

1

HŐKÉNYELEM FELTÉTELEI ZÁRT ÉPÍTÉSZETI TEREKBEN

DR KUBA GELLÉRT

LEKTORÁLTA

SCHÜLLER FERENC

1

HŐKÉNYELEM FELTÉTELEI ZÁRT ÉPÍTÉSZETI TEREKBEN

DR KUBA GELLÉRT
LEKTORÁLTA
SCHÜLLER FERENC

HŐKÉNYELEM FELTÉTELEI A ZÁRT ÉPÍTÉSZETI TEREKBE

DR. KUBA GELLÉRT

ELŐSZÓ

A történelmi idők kezdetétől, az építészetet mindenkor a látványalkotás szándéka vezérelte. Mi sem igazolja ezt az állítást jobban, mint az ó és újkor adott periódusainak hangsúlyos stílusjegyei, ezek szigorú kánonának követése. Ez a homlokzat centrikus szemlélet mélyen gyökerező és kiirthatatlan az alkotó építész gondolkodásából.

Azonban az idők során, de különösen a második világháborút követő időszakról kezdődően, szinte áthidalhatatlan ellenmondások keletkeztek. Nagy változás következett be a célok, a megbízók és használók, valamint az építménymennyiség és építőanyag használata, az építéstechnológiák tekintetében. Történelmünk kezdetén a kultikus építmények domináltak, majd egyre tömegesebben a társadalmi uralkodó osztályok igényeit, később a társadalom közösségi építményeit szolgálta az építő tevékenység. Mindezt ezer évek alatt kialakult hagyományos technológiával végezték, de ami a legfontosabb a témánk szempontjából, hogy minden hagyományos anyagokból: kőből, téglából, fából épült. Olyan anyagokból, melyeknek évezredes használati tapasztalata volt. Rá kell világítani, hogy ezek az anyagok teljesíteni tudták a belső zárt terek alapvető hőkényelmi követelményeit.

A pór nép tömegesen épülő lakásai vályogból, fából, nádból készültek, amelyek különösen jó hőérzeti körülményeket teremtettek a lakásokban. Nyáron hűvösek, télen melegek voltak. A magyar hagyományos építészetben, a tornác árnyéka és a kis ablakok, a nagy hőkapacitású föld alapanyagú falak, megvédték a belső tereket a felmelegedés ellen, így az estére a nyugovóra térő gazdát, kellemesen hűvös környezet fogadta, napi fáradalmait maradéktalanul kipihenhetette. Télen viszont ezek a házak jól kifűthetőek voltak.

Hangsúlyozni kell az életmódban beállt gyökeres változást is. Évtizedekkel korábban – különösen a mesterséges világítás elterjedése előtt - a lakosság döntő többsége, életformája okán, napjait a szabadban töltötte. Ezzel szemben manapság már – az UNESCO felmérés szerint - a civilizált országokban a lakosság életének 80-90 %-át

ÉPÜLETBIOLOGIAI HATÁSOK

BELTÉRI HATÁSOK

SUGÁRZÁSOK

HANGHATÁSOK

IONIZÁCIÓ

FRISSELEVEGŐ HIÁNY

GOMBÁSODÁS

TOXIKUS GÁZOK

VEGYI HATÁSOK

ÉPÜLET PSZICHOLÓGIA

zárt terekben tölti. Ennek egyenes következménye, hogy a belső terek hő és biofiziológiai követelményei különösen előtérbe kerültek, nemcsak a használók, de az alkotó építészek számára is. Az életforma változás, a tömegesen megjelenő, még soha ki nem próbált új építőanyagok és technológiák új feladatok elé állították az építészetet. Napjainkban az alkotó építészek kiemelkedő céljává kell tenni a belső terekben működő hatások megismerését, és a rendelkezésre álló építészeti eszközök alkalmazását, a biofiziológiai követelmények minél magasabb szintű teljesítését, lehetőleg energia igényes gépi eszközök nélkül. Bár témánk a zárt belső terek hőkényelmi állapotát befolyásoló hatások-követel-

PÜLETBIOLÓGIAI HATÁSOK

FŐCSOPORT	ALCSOPORT	FORRÁS, MEGJELENÉSI FORMA
SUGÁRZÁSOK	KOZMIKUS	LÉGKÖRI ELEKTROMOSSÁG
	GEOPATIKUS	RADIOESZTÉZIA, FÖLDSUGÁRZÁS
	MÁGNESES	HÁLÓZATBÓL, HASZNÁLATI
HANG	TÁRGYAKBÓL, ÉPÍTŐANYAGOKBÓL	
	RÁDIÓAKTIVITÁS	GEOLÓGIAI RÉTEGEKBŐL ÉPÍTŐANYAGOKBÓL
	MIKROHULLÁMOK	BERENDEZÉSEK
	NAPSUGÁRZÁS	BIOSZOLÁR SUGÁRZÁS ULTRA, LÁTHATÓ, INFRA
	MESTERSÉGES FÉNY	LÁMPÁK, SPEKTRUM ELTOLÓDÁS
	INFRAHANG	SZÉL, ÉPÜLETSZERKEZET
	ULTRAHANG	BERENDEZÉS
	VISSZHANGOSSÁG	ÉPÍTÉSZETI TEREK
IONIZÁCIÓ	ÁTHALLÁS	
	ZAJ	B-VITAMIN ELVESZTÉSE
	NEGATÍV POZITÍV	HA SEMLEGES TÖLTÉSŰ RÉSZECSEK ELEKTRONT AD LE + HA VESZ FEL - ION KELETKEZIK MŰANYAG SZÖNYEG; POZITÍVAN IONIZÁL; DOHÁNYZÁS, SZÁRAZ LEVEGŐ CSÖKKENTI AZ IONKONCENTRÁCIÓT
GOMBÁSODÁS		LEHŰLŐ FELÜLETEK; LAKÁS HASZNÁLAT; SZELLŐZTETÉS HIÁNYA LÉGTÖMÖR ABLAKOK
GÁZHATÁS	TOXIKUS HATÁS	ÉPÍTŐANYAGOKBÓL; FESTÉK OLDÓSZER; FORMALDEHID; MŰANYAGOK KIPÁROLGÁSA, TECHNOLÓGIÁK; DOHÁNYZÁS; GÉPKOCSI; RAGASZTÓK
	RADIOAKTIVITÁS	RADON; TALAJBÓL, ÉPÍTŐ ANYAGBÓL
VEGYI HATÁSOK	LÉGSZENNYEZŐDÉS	ÉPÍTŐANYAGOKBÓL (AZBESZT) HASZNÁLATI SZEREK (XILAMON) MOSOGATÓSZEREK; PERMETEK, NÖVÉNY VÉDŐSZEREK, OLDÓSZEREK
PSZICHOLÓGIAI HATÁSOK	TÖMEGLAKÁS	
	TASZÍTÓ ARCHITEKTÚRA	
	TASZÍTÓ BELSŐ	
	ÉPÜLET ELHELYEZÉSE	
	NÖVÉNYI KÖRNYEZET MÉRTÉKE	
	SZOMSZÉDSÁGI VISZONY	
	ZAJ; ÁTHALLÁS; KÖRNYEZETI ZAJ	
	TÖMEGES EGYÜTTÉLÉS	
	SZŰK TEREK	
	LAKÁSHASZNÁLHATÓSÁG (KOMFORT) BIOKOMFORT	
LÉGTECHNIKA	NAPFÉNY A LAKÁSBAN	
	MEGVILÁGÍTOTTSÁG MÉRTÉKE (TERMÉSZETES FÉNY)	
	SZELLŐZÉS	OXIGÉN, CO ₂ , RADON KONCENTRÁCIÓ, VEGYI ANYAGOK, POR, LÉGSZENNYEZŐ KONCENTRÁCIÓJA
	MÉRTÉKE	
	PÁRATARTALOM	LEVEGŐ ELEKTROMOS VEZETŐKÉPESSÉG, NYÁLKAHÁRTYA KISZÁRADÁS, HŐÉRZET, IONIZÁCIÓ, BETEGSÉGEK, ASZTMA TERJEDÉSE

mények arzenálját kívánja feltárni, mégis célszerű felvillantani a belső térben jelentkező egyéb olyan folyamatokat is, amelyeket öt érzékszervünkkel – mint: látás, hallás, szaglás, tapintás, ízlelés, – nem, hanem csak tudat alatt érzékelünk. Ezzel a témakörrel az **épület biológia** foglalkozik, amelynek témaköreit a fentii csoportosítás ismerteti.

Nem csak az életformákban következett be gyökeres változás, amely kihat az építészeti terek használati szokásaira is, hanem az építés technológiák és anyaghasználat köre is robbanásszerűen kiszélesedett. Mindehhez a tömeges építkezés elterjedése, a paneles szerkezet, a könnyű szerkezet, a teljes felületen üvegezett, a zárt, mesterségesen szellőztetett, hűtött épületek használata stb., egyre szélesebb ismeretek elsajátítását követelné meg az alkotó építészekről. Ezzel szemben, úgy tűnik, hogy az építészet leragadt az egyoldalú homlokzat centrikus alkotásnál. Ennek a hibás, szemlélet súlyos kritika nyomait megtaláljuk a nemzetközi szinten éves gyakorisággal globálisan szervezett **Sick Building Syndrome** konferenciákon, amelyeken a megbetegedési tüneteket generáló épülethibákat, az építészek által elkövetett hibákat tárgyalják az orvosok, biológusok, fizikusok, fotobiológusok és pszichológusok. Közben az építészet lassan ballag a maga által a megdicsőüléshez vezető útnak hitt csapáson. Nem akar tudomást szerezni az időközben bekövetkezett drasztikus változásokról, oda dobja a gyeplőt az épület gépésznek, oldja meg a maga által nem is ismert, megoldatlan problémákat, fűtsön, hűtsön, szellőztessen, bármi áron. A vonzó színű, reflexiós üvegezésű, de épületnek vélt napkollektorát hűtse emberi használathoz alkalmas mértékűre, kerül amibe kerül. De azt nem veszi észre, hogy amiért a csillogó-villogó igen drága üvegezést választotta, az nem teljesítette a helyiségek túlmelegedés elleni védelmét, azonban az energiatakarékosságot követelő világban megakadályozta a napenergia passzív hasznosítását, amely segíthette volna a fűtőenergia csökkentését. És még negatív humánbiológiai hatása is volt.

Az igen erőteljes homlokzat centrikus, látványteremtő szemlélet pozitív eredményeinek nem, vagy csak igen ritkán lehet nyomára bukkanni. Az lenne várható, hogy csoda városok, de legalább utcák születnek, amelyben az épületek szépségétől ámulva sétálnak a városok lakói. Sajnos ilyenek nincsenek, de annál inkább megtalálhatók az olyan épületek, amelyeken nyoma sincs a művészi komponálás képességének, vagy szándékának, azonban uralkodnak az építészeti mutánsok, amelyekből csak az önmegvalósítás akaratának látszata tör elő.

Mint tapasztalható, ámulatba ejtő épület kevés van, de annál gyakoribbak, még a laikus számára is feltűnően hibás alkotások, amelyek a ma érvényes előírásokat is negligálják, használóiknak nem sok kellemes pillanatot teremtenek, de annál több negatív élményben részesítik őket. Mind ez abból ered, hogy az alkotó építészek jelentős hányada feltehetően nem is ismeri kellő mélységig a belső terekben érvényre jutó biofiziológiai hatásokat, hogy építészeti eszköz arzenálját felhasználva a negatív tényezőket kiküszöbölhessék, a pozitívokat maximálisan érvényesíthessék.

A Magyar Építész Kamara azzal a céllal indít egy tanulmánysorozatot az építészeti zárt terekre befolyást gyakoroló tényezőkről, hogy naprakész eszköztár kerüljön minden alkotó építész kezébe. A fenti felsorolás csupán egy figyelem felkeltés a láthatatlan építészet témakörére, az Épületbiológiai Hatásokra, hogy elindítsa az érdeklődést a minden építészt érintő teendőkre. Legyenek képesek túllátni a látványteremtés fontosságán és betekinthessenek a biológiai-fiziológiai folyamatok mélységeibe, amelyek fontosabbak a használók szempontjából, mint a látvány. Mottó: a juhász furulyája nem szól jobban a díszítő faragástól.



A „HÓVÉDÓ” REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS ÖNMAGÁBAN KÉPTELEN A HELYSÉGEKET TÚLMELEGEDÉS ELLEN MEGVÉDENI



AZ ELVISELHETŐ NYÁRI HŐÉRZET ELÉRÉSÉHEZ A KLÍMA BERENDEZÉS HASZNÁLATA MELLETT LEGALÁBB ALACSONY HATÁSFOKÚ ÜVEGEZÉS MÖGÖTTI ÁRNYÉKOLÁSRA IS SZÜKSÉG VAN



MEGFELELŐ NAPHŐ ELLENI VÉDELMEZ REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS ESETÉN
CSAK ÜVEGEZÉS ELŐTTI ÁRNYÉKOLÁSSAL LEHET ELÉRNI



A REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS ÉRDEMTELEN HANGSÚLYT ADHAT AZ ÉPÜLETNEK
ÉS A KIREKESZTETT HŐSUGARAKKAL A KÖRNYEZETÉT TERHELI



A REFLEXIÓS ÜVEG NEM OLDJA MEG VÁLASZTÁSI CÉLJÁT AZONBAN ELHANGOLJA A TERMÉSZETES FÉNY SPEKTRUMÁT, S EZÁLTAL ZAVART KELT AZ EMEBERK HORMON HÁZTA RTÁSÁBAN, BIOLÓGIAI ZAVART KELT



A REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS NEM CSERÉLHETŐ AZONOS MEGJELENÉSŰVEL, MERT AZ EGYKORI TECHNOLÓGIA MÁR RÉGEN HASZNÁLATON KÍVÜL VAN, EZÉRT HAMAROSAN FOLTOSSÁ VÁLIK A HOMLOKZAT

A ZÁRT ÉPÍTÉSZETI TEREK HŐKÉNYELEMİ FELTÉTELEI

Az egészséges életvitel, a magas színvonalú munkateljesítmény alapkövetelménye

az optimális helyiségen belüli hőérzet.

Közismert tény, hogy ha a kedvező beltéri hőmérsékleti feltételek nem teljesülnek, **úgy rohamosan csökken a teljesítmény, a koncentráló képesség és romlik a közérzet.**

Az optimális hőmérsékleti viszonyok megteremtését megköveteli:

a tevékenység módja

az adott helyiségben, amely lehet fizikai, vagy szellemi. Más hőállapotı viszonyokat kell kialakítani az eltérő energia kifejtést igénylő tevékenységekhez. A tevékenység, vagy annak intenzitása is változhat a helyiségen belül egy adott nap, vagy időszak folyamán.

A másik fő befolyásoló tényező:

a személy szubjektív hőérzékelése,

amely függ a :

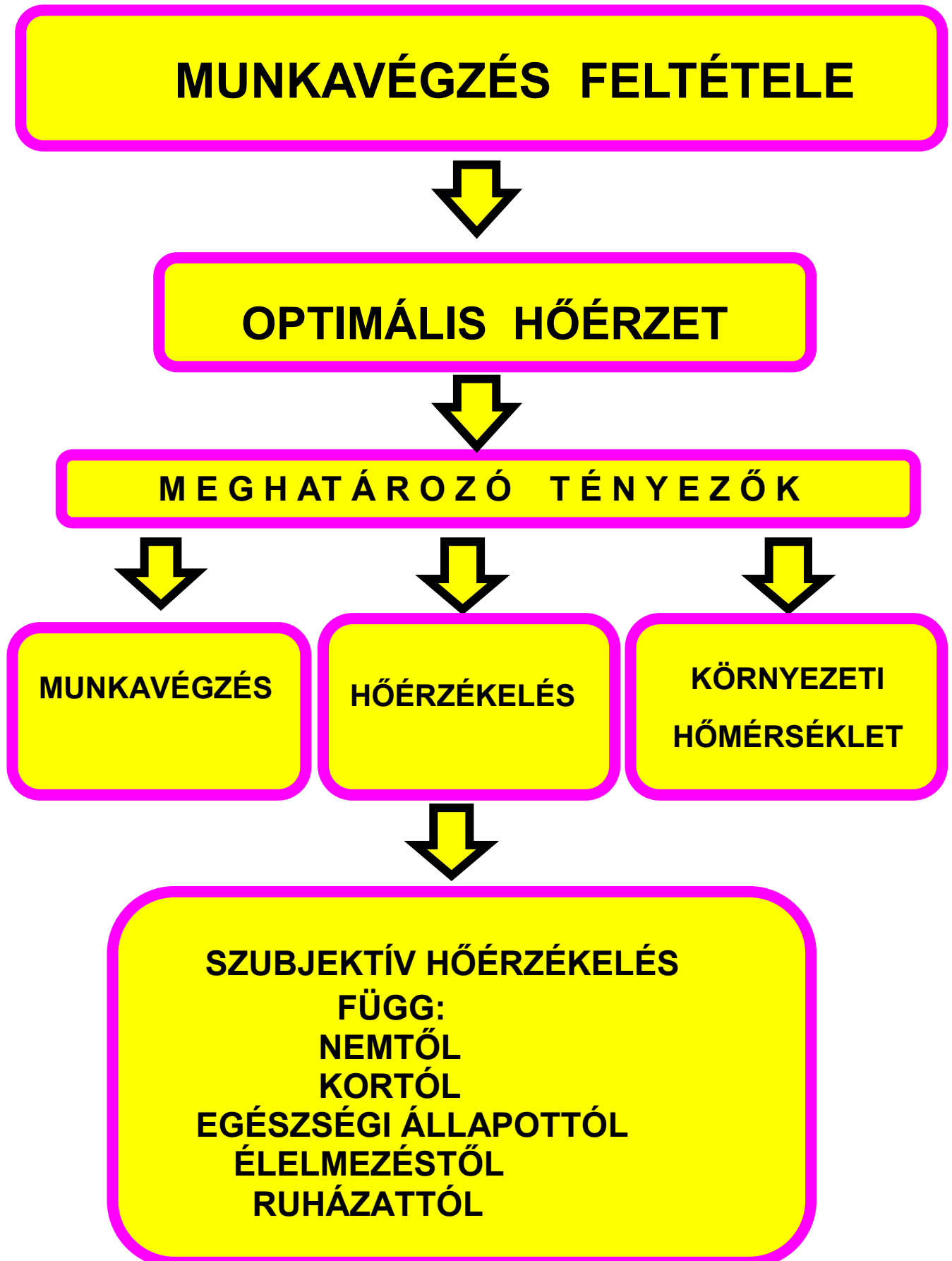
**NEMTŐL
KORTŐL
EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTTŐL
RUHÁZATTŐL
ELFOGYASZTOTT ÉLELEMTŐL
TEVÉKENYSÉGÉTŐL**

Mindezen tényezők sugallják, hogy mindenki számára nem lehet, vagy nehéz optimális hőviszonyokat teremteni egy adott helyiségen belül. Ezt az igényt tovább nehezíti, hogy az adott helyiség különböző pontjain sem alakul ki azonos, egyenletes hőállapot. Ebből következik, hogy a téma tárgyalásához bizonyos egyszerűsítéseket kell bevezetni, mert a hőérzetet több fizikai tényező együttesen alakítja ki. A továbbiakban, annyiban egyszerűsítjük a témakört, hogy **tárgyalásunkat csak a szokványos lakó és irodaterekre, a könnyű ülőmunkát végző munkahelyekre terjesztjük ki.**

A hőkényelmet, idegen szóval a hőkomfortot, gyakran összemossák a közérzet fogalmával. Bár tény, hogy közérzetünket igen nagy mértékben befolyásolják a környezeti hőmérsékleti hatások, s ennek nyomán az úgynevezett eredő hőmérséklet, de a két fogalom nem azonos. A **közérzetet** leginkább befolyásoló hatások rangsor nélkül a következők:

**AKUSZTIKAI HATÁSOK
VIZUÁLIS HATÁSOK, LÁTVÁNY, SZÍNEK
HŐÉRZETI HATÁSOK
SZAGOK, ILLATOKÁK
NAPFÉNY, FÉNY
BIZTONSÁGÉRZET
FIZIKAI KOMFORT**

**HIGIÉNIAI KÖRÜLMÉNYEK
TÁRSASÁGI KÖRNYEZET
SZEMÉLYI PROBLÉMÁK
SIKER-KUDARC
LELKI ÁLLAPOT
ÁLTALÁNOS BIZTONSÁGÉRZET
GAZDASÁGI HELYZET, STB.**



1.sz. ábra

Mindezekkel szemben a **hőérzetet** a közérzethez képest jóval kevesebb tényező, úgynevezett klíma komponens alakítja ki, melyek:

**A LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE
A LEVEGŐ PÁRATARTALMA
A LEVEGŐ SEBESSÉGE
A KÖRNYEZŐ FELÜLETEK ÁTLAGOS SUGÁRZÓ HŐMÉRSÉKLETE**

A fenti **négy** klíma komponens együttes hatására alakul ki az ember hőérzete. Természetesen a felsorolt klíma-összetevőkön felül a test (bőr)hőmérséklete (pl. munkavégzése, erő kifejtése) és a ruházat is befolyásolja, hogy a hőkényelem milyen tartományban alakulhat ki.

Mindenek előtt célszerű meghatározni azt az állapotot, amikor az egyén hőkényelemben érezheti magát. Több megfogalmazás ismert. Az egyik elfogadott meghatározás szerint a

**HŐKÉNYELEM OLYAN TUDATI ÁLLAPOT,
AMIKOR AZ EMBER AZ ADOTT TERMIKUS KÖRNYEZETBEN
MEGELÉGEDETTSÉGET ÉRZ
(Fanger szerint).**

Egyszerűbb megfogalmazásában,

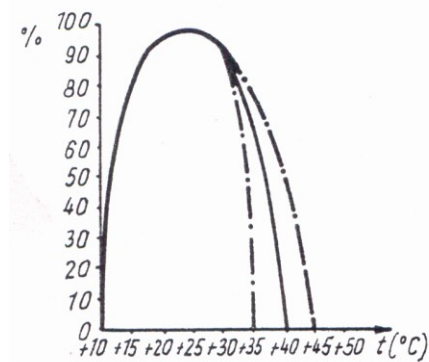
**HŐKÉNYELEM OLYAN TUDATI ÁLLAPOT,
AMIKOR SEM HŰVÖSNEK, SEM MELEGNEK NEM ÉRZI KÖRNYEZETÉT.**

Széles körben, tudományosabb megközelítéssel használják a hőkényelmi állapot leírására azt a megfogalmazást, hogy

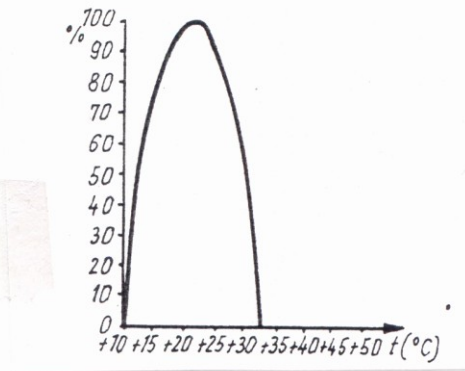
**AZ EMBER AKKOR VAN HŐKÉNYELEMENBEN,
AMIKOR AZ ENERGIÁJÁNAK LEGCSEKÉLYEBB HÁNYADÁT FORDÍTJA
A KÖRNYEZETI HŐMÉRSÉKLETHEZ VALÓ ALKALMAZKODÁSRA.**

Közismert tény, hogy az emberi teljesítmény szoros összefüggésben van hőérzetével. Szélsőséges körülmények között, **a hőskála mindkét, alsó és felső tartományában cselekvésképtelenné válunk.** Azonban a hőkényelem és a szélső állapot között széles a skála, de a szélsőséges állapotok tárgyalásától eltekinthetünk- különös tekintettel a tárgyalásunkban célba vett szokásos tartózkodásra, lakásra, könnyű munkára, tanulásra szolgáló helyiségekre.

A munkateljesítmény és a helyiség hőmérsékletével kapcsolatban számos kísérlettel igazolták, hogy a **kedvező hőérzet határain túl rohamos teljesítmény csökkenéssel kell számolnunk**. Az 2.sz. ábrán normál öltözetű és testsúlyú, középkorú emberek szellemi teljesítmény változásait szemléltetjük (Daniels mérései alapján) a léghőmérséklet függvényében, ha a helyiség relatív páratartalma 50%-os, a légsebesség 0,15 m/s. Azonos beltéri viszonyok mellett még szemléletesebben mutatja az iskolás korú gyermekek teljesítmény változását követő görbe a léghőmérséklet szerepét (3.sz. ábra).



Középkorúak léghőmérséklettől függő teljesítmény változása (Daniels)
2. sz. ábra



Diákok léghőmérséklettől függő teljesítmény változása (Daniels)
3 sz. ábra

AZ EMBERI SZERVEZET HŐTERMELÉSE ÉS HŐCSERÉJE A KÖRNYEZETTEL

Az ember anyagcsereje által állítja elő a szervezet működtetéséhez szükséges energiát a felvett táplálék oxidációja útján. (Lebontó katabolizmus: az összetett anyagok lebontódnak egyszerű anyagokra és energia szabadul fel. Ez az energia, katabolitikus energia, a sejtben átalakul munkavégzési- és tartalékenergiává, és egy része felszabadul mint hőenergia.) Az anyagcsere mértéke ezért az elfogyasztott oxigén mennyisége által mérhető. Minden egy liter elfogyasztott oxigén mintegy 5,8 kWh energiát állít elő. Munkavégzés alkalmával, az anyagcsere megnövekszik és fordítva. **Az előállított energia jelentősen több, mint amennyi a szervezet mindenkor működtetéséhez szükséges,** s a többlet energia hővé alakul. A termelt **többlet energiát a szervezetnek le kell adnia környezetének,** hogy testhőmérséklete ne emelkedjék a 36°C szokásos, egészségesnek tekintett hőmérséklet határ fölé.

Az anyagcsere intenzitása változó a tevékenységnek megfelelően. Éjjel a lehető legalacsonyabb, amikor a szervezet a legcsekélyebb energiát használja működéséhez. Egy adott tevékenység esetén az anyagcsere arány függ a kortól, nemtől, a test súlyától, egészségi állapotától. Az anyagcsere mértékének vizsgálatánál az emberi test nagyságából származó különbségek kiküszöbölésére a testfelületét m²-ben, vagy súlyát kg-ban szokták használni. Ezek szerint pl. egy átlagos ember testfelülete 1,86 m² és súlya 70 kg. A 3. sz. ábra tájékoztatást nyújt egy átlagos ember anyagcsereje által előállított energia mennyiségéről különféle tevékenységek során.

A SZERVEZET HŐTERMELÉSE

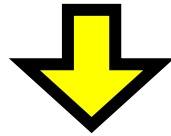
**ANYAGCSERE : TÁPLÁLÉK OXIDÁCIÓJA
1 l OXIGÉN ELFOGYASZTÁSA = 5,8 KW
HŐT TERMEL**

ÁTLAGOS EMBER TESTFELÜLETE 1,86 M², SÚLYA 70 Kg ENERGIA TERMELÉSE

ALAPANYAG CSERE	70- 80 W/h
ÜLŐ MUNKA	115-140
SÉTÁLÁS 4 Km/h	245-315
GYALOGLÁS 7 Km/h	350-465
GYALOGLÁS 10%-OS EMELK.	400-555
KÖNNYŰ IPARI MUNKA	175-650
KÖZEPES IPARI MUNKA	350-560
NEHÉZ IPARI MUNKA	525-700
NAGYON NEHÉZ MUNKA	700-870

4. sz. ábra

HŐKÉNYELEM TÉNYEZŐI



OBJEKTÍV TÉNYEZŐK

LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE
LEVEGŐ PÁRATARTALMA
LEVEGŐ SEBESSÉGE
ÁTLAGOS SUGÁRZÓ HŐMÉRSÉKLET



SZUBJEKTÍV TÉNYEZŐK

BŐRHŐMÉRSÉKLET
RUHÁZAT
MUNKAVÉGZÉS

5. sz. ábra

A szervezetnek a többlet energiát hő formájában át kell adnia környezetének. A hőcsere létrejöhet konvekcióval, párologtatással (izzadással), légzés által keletkező nedvesség veszteséssel, és sugárzással. Másképpen két csoportra bontva,

száras (konvekció, sugárzás) és **nedves** (párologtatás, izzadás, légzés) hőátadásnak is szokás nevezni ezeket a hőcsere folyamatokat.

A **száras hőátadás** leggyakoribb módja a **konvekciós hőcsere**, amikor a test felületével érintkező levegő molekulák áramlással szállítják el a test felületéről a többlet hőt. Az emberi test ilyen módon leadhat, de föl is vehet hőt, attól függően, hogy a környező levegő hőmérséklete magasabb, vagy alacsonyabb a test felületi hőmérsékleténél. A konvekció mértéke függ a levegő hőmérséklettől, a levegő sebességétől és a páratartalmától. A konvekciós hőleadás -átlagos hőmérsékleti környezetben - az összes hőleadásnak 32-35%-a. Konvekcióval 30-34°C léghőmérséklet értékek fölött már nincsen hőleadás, hanem megkezdődik a hő felvétele

**SZÁRAS HŐÁTADÁS
KONVEKCIÓVAL**

**AZ ÖSSZES HŐLEADÁSNAK MAXIMUM 32-35 %-A LEHET
FELTÉVE HA A KÖRNYEZETI
LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE
ALACSONYABB A TEST
HŐMÉRSÉKLETÉNÉL**




30-34 °C FÖLÖTT MÁR NINCSEN KONVEKCIÓS HŐLEADÁS

6. sz. ábra SZÁRAS HŐCSERE KONVEKCIÓVAL

A párával telített, nehezebb levegő több hőt képes elszállítani, vagy közölni mint a száraz levegő. Nedves hűvös szeles időben ezért válhat a hőérzet kellemetlenné egy adott léghőmérséklet mellett, míg alacsony és csekély légmozgás esetén azonos léghőmérséklet mellett ilyen hőérzet nem keletkezne. Az épületeken belül, szokványos körülmények mellett sem nagy légsebességek, sem magas páratartalom nem alakul ki. A hazai körülmények között, ahol a páratartalom a helyiségekben a téli hónapokban inkább alacsonyabb az ideális 50%-os relatív páratartalomnál, a hőkényelmet tehát elsősorban a levegő hőmérséklete és a környező felületek átlagos hőmérséklete határozza meg, feltételezve, hogy a ruházat a körülményekhez illően ideális. Az Általános Balesetelhárító és Egészségvédő Óvórendszabály, rövidítve az **ABEO** zárt munkahelyekre vonatkozó hőmérsékleti előírása - a szokványos beltéri körülmények figyelembevételével - az alábbi:

szellemi munkánál	21-27 °C
könnyű fizikai munkánál	18-20 °C
közepes fizikai munkánál	14-18 °C
nehéz fizikai munkánál	12-14 °C

A **száraz hőcsere** másik fizikai folyamata **sugárzás által** valósul meg. A test felülete hőleadóvá és felvevővé is válhat a környező felületek hőmérsékletétől függően. A hőátadás a magasabb hőmérsékletű felületről az alacsonyabb irányába jön létre. Ilyen szempontból rendkívüli a jelentősége a helyiségek külső falainak belső felületén kialakuló úgynevezett felületi hőmérsékletnek. A levegő és a felületi hőmérséklet közötti különbség jelentős mértékben szabályozza a hőérzetünket.



7. sz. ábra SZÁRAZ HŐCSERE SUGÁRZÁSSAL

A belső falak felületi hőmérséklete rendszerint - ha hideg helyiségekkel nem határosak - nem térnek el számottevően a levegő hőmérsékletétől. A kutatások azt igazolták, hogy **1°C felületi-lég hőmérsékleti különbség azonos hőérzet kialakulásához 2-3°C többlet lég hőmérséklettel egyensúlyozható**. A hőérzet számításnál az átlagos felületi hőmérsékletet veszik figyelembe. Külön kutatások foglalkoztak az aszimmetrikusan elhelyezkedő hideg és meleg falak problémájával.



8. sz. ábra. LÉGHŐMÉRSÉKLETNÉL HIDEGEBB FELÜLETEK ELLENSÚLYOZÁSA
©Dr Kuba Gellért. Felhasználásra jogosult : Magyar Építész Kamara és az Építész Továbbképző NKft

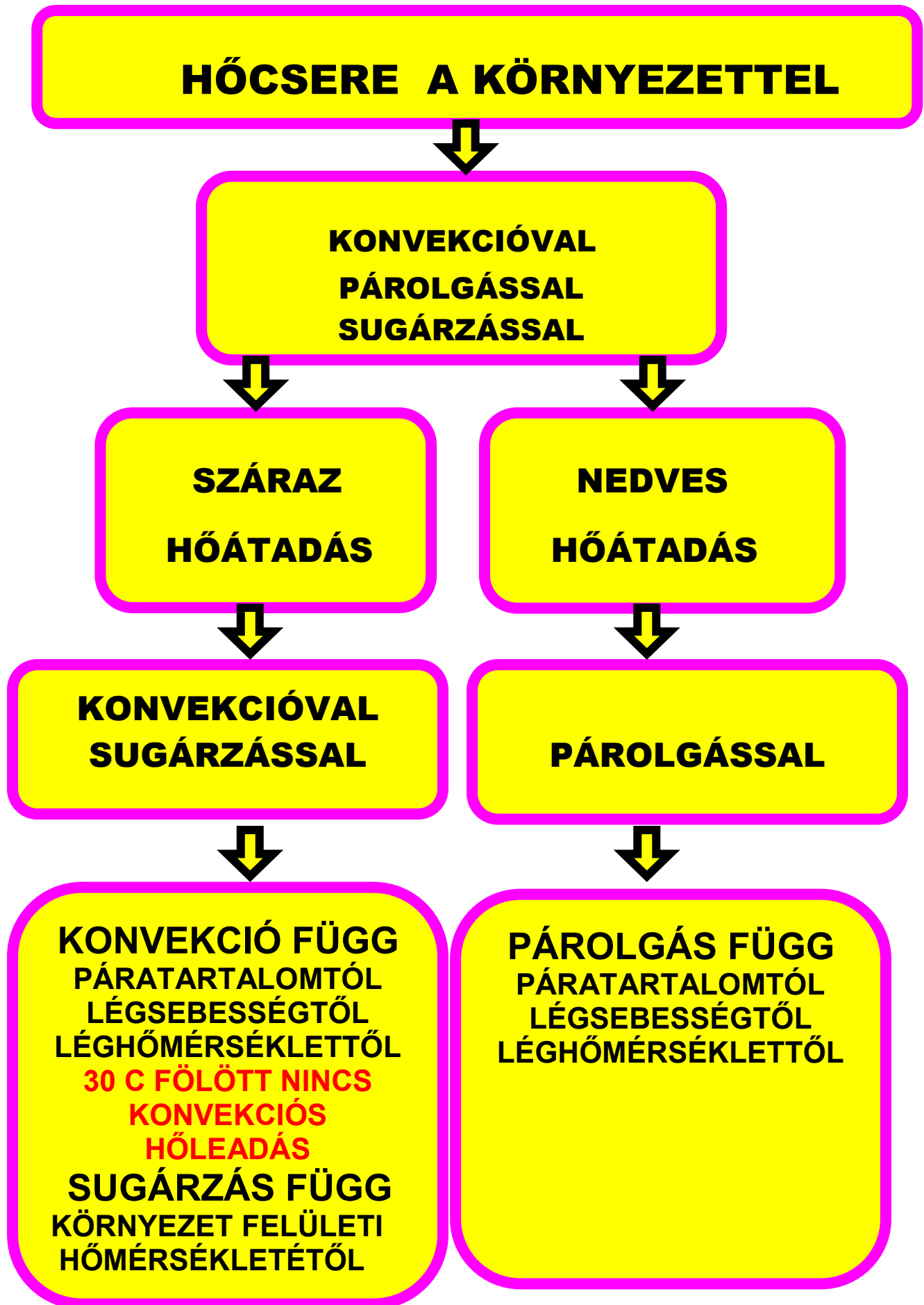


9. SZ. ÁBRA HŐLEADÁS NEDVESSÉG VESZTÉSSEL

Az aszimmetrikus hőszugárzás hatását, a hideg-meleg falaktól való távolság viszonyokat, az azonos hőérzetű semleges zónát, nomogramokkal próbálják meghatározni.

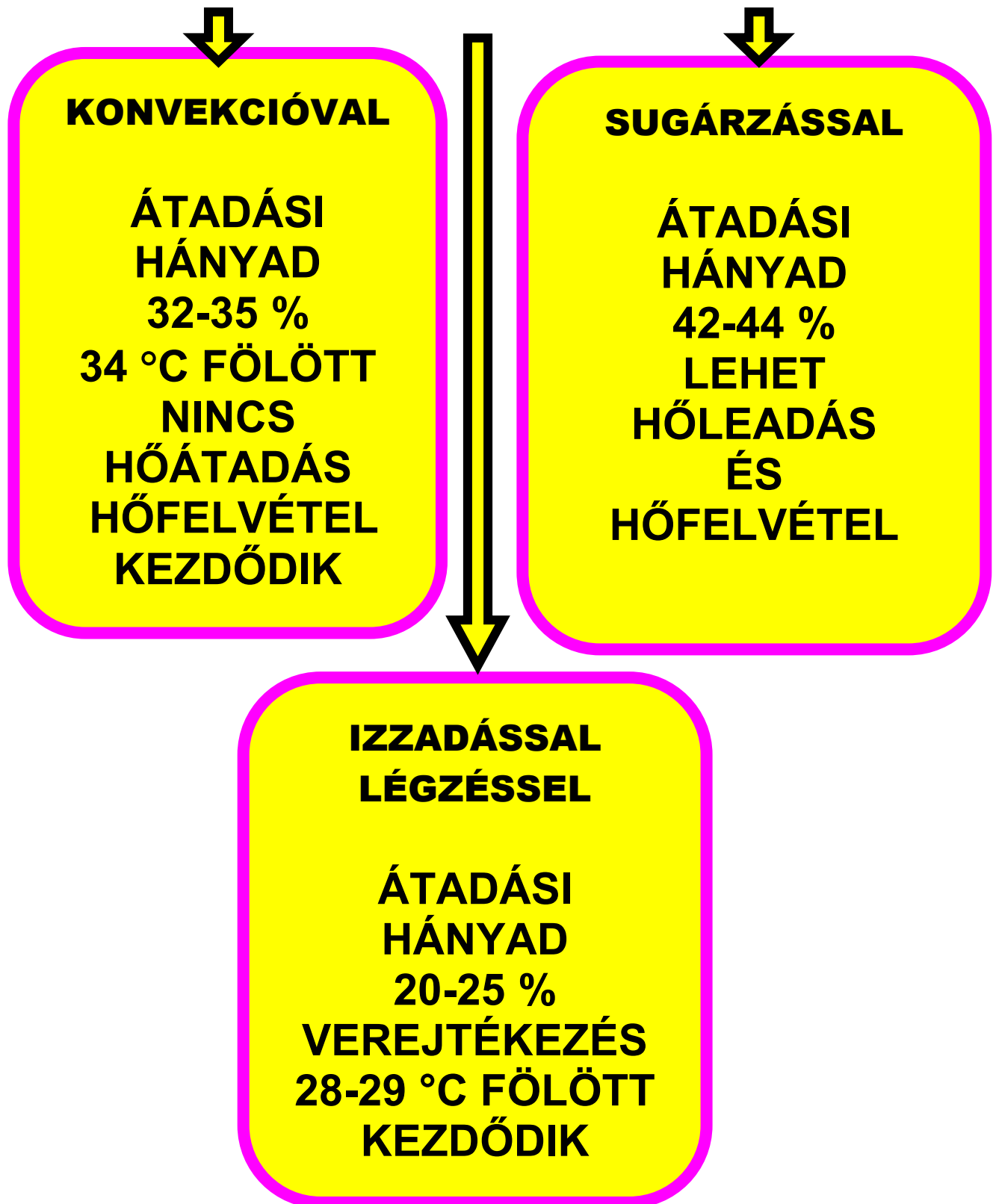
A külső fal és üvegezések felületi hőmérséklet viszonyainak jelentőségét nem lehet kellően hangsúlyozni, mint olyan tényezőt, amelynek döntő szerepe van úgy a nyári, mint a téli hőkényelem kialakulásában a helyiségekben. Ha a külső térelhatároló szerkezeten át alacsony, az akár kifelé vagy befelé irányuló hőforgalom, mint ezt az ökológikus építészet irányelvei megkívánják, akkor a belső felületi hőmérsékletek sem térnek el számottevően, vagy egyáltalán a helyiség léghőmérsékletétől és ezáltal jóval könnyebben megteremthető a helyiségben a kedvező hőérzet. A sugárzás útján leadott hő - átlagos hőmérsékleti körülmények mellett az összes hőmennyiség 42-44%-a.

Nedves hőátadás izzadás és a légzés által jön létre. Míg a konvekciós és sugárzásos hőleadás lehet pozitív, vagy negatív, addig a nedves hőátadás csak negatív lehet. A szervezet naponta 800-1000 ml vizet párologtat el, amely alap-anyagcsere mellett a leadott hő 20-25%-a. Egy gramm víz elpárologtatása 0,67 W (2400 J) hőt von el, így ez napi 580-700 W hőelvonást jelent. A verejtékezés 28-29°C környezeti hőmérsékleten kezdődik. A szervezet egyetlen hőleadási lehetősége 34°C fölé a párologtatás. A párologtatás mértéke nem csak a környezeti hőmérséklettől függ, hanem a levegő nedvesség tartalmától, az úgynevezett relatív nedvesség tartalomtól. Magas relatív nedvesség mellett csökken, végül 100%-nál teljesen megszűnik a párologtatásos hőleadás. Ha ez a légállapot magas környezeti hőmérséklettel párosul, amikor már konvekciós és sugárzásos hőleadás sem jöhet létre, akkor rohamosan emelkedik a testhőmérséklet és ájulásos hőgutához vezet, ami halállal is végződhet



10. sz. ábra

HŐCSERE MÉRTÉKE A KÖRNYEZETTEL



11. sz. ábra

Az emberi szervezet hőérzete csökken azonos léghőmérsékleti és relatív páratartalmú levegőben, ha a levegő mozgási sebessége megnövekszik. Ennek az érzékelésváltozásnak az a magyarázata, hogy mihelyt a környező léghőmérséklet megközelíti a konvekciós hőleadás hőmérséklet határát ($30 - 34^{\circ}\text{C}$), a konvekciós hőleadás csökken és elindul a páraleadás, az izzadás. Ennek következtében az emberi testet körülvevő légburok fokozatosan sok párát nyel el. Minthogy így megnő a légburok páratartalma, ezáltal korlátozódik a pára leadás, hiszen a magasabb relatív páratartalmú levegő, kevesebb párát képes elnyelni.

Azonban ha egy hirtelen jött légáram, ezt a telített páraburkot leszakítja az emberi testről, akkor megint elindulhat az intenzív páraleadás és javul a hőérzetünk. Ha a légáramlás állandó, akár szabad, vagy zárt térben, ventilátor vagy szél hatására, akkor az embert körülölelő légtér páratartalmának növekedése ki sem alakul, és kellemesebb lesz a hőérzet, mint a levegő mozgása nélkül. Ez a fizikai folyamat a magyarázata a legegyszerűbb hűtőberendezésnek, a mennyezeti ventilátornak, amely nedves hőleadás segítségével javítja a hőérzetet.



12.sz. ábra IRÁNBAN MÁR AZ ÓKORBAN IS HASZNÁLTAK SZÉLTORNYOKAT

A légmozgás hűtőhatását már az ókorban is használták. Forró sivatagi területeken tudatosan befogták az ott állandónak tekinthető szeleket, s széltornyokat építettek, amelyek bevezették az épület fölött mozgó levegőt az épület belső terébe (12,13,14,15 sz. ábrák).

Forró léghőmérsékleti környezetben, légmozgással olyan mértékben fokozható a nedves hőleadás, hogy a szervezet akár dehidrált állapotba is kerülhet. Ilyenkor már folyadék felvétellel, ivással rövid időn belül az egyensúlyi állapotot nem is lehet visszaállítani, s akár orvosi beavatkozásra is szükség lehet, az illető életének megmentésére.

Ha a nedvesség leadás következtében a vér sűrűsége olyan méretűre nő, hogy az már nem képes a metabolikus folyamat következtében keletkezett hőenergiát a testfelületre szállítani, s ott párolgással leadni, akkor a folyamat felgyorsul, a testhőmérséklet rohamosan emelkedik és végül halálhoz vezet.

Az ilyen módon keletkező dehidráció számos esete ismert. Kamionosok, akik meleg égtájakon teljesítettek szolgálatot – amikor a vezető fülke még nem volt hűtéssel ellátva – nyitott ablakkal fokozták a kellemesebb hőérzetüket, de a testnedvek leadása olyan mértékig emelkedett, hogy dehidráció miatt orvosi beavatkozásra volt szükség, hogy elkerüljék a gyors halált. Előfordultak halállal végződő esetek, amikor az orvosi segítség, már elkésett. Ismert, hírlapok publikáltak olyan sivatagi csoportos kirándulást is a Szaharában, ahol mindenki életét veszítette, bár az életben maradáshoz látszólag ital, étel, árnyékot vető sátor, rendelkezésre állt. A forró sivatagi környezet, azaz magas léghőmérséklet és magas környezeti felületi hőmérséklet következtében, a résztvevők képtelenek voltak elég hőt leadni, még állandó erős szél ellenére sem. Testhőmérsékletük olyan magasra emelkedett, hogy ájulás következett be. A száraz hőleadás feltétele a magas, környezeti felületi hőmérséklet okán, nem jöhetett létre, a nedves hő leadás meghiúsult, mert ivással már nem lehetett a nedvesség veszteséget pótolni, a vese működés korlátai miatt. A vérhőmérsékletük napról-napra emelkedett, vérük besűrűsödött, végül gutaütésben mindenki meghalt. Egy legtovább túlélő naplóbejegyzései és fénykép felvételei tanúskodtak a történelekről.



13. sz. ábra SZÉLTORNYOK DUBAIBAN

A mozgó levegő hőérzetet kellemesen fokozó hatását a forró száraz trópusokon évezredek óta hasznosítja az építészet. Ez a passzív hűtés egyik kézenfekvő formája. Kiemelkedő tornyokat emeltek a település általános épületmagassága fölé, s ezekkel bekényszerítették az épület alacsonyabb szintjeire a szelet a kedvezőbb hőérzet érdekében. A hagyományos építészet típusjegyei mindenütt pontosan tükrözik a helyi időjárási viszonyokat, a legfontosabb jellemző időjárási komponenseket, a szélsőértékű hőmérséklet előfordulásokat, légmozgásokat és csapadék hozamokat.



14. sz. ábra SZÉLTORNYOK IRÁNBAN



15. sz. ábra SZÉLTORNYOK DUBAIBAN



BEDUIN SÁTOR OLDALAI A SZÉLIRÁNYBÓL FELHAJTHATÓAK, HOGY
KÖNNYÍTSEK A SIVATAG HŐTERHELÉST



BASRAI MOCSÁRVILÁG TÖRZSI SÁTRA ALUL ÁTTÖRT FONATTAL A SZÉLJÁRÁS
ELŐSEGÍTÉSÉRE ÜLŐ MAGASSÁGBAN, HOGY ELŐSEGÍTSE A HŐLEADÁST
BAGDAD SZABADTÉRI MÚZEUM
SZERZŐ FELVÉTELEI

A légáramlás hőérzetre kifejtett előnyös tulajdonságait már sok ezer évvel korábban felismerték. A legyezők ismert történelme mintegy háromezer éves. Az ógörögök, etruszkok, rómaiak is használták. Kezdetben merev szerkezetűek voltak, az összehajtogatható, összecukható változatok Kínából, Japánból kereskedelmi úton jutottak Európába. Távol keleten máig hagyománya van a legyező használatának. Manapság Európában még Spanyolországban hódít a legyező divatja. A legyezőket elefántcsontból, papírból, fából, tollból stb. készítették, gyakran a leghíresebb művészek festményekkel, rajzokkal, drágakövekkel díszítették, s ezeket előkelő társadalom tagjai használták (16.sz. ábra).

Túlmelegedő környezetben a levegő áramlásával kedvezően lehet elősegíteni a jó hőérzet kialakulását, de káros egészségügyi következménye akkor jelentkezhet, ha az áramlás iránya változatlanul a testfelületnek csak egy bizonyos felületét éri. Ebben az esetben aszimmetrikus hőleadás alakul ki, amit szervezetünk nem tolerál. Ilyen jelenség olyan ventillátorok használatánál keletkezik, amelyeknél a légsugár iránya változatlan, vagy huzat keletkezik a helyiségben. Az előnytelen hatás kiküszöbölése céljából kerül kereskedelmi forgalomba a lengő-bólogató, vagy a mennyezet ventilátorok. Utóbbi fölülről lefelé egyenletes, a testet körülölelő légáramot hoz létre, s nem okoz károsodást.

Az emberi szervezet nem képes eltérő vérhőmérséklet előállítására és különböző hőfokú vér keringtetésére, a testrészeink eltérő hőszabályozására, eltérő mennyiségű vér keringtetésére, mint például az északi vidékeken élő madarak. Ezek az emberi vérhőmérsékletnél magasabb vérhőmérsékletű lábaikkal gyakran jégen tartózkodnak. Azért, hogy lábuk alatt ne keletkezessen vízhártya, amely azonnal megfagyva fogva tartaná őket, lábukban alacsonyabb hőmérsékletű vér kering. A természet csodája!

A lég-huzat hatására egyenlőtlen lesz a hőleadás. A testfelületet érő légáram hatására, azon a felületen megnő a hőleadás a többi felülethez viszonyítva. Veszélyesebb a folyamat, ha a test izzadt, vagy a ruházat nedves. A lehűlt testrészen az izmok összehúzódnak, s azon a testrészen a vérkeringés csökken, az izomszövet változást szenved. A szervezet védekező képessége gyengül, fokozódik az egészséges szervezetben is jelen lévő baktériumok kórokozó hatása. A huzatnak kitett izmok megbetegedhetnek, kialakulhat a reuma és az heveny izomgyulladás.

Jól érzékelhető, hogy az emberi szervezet számára **rendkívül vékony a hőmérsékleti bioszféra**, melyben élünk. Ezért van nagy jelentősége a **helyiségen belül kialakuló jó hőérzetnek**, amit az ökológikus építészet elvei szerint, a hazai klíma viszonyaink mellett, **elsősorban építészeti eszközökkel kell és lehet megteremteni**.

Szerencsére nálunk nagyon magas páratartalommal párosult, magas hőmérsékleti körülmények nem fordulnak elő. Nyáron, **kánikula idején**, azonban kialakulhatnak olyan hőmérsékleti viszonyok, amikor a **konvekciós hőleadás gyakorlatilag megszűnik, a sugárzásos hőleadás a magas környezeti felületi hőmérsékletek miatt (helyiségen belül) csak korlátozottan működik. Ilyenkor a hőleadás egyetlen eszköze a párologtatás.**



16. sz. ábra KÜLÖNBÖZŐ ANYAGÚ ÉS MINTÁZATÚ LEGYEZŐK

Ezt a folyamatot jelentős mértékben gátolhatja a helyiségen belüli csekély légmozgás. Ha a test felületéről elpárologtatott nedvesség megnöveli a testet körülvevő légburok relatív nedvességét, akkor ezért nehezebben jön létre párologtatásos hőleadás. Ugyanis a testet körülölelő levegő magas páratartalma következtében már nem képes további nedvességet felvenni. Javulhat a nedvesség leadás, ha ennek a telített levegőnek a helyére alacsony páratartalmú levegő kerül. Ekkor megindulhat a párologtatásos hőleadás, mert a környező friss, alacsonyabb páratartalmú légburok lehetővé teszi a test felületéről az izzadtság elpárologtatását. Ezért van a levegő sebességének fontos szerepe (meleg körülmények között) a hőérzetet meghatározó négy összetevő (klímaelem) között. Kedvező hőérzet megteremtéséhez hazai viszonyaink mellett a mesterséges berendezések közül a helyiség levegőjének áramlását elősegítő, fokozatokban szabályozható berendezések használata indokolt lehet, pl mennyezet ventilátor, szemben az energiafaló hűtő és klíma berendezésekkel.

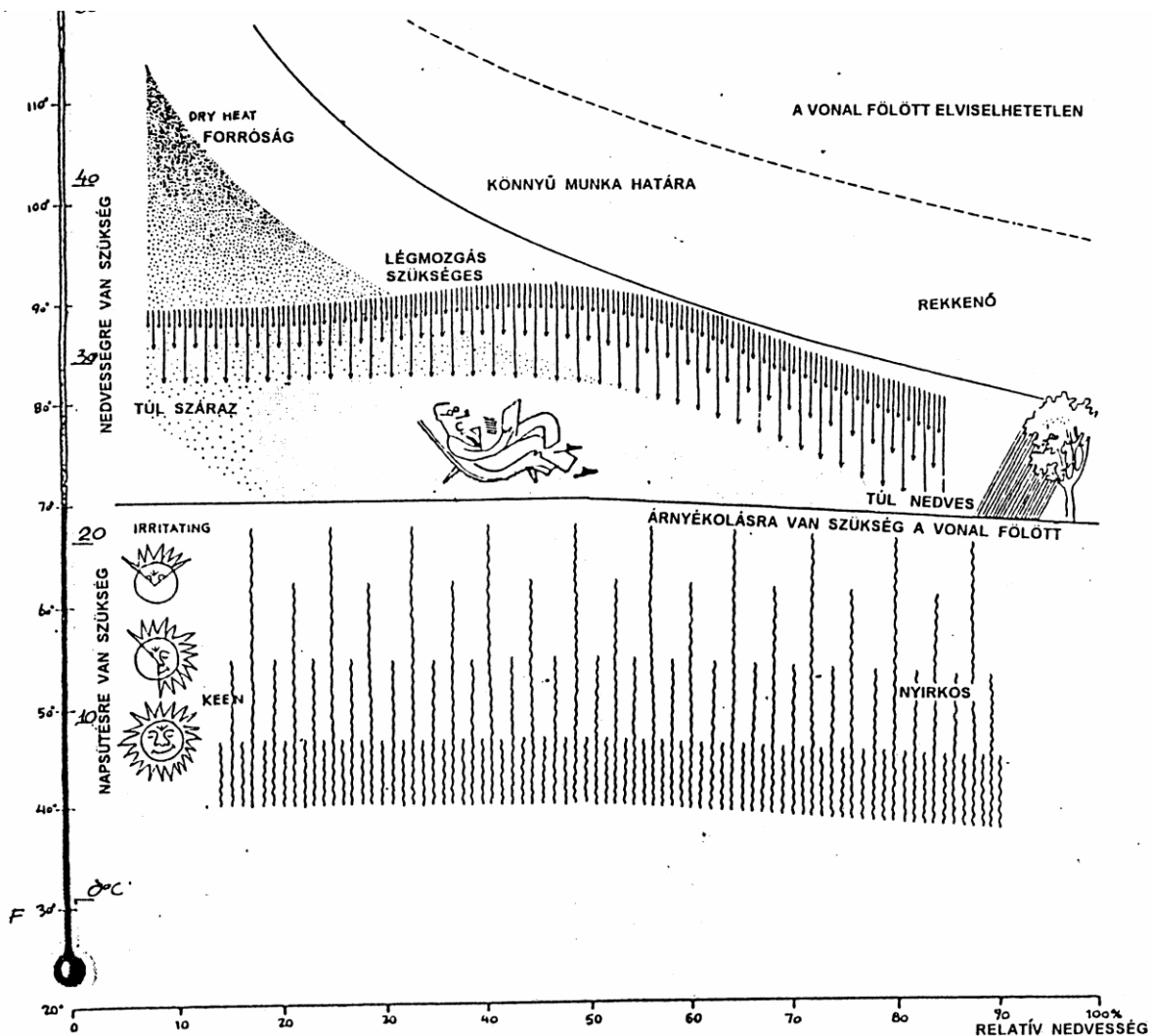


17.sz.ábra TIPIKUS LAKÓHÁZ A SZAHARÁBAN. (Szerző felvétele) AZ ALACSONYAN ELHELYEZETT NYÍLÁSOK CÉLJA, HOGY A FEKVŐHELYEK MAGASSÁGÁBAN AZ OTT URALKODÓ ÁLLANDÓ SZÉL JOBB HŐÉRZETET TEREMTSSEN

HŐKÉNYELEM HATÁRAI

A kellemes hőérzet - mint az előzőekből kiderül - több klíma-összetevőből (klíma-komponensből) adódik össze, s az egyes összetevők széles határok között változnak. A kutatók a század eleje óta foglalkoznak olyan nomogrammok kidolgozásával, amelynek segítségével, megközelítően meghatározható az egyes összetevők figyelembevételével a várható kellemes hőérzet értéke. Tekintettel arra, hogy a hőérzeti érték egyénenként a fentiekben már felsorolt számos tényezőtől függ, ezért a hőérzet kialakulásában résztvevő fizikai alkotók által behatárolt szélesebb zónát jelölnék ki, ahol a legtöbb személy hőkényelemben érezheti magát.

A nomogrammok gyakorlati méréseken alapulnak, amelyek nagyszámú mérési eredményre támaszkodnak. Számos kutató foglalkozott és foglalkozik ezzel a kérdéssel. Egyes kutatók a meztelen testű és könnyű ruházatú ember hőérzetét vizsgálták, mások a különféle hatékonyságú ruházatot is figyelembe vették. Szükséges megemlíteni, hogy az általános kényelmes hőérzet zónája népcsoportonként és évszakra is eltér annak megfelelően, hogy az adott lakosság mennyire szokott hozzá a nagyon meleg száraz, vagy nedves, avagy a hűvös, vagy hideg időjárású környezethez. Így a mi égőnk alatt könnyű ülő munka, átlagos helyiség hőmérsékleti viszonyok mellett (pl. max. 50%-os relatív nedvesség, nyugvó szobalevegő és léghőmérséklethez közeli átlagos felületi hőmérséklet esetén) az optimális környezeti hőmérsékletnek a 22°C -t, a felső szélső határértéket 26°C -nak és az alsót 19°C -nak tekintik. Az optimális hőmérsékleti viszonyok megteremtése – különösen, ha azt mesterségesen kell létrehozni - energiatakarékosság szempontjából fényűzésnek tekinthető. Ezért például nyáron a 26°C -ú felső határ, télen a 20°C -ú helyiség hőmérséklet a legtöbb ember számára még jó hőérzet mellett elfogadható.

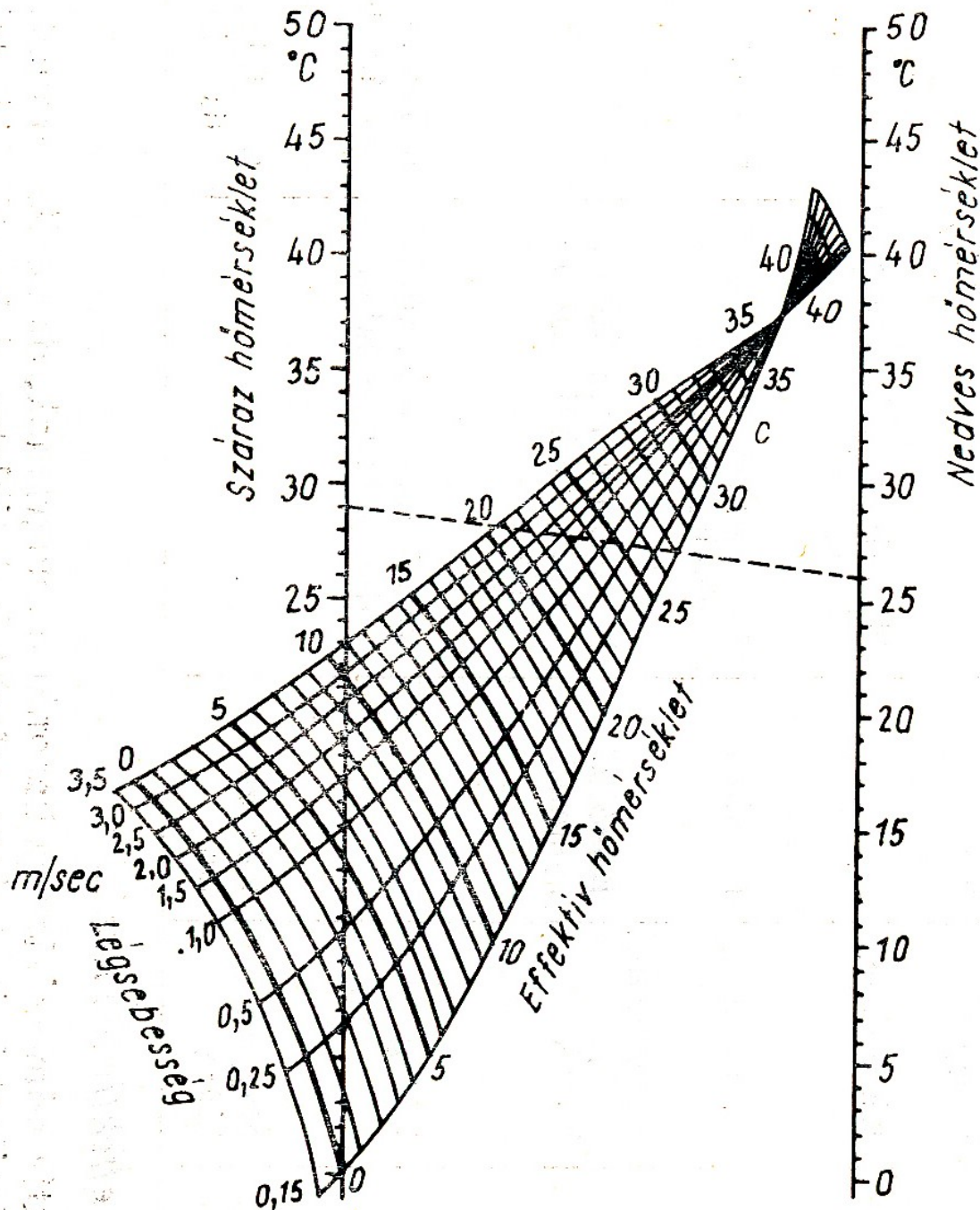


18. sz. ábra

A HŐKÉNYELEM DIAGRAMJA

A kényelmes hőérzeti zóna, másképpen a hőkényelem (hőkomfort) zónájának rajzos megjelenítését Olgyay Viktor, magyar származású, nemzetközi tekintélyű, a háború után Amerikában, a Princeton Egyetemen tanító-kutató építész adta közre (18.sz. ábra), amely érzékletesen ábrázolja az egyes, hőérzetet befolyásoló komponensek hatását és a hőkényelem határait. A 18.sz. ábra szerint a hőkényelmi zónán kívül eső

magasabb száraz hőmérsékleti tartományokban egyre fokozódó légsebességre van szükség (besűrűsödő nyilak), és csökkenő hőmérséklet mellett egyre több hősugárzásra van szükség (besűrűsödő hullámvonalak) a hőkényelem eléréséhez. A rajz temperált égövön élő lakosságra vonatkozik.



19. sz. ábra EQUIVALENS HŐMÉRSÉKLET DIAGRAMJA NORMÁL RUHÁZATÚ EMBERRE

A 19 sz. ábra hőmérsékleti skála értékeinek megértéséhez meg kell különböztetni a "száraz" és a "nedves" hőmérővel mért értékeket. A **száraz hőmérséklet** a szokásos hőmérővel mért adatot jelöli, a **nedves hőmérő**, nedvesített vattába ágyazott higany, vagy egyéb nagy hőtágulású, hőmérésre alkalmas anyag. Ha az ilyen hőmérőt - a vatta benedvesítése után - gyorsan forgatják a levegőben, vagyis a nedves vatta párolgását

©Dr Kuba Gellért. Felhasználásra jogosult : Magyar Építész Kamara és az Építész Továbbképző NKft

meggyorsítják, akkor a száraz és nedves hőmérők által mutatott értékek különböznek, s ez a különbség egyenes arányban változik a levegő relatív nedvesség tartalmával. Így a nedves hőmérséklet segítségével a relatív nedvességtartalom is kifejezhető illetve megmérhető.

Csupán a teljesség kedvéért ismerttjük az átlagos sugárzás mérésére szolgáló **gömb hőmérőt** is. Ez egy 10 cm átmérőjű, feketére patinázott vörösréz gömb, amelynek középpontjában helyezkedik el a hőmérő érzékelője. A fekete felület a hősugarakat elnyelő tulajdonsága következtében, az átlagos felületi sugárzás hatására, felmelegszik, s befelé egy másodlagos sugárzást indít, amely a hőmérő érzékelő közegére hat. Ez a hőmérséklet magasabb lesz, ha a környezeti felületek hőmérséklete magasabb a lég hőmérsékleténél.

A számos méretezésre is szolgáló nomogram közül tájékoztatásul bemutatjuk ez "effektív hőmérséklet" diagramot amelyet még a század elején, a húszas években az ASHRE (American Society of Heating and Airconditioning Engineers) laboratóriumban Houghten, Yaglou és Miller dolgozott ki, szokásos ruházatú emberre vonatkoztatva (19.sz. ábra). Azóta több finomított változata is forgalomba került. A diagram integrálja a száraz hőmérővel és nedves hőmérővel mért hőmérsékletet, tehát a levegő nedvesség tartalmát is és a levegő sebességét is. A diagram kísérleti tapasztalat alapján készült. A három klímakomponens egy-egy közös pontja tükrözi azt a hőérzetet, ami az adott értékek együttes hatására keletkezne egy szokványos ruházatú emberben. A diagram lehetővé teszi, hogy egyetlen adattal kifejezhetővé váljék a hőérzet. **Az effektív hőmérséklet úgy olvasható le, ha a mért száraz és nedves hőmérsékleti értékeket összekötő vonal mentén megkeressük a helyiségben mért vagy várható légsebesség értéket jelző vonal kereszteződési pontját.**

HŐÉRZET TÉLEN

Az optimális **hőérzetet télen, zárt térben**, a szokásos rétegrendű épületekben, a **fűtési mód befolyásolja**. A helyiségek fűtésére használt hagyományos eszközök, a radiátor, konvektor, kályhák, **konvekcióval és egyben sugárzással is alakítják a helyiségekben tartózkodók hőérzetét.**

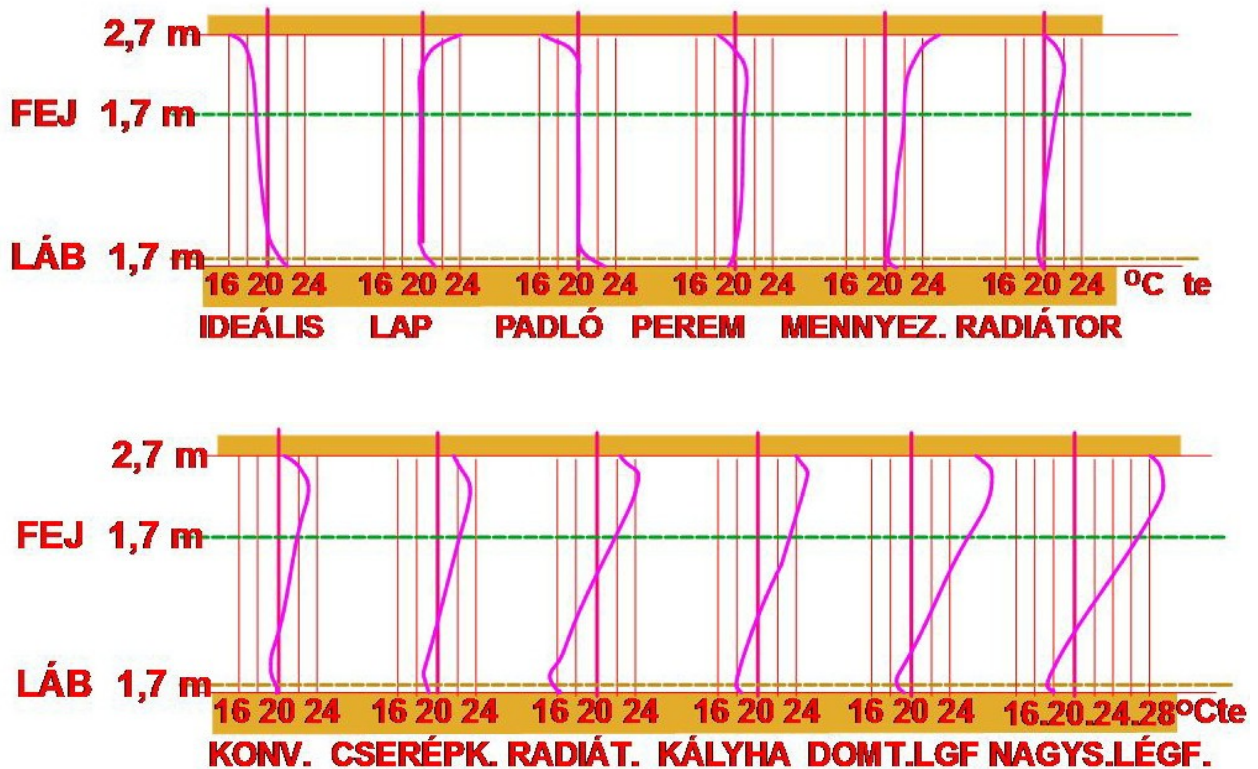
A másik nagy csoportja a fűtő rendszereknek, s ezek napjainkban elterjedt fűtési megoldások, a **sugárzó fűtések**, melyek lehetnek mennyezetről, padlóról és falról sugárzó felületek, csak **sugárzással közlik a hőt** az emberi testfelülettel.

Végül a harmadik csoportba tartoznak a központi, vagy lakásonkénti **légfűtések**, amelyek csak **konvekciósan** fejtik ki hatásukat.

A léghőmérséklettel szemben az **ideális elvárás** az olyan magassági hőmérsékleti eloszlás a helyiségekben, amelynél **a lábközeléi léghőmérsékletek a magasabbak és a fejmagasságaiak az alacsonyabbak**. Ezt az állapotot a konvekciós fűtési rendszerek (radiátor, konvektor, kályha) nem képes megteremteni (20.sz. ábra), mert a konvekciós fűtési módoknál a levegő hőmérséklet szerinti kirétegeződése elkerülhetetlen.

Az ideális léghőmérséklet eloszlást leginkább a sugárzó fűtéssel lehet megközelíteni, mert a helyiség éghőmérséklet eloszlása vízszintes és függőleges irányban is lényegesen egyenletesebb mint konvekciós fűtésnél. A különböző lehetőségek közül a padló fűtés látszik a leginkább alkalmasnak. A kutatók megállapítása szerint, a sugárzó fűtésnél a határoló falak 3°C-kal melegebbek, mint a konvekciós fűtésnél, a légáramlás

sebessége kisebb, ezért a levegő is tisztább, kisebb a porszennyeződése a helyiség levegőjének, alacsonyabb léghőmérséklet mellett alakulhat ki a hőkényelem. A konvekciós fűtésnél a végtagok közötti hőmérséklet különbség $4-6^{\circ}\text{C}$, míg sugárzó fűtés esetén 18°C -ú közepes helyiség hőmérséklet mellett ez a különbség kisebb. A radiátoros fűtésű helyiségekben a levegő baktérium tartalma nagyobb, mint pl. a mennyezeti sugárzó fűtésnél.



20. sz. ábra . A VERTIKÁLIS HŐMÉRSÉKLET MEGOSZLÁS LAKÓHELYISÉGEKBE KÜLÖNBÖZŐ FŰTÉSI RENDSZEREK ESETÉN

Vita van a sugárzó felület megválasztásában, amely lehet mennyezeti, fali és padló fűtés. Újabban propagandát fejtenek ki a **falfűtés** mellett, de ellene szól a helyiségek bútorozhatóságának korlátozottsága, valamint a fűtőfelülettől való változó távolsággal járó hőközlés ingadozása, az **aszimmetrikus hőérzet**. Nagyobb méretű helyiségeknél ilyen fűtési mód szóba sem kerülhet. A **mennyezeti fűtést** a kutatók több szempont miatt is előnytelennek minősítik, különösen olyan munkahelyeken, ahol szellemi munkát végeznek (iskola, iroda), mert a fej melege kellemetlen, s ez a szellemi teljesítőképességet is csökkentheti, álmosít, az ablak közelében ülők lába fázik, a felsőtest túl sok hőt kap stb. Ez a fűtési mód ellentmond annak a kívánságnak is, hogy **lábközelben legyen melegebb**. Egyes kutatók **fontosnak tartják, hogy fejmagasságban a hőmérséklet ne legyen észrevehetően magasabb, mint a padló szintjén, s az eltérés nem haladhatja meg a $2,8^{\circ}\text{C}$ -t**.

A padlófűtéssel jobban megteremthető az ideális állapothoz közel álló hőmérsékleti viszonyok, azonban ennek is vannak hátrányai. Nem, vagy csak korlátozottan használhatóak a természetes burkolatok, mint pl. a parketta, fapadló. Szőnyegpadló alatt rendszeresen használnak padló fűtést, azonban maga a szőnyegpadló használat fokozza az atka veszélyt, valamint a padló felületéről termikus hatásra felszálló levegő magával emeli a légutakat károsító port, szennyeződéseket, állati szőrt és atka ürüléket, továbbá egyéb légszennyező anyagokat. Tehát padló fűtések esetében az ideális a

hideg burkolatok, elsősorban az alacsony energia tartalmú természetes kövek és ezekből gyártott mozaik burkoló lapok. Másodsorban, és ökológiai okokból (a magas energia tartalom miatt), nem ajánlva, tulajdonságainál fogva azonban alkalmas a kerámia lapok használata.

Végül a fűtési rendszerek közül használatosak a **gépi üzemű légfűtések** is konvekciós hőközlésre. A 20.sz. ábra tanúsága szerint a helyiségek hőmérsékleti eloszlása, gépi légfűtés esetén (pl.Domotherm) a legkedvezőtlenebb az összes fűtési rendszer közül. Kisebb térfogatú lakó, vagy egyéb épületekben gravitációs légfűtéssel a fenti hátrányok kiküszöbölhetőek, bár a hőmérséklet szerinti kirétegeződés ez esetben is fennáll. Ha csekély szívó hatás megteremtése érdekében kiskapacitású, alacsony fordulátú szívóventilátort alkalmaznak, akkor ennek segítségével a hőmérsékleti gradiens hőfok különbségei jelentősen kiegyenlíthetőek.

Fűtési időszakban, **kedvező hőérzetet ökológikus építészeti eszközökkel, a falak hatékony külső hőszigetelésével lehet elérni, hogy ezek belső felületi hőmérséklete minél közelebb álló lehessen a belső tér léghőmérsékletéhez.** Meglévő épületeknél, legtöbb esetben, ez a művelet utólagosan is elvégezhető.

Az üvegezett felületek, ablakok nagy hőellenállásával, pl. $k = 0,4 \text{ W/}^\circ\text{Km}^2$ értékkel, két légkamrás, alacsony emissziós üvegezéssel jelentősen lehet a kellemes hőérzetet fokozni. Ugyanis a két légkamrás üvegezések harmadik, belső üvegének felületi hőmérséklete kedvezően megnő az egy légkamrás hőszigetelő üvegezéshez viszonyítva. Meglévő épületek esetében a hőérzetet jelentősen lehet javítani, az energiafogyasztást pedig csökkenteni az ablakok felújításával, az infiltrációs megszüntetésével, az üvegezés cseréjével.

Télen a száraz hőcsere a sugárzás útján lebonyolódó hőcsere jelentős szerepet játszhat. Ennek mértéke kizárólag azon múlik, hogy a környező felületek hőmérséklete milyen mértékben tér el a helyiség léghőmérsékletétől. A külső falak belső felületi hőmérséklete általában alacsonyabb, mint a levegőé. **A kutatások azt bizonyították, hogy a falfelület és léghőmérséklet közötti különbséget fokenként 2-3°C-kal magasabb fűtési léghőmérséklettel kell kompenzálni,** hogy a hőérzet azonos legyen, mint az olyan helyiségben, ahol a felületi hőmérséklet megegyezik a levegőjével. Tehát elsőrendű cél, hogy a fal és üvegfelületek azonos, vagy közel azonos hőmérsékletűvé váljanak a helyiség léghőmérsékletével. A falak külső, mintegy 15-20 cm vastag jó minőségű hőszigetelésével és alacsony emissziós, vagy legalább háromrétegű hőszigetelő üvegezéssel lehet elérni, hogy a falak és az üvegezés környezetében is lehessen tartózkodni olyan kellemetlen hőérzés nélkül, hogy "süt" a fal vagy az üvegezés. Ilyenkor természetesen nem a felületről érkezik hideg kisugárzás, mint ahogyan ez szubjektíven érzékelhető, hanem a test felületéről sugárzás útján alakul ki nagy mértékű hő veszteség. **A hősugárzás a magasabb hőmérsékletű felületről az alacsonyabb hőmérsékletű felület felé szállít energiát. A sugárzás hőszállítása intenzívebb mint a száraz hőcsere másik módjáié, a konvekcióé.** Tehát a hőérzet kialakulásában nagy felületi-léghőmérsékleti különbségek esetén, vagyis rossz hőszigetelő képességű helyiségekben a fő szerepet a hőérzékelésben a sugárzásos hőcsere döntheti el. Érdemes megemlíteni, hogy az elmúlt években hibás döntések - pl a falazóanyaggal való takarékoság következtében - tömegesen épültek az $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (korábban $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) hővédelmi előírást is elhanyagoló falazatú épületek. A szabvány előírások sem voltak kellően előrelátóak, azok mindig az események után haladtak, különösen, ha az energia árak robbanás szerű emelkedésére gondolunk, vagy a még várható emelkedésekre. A hőtechnikai előírások

szigorítása ezen okokból megjósolható. Várhatóan az U hőátbocsátási tényező értéke 0,2-0,15 W/m²K értékekben lesz előírva a térhatároló szerkezetekre. Bölcs dolog, ha az épületek hőveszteségét a lehetőség szerint a legmagasabb fokon gátoljuk.

A sugárzásos hőveszteség ellen lehet ruházkodással védekezni, de ennek szűk határai vannak a kényelemérzés feladása nélkül. A jól hőszigetelt falak és üvegezés esetén - léghőmérséklethez közel eső felületi hőmérsékletekkel - alacsonyabb léghőmérséklet mellett érhető el a kielégítő hőérzet. Ennek az állapotnak egyik előnye a kisebb bőrfelületi páraveszteség, a kedvezőbb relatív nedvesség viszonyok kialakulása a helyiségben, összességében egészségesebb légállapot. Másodlagos előnye környezetvédelmi, vagyis **kevesebb energia felhasználással lehet a kedvező hőérzetet megteremteni.**

HŐKÉNYELEM NYÁRON

A **nyári hőkényelem** a temperált égövön gépészeti berendezések nélkül, energia takarékosan, építészeti eszközökkel is megteremthető. A nyugati országokban széles körben alkalmazott klíma berendezések divatját az utóbbi években hazánkban is igyekeznek elterjeszteni, elsősorban a forgalmazásban érdekeltek. A temperált égövön hűtő, vagy klimatizáló rendszerek használata nélkülözhető mindazon helyiségekben, ahol a fajlagos fő/m² érték nem magas. Magas értéknek kell tekinteni az előadó termeket, mozi, színházat, áruházakat, iskolák, ahol a helyiségben működő egyéb hőleadó berendezések mellett nagyszámú ember is tartózkodik, nagy az emberek sűrűsége. Ezek együttes hőleadása olyan magas lehet, hogy a nyári túlmelegedő időszakban szokványos eszközökkel, pl. mesterséges szellőztetéssel, vagy passzív hűtéssel a hőkényelmi állapot már nem állítható elő. Minden más esetben, **megfelelő árnyékolókkal, a falak kellő hőszigetelése mellett, az épület magas hőkapacitásával, éjjeli átszellőztetéssel, azaz passzív hűtéssel, a kellő hőérzet a temperált klímán kialakítható.** A hagyományos szerkezettel épült házakban, utólagos külső hőszigeteléssel és az üvegezett nyílások árnyékvédelemével, intenzív éjjeli átszellőztetéssel, a szerkezetek lehűtésével, a hőkényelem megteremthető gépi berendezés használata nélkül. **Könnyűszerkezetes épületekben elfogadható nyári beltéri hőállapot általában mesterséges berendezések nélkül nem hozható létre.**

ÁRNYÉKOLÓK NÉLKÜLI ÜVEGEZETT NYÍLÁSOK HATÁSA A BELSŐ LÉGHŐMÉRSÉKLETRE

ÉPÜLET KONSTRUKCIÓ	ÓRÁNKÉNTI LÉGCSERE	A B L A K - F A L A R Á N Y A %					
		0	20	40	60	80	100
KÖNNYŰ SZERKEZET	2	-4,6	1,4	6,4	11	15	18
	10	- 3	0	3	5	7	9
HAGYOMÁNYOS SZERKEZET	2	- 6	- 1	3	7	10	12
	10	- 5	- 3	- 0,7	1	3	4

A BEL ÉS KÜLTÉRI HŐMÉRSÉKLET KÜLÖNBSÉGEK °C-BAN
DÉLIHOMLOKZAT MÖGÖTT LONDONBAN

21. sz. ábra. HELYISÉGEK ÉPÜLETSZERKEZETTŐL FÜGGŐ TÚLMELEGEDÉSE

©Dr Kuba Gellért. Felhasználásra jogosult : Magyar Építész Kamara és az Építész Továbbképző NKft

Hazánkban a túlmelegedő időszak rövid, kb. három hónap. Ezen idő alatt is naponta csak pár óra időtartam az, amikor a hőkényelem felső határát, 26°C-t meghaladó belső hőmérsékletek fordulnak elő. Ennek figyelembevétel indokolatlannak ítélnél az esetek többségében a klímaberendezés használata, pl. iroda helyiségekben, különösen, ha hátrányait is figyelembe vesszük. Beruházási karbantartási költsége magas ezeknek a berendezéseknek. Nagyon gondos karbantartás nélkül a baktériumtenyésztés forrása lehet. A központi klímaberendezések a baktériumokat könnyen terjeszthetik a helyiségek között is, ezért egészségügyileg nem kívánatos a használatuk, mert fokozódik a megbetegedés veszélye. Az energiafogyasztásuk kiemelkedően magas, és ellent mond az ökológus építészet energiatakarékos elveinek, ha a működtetésükhöz használt energia fosszilis eredetű.

Az építészet törekvése napjainkban olyan megvilágítási viszonyokat kíván teremteni a belső térben, amely megközelíti a szabadban kialakuló fényviszonyokat. Ez ökológus szempontból kedvező, de a túlmelegedés veszélye - árnyékoló berendezés hiányában - jelentősen megnő. Az üvegezés arány, az épület szerkezeti rendszere és a szellőztetés mértéke szoros összefüggésben alakítja a belső térben kialakult klimatikus viszonyokat. Az összefüggések szemléltetésére szolgál az 21.sz. ábra.

A táblázat tanúsága szerint már 60%-os üvegezettség mellett semmilyen mértékű óránkénti légcserre mellett sem lehet a külső léghőmérsékleti viszonyokat megteremteni, különösen ha az épület hőkapacitása csekély, mint ez a könnyűszerkezetes épületekre jellemző. Még hagyományos, nagytömegű épületekben is a külső hőmérsékletnél mindenkor magasabb lesz a helyiség léghőmérséklete. Az eltérés mértéke csupán az üvegezett felület arányától függ. Megjegyzendő, hogy a mérési adatok olyan kísérleti épületből származnak, melyben személyek nem tartózkodtak, s berendezési tárgyak sem működtek, tehát nem volt beltéri hőleadás.

Túlmelegedő időszakban hőkényelmet építészeti eszközökkel is el lehet érni, gépi berendezések nélkül, mint a klíma, vagy hűtő berendezés. Az épület helyes építészeti tömegformálásával (legcsekélyebb hőcserélő felület), szerkezeteinek, rétegrendjének célszerű megválasztásával, kellő hőszigeteltségével, árnyékoló szerkezetek alkalmazásával, a temperált égővön, alacsony embersűrűség mellett természetes eszközökkel létrehozható a kedvező nyári hőérzet a helyiségekben .

Épületen belül jó nyári hőérzet megteremtésének feltétele az ökológus építészet **passzív hűtési módszerének alkalmazása**. Ennek érdekében a külső térelhatároló falak belső felületeit jelentősen alacsonyabb hőmérsékletre kell hűteni, mint a belső léghőmérséklet. Ez az állapot, a helyiségek éjszakai intenzív átszellőztetésével és a külső falak olyan mértékű hőszigetelésével érhető el, hogy a nap folyamán, a napsugárzás és a külső léghőmérséklet együttes hatása se emelhesse a fal belső felületi hőmérsékletét. Az üvegezett felületeket napsugárzás ellen kellő hővédelemmel, árnyékolókkal kell ellátni, s a nap túlmelegedő időszakában a szellőztetés a lehető legcsekélyebb kell csökkenteni. Ha ezek a feltételek teljesülnek és éjjel a helyiség olyan mértékben átszellőztetett, hogy napközben a beltéri hőleadás hatására a csekély mértékben felmelegedett falak és a hőelnyelésre alkalmas anyagokat az éjjel a jelentősen alacsonyabb hőmérsékletű levegő lehűti , akkor elérhető, hogy a beltéri léghőmérséklet akár 6-10°C-kal is alacsonyabb lesz, mint a legmagasabb szabadtéri léghőmérséklet.

Figyelemre méltó, hogy a passzív hűtéssel elérhető léghőmérséklet csökkentés értéke, vetekszik a gépi hűtésnél ajánlott, még egészséget nem veszélyeztetőnek tekintett hőmérsékleti értékkel.

Ilyen módon, nyáron a helyiségben a száraz hőcsere, a hűvös falak felé sugárzás útján leadott hő, valamint a hűvös helyiség levegőjének jó konvekciós képessége kellemes hőérzetet teremt. A kedvező hőérzet további fokozása érdekében, lehetőség van egyszerű gépi eszköz, mint pl ventilátor használatára, amely az áramló levegő következtében megnöveli a test felületéről konvekcióval leadott hőcserét.

Összefoglalva elmondható, hogy a helyiségekben még a forró napokon is kialakítható kellemesen hűvös hőérzet, csupán építészeti eszközökkel. Mellőzhetők a mesterséges gépi berendezések, melyek energia igényesek, s az egészséget is veszélyeztethetik.

Fontos megemlíteni, hogy az épületek téli-nyári kedvező hőtechnikai tulajdonságait nem csak az újonnan épülő, de a már meglévő épületeknél, utólagos beavatkozással is meg lehet teremteni. Ezt a lehetőségek azért kívánatos hangsúlyozni, mert napjainkban a meglévő épület állomány ökológiai energetikai felújításának nagyobb a jelentősége, mind a jobb közérzet, mind a környezet védelem, a fosszilis energia használat csökkentése szempontjából, mint majd a jövőben a legkorszerűbb, energiatakarékos eljárásokkal épülő összes épületé.

Szakirodalom:

- | | |
|---------------------|--|
| Dr. Bánhidi László | Zárt Terek Hőérzeti Méretezése
1976. Budapest, Műszaki Könyvkiadó |
| Victor Olgyay | Design With Climate
1963. Princeton, Princeton University Press |
| B. Givoni | Man Climate and Architecture
1969 Amsterdam-London-Newyork
Elsevier Publishing Company Limited |
| Dr. Fekete Iván | Épületfizika Kézikönyv
1985. Budapest Műszaki Könyvkiadó |
| Bánhidi L- Kajtár L | Komfortelmélet
200 BME Szolgáltató Kft |

MELLÉKLETEK

A klimatikus viszonyokban bekövetkezett és további várható negatív változások, a drasztikusan emelkedő és beláthatatlan magasságban torkolló energia árak, az építészeti tervezést arra kényszerítik, hogy feladja az egyoldalú, csak homlokzat centrikus szemléletét. A szakmailag értelemszerűen elfogadható jelenlegi célkitűzés mellett, arra kényszerül, hogy legmagasabb szinten alkalmazza, a tudományok által, az építészet számára felderített új ismereteket és eszközöket az energiatakarékos működés érdekében, a gépi eszközök használatának lehető mellőzésével, a megújuló energiákat passzívan hasznosítsa a maximális hőkényelem elérésére, a **passzív fűtés és hűtés módszerével**.

Ezek az energiatakarékosságot elősegítő építészeti eszközök, nem csak a létesítendő, hanem a meglévő épületállomány számára is hatékonyan felhasználhatóak. Ez a tény annál is inkább jelentős, mert a nemzeti energia felhasználás terén, csak a meglévő épületek energetikai felújítása révén várható országosan kecsegtető eredmény, már
©Dr Kuba Gellért. Felhasználásra jogosult : Magyar Építész Kamara és az Építész Továbbképző NKft

igen rövid, akár egyetlen évtizeden belül is, míg a jövőben épülők – különös tekintettel a napjainkban stagnáló építőiparra – a nemzeti energia fogyasztás arányát aligha fogják kedvezően alakítani.

A PASSZÍV FŰTÉS NEM AZONOS A PASSZÍV HÁZ FOGALMÁVAL!

Sajnálatosan a **passzív ház kifejezés használata** szélesben elterjedt, teljesen **hibás mögöttes tartalommal, értelmezéssel**. Ez annak köszönhető, hogy érdekelt épületgépészeti üzleti körök, ezen az úton, a kifejezést felhasználva, laikusokat, de építészeket is megtévesztve igyekeznek vásárlókra találni.

A **passzív házban**, mint neve is mondja, **nincsenek aktív, azaz gépészeti eszközök**, melyek a megújuló energiaforrásokat hasznosítják! A passzív ház kizárólag építészeti elemei útján nyer energiát a környezetéből. A **passzív ház tervezése kizárólagosan építészeti feladat**, szemben az **aktív házzal**, amely elsősorban gépészeti berendezéseket segítségével hasznosítja a megújuló energiaforrásokat, s tervezése mindenekelőtt, épület gépészeti munkakörbe tartozik. A passzív házba is lehet elhelyezni épületgépészeti, megújuló energiát hasznosító berendezéseket, de ekkor a passzív házból **hibrid ház** lesz. Amennyiben, az az idők során, a gépészeti berendezések köre olyan mértékűre bővül, hogy az adott épület teljes energia szükségletét képes ellátni, akkor **autonóm** (energia ellátású) **házzal** beszélünk.

Minden épületnek először passzívnak kellene lennie, a hatékony energiatakarékosság érdekében, **mielőtt megújuló energiát hasznosító berendezéseket használnának fel**. Ugyanis a passzív háznak a környezetében rendelkezésre álló a megújuló energiaforrásokat először, építészeti eszközök alkalmazásával teljes mértékben ki kell meríteni, és a begyűjtött energiát a lehető legcsekélyebb veszteséggel vissza kell tartani az épületben. Beruházás szempontjából ez a leginkább költségkímélő tervezői eljárás. Amíg ezt az a minőséget az épület nem éri el, addig indokolatlan aktív rendszereket alkalmazni

A passzív ház látványáról felismerhető. Tömör a megjelenése, az épület nem tagolt, üvegezett felületeire nem vetülhet az épület tagozottságából, megformálásából, pl. ereszt, balkonn stb. által keletkező árnyék. A legnagyobb üvegezett felületnek a legkedvezőbb benapozottságot nyújtó égtáj felé kell tekinteni. Környezeti tárgyak nem árnyékolhatják a napenergia felfogását szolgáló üvegezett felületeket. Ha az épület ezektől a jellemző vonásoktól eltért, akkor az eltérés arányában csökken a passzív ház energia megtakarító tulajdonsága. A megjelenési követelményeken felül, a térelhatároló szerkezetek rétegrendjének természetesen ki kell elégíteni a minimális hőforgalom feltételeit is.

Sajnálatosan előfordult, hogy tudományos intézet passzív ház konferenciát rendezett, amelyen a bemutatott épületpéldák, kizárólag aktív eszközökkel nyertek energiát az épületek ellátására a megújuló energiaforrásokból!

A korszerű építészeti tevékenység elősegítésére, a továbbiakban közreadunk néhány szakmai tájékoztatást, a sikeres felhasználás reményében.

TERVEZÉSI SEGÉDLETEK

PASSZÍV FŰTÉS

Épületek kisegítő fűtésére a Nap sugárzó energiáját használjuk. Azért nevezik passzív fűtésnek, mert kizárólag csak az épület saját elemei, a homlokzati felületei, a falak, tetők és üvegezett nyílások által elnyelt energiát hasznosítja. A sugárzó energia felfogására nem kerül felhasználásra olyan (pl. gépészeti) berendezés, épületelem, amely szorosan nem az épület funkcióját szolgálja.

A Nap energiáját többé-kevésbé minden épület hasznosítja, mert a napsugarak a homlokzati felületeket kisebb-nagyobb mértékben érik, ezért beszélünk passzív hasznosításról. A napenergia passzív hasznosítására tervezett épületek azonban sokkal jelentékenyebb mértékben képesek felfogni és tárolni a napenergiát, mint csak egy szokványos épület, mert a passzív fűtés céljára, az épületnek azon elemeit, amelyek a legintenzívebben képesek elnyelni a napenergiát, céltudatosan tájoljuk és ezeket a felületeket a lehető legnagyobbra növeljük, sőt az épületet morfológiailag a kedvező hőcsere szempontjai szerint formázzuk és tájoljuk.

Sikeresen tervezett passzív ház, akár újonnan épült, akár meglévő épület átalakításával készült, képes az első és utolsó fűtési időnyitási hónapban a fűtés kiváltására, azaz a fűtésrendszer kikapcsolását lehetővé teszi két hónapon át, valamint az egész fűtési időnyitásban a fűtési energia felhasználását csökkenti, kisebbíti a $\dot{Q}$ értéket.

A napenergia legintenzívebb elnyelésére az üvegezett felületek képesek. Tudomásul kell venni, hogy az épület homlokzatai, alapjában véve alacsony hatékonyságú elemei a passzív napenergia hasznosításnak. A felfogott energia következtében felmelegedő homlokzati felületről nem indul el hatékony hőáram a magasabb hőmérsékletű belső tér felé, hiszen a hőtranszport iránya belülről kifelé mutat. Mégis, a homlokzati felület felmelegedésének a kifelé irányuló energia transzport fékezésében annyiban van előnyös szerepe, hogy csökkenteni képes a belülről kifelé áramló hő intenzitását. Ugyanis az épület homlokzati hővesztesége a külső-belső felületek hőmérsékleti különbségétől, a ΔT -től függ. Minél kisebb ez az érték, annál alacsonyabb a kifelé tartó hőáram intenzitása, azaz a bekövetkező hőveszteség.

A homlokzati felület fölmelegedése annak hőelnyelő képességétől függ, azaz anyagától, az anyag tömörségétől, és színétől, abszorpciójától. Ezért a homlokzati felület színének meghatározó a jelentősége a $\dot{Q}$ érték csökkentésében. A napsugarakat hatékonyan elnyelő felületű (pl. sötét vörös, zöld, kék) homlokzatok jobban felmelegednek, s ezáltal lecsökken a $\dot{Q}$ értéke, következésképpen kisebb lesz a kifelé tartó hőáram, azaz a hőveszteség.

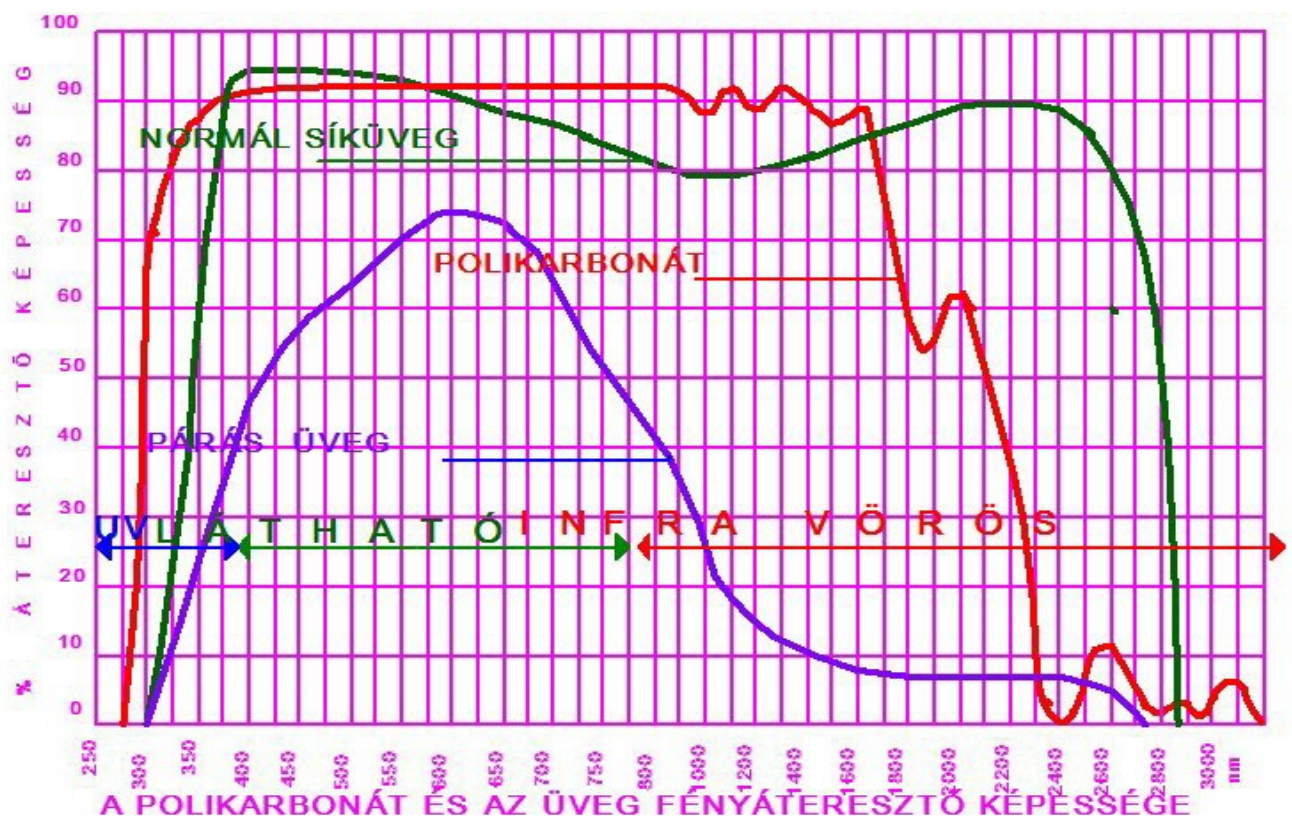
Az üveg szelektív tulajdonságát jól érvényesíthetjük a napenergia befogására, amelynek fizikai oka, hogy a látható 380-780 nm közötti hullámhossz tartományban érkező sugarak viszonylag csekély csökkenéssel áthatolnak az üvegen, és a fotonok

belül leadják mozgási energiájukat. Az üveg mögött, hőelnyelésre alkalmas anyagok felmelegszenek, majd másodlagos sugárzást bocsátanak ki, amelyek már messze a 10000 nm fölötti tartományba tartoznak, melyek már képtelenek az üvegen áthalolni, visszatérni a szabadba, mert az üveg számukra már tömör, áthatolhatatlan felületként működik. Lásd 22.sz. ábrát.

A teljes napspektrum energia hozama jó megközelítéssel alapvetően megfeleezhető. Az Ultraviola tartományhoz (290-380 nm) 7 %, a láthatóhoz (380-780 nm) 41 % napenergia hozam tartozik. A maradék 52 % az infrasugárzás hozadéka, amely a 7800-30 000 nm hullámhossz tartományig terjed. Azonban a 10 000 nm-nél hosszabb sugarak számára az üveg „vak”, ebbe a hullámhossz tartományba tartozó sugarak már nem hatolhatnak át az üvegen. Ez a folyamat jól leolvasható a 22.sz. ábráról, az építészeti üveg transzmissziós görbéjéről.

Így a nem látható ultraviola sugárzás teljes tartománya és az infravörös 10 000 nm fölötti tartománya nem járul hozzá épületeink passzív fűtéséhez, mert nincsen számottevő energia tartalmuk. Az alábbi ábra szemlélteti, hogy az építészeti üvegeknek 2500 nm hullámhossz fölött, gyakorlatilag már nincsen energia átbocsátása az infravörös tartományban, különösen ha bepárásodnak. Az infravörös sugárzás 780-2500 nm-ig terjedő tartománynak, gyakorlatilag nincsen értékelhető energia hozadéka.

Az építészeti üvegek sugárzás átbocsátását megjelenítő görbe magyarázatot ad, hogy az üvegen behatolt sugárzásnak hatására gerjedő hő sugaraknak, amelyek messze a 10000 nm-es tartományban ébrednek, már nincsen módjuk visszatérni a külső térbe. Ez az úgynevezett üvegházhatás fizikai magyarázata. De ez az oka az árnyékvédelem nélküli épületek nyári túlmelegedésének is.



22.sz. ábra ÁTLÁTSZÓ ANYAGOK SUGÁRZÁST ÁTBOCSÁTÓ KÉPESSÉGE

A PASSZÍV FŰTÉS ÉPÍTÉSZETI ESZKÖZEI

Az épületek önmaguktól is elnyelik a napenergiát, hiszen ennek következtében alakul ki a helyiségek nyári túlmelegedése is. Azonban, ha a tervezés szempontja már a kiindulásnál célul tűzik ki, hogy a lehető legintenzívebben fel kívánja használni a rendelkezésre álló napsugárzást az épület fűtőenergia szükségletének csökkentésére, részleges kiváltására, akkor, teljesítenie kell néhány alapvető követelményt. Az alábbi felsorolás nem rangsor szerinti összeállítás. Az alábbi követelmények listájából, bármelyik hiánya, vagy nem teljesülése, a passzív fűtés eredményességét, azaz az energia takarékoság hatékonyságát csökkenti.

PASSZÍV HÁZAK ALAPKÖVETELMÉNYEI

1. LEHETŐ LEGKISEBB HŐCSERÉLŐ FELÜLET

1. Az **épület hőcserélő felületének**, amely a szabad térrel találkozik, a **lehető legkisebbnek**, azaz az alaprajznak tömörnek, feltagozódás nélkülinek **kell lennie**, hogy a az elnyelt napenergia minél kisebb hányadát veszíthesse el. Magas tetős és tetőtér beépítéses épületek esetében ez a követelmény a tetőformára is vonatkozik, tehát az épület teljes köpenyére, amely a szabad levegővel érintkezik. Az alábbi ábra szemlélteti, hogy azonos alapterület mellett az alaprajzi körvonal változtatásával jelentősen megnő az épület hőcserélő köpeny felülete. Az építészetben igen gyakori az a hibás gyakorlat, az indokolatlanul feltördelt tömegképzés, amelynek természetes következménye a megnövelt homlokzati felület, s ennek következtében keletkező többlet fűtési költség, többlet környezet szennyezés. E mögött a gyakorlat mögött a homlokzat formai gazdagításának törekvése állhat.



23.sz. ábra AZ ÉPÜLET ALAKZAT BEFOLYÁSOLJA A HŐCSERÉLŐ FELÜLET NÖVEKEDÉSÉT AZAZ A HŐVESZTESÉG MÉRTÉKÉT

2. NAGY HŐKAPACITÁS

2. Az épületnek **magas hőkapacitással kell rendelkeznie**, hogy az elnyelt napenergiát el lehessen tárolni az épület szerkezeteiben. Ezért alkalmatlan a könnyűszerkezetes épület a passzív fűtésre, mert nincsen hőtároló képessége. Kevésbé alkalmasak a lyukacsos falazóelemek is, nem csak az anyagihiány következtében kisebbedett hőkapacitásuk miatt, hanem mert a hőáramnak hosszú utat is kell megtennie, hogy a hőre létrejőjön a falazaton belül, az adott szerkezet hűvösebb zónájának hőmérséklete emelkedhessen.

A magas hőkapacitással rendelkező elemek használata hőtárolásra, mint falak, födémek, stb., csak akkor működhetnek hatékonyan, ha az épület által felfogott napenergia közvetlen sugárzás, vagy konvekció útján el is érheti ezek felületeit, tehát nincsenek berendezési tárgyakkal fedve, vagy egyéb módon akadályozva a hőcserével szemben.

Ebből a szempontból a legjobban hasznosítható épület elem a födém, különösen, ha az kellően tömör szerkezetű. A teherhordó és egyéb szerkezetek belső felületei, akkor képesek hatékonyan elnyelni a hőt a levegőből, ha a felületük anyaga tömör, sima, jól vezeti a hőt, pl. mentesek a tapétázástól, vagy egyéb hőátadást akadályozó bevonatoktól, burkolatoktól.

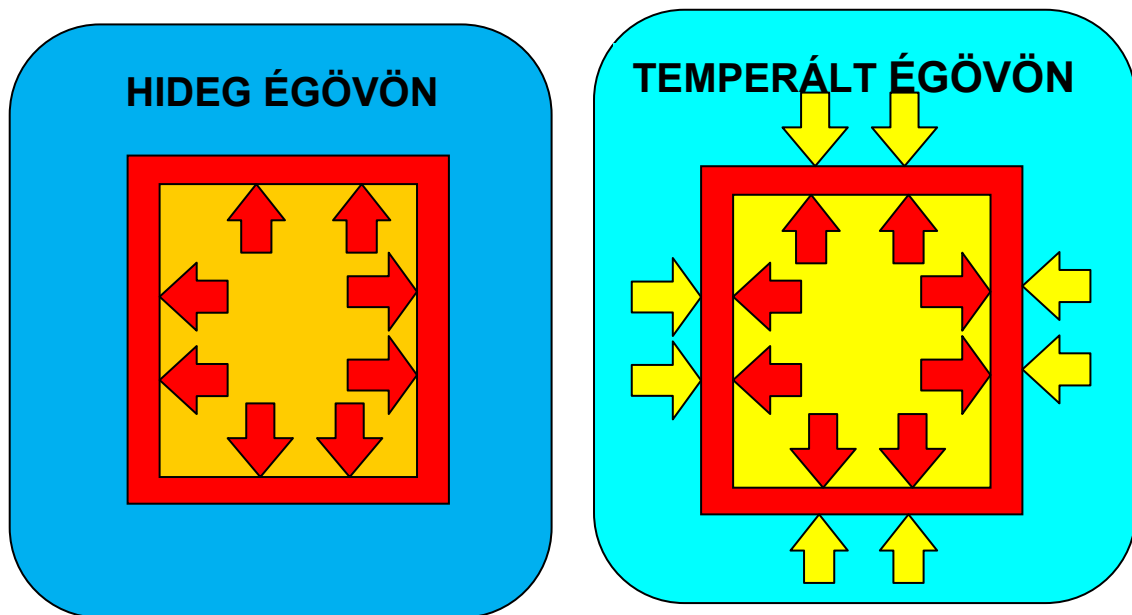
3. FOKOZOTT HŐSZIGETELÉS

3. Az épület hőcserélő köpenyfelületének csökkentése mellett, a hőveszteség mértékét a térelhatároló szerkezetek hőáramot csökkentő képessége, azaz **jó hőszigetelő tulajdonsága** alapvetően meghatározza. A hagyományos épületek egyhéjú térelhatároló szerkezeteinek a teherviselés, a hőszigetelés, a hőtárolás valamint a homlokzati megjelenés, négyfunkciós feladatát kell ellátni, egyetlen anyag, pl. kő, föld, égetett téglával felhasználásával. Az ipar nem kínál olyan építőanyagot, amely mind a négy funkció betöltésére fizikailag a legoptimálisabb lenne. Ezért ésszerű, ha az építő anyagokat rétegesen, az adott funkciónak legmegfelelőbb fizikai tulajdonság szerint választjuk ki, s egyhéjú külső térelhatároló szerkezet helyett, többretegű szerkezeteket használunk. **Tudomásul kell venni, hogy egyhéjú térelhatároló szerkezettel az elvárhatóan hatékony energiatakarékosságot nem lehet megoldani.**

Többretegű, úgynevezett szendvics szerkezetek használata esetén, teherviselésre a tömör téglával a legalkalmasabb, amelynek szilárdságán felül, nagy hőelnyelő-hőtároló képessége is van. Nagymennyiségű hő elnyelésére alkalmas, úgy, hogy közben hőmérséklete szinte alig változik. Az elnyelt hő képes hosszasan tárolni. Ennek a tulajdonságának köszönhető, hogy évezredek óta sikeresen használták kemencék számára is.

A tömör téglák használatával szemben elterjedt a soklyukú, könnyített falazó elemek alkalmazása. A lyukacsos, porózus falazó elemeket a hideg égővű, északi államokban találták ki, akkor, amikor, még semmilyen hőszigetelő anyagot nem

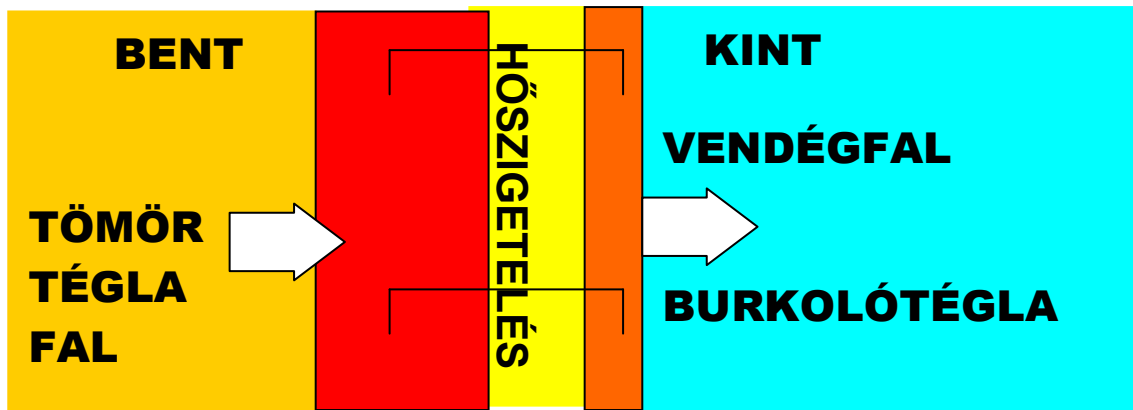
forgalmaztak az építőiparban, hogy javítsák az épületek hőszigetelő képességét. Azonban a falazóelemek tömegük nagyobb részét elvesztették, miáltal megszűnt a hőtároló képességük is. Az északi, hűvös, hideg klímán ez a szerkezet meg is felelt, a hőtároló képesség elvesztése nem okozott gondot. A hazai kontinentális típusú klímánkon viszont, a lyukacsos téglá alkalmatlan, mert egyik legfontosabb tulajdonsága, a hőtároló képesség, szinte teljesen megszűnt. Fontos tény, hogy temperált égővön, a hő nem csak kifelé, hanem befelé is áramlik, szemben a hideg hőmérsékletű országok klímájával, ahol a belső tér hője, szinte az egész évben csak kifelé áramlik. A hőkapacitással nem rendelkező építőanyagok alkalmazása esetén, nyáron, kánikula idején, az ilyen épületekben, csak mesterségesen, gépi berendezésekkel lehet a hőkényelmet fenntartani. A könnyített, lyukacsos, porózus építőanyagok használata importált termék, amelyet nem hazai éghajlatunk céljára fejlesztettek ki, s ezért a mi klímánkon alkalmatlanok.



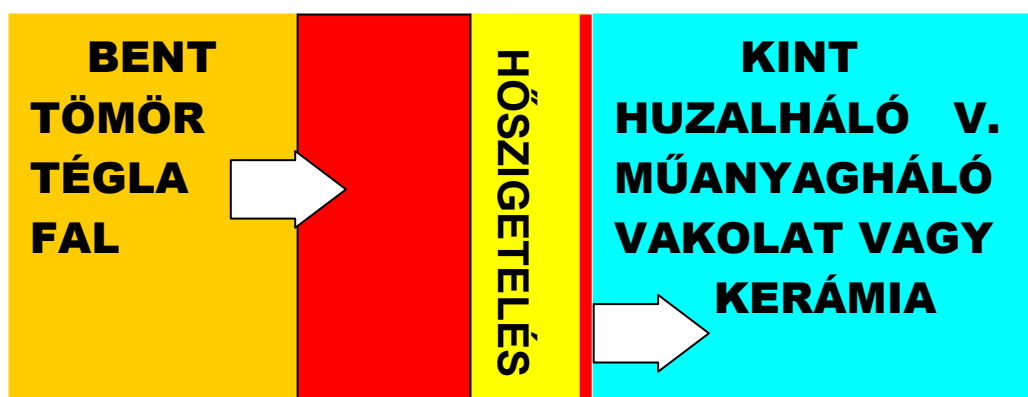
24.sz.ábra ÉSZAKON CSAK KIFELEÉ DE TEMPERÁLT ÉGÖVÖN BEFELE ÉS ÁRAMLIK HŐ

A porózus építőanyagok nyomasztóan agresszív forgalmazásának oka, a gyártó extra profitjában rejlik. Ezeket az anyagokat magasabb áron forgalmazzák, a „jobb hőszigetelő” képesség okán, de arról nem történik említés, hogy egyik alapvető funkciója, a hőtároló képesség hiányzik. Továbbá azzal kecsegtetnek, hogy egyhéjú szerkezettel is kielégíthető a jelenlegi hővédelmi követelmény. Ez kedvezőnek tűnik mind az építető, mind a tervező számára, de ismeretlen a használatának negatív következménye. Ugyanis hatékony energiatakarékosság, kiemelkedően jó hőszigetelés, agyagból, vagy egyéb porózus szilárd anyagokból készült elemekkel nem teljesíthető.

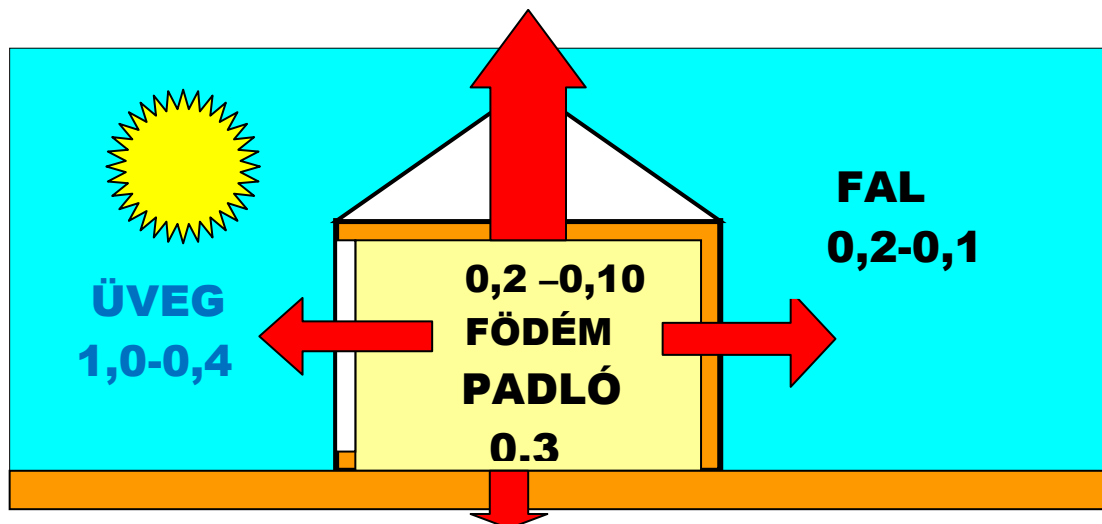
A porózus téglákat gyártóknak az extra profit a magasabb árból keletkezik, de mindenekelőtt abból, hogy lyukat, levegőt adnak el, mert az üres térből hiányzó anyag, pl. agyag, amelynek sem kibányászási, érlelési, de főként kiégetési energia költsége nincsen, s ez megtakarítható. A kereskedelmi félrevezető hírverés következtében épülnek a nyáron elviselhetetlenül forró helységű épületek.



25.sz.ábra RÉTEGES KÜLSŐ TÉRELHATÁROLÓ FALAZAT BURKOLÓ TÉGLÁVAL



26.sz.ábra RÉTEGES KÜLSŐ TÉRELHATÁROLÓ FALAZAT VAKOLATTAL



27.sz.ábra PASSZÍV NAPHÁZ SZÁMÁRA JAVASOLT HŐSZIGETELÉSI

A többrétegű falak kiemelkedő hőtechnikai előnye, hogy egyrészt a hőszigetelés értéke széles határok között, szabadon megválasztható, másrészt a hőellenállás olyan mértékűre fokozható, amely szilárd anyagokkal az ésszerűség határain belül nem teljesíthető.

4. MAXIMÁLIS BENAPOZÁS

A passzívan, napenergia rásegítéssel fűtött ház teljesítménye akkor a legnagyobb, ha a Nap sugárzását elnyelő üvegfelületei besugárzás szempontjából a legkedvezőbb égtáj felé vannak tájolva. Az égtáj szerinti energia hozam a köztudatban a déli tájolás iránya. Ez a nézet, arra alapozódik, hogy látszólag délben jár a legmagasabban a Nap, s a napsugarak a legrövidebb utat teszik meg a légkörön, amelynek csökkentő-szűrő hatása van. Elvileg ez a megközelítés helyes is lenne, ha az atmoszféra összetétele soha nem változna. Azonban közbe szól az időjárás, amely a klímaelemek valamilyen ismétlődő összetétele, s nem elhanyagolható módon megváltoztatják a helyi légkört.

A napsugarakat a legnagyobb mértékben a vízpára nyeli el, kisebb mértékben a légköri szennyeződések. Ismert tény, hogy földrajzi tájegységenként az időjárás jellemzően eltér egymástól. A helyi időjárás jellemzőit a topográfiai viszonyok, vízfelületek, növényzet sűrűsége meghatározott módon alakítja. Ennek következtében, ha optimálisan kívánjuk hasznosítani a Nap energiáját, akkor nagy előnyt jelent a tájegységenként, az égtájak szerint várható bejövő energia mennyiségek ismerete, hogy a felfogó felületet a legnagyobb hozam irányába tájolhassuk.

A tervezési munka megkönnyítésére, az építészet számára készült a **SunArch** elnevezésű program, amely a Nap látszólagos égi pályájának sztereografikus ábrázolásával és számszerűsített meteorológiai adatokkal, lehetővé teszi, a napenergia hasznosításával kapcsolatos minden művelet elvégzését. A benapozás, árnyékolás és napenergia optimális hozamának tervezését. Az Országos Meteorológiai Szolgálattól vásárolt, tizenöt évet átfedő sugárzási adatokat használva, Magyarország négy klímaregiójára kiterjesztve szolgáltat számszerű és diagramban megjeleníthető energia adatokat, szórt és közvetlen komponensek, avagy összesítve, globál sugárzás formájában, tetszőlegesen tájolt, vagy dőlésű felületre. Az alábbiakban, Magyarország négy klímazónájában, a tájolástól függő, a fűtési időnyben a függőleges felületre érkező napenergia hozamok olvashatóak le, szabad égboltkörvonal esetén.

A szoláris diagramokon a piros szín a direkt sugárzás tájolás szerinti hozamát, a kék a szórt és a sárga, azaz, a globál sugárzás pedig ezek összegét határoolja. A sárga szín, a globál sugárzás zónájában a fekete vonal, a 3 mm vastag üveg mögötti értékeket képviseli. Az üvegezés vastagságának nincsen különösebb jelentősége a transzmisszió tekintetében. Hanem csak az optikai felületek száma bír jelentőséggel. Hőszigetelő üvegeknél, gyártók táblázatban megadják a teljes transzmissziós veszteséget a légkamrák számának, azaz az optikai felületek számának függvényében.

Új épület tervezésénél, az egyéb kötöttségek figyelembevétele mellett is ki lehet választani azt a homlokzatot, ahová a passzív fűtés célját leginkább segítő üvegezett nyílást, vagy nyílásokat célszerű telepíteni. Illetve melyik a lehetőségek közül a legkedvezőbb égtáj, amelynek irányában a homlokzati felületet célszerű növelni.

Meglévő épület passzív fűtésűvé alakításánál is ezek a diagramok nyújtanak objektív segítséget a lehető legtöbb napenergia begyűjtéséhez.

Részben fedett égbolt esetén, a program által, akár szerkesztéssel, akár fényképezés útján, a csak szabad égboltról várható energiahozamok is megállapíthatóak.

Passzív fűtés alkalmazása esetén, a napenergia felfogására szolgáló üvegezett nyílás mindenfajta árnyékoltságát kerülni kell. Eresz, erkély, vagy egyéb árnyékoló vető elemek a fűtési idényben nem akadályozhatják a benapozottságot. Gyakran lehet találkozni olyan, tévesen passzív háznak mondott épülettel, amelynek sem a körvonal rajza nem követi a célszerűség követelményeit, sem az üveg felületei nem mentesek a árnyékoló vető felületektől, például mélyen előre nyúló ereszekről. Az üvegezés előtt eltakart zenit súlyos napenergia hozam veszteséget okoz, mert a legnagyobb fénysűrűség az égbolt legmagasabb pontjáról érkezik.

A csatolt 27-30 sz. diagramokon a napenergia intenzitás eloszlás mintázata nem szimmetrikus az Észak - Dél tengelyre, mert, bár a látszólagos égi nappálya szimmetriát mutat, azonban a bejövő napsugarakat szűrő légköri változások nem követik ezt a szabályt. A mintázatban fellelhető aszimmetriák, a délelőtti-délutáni időjárás különbségből, mindenekelőtt az égbolt felhősödéséből adódnak. A fűtési időszakban nem is nagyon szembetűnő ez a jellegzetesség, úgy mint a tavaszi és nyári időszakban, amikor a verőfényes reggeli órákat később erős befelhősödés, majd záporok követik rendszeres ismétlődéssel, elfedve a délutáni égboltot a napsugarak előtt.

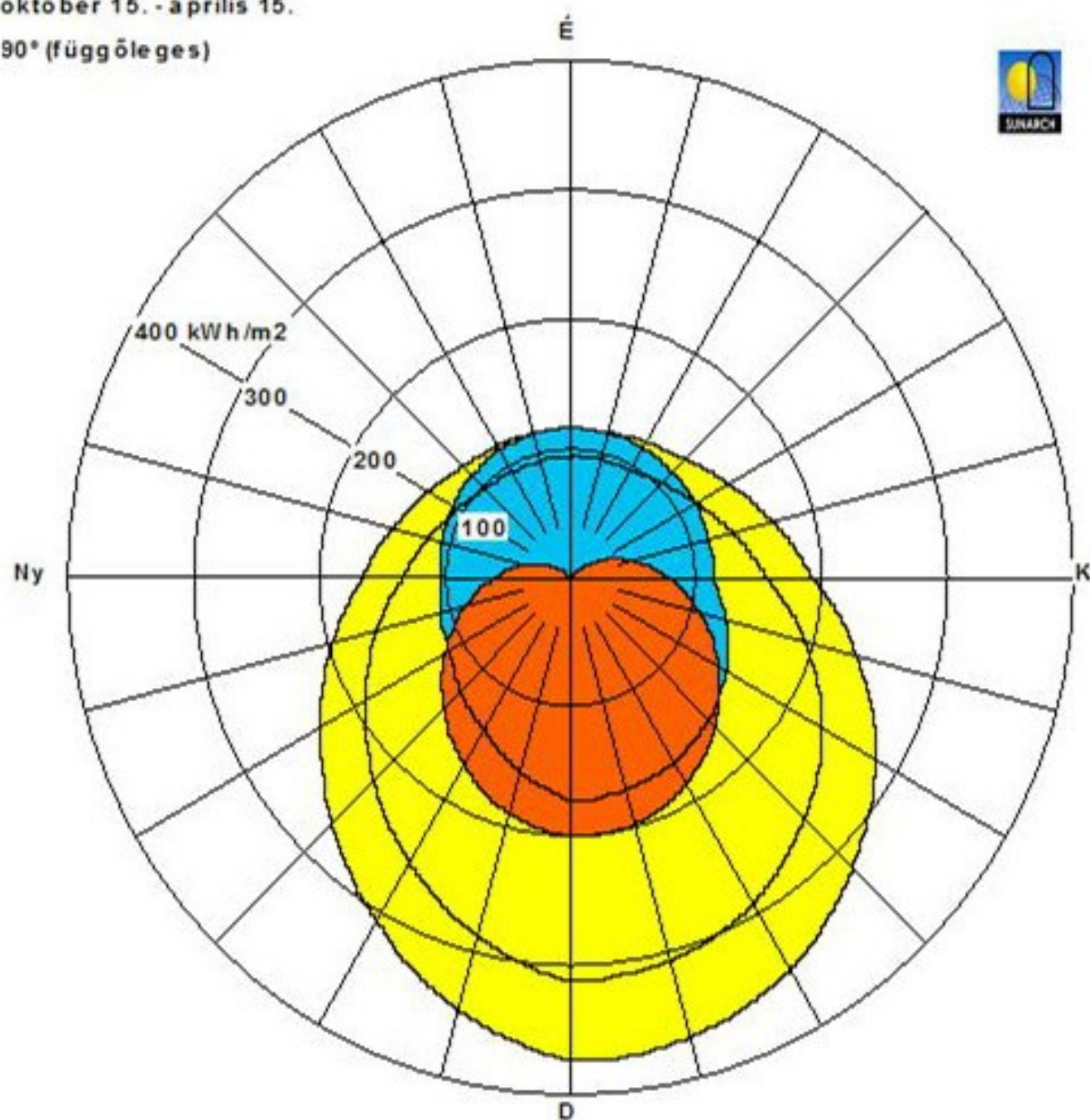
Meglévő épületek passzív házzá alakításánál a nyílások megnövelésével is fokozható a befogott napenergia mennyisége. A nagyobb költségek elkerülése okán, rendszerint csak a mellvéd fal kibontására és beüvegezésére kínálkozik lehetőség. Ha anyagilag mód van a hatékonyság javítására, akkor homlokzatok elé épített üvegfalal, azaz télikerttel lehet elérni a legjobb eredményt. Ennek költsége az energia megtakarítás által igen rövid időn belüli megtérül. Télikerteknél nem a függőleges, hanem az üvegezett tetőfelület a leghatékonyabb elem a napenergia felfogása tekintetében. A függőleges üvegezés, a legjobb esetben is, ha nincsenek környezetében égboltot takaró tárgyak, csak a fél égboltot „látja” 90°-ban, de a tető üvegezésének akár 240°-os is lehet a „látószöge”.

A napenergia hasznosítás szempontjából nem csak a déli – délkeleti - délnyugati homlokzatok tekintendők előnyösnek, mert a fűtési idényben, a gyakran felhővel takart égboltról, jelentős az üvegezett felületekre érkező szórt energia hányada is. Hazánkban egyébként is nagyobb a szórt energia hozama, mint a direkt sugárzása. A klímakörzeteket megjelenítő diagramokról is leolvasható, hogy a fűtési idényben csak Budapest klímakörzetében fordul elő, hogy a direkt energiahozam markánsan meghaladja a szórt energiahozamot egy bizonyos tájolás irányában.

A napenergia hasznosításnak leghatékonyabb eszköze az olyan télikert rendszer, amely a teljes épület homlokzati felületét körbeöleli. Ez az épület, fizikai értelemben egy napkollektor belsejébe kerül. A télikert alkalmazásával támogatott passzív energiahasznosításnak mérésrel rögzített eredményét az alábbi ábrák szemléltetik

Az épület déli homlokzata előtt olyan télikert épült (31.sz. ábra), amelynek üvegezése szokványos hőszigetelő üveg $U=3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Hőtárolás céljára a talajra fektetett, vörös kerámiával burkolt 20 cm vastag vasbeton lemez készült, továbbá a hőszigetelés előtt, bontott nagyméretű téglából fél téglavastagságú vendégfal épült

október 15. - április 15.
90° (függőleges)



SUGÁRZÁSOK



DIREKT



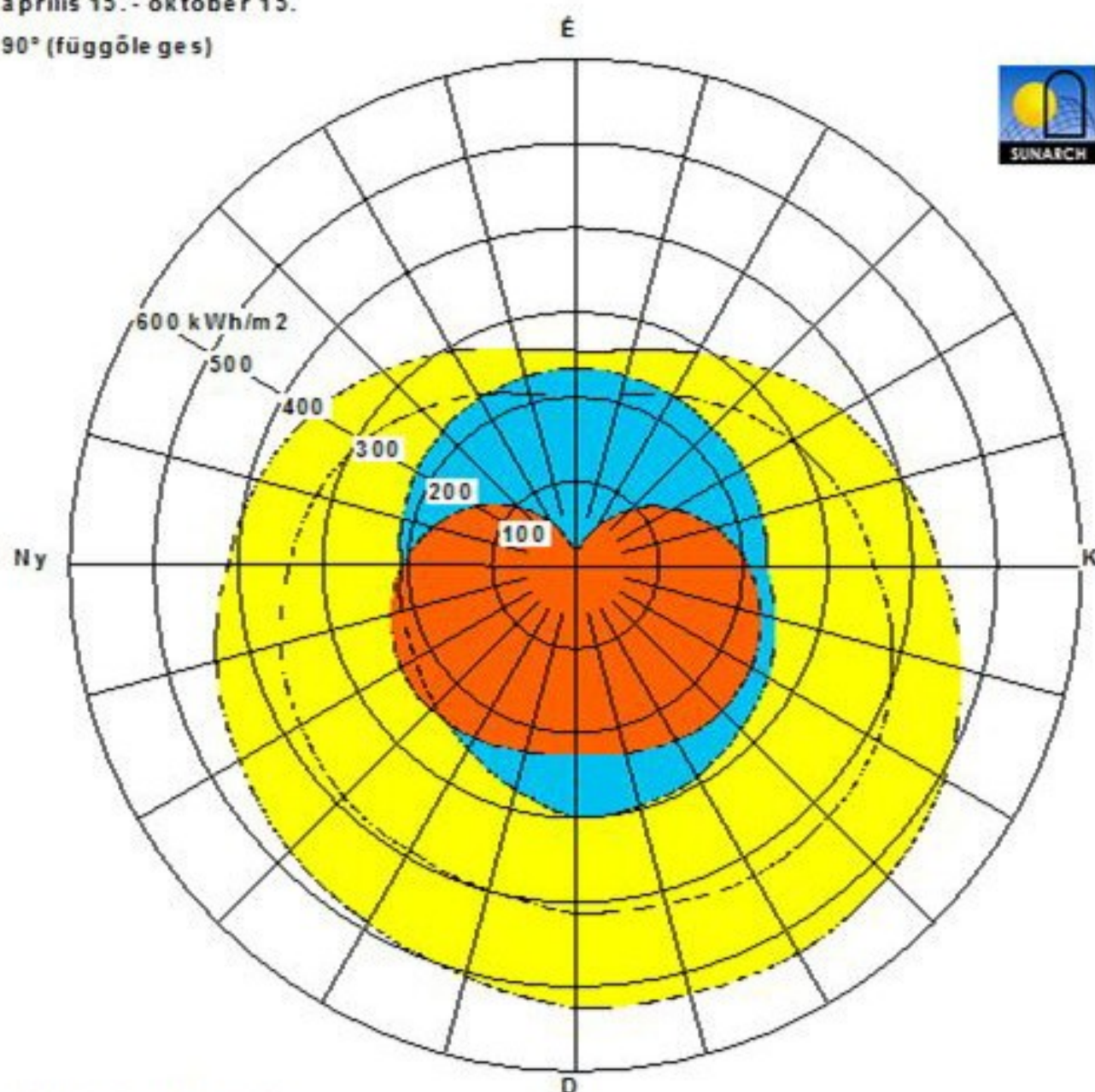
SZÓRT



ÖSSZESEN: GLOBÁL

FÜGGŐLEGES FELÜLETEK TÁJOLÁS SZERINTI NAPENERGIA HOZAMAI BUDAPESTEN A FŰTÉSI IDÉNYBEN

április 15. - október 15.
90° (függőleges)



SUGÁRZÁSOK



IREKT



SZÓRT

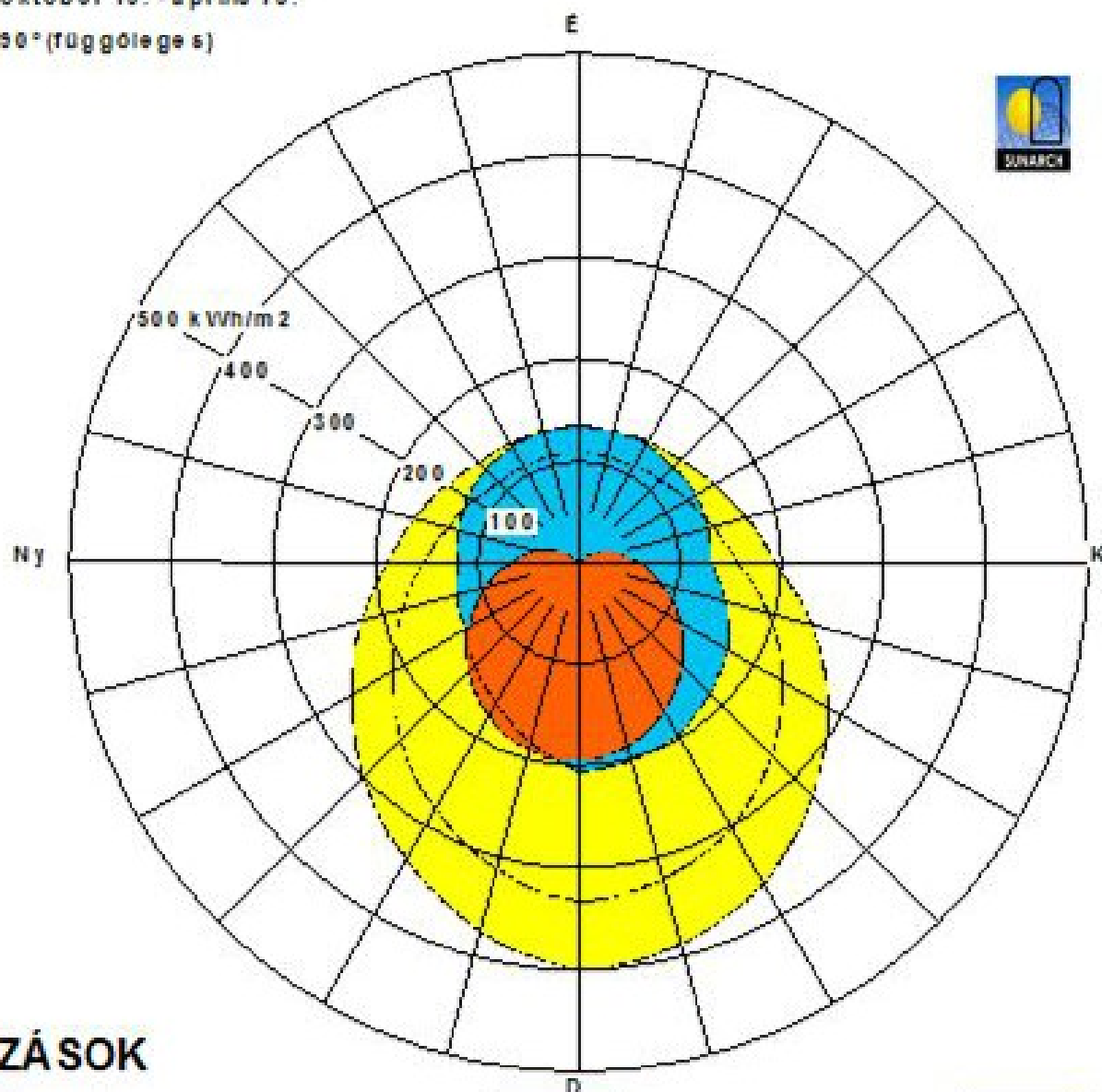
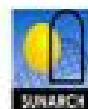


ÖSSZESEN: GLOBÁL

**FÜGGŐLEGES FELÜLETEK
TÁJOLÁS SZERINTI NAPENERGIA HOZAMAI
DEBRECENBEN A FŰTÉSI IDÉNYYBEN**
SUNARCH

28.SZ. ÁBRA

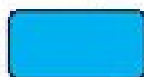
október 15. - április 15.
90° (függőleges)



SUGÁRZÁSOK



DIREKT



SZÓRT



ÖSSZESEN: GLOBÁL

FÜGGŐLEGES FELÜLETEK TÁJOLÁS SZERINTI NAPENERGIA HOZAMAI SZEGEDEN A FŰTÉSI IDÉNYBEN

SUNARCH

29.sz.ábra

október 15. - április 15.

90° (függőleges)



SUGÁRZÁSOK



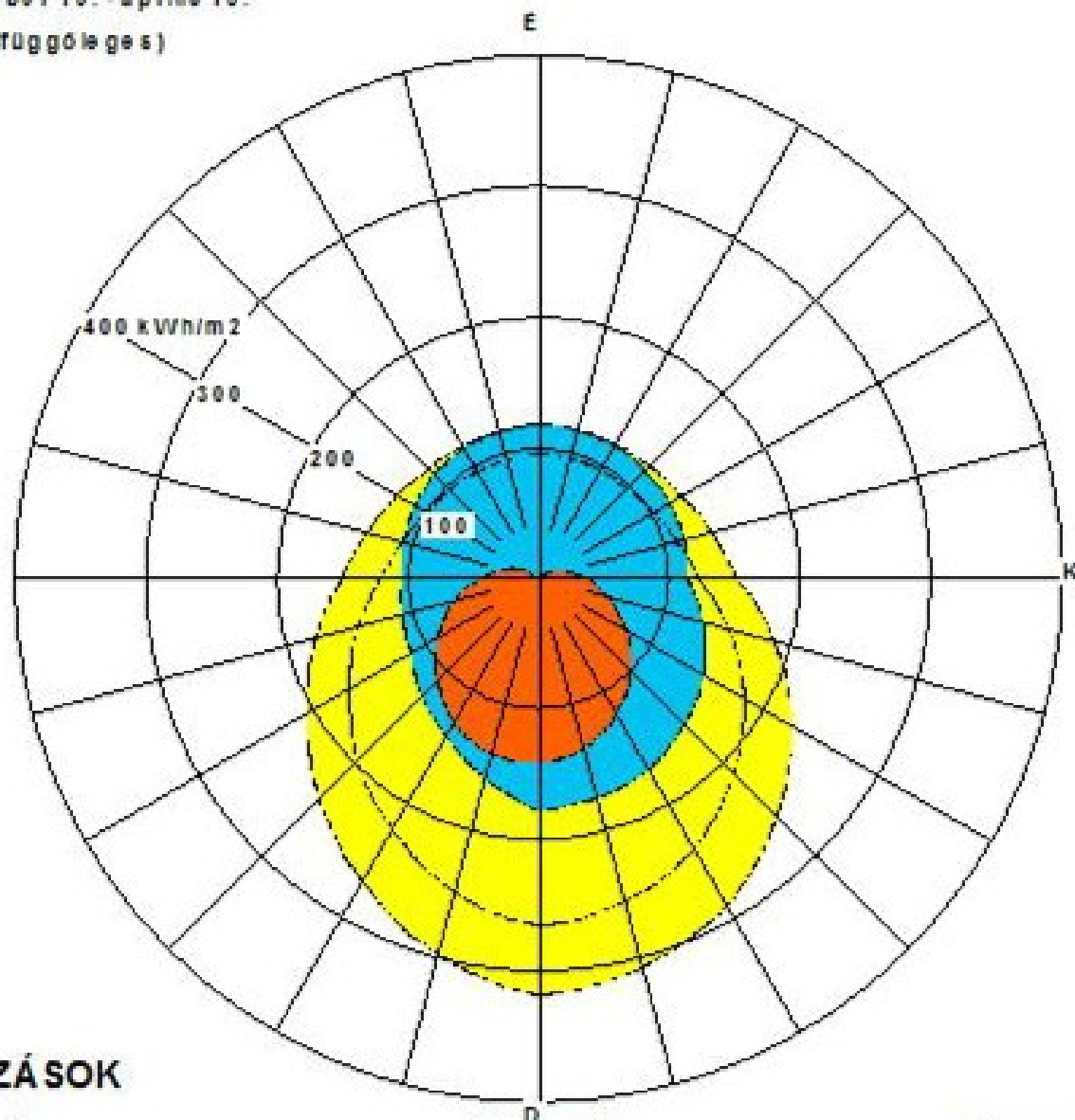
DIREKT



SZÓRT



ÖSSZESEN: GLOBÁL



FÜGGŐLEGES FELÜLETEK TÁJOLÁS SZERINTI NAPENERGIA HOZAMAI SOPRONBAN A FŰTÉSI IDÉNYBEN

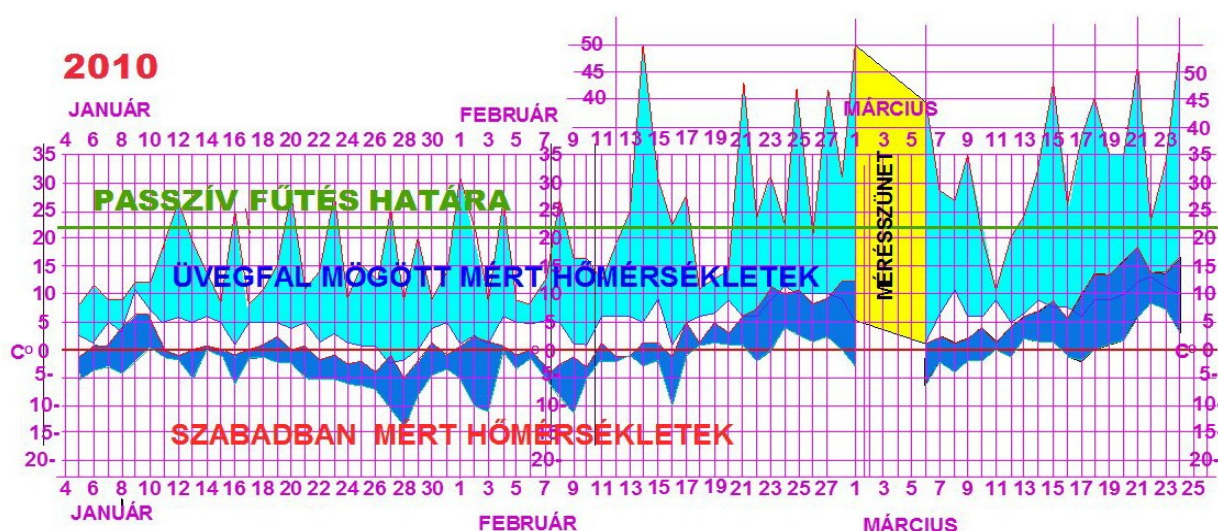
SUNARCH

30.sz. ábra

A napi külső-belső legalacsonyabb és legmagasabb hőmérsékleti értékeket maximum-minimum hőmérővel naponta rögzítették a szabad térben és a fűtés nélküli télikertben. A mérési értékeket rögzítő diagram tanúsága szerint, a télikertben, 0°C alatti hőmérséklet csak -10°C külső hőmérséklet idején fordult elő. Azonban az egész mérési időszak alatt a télikert legalacsonyabb hőmérséklet tartománya tíz fokkal magasabb volt mint ugyan ott kint. Ez fűtés szempontjából egyenértékű, mint ha az épület mediterrán éghajlati környezetbe állna. A vastag zöld vonal alatti világoskék zóna a fűtésre rásegítő energia nyereséget jeleníti meg, s a 22°C fölötti zóna a fűtés kiváltását szolgáló hasznosított megújuló energiáról tanúskodik (32,33.sz. ábrák). A mérési diagramok meggyőzően tanúsítják a passzív fűtésben betöltött szerepüket.

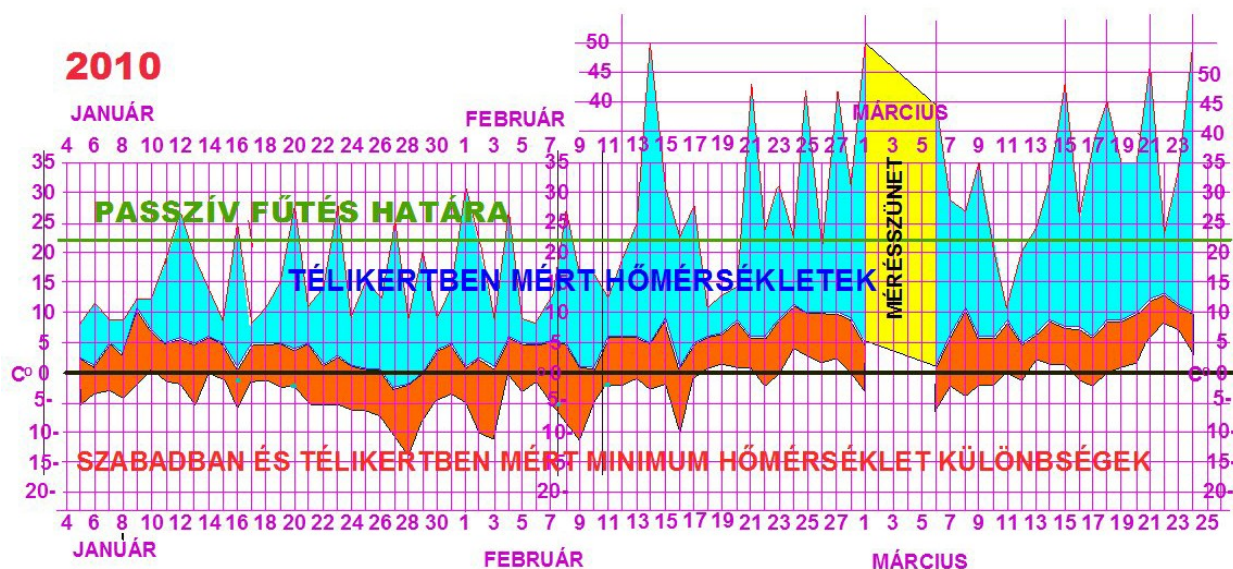


31.sz.ábra AZ ÉPÜLET TELJES DÉLI HOMLOKZATÁT TÉLIKERT FEDI



FŰTETLEN TÉLIKERTBEN ÉS SZABADTÉRBE MÉRT HŐMÉRSÉKLETEK ÖSSZEHOSONLÍTÁSA

32.sz ábra A NAPI SZÉLSŐ HŐMÉRSÉKLETEK DIAGRAMJA



FŰTETLEN TÉLIKERT NAPENERGIA HOZAMA

33.sz. ábra A TÉLIKERT ÁLTAL HASZNOSÍTOTT NAPENERGIA

A télikertek hatékonyság szerint két fő csoportra oszthatóak, olyanra, amely tömegével hozzá épített (34.sz. ábra) és amely az épületbe integrál típus (35-37 sz. ábrák). Az épülethez hozzá épített a legkevésbé hatékony, mert ezeknek nagy a függőleges üvegezése, amelynek csekély napenergia elnyelő képességgel, szemben a nagy energia elnyelő képességű tető üvegezéssel. A kevesebb napenergiát elnyelő függőleges üvegezésen át nagy a hőveszteség. Ezért ha lehet a függőleges üvegezés arányát csökkenteni, úgy, hogy a tetőüvegezés ne csökkenjen, akkor a begyűjtött napenergiából, a legkevesebb megy veszendőbe. Ilyenek az épület tömegébe félig, vagy teljesen integrált télikertek (43. sz. ábra). Ezek sorában a legjobb eredményt az üvegtetővel ellátott átrium háztól várhatjuk (38.sz.ábra), amelynek nincsen hőveszteséget okozó függőleges üvegezése.

Az üvegfal alkalmazása az épület előtt egy második héjként (39.sz. ábra), földszintes és több, akár sok emeletes épületek esetében is számos (44-47.sz. ábrák) kedvező hatást fejt ki. Nem csak a napenergia hasznosításával kedvezően alakíthatja a fűtési energia használatot, hanem megvédi az épületeket az időjárási eróziótól. Különös jelentősége a festett felületek esetében, de még inkább a fa felületek esetében jelentkezik. Az időjárásnak kitett fa felületek megvédésére nincsen bevonat. Az ultraviola sugárzás nagy erejű fotonjai lebontják a festék molekulák kötéseit. De minthogy a normál síküveg az UV sugárzásnak éppen azon hullámhosszait nem bocsátja át, amelyek a legnagyobb roncsolást védik, az üvegezés mögött a fa felületek hosszan megőrzik megjelenésüket felújítás nélkül.

Második héjazat készítése üvegből a homlokzat előtt, a hővédelem és homlokzat konzerváláson felül, azzal az előnnyel kecsegtet, hogy olyan épületek hőháztartását is meg lehet javítani, amelynek tagozatai, architektúrájuk okán nem látható el hőszigeteléssel. Az üvegezés készülhet pontszerű megfogásokkal, függesztve, hogy a vázszerkezet ne zavarja a látványt. Ide sorolhatóak történelmi épületeink, amelyeknek rendszeresen felmerülő felújítási és fűtési költségei, lassan elviselhetetlen lesz a társadalom számára. A homlokzat és üveg héj között legkisebb távolság, a belső üvegfelület tisztítási lehetősége céljából legalább 70-90 cm. Nagyobb távolságok esetén a keletkezett tér igen sokcélúan felhasználható, miáltal az épület használati értéke is növelhető.



34.sz. ábra ÉPÜLETHEZ HOZZÁÉPÍTETT TÉLIKERTEK



35.sz. ábra ÉPÜLET TÖMEGÉBE INTEGRÁLT TÉLIKERTEK



36.sz.ábra ÉPÜLETEK TÖMEGÉBE INTEGRÁLT TÉLIKERTEK



37.sz.ábra ÉPÜLETEK TÖMEGÉBE INTEGRÁLT



38.sz.ábra ÁTRIUM UDVAR LEFEDÉSE



39.sz.ábra KÉTHÉJÚ IRODAHÁZ



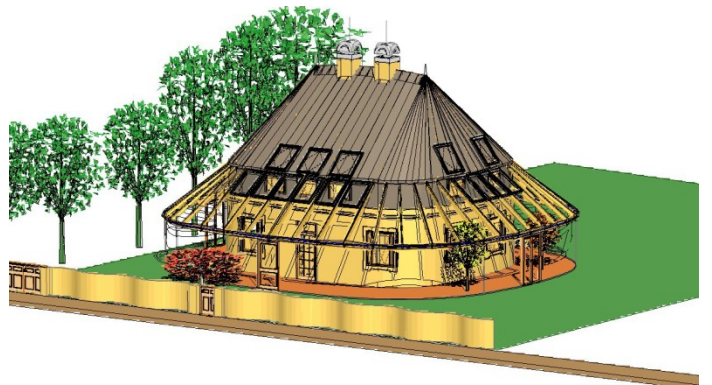
40.sz. ábra ÉPÜLET REINKARNÁCIÓ : LAKTANYA BÉRLAKÁSOK



41.sz. ábra ÉPÜLET REINKARNÁCIÓ : PEZSGŐGYÁR IDŐSEK OTTHONA



42.sz. ábra ÉPÜLET REINKARNÁCIÓ : ELHAGYOTT IRODAHÁZ $\Rightarrow$ BÉRELHETŐ IRODA-ÜZEM



43.sz. ábra SZUPER PASSZÍV NAPEREGIA FŰTÉSŰ CSALÁDI HÁZ

Az épületek életében gyakran előfordul, hogy újraélesztésre szorulnak, mert anyagaik, szerelvényeik, felületeik előregednek. Ezt a folyamatot a szakma, restaurálás néven ismeri. Azonban egy másik, ehhez hasonló folyamat során, az eredeti funkció váltásra kerül. Ezt az átalakítást, méltán épület reinkarnációnak kell neveznünk. Ha ilyen épületet körbeölelő, üvegből készült második héjjal hajtják végre az átalakítást (40-43 sz. ábrák), ez a módszer nagyon sok olyan feladatot képes megoldani, amelyre egyébként az építészet szokványos eszközei nem alkalmasak. Nagyon tagolt homlokzati felületekre, vagy az épület jellegét őrző burkolat megőrzése esetén, nem lehet utólagosan hőszigetelést felszerelni. Az utólagos hőszigetelés vastagsága, műszaki okok miatt behatárolt, s ennek következtében, energiavesztéseket korlátozó képessége is korlátozott. Az utólagos hőszigetelés hatékonysága nem kelhet versenyre, a második, üvegből készült héj által nyújtott, úgynevezett „integrált hőszigetelés”-sel, az energia nyereség terén sem, de különösen az általa megteremtett egyéb előnyök tekintetében sem, mint például homlokzat konzerválás, többlet használati tér, tűzmentesség, tűzvédelmi menekülési út megteremtése stb.

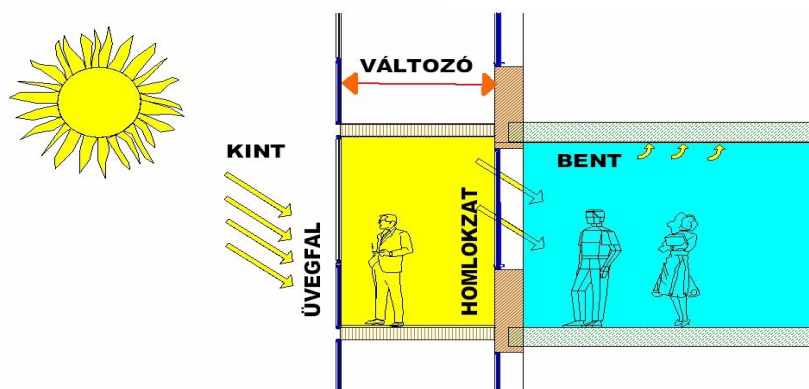
Az elavult paneles és egyéb, korábban „korszerű technológiának” ismert eljárásokkal készül lélekromboló sivár megjelenésű épületeknek nem csak a hőháztartása, használati értéke, de városképi megjelenésük is szabadon alakítható, színezhető (45.sz.ábra).



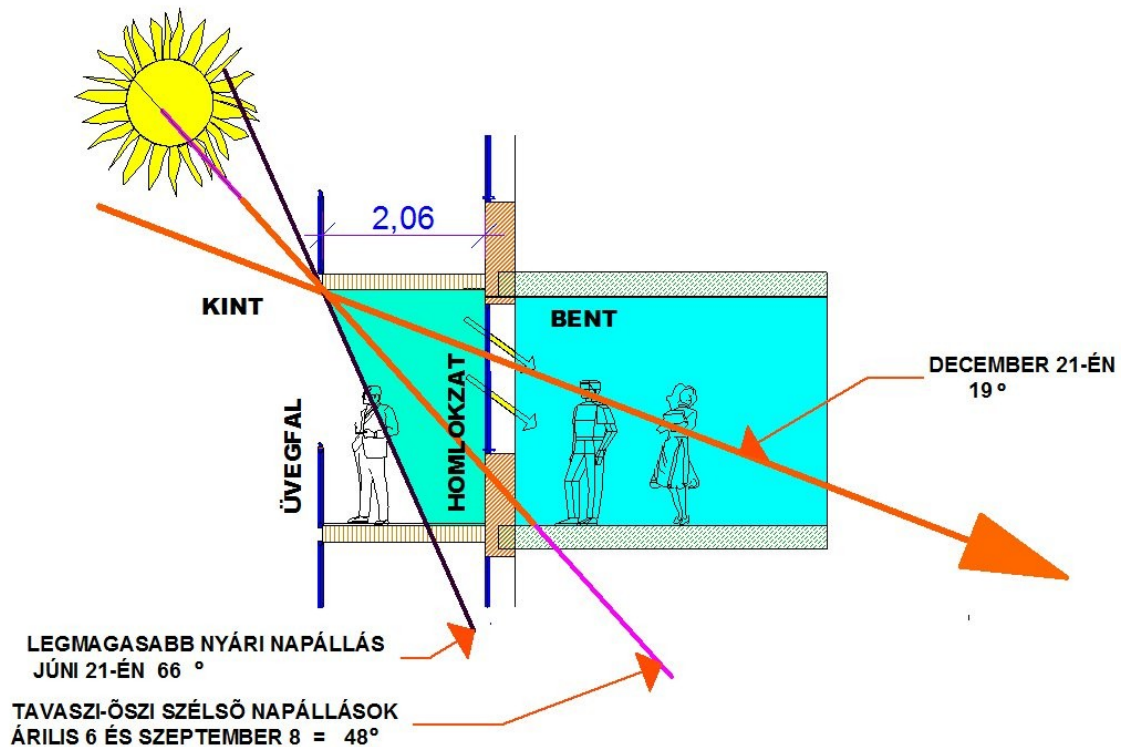
- 44.sz. ábra TIPIKUS PANELHÁZ



45.ábra PQNELHÁZ MÁSODIK HÉJJAL



46. sz. ábra A TÉLIKERT MEGAKADÁLYOZZA A HŐVESZTESÉGET, DE KOLLEKTORKÉNT BEGYŰJTI A NAPSUGARAKAT



47.sz. ábra MÁR A KÉT MÉTER KIÁLLÁSÚ LOGGIA FÖDÉME TELJES ÁRNYÉK VÉDELME NYÚJT A KELETI-NYUGATI HOMLOKZATOKON IS, DE BEBOCSÁTJA A TÉLI NAPSUGARAKAT IS

A paneles és hasonló, mára elavult szerkezetű épületek egy másodlagos homlokzati héjazattal, hőháztartásuk működése tekintetében is számottevően megjavíthatóak, élettartamuk sok évtizeddel megnövelhető. Ha az új üveghéj, hőszigetelő nyitható-csukható üvegezéssel készül, akkor az épületek beállványozás, tűzveszélyes, rendszeres felújítást igénylő, de kellően nem hatékony hőszigetelés utólagos elhelyezése nélkül, a fűtési energia legkevesebb ötven százaléka megtakarítható. Ugyanis ez a módszer, nem csak a kifelé áramló hőt csökkenti radikálisan, hanem felhasználja a bejövő, megújuló energiát is. Országosan hatalmas import energia megtakarítást biztosít.

Hőkényelem és energiafogyasztás szempontjából, nem csak a fűtési idényt kell vizsgálnunk, hanem a klímaváltozás nyomán, az amúgy is szélsőséges kontinentális időjárásukban egyre romló, túlmelegedő nyarakat is. Mert ezek az épületek, lassan tartózkodásra, éjjeli pihenésre használhatatlanná válnak mesterséges hűtőberendezések nélkül. Márpedig ezek energia fogyasztása négyszer markánsabb, mint a fűtőberendezéseké, mert egy 1°C hőmérséklet csökkentéshez négyszeres mennyiségű energiát használnak a berendezések, mint ugyan ilyen mértékű hőmérséklet emeléshez. És itt mutatkozik meg a második homlokzati üveghéjazat használatának figyelmet érdemlő szerepe. Az üvegfelület homlokzattól mért, már kétméteres távolságával. a keletkező loggiával teljes mértékű árnyékvédelmet lehet teremteni 47.sz. ábra).

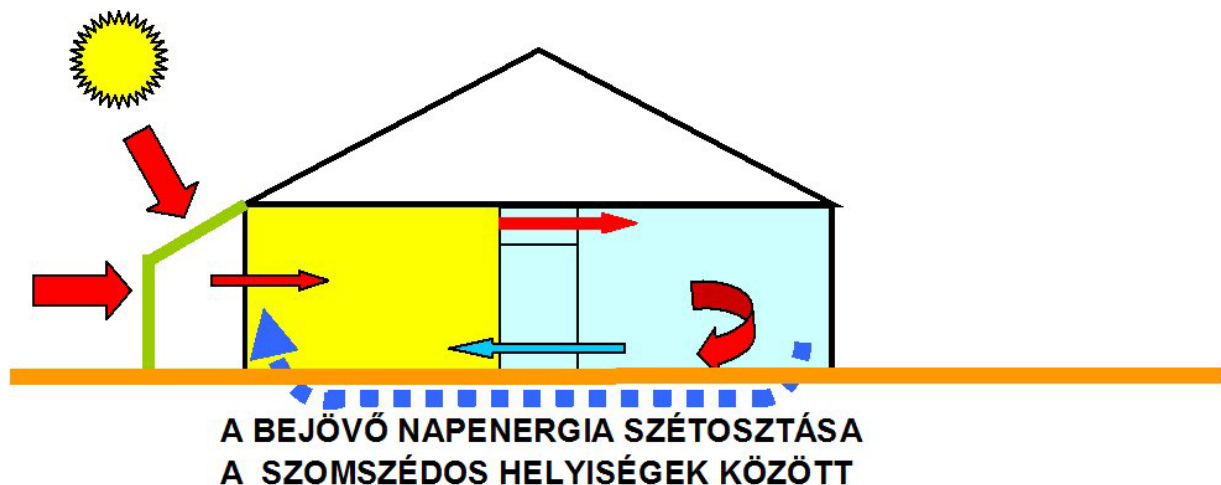
Benapozás, illetve árnyékolás szempontjából, a legkedvezőtlenebb tájolás, a kelet nyugati irányba tekintő homlokzat, mert a Nap látszólagos égi pályája alacsony szöget zár be. De ennek ellenére, az ilyen szélességű terasz a nyári túlmelegedő órákban

teljes árnyékvetést nyújt a szokványos mellvéd magasságú ablakokra, azonban bebocsátja a napfényt a belső terekbe, abban az időszakban, amikor azt már igényeljük. Ennek pedig az a következménye, hogy a panellakók leszerelhetik a sokszor hibásan elhelyezett, épületet csúfító árnyékoló berendezéseiket és az energiatároló klíma gépeiket.

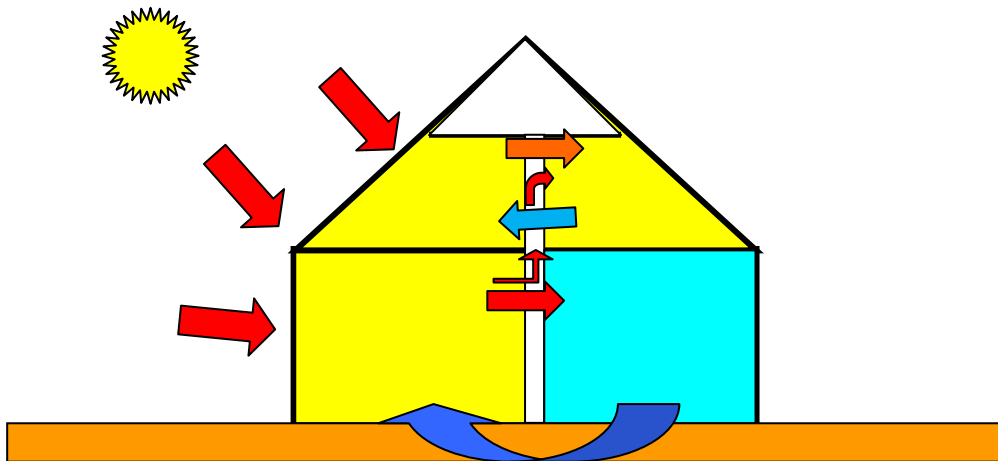
A klímaberendezések megszüntetését két tényező is szükségessé teszi: a helyiségeket a napsütés nem melegíti föl beárnyékoltságuk következtében, másrészt működtethető a passzív hűtési eljárás, minthogy ezeknek a házaknak tekintélyes a lehűthető tömegük, azaz a igen magas a hőkapacitásuk. Tehát ezek a körülmények, lehetővé teszik, hogy a helyiségek nyáron is, gépi berendezések használata nélkül, hűvösek lehessenek, szemben a mai, szinte használhatatlanságig túlmelegedéssel szemben.

5 A BEFOGOTT NAPENERGIA SZÉTOSZTÁSA

A napenergiát csak akkor lehet passzív fűtésre hatékonyan hasznosítani, ha gondoskodunk a beérkező energia szétosztásáról az adott használati egységben. Minthogy passzív eljárást alkalmazunk, amely lehetőleg kizárja bármilyen gépi berendezés alkalmazását (energiatakarékosság !), ezért, lehetőleg a gravitációs erőt használjuk feladatunk megoldására. A meleg levegőt, fizikai tulajdonságánál fogva, könnyen munkára foghatjuk, ha azoknak a helyiségeknek, amelyek tájolásuknál fogva nem részesülhetnek közvetlenül napsugárzásban – legalább is egy adott év, vagy napszakban – elválasztó falaiban olyan nyílásokat nyitunk, amelyek lehetővé teszik a meleg-hideg levegő keringését a helyiségek között. Ennek a légáramlással működő hőszállításnak a céljára, a helyiségeket elválasztó falazatok legmagasabb, mennyezet alatti és a legalacsonyabb padló síkja fölötti pontjain célszerű az áttöréseket kiképezni, úgy, hogy sem a mennyezet alatt ne maradjon lelógó kötényfal, sem a padlónál ne keletkezzék „küszöb” (48.sz. ábra). Ugyanis ezek az akadályok nehezítik a levegő áramlását, amelyet egyébként is csak igen csekély erő hoz mozgásba. A visszatérő hidegebb levegőt, földszintes épületek esetében a padló alatti, talajban épített csatornán át, vagy a pincefödém mennyezetén kiképzett kürtő segítségével lehet mozgásba hozni.

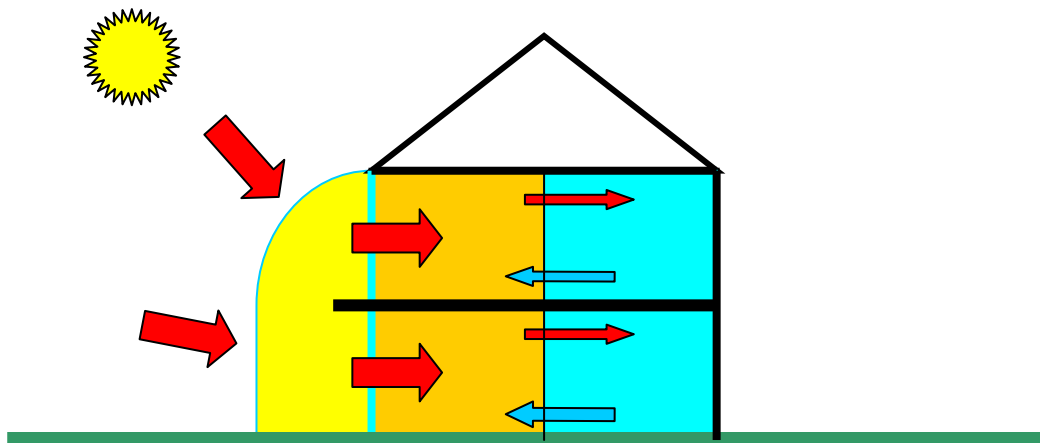


48.sz. ábra A BEJÖVŐ ENERGÍÁT GRAVITÁCIÓVAL LEHET TOVÁBB JUTTATNI



MELEG LEVEGŐT KÜRTŐK ÉS PADLÓCSATORNÁK SEGÍTI KERINGETNI

49.sz. ábra KÉTSZINTES ÉPÜLETBEN LÉGAKNA SEGÍT AZ ENERGIA ELOSZTÁSBAN



TÉLIKERTBŐL A NAPENERGIA KÖZVETLENÜL SUGÁRZÁSSAL IS BEJUTATHATÓ

50.sz. ábra ELŐNYÖS AZ ÜVEGHÉJ MÖGÖTTI HOMLOKZAT NAGYMÉRTÉKŰ ÜVEGEZÉSE MERT ILYENKOR A NAPENERGIA SUGÁRZÁSSAL KÖZVETLENÜL BEJUT A HELYISÉGBE

Igen szerencsés a helyzet, ha az üvegezett második héj mögött a homlokzati falban, nagyterjedésű üvegfelületeket lehet kiképezni (36 és 39 sz. ábrák), mert ebben az esetben, a napenergia a leghatékonyabb úton, sugárzással tud behatolni a passzívan fűzendő helyiségbe. Innen, ha szükséges, akkor fentiekben leírt módon lehet a szomszédos helyiségeket is ellátni meleg levegővel.

Fontos hangsúlyozni, hogy a passzív fűtés módszer felsorolt mind az öt követelményét lehetőleg minél nagyobb teljességgel kell megvalósítani ahhoz, hogy e módszer eredményes legyen. Amilyen mértékben nem teljesülnek az egyes követelmények, olyan mértékben válik elégtelenné az energiatakarékosság célját szolgáló eljárás.

PASSZÍV HŰTÉS

Évek óta szokatlan nyári hőmérsékletek nehezítik az emberek életét hazánkban is, de ez a mostanában szélsőségesnek ítélt időjárás, nem ismeretlen a kontinentális, télen dermesztően hideg, nyáron rekkenően meleg éghajlatunk alatt. A hagyományos építészetünk tapasztalatból olyan lakóházakat emelt, amelyek a szélsőségeket képesek voltak enyhíteni, ellensúlyozni. Ilyenek voltak a falusi, földből épült, náddal, vagy szalmával, zsuppal fedett házak. Ezeknek az épületeknek nagy hőkapacitásuk és nagy hőtehetetlenségük volt.

Az építőipari fejlődés, idő közben egyre inkább arra törekedett, hogy minél kevesebb anyaggal, majd a többszintes épületek elterjedésével, a minél könnyebb anyagok használatával oldhassa meg feladatát, s ennek következtében a könnyű, könnyűszerkezetes, alacsony hőkapacitású épületek alkalmatlanná váltak a napi hőingadozások kiegyenlítésére.

A szélsőséges hideg ellen a fűtés fokozásával lehet védekezni, de a lakások túlmelegedése ellen a gépi hőmérséklet csökkentés az emberek többségének, különböző okok miatt nem megoldás. Mindazonáltal, ezen túl, van két alapvető tény, amely indokolja alkalmazásuk elkerülését. Ezeknek a berendezéseknek kiemelkedően magas az üzemeltetési költsége a fokozott energiaigényükből eredően, tehát nem illeszkedik az energiatakarékos szemléletbe. Másrészt számos egészségügyi kockázattal jár használatuk. Ez indokolja, hogy az építészet felhasználja azokat az építészeti eszközöket, amellyel gépi berendezés nélkül is, az esetek többségében kánikulás napokon is hőkényelmet tud teremteni a zárt terekben. Ilyen építészeti megoldás a passzív hűtés módszere.

Előre kell bocsátani, hogy a passzív hűtés olyan terekben, ahol magas a személyek fajlagos száma, mint előadóterem, iskola, stb., ott ez a módszer nem képes önmagában jó hőérzetet megteremteni, mert a helyiségben tartózkodók nagymértékű hőleadását nem lehet természetes eszközökkel ellensúlyozni.

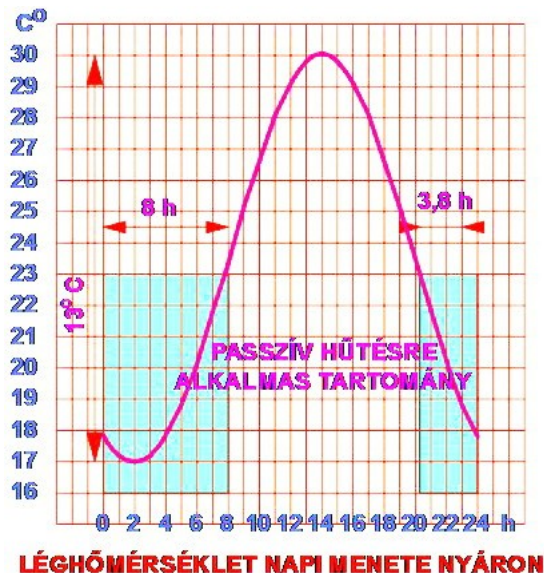
Fontos tény, hogy a passzív hűtés nem csak új létesítményeknél alkalmazható eszköz az építészet kezében, hanem a már meglévő épületek legtöbbszínénél, kivéve, amelyek porózus, fokozottan lyukacsos elemekből, avagy könnyű szerkezettel épültek, amelyeknek nincsen kellő hőtároló képességük. Az évtizedekkel korábban épült házak, rendszerint sikerrel kecsegtetnek átalakításuknál a passzív hűtés bevezetését illetően.

A passzív hűtés olyan épülettervezési eljárás amely, nem igényel gépészeti berendezéseket, de akár versenyképes a klímaberendezésekkel is. A passzív hűtéshez, az épület anyagai, szerkezete, nyílásai úgy vannak megválasztva és elhelyezve, hogy képesek legyenek a környezetből a megújuló energiát, az alacsony hőtartalmú energiát felfogni, tárolni, s a szükséges hűtőhatást kifejteni.

A passzív hűtéssel nyáron, az épületben 6-10 °C-al alacsonyabb hőmérsékletet lehet előállítani, gépi berendezés, magas energiafogyasztás nélkül. Elmaradnak mindazon káros jelenségek, amelyek a légkondicionálók használata esetén elkerülhetetlenek. Nem jön létre hideg megbetegítő reumás jelenségeket keltő légáramlat, nem okoz allergiás tüneteket, nem ad lehetőséget a baktériumok elszaporodására, az ún. legionárusbetegség megjelenésére, mert a hideg hatás nem lehűtött levegő

áramoltatásával, hanem az épület szerkezeteinek alacsony hőmérsékletű felületei irányába fellépő sugárzás útján keletkező hőleadás útján alakul ki..

A hűtő hatást azáltal lehet elérni, hogy az éjszakák hűvös levegőjét átáramoltatjuk az épületen, helyiségeken, s ez által, ennek alacsony energia tartalmát az épület szerkezete konzerválja, elnyeli. Napközben a lehűtött szerkezetek alacsony hőmérsékletű felületei teremtik meg a hűvösség érzetét. Megindul a hidegebb felületek irányában keletkező, sugárzásos száraz hőleadás.



51.sz. ábra HAZÁNKBAN ÉJSZAKA TÍZ-TIZENHÁROM ÓRA IS KÍNÁLKOZIK AZ ÉPÜLETSZERKEZETEK VISSZAHŰTÉSÉRE

Az 51. Sz. ábrán az MSZ által megadott, külső nyári tervezési léghőmérsékletek értékváltozásának napi menete látható. Ez egy sokévi átlag, melyhez képest a napi hőmérséklet menetek jelentősen eltérnek. Az ábráról leolvasható a görbe egy fontos jellemzője, az amplitúdója, amely 13°C kilengést mutat, továbbá a szerkezetek visszahűtésére rendelkezésre álló időt, amely az ábra szerint 12 óra, amikor a levegő hőmérséklete már lehetővé teszi a szerkezetek hőcseréjét, azaz a lehűlését.

Több egymást követő forró nap után a görbe ellaposodik, az amplitúdója csökken és a hűtési idő rövidül, de még a kánikulás időszakok után is, elég jelentős lesz a nappali maximum és a hajnali minimum között a hőmérséklet különbség, hogy az épület tömegének visszahűtésére használhassuk.

Minden nagytömegű, szilárd építőanyagú épület alkalmas valamilyen mértékű passzív hűtésre, ha éjszaka gravitációsan intenzíven átszellőztetik, továbbá ha a napsugárzás helyiségbe jutása ellen az üvegfelületek előtt kellő a védelem. A passzív hűtés nem használható olyan terekben, ahol nagy a lélekszám, mint előadók, színházak, mozik.

Kontinentális időjárású területeken – mint pl. hazánk - a passzív hűtést építészetiileg lehetővé kell tenni a jó hőérzet érdekében. Az épületek, lakások passzív hűtésének építészeti feltételei az alábbiak szerint foglalható össze.

PASSZÍV FŰTÉS FELTÉTELEI

1 KELLŐ HŐKAPACITÁS

Az épületnek, lakásnak, irodának, nagy hőkapacitással kell rendelkezni, amely képes elegendő alacsony hőmérsékletet elnyelni, hogy egy napi perióduson át a helyiségek belső felületei jelentősen alacsonyabb hőmérsékletűek lehessenek a várható másnapi léghőmérséklethez képest.

2 A HŐKAPACITÁSSAL BÍRÓ FELÜLETEK SZABADOK LEGYENEK

A hőcserére alkalmas, nehéz súlyú tömör anyagok felületeit ne takarják bútorok, vagy egyéb tárgyak, hogy a hőcsere minél jobban megvalósulhasson. A felületek lehetőleg ne legyenek tapétázva.

3 MINDEN HŰTÉST IGÉNYLŐ HELYSÉG MAXIMÁLISAN ÁTSZELLŐZTETHETŐ LEGYEN ÉJJEL

A szellőzés hajtóereje a gravitáció. Légmozgás hőmérséklet különbség hatására keletkezik. Az éjjeli külső-belső levegő hőmérséklet különbsége csekély, következésként a mozgató erő is kicsi. Tehát hatékony légmozgás akkor jöhet létre, ha minél kevesebb ellenállásba ütközik. A kicserélésre váró meleg levegő a mennyezet alatt gyülemlik föl. Kedvező ha nincsenek, vagy minél kisebbek az ablak-ajtó nyílások fölötti kiváltók lelógása. Lehetőleg el kell távolítani a bennszoruló meleg "levegő párnákat" a mennyezet alól, mert ezek miatt a leghatékonyabb hűtőfelület, a mennyezet nem tud kellő mértékben hőt cserélni, lehűlni.

Az olyan helyiségek, amelyek ablakai két ellentétes homlokzati felületre nyílnak, könnyen átszellőztethetőek, mert a homlokzatok közötti hőkülönbség elősegíti a levegő mozgását, továbbá a külső tér légmozgása, a széljárás rásegít a hidegebb melegebb levegő kicserélésére. A cél, hogy az éjjel fokozatosan lehűlő levegőt, mindvégig mozgásba tartsuk, hogy mindenkor a lehető legnagyobb hőkülönbség keletkezzék a belsőtéri levegő és az épület szerkezeti között.

Gyakran nem olyan szerencsés a helyzet, amely közvetlen átszellőzést tenne lehetővé. Ilyen esetben mennyezet alatt vezetett, megfelelő keresztmetszetű légcsatornával lehet elérni az ellentétes homlokzatot, vagy ennél is jobb megoldás, a függőleges légkürtő. Újonnan épülő házaknál, már csak a helyiségek szükséges frisslevegő ellátásának okán is célszerű kellő keresztmetszetű szellőző körtöket kiképezni. Ezek légbevezető aknája a szabad térből, pl. a kertből induljon (52, 54, 55 sz. ábrák) és lehetőleg az épület legmagasabb pontjára vezessenek (53, 55 sz. ábrák). A szabadból nyíló aknában gondoskodni kell a rovarok, rágcsálók és a csúszó-mászók elleni csapdáról,

valamint a vagyonvédelemről, különösen, ha a padló alatti csatorna, mászható. A mászhatóság a tisztíthatóság érdekében ajánlatos. A szabadból indított szellőző csatornának igen nagy előnye, hogy automatikusan működik a túlmelegedő időben, akkor is, ha a helyiségeket használók, huzamosabb időn át távol vannak.

A függőleges szellőztető kürtőknek – ha mód van rá – olyan módon kell a tetőmagasság fölött szabadba torkolló nyílásukat kiképezni, hogy érvényülhessen a szél szívó, úgynevezett reflektor hatása, amely a kürtő nyílásánál depressziót hoz létre. Kézenfekvő a tetőgerinc megemelésével képzett nyílást használni. Erre a célra készülnek, a szélirányt követő, forgó reflektorok, de esztétikai okokból felszerelésük akadályba is ütközhet.



52.sz. ábra LÉGBEVEZETŐ AKNA
AZ UDVARON



53.sz. ábra MEGEMELT GERINC SZELLŐZŐ



54.sz. ábra LÉGBEVEZETŐ RÁCS
AZ ÜVEGFAL ELŐTT



55.sz. ábra LÉGBEVEZETŐ RÁCS
A TÉLIKERT ELŐTT



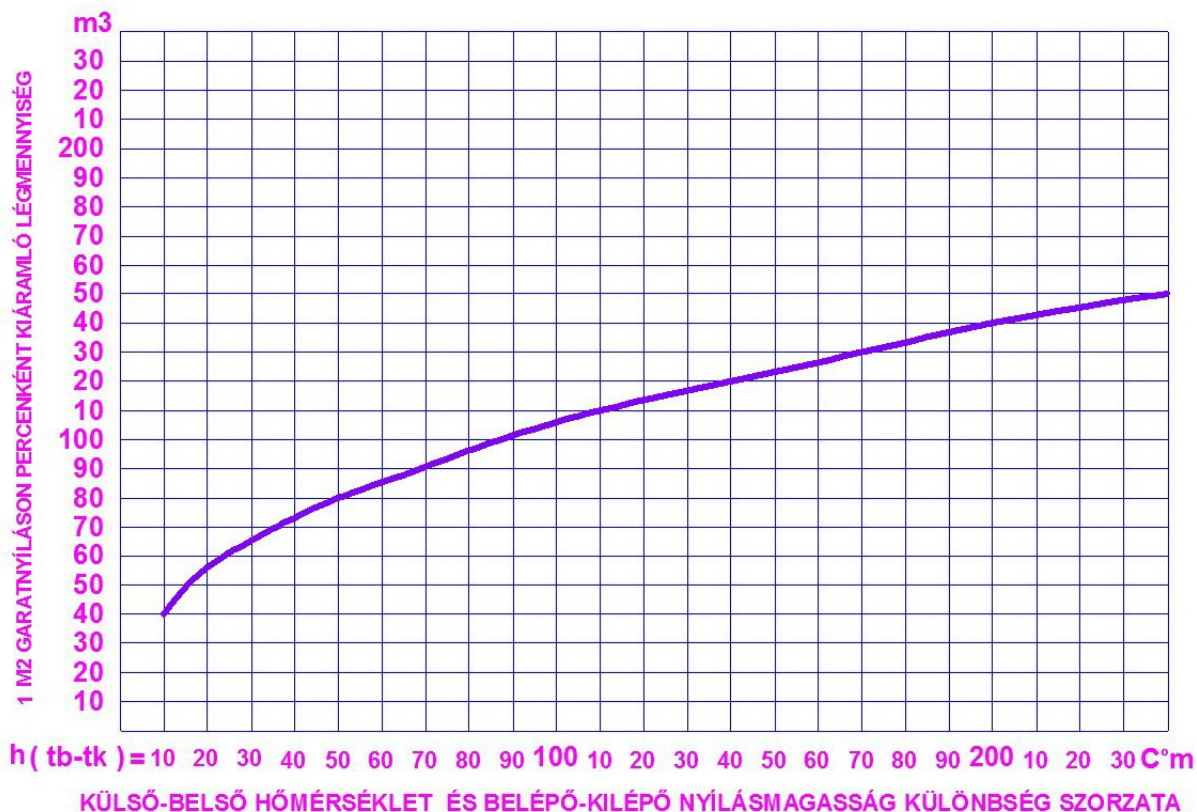
56.sz. ábra KERTBŐL INDULÓ SZELLŐZŐ CSATORNÁK ÉS GERINCSZELLŐZŐ

A gravitációs szellőztetés tervezését elősegítő nomogram (57.sz. ábra) a várható légcseré kiszámításhoz használható. Érvényességi tartománya csak nagyobb, legalább 0,3-0,4 m² keresztmetszetű nyílásmérettől kezdődően ad tájékoztatást a légcseré szám kiszámításához.

A hőmérséklet különbséget célszerű alacsony értékekkel felvenni, 1-2°C körül, mert nyári éjjeli átszellőztetésénél, a várható legkedvezőtlenebb értékekből biztonságos kiindulni.

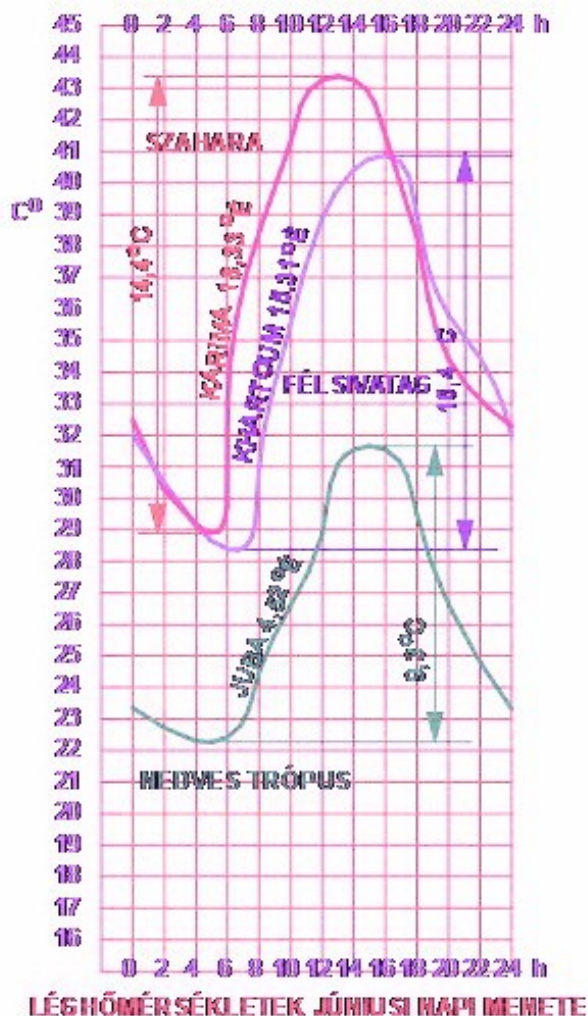
A passzív hűtés módszerét, a hőmérséklet különbségben rejlő hajtóerőt, minden olyan klimatikus viszonyok között fel lehet használni az épületek szerkezeteinek lehűtésére, ahol, markáns hőmérsékleti különbségek fellépnek. Ez az épületfizikai jelenség nem csak a mérsékelt, hanem a forró éghővön is lehetővé teszi a passzív hűtést, mint az alábbi ábrák ezt tanúsítják. A legmelegebb hónapok napi hőmérsékleti menetei, a helyi meteorológiai intézetektől beszerezhetők. Megbízhatóság érdekében, javasolt a több évtizedes átlagok használata. Meteorológiai körökben, szokásos az ötvenéves átlagok használata.

©Dr Kuba Gellért. Felhasználásra jogosult : Magyar Építész Kamara és az Építész Továbbképző NKft



57.sz. ábra NOMOGRAM AZ ÉJJELI GRAVITÁCIÓS SZELLŐZTETÉSHEZ

Nagyobb földrajzi kiterjedésű országok klímaregiónál igen markáns eltéréseket is



©D 58.sz. ábra HÁROM TRÓPUSI KLÍMA LÉGHŐMÉRSÉKLET MENETE

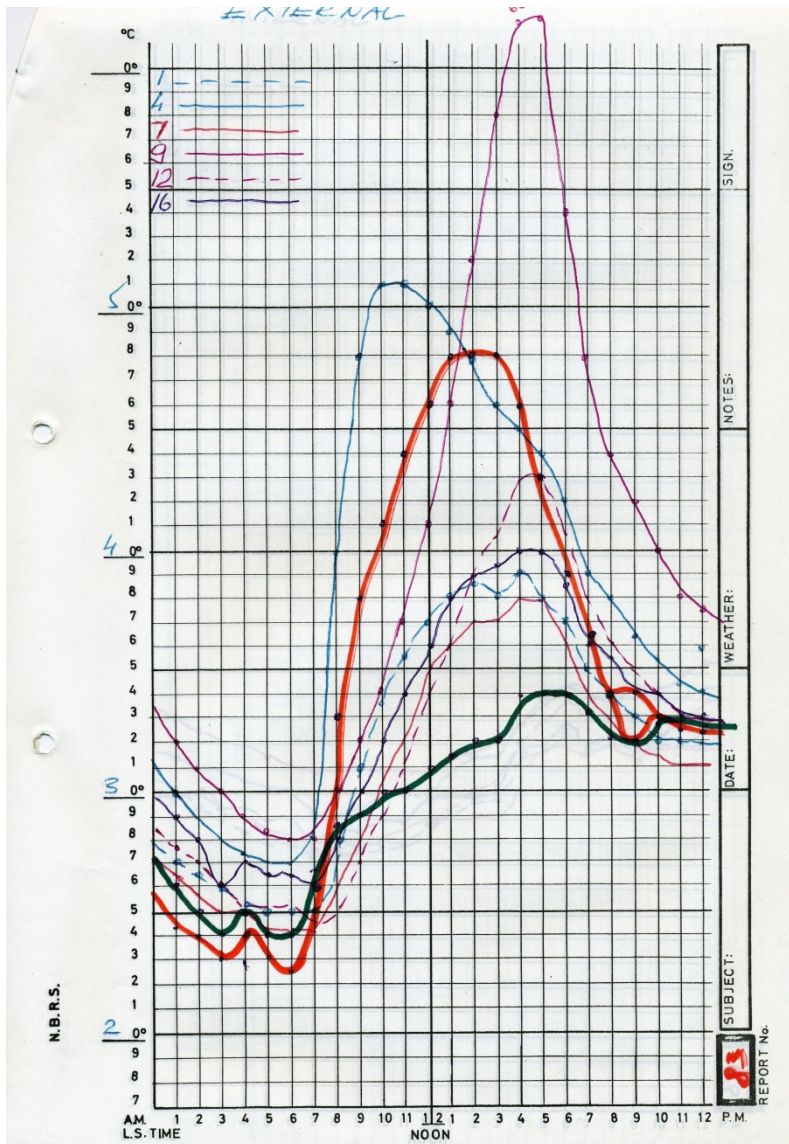
mutathatnak a léghőmérsékleti átlagok amplitúdóit illetően. Az 58.sz. ábra Szudánban, Afrika, három sajátos klímaövének, legmelegebb hónapjait hasonlítja össze.

A diagram a Szudáni Meteorológiai Intézet ötven éves léghőmérsékleti átlagainak felhasználásával készült. Karima város, a Nílus partján, a Szahara déli területén épült. Teljesen sivatagi az éghajlata. Khartoum, Szudán fővárosa a Kék és Fehér Nílus összefolyásánál, csak 2° Északi Földrajzi Szélességgel lejjebb helyezkedik e előbbihez képest. Fél-sivatagi a klímája. Míg Juba (Dzsuba) Szudán déli részén a nedves tropikus területen fekszik.

A sivatag és fél-sivatagi időjárási területeken a léghőmérséklet napi menetének amplitúdói igen nagyok, 14 és 16°C között változnak, szemben a nedves trópusokkal, ahol az átlagos napi menet különbség csak 8°C. Azonban a hőmérsékleti görbék a hőmérséklet skálán, az átlagos uralkodó hőmérsékleti viszonyoknak megfelelően, igen nagy

érték különbséggel helyezkednek el. Például a hazai nyári hőmérséklet görbe (51.sz. ábra) a jubaihoz képest hat fokkal mélyebbről indul.

A passzív hűtés akár trópusi hatékonyságát is bizonyítandó, az 59.sz.ábra, Khartoumban egy kísérleti épületben elvégzett méréssorozatból, egy napi mérés eredményeit tanúsítja.



Az épület a helyi vidéki hagyományos épületet modellezte, amelynek belső mérete 5x5 m volt, falazat napszáritotta, 45 cm vastag agyagtéglából épült, tetőfödémét, a hagyománynak megfelelően, fagerendára fektetett pálmalevelek vezérágából kötegelt kék képezték, amelyet 15-20 cm anyagterítéssel fedtek. Két ablaknyílás volt az egyik falban és az ezzel szemben fekvőben egy ablak és egy ajtó helyezkedett el. Az épület nyílásait üvegezés helyett csak fa táblák zárták. Az épület padozata döngölt agyag volt.

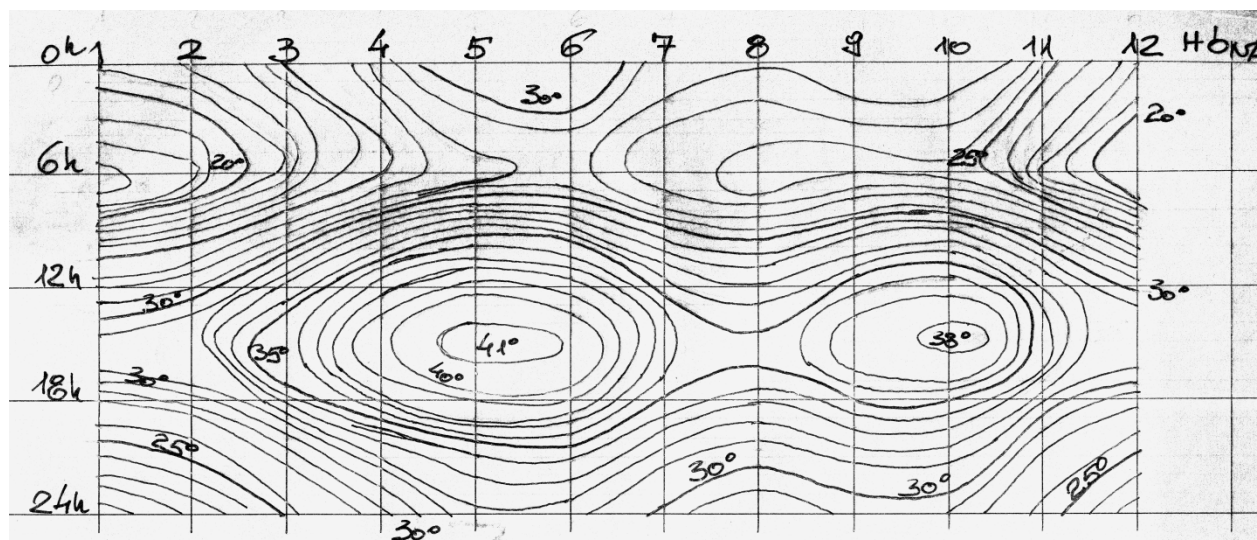
A diagramon a zöld szín az épület belsejében, annak közepén, egy méter magasságban elhelyezett hőszondával mért levegő hőmérséklet változásokat jelzi. A piros szín, az épületen kívül, fehérre mázolt zsalus, árnyékolt meteorológiai mérőfülkében, a külső léghőmérséklet menetét jelzi.

59.sz. ábra. KHARTOUMBAN, FÉLSIVATAGOS ZÓNÁBAN IS LEHET PASSZÍVAN HŰTENI

Az épületet rendre, minden nap átszellőztették. Reggel hat órakor becsukták a fatáblákat, és este kilenc órakor, kinyitották. A nyitás-csukás végrehajtását a belső tér léghőmérsékletét jelző, zöld színű görbe hirtelen emelkedés jól jelzi.

A kísérlet célja volt, hogy felderítse, lehet e a száraz trópuson gépi berendezés nélkül, csupán építészeti eszközökkel, félsivatagos zónában a hőkényelmet jelentősen javítani? Minthogy a kültéri és beltéri léghőmérsékleti maximumok között 14°C különbséget lehetett elérni, csupán az épület éjjeli átszellőztetésével, falainak és a földpadlózatának lehűtésével, a kutatás céljára sikerült pozitív választ nyerni.

Meg kell jegyezni, hogy a hagyományos építés következtében a mennyezeti födém a hőmérséklet kiegyensúlyozásában, nem vehetett részt, mert datolya pálma leveleiből készült. Két fontos tény erősíti a kísérlet sikerét. Az egyik, hogy az elért hőmérséklet különbség vetekedik a szokásos gépi hűtés csúcsteljesítményével, bár 10°C-nál erősebb hűtés biológiai okok miatt nem ajánlott. A további görbék a falba épített hőszondák érzékeléseit jelzik. A folytonos lila színnel rajzolt szonda, a nyugati falban 2 cm mélyen volt elhelyezve.



60.sz.ábra KHARTOUM ÉVI HŐMÉRSÉKLET ELOSZLÁSA IZOPLÉTIKUS ÁBRÁZOLÁSBAN

A másik fontos tény, hogy a mérési sorozat, a helyi időjáratás szerint, az év legmelegebb hónapjában, májusban volt lefolytatva. A 60.sz. ábra Khartoum egész évi hőmérséklet változásait fejezi ki izoplétikus ábrázolásban. Ez az ábrázolási mód jól szemlélteti a helyi hőmérsékleti viszonyokat, akár az év minden napját, vagy óráját illetően.

Mint az ábráról leolvasható, a helyi léghőmérsékleti csúcsok, az ötven éves mért adatok átlaga szerint, májusban és októberben alakul ki. Ugyanis a folyamatos hőmérséklet emelkedés menetét, augusztusban, egy rövid kéthetes esős időszak szakítja meg, amikor lehull az évi 200 mm-es csapadék hozam.

A szokatlan klimatikus jelenség, az évi két hőmérsékleti csúcs kialakulásának oka, hogy a hőmérsékletet folyamatos emelkedését, az állandóan északról, a Szahara felől fúvó, forró levegőt szállító szél megfordulása okozza. A hirtelen déli irányra átforduló szél a nedves trópus felől, délről páradús levegőt szállít. Ekkor a pár hét alatt lehulló évi csapadék, jelentős hőmérséklet csökkenést, s nagy megkönnyebbülést okoz embernek-állatnak és a természetnek.

Természetes építészeti eszközökkel sikeres hőkényelmet teremteni az építészeti zárt terekben, csak a helyi meteorológiai viszonyok részletes ismerte birtokában lehet. Ezt a célt szolgálja az építészeti klimatológia tudománya.



61.sz.ábra TIPIKUS FÉLSIVATAGI TELEPÜLÉS HAGYOMÁNYOS HÁZAKKAL

A kísérleti épület külső méreteivel, építés technológiával azonosan épület volt, mint a helyi lakosok hagyományos épületei (61. sz ábra), csupán az épület nyílásai különböztek. Az ablakok 120x150 cm méretűek voltak, egy méteres mellvéddel és az oldalfalak közelében voltak elhelyezve, hogy a megszakítás nélkül északról dél felé fúvó szél éjjel a hűtőhatását minél jobban kifejthesse.

4 AZ ÜVEGEZETT FELÜLETEK NAPHŐ ELLENI VÉDELME

A passzív hűtés követelményeinek sorában – fontossági rangsor nélkül – az üvegezett felületek védelme a Nap sugarai ellen, azonos értékű követelmény, mint az előbbiek. A belső tér felmelegedését meg kell akadályozni. Kerülni kell minden olyan tevékenységet, amely hő leadásával jár. Tehát az életvitelhez tartozó hőtgerjesztő tevékenységeket lehetőleg abban az időben kell elvégezni, amikor a helyiségek nyílásait már fel lehet tární. Vagy ha ez nem lehetséges, akkor legalább abban a helyiségben, amelyet a passzív hűtéssel kívánunk lehűteni, ott ilyen tevékenységet nem kívánatos folytatni, hogy az éjjeli levegővel lehűtött tér hőmérsékletét a napnak minél hosszabb időtartama alatt kedvezően alacsony hőmérsékleten tarthassuk.

A belső léghőmérséklet a nap folyamán lassan emelkedni fog, hiszen a bent tartózkodók hőleadása, ha kis mértékben is, de megemeli a belső léghőmérsékletet. Ha a falaknak kellően nagy a hőtehetetlensége, pl. megegyezik legalább egy tömör 38 cm vastag faléval, akkor a nagy hőkésettetés okán, a homlokzati falakon keresztül nem kell számolni hőtranszporttal a napközi időszakban. Ugyanis a tömör agyagfalakban a

hővándorlás sebessége kb. 3 cm/h, ezért ezeknek 12 órás a hőkésltetésük. Azonban a nyílászáró szerkezeteknek, még árnyékolt állapotban sincsen hőkésltető képességük. Azaz, ezeken át a hő késltetés nélkül áthatol! A külső léghőmérséklet hatására, a nyílászárók felületei felmelegszenek és ez időkésltetés nélküli hőáramot indít el, amely csak olyan mértékben csillapodik, amilyen hőellenállással rendelkezik.

Ilyen szempontból kedvezőbbek a kétlégteres, hőszigetelő üvegezéssel ellátott nyílások, valamint azok, amelyeket belülről akár több réteg olyan függönyözés véd, amely mögött, a függöny és üvegezés között nem alakulhat ki légáramlás. Tehát, a függöny az ablaknyílást belülről körben zárja.

Az üvegezést a naphő ellen védő árnyékoló szerkezetnek az üvegezés síkja előtt kell elhelyezkednie és a túlmelegedő teljes napszakban teljes mértékű árnyékolást kell nyújtania a teljes üvegfelületre. Az a napenergia, amely áthaladt az üvegezésen, a belső térből már nem távolítható el ! A rövidhullámú sugárzással, főként a látható tartomány hullámhosszán érkező sugárzás csekély veszteséggel behatol a helyiségbe, de az onnan már hosszúhullámmal kifelé áramló sugárzás számára az üveg fizikailag áthatolhatatlan közeg. A helyiség fölmelegszi.

Árnyékolással védendő üvegezésnek a passzívan lehűtendő helyiség üvegezését kell érteni. Ha az ilyen zárt tér előtt, egy üvegezett helyiség, pl télikert helyezkedik el, akkor sem a télikert üvegezése a védendő feladat, hanem a második épület héjban fekvő üvegezését kell a sugárzás ellen árnyékolni. Ilyen esetben gondoskodni kell a télikert hatásos kiszellőztetéséről, hogy az ott felgyülemelő meleg levegő hője ne terhelhesse a hűtött helyiséget.

Végül a passzív hűtéssel kapcsolatban hangsúlyozni kell, hogy az energiatakarékos építészeti feladatok sorában a passzív hűtés semmi képen nem sorolható hátrább, mint az épületek passzív fűtése. Sikeresnek tekinthető eredményre csak a négy követelmény maradéktalan teljesítése esetén lehet számítani.

A HŐKÉNYELEM 22° C LÉGHŐMÉRSÉKLETI HATÁRÉRTÉKÉNEK ELŐFORDULÁSI VALÓSZÍNŰSÉGEI

Az egészséges, könnyű ülő munkát végző emberek számára, nemtől, kortól függetlenül a szakirodalom a 22°C hőmérsékletet optimálisnak tekinti. Ez a hőmérséklet a küszöbértéke az árnyékolás technikának is. Amennyiben a léghőmérsékletet eléri ezt a határt, ezen felül bármilyen további hőterhelése (pl. napfény) az emberi testnek, a hőérzetet (egyéni tűréshatártól függően) már a diszkomfort, azaz a hőkényelmetlenség zónájába vezeti át.

Szabad térben a 22°C küszöbérték előfordulása területileg érthetően igen nagy szórást mutat az országban. Építésklimatológiai szempontból az alábbi diagram sorozat a tervezés számára tájékoztatást nyújt kilenc nagyobb városunk 22°C léghőmérsékleti valószínűségi előfordulását illetően. A diagramok a Meteorológiai Intézet tizenöt éves átlag adatai alapján készültek. Árnyékolás tekintetében a választott valószínűségi görbe mentén leolvasható havi-napi időpontok jelzik, amikortól kezdődően már napfény nem

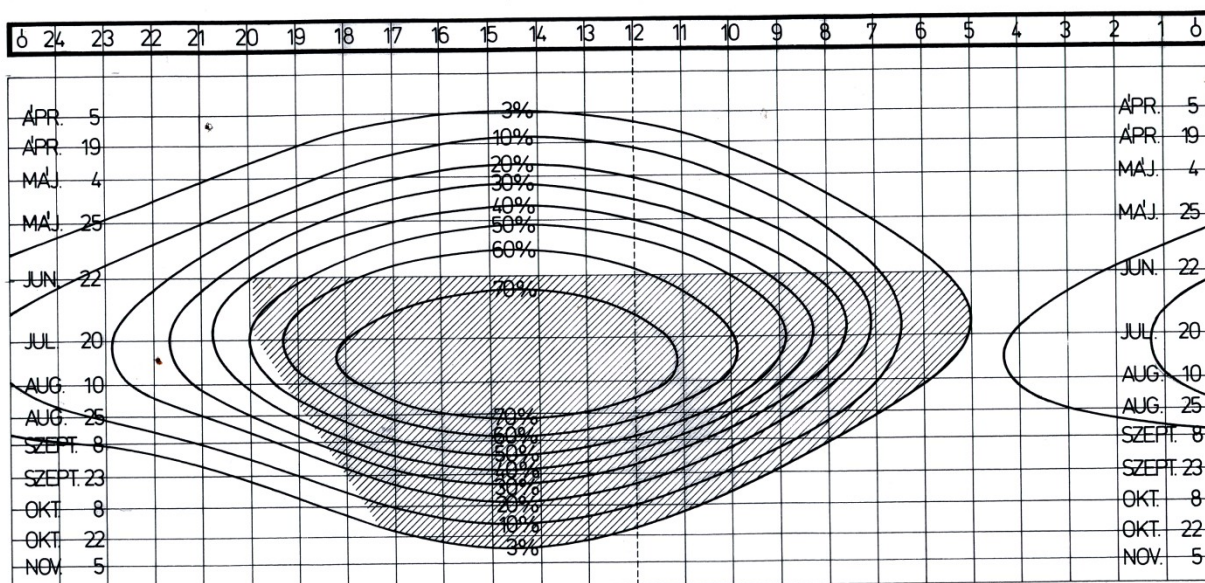
érheti az üvegfelületet. Az időpontokhoz, a földrajzi hely koordinátái szerint tartozik a Napnak égbolti helyzetét kijelölő azimut (vízszintes vetületi) és egy altitud (magassági) szöge, amely az árnyékoló szerkesztés, az árnyékvetés kiinduló adata. Ezek felhasználásával lehet a hőérzetet meghatározó árnyékküszöbnek megfelelő árnyékvető berendezést megszerkeszteni.

A diagramokon a 3-10-20 stb. százalékos valószínűségi görbék, a havi várható előforduló napok számát jelölik. A 3 % havonta egy, a 10% havi három, a 20% a 22°C léghőmérséklet havi hat napi előfordulás valószínűségét jelöli. A tervező felelősége a kockázat mértékének kiválasztása.

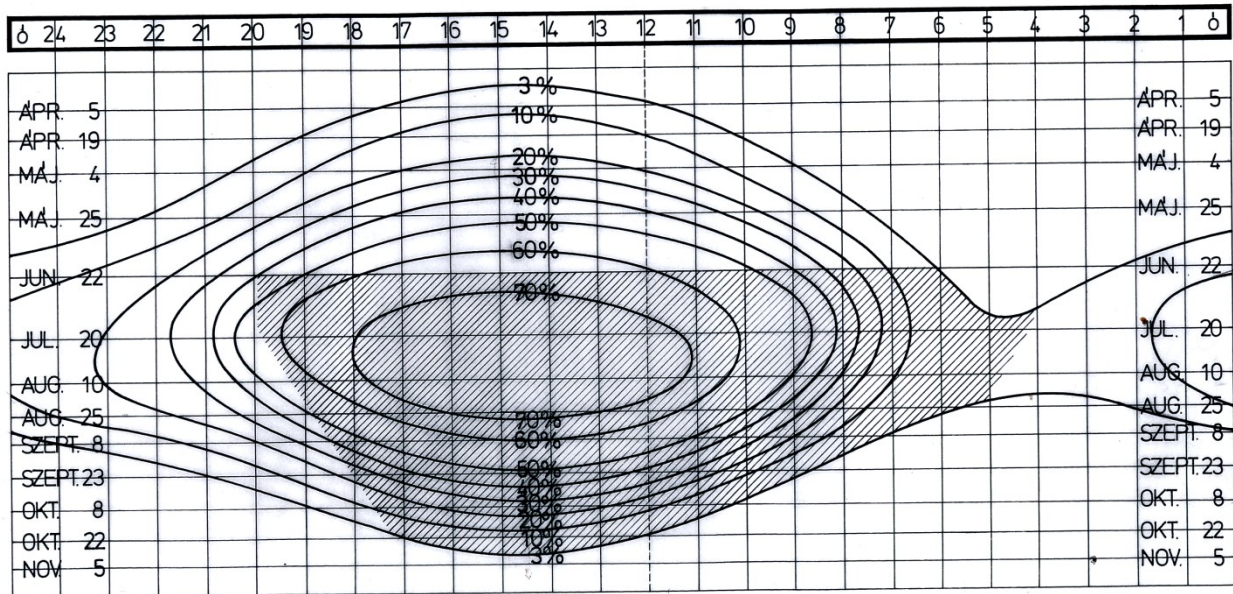
A görbéknek a tervezés mértékadó tartományát a vonalkázással fedett terület jelzi. Mint látható a felmelegedés évi menete az év második felében nagyobb idő kiterjedésű. Ez annak tulajdonítható, hogy a téli hideg idők után, az első félévben a talaj és a környezett felmelegedett és passzív kisugárzással az elnyelt hő visszaáramlik a környezetbe.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

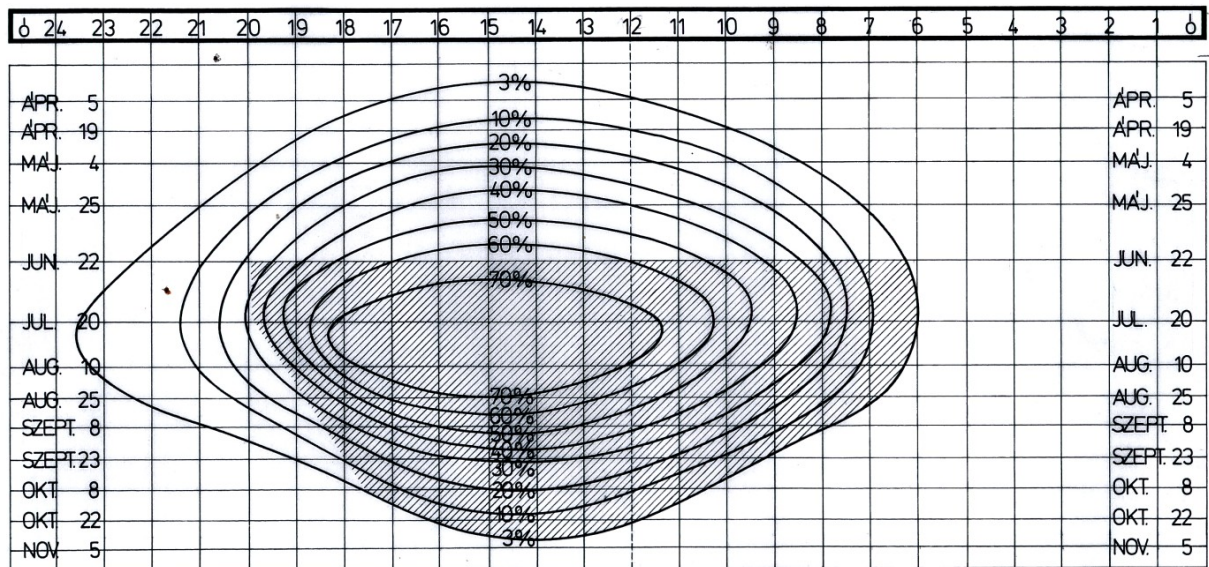
A **MELLÉKLETEK** fejezetben bemutatott épületek fényképei és a diagramok a szerző munkái.



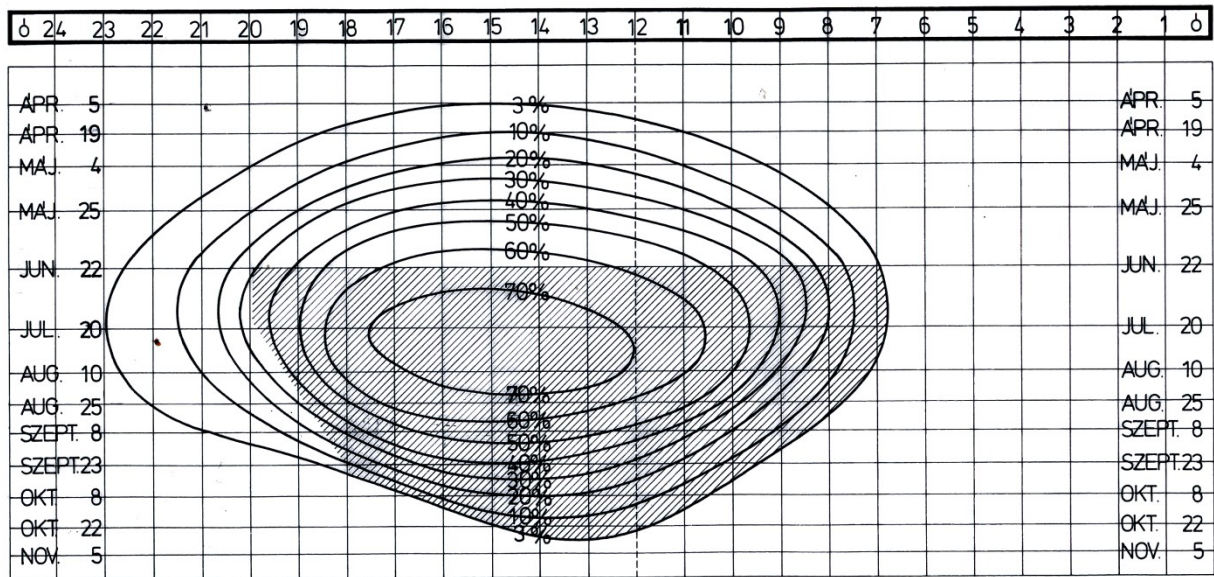
B U D A P E S T I K Ö Z P O N T I M E T E O R O L Ó G I A I I N T É Z E T



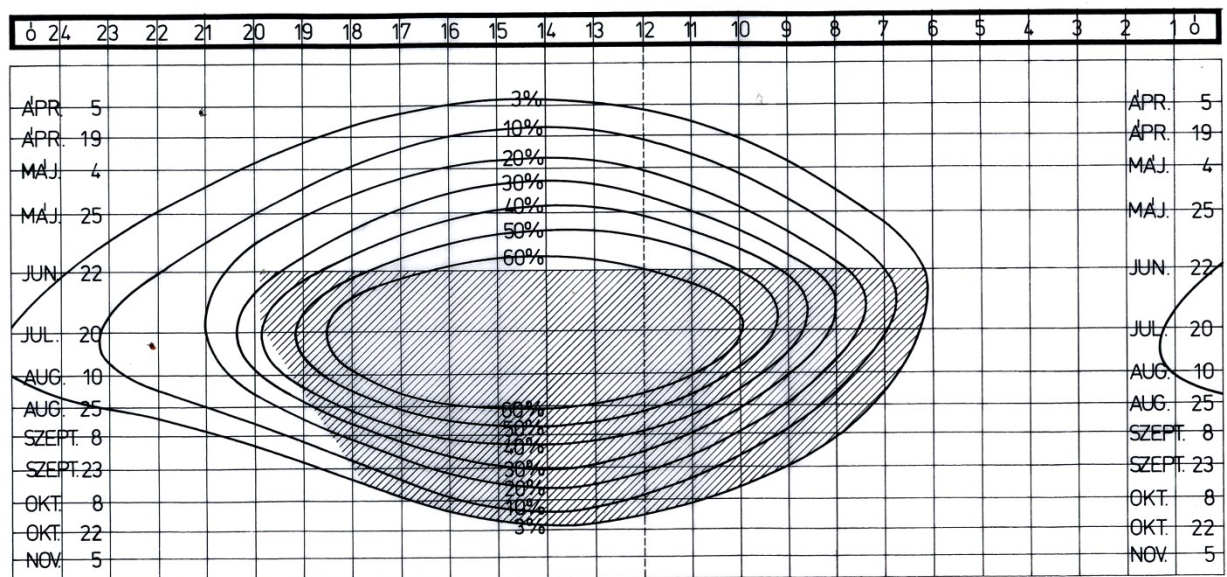
B U D A P E S T 30 É V E S Á T L A G



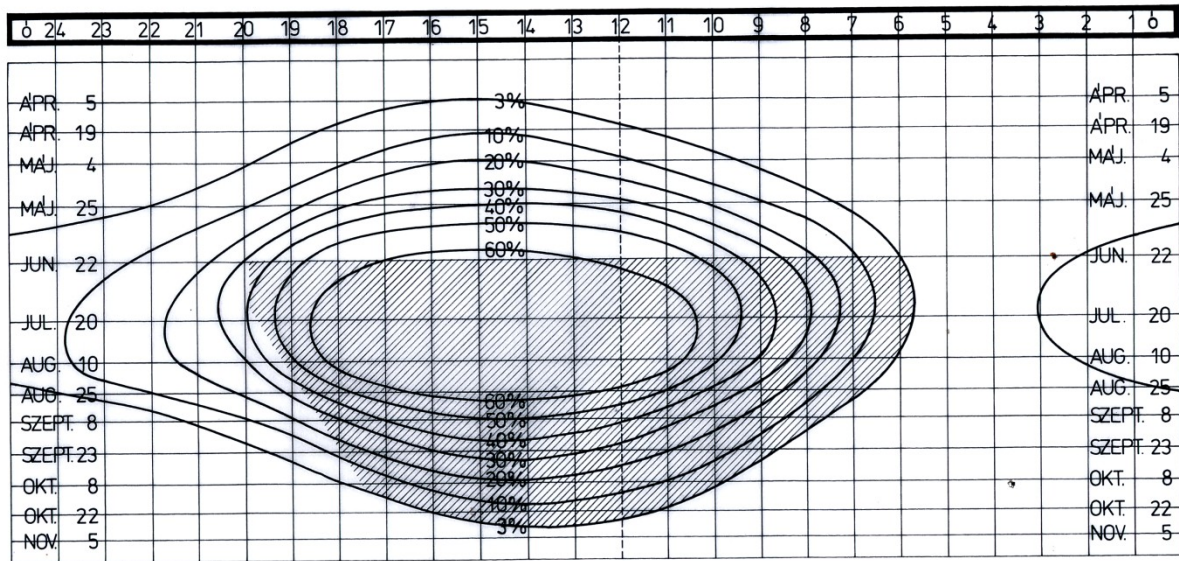
D E B R E C E N



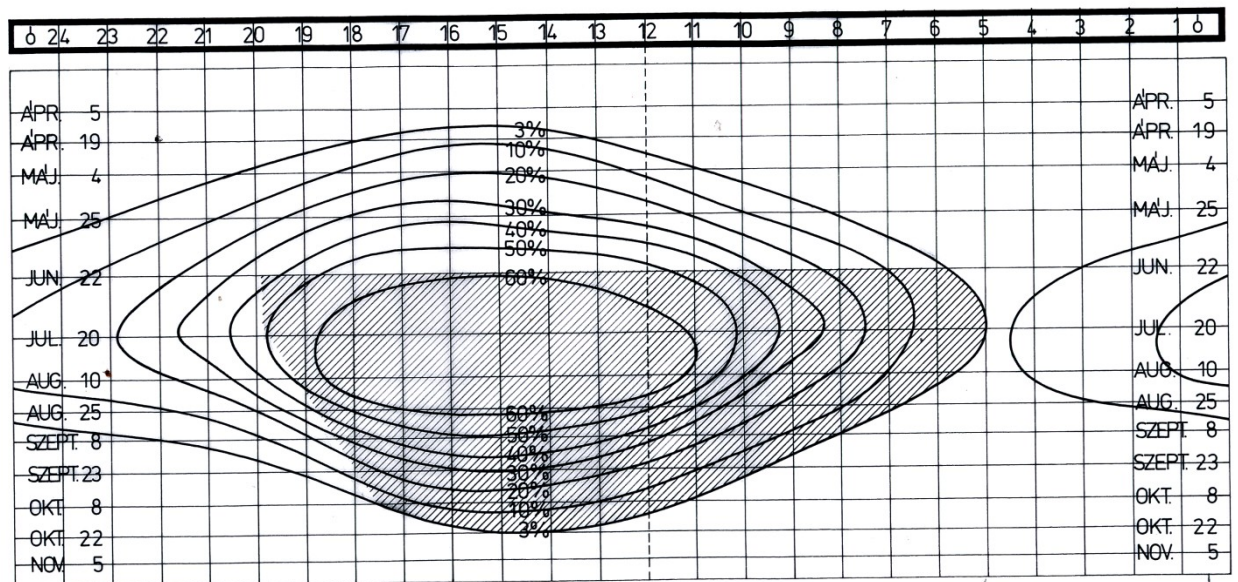
N A G Y K A N I Z S A



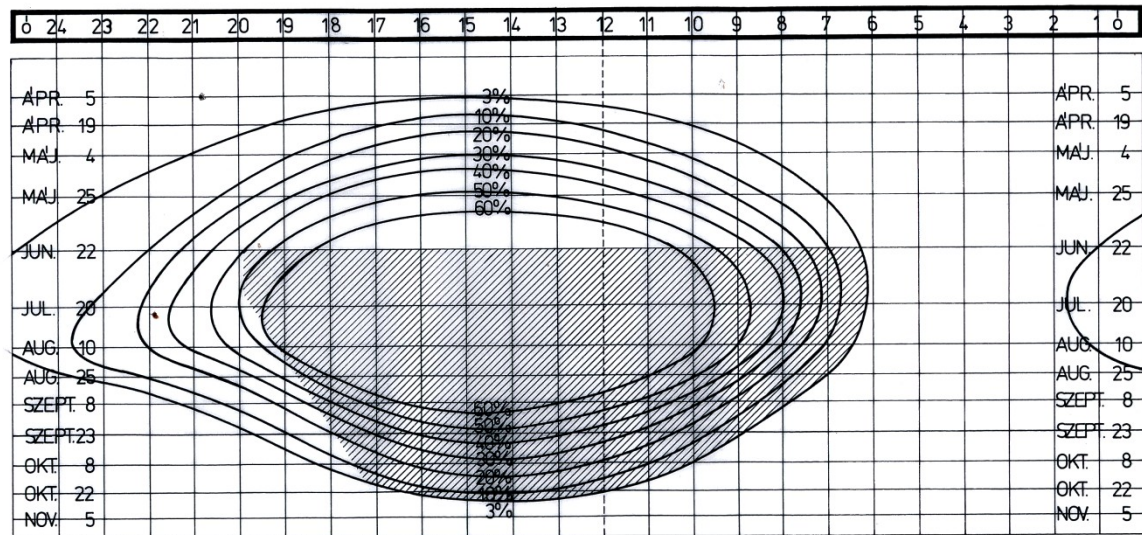
N Y Í R E G Y H Á Z A



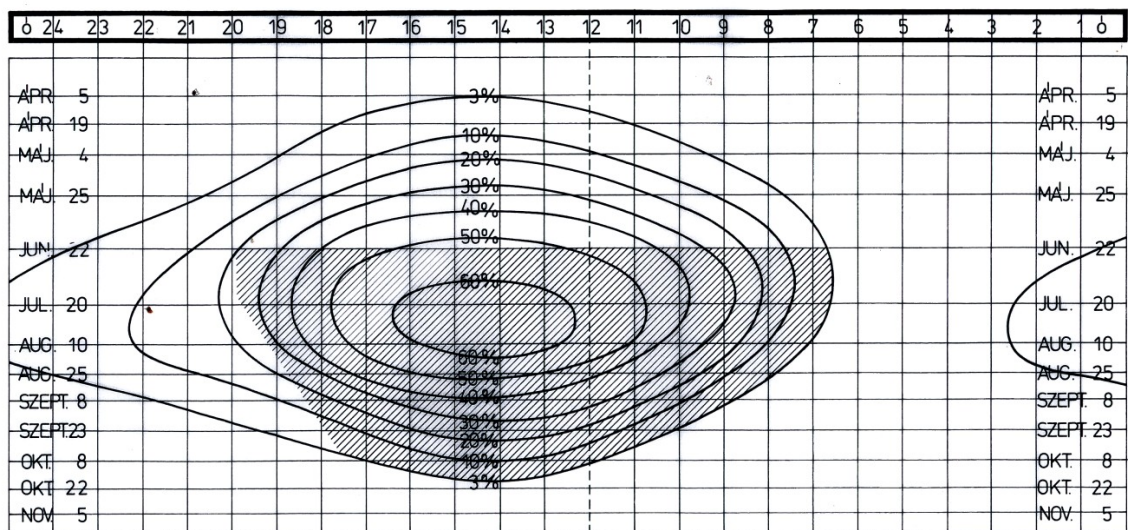
P É C S



S I Ó F O K



S Z E G E D



S O P R O N

VÉGE

BUDAOEST 2012