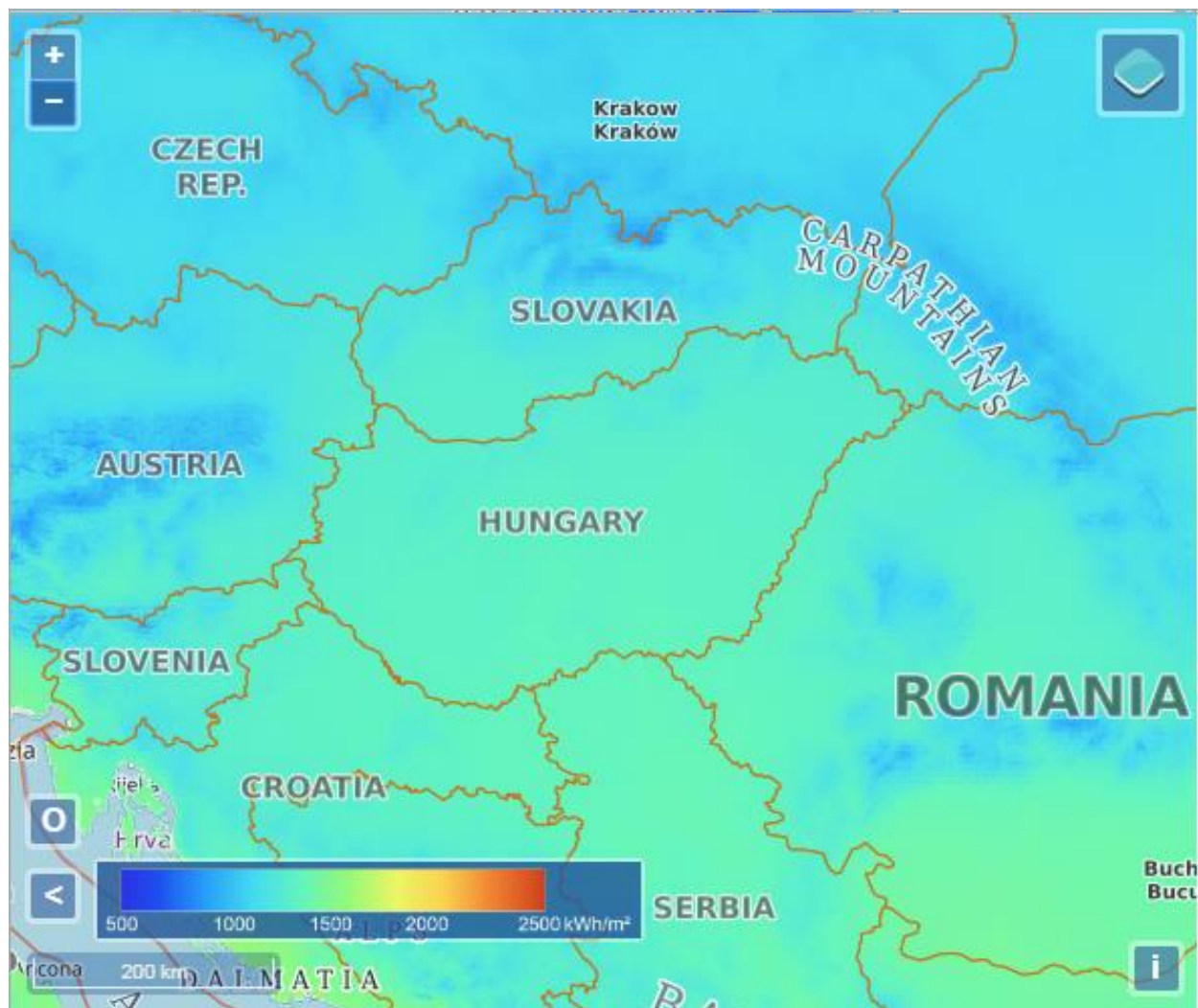


Napelemek és napkollektorok hozamának számítása

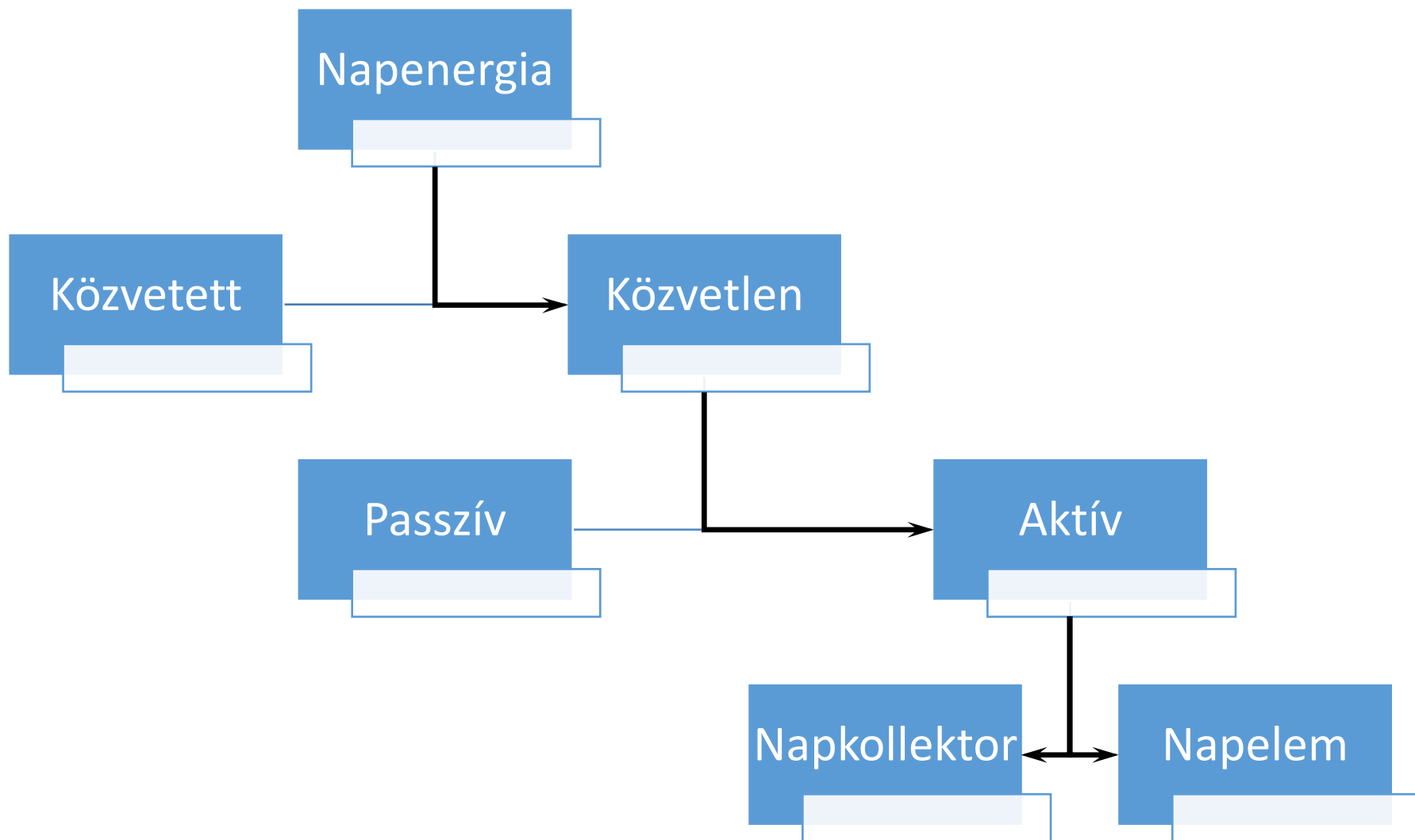
Előadó: Dr. Horváth Miklós

Napenergia potenciál



Forrás: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP

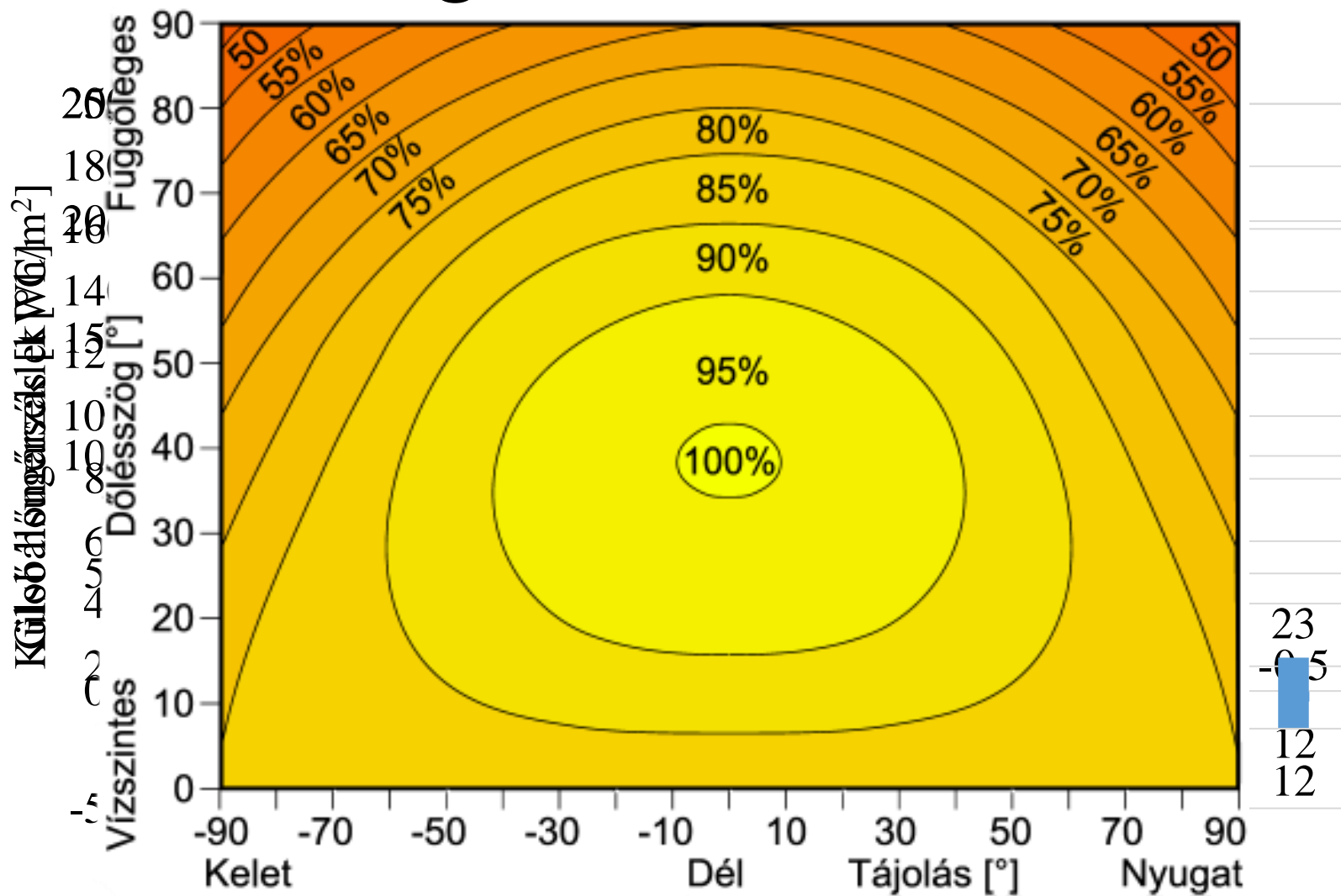
Napenergia hasznosítás



Napkollektorok energiahozamának számítása

- Meteorológiai adottságok (éves, havi, napi, órai)
 - Napsugárzás
 - Külső hőmérséklet
- Napkollektor típus
- Rendelkezésre álló felület, épületadottságok
 - Tetőfelület – tájolás, dőlésszög
- Igény oldal
 - HMV készítés
 - Medencefűtés
 - Épületfűtés
 - Egyéb technológiai melegvíz

Meteorológiai adatok



Forrás: Naplopó Kft.

Napkollektorok

- Típus
 - Síkkollektor
 - Vákuumcsöves kollektor
- Jellemző paraméterek ([Solar Keymark adatbázis](#))
 - Optikai hatásfok: η_0
 - Hőmérsékleti tényezők: a_1, a_2
 - Beeső sugárzás szögfüggését kifejező tényező: $K_{dir}(50^\circ)$

Napkollektor adatlap



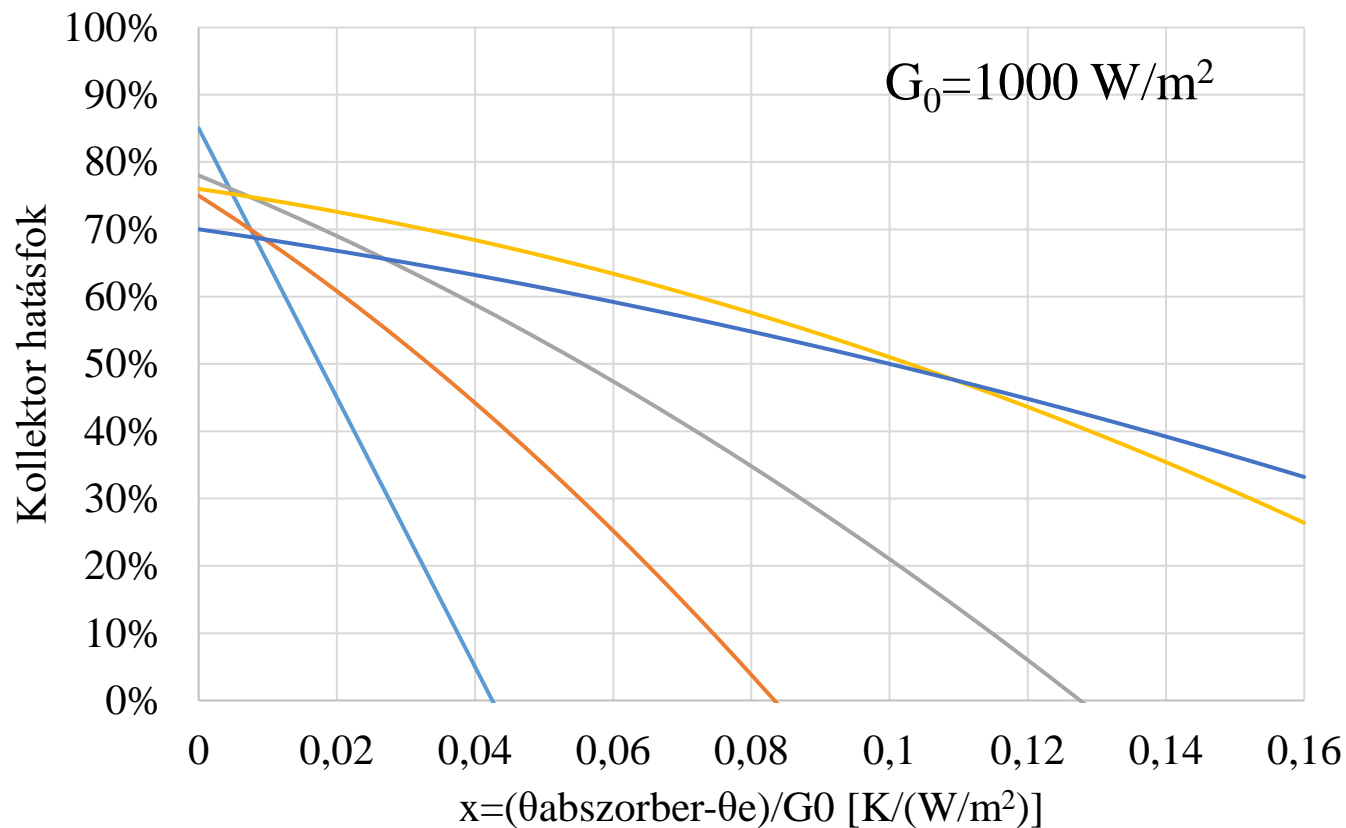
Page 1/2

Annex to Solar Keymark Certificate - Summary of EN ISO 9806:2013 Test Results						Licence Number			
9806:2013 Test Results						TSU 001-16/D			
Licence holder						Date issued			
ELVOSOLAR a.s.						2016-10-03			
Brand (optional)						Issued by			
www.elvosolar.sk						TSU Piešťany, s.p.			
Street, Number						Country			
Arétovej 22, P.O. BOX 108						Slovak republic			
Postcode, City						Web			
SK-841 01 Bratislava						www.elvosolar.sk			
Collector Type						E-mail			
Flat plate collector, glazed						ancic@elvosolar.sk			
Collector name						Tel			
ELVOSOLAR TS300-2.03						+421 905609462			
Collector dimensions						Power output per collector			
Gross area (A _g)	Gross length	Gross width	Gross height	G _b = 850 W/m ² ; G _d = 150 W/m ²					
m ²	mm	mm	mm	$\theta_m - \theta_a$					
				0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	90 K
				W	W	W	W	W	W
2.03	2 009	1 009	75	1 445	1 379	1 234	1 074	899	708

Page 2/2

Annex to Solar Keymark Certificate												Licence Number															
Supplementary Information												TSU 001-16/D															
Annual collector output in kWh/collector at mean fluid temperature θ_m , based on ISO 9806:2013 test results												Issued															
2016-10-03																											
Annual collector output in kWh/collector at mean fluid temperature θ_m , based on ISO 9806:2013 test results																											
Collector name	Standard Locations				Athens		Davos		Stockholm		Würzburg																
ELVOSOLAR TS300-2.03	θ_m	25°C	50°C	75°C	25°C	50°C	75°C	25°C	50°C	75°C	25°C	50°C	75°C														
		2 335	1 707	1 164	1 793	1 277	843	1 319	888	763	1 432	961	599														
Annual output per m ² gross area												1 130	841	573	883	629	415	650	437	277	705	474	295				
Fixed or tracking collector												Fixed (slope = latitude - 13°; rounded to nearest 5°)															
Annual irradiation on collector plane												1765 kWh/m ²				1714 kWh/m ²				1166 kWh/m ²				1244 kWh/m ²			
Mean annual ambient air temperature												18.5°C				3.2°C				7.5°C				9.0°C			
Collector orientation or tracking mode												South, 23°				South, 30°				South, 43°				South, 33°			
Data required for CDR (EU) No 812/2013 - Reference Area A _{sol}												The calculation of the annual collector local Ver. 5.01 (March 2016). A detailed description															
Zero-loss efficiency (η_0)												0,712				--				n							
First-order coefficient (a_1)												3,18				W/(m ² K)				Water-Glycole							
Second-order coefficient (a_2)												0,010				W/(m ² K ²)				No							
Incidence angle modifier IAM (50°)												0,95				--				Following conditions:							
Energy Labelling Information																											
Reference Area, A _{ref} (m ²)												Data required for CDR (EU) No 811/2013 - Reference Area A _{ref}															
ELVOSOLAR TS300-2.03												2.03															
Collector efficiency (η_{ref})												57 %															
Remark: Collector efficiency (η_{ref}) is defined in CDR (EU) No 811/2013 as collector efficiency of the solar collector at a temperature difference between the solar collector and the surrounding air of 40 K and a global solar irradiance of 1000 W/m ² , expressed in % and rounded to the nearest integer. Deviating from the regulation η_{ref} is based on reference area (A _{ref}) which is aperture area for values according to EN 12875-2 or gross area for solar collectors.																											
Data required for CDR (EU) No 812/2013 - Reference Area A _{sol}																											
Zero-loss efficiency (η_0)												0,712				--											
First-order coefficient (a_1)												3,18				W/(m ² K)											
Second-order coefficient (a_2)												0,010				W/(m ² K ²)											
Incidence angle modifier IAM (50°)												0,95				--											
Remark: The data given in this section are related to collector reference area (A _{ref}) which is aperture area for values according to EN 12875-2 or gross area for ISO 9806. Consistent data sets for either aperture or gross area can be used in calculations like in the regulation 811 and 812 and simulation programs.																											
Technický skúšobný ústav Piešťany, s.p.												Technický skúšobný ústav Piešťany, s.p.															
Address: Krajná cesta 2020/9, 02101 Piešťany, Slovak Republic												Address: Krajná cesta 2020/9, 02101 Piešťany, Slovak Republic															
Phone: +421 33 79 57 111, Fax: +421 33 77 23 716, E-mail: sv@tsu.sk, web: www.tsu.eu												Phone: +421 33 79 57 111, Fax: +421 33 77 23 716, E-mail: sv@tsu.sk, web: www.tsu.eu															

Napkollektorok hatásfoka



- Lefedés nélküli síkkollektor
- Nem szelektív síkkollektor
- Szelektív síkkollektor
- Vákuumos síkkollektor
- Vákuumcsöves síkkollektor

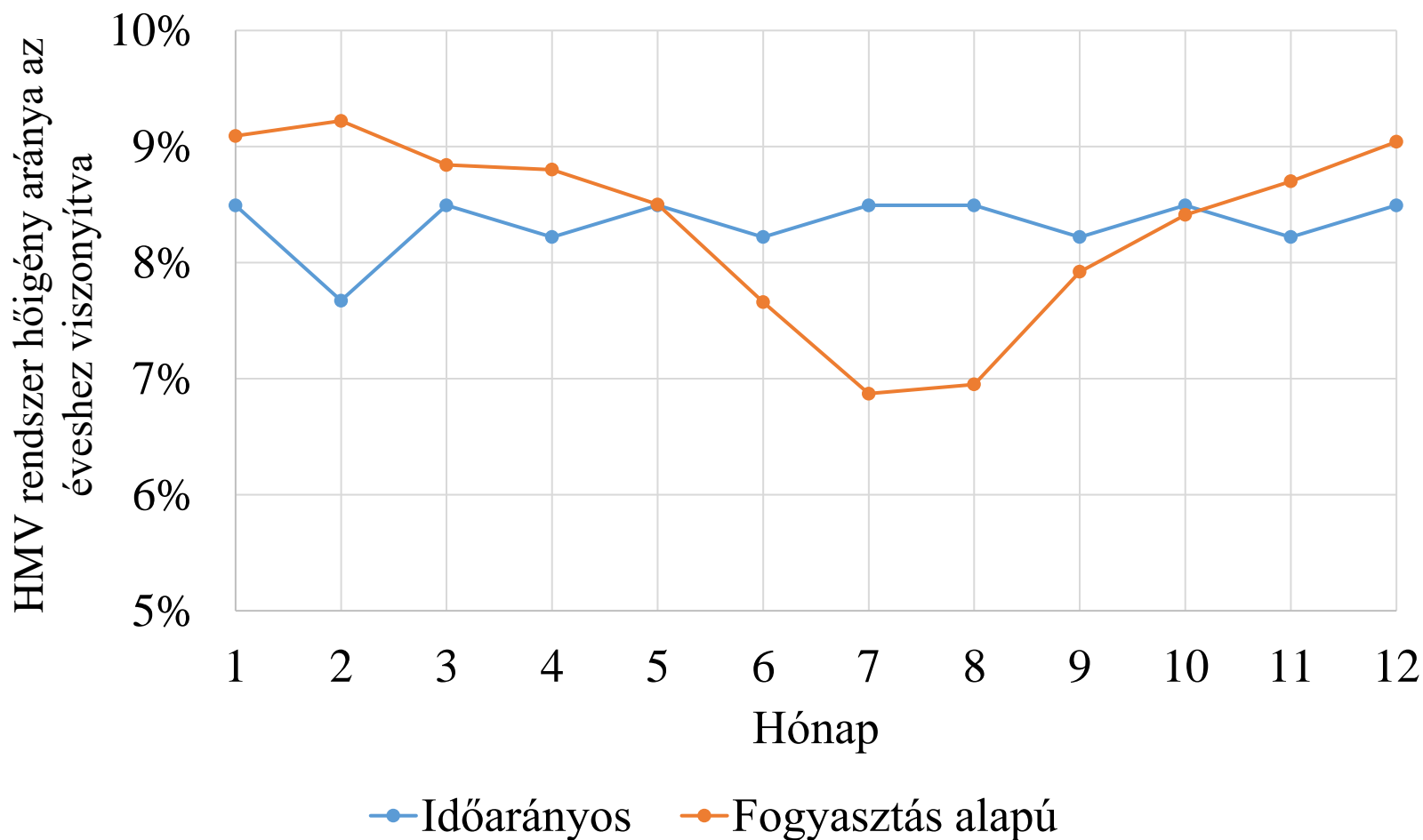
Igény oldal

- HMV készítés
 - Nettó HMV igény (éves!)
 - Elosztási és tárolási veszteség (éves!)
- Épületfűtés
 - Nettó fűtési igény
 - Elosztási és tárolási veszteség
- Medencefűtés
 - Egyéb rendeltetés – nincsen előírás
- Egyéb technológiai melegvíz
 - Egyéb rendeltetés – nincsen előírás

Napkollektor energiatermelése: havi módszer

- Bemelő paraméterek
 - napkollektor paraméterei, η_0 , a_1 , a_2 , $K_{dir}(50^\circ)$, *felület*
 - havi beérkező napsugárzás, $Q_{s,i}$
 - havi HMV rendszer hőigény, $Q_{igény,i}$
 - havi átlagos külső hőmérséklet, $t_{e,i}$
 - napkollektor referencia hőmérséklet, t_{ref}
 - melegvíz hőmérséklete, t_{HMV}
 - hidegvíz hőmérséklete, $t_{víz}$
- kollektorból elszállítható hő aránya, FR
- kollektor átfolyási száma, FR'/FR
- HMV tároló mérete, V_t

Havi HMV hőigény meghatározása



Napkollektor energiatermelése: havi módszer

$$\frac{X_{c1}}{X} = \frac{11,6 + 1,18 \cdot t_{HMV} + 3,86 \cdot t_{v\acute{I}z} - 2,32 \cdot t_{e,i}}{t_{ref} - t_{e,i}}$$

$$\frac{X_{c2}}{X} = \left(\frac{V_{t,a}}{V_{t,opt}} \right)^{-0,25} = \left(\frac{0,7 \cdot V_t}{0,075 \cdot A_{koll}} \right)^{-0,25}$$

$$X = \left(FR \cdot a_1 + FR \cdot a_2 \cdot (t_{HMV} - t_{e,i}) \right) \cdot \frac{FR'}{FR} \cdot (t_{ref} - t_{e,i}) \cdot \tau_m \cdot \frac{A_{koll}}{Q_{ig\acute{e}ny,i}} \cdot \frac{1}{1000}$$

Napkollektor energiatermelése: havi módszer

$$X_c = X \cdot \frac{X_{c1}}{X} \cdot \frac{X_{c2}}{X}$$

$$Y = \eta_0 \cdot Q_{s,i} \cdot \frac{FR'}{FR} \cdot K_{dir}(50^\circ) \cdot \frac{A_{koll}}{Q_{igény,i}}$$

$$f_i = \min(1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X_c - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X_c^2 + 0,0215 \cdot Y^3; 1)$$

$$Q_{koll,i} = f_i \cdot Q_{HMV,tot,i}$$

Napkollektoros rendszer figyelembevétele – családi ház, részletes módszer

- HMV primerenergia igény:

$$E_{HMV} = q_{HMV} \cdot \left(1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100} \right) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_C + E_K) \cdot e_v$$

Nettó HMV igény ($A_N=133 \text{ m}^2$)

Épület rendeltetése	Használati melegvíz nettó hőenergia igénye q_{HMV} [kWh/m ² /év]
Lakóépületek	30
Irodaépületek	9
Oktatási épületek	7

DE! 80 m² feletti részre: 15 kWh/m²év

$$q_{HMV} = \frac{(80 \cdot 30 + 53 \cdot 15)}{133} = 24,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{év})$$

HMV rendszer

- Elosztó csővezetékek fűtött téren kívül
- Kondenzációs kazán, fűtött téren kívül (pince)
- Indirekt fűtésű tároló, fűtött téren kívül (pince)
- Cirkuláció nincs az épületben
- Napkollektoros rendszer
 - tájolás, dőlésszög: D, 30°

η_0	a_1	a_2	$K_{\text{dir}(50^\circ)}$	FR	FR'/FR	t_{ref}	t_h	t_{HMV}	A_{koll}	V_t
0,79	3,79	0,01	0,92	0,95	0,8	100	10,6	50	4	0,2
[1]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K ²)]	[1]	[1]	[1]	[°C]	[°C]	[°C]	[m ²]	[m ³]

Elosztási és cirkulációs veszteség

- Cirkuláció nincsen: $E_C = 0$

Alapterületig A_N [m ²]	Cirkulációval		Cirkuláció nélkül	
	Elosztás a fűtött téren kívül	Elosztás a fűtött téren belül	Elosztás a fűtött téren kívül	Elosztás a fűtött téren belül
	%	%	%	%
100	28	24	13	10
150	22	19		
200	19	17		
300	17	15		
500	14	13		
750	13	12		
> 750	13	12		

Tárolási veszteség

	Indirekt fűtésű tároló	Csúcson kívüli árammal működő elektromos bojler	Nappali árammal működő elektromos bojler	Gázüzemű bojler
	%	%	%	%
100	28	24	16	97
150	21	20	12	80
200	16	16	10	69
300	12	14	8	61
500	9	10	6	53
750	6	8	5	49
1000	5	8	4	46
1500	4	7	4	40
2500	4	6	3	32
5000	3	5	2	26
10000	2	4	2	22

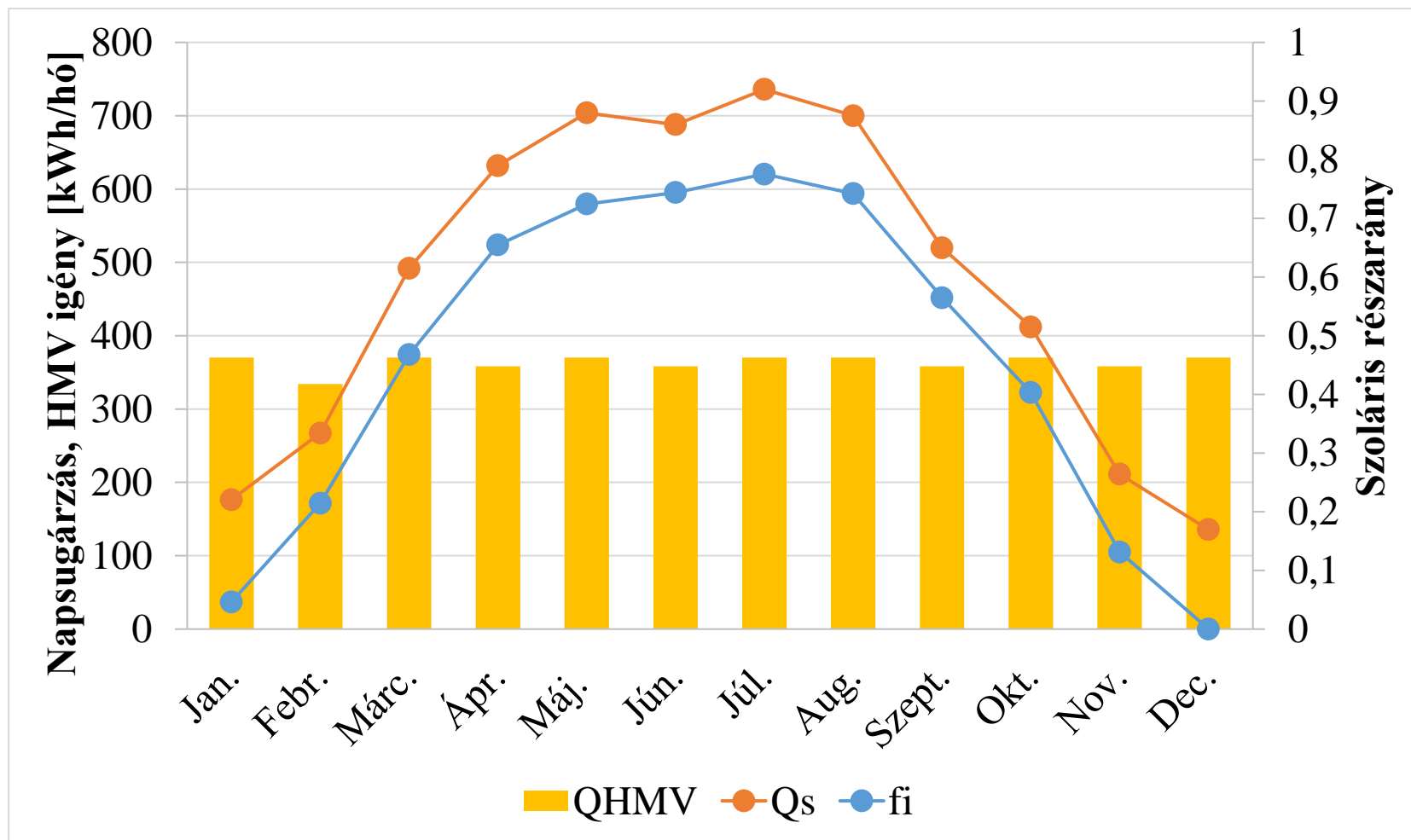
Napkollektoros rendszer

- Napkollektoros rendszer paraméterei
- Meteorológiai adatok ?
- HMV rendszer igénye

$$Q_{HMV} = q_{HMV} \cdot \left(1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100}\right) \cdot A_N =$$
$$24,0 \cdot \left(1 + \frac{13}{100} + \frac{23,4}{100}\right) \cdot 133 = 4354 \frac{\text{kWh}}{\text{év}}$$

- HMV rendszer paraméterei ?

Napkollektoros rendszer



Éves szoláris részarány: 45,7%; Éves energiahozam: 1991 kWh

Kondenzációs kazán

Kazánüzemű HMV készítés							
Alapterületig A_N [m ²]	Teljesítménytényező					Segédenergia	
	Állandó hőm. kazán (olaj és gáz)	Alacsony hőm. Kazán	Kondenz. kazán	Kombi- kazán ÁF/KT*	Kondenz. kombi- kazán ÁF/KT*	Kombi- kazán	Más kazánok
	CK [-]					EK [kWh/m ² /a]	
100	1,82	1,21	1,17	1,27/1,41	1,23/1,36	0,2	0,3
150	1,71	1,19	1,15	1,22/1,32	1,19/1,28	0,19	0,24
200	1,64	1,18	1,14	1,20/1,27	1,16/1,24	0,18	0,21
300	1,56	1,17	1,13	1,17/1,22	1,14/1,19	0,17	0,17
500	1,46	1,15	1,12	1,15/1,18	1,11/1,15	0,17	0,13
750	1,4	1,14	1,11				0,11
1000	1,36	1,14	1,1				0,1
1500	1,31	1,13	1,1				0,084
2500	1,26	1,12	1,09				0,069
5000	1,21	1,11	1,08				0,054
10000	1,17	1,1	1,08				0,044

Primerenergia átalakítási tényezők

Energia	e	
elektromos áram		2,5
csúcson kívüli elektromos áram		1,8
földgáz		1
tüzelőolaj		1
szén		1
megújuló: tűzifa, biomassa, biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energia, a biogázok energiája, fapellet, agripellet		0,6
megújuló: nap-, szél-, hullám energia, vízenergia, a geotermikus, hidrotermikus, légtermikus energia		0
Távfűtés esetén, energiaforrás*	kapcsolt hőtermelés	e
földgáz-, szén-, olajtüzelés, nukleáris,	min. 50%	0,83
egyéb nem megújuló, nem biomassa hulladéktüzelés	nincs	1,26
biomassa, fapellet, agripellet, biogáz, egyéb megújuló,	min. 50%	0,5
depóniagáz, szennyvíziszapból nyert gáz	nincs	0,76

Primerenergiaigény

- HMV primerenergia igény:

$$E_{HMV} = q_{HMV} \cdot \left(1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100}\right) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_C + E_K) \cdot e_v$$

- Napkollektor

$$C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV} = C_k \cdot 0,457 \cdot 0 = 0 \quad !$$

Napkollektoros rendszer figyelembevétele – családi ház, részletes módszer

- HMV primerenergia igény:

$$E_{HMV} =$$

$$24 \cdot \left(1 + \frac{13}{100} + \frac{23,4}{100} \right) \cdot \left[(1,16 \cdot (1 - 0,457) \cdot 1) + 0 \right] +$$

$$(0 + 0,26) \cdot 2,5 = \mathbf{21,3} \frac{kWh}{m^2 \text{ év}}$$

Napkollektoros rendszer figyelembevétel – családi ház, egyszerűsített módszer (javaslat!)

- Egyszerű módszer alkalmazásának feltételei:
 - A napkollektorokkal kizárólag lakóépület HMV igényének fedezésére segítenek rá.
 - A HMV tároló kollektorfelületre vetített térfogata eléri a 50 l/m^2 (kollektorfelület) arányt.

Egyszerűsített számítás felépítése

- Maximális kollektortermelés táblázatból való meghatározása, függ:
 - kollektortípus (síkkollektor/vákuumcsöves kollektor)
 - kollektorfelület
 - rendszer alapterület
 - elosztási és tárolási veszteségek (fűtött téren belül/kívül)
- Tájéolástól függő teljesítménycsökkenési tényező meghatározása diagramból
- Szoláris részarány számítása

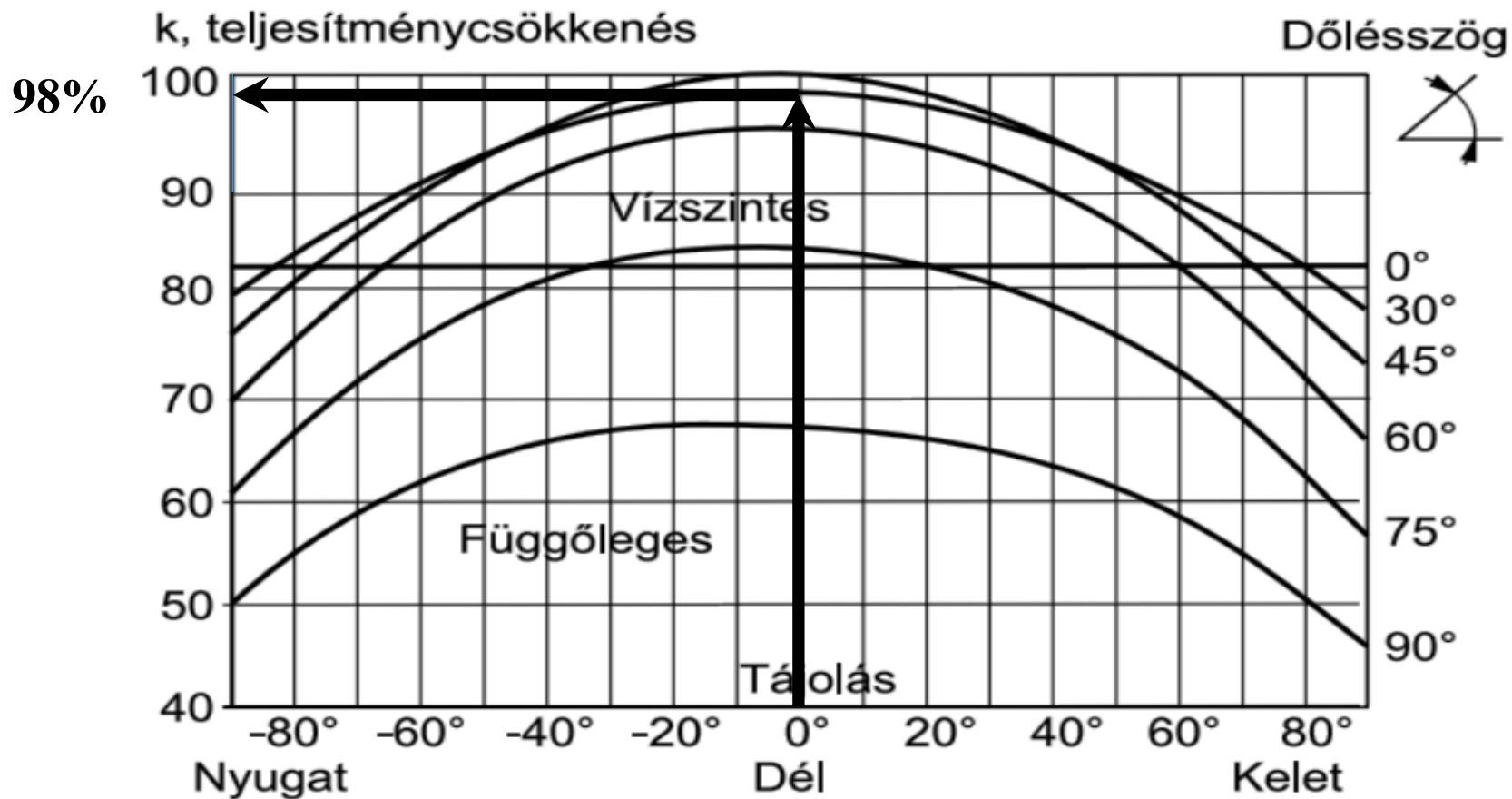
HMV rendszer

- Rendszer alapterület 133 m^2
- Elosztó csővezetékek fűtött téren belül
- Kondenzációs kazán, fűtött téren kívül (pince)
- Indirekt fűtésű tároló, fűtött téren kívül (pince)
- Cirkuláció nincs az épületben
- Napkollektoros rendszer
 - síkkollektor
 - 4 m^2 kollektorfelület
 - tájolás, dőlésszög: D, 30°

Maximális napkollektor termelés

		Elosztás és tárolás fűtött téren kívül, cirkuláció nélkül													
		Rendszer alapterület [m ²]													
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	200	
Kollektorfelület [m ²]	1,5	755	795	823	843	859	866	871	876	880	883	886	889	901	
	2	924	990	1036	1070	1097	1108	1118	1126	1132	1138	1144	1149	1170	
	2,5	1060	1155	1224	1274	1314	1330	1345	1356	1366	1376	1384	1392	1424	
	3	1146	1294	1386	1456	1511	1534	1554	1570	1583	1596	1607	1618	1663	
	4	1245	1467	1641	1760	1849	1886	1921	1946	1969	1990	2009	2027	2102	
	5	1308	1556	1781	1967	2119	2174	2224	2261	2295	2325	2354	2379	2492	
	6	1358	1622	1868	2094	2293	2379	2462	2519	2566	2607	2646	2681	2834	
	7	1406	1673	1935	2179	2407	2514	2616	2688	2754	2822	2882	2933	3133	
	8	1456	1721	1988	2247	2490	2608	2720	2808	2892	2970	3039	3102	3392	
	10	1543	1820	2084	2352	2616	2746	2871	2970	3065	3157	3246	3329	3727	

Teljesítménycsökkenő tényező



Szoláris részarány

$$q_{koll} = \frac{Q_{koll,max} \cdot k}{A_N} = \frac{1990 \cdot 0,98}{133} = \mathbf{14,66 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{év})}$$

$$\alpha_{koll} = \frac{q_{koll}}{q_{HMV} \cdot \left(1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100}\right)} =$$
$$\frac{14,66}{24,0 \cdot \left(1 + \frac{13}{100} + \frac{23,4}{100}\right)} = 0,448$$

$$\left(\alpha_{koll,részletes} = 0,457\right)$$

Napkollektoros rendszer figyelembevétele – családi ház, egyszerűsített módszer (javaslat!)

- HMV primerenergia igény:

$$E_{HMV} =$$

$$24 \cdot \left(1 + \frac{13}{100} + \frac{23,4}{100} \right) \cdot \left[(1,16 \cdot (1 - 0,448) \cdot 1) + 0 \right] +$$

$$(0 + 0,26) \cdot 2,5 = \mathbf{21,6} \frac{kWh}{m^2 \text{év}}$$

$$\left(E_{HMV, \text{részletes}} = \mathbf{21,3} \frac{kWh}{m^2 \text{év}} \right)$$

Napelemek energiahozamának számítása

- Meteorológiai adottságok (éves, havi, napi, órai)
 - Napsugárzás
 - Külső hőmérséklet
- Napelem típus
- Rendelkezésre álló felület, árnyékolás
 - Tetőfelület – tájolás, dőlésszög

PVGIS szoftver

- Napsugárzás adatbázis
- PV technológia
- Beépített teljesítmény
- Rendszervezés
- Tájolás, dőlésszög
- Árnyékolás

Cursor:
Selected: **Select location!**
Elevation (m):

Use terrain shadows:
 Calculated horizon
 Upload horizon file

[↓ csv](#)
Fájl kiválasztása Nincs fájl kiválasztva

GRID CONNECTED

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

TRACKING PV
OFF-GRID
MONTHLY DATA
DAILY DATA
HOURLY DATA
TMY

Solar radiation database*
PV technology*
Installed peak PV power [kWp]*
System loss [%]*

Fixed mounting options
Mounting position *
Slope [°]*
Azimuth [°]*

PV electricity price
PV system cost (your currency)
Interest [%/year]
Lifetime [years]

Free-standing
 Optimize slope
 Optimize slope and azimuth

[Visualize results](#) [Download csv](#)

Forrás: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP

PVGIS – 1kWp, Budapest

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV: RESULTS

PV output

Summary



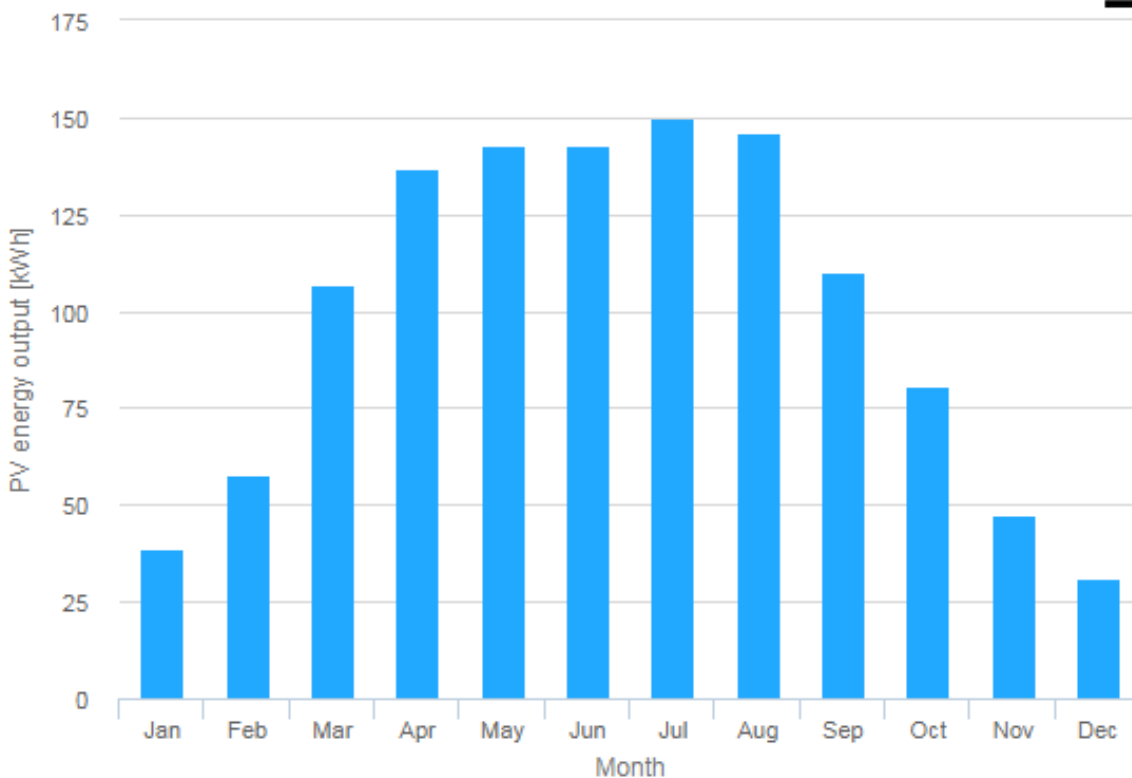
Provided inputs:

Location [Lat/Lon]:	47.470, 19.084
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-CMSAF
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	1
System loss [%]:	14

Simulation outputs:

Slope angle [°]:	30
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	1190
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1510
Year to year variability [kWh]:	57.90
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-3
Spectral effects [%]:	1.3
Temperature and low irradiance [%]:	-6.3
Total loss [%]:	-20.8

Monthly energy output from fix-angle PV system



Napelem termelés egyszerűsített számítás (javaslat!)

Feltétel: A beépített rendszerteljesítmény nem haladja meg a 20 kWp értéket.

Napelem termelés [(kWh/év)/kWp]				
	Tájolás	K, Ny	DK, DNy	D
Dőlésszög [°]	0	942	942	942
	10	934	988	1010
	20	917	1020	1050
	30	892	1030	1080
	40	858	1020	1080
	50	812	988	1050
	60	755	940	1010
	70	688	873	935
	80	611	787	842
	90	527	686	727

Napelem termelés primerenergia ($A_N=133 \text{ m}^2$)

- Részletes számítás:

$$E_{\text{át}} = E_{PV} \cdot e_v = 1190 \cdot 2,5 = 2975 \frac{\text{kWh}}{\text{év}} = 22,4 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{év}}$$

- Egyszerűsített számítás (javaslat!):

$$E_{\text{át}} = E_{PV} \cdot e_v = 1080 \cdot 2,5 = 2700 \frac{\text{kWh}}{\text{év}} = 20,3 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{év}}$$

Bivalens hőtermelők

Csoknyai Tamás

A fűtés fajlagos primer energiaigénye

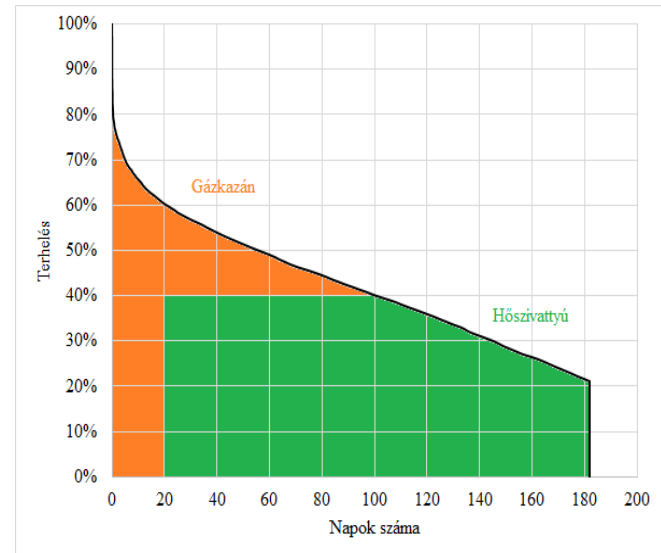
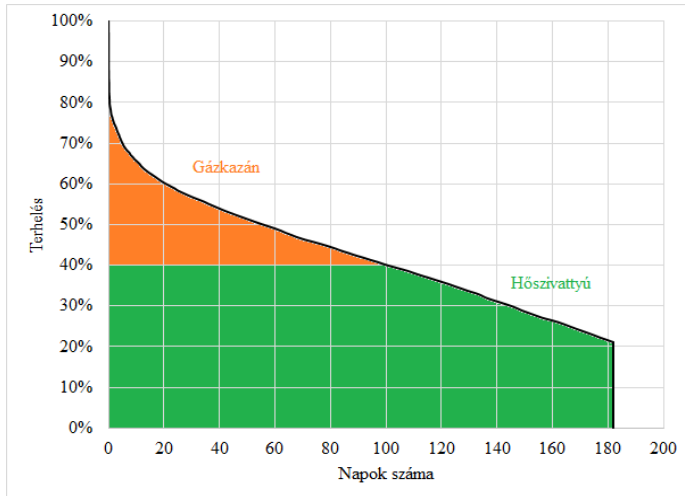
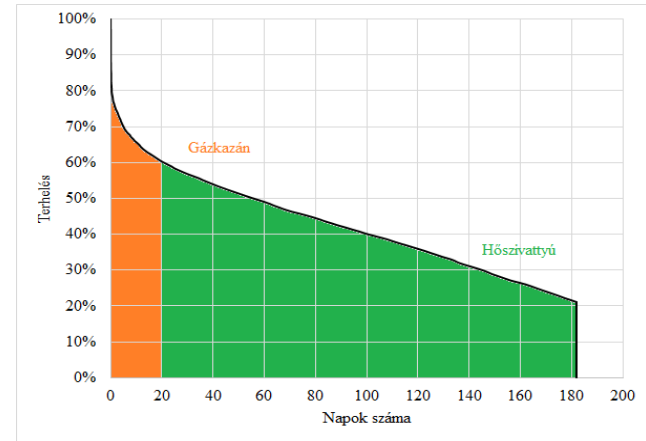
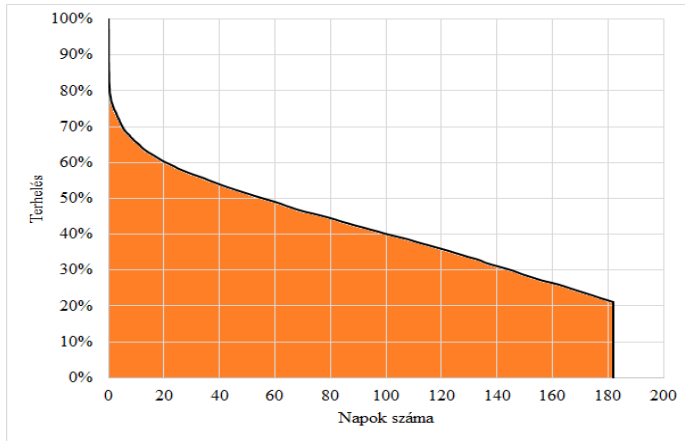
$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (c_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

[kWh/m²év]

Tipikus esetek

- Hőszivattyú – gázkazán
- Kandalló – gázkazán
- Kandalló – gázkonvektor
- Hőszivattyú – kandalló
- Napkollektor – gázkazán (HMV)
- Napkollektor – biomassa (HMV)
- Napkollektor – biomassa – gázkazán (HMV)

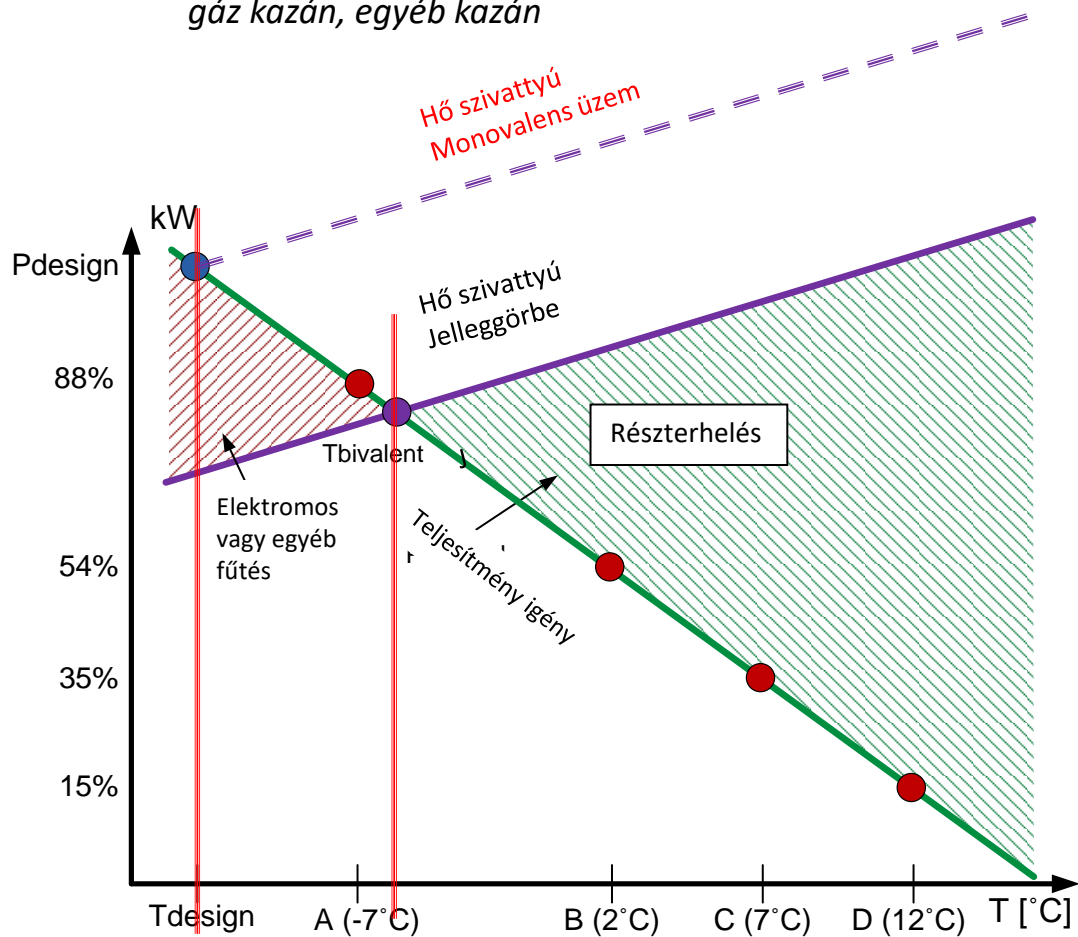
Monovalens, bivalens, multivalens üzem



Hőszivattyúk

Kiválasztás elve:

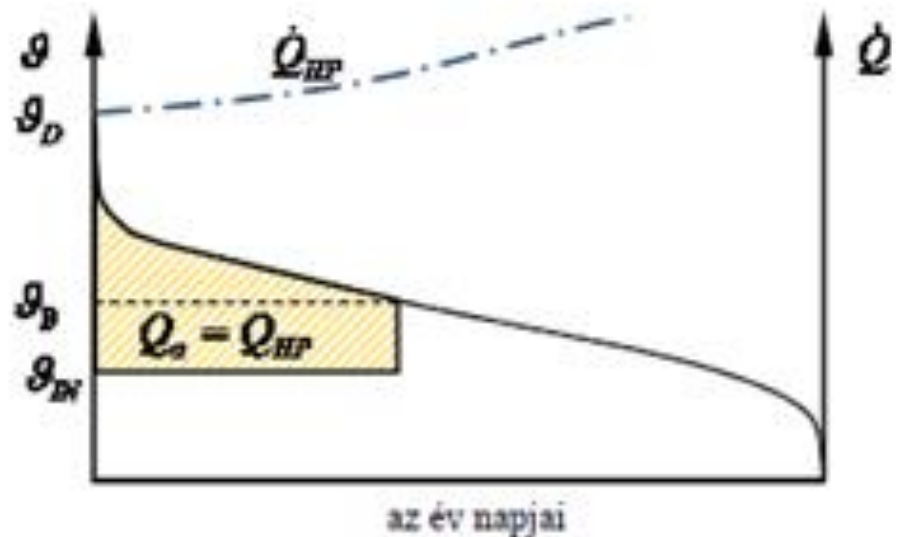
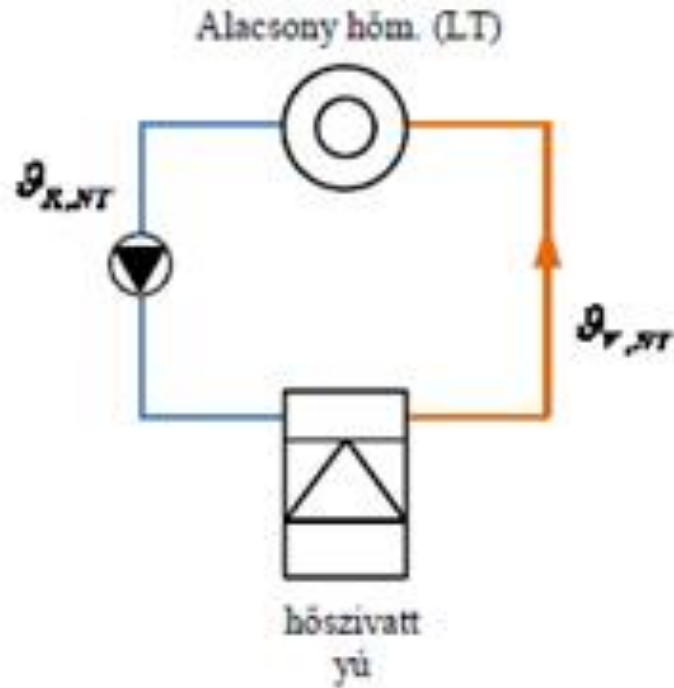
1. *Monovalens: maximális teljesítmény igényre: méretezési külső hőmérséklet*
2. *Bivalens: bivalens hőmérsékletnek megfelelő hőmérsékletre, ahol a belépő másik hő termelő belép ami lehet: elektromos fűtőbetét
gáz kazán, egyéb kazán*



Monovalens

Csak hőszivattyú
alkalmazás a
teljes fűtési
idényben

Alacsony
hőmérsékletű
fűtési rendszer

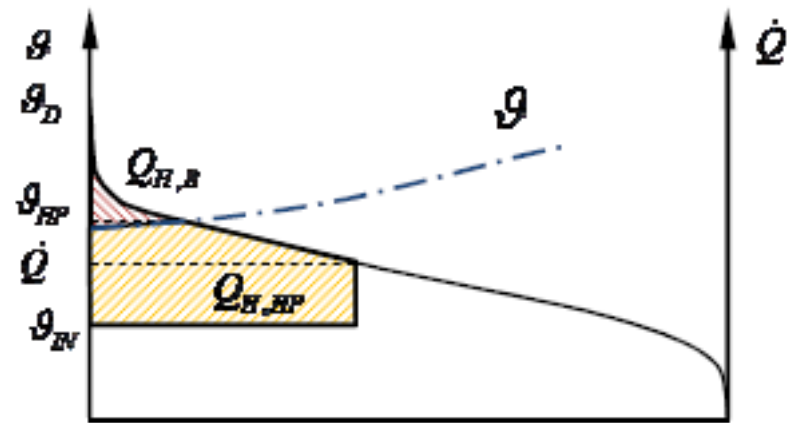
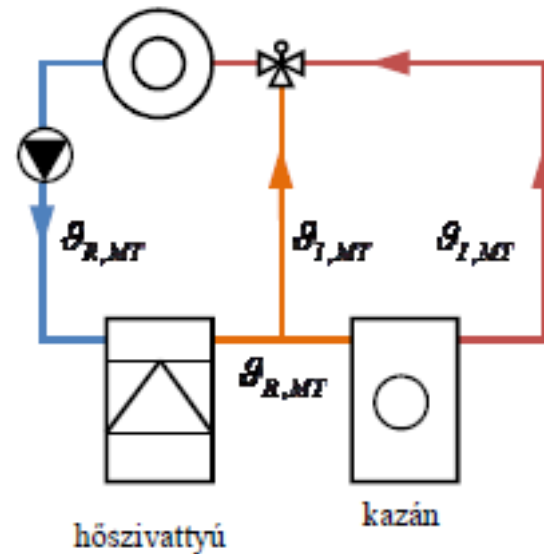


Bivalens párhuzamos

Hőszivattyú és kazán
alkalmazása a teljes
fűtési idényben a
hőszivattyú üzemel,
kazán kiegészít
alacsonyabb külső
hőmérsékleteken

Közepes hőmérsékletű
fűtési rendszer

Közepes hőm. (MT) fűtési rendszer

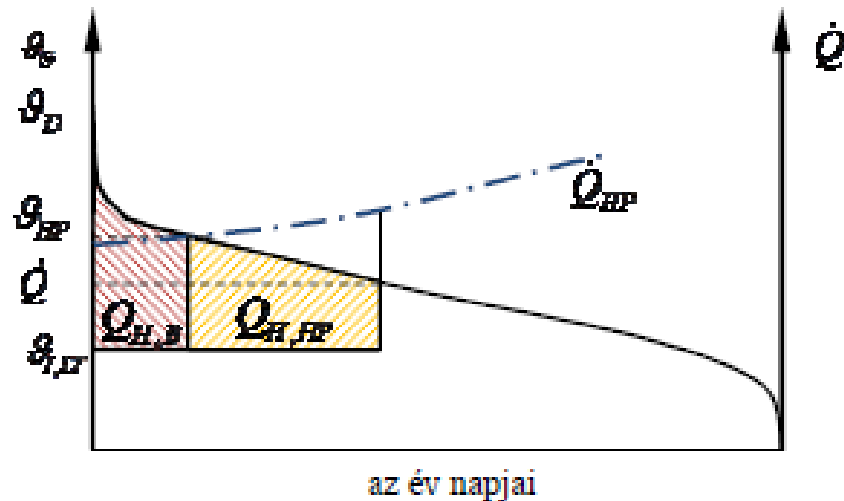
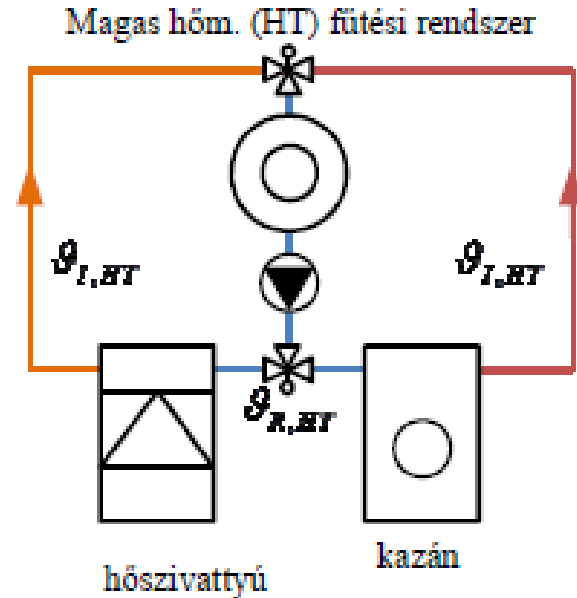


az év napjai

Bivalens alternatív

Hőszivattyú a bivalens
pontig üzemel, alatta a
kazán biztosítja a fűtési
igényt

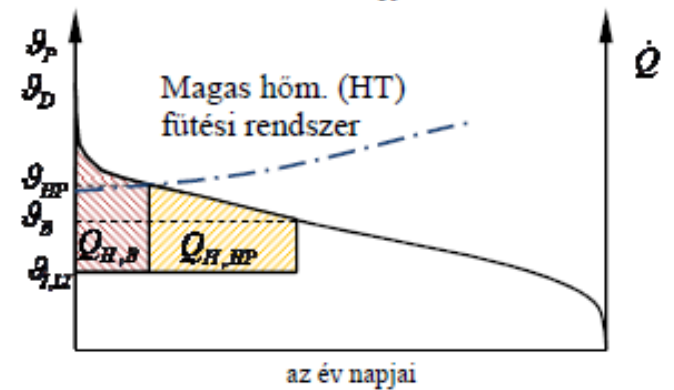
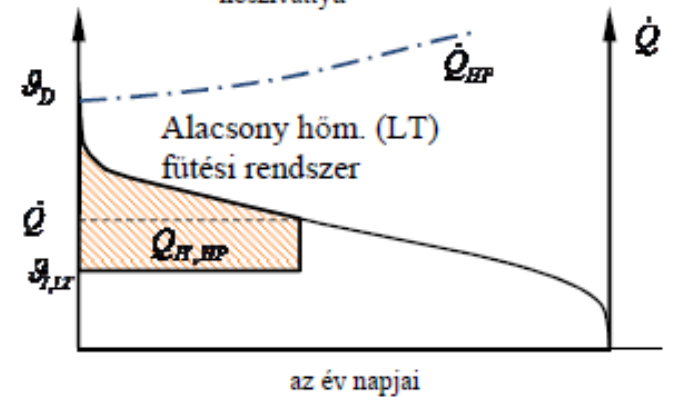
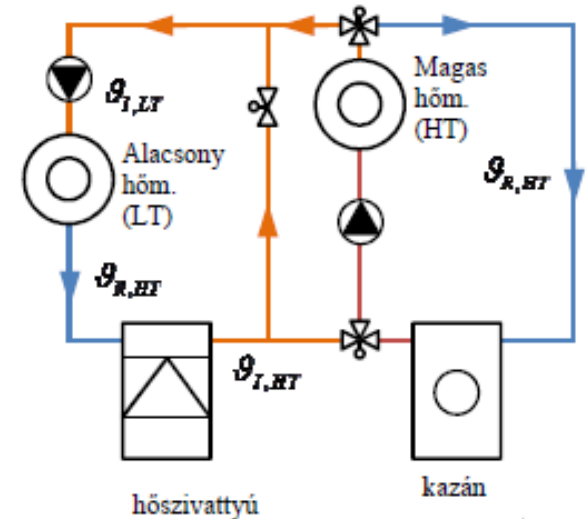
Magas hőmérsékletű
fűtési rendszer



Bivalens párhuzamos - hibrid

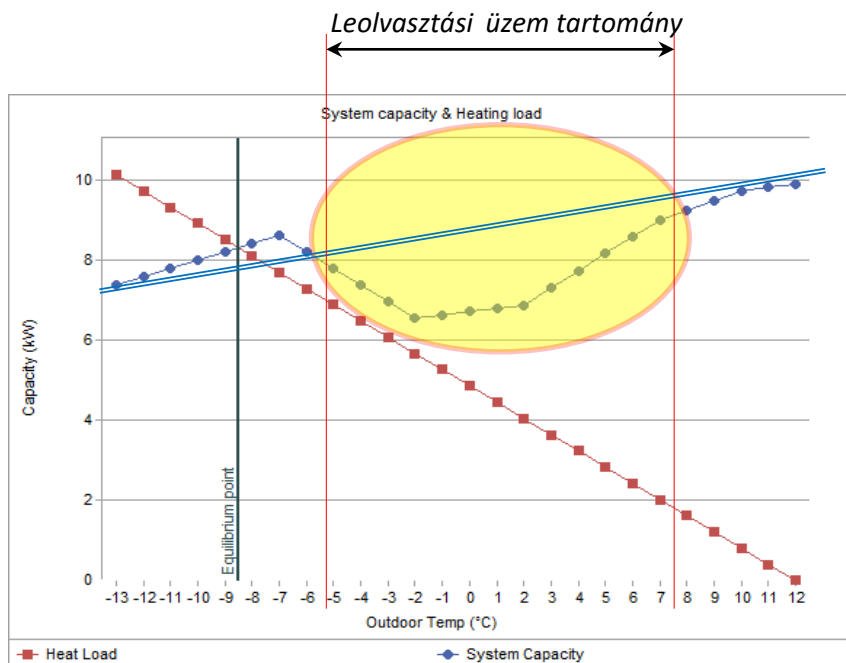
Hőszivattyú egész évben fedezi az alacsony hőmérsékletű rendszer hőigényét, bivalens határhőmérséklet felett a magas hőmérsékletű egységet is ellátja, alatta a Kazán belép

Alacsony és magas hőmérsékletű fűtési rendszer



Teljesítmény - Hatások – LEOLVASZTÁS

- Leolvasztás: dér illetve jég kiválás miatt a kültéri egység hőcserélő felületén:
Feltételek:
 - felületi hőmérséklet víz fagyás pont alatt: $t < 0^\circ\text{C}$
 - külső levegő harmatponti hőmérséklete alacsonyabb mint 0°C
- Fűtési teljesítmény csökkenés a $-5 - +7^\circ\text{C}$ külső hőmérséklet tartományban
>>> COP csökkenés
- Leolvasztás módja:
 - üzemmód váltás HŰTÉSBE, kondenzációs hó ($\sim 40 - 50^\circ\text{C}$)
 - kisegítő elektromos fűtés aktiválás



Többhőtermelő rendszer energiafelhasználása - példa

Családi ház

- méretezési fűtési hőszükséglet 11 kW, ebből 1 kW a felfűtési pótlék
- 5 kW névleges teljesítményű pellet kazán
- 24 kW-os gázkazán
- Használat módja:
 - amíg az épület pellet kazánnak kifűthető addig csak azt használják, a szezon többi részében csak a gázkazánt, de a rendszer máshogy is üzemeltethető

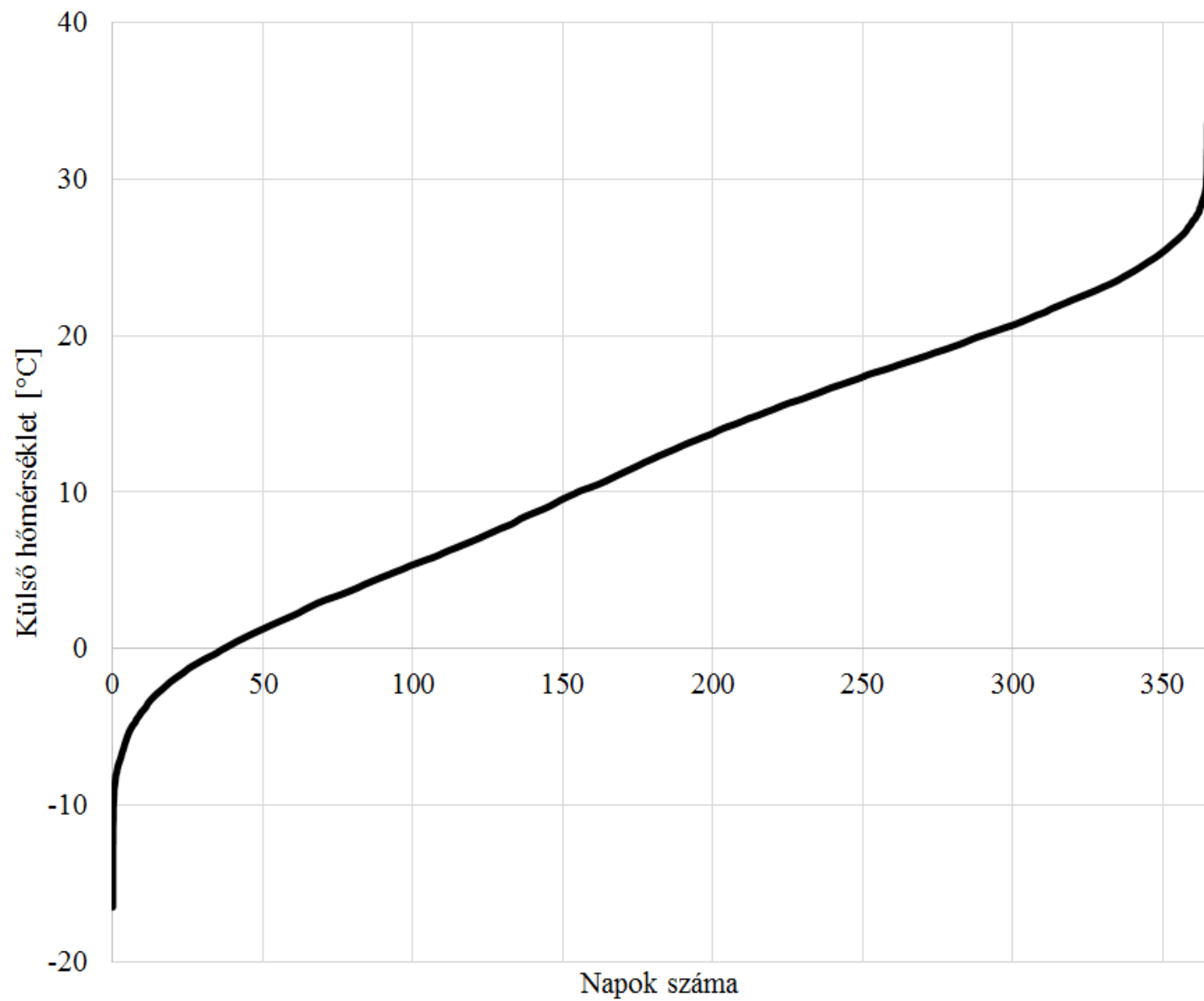
Számítandó:

- fajlagos primer fűtési energiafelhasználás
- fajlagos végenergia-felhasználások
- A. cél: audit
- B. cél: energetikai tanúsítás

További adatok

- Fajlagos nettó fűtési energiaigény $50 \text{ kWh/m}^2\text{év}$
- Fajlagos elosztási, tárolási és szabályozási veszteségek összesen
 - pelletkazán: $1 \text{ kWh/m}^2\text{év}$
 - gázkazán: $3 \text{ kWh/m}^2\text{év}$
- Teljesítménytényezők
 - pelletkazán: $1,2 \text{ kWh/m}^2\text{év}$
 - gázkazán: $1,05 \text{ kWh/m}^2\text{év}$
- Villamos segédenergia igények
 - pelletkazán: $1 \text{ kWh/m}^2\text{év}$
 - gázkazán: $2 \text{ kWh/m}^2\text{év}$
- Adott a hőfokgyakorisági diagram

Budapesti hőfokgyakorlás 1981-2010



Megoldás

Az épület primerenergia igénye az alábbi képlettel határozható meg:

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v.$$

A feladatban megadott adatok:

- Pellet kazán:

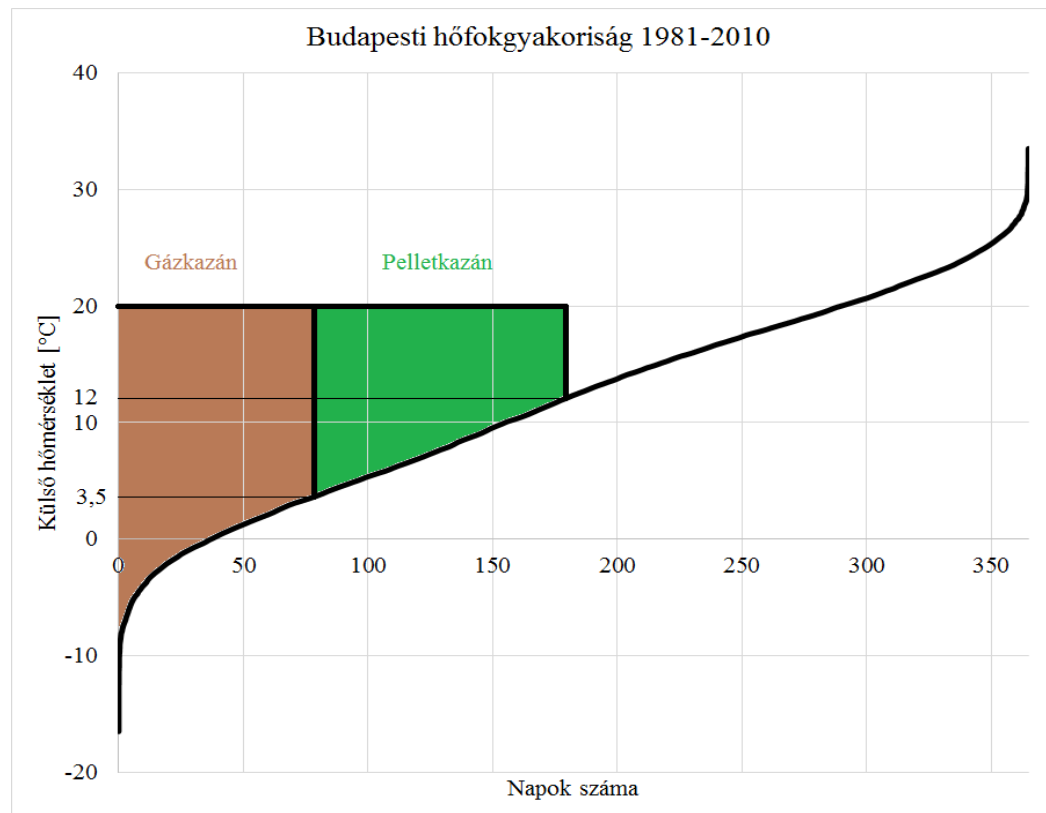
$$q_{v,pellet} = q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t} = 1 \frac{kWh}{m^2 \cdot év}.$$
$$E_{seg,pellet} = E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v} = 1 \frac{kWh}{m^2 \cdot év}.$$
$$C_{k,pellet} = 1,2.$$

- Gázkazán:

$$q_{v,gáz} = q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t} = 3 \frac{kWh}{m^2 \cdot év}.$$
$$E_{seg,gáz} = E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v} = 2 \frac{kWh}{m^2 \cdot év}.$$
$$C_{k,gáz} = 1,05$$

A. Audit

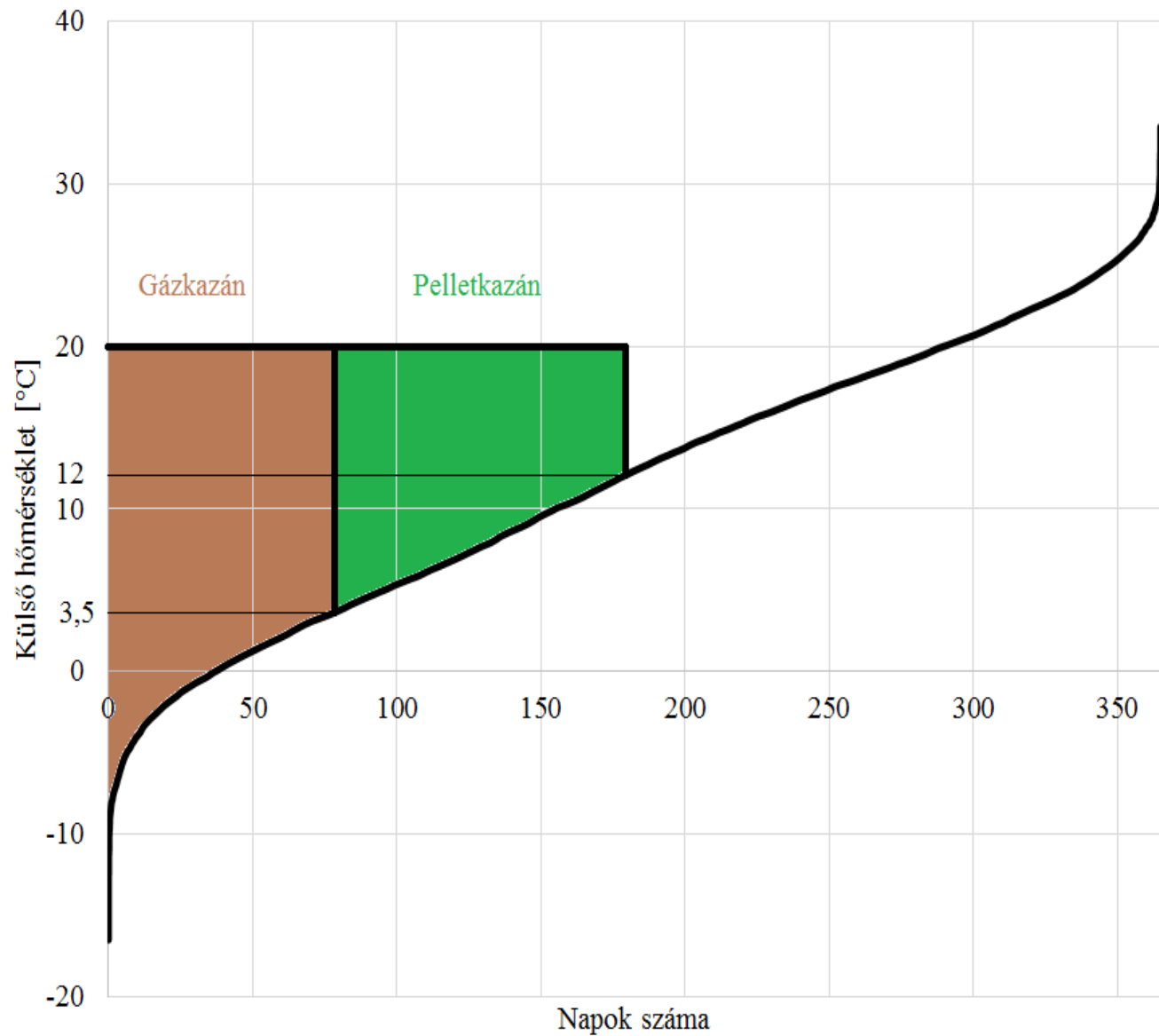
- Épületet a felhasználói szokásoknak megfelelően kell értékelni
- alternatív bivalens üzem



A. Audit

- 12 °C-os fűtési határhőmérséklet
- -13 °C-os méretezési külső hőmérséklet
- méretezési hőfokkülönbség $20 - (-13) = 33$ °C
- ekkor a fűtési hőszükséglet 10 kW (~~felfűtési pótlék~~)
- pellet kandallóval 5 kW-os hőigényig fűthető ki az épület
 - Ez a méretezési hőfoklépcső felét tudjuk áthidalni, azaz 16,5 °C-ot
 - Ehhez 3,5 °C-os külső hőmérséklet tartozik

Budapesti hőfokgyakoróság 1981-2010



A. Lefedési arányok

- A hőfokgyakorisági diagramból:
 - teljes hőfokhíd Budapesten 2800 nap°C
 - pelletkazánra jut 1240 nap°C
 - gázkazánra 1560 nap°C
- egyes fűtési rendszerek (területek, hőfokhidak) részaránya
 - $\alpha_{k,pellet} = 0,443,$
 - $\alpha_{k,gáz} = 0,557$

A. Fűtés végenergia igényei

$$q_{\text{pellet}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot (C_{k,\text{pellet}} \cdot \alpha_{k,\text{pellet}}) = \\ (50 + 1) \cdot (1,2 \cdot 0,443) = 27,1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{év}}$$

$$q_{\text{gáz}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot (C_{k,\text{gáz}} \cdot \alpha_{k,\text{gáz}}) = \\ (50 + 3) \cdot (1,05 \cdot 0,557) = 31,0 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{év}}$$

$$W_{\text{villamos}} = \\ (E_{\text{FSZ}} + E_{\text{FT}} + q_{k,v})_{\text{pellet}} \cdot \alpha_{k,\text{pellet}} + (E_{\text{FSZ}} + E_{\text{FT}} + q_{k,v})_{\text{gáz}} \cdot \alpha_{k,\text{gáz}} = \\ 1 \cdot 0,443 + 2 \cdot 0,557 = 1,56 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{év}}$$

A. Fűtés primerenergia igénye

$$e_{f,gáz} = 1,$$
$$e_v = 2,5.$$

Az épület fűtési primerenergia igénye

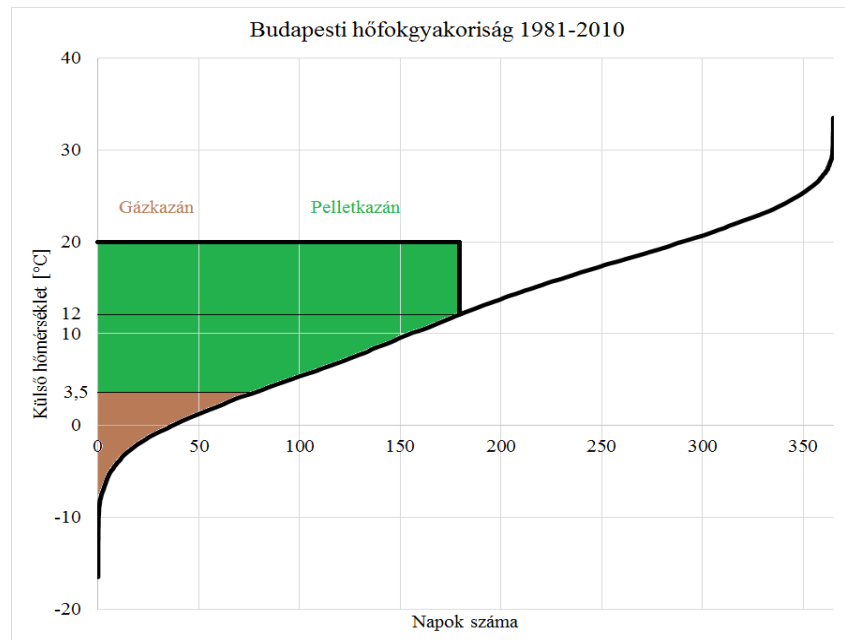
$$E_F = q_{pellet} \cdot e_{f,pellet} + q_{gáz} \cdot e_{f,gáz} + W_{villamos} \cdot e_v =$$
$$27,1 \cdot 0,6 + 31,0 \cdot 1 + 1,56 \cdot 2,5 = 51,2 \frac{\mathbf{kWh}}{\mathbf{m^2év}}$$

B. Tanúsítás

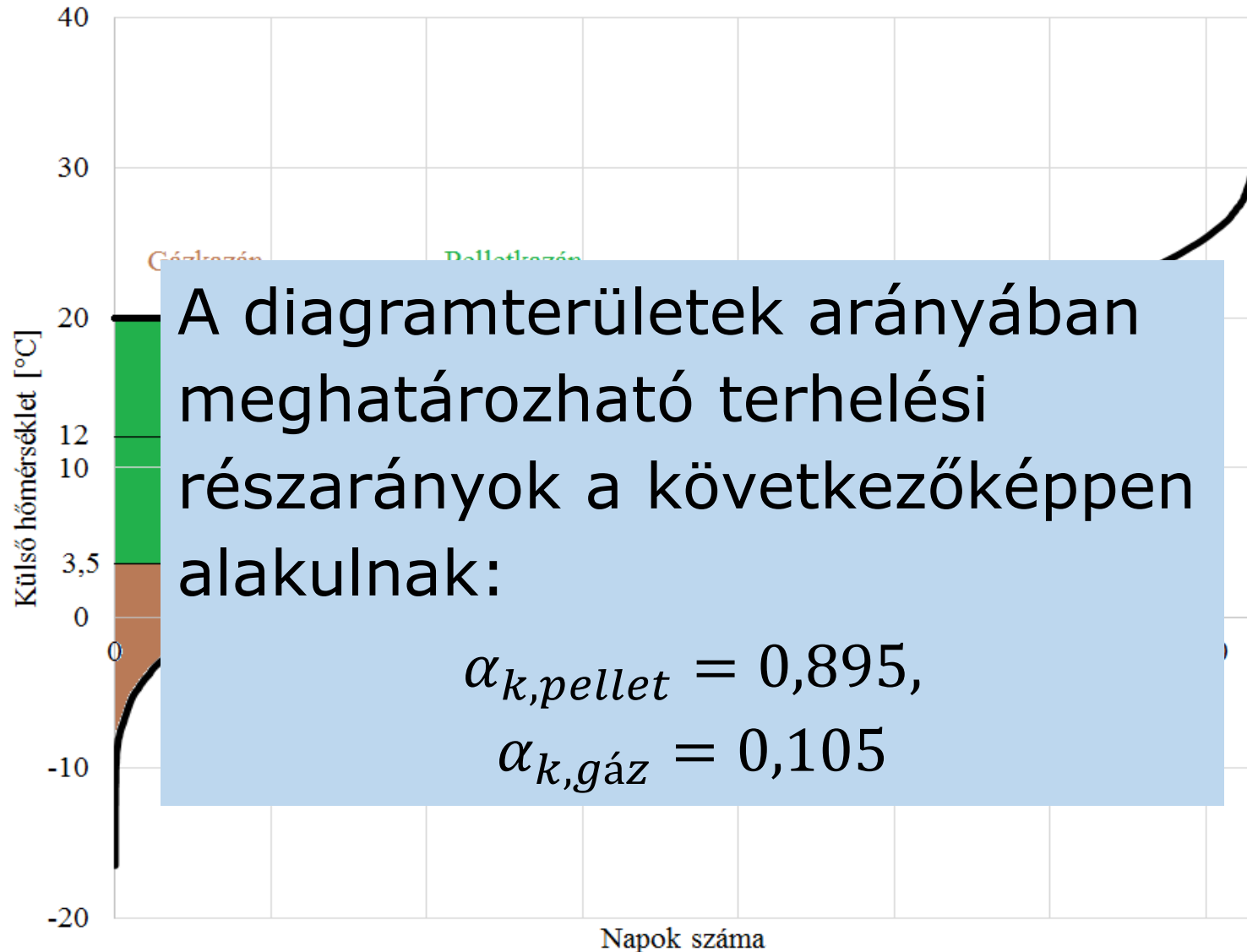
- Nem az adott fogyasztó üzemeltetési szokásai számítanak
- Legkedvezőbb eredményt adó esetet kell megkeresni
- 3 üzemeltetési mód lehetséges:
 - bivalens alternatív üzem (A eset)
 - bivalens párhuzamos fűtési üzem (B1)
 - kizárólag gázkazánnal történő fűtés (B2)

B1. Párhuzamos fűtési üzem

- 3,5 °C alatt a kandalló névleges teljesítményen üzemel
- a fennmaradó igényeket pedig a gázkazán fedezi



Budapesti hőfokgyakoriság 1981-2010



B1. Fűtés végenergia igényei

$$q_{\text{pellet}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot (C_{k,\text{pellet}} \cdot \alpha_{k,\text{pellet}}) = \\ (50 + 1) \cdot (1,2 \cdot 0,895) = 54,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{év}}$$

$$q_{\text{gáz}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot (C_{k,\text{gáz}} \cdot \alpha_{k,\text{gáz}}) = \\ (50 + 3) \cdot (1,05 \cdot 0,105) = 5,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{év}}$$

$$W_{\text{villamos}} = \\ (E_{\text{FSZ}} + E_{\text{FT}} + q_{k,v})_{\text{pellet}} \cdot \alpha_{k,\text{pellet}} + (E_{\text{FSZ}} + E_{\text{FT}} + q_{k,v})_{\text{gáz}} \cdot \\ \alpha_{k,\text{gáz}} = 1 \cdot 0,895 + 2 \cdot 0,105 = 1,1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{év}}$$

B1. Fűtés primerenergia igénye

$$e_{f,gáz} = 1,$$
$$e_v = 2,5.$$

Az épület fűtési primerenergia igénye

$$E_F =$$

$$Q_{pellet} \cdot e_{f,pellet} + Q_{gáz} \cdot e_{f,gáz} + W_{villamos} \cdot e_v =$$
$$54,8 \cdot 0,6 + 5,8 \cdot 1 + 1,1 \cdot 2,5 = 41,5 \frac{kWh}{m^2év}.$$

B2. Fűtés végenergia igényei (csak gáz)

$$q_{gáz} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot (C_{k,gáz} \cdot \alpha_{k,gáz}) = (50 + 3) \cdot (1,05 \cdot 1) = 55,7 \frac{kWh}{m^2év}$$

$$w_{villamos} = (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v})_{gáz} \cdot \alpha_{k,gáz} = 2 \cdot 1 = 2,0 \frac{kWh}{m^2év}$$

B2. Fűtés primerenergia igénye

$$e_{f,gáz} = 1$$
$$e_v = 2,5$$

Az épület fűtési primerenergia igénye:

$$E_F = q_{gáz} \cdot e_{f,gáz} + w_{villamos} \cdot e_v =$$
$$55,7 \cdot 1 + 2 \cdot 2,5 = \mathbf{60,7} \frac{\mathbf{kWh}}{\mathbf{m^2év}}$$

B. Tanúsítás

	Q_{pellet} [kWh/m ² év]	$Q_{\text{gáz}}$ [kWh/m ² év]	Q_{villamos} [kWh/m ² év]	E_F [kWh/m ² év]
Bivalens, alternatív üzem	27,1	31	1,56	51,2
Bivalens, párhuzamos üzem	54,8	5,8	1,11	<u>41,5</u>
Gázfűtés	0	55,7	2	60,7

Gazdaságossági mintapélda



Horváth Miklós PhD

Beruházási csomag alapadatok

	Szigeteletlen épület, elavult fűtési rendszer	Szigeteletlen épület, új fűtési rendszer	Szigetelt épület, eredeti fűtési rendszer	Szigetelt épület, új fűtési rendszer
$Q_{\text{éves}}$ [kWh/év] fűtési energiafelhasználás gázkazán	53040	39196	12442	8288
$P_{\text{beruházás}}$	0	1 500 000 Ft	4 000 000 Ft	5 500 000 Ft

A számításokhoz 3%-os éves kamatláb (r) és 2%-os éves gázár (g) növekedés feltételezhető, A számításokat 20 éves várható rendszerélettartamra kell elvégezni.

Tüzelőanyag költség

Tüzelőanyag költség:

$$p_{gáz} = 11 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}}, p_{alap} = 11600 \text{ Ft.}$$

$$P_{éves} = Q_{éves} \cdot p_{gáz} + p_{alap} = 53040 \cdot 11 + 11600 = 595040 \text{ Ft}$$

Éves megtakarítás

$$P_{\text{éves,megtakarítás}} = P_{\text{éves,alap}} - P_{\text{éves,felújított}}$$

	Szigeteletlen épület, elavult fűtési rendszer	Szigeteletlen épület, új fűtési rendszer	Szigetelt épület, eredeti fűtési rendszer	Szigetelt épület, új fűtési rendszer
$P_{\text{éves}}$	595 040 Ft	442 756 Ft	148 462 Ft	102 768 Ft
$P_{\text{éves,megtakarítás}}$	0 Ft	152 284 Ft	446 578 Ft	492 272 Ft

Megtérülési idők

Egyszerű:

$$\tau_{\text{egyszerű}} = \frac{P_{\text{beruházás}}}{P_{\text{éves, megtakarítás}}}$$

Dinamikus:

$$P_{\text{éves, megtakarítás}, j} = \frac{P_{\text{éves, megtakarítás}} \cdot (1 + g)^j}{(1 + r)^j}$$
$$\text{PV}(n) = \sum_{j=1}^n \frac{P_{\text{éves, megtakarítás}} \cdot (1 + g)^j}{(1 + r)^j} < P_{\text{beruházás}} <$$
$$< \text{PV}(n + 1) = \sum_{j=1}^{n+1} \frac{P_{\text{éves, megtakarítás}} \cdot (1 + g)^j}{(1 + r)^j}$$

Számított jelenértékek

év	Szigeteletlen épület, új fűtési rendszer	Szigetelt épület, eredeti fűtési rendszer	Szigetelt épület, új fűtési rendszer
0	-1 500 000 Ft	-4 000 000 Ft	-5 500 000 Ft
1	150 806 Ft	442 242 Ft	487 493 Ft
2	149 341 Ft	437 949 Ft	482 760 Ft
3	147 891 Ft	433 697 Ft	478 073 Ft
4	146 456 Ft	429 486 Ft	473 431 Ft
5	145 034 Ft	425 316 Ft	468 835 Ft
6	143 626 Ft	421 187 Ft	464 283 Ft
7	142 231 Ft	417 098 Ft	459 775 Ft
8	140 850 Ft	413 048 Ft	455 312 Ft
9	139 483 Ft	409 038 Ft	450 891 Ft
10	138 129 Ft	405 067 Ft	446 514 Ft
11	136 788 Ft	401 134 Ft	442 178 Ft
12	135 460 Ft	397 240 Ft	437 885 Ft
13	134 144 Ft	393 383 Ft	433 634 Ft
14	132 842 Ft	389 564 Ft	429 424 Ft
15	131 552 Ft	385 782 Ft	425 255 Ft
16	130 275 Ft	382 036 Ft	421 126 Ft
17	129 010 Ft	378 327 Ft	417 038 Ft
18	127 758 Ft	374 654 Ft	412 989 Ft
19	126 517 Ft	371 017 Ft	408 979 Ft
20	125 289 Ft	367 414 Ft	405 008 Ft

Dinamikus megtérülési idő

év	Szigeteletlen épület, új fűtési rendszer	Szigetelt épület, eredeti fűtési rendszer	Szigetelt épület, új fűtési rendszer
0	-1 500 000 Ft	-4 000 000 Ft	-5 500 000 Ft
1	-1 349 194 Ft	-3 557 758 Ft	-5 012 507 Ft
2	-1 199 853 Ft	-3 119 809 Ft	-4 529 748 Ft
3	-1 051 962 Ft	-2 686 112 Ft	-4 051 675 Ft
4	-905 506 Ft	-2 256 626 Ft	-3 578 244 Ft
5	-760 472 Ft	-1 831 310 Ft	-3 109 409 Ft
6	-616 847 Ft	-1 410 123 Ft	-2 645 126 Ft
7	-474 615 Ft	-993 025 Ft	-2 185 350 Ft
8	-333 765 Ft	-579 977 Ft	-1 730 039 Ft
9	-194 282 Ft	-170 938 Ft	-1 279 148 Ft
10	-56 154 Ft	234 129 Ft	-832 634 Ft
11	80 634 Ft	635 263 Ft	-390 456 Ft
12	216 094 Ft	1 032 503 Ft	47 430 Ft
13	350 238 Ft	1 425 886 Ft	481 064 Ft
14	483 080 Ft	1 815 449 Ft	910 488 Ft
15	614 632 Ft	2 201 231 Ft	1 335 743 Ft
16	744 907 Ft	2 583 267 Ft	1 756 869 Ft
17	873 918 Ft	2 961 594 Ft	2 173 907 Ft
18	1 001 675 Ft	3 336 248 Ft	2 586 895 Ft
19	1 128 193 Ft	3 707 265 Ft	2 995 875 Ft
20	1 253 482 Ft	4 074 679 Ft	3 400 883 Ft

Nettó jelenérték (NPV) és belső megtérülési ráta (BMR/IRR)

NPV:

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{P_{\text{éves, megtakarítás}} \cdot (1 + g)^j}{(1 + r)^j} - P_{\text{beruházás}}$$

BMR/IRR:

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{P_{\text{éves, megtakarítás}} \cdot (1 + g)^j}{(1 + IRR)^j} - P_{\text{beruházás}} = 0$$

Gazdaságossági mutatók

	Szigeteletlen épület, új fűtési rendszer	Szigetelt épület, eredeti fűtési rendszer	Szigetelt épület, új fűtési rendszer
Egyszerű megtérülés [év]	9,85	8,96	11,17
Dinamikus megtérülés [év]	11	10	12
NPV	1 253 482 Ft	4 074 679 Ft	3 400 883 Ft
IRR	10,12%	11,45%	8,45%

Köszönöm
a figyelmet!