

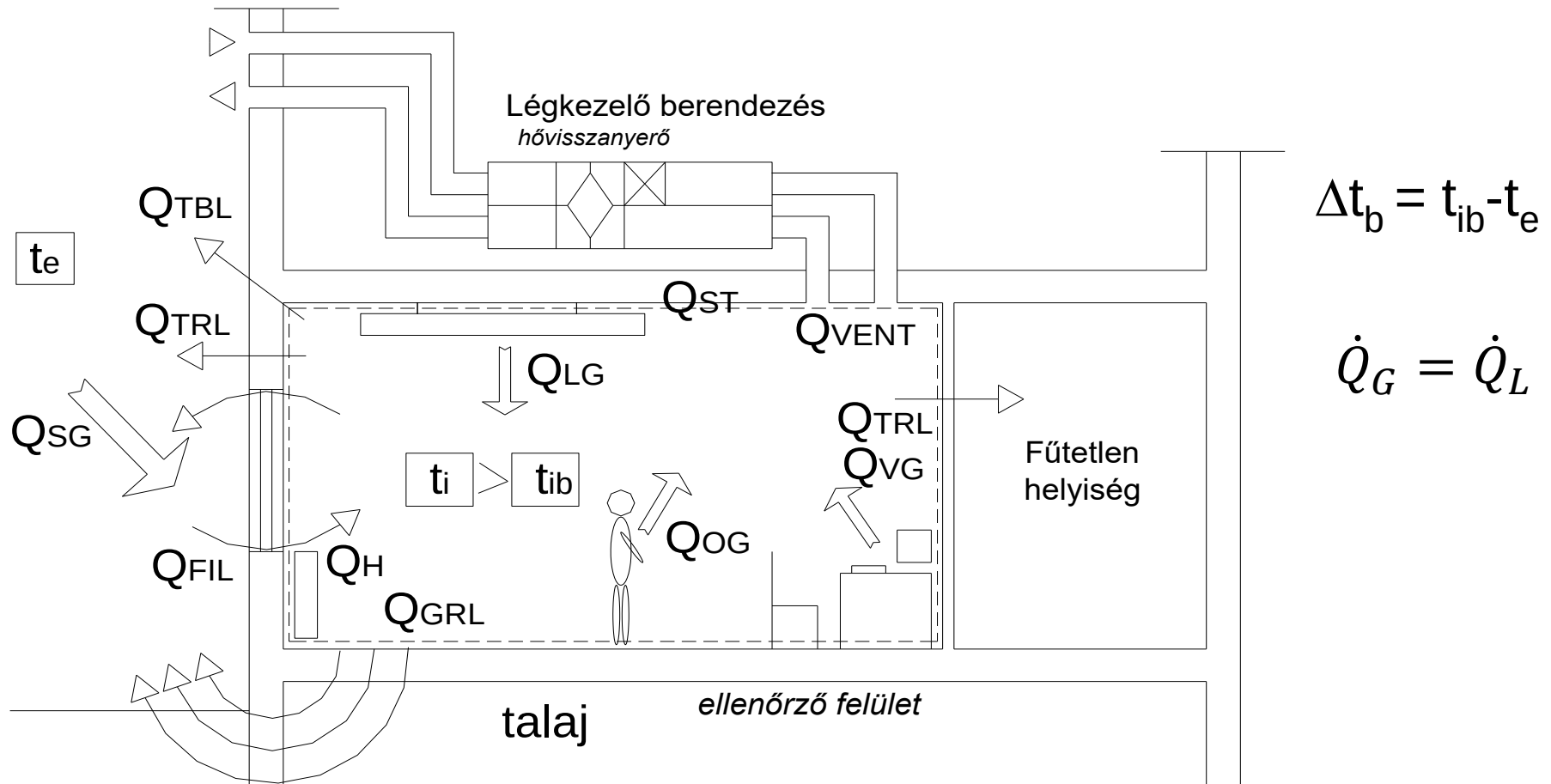


ÉPÜLETENERGETIKA

Fajlagos veszteségtényező számítása

Szikra Csaba
BME Építésmérnöki Kar
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
szikra@egt.bme.hu
2019.

ÉPÍTMÉNYEK ENERGIAMÉRLEGE, EGYENSÚLYI HŐMÉRSÉKLET, EGYENSÚLYI HŐMÉRSÉKLETKÜLÖNBSÉG



$$Q_{SG} + (Q_{LG} + Q_{OG} + Q_{VG}) + Q_H = (Q_{TRL} + Q_{GRL} + Q_{TBL}) + Q_{FL} + Q_{VENT} \pm Q_{ST}$$

Szerkezeti veszteségek számítása: $\dot{Q} = [\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi + 0.35n_{fl}V] \cdot (t_i - t_e) [W]$

Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség: $(t_{ib} - t_e) = \Delta t_b = \frac{\dot{Q}_G}{\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi + 0.35n_{fl}V}$

FAJLAGOS HŐVESZTESÉGTÉNYEZŐ ÉRTELMEZÉSE

A fajlagos hőveszteségtényező a transzmissziós hőáramok és a fűtési idény átlagos feltételei mellett kialakuló (passzív) sugárzási hőnyereség hasznosított hányadának algebrai összege egységnyi belső – külső hőmérsékletkülönbségre és egységnyi fűtött térfogatra vetítve.

Olyan alapkövetelmény amelyben minden, az épülettől függő, de csak az épülettől függő tétel szerepel, ezzel garantálva a termikus burok egy elfogadható hőtechnikai minőségét (légtömörség figyelembevételével), bármilyen is legyen az épület használati módja, bármilyen módosítás történjen a különböző gépészeti rendszerek területén. Független az épület rendeltetésétől, így minden épülettípusra egységes előírás.

$$q = \frac{1}{V} \left(\sum AU + \sum l\Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right) [W/m^3K]$$

Felülettel arányos veszteségek:

- Homlokzati falak
- Tető
- Pincefödém
- Nyílászárók

Integrált belüli hőhidak figyelembevételével!

Vonallal arányos veszteségek

Csatlakozási élek
+ Talajjal érintkező szerkezetek

Direkt energiagyűjtő szerkezetek hasznosult szoláris nyeresége:

Üvegezett nyílászárók, fűtött átrium

Indirekt energiagyűjtő szerkezetek (szoláris) nyereségek:

Üvegház, télikert
fűtettlen átrium
passzív szolár (Trombe fal ...)

FAJLAGOS HŐVESZTESÉGTÉNYEZŐ EGYSZERŰSÍTÉSEI

$$q = \frac{1}{V} \left(\sum AU + \sum l\Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right) [W/m^3K]$$

a fűtetlen tér egyensúlyi hőmérsékletének számítása helyett U értékének megadott korrekciós tényezővel való szorzása:

Ha az épület egyes határolásai nem a külső környezettel, hanem attól eltérő t_x hőmérsékletű fűtetlen vagy fűtött terekkel érintkeznek (raktár, pince, szomszédos épület), akkor ezen felületek U hőátbocsátási tényezőit módosítani kell. Az egyenletben t_x és t_e a fűtési idényre vonatkozó átlagértékek. Egyszerűsített eljárás keretében ez az arányszám pincefödémek esetében 0,5 padlásfödémek esetében 0,9 értékkel vehető figyelembe.

$$\frac{t_i - t_x}{t_i - t_e}$$

a hőhidak hatása az U korrekciós szorzójával is kifejezhető
 $U_R = U(1 + \chi)$

a benapozás ellenőrzésének elhagyásával „körben észak” sugárzási nyereség számítható

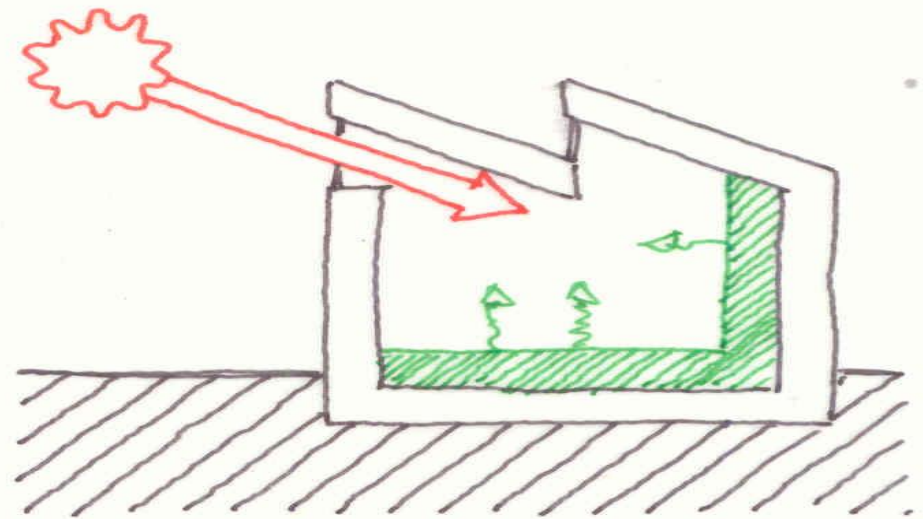
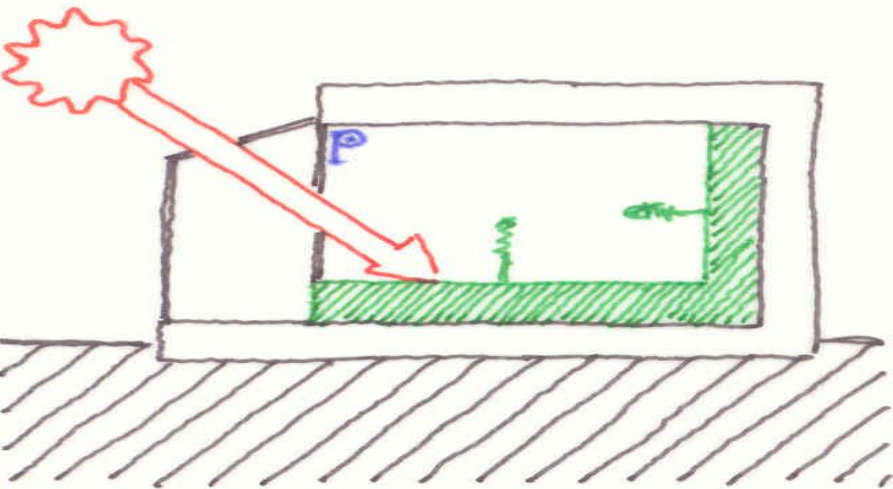
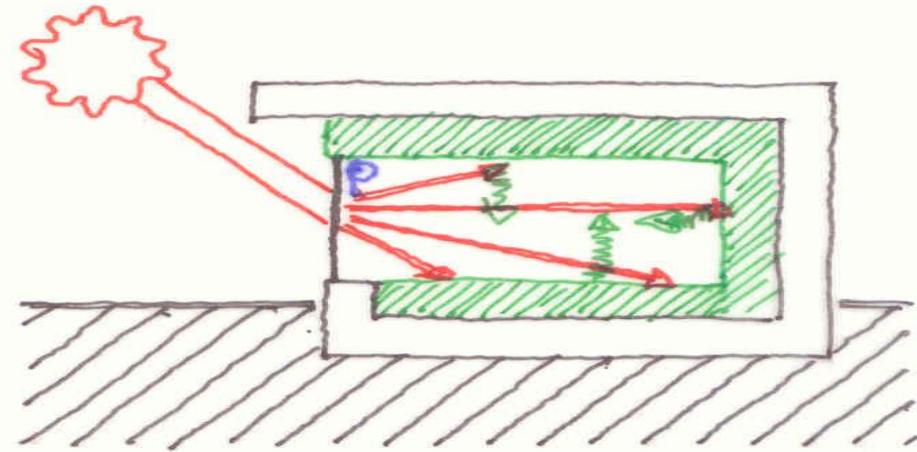
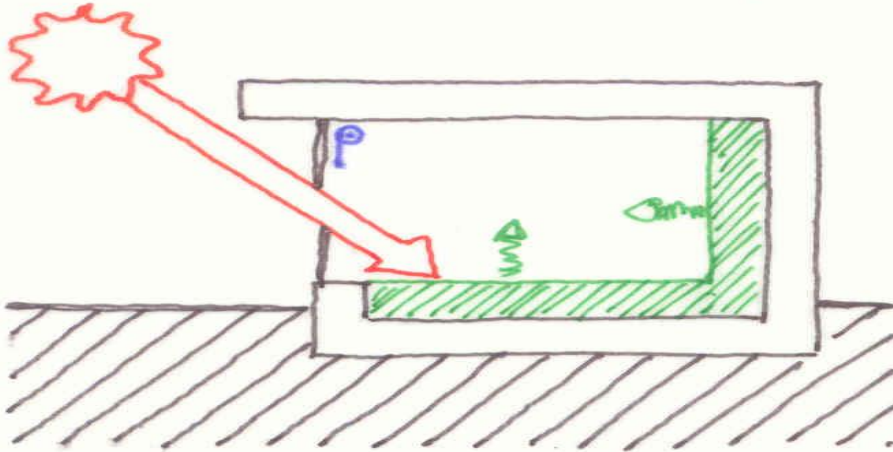
a sugárzási nyereséget kifejező tag elhagyható

FAJLAGOS HŐVESZTESÉGTÉNYEZŐ EGYSZERŰSÍTETT ALGORITMUS

$$q = \frac{1}{V}(\Sigma AU_R + \Sigma \Psi l - \frac{Q_{sd}}{72}) \text{ W/m}^3\text{K, ahol:}$$

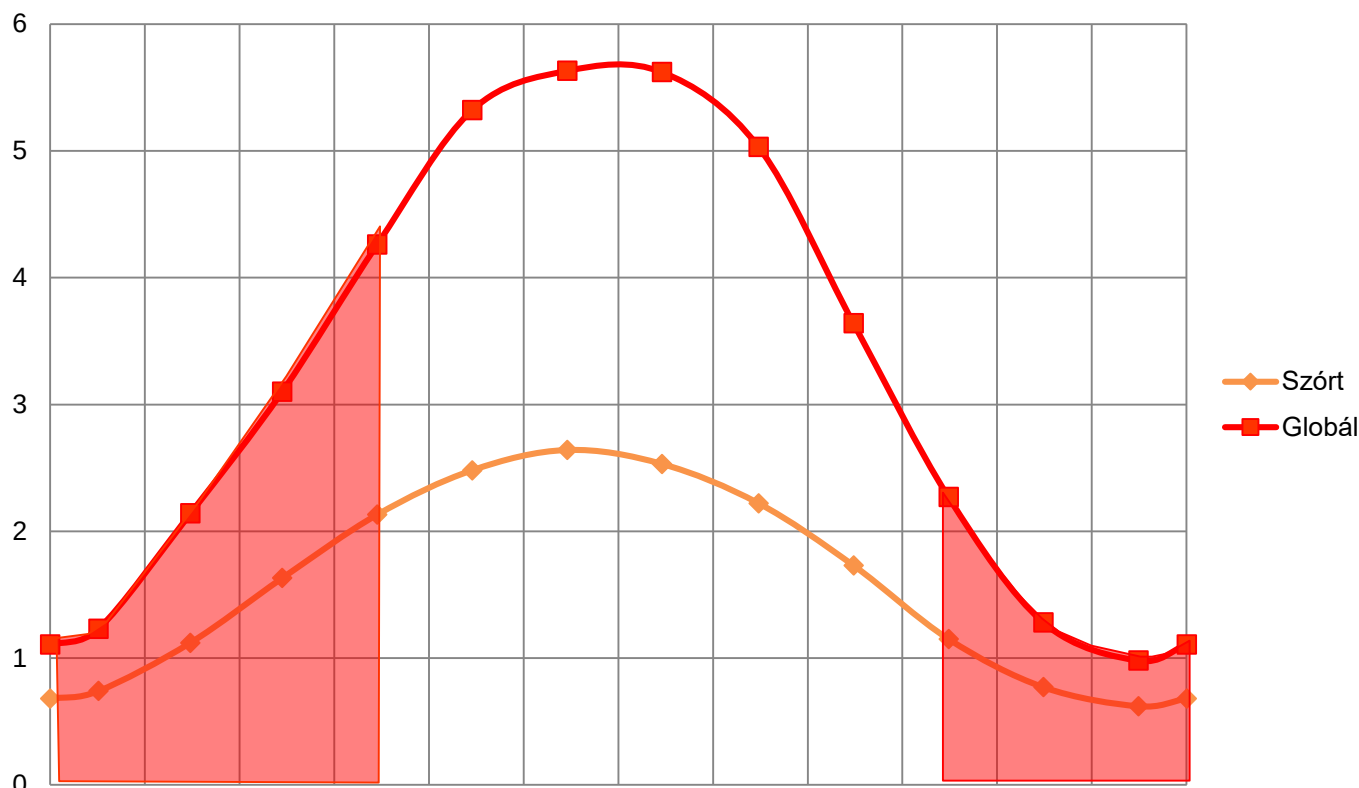
- A - felület (m²)
- U_R - U (1 + χ) a csatlakozási élek hőhid-hatásával korrigált rétegtervi hőátbocsátási tényező (W/m²K)
- Ψ - lábazatok, talajjal érintkező padlók, pincefalak vonalmenti hőátbocsátási tényezője (W/mK)
- l - lábazatok, talajjal érintkező padlók, pincefalak hossza (m)
- Q_{sd} - direkt sugárzási hőnyereség (W)
- V - fűtött épülettérfogat (m³)

DIREKT ENERGIAGYŰJTŐ SZERKEZETEK



SZOLÁRIS ENERGIAHOZAM VÍZSZINTES FELÜLETEN

Napi globális és szórt besugárzás havi átlaga vízszintes felületen
(kWh/m², nap)



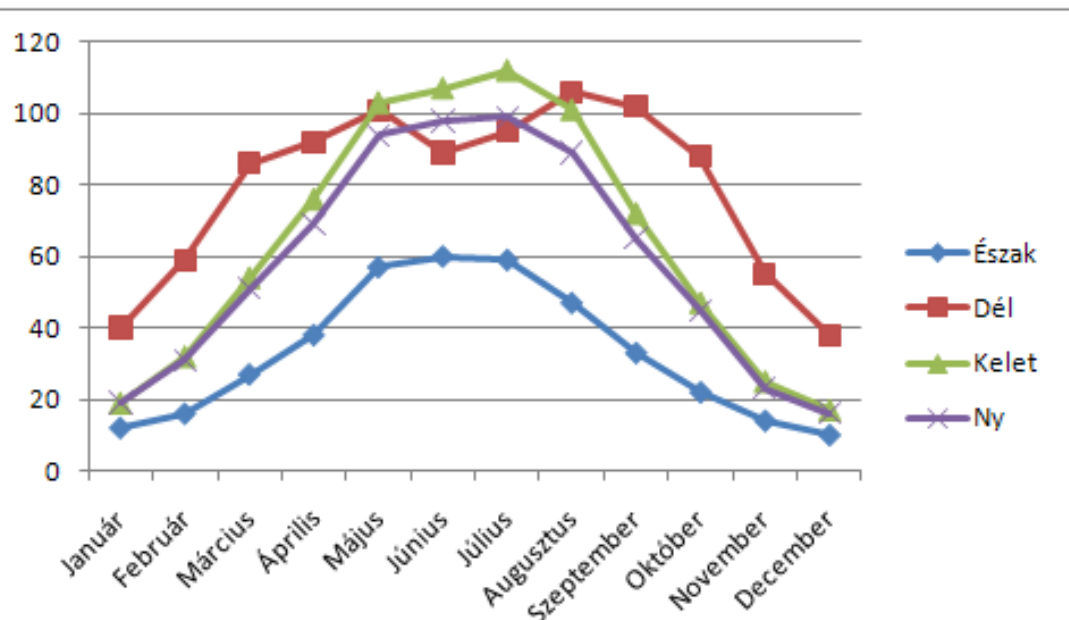
- Magyarország az északi mérsékelt övben, az északi szélesség 45,8° és 48,6° között található.
- A napsütéses órák száma megközelítőleg évi 2100 óra,
- a vízszintes felületre érkező napsugárzás hőmennyisége ~1300 kWh/m² év.
- Magyarországon a szórt sugárzás részaránya jelentős, meghaladja az 50%-ot.
- A napsugárzás csúcsértéke nyáron, a déli órákban, derült, tiszta égbolt esetén eléri, esetenként meghaladja az 1000 W/m² értéket.

Forrás: <http://eosweb.larc.nasa.gov> – 22 éves átlagértékek alapján,

keletei félteke 19°hosszúság (longitude), északi félgömb 47°szélesség (latitude) területe (ország közepe)



SZOLÁRIS ENERGIAHOZAM FÜGGŐLEGES FELÜLETEN



A függőleges felületekre jutó globális sugárzás átlagos havi és évi értékei Budapesten (kWh/m²).

Hónap	Észak	Dél	Kelet	Ny
Január	12	40	19	19
Február	16	59	32	31
Március	27	86	54	51
Április	38	92	76	69
Május	57	101	103	94
Június	60	89	107	98
Július	59	95	112	99
Augusztus	47	106	101	89
Szeptember	33	102	72	65
Október	22	88	47	45
November	14	55	25	23
December	10	38	17	16
ÉV	395	951	765	699

A függőleges felületekre jutó globális sugárzás átlagos havi értékei fűtési időnyben, Budapesten (kWh/m²).

Hónap	Észak	Dél	Kelet	Ny
Január	12,0	40,0	19,0	19,0
Február	16,0	59,0	32,0	31,0
Március	27,0	86,0	54,0	51,0
Április 2/3	25,3	61,3	50,7	46,0
Május				
Június				
Július				
Augusztus				
Szeptember				
Október 2/3	14,7	58,7	31,3	30,0
November	14,0	55,0	25,0	23,0
December	10,0	38,0	17,0	16,0
Fűtés	119,0	398,0	229,0	216,0

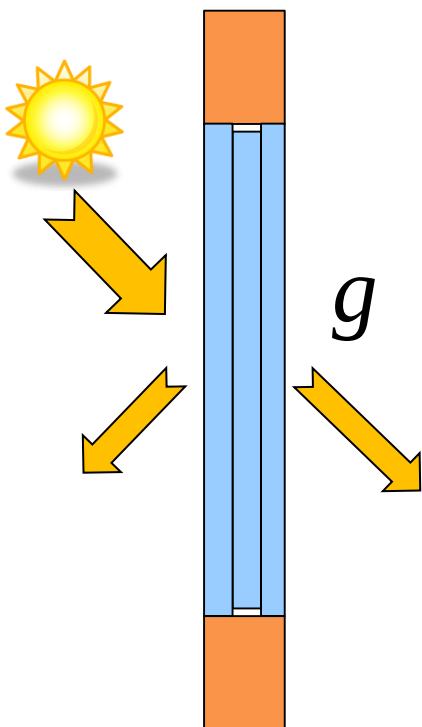
Homlokzat:	Dél	Kelet	Nyugat	Észak
Éves globális besugárzás a függőleges felületekre, a vízszintes felülethez (= 100%) képest	77%	54%	56%	26%
Globális besugárzás télen a függőleges felületekre, a vízszintes felülethez (= 100%) képest	155%	60%	69%	32%

Forrás: Othmar Humm – Alacsony energiájú épületek

Q_{sd} értékeinek származtatása:

Fűtés **119,0** **398,0** **229,0** **216,0**

DIREKT SZOLÁRIS NYERESÉG EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁSA



g (-) – sugárzás
átbocsátóképesség:

az árnyékolatlan nyílászáró szerkezeten átjutó, valamint az arra ráeső teljes szoláris energia időben átlagolt hányada.

Q_{sd} hasznosult direkt sugárzási nyereség fűtési idényben (kWh)

ε - hasznosulás mértéke

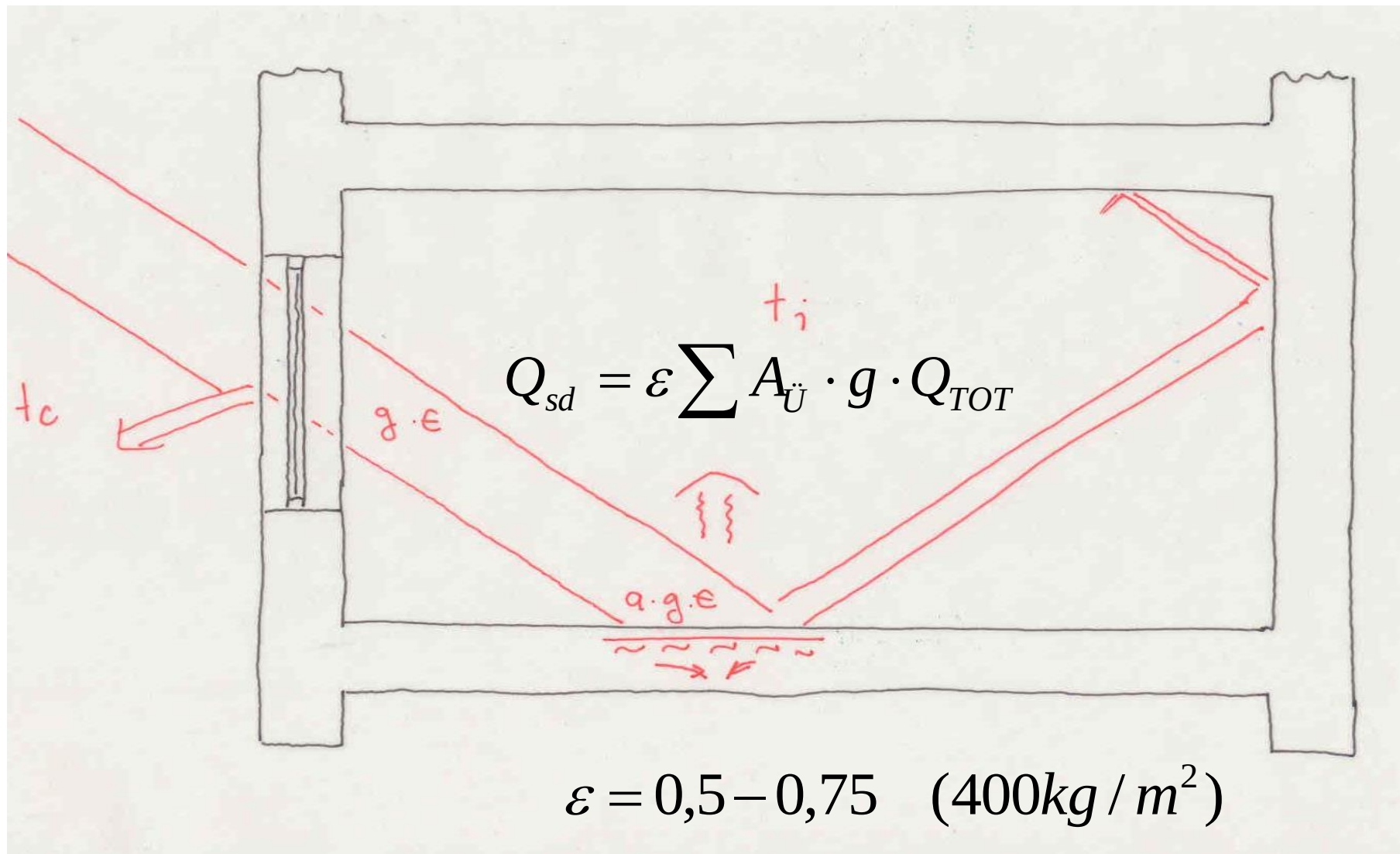
$A_{\ddot{u}}$ – Az üvegezés felülete (m²)

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\ddot{u}} \cdot g \cdot Q_{TOT} [kWh]$$

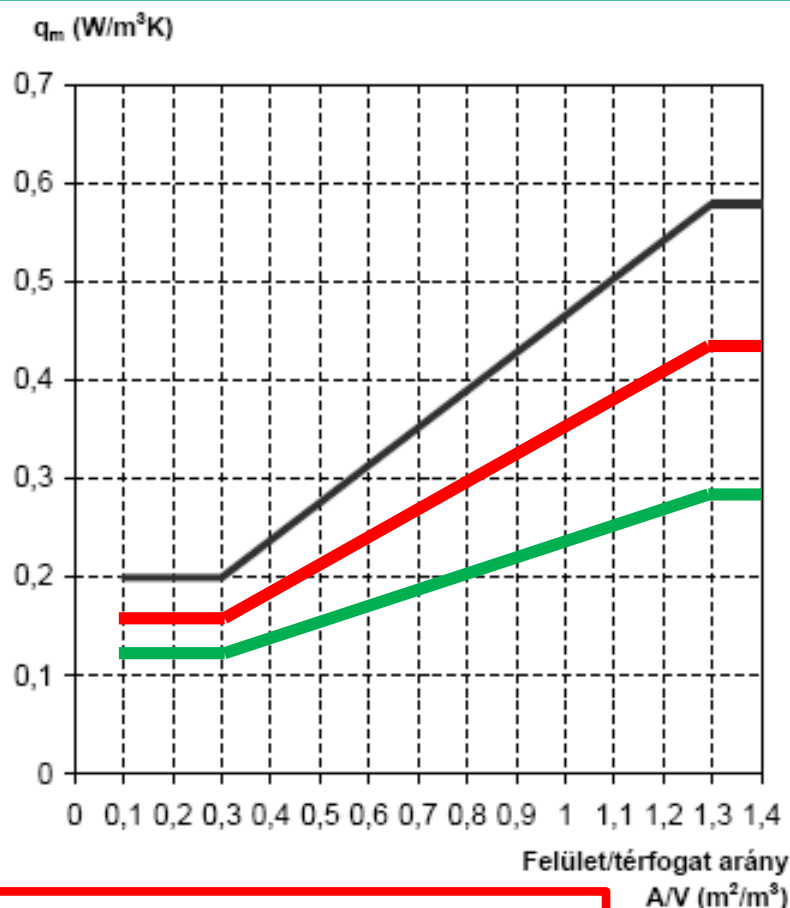
	Tájolás		
	É	D	K-N
Direkt sugárzási energiahozam a fűtési idényre fajlagos hővesztésgtényező számításához Q_{TOT} [kWh/m ² a]	100	400	200

Árnyékolás nélküli üvegek		Sugárzás átbocsátóképesség g (-)
Egyszeres üvegezések:		
Normál üveg (3mm)		0,87
Táblaüveg (6mm)		0,82
Abszorbens üvegek:		
a=40-48%		0,70
a=48-56%		0,64
a=56-70%		0,54
Kettős üvegezések:		
Normál üveg (3mm)		0,78
Táblaüveg (6mm)		0,70
Abszorbens üvegek:		
Kívül a=48-56%, belül normál üveg		0,45
Kívül a=48-56%, belül tábla üveg (6mm)		0,44
Hőszigetelő üvegezések:		
U=		0,72
U=		0,67
U=		0,65
Fényvédő üvegezések:		
r=		0,48
r=		0,37
r=		0,25
Hármas üvegezések:		
Normál üveg (3mm)		0,72
Táblaüveg (6mm)		0,60
Hőszigetelő üvegezés		0,50

AZ ÉPÜLETTÖMEG ENERGETIKAI VISELKEDÉSE (HASZNOSULÁS MÉRTÉKE)



A FAJLAGOS HŐVESZTESÉGTÉNYEZŐ KÖVETELMÉNYÉRTÉKE



$A/V \leq 0,3$	$q_m = 0,16$
$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$q_m = 0,079 + 0,27 (A/V)$
$A/V \geq 1,3$	$q_m = 0,43$

**Költség-
optimum**

$A/V \leq 0,3$	$q_m = 0,12$
$0,3 \leq A/V \leq 1,0$	$q_m = 0,05143 + 0,2296 (A/V)$
$A/V \geq 1,0$	$q_m = 0,28$

**Közel
nulla**

Olyan alapkövetelmény amelyben minden, az épülettől függő, de csak az épülettől függő tétel szerepel, ezzel garantálva egy elfogadható hőtechnikai minőséget, bármilyen is legyen az épület használati módja, bármilyen módosítás a különböző fogyasztók területén

A fajlagos hőveszteségtényező független az épület rendeltetésétől, minden épülettípusra kötelező érvényű előírás

$$A/V \leq 0,3 \quad q_m = 0,2 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$0,3 \leq A/V \leq 1,3 \quad q_m = 0,086 + 0,38 (\Sigma A/V) \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$A/V \geq 1,3 \quad q_m = 0,58 \text{ W/m}^3\text{K}$$

ahol

ΣA = a fűtött épülettérfogatot határoló szerkezetek összfelülete

V = fűtött épülettérfogat (fűtött légtérfogat)

A fűtött épülettérfogatot határoló összfelületbe beszámítandók a külső levegővel, a talajjal, szomszédos fűtetlen terekkel és fűtött épületekkel érintkező valamennyi határolás.



INDIREKT ENERGIAGYŰJTŐ SZERKEZETEK SZOLÁRIS NYERESÉGE

A fajlagos hőveszteségtényező a transzmissziós hőáramok és a fűtési idény átlagos feltételei mellett kialakuló (passzív) sugárzási hőnyereség hasznosított hányadának algebrai összege egységnyi belső – külső hőmérsékletkülönbségre és egységnyi fűtött térfogatra vetítve.

Olyan alapkövetelmény amelyben minden, az épülettől függő, de csak az épülettől függő tétel szerepel, ezzel garantálva a termikus burok egy elfogadható hőtechnikai minőségét (légtömörség figyelembevételével), bármilyen is legyen az épület használati módja, bármilyen módosítás történjen a különböző gépészeti rendszerek területén. Független az épület rendeltetésétől, így minden épülettípusra egységes előírás.

$$q = \frac{1}{V} \left(\sum AU + \sum l\Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right) [W/m^3 K]$$

Felülettel arányos veszteségek:

- Homlokzati falak
- Tető
- Pincefödém
- Nyílászárók

Integrált belüli hőhidak figyelembevételével!

Vonallal arányos veszteségek

Csatlakozási élek
+ Talajjal érintkező szerkezetek

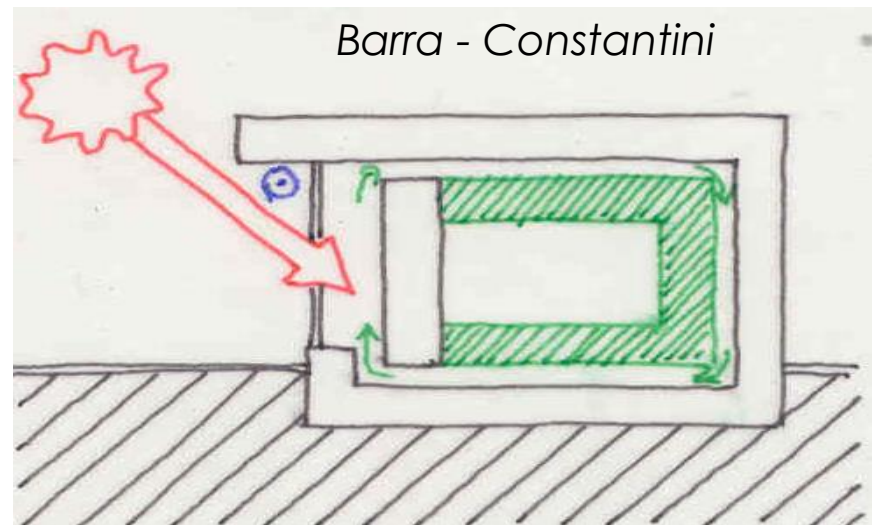
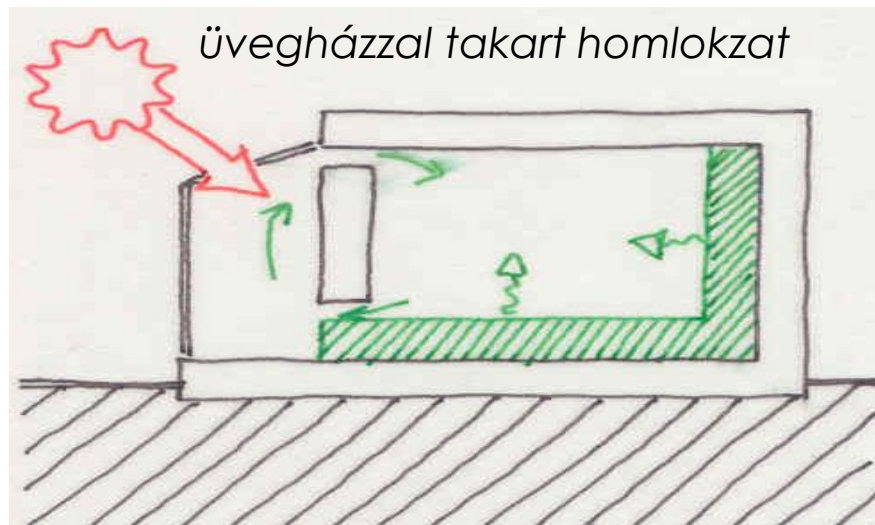
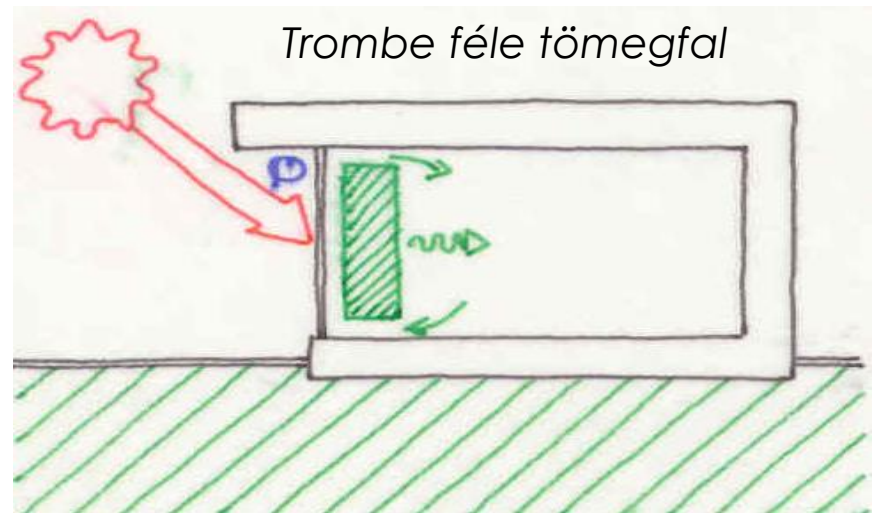
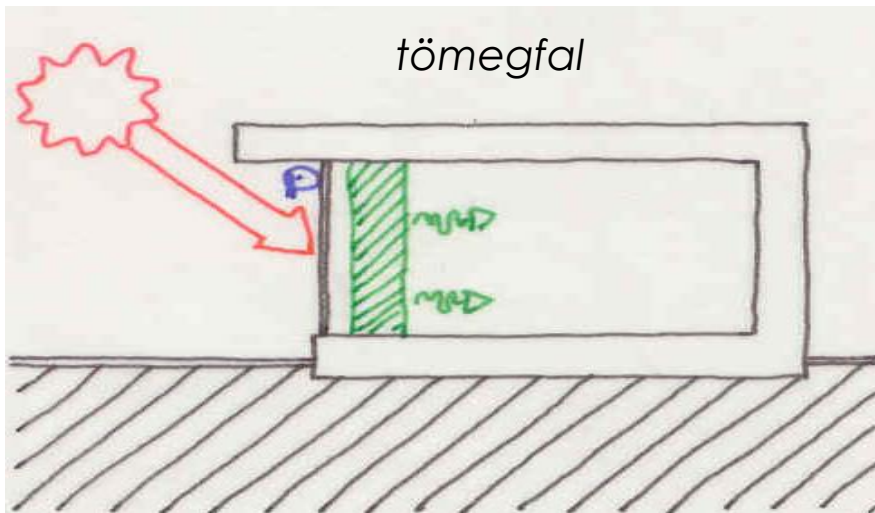
Direkt energiagyűjtő szerkezetek hasznosult szoláris nyeresége:

Üvegezett nyílászárók, fűtött átrium

Indirekt energiagyűjtő szerkezetek (szoláris) nyereségek:

Üvegház, télikert
fűtettlen átrium
passzív szolár (Trombe fal ...)

INDIREKT ENERGIAGYŰJTŐ SZERKEZETEK



INDIREKT ENERGIAGYŰJTŐ SZERKEZETEK ENERGETIKAI MODELLJE

Nyereség egyenlete (Q_{sid}):

A helyiségbe jutó indirekt szoláris nyereség fordítottan arányos az elnyelő felülettől kifelé és befelé mutató ellenállások arányától. A befelé mutató ellenállást a konvekcióval a helyiségbe jutó levegő csökkenti:

$$Q_{sid} = A \cdot g \cdot a_N \left(\frac{A_{\ddot{u}}}{A} \right) \cdot \frac{R_{ki}}{R_{ki} + R_{be} \cdot (1 - \sigma)} Q_{TOT}$$

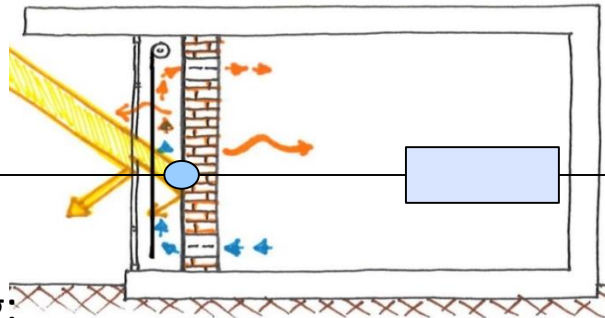
Veszteség egyenlete (Q_{tr}):

A veszteségáram arányos az vizsgált időszak hőfokhídjával, illetve a szerkezet teljes ellenállával:

Konvekcióval a helyiségbe
jutó energiahányad
 $\sigma = 0.0 - 0.5$

$$Q_{tr} = A \cdot U \cdot \frac{H}{1000} = A \cdot \frac{1}{R_{be} + R_{ki}} \cdot \frac{H}{1000}$$

$$R_{ki} = R_{lr} + \frac{1}{U_w} - \frac{1}{\alpha_i}$$



$$R_{be} = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_i}$$

Szoláris energiaátbocsátóképesség:

$$g' = g \cdot a_N \cdot \frac{R_{ki}}{R_{ki} + R_{be} \cdot (1 - \sigma)}$$

$$Q_{sid} = A \left(\frac{A_{\ddot{u}}}{A} \right) \cdot g' \cdot Q_{TOT} [kWh]$$

	Tájolás		
	É	D	K-N
Direkt sugárzási energiahozam a fűtési időnyre fajlagos hővesztégtényező számításához Q_{TOT} [kWh/m ² a]	100	400	200