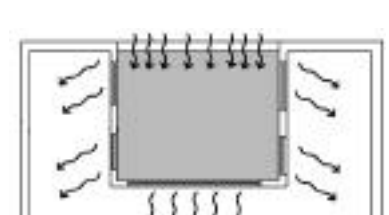
C. Köztes kialakítású naptér



D. Sarok kialakítású naptér



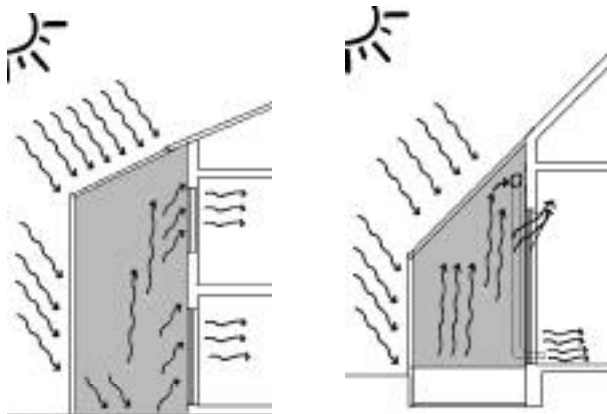
E. Visszahúzott naptér



F. Felátrium vagy átriumos naptér

## 4. Passzív építészeti eszközök

Tapasztalatból tudjuk, és a számítások szerint is kedvező, ha az üvegház belmagassága viszonylag nagy, esetleg a homlokzat előtt (illetve átriumos kialakítással) többszintes üvegházat tervezünk. Ebben az esetben a fajsúlykülönbségből adódó rétegződés jelensége hangsúlyosabb, és a levegő hőmérséklete jóval magasabb a felső zónákban. A meleget természetes módon, vagy kényszermozgatással a mögöttes helyiségbe vezethetjük.



A. Kétszintes naptér

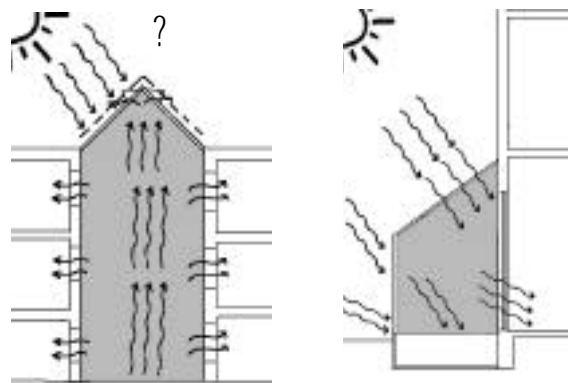
B. Egyszintes naptér

Az üvegház külső homlokzati nyílásainak megfelelő tervezésével a magasabb üvegház a nyári hővédelem esetén is előnyösebb, a szellőztetés hatására létrejövő hűtés ekkor hatékonyabb. Természetesen az üvegház energetikai működése függ a mögöttes szerkezetektől is. Az üvegházba sugárzással bejutó hőenergia tárolása alapvető kérdés. Az elnyelés jobb hatásfokú a sötétebb felületek esetében (fal és padló szerkezetek), illetve ha a felület nem sima, hanem porózusabb és a nehezebb szerkezetek előnyösek a hő tárolás szempontjából. Figyelembe kell venni azt is, hogy a sötétebb és elnyelő felületek esetében a mögöttes tér természetes megvilágítása csökkenhet.

Előnyösnek tartjuk, hogy ezt figyelembe véve a nagyobb tereknek (pl. nappali szoba, irodák stb.) másik homlokzati nyílászárója is legyen, amely közvetlen kapcsolatban van a külvilággal. Nem szabad azonban "sterilen" tervezni. Ha ismerjük a lakókat, nyugodtan beszéljük meg az

üvegház használatára vonatkozó elképzeléseiket. Ha ugyanis az üvegházat tárgyakkal, bútorokkal és szőnyegekkel zsúfolják, nyilvánvaló, hogy a padlófelület hatékonysága háttérbe szorul. Ezzel szemben figyelembe vehető a felhalmozott növényföld és növénytömeg, illetve a kerámiaedények tömege, ha az üvegházat inkább növényháznak kívánják használni. A tapasztalat azt mutatja, hogy ha nem tudatosítjuk a lakókban az üvegház idény jellegű használatát, sokszor hajlamosak a kényelmi szempontok érdekében az üvegházat akkor is használni, amikor annak hővesztését az épület túlfűtésével lehet csak kompenzálni.

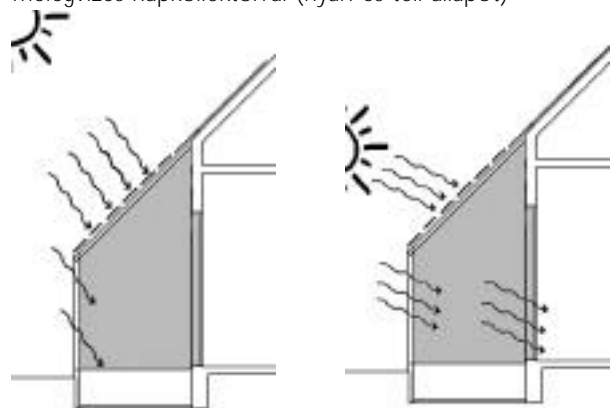
Nagy jelentősége van az üvegház működése szempontjából a ferde (íves stb.) lezáró felületeknek is. Nyilvánvaló, hogy a téli hatásos működés szempontjából legcélszerűbb az átlátszó szerkezetek használata (biztonsági üveg vagy műanyagfelületek). Ebben az esetben azonban a nyári felmelegedés ellen fokozott védelmet kell



Átriumos kialakítás

Bővítőmenny jellegű kialakítás

Bővítőmenny jellegű kialakítás, a ferde síkon elhelyezett melegvízes napkollektorral (nyári és téli állapot)



## 4. Passzív építészeti eszközök

biztosítani (lehetőleg szellőztetéssel). Ha a ferde lezáró szerkezet átlátszatlan, az segít a nyári magas napállás esetében az árnyékolásban és a téli alacsonyabb napsugarakat kevésbé árnyékolja le. A mi égövünk alatt az tűnik a legkedvezőbb megoldásnak, ha a ferde felületeket melegvíztermelésre használjuk ki (vagyis átlátszatlan, árnyékolt tetőt alakítunk ki), amennyiben ez esztétikailag is elfogadható, és termelt meleg víz elszállítása nem ütközik nagy nehézségbe. A képek egy-egy "üvegházat" mutatnak Norvégiából (Trondheim 63,5 °É). A két álló kép ugyancsak egy többszintes "napteret" mutat, de itt átriumos kialakítással. A régi egyetemi oktatási épületek bővítésére új épületszárnyakat emeltek. Az épületek között kialakult teret fedték le és látták el a függőleges oldalait is üvegezett szerkezettel. (A napteret határoló szerkezetek lehetővé teszik a szellőztetést is.) Ebben az esetben is temperált közlekedő teret nyertek, illetve az épületek hővesztései a pufferhatás következtében az átriumban hasznosultak.

(Az már más kérdés, hogy mint általában, itt is a "ha már van egy kis helyünk, használjuk ki" jelenség érvényesült, és az egyetem vezetősége csoportokat helyezett el a napterben. Sajnos azonban az üldögélésre a klíma nem alkalmas, így fűteni kezdték a folyosókat is, míg nem a józan ész győzött, és belátták, hogy az épület működése ezáltal nemhogy jobb lett volna, de gazdaságtalanabbá vált, és visszaállították az eredeti rendet. A fedett térben most búfé, találkozóhely és sok-sok növény található.)

A jobboldali fotó egy családi ház közlekedőként is használt üvegházat mutatja. Itt a ferde síkú lezárás nem átlátszó, hanem erősen hőszigetelt, és csupán a függőleges felületek jelentenek szoláris hőnyereséget. Ugyanakkor gondosan választották meg a padló és falszerkezetek színét és anyagát. A képen jól látható, hogy a napterben kevés bútort helyeztek el, és azok is könnyű, áttört jellegűek. Másrészt a közlekedő jellegű kialakítás miatt (itt van a két szintet összekötő lépcső is) kevesebb az esély az olyan használatra, amely a napter fűtését indokolná. A 4 tagú család hálókamerái a földszinten vannak, a nappali - konyha - étkezőtér pedig az emeleten. A család alkalmazkodott ahhoz, hogy a hosszú téli időszakban



a napteret csupán közlekedésre használják, de a hosszúnappalos - ugyanakkor hűvös - nyári időszakban a nappali tér bővül az itt kialakított második étkezővel és kapcsolódik a teraszhoz is.

## 4. Passzív építészeti eszközök

A napsugárzásból származó energia begyűjtésének növelését más szerkezetekkel is biztosíthatjuk. Ezek közé tartoznak az energiagyűjtő falak is. A transzparens hőszigeteléssel ellátott falszerkezetet már ismertettem a hőszigeteléssel kapcsolatban. Itt az energiagyűjtés szempontjából jelennek meg. A speciálisan kialakított falszerkezetek megfelelnek a fokozott hőszigetelés szempontjainak és a hőnyereség növelésének is.

Ennek természetesen ára van. A falszerkezet építése költséges, és megtérülési ideje nagyon hosszú. Más aspektusa is lehet azonban a transzparens hőszigetelések között kifejlesztett anyagoknak. Eddig főleg Svédországban használták fel ezeket a szerkezeteket nagyobb ipari épületek, csarnokok felújításánál. Ebben az esetben a felülvilágítókat és nagyobb üvegfalakat látták el áttetsző, de hőszigetelő anyaggal, és ebben az esetben a bevilágítás kis mértékben csökkent ugyan, de a hővesztések ennél jelentősebben csökkentek és jelentős megtakarítást jelentettek az üzemeltetők számára.



A transzparens hőszigetelések működési elvéhez hasonlóan működik a Trombe-fal. Szerkezetileg a teherhordó (masszív) külső fal elé épített üvegezésből és szellőztető - szabályozó szerkezetekből áll. A tömegfal külső felületét nagy elnyelőképeségű felületként alakítják ki, és ez elé építik az esetlegesen árnyékoló szerkezettel is ellátott üvegezett szerkezetet a megfelelő szabályozóniásokkal. A szerkezet téli-nyári és éjszakai működését az ábrák mutatják. (Ha a Trombe falat szellőzőnyílások nélkül építik, tömegfalnak nevezzük. Ennek működési elve ugyanaz, de határfoka alacsonyabb.)

A szerkezet építése meglehetősen költséges, és nem jelent időszakos használatú teret. Építészetiileg a homlokzati megjelenésük meglehetősen karakterisztikus, a sötét és fényesen csillogó felületek messziről láthatóak. Ez az eszköz inkább a városi, magasabb épületek vagy az ipari épületek esetében lehet hasznos. Ott, ahol nem is lehetne naptérrel bővíteni az épületet. A kisebb épületek vagy nagyobb telkek esetén ennek alkalmazása nem indokolt.



A fenti fotó a Franciaországban csoportosan épült 4 lakószobás sorolható egységekből álló mintaépületet mutatja (Angers környéki területen). A napterek mellett itt Trombe falakat is alkalmaztak: A fűtési energia megtakarítás 31%.

A naptér és Trombe-fal bekerülési költsége 6%-a az építési költségnek.

Bal oldali kép: Stuttgart egyetemi területén épült kísérleti épület, amelynél többek között transzparens hőszigetelést is alkalmaztak. Itt a hőszigetelés mögött nincs falszerkezet, az áttetsző felület a megvilágításban is szerepet kap.

A tömegfal különleges esete az úgynevezett "vízfal". Ebben az esetben a hőtároló közeg a szokványos építőanyagoknál ötször nagyobb fajhővel rendelkező víz. A vízzel töltött konténerrek tárolják a hőt. A vízfal speciális esete az átlátszó falú vízzel telt szerkezet, a "transwall". A következő oldal felső képén egy ilyen szerkezet látható, ahol a nappali térbe állított, vízzel töltött üveghengerek igazán nem mindennapi látványt jelentenek (és valószínűleg nem mindennapi költséget is).

## 4. Passzív építészeti eszközök

Vannak még egyéb különleges szerkezetek is, amelyek segítik a szolár hőnyereségek növelését. Mindazonáltal egyenlőre kevésbé elterjedtek, és a mi égővünk alatt valószínűleg nem is válnak uralkodóvá. Érdekes azonban egy mondat erejéig megismerni ezeket a rendszereket is. A működési elve ugyanaz a "fekete padlás" és a "tetőtő" szerkezetnek. Mindkét esetben az épületszerkezeti megoldások a leginkább kérdések, és költségesek. További lehetséges szerke-



zetek a meglevegős kollektorok, a falkollektorok, a termoszifon rendszerek, és a szellőztetett kőagy. Ezeknél a szerkezeteknél a napenergia hasznosulására elsősorban a bejutó energia tárolása és szabályozott visszaadása van a legnagyobb hatással. E rendszerek kevésbé "applikatív" megoldások, mint a napterek vagy a Trombe falak. Nem tartoznak azonban a passzív szolár építészet témakörébe. Már sokkal inkább aktív, integrált részei az épületnek, ami az építészeti tervezést eléggé megköti, viszonylag kevés megépült példa van és ezek adatgyűjtése még nem tette lehetővé a gazdaságossági elemzéseket.

Bal felső fotó: Különleges látvány az amerikai példában látható emeleti nappali üvegezett szerkezetei mögött elhelyezett vízszlopok sora, amelyek a hőnyereség tárolásában játszanak nagy szerepet.

Bal alsó fotó: Stuttgart, a kísérleti szolár lakótelep egyik épülete: A nappali tér és az üvegház felett állítható szögállású napkollektorok, és egyben árnyékoló szerkezetek különleges, optimalizált megoldása látható.

Jobb alsó kép: Ugyanitt többlakásos lakóépületek többszintes nappal térrel.





## 4. Passzív építészeti eszközök

### Hőnyereségek tárolása

Mivel a napenergia "rendelkezésre állása" napszakonként és évszakonként változó, a szolár építészetről szólva fokozottan előtérbe kerül a hőnyereségek tárolása.

A mi éghajlati viszonyunk esetében egyesek akár azt is mondhatják, hogy amikor a napenergia nagy tömegben rendelkezésre áll, akkor van rá a legkevesbé szükség, és épületeinket inkább a túlmelegedéstől kell megóvni. Átlagos körülmények között azonban ez szerencsére nem így van. Tavasszal és télen (sőt a téli hónapok közül még a leghidegebb februárban is) sok tiszta, felhőtlen nappal van, aminek során viszonylag sok sugárzási vagy diffúz energia juthat az épületbe. Az őszi időszakban a napok során felgyűlt energiát a hőtároló közegbe lehet juttatni, és onnan szükség szerint éjszaka vagy a későbbi napok során lehet "visszavenni". Optimális esetben az épületünk elegendő hőtároló tömeggel rendelkezhet ahhoz, hogy a téli kiegészítő fűtés mértékét a minimumra csökkentsük.

Természetesen a nagy tömegű építőanyag beépítése az épületben nem mehet minden határon túl. A nagy tömeg miatt szükség lehet speciális szerkezeti megoldásokra, amit lehetőleg kerülnünk kell, hiszen ebben az esetben hiába takarékoskodunk a fűtési energiával, ha az építés energia többlete ennek minden előnyét elnyeli. Ugyancsak nem érdemes az épülettömeget a drágább szerkezeteknél növelni. Például. égetett téglafal szerkezetek esetében vagy vasbeton födémeknél, mivel mind a téglafal, mind a beton magas energiaigényű a gyártás és szállítás során egyaránt. Ebben az esetben az épület alatt vagy azzal közvetlen kapcsolatban kell kialakítani a megfelelő hőtároló tömeget (pl. padlószervezetben, alatta, vagy az épület magjában betárolt szerkezetben).

Az épületet határoló szerkezetek hőtároló kapacitásának növelése (vagyis a tömegük növelése) szóba jöhet a földházak esetében. Itt nincs jelentős szállítási energia és a földház építőanyagának gyártási energiaigénye is csak töre-

déke az égetett agyag szerkezethez viszonyítva. Ilyen módon a hőtároló tömeg kialakítására a költség és a kapacitás a jellemző. Maga a hőtároló lehet az épület szerkezeti eleme, de lehet attól független is. Egyes esetekben a hőtárolót hőszigetelni kell, hogy hőveszteség ne jöhessen létre, más esetekben nincs erre szükség, mivel az épület a hulladékhőt is hasznosítani tudja. Az összes passzív napenergia hasznosítással kapcsolatos szerkezetek közül talán ez a szerkezeti elem az, ami a leginkább függ a helyszíni adottságtól és tervezéstől.

A hőtároló szerkezet lehet az épület tartószerkezetének része. (Ekkor ha külső oldali szerkezet, természetesen hőszigetelni is kell.) Ezt a lehetőséget jól kihasználhatjuk új épületek esetében, illetve ha hőtárolás a felhasználás helyén alakítható ki.

(A földházak szerkezetükben rendelkeznek a megfelelő hőtároló tömeggel. Egyes esetekben a szerkezet tömegét tovább növeli pl. a zöldtető)

Az alábbi épület esetében az üvegfal a hőnyereségek növelését, a kőszervezet a hő tárolását segíti. Az így kialakított falszerkezet építészeti szempontból is hangsúlyos elemmé vált, amit a kör alakú nyílás tovább erősít.



## 4. Passzív építészeti eszközök

A másik kedvező megoldás, ha a nagy tömegű hőtároló szerkezet az épület magjába kerül - a hulladékhő hasznosítása miatt - és a régi kemencékhez hasonló módon a temperáló fűtésre is alkalmas, vagyis napenergiával és kiegészítő energiával egyaránt felfűthető. Ebben az esetben az épületben kiegyensúlyozott folyamatok játszódnak le, és az épület alaprajzára is a centrális kialakítás lesz a jellemző.

A harmadik lehetőség a hőtároló tömeg padló szerkezet alatti kialakítása. Ebben az esetben a helyszíni adottságokat is figyelembe vehetjük (pl. megfelelő közet van az épület alatt) vagy tárolásra alkalmas feltöltést készíthetünk. Mindhárom esetben az épület markáns része a hőtároló tömeg.

A hőtároló közettömeg a nappaliban kialakított kandalló szerkezeteként épült meg, alaprajzilag is centrális elhelyezkedéssel.



A norvégiai bányászváros, (Roros) mely rézbányáiról volt híres, tradicionális fa szerkezetű épületei vastag és magas kőfalú pincék felett épültek. A hosszúnappalós időszakban a sokáig alacsonyan sütő nap sugarai felmelegítik a közettömeget, ami a hideg időszakban hetekig képes azt tárolni.

Az Írországban készült fotó egy patak partján épült lakóépület napterét mutatja. A vízfelületről visszaverődő napsugarak és az üvegház a napenergiát gyűjti, a kő szerkezetet a tárolásban játszik szerepet.



## 4. Passzív építészeti eszközök

### A passzív hűtés

A fejezet előző szakaszaiban az energia-veszteségek csökkentése, a napenergia gyűjtése és tárolása kapott hangsúlyt. Azt, hogy az adott esetben mi jelenti a tervezés alapvető céljait, mindig a táj és a klíma határozza meg. Európa legnagyobb részén egészen a legújabb korig az energiahatékonyság kérdése a fűtési energiamegtakarításra épült. A tradíciók és a népi építészeti tanulságai is ezt mutatják.

A huszadik század új építészeti, formai és filozófiai elvei - az energiaár robbanás által felgyújtva - elvezettek a tömeges építés és a nagy kiterjedésű épületek építésének problémáihoz. Mindkét esetben az építőanyagokkal való hatékony bánásmód (kicsit durvábban: az olcsóság) és az élőmunkaigény csökkentése volt a mögöttes szándék. A könnyű szerkezetek és a divatos - sokszor persze célszerű - nagy üvegfelületek felvetik a nyári hűtési energiaigény kérdését. Nem terveznek persze légkondicionálást a paneles épületek lakásai számára (bár már látható, hogy egy-két helyen a lakók az elviselhető komfort érdekében egyedi légkondicionáló berendezéssel látják el lakásukat), hanem ennél sokkal jelentősebb az irodaházak és a szolgáltató épületek hűtési energiaigénye. A társadalmi fejlődés eredményeképpen a lakosok egyre kisebb százaléka dolgozik a termelésben, és egyre nagyobb része az oktatásban és a szolgáltatásban.

Vagyis egyre több ilyen épület épül, és egyre több ember tölti napjainak nagy részét ezeken a munkahelyeken.

Nem csoda tehát, ha az oktanul követett építészeti divatstílus jó üzletet teremtett a gépészeti berendezéseket gyártóknak. Görögországban például a légkondicionáló berendezések forgalma - az Athénba irányuló migráció miatt is - néhány év alatt tízszeresére nőtt, és a város elért egy olyan állapotot, amikor a nyári hűtési energiaigény magasabb, mint a téli fűtési. Ez persze még előnyösnek is mondható, hiszen a hűtőkészülékek általában a "tisztá" - legalábbis a felhasználás helyén az - elektromos energiát használják, míg a fűtés esetében a műemlékeket erősen veszélyeztető szilárd vagy kőolajtüzelés vehető inkább figyelembe. De azért érezzük a helyzet fonákságát. A lakosság számának stagnálása mellett az ország településszerkezetének átalakulásával párhuzamosan egyre több olyan energiát kell felhasználni, amire azelőtt nem is volt igény. Nevezhetjük ezt technikai fejlődésnek is, de mégis legtöbbször inkább ördögi körnek titulálják: minél többet kell dolgoznunk embertelen körülmények között, hogy egyre kevesebb szabadidőnk a "természetbe" visszamenekülve tölthessük el, lehetőleg valamely álomszigeten, ahol éppen a növekvő "természetjáró turizmus" fogja rövidesen tönkretenni a helyiek életét, rájuk zúdítva a civilizáció áldásait.

A magyar paraszti és a tradicionális lakóház építészeti jellemzője az északi oldalhatáron álló épület déli homlokzata előtt húzódó tornác, a felfutó egy-nyári vagy lombhullató növényzettel. (Visegrád, tornácos lakóépület)

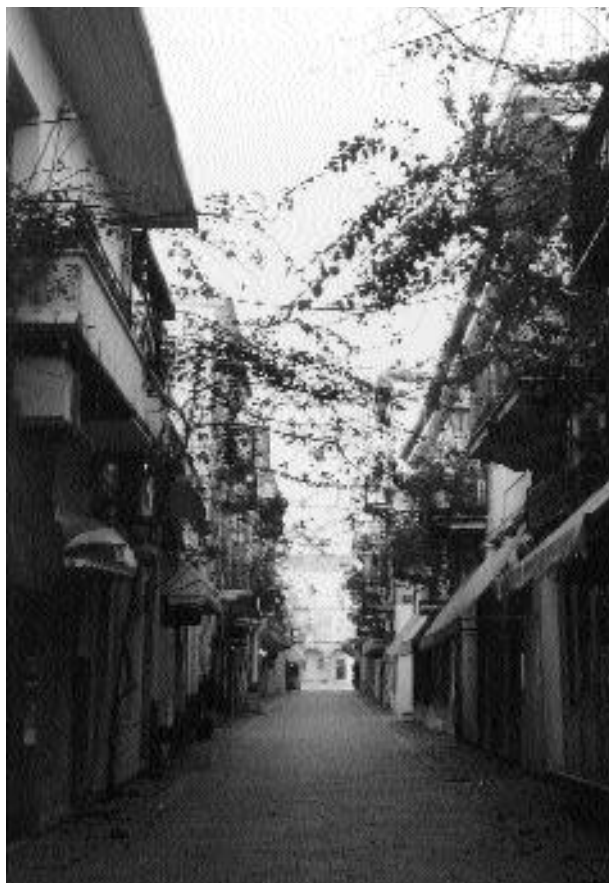


## 4. Passzív építészeti eszközök

Visszatérve a passzív hűtés kérdéséhez láthatjuk, hogy nem csupán extrém éghajlati körülmények között válik lényegessé a nyári hőérzet és komfort kérdése, hanem a kontinentális éghajlati területeken is (erős nyári felmelegedés) és minden olyan mérsékelt égövi épületnél, ahol az épület tömege viszonylag csekély (pl. könnyűszerkezetes épületek, vagy tetőtérbeépítések), illetve az üvegezett felületek nagyok (irodaházak, ipari épületek). A hűtés szempontjából lényeges azt is tudnunk, hogy az adott épületet a nap és az év melyik szakaszában használják. Ettől függ a hűtési és szellőztetési igény és az alkalmazható módszerek is.

Bal oldali fotó: Görögország, Nafplion. A Földközi-tenger partján fekvő városka utcái nappal üresek. A szűk utcákban változatos formákban és színekben alkalmaztak külső oldali árnyékolókat. Az utca komfortosságát a növényzet fokozza.

Jobb oldali fotó: Utcarészlet Girona (Spanyolország Katalónia) városában. A növényzet jelenti a természetes klímaberendezést.



### Az árnyékolás

A passzív hűtés legegyszerűbb eszköze az árnyékolás. Mielőtt az épületet árnyékoló szerkezetekkel látjuk el, vizsgáljuk meg környezetét. Lehetséges, hogy a környező növényzet felhasználásával, felújításával és kiegészítésével az épület árnyékolási igénye megoldódik. Ha az épületünket más épületek veszik körül, ez is segítheti az árnyékolást, ugyanakkor kedvezőtlen lehet a hatása a megvilágításra.

(A szűk utcahálózat, és a nehéz szerkezetű épület természetes eszköze volt a mediterrán építészet nyári hővédelmének. Évszázadokkal ezelőtt persze a helyiségek természetes megvilágítását más szinten kellett megoldani, hiszen más jellegű tevékenységeket végeztek és a tevékenységek is évszakszerűen változtak, illetve a nap nagyobb részét töltötték épületen kívül, mint belül.)



## 4. Passzív építészeti eszközök

A környezet napfénytérképének elkészítése segítségünkre lehet abban, hogy az épület nyári hőterhelését csökkentsük. A helyszínen található vagy telepített örökzöld az év minden szakában árnyékol és véd a széltől (ne alkalmazzuk tehát olyan helyeken és égtáj felé eső homlokzatokon, ahol az év más szakaszaiban hőnyereséget szerelnénk elérni). A lombhullató növényzet a nyári vegetációs időszakban árnyékol, és erős párolgásával a levegő nedvességtartalmát növelve is hűtő hatású. A párolgás és az árnyékolás miatt a levelek enyhe mozgása is jótékony hatású a mikroklímára.

Természetes eszköz a hűtésre a vízfelületek párolgásának kihasználása. A mediterrán városokban a terekben és kertekben, illetve az épületek udvaraiban elhelyezett csobogók, szökőkutak és vízfelületek nem csupán a jólétet szimbolizálják, hanem a vízfelület hűtő hatása is segít a nyári melegérzet csökkentésében, illetve a mozgó magas páratartalmú levegő a bőrön is hűvösségérzetet kelt. A növényzet nem csupán fizikailag jó hatású. Mindenki ismeri azt az érzést, amit a levelek suhogása, a színek sokfélesége, a virágok illata és a hozzájuk társuló állatvilág jelent. A lélekben megélt élmény segít az ellazulásban, csökkenti a stressz káros feszültségeket keltő hatását, és lehetővé teszi, hogy olyan dologban is elmélyedhessünk, ami távol esik "munkakörünktől".

Norvégia, Trondheim. Az Északi-tengerbe futó folyó tölsértorkolata mentén a felhagyott raktárépületeket lakóházakká alakították. A hosszúnappalos nyári időszakban a víz kellemes látványt jelent, és az éves hőingadozások folyamán a nagy víztömeg természetes temperáló hatású



### Az árnyékoló szerkezetek

A növényzet, a vízfelület és a szomszédos épületek árnyékoló hatása nem minden esetben elegendő. A hőszigetelő szerkezeteknél bemutatott szerkezetek egy része alkalmas árnyékoló szerkezetként, de készíthetünk az adott helyszínen a többi igénynek megfelelő újfajta szerkezeteket is. A legegyszerűbb árnyékoló az ereszvonal túlnyújtásával jön létre, és ezzel a nyári magas napállásnak megfelelő árnyékoló alakulhat ki, ami a téli alacsony napállás mellett a napsugárzást nem zárja el a fűtést igénylő mögöttes tértől. Az árnyékolószerkezetek használata - mivel itt a nappali használaton van a hangsúly - ellentmondásba kerülhet a megvilágítás és a kitekintés igénye. Egyes helyzetekre és homlokzatokra eltérő szerkezet alkalmazása lehet ideális.

Görögország, Athén. A belvárosi klasszicizáló szálloda épületet stílusban is megfelelő külső oldali árnyékolókkal látták el.



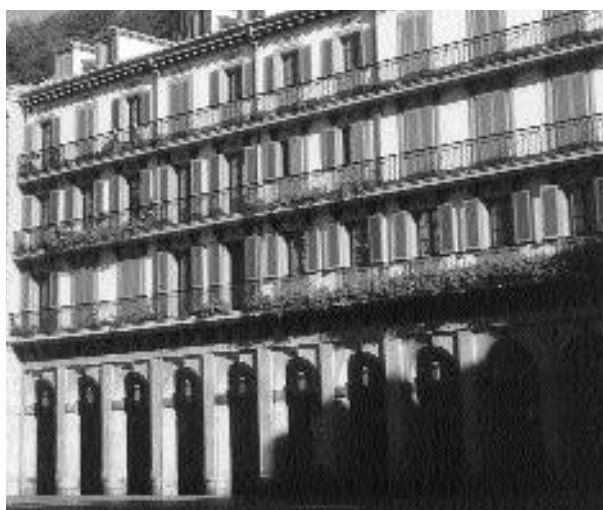
## 4. Passzív építészeti eszközök

A nyílászárók külső oldalán elhelyezett árnyékolók hatásosabbak, mint a belső oldaliak. Fixen épített árnyékolót csak oda tervezzünk, ahol az árnyékolásra folyamatosan szükség van és a zsaluk között a levegő mozgását nem szabad akadályozni. (Mediterrán és forró égövi nagy felületekkel kialakított középületek, stb.) A szabályozható zsaluziák sokoldalúan használhatók. Külső oldalon fém vagy felületkezelt fa zsalukat alkalmazhatunk. A legjobb az a szerkezet, ahol a zsaluk szöge szabályozható. A függőleges zsalulemezek lehetővé teszik a szabad légáramlást, nem gátolják a kitekintést és meggátolják a napsugárzást bizonyos időszakokban. Ha fixen építjük ki, leginkább a nyugati és a keleti homlokzat előtt javasolhatók.

Bal oldali alsó kép: Barcelona. Az irodaépület nyári hővédelmében a függőleges tengely mentén állítható üveglamella rendszer segít.

Jobb oldali felső fotó: Barcelona. A tetőterasz felett kialakított ferde síkú árnyékolószerkezet érdekes színfoltja az épületnek.

Jobb oldali alsó fotó: Donostia (San Sebastian), Spanyolország, Baszkföld. A tengerparti városban sokféle árnyékolószerkezetet alkalmaztak. Egy homlokzaton látható a zsalutábla, a vízszintesen végigfutó függőfolyosó és a földszinti árkád alkalmazása.



## 4. Passzív építészeti eszközök

A homlokúk előtt elhelyezett árnyékoló-szerkezeteken túlmenően egyes esetekben szükség lehet vízszintesen elhelyezett árnyékolókra is. Legtöbb esetben akkor alkalmazzák, ha az épületen kívüli használati tereket kell árnyékolni, vagy ha nagy felületű felülvilágítókat kell ideiglenes védelemmel ellátni. Egyes esetekben az épületeken belül is szükség lehet árnyékoló szerkezetre.

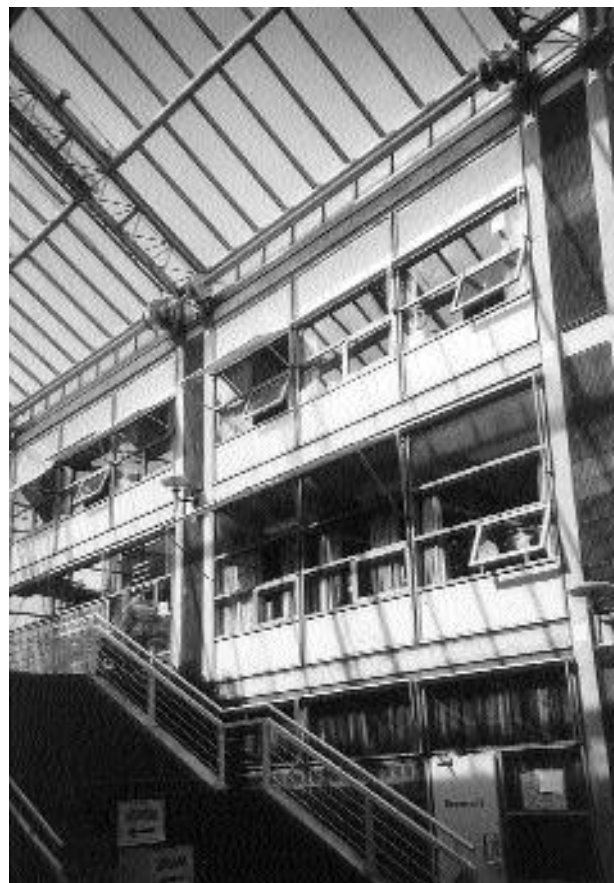
Az alábbi fotókon egy üveggel fedett többszintes átrium képe látható, ahol az északi elhelyezkedés miatt a nyári hosszú nappalok a hűvösebb klíma ellenére is nagy hőterhelést jelentenek. A képen látható, hogy az árnyékolási igény szintenként változó, és az árnyékolószerkezetet ennek megfelelően alakították ki. (Egyes esetekben a gondosan megtervezett napenergiagyűjtő berendezéseinket is árnyékolni kell a túlzott és szükségtelen felmelegedés miatt. Ilyenkor természetesen a szerkezet egyre költségesebb lesz.)



Lehetséges olyan szerkezeteket kitalálni, ami teljesen automatikusan megoldja az épület nap elleni védelmét. Ne támaszkodjunk azonban az automatikára csak akkor, ha nem tudjuk megoldani, hogy az épületet használók szabályozhassák a (kitekintést is megakadályozó) árnyékoló szerkezeteket. A tervezés eredménye ne legyen az sem, hogy az épület folyamatos felügyelete miatt a lakó szinte az épület szolgájaként váljon. Az átlagosnál sokkal nagyobb figyelmet kívánó berendezések nem tekinthetők igazán jóknak.

(Külön kötetben szerepelnek a high-tech épületszerkezetek közé tartozó bevonatos üvegszerkezetek vagy a gázzal töltött nyílászáró szerkezetek, ezekre itt most nem is utalok.)

A fotókon látható egyetemi épületek Norvégia Trondheim városához közel eső Dragvoll egyetemvárosban létesültek. A tervező tudatosan alkalmazta az eltérő árnyékolószerkezeteket és nagy tömegű növényzetet.



## 4. Passzív építészeti eszközök

A természetes szellőztetés

Az épület túlmelegedése elleni eszköz lehet a levegő mozgatása, vagyis a tér természetes szellőzésének fokozása és az épülettömeg levegővel való hűtése.

A legegyszerűbb a helyzet akkor, ha az éjszakai lehülés időszakában az épületben egyszerű mesterséges eszközökkel (pl. egy kis ventilátorral) fokozott légmozgást tudunk elérni, és a hűvösebb levegő nagy tömegének az épülettömegben való átvezetésével a szerkezeteket hűtjük, vagyis a falak és födémek hűvössége a nappali felmelegedés egy részét kompenzálja és a helyiség a tartózkodásra alkalmas lesz. Az éjszakai fokozott szellőztetés legegyszerűbben olyan középületeknél oldható meg, ahol nincs éjszakai használat. A levegő fokozott mozgása ugyanis egy bizonyos légsebesség felett huzatteretet kelt, és egészségkárosodást is okozhat (pl. tipikus gépkocsivezető betegség alakulhat ki a lenyitott ablakkal haladó vezetők esetében: fülfájás, arcideg bántalmak stb.). Vagyis az éjszakai fokozott szellőztetésnek határt szab a légcserével kialakuló légmozgás sebessége. Lakóépületek esetében ezt az eszközt csak megkötésekkel alkalmazhatjuk.

Jobb oldali fotó: Barcelona, Spanyolország, Katalónia. Az utcák, terek és épületek természetes légkondicionálója a gazdagon alkalmazott színes és látványos növénytömeg.

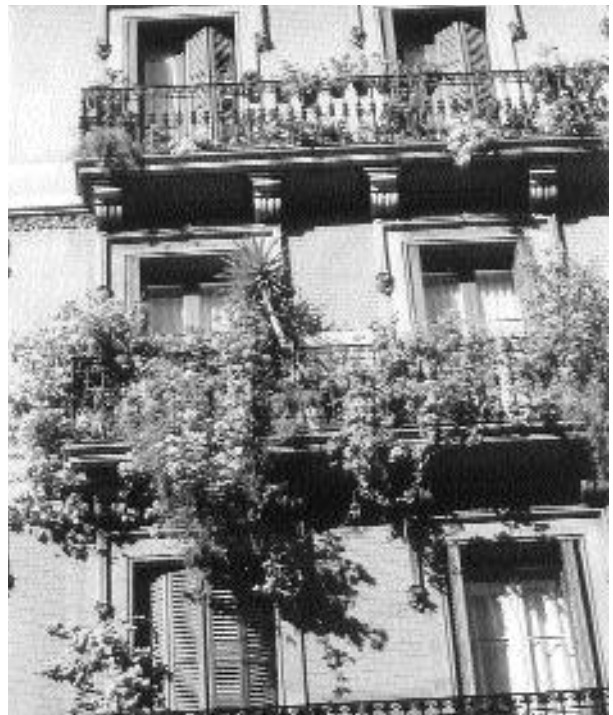
Alsó fotó: Girona, Spanyolország, Katalónia. egyetemi épület bővítése. A terület egy domb tetején van, kiteve a napsütésnek. Az új épületszárnyat kuliszahomlokzattal árnyékolják. A nagy nyílások azonban nem gátolják a szükséges természetes megvilágítást.



Szerencsére ebben az esetben, ha jól tervezzük meg a napenergia nyerő és hasznosító épületszerkezeteinket, azok nagy része alkalmazható az épületrész szellőztetésére, így a mögöttük levő terek felmelegedésének megakadályozására is.

A forró égöv építészeti előszeretettel alkalmazták a levegő függőleges mozgását elősegítő "szélcsapdákat" vagy széltornyokat. Egyes esetekben ezek alkalmazása összeköthető az épület egyéb szerkezeteivel és ma is hatásos eszköz lehet. Más esetekben a levegő nedvesítése és a nedves levegő mozgatása hozhatja meg a kívánt hatást. A levegő nedvesítésére alkalmas a nagy tömegű növényzet és a hozzá tartozó földtömeg, vagy a vízfelületek.

A hűtés különleges eszköze a földfelszín alatti szerkezetekkel való hűtés. Ugyanúgy, ahogyan a téli időszakban előny az állandó hőmérsékletű földtömeeggel való érintkezés (ld. a borospincék állandó hőmérséklete) nyáron is kellemes hűvös alakulhat ki a földdel fedett épületekben. Az ember ősi lakhelye (a lombszintről való leereszkedés után) a barlang volt. Manapság persze a barlanglakásnak nincs nagy keletje, és a szegénységgel párosuló képzetet kelt az emberben. Nem is





## 4. Passzív építészeti eszközök

könnyű persze barlanglakásokat kialakítani, hiszen a híres sziklaépítmények éppen a nehéz megközelítés miatt maradtak meg, másrészt az ember számára a "függőleges városszerkezet" sok problémát jelent. Nem kívánjuk tehát a barlanglakásokat mint pozitív példát és mint életformát visszaidézni, de be kell látni, hogy az új földépítészet törekvései, a zöldtetők, a zöld homlokzatok előtérbe kerülése ha rejtve is, de a barlanglakásokat idézi.

A föld geotermikus energiája nem csupán közvetlenül, a kontakt érintkezés segítségével alkalmazható, hanem a talajban elhelyezett csővezetékben áramló levegőtömeg az épületbe vezetve nyáron hűtő hatású, míg télen hőszivattyúval magasabb hőmérsékletű levegő állítható elő belőle. Vagyis ugyanaz az eszköz a nyári és téli folyamatokat is segíti, sőt a télen lehűtött talajt a nyári meleg levegővel vissza kell töltenünk, ha el akarjuk kerülni a növényzet károsodását.

Víz, kő, fa (élő és élettelen formában) levegő, napfény. Erre gondolunk, amikor lakható és kellemes környezetre vágyunk.



---

A megelőző fejezetekben a napenergia hasznosításával foglalkozva különböző alkalmasnak tűnő épületelemeket mutattam be. Nincs azonban olyan épület, ami elemek összerakásával kialakítható. A rendező elv (a tervezés) sokféle és egymásnak sokszor ellentmondó szempontoknak van kitéve. Amikor egy-egy épületet tervezünk, vagy csupán a működését elemezzük mindig a környezetből kiindulva kell azt megtennünk. Az itt bemutatott szerkezeteket a rendező elv érdekében alkalmazzuk és ne annak ellenére. Lehet olyan épületet tervezni, ami korrekten alkalmazza a lehetséges szerkezeti elemet, mégsem űrizzük majd úgy a képét, mint nagyszerű építészeti alkotását, esetleg a használók sem lesznek elégedettek vele. És látunk sok olyan épületet, ami ebből a szempontból slamposabb, mégis építészeti sugároz és használói is elégedettek vele. Lehetnek tehát kétségeink a szolár építészet formai elemeivel kapcsolatban. Azonban az is mindig jusson eszünkbe, hogy ha a természet elveit és jelenségeit megértjük, és azt az építészeti eszköztárunkba beépítjük, kevesebb hibát követünk el, mintha önfelédten játszánánk építészeti a természeti törvényekkel szembeállva.

Építészhallgatóként a szakirodalmat tanulmányozva nagy hatást tett rám egy folyóiratban leközölt lakóegyüttes képe. Az építész új koncepciót alakított ki az épületek egymáshoz való viszonyában, a lakások sorolásában, az alaprajzokban és az egész lakónegyed közlekedési és városszerkezeti tervezésében. Így hát nagy reményekkel és sok filmmel felszerelve látogattam meg, amikor először erre módomban volt a lakóegyüttest, a megépülése után mintegy 8-9 évvel. A kép ami fogadott, lehangelő volt. A lakások nagy részét már nem lakták, az ablakok és ajtók bedeszkázva, az üzletek és irodák félig üresen, csupán néhány macska élvezte a zavartalan nyugalom. Akkor láttam, hogy bármely szép eszme "vegytisztá" alkalmazása nem lehet megoldás az élet olyan bonyolult kérdésére, mint hogy az emberek szeretnek "emberi körülmények között" élni. És hogy ez mit jelent, egyre nehezebb megfogalmazni. Az életünk egyre bonyolultabb, és a környezetünk egyre sérülékenyebb. Egy rossz lépésre rosszul válaszol, ez pedig hatással lesz a mindennapjainkra. Számítlan könyvet elolvasva sem kapunk választ alapvető kétségeinkre. Mégis remélem, hogy ez a jegyzet segít abban, hogy egy-egy munka előtt a környezetet és a rendelkezésre álló eszközöket minél jobban megismerve kíséreljük meg a válaszadást az építészet eszközeivel.

Novák Ágnes

## Irodalomjegyzék, felhasznált és javasolt szakirodalom

---

A BIORGANIKUS ÉPÍTÉSZET FELÉ  
HEGEDÜS ZSOLT

NATURAL SOLAR ARCHITECTURE  
DAVID WRIGHT

A NAPSUGÁRZÁS GEOMETRIÁJA  
SZOKOLAY VAIK

WEATHER DATA, DESIGN SUPPORT  
SIMOS YANNAS

PASSZÍV SZOLÁR FŰTÉS  
ZÖLD ANDRÁS

PASSZÍV SZOLÁR HŰTÉS  
ZÖLD ANDRÁS

NATURAL HOUSE BOOK  
DAVID PEARSON

EARTH TO SPIRIT  
DAVID PEARSON

ENERGY EFFICIENT BUILDINGS  
SUSAN ROAF

HIGHLAND VERNACULAR BUILDING  
SCOTTISH VERNACULAR BUILDINGS WORKING GROUP

ÖKOLOGISCHE ARCHITECTURE  
ROBERT AND BRENDA VALE

SHETLAND AND ILLUSTRATED ARCHITECTURAL GUIDE

SOLAR ARCHITECTURE IN EUROPE

SOLAR ENERGY IN ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN

THE CLIMATIC DWELLING  
E.O. COFAIGH, J.A. OLLEY, J.O. LEWIS