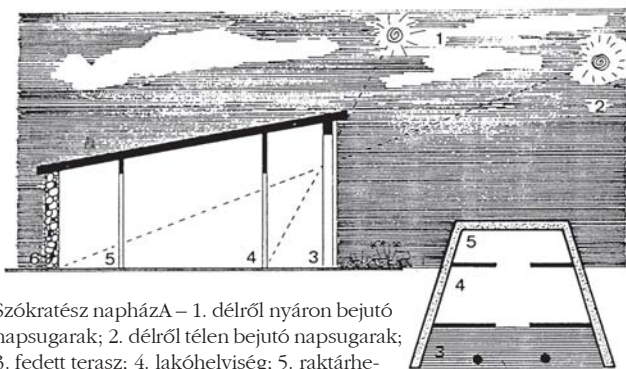


PASSZÍV NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS

A napenergia passzív hasznosítása során – épületgépészeti berendezések alkalmazása nélkül – az épületek saját szerkezeteit használjuk fel a napenergia begyűjtésére és épületfűtési célú hasznosítására. Tekintettel Magyarország kedvező napsugárzási adottságaira, az alkalmazott megoldástól és a benapozás mértékétől függően a fűtési költség 30-40%-a takarítható meg jelentősebb többletberuházási költség nélkül, és további előny, hogy a passzív hasznosítású, jó természetes megvilágítású terek építésbiológiai szempontból is igen kedvező hatásúak. A passzív szolár tervezési szemlélet szellemi ráfordításban igényel elsősorban többletet, hiszen az épület és környezete kapcsolatának elemzése ebben az esetben igen nagy körültekintést igényel.

A módszer alapötlete nem új, hiszen az ókori görög világban Szókratész és tanítványa, Xenophon is említést tesz arról, hogy a napsugárzás melegét hasznosítani kell. Szókratész „napház-elve” ma is korszerű.

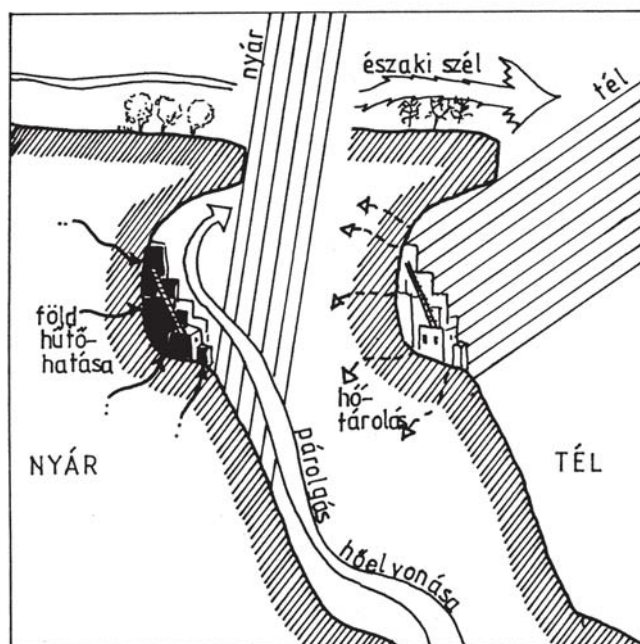


Szókratész napháza – 1. délről nyáron bejutó napsugarak; 2. délről télen bejutó napsugarak; 3. fedett terasz; 4. lakóhelyiség; 5. raktárhelyiség (egyben termikus védőzóna); 6. északi hőszigetelő fal

Az épület a déli irány felé „kitárulkozik”, így a hideg évszakokban – az alacsonyabb napmagasság mellett – a lakótér nagy tömegű belső falait és burkolatát a napsugárzás eléri és felmelegíti, és e szerkezetek hőtárolása révén a belső teret kellemesen temperálja. A nyári magasabb napállásoknál a lakóhelyiség előtti fedett terasz védi a lakóteret a túlmelegedéstől. Vitruvius *De Architectura* (Az építészetről) című munkájában azt írja, hogy épületeinket „...akkor helyezzük el helyesen, ha először arra figyelünk, hogy milyen vidéken, illetve milyen éghajlaton építkezünk”, úgy, hogy „a tájaknak is az ég változatossága szerint kell irányítaniuk az épületek elhelyezését. Északon az a helyes, hogy az épületek boltozatosak és a lehető legzártabbak legyenek, s ne nyitottak, hanem forduljanak a meleg égtáj felé. Ezzel szemben pedig a Nap heves támadásának kitétt déli tájak alatt, mivel ezeket nyomasztja a hőség, nyitottabb és észak vagy északkelet felé forduló épületeket kell emelni”. Részletes tanácsot ad továbbá az egyes helyiségek tájolására vonatkozóan is. A középkor és újkor napenergia-felhasználással kapcsolatos kutatásai e nagy építészeti stílus-korszakokra nem voltak jelentős hatással.

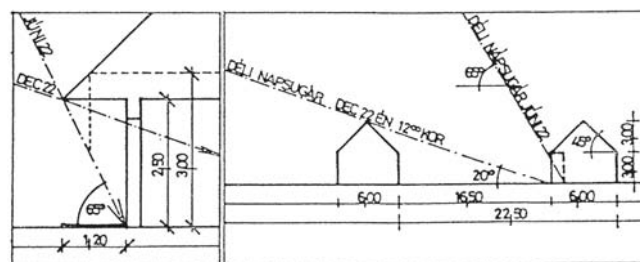
Az alapvető szolár elvek helyi környezetre adaptált sajátos változatai a környezet klimatikus adottságaihoz való

alkalmazkodás kényszere következtében elsősorban a népi építészetben öltöttek testet. Példaként említhetjük a Mesa Verde déli sziklafalainak hasadékaiban láncszerűen elhelyezkedő indián településeket, melyek teraszos vályogházait az eltérő téli-nyári benapozási adottságokra szerkesztették.



A meglévő természeti adottságokhoz alkalmazkodó indián település. Mesa Verde, Colorado, Egyesült Államok

A magyar népi építészetben a régi porták hagyományos beépítése olyan volt, hogy az épületek egymásra a legalacsonyabb napállásnál sem vetettek árnyékot, és a tornácok szélességi és magassági méretezésével a legkedvezőbb téli és nyári benapozási viszonyokat biztosították a belső terek számára. A XX. század közepétől egyre több helyen üvegeztek be a tornácot, mely megoldás az épülethez csatolt napterek elődjének tekinthető.



A tornác méreteinek tudatos megválasztása és a régi magyar porta benapozási viszonyai.

Jóllehet 1881-ben az amerikai Morse már üvegfedéssel és közbelső fém abszorberlemezzel ellátott homlokzati légkollektoros rendszert szabadalmaztatott, 1931-ben M. Wagner üvegréteggel körülvett háztervét mutatta be, s a 40-es években már több túlméretezett üvegfelületű szolárház valósult meg, igazi áttörés csak a XX. század közepén következett be. Az első szolárház, amelyben a fűtőenergia-szükséglet mintegy 80 %-át napenergia fedezte, 1948-ban Telkes, Raymond, és Peabody építették Massachusettsben. Európa legismertebb passzív középületét 1959-ben A. Morgan tervezte a közép-angliai Wallesey iskolájának

bővítéseként, gondos hőszigetelés, és hőtárolóként alkalmazott falak, földemek alkalmazásával. A passzív szoláris rendszerek kifejlesztésének fontos állomása volt az 1962-ben Trombe, 1968-ban Michel által a Pireneusokban megépített szolárházak csoportja, melyek déli fala a tömegfalak továbbfejlesztett, (később róluk elnevezett) átszellőztetett változata volt; ezt követően több új passzív szoláris rendszert is kifejlesztettek. Az utóbbi évtizedekben Magyarországon is több olyan passzív napház épült, amelyek igazolták a passzív rendszerek hazai gazdaságos működésével kapcsolatos korábbi számításokat.

A passzív napenergia-hasznosítás építészeti eszközei

Mérsékelt égövünkben a szoláris szemlélettel tervezett épületeinkben télen a fűtést, nyáron a hűtést kívánjuk elérni, ezért a tervezés során a következő szempontok alapos mérlegelése szükséges:

- Új épület építéskor kedvező (lehetőleg D-DK-DNY) fekvésű telek kiválasztása, a lehető legjobb benapozást lehetővé tevő telekméret, és domborzati adottságok biztosítása, a szomszédos beépítés meglévő, illetve várható beépítésének figyelembevétele. A benapozott homlokzatok előtt kedvező a nyári hőterhelést mérséklő, napenergia-hasznosítást nem gátló mértékben lombhullató, az észak-északnyugati oldal felől szélvédő örökzöld növények telepítése, illetve meghagyása.

- A benapozás-vizsgálat fontos a passzív házak tervezésénél, hisz csak így tudjuk megállapítani, hogy egy homlokzati felület mikor és mennyi ideig kap napsugárzást, s hogy az adott tájolású homlokzat vizsgálati pontjából az ég melyik részét takarja valamely szemközti épület, tereptárgy. A gyakorlatban többféle módszert alkalmaznak (sztereografikus nappályadiagram, vagy Waldram-diagram).

- A lakóépületekben a kisebb fűtési igényű, tájolásra kevésbé érzékeny helyiségeket (szélfogó, közlekedő, fürdőszoba, kamra, gardrob, WC) a funkcionális szempontoknak megfelelően célszerű úgy elhelyezni, hogy minél jobban védjék a nagyobb fűtési igényű és jobb megvilágítást igénylő helyiségeket. Többszintes épületeknél a zónás tervezés függőlegesen is értelmezhető.

- Az épület tömegformálását a tájolás és a benapozás határozza meg. Magyarország földrajzi helyzetéből adódóan a déli égtáj felől várható a legnagyobb energianyereség, ezért ebben az irányban az épület funkciójának, a hőtechnikai méretezésnek és a bioklimatikus adottságoknak megfelelő méretű üvegezett homlokzat-, illetve tetőfelületet kell biztosítani. Kisebb épületeknél a kompakt tömegformálást csak részben vagy alig kell feladnunk, a nagyobbaknál a természetes megvilágítás biztosítása érdekében kell tagolni az épületet. Az épülethatároló szerkezetek geometriai jellemzőinek tervezése során figyelembe kell venni az MSZ 04-140/2-91 hőtechnikai méretezési szabvány előírásait.

Az állattartó épületek általában horizontálisan kialakított hosszhomlokzatait markánsan különböző módon kell kialakítani. A déli homlokzatot meg kell nyitni, az északit pedig be kell zárni, úgyelve arra, hogy a nyári csúcsideszakban a déli homlokzat leárnyékolható, és az északi oldal is

átszellőztethető legyen. A homlokzat leárnyékolását egyszerű építészeti eszközökkel (pl. megfelelő tetőkinyúlás vagy növényzettelépítés segítségével) biztosíthatjuk. Télen a déli homlokzaton nyitható és fényáteresztő fóliázott keretek is alkalmazhatók, de az épület téli átszellőztetését a déli homlokzat felől a tetőgerinc szellőzői irányába biztosítani kell. A téli állapotban zárt homlokzati felületek fokozott téli hővédelme pl. bálázott alomszalma „hőszigeteléssel”, a tetőfelület felé pedig alomtároló (szénapadlás) alkalmazásával oldható meg. Az állatok almozott pihenőterét téli időszakban elérő napfény nemcsak felmelegíti, hanem szárítja, és bizonyos mértékig fertőtleníti is, ez az állatok számára kedvezőbb, és az alomfelhasználás is csökken.

- Az épületek tömör határoló falait hatékonyan kell hőszigetelnünk, annak érdekében, hogy a szoláris hőnyereséggel gazdálkodni tudjunk. (A külső falszerkezet hőátbocsátására a $k=0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ érték, mint felső határ a megfelelő). Minthogy a hagyományos egyrétegű jó hőtároló falszerkezetek vastagsági méretének túlzott növelése (a vastag, növényi eredetű rostos hőszigetelő adalékkal készített földfalak kivételével) nem gazdaságos megoldás, célszerű a réteges (többrétegű) falszerkezetek alkalmazása. A rétegek kívülről befelé haladva a következők: külső burkolati réteg (pl. faburkolat, vagy fél téglavastag homlokzati téglaburkolat), átszellőztetett légtér, méretezett hőszigetelés, teherhordó és egyben hőtároló falszerkezet (pl. min. 25 cm vastag tömör téglafal vagy min. 20 cm vastag betonfal). Külső és belső téglafal és kis tömörségű átszellőző ásványgyapot hőszigetelés esetén az átszellőztött légtér elhagyható. A közbülső réteg átszellőztetése érdekében a külső falazati réteg alsó és felső vonalában rovarháló szellőzőréseket kell kialakítani. A szerkezet e kialakítása egyenletes belső hőmérsékletet, kellemes klímát biztosít a belső tér számára.

- A különféle üvegezett szerkezetek a passzív szolár házak fontos szerkezeti elemei. Az üvegfelületekkel határolt belső terek „működése” az ún. „hőcsapda”-elven alapul, melynek lényege, hogy a helyiségbe jutó, s a belső felületeken elnyelődő sugárzás az üvegezésen keresztül – hullámhosszának megváltozása miatt – sugárzás formájában nem tud távozni, így a beltér léghőmérséklete megemelkedik.

Az üvegezett szerkezetek tervezése, beépítése során általában összetett, olykor egymásnak ellentmondó követelményeket kell kielégíteni (kilátás, megfelelő természetes megvilágítás, szellőzés, a szezonális hőnyereség biztosítása, légzárás, jó hőszigetelés, zajvédelem és tisztíthatóság). A passzív szolár házak fokozott hőszigetelését szolgáló üvegszerkezetek leggyakoribb változatai: a két-, és háromrétegű üvegezés, a nemesgáztöltés, és az üvegrétegek légréseinek belső oldalain alkalmazott alacsony emissziós tényezőjű bevonatok alkalmazása, s újabban transzparens hőszigetelésű üvegezett szerkezetek mindazokon a helyeken ahol a jó, egyenletes, káprázásmentes megvilágítás követelmény, de a zavartalan kitekintés nem szükséges.

Különleges megoldást jelentenek ma még az ún. *intelligens* üvegek, melyek a napsugárzás időben változó teljesítményéhez alkalmazkodó hő-, illetve sugárzásvédelmet biztosítanak, rendkívül változatos technológiával (termotrop-, elektrokromogénikus-, elektroforetikus üvegezések, stb).

*A passzív napenergia-hasznosítás
alapvető szoláris rendszerei*

A passzív napenergia-hasznosító rendszerekben a hasznosítás három részfeladatát; a napenergia begyűjtését, az energia (legalább egy részének) tárolását, valamint az energia célba juttatását az épület, illetve annak szerkezetei látják el. Ha a passzív napenergia-hasznosítás mindhárom feladathoz közvetlenül a fűtendő tér szerkezeteit használjuk fel, direkt (közvetlen hasznosítású) rendszerről, ha az energia gyűjtő-, hasznosító-, illetve tároló tér térben elkülönülnek indirekt (közvetett hasznosítású) rendszerről beszélünk.

A bevilágító szerkezetek fényáteresztése, valamint a fényáteresztés módja szerint a *direkt rendszerek* fő csoportjai: a szóródásmentes, a szóródásos rendszer, valamint a direkt nyereségű napterek.

Míg a szóródásmentes rendszerben a hőtároló tömeget csak a közvetlen napsugárzással besugározható felületen helyezük el, a szóródásos rendszer alkalmazása esetén az összes belső felületet elnyelő felületként alakítjuk ki. Direkt nyereségű naptereknek a napterek azon változatait nevezzük, melyek esetében a naptér mögötti fűtött tér elnyelő felületei is eléri a napsugárzás, például a belső üvegfalon keresztül. (Egyes források önálló direkt rendszerként említik a tetőablakot és a szoba belső falfelülete mellé állított hőtároló falszerkezetet is, de ezek tágabb értelemben a szóródásmentes és a szórt rendszerek speciális alkalmazásainak is tekinthetők.)

Az *indirekt rendszerek* főbb csoportjai: energiagyűjtő fal-, és földémszerkezetek (tömegfal, Trombe-fal, transzparens hőszigetelésű fal, „fekete padlás” rendszer), az indirekt hasznosítású napterek, valamint a levegő hőhordozós rendszerek (falkollektor, a falkollektorhoz zárt áramkörrel kapcsolódó légjáratos hőtároló rendszerek (Barra-Constantini) valamint a kihelyezett kollektoros rendszer).

A tömegfalak általában déli tájolású, nagy osztatlan felületű nagy tömegű, külső felületükön termikusan sötét abszorber bevonattal ellátott falszerkezetek, amelyek elé a külső oldalon a hőnyereség fokozására jó fényáteresztésű, illetve hőszigetelő üvegezést helyeznek el.

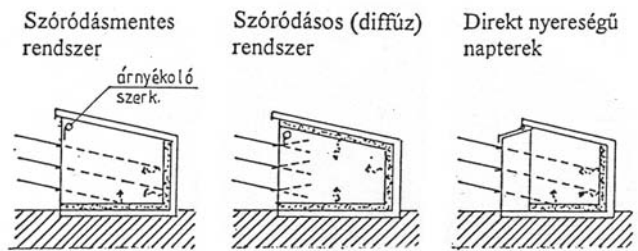
A Trombe-fal lényegében alsó légbevezető-, és felső légkivezető nyílásokkal épített tömegfal.

A transzparens hőszigetelésű falak esetében a tömegfal külső síkját nagy fényáteresztésű és jó hőszigetelésű anyaggal burkoljuk (üvegezett szerkezetbe beépítve vagy anélkül, a falfelületre ragasztva és áttetsző vakolattal ellátva). A transzparens hőszigetelő anyagok négy alapvető csoportja különíthető el: az abszorber-felülettel párhuzamos, illetve arra merőleges, durva pórusú, illetve finompórusú struktúrák. (A Szent István Egyetem Fizika és Folyamatirányítás Tanszékén 1996-ban kísérleti-, és demonstrációs célú transzparens hőszigetelésű fal épült egy mezőgazdasági célú, integrált napenergia-hasznosító rendszer részeként.)

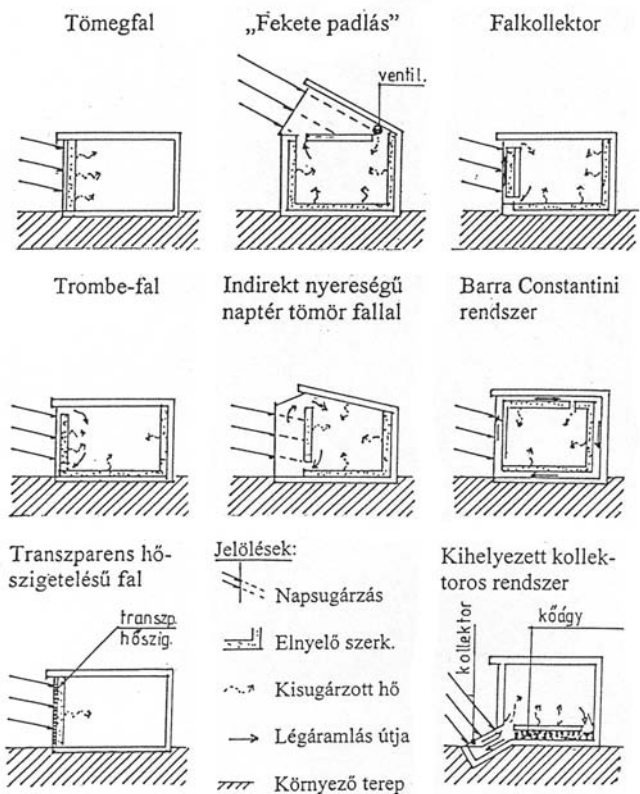
A „fekete padlás” rendszer olyan üvegezett tetőtér, amelynek belső felületeit abszorber felületekként alakítják ki, hőtárolóként a földémszerkezetet hasznosítják.

Az indirekt napterek általában az épület tömör külső falához illesztett napterek, melyekben felmelegedő levegő légfűtőként melegíti a mögöttes lakóhelyiséget. A Magyar

DIREKT RENDSZEREK



INDIREKT RENDSZEREK



Napenergia Társaság támogatásával a családi házakhoz utólag is csatlakoztatható napterek tervcsaládjá is elkészült.

A falkollektor a Trombe-faltól abban különbözik, hogy a nagytömegű tároló fal helyett könnyű, hőszigetelt falszerkezetet alkalmazunk, melyben a felmelegedő levegő közvetlen légfűtőként hasznosul.

A Barra-Constantini rendszerben a falkollektort zárt áramkörben csatlakoztatott, a fal-, és földémszerkezetekben elhelyezett légszűrővel egészítik ki, melyekben a légkollektor felmelegedett levegőjét áramoltatjuk, ezáltal ezeket az épületszerkezeteket hőtárolóként hasznosítjuk. (Leggyakrabban ventilátorral kell elősegíteni a vízszintes irányú légáramlást, ami már hibrid változatot jelent).

A kihelyezett kollektoros rendszer a hasznosító lakótértől külön, annak padló szintje alatt elhelyezett levegő kollektorból, valamint azt a hasznosító térrel összekötő légszűrőből áll. Közvetett légfűtőként alkalmazott megoldásban a nagytömegű padozatot fűtő, a padló szint alatt elhelyezett hőtárolón keresztül áramoltatják a meleg levegőt. A kollektor felület kedvező tájolása déli, hajlásszöge 40-45 fokos.