

# Napkollektoros rendszerek energiatermelése

Higher Education Package for Nearly Zero Energy and Smart Building Design

Dr. Horváth Miklós

[horvath@epgep.bme.hu](mailto:horvath@epgep.bme.hu)

HI-SMART



Erasmus+

Az Európai Unió  
Erasmus+ programjának  
társfinanszírozásával

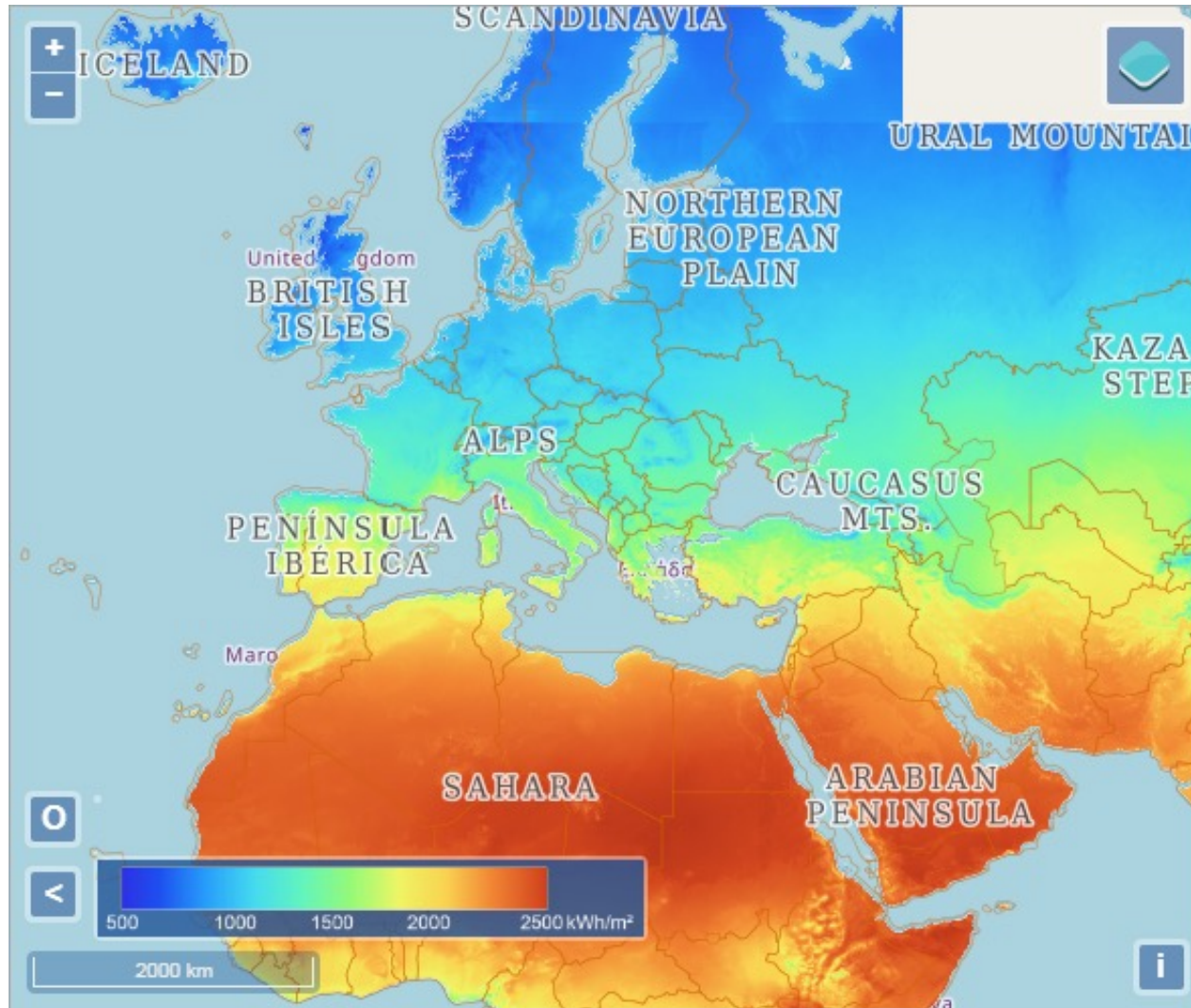


STU

SLOVAK UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

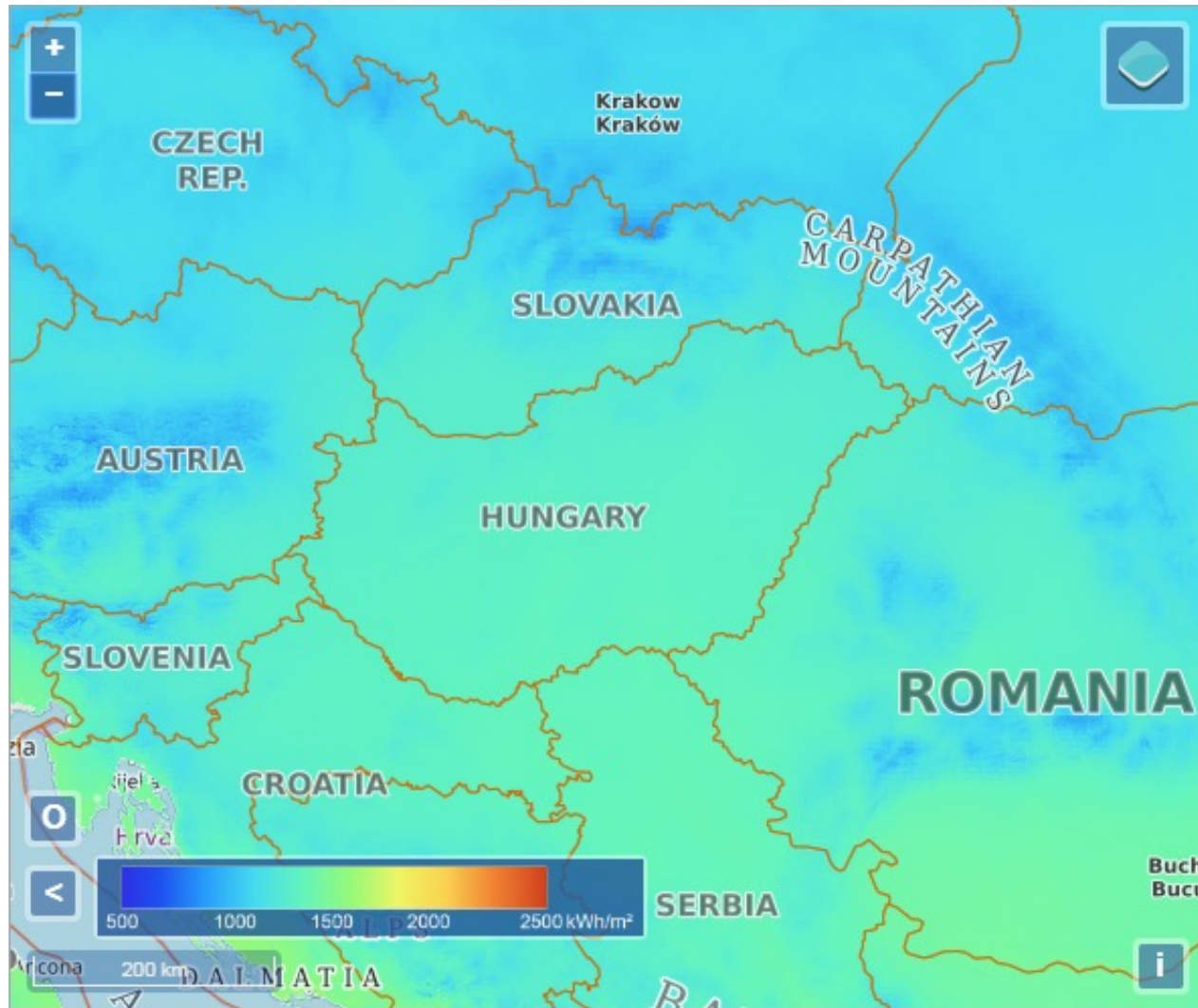


# Napenergia potenciál



Forrás: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)

# Napenergia potenciál



Forrás: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)

# Napkollektorok energiahozamának számítása

Meteorológiai adottságok (éves, havi, napi, órai)

- Napsugárzás
- Külső hőmérséklet

Napkollektor típus

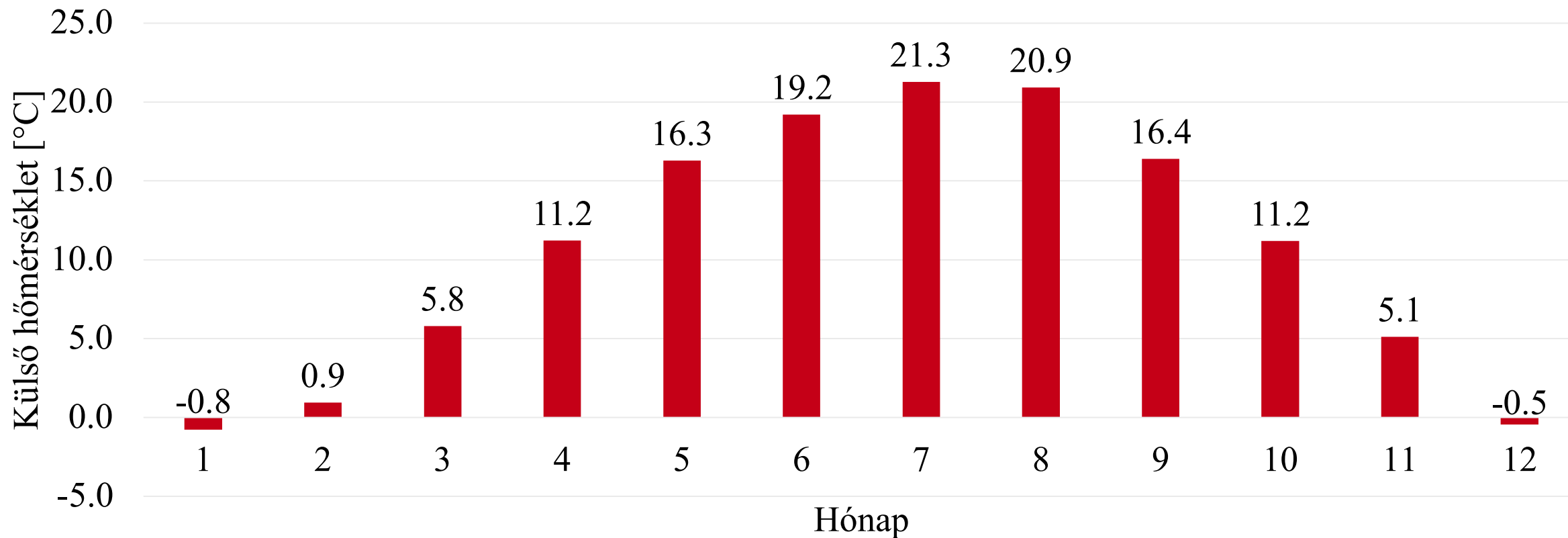
Rendelkezésre álló felület, épületadottságok

- Tetőfelület – tájolás, dőlésszög

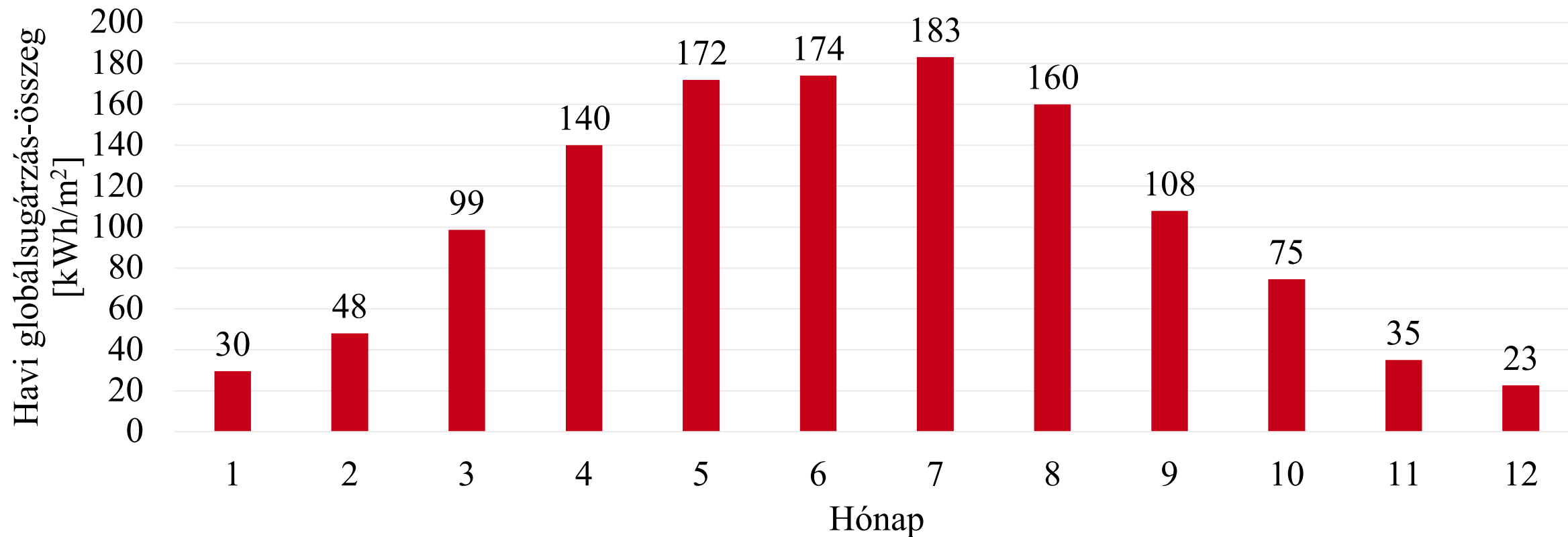
Igény oldal

- HMV készítés
- Medencefűtés
- Épületfűtés
- Egyéb technológiai melegvíz

# Meteorológiai adatok



# Meteorológiai adatok



# Napkollektorok

## Típus

- Síkkollektor
- Vákuumcsöves kollektor

## Jellemző paraméterek ([Solar Keymark adatbázis](#))

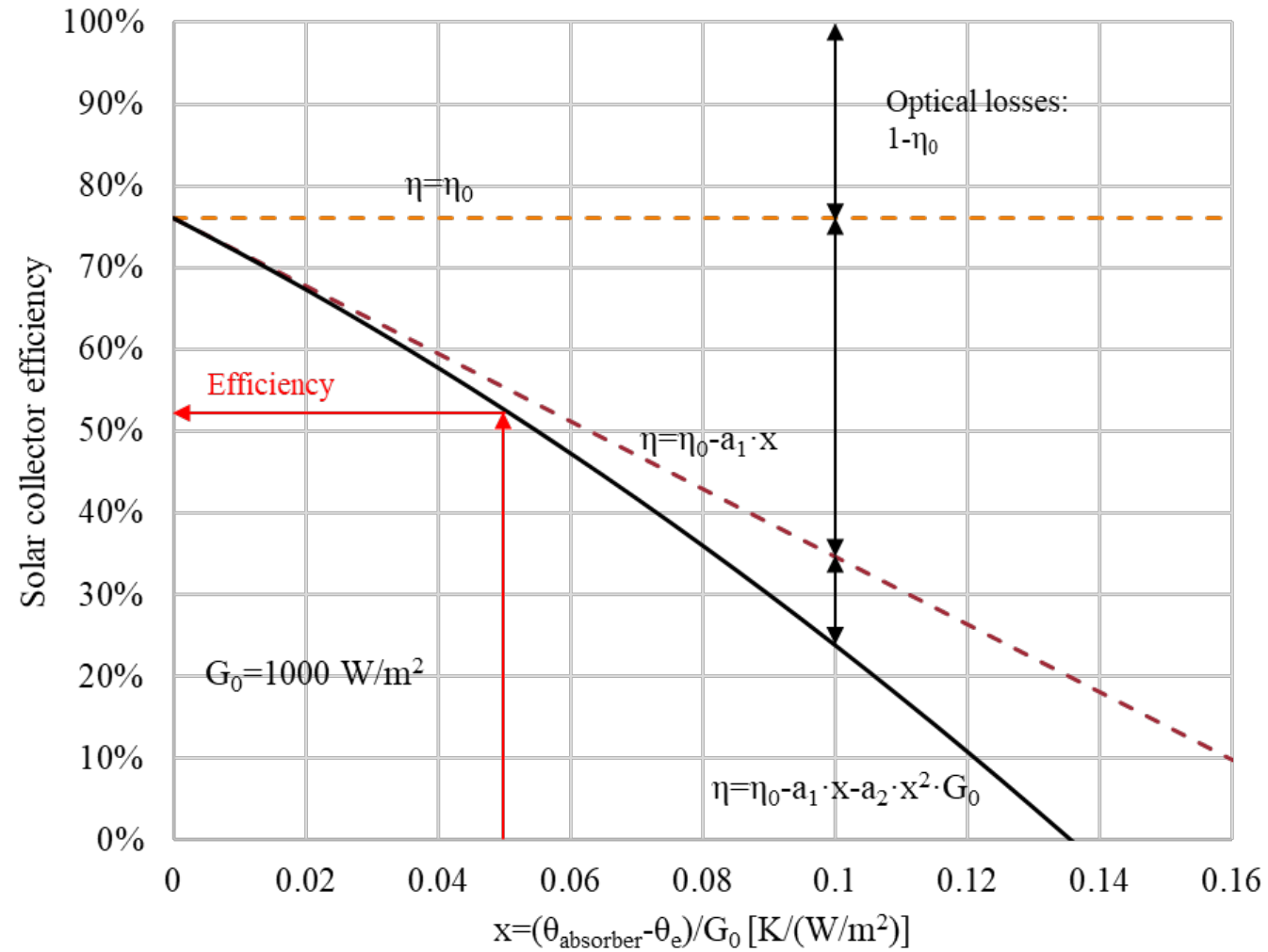
- Optikai hatásfok:  $\eta_0$
- Hőmérsékleti tényezők:  $a_1, a_2$
- Beeső sugárzás szögfüggését kifejező tényező:  $K_{dir}(50^\circ)$



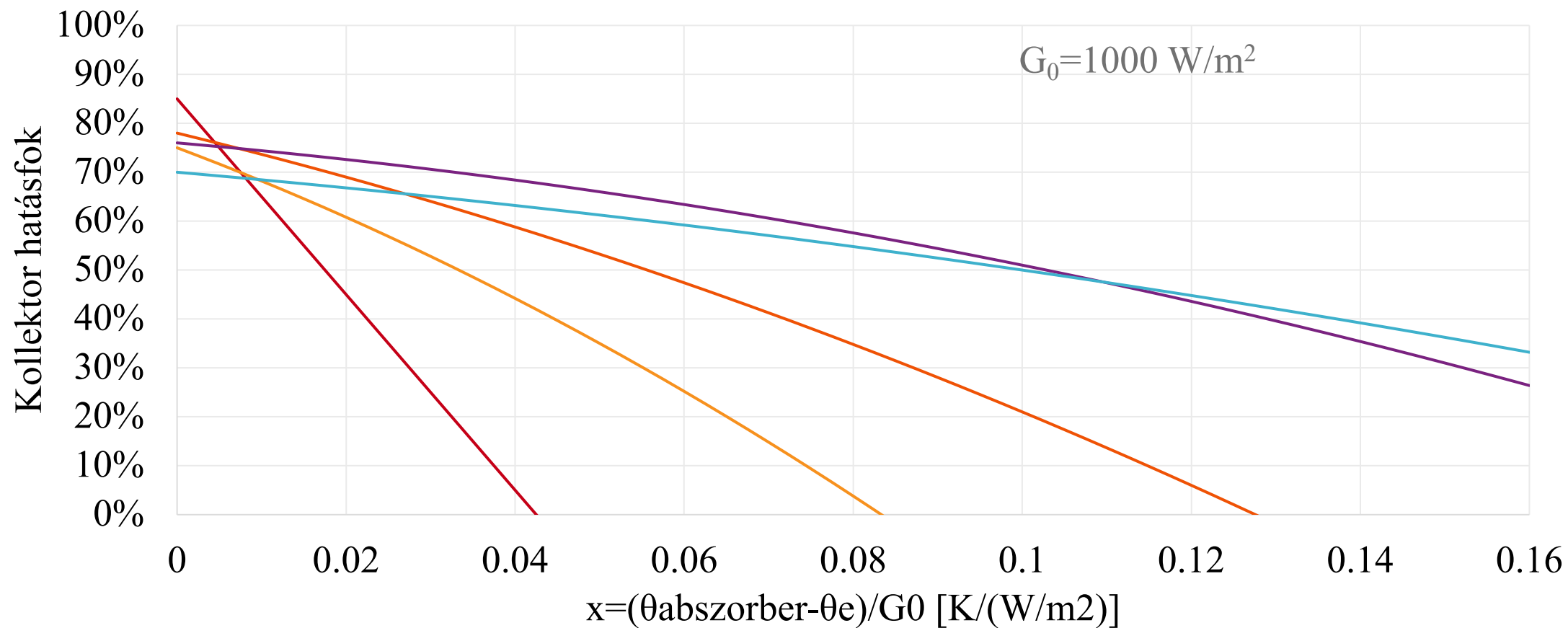




# Napkollektorok hatásfoka



# 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

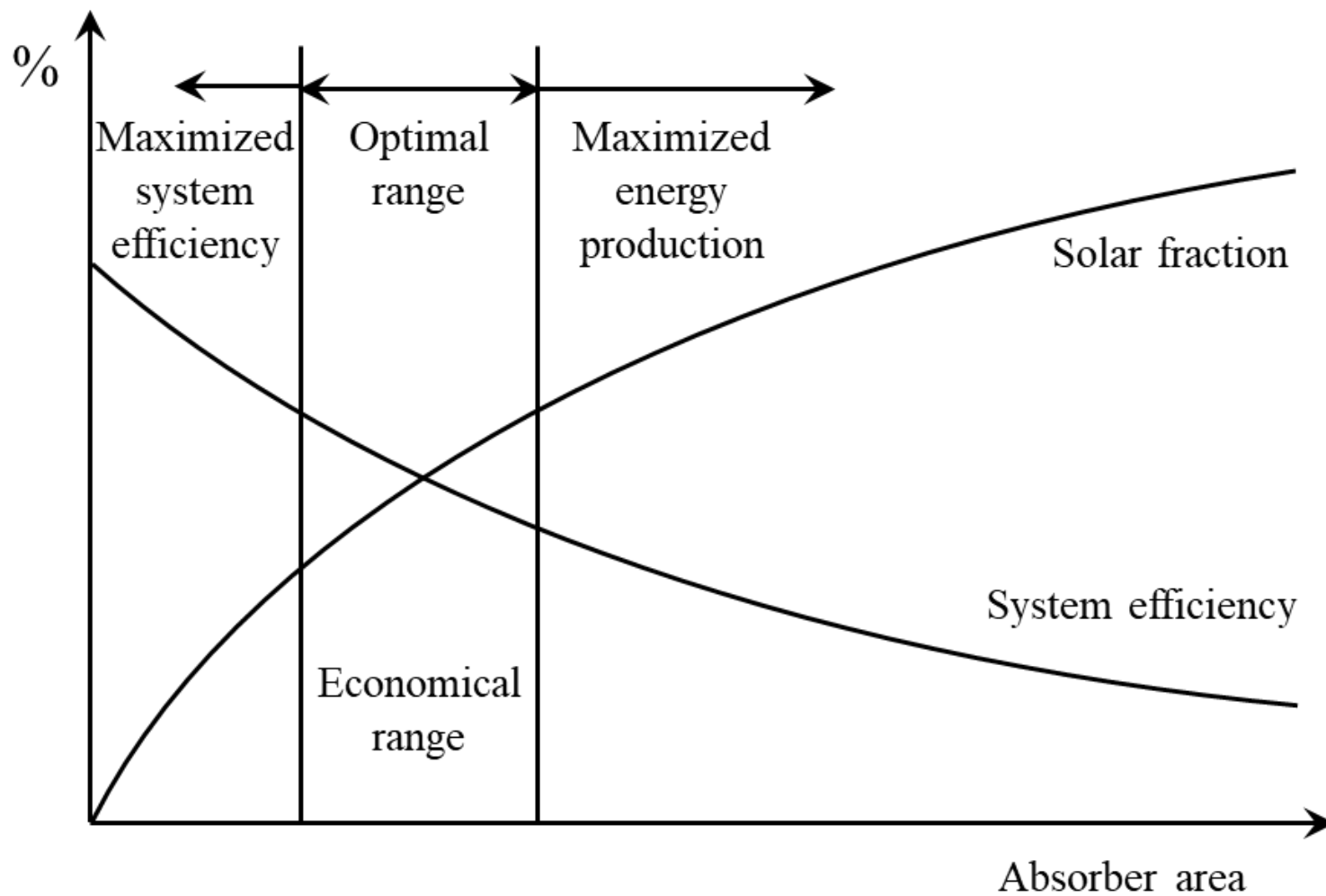
## Medencefűtés

- Egyéb rendeltetés – nincsen előírás

## Egyéb technológiai melegvíz

- Egyéb rendeltetés – nincsen előírás

# Optimális rendszerméret

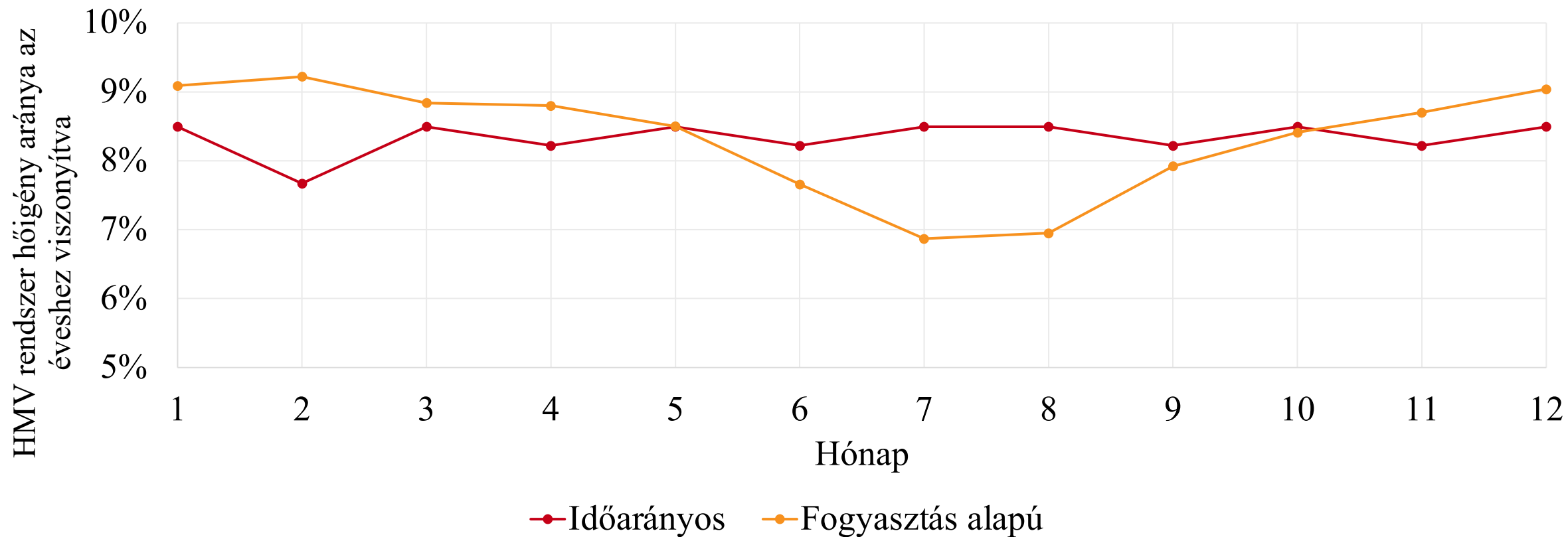


# Napkollektor energiatermelése: havi módszer

## Bemenő paraméterek

- napkollektor paraméterei,  $\eta_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $K_{dir}(50^\circ)$ , *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 igény



# 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, havi 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 H MV igény ( $A_N=133 \text{ m}^2$ )

Épület rendeltetése	Használati melegvíz nettó hőenergia igénye $q_{H MV}$ [kWh/m <sup>2</sup> /év ]
Lakóépületek	30
Irodaépületek	9
Oktatási épületek	7

**DE! 80 m<sup>2</sup> feletti részre: 15 kWh/m<sup>2</sup>év**

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

# 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°

$\eta_0$	$a_1$	$a_2$	$K_{dir(50^\circ)}$	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 <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )]	[1]	[1]	[1]	[°C]	[°C]	[°C]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]

# Elosztási és cirkulációs veszteség

Cirkuláció nincsen:  $E_C = 0$

Alapterületig $A_N$ [m <sup>2</sup> ]	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 paramétere

Meteorológiai adatok ?

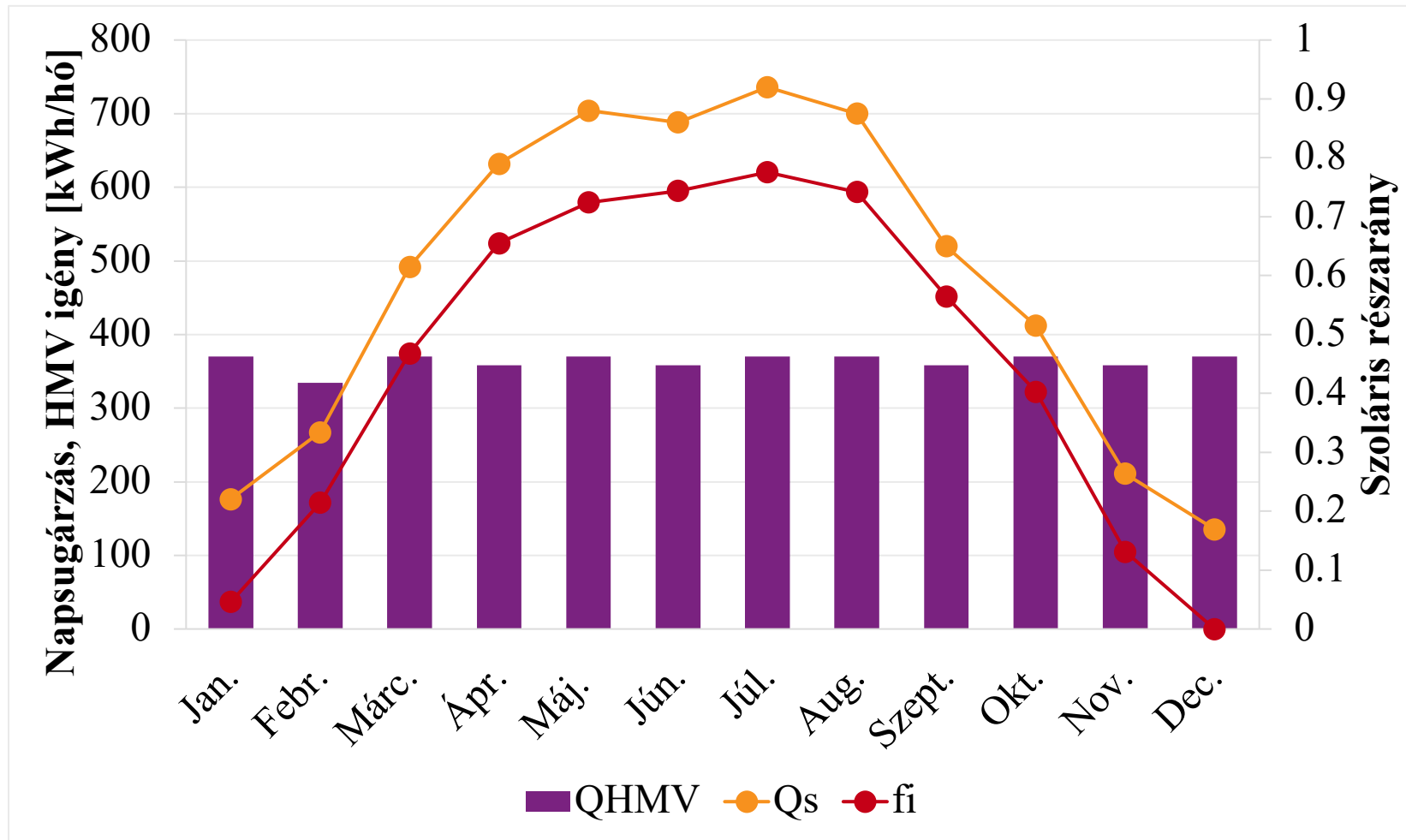
HMV rendszer igénye

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

HMV rendszer paramétere ?



# Napkollektoros rendszer



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

# Kondenzációs kazán

Kazánüzemű HMV készítés							
Alapterületig $A_N$ [m <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> /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

<b>Energia</b>	<b>e</b>	
elektromos áram		2,5
csúcson kívüli elektromos áram		1,8
földgáz		1
tüzelőolaj		1
szén		1
megújuló: tűzifa, biomassza, 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 biomassza hulladéktüzelés	nincs	1,26
biomassza, 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

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



# Napkollektoros rendszer figyelembevétele – családi ház, részletes módszer

HMV primerenergia igény:

$$E_{HMV} = 24 \cdot \left(1 + \frac{13}{100} + \frac{23,4}{100}\right) \cdot [(1,16 \cdot (1 - 0,457) \cdot 1) + 0] + (0 + 0,26) \cdot 2,5$$
$$= 21,3 \frac{kWh}{m^2 \cdot \text{év}}$$

# Napkollektorok energiahozama, egyszerűsített módszer

Egyszerűsített módszer alkalmazásának feltételei:

- A napkollektorokkal kizárólag lakóépület HMV igényének fedezésére segítenek rá.
- A HMV tároló kollektorfelületre vetített térfogata eléri a  $50 \text{ l/m}^2$  (kollektorfelület) arányt.

# Egyszerűsített számítás felépítése

Maximális kollektortermelés táblázatból való meghatározása, függ:

- kollektortípus (síkkollektor/vákuumcsöves kollektor)
- kollektorfelület
- rendszer alapterület

Tájolástól függő teljesítménycsökkentési tényező meghatározása diagramból

Szoláris részarány számítása



# HMV rendszer

Rendszer alapterület 133 m<sup>2</sup>

Elosztó csővezetékek fűtött téren kívül

Kondenzációs kazán, fűtött téren kívül (pince)

Indirekt fűtésű tároló, fűtött téren kívül (pince)

Cirkuláció nincs az épületben

Napkollektoros rendszer

- síkkollektor
- 4 m<sup>2</sup> kollektorfelület
- tájolás, dőlésszög: D, 30°

## Nettó H MV igény ( $A_N=133 \text{ m}^2$ )

Épület rendeltetése	Használati melegvíz nettó hőenergia igénye $q_{H MV}$ [kWh/m <sup>2</sup> /év ]
Lakóépületek	30
Irodaépületek	9
Oktatási épületek	7

**DE! 80 m<sup>2</sup> feletti részre: 15 kWh/m<sup>2</sup>év**

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

# Elosztási és cirkulációs veszteség

Cirkuláció nincsen:  $E_C = 0$

Alapterületig $A_N$ [m <sup>2</sup> ]	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

# Maximális napkollektor termelés – síkkollektor

$\left[ \frac{kWh}{\text{év}} \right]$		Rendszer alapterület [m <sup>2</sup> ]														
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	200	250	300
Bruttó kollektorfelület [m <sup>2</sup> ]	1,5	725	779	817	845	867	884	898	908	917	924	930	936	957	971	980
	2	844	944	1006	1053	1089	1119	1142	1160	1175	1187	1198	1207	1245	1268	1284
	2,5	911	1054	1159	1230	1283	1326	1362	1388	1411	1430	1446	1461	1517	1553	1578
	3	963	1123	1265	1373	1451	1510	1558	1595	1626	1653	1676	1696	1775	1826	1861
	4	1036	1224	1395	1547	1687	1796	1888	1948	1999	2043	2081	2115	2250	2337	2397
	5	1089	1295	1485	1661	1822	1971	2109	2206	2296	2367	2423	2472	2672	2803	2893
	6	1138	1349	1554	1745	1925	2093	2247	2377	2499	2599	2686	2765	3046	3227	3352
	7	1184	1398	1608	1813	2005	2187	2361	2502	2634	2758	2875	2979	3374	3610	3775
	8	1231	1445	1658	1868	2072	2264	2448	2605	2750	2883	3008	3126	3645	3956	4165
	10	1291	1539	1752	1968	2178	2387	2590	2762	2924	3077	3223	3360	4014	4518	4848

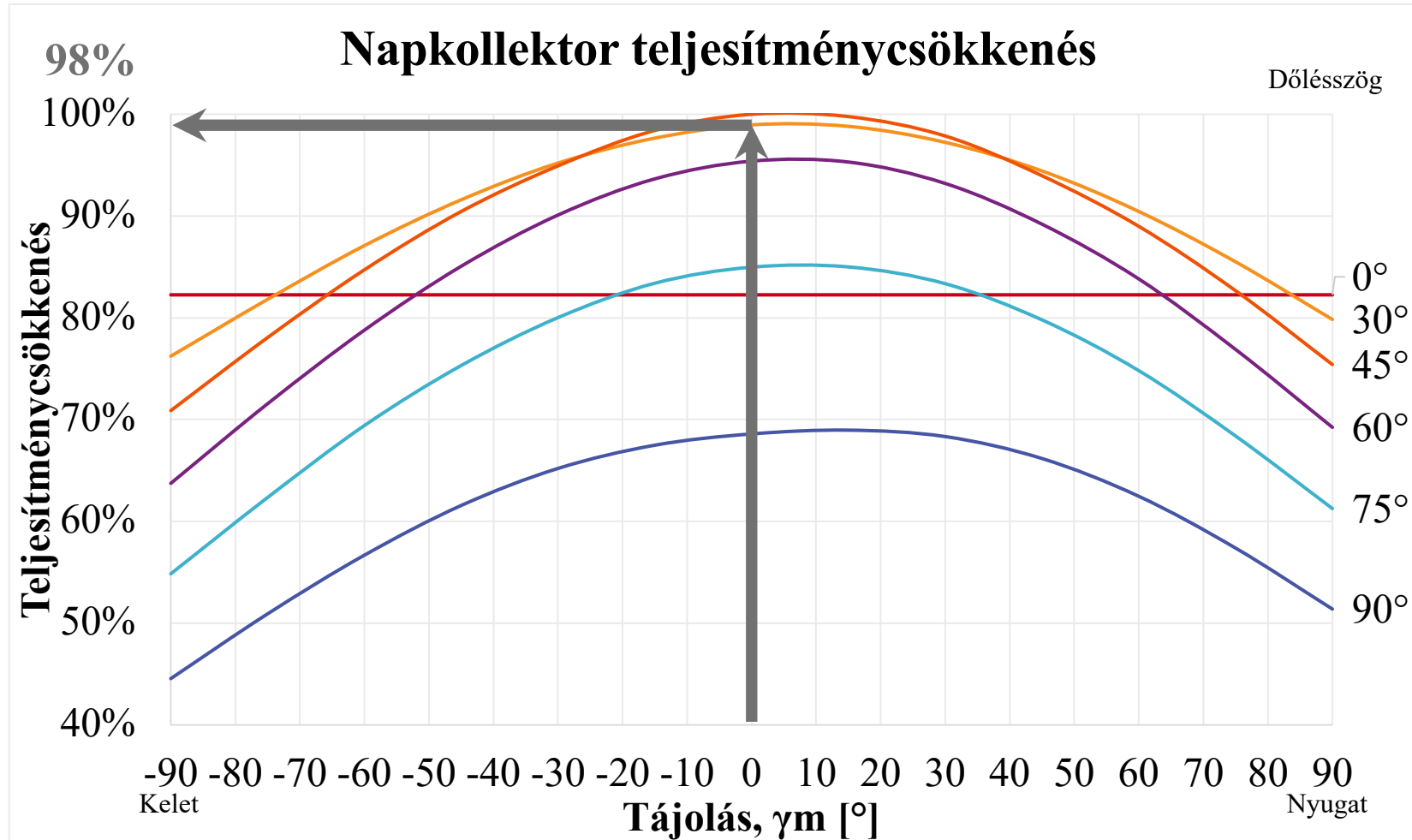
# Maximális napkollektor termelés – vákuumcsöves kollektor

$\left[ \frac{kWh}{\text{év}} \right]$		Rendszer alapterület $[m^2]$														
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	200	250	300
Bruttó kollektorfelület $[m^2]$	1,5	904	982	1025	1057	1081	1100	1116	1127	1137	1145	1152	1159	1183	1198	1208
	2	1023	1166	1268	1326	1367	1399	1426	1446	1463	1477	1489	1500	1541	1568	1585
	2,5	1096	1279	1424	1539	1620	1668	1708	1738	1763	1785	1803	1820	1883	1924	1951
	3	1145	1356	1535	1681	1808	1902	1964	2006	2041	2071	2097	2119	2209	2266	2305
	4	1225	1454	1669	1875	2046	2196	2332	2432	2515	2579	2623	2661	2814	2912	2979
	5	1271	1532	1762	1980	2192	2390	2558	2693	2813	2927	3022	3101	3359	3506	3608
	6	1289	1581	1838	2069	2290	2504	2713	2883	3028	3164	3281	3392	3842	4053	4194
	7	1303	1603	1890	2144	2376	2599	2815	3002	3182	3345	3484	3617	4201	4554	4741
	8	1311	1619	1916	2199	2451	2683	2908	3101	3286	3463	3634	3790	4462	4963	5248
	10	1320	1639	1949	2248	2541	2813	3063	3270	3467	3655	3835	4007	4866	5525	6048

# Kondenzációs kazán

Kazánüzemű HMV készítés							
Alapterületig $A_N$ [m <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> /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

# Teljesítménycsökkentő tényező – diagram



$k$

$$= (9,88 \cdot 10^{-9} \cdot \alpha_m^2 - 1,18 \cdot 10^{-6} \cdot \alpha_m) \cdot \gamma_m^2 + (-4,99 \cdot 10^{-8} \cdot \alpha_m^2 + 9,25 \cdot 10^{-6} \cdot \alpha_m) \cdot \gamma_m + (-1,17 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha_m^2 + 9,11 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha_m + 0,821)$$



# Szoláris részarány

$$q_{koll} = \frac{Q_{koll,max} \cdot k}{A_N} = \frac{2043 \cdot 0,98}{133} = \mathbf{15,05 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{év})}$$

$$\alpha_{koll} = \frac{q_{koll}}{q_{HMV} \cdot \left(1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100}\right)} =$$
$$\frac{15,05}{24,0 \cdot \left(1 + \frac{13}{100} + \frac{23,4}{100}\right)} = 0,460$$

# Primerenergia átalakítási tényezők

<b>Energia</b>	<b>e</b>	
elektromos áram		2,5
csúcson kívüli elektromos áram		1,8
földgáz		1
tüzelőolaj		1
szén		1
megújuló: tűzifa, biomassza, 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 biomassza hulladéktüzelés	nincs	1,26
biomassza, fapellet, agripellet, biogáz, egyéb megújuló,	min. 50%	0,5
depóniagáz, szennyvíziszapból nyert gáz	nincs	0,76

# Primerenergia igény

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

$$C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV} = C_k \cdot 0,460 \cdot 0 = 0 \quad !$$

# Primerenergia igény

HMV primerenergia igény:

$$E_{HMV} = 24 \cdot \left(1 + \frac{13}{100} + \frac{23,4}{100}\right) \cdot [(1,16 \cdot (1 - 0,460) \cdot 1) + 0] + (0 + 0,26) \cdot 2,5$$
$$= 21,2 \frac{kWh}{m^2 \text{év}}$$

# Köszönöm a figyelmet!

## Higher Education Package for Nearly Zero Energy and Smart Building Design

Dr. Horváth Miklós

[horvath@epgep.bme.hu](mailto:horvath@epgep.bme.hu)

HI-SMART



Erasmus+

A projektet az Európai Bizottság támogatta. A kiadványban megjelentek nem szükségszerűen tükrözik az Európai Bizottság nézeteit.

Az Európai Unió  
Erasmus+ programjának  
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

