

Napenergia hasznosítása épületekben

Aktív és passzív termikus rendszerek, fotovillamos alkalmazások, hűtés napenergiával

Napenergia hasznosítása épületekben

Szerző: Dr. Fülöp László

Lektorálta: Csiha András

Kézirat lezárva: 2014október

KIADÓ



Kiadó • ZENFE Debrecen, 2014

© Dr. Fülöp László 2014

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés	14
1.1.	Alapítók	14
1.1.1.	Célkitűzések	14
2.	A sugárzásos hőátáramoztatás fizikai alapjai	15
2.1.	Alapfogalmak.....	15
2.2.	A napsugárzás tulajdonságai	16
2.3.	A nappálya	19
2.4.	A napsugárzás intenzitása	21
2.5.	A napsugárzás energiahozama	21
2.6.	Az évi középhőmérséklet területi eloszlása Magyarországon	22
2.7.	Az évi középhőmérséklet havi eloszlása Magyarországon.....	24
2.8.	Szélesség	24
3.	Aktív szolár termikus rendszerek.....	25
3.1.	A napsugárzás elnyelők tulajdonságai	25
3.1.1.	A napsugárzás elnyelés fizikája	25
3.1.2.	A napsugárzás elnyelők geometriája.....	25
3.1.3.	A napenergia koncentrálásával előállított elektromos áram	26
3.1.4.	Pontfókuszáló rendszer épületfűtésre.....	27
3.1.5.	Síkkollektorok.....	27
3.1.6.	Napkollektorok telepítése	33
3.1.7.	Légkollektor	35
3.2.	A napkollektor hatásfoka.....	36
3.2.1.	A napkollektorok paraméterei	36
3.3.	Napkollektor szabványok.....	41
3.3.1.	EN 12975-1:2006.....	41
3.3.2.	EN 12975-2:2006.....	42
3.4.	Aktív szolár melegvíz ellátó rendszerek	42
3.4.1.	Szabadáramú rendszerek	43
3.4.2.	Kényszeráramú rendszerek	43
3.4.3.	Hőcserélő típusok.....	45
3.4.4.	Nyitott és zárt rendszerek, túgulasi biztonsági szerelvények	48
3.4.5.	A kollektorban szükséges statikus nyomás meghatározásának elve	49
3.4.6.	Feltöltő-leürítő (Drain-back) rendszer	49
3.5.	A tömegáram.....	52
3.6.	A méretezés alapelve.....	52
3.7.	Kompakt berendezések	53
3.7.1.	Kapcsolódó EN szabványok.....	54

3.8.	Helyszínen összeállított (split) rendszer.....	55
3.8.1.	Családi ház nagyságrendű berendezések.....	55
3.8.2.	Nagyobb méretű berendezések.....	56
3.8.3.	Nagy méretű berendezések.....	56
3.8.4.	Több tárolós rendszerek.....	57
3.9.	Eltérő tájolású napkollektorok.....	58
3.10.	Fűtési célú rendszerek.....	59
3.10.1.	Fűtési berendezések energiamérlege.....	59
3.10.2.	Hosszú távú hőtárolók.....	59
3.10.3.	Fázisváltásos hőtárolás.....	59
3.10.4.	Fázisváltásos hőtárolás kutatása Magyarországon.....	60
3.10.5.	Látens hő tároló kialakítások.....	60
3.10.6.	Szorpciós hőtárolás.....	61
3.10.7.	Termokémiai hőtárolás.....	61
3.10.8.	Hőszivattyúval kapcsolt tárolás.....	61
3.10.9.	Központi (közösségi) hőtároló.....	62
3.10.10.	Fűtés légkollektorokkal.....	67
3.10.11.	Szellőző levegő előmelegítése légkollektorral.....	69
3.11.	Aktív szolár rendszerek hűtésre.....	70
3.11.1.	A hűtés energiamérlege.....	70
3.11.2.	Abszorpciós hűtő.....	71
3.11.3.	Adszorpciós hűtők.....	71
3.12.	Kapcsolódó EN szabványok.....	74
3.13.	Speciális rendszerek.....	81
3.13.1.	Stirling motor.....	81
3.13.2.	V hengerekkel rendezésű Stirling motor.....	81
4.	Passzív szolár termikus rendszerek.....	82
4.1.	Az üvegházhatás.....	82
4.1.1.	Üvegház hatás az épületben.....	82
4.2.	A passzív szolár építészet alapelvei.....	82
4.2.1.	Az épület tömegformálása.....	82
4.2.2.	A helyiségek védőzónás elrendezése.....	83
4.2.3.	Az anasazi indiánok lakhelye Mesa Verde, Colorado, USA.....	84
4.2.4.	Rurális építészet.....	84
4.3.	Passzív szolár technikák, Direkt rendszerek.....	85
4.3.1.	Benapozás az északi traktusba.....	85
4.3.2.	Különleges bevilágítók.....	86
4.4.	Passzív szolár technikák, indirekt rendszerek.....	87
4.4.1.	Az épülethez kapcsolt Dél tájolású naptér (üvegház, télikert).....	88
4.4.2.	Példák épülethez kapcsolt napterekre.....	91

4.4.3.	Passzív szolár épület példák naptérrel	93
4.4.4.	Balcomb / Mullen ház.....	94
4.4.5.	A német DOMUS cég „típusépülete”	95
4.4.6.	Dr. Kuba Gellért épületei, bio-szolár építészet.....	96
4.4.7.	Spinney Garden sorház, London	98
4.4.8.	Tornác beüvegezések	99
4.4.9.	Loggia beüvegezések	99
4.4.10.	Loggia beüvegezések, Szeged, Budapesti krt. 9.	100
4.4.11.	Beüvegeztetve tervezett loggia.....	103
4.4.12.	Többszintes épületeken alkalmazott virágablakok.....	104
4.5.	Naptér – direkt benapozás kombináció.....	105
4.6.	Üvegezett tömegfal	105
4.6.1.	Példa üvegezett tömegfalra	106
4.6.2.	Vízfal	107
4.7.	Trombe-fal	108
4.7.1.	Trombe fal – naptér kombináció.....	110
4.8.	Transzparens hőszigetelés (Transparent Insulation, TI).....	112
4.8.1.	Transzparens hőszigetelés típusok.....	112
4.8.2.	Transzparens hőszigetelés egyenértékű U-értéke	113
4.8.3.	Példák transzparens hőszigetelésre	114
4.8.4.	Transzparens vakolat.....	116
4.9.	Fázisváltó (PCM) töltetű fal	117
4.10.	Árnyékolások	118
4.10.1.	Árnyékolás futónövénnyel	119
4.11.	Passzív hűtés.....	120
4.12.	A pécsi napház.....	120
4.13.	Kombinált rendszerek	128
4.13.1.	Önellátó ház, Freiburg im Breisgau (D)	130
4.14.	Településtervezési szempontok	130
4.14.1.	Milton Keynes, Anglia	131
4.14.2.	Bournville Solar Village, Birmingham, UK	133
4.14.3.	Kalocsa	134
4.14.4.	Solar City, Linz-Pichling	135
4.14.5.	Szoláris építészet	135
4.14.6.	Példaértékű modell, támogatások.....	136
4.14.7.	Beddington Zero Energy Development (BedZED).....	136
4.15.	Szellőztetett szoláris falak és napterek számításai	139
4.16.	Ajánlott külföldi szakirodalom	141
5.	Fotovillamos rendszerek.....	142
5.1.	A fotovillamos (PV) cellák fizikája	142

5.1.1.	Napelemek működési elve	142
5.2.	A különböző napelem cellák tulajdonságai	143
5.2.1.	Háromrétegű technológia	143
5.3.	Átlátszó és félig átlátszó napelemek	144
5.4.	A szilícium napelemek típusai	144
5.4.1.	Monokristály szilícium napelem	144
5.4.2.	Polikristály szilícium napelem.....	145
5.4.3.	Amorf szilícium napelem	145
5.4.4.	Hibrid napelem	146
5.4.5.	A napelem teljesítmény diagramjai.....	146
5.5.	Egyenáramú / váltakozóáramú üzem	147
5.6.	Hálózattól független, sziget üzemmód (off-grid) tárolóval és tároló nélkül	148
5.6.1.	Közvetlen táplálás	148
5.6.2.	Akkumulátoros kisberendezések.....	149
5.6.3.	Helyi egyenáramú hálózat	149
5.6.4.	Helyi egyenáramú és váltakozóáramú hálózat.....	149
5.7.	Hálózati üzemmódok	149
5.8.	Kombinált üzemmód	151
5.9.	Inverterek	151
5.9.1.	String PV inverterek	151
5.9.2.	Szolár PV mikroinverterek	151
5.9.3.	Központosított inverterek	152
5.10.	A hálózatra táplált elektromos energia mérése.....	152
5.10.1.	Kétirányú mérő.....	152
5.10.2.	Külön számláló a fogyasztott és a rátáplált energiának	152
5.10.3.	PV bevételek és a rendszerbe történő visszatáplálás tarifája	152
5.11.	Napelemes hűtés.....	154
5.11.1.	Kompresszoros hűtő hajtása napelemmel	154
5.11.2.	Peltier elven működő hűtő	154
5.12.	Hidrogén gáz előállítása vízből napelemmel	155
5.13.	Fotovillamos szabványok.....	156
5.13.1.	ASTME44.09 szabványok.....	156
5.13.2.	IEEE fotovillamos szabványok.....	156
5.13.3.	IEC szabványok	157
5.13.4.	UL Szabványok	157
5.13.5.	NEC Szabványok	157
6.	Hivatkozások, forrásmunkák.....	158

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat	Napkollektorral működtetett távfűtés és –hűtés üzemek Európában legalább 700 kWth kapacitással [35].....	64
-------------	--	----

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra	Összefüggés a hullámhossz és az energia maximuma között [1].....	15
2. ábra	A napsugárzás spektrális eloszlása [2]	17
3. ábra	A hőszugárzás hullámhossz tartománya	17
4. ábra	A fény hullámhossz tartománya.....	18
5. ábra	Az ultraibolya sugárzás hullámhossz tartománya	18
6. ábra	A napsugárzás összetevői a földfelszínen [4]	19
7. ábra	Látszólagos nappálya [4]	19
8. ábra	Sztereografikus nappálya diagram	20
9. ábra	Napsugárzási energiahozam 1997-2002 (Bella Sz., Major Gy., Nagy Z.) [6]	21
10. ábra	Napsugárzási energiahozam (OMSZ hosszú távú adatok) [7].....	22
11. ábra	Az éves napenergia hozam területi eloszlása Magyarországon (solargis)	22
12. ábra	Az éves középhőmérséklet területi eloszlása Magyarországon.....	23
13. ábra	Az évi középhőmérséklet területi eloszlása Magyarországon (OMSZ)	23
14. ábra	A havi középhőmérsékletek Magyarországon (OMSZ)	24
15. ábra	Átlagos szélesség 10 m magasságban (OMSZ)	24
16. ábra	Tükröző felülettel kiegészített sugárzáselnyelő	25
17. ábra	Homorú vályús átmenő, lineáris CSP konfiguráció [8]	26
18. ábra	Parabola-tükrös rendszerű CSP konfiguráció [8]	27
19. ábra	Központi vevős CSP konfiguráció fényképe [10].....	27
20. ábra	A soros és párhuzamos abszorber csőjárat elrendezés [12]	28
21. ábra	Különböző vasoxid tartalmú üvegek áteresztőképessége [14]	28
22. ábra	A Nap és az abszorber sugárzásának hullámhossz tartománya [5]	29
23. ábra	Napkollektor keresztmetszet és energiamérleg [15].....	29
24. ábra	“Cső a csőben” és “szárnyas profil” vákuumcsöves napkollektor [12]	31
25. ábra	Tükröző felülettel kiegészített, vákuumcsöves napkollektor.....	31
26. ábra	A hőcső elv	31
27. ábra	Vízszintes és függőleges elhelyezésű napkollektor dőlésszöge legalább 2° [16]	32
28. ábra	A hőcső hőleadó fejek (kondenzátorok) bekapcsolása a keringtető rendszerbe [18]	32
29. ábra	Előregyártott hőszigetelés a gyűjtővezetéken [18]	32
30. ábra	Különböző elrendezésű vákuumcsöves napkollektorok [18].....	33
31. ábra	Napkollektormező szélterhelés analízis: 160km/h hátszél, épület hatása nélkül.....	33
32. ábra	Alulméretezett állványzat következménye.....	34
33. ábra	Sík abszorberű vákuumcsöves napkollektor telepítése	34
34. ábra	Malmö, a jövő háza (2001)	35
35. ábra	Levegő hőszállító közegű abszorber kialakítások [13]	35
36. ábra	Napkollektor levegő hőszállító közeggel, ventilátorral egybeépítve [20]	36
37. ábra	Optikai, lineáris és másodfokú hővesztesség a hőmérséklet különbség függvényében [12] ...	36
38. ábra	A napkollektor hatásfoka a napsugárzás intenzitás függvényében [12].....	37

39. ábra	A napkollektor hatásfoka a hőmérséklet különbség és a napsugárzás intenzitás hányadosának (x) függvényében [12]	37
40. ábra	Különböző szerkezetű napkollektorok jellemző hatásfoka [12]	38
41. ábra	Lefedés nélküli Soladur S [12] és Wolf uszoda abszorber [21]	39
42. ábra	Műanyag moduláris uszoda abszorber [22].....	40
43. ábra	Szabadáramú közvetlen rendszerű napkollektoros vízmelegítő [13]	43
44. ábra	Zárt rendszerű napkollektoros vízmelegítő tárolóba épített hőcserélővel	44
45. ábra [13]	Napsugárzás érzékelővel és háromjratú szeleppel megvalósított kényszeráramú rendszer 45	
46. ábra	Tárolóba építhető bordácsöves hőcserélő [12].....	46
47. ábra	Tárolóba építhető simafalú csőspirál hőcserélő [24]	46
48. ábra	Külső hőcserélő alkalmazása	47
49. ábra	Külső hőcserélők spirális és lapos kivitelben [].....	47
50. ábra	Napkollektoros rendszer statikus nyomásviszonyai	48
51. ábra	Kettős visszacsapó szelepes tágulási tartály csatlakozó	48
52. ábra	Acél előtéttartály a gumimembrán védelmére	49
53. ábra	A leürítő-rendszer elve.....	51
54. ábra	Külső hőcserélős leürítő rendszer	51
55. ábra	Optimálisan méretezett napkollektoros vízmelegítő éves energiamérlege [12]	52
56. ábra	Indirekt kompakt vízmelegítő [30]	53
57. ábra	Hőcső elven működő kompakt vízmelegítő berendezés	53
58. ábra vázlata [12]	Napkollektorral fűtött különálló előfűtő a baloldali ábrán, és két kombinált tárolós rendszer 55	
59. ábra	Napkollektoros vízmelegítő rendszer beépített hőcserélővel, HMV cirkuláció nélkül	55
60. ábra	Napkollektoros vízmelegítő rendszer beépített hőcserélővel HMV cirkulációval	56
61. ábra	Napkollektoros vízmelegítő rendszer külső hőcserélővel, HMV cirkuláció váltószeleppel.....	57
62. ábra	Tárolók sorba kapcsolva helyi hőmérsékletkorlátozó szelepekkel	57
63. ábra	Tárolók sorba kapcsolva, biztonsági keverőszeleppel	58
64. ábra	Szabályozó rendszerek különböző rendszerkonfigurációkra [31]	59
65. ábra	A fűtési és HMV hőigény összehasonlítása a napenergia hozamának éves eloszlásával [12] 59	
66. ábra	A galaubersó vízdékonysági karakterisztikája	60
67. ábra	Kísérleti látens hőtároló, makro kapszulákba zárt PCM (paraffin) [33]	61
68. ábra	A termokémiai hőtárolás elve [34]	61
69. ábra	Hőtároló lehűlése	62
70. ábra	Szezonális hőtároló alaptípusok	62
71. ábra	Acél hőtároló Hamburgban	63
72. ábra	A hőtároló költsége €-ban a térfogat függvényében.....	63
73. ábra	Marstal (DK) [36].....	66
74. ábra	A Marstal (DK) hőtároló építése	66
75. ábra	Légfűtés rendszer tároló nélkül [37]	67
76. ábra	Kétrétegű homlokzat [37].....	67
77. ábra	Kétrétegű határoló szerkezet légkollektor fűtéssel, tárolóval [37]	68

78. ábra	Gravitációs fűtés légkollektorral, kavicsöltetű hőtárolóval [5]	68
79. ábra	Légfűtés légkollektorral [5]	68
80. ábra	Szerkezet temperálás légkollektorral [5]	69
81. ábra	Légkollektor fűtés hővisszanyerővel [5]	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
82. ábra	Szoláris szellőző levegő előfűtő rendszer [37]	69
83. ábra	Szoláris szellőző levegő előmelegítő kompakt berendezés (NREL) [23]	70
84. ábra	A fűtési, a hűtési és hmv hőigény összehasonlítása a napenergia hozamának éves eloszlásával [12] (hűtés görbe a szerzőtől)	70
85. ábra	Az abszorpciós hűtő működési elve [38]	71
86. ábra	Az adszorpciós hűtő működési elve [40]	72
87. ábra	A Freiburgi (Németország) Egyetemi Kórház adszorpciós klímaberendezése [41]	72
88. ábra	Az ADSzorpciós és az ABSzorpciós hűtő teljesítménye a fűtőközeg hőmérsékletének függvényében [42] [43]	73
89. ábra	V-elrendezésű Stirling-motor [45]	81
90. ábra	82
91. ábra	Üvegházhatás az épületben [Zöld A.]	82
92. ábra	Minimális lehűlő felület – maximális szolár nyereség	83
93. ábra	Helyiségek elrendezése a benapozás figyelembevételével	83
94. ábra	Az anasazi indiánok lakhelye Mesa Verde, Colorado	84
95. ábra	Hagyományos tornácos ház jellemző tájolása	84
96. ábra	Közvetlen (direkt) benapozás	85
97. ábra	Direkt rendszerek, közvetlen benapozás változatok [Zöld A.]	85
98. ábra	Benapozás az északi traktusba	85
99. ábra	Mély épületek benapozása lejtős terepen	86
100. ábra	Célirányosan tervezett aszimmetrikus felülvilágító [Zöld A.]	86
101. ábra	Indirekt rendszerek összefoglaló táblázata	87
102. ábra	A naptér működése [Zöld A.]	88
103. ábra	Harmonika-ajtó alkalmazása naptér nyitására	89
104. ábra	Épülethez kapcsolt üvegház csomópontok	89
105. ábra	A naptér kapcsolódásai a fűtött terekhez [Novák Á.]	90
106. ábra	L-alakú épülethez illesztett naptér	90
107. ábra	Egyszintes napterek épülethez illesztése	91
108. ábra	Többszintes napterek épülethez illesztése	91
109. ábra	Kétszintes naptér az épületbe integrálva	91
110. ábra	La Vereda Compound, Santa Fe, New Mexico, USA Arch. Edward Mazria	92
111. ábra	Fekete Erdő passzív napkerék ház	92
112. ábra	Cooper House, Middleton, UK	93
113. ábra	Cooper House, nézet délről	93
114. ábra	Cooper House naptér	94
115. ábra	A Balcomb / Mullen ház látképe és naptere	94
116. ábra	A Balcomb / Mullen ház alaprajza és nyári látképe	95
117. ábra	A DOMUS típusépület	95

118. ábra	Családi ház Bucsán. (Sárrét, Tiszántúl)	96
119. ábra	A bucsai családi ház emeleti alaprajza.....	96
120. ábra	A bucsai családi ház naptere belülről	97
121. ábra	Spinney Garden sorház, emeleti és földszinti alaprajz, metszet.....	98
122. ábra	Spinney Garden sorház, London, déli és északi homlokzat.....	99
123. ábra	Magyarvalkói (vagy valkai) „Ádám-Éva-ház”	99
124. ábra	Egyéni loggia beüvegezések nagyon különböző stílusban és minőségben	99
125. ábra	Megtervezett loggia beüvegezés	100
126. ábra	Loggia beüvegezés alaprajz	101
127. ábra	Beüvegezett loggia alaprajz.....	101
128. ábra	Loggia beüvegezés metszet.....	102
129. ábra	Loggia beüvegezés oldalnézet	103
130. ábra	A mért hőfelhasználás változás	103
131. ábra	Eleve beüvegezettre tervezett loggia (Siófok).....	103
132. ábra	„Virágablakok" a DK-i...DNY-i homlokzatokon	104
133. ábra	Teljes homlokzatokat fedő kis napterek, „virágablakok" Spanyolországban.....	104
134. ábra	Naptér – direkt benapozás kombináció	105
135. ábra	Üvegezett tömegfal alapelve	105
136. ábra	Üvegezett tömegfal a légrésbe helyezett árnyékolóval	106
137. ábra	Idősek otthona, Bournville Solar Village, Birmingham, UK, 1985.....	106
138. ábra	Üvegezett tömegfal széles légréssel	106
139. ábra	A vízfal elve.....	107
140. ábra	Elemekből (tartályokból) épített vízfal.....	107
141. ábra	A Trombe-fal működése	108
142. ábra	A Trombe-falban felmelegedett levegő hőképe.....	108
143. ábra	A Trombe-fal szellőztető és fűtő helyzetben.....	109
144. ábra	Az első Trombe-fal.....	109
145. ábra	Trombe-Michel-falás ház az Odeillo-i kutatólaborban, Franciaország	109
146. ábra	Doug Kelbaugh ház, Princeton, New Jersey, USA.....	110
147. ábra	A Doug Kelbaugh ház üvegezett tömegfal metszete	111
148. ábra	Transzparens hőszigetelés.....	112
149. ábra	A transzparens hőszigetelés működése, hőmérsékleteloszlás napsütés esetén	112
150. ábra	Transzparens hőszigetelés típusok	113
151. ábra	Transzparens hőszigetelés egyenértékű U-értéke.....	113
152. ábra	Transzparens hőszigetelés függőleges és vízszintes metszete.....	113
153. ábra	Kísérleti transzparens hőszigetelés, St. Helens, Anglia	114
154. ábra	Falsíkba illesztett transzparens hőszigetelés	114
155. ábra	Transzparens hőszigetelés a Strathclyde University (Glasgow) kollégiumának homlokzatán 115	
156. ábra	Transzparens hőszigetelés példája lakóház mellvéd falán.	115
157. ábra	Transzparens hőszigetelés irodaépületen	116
158. ábra	Transzparens hőszigetelés raktárépületen.....	116

159. ábra	Transzparens vakolat	116
160. ábra	Transzparens hőszigetelés transzparens vakolattal barokk épületen	117
161. ábra	Forgatható fázisváltó elemek	118
162. ábra	Hatékony árnyékolást külső árnyékolóval lehet elérni	118
163. ábra	Külső fix árnyékoló zsaluzia, illetve túlnyúlásos árnyékoló	118
164. ábra	Solar Village 3, Interatom, Stuttgart	119
165. ábra	Árnyékolás futónövénnyel	119
166. ábra	Veranda árnyékolása futónövénnyel	120
167. ábra	Pécsi napház, földszinti alaprajz	121
168. ábra	Pécsi napház, emeleti alaprajz	122
169. ábra	Pécsi napház termoszfion Trombe-fal, téli nappali működés	122
170. ábra	Pécsi napház termoszfion Trombe-fal, nyári nappali működés	123
171. ábra	A monitoring rendszer érzékelőinek helye a földszinti alaprajzon	123
172. ábra	Egy nap, néhány hőmérséklet és a digitális csatornák bemutatása	124
173. ábra	Nézet dél-nyugatról. Az árnyékoló függöny leengedve	124
174. ábra	Nézet dél-keletről. Az árnyékoló függöny félúton	125
175. ábra	Pécsi napház metszete a naptéren keresztül, téli nappali működés	125
176. ábra	Kavicstöltetű hőtároló működése	125
177. ábra	Pécsi napház, a naptér belülről, a felső szintről	126
178. ábra	A naptér	126
179. ábra	Pécsi napház, a télikert belülről, a felső szintről	126
180. ábra	Pécsi napház, télikert árnyékoló	127
181. ábra	Növényzet a pécsi napházon	127
182. ábra	A pécsi napház észak-nyugatról	127
183. ábra	Ördögszikla-ház, Budapest	128
184. ábra	Ördögszikla-ház, a felső szint alaprajza	128
185. ábra	Ördögszikla-ház, metszet	129
186. ábra	München, Wohnanlage (Richter) (1982)	129
187. ábra	Arch. Prof. Dipl.-Ing. Josef Király épületei, Sistrans - Tirol – Ausztria	130
188. ábra	Önellátó ház, Freiburg im Breisgau (D)	130
189. ábra	Kedvezőtlen (I.), és egyre kedvezőbb település terv	131
190. ábra	Milton Keynes, Pennyland terület áttekintése	132
191. ábra	Tipikus lakás alaprajz, Milton Keynes	132
192. ábra	Homeworld House, Milton Keynes	133
193. ábra	Bournville Solar Village helyszín	133
194. ábra	Bournville Solar Village tipikus déli homlokzatok	134
195. ábra	Kalocsa	134
196. ábra	solarCity Linz-Pichling	135
197. ábra	Épület a solarCity Linz-Pichling területén	136
198. ábra	Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, telepítés áttekintése	136
199. ábra	Beddington Zero Energy Development (BedZED), funkciók áttekintése	137

200. ábra	Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, légáramlások vázlata.....	137
201. ábra	Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, látkép	138
202. ábra	Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, ökológia	138
203. ábra	Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, tetőkert.....	139
204. ábra	Általános sematikus keresztmetszet a megvilágított napelem cella működésének bemutatására [8]	142
205. ábra	Három csomópontú (rétegű) amorf vékonyréteg technológia [47]	144
206. ábra	Monokristály szilícium napelemtábla	144
207. ábra	Polikristály szilícium napelem [49].....	145
208. ábra	Amorf szilícium napelemtábla [49].....	145
209. ábra	Hibrid napelemtábla [49].....	146
210. ábra	A napelem maximális teljesítmény munkapontja [50]	146
211. ábra	A napelem kimenete a napsugárzás függvényében [50]	146
212. ábra	A napelem kimenete a környezeti hőmérséklet függvényében [50]	147
213. ábra	Napelemek soros kapcsolása [51].....	147
214. ábra	Napelemek párhuzamos kapcsolása [51].....	147
215. ábra	Napelemmel hajtott szellőző ventilátor [52]	148
216. ábra	Önálló berendezések elektromosenergia-tárolóval [53]	149
217. ábra	Helyi egyenáramú hálózat vázlata: napelemek, szabályozó, tároló és fogyasztók [53]....	149
218. ábra	Hálózattal összekapcsolt napelemes rendszer blokkvázlata két mérővel [54].....	150
219. ábra	Hálózatra kapcsolt napelemes rendszer blokkvázlata helyi fogyasztás nélkül [53]	150
220. ábra	Fig. 4.1 Kombinált üzemmód helyi tárolóval és az országos hálózatra is rákapcsolva [53]	151
221. ábra	Kis feszültségű egyenáramú kompresszoros hűtő [57].....	154
222. ábra	A Peltier-hűtő keresztmetszete [58].....	155
223. ábra	A Peltier elrendezése [59].....	155

1. Bevezetés

A TÁMOP 4.1.1.C-2012/1/KONV-2012-0012 azonosítószámú Zöld Energia Felsőoktatási Együtműködés (ZENFE) című projekt együtműködés felsőoktatási intézmények, ágazati és regionális szereplők között, amely az Új Széchenyi Terv második kitörési pontja, a zöld gazdaság fejlesztése terén kívánja elősegíteni Magyarország versenyképességének javítását, a zöld energia ágazatban új munkahelyek teremtését.

A Zöld Energia Felsőoktatási Együtműködés (ZENFE) projekt célja versenyképes, modern, hosszú távú nemzeti felsőoktatási ágazati együtműködés létrehozása annak érdekében, hogy a résztvevők kutatási, oktatási, szolgáltatási tevékenységük összehangolásával bővítsék a zöld energia ipar tudásbázisát, az intézmények, a vállalkozások és a végzett hallgatók versenyképességét.

A projekt két éve során létrehozni tervezett ZEVI Virtuális Intézet és az általa végrehajtott tevékenységek: a szervezetfejlesztés, a képzési programok fejlesztése és a mentorszolgáltatás fejlesztése, a nemzetközi kapcsolatok építése, a karrierirodák működtetése, az intézményi-kistérségi együtműködések és az ágazati témájú speciális tevékenységek mind azt célozzák, hogy az intézmények nemzetközileg versenyképes, modern felsőoktatási intézményhálózat keretében biztosítsák a zöld gazdaság, a zöld energetika tudásalapú gazdasági és munkaerőpiaci fejlesztését.

1.1. Alapítók

Az öt alapító magyarországi felsőoktatási intézmény: a Debreceni Egyetem, a Károly Róbert Főiskola, a Nyugat-Magyarországi Egyetem, a Pécsi Tudományegyetem és a Szegedi Tudományegyetem. A lehetséges hat konvergencia régióból öt régiójuk képviseli a terület és a települések, valamint a lakosság és a K+F humán erőforrásának mintegy 85%-át, hátrányos helyzetű kistérségeinek 100%-át, továbbá GDP-jének mintegy 80%-át, vezető vállalatának 64%-át és K+F ráfordításainak 83%-át, ezen kívül felölelik a környezeti-társadalmi-gazdasági jellemzők széles skáláját.

1.1.1. Célkitűzések

A tervezett együtműködés a nemzetközi tendenciák, az országos fejlesztési stratégiák, a regionális (helyi) sajátosságok, valamint a résztvevők fejlesztési terveinek figyelembevételével biztosítja, hogy a résztvevők egymás erősségeinek és a kooperáció lehetőségeinek kiaknázásával a projektben és azt követően sikeresen vállalhassák a zöld gazdaság tudásterületein képzési-kutatási-szaktanácsadási feladatok megvalósítását helyi, hazai és nemzetközi szinten egyaránt. Mindehhez a projekt biztosítja az ágazati együtműködés alapjait, amely intézményi, hálózati és tudásterületi fejlesztések révén biztosítja a célok elérését, a későbbiekben mind országosan, mind nemzetközileg bővíthető keretek között. Az ágazati együtműködéssel a zöld gazdaság, a zöld energetika terén olyan tudásanyag és oktatási infrastruktúra létrehozása és hasznosulása valósul meg, amellyel a változó körülményekhez igazodva a természeti erőforrások műszaki-gazdasági hasznosítása optimalizálható.

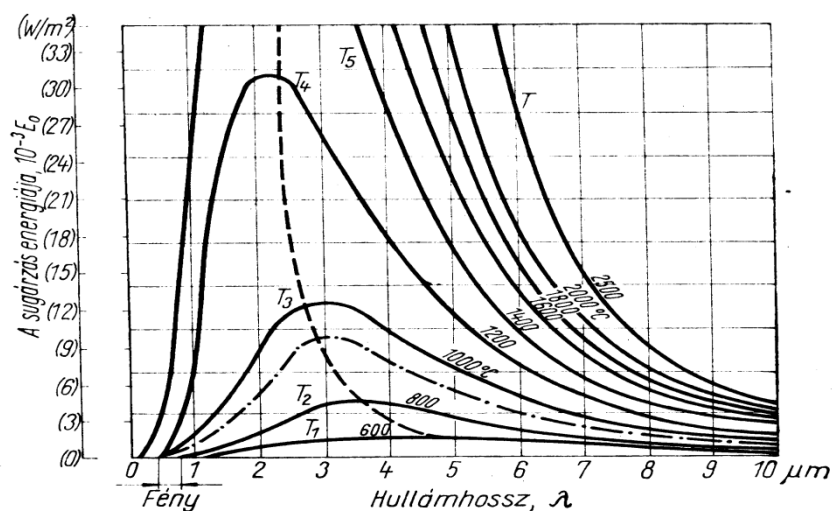
2. A sugárzásos hőátvezetés fizikai alapjai

2.1. Alapfogalmak

Minden felület, aminek hőmérséklete magasabb, mint 0 K, elektromágneses sugárzást bocsát ki. A testek által kibocsátott sugárzás energiataralma és hullámhossza (spektrális eloszlása) függ a felület hőmérsékletétől. Minél magasabb ez a hőmérséklet, annál magasabb az energiataralom és annál rövidebb a hullámhossz. A maximális intenzitáshoz tartozó hullámhossz a Wien-féle eltolódási törvénnyel számolható:

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2898 \mu\text{mK}$$

A fekete test hőszugárzási energiája a hullámhossz függvényében



1. ábra **Összefüggés a hullámhossz és az energia maximuma között [1]**

A teljes hullámhossz-tartományban kisugárzott energia (Stefan-Boltzman törvény):

$$E(T) = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

ahol

T a felszín hőmérséklete,

$C_0 = 5,7687 \text{ W/m}^2\text{K}^4$ állandó.

Az elektromágneses sugárzást a hullámhossz függvényében különbözőképpen érzékeljük (pl. fény, hő...) vagy érzékszerveinkkel nem érzékeljük, de azért hatással van ránk. Például: ibolyántúli sugárzás (UV), α , β , γ sugárzás.

A sugárzásos hőátvezetés két felület között, feltételezve, hogy az 1 felület hőmérséklete magasabb, mint a 2 felületé:

$$q_{rad} = c_{1 \rightarrow 2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

ahol

$c_{1 \rightarrow 2}$ sugárzási cseretényező (az 1 felületről a 2 felületre)

Mivel a 2 felület szintén sugároz az 1 felületre, a hőcsere konvergens végtelen sorozatként írható le. A levezetés mellőzésével a sugárzási cseretényező:

$$c_{1 \rightarrow 2} = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_0}}$$

ahol

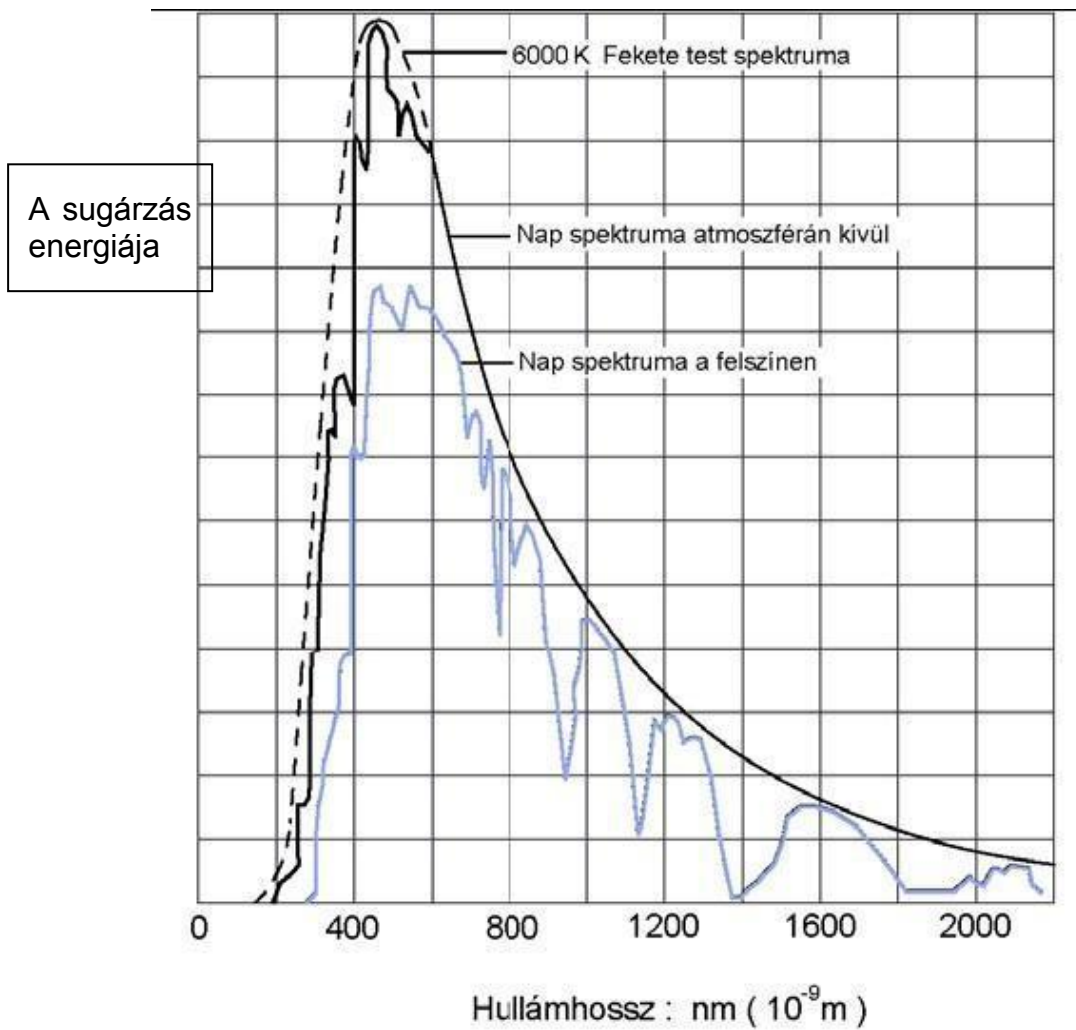
c_1 az 1 felület sugárzás-kibocsátó képessége

c_2 a 2 felület sugárzás-kibocsátó képessége

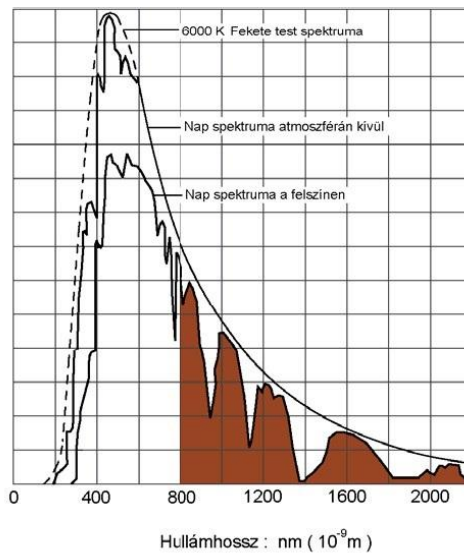
2.2. A napsugárzás tulajdonságai

A napsugárzás elektromágneses sugárzás.

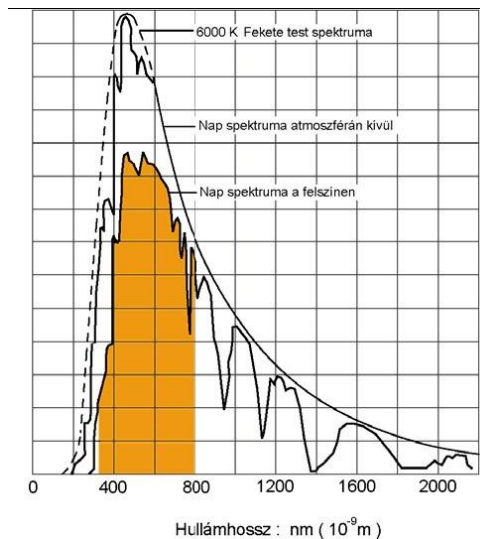
A földfelszínre érkező napsugárzás egy része elnyelődik, más része szóródik a légkörben (pára, por, aeroszolok). Az elnyelődés mértéke egyes hullámhossz tartományokban kisebb, más tartományokban nagyobb, ezért a sugárzás energiáját a földfelszínen a hullámhossz függvényében ábrázoló görbe meglehetősen „csipkézett”.



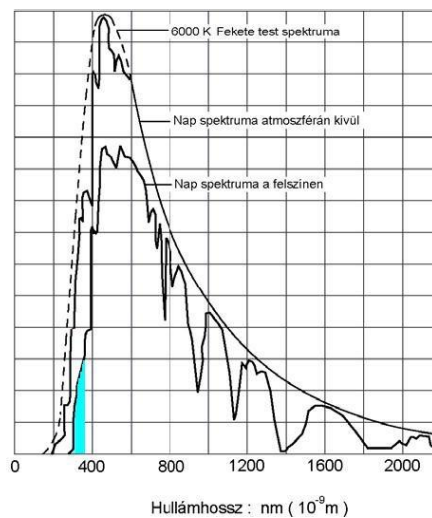
2. ábra A napsugárzás spektrális eloszlása [2]



3. ábra A hőszugárzás hullámhossz tartománya



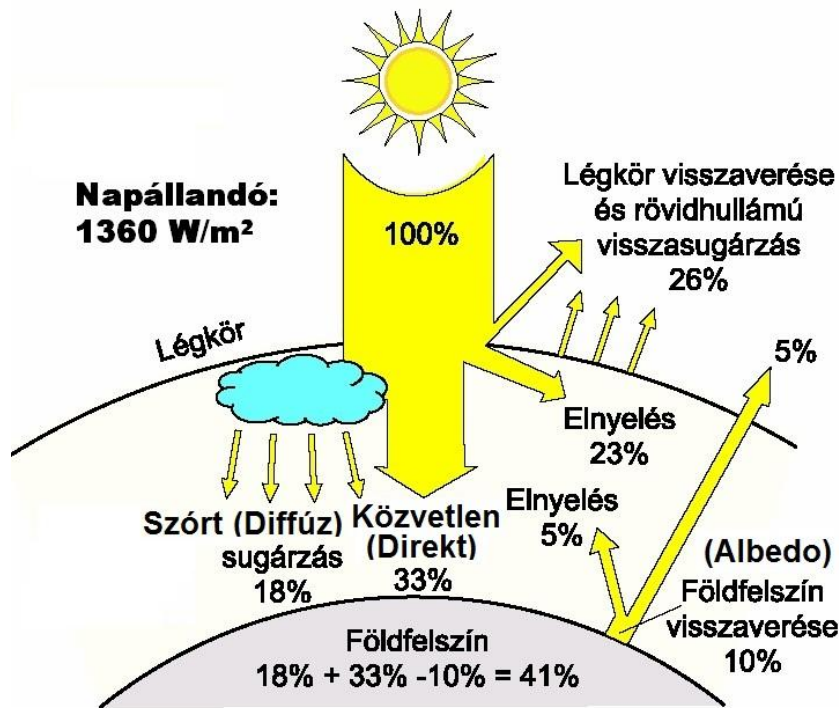
4. ábra A fény hullámhossz tartománya



5. ábra Az ultraibolya sugárzás hullámhossz tartománya

A napsugárzás spektrális összetételét mutatják a fenti ábrák. Mint látható, kevesebb, mint a fele (42%) hőszugárzás ($\lambda \geq 750 \text{ nm}$), közel fele (49%) fény ($\lambda = 400 \dots 750 \text{ nm}$), kis része (9%) ibolyántúli ($\lambda = 290 \dots 400 \text{ nm}$) sugárzás. Bár ez utóbbi energiahányada kicsi, roncsoló hatása jelentős lehet.

A földfelszínre érkező napsugárzás egy része a szóródás, többszörös visszaverődés következtében nem közvetlenül, hanem közvetve érik a földfelszínre. Ez az ún. diffúz sugárzás irányítottsággal nem rendelkezik, a tér minden irányában azonos, árnyékot nem ad, míg a közvetlenül, irányítottan érkező napsugárzás, az ún. direkt sugárzás pontosan meghatározható, folyamatosan változó iránnyal rendelkezik. A földfelszínről visszaverődő napsugárzás az ún. albedó sugárzás. Az albedó részaránya erősen függ a környező felületek visszaverő képességétől, legjelentősebb friss hó esetén. A direkt és diffúz sugárzás részaránya a légköri viszonyoktól függ. Általában a direkt részarány nagyobb, de bizonyos felhőzeti viszonyok között lehet nulla is. A három sugárzás összege a globális sugárzás.

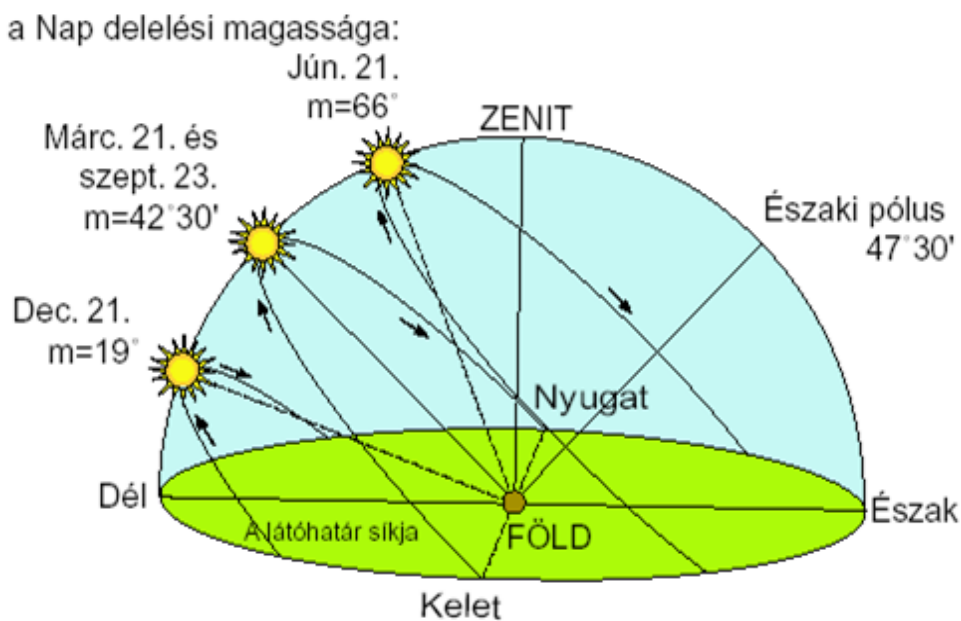


6. ábra A napsugárzás összetevői a földfelszínen [4]

2.3. A nappálya

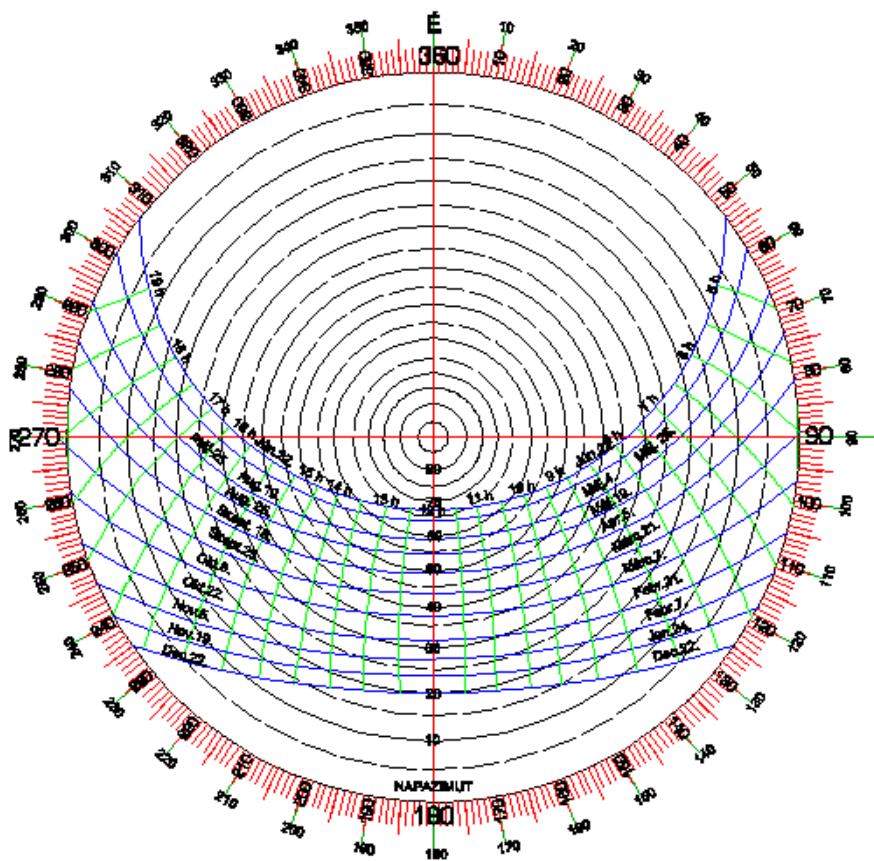
A Föld saját tengelye körüli forgása, valamint a Nap körüli pályája következtében a napsugárzás iránya (a diffúz összetevő kivételével) folyamatosan változik.

A Nap látszólagos pályáját, földfelszínről szemlélve ábrázolja a 7. ábra. Látható, hogy mivel a Föld forgástengelye nem merőleges a Nap körüli pálya síkjára, (emiat vanak évszakok) a látszólagos nappálya az év során folyamatosan változik. Két szélső helyzete a nyári és a téli napforduló. A nyári napfordulótól növekszik, utána pedig csökken a nappali időszak hossza, a téli napforduló esetében pedig fordítva. Speciális helyzet még a tavaszi és őszi nap-éj egyenlőség napja, amikor a nappali és az éjszakai órák száma pontosan egyenlő.



7. ábra Látszólagos nappálya [4]

A nappálya (és természetesen az energiahozam) ismerete alapvetően fontos a napenergia hasznosítás szempontjából. A látszólagos nappályát a könnyű érthetőség és áttekinthetőség érdekében diagramban ábrázoljuk, amivel az esetleges árnyékoltság is jól megmutatható. Többféle nappálya diagram ismert, használatos. A két leggyakoribb a Waldram és az ún. sztereografikus diagram.



8. ábra Sztereografikus nappálya diagram

A sztereografikus diagram a látszólagos nappályát felülről egy körtárcsára vetítve ábrázolja. Koncentrikus körök ábrázolják a Nap magassági szögét, és ívelt vonalak az időt. Pontosan déli irányban 12.00 h, ettől jobbra a délelőtti órák (11.00, 10.00 stb.) balra pedig a délutáni órák (13.00, 14.00 stb.) A diagramban az idő az adott földrajzi helyen a valós idő, és nem az aktuális zónaidő. A zónaidő és a valóságos idő a földrajzi hosszúsági szög (Greenwich-től 15°-onként 1 óra) valamint a Föld egyenetlen forgásából származó korrekció segítségével számítható. Nem szabad még megfeledkezni a téli-nyári időszámításból származó korrekcióról sem.

A sztereografikus diagramról bármely hónap jellemző napjának bármely órájára (percére) leolvasható a napállás vízszintes és függőleges összetevője. A nappálya diagram kiegészíthető még a sugárzási energiahozam grafikus ábrázolásával.

A Waldram diagram hengerpalástra vetíti a nappályát és hengerpalástot kiteríti. A mindenkori napállás jól leolvasható, él-leképező görbék segítségével könnyen alkalmazható üvegezések benapozásának-árnyékoltságának vizsgálatához.

Fontos, hogy a Nap csak évente kétszer kel pontosan Keleten és nyugszik pontosan Nyugaton. A nyári időszakban Északkeleten kel és Északnyugaton nyugszik, télen pedig Délkeleten kel és Délnyugaton nyugszik. Ha a magassági szöveget vizsgáljuk, látjuk, hogy a

téli nappálya „lapos” (Magyarországon a téli napfordulón délben a legmagasabb függőleges szög 19...20°, nyáron pedig „magas” (a nyári napfordulón délben a legmagasabb függőleges szög 66...67°).

A napenergia használatához ideális tájolás a déli. Különösen fontos, hogy a fűtési célú alkalmazásoknál minél kisebb legyen az eltérés a déli iránytól. Gyakorlatilag a déli iránytól számítva $\pm 45^\circ$ -on belül kell lennie az elnyelőfelület tájolásának. A hasznosítás céljától függően változik az ideális (optimális) dőlésszög. Ha nyári használat a fontos, az elnyelőfelület kis szöget zárjon be a vízszintessel (23...24°) és akár vízszintes is lehet. Ha a téli energianyerés a fontos, az elnyelőfelület nagy szöget zárjon be a vízszintessel (70...71°), és akár függőleges is lehet. Az építészeti eszközök szempontjából szintén fontos tényező, hogy nyáron a napsugárzás nem kívánatos „hőterhelés”. Ebből a szempontból a keleti és a nyugati tájolású függőleges felületek sokkal veszélyesebbek mint a déli, mivel délben magas a napállás, délelőtt és délután viszont alacsony, és „telibe kapja” a keleti, illetve a nyugati függőleges felületeket. A K és a Ny közül a Ny annyival rosszabb, hogy délután már a léghőmérséklet is magas, így a két hőterhelés együttesen jelentkezik.

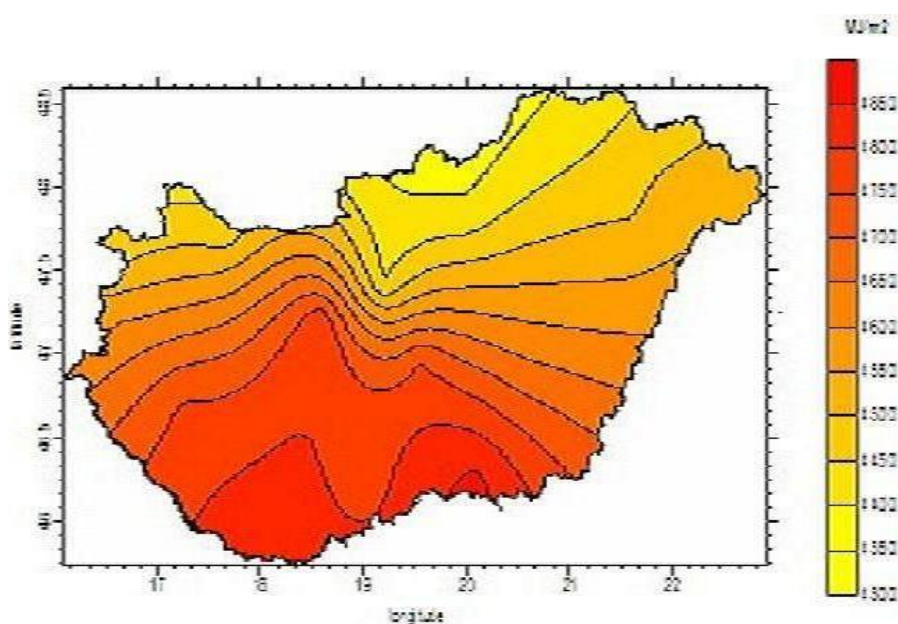
2.4. A napsugárzás intenzitása

A napsugárzás közepes intenzitása a légkör felső határán (napállandó, lásd a 6. ábrát) $I_0 = 1352 \text{ W/m}^2$, a Nap-Föld közti távolság év közben végbemenő változása miatt $\pm 3\%$ mértékben változik. A földfelszínen a légköri elnyelődések következtében $I_{\max} = 1000 \text{ W/m}^2$ értékkel számolhatunk.

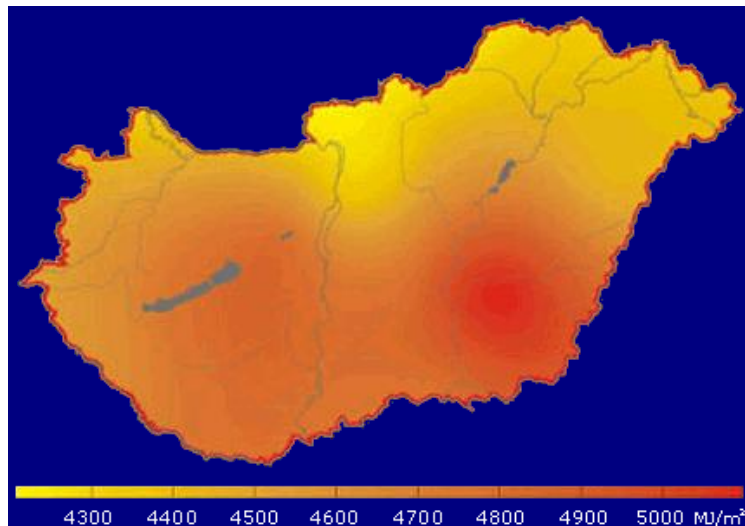
2.5. A napsugárzás energiahozama

A csillagászatilag lehetséges napsugárzási energiahozam Délre haladva egyre növekszik, de a helyi domborzati, időjárási körülmények is befolyásolják ténylegesen várható mértékét. A 9. ábrán látható a vízszintes felületre beeső napsugárzási energia hazai területi eloszlása. A különböző időszakokban végzett mérések nem pontosan ugyanazon értékeket adják. Hosszú ideig voltak forgalomban (és még ma is használatosak) az 1951...1980 időszakban mért értékek (Dávid, 1990). A következő ábrák újabb, részletesebb, pontosabb méréseken alapulnak.

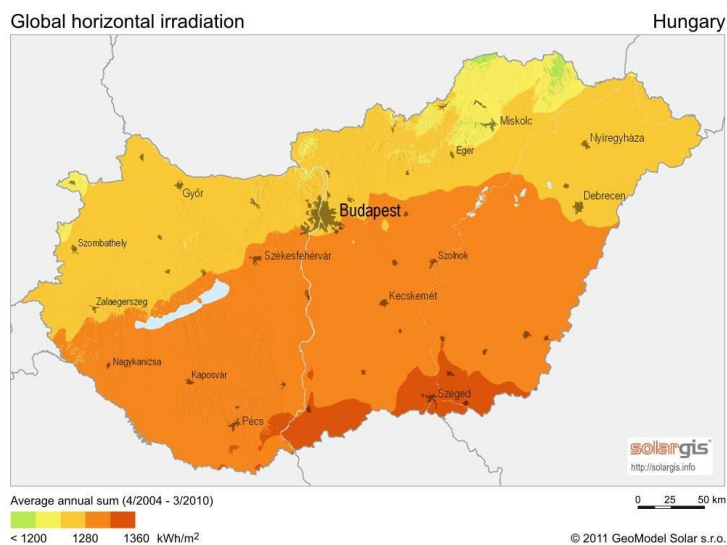
Fontos adat, hogy az éves napenergia hozamnak $\sim 1/3$ része érkezik a fűtési időszakban.



9. ábra Napsugárzási energiahozam 1997-2002 (Bella Sz., Major Gy., Nagy Z.) [6]



10. ábra Napsugárzási energiahozam (OMSZ hosszú távú adatok) [7]

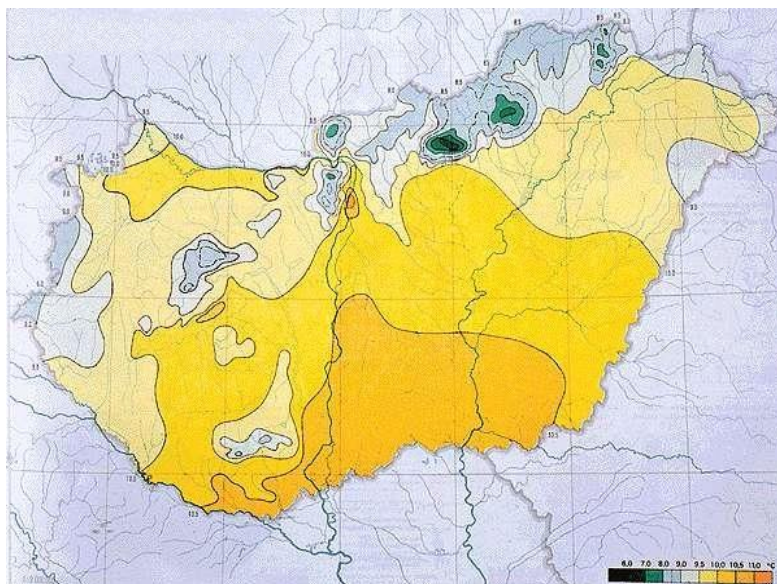


11. ábra Az éves napenergia hozam területi eloszlása Magyarországon (solargis)

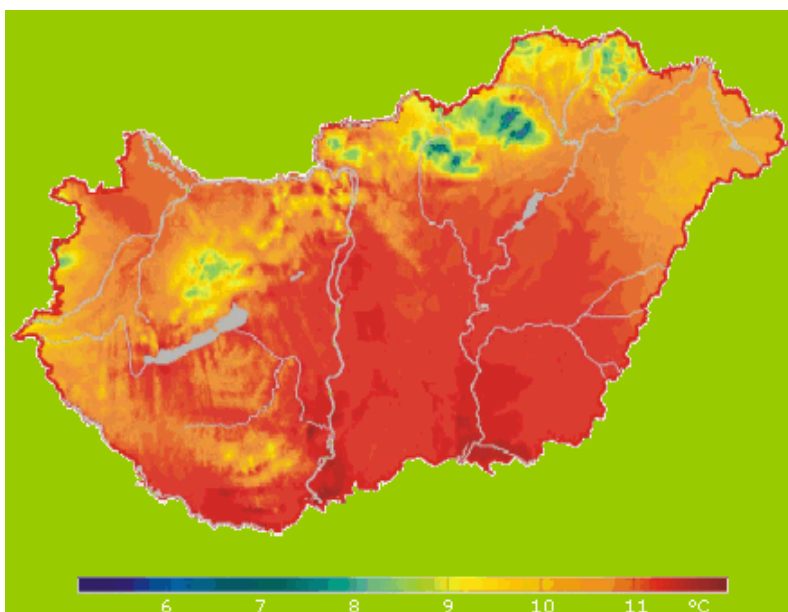
2.6. Az évi középhőmérséklet területi eloszlása Magyarországon

A napenergia rendszerek hatékonyságát és használhatóságát a léghőmérséklet, illetve annak éves eloszlása is befolyásolja.

Az éves középhőmérséklet a napsugárzás energiahozamának eloszlásával és a szélsőségekkel együtt energetikai szempontból jól bemutatja egy terület klimatikus jellemzőjét.



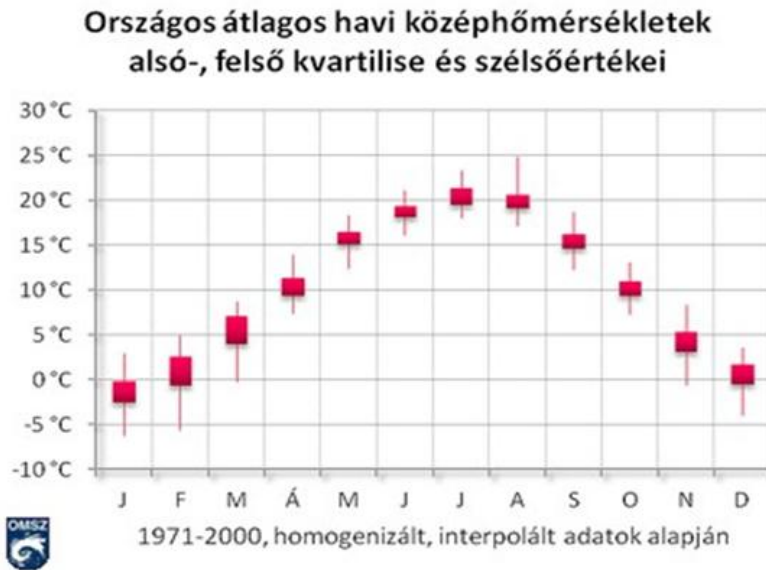
12. ábra Az éves középhőmérséklet területi eloszlása Magyarországon
Magyarország Nemzeti Atlaszából



13. ábra Az évi középhőmérséklet területi eloszlása Magyarországon (OMSZ)

Az évi középhőmérséklet azonban nem elegendő a napenergia hasznosító rendszerek méretezéséhez. Ehhez külön kell választani a fűtési időszakot, az átmeneti időszakokat és azt az időszakot, amikor térhűtés szükséges lehet. Lehetőleg legalább havi értékek kelljenek, és ezek általában rendelkezésre is állnak. A napkollektorok hatásfoka hideg időben alacsonyabb, míg a napelemeké kis mértékben magasabb.

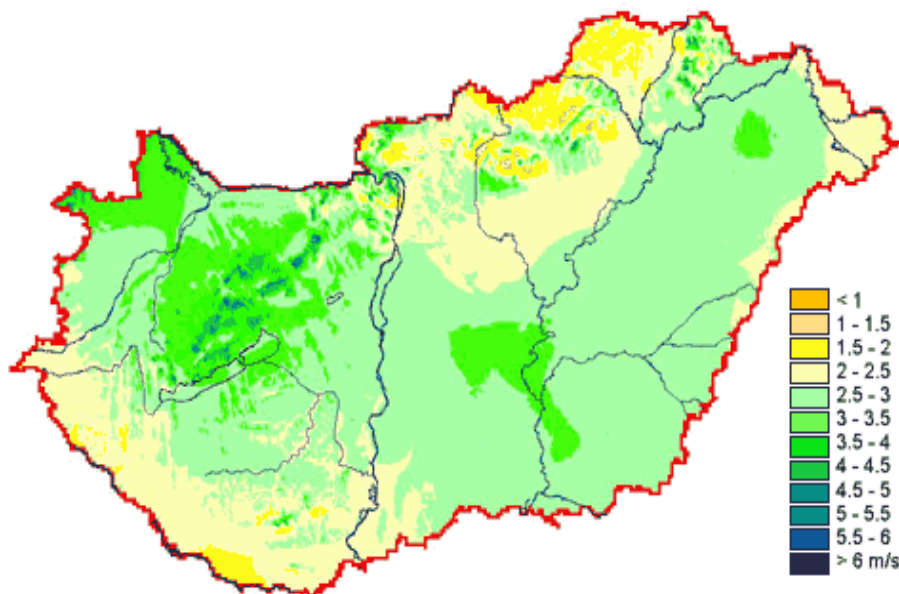
2.7. Az évi középhőmérséklet havi eloszlása Magyarországon



14. ábra A havi középhőmérsékletek Magyarországon (OMSZ)

(Kvartilis:

2.8. Szélesebesség



15. ábra Átlagos szélesebesség 10 m magasságban (OMSZ)

A szélesebesség (és szélirány is) főleg 10 m magasság alatt a terepviszonyoktól függően nagy mértékben változó.

2.9. Adatok számítógépes szimulációhoz

A napenergia hasznosító rendszerek gondos, alapos méretezése szimulációs számításokkal lehetséges. Ezekhez a számításokhoz jellemzően órai meteorológiai értékek szükségesek. (TMY = Typical Meteorological Year = tipikus meteorológiai év)

3. Aktív szolár termikus rendszerek

3.1. A napsugárzás elnyelők tulajdonságai

3.1.1. A napsugárzás elnyelés fizikája

A testek a rájuk eső sugárzás egy részét (az adott sugárzási tartományban)

- elnyelik (a felület elnyelőképességét kifejező abszorpciós tényezővel (a) arányosan)
- visszaverik (a felület visszaverőképességét kifejező reflexiós tényezővel (r) arányosan)
- átengedik (a test átteresztőképességét kifejező transzmissziós tényezővel (t) arányosan)

$$a + r + t = 1$$

abszolút fekete test: $a = 1$ (tehát a másik kettő nulla)

abszolút fehér (visszaverő) test: $r = 1$ (tehát a másik kettő nulla)

átlátszatlan test: $t = 0$

A természetben sem abszolút fekete, sem abszolút fehér test nincs.

A felület elnyelő képessége megegyezik az ugyanazon hullámhosszon mért sugárzási képességével (sugárzaskibocsátó képesség, emissziós tényező: ε)

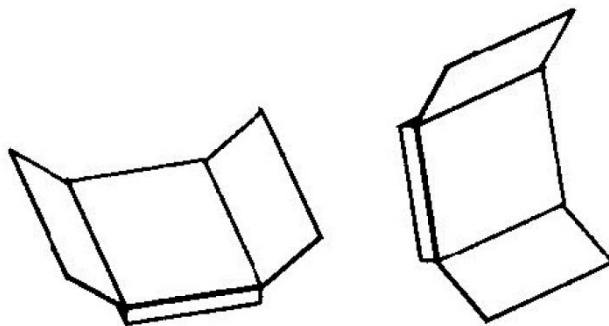
Kirchhoff törvény.

$$a = \varepsilon$$

Természetesen a legjobb elnyelő felület, amelyiknek az abszorpciós tényezője a legmagasabb. De, mint látjuk ennek az emissziós tényezője, tehát a saját kisugárzása (ami veszteség) is nagy. Léteznek viszont olyan felületképzések, amelyek $a = \varepsilon$ tényezője hullámhossz függő. Ezeket szelektív felületeknek (bevonatoknak) hívjuk. Az ideális elnyelő felület tehát az, amelyiknek a napsugárzás hullámhossz tartományában magas az abszorpciós tényezője, a saját felületi hőmérsékleti hőmérsékletéhez tartozó sugárzási hullámhossz tartományában viszont alacsony.

3.1.2. A napsugárzás elnyelők geometriája

A napsugárzás elnyelők geometriájukat tekintve lehetnek sík, koncentráls nélküli abszorber, vagy koncentráls rendszerek. Ez utóbbiak közül legegyszerűbb a tükröző felülettel kiegészített sík elnyelő.



16. ábra Tükröző felülettel kiegészített sugárzáselnyelő

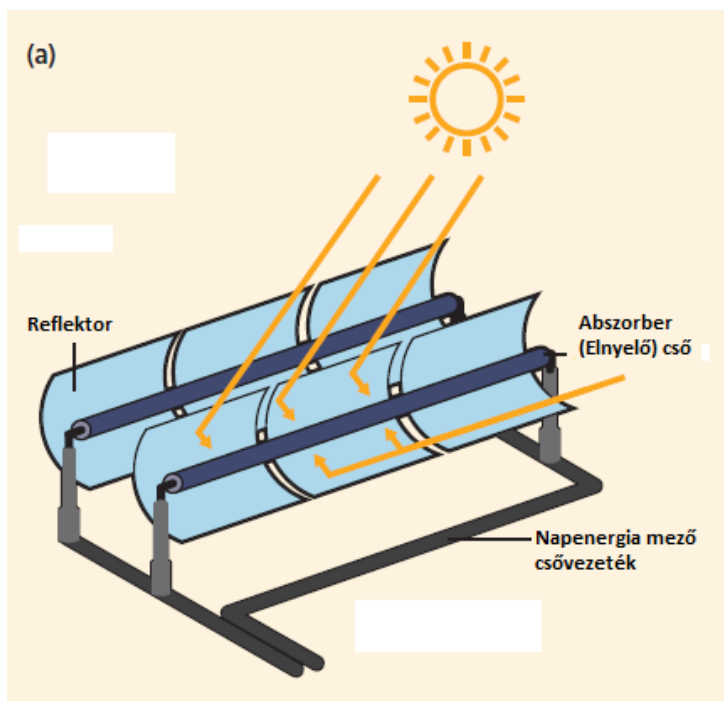
A tükör mérete lehet kisebb vagy nagyobb, mint az abszorber, lehet egy oldalon, vagy két oldalon. A koncentráls fok ennek megfelelően általában 1:1,5...1:3 arány között van. A tükör lehet fix, lemondva ezzel az abszorberre reflektált energia egy részéről, vagy lehet

mozgatható, állítható dőlésszögű. Gyakorlatilag a tükör általában csak egy tengely mentén mozgatható, ezért egy bizonyos reflektálási veszteség mindenképpen van. Fontos még figyelembe venni, hogy a napsugárzásnak csak a direkt összetevője tükrözhető. Tehát maga az abszorber potenciálisan a teljes napsugárzási spektrumot hasznosítja, a tükörről érkező energia azonban kizárólag direkt sugárzás. Ezért egy tükörrel kiegészített 1:2 geometriai koncentrálási fokú rendszer energia-potenciál szempontjából 1:1,6 koncentrálási foknak felel meg, amennyiben a direkt sugárzás részaránya 60%, a nappályakövetés tökéletes, és első megközelítésben nem foglalkozunk a tükrözés veszteségével (reflexiós tényező).

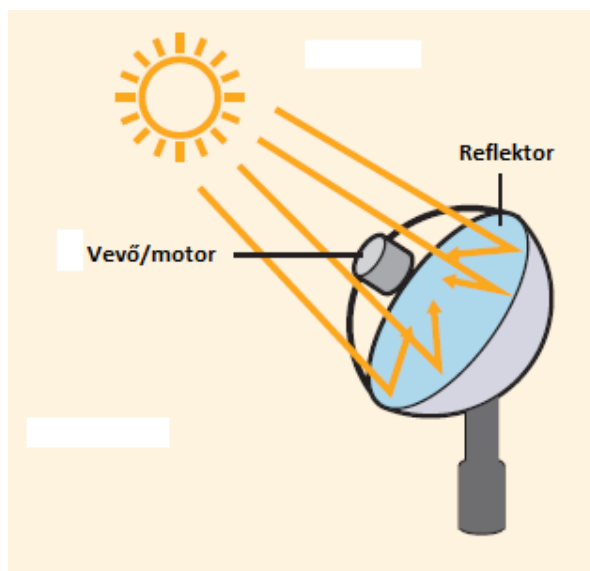
Vonal-fókuszáló rendszerek esetében az elnyelő felület kicsi, egy (többnyire vízszintes) cső kvarcüveg burokan, amire parabolikus tükör vetíti a párhuzamos sugarakban érkező napsugárzást. A (geometriai) koncentrálási fok 1:10 feletti nagyságrendű, tehát maga az abszorber cső külső felülete által hasznosított teljes sugárzási spektrum a teljes energiamérlegben kicsi, az energia túlnyomó többsége a parabolikus tükörről érkezik, így csak a direkt összetevőt hasznosítja. A vonal-fókuszáló rendszer fontos része a napkövető rendszer, hogy a fókuszált sugárzás a cső felületére érkezen. A napkövetés geometriai tengelye megegyezik az abszorber cső tengelyével. Vízszintes abszorber cső esetén tehát a napi napmagasság változását követi a rendszer, dőlt elrendezés esetén pedig a napi pálya vízszintes összetevőjét.

3.1.3. A napenergia koncentrálásával előállított elektromos áram

A napenergia koncentráló (Concentrating Solar Power CSP) technológiák segítségével általában elektromos áramot hoznak létre oly módon, hogy koncentrálik a közvetlen napsugárzást folyadékot, gázt vagy szilárd anyagot melegítve vele, de ritkábban épületeken is alkalmazzák. A felmelegített közeg energiájával gőzt fejlesztenek, amivel turbinát, illetve a turbina tengelyére kapcsolt áramfejlesztő generátort hajtanak.



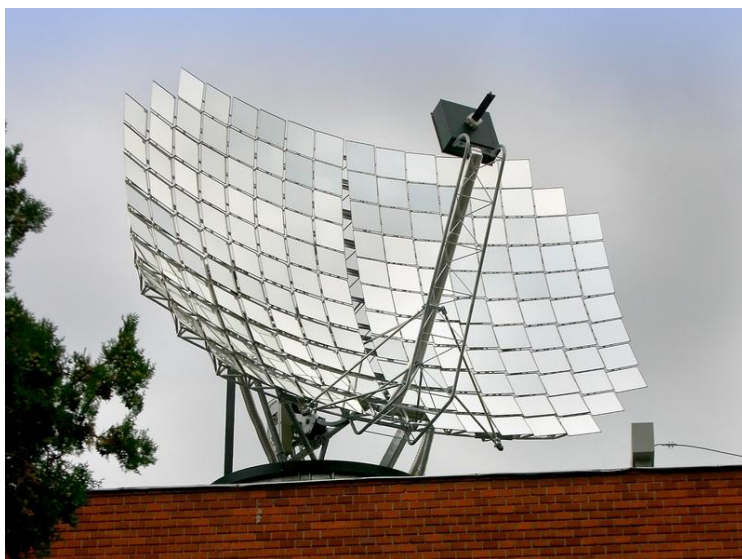
17. ábra Homorú vályús átmenő, lineáris CSP konfiguráció [8]



18. ábra Parabola-tükör rendszerű CSP konfiguráció [8]

3.1.4. Pontfókuszáló rendszer épületfűtésre

A kéttengelyű parabola napkövető rendszert a frankfurti digitális óra vezérli. A csepeli óvoda fűtésrendszerét kiegészítő parabola mérete: szélesség: 4,5 m magasság: 3,5 m, max. teljesítménye: 9 kW. „A rendszer a direkt napsugárzást hasznosítva működik, felhős, vagy nap árnyékos időben pihen a rendszer.” (Élő-Energia Kft, Hungary). [10] Tehát a gyártói tájékoztatásból is kiderül, hogy csak a direkt összetevőt hasznosítja. Ebből következően a teljes napsugárzási energiára vetített hatásfok alacsony.



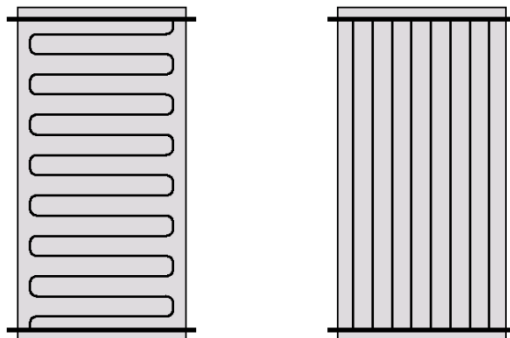
19. ábra Központi vevős CSP konfiguráció fényképe [10]

Pont-fókuszáló rendszerek esetében a parabolikus ernyő egyetlen pontba koncentrálja a sugárzást, a koncentrálási fok jellemzően 1:100 nagyságrendű, illetve e feletti.

3.1.5. Síkkollektorok

A leggyakoribb napsugárzás elnyelő-hasznosító elem a síkkollektor. Abszorbere csőjártos lemez, amelyből hőszállító közeg áramoltatásával vezetjük el a hőenergiát. A két leggyakoribb abszorber csőjártat elrendezés: soros (csőkígyó) és párhuzamos (létra). A csőkígyós változat nem forgatható el a tervezett állapothoz képest, mert az üríthetőséget biztosítani kell.

A modern napkollektorok jellemzően 4 csonkú kivitelben készülnek, azaz osztó és gyűjtő van beépítve, amivel jellemzően 4..6 napkollektor összekapcsolható külön osztó és gyűjtő nélkül. Az azonos tömegáram biztosítása érdekében Tichelmann kapcsolást kell alkalmazni.

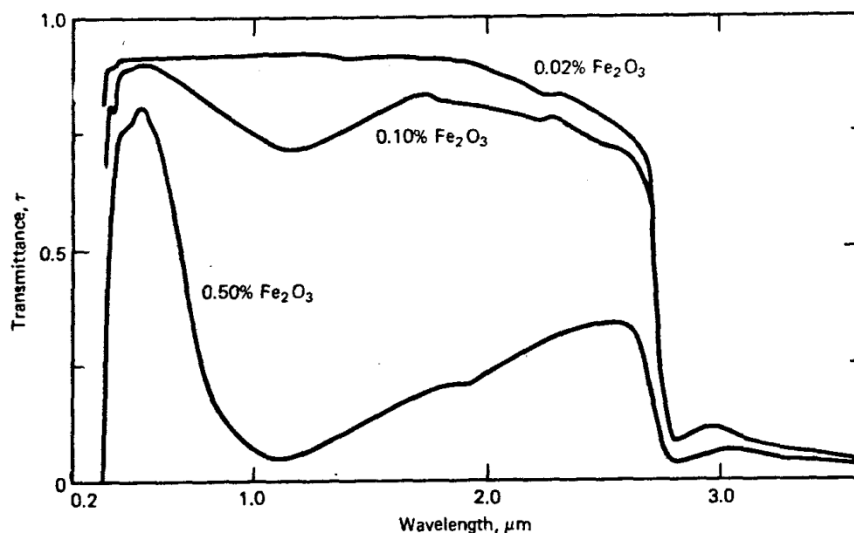


20. ábra A soros és párhuzamos abszorber csőjázat elrendezés [12]

A szabadon levő, egyik oldalával a napsugárzás felé néző abszorber felülete elnyeli a napsugárzást és felmelegszik. Ha felületi hőmérséklete meghaladja a környező levegő hőmérsékletét, az abszorber hőt ad át a levegőnek mindkét oldalon, ami a hőhasznosítás szempontjából veszteség. A hőveszteség mértéke függ az adott helyzetből következő hőátadási tényezőtől (α), ami erősen függ a szélességtől, valamint az abszorber és a levegő hőmérsékletének különbségétől. A hőátadási tényező pontosabb adat (illetve számítás) hiányában első közelítésben éves átlagban $24 \text{ W/m}^2\text{K}$ nagyságrendűnek vehető.

Az abszorbernek nem csak hőátadásból származik vesztesége, hanem sugárzással is ad le hőt az őt „látó” felületeknek, valamint az égbolt felé, pontosabban a levegőben levő párának, pornak, aeroszoloknak.

A teljes veszteség a hőátadásból és a hősugárzásból származó veszteség összege. Mint látható, a hőátadásból származó veszteség a hőmérséklet-különbség függvényében lineáris, a sugárzási veszteség viszont nem.



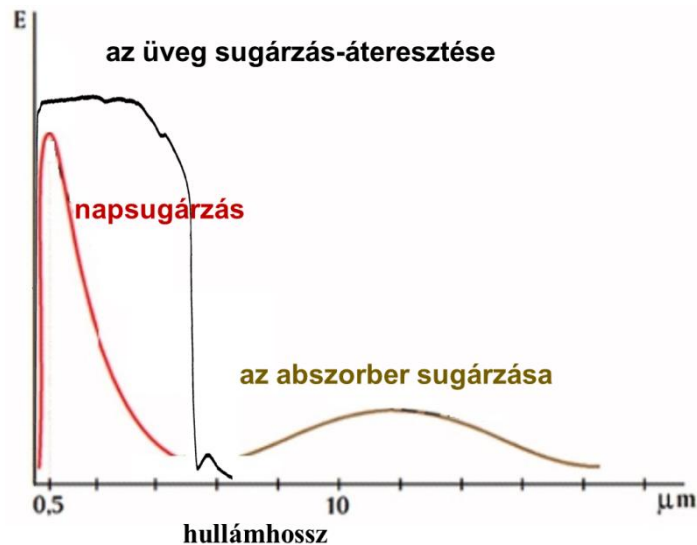
Spectral transmittance of 6 mm thick glass with various iron oxide contents.
Data from Dietz (1954).

21. ábra Különböző vasoxid tartalmú üvegek átteresztőképessége [14]

A 21. ábra 6mm vastag különböző vasoxid tartalmú üveg sugárzás-átteresztését mutatja a hullámhossz függvényében. Készül olyan felületi érdességgel gyártott üveg is, ami kis

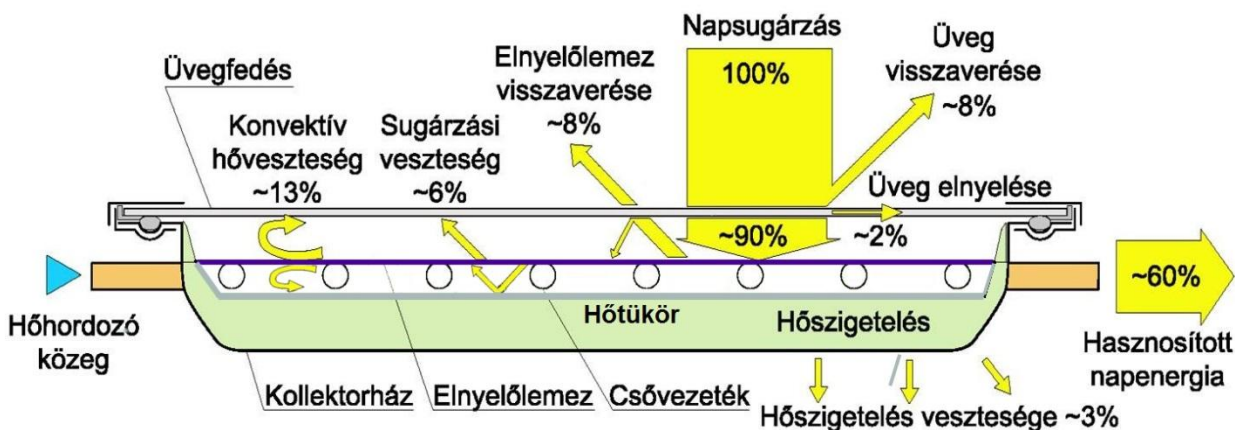
beesési szög esetén csökkenti a reflexiót. Minőségi napkollektor speciális, nagy áteresztőképességű, reflexiómentes üveggel készül. (Nem mindig cél a napsugárzás teljes hullámhossz tartományának átengedése. Például a hővédő üveg magas vasoxid tartalmú, ezért szinte csak a fényt engedi át, a hőszugárzást nem, vagy csak kis mértékben. Gyakran alkalmazzák gépkocsik üvegeként.)

A veszteségek csökkentése érdekében célszerű az abszorbert hőszigetelni (kivéve, ha az abszorber üzemi hőmérséklete alacsonyabb, mint a környező levegő hőmérséklete). A hátoldalon elvileg bármilyen hőszigetelés megfelel, ami az ottani körülményeket elviseli. A hőszigetelés és az abszorber hátoldala között célszerű egy max. 2 cm vastagságú légrést hagyni és a hőszigetelést reflektív fóliával fedni az abszorber és a hőszigetelés közti sugárzásos hőátvitel minimalizálása érdekében.



22. ábra A Nap és az abszorber sugárzásának hullámhossz tartománya [5]

Az előoldalon (a napsugárzás felé eső oldalon) természetesen a napsugárzást átengedő lefedés jöhet számításba. Erre kiválóan megfelel az üveg (ha a vasoxid tartalma kisebb, mint 0,10%), aminek áteresztőképessége a napsugárzás hullámhossz tartományban magas, ráadásul az a kedvező tulajdonsága, hogy az abszorber hőmérsékletéhez tartozó hullámhossz tartományban (7...10 μm) viszont szinte „átlátszatlan” Ezt üvegház hatásnak nevezzük.



23. ábra Napkollektor keresztmetszet és energiamérleg [15]

Készülhet az előoldali fedés műanyagból is. Például akril, aminek az áteresztése csak kb. 1,5 μm -ig terjed, tehát a napsugárzás infravörös tartományának egy részét kirekeszti. Az üvegszálás poliészter kevésbé „vág” 1,5 μm felett, viszont kisebb az áteresztőképessége az ennél rövidebb hullámhossz tartományban. Széles sávban a legmagasabb áteresztőképességű az ún. víztiszta PVC fólia. Készültek napkollektorok kétrétegű (cellás) polikarbonát lefedéssel is, aminek az áteresztőképessége ugyan 60% alatti, viszont a két műanyaglemez közé zárt levegő hőszigetelő hatása eredményeképpen csökken a konvektív hőveszteség. Közös problémája a műanyag fedéseknek az öregedés, karcosodás (a szél által sodort por erőteljesen mattítja a felületet). A konvektív veszteség csökkenthető kettős üvegréteg alkalmazásával is, de a kettős üvegezésű kollektorok nehezen megoldható szerkezeti problémákat vetnek fel. Ha a két üvegréteg külön (rugalmas) rögzítést kap, a két réteg közé pára, szennyeződés kerülhet. Ragasztott kétrétegű hőszigetelő üvegezés esetén a probléma az, hogy a két üvegréteg nagyon eltérő hőmérsékletű, ami nagy feszültséget okoz az üvegben, és derült időben bekövetkező zápor esetén eltörhet. Készülhet kombinált megoldás is: például a külső réteg üveg, a belső műanyag, pl. PVC fólia. Szerkezeti, állékonysági problémák miatt ez a megoldás sem terjedt el.

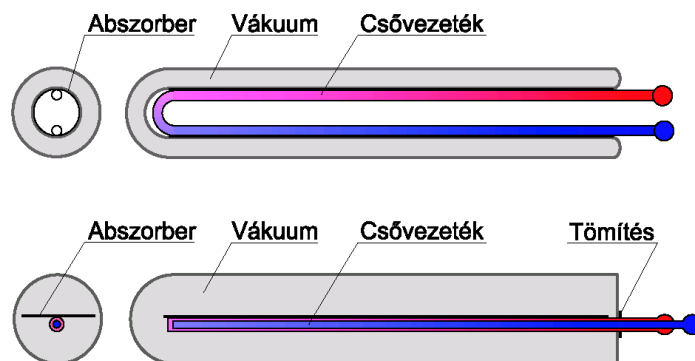
Az előoldali veszteségek csökkentésének legjobban bevált módszere a szelektív bevonat alkalmazása. A szelektív felületképzés tulajdonsága, hogy az $a = \varepsilon$ érték hullámhossz-függő. A napsugárzás hullámhossz tartományában ($\lambda_{\text{max}} = 0,3 \dots 3 \mu\text{m}$) magas, az abszorber saját sugárzásának tartományában ($\lambda_{\text{max}} = 7 \dots 10 \mu\text{m}$) alacsony. A szelektív felületképzések legfontosabb paramétere tehát nem az abszorpciós tényező, hanem a két hullámhossz tartományhoz tartozó értékek aránya.

Az üvegezés és az abszorber között levő levegő eltávolításával (vákuum létesítésével) jelentősen csökkenthető a konvektív hőveszteség. Síkkollektorban vákuum létrehozása csak az előlap és hátlap között megfelelő sűrűséggel elhelyezett kitámasztások beépítésével lehetséges. Nem gyakori megoldás. További probléma, hogy az illesztéseknél beszivároghat a levegő, bár a beépített szelepen keresztül ez vákuumszivattyúval eltávolítható.

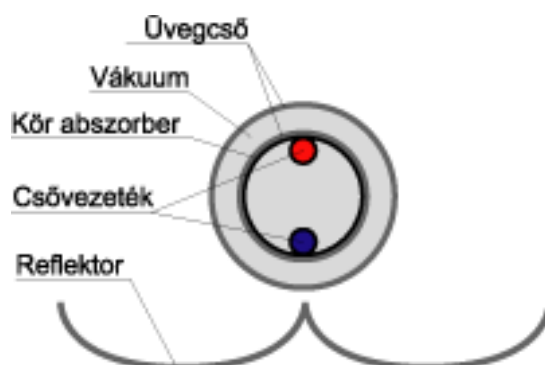
Széles körben alkalmazott megoldás, hogy a keskeny, hosszú abszorbert üvegcsőben helyezik el, amiben az alakja miatt biztonsággal létesíthető vákuum. A vákuumcsöves napkollektor a gyártás során véglegesen lezárható, szelep beépítése és folyamatos szivattyúzás nem szükséges. Az abszorber kialakítása többféle lehet:

- Átmenő csöves („szárnyas profil”). A csatlakozás a cső két végén van. (Felszerelhető akár vízszintes, akár függőleges sorolással, és a csövek egyenként a kedvező irányba forgathatók.)
- U-csöves. Mindkét csatlakozás a cső felső végén van. Készül koncentrikus, „cső a csőben” kivitelben is. Ez a típus is tetszőleges szögben elforgatható.
- Hőcső elven működő. A csőben alacsony hőmérsékleten párologó folyadék van. Napsugárzás hatására a felmelegedő „szárnyas profil” kialakítású csőben levő folyadék párolog, feláramlik a felső végén levő hőleadó fejbeami áramló hőszállító folyadékba merül. Itt a hőt leadja, visszaalakul folyadék fázisba és lecsurog a cső aljára. Üzemszerűen tehát a gőz és a folyadék fázis egyidejűleg jelen van.
- Cső a csőben típus. Az abszorber a vákuumcsőben elhelyezett, annál csak kis mértékben kisebb átmérőjű cső. Előnye, hogy sugárirányban irányérzéketlen, az egyenértékű elnyelőfelület beesési szögtől függetlenül a belső cső átmérőjének és cső hosszának szorzata.

Hőátvitel szempontjából a hőcső elvű vákuumcsöves napkollektorok kritikus pontja a hőleadó fej (kondenzátor), ahol a nagy energiasűrűség miatt megfelelő hőátvitelt kell biztosítani.

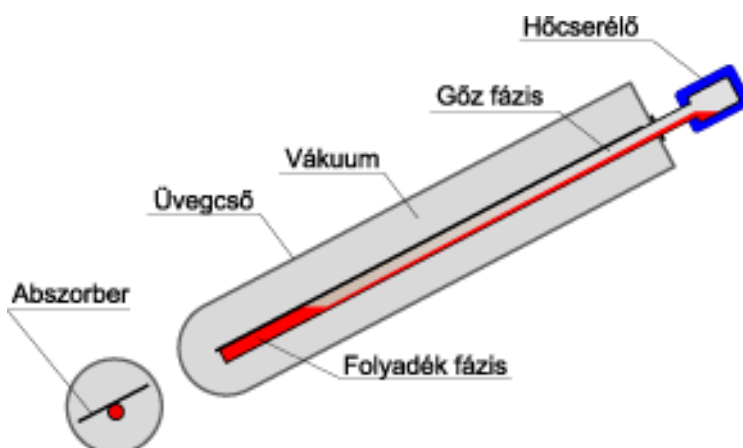


24. ábra "Cső a csőben" és "szárnyas profil" vákuumcsöves napkollektor [12]

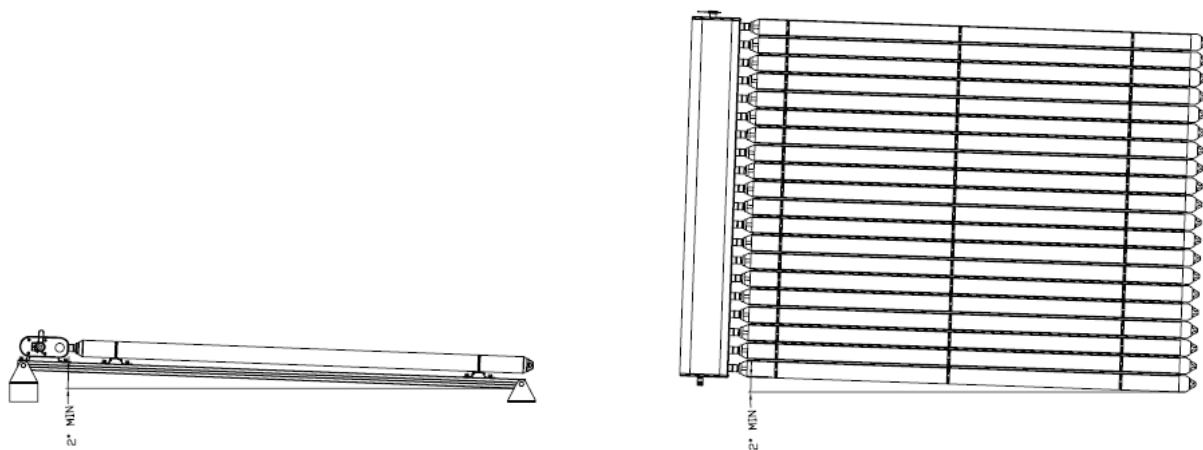


25. ábra Tükröző felülettel kiegészített, vákuumcsöves napkollektor

Tükröző felülettel kiegészített, „Compound Parabolic Concentrator” vákuumcsöves napkollektor. A tükör csak a direkt napsugárzást koncentrálni! Rendszeresen tisztítani kell!

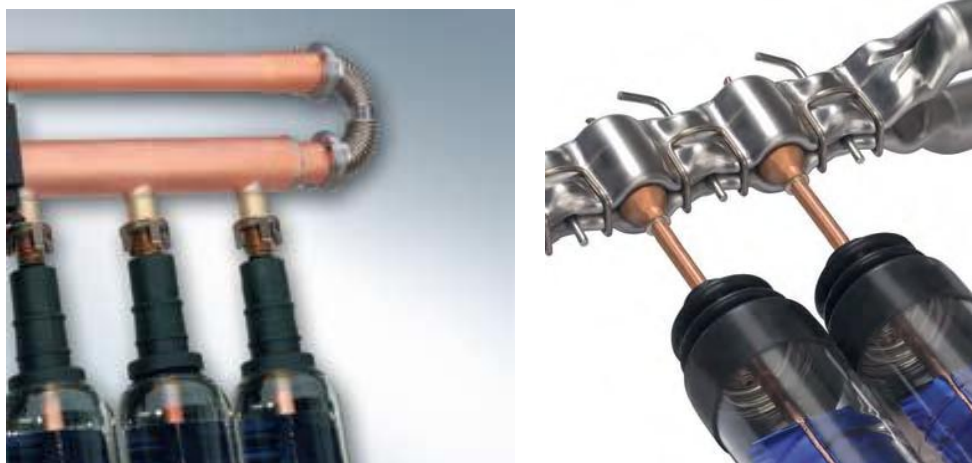


26. ábra A hőcső elv

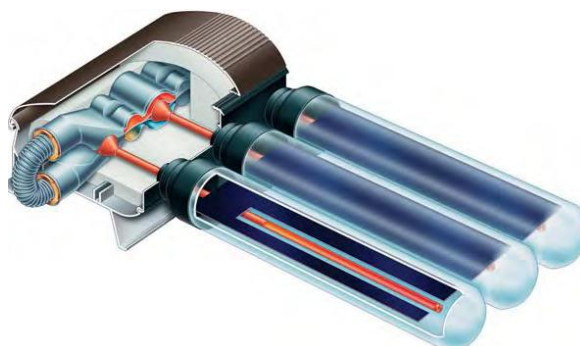


27. ábra Vízszintes és függőleges elhelyezésű napkollektor dőlésszöge legalább 2° [16]

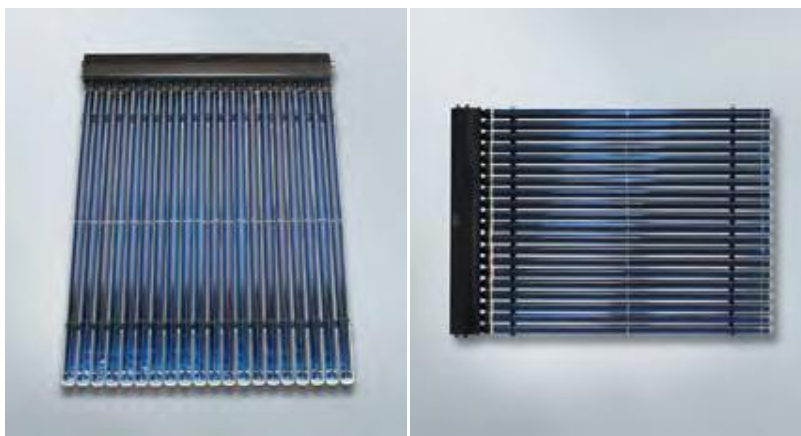
A vákuumcső moduláris rendszerű. Bár ritkán van szükség erre, egy-vagy több csövet el lehet távolítani és ki lehet cserélni anélkül, hogy a csőrendszer többi részét ez érintené. A vákuumcső emellett a domború kialakításának köszönhetően korábban kezdi a napsugárzást elnyelni a nap folyamán, mint a síkkollektorok, és a csőben lévő kis mennyiségű folyadék fagy esetén -50°C fokig védett.



28. ábra A hőcső hőleadó fejek (kondenzátorok) bekapcsolása a keringtető rendszerbe [18]



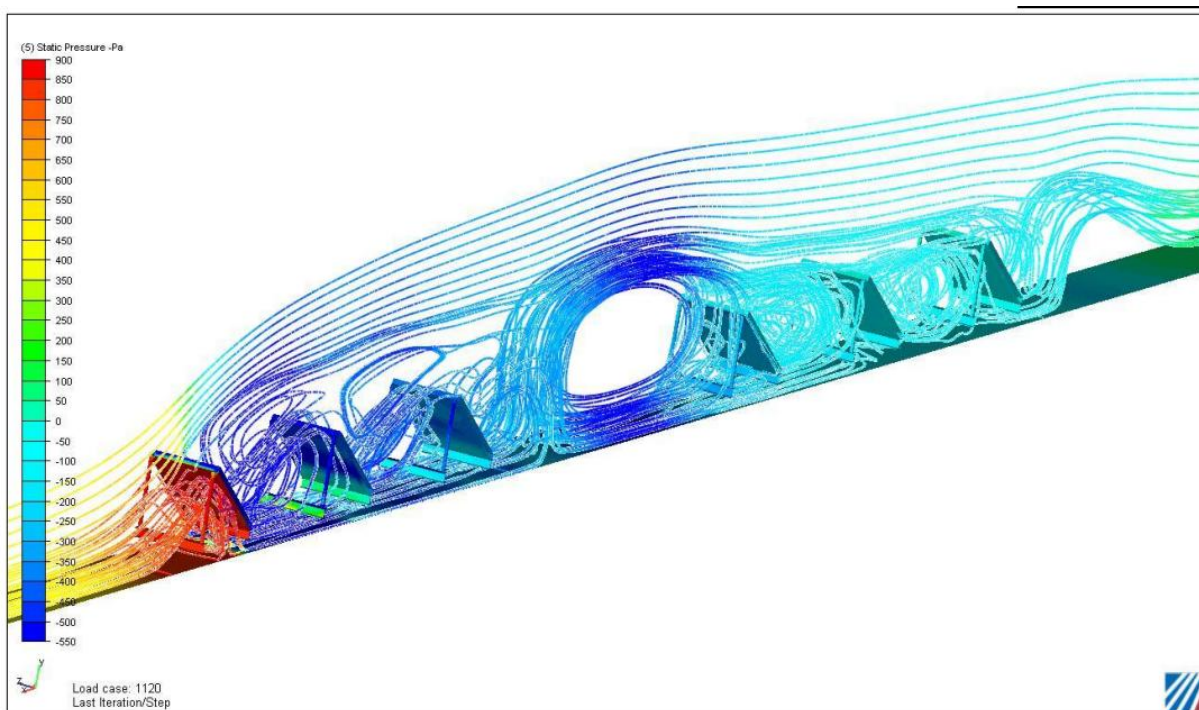
29. ábra Előregyártott hőszigetelés a gyűjtővezetéken [18]



30. ábra Különböző elrendezésű vákuumcsöves napkollektorok [18]

3.1.6. Napkollektorok telepítése

A napkollektorokat sík telepítő felület esetén megfelelő dőlésszögben és tájolással lehet telepíteni. Ügyelni kell a statikai szempontokra is, mint például a tető teherbírása és a szélhatás.



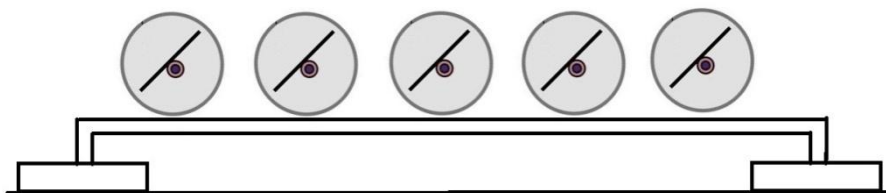
31. ábra Napkollektormező szélterhelés analízis: 160km/h hátszél, épület hatása nélkül

Forrás: Alfagas Kft



32. ábra Alulméretezett állványzat következménye

Vákuumcsöves napkollektorok vízszintes és függőleges felületekre is telepíthetők. Sík abszorber esetén az abszorber lemezek (típusonként eltérő határokon belül) tetszőleges szögbe állíthatók. Vízszintes felületre (pl. lapostető) telepítés esetén nagyon egyszerű és olcsó állvánnyal megoldható a telepítés anélkül, hogy kompromisszumot kellene kötni a dőlésszög tekintetében. Amikor az árat összehasonlítjuk a síkkollektor árával, az állványzat és telepítés költségét is figyelembe kell venni! A szélterhelés sokkal kisebb, mint a síkkollektorok nagy, háromszög oldalnézetű állványai esetében. Attól sem kell tartani, hogy az egyes kollektormezők árnyékolják egymást.



33. ábra Sík abszorberű vákuumcsöves napkollektor telepítése

Ha a vákuumcsövön belül az abszorber is cső alakú, akkor a dőlésszög nem is értelmezhető. Az egyenértékű elnyelő felület az abszorbercső átmérőjének és hosszának a szorzata.

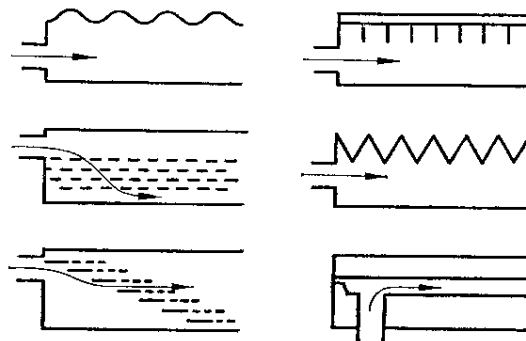


Építészek: Månsson+Dahlbäck, Fénykép: Viessmannwerke, Allendorf

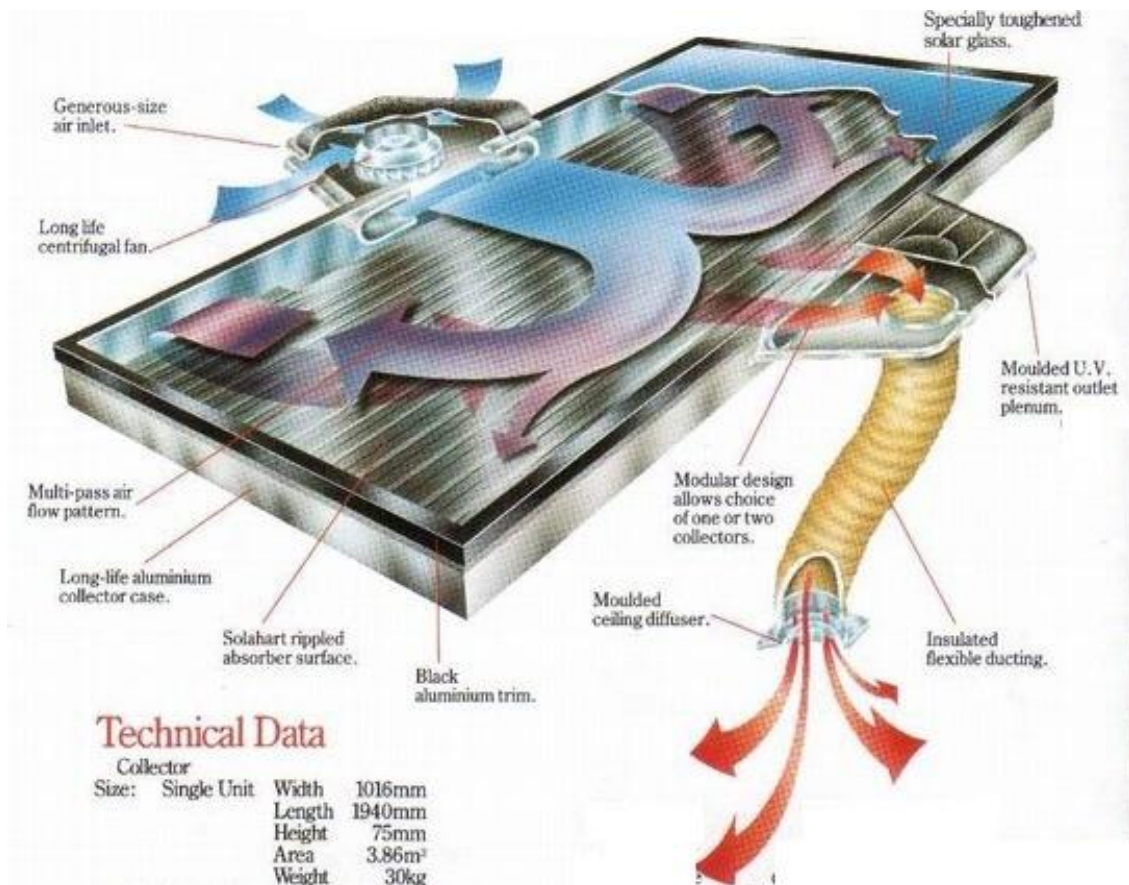
34. ábra Malmö, a jövő háza (2001)

3.1.7. Léggollektor

A hőszállító közeg halmazállapot szempontjából lehet folyadék, gőz vagy gáz (levegő). A szerkezeti kialakítás természetesen különböző. A folyadék és a csőfal között a hőátadás jó, a hőátadási tényező (α) [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] turbulens áramlás esetében 1000-es nagyságrendű, még lamináris áramlás esetében is elérhető 100 körüli érték. Levegő esetében viszont a hőátadási tényező csak 10-es nagyságrendű lehet, tehát nagyon fontos a légvezetés kialakítása. Egyrészt bordázattal, a felület „felszabdolásával” meg kell növelni a hőátadó felületet, másrészt törekedni kell, hogy az áramlás minél inkább turbulens legyen.



35. ábra Levegő hőszállító közegű abszorber kialakítások [13]



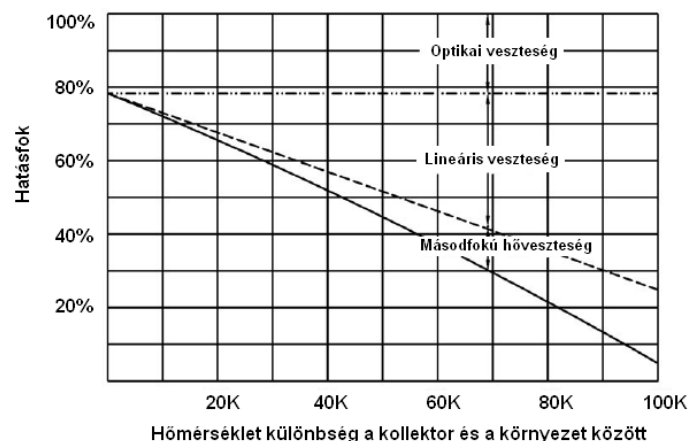
36. ábra Napkollektor levegő hőszállító közeggel, ventilátorral egybeépítve [20]

Napkollektor levegő hőszállító közeggel, ventilátorral egybeépítve, ami lehet napelem meghajtású is

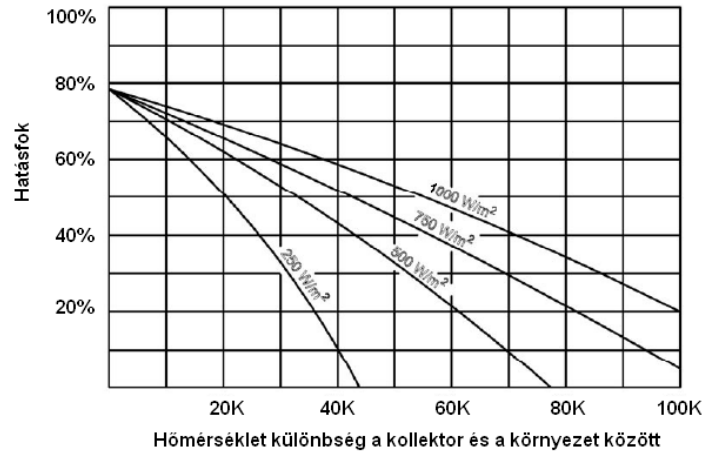
3.2. A napkollektor hatásfoka

3.2.1. A napkollektorok paraméterei

A napkollektorok jellemző tulajdonsága az üresjárási hőmérséklet (túlhőmérséklet a környező levegő hőmérsékletéhez képest). Ezen a hőmérsékleten nincs energia-eltétel, üresjáratban a nyereség egyenlő a veszteségekkel. Értéke természetesen függ a napsugárzás intenzitásától, célszerű 1000 W/m² értékre megadni. Az üresjárási hőmérséklet közvetlenül felhasználható a rendszer statikus nyomásigényének meghatározásához, illetve a tágulási-biztonsági berendezések kiválasztásához.

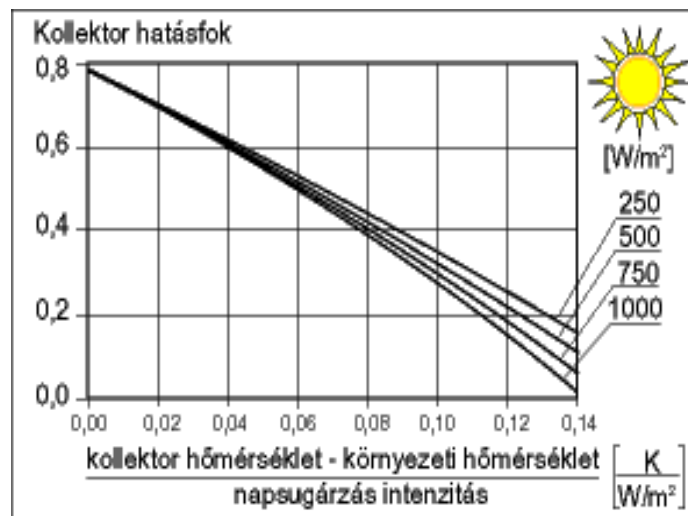


37. ábra Optikai, lineáris és másodfokú hőveszteség a hőmérséklet különbség függvényében [12]



38. ábra A napkollektor hatásfoka a napsugárzás intenzitás függvényében [12]

Mivel a hatásfok függ a napsugárzás intenzitásától, célszerű egy képzett mérőszám, a $\Delta T/I$ hányados függvényében specifikálni a hatásfokot, ahol „ ΔT ” az abszorber közepes hőmérsékletének és a környező levegő hőmérsékletének a különbsége, „ I ” pedig a napsugárzás intenzitása. Teljesen így sem lesz független a napsugárzás intenzitástól, de a függőség már kicsi.



39. ábra A napkollektor hatásfoka az x tényező függvényében [12]

$$x = \frac{\Delta T}{I} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

ΔT : hőmérsékletkülönbség $\Delta T = (T_{koll} - T_{lev})$

T_{koll} : kollektor közepes hőmérséklete $T_{koll} = (T_{ki} + T_{be}) / 2$

T_{ki} : a kollektorból kilépő közeg hőmérséklete,

T_{be} : a kollektorba belépő közeg hőmérséklete

T_{lev} : a környezeti levegő hőmérséklete

I : a kollektor felületére érkező globális napsugárzás

A napkollektorok teljesítményének az üzemi paraméterek függvényében történő jellemzésének részletesebb módszere a hatásfok-diagram, illetve a hatásfokgörbe egyenlete (közelítő összefüggés).

A napkollektorok hatásfokát az alábbi összefüggés szerint szokás megadni:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{\Delta T}{I} - a_2 \frac{\Delta T^2}{I}$$

ahol:

η : a kollektor hatásfoka,

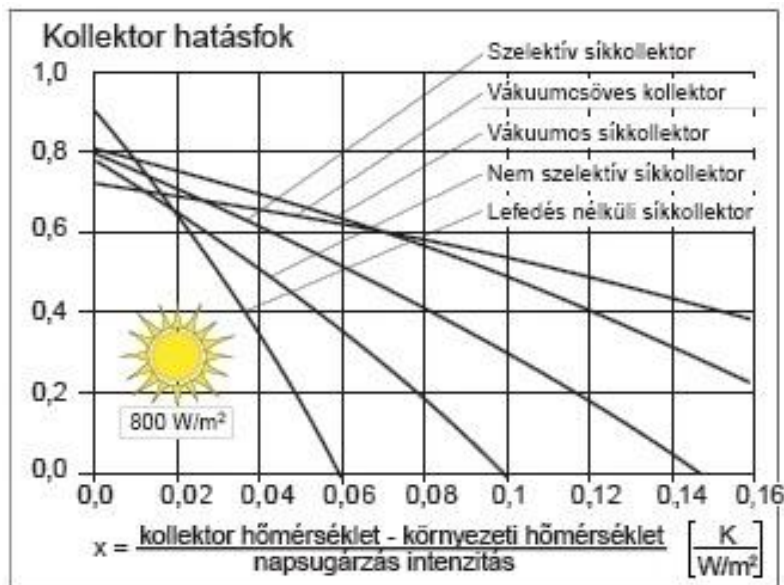
η_0 : a kollektor optikai hatásfoka,

a_1 : az elsőfokú hőveszteségi együttható,

a_2 : a másodfokú hőveszteségi együttható

A napkollektor hatásfok diagramjának két jellegzetes pontja van, a két tengelymetszési pont:

- A nulla hőmérséklet-különbséghez tartozó legmagasabb hatásfok. Az y tengelymetszésnél $\Delta T = 0$, tehát nincs hőmérséklet-különbség az abszorber és a környező levegő között.
- A nulla hatásfokhoz tartozó x tengelymetszés. Minél magasabb érték, annál nagyobb hőmérséklet-különbségig működőképes a kollektor.



40. ábra Különböző szerkezetű napkollektorok jellemző hatásfoka [12]

A napkollektorok hatásfokgörbéje jellemzően kissé domború, mivel a sugárzásos veszteségtényező a hőmérséklet-különbség függvényében nem lineáris.

A különböző típusú napkollektorok hatásfok diagramja a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- A $\Delta T = 0$ pontban a lefedés nélküli abszorber hatásfoka a legmagasabb, gyakorlatilag megegyezik az abszorber elnyelési tényezőjével. A hőmérséklet-különbség növekedésével viszont rohamosan esik, például 500 W/m^2 sugárzás intenzitás esetén a 40% hatásfokot $\Delta T = 18 \text{ K}$ hőmérséklet-különbség esetében éri el. Előnyös lehet olyan alkalmazásoknál, amelyeknél az abszorber hőmérséklete a környezeti levegő hőmérsékletének közelében van, annál jelentősen nem magasabb, esetleg még alacsonyabb is (például szabadtéri úszómedence temperálás, vagy hőszivattyúra kapcsolt

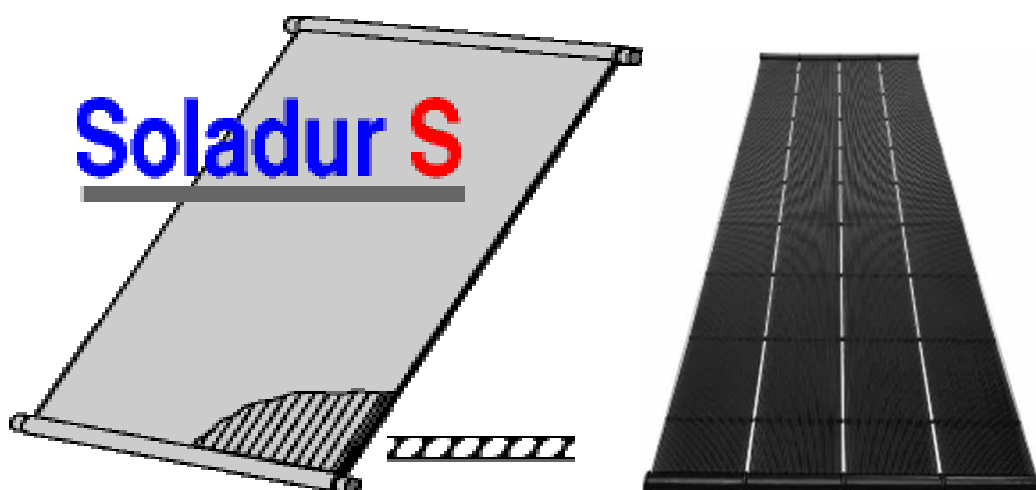
abszorber), ebben az esetben viszont nem célszerű más, ennél drágább kollektort használni. Amennyiben az abszorber hőmérséklete üzemszerűen jellemzően a léghőmérséklet alatt van (negatív ΔT) a hátoldali hőszigetelés sem célszerű. A hatásfok görbét meghosszabbítva, a negatív hőmérséklet-különbség tartományban esetleg magasabb hatásfokot is kapunk, mint 1!. Ez természetesen csak látszólagos, mivel az abszorber ez esetben nem csak a napsugárzásból, hanem a levegőből is vesz fel energiát.

- Az előoldali transzparens fedéssel ellátott (nem szelektív) síkkollektor hatásfoka a $\Delta T = 0$ pontban alacsonyabb, gyakorlatilag $\eta_0 = a_{\text{absz}} \cdot t_{\text{fed}}$ (az abszorber elnyelési tényezőjének és a fedés átteresztési tényezőjének szorzata) természetesen a napsugárzás hullámhossz tartományában. A görbe meredeksége kisebb, a hőmérséklet-különbség növekedésével kevésbé romlik a hatásfok. Ez a típus már alkalmas közepes hőmérséklet-különbség tartományban is, 500 W/m^2 sugárzás intenzitás esetén a 40% hatásfokot $\Delta T = 28 \text{ K}$ hőmérséklet-különbség esetében éri el. Jól használható melegvíz-ellátó rendszerekben, különösen, ha a nyári vízmennyiség igény nagyobb, mint a téli.

- A szelektív bevonattal ellátott síkkollektor hatásfok görbéjének meredeksége még kisebb, mint a nem szelektív kollektoré. (Mivel nem terjedt el, az ábrán sem szerepel, de a kettős üvegezésű nem szelektív kollektor hatásfok görbéje is hasonló meredekségű.), 500 W/m^2 sugárzás intenzitás esetén a 40% hatásfokot $\Delta T = 41 \text{ K}$ hőmérséklet-különbség esetében éri el. Előnyösen használható olyan melegvíz-ellátó rendszerekben, ahol a téli melegvíz-igény nem kisebb, vagy esetleg nagyobb, mint a nyári.

- A vákuumos síkkollektor hatásfok-görbéjének meredeksége még kisebb, 500 W/m^2 sugárzási intenzitás esetén a 40% hatásfokot $\Delta T = 60 \text{ K}$ hőmérséklet-különbség esetében éri el.

- A legkisebb meredekségű a vákuumcsöves napkollektor hatásfok görbéje, 500 W/m^2 sugárzás intenzitás esetén a 40% hatásfokot $\Delta T = 77 \text{ K}$ hőmérséklet-különbség esetében éri el. Nagy hőmérséklet-különbség esetén ez a típus jöhet számításba, például fűtési célú alkalmazásokban, vagy napkollektorral működtetett abszorpciós hűtőgép esetén.



41. ábra Lefedés nélküli Soladur S [12] és Wolf uszoda abszorber [21]



42. ábra Műanyag moduláris uszoda abszorber [22]

Kollektor típustól független, általános érvényű törvényszerűség, hogy a hőmérséklet-különbség növekedésével a hatásfok romlik. A rendszerek kialakításánál tehát arra kell törekedni, hogy a kollektorok a lehető legalacsonyabb hőmérsékletszinten működjenek. Például melegvíz-ellátó rendszerekben, ha a maximális hőmérséklet igény 45°C , semmi esetre sem szabad ennél magasabb hőmérsékletűre tervezni a rendszert azzal, hogy, ha magasabb a hőmérséklet, majd hidegvizet keverünk hozzá! E helyett inkább növelni kell a tároló térfogatát, hogy ne lépjük túl a szükséges hőmérsékletet. Sőt, amennyiben például a melegvíz-felhasználásnak csak kis része igényli a 45°C hőmérsékletet, a túlnyomó többség 35°C hőmérsékletű, célszerűbb erre a hőmérsékletre tervezni a rendszert, és a kis mennyiséget az utófűtővel fűteni 45°C -ra.

3.3. Napkollektor szabványok

3.3.1. EN 12975-1:2006

Hőtermelő napenergiás rendszerek és alkatrészeik - Napkollektorok – 1. rész: Általános követelmények

Az EN 12975-1 európai szabvány, amely meghatározza a tartóssági előírásokat (ide értve a mechanikai erőt is), a megbízhatóságot és a biztonságot a folyadékfűtő napkollektorokra. Tartalmazza továbbá a fenti előírásokhoz tartozó megfelelési értékelés kitételeit is.

Az egyedi kialakítású kollektorokat (beépített, tetőbe integrált kollektorok, amelyek nem tartoznak gyári modulokat, és közvetlenül a telepítés helyén szerelik) nem lehet tesztelni a jelenlegi formájukban tartósság, megbízhatóság és hőteljesítmény szempontjából jelen szabvány szerint. Ehelyett a kész kollektorral azonos szerkezetű modult vizsgálják. A modul bruttó területe az egyedileg épített kollektoroknál legalább 2 m² kell, hogy legyen. A vizsgálat csak tesztelt modulnál nagyobb kollektorokra érvényes.

A kollektorokra nem érvényesek a szerkezeti tervezésre és a felső üvegezésre vonatkozó országos és európai irányelvek. Ezért ezt a szabványt kell alkalmazni a kollektor statikájának megtervezésekor.

Az EN 12975-1 tartalma

Előszó

Bevezetés

1. Hatály

2. Normatív referenciák

3. Feltételek és fogalom meghatározások

4. Jelek és egységek

5. Tartósság és megbízhatóság

5.1. Anyagok és kiviteli terv

5.2. Szükséges tesztek

5.3. Megfelelési kritériumok

5.3.1. Általános rendelkezések

5.3.2. Az abszorberek belső nyomása

5.3.3. Magas hőmérsékleti ellenállás

5.3.4. Kitétség (expozíció)

5.3.5. Külső hőszigetelés

5.3.6. Belső hőszigetelés

5.3.7. Eső behatolás

5.3.8. Mechanikus terhelési teszt

5.3.9. Hőteljesítmény

5.3.10. Fagyállósági vizsgálat

5.4. Eljárás

6. Biztonság

7. Kollektor azonosítás

7.1. Rajzok és adatlap

7.2. Felcímkézés

7.3. Kezelési útmutató a beszerelő számára

A. függelék (tájékoztató): a napkollektornál használt anyagok és a gyártás leírása

A.1. Általános tájékoztatás

A.2. Abszorberek

A.3. Átlátszó burkolatok

A.4. Szigetelő anyagok

A.5. Reflektorok

A.6. Diffúziós védelem

B. függelék (tájékoztató): környezetvédelem

B.1. Hőszállító folyadék

B.2. Szigetelő anyagok

B.3. Kollektor anyagainak újrahasznosítása

C. Függelék (tájékoztató): megismétlendő vizsgálatok a kollektor kiviteli módosítása esetén

Felhasznált irodalom

3.3.2. EN 12975-2:2006

Az EN 12975-2 részletezi azokat a vizsgálati módszereket, amelyek meghatározzák, hogy vajon a folyadékos napkollektorok ellenállnak-e a károsító anyagok hatásának. Meghatározza az összes vizsgálati eljárást, amelyek ezen kollektorokra vonatkoznak, jól körülírt és megismételhető körülmények között. A szabvány ugyancsak részletesen leírja a vizsgálati módszereket és a számítási eljárásokat, amelyek segítségével meghatározható a az üvegezett és üvegezetlen folyadék melegítő napkollektorok kvázi stacioner és kvázi dinamikus hőteljesítménye. Az EN 12975-ön belül meghatározott vizsgálatok követésével a felhasználó bebizonyíthatja a folyadékfűtő kollektorok tartósságát, megbízhatóságát és biztonsági követelményeit.

Az EN 12975-2 először a folyadékfűtő kollektorok megbízhatóságát vizsgálja – ide értve a magas hőmérsékleti és a mechanikai vizsgálatokat – mielőtt leírná a hőteljesítmény vizsgálatot. A további témák felölelik a tartóssági és megbízhatósági vizsgálatok sémáját, a vizsgálatok körülményeit és a vizsgálati eredményeket.

Az EN 12975-2 hasznos

- a napkollektorok gyártói számára,
- a hőtechnikai alkatrészek szállítóinak,
- mindenkinek, aki a kollektorok vizsgálatáért felelős,
- ellenőröknek.

3.4. Aktív szolár melegvíz ellátó rendszerek

Minden napenergia-hasznosító rendszer a következő logikai és szerkezeti egységekből épül fel: sugárzás elnyelés → energia szállítás → energia tárolás → energia felhasználás.

A működés lehet szabadáramú vagy kényszeráramú, ennek megfelelően a szabályozás lehet természetes fizikai folyamatokkal megoldott (sűrűség-különbségből és magasság-különbségből származó felhajtóerő), vagy külön szabályozó-vezérlő berendezéssel.

A hőátvitel szempontjából lehet közvetlen rendszer, amiben a felmelegítendő közeg áramlik a napkollektorban, a szállító rendszerben, a tárolóban, és esetleg ugyanez kerül felhasználásra. A közvetett rendszer esetében a hőszállító közeg nem jut be a tárolóba, hanem azt egy hőcserélőn keresztül fűti.

A napenergiás vízfűtőknek három fő konfigurációja létezik. A nyílt melegvíz/kollektor rendszer hőcserélőt és fagyállót alkalmaz a hőenergia átadására a tároló tartály számára, amely ivóvízzel van tele. Ez a módszer egyaránt alkalmas háztartási meleg víz, sugárzó padlófűtés biztosítására, megoldja a fagyási problémákat, és lehetővé teszi, hogy a rendszert egy nagyon alacsony teljesítményű szivattyú működtesse.

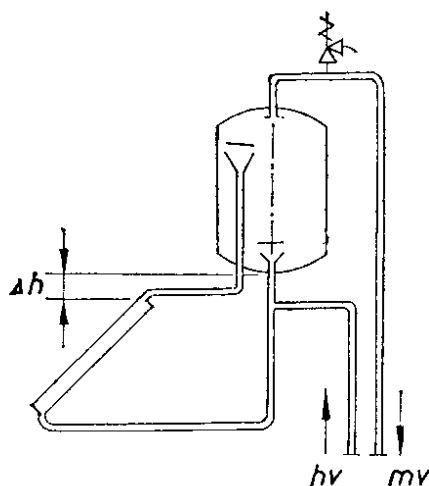
A feltöltő-leürítő módszer ugyancsak alkalmas fűtésre és háztartási meleg víz előállításra, úgy oldja meg a fagyási problémákat, hogy üzemszünetben visszavezeti a kollektorban lévő folyadékot egy fagymentes térben levő tároló tartályba. A hátránya az, hogy nagy teljesítményű szivattyúra van szükség ahhoz, hogy elvégezze a keringtetésen kívül a

feltöltést is. Mivel a kollektorok gyakran a tetőn, öt vagy akár húsz méterrel a tárolótartály fölött helyezkednek el, a szivattyúnak elég erősnek kell lennie ahhoz, hogy legyőzze ezt a szintkülönbséget. A „zárt” nyomás alatt álló fagyálló körben a víz súlya, amely leesik a kör visszatérő oldaláról, felnyomja a vizet a betáplálási oldalon. A szivattyúnak nem kell olyan nagy erőt kifejtenie, mintha csak egyszerűen keringtetné a vizet a körben. Ennek következtében a kollektor magassági helyzete nem számít olyan nagymértékben, és a keringetéshez kicsi, akár 45 W-os szivattyú is használható. Ezzel szemben a feltöltő-leürítő rendszer szivattyújának sokkal nagyobb teljesítménnyel kell rendelkeznie, hiszen négyszer annyi energiát használ fel az üzemeltetésben (245 W).

A tároló (Batch) kollektor bármely olyan fajta kollektort jelent, amely nagymennyiségű vizet tárol magában a kollektorban. [16]

3.4.1. Szabadáramú rendszerek

A szabadáramú rendszerekben a magassági elrendezés kötött. A napkollektornak alacsonyabban kell lennie, mint a tárolónak, hogy a felhajtóerő kialakulásához a szükséges magasságkülönbséget biztosítsuk. A közeg melegedésekor annak sűrűsége csökken, így felfelé áramlik a tárolóba. Helyére a tárolóból a hidegebb, nagyobb sűrűségű, nehezebb közeg áramlik. Így az áramlás energiája is a napsugárzásból származik, kiegészítő energiaforrásra nincs szükség. Mivel fagy ellen nem védett, Magyarországon csak nyári üzemre alkalmas. A lejtéseket nagyon gondosan kell kialakítani, hogy tökéletesen leüríthető legyen. A napkollektor csőjáraatának is olyannak kell lennie, hogy ne maradjon benne víz.



43. ábra Szabadáramú közvetlen rendszerű napkollektoros vízmelegítő [13]

A kis tömegáram miatt viszonylag nagy a hőmérséklet-különbség a tároló és a kollektor között (Minél nagyobb a hőmérséklet-különbség, annál nagyobb a tömegáram, ami viszont a hőmérséklet-emelkedés ellen hat, tehát minden pillanatban a napsugárzás energiahozamának megfelelő egyensúlyi helyzet áll fenn.) A viszonylag nagy hőmérséklet-különbség miatt viszonylag magas lesz az abszorber hőmérséklet, ami rontja a hatásfokot. Közvetlen rendszer esetében a hőcserélő hiánya viszont csökkenti a hőmérséklet-különbséget, így végeredményben a hatásfok nem lesz sokkal rosszabb, mint egy kényszeráramú rendszerben.

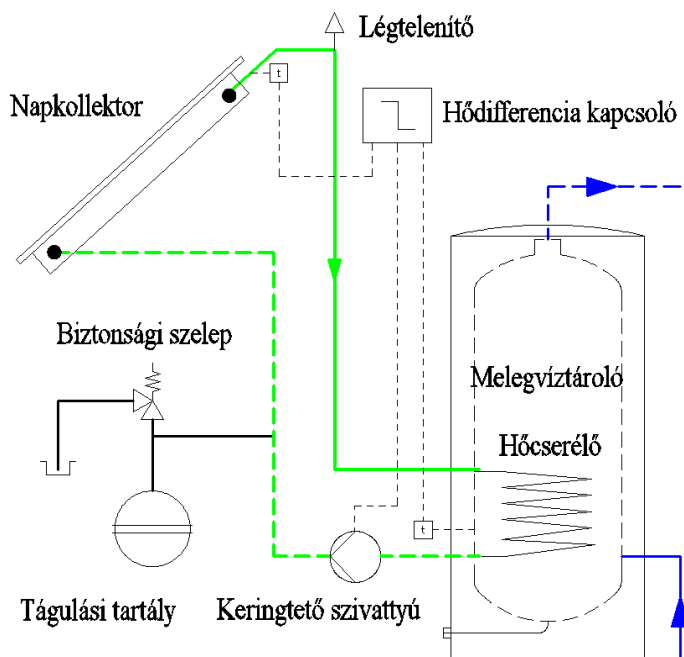
3.4.2. Kényszeráramú rendszerek

A kényszeráramú rendszerekben a hőszállító közeget szivattyú vagy ventilátor mozgatja, így a tömegáram és az áramlási sebesség tetszőleges. Megoldható, hogy a hőcserélőben turbulens áramlás legyen nagy hőátadási tényezővel, ami kezelhető méretű (hőátadó

felületű) hőcserélőt eredményez. Viszonylag nagy hőcserélőt érdemes választani annak érdekében, hogy a hőmérséklet-különbség kicsi legyen, ami javítja a hatásfokot. Az indirekt rendszerekben a kollektor áramkörben fagyálló folyadékot (propilén-glikol) lehet használni.

A kényszeráramú rendszerekben nem alakul automatikusan az áramlás, hanem egy külön szabályozó-vezérlő egység, hőfokkülönbség kapcsoló szükséges a működtetéshez. A működtetés elve alapján egyszerű: ha a kollektorban magasabb a hőmérséklet, mint a tárolóban, akkor legyen áramlás, ellenkező esetben ne legyen. A szabályozó automatikák ennél többet nyújtanak. PI. késleltetés, kapcsolási hiszterézis...

Érdemes intelligens szivattyúkat alkalmazni, amelyek a fordulatszámukat úgy változtatják, hogy a hőfoklépcső állandó legyen. Ezáltal gyenge napsugárzás esetén nem lesz indokolatlanul nagy a szivattyú energiafogyasztása, erős napsugárzás esetén viszont nem lesz energia veszteség amiatt, hogy kicsi a tömegáram.

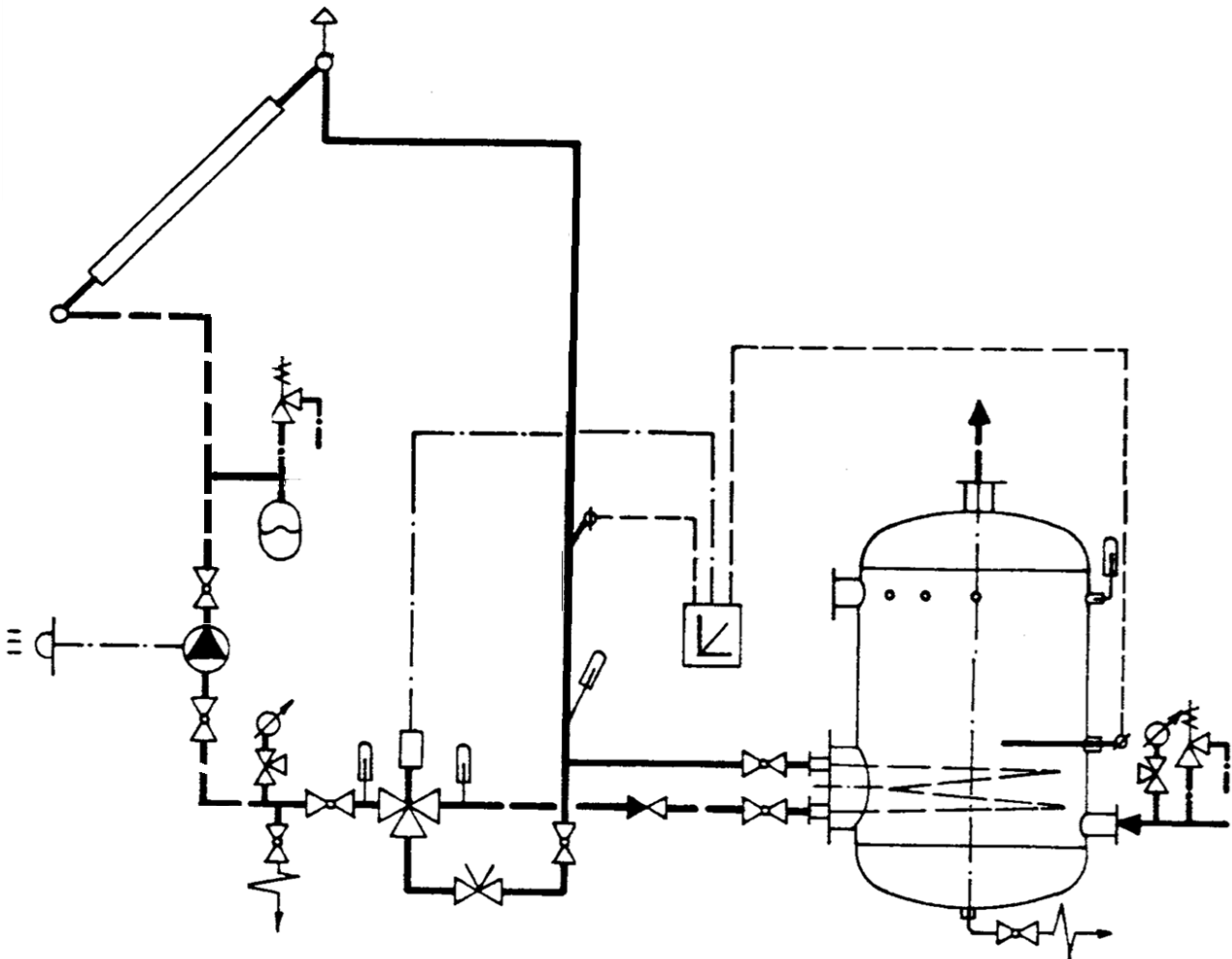


44. ábra Zárt rendszerű napkollektoros vízmelegítő tárolóba épített hőcserélővel

Hosszú kollektor áramköri vezeték esetén nagyon fontos a megfelelő késleltetés beállítása, különösen gyenge és változékony napsugárzás esetén. Akkor a késleltetést kell beállítani, hogy ha egyszer beindult a keringtetés, akkor addig ne álljon le, amíg a kollektorból kiáramlott meleg közeg át nem megy a hőcserélőn, ne rekedjen és hűljön le valahol a vezetékben.

Még jobb, ha ilyen esetben kifinomultabb, kétkörös szabályozást-vezérlést alkalmazunk háromjártatú keverő vagy osztó szeleppel az alábbi ábra szerint. (A keverő szelep a zárás közeli állapotban kedvezőbb, mint az osztószelep.)

Ha a napsugárzás elegendően nagy ahhoz, hogy esélyes a hasznosítása (pl. 100-150 W/m²), akkor a napkollektor áramköri szivattyút egy napsugárzás intenzitás érzékelő indítja.

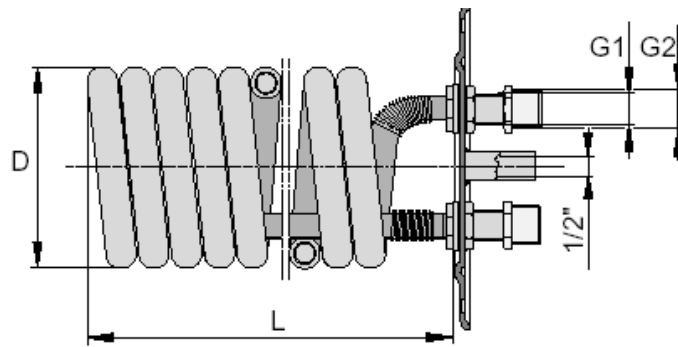


45. ábra Napsugárzás érzékelővel és háromjártú szeleppel megvalósított kényszeráramú rendszer [13]

A már ismertetett hőfokkülönbség kapcsoló működteti a háromjártú szelepet. A meleg oldali érzékelője nem a kollektornál van, hanem a háromjártú szelep előtt a hőközpontban. Ha a közeg hőmérséklete magasabb, mint a tárolóban levő víz hőmérséklete, akkor beengedi a fűtőközeget a hőcserélőbe, ellenkező esetben visszairányítja a napkollektorba. Mivel a hőmérséklet érzékelése a szelep közelében történik, gyorsan képes reagálni a hőszállító közegnek az esetlegesen változó napsugárzásból eredő változó hőmérsékletére.

3.4.3. Hőcserélő típusok

A tárolóba épített hőcserélőnek alapvetően két típusa van. Az egyik a tároló előfejbe építhető bordáscsöves hőcserélő. A nagy felületű bordáscső azt hivatott kompenzálni, hogy a hőcserélő szekunder oldalán, a tárolóban szabadáramlás van, emiatt kicsi a hőátadási tényező. Tisztítás céljából a tárolóból kivehető.



46. ábra Tárolóba építhető bordáscsöves hőcserélő [12]

Napkollektoros rendszerekben állóhengeres tárolókat alkalmazunk, mivel a hőmérséklet szerinti rétegződés kedvező. Emiatt viszont az előfejbe építhető hőcserélő mérete erősen korlátozott.

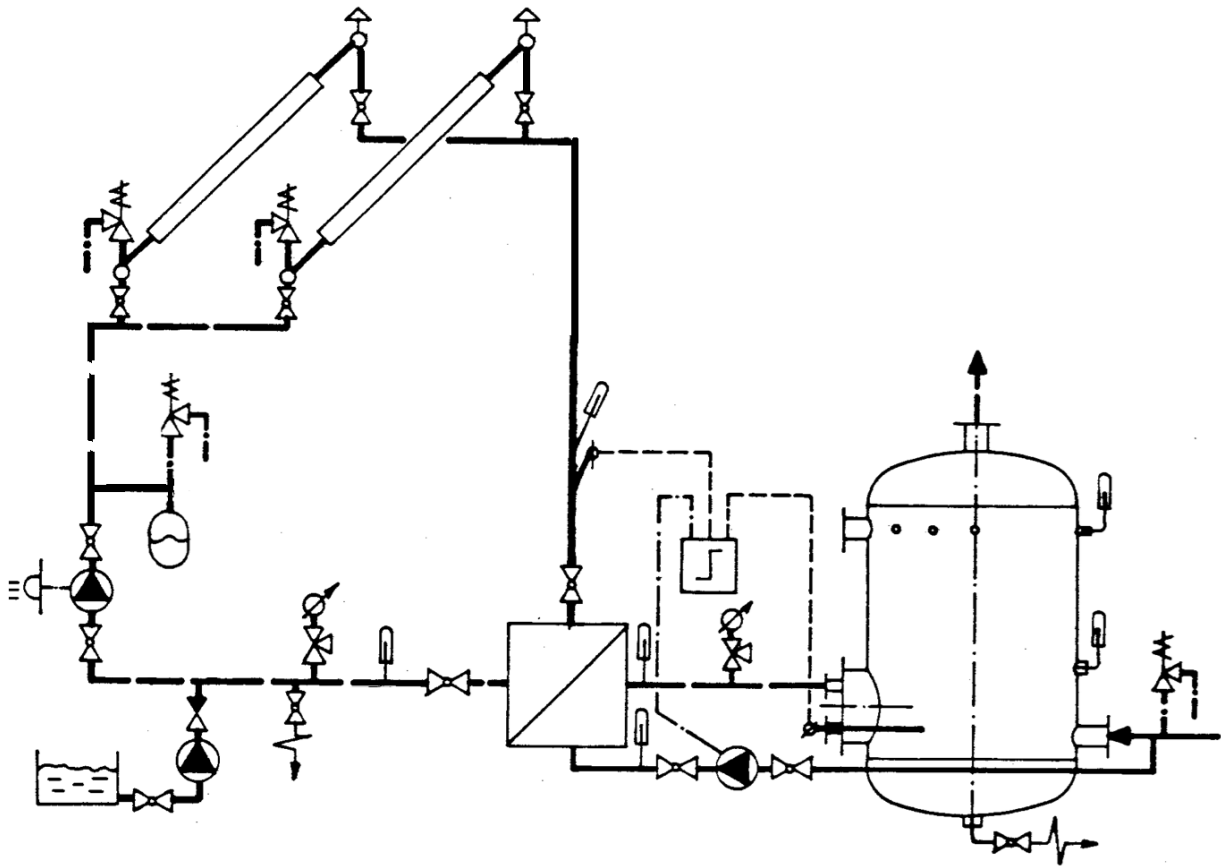
A másik típus a tárolóba épített simafalú csőspirál. Ennek mérete kevésbé korlátozott, mint az előfejbe épített hőcserélőjéé, viszont nincs lehetőség a szekunder oldali felületet megnövelni.



47. ábra Tárolóba építhető simafalú csőspirál hőcserélő [24]

Nagyobb méretű berendezések esetén a tárolóba épített hőcserélő hőátvitele nem elegendő, mivel a felület is korlátozott, és a hőátadási tényező is kicsi a szekunder oldali lamináris szabadáramlás miatt.

Ezt a problémát oldja meg a különálló hőcserélő, mivel mindkét oldalon turbulens kényszeráramlás van, és a hőátadó felület sem korlátozott. Természetesen ehhez két szivattyú szükséges, tehát megnövekszik a keringtetési munka, ami a turbulens áramlás miatt is nagyobb. Nagy berendezés esetén azonban a hatások jelentős javulás bőven kompenzálja a nagyobb elektromos energiafogyasztást.



48. ábra Külső hőcserélő alkalmazása

A primer oldali szivattyút napsugárzás intenzitás érzékelő vezérli, a szekunder oldalt hőfokkülönbség kapcsoló működteti. Több sorból álló kollektormező esetén Tichelmann kapcsolást kell alkalmazni! A kollektorsorok szakaszolása opcionális.



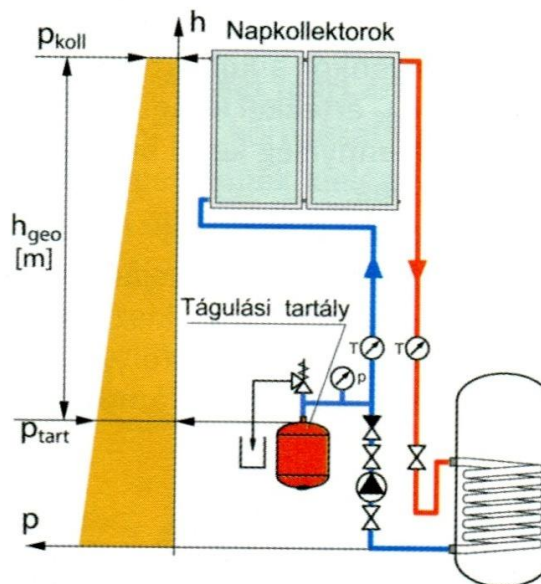
49. ábra Külső hőcserélők spirális és lapos kivitelben

3.4.4. Nyitott és zárt rendszerek, tágulási biztonsági szerelvények

A hőszállító közeg a felmelegedés során tágul. Ha a közeg gáz halmazállapotú, ez nem gond, még ha zárt is a rendszer, mert a nyomás növekedése nem okoz problémát. Folyadék hőszállító közeg esetén a tágult folyadék felvételére helyet kell hagyni, ellenkező esetben károsodik a berendezés, a hálózat.

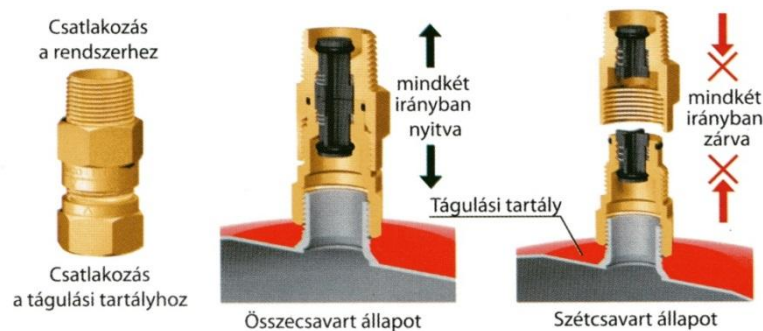
Nyitott (a légkörrel kapcsolatban levő) rendszerek esetében ez jellemzően nyitott tágulási tartály (a magasponton), ahonnan a lehülés során a folyadék visszaáramlik a rendszerbe. (Vannak egyszerű vízmelegítő berendezések, amelyeknél a tágult víz egyszerűen kicsöpög a csapolón vagy a biztonsági szelepen, és lehülés során a vízhálózathoz pótlódik.)

Zárt rendszerekben a folyadék nincs kapcsolatban a légkörrel. A zárt tágulási tartályt rugalmas (gumi) membrán osztja két részre, víztérre és gáztérre. A gáztérben akkora nyomást kell tartani, ami a rendszer működéséhez szükséges, illetve optimális. A zárt tágulási tartálynak nem kell a magasponton lennie, sőt nem is célszerű. A nyomásviszonyok meghatározásánál a kollektor és a tágulási tartály geodetikus szintkülönbségét számításba kell venni.



50. ábra Napkollektoros rendszer statikus nyomásviszonyai

A tágulási tartály elé elzárót beépíteni tilos. Hiba esetén cseréje megoldható speciális tágulási tartály csatlakoztató szerelvény beépítésével.



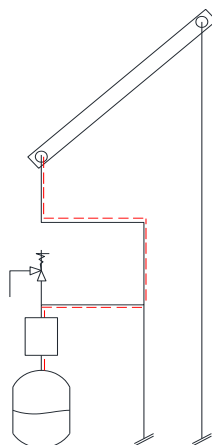
Kettős visszacsapó szelepes tágulási tartály-csatlakozó

51. ábra Kettős visszacsapó szelepes tágulási tartály csatlakozó

3.4.5. A kollektorban szükséges statikus nyomás meghatározásának elve

Ha el akarjuk kerülni a gőzképződést a napkollektorban, nagyobb statikus nyomást kell tartani a kollektorban, mint az üresjárási hőmérséklethez tartozó telítési nyomás. Első közelítésben ellenőrizzük a szükséges nyomást, ha a hőszállító közeg víz, és a kollektor egyszeres üvegezésű, nem szelektív. Az üresjárási túlhőmérséklet 1 kW/m^2 sugárzásintenzitás esetén jellemzően $140 \text{ }^\circ\text{C}$. A telítési nyomás 2,5 bar túlnyomás. (90% glikololdat azonban ezen a ponton még nem kezd el forrni.) Tehát akkora statikus nyomást kell tartani a rendszerben, hogy a kollektorok felső élén legalább 2,5 bar legyen. Az máris nyilvánvaló, hogy nyitott rendszerrel nem oldható meg, mivel valószínűleg nem tudjuk 25 m-rel magasabbra tenni a tárolót. Zárt rendszerrel viszont megoldható, még akkor is, ha a tágulási tartály és a kollektorok felső éle között 10 m szintkülönbség van.

Szelektív bevonatú abszorber esetén az üresjárási hőmérséklet $180 \text{ }^\circ\text{C}$. A víz telítési nyomása ezen a hőmérsékleten 9 bar túlnyomás, ami már meglehetősen nagy a szokásos épületgépészeti szerelvények, főleg a rugalmas csatlakozások alkalmazhatóságának szempontjából. A nagy nyomásállóságú szerelvények, csatlakozások alkalmazása helyett inkább megengedjük a kollektorokban a gőzképződést, a tágulási tartály térfogatát pedig akkorára választjuk, hogy képes legyen befogadni a kollektorok teljes víztérfogatát. A hőmérséklet csökkenésekor a kollektorokban levő gőz kondenzálódik és helyére visszaáramlik a folyadék. A tágulási tartály membránjának védelme érdekében célszerű elé egy akkora térfogatú átmeneti tartályt beépíteni, hogy a csővezetékkel együtt meghaladja a napkollektorok térfogatát.



52. ábra Acél előtétartály a gumimembrán védelmére

3.4.6. Feltöltő-leürítő (Drain-back) rendszer

A túlhevülési és fagyveszély problémákat egyaránt elkerüli a feltöltő-ürítő rendszer. Ebben a rendszerben üzemszünetben a kollektorban nincs folyadék. Az összes hőszállító folyadék egy fűtött térben levő nyitott tartályban van. Amikor a napsugárzás intenzitása megfelelő, a keringtető szivattyú beindul, feltölti a kollektorokat, és keringteti a folyadékot mindaddig, amíg a kollektorok energiát képesek szolgáltatni. Utána a szivattyú kikapcsol, a teljes víztérfogat leürül a tárolótartályba. Jól alkalmazható hőcső elvű kollektorokkal is. Ebben az esetben csak az energiagyűjtő csövet (amibe a hőleadó fejek bemerülnek) kell feltölteni, és ebben kell a vizet keringtetni.

Az olyan épületek esetében, mint például iskolák, szezonális turistaházak és irodaépületek, amelyek sokszor napokig, hetekig, vagy akár hónapokig üresen állnak, a víz leürítésére mindig komoly gondot kell fordítani. Ugyanez vonatkozik az olyan térfűtő rendszerekre, ahol a kollektorok számára nem gondoskodnak nyári terhelésről. A leürítő

rendszerek nem igényelnek hőtárolást, ami szükséges lenne bizonyos fagyálló zártkörű rendszerek esetében. A zár áramkörű rendszerekben a többlet napenergiát raktározni kell, krónikus és túlzott hőmérsékletek várhatók a napkollektor körben. A tárolás követelmény lehet a fent felsorolt alkalmazásoknál, különösen helyiségek fűtésekor. Rengetegféle háztartási meleg víz és helyiség fűtés/medence fűtés, újramelegítés kombináció létezik, ahol a napenergia tároló hőmérsékletek ritkán érik el a felső korlátot annak köszönhetően, hogy mekkora a terhelés mérete a kollektor területéhez képest. A zártkörű rendszerek egyszerű kialakításuknak és egyszerű beszerelésüknek köszönhetően jól beleilleszkednek ezekbe a terhelésprofilokba.

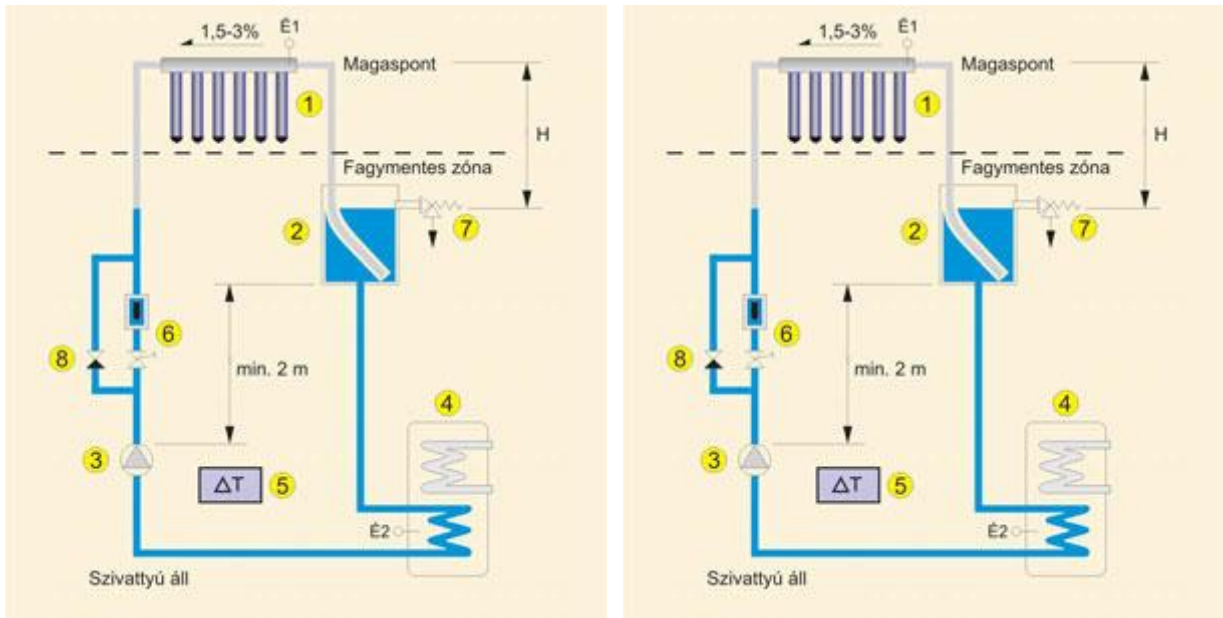
A legnyilvánvalóbb kritérium, amelynek a feltöltő-leürítő rendszernek meg kell felelnie az, hogy a leürítő tartály tetejének lejjebb kell lennie a kollektor alsó szintjénél. A kollektornak le kell vezetniük a folyadékot a visszafolyató tartályba a nem kollektív időszakokban. A leürítő tartályt illetően léteznek bizonyos előírások, amelyeket fontos betartani. Az egyik az, hogy a tartály térfogatának nagyobbnak kell lennie, mint a kollektor térfogata és a fölötte lévő csövek térfogata együttesen. Egy másik az, hogy egy vezetékes vákuum megszakítót kell beépíteni a leürítő edény tetejére, hogy a leürítés során, közvetlenül a keringés megszűnését követően a levegő elvezethető legyen a tartály tetejéből vissza a kollektormezőbe. Egy kémlelő üveget is be kell építeni, hogy figyelemmel tudjuk kísérni a leürítő tartályban lévő víz szintjét. Az áramlásmérő helyettesíthető a kémlelő üveggel, ha azt a töltés szintjére helyezik.

A leürítő tartály változataihoz hozzátartozik az elhelyezése is. A tartályt nem feltétlenül szükséges a hőcserélővel és a napenergia tároló tartállyal együtt a műszaki helyiségben elhelyezni. Magas épületekben, ahol ezek a műszaki helyiségek az alagsorban találhatóak, jobb, ha a leürítő tartályt az épület magasabb pontján helyezzük el. Ennek oka, hogy a kollektorköri szivattyúnak ne kelljen leküzdenie az épület teljes magasságát, aminek köszönhetően megtakarítást érhetünk el mind a szivattyú mérete, mind pedig a működési költségei kapcsán. A feltöltő szivattyú ugyancsak olyasvalami, amire érdemes odafigyelni. A szivattyú kiválasztása és beépítése nagyon eltér a zártkörű rendszerhez választott szivattyútól. A feltöltő szivattyú, amelyet a leürítő tartályhoz alkalmazunk, rozsdamentes acél, vagy bronz anyagú. Mivel friss oxigén általában jelen van a leürítő tartályban, az öntöttvas keringetők berozsdásodnak és meghibásodnak. A szivattyút mindig a statikus töltésű vonal alá helyezzük amilyen messze csak lehetséges. Ennek érdekében a leürítő edényt néha a tartály alá kell elhelyezni. Ezen oknál fogva nem szokatlan az, ha a tartályt a padló szintje fölé szerelik, a szivattyú pedig a tartály alatt kap helyet. Ez nem mindig így van, de a kisebb, 75 liter alatti tartályok esetében igen. A keringetőnek képesnek kell lennie 0,6 m/s sebességgel szállítani a tartály folyadékát a csővezetéken keresztül. A víz sebessége ahhoz szükséges, hogy kinyomja a gőzt a kollektoron keresztül, amely a fűtés napján a beindításkor keletkezik. További elővigyázatosságból szabályzó szelepeket kell elhelyezni a kollektor visszatérítő oldalán, hogy a kezdeti töltésnél magas szinten tartsa minden kollektor mezőben.

A szivattyú felszereléskor ugyancsak figyelni kell arra, hogy függőlegesen helyezzük el, ne pedig vízszintesen, hogy ily módon elkerüljük a szivattyú kavitációját. Egy másik dolog, amely segíti a folyadék szivattyúzás dinamikáját, ha szigeteljük a leürítő kört, és 1-1,5 bar nyomás alá helyezzük. Ha nincs légtelenítő sehol a leürítő körben, akkor a csövek és a becsatlakozások légmentesek. Ha hozzá csatlakoztatunk egy levegőtöltőt (charger) a leürítő rendszerbe, akkor az jelez bármilyen szivárgást, amely jelen van, és segíti a szivattyú hatékonyabb működését és csökkenti a szivattyú kavitációjával járó esetleges zavaró problémákat. [25]

A leürítés elvét azért vezették be, hogy védjék a napenergia rendszert a tárolótartály túlmelegedésétől és a kollektor befagyása ellen. A zárt áramkörű leürítő rendszerek

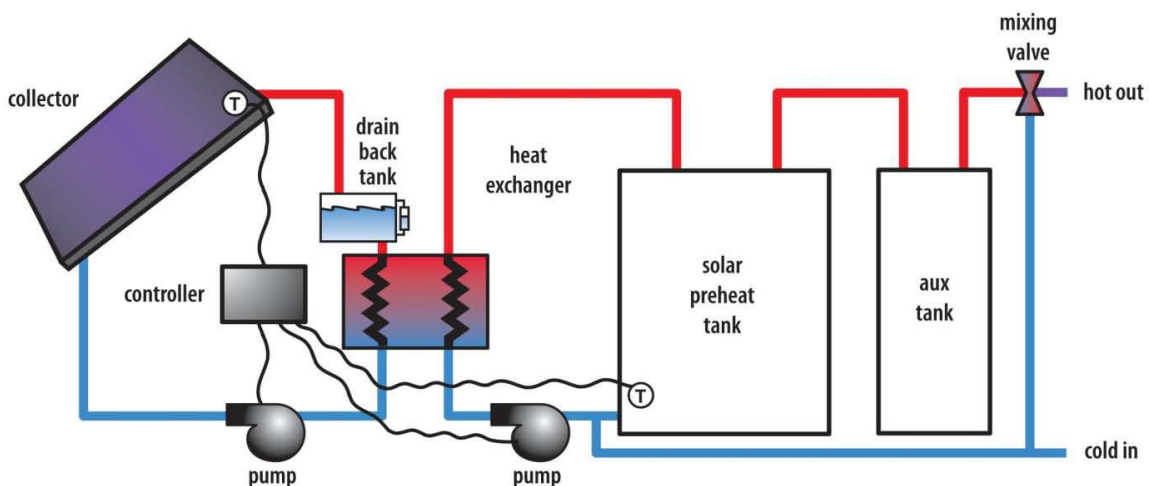
növelik a rendszer tartósságát, biztonságát és megbízhatóságát. A szabályozás egyszerűen leüríti a folyadékot, amikor a kollektor hőmérséklete a tárolótartály hőmérséklete alá esik. Ily módon megakadályozza a fordított hőáramlást (és veszteséget), valamint a kollektor befagyását. A kollektor túlmelegítésének megakadályozása érdekében a szabályozás akkor is leüríti a folyadékot, ha a tárolótartály hőmérséklete meghaladja a 85°C-ot. Áramszünet esetén is leüríti a rendszert, amíg vissza nem áll az áramszolgáltatás.



Forrás: DÉG

53. ábra A leürítő-rendszer elve

Mivel a rendszerben sehol nincsenek vegyi anyagok, nem áll fenn annak kockázata, hogy szennyezni fogja az ivóvizet.



[23]

54. ábra Külső hőcserélős leürítő rendszer

A leürítő napenergiás fűtőrendszereket olcsóbb lehet beszerezni, de rendkívül fontos, hogy gondot fordítsunk arra, hogy a rendszer teljesen kiürüljön. Ráadásul nagyon sokba kerülhet, ha meghibásodik a vezérlő, és ennek következtében fagyos időszakban vizet szivattyúz a rendszer a napkollektorba. [28]

3.5. A tömegáram

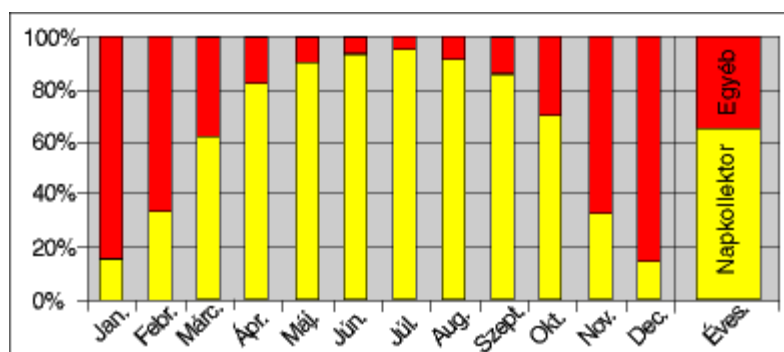
A tömegáramnak elég nagynak kell lennie ahhoz, hogy magas hőátadási tényezőjű turbulens áramlás legyen a hőcserélőben, és amely esetben a hőcserélő kezelhető méretű (hőátadó felület). A kis hőmérséklet-különbség elérésének érdekében, illetve a hatékonyság javításához viszonylag nagy hőcserélőt kell választani. Az indirekt rendszerekben fagyálló folyadékot (propilénlikolt) lehet használni a kollektor körben. A szolár rendszer, amely vagy vákuumcsöves, vagy síkkollektorokból áll, egy lemezes hőcserélőhöz csatlakozik. A fagyálló folyadékkeverék védi a kollektort a rendkívül alacsony hőmérsékletekkel szemben, ugyanakkor a fagyálló ráadásul jelentős mértékben növeli a hőátadó folyadék forráspontját. Ez a tulajdonsága rendkívül jól jön nyáron, amikor túl nagy a napsugárzás és túl kevés meleg vizet használnak, ami kihathat a rendszerre. Ha magasabb a forráspont, akkor az megakadályozza, hogy a rendszer biztonsági szelepe lefűjjon.

A fagyálló százalékos arányát a vízben a térség várható legalacsonyabb lehetséges hőmérséklete határozza meg. Az 50/50%-os keverék általában -29°C -ig véd. Lehetőleg minél több vizet használjunk a keverékben, hiszen a víz jobban vezeti a hőt, mint a fagyálló és jóval olcsóbb is. Ne feledjük, hogy a kollektorkörben lévő folyadék pang a hosszú, nagyon hideg téli éjszakákon, és nem kell egészen szilárdra fagynia ahhoz, hogy problémákat okozzon. Az alacsony teljesítményű keringető szivattyú, amelyet a kollektorkörben használunk, a dermedt fagyállót nem lesz képes keringetni.

A fagyálló folyadék nem örökös élettartamú, idővel kémiaiilag átalakul, tönkremegy, néhány évente ki kell cserélni. A gyakori túlmelegedés csökkenti az élettartamot, idő előtt híg kátrányszerűvé válik a folyadék.

3.6. A méretezés alapelve

A napkollektoros vízmelegítők a közép-európai meteorológiai körülmények között előfűtőként működnek. A hagyományos energiahordozóval fűtött utófűtő tárolóba nem hidegvizet vezetünk, hanem a napkollektoros tárolóból az előmelegített vizet. Az utófűtő mindig annyit fűt rá, hogy a beállított hőmérsékletet elérje. Egész évben működő berendezést általános esetben úgy célszerű méretezni, hogy nyáron a legnagyobb sugárzási energiahozam esetén közel a teljes energiaigényt fedezze, de semmi esetre sem többet, hiszen a fel nem használt energia ugyanúgy veszteség, mint bármi más veszteség, és jelentősen rontja a berendezés hatékonyságát. Egy ilyen berendezés a meleg víz éves energiaigényének 50-60%-át képes fedezni. Kedvező körülmény, ha nyáron nagyobb a meleg víz igény (pl. szálloda, üdülő) kedvezőtlen, ha kisebb (pl. kollégium). Az éves energiahozam szempontjából az is kedvezőtlen, ha ugyan nyári üzemű, de csak nagyon rövid ideig (1-2 hónap) működik. Például ilyen a kemping, ahol a 3 nyári hónapból a csúcsum legfeljebb 2-3 hét. Az év többi hónapjában (főleg tavasszal) is képes lenne a berendezés a vízmelegítésre, de nincs rá igény.



55. ábra Optimálisan méretezett napkollektoros vízmelegítő éves energiamérlege [12]

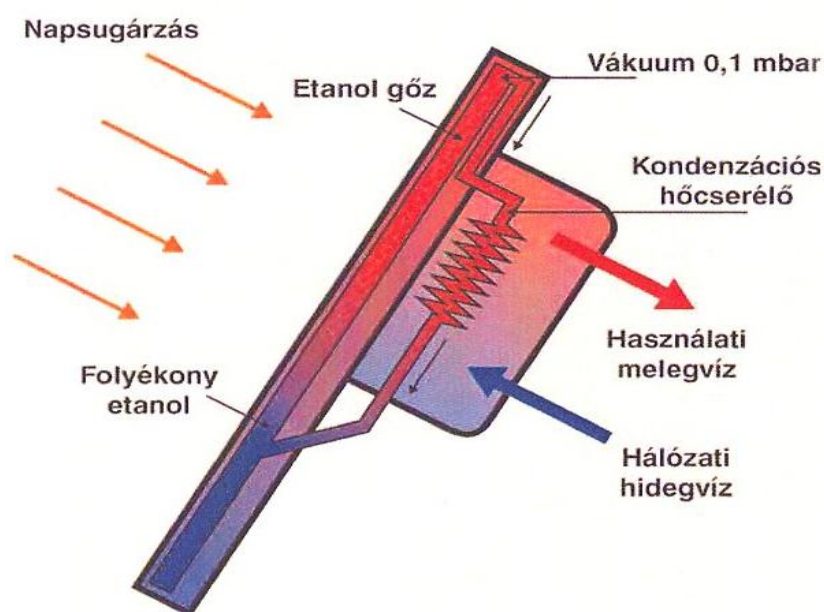
A napi meleg víz használat mintáját jelentősen befolyásolják a rendszer összetevői. A legjobb eredmény elérése érdekében szimulációs szoftvert ajánlatos használni. A meleg víz igény napi és heti menetét gondosan fel kell mérni.

3.7. Kompakt berendezések

A legegyszerűbb vízmelegítő berendezések a meleg égővi országokban elterjedt kompakt berendezések. A napkollektort és felette a melegvíztárolót egy tartószerkezetre szerelik. Jellemzően közvetlen, szabadáramú rendszerek. Készül közvetett változatban is hőcső elvű vákuumcsöves kollektorral. Hőátvitel szempontjából a kritikus pont a tároló vízterébe merülő hőleadó fej szekunder oldali szabadáramú hőátvitel, ami bordázattal növelhető. (A fogyasztás során a víz áramlása is javítja a hőátvitelt.) A hőcső fejének belső oldalán gőz halmazállapotú közeg kondenzálódik és folyik le, ott a hőátvitel jó. Magyarországi klímakörülmények mellett fagyveszélyt rejtenek a berendezéshez vezető csővezetékek, jó, ha ezek fűtött térben vezethetők, például padlástéri beépítés. Szezonális üzemben fagyveszély nincs, amennyiben leüríthetők. Gazdaságos megoldást jelentenek, mivel létesítési költségük alacsonyabb, mint a helyszínen önálló elemekből összeállított rendszereké.



56. ábra Indirekt kompakt vízmelegítő [30]



57. ábra Hőcső elven működő kompakt vízmelegítő berendezés

3.7.1. Kapcsolódó EN szabványok

EN 12976-1:2006

Hőtermelő napenergiás rendszerek és alkatrészeik. Gyári rendszerek. Általános előírások, napenergiás fűtés, napenergiás eszközök, fűtő berendezések, tartósság, megbízhatóság, biztonsági eszközök, megfelelés, jóváhagyó vizsgálat, használati utasítás, beüzemelés, kereszthivatkozások: EN 806-1, EN 809, EN 1151, EN 1489, EN 1490, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4, EN 1993-1-1, prEN 1999-1-1, prEN 12975-1, prEN 12975-2, EN 12976-2:2006, EN ISO 9488:1999, ISO 9488:1999, ISO/TR 10217, EN 1717, ENV 12977-1, ENV 12977-2, ENV 12977-3, prEN 61024-1, EN 60335-1, IEC 60335-1:2001, EN 60335-2-21, IEC 60335-2-21:2002

prEN 12976-1:2012

Hőtermelő napenergiás rendszerek és alkatrészeik – gyári rendszerek – első rész: általános előírások.

Előszó

Bevezetés

1. Hatály

2. Normatív referenciák

3. Feltételek és fogalom meghatározások

4. Előírások

4.1. Általános rendelkezések

4.1.1. Biztonság

4.1.2. Ivóvízhez való alkalmasság

4.1.3. Vízszennyezés

4.1.4. Fagyállóság

4.1.5. Túlmelegedés elleni védelem

4.1.6. Visszafolyás elleni védelem

4.1.7. Nyomásállóság

4.1.8. Elektromos biztonság

4.2. Anyagok

4.3. Alkatrészek és csövezés

4.3.1. Kollektor

4.3.2. Tartószerkezet

4.3.3. Csövezés

4.3.4. Hőcserélők

4.3.5. Vezérlőrendszer

4.4. Biztonsági berendezések

4.4.1. Biztonsági szelepek

4.4.2. Biztonsági vezetékek és expanziós vezetékek

4.4.2. Biztonsági szelep vezetékek

4.5. A külső behatásoknak való ellenállás

4.6. Dokumentáció

4.6.1. Általános tájékoztatás

4.6.2. Dokumentumok a beüzemelő számára

4.6.3. Dokumentumok a felhasználó számára

4.7. Felcímkézés

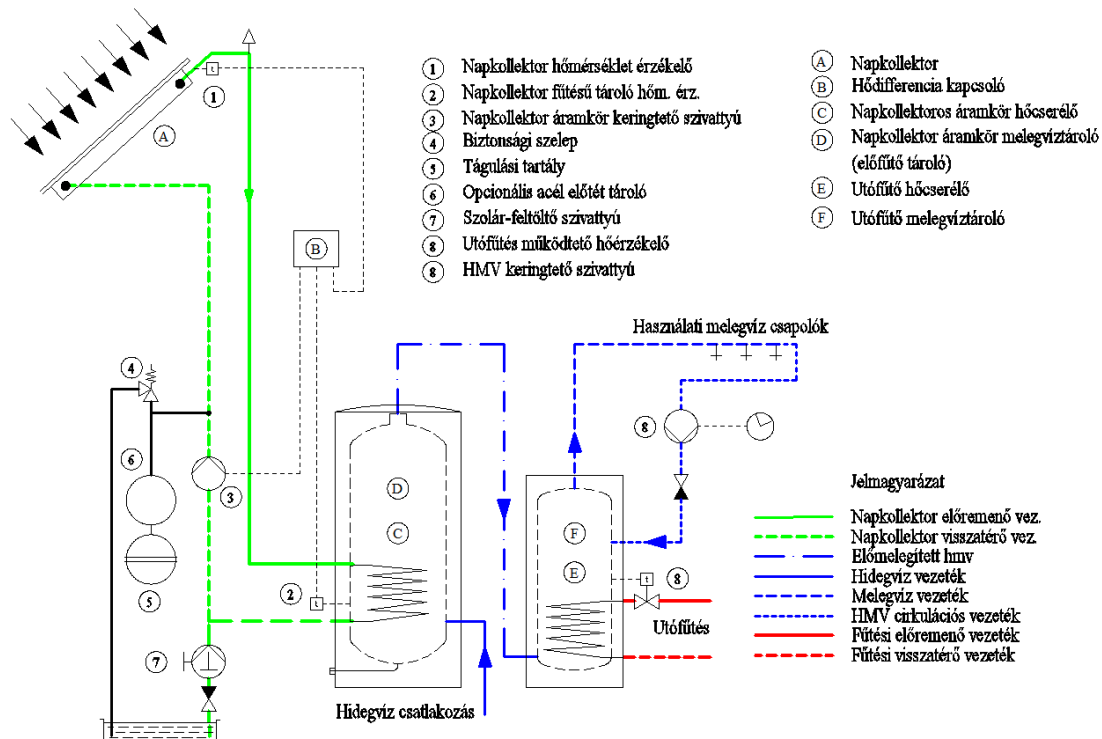
4.8. Rendszer teljesítmény

A. Függelék (tájékoztató) megfelelési kiértékelés

B. Függelék (tájékoztató) korrózióval kapcsolatos anyagkombináció

3.8.2. Nagyobb méretű berendezések

Nagyobb méretű berendezések esetén szükség lehet HMV cirkulációra. Első megközelítésben fontos, hogy a melegvíz keringtető hálózatba a napkollektoros rendszerhez tartozó tároló(k) ne legyenek bekötve, hanem csak az utófűtő tároló(k). A cirkulációs vezeték az utófűtőbe köti vissza, nehogy felfűtsük vele az előfűtő tárolót.



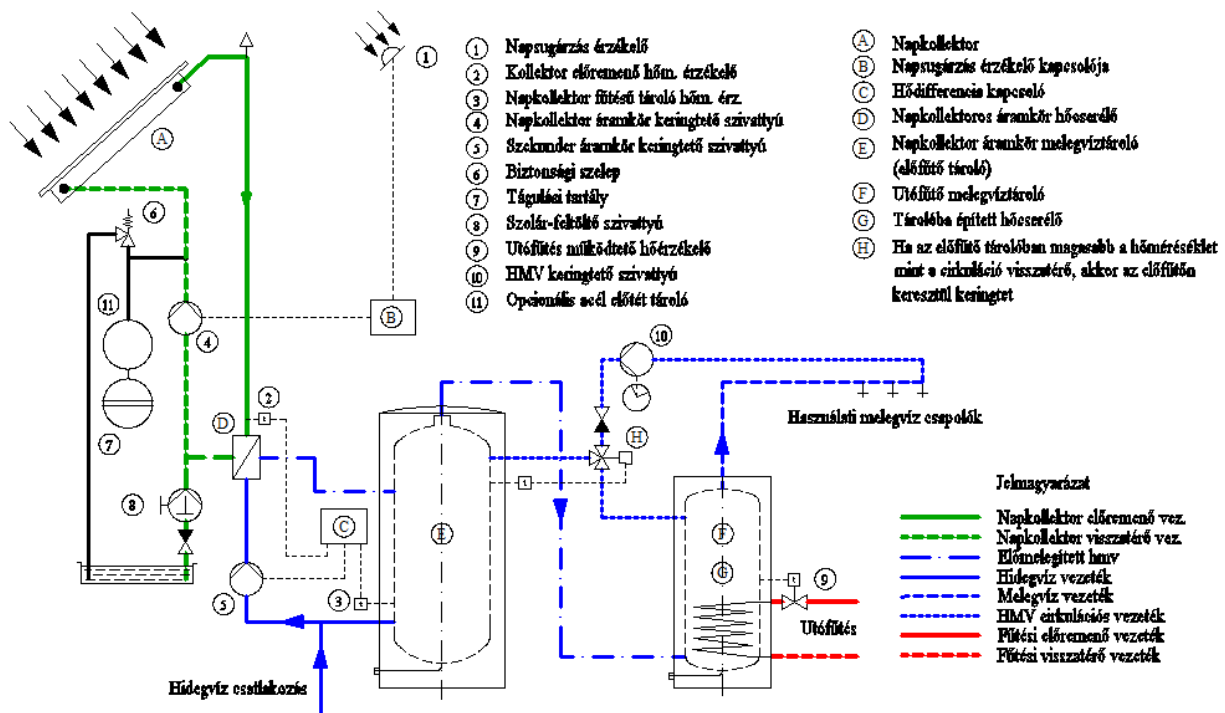
60. ábra Napkollektoros vízmelegítő rendszer beépített hőcserélővel HMV cirkulációval

Ha meglévő berendezések esetében a tapasztalat vagy a részletes szimuláció azt az eredményt hozza, hogy a cirkuláció hőigénye a fogyasztáshoz képest jelentős, és gyakran előfordul az az eset, hogy az előfűtőben magasabb a hőmérséklet, mint az utófűtőben, a cirkulációt visszaköthetjük ez előfűtő felső zónájába. Ez természetesen folyamatosan közel a HMV hőmérséklet szintjén tartja a felső zóna hőmérsékletét, tehát hatásfokrontást eredményezhet. Gondosan össze kell hasonlítani a két szimuláció eredményét!

A legbiztosabb megoldás ilyen esetekre, ha a cirkulációt váltószelepen keresztül vezetjük vissza vagy az utófűtő tárolóba, vagy az előfűtő tároló felső zónájába attól függően, hogy hol magasabb a hőmérséklet. A kapcsolást lásd a nagy méretű berendezéseket bemutató fejezetben.

3.8.3. Nagy méretű berendezések

A nagyobb méretű berendezések esetében általában nem lehet a tárolóba épített hőcserélővel megoldani a hőátvitelt, ezért különálló hőcserélőt alkalmazunk mindkét oldalon kényszeráramlással. A működtetés ez esetben célszerűen kétlépcsős. A kollektor áramkörben napsugárzás érzékelő működteti a szivattyút (bekapcsol 100 W/m² sugárzás intenzitás felett). A szekunder áramkörben levő szivattyút ugyanolyan hőfokkülönbség kapcsoló működteti, mint a kisebb rendszerek egyetlen szivattyúját, csak az érzékelő nem a kollektor közelében, hanem a hőcserélő előtt van. Így az indulási-leállási veszteségek nagyon kicsik.

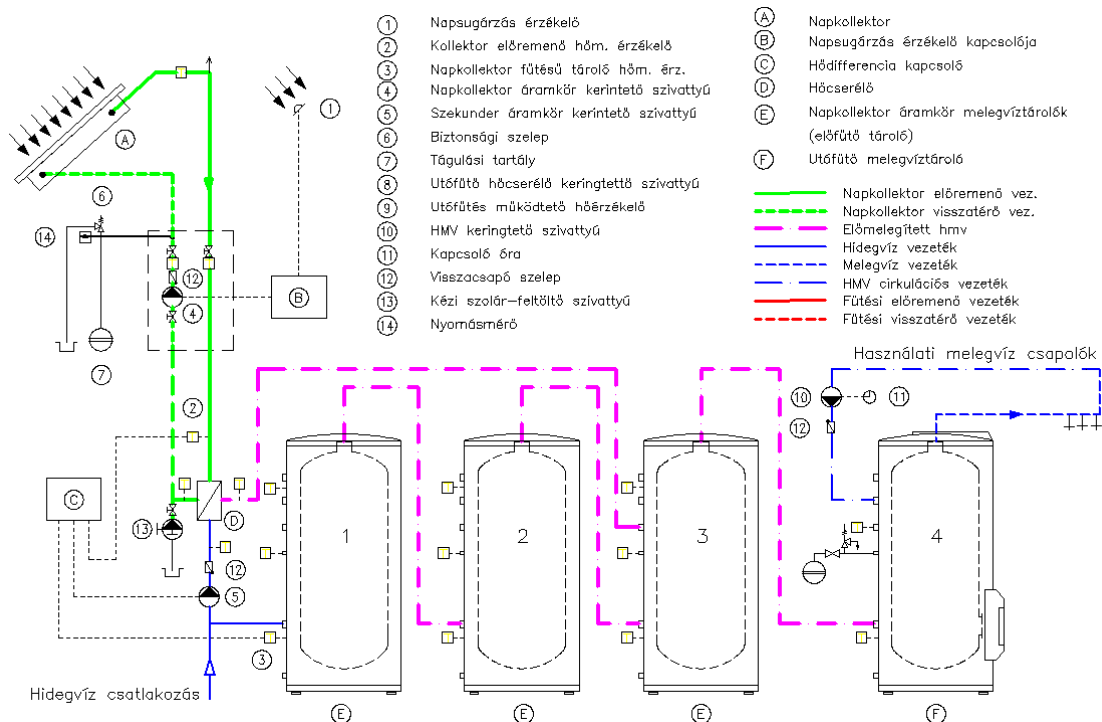


61. ábra Napkollektoros vízmelegítő rendszer külső hőcserélővel, HMV cirkuláció váltószeleppel

A cirkuláció visszakötését eldönthetjük szimulációs elemzéssel, de alkalmazhatunk váltószelepes visszavezetést is. Ha az előfűtőben magasabb a hőmérséklet, akkor annak felső zónájába irányítjuk, egyébként az utófűtőbe.

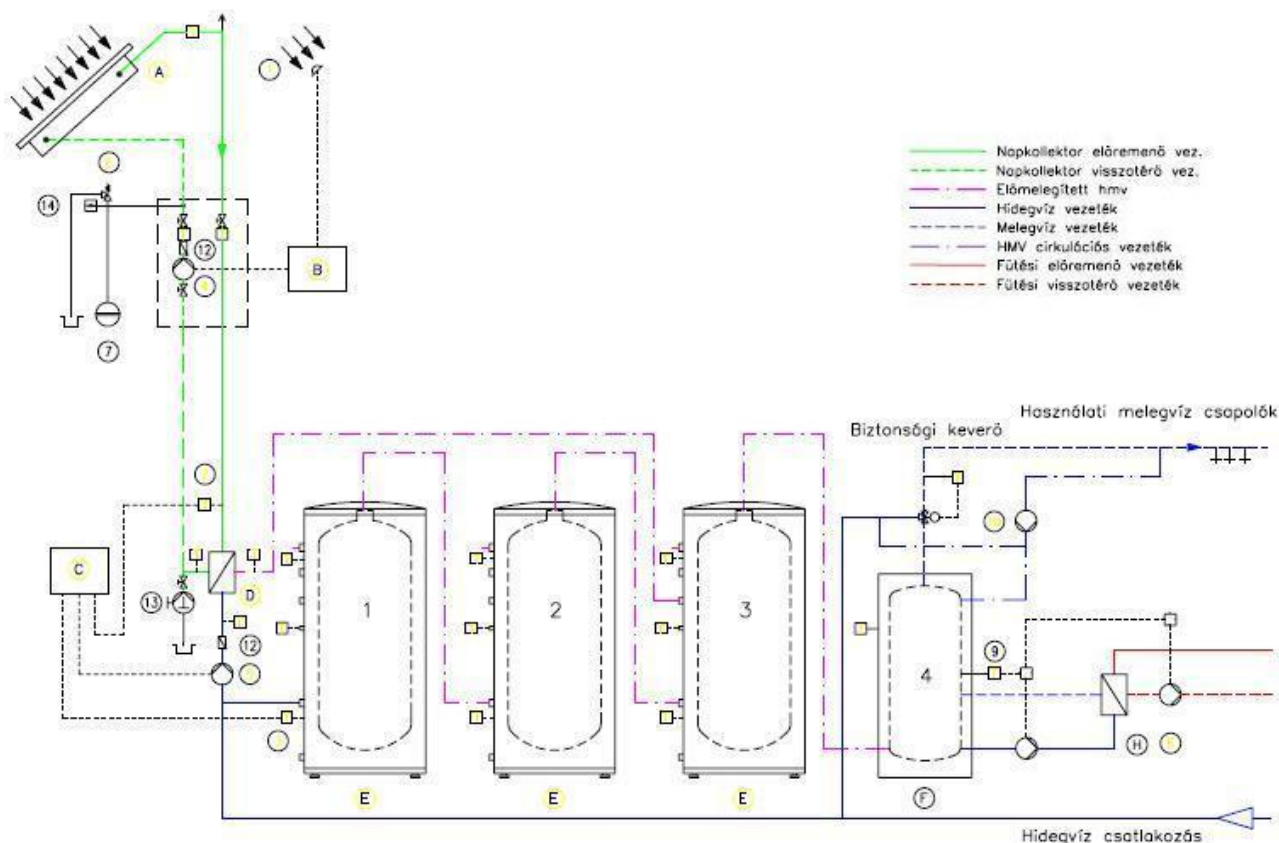
3.8.4. Több tárolós rendszerek

A szükséges térfogat nagy berendezések esetén többnyire több tároló beépítésével biztosítható. Ezek lehetnek párhuzamosan kötve Tichelmann kapcsolással, vagy sorba kötve.



62. ábra Tárolók sorba kapcsolva helyi hőmérsékletkorlátozó szelepekkel

A nagy méretű rendszerek jellemzően több fogyasztót látnak el, pl. társasházak. Társasházak esetén különösen jellemző, hogy nyáron csökken a fogyasztás a nyaralások miatt, ugyanakkor a napsugárzás tartósan magas. Következésképpen az napkollektor által fűtött előfűtőben a hőmérséklet meghaladhatja az utófűtőn beállított kimeneti hőmérséklet értéket. Tehát a megszokottnál magasabb hőmérsékletű víz jutat a csapolókhöz, ami forrázás veszélyt okozhat. Ennek elkerülésére helyi hőmérséklet-korlátozást kell alkalmazni (pl. üzemi fürdőben), vagy a kimenő hőmérsékletet kell korlátozni biztonsági keverőszeleppel. A korlátozás ugyan megoldható az előfűtő hőmérséklet-korlátozásával is, de akkor lemondunk a napenergia egy részéről.



63. ábra Tárolók sorba kapcsolva, biztonsági keverőszeleppel

Több tároló esetén csökkenti a költségeket, ha közülük csak egy ivóvíz minőségű tároló, és a többi olcsóbb „fekete” tároló. Természetesen ez újabb hőcserélőt (hőlépcsőt) és szivattyút jelent, de költség-teljesítmény szempontjából optimális megoldás.

Természetesen a melegvíz-tárolókat víz oldalon is el kell látni tágulási tartályokkal a vízellátás szakmai szabályai szerint.

3.9. Eltérő tájolású napkollektorok

Ha a napkollektorok eltérő tájolásúak, akkor minden különböző tájolású kollektormezőnek külön keringtetés kell külön szivattyúval. Ha a nem benapozott napkollektorokban is keringtetünk, akkor ott csak hőveszteséget okozunk.

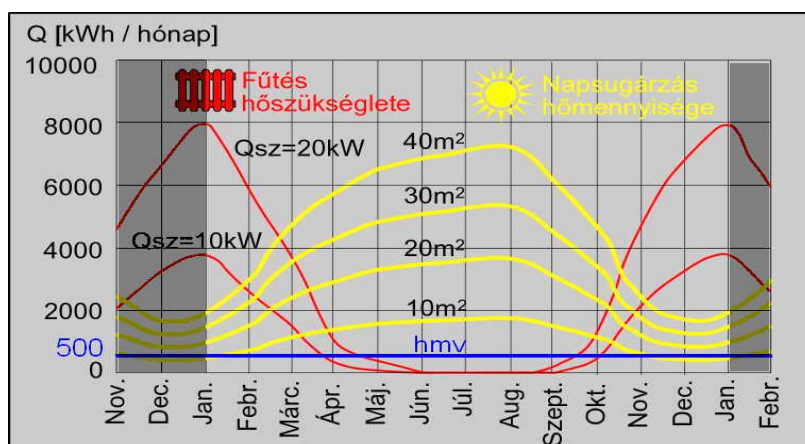


64. ábra Eltérő tájolású napkollektorok működtetése [31]

3.10. Fűtési célú rendszerek

3.10.1. Fűtési berendezések energiamérlege

A fűtési célú rendszerek energiamérlege kedvezőtlen, hiszen akkor a legkisebb a napenergia hozam, amikor legnagyobb a fűtési igény. Egy kombinált fűtés-hűtés-melegvízellátás rendszer energiamérlege már sokkal kedvezőbb. (Lásd hűtés fejezetet.) Az ábrán sárgával jelölt terület által képviselt energiamennyiség áll rendelkezésre a rendszer működtetésére. Van két átmeneti időszak, amikor sem fűtésre, sem hűtésre nincs szükség. Ebben az időszakban csak a melegvíz-ellátás igényel hőenergiát, ami gyakorlatilag teljesen kielégíthető napenergiával.



65. ábra A fűtési és HMV hőigény összehasonlítása a napenergia hozamának éves eloszlásával [12]

3.10.2. Hosszú távú hőtárolók

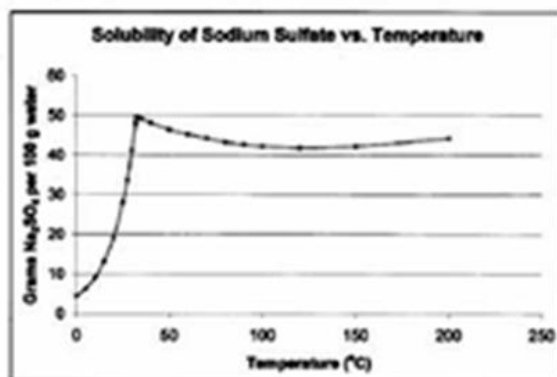
A fűtési célú felhasználás elvileg hosszú távú (szezónális) hőtárolóval oldható meg, amit nyáron felfűtünk, télen kisütünk. Az átmenet az egyik üzemmódból a másikba folyamatos. Tavasszal egy bizonyos időponttól kezdve az energiahozam már fedezi az igényeket, később pedig már töltésre is marad felesleg. Ősszel egy bizonyos időpontig elegendő a pillanatnyi hozam, később már a tárolóból is kell vételezni. A szezonális tároló problémája a nagy méret és a hosszú idő miatt a nagy veszteség. Családi ház méretben a tároló mérete nagyságrendben megegyezik az épületével.

3.10.3. Fázisváltásos hőtárolás

A veszteség csökkentésének egyik módszere a fázisváltásos hőtároló alkalmazása (rejtett, vagy latens hő). Ebben a hőtárolást a folyékony és a szilárd halmazállapot közti átmenet adja. Feltöltésnél a hőtároló anyag „megolvad”, kisütésnél pedig „megfagy”, azaz kristályosodik. A rejtett hővel működő tárolók fő jellegzetessége a közel állandó és alacsony üzemi hőmérséklet. A felhasznált kémiai vegyület hőmérséklete addig nem változik, amíg a fázisváltás a teljes tömegben végbe nem megy. Különböző anyagok (vizes sóoldatok) fázisváltási hőmérséklete más és más. (Korai kísérletek: Telkes Mária, M.I.T., USA, 1948.)

Telkes Mária 1925-ben látogatott az Egyesült Államokba, ahol a Cleveland Clinic Foundation biofizikus állást kínált fel neki, amit ő elfogadott. A Massachusetts Institute of Technology munkatársa 1939-ben lett, ahol a napenergia hasznosításra fókuszált.

Alapötlete az volt, hogy a napsugárzás energiáját egy speciális vegyületben próbálja meg eltárolni. Kísérletei során jött rá, hogy erre legalkalmasabb a glaubersó (nátrium-szulfát dekahidrát, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, a háztartási használatból is ismert tisztítószer és hashajtó) oldata lehet. A vegyület vízdékonysági karakterisztikája igen érdekes képet mutat.



66. ábra A glaubersó vízdékonysági karakterisztikája [86]

Viszonylag alacsony értéken (32,4°C-on) magas olvadáshőt képez: oldhatósága 0 és 32,4 °C között több mint tízszeresére növekszik, és innentől az oldékonyság mértéke a hőmérséklettől majdnem teljesen független marad. A megolvadt vegyület akár 10 napig is képes tárolni az elnyelt napenergiát, majd a hőmérséklet hűlésének következtében visszakristályosodva adja le újra a felvett hőt. A dermedéskor így módon felszabaduló fázisátalakulási hő 82-szer nagyobb a víz olvadáshőjénél. A kísérleti épület oldalára és tetejére felszerelt glaubersó-vegyület tárolói, valamint az azzal összekötött, a lakószobákat behálózó csővezetékek lég és víz keringtető rendszere jelentette a ház fűtési rendszerét. A rendszer legnagyobb előnye a felhasznált glaubersó-vegyület gyakori előfordulása miatt annak olcsósága, a viszonylag nagy hő leadásához szükséges relatív kis mennyisége, valamint a rendszer „önmagát újrahasznosító jellege” volt.

3.10.4. Fázisváltásos hőtárolás kutatása Magyarországon

A szolártechnikában alkalmazható vegyületek (Bajnóczy-Ring-Zöld szabadalma szerint: kalcium-klorid-hexahidrát, nátrium-karbonát-hexahidrát, dinátrium-foszfát-dodekahidrát, kalcium-nitrát, nátrium-szulfát-dekahidrát, nátrium-tioszulfát-pentahidrát) fázisváltási hőmérséklete 29°C és 54°C között van. Ezért a hőveszteség sokkal kisebb, mint a víz felmelegítésével történő tárolás esetében.

A különböző fázisváltási hőmérsékletű anyagok különböző célokra (hűtés, hőmérséklet-ingadozás csökkentés és fűtés) alkalmasak.

Készült fázisváltó töltetű padlófűtés elem is, amit a pécsi napházba építettek be 1985-ben. A töltetet éjszakai árammal olvasztják meg, és egész nap egyenletes fűtést biztosít a kis fajlagos hőveszteségű szobában.

3.10.5. Latens hőtároló kialakítások

A fázisváltás hője 3...6-szorosa az azonos térfogatú és hőmérsékletű víznek, a tároló mérete azonban még így is óriási. A tároló jellegzetes kialakítása, hogy a vegyi anyagot 50...80 mm átmérőjű csövekbe töltik és lezárják. A csöveket víztárolóba teszik, ahol a csövek külső oldalán a víz jó hőátvitelt biztosít. [32]

Újabb technológia a fázisváltó anyag mikro- vagy makrokapszulákba töltése.



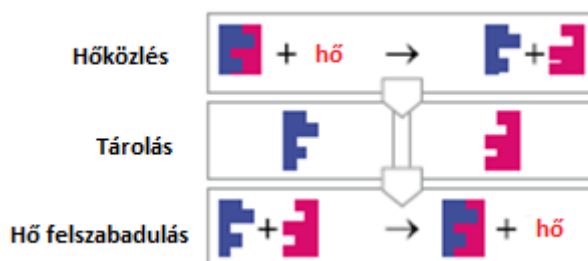
67. ábra Kísérleti látens hőtároló, makrokapszulákba zárt PCM (paraffin) [33]

3.10.6. Szorpciós hőtárolás

A szorpciós hőtároló rendszerekben a hőt anyagokban tárolják szorpciós anyagból felvett vízpára segítségével. Az anyag lehet szilárd (adszorpció), vagy folyékony (abszorpció). Ezek a technológiák még javarészt fejlesztési szakaszban tartanak, de néhány közülük már a piacon is kapható. Ebben a szorpciós hőtárolás sűrűség négyszerese lehet a vízben való érzékelhető hőtárolásnak.

3.10.7. Termokémiai hőtárolás

A termokémiai hőtároló rendszerekben a hőt endoterm kémiai reakcióban tárolják. Egyes vegyületek több mint húszszoros hőtároló képességgel rendelkeznek, mint a víz, de általában a tárolás sűrűség 8-10-szer magasabb. Kevés termokémiai tároló rendszert mutattak eddig be. Valamennyi jelenleg használt kísérleti anyag só, amelyek vízmentes és hidratált formában léteznek. A termokémiai rendszerek kompakt tárolásra alkalmasak alacsony és közepes hőmérsékleten.



68. ábra A termokémiai hőtárolás elve [34]

A termokémiai hőtárolás elve: hőt használnak arra, hogy kémiai vegyületeket szétválasszák komponenseire. A komponenseket ezután hosszú ideig tárolhatják gyakorlatilag hőveszteség nélkül. Amikor az összetevők újra egyesülnek, kémiai reakció zajlik és hő keletkezik.

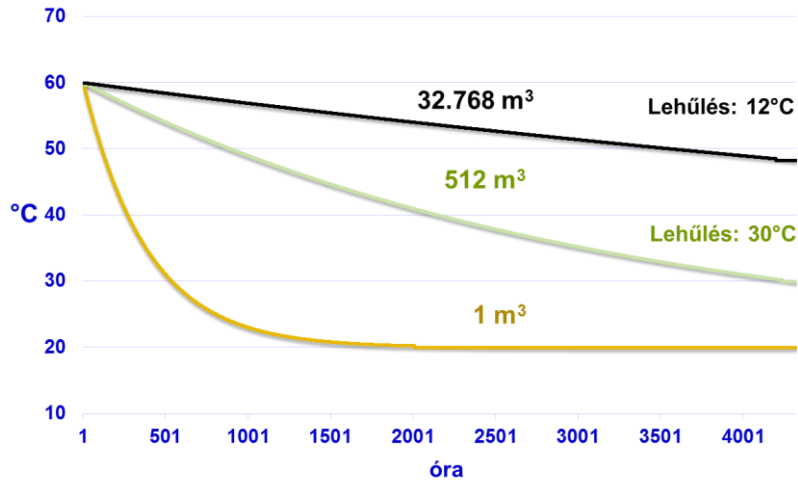
3.10.8. Hőszivattyúval kapcsolt tárolás

Hőszivattyúval kapcsolt tároló esetén a tároló hőmérséklete nem kell, hogy jelentősen eltérjen a környezeti hőmérséklettől, ezért a tároló hővesztesége kicsi. Ha például a tárolás hőmérséklet-tartománya 10-30 °C, akkor 40 °C előremenő hőmérséklet esetén a hőszivattyúnak 10...30 °C hőmérsékletet kell csak emelnie, ami jó üzemi körülményeket jelent.

A fűtési rendszernek természetesen a lehető legalacsonyabb hőmérsékleti szinten kell működnie a jó hatásfok érdekében. Ebből a szempontból a legmegfelelőbb a padlófűtés. Radiátoros fűtés esetén a szokásos radiátorfelület 5...10-szerese adódna ezen a hőmérsékletszinten.

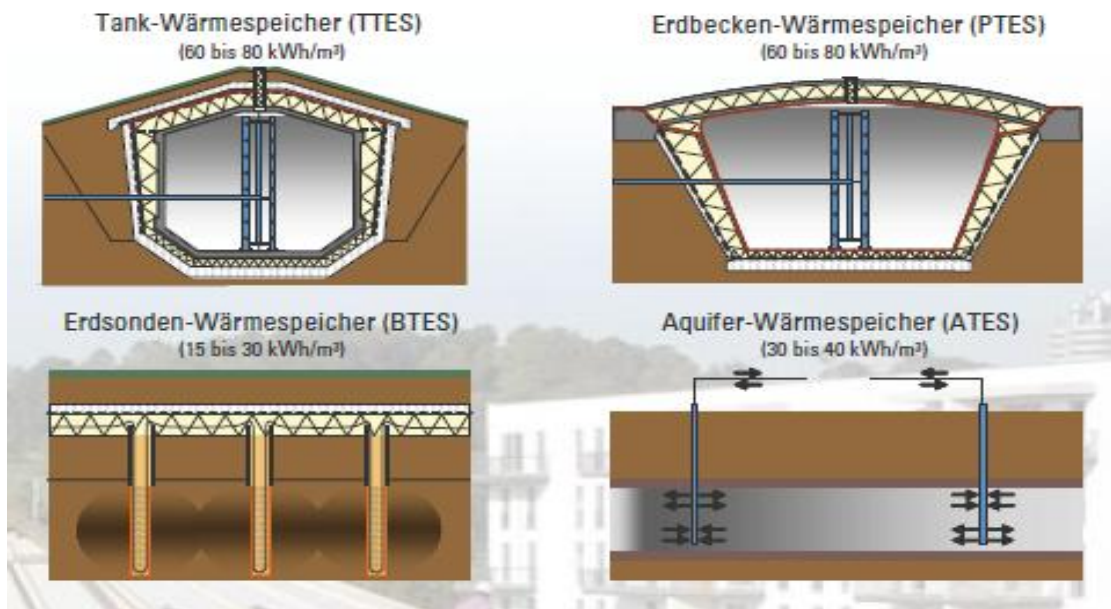
3.10.9. Központi (közösségi) hőtároló

A méret növelése csökkenti a fajlagos veszteségeket. Egy tároló, amely több száz, esetleg több ezer lakást szolgál ki, olyan nagy méretű, hogy kedvező (kocka, gömb) alak esetén az egységnyi térfogatra (vagy hőtároló közeg tömegre) jutó lehűlő felülete kicsi. A nagy méret viszont kivitelezési technikai, elhelyezési nehézséget jelent. Közösségi rendszer (tömbfűtés, távfűtés) szükséges a hő elosztásához.



69. ábra Hőtároló lehülése

A fenti diagram egy kocka alakú hőtároló lehülését mutatja az idő függvényében, fogyasztás nélkül. A környezeti hőmérséklet 20°C, a hőszigetelt fal hőátbocsátási tényezője 0,5 W/m²K.

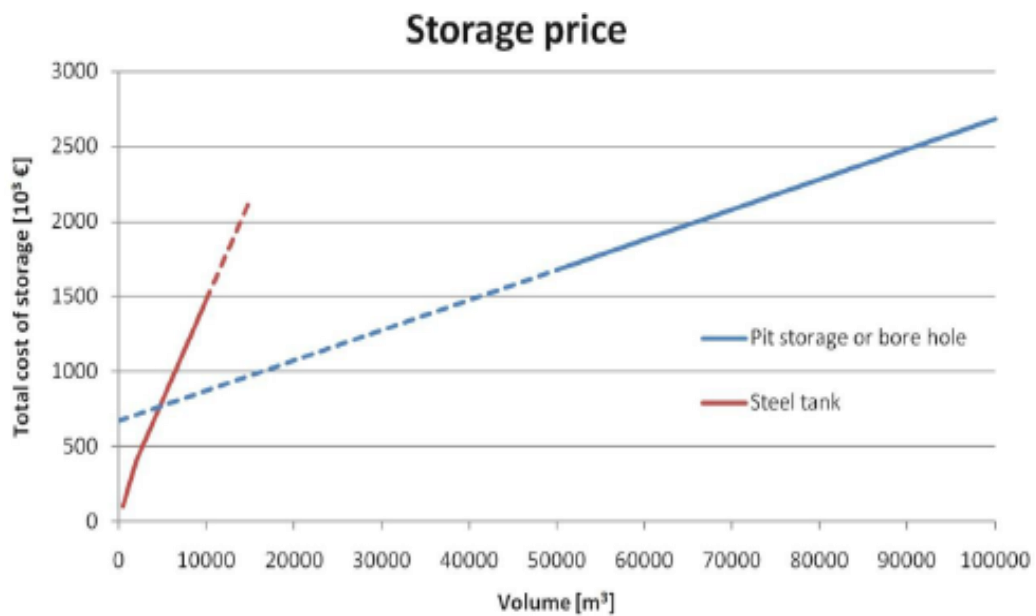


Acéltartály, Steel Tank Thermal Energy Storage (TTES)	Akna tároló, Pit Storage (PTES)
Talajszondás tároló, Borehole Storage (BTES)	Víztározó, Aquifer (ATES)

70. ábra Szezonális hőtároló alaptípusok



71. ábra Acél hőtároló Hamburgban



72. ábra A hőtároló költsége €-ban a térfogat függvényében

1. táblázat Napkollektorral működtetett távfűtés és –hűtés üzemek Európában legalább 700 kW_{th} kapacitással [35]

Telep	<i>Működés kezdete</i>	<i>Tulajdonos</i>	<i>Hely</i>	<i>Kollektor apert. Felület m²</i>	<i>Energia hozam kW_{th}</i>	<i>Kollektor rendszer.</i>	<i>Tároló típus</i>
Marstal	1996	Marstal Fjernvarme, DK	Marstal, Denmark	18300	12810	FPC	WTES
Crailsheim	2003	Stadtwerke Crailsheim, DE	Crailsheim, Germany	7300	5110	FPC	BTES
Neckarsulm	1997	Stadtwerke Neckarsulm, DE	Neckarsulm, Germany	5670	3969	FPC	BTES
Lyckebo	1983	Uppsala Energi AB, SE	Lyckebo, Sweden	4320	3024	FPC	WTES
Friedrichshafen	1996	Techn. Werke Friedrichsh., DE	Friedrichshafen, Germany	4050	2835	FPC	WTES
Rise	2001	Rise Fjernvarme, DK	Rise, Denmark	3575	2503	FPC	WTES
Hamburg	1996	EON Hanse, DE	Hamburg, Germany	3000	2100	FPC	WTES
München	2007	Stadtwerke München, DE	München, Germany	2900	2030	FPC	WTES
2MW	2002	ENECO Energy, NL	2MW, Netherlands	2900	2030	FPC	ATES
Lambohov	1980	Lambohov Samf., SE	Lambohov, Sweden	2700	1890	FPC	WTES
Ingelstad	1984	Växjö kommun, SE	Ingelstad, Sweden	2460	1722	FPC	WTES
Groningen	1985	De Huismeester, NL	Groningen, Netherlands	2400	1680	ETC	BTES
Anneberg	2002	HSB Brf Anneberg, SE	Anneberg, Sweden	2400	1680	FPC	BTES
Augsburg	1998	Bayerisches Staatsministerium, DE	Augsburg, Germany	2000	1400	FPC	ATES

Eggenstein	2008	Stadtwerke Eggenheim, DE	Eggenstein, Germany	1600	1120	FPC	WGTE S
Hannover- Kronsberg	2000	EON, DE	Hannover- Kronsberg, Germany	1350	945	FPC	WGTE S
Ingelstad	1979	Växjö kommun, SE	Ingelstad, Sweden	1320	924	FPC	WTES
Neuchatel	1997	Swiss Fed Office of Stat., CH	Neuchatel, Switzerland	1120	784	UG	WTES
Kerava	1985	Private association, FIN	Kerava, Finland	1100	770	FPC	BTES
Tubberupvænge	1991	Herlev kom. Boligselskab, DK	Tubberupvænge, Denmark	1030	721	FPC	WTES
Rostock, B-höhe	2000	WIRO mbH, DE	Rostock, Germany	1000	700	FPC	ATES

Jelmagyarázat

Rendszertípusok

SS Szezonális (évszakos) tárolás

DS Egynapi tárolás

Tároló típusok

ATES Víz-tároló hőenergia tároló

BTES Fűtő hőenergia tároló (talaj, kőzet)

WTES Víz hőenergia tároló (sziklaüreg, beton és acéltartály, üreg a föld alatt vagy föld feletti tároló)

WGTES Víz/kavics hőenergia tároló (földalatti üreg)

Kollektor típusok

FPC Sík kollektor = alapértelmezett

ETC Vákuumcsöves kollektor

CPC Összetett parabolikus kollektorok

PTC Parabolikus vályú kollektor

UG Üvegezetlen kollektor (abszorber)

DB Leürítős rendszer (alap = szivattyús rendszer/fagyálló)

R Reflektor

HP A tárolt hőt részben egy hőszivattyú hasznosítja.



73. ábra Marstal (DK) [36]

A $12,9 \text{ MW}_{\text{th}}$ (a megawatt thermal rövidítése) kapacitású Marstal (DK) rendszert (18365 m^2 kollektor felület) a helyi távfűtőrendszerbe integrálták. A világ legnagyobb szolár hőerőműve egy dán sziget összes hőigényének 30%-át biztosítja.

Ezek a rendszerek együtt kevesebb, mint 0,5%-át adják az EU-ban telepített szolár hőkapacitásnak, együttes kapacitásuk azonban több mint 25000 kis házi napenergiás melegvíz rendszerével egyenlő.



74. ábra A Marstal (DK) hőtároló építése

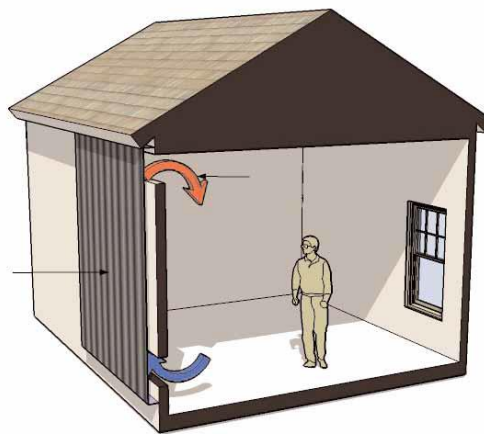
Meglepő, hogy a technológia alkalmazásában élen járnak az északi országok, hiszen a napsugárzás alacsonyabb ebben a régióban. A közép- és kelet-európai országok és dél-európai távfűtési rendszerek sokkal jobb körülményeket képesek nyújtani.

A víztárolás jellemző üzemi hőmérséklete egészen alacsonytól (30°C) a magasig (körülbelül 100°C) terjed. A napenergia üzemek többségét úgy tervezték, hogy fedezni tudják a nyári hónapok hőterhelését (meleg víz és hőelosztási veszteségek) napi víztárolókat használva. Egyeseket azonban szezonális tárolóval látták el, és a terhelés

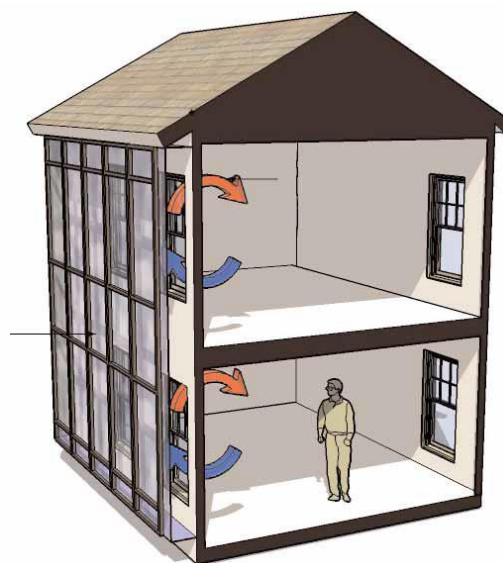
nagyobb részét fedezik le. A szezonális tárolók hőszigetelt tartályokban tartalmazzák a vizet (a föld fölött vagy föld alatt) tíz üzemben, a földben hét üzemben, a víztároló rétegekben kettőben, és a földi és vízi kombinációjában másokban. Az üzemek több mint 80%-át sík kollektorokkal szerelték fel, javarészt nagy modulú kollektor kivitelrel. A legtöbb üzem túlnyomásos kollektor rendszerrel rendelkezik, amelyben fagyálló keverék van – általában glikol és víz – ugyanakkor néhány üzemben Hollandiában visszavezetési kollektor rendszerek üzemelnek. Számos napenergiás távfűtési rendszer, különösen Svédországban és Dániában földre telepített kollektor rendszerrel rendelkezik. Ez nagyon olcsó megoldás lehet, amikor a felületek rendelkezésre állnak, és a napenergiát a létező épületeket kiszolgáló hálózathoz csatlakoztatják.

3.10.10. Fűtés légkollektorokkal

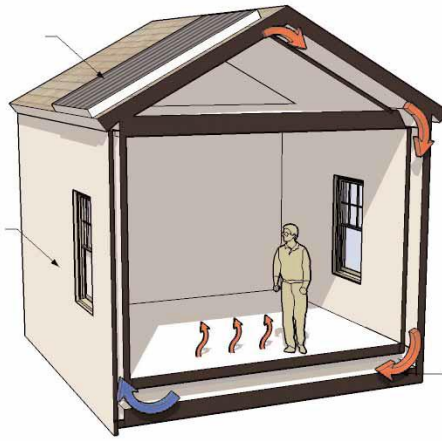
A levegő hőhordozó közeggel működő napkollektorokkal, amennyiben közvetlen befűvésű rendszerről van szó, elvileg jobb hatásfok érhető el, mint a folyadékos rendszerekkel, annak ellenére, hogy a kollektorban a hőátadás rosszabb, mint a folyadékos kollektorokban.



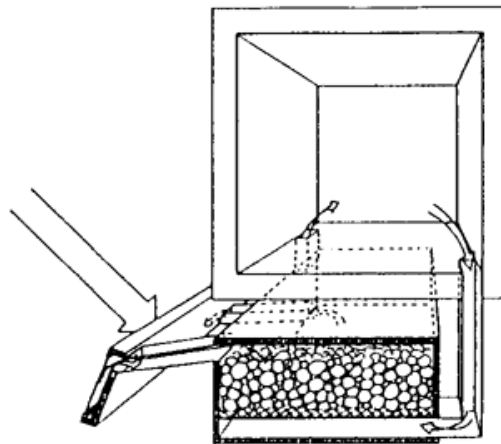
75. ábra Légfűtés rendszer tároló nélkül [37]



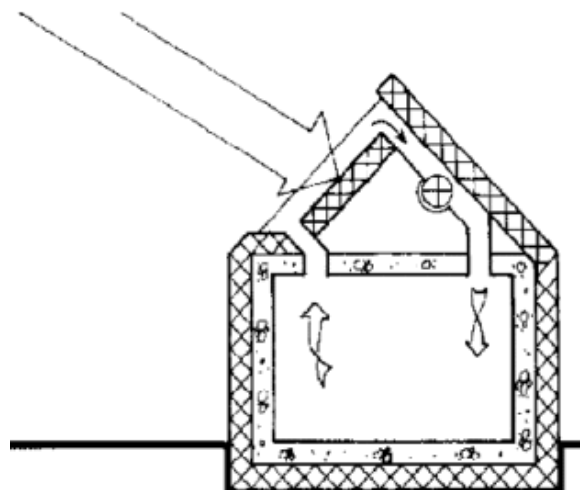
76. ábra Kétrétegű homlokzat [37]



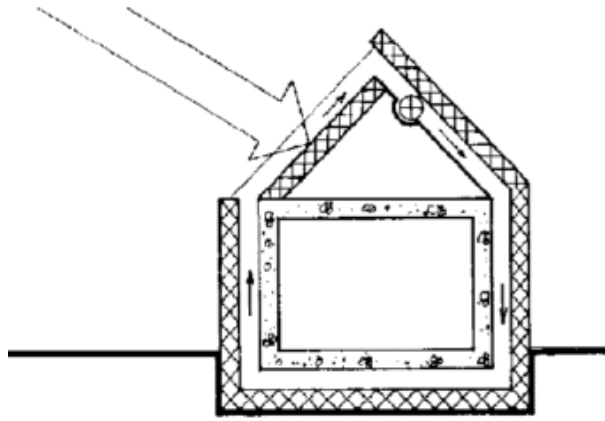
77. ábra Kétrétegű határoló szerkezet légkollektor fűtéssel, tárolóval [37]



78. ábra Gravitációs fűtés légkollektorral, kavicsöltetű hőtárolóval [5]



79. ábra Légfűtés légkollektorral [5]



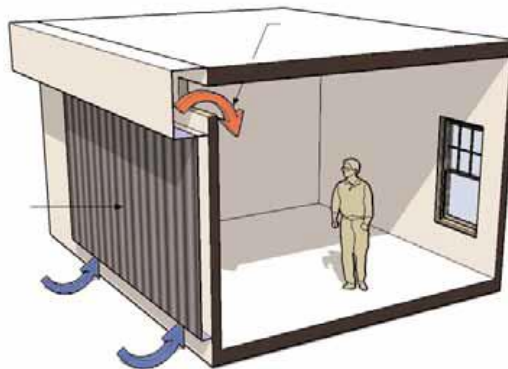
80. ábra Szerkezet temperálás légkollektorral [5]

Fontos a hővisszanyerő jó szabályozása!

A közvetlen befűvésű rendszerek előnye a kevesebb áttétel, a kevesebb számú hőcsere. Ha a kollektorban a léghőmérséklet eléri a 25...30 °C értéket, máris alkalmas arra, hogy bejuttassuk a helyiségbe. Folyadékos rendszer esetében, még ha padlófűtésről van is szó, a kollektorban legalább 40...50 °C hőmérsékletet kell elérni, a magasabb hőmérséklet pedig magasabb veszteséggel jár. A közvetlen befűvésű rendszer hátránya, hogy meg kell oldani a légáramlással kapcsolatos problémákat, gyakran lesz páralecsapódás a légkollektorban. Közvetett (hőcserelés) rendszerek esetén elvesz a közvetlen rendszer előnye, a jó hatásfok. A rendszer lehet hőtároló nélküli, vagy hőtárolós, ami többnyire kavicsöltetű.

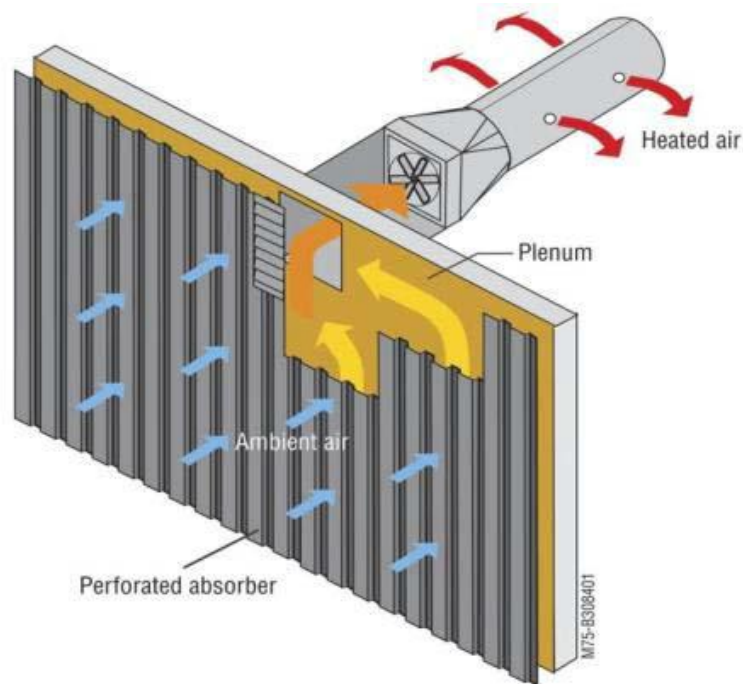
3.10.11. Szellőző levegő előmelegítése légkollektorral

Még jobb hatásfokot eredményez, ha a szellőző levegő beszívása történik a légkollektoron keresztül, hiszen ekkor a belépő közeg hőmérséklete a mindenkori külső léghőmérséklet, ami a fűtési időszakban jelentősen alacsonyabb, mint a helyiség léghőmérséklete.



81. ábra Szoláris szellőző levegő előfűtő rendszer [37]

Szoláris szellőző levegő előmelegítés technológia

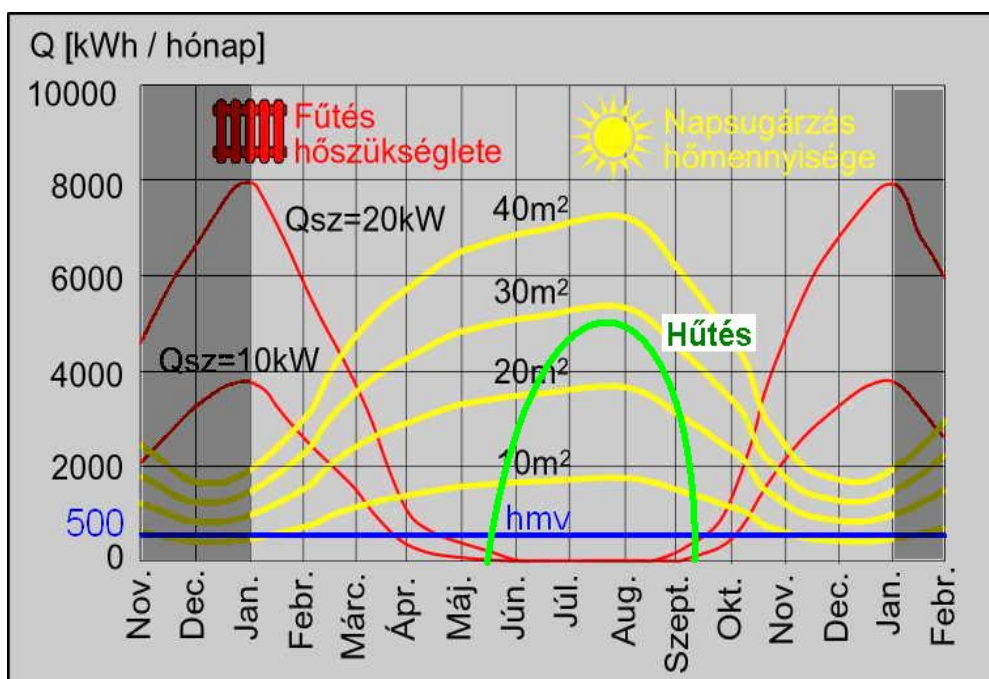


82. ábra Szoláris szellőző levegő előmelegítő kompakt berendezés (NREL) [23]

3.11. Aktív szolár rendszerek hűtésre

3.11.1. A hűtés energiamérlege

Amennyire ellentétes a napenergia rendelkezésre állása és a fűtés energiaigénye, annyira egybevág a hűtési (klímatisálási) energiaigény a napenergia hozammal.



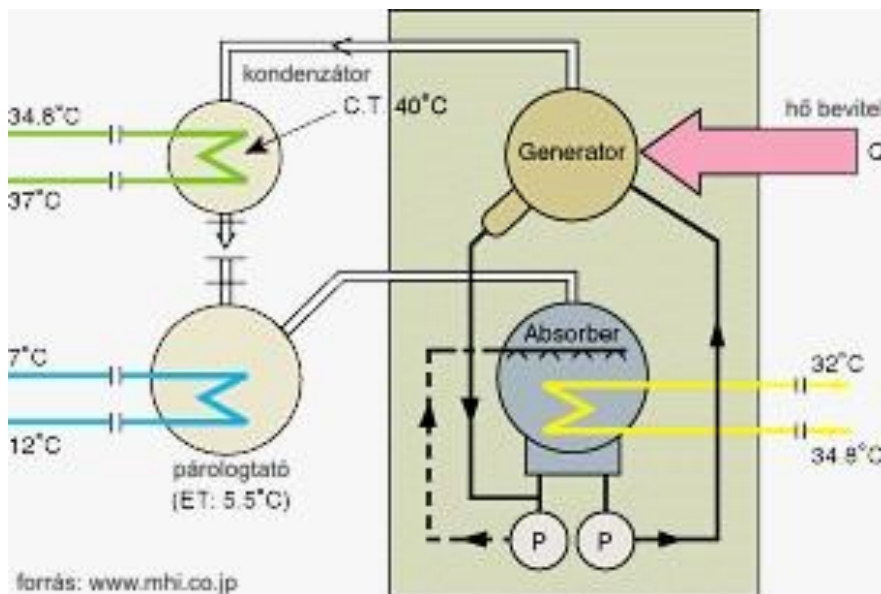
83. ábra A fűtési, a hűtési és hmv hőigény összehasonlítása a napenergia hozamának éves eloszlásával [12] (hűtés görbe a szerzőtől)

A hűtőgép lehet

- termikus (a napkollektor téli energiahozama felhasználható fűtésre, vízmelegítésre)
- elektromos: kompresszoros hűtő, Peltier elven működő hűtő (az üzemszünetben rendelkezésre álló elektromos energiahozam más célra felhasználható, vagy az elektromos hálózatba táplálható)

3.11.2. Abszorpciós hűtő

Az abszorpciós hűtő kiűzőjének fűtéséhez hőenergia szükséges. A kisméretű háztartási abszorpciós hűtő eléggé elterjedt elektromos energia fűtéssel, régebben gázfűtéssel. A gázfűtésűek újabban nagyobb méretben terjednek.



84. ábra Az abszorpciós hűtő működési elve [38]

Megfelelő munkaközeg választásával működtethető napkollektorral is, célszerűen vákuumcsöves típussal, amely a legjobb hatásfokot biztosítja magas hőmérsékleten.

3.11.3. Adszorpciós hűtők

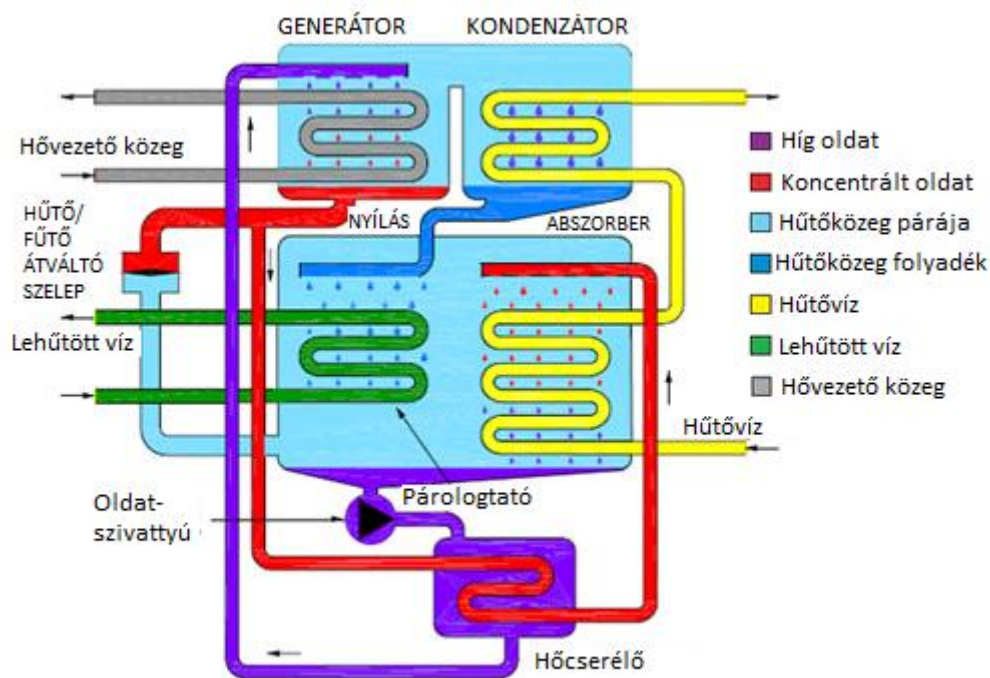
Az adszorpciós hűtők folyékony oldat helyett szilárd szorpciós anyagokat alkalmaznak. A piacon kapható rendszerek vizet használnak hűtőközegként és szilikagélt nedvszívóként; de az utóbbi időben egyes gyártók zeolitot használnak szilikagél helyett. A két rendelkezésre álló technológia tehát a szilikagél/H₂O és a zeolit/H₂O.

A berendezések két szorbens rekeszből állnak (lásd az alábbi ábrát) – az egyik a párolgató, a másik a kondenzátor. Míg az első rekeszben lévő szorbenset külső hőforrásból (pl. napkollektor) származó forró víz segítségével termelik újra, a második rekeszben lévő szorbens adszorbeálja a párolgatóból származó vízpárát. A 2. rekeszt hűteni kell a folyamatos adszorpció biztosításához. A párolgatóban lévő alacsony nyomásnak köszönhetően a párolgatóban lévő hűtőközeg gáz halmazállapotúvá változik azáltal, hogy felveszi a párolgási hőt a lehűtött vízkörből, miközben hasznos "hideget" állít elő. Az adszorpciós rekeszben lévő szorpciós anyag bizonyos mértékig telítődik vízpárával a két rekesz funkciót cserél egymással.

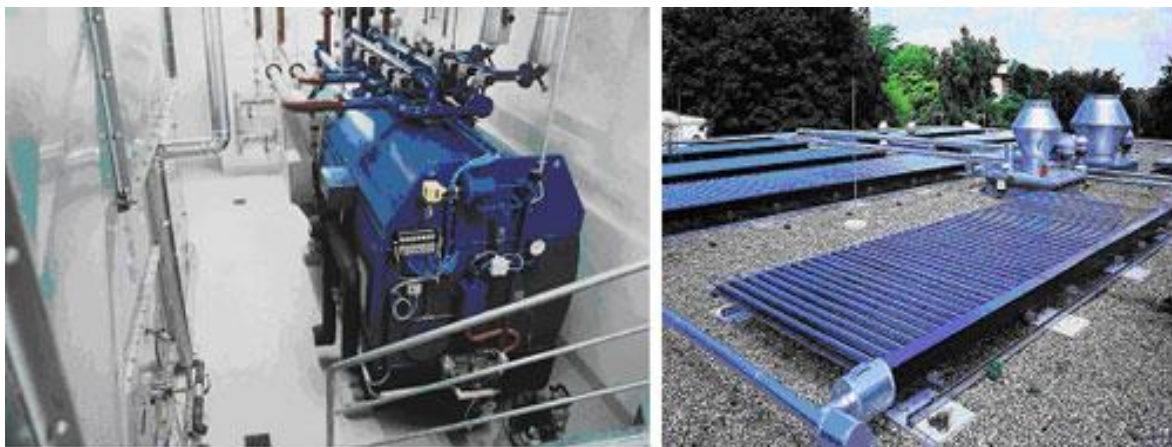
Jelenleg mindössze néhány ázsiai és európai gyártó foglalkozik adszorpciós hűtők előállításával. A két legrégebbi gyártó japán, de most egy német gyártó is belépett a piacra.

Szokványos üzemeltetési körülmények között, 80 °C üzemelési hőmérséklet mellett, a rendszer körülbelül 0,6 teljesítmény együtthatót (COP) ér el, de még kb. 60 °C hőmérséklet mellett is működtethető a rendszer. A berendezések hűtőteljesítmény-tartománya 5,5 és 500 kW között változik.

Az adszorpciós hűtők egyszerű mechanikai szerkezete és robusztus kivitele feltétlenül előnynek számít, hátránynak számít azonban a viszonylag nagy térfogat és tömeg. Nem áll fenn a kristályosodás veszélye, így nincsenek hőmérsékleti korlátok. Nincs belső oldat-szivattyú és az elektromos energiafogyasztás minimális. Emellett, mivel csak kis mennyiségben gyártják ezeket a berendezéseket, az adszorpciós hűtők ára jelenleg még meglehetősen borsos. Nagy lehetőség rejlik az adszorber rekeszekben lévő hőcserélők szerkezetének fejlesztésében, ami jelentősen csökkentheti az jövőbeni adszorpciós hűtőgenerációk térfogatát és tömegét. [39]



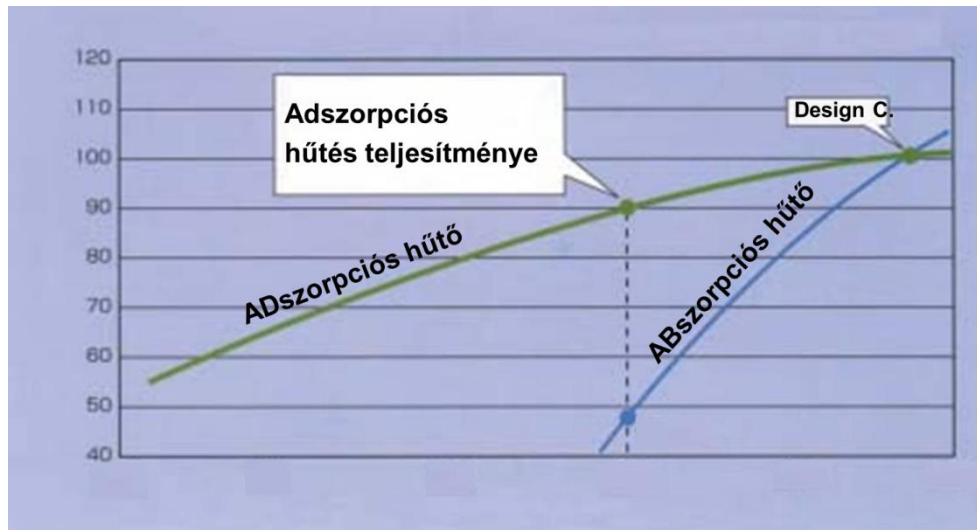
85. ábra Az adszorpciós hűtő működési elve [40]



86. ábra A Freiburgi (Németország) Egyetemi Kórház adszorpciós klímaberendezése [41]

Megjegyzés: A fenti ábrán balra a klímagép, jobbra a vákuumcsöves kollektormező. A tetőn vízszintesen elhelyezett vákuumcsöves napkollektorban az adszorber lemezek nem feltétlenül vízszintesek. Hűtési célú berendezések napkollektora célszerűen (közel)

vízszintes, mivel a vízszintes felületen nyáron nagy az energiahozam, de más berendezések esetében vákuumcsöves kollektorokkal ettől eltérő dőlésszöget is beállíthatunk.



87. ábra Az Adsorpció és az Abszorpció hűtő teljesítménye a fűtőközeg hőmérsékletének függvényében [42] [43]

3.12. Kapcsolódó EN szabványok

Egyedi megrendelésre épített rendszerek EN (TS) 12977 (újraszerkesztett)

TS EN 12977-1: Követelmények

TS EN 12977-2: Vizsgálati módszerek forró vizes hűtőkre és kombinált rendszerekre

EN 12977-3: Teljesítményvizsgálati módszerek napenergiás vízfűtő tárolókra

TS EN 12977-4: Teljesítményvizsgálati módszerek napenergiás kombinált rendszerekre

TS EN 12977-5: Szabályzó berendezések vizsgálati módszerei

Tartósság, megbízhatóság, biztonság kombinált rendszerek teljesítménye, ide értve a tárolókat és a szabályzó berendezéseket.

Nem ide értve: levegő (szellőző) rendszerek, hűtőrendszerek...

A „Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – egyedi megrendelésre épített rendszerek” az alábbi részekből áll:

prCEN/TS 12977-1: Általános előírások a napenergiás vízhűtőkre és a kombinált rendszerekre.

prCEN/TS 12977-2: Vizsgálati módszerek

EN 12977-3: Teljesítményvizsgálati módszerek napenergiás vízfűtő tárolókra

prCEN/TS 12977-4: Teljesítményvizsgálati módszerek napenergiás kombinált rendszerekre

prCEN/TS 12977-5: Szabályzó berendezések vizsgálati módszerei

MEGJEGYZÉS a “prCEN/TS” szabványok várhatóan CEN/TS szabványokká válnak a jövőben.

EN 12977-1:2012

Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik

Egyedi megrendelésre épült rendszerek

Általános előírások a napenergiás vízmelegítőkre és kombinált rendszerekre

Napenergiás teljesítmény, helyiség fűtőrendszerek, szolár fűtés, léghűtők, hőcserélők, fűtőberendezések, tartósság, megbízhatóság, háztartási, biztonsági előírások, napkollektorok, vízfűtők, hűtőrendszerek.

Kereszthivatkozások: EN 253, EN 307, EN 806-1, EN 806-2, EN 809, EN 1151-1, EN 1489, EN 1490, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4, EN 1993-1-1, EN 1999-1-1, EN 12828, EN 12975-1:2006, EN 12975-2, EN 12976-1:2006, EN 12977-2:2012, EN 12977-3, EN 12977-4, EN 12977-5, EN 60335-1, IEC 60335-1, EN 60335-2-21, IEC 60335-2-21, EN 62305-1, IEC 62305-1, EN ISO 9488:1999, ISO 9488:1999, ISO 9459-1:1993, ISO/TR 10217, EN 1717, EN 12976-2:2006, EN 15316-4-3

CEN EN 12977-2:

Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – egyedi megrendelésre épült rendszerek

2. rész: Vizsgálati módszerek a napenergiás vízhűtőkre és kombinált rendszerekre.

Napenergia, helyiségfűtő rendszerek, szolár fűtés, levegőfűtők, hőcserélők, fűtőberendezések, folyadékos berendezések alkatrészei, fő vizsgálat, teljesítmény vizsgálat, napkollektorok, vízfűtők, hűtő rendszerek, háztartási.

Ez az európai szabvány a kicsi és nagy egyedi megrendelésre épített napenergiás fűtőrendszerekre vonatkozik, amelyek folyadékos hűtő átvivő közeggel rendelkeznek a lakóépületekhez és hasonló alkalmazásokhoz, és vizsgálati módszereket nyújt az EN12977-1 alatt részletezett követelményeknek való megfelelés tanúsításához.

Ebben a dokumentumban megtalálható továbbá a hőteljesítmény elemzés módszere és a rendszer teljesítmény előrejelzésének módszere a kisebb egyedi megrendelésre készült rendszerekre a komponensek mérésével és a rendszer szimulációjával.

Ebben a dokumentumban megtalálható továbbá a hőteljesítmény elemzés módszere és a rendszer teljesítmény előrejelzésének módszere a nagy, egyedi megrendelésre készült rendszerekre.

Jelen dokumentum az alábbi típusú kisméretű egyedileg épített napenergiás fűtőrendszerekre vonatkozik:

- csak háztartási meleg víz készítésére való rendszerek,
- csak helyiség fűtésre használt rendszerek,
- csak háztartási meleg víz és helyiség fűtésre használt rendszerek,
- egyéb (például ide értve a hűtést).

Jelen dokumentum vonatkozik nagyméretű egyedileg épített napenergiás fűtőrendszerekre, elsősorban a napenergiás előhűtő rendszerekre, amelyek egy vagy több tárolóval rendelkeznek, hőcserélőkre, csővezetékerekre, automata vezérlőkre és a kollektor kör folyadékára vonatkozóan szivattyús keringtetéssel rendelkező kollektor rendszerekre.

Jelen dokumentum nem vonatkozik

- víztől eltérő hűtőközeggel működő rendszerekre (például fázisváltó anyagok),
- termoszifon rendszerekre,
- belső kollektor tárolóra (ICS rendszerek).

Kereszthivatkozások: EN 307, EN 806-1, EN 809, EN 1151-1, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4, EN 12975-1:2006, EN 12975-2:2006, EN 12976-1:2006, EN 12976-2:2006, EN 12977-1:2012, EN 12977-3:2012, EN 12977-4:2012, EN 12977-5:2012, EN 60335-1, IEC 60335-1, EN ISO 9488:1999, ISO 9488:1999, ISO 9459-5:2007, ISO/TR 10217, DIN 43, DIN IEC 751, BS 5918:1989, EN 60335-2-21:2003, IEC 60335-2-21:2002

EN 12977-3:2008

Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik, egyedileg épített rendszerek, teljesítményvizsgálati módszerek a napenergiás vízfűtő tárolókra.

Napenergia, napenergiás fűtőrendszerek, napenergiás fűtés, levegőfűtők, hőcserélők, fűtő berendezések, víztárolók, víztároló ciszternák, melegvízes tárolók, teljesítményvizsgálat, hőmérés, hőtranszfer, hőveszteség.

Bevezetés

Jelen európai szabványban leírt napenergiás fűtőrendszerek tárolóinak vizsgálati módszerei, szükségesek ahhoz, hogy meghatározzák a kisméretű egyedileg épített rendszerek hőteljesítményét a prCEN/TS12977.1.-ban leírtak szerint.

Jelen európai szabványban leírt vizsgálati módszer egy teljes paraméter sort biztosít, amelyek szükségesek a tároló hőtechnikai viselkedésének szimulációjához, ami egy kisméretű, egyedileg épített napenergiás termális rendszer része.

Az olyan tároló paraméterek meghatározásához, mint a hőkapacitás és a hőveszteség arány a szabványosított módszer az EN12987-ben található, és ezt lehet alternatívaként használni.

1.MEGJEGYZÉS

A hagyományos fűtőrendszerek tárolóihoz már létező vizsgálati módszerek nem elegendők a napenergiás hőfejlesztő rendszerekhez. Ez annak a ténynek tudható be, hogy a napenergiás fűtőrendszerek teljesítménye sokkal nagyobb mértékben függ a tároló hőtechnikai viselkedésétől (például sztratifikáció, hőveszteség), mint a hagyományos rendszerek esetében. Ennélfogva külön dokumentumra van szükség a napenergiás fűtőrendszerek tárolóinak hőtechnikai jellemzéséhez.

Tartalom

Előszó

Bevezetés

1. Hatály

2. Normatív hivatkozások

3. Feltételek és fogalom meghatározások

4. Szimbólumok és rövidítések

5. Tárolók osztályozása

6. Laboratóriumi tároló tesztelés

6.1. A tesztállvány előírásai

6.1.1. Általános tájékoztató

6.1.2. Mért mennyiségek és mérési eljárás

6.2. Tároló beüzemelése

6.2.1. Felszerelés

6.2.2. Csatlakoztatás

6.3. Vizsgálati és kiértékelési folyamatok

6.3.1. Általános tájékoztató

6.3.2. Vizsgálati sorrendek

6.3.3. A teszt szekvenciák adatfeldolgozása

7. Tároló teszt kombinálva a rendszertesztel az ISO 9459 szerint

8. Tároló teszt az EN12897 szerint

9. Vizsgálati jelentés

9.1. Általános

9.2. A tároló leírása

9.3. Vizsgálati eredmények

9.4. Paraméterek a szimulációhoz

A. melléklet (normatíva) Tároló modell Benchmark mérések

A.1. Általános

A.2. A tároló hőmérséklete nyugalmi állapotban

A.3. Hőátadás a hőcserélőből a tárolóba

B. Függelék (normatíva) Tároló teszteredmények igazolása

B.1. Általános

B.2. Tesztszekvenciák a tároló teszteredmények igazolására

B.2.1. Igazolási szekvenciák a tároló vizsgálati állványának méréseiből

B.2.2. Tesztszekvenciák, amelyeket az egész rendszerből nyertünk az ISO 9459-5 szerint

B.3. Hitelesítési eljárás

B.3.1. Általános

B.3.2. Energiaátvitel hibái

B.3.3. Energetikai teljesítmény hibái

C. Függelék (normatíva) Benchmarkok a paraméterek meghatározásához

D. Függelék (informatív) Követelmények a numerikus tároló modellhez

D.1. Általános

D.2. Feltételezések

D.3. Az energia egyensúly kiszámítása

E. Függelék (informatív) A tároló paraméterek meghatározása „up-scaling” (felkonvertálás, egyre finomabb felbontás alkalmazása) és down-scaling” (lekonvertálás, egyre átfogóbb felbontás alkalmazása) módszerrel

E.1. Általános

E.2. Előírások

E.3. A tároló paraméterének meghatározása

E.3.1. A tároló hőkapacitása

E.3.2. A tároló magassága

E.3.3. A hőveszteségi kapacitás arányának meghatározása

E.3.4. A csatlakozások és a hőérzékelők relatív magassága

E.3.5. Hőcserélők

E.3.6. A hőmérséklet szerinti rétegződés csökkenését leíró paraméter nyugalmi állapotban

E.3.7. A hőmérséklet szerinti rétegződés csökkenését leíró paraméterek üritéskor

F. Függelék (informatív) a melegvíz komfort meghatározása

Irodalomjegyzék

Kereszthivatkozások: EN 12828, EN 12897, EN ISO 9488:1999, ISO 9488:1999, ISO 9459-5, EN 12976-2, prCEN/TS 12977-1, prCEN/TS 12977-2, prCEN/TS 12977-4

EN 12977-4:2012

Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik, egyedileg épített rendszerek, teljesítményvizsgálati módszerek a napenergiás vízfűtő tárolókra.

Napenergia, napenergiás fűtőrendszerek, napenergiás fűtés, levegőfűtők, hőcserélők, fűtőberendezések, víztárolók, víztároló ciszternák, melegvíz-tárolók, teljesítményvizsgálat, hőtechnikai mérések, hőátszármaztatás, hőveszteség.

Jelen európai szabvány részletezi azon tárolók teljesítményjellemezésének vizsgálati módszereit, amelyet kis egyedi rendszerekhez szándékoznak használni, ahogy azt leírja a prEN12977-1. Jelen dokumentum szerint tesztelt tárolókat gyakran használják napenergiás kombinált rendszerekben. Azonban valamennyi egyéb hőtároló, amely vizet használ hőtároló közegként (például hőszivattyú rendszerekhez), hőtéljesítménye kiértékelhető a jelen dokumentumban részletezett vizsgálati módszerekkel. Jelen dokumentum vonatkozik a legfeljebb 3000 liter névleges térfogatú hőtárolókra, amelyeknek nincs integrált égője. Jelen dokumentum kizárólag a prEN12977-3-2011-re való hivatkozáson alapul.

Jelen dokumentum értelmében leírt napenergiás fűtőrendszerek vizsgálati módszerei megkövetelik a kisméretű, egyedileg épített rendszerek hőtéljesítményének meghatározását, olyan rendszerekét, amelyeket kombinált háztartási meleg víz készítésére és helyiségfűtésre használnak, ezek az úgynevezett napenergiás kombi rendszerek, ahogy azt részletesen leírja az EN12977-1. A vizsgálati módszerben megadunk paramétereket, amelyek a kis egyedileg épített rendszerek részeként épült tárolók hőtechnikai viselkedésének szimulálásához szükségesek.

I. MEGJEGYZÉS

Az EN 12897-ben megadott tárolókra vonatkozó vizsgálati módszerekkel csak néhány paraméter határozható meg a tároló hőtechnikai viselkedésének jellemzésére. Ezen néhány paraméter nem elegendő a kis egyedi építésű rendszerek hőtárolási teljesítményének meghatározására az EN12977-2-ben leírtak szerint.

2. MEGJEGYZÉS A hagyományos fűtőrendszerek tárolóihoz már létező vizsgálati módszerek nem elegendők a napenergiás hőfejlesztő rendszerekhez. Ez annak a ténynek tudható be, hogy a napenergiás fűtőrendszerek teljesítménye sokkal nagyobb mértékben függ a tároló hő viselkedésétől (például stratifikáció, hőveszteség), mint a hagyományos rendszerek. Ennélfogva külön dokumentumra van szükség a napenergiás fűtőrendszerek tárolóinak hőtechnikai jellemzéséhez.

3. MEGJEGYZÉS

A tárolók teljesítményjellemzéséhez szükséges vizsgálati módszerekkel kapcsolatos további információkat lásd az EN12977-3-ban, valamint a [1] az irodalomjegyzékben.

Tartalom

Előszó

Bevezetés

1. Hatály

2. Normatív hivatkozások

3. Feltételek és fogalom meghatározások

4. Szimbólumok és rövidítések

5. Tárolók osztályozása

6. Laboratóriumi tároló vizsgálat

6.1. A tesztállvány előírásai

6.1.1. Általános

6.1.2. Mérési adatok és mérési eljárás

6.2. A tároló beüzemelése

6.2.1. Felszerelés

6.2.2. Bekötés

6.3. Tesztelés és kiértékelési folyamatok

6.3.1. Általános

6.3.2. Tesztszekvenciák

6.3.3. A tesztszekvenciák adatainak feldolgozása

7. Vizsgálati jelentések

7.1. Általános

7.2. A tároló leírása

7.3. A vizsgálati eredmények

7.4. A szimuláció paramétere

A. Függelék (normatív) Tároló modell Benchmark vizsgálatok

B. Függelék (normatív) A tároló vizsgálati eredmények hitelesítése

C. Függelék (normatív) Benchmarkok a paraméter azonosításhoz

D. Függelék (informatív) Előírások a numerikus tároló modellhez

E. Függelék (informatív) A meleg víz komfort meghatározása

Irodalomjegyzék

Táblázatok

1. Táblázat – kombi tárolók osztályozása

2. Táblázat – áramlási sebességek és tároló beviteli hőmérsékletek a CD teszthez

3. Táblázat – áramlási sebességek és tároló beviteli hőmérsékletek a CI teszthez

4. Táblázat – áramlási sebességek és tároló beviteli hőmérsékletek a DD teszthez

5. Táblázat – áramlási sebességek és tároló beviteli hőmérsékletek a DI teszthez

Kereszthivatkozások: EN 12828, EN 12977-3:2012, EN ISO 9488:1999, ISO 9488:1999, EN 307, EN 12976-2, EN 12977-1, EN 12977-2, EN 12897

EN 12977-5:2012

Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik, egyedi megrendelésre épített rendszerek, teljesítményvizsgálati módszerek a vezérlő berendezéshez.

Napenergia, napfűtő rendszerek, napfűtés, levegőfűtők, hőcserélők, fűtőberendezések, vezérlőberendezések, kontrollerek, szabályzók, hőmérséklet-szabályzók, termosztátok, szondák, áramlásszabályzók, nyomásszabályzók, működtetők, vezérlőeszközök, teljesítményvizsgálat.

Jelen európai szabvány részletezi a teljesítményvizsgálati módszereket a szabályzó berendezésekhez. Emellett jelen dokumentum tartalmazza az előírásokat a szabályzó berendezések pontossága, tartóssága és megbízhatósága tekintetében. Jelen dokumentumban leírt vizsgálatok csak az elektromosan aktivált alkatrészekre korlátozódnak, melyeket a végső szállító rendszeréhez szállítanak le. Jelen dokumentum céljából és a napenergiás fűtőrendszerek és kiegészítő fűtők szabályzó berendezéseire, ha azok egy rendszer részei, a következő megszorítások érvényesek:

a) Szabályzók, mint:

1. Rendszerórák, időzítők és számlálók
2. Differenciális termosztátok
3. Multifunkciós szabályzók
4. Szenzorok, mint:
 1. Hőmérséklet szenzorok
 2. Besugárzási szenzorok (rövidhullámú besugárzáshoz)
 3. Nyomásérzékelők
 4. Szintérzékelők
 5. Áramlásmérők
 6. Hőmennyiségmérők

c) Működtetők, mint:

1. Szivattyúk
2. Szolenoid és motoros szelepek
3. Relék

d) Szabályzók, szenzorok és fent felsorolt működtetők kombinációi.

Jelen dokumentumban leírt eljárások további célja az, hogy hitelesítse a kontroll algoritmusokat és a szenzorok pontosságával együtt meghatározza a szabályzó paramétereket. A szabályzó működésének igazolása mellett a berendezési a működtetők, a meghatározott paramétereket fel lehet használni a numerikus rendszer szimulációihoz. Jellemzően az elektromos anódok (korrózió elleni védelem) nem részei a szabályzó berendezésnek, és nem irányítják őket a szabályzó berendezések. Mivel azonban elektromos berendezésekről van szó, az elektromos anódokra vonatkozik ez a dokumentum. Jelen dokumentum érvényes az olyan napenergiás fűtőrendszerek irányító berendezéseire, amelyek célja a HMV készítés és/vagy helyiségfűtés. Amennyiben a napenergiás rendszer csatlakozik vagy része egy hagyományos fűtőrendszernek, a hitelesítés kiterjed az egész rendszerre.

Az alábbi szabványokkal ötvözve: EN 12976-1, EN 12976-2 továbbá FprEN 12977-1, FprEN 12977-2, FprEN 12977-3 és FprEN 12977-4 jelen dokumentum érvényes:

e) gyári napenergiás fűtőrendszerekre,

f) kisméretű egyedi építésű napenergiás fűtőrendszerekre,

- g) nagyméretű egyedi építésű napenergiás fűtőrendszerekre,
h) kiegészítő fűtőberendezésekre, amelyeket az
e) rendszerhez csatlakoztatva használnak az f) és a g) rendszerhez.

Kereszthivatkozások: EN 1151-1, EN 12975-2, EN 12976-1:2006, EN 12977-1:2012, EN 60038, IEC 60038, EN 60255, IEC 60255, EN 60335-1, IEC 60335-1, EN 60335-2-21, IEC 60335-2-21, EN 60730, IEC 60730, EN 62305-3, IEC 62305-3, EN ISO 4413, ISO 4413, EN ISO 9488:1999, ISO 9488:1999, ISO 9060, ISO/TR 9901, ISO 15218, DIN 43, DIN IEC 751, IEC 60747-6, EN 12975-1, EN 12976-2, EN 15316-4-3, EN 60947

A kapcsolódó szabványok összegzése:

EN 12975-1:2006+A1:2010 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – kollektorok – Első rész: általános előírások

EN 12975-2:2006 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – kollektorok – Második rész: vizsgálati módszerek 89/106/EEC

EN 12976-1:2006 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – gyári rendszerek
Első rész: általános előírások

EN 12976-2:2006 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – gyári rendszerek
Második rész: vizsgálati módszerek

EN 12977-1:2012 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – egyedi megrendelésre készült rendszerek

Első rész: általános előírások a napenergiás vízfűtőkhöz és kombinált rendszerekhez -

EN 12977-2:2012 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – egyedi megrendelésre készült rendszerek

Második rész: vizsgálati módszerek a napenergiás vízmelegítőkhöz és kombinált rendszerekhez.

EN 12977-3:2012 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – egyedi megrendelésre épült rendszerek

Harmadik rész: teljesítményvizsgálati módszerek a napenergiás vízfűtő tárolókhöz.

EN 12977-4:2012 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – egyedi megrendelésre épült rendszerek

Negyedik rész: teljesítményvizsgálati módszerek a napenergiás kombinált tárolókhöz.

EN 12977-5:2012 Napenergiás fűtőrendszerek és alkatrészeik – egyedi megrendelésre épült rendszerek

Ötödik rész: teljesítményvizsgálati módszerek a szabályzó berendezésekhez.

EN ISO 9488:1999 napenergia – szótár (ISO 9488:1999) 60947, ISO 9022-9, EN 809

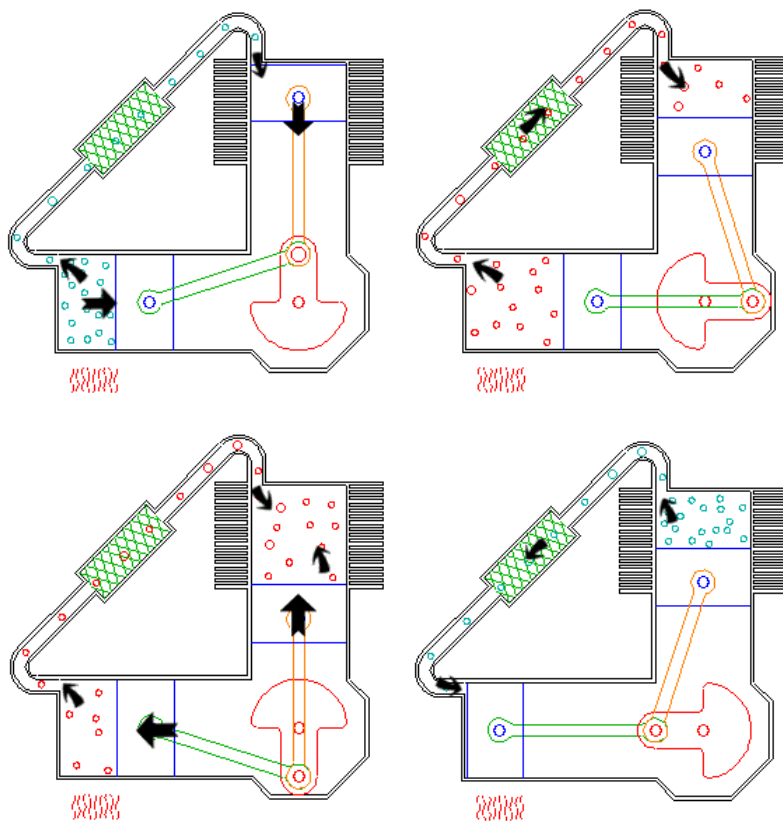
3.13. Speciális rendszerek

3.13.1. Stirling-motor

A Stirling-motor külső égésű motor, 1816-ban alkotta meg a skót származású Robert Stirling. A Stirling-gép napenergiával történő „fűtésének” ötlete a híres angol/amerikai feltaláló John Ericsson nevéhez fűződik. Napjainkban városi autóbuszokban, vízi és vasúti járművekben is fellelhető a Stirling-motor. A NASA kiemelt kutatási terveiben szerepel a napenergiával hajtott, elektromos energiát termelő Stirling-motorok létrehozása. Európában Spanyolországban folynak a legintenzívebb kísérletek.

3.13.2. V hengerelevezésű Stirling-motor

Stirling-motor különböző elrendezésekben létezik. Közös a két henger 90° fáziskülönbsége. Az egyik henger kívülről fűtött, a másik hűtött. A következő ábráson, ami bemutatja a működését, a vízszintes henger fűtött, a függőleges hűtött.



88. ábra V-elrendezésű Stirling-motor [45]

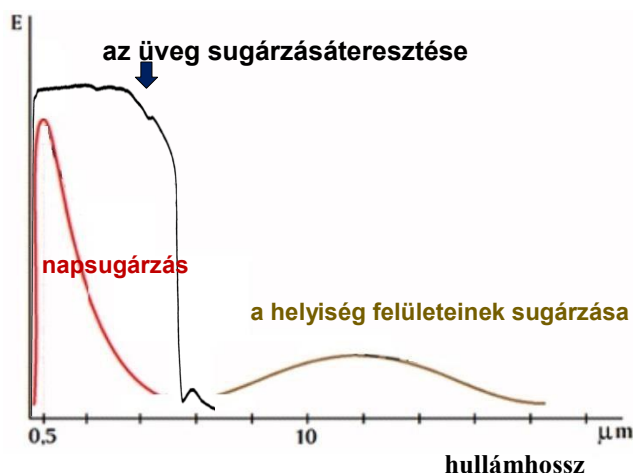
A hatásfok annál jobb, minél nagyobb a két henger közti hőmérséklet-különbség. A hatásfok a két henger közti levegőt vezető csővezetékbe épített hűtővel fokozható.

A Stirling-motor hajtható vákuumcsöves napkollektorral, vagy parabolikus koncentrátorral.

A mechanikai munka sokféleképpen nasználható, pl. elektromos áram termelés, hűtőgép kompresszor hajtás...

4. Passzív szolár termikus rendszerek

4.1. Az üvegházhatás

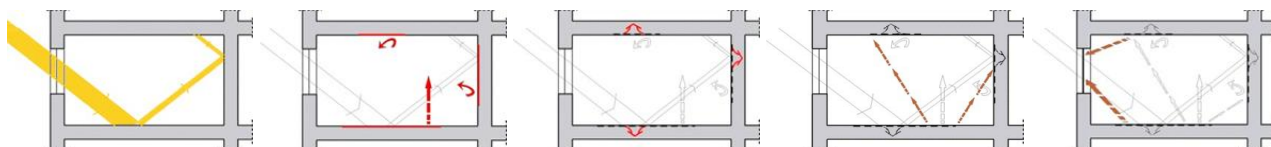


89. ábra Az üvegházhatás

Az üveg a napsugárzást nagyrészt átengedi, de a helyiség felületei által kibocsátott hosszuhullámú sugárzást jó hatásfokkal nem.

4.1.1. Üvegházhatás az épületben

A helyiségbe bejutó sugárzás gyakorlatilag teljes mértékben elnyelődik. Az elnyelt energiától a felület felmelegszik, melegíti a levegőt, és vezetéssel hőáram indul a szerkezet belsejébe. A felület hosszuhullámú, más néven infrásugárzást bocsát ki, az üvegezések azonban ebben a sugárzási spektrumban gyakorlatilag átlátszatlanok.



90. ábra Üvegházhatás az épületben [Zöld A.]

4.2. A passzív szolár építészet alapelvei

A passzív szolár építészet

- nem stílus,
- nem szerkezetek, amelyeket csak fel kell szerelni.

A passzív szolár építészet

- gondolkodásmód,
- energiatudatosság,
- tervezési eszköz,
- harmónia a természettel.

Attól, ha egy ház passzív szolár, nem lesz se szép, se csúnya. Vannak nagyon szép, és nem kifejezetten szép passzív szolár épületek egyaránt.

4.2.1. Az épület tömegformálása

A passzív szolár építészet is, mint minden energiatudatos építészet, a célszerű tömegformálással kezdődik. A felület/térfogat (A/V) arány legyen minél kedvezőbb, azaz

legyen minél „kompaktabb” az épület, kerüljük az indokolatlan tagolásokat! A kocka, sőt a félgömb formától (amelyek a legkedvezőbb A/V arányúak) azonban el lehet térni, hogy hosszabb déli tájolású homlokzat legyen. Ezzel ugyanolyan hosszú északi homlokzat is lesz, de azt nagyon jól lehet hőszigetelni, és kevés nyílás legyen rajta. Nagy épületek esetében kerüljük azonban a túlzott traktusmélységet, ami megnöveli a mesterséges világítási igényt!



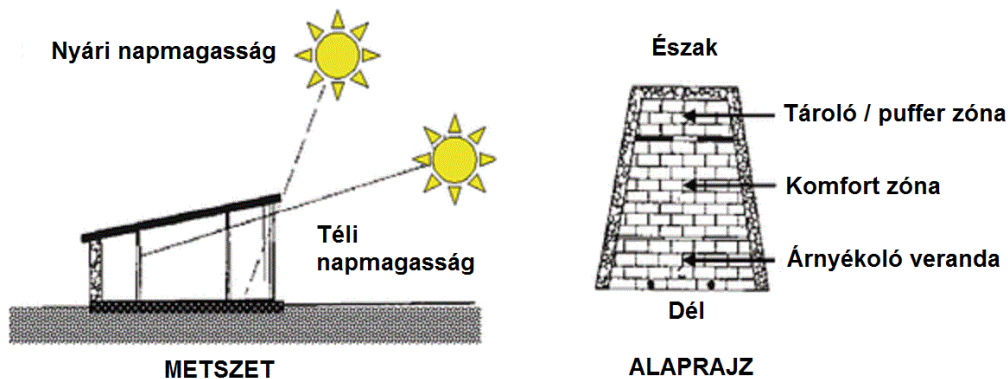
91. ábra Minimális lehűlő felület – maximális szolár nyereség

(Ritkán valósítható meg ennyire kiválóan)

4.2.2. A helyiségek védőzónás elrendezése

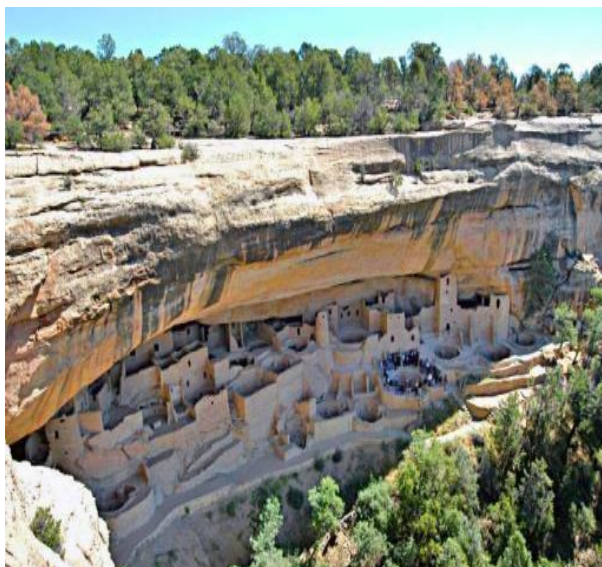
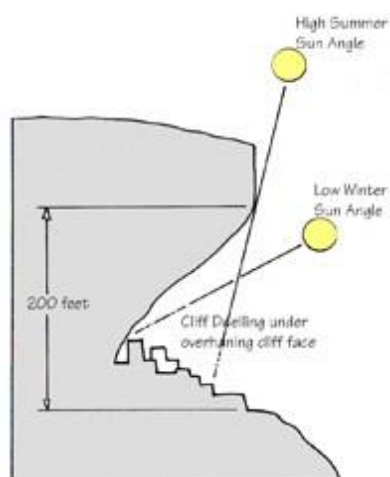
A hőtechnikailag igényes helyiségek a déli oldalra kerüljenek, ami télen jól benapozott, nyáron viszont nem nagy a hőterhelése a magas napállás miatt.

Az északi oldalon képezzünk ki védő (puffer) zónát hőtechnikailag kevésbé igényes helyiségekből (kamra, konyha, gardrób, szülői háló...) A fürdő is ide kerülhet, mert bár 24°C-ra fűtjük, de csak reggel és este használjuk rövid ideig. Napközben alacsonyra kell állítani a hőmérsékletet.



92. ábra Helyiségek elrendezése a benapozás figyelembevételével

4.2.3. Az anasazi indiánok lakhelye Mesa Verde, Colorado, USA



93. ábra Az anasazi indiánok lakhelye Mesa Verde, Colorado [88]

A sziklaperem védelmet nyújt a nyári napsugárzás ellen, de beengedi a télt. Szélvédettséget ad északról.

4.2.4. Rurális építészet

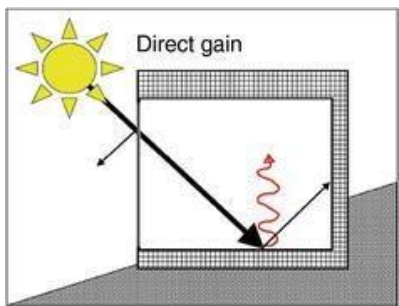
Ábra: Dr. Koski



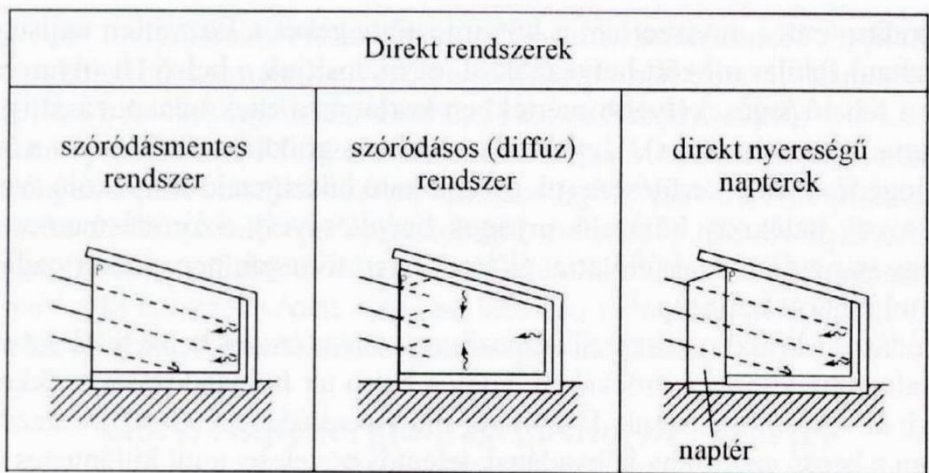
94. ábra Hagyományos tornácos ház jellemző tájolása [89]

A hagyományos parasztházak tornáca jellemzően déli, vagy ahhoz közel álló tájolású, ami szélvédettséget és kedvező benapozást biztosít télen és nyáron egyaránt (nyáron védelmet ad a közvetlen napsugárzás ellen).

4.3. Passzív szolár technikák, direkt rendszerek

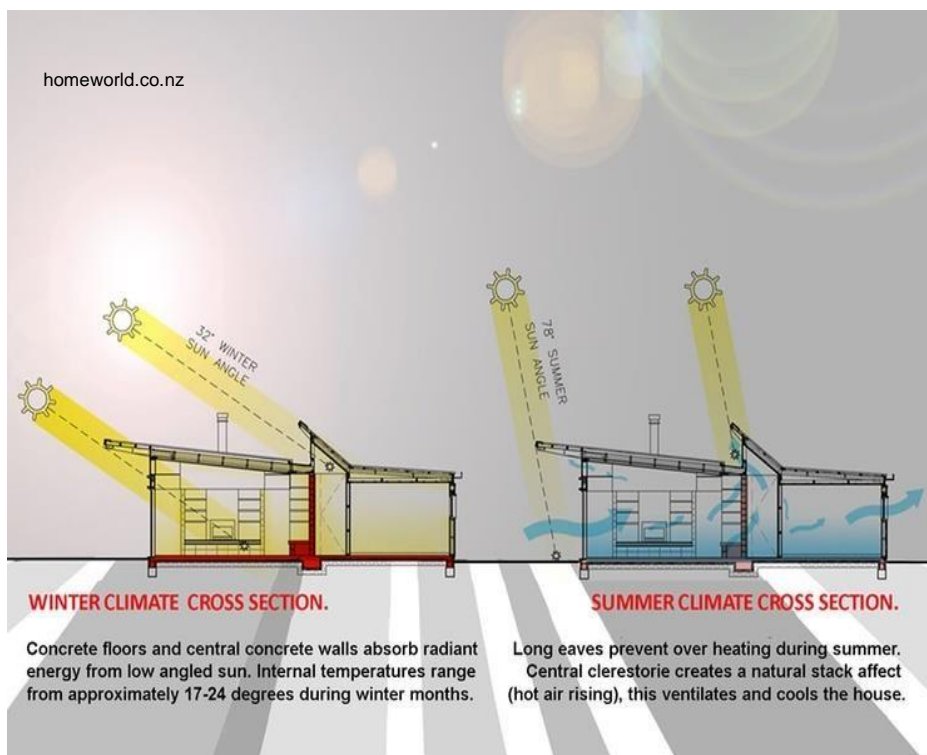


95. ábra Közvetlen (direkt) benapozás



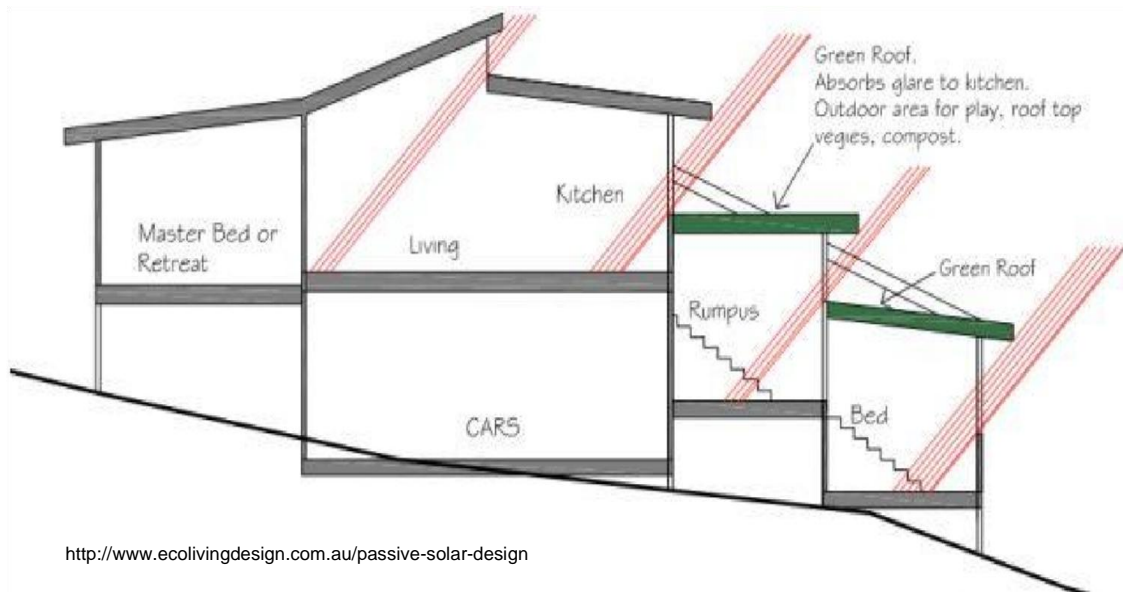
96. ábra Direkt rendszerek, közvetlen benapozás változatok [90]

4.3.1. Benapozás az északi traktusba



97. ábra Benapozás az északi traktusba

Ha az épület É-D-i mérete nagyobb, mint 8-10 m, akkor felülvilágítóval biztosíthatunk közvetlen benapozást az északi traktusnak



98. ábra Mély épületek benapozása lejtős terepen

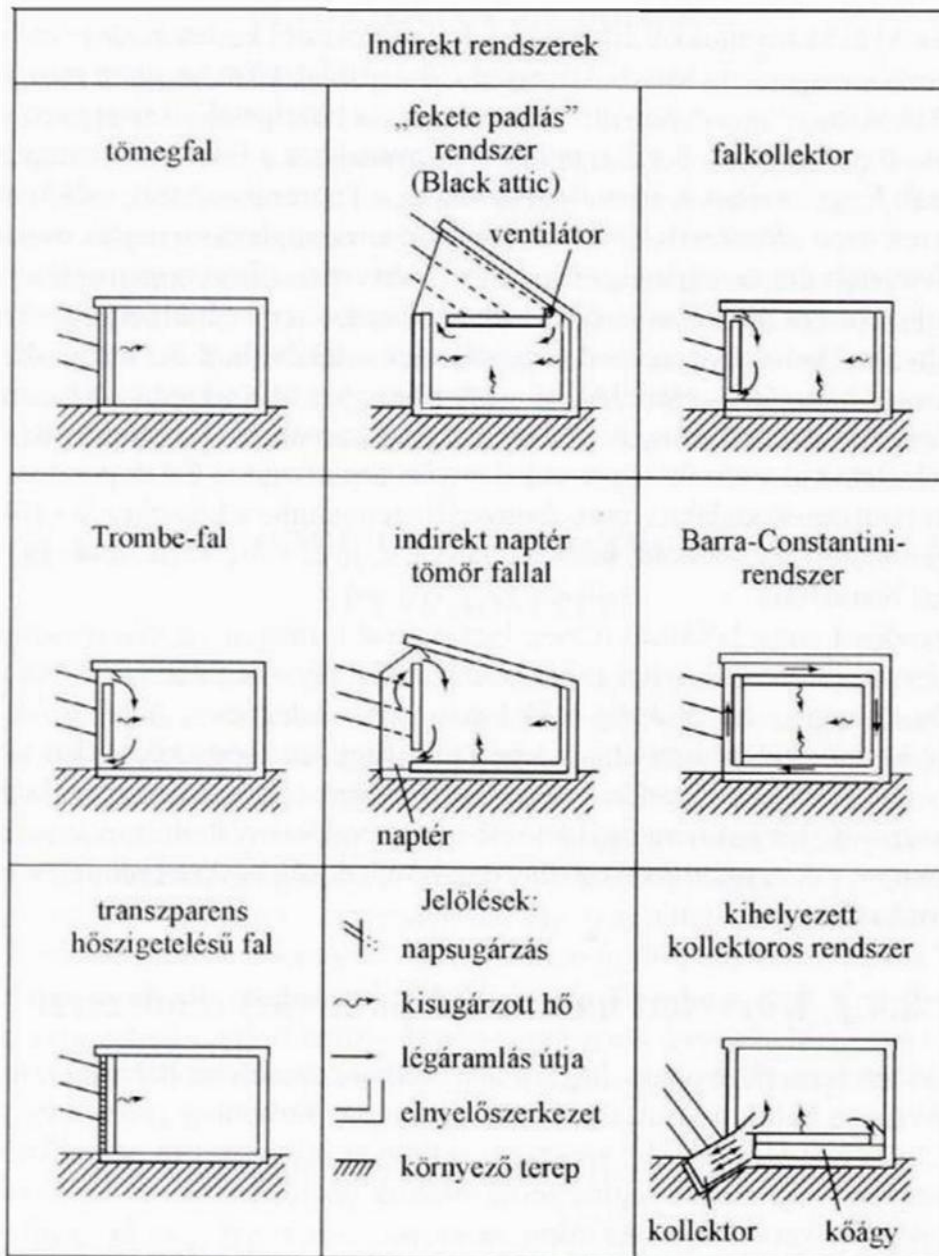
4.3.2. Különleges bevilágítók



99. ábra Célirányosan tervezett aszimmetrikus felülvilágító [90]

A bevilágító sávok alakja a napsugárzás geometriájához igazodik, bizonyos tartományban a direkt sugárzás bejutását nem teszi lehetővé. (Sevillai Egyetem Mérnökkari Laboratóriumi Épület, tervezők J. Lopez, J. M. Cabeza)

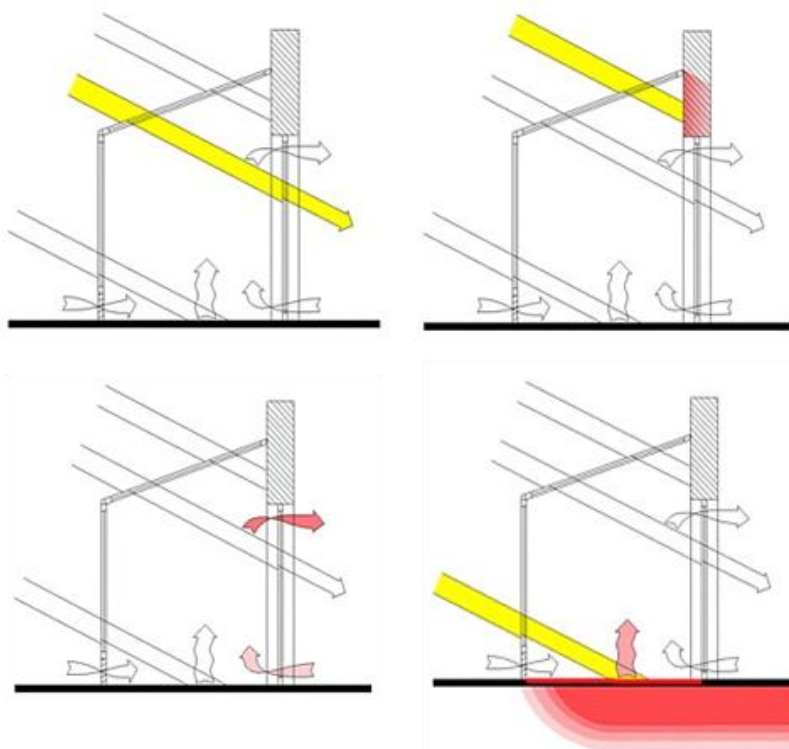
4.4. Passzív szolár technikák, indirekt rendszerek



100. ábra Indirekt rendszerek összefoglaló táblázata [90]

Egyes rendszerek szellőző levegő előmelegítésre is alkalmazhatók.

4.4.1. Az épülethez kapcsolt déli tájolású naptér (üvegház, télikert)



101. ábra A naptér működése [90]

Télen, borult időben is csökkenti a hőveszteséget, mint átmeneti védő zóna.

Napos időben fűti az épületet. Egyrészt a naptéren keresztül közvetett benapozást kapnak a kapcsolódó fűtött terek, másrészt a naptér tömör felületeit a napsugárzás felmelegíti. A fűtött terekkel határos felületek hővesztesége ezzel tovább csökken. Ha a szerkezet hőmérséklete magasabb lesz, mint a fűtött téré, akkor a közös fal fűt befelé. A szerkezetek hőtároló tömegétől függően azok felmelegedése több órát vesz igénybe, így a hatás elhúzódik, akár naplemente utánra.

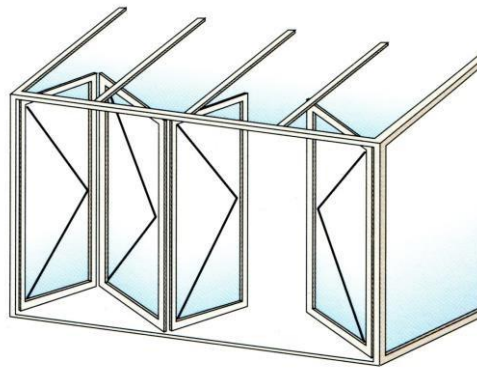
A felmelegedett szerkezetek melegítik a naptér levegőjét is. Ha naptér léghőmérséklete meghaladja a fűtött terekét, akkor a meleg levegő bevezethető a belső terekbe. A bevezetés történhet egyszerűen a nyílászáró kinyitásával. Célszerű elhelyezni a naptérben egy nagyméretű hőmérőt, hogy felhívja a figyelmet, érdemes kinyitni a nyílászárót. Hatékonyabb lesz a működés, ha automatizált ventilátor szállítja a meleg levegőt a belső terekbe. Főleg akkor van nagy szerepe, ha éppen senki sincs otthon, aki kinyitná a nyílászárót. A ventilátor kapcsolására egy egyszerű szobatermosztát is megfelel. Ha a naptérben a léghőmérséklet meghaladja a 24°C értéket, a ventilátor működik. A termosztátot úgy kell elhelyezni, hogy a napsugárzás ne érje. A belső terekből a (hidegebb) levegő visszavezetéséről gondoskodni kell. A ventilátor működtethető napelemmel is.

Üvegezése lehet egyrétegű, vagy többrétegű.

A „passzív szolár” fogalom nincs egyértelműen definiálva, mint például a „passzív ház”. Különböző felfogások léteznek, hogy mennyi kiegészítő (aktív) gépészet, elektronika engedhető meg. Vannak, akik teljesen elutasítják, mások nem. Ilyen kiegészítő, hatékonyság növelő eszköz az automatikusan működő ventilátor is.

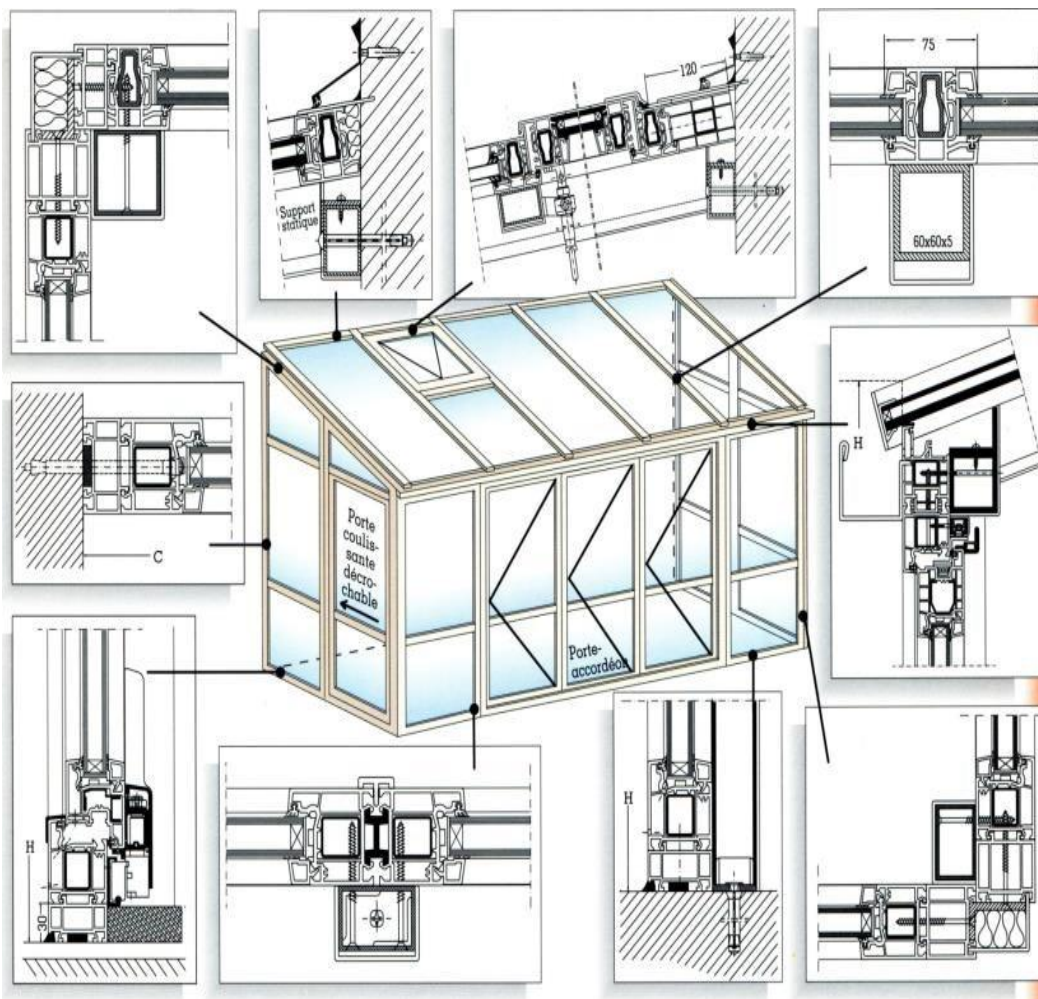
A naptér a szellőző levegő előmelegítésére is használható úgy, hogy a beszellőzést a naptéren keresztül oldjuk meg.

Nyárra árnyékolni kell, esetleg (részben) eltávolítani az üvegezést! Így nyárra nyitott terasszá válik.



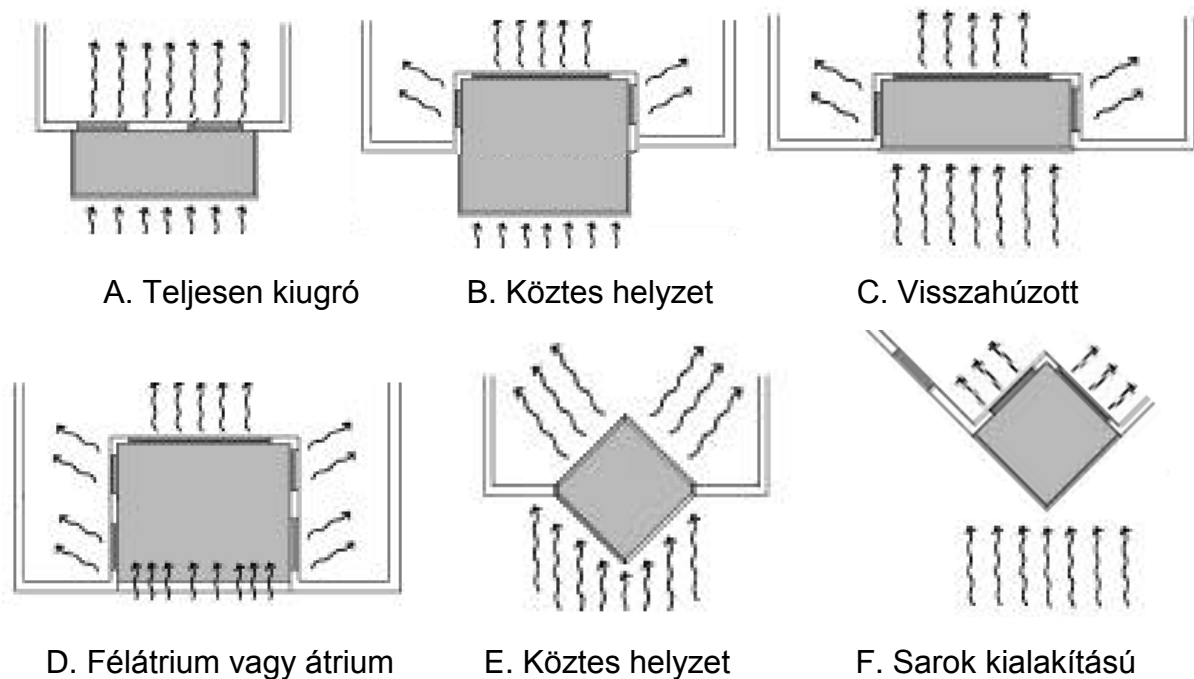
Nyárra kinyitjuk, akár el is távolítjuk az üvegezést.
Nyitott terasszá válik a naptér.

102. ábra Harmonika-ajtó alkalmazása naptér nyitására



103. ábra Épülethez kapcsolt üvegház csomópontok

A naptér sokféle módon kapcsolódhat az épülethez. Lehet hozzáillesztett, vagy az épületbe részben vagy teljesen „beharapó”, kerülhet sarokra, ha a tájolás nem É-i és D-i, hanem ahhoz képest ~45 fokban elfordul.

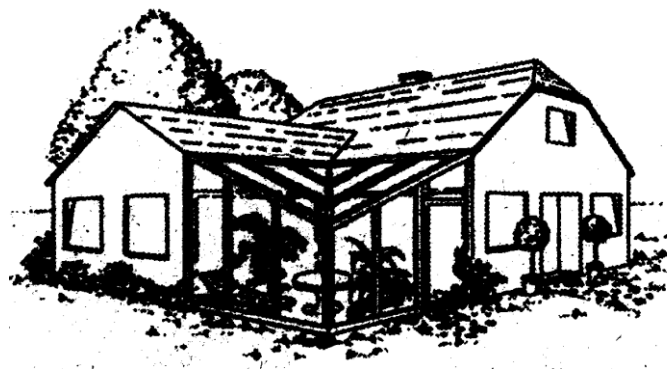


104. ábra A naptér kapcsolódásai a fűtött terekhez [Novák Á.]

Az E. változat az „elforgatás” miatt csak kis beesési szög esetén árnyékolja a mellette levő felületet (pl. ablakot).

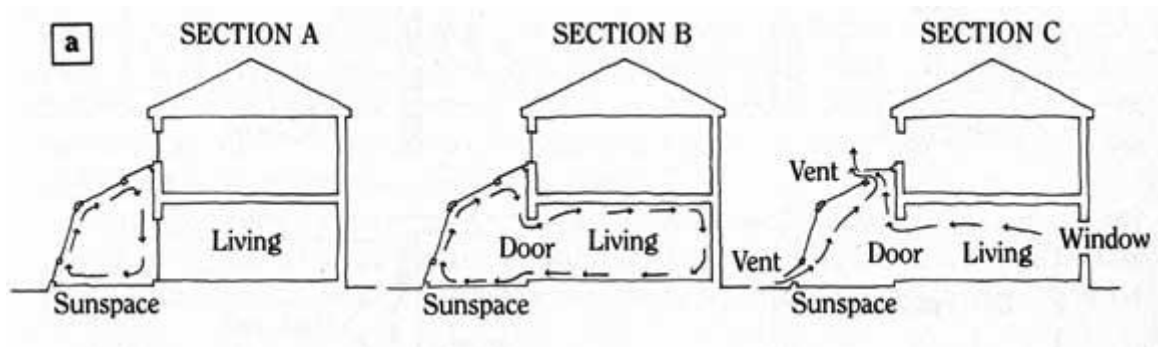
A „félátrium” (D.) változat nagy területet vesz el a fűtött térből. Csak különleges esetekben lehet ésszerű.

Energiahozam szempontjából a naptér vetületi felülete számít. Ebből a szempontból az A.-D. változatok egyenértékűek. Az E. és F. változat egyenértékű felülete a napsugárzás hasznosítása szempontjából a négyzet alaprajz átlója szorozva a magassággal. Hővesztesség szempontjából természetesen a tényleges lehűlő felület és annak hőátbocsátási tényezője veendő számításba.



105. ábra L-alakú épülethez illesztett naptér

A naptér az épülethez sokféleképpen csatlakozhat. Kapcsolódjon minél több helyiséghez. Ha az épület többszintes, csatlakozzon a felső szinthez is!



106. ábra Egyszintes napterek épülethez illesztése



107. ábra Többszintes napterek épülethez illesztése

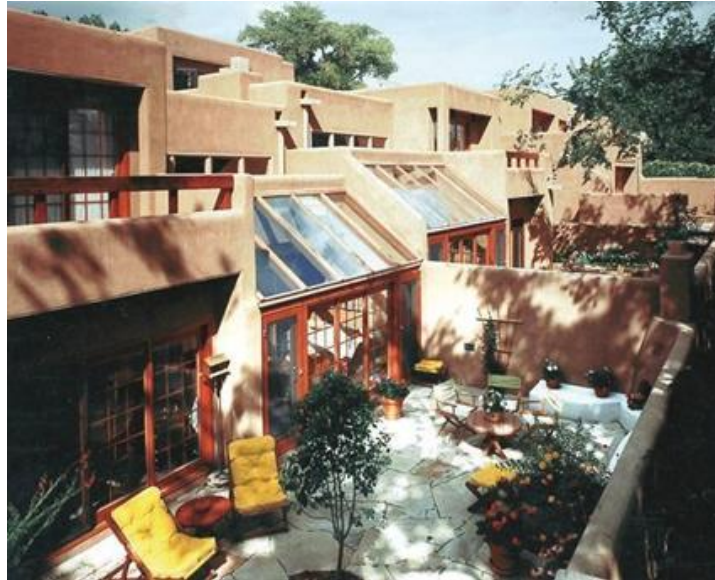
A többszintes napterek szintenként megoszthatók tömör vagy áttört, az átszellőzést biztosító födémmel, attól függően, hogy azonos lakáshoz, vagy eltérő lakásokhoz tartoznak.

4.4.2. Példák épülethez kapcsolt napterekre



108. ábra Kétszintes naptér az épületbe integrálva [92]

Atlantic City közelében, New Jersey, tervező Donald Watson, a Designing & Building a Solar House szerzője



109. ábra La Vereda Compound, Santa Fe, New Mexico, USA Arch. Edward Mazria

<http://www.mazria.com/projects/index.html>

Vályog falazat. Nyáron árnyékot adó fák.



110. ábra Fekete Erdő passzív napkerék ház

A télikert fűtetlen, de a fűtési idény nagy részében kellemes lakótér.

A közvetlen sugárzási hő alacsony léghőmérséklet esetén (is) kellemes hőérzetet biztosít.

Berendezése könnyed, terasz jellegű legyen.

Fontos összetevő a növényzet, anélkül túl száraz lesz a levegő.

Nyárra viszont ki kell vinni a növényeket, mert a beárnyékolt télikertben nem lesz elég fény.

4.4.3. Passzív szolár épület példák naptérrel



111. ábra Cooper House, Middleton, UK

Cooper House, Middleton, UK, Építész: C. J. Cooper

Déli homlokzat. Naptér alapterület: 7 m². Kétszintes, három hálószobás, 138 m², légtérfogat: 360 m³. Ablak: D: 17 m², K, N: 4,2 m², É: 3,8 m². Déli tájolás, helyiségek védőzónás elrendezése, télikert. A télikert minden fő helyiséggel kapcsolatban van.



112. ábra Cooper House, nézet délről



113. ábra Cooper House naptér

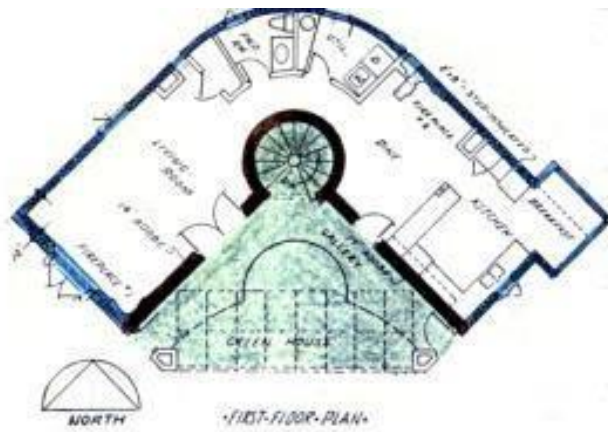
A naptér a galériáról nézve. A ferde síkú transzparens tető alatt az árnyékoló zárt helyzetben van. (Magyarországon a belső árnyékolás nem elegendő!)

4.4.4. Balcomb / Mullen ház



114. ábra A Balcomb / Mullen ház látképe és naptere

Az egyik úttörő passzív szolár ház vályogból készült
(Santa Fe, Új-Mexikó, USA) Tervező: William Lumpkins



115. ábra A Balcomb / Mullen ház alaprajza és nyári látképe

Sok passzív szolár kézikönyv bemutatta az épületet, ami 1979-ben épült. Dr. J. Douglas Balcomb, passzív szolár kutató élt a házban és végzett méréseket az 1980-as évek elejétől. Az új tulajdonos, Patricia Mullen, napkollektoros meleg víz ellátással egészítette ki.

4.4.5. A német DOMUS cég „típusépülete”



Az északi terek is kapnak benapozást DK-i ill. DNy-i üvegezésekkel

DNy

116. ábra A DOMUS típusépület

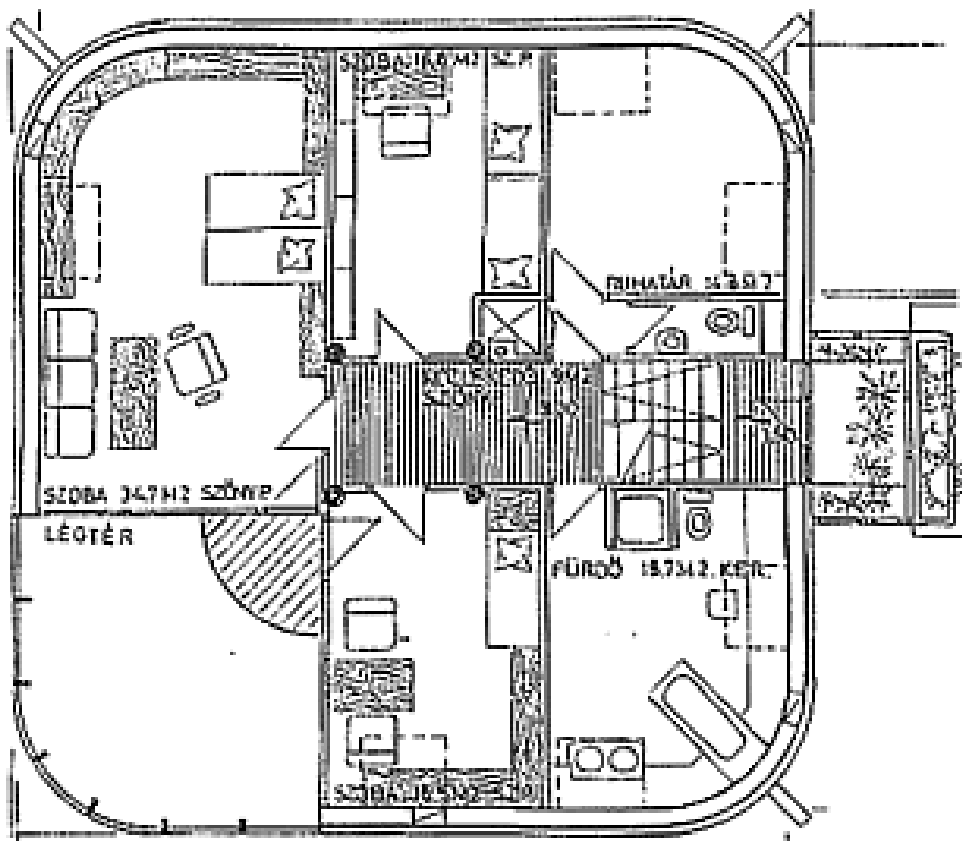
A német DOMUS cég „típusépülete” számos változatban épült.

4.4.6. Dr. Kuba Gellért épületei, bioszolár építészet



117. ábra Családi ház Bucsán. (Sárrét, Tiszántúl)

Építész: Dr. Kuba Gellért. A passzív szoláris rendszer hangsúlyos eleme a sarok elrendezésű naptér.



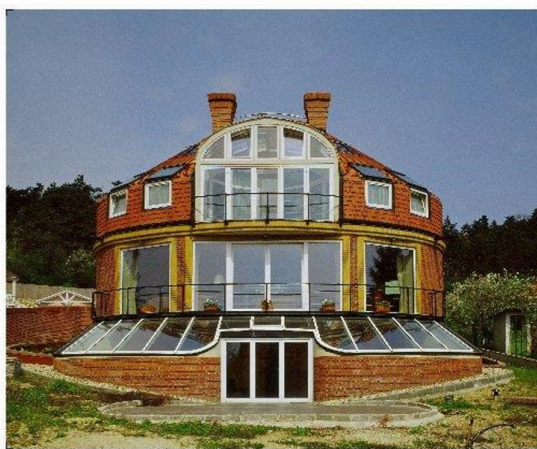
118. ábra A bucsai családi ház emeleti alaprajza

A kiegészítő gravitációs légfűtés aknájától az egyes helyiségek 0-2 m távolságra vannak. A légfűtés rugalmas, teljesítménye illeszkedik a nyereség ingadozásaihoz.



119. ábra A bucsai családi ház naptere belülről

A nyári kellemes hőérzet alapfeltétele a naptér jó árnyékolása és intenzív szellőztetése. Itt a szellőző levegő elszívása nyáron a kéménypilléren át történik. A levegő sűrűség szerinti rétegződése (sztratifikáció) fontos az alsó bevezető és felső elvezető nyílás.



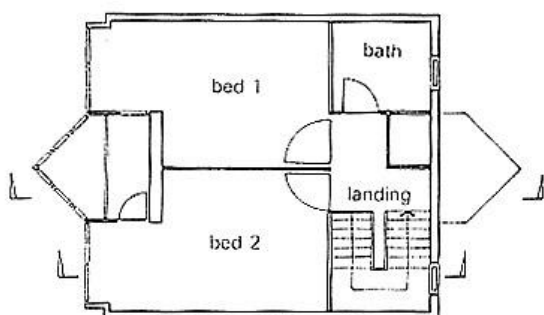
A napsugárzásnak nem csak az energetikai hatásával foglalkozik, hanem az emberi közérzet, egészség vonzataival is.



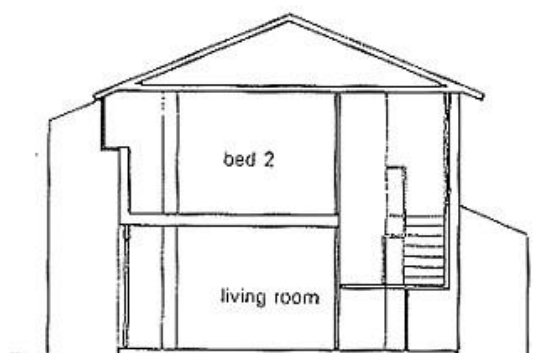


<http://bioszolárház.hu/>

4.4.7. Spinney Garden sorház, London

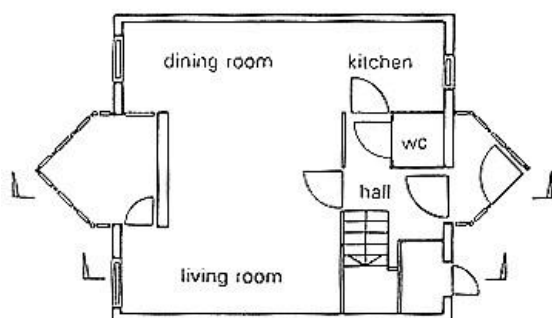


FIRST FLOOR



SECTION

0 1M 2M 3M



GROUND FLOOR

120. ábra Spinney Garden sorház, emeleti és földszinti alaprajz, metszet

Kompakt, pufferzónás térszervezés, kétszintes naptér. 46 olcsó lakás, 64 m² fűtött alapterület. Lakásonként 6 m² naptér.

Építész: PCKO Architects.



121. ábra Spinney Garden sorház, London, déli és északi homlokzat

4.4.8. Tornác beüvegezések

Nem ritka a tornácok beüvegezése, ami plusz hővédelmet, szélvédelmet és napsugárzási hőnyereséget biztosít.



122. ábra Magyarvalkói (vagy valkai) „Ádám-Éva-ház”

http://taj-kert.blog.hu/2010/06/21/kalotaszeg_nepi_epiteszete

4.4.9. Loggia beüvegezések



123. ábra Egyéni loggia beüvegezések nagyon különböző stílusban és minőségben

A déli (DK-i...DNy-i) tájolású loggia beüvegezések naptereket hoznak létre, amelyek a napsugárzás hasznosításával csökkentik a fűtési energiaigényt.

Más tájolásban nem lesz jelentős energiahozam, de a veszteséget azok is csökkentik, javítják a szélvédettséget.

Kiterjesztik a loggia használhatóságát a hűvösebb időszakokra.

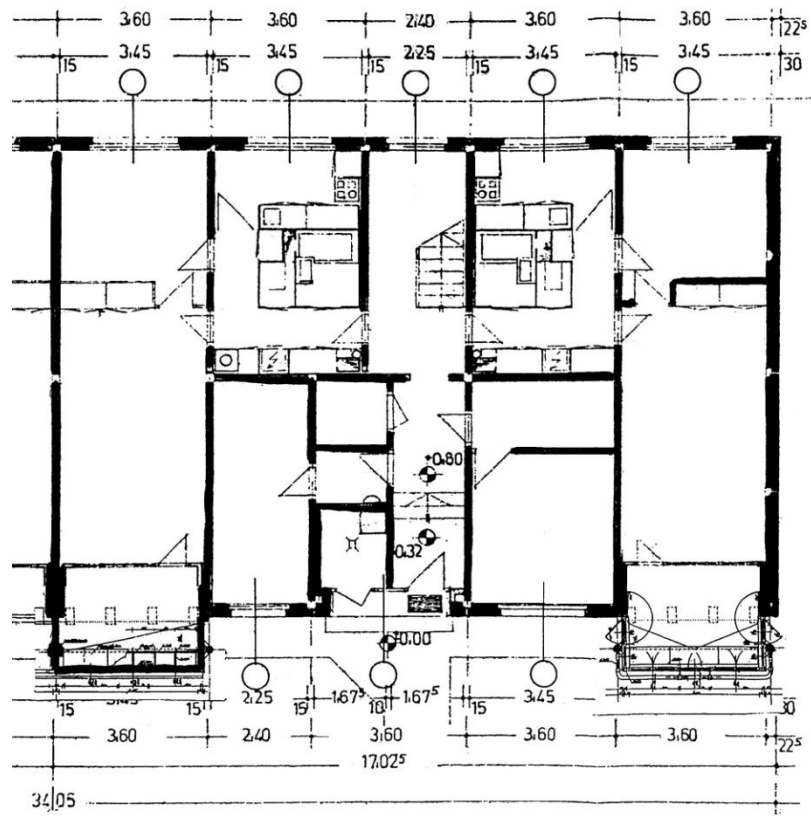
4.4.10. Loggia beüvegezések, Szeged, Budapesti krt. 9.



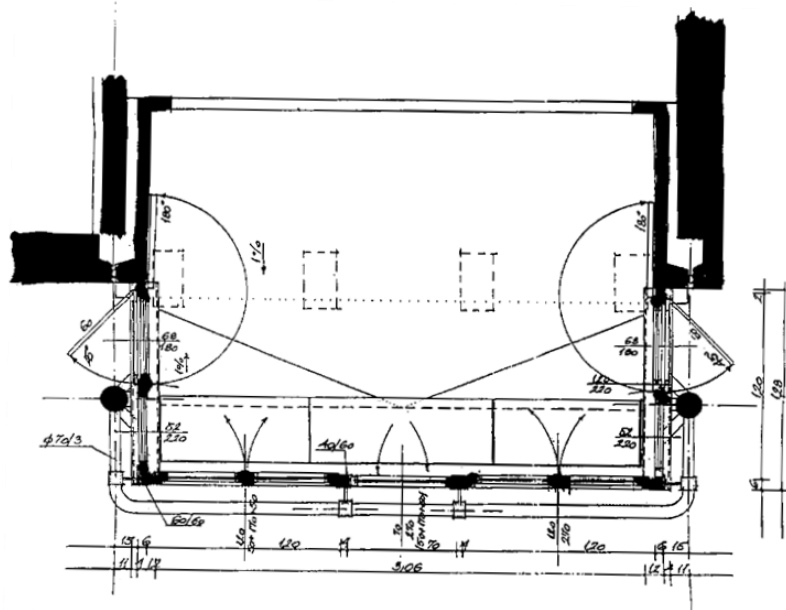
124. ábra Megtervezett loggia beüvegezés

1970-ben épült, 28 lakásos panel lakóépület.

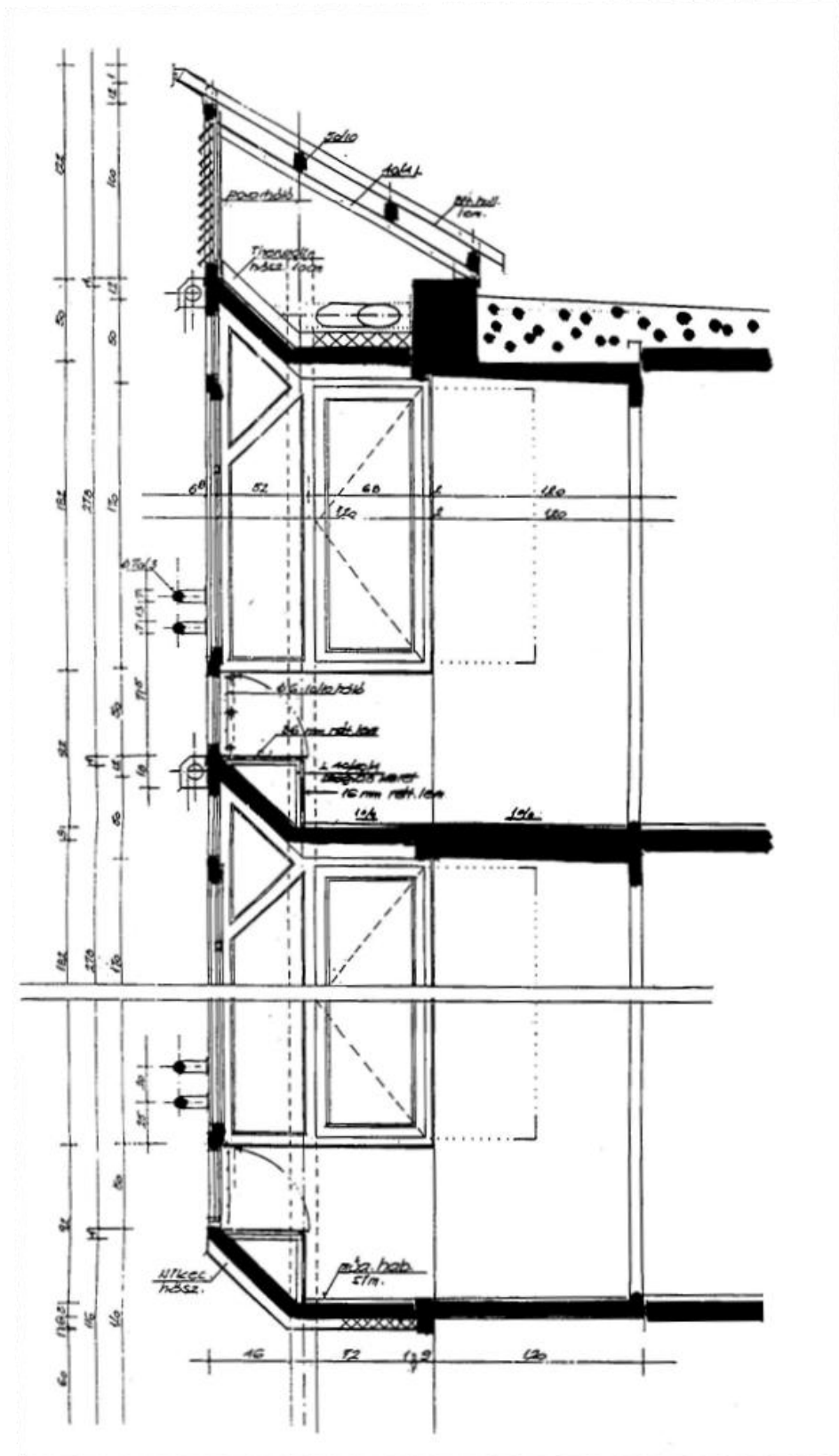
Loggia beüvegezés és bővítés 1996. Tervező: Perényi László



125. ábra Loggia beüvegezés alaprajz



126. ábra Beüvegezett loggia alaprajz



127. ábra Loggia beüvegezés metszet

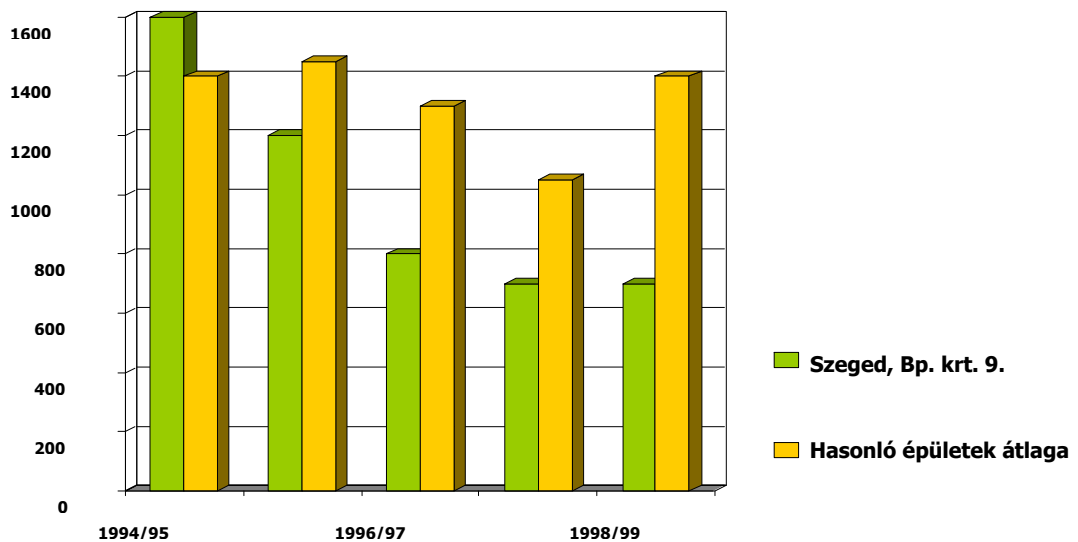
A loggiák kiegészítése megnövelte a hasznos teret, de a traktusmélységet is. Hogy a bevilágítás ne csökkenjen, a loggia mennyezete emelkedik. A ferde szakaszt a tervező beépítette a használhatóság érdekében.



128. ábra Loggia beüvegezés oldalnézet

A számított energia-megtakarítás 37%.

A mért hőmegtakarítás:



129. ábra A mért hőfelhasználás változás

4.4.11. Beüvegezettre tervezett loggia



130. ábra Eleve beüvegezettre tervezett loggia (Siófok)

A felső sáv nyitható, az alsó mellvédként szolgál.

4.4.12. Többszintes épületeken alkalmazott virágablakok



131. ábra „Virágablakok” a DK-i...DNy-i homlokzatokon

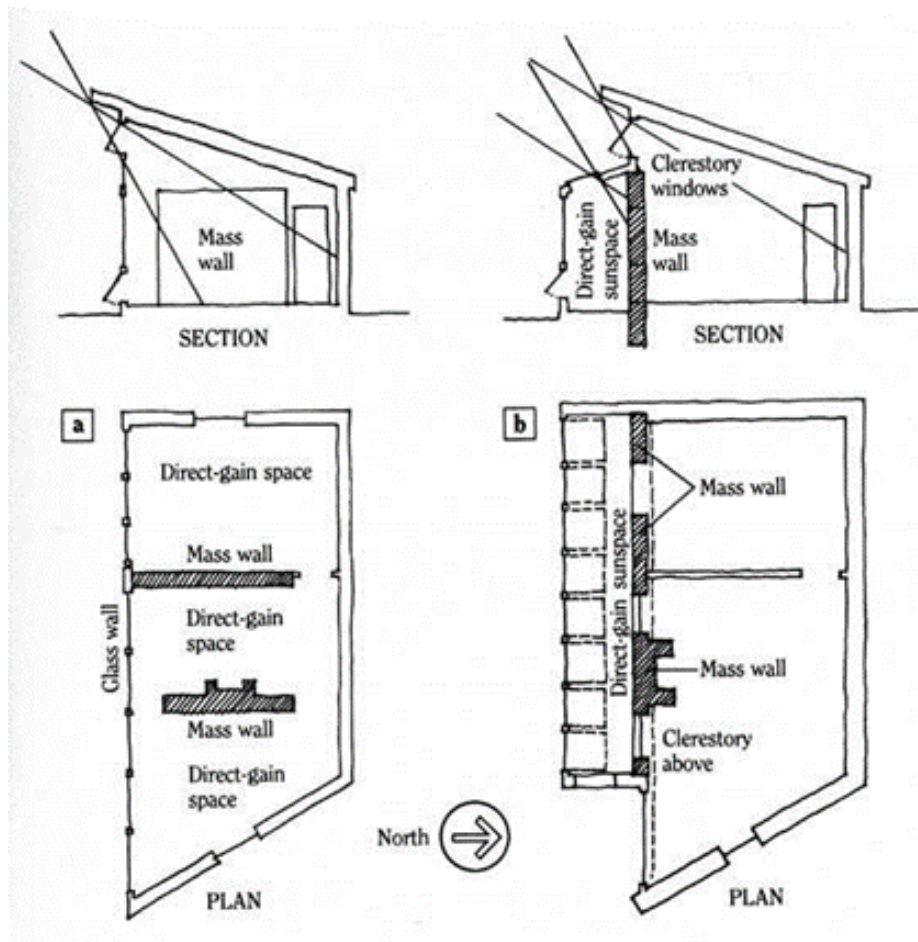
A keskeny napterek nem használhatók loggiaként, esetleg virágok elhelyezésére alkalmasak. Viszont energetikailag hatékonyak, mivel a lehűlő felületük nem sokkal nagyobb, mint az energiagyűjtő felületük.



132. ábra Teljes homlokzatokat fedő kis napterek, „virágablakok” Spanyolországban.

Szeles vidéken a szélvédő funkciójuk is fontos.

4.5. Naptér – direkt benapozás kombináció

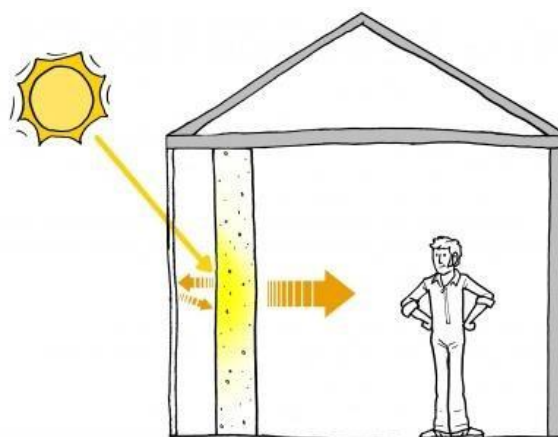


133. ábra Naptér – direkt benapozás kombináció

Naptér kombinálása direkt benapozással magasan levő oldalvilágítón keresztül belső hőtároló falakkal. Tervező: Dennis R. Holloway, Építész: SUN TEMPERED

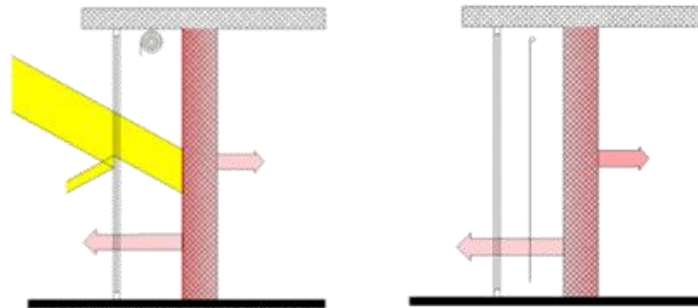
ARCHITECTURE A Simple Design Methodology For Passive Solar Houses with a Brief History of Solar Energy Utilization 105nt he Built Environment, 2009

4.6. Üvegezett tömegfal



134. ábra Üvegezett tömegfal alapelve

Az üvegezés átengedi a napsugárzást. A napsugárzás felmelegíti a falat. A fal hővesztesége kezdetben csökken, majd fűti a helyiséget. A fal belső felületi hőmérsékletének emelése javítja a komfortérzetet. A fal légrétegben levő felülete a légrétegben levő levegőt melegíti.



135. ábra Üvegezett tömegfal a légrétegbe helyezett árnyékolóval

A hővédő-árnyékolót éjszakára leengedve csökken a fal hővesztesége. Az árnyékolót nyáron leengedve megakadályozzuk a túlfűtést.

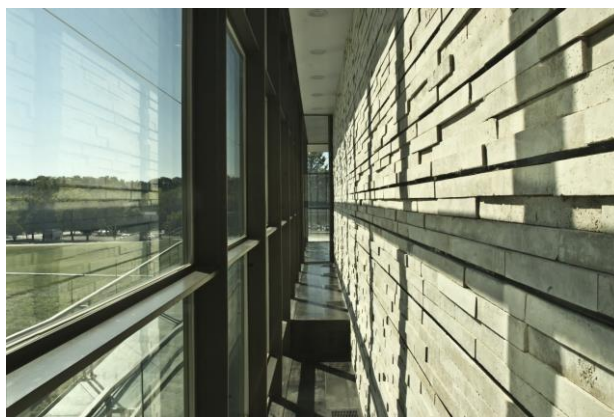
4.6.1. Példa üvegezett tömegfalra



136. ábra Idősek otthona, Bournville Solar Village, Birmingham, UK, 1985

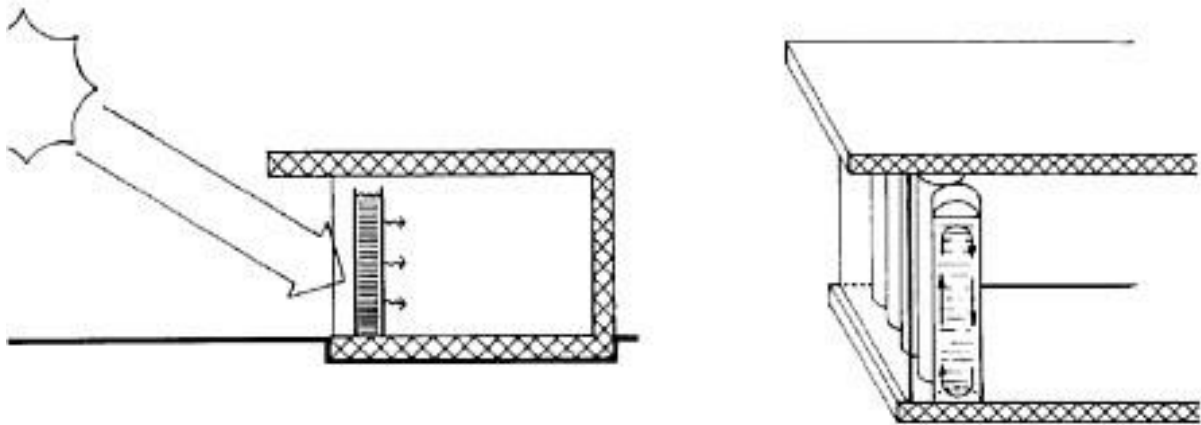
Szolár tervező: Dr. Leslie F. Jesch

Az árnyékolást vízszintesen eltolható táblák biztosítják.



137. ábra Üvegezett tömegfal széles légréssel

4.6.2. Vízfal



138. ábra A vízfal elve

Olyan tömegfal, amelyben a tömör réteg helyett (esetleg üvegből készült) tárolóedényekben víz van. Ennek hőtároló képessége a szilikát réteghez képest tízszeres az ötszörös fajhő és a víz hőmérsékletkülönbség (sűrűségkülönbség) okozta keveredése miatt.

Az ellentétes irányú áramlást visszacsapó szeleppel meg kell akadályozni!

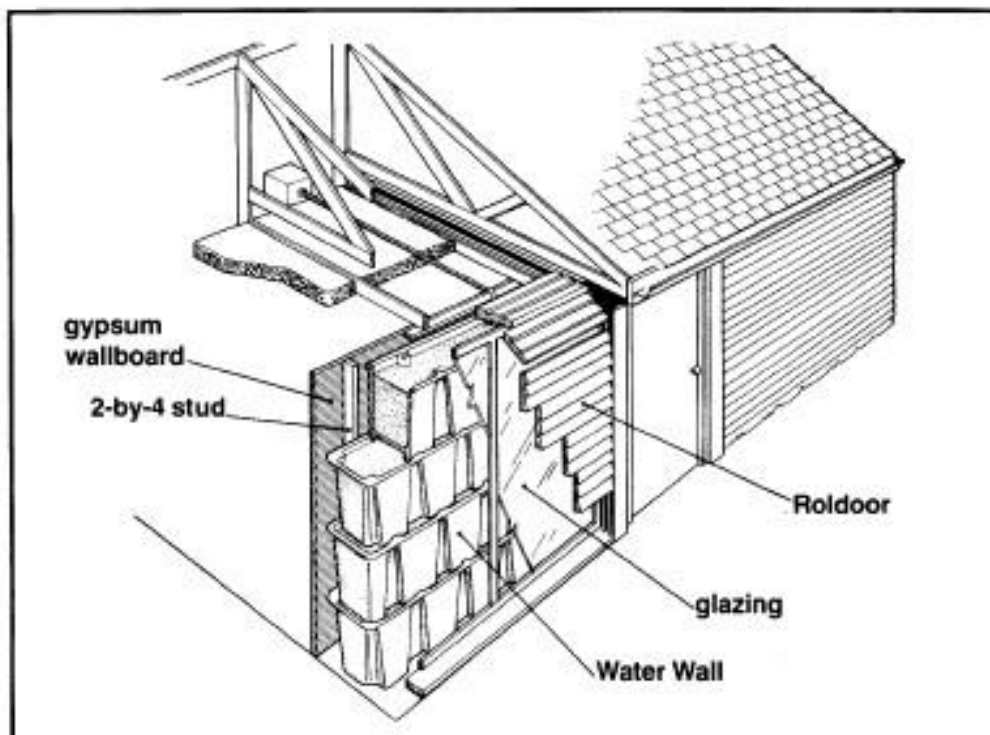


Figure 17-1: The Roldoor system with stacking Water Wall modules.

139. ábra Elemekből (tartályokból) épített vízfal

Az egymásra és egymás mellé helyezett víztároló tartályokból épített vízfal előnye a moduláris építhetőség. A szintmagasságú tárolóhoz képes a belső cirkuláció sokkal kisebb.

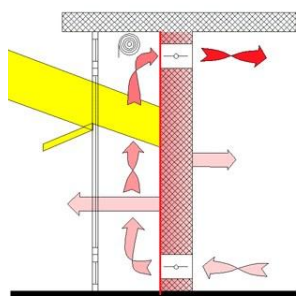
Készült vízfal a falba épített vízszintesen lefektetett, vízzel töltött üvegpalackokból is. Sajátos bevilágítóként is működik.

4.7. Trombe-fal

Feltalálók: Felix Trombe és Jacques Michel. Trombe-Michel-falként is nevezik.

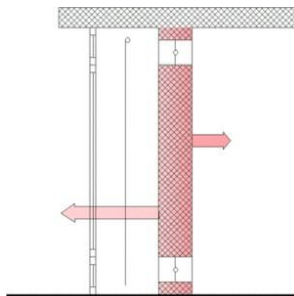
Télen nappal

a függöny felhúzott helyzetben van. A csappantyút akkor kell kinyitni, ha a légrésemben a levegő melegebb, mint a beltérben.



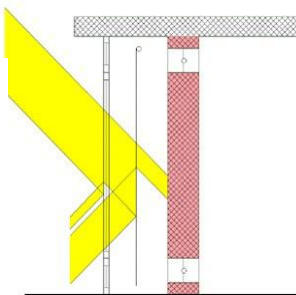
Télen éjszaka

és borult időben a függöny leeresztett helyzetben és a csappantyú zárva van.



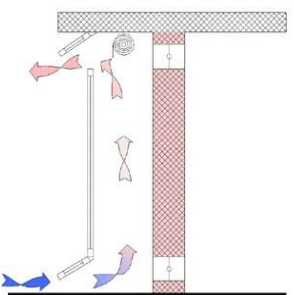
Nyáron nappal

a függöny leeresztett helyzetben és a csappantyú zárva van.



Nyáron éjszaka

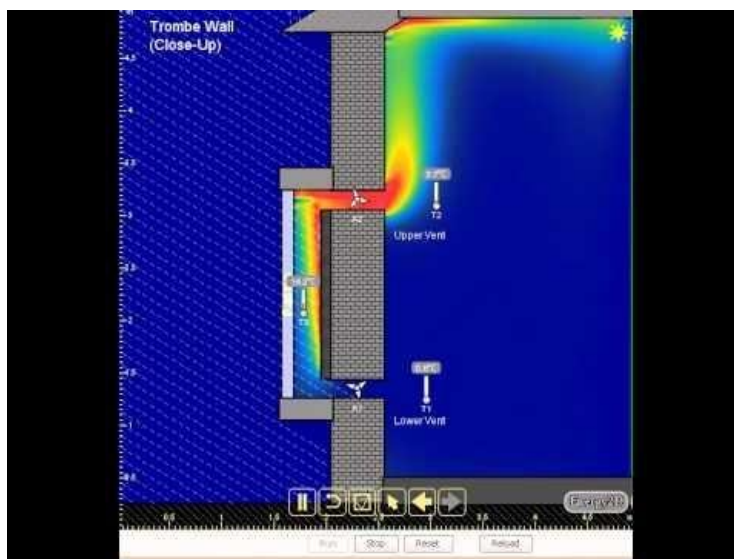
átszellőztető helyzetben a hűvös levegő lehűti a falat.



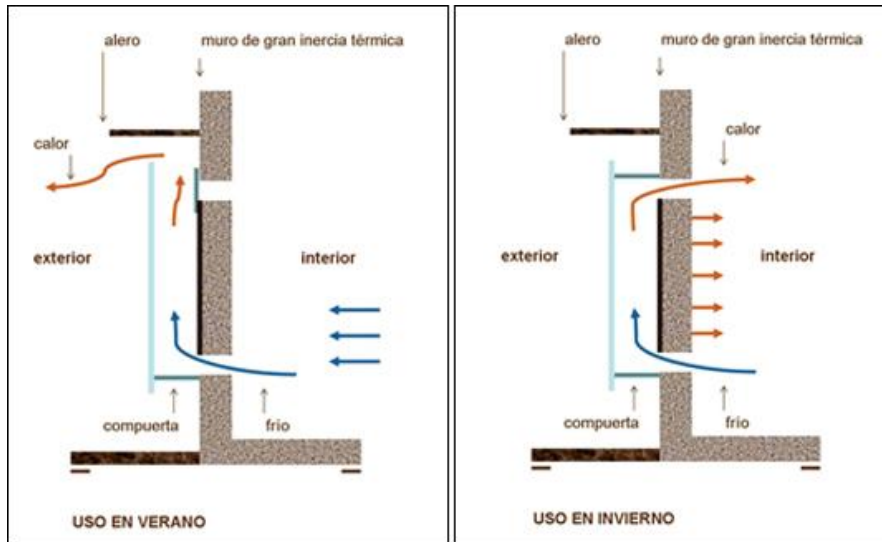
140. ábra A Trombe-fal működése

Télen nappal a légrésemben felmelegedett levegőt bevezetjük az épületbe. Éjszakára bezárjuk a nyílásokat és leengedjük az árnyékolót.

Nyáron nappalra leengedjük az árnyékolót, éjszakára felhúzzuk és a falat az éjszakai hűvösebb levegővel kihűtjük.



141. ábra A Trombe-falban felmelegedett levegő hőképe

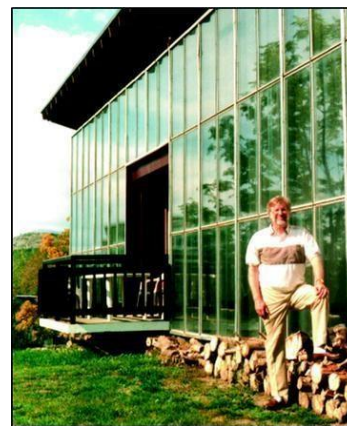


142. ábra A Trombe-fal szellőztető és fűtő helyzetben



143. ábra Az első Trombe-fal

A Trombe-fal a földszinti ablak középső két traktusa.



144. ábra Trombe-Michel-falás ház az Odeillo-i kutatólaborban, Franciaország

(foto: robert.hastings@aeu.ch)

4.7.1. Trombe-fal – naptér kombináció



145. ábra Doug Kelbaugh ház, Princeton, New Jersey, USA

Trombe-fal – naptér kombináció, épült: 1975. Tervező: Douglas S. Kelbaugh, építész és várostervező, korábban a University of Michigan dékánja. Az ablakok a kétszintes Trombe-falra néznek. Csak bevilágítást adnak, szellőzést nem. Az északi oldalról a szellőzést a Trombe-fal segíti, borult időben pedig ventilátor.

12" elszívó ventilátor
(opcionális, de ha van, a kibocsátó zsalunak
ennél jóval nagyobb méretűnek kell lennie)

12" elszívó ventilátor (opcionális, de ha van, a kibocsátó
zsalunak ennél jóval nagyobb méretűnek kellene lennie)

Kibocsátó zsalu

6" x 12" légbevezető nyílás

9,5" cellulóz szál hőszigetelés

Keskeny profilú üvegház alumíniumprofil bordák

Ablak

Bowden a téli-nyári átváltó csappantyú működtetésére

Polc, falmélyedés, stb.

Alumínium csappantyú (nyáron nyitva, télen zárva)

6" x 24" levegő visszavezető nyílás

6" x 12" légbevezető nyílás

Ablak

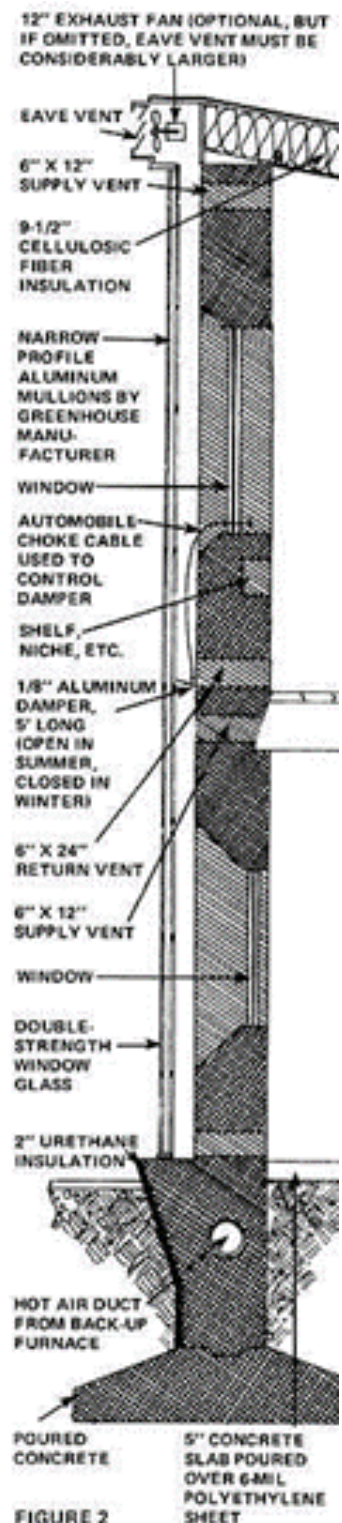
Dupla üvegezés

2" poliuretán hőszigetelés

Meleg levegő légcsatorna a tartalék kazántól

Öntött beton

5" öntött betonlap polietilén fólián



146. ábra A Doug Kelbaugh ház üvegezett tömegfal metszete

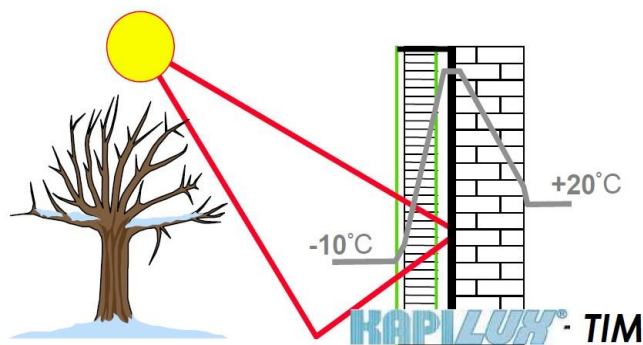
4.8. Transzparens hőszigetelés (Transparent Insulation, TI)



147. ábra Transzparens hőszigetelés

A napsugárzást átengedi, a fal melegszik, hővesztesége csökken. Ha a fal belső felülete magasabb hőmérsékletű lesz, mint a fal, fűti a helyiséget. Hőérzeti szempontból is kedvező, ugyanakkor hőszigetelésként is működik. Hőellenállása kb. a fele az azonos vastagságú opaque hőszigetelésnek. Nyáron árnyékolni kell.

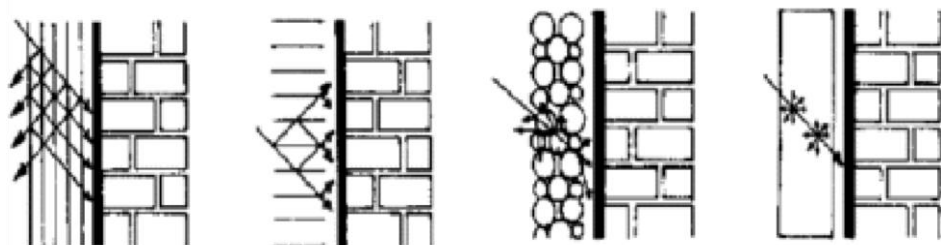
(TIM = Transparent Insulation Material)



148. ábra A transzparens hőszigetelés működése, hőmérsékleteloszlás napsütés esetén

A fal külső oldali felületi hőmérséklete magasabb lesz, mint a belső. A nagy tömegű fal tárolja a hőt, a napsütés elmúltával csak lassan csökken a fal hőmérséklete.

4.8.1. Transzparens hőszigetelés típusok



Falfelülettel párhuzamos, napsugárzást átteresztő rétegek

Falfelületre merőleges kapilláris (méhsejt) struktúra

Cellás vagy amorf, rendezetlen struktúra

Sugárzás átteresztő aerogél (nagyon kis sűrűségű szilárd anyag)

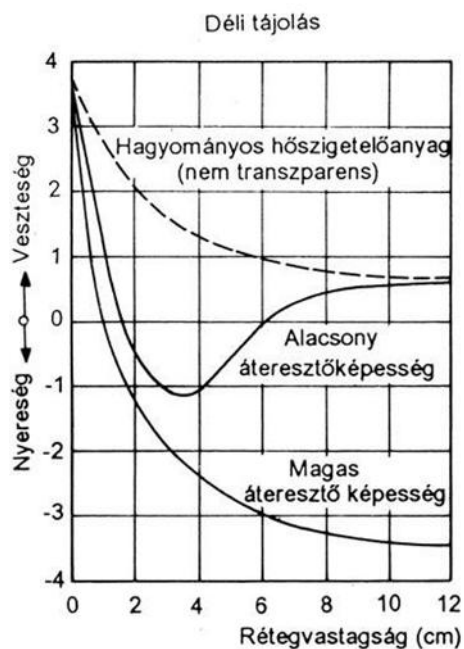
149. ábra Transzparens hőszigetelés típusok

4.8.2. Transzparens hőszigetelés egyenértékű U-értéke

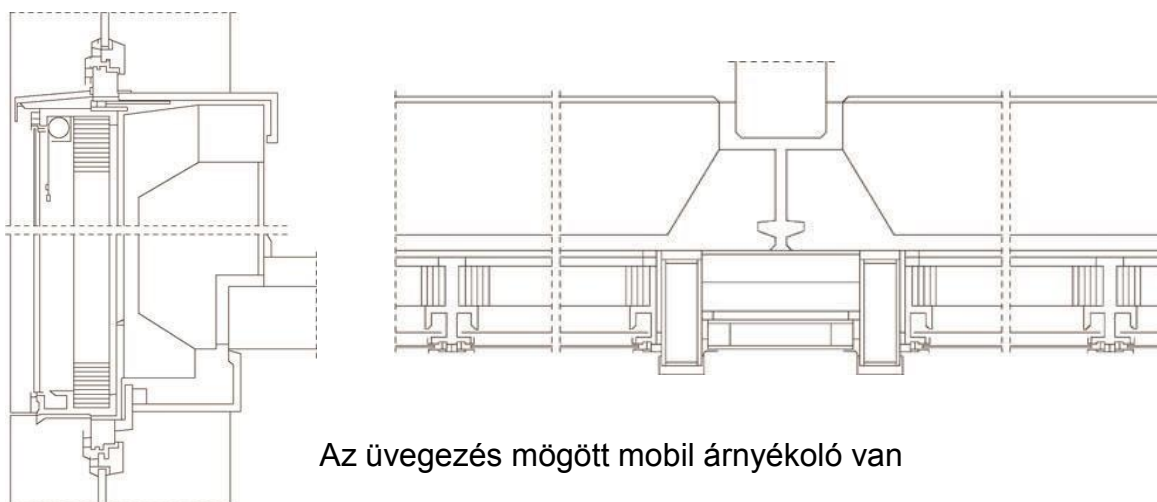
A hővesztés- és nyereség aránya meghatározó és egyben tájolásfüggő is.

Ha a transzparens hőszigetelés sugárzás áteresztő képessége nagy, akkor nagy vastagság alkalmazása célszerű.

Ha a transzparens hőszigetelés sugárzás áteresztő képessége kisebb, a vastagságnak határozott minimuma van, ahol a réteg még elég sok sugárzást átereszt, de már elég jól szigetel.



150. ábra Transzparens hőszigetelés egyenértékű U-értéke



Az üvegezés mögött mobil árnyékoló van

151. ábra Transzparens hőszigetelés függőleges és vízszintes metszete

4.8.3. Példák transzparens hőszigetelésre



152. ábra Kísérleti transzparens hőszigetelés, St. Helens, Anglia

Tervező: Dr. Leslie F. Jesch, monitoring: Fülöp László



153. ábra Falsíkba illesztett transzparens hőszigetelés

Demo House, Bournville Solar Village, Birmingham, Anglia)

Szolár tervező: Dr. Leslie F. Jesch, építész: Szász János, monitoring: Fülöp László



154. ábra Transzparens hőszigetelés a Strathclyde University (Glasgow) kollégiumának homlokzatán

A közlekedésből származó szennyeződés sajnos bejutott a méhsejt típusú transzparens hőszigetelés pórusaiba. Ennek egyik oka, hogy a transzparens hőszigetelés és az üveg közti légréteg összefüggő az öt emelet magasságában, ami nagy felhajtóerőt generált. A másik ok, hogy a kültérből egyáltalán bekerülhetett a levegő a légrésbe.



155. ábra Transzparens hőszigetelés példája lakóház mellvéd falán.

Nyáron az árnyékoló látszik.

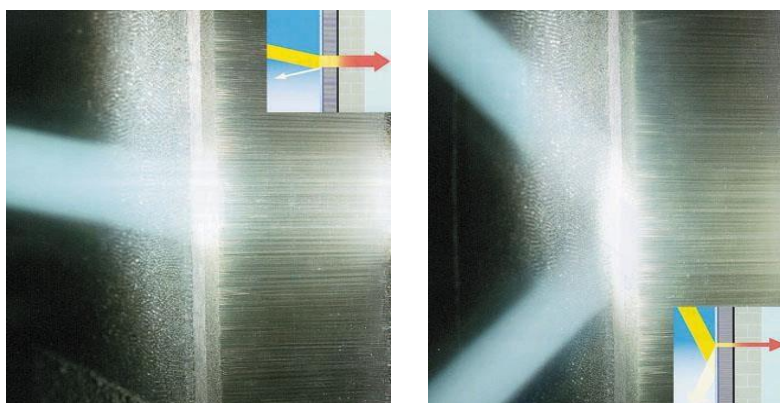


156. ábra Transzparens hőszigetelés irodaépületen



157. ábra Transzparens hőszigetelés raktárépületen

4.8.4. Transzparens vakolat



158. ábra Transzparens vakolat

A transzparens vakolat ragasztóval összetartott apró üveggolyók. Olcsóbb, de hatásfoka alacsonyabb, mint az üvegé (a képen a transzparens vakolat mögött méhsejt típusú transzparens hőszigetelés van). A téli alacsony napállás sugárzását beengedi, nyáron a

magas napállásnál nagyobb részét visszaveri. Észak-Európában árnyékolás nélkül is elfogadható.



159. ábra Transzparens hőszigetelés transzparens vakolattal barokk épületen

A transzparens vakolat transzparens hőszigeteléssel jól alkalmazható régi épületeken. A képen látható barokk épület a Nemzetközi Napenergia Társaság (ISES) székháza.

4.9. Fázisváltó (PCM) töltetű fal

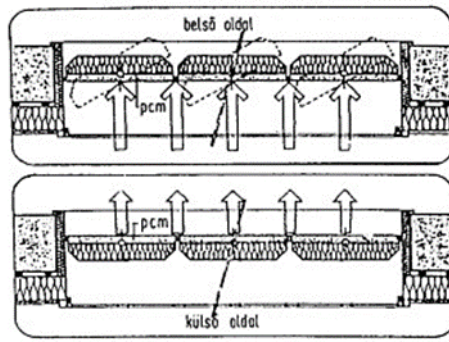
Ismertek olyan anyagok, amelyek szilárd-folyékony fázisváltása 16, 20, 29, 32, 35, 50-60 °C fázisváltási hőmérsékleten, 120-180 kJ/kg fázisváltási (rejtett, latens) hővel történik. Addig, amíg a fázisváltás teljesen le nem játszódik, a hőfelvétel vagy leadás állandó hőmérsékleten megy végbe.

A fázisváltó töltet műanyag tasakokba, csövekbe, dobozokba, kapszulákba kerül, és ezeket építik be a falba. Jellemzően szerelt jellegű szerkezet. Passzív rendszerekben legalkalmasabbak a hőingadozást csillapító, stabilizáló, 20 °C körüli fázisváltási hőmérsékletű összetételek. Az ennél alacsonyabb hőmérsékleten működők kifejezetten hűtési, a magasabb hőmérsékletűek pedig fűtési célokra alkalmasak.

Készül vakolatba keverhető mikrokapszulás változat is. (például BASF)

Forgatható fázisváltó elemek

A rendszer alap gondolata, hogy a fázisváltó anyag forgatható táblákra kerül. Fűtési időben napsütéses időben nappal kifelé néznek, hogy a napsugárzást az „olvadás” során elnyeljék, éjszakára pedig befordítják, így a felvett hőt a megszilárdulás (kristályosodás) során leadják. Nyáron pont fordítva, éjszakára fordítjuk kifelé a fázisváltó anyagot, hogy lehűljön, nappalra pedig befelé, hogy lassítsa a helyiség felmelegedését.

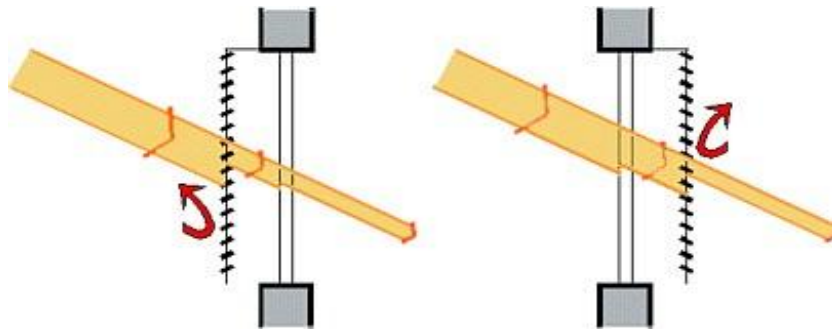


7.17. ábra Forgatható fázisváltó elemek

160. ábra Forgatható fázisváltó elemek

Sikeres kísérletek folytak Pécsen a Pollack Mihály Műszaki Főiskolán (ma a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kara) az 1980-as évek második felében árnyékoló spalettára szerelt forgatható fázisváltó hőtároló alkalmazására.

4.10. Árnyékolások



161. ábra Hatékony árnyékolást külső árnyékolóval lehet elérni

A társított szerkezetek naptényezője függ a társított szerkezet helyétől. A külső árnyékoló naptényezője kisebb, mert az elnyelt sugárzástól felmelegedett szerkezet a külső levegőt melegíti.



162. ábra Külső fix árnyékoló zsaluzia, illetve túlnyúlásos árnyékoló

A nyári hőterhelést mérséklő, a káprázást gátló állítható lamellájú árnyékoló és túlnyúlásos árnyékoló déli homlokzaton. Nem véd a diffúz sugárzás ellen.



163. ábra Solar Village 3, Interatom, Stuttgart.

A nyári túlmelegedés ellen legördíthető ponyvák védenek.

4.10.1. Árnyékolás futónövénnyel



164. ábra Árnyékolás futónövénnyel

Építész. W. Herzog

Évelő: vadszőlő: egy-két év alatt felnő két szintet, sőt hajlamos tovább is terjeszkedni. Túl korán hozza a leveleket és túl későn hullajtja le ősszel.

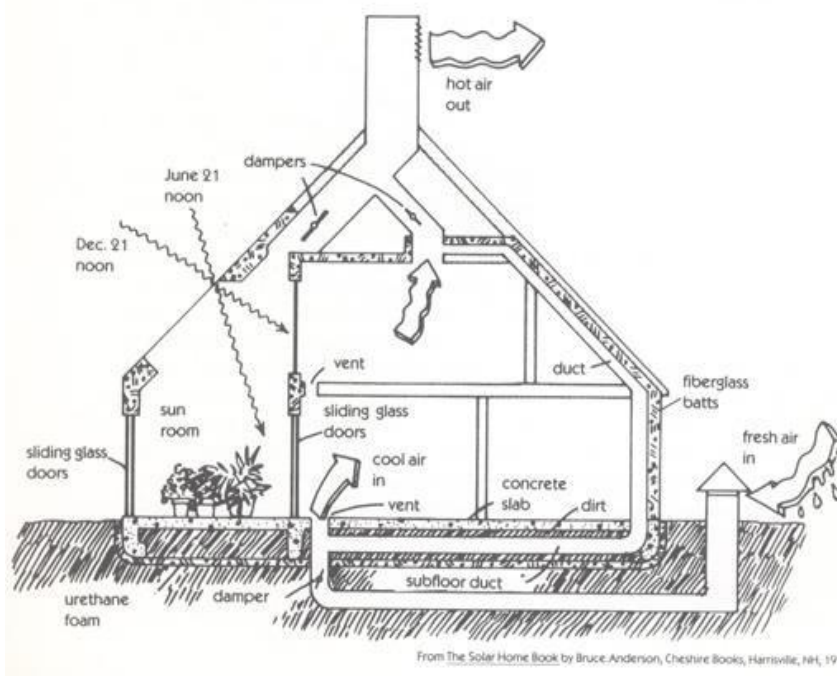
Az egynyári kúszónövényeket minden évben újra kell ültetni: kerti hajnalka virág ((Ipomoea purpurea)), kistermésű díszök (cucurbita pepo), futóbab, juliskabab, karósbab (phaseolus vulgaris). Ki lehet tapasztalni, hogy mikor érdemes ültetni. Ősszel, amikor már nincs rá szükség, le lehet vágni. További információ: Nagy Gyöngyi: Zöld homlokzatok, 1998



165. ábra Veranda árnyékolása futónövénnyel

Forrás: Építészfórum

4.11. Passzív hűtés



A napkémény huzata szívja be a hűvös levegőt a talajba fektetett légcsatornán keresztül.

4.12. A pécsi napház

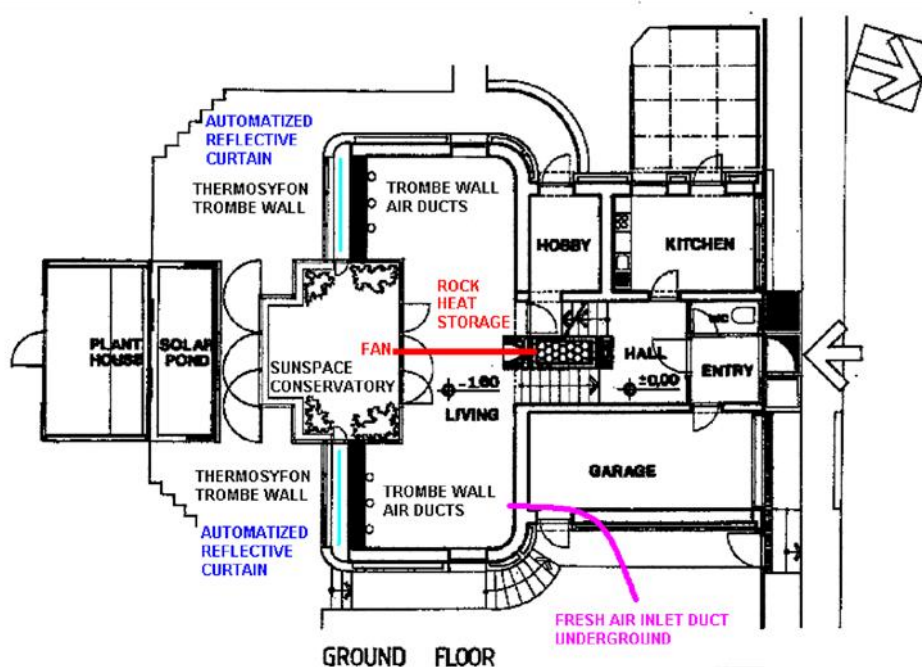
Épült: 1985. Célkitűzés: olyan tisztán passzív szolár mintaépület létrehozása, amely túlnyomóan az akkor Magyarországon elérhető anyagokat, berendezéseket tartalmazza, a megoldások átvehetők, maximális napenergia részarányt ér el. Kisebb gépi segítség megengedhető.

Energia koncepció és napenergia hasznosítás tervezése: Fülöp László, építész: Szász János, épületgépész: Baumann Mihály, statika: Földes László, villamosság: Máté Jenő, növényzet, kertépítés: Bőjte Tibor

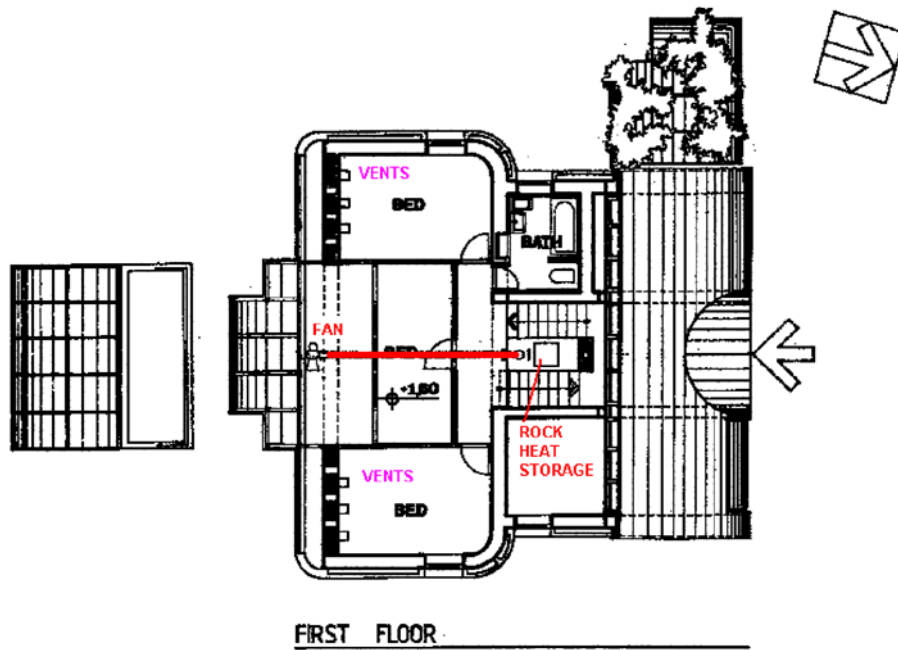


Fő jellemzők:

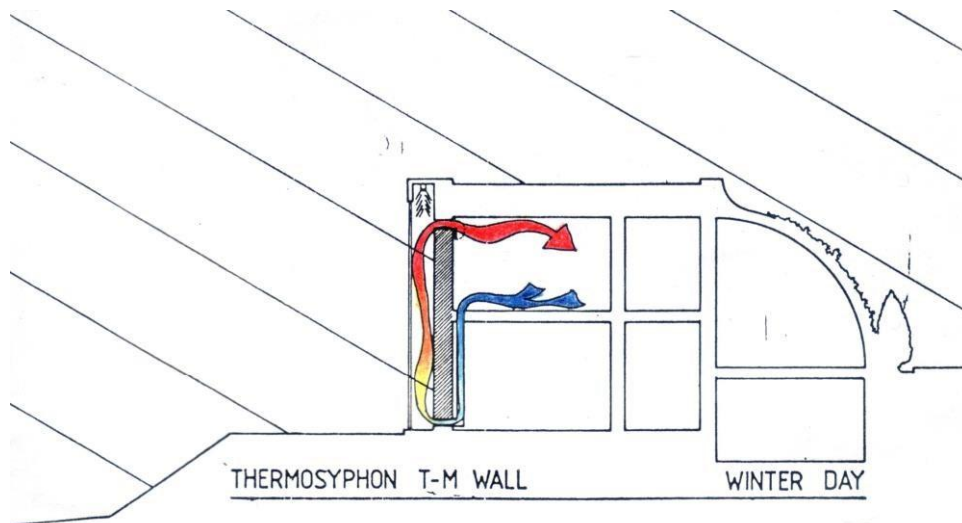
A déli homlokzat 2 szint magas, teljesen üvegezett. A homlokzat közepén félig kiugró, félig beugró 2 szint magas, 5 m széles üvegház, belső kavicsstöltetű hőtárolóval (ventillátoros töltésű). Az üvegház két oldalán 3-3 m széles 2 szint magas termoszfion Trombe-fal. Az északi oldal egyszintes, íves tetővel. Lekerekített sarkok a hőhidak csökkentésére. Automatikus függőnyműködtetés (tél/nyár). Fisslevegő bevezetés: földbe fektetett légcsatornán keresztül.



166. ábra Pécsi napház, földszinti alaprajz

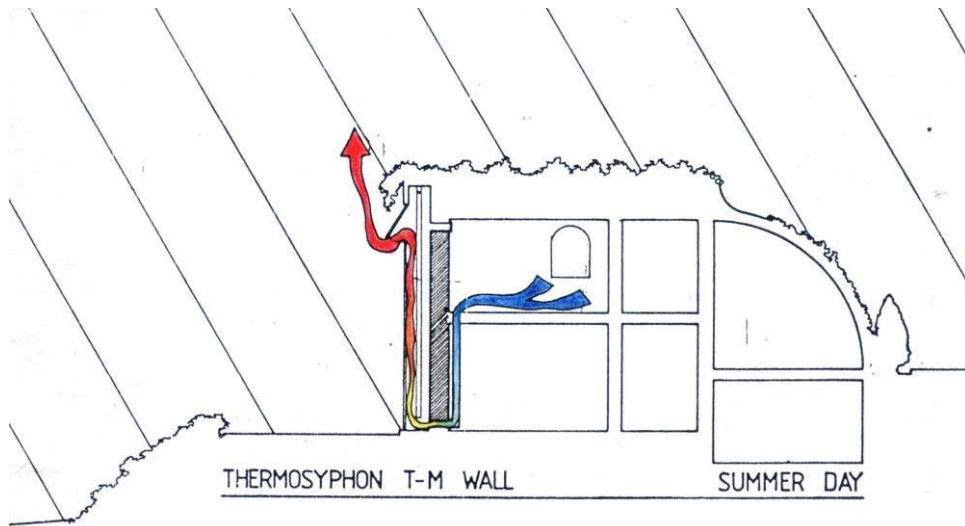


167. ábra Pécsi napház, emeleti alaprajz



168. ábra Pécsi napház termoszfion Trombe-fal, téli nappali működés

A termoszfion elv megakadályozza, hogy borult időben és éjszaka visszafelé áramoljon a levegő, és hűtse a felső szobát

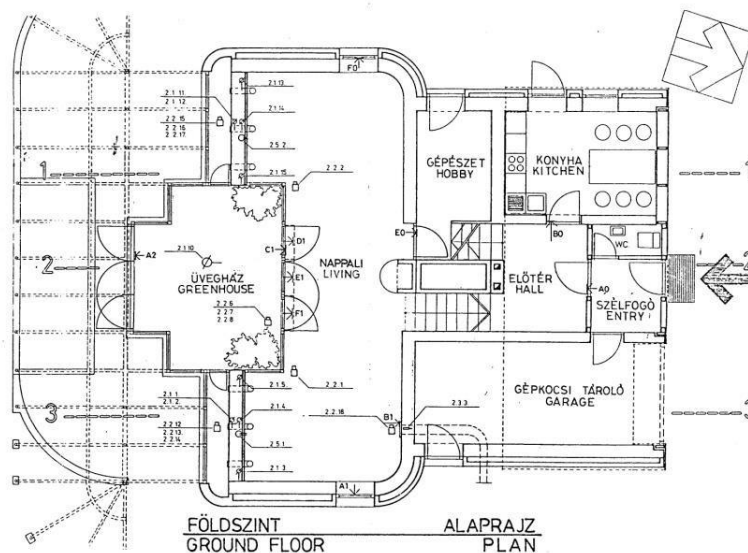


169. ábra Pécsi napház termoszfion Trombe-fal, nyári nappali működés

Nyáron a Trombe fal segíti a hűvös levegő bejuttatását az északi oldalon levő növényzet közeléből és a talajba fektetett légcsatornán keresztül.

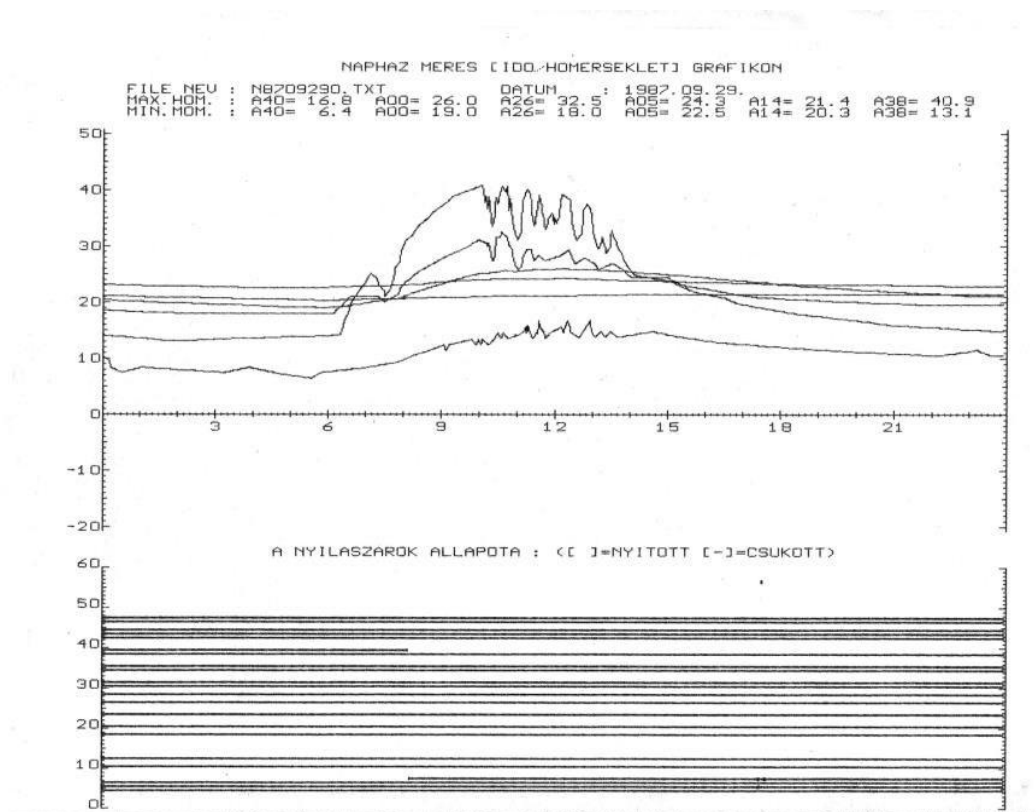
A nehéz zöldtető késleltetése több mint 1 nap, ami segíti, hogy nyáron klímaberendezés nélkül is kellemes legyen az épület.

A pécsi napházban a kor lehető legmagasabb színvonalának megfelelő digitális monitoring rendszer működött évekig. A mikroprocesszoros mérésadatgyűjtő berendezés terve és kivitelezése a Pollack Mihály Műszaki Főiskola Matematika és Számítástechnika Intézetében készült, Bódi Péter, Kató György és Zákány László munkája. Az adatfeldolgozó szoftvert Lócsei Gábor készítette.



170. ábra A monitoring rendszer érzékelőinek helye a földszinti alaprajzon

Példa monitoring eredményekre:



171. ábra Egy nap, néhány hőmérséklet és a digitális csatornák bemutatása

A 48 digitális csatorna „0” vagy „1” értékű lehet, ilyenek például a nyílászárók helyzete, ventilátor, szivattyú működése.

A pécsi napház előtérben a “palántázóval”.

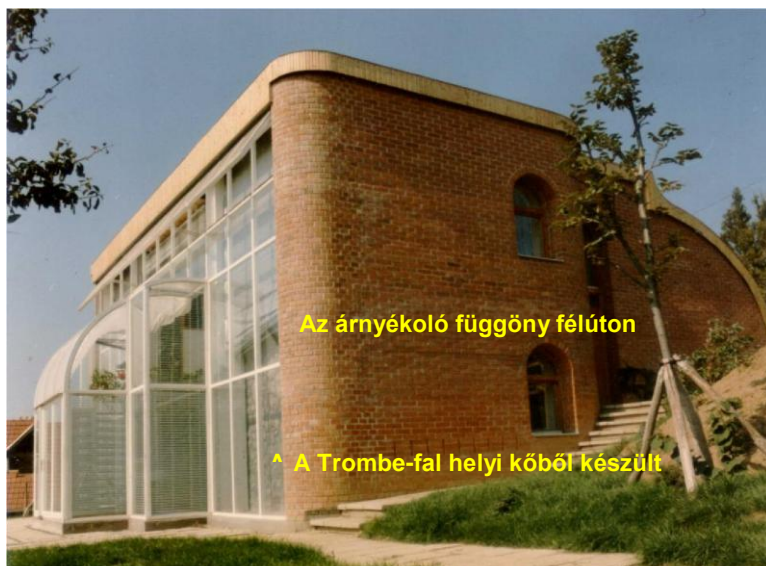


172. ábra Nézet dél-nyugatról. Az árnyékoló függöny leengedve

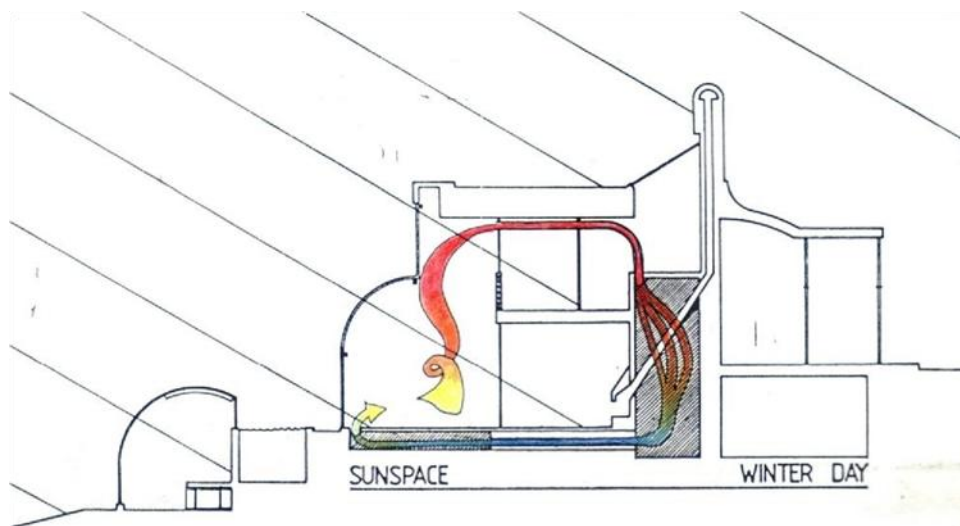
Az árnyékoló függöny működése:

Tél: derült időben fenn (éjszaka és borult időben lenn).

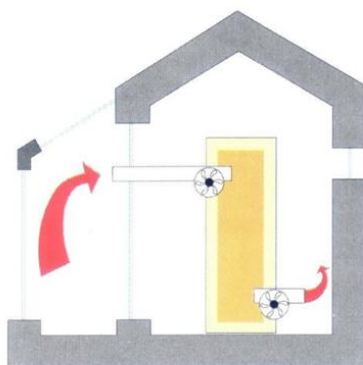
Nyár: derült időben lenn (éjszakára fenn).



173. ábra Nézet dél-keletről. Az árnyékoló függöny félúton



174. ábra Pécsi napház metszete a naptéren keresztül, téli nappali működés



175. ábra Kavicsöltetű hőtároló működése

A télikertből a meleg levegőt ventilátor juttatja be a hőtárolóba légcsatornán keresztül.

A pécsi napházban a hőtároló a két lépcsőkar között van, zárt rendszerű, csak befűvőventilátor van.



176. ábra Pécsi napház, a naptér belülről, a felső szintről



PCM: Phase Change Material

177. ábra A naptér



178. ábra Pécsi napház, a télikert belülről, a felső szintről



179. ábra Pécsi napház, télikert árnyékoló

Külső árnyékoló jobb lett volna, de nem sikerült megvalósítani.



180. ábra Növényzet a pécsi napházon



181. ábra A pécsi napház észak-nyugatról

Az északi oldalon levő utca felől a lekerekített tető és a bejárat, valamint a konyhához kapcsolódó, növényzettel borított terasz látszik.

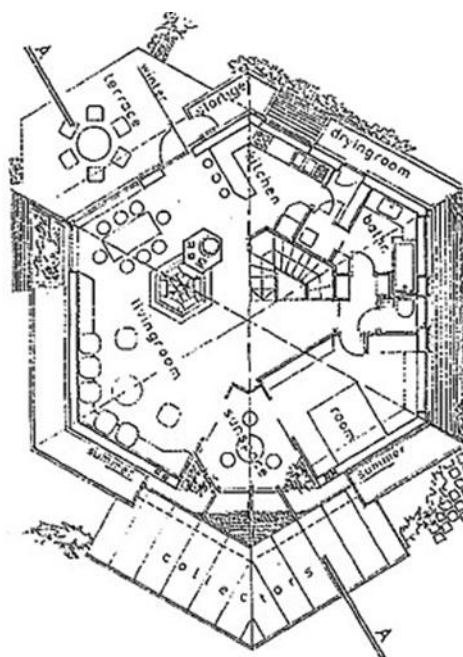
4.13. Kombinált rendszerek



182. ábra Ördögszikla-ház, Budapest

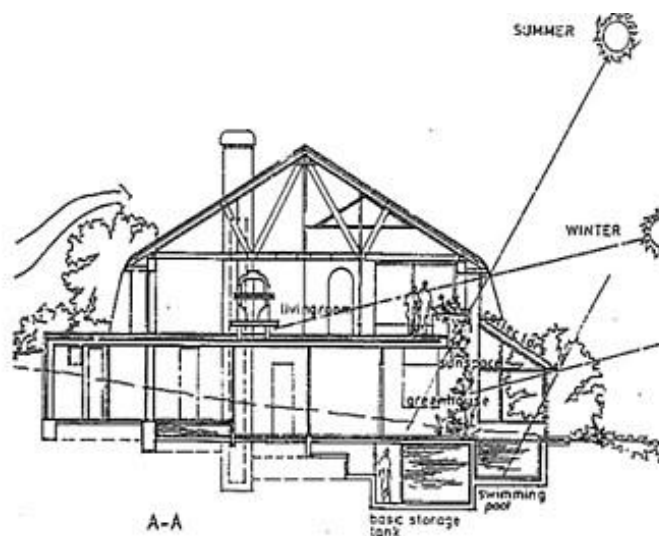
Építész: Koppányi Imre

Déli homlokzat, az alsó szinten hozzáépített naptérrel, annak tetején kollektorokkal. A naptérben medence van.



183. ábra Ördögszikla-ház, a felső szint alaprajza

Figyelemre méltó a kompakt körrajz, a felső szint beharapott naptere a centrumban lévő kandalló, kéménypillér, utóbbiban egy karcsú, magas melegvítároló tartály.



184. ábra Ördögszikla-ház, metszet.

Hőátbocsátási tényezők: fal $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, tető $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$. A hőveszteség mintegy 60%-át a nyereségek fedezik.



185. ábra München, Wohnanlage (Richter) (1982)

Építész: Thomas Herzog, München

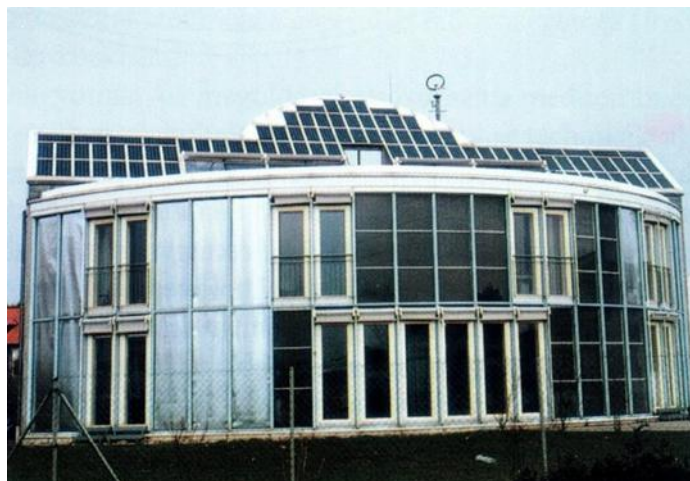
Fotó: Verena Herzog-Loibl, München

Forrás: Europäischer Preis "Gebäudeintegrierte Solartechnik 2008" Über Architektur und Solartechnik. Prof. Dr.-Ing. Roland Krippner Fakultät Architektur Lehrgebiet Konstruktion und Technik Kesslerplatz 12, 90489 Nürnberg roland.krippner@ohm-hochschule.de



186. ábra Arch. Prof. Dipl.-Ing. Josef Király épületei, Sistrans – Tirol – Ausztria

4.13.1. Önellátó ház, Freiburg im Breisgau (D)



187. ábra Önellátó ház, Freiburg im Breisgau (D)

Fejlesztő: Fraunhofer Institute

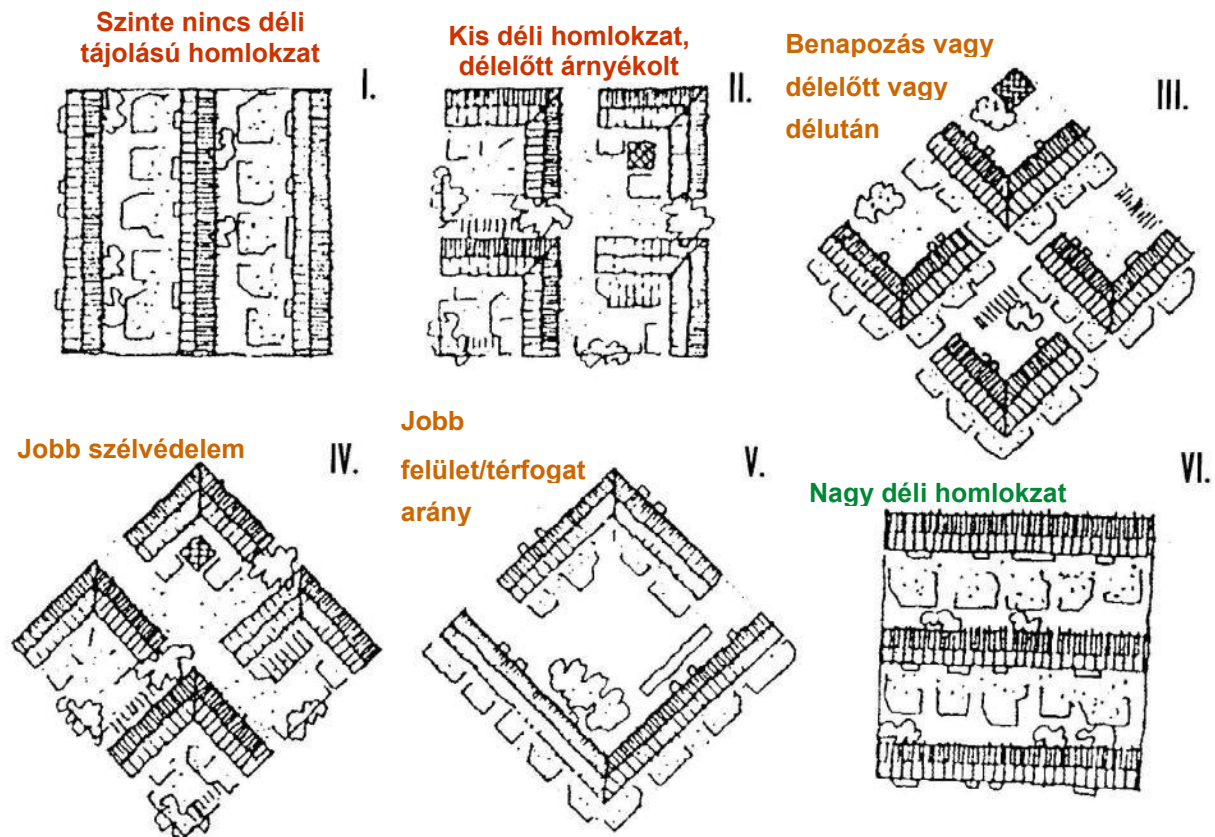
Közvetlen benapozás, transzparens hőszigetelés, napkollektorok vízmelegítésre.

Napelemek vízbontásra (hidrogéntartály az udvarban) és a termelt hidrogén felhasználása télen.

4.14. Településtervezési szempontok

A település rendezési terve alapvetően meghatározza a (passzív) szolár hasznosítás lehetőségét. Az É-D-i tengelyű utcák kis déli és nagy keleti és nyugati tájolású homlokzatokat eredményeznek, amelyeknek a téli benapozása kicsi, a nyári hőterhelése pedig nagy. (Magyarországon a keleti és nyugati tájolású függőleges felületekre jutó sugárzási energia a fűtési időszakban $200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, míg a déli tájolású felületeké $400 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) A K-Ny-i tengelyű utcavonal lehetővé teszi a nagy déli homlokzatok

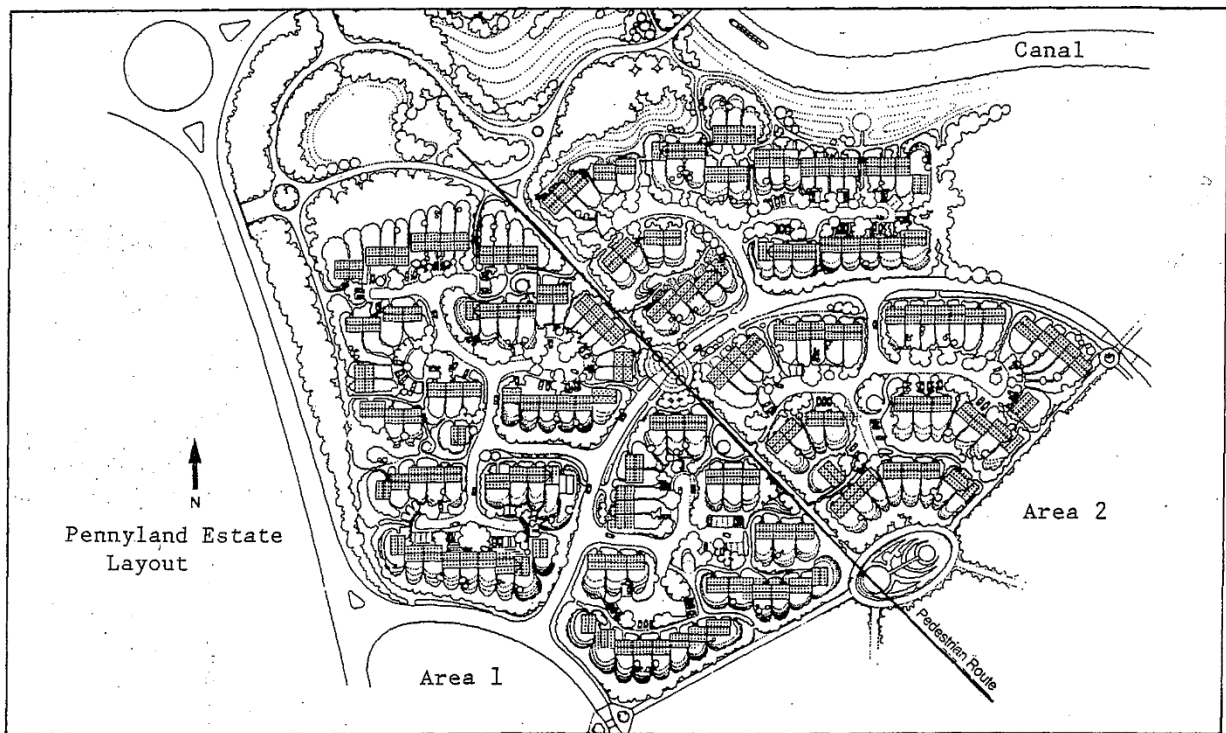
kialakítását, ezzel természetesen az északi is nagy lesz, de oda kevés nyílászáró kerül és jól hőszigetelhető.



188. ábra Kedvezőtlen (I.), és egyre kedvezőbb település terv

4.14.1. Milton Keynes, Anglia

Milton Keynes egy új város Angliában, 80 km-re Észak-nyugatra Londontól. Az 1974-es olajár válság hatására az energiafelhasználás és az energiaköltség fontos szemponttá vált. A Pennyland és a Linford területen 185 lakás épült. A projektek 1979-ben kezdődtek, a többletköltségeket az Energetikai és a Környezetvédelmi Minisztérium fedezte. Pennyland 177 db 90 m² alapterületű három hálósobás lakást tartalmaz dél ±45° tájolással.



189. ábra Milton Keynes, Pennyland terület áttekintése

A főhomlokzatok tájolása DK, D és DNy



190. ábra Tipikus lakás alaprajz, Milton Keynes

A lakások felének hőszigetelése kicsit jobb, mint az akkori szabvány, másik felének a hőszigetelése kétszeres. Kétszeres üvegezések (akkoriban újdonságnak számított az Egyesült Királyságban), a rések tömítve, a falakban 100 mm, a tetőn pedig 150 mm hőszigetelés, lábazati hőszigetelés körben.

A fogyasztásmérők és hőmérsékletek heti adatait hasonlították össze 20 db, a szabványnak éppen megfelelő referencialakásával a szomszédos Neath Hill területen.

A Linford területen 8 db négy hálószobás lakás épült 110 m² alapterülettel, a monitoring rendszer 60 érzékelőt tartalmazott, az értékeket óránként rögzítették.



191. ábra Homeworld House, Milton Keynes

4.14.2. Bournville Solar Village, Birmingham, UK

Az utca vonalvezetése Dél, illetve attól legfeljebb 30°-ban eltérő tájolású lakásokat lehetett építeni. Nagy déli tájolású üvegezések és kis északi ablakok, opcionálisan napterek a déli oldalon. Kétrétegű falak, 10 cm köztetes hőszigeteléssel. Szolár konzulens: Dr. Leslie F. Jesch



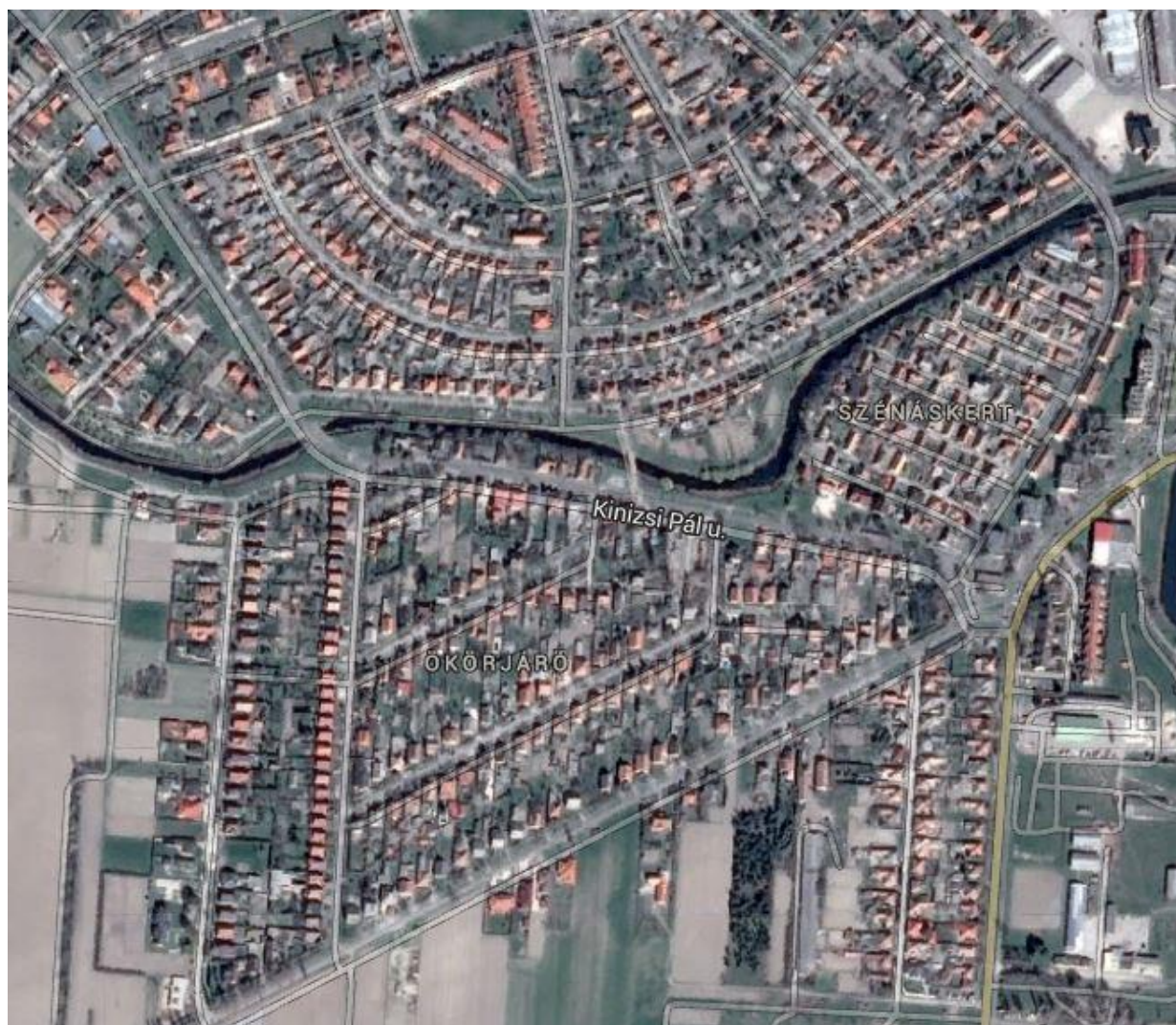
192. ábra Bournville Solar Village helyszín

Jobb oldalon a passzív szolár megoldásokat tartalmazó idősek otthona.



193. ábra Bournville Solar Village tipikus déli homlokzatok

4.14.3. Kalocsa



194. ábra Kalocsa

Kalocsát jelentős területeinek jól tervezett telekkialakítása alkalmassá teszi a passzív napenergia hasznosításra. Sajnos az épületek tervezői többnyire nem éltek a lehetőséggel.

4.14.4. solar City Linz-Pichling

A solarCity (amelyet támogatott az EU valamint a Felső-Ausztria tartomány) nagy érdeklődést váltott ki, tervezésében nemzetközileg elismert építészek vettek részt. A fenntarthatóság három pillérét, azaz a gazdasági növekedést, az ökológiai egyensúlyt és a társadalmi fejlődést egyformán és egyidejűleg vették figyelembe. Az integrált megközelítés eredményeképpen nagy esélye van, hogy a solarCity a városi fejlődés fontos modellje lesz a 21. században.



195. ábra solarCity Linz-Pichling

A solarCity név jelzi a napenergia átfogó használatát abban az értelemben, ahogy a Napenergia Építészeti és Várostervezési Európai Charta 1996 meghatározza. A „solar” a lehető legszélesebb értelemben értendő, ami kezdődik a tervezés az épületek megfelelő elveivel, mint napenergia architektúra. Ez magában foglalja a napenergia aktív és passzív használatát, és nem zárja ki bármely lehetséges megújuló energiaforrás felhasználását sem.

A lakásokat a lehető legjobb benapozására és világosra tervezték, nagy ablakfelületekkel. Műszakilag kifejezve ez passzív szolár megoldásokat jelent, mint déli tájolású ablakok és napterek, amelyek nem csak jobb komfortot, hanem egyúttal jobb fűtést jelentenek télen. A tetőkön a napkollektorok aktívan hozzájárulnak a vízmelegítéshez.

4.14.5. Szoláris építészet

A szoláris építészet elsősorban a benapozás biztosítását jelenti. Az épületek tájolása, a távolságok és a magasságok aránya lehetővé teszi a közvetlen benapozást télen. Az épületek alacsony energiafogyasztását további intézkedések biztosítják, mint kompakt tömegformálás és optimális hőszigetelés.

4.14.6. Példaértékű modell, támogatások

Tizenkét ingatlanfejlesztő közös szerződést kötött Linz városával. A szerződés meghatározta az elvárt napenergia-hozamot és a megengedett maximális energiafelhasználást. Az elvárás legalább 34% napenergia részarány volt a vízmelegítés során, ami a valóságban ~50% lett. Linz városa pénzügyi támogatással segítette a napenergia rendszerek megvalósítását. A közösségi épületek alaptámogatása 720 Euro plusz 150 Euro volt napkollektor négyzetméterenként. A tizenkét fejlesztő összesen ~3500 m² napkollektort telepített az épületeik tetején.

Az energiaigény az előírászat szerint nem léphette túl a 44 kWh/m²a értéket. Mivel a fejlesztők túlteljesítették az elvárásokat, a tényleges érték 36 kWh/m²a lett.

A nyári túlmelegedés elkerülése is ugyanolyan fontos tényező, mint az energetikai küszöbértékek. A fejlesztőknek bizonyítani kellett, hogy a nyári túlmelegedés ellen is védettek az épületek.



196. ábra Épület a solarCity Linz-Pichling területén

4.14.7. Beddington Zero Energy Development (BedZED)

Naptér – direkt benapozás – napelem – természetes szellőzés – zöld tető kombináció.

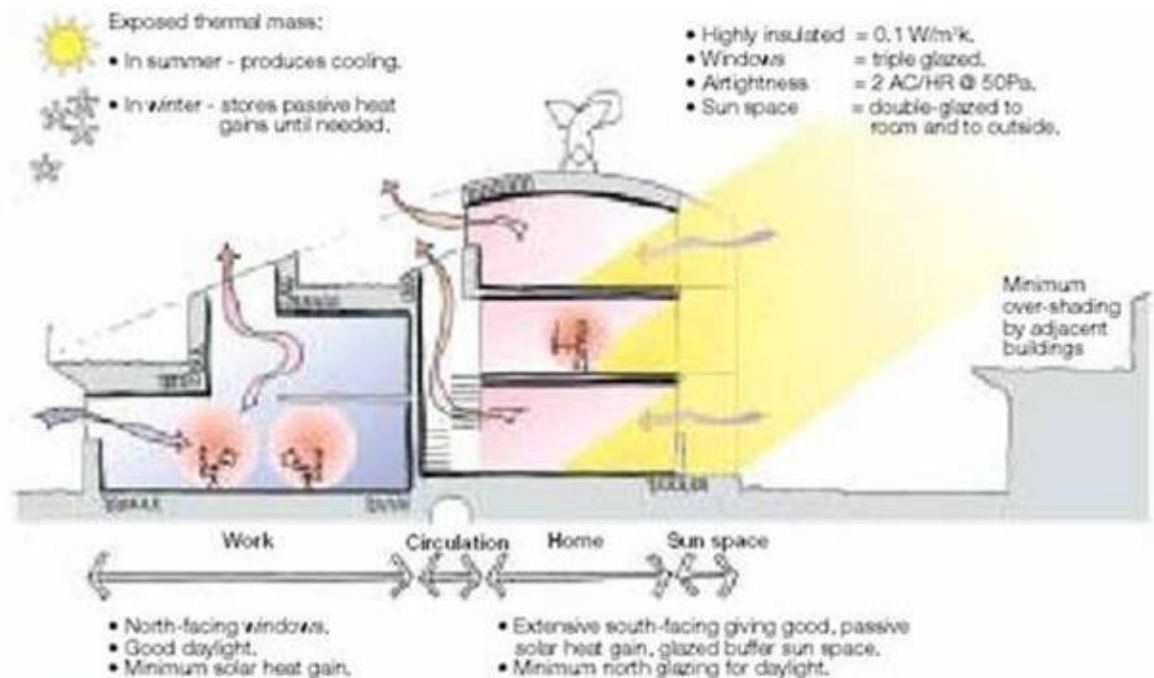


197. ábra Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, telepítés áttekintése

Épült: 2000–2002, tervező: London's Bill Dunster Architects, építészet: Bill Dunster, megvalósítás: Peabody Trust, London's Bill Dunster Architects, Ellis & Moore Consulting Engineers, BioRegional, Arup, pénzügy: Gardiner and Theobald
 Cím: 24A Sandmartin Way, Wallington, Surrey SM6 7DF, Egyesült Királyság



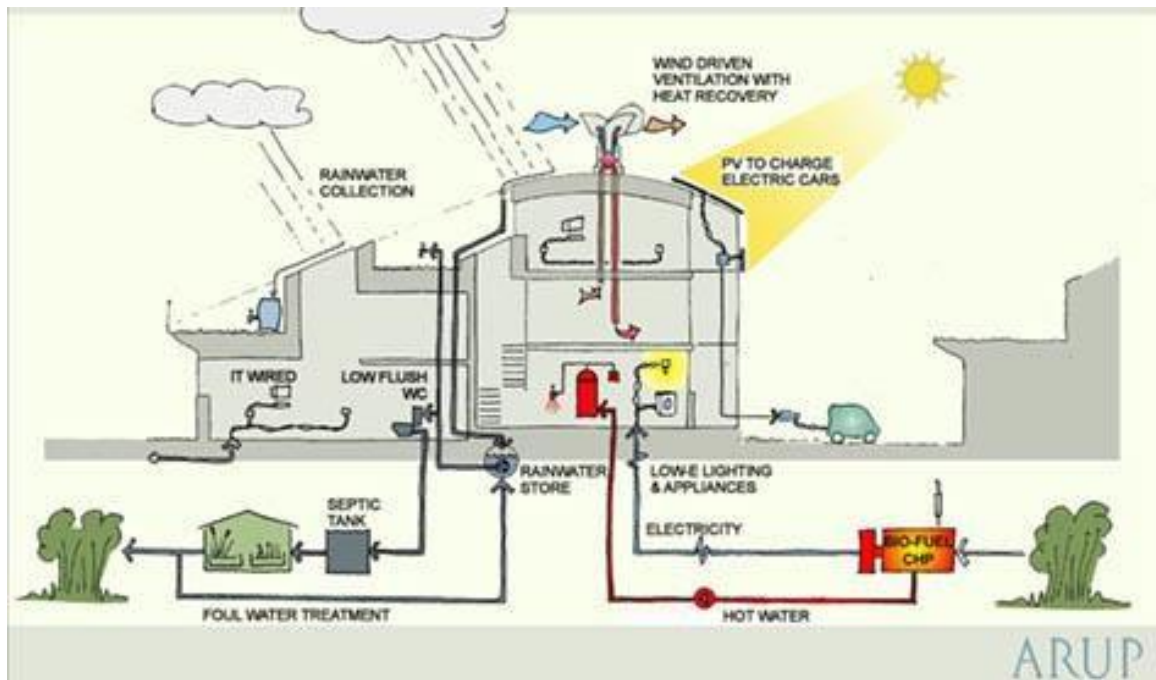
198. ábra Beddington Zero Energy Development (BedZED), funkciók áttekintése



199. ábra Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, légáramlások vázlata



200. ábra Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, látkép



201. ábra Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, ökológia

Nem csak energia, komplex ökológiai gondolkodás, tervezés

Zöld tető



202. ábra Beddington Zero Energy Development (BedZED) Dél-London, tetőkert

4.15. Szellőztetett szoláris falak és napterek számításai

MSZ-EN 832:2000 szabvány

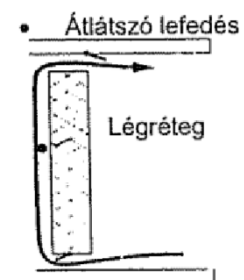
C1. Szellőztetett szoláris fal (Trombe-fal)

A C1. ábra szerinti energiagyűjtő falra a következő feltételezések érvényesek:

- a légáramot automatikusan zárják, ha a légréteg hidegebb, mint a helyiség és
- a légáramot szabályozott, állandó \dot{V} értéken tartják, amikor a légréteg melegebb, mint a helyiség.

C1.1. Szükséges adatok

- A a szellőztetett szoláris fal felülete;
- A_s a szellőztetett szoláris fal tényleges energiagyűjtő felülete a 6.3.2. szakasz szerint;
- R_i a légréteg és a helyiség közötti fal hővezetési ellenállása;
- R_a a légréteg és a környezet közötti fal hővezetési ellenállása;
- R_l a légréteg hővezetési ellenállása;
- \dot{V} légtömegáram a szellőztetett légrétegen át;
- h_c és h_r a konvektív és a sugárzási hőátadási tényező a légrétegben;
- I_s a napsugárzás energiahozama a szellőztetett szoláris falon a számítási időszakban.



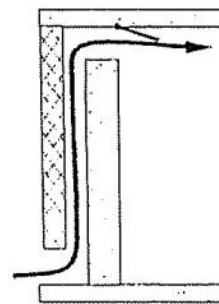
C1. ábra: A levegő áramlásának útja szellőztetett szoláris falban

C2. Szellőztetett határolószerkezetek

C2.1. Alkalmazási terület

A szellőzőlevegőt az épületek határolószerkezeteiben (fal, ablak, tető) keringetve hővisszanyerés révén a hővesztesség csökkenthető annak ellenére, hogy ezeknek az elemeknek a transzmissziós hővesztése önmagában véve nő. Ez a hatás egy egyenértékű hőcserélőként is kifejezhető (lásd az 5.3.5. szakaszt), amelynek a hatásfoka egyszerűsített módszerrel számítható a következő feltételek teljesülése esetén:

- a légáram párhuzamos a szerkezet felületével (lásd a C3. ábrát);
- a légréteg vastagsága 15–100 mm;
- az egyéb határolószerkezetek légtömörége jó;
- a C1. táblázatban leírtak teljesülnek;
- a légutánpótlás légbevezető nyílásai állíthatók vagy automatikus szabályozásúak és a szerkezet belső oldalán vannak.



C3. ábra: A levegő áramlása a falban

D1. Napterek

D1.1. Alkalmazási terület

A következők fűtött terekhez kapcsolódó fűtetlen napterekre vonatkoznak, mint például csatlakozó üvegházak, illetve télikertek, ahol a fűtött tér és a naptér között válaszfal van.

Ha a naptér fűtött, vagy a naptér és a fűtött tér között állandóan nyitott nyílás van, akkor azt a fűtött tér részének kell tekinteni. A veszteségek és a szoláris nyereségek számításakor a naptér külső burkolatát kell számításba venni, és ez a melléklet nem alkalmazható.

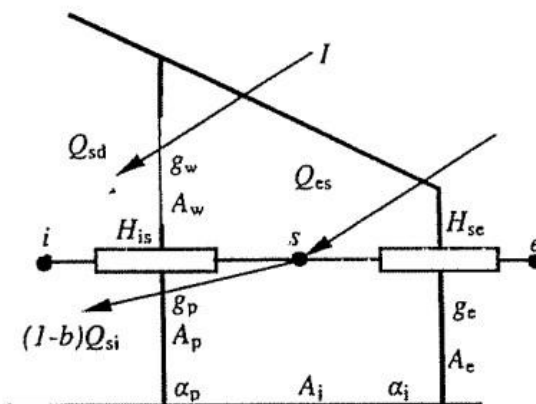
D1.2. Szükséges adatok

A következő adatokat kell összegyűjteni az elválasztó fal átlátszó hányadára (w index) és a naptér külső burkolatára (e index):

- F_C függőnytényező;
- F_F kerettényező;
- F_S árnyékoltsági korrekciós tényező;
- g teljes napenergia-átbocsátási tényező;
- A_w a válaszfalban lévő ablak területe;
- A_e a naptér burkolatának területe;

Kiegészítésként a következő adatokat érdemes megbeszélni:

- A_j minden j felület területe, amely a naptérben napsugárzást nyel el (padló, nem átlátszó falak, a tételválasztás nem átlátszó hányada p indexszel);
- α_{sj} a j elnyelő felület napsugárzásra vonatkozó átlagos abszorpciós tényezője a naptérben;
- I_i az i felületre a számítási időszak alatt jutó napsugárzási energiahozam;
- U_p a tételválasztás nem átlátszó hányadának hőátbocsátási tényezője;
- U_{pe} az előbbi fal elnyelő felülete és a naptér közötti hőátbocsátási tényező.



D1. ábra: Kapcsolt naptér nyeresége, hővesztés-tényezője és az egyenértékű elektromos hálózat

4.16. Ajánlott külföldi szakirodalom

A Golden Thread, 2500 Years of Solar Architecture and Technology, by Ken Butti and John Perlin, published by Cheshire Books, Palo Alto, Van Nostrand Reinhold Company, New York, London, 1980.

The Passive Solar Energy Book (Expanded Professional Edition), by Edward Mazria, published by Rodale Press, Emmaus, Pa, 1979.

Balcomb's Final Guidelines, by Douglas Balcomb, in Solar Age Magazine, SolarVision Inc., Churchill, Harrisville, N.H., September 1981.

Passive Solar Buildings (Solar Heat Technologies), by J. Douglas Balcomb (Editor), MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1992

Passive Solar Energy, The Homeowners Guide to Natural Heating and Cooling, by Bruce Anderson & Malcolm Wells, Foreward by Sen. Ted Kennedy, Brick House Press, Andover, Massachusetts, 1981.

The Superinsulated Home Book, by J.D. Ned Nisson & Gautam Dutt, John Wiley & Sons, New York, 1985.

Architektur mit der Sonne, by Josef Kiraly, C. F. Müller Verlag, Heidelberg, 1982. (Out of print).

Klimagerechte und energiesparende Architekture, by G. Hillmann, J. Nagel, H. Schreck, Verlag C.F. Muller, Karlsruhe, 1982. (Out of print.)

Energy and Form, An Ecological Approach to Urban Growth, by Ralph Knowles, Cambridge, Massachusetts and London, England, 1974.

The Solar Home Book, heating, cooling and designing with the sun, by Bruce Anderson with Michael Riordan, Brick House Publishing Co., Inc., Andover, Massachusetts, 1976.

Energy, Environment and Building, by Philip Steadman, Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne, 1975.

Architecture and Energy, Conserving Energy Through Rational Design, by Richard G. Stein, by Anchor Press Doubleday, Garden City, New York, 1978.

A Landscape for Humans, by Peter van Dresser, published by Peter van Dresser, El Rito, Rio Arriba County, New Mexico, 1972.

The Owner-Builder Experience, How to Design and Build Your Own Home, by Dennis Holloway and Maureen McIntyre, published by Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania, 1986.

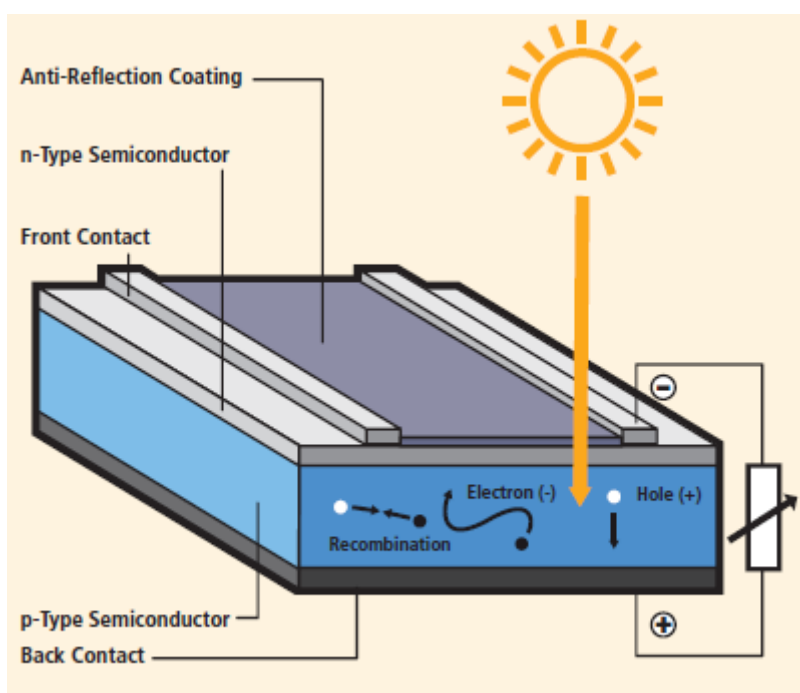
5. Fotovillamos rendszerek

A napelemek az úrkutatás termékei, űrhajók, műholdak elektromos energiaellátására fejlesztették ki, a napenergiát közvetlenül villamos energiává alakítják. Sajnos a jó termikus rendszerekhez képest hatásfokuk alacsony. Ennek oka, hogy egy bizonyos típus a napsugárzás spektrumának csak egy bizonyos részét hasznosítja, de a fejlesztések folyamatosak.

5.1. A fotovillamos (PV) cellák fizikája

5.1.1. Napelemek működési elve

A fotovillamos cella lényegében egy dióda: két különböző tulajdonságú félvezető réteg összekapcsolt egysége.



203. ábra Általános sematikus keresztmetszet a megvilágított napelem cella működésének bemutatására [8]

A félvezetők között leggyakoribbak a szilícium alapanyagúak. A Si a Földön az egyik legnagyobb mennyiségben előforduló anyag. Vannak más félvezetők is, például GaAs, CdS, Cu₂S. A Si atom vegyérték-elektronjainak száma: 4. A Si kristály atomjai egymáshoz kapcsolódnak, 2-2 elektront megosztva. A Si alapanyagú, n-típusú félvezető kevés foszfor-szennyezőanyag hozzáadásával készül. A foszfor atomnak 5 vegyérték-elektronja van, tehát ha elfoglalja egy Si atom helyét, akkor 1 elektron felesleges lesz (negatív-típus). A p-típusú anyag bór-szennyezéssel készül. A bórnak 3 vegyérték-elektronja van, így ha egy Si atom helyére kerül, egy elektron helye üres marad, azaz ott „lyuk” jön létre. Ezért ezt pozitív-típusú (elektron-hiányos) anyagnak nevezzük. Ha az anyag atomjának egy elektrona – például gerjesztés folytán – a helyéről elmozdul, akkor a helyén „lyuk” keletkezik. Tehát, ha az elektronok mozognak, akkor a „lyukak is mozognak”. Ebben az értelemben tekintik a „lyukakat” töltéshordozóknak.

A polikristályos szilícium egykristályos „morzsákból”, vagy többkristályos ingotokból (további feldolgozás céljára öntéssel előállított rúd) való öntéssel készül.

Amorf szilícium. Benne kevésbé rendezett a struktúra, mint a kristályosban, nem mindegyik Si atom kötődik a szomszédjához. Igen vékony, hajlékony rétegben gyártható. Olcsóbb, de kisebb a hatásfoka (10% alatti) és kevésbé stabil; degradáció lehet.

5.2. A különböző napelem cellák tulajdonságai

CdTe (kadmium-tellurid) alapanyagú cella, hatásfoka >10%. Egyszerű, gyártása nem költséges, jó sáv szélességű. Megjegyzés: a kadmium szennyező anyag (amire a gyártásnál és a hulladék-kezelésnél ügyelni kell). CuInSe₂ (réz-indium-diszelenid) laboratóriumban mért hatásfoka 12,9%, stabil, vékony rétegben is alkalmazható. A gyártáshoz hidrogén-szelenid gázt alkalmaznak, ami mérgező. A gyártásellenőrzés megoldható, de biztonsági intézkedések szükségesek.

A különböző alapanyagú cellák laboratóriumban elért legnagyobb hatásfoka:

GaAs (500-szoros koncentrációval)	:	28%	(gallium-arzenid)
Si (140-szeres koncentrációval)	:	28%	
Si (koncentráció nélkül)	:	22%	
Si (kristályos vékonyréteg elem)	:	15%	
a-Si	:	13,7%	
CuInSe ₂	:	12,9%	
CdTe	:	12,8%	

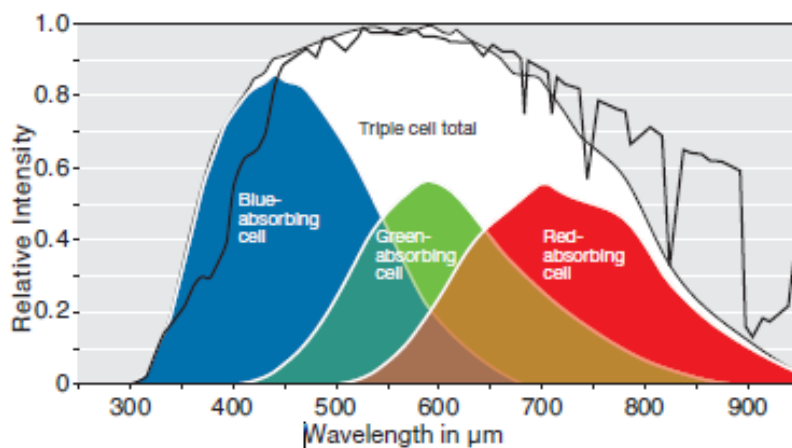
Laboratóriumi körülmények között készültek már többrétegű, 30% fölötti hatásfokúak is. A többrétegűnél az egyes rétegek más-más spektrumot hasznosítanak, tehát a hatásfok tovább növelhető.

Ha a teljesítmény-ár arányt vizsgáljuk, a sorrend pont fordított, mint a hatásfok szerinti sorrend. Tehát, ha nem probléma, hogy egy 40 W teljesítményű amorf napelem mérete kétszerese a 40 W teljesítményű kristályosénak, akkor amorf típusúból ezt olcsóbban megkapjuk.

A napelemek élettartama megegyezés szerint az az idő, amíg teljesítménye az eredeti 80%-ára csökken. Ettől kezdve a teljesítmény csökkenés meredeksége már jelentősen növekszik. A kristályos napelemek élettartama 30...35 év, az amorfé rövidebb.

5.2.1. Háromrétegű technológia

Az Uni-solar által kifejlesztett három csomópontos (háromrétegű) technológiának számos fontos előnye van. A napelemeket amorf szilikon vékony réteg laminátumokban használják, ezek három szilikon réteget alkalmaznak egymás után plazmával segített vegyi gőz lerakódási folyamatban. A különböző rétegeket úgy optimalizálják, hogy az egyes rétegek a fény spektrum különböző szakaszát alakítsák át elektromos energiává. Ez lehetővé teszi azt, hogy az átalakítás hatékony maradjon (a kristály panelekhez képest) szűrt fényviszonyok között is, ami Közép- és Észak-Európában a nappali fény nagy részében uralkodó jellegű. Az Kalzip AluPlusSolar vagy Kalzip SolarClad rendszerek fajlagos hozama a helyi viszonyoktól függően 10-20%-kal magasabb, mint a hagyományos kristályos rendszeré azonos körülmények között.



204. ábra Három csomópontú (rétegű) amorf vékonyréteg technológia [47]

5.3. Átlátszó és félig átlátszó napelemek

Az átlátszó napelemek ón-oxid bevonatot alkalmaznak az üvegpánél belső felületén, az áram kivezetésére a cellából. A cella titánium-oxidot tartalmaz, amelyet fotovillamos festékekkel fednek le.

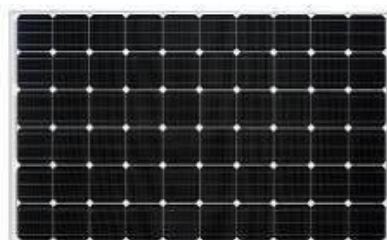
A legtöbb hagyományos napcella, vagy inkább napelem látható és infravörös fényt használ az elektromosság termeléséhez. Ezzel szemben az innovatív új napelem ultraibolya sugárzást is alkalmaz. A hagyományos ablaküveg helyett, vagy az üveg fölé ez a berendezés felszíni területe lehet nagy, amelynek köszönhetően előnyt kovácsol az energiatermelés kombinált funkcióiból, tehát világításra és hőmérséklet szabályozásra is használható.

Az átlátszó napelem másik neve „félig átlátszó napelem” (ezek átteresztik a rájuk eső fény felét). A szerves napelemekhez hasonlóan a szerves fotovillamos napelemek félig átteresztőként is képesek működni. [48]

5.4. A szilícium napelemek típusai

5.4.1. Monokristály szilícium napelem

A nagyon tiszta olvasztott szilíciumból kifejlesztett hatszögletű kristály szeleteket a precíziós vágással 0,2 – 0,3 mm-es vastagságúra vágják és a panelre helyezik. 13-17%-os hatásfok között változó monokristályos fotovillamos elemek kissé hatékonyabbak (és drágábbak) mint a polikristályos változat, így előnyben részesíthetik ott, ahol kisebb hely áll rendelkezésre. [49]



205. ábra Monokristály szilícium napelemtábla

5.4.2. Polikristály szilícium napelem

A polikristályos fotovillamos elemek olyan tiszta olvasztott szilíciumot használnak, amelyet öntenek, majd lehűtik és körülbelül ugyanolyan vastagságúra szelnek, mint a monokristályos esetében. Egy tükröződésmentes réteget visznek fel, hogy több fényt tudjon elnyelni a cella. A polikristályos napelemek hatásfoka jellemzően 11-15% között váltakozik, de olcsóbbak, mint a monokristályos fotovillamos elemek, így jobban kedvelt ezt a megoldás, amikor több hely áll rendelkezésre.

A polikristályos szilícium egykristályos „morzsácskából” vagy többkristályos ignotból készülnek (rúd, amelyet további feldolgozás céljából öntenek) öntéses módszerrel.



206. ábra Polikristály szilícium napelem [49]

5.4.3. Amorf szilícium napelem

Amorf szilícium. Szerkezete kevésbé szabályos, mint a kristály változaté, mert nem minden egyes szilícium atom kötődik a szomszédjához. Nagyon vékony flexibilis rétegben lehet készíteni. Olcsóbb, de hatásfoka alacsonyabb (10% alatt van), kevésbé stabil, élettartama rövidebb.

Rendkívül vékony amorf szilícium réteget (0,5-2,0 mikrométer vastag) alkalmaznak a kristály helyett a félvezetőkön, aminek köszönhetően alacsonyabb a költség, de alacsonyabb a hatékonysága is, körülbelül 6-8%. Ezt javítani lehet többrétegű változattal, ahol minden egyes réteg különböző hullámhosszra reagál, de a különbség csekély. Ez az egyik legolcsóbb megoldás.

Mivel a hatásfoka nagyságrendben a fele a kristályosénak, ugyanakkora teljesítmény eléréséhez kétszer akkora felület szükséges. Tehát csak ott alkalmazható, ahol a szükséges felület rendelkezésre áll. A kétszeres felület miatt a tartószerkezet ára is nagyjából kétszeres, ami csökkenti az árelőnyt a kristályoshoz képest. A gazdaságossági elemzéshez figyelembe kell még venni a rövidebb élettartamot.



207. ábra Amorf szilícium napelemtábla [49]

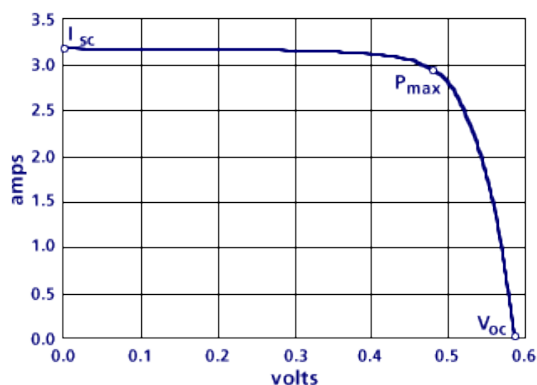
5.4.4. Hibrid napelem

A hibrid fotovillamos elemek közrefognak egy monokristályos fotovillamos elemet két rendkívül vékony amorf szilíciumréteg közé. Ez a technológia többre kerül, ugyanakkor több mint 18%-os napenergia hatásfokra képes.

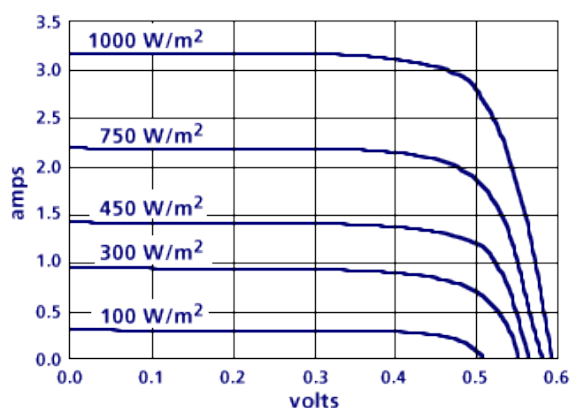


208. ábra Hibrid napelemtábla [49]

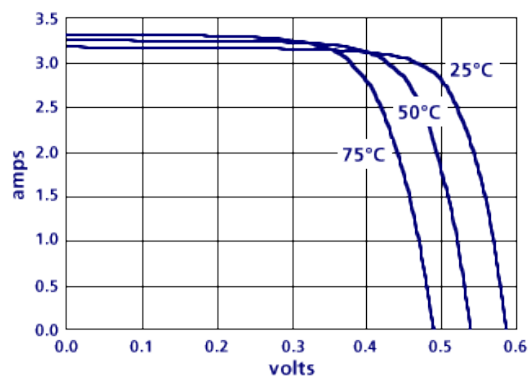
5.4.5. A napelem teljesítménydiagramjai



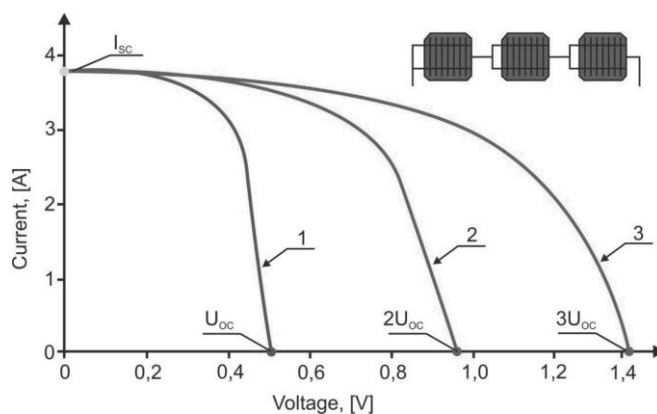
209. ábra A napelem maximális teljesítmény munkapontja [50]



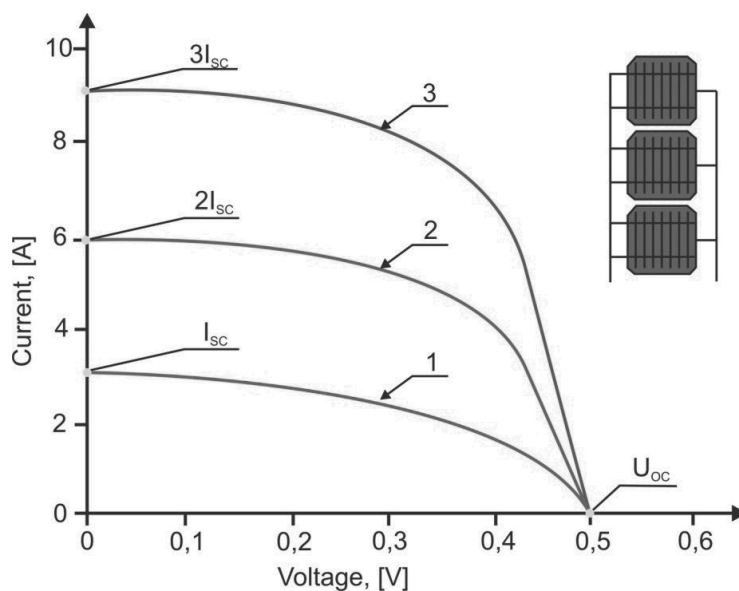
210. ábra A napelem kimenete a napsugárzás függvényében [50]



211. ábra A napelem kimenete a környezeti hőmérséklet függvényében [50]



212. ábra Napelemek soros kapcsolása [51]



213. ábra Napelemek párhuzamos kapcsolása [51]

5.5. Egyenáramú / váltakozó áramú üzem

Sziget üzemmódok

- Közvetlen táplálás: a napelem közvetlenül működtet egy egyenáramú fogyasztót.

- Akkumulátoros: a napelem töltésszabályozón keresztül akkumulátort táplál, az egyenáramú fogyasztót pedig az akkumulátor látja el.
- Váltakozó áramú ellátás inverterrel: a napelem, illetve az akkumulátor az inverter segítségével 230 VAC váltakozó áramot állít elő az ilyen fogyasztók ellátására.
- Vegyes egyenáramú és váltakozó áramú üzemmód: az egyenárammal működtethető berendezéseket (pl. 12 VDC feszültségű világítótestek) nem célszerű az inverteren keresztül ellátni annak veszteségei miatt.

Hálózati üzemmódok

- Csak az országos hálózatra tápláló berendezések. Természetesen inverteren és transzformátoron keresztül, a hálózati frekvenciával szinkronizálva.
- Helyi ellátást is biztosító, a felesleget az országos hálózatra tápláló berendezések.
- Műszakilag természetesen ez utóbbi az ésszerűbb, de ha a tarifarendszer a hálózatra táplálást támogatja, akkor a kizárólagosan a hálózatra tápláló berendezés létesítése gazdaságosabb.

5.6. Hálózattól független, sziget üzemmód (off-grid) tárolóval és tároló nélkül

5.6.1. Közvetlen táplálás

A közvetlen táplálás azt jelenti, hogy a napelemek közvetlen kapcsolatban vannak a berendezésekkel, természetesen biztonsági és/vagy szabályozó berendezésen keresztül. Ilyen lehet például napelemmel működtetett ventilátor vagy szivattyú, mobiltelefon-töltő. Ezek a berendezések csak akkor működnek, amikor a napsugárzási energiahozam elegendő a működtetéshez.

Napelemmel hajtott ventilátor például jól működik együtt levegő közegű napkollektoros rendszerekkel és javítja a Trombe-Michel tömegfal hatásfokát.

Napelemmel hajtott öntözőszivattyú csak akkor szállítja a vizet a gyökérzónába, amikor a napsugárzás energiája elegendő a szivattyú meghajtására. Másik lehetőség víztartály töltése napelemmel hajtott szivattyúval napsütéses időszakban, amiből az öntözés szükséges, vagy háztartási célokra

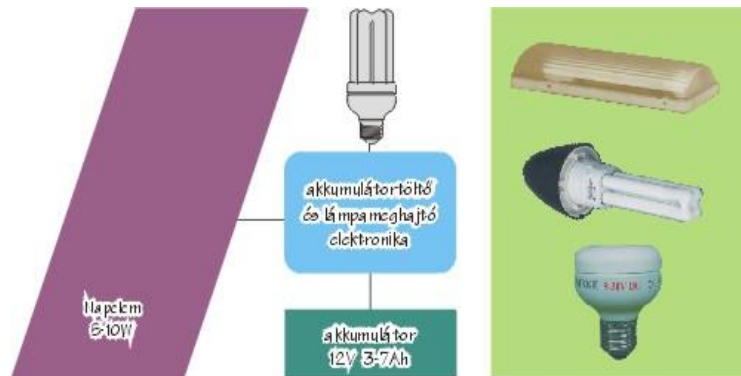
Az egészen kis berendezéseket leszámítva közvetlen táplálás esetén is célszerű akkumulátort alkalmazni, részben a motor nagyobb indítási áramerősség igényének biztosítására, részben váltakozó napsugárzás (felhőzet átvonulások) esetén a szaggatott működés elkerülésére. Ezeknek az akkumulátoroknak a teljesítménye nem elegendő hosszú távú működtetésre napenergia nélkül.



214. ábra Napelemmel hajtott szellőző ventilátor [52]

5.6.2. Akkumulátoros kisberendezések

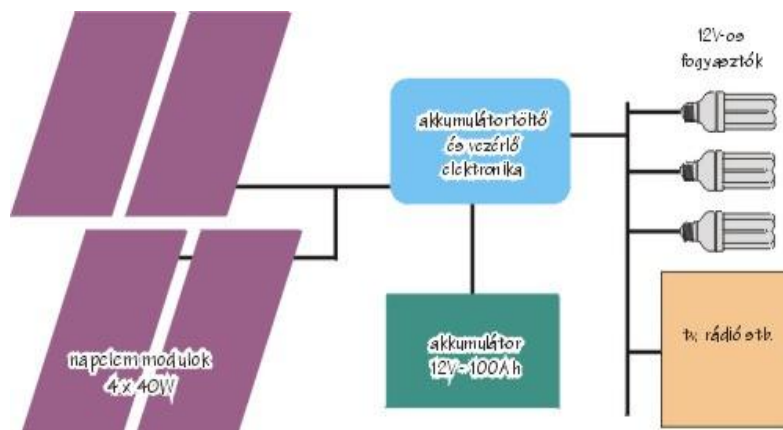
Ha a használati időszak nincs összhangban a napsugárzással, elektromosenergia-tárolót kell alkalmazni. Jellemző példa erre a napelemes lámpa. Nappal tölti az akkumulátort, este pedig világítunk a betárolt energiát használva. (A tároló jelenleg még akkumulátor, de folynak fejlesztések más tárolási módokkal is, például hidrogéncella).



215. ábra Önálló berendezések elektromosenergia-tárolóval [53]

5.6.3. Helyi egyenáramú hálózat

A rendszer elvében megegyezik a tárolós önálló berendezésekével. Az elvi különbség annyi, hogy több fogyasztót lát el.



216. ábra Helyi egyenáramú hálózat vázlata: napelemek, szabályozó, tároló és fogyasztók [53]

5.6.4. Helyi egyenáramú és váltakozó áramú hálózat

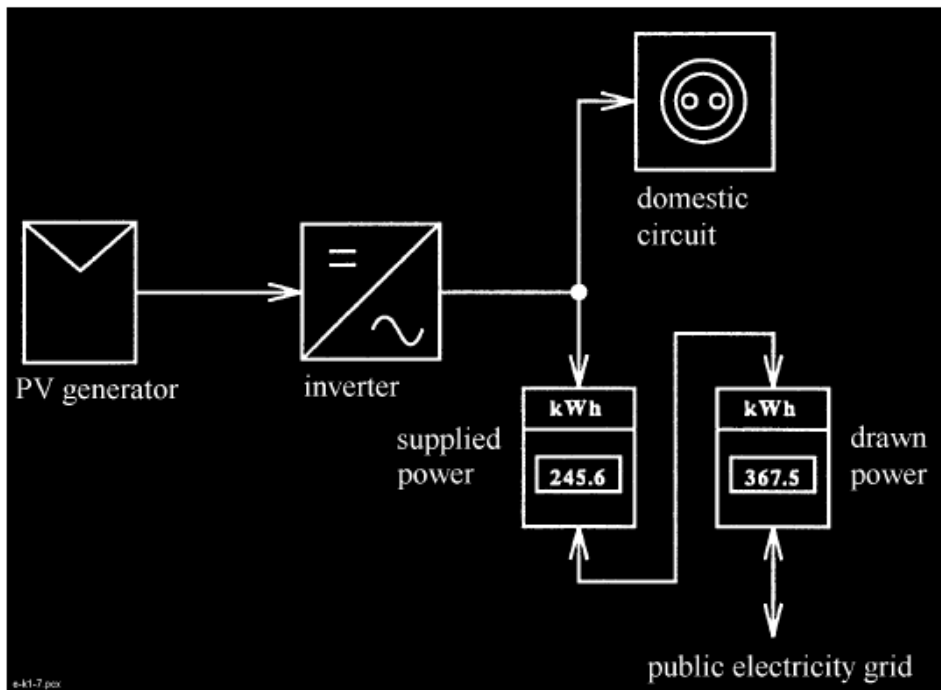
Amennyiben váltakozó áramú fogyasztókat is el kell látni, erre a célra az egyenáramot váltakozó árammá alakító inverter szükséges. Ebben az esetben külön egyenáramú és külön váltakozó áramú hálózatot kell kiépíteni. Nem célszerű az egyenáramú fogyasztókat a váltakozó áramról „visszaegyenirányított” egyenárammal ellátni az átalakítási veszteségek és plusz költségek miatt.

5.7. Hálózati üzemmódok

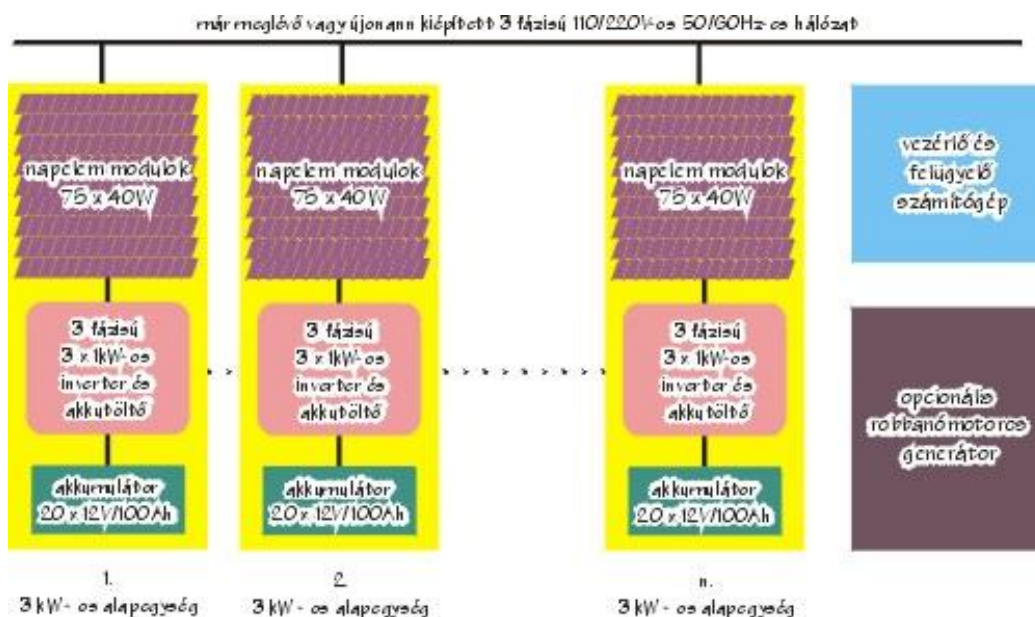
Az elektromos hálózattal összekapcsolt rendszerek lehetnek:

- Napelemes rendszerek kizárólag az országos hálózatra táplálva az energiát. Természetesen inverteren, transzformátoron keresztül, pontosan szinkronizálva a hálózati frekvenciához.
- Napelemes rendszerek a helyi igények kiszolgálására, alkalmanként a felesleget az országos hálózatra táplálva.

Műszaki szempontból ez utóbbi ésszerűbb, de a tarifa rendszer is eldönti, hogy melyiket érdemes megvalósítani amennyiben van választási lehetőség. Ha a tarifa rendszer támogatja a hálózatra táplálást, akkor annak kell elsőbbséget adni. Megjegyzendő, hogy a tarifa rendszer változhat, amire fel kell készülni, és műszakilag követni.



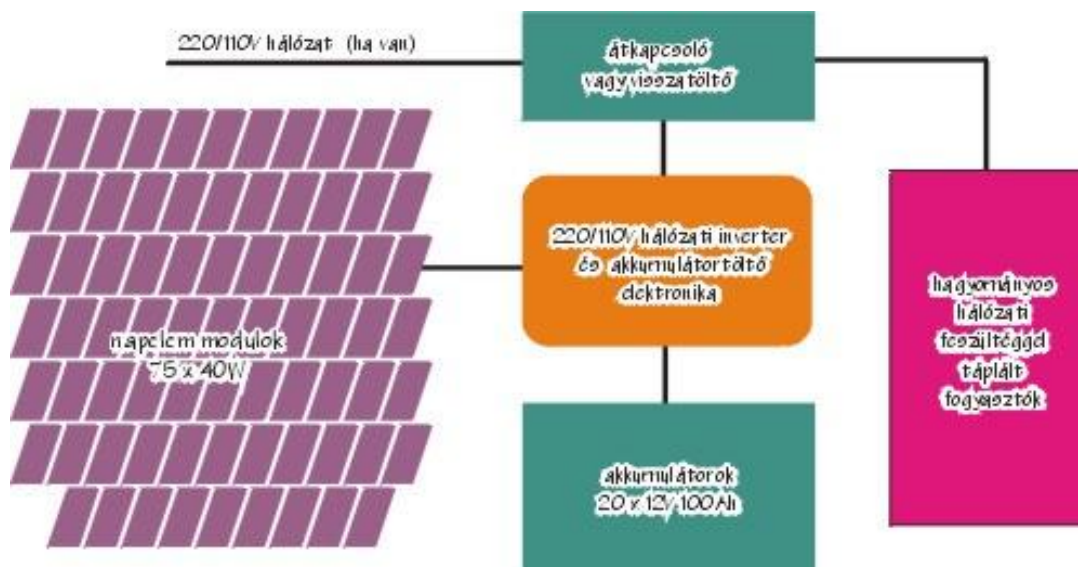
217. ábra Hálózattal összekapcsolt napelemes rendszer blokkvázlata két mérővel [54]



218. ábra Hálózatra kapcsolt napelemes rendszer blokkvázlata helyi fogyasztás nélkül [53]

5.8. Kombinált üzemmód

Napelemes helyi hálózat jól működhet tároló nélkül olyan helyen, ahol van lehetőség kapcsolódni az országos ellátó hálózatra, tulajdonképpen a hálózatot használva tárolónak. Ebben az esetben is telepíthető tároló. Egyrészt növeli az ellátás biztonságát olyan helyen, ahol viszonylag gyakran van áramszünet, másrészt kihasználhatja, hogy az átvett áram tarifája változó. Eltérő munkanapokon és munkaszüneti napokon, és a napon belül is változhat a tarifa. Csúcsidőben lehet magasabb. A helyi tároló lehetővé teszi, hogy akkor tápláljunk a hálózatra, amikor a tarifa a legmagasabb.



219. ábra Fig. 5.1 Kombinált üzemmód helyi tárolóval és az országos hálózatra is rákapcsolva [53]

5.9. Inverterek

5.9.1. String PV inverterek

A string (felfűzött) inverterek a legegyszerűbb, és a kisebb rendszerekben, például háztartásokban leggyakrabban alkalmazott inverterek. A napelemek egész rendszerének szabályozását és figyelemmel kísérését teszik lehetővé oly módon, hogy azt egyetlen konverterhez csatlakoztatják. Tisztában kell lenni azonban azzal, hogy egyetlen string inverter úgy kezeli a napelemek rendszerét, mintha az egyetlen hatalmas napelem lenne, és a benne lévő leggyengébben működő napelemhez mérten fogja szabályozni az alkalmazott terhelést. Ha tehát egyetlen napelem meghibásodik vagy leárnyékolódik, az kihatással lehet az egész rendszer kimenő teljesítményére.

5.9.2. Szolár PV mikroinverterek

A mikroinvertereket az egyes napelemek hátoldalán helyezik el. Ily módon minden egyes elemről a maximális energia kerül kinyerésre, amelyet azután közvetlenül a mérőműszer felé továbbít a rendszer. Ha egyetlen napelem gyengén működik (például leárnyékolódik) az nem fogja aránytalanul hátrányosan érinteni az egész napelem-rendszer többi eleméből kinyerhető energiamennyiség mértékét.

5.9.3. Központosított inverterek

A nagyméretű PV rendszerekhez a transzformátor nélküli szimmetrikus háromfázisú hálózati árammal üzemelő központi inverterek nagy teljesítményű és költséghatékony, ~98% hatékonyságú megoldást biztosítanak.

5.10. A hálózatra táplált elektromos energia mérése

5.10.1. Kétirányú mérő

Ezek jellemzően analóg mérők, amelyekben a számláló nincs akadályozva a visszafelé forgás, illetve mérés ellen. A visszafelé forgás tulajdonképpen levonja a rátáplált energiát a fogyasztott energiából és a nettó fogyasztás alapján fizetünk. Ebből következően csak ott alkalmazható, ahol a fogyasztott és rátáplált energia ára pontosan megegyezik. A fogyasztói szerződésnek ki kell térnie arra az esetre, ha a fogyasztás negatív, azaz többet tápláltunk a hálózatra, mint amennyit vételeztünk onnan. Ez a mérési módszer elavultnak számít, de helyenként még esetleg alkalmazzák. Nem tudja követni azt a jogi szabályozást, ha a fogyasztott és a rátáplált energia ára különböző. Az ár függhet attól is, hogy munkanap vagy munkaszüneti nap van, és függhet a napszaktól is.

5.10.2. Külön számláló a fogyasztott és a rátáplált energiának

Az elv, hogy a fogyasztott és rátáplált energia külön legyen mérve, megvalósítható két külön mérővel is.

A modern digitális mérők jellemzően külön számlálót tartalmaznak a rátáplált és a fogyasztott energia mérésére. Ezek a mérők képesek lehetnek nap, illetve napszak szerinti regisztrálásra is.

Külön mérés esetén bármely tarifa rendszer alkalmazható, és követni tudja az esetleges változásokat is.

5.10.3. PV bevételek és a rendszerbe történő visszatáplálás tarifája

A maximális energiájú pontokat követő rendszer (MPPT) reagál és a fény vagy hőmérséklet változása során kihasználja a maximális teljesítményt, azáltal, hogy szabályozza az alkalmazott terhelést. A technológia előnye elveszhet a string rendszerben, mert az MPPT valamennyi napelemet egyetlen elemnek tekinti. Be lehet azonban több MPP nyomkövetőt is iktatni a napelemrendszer különböző pontjaira, hogy bármely adott ponton illeszkedjen a körülményekhez, például ott, ahol egy napelemsort leárnyékol egy épület. [55]

Az energia visszatáplálási tarifák (FIT) jogi szabályozása országoként és időszakoként eltérő lehet. Például a kormány által támogatott visszatáplálási tarifák határozzák meg azt, hogy milyen visszatérítési rátára számíthatunk az általunk termelt minden egyes kWh energia után. A rendszerben történt regisztrációnk idejére vonatkozó rátát meghatározzák pl. 25 évre, ami az idők során az infláció mértékével növekedni fog.

Megújuló kötelezettségi tanúsítványok (ROC-k). Ezek olyan módszerek, melyek segítségével az állami vezetés figyelemmel kíséri, hogy mennyi megújuló energiát termel az ország, s ezek segítségével tudják biztosítani azt, hogy a kitűzött célt elérjék. Nem kell elektromos energiaszolgáltató cégnek lenni ahhoz, hogy megkaphassunk egy ilyen tanúsítványt – mi is részt vehetünk ebben, attól függően, hogy mennyi egységnyi energiát termelünk (értsd, függetlenül attól, hogy mennyit használunk vagy exportálunk). A ROC-

vel való kereskedelem azonban rendkívül bürokratikus lehet. Ennek megkönnyítésére sok energiaszolgáltató felajánlja, hogy megveszi tőlünk az ROC-eket és kereskedik vele helyettünk. Akárcsak bármely kereskedelmi forgalomba hozott árucikk esetében az a ROC ára is a kereslet függvényében változik. Ha az a szándékunk, hogy eladjuk az ROC-nket, az OFGEM által hitelesített mérőműszerre lesz szükségünk, amely kiszámítja, hogy összesen mennyi energiát termelünk kWh-ban.

A bevételi források lehetnek

- a betáplálási tarifából (FIT) vagy ROC-ből nyert pénzösszeg,
- az a pénz, amelyet megtakarítunk azzal, hogy a saját magunk által termelt energiát használjuk, ahelyett, hogy azt a hálózatról vennénk,
- a pénz, amelyet oly módon keresünk, hogy eladjuk az energiát, amit mi nem használunk fel, úgy, hogy visszatápláljuk a hálózatba (ez egy további bevételi forrás, amelyhez úgy tudunk hozzájutni, hogy szerződést kötünk az energiaszolgáltatóval, hogy a megállapodás szerinti áron vásárolja meg az energiátöbbletünket).

5.11. Napelemes hűtés

5.11.1. Kompresszoros hűtő hajtása napelemmel

Bármely kompresszoros hűtőgép működtethető napelemmel, a váltakozó áramúak inverteren keresztül, de természetesen célszerűbb egyenáramú motorral hajtani a gépet. Elvileg közvetlen táplálás megfelel: akkor működik, ha van elegendő napenergia, a nagy indítási áramerősség igény miatt célszerűbb akkumulátorral segíteni. Változó felhőzet, gyengébb sugárzás esetén különösen hasznos, ha a túl gyakori ki-be kapcsolás ellen automatika véd (amit szintén az akkumulátor lát el).

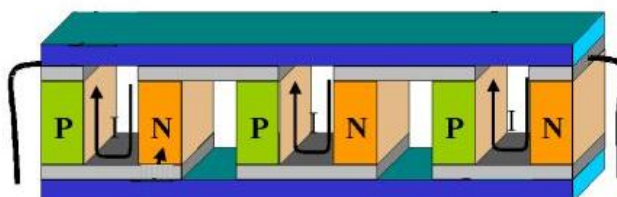
A kompresszoros hűtővel a napelem alacsony hatásfoka miatt alacsonyabb összhatásfok érhető el mint a termikussal, viszont a gép (rendszer) sokkal egyszerűbb.



220. ábra Kis feszültségű egyenáramú kompresszoros hűtő [57]

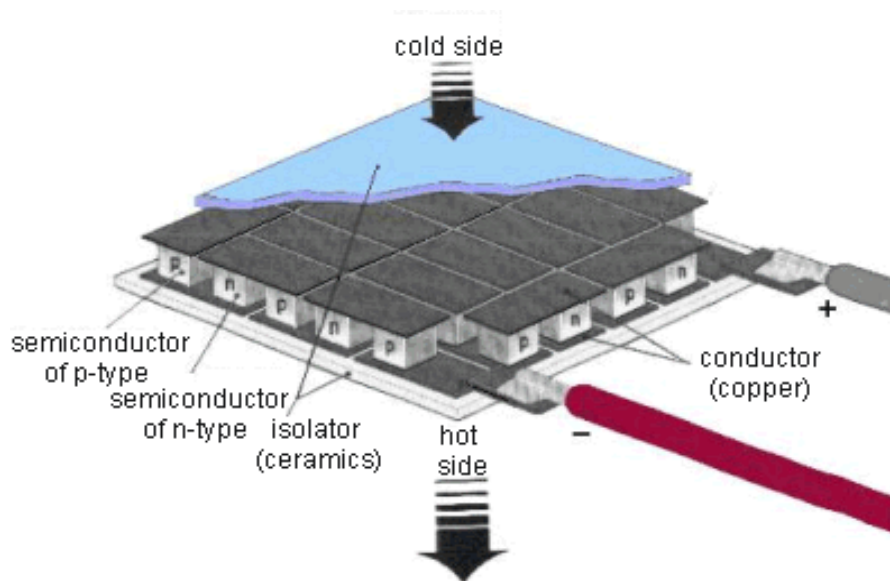
5.11.2. Peltier elven működő hűtő

A Peltier-elem egy úgynevezett félvezető hőszivattyú, melynek működése az 1834-ben felfedezett Peltier-effektuson alapul. A Peltier-hűtő két vékony kerámia között lévő félvezető lapokból álló eszköz. A félvezető anyaga általában bizmut-tellurit, amelyet „p” és „n” típusú szennyezéssel félvezető tulajdonságúvá tesznek. Ezeket a „p-n átmeneteket” azután elektromosan sorba, termikusan párhuzamosan kapcsolva helyezik a kerámialapok közé, és kivezetésekkel látják el őket. Ha a kivezetésekre áramot kapcsolunk, akkor az elem két oldala között hőáramlás indul el. Ezt a hőáramlást szabályozni lehet a feszültség változtatásával, ám minden elem hővezetésének van egy felső határa, amit a két oldal között mérhető hőmérséklet-különbséggel szokás jellemezni.



221. ábra A Peltier-hűtő keresztmetszete [58]

Peltier hűtésből léteznek többlépcsős (kaszád) változatok is, ezeknél egyre növekvő teljesítményű elemeket raknak egymásra. Egy ilyen több lépcsős hűtés esetén elérhető a -150 °C is.



222. ábra A Peltier elrendezése [59]

Röviden tehát, a Peltier-elem egy mozgó alkatrészek nélkül működő hőszivattyú, mely a rákapcsolt feszültség hatására lép működésbe. A Peltier elven működő hűtő kis tömege különösen alkalmassá teszi kis, mobil hűtők működtetésére, például hűtőtáskák, amiben érzékeny anyagokat (gyógyszereket, oltóanyagokat) szállítanak olyan körülmények között, hogy más energiaforrás nincs, de műanyag hordozórétegű, feltekerceselhető kivitelben akár a strandra, táborozásra is vihetjük benne az üdítőt. Járművek mennyezetébe építve, a tetőre pedig napelemet szerelve állóhűtést valósíthatunk meg. Teljesítménye a jármű klímaberendezésének teljesítményétől a tető korlátozott felülete miatt természetesen messze elmarad, de jobb lesz, mint hűtés nélkül.

5.12. Hidrogéngáz előállítása vízből napelemmel

Feltételezések szerint a jövő egyik legfontosabb üzemanyaga a hidrogén lesz. A napelemekkel generált elektromos energiával működethető hidrolízis hidrogént állít elő. Létezik terv ilyen berendezés telepítésére a Szahara sivatagban. A sóatlanított tengervíz csővezetéken érkezik a területre, és a hidrogén is csővezetéken jut el Európába, vagy tankhajókra.

A Fraunhofer Institute (D) Freiburg im Breisgau kutatóintézetének kísérleti épületében is alkalmazzák ezt a technológiát. A napelemekkel megtermelt hidrogént télen használják fel. Lásd a kombinált rendszerek fejezetben.

A hidrogén lehet a hajtóanyaga a jövő járműveinek is. [41]

5.13. Fotovillamos szabványok

5.13.1. ASTM E44.09 szabványok

E 927-91 Specifikációk a napenergia szimuláció a földi fotovillamos vizsgálatához.

E 948-95 Vizsgálati módszerek a szimulált napfény alatti referencia cellákat használó fotovillamos cellák elektromos teljesítményéhez.

E 973-91 Vizsgálati módszerek a fotovillamos eszközök és a fotovillamos referenciacellák közötti spektrális illesztetlenségi paraméter meghatározásához.

E 1021-95 Vizsgálati módszerek a fotovillamos cellák spektrális reakciójának mérésére.

E 1036-96 Vizsgálati módszerek a nem koncentrált földi fotovillamos modulok és referenciacellákat használó rendszerek elektromos teljesítményének vizsgálatára.

E 1038-93 PV modulok jégesővel szembeni ellenállásának meghatározása jéggolyókkal való ütköztetés módszerével.

E 1039-94 Vizsgálati módszer a nem koncentrált elsődleges szilícium fotovillamos referenciacellák globális besugárzás alatt bekalibrálására.

E 1040-93 A nem koncentrátor földi fotovillamos referenciacellák fizikai jellemzőinek specifikációi.

E 1125-94 Vizsgálati módszerek a táblázatos hullámhossz eloszlást használó nem koncentrált földi fotovillamos referenciacellák kalibrálásához.

E 1143-94 Vizsgálati módszer a fotovillamos eszközök paramétereinek linearitásának meghatározására a tesztparaméterekre képest.

E 1171-93 Vizsgálati módszer a ciklikus hőmérsékleten és párás környezetbe helyezett fotovillamos modulokra.

E 1328-94 A fotovillamos napenergia átalakítással kapcsolatos terminológia.

E 1362-95 Vizsgálati módszer a nem koncentrátor földi fotovillamos másodlagos referenciacellák kalibrálásához.

E 1462-95 Vizsgálati módszer a szigetelés épsége és a fotovillamos modulok földelési szakadásmentességének vizsgálatához.

E 1524-93 Vizsgálati módszerek a fotovillamos modulok sós vízi nedvességi és korróziós vizsgálatára tengeri környezethez.

E 1596-94 A fotovillamos modulok napsugárzás által történő környezeti ártalmának vizsgálati módszerei.

E 1597-94 A fotovillamos modulok sós vízi nyomásnedvességi és hőmérséklet vizsgálatának vizsgálati módszerei.

E 1799-96 Gyakorlat a fotovillamos modulok szemrevételezéséhez.

E 1802-96 A fotovillamos modulok nedvesség elleni szigetelése épségének vizsgálati módszerei.

5.13.2. IEEE fotovillamos szabványok

928 IEEE A földi fotovillamos energiarendszerek javasolt kritériumai.

929 IEEE A lakossági és közbenső fotovillamos rendszerek közmű interfészének ajánlott gyakorlata.

937 IEEE A fotovillamos rendszerekhez készült ólomsavas akkumulátorok üzembe helyezésének és karbantartásának ajánlott gyakorlata.

1013 IEEE A fotovillamos rendszerekhez szánt ólom-sav akkumulátorok méretezésének ajánlott gyakorlata.

1144 Fotovillamos rendszerek ipari nikkell-kadmium akkumulátorainak méretezése.

1145 IEEE A fotovillamos rendszerek nikkell-kadmium akkumulátorai üzembe helyezésének és karbantartásának ajánlott gyakorlata.

P1262 A fotovillamos modulok minősítésének ajánlott gyakorlata.

P1361 A fotovillamos rendszerekben lévő akkumulátorok megfelelőségének és teljesítményjellemzői meghatározásának ajánlott gyakorlata.

P1373 A hálózatba kötött fotovillamos rendszerek helyszíni vizsgálati módszerei és eljárásainak ajánlott gyakorlata.

P1374 Útmutató a földi fotovillamos energiarendszer biztonságához.

5.13.3. IEC szabványok

IEC-891 A kristályos szilícium fotovillamos eszközök I-V mért jellemzőihez szükséges hőmérséklet és besugárzási korrekciók eljárása.

IEC-904-1 A fotovillamos I-V. jellemzők mérése.

IEC-904-2 A referencia napenergia cellák előírásai.

IEC-904-3 A referencia spektrális besugárzási adatokkal rendelkező földi fotovillamos napenergiás eszközök mérési alapelvei.

IEC-904-4 A kristályos szilícium fotovillamos rendszerek I-V. jellemzőinek helyi mérése.

IEC-904-5 A fotovillamos eszközök ekvivalens cellahőmérsékletének meghatározása nyíltkörű feszültségmódszerrel.

IEC-904-6 A referencia napenergia modulok előírásai.

IEC-904-7 Fotovillamos eszközök spektrális méretének számítása.

IEC-904-8 Útmutató a PV eszközök spektrális méretezéséhez.

IEC-904-9 Napenergiás szimulátor teljesítmény előírások.

IEC-1173 Fotovillamos energiageneráló rendszerek túlfeszültség védelme.

IEC-1194 Önálló PV rendszerek jellemző paraméterei.

IEC-1215 A földi kristályos szilícium fotovillamos modulok kivitelezési és típus jóváhagyása.

IEC-1277 Fotovillamos energia előállító rendszer útmutatója és általános leírása.

IEC-1701 Fotovillamos modulok sókődös korrózió vizsgálata.

IEC-1702 Direkt bekötött fotovillamos szivattyúrendszerek minősítése.

IEC-1721 A modul érzékenysége a véletlen történt behatás rongálódásra (a behatás teszttel szembeni ellenállás).

IEC-1727 A közmű interfész fotovillamos jellemzői.

IEC-1829 Kristályos szilícium fotovillamos rendszer – a I-V. jellemzők helyi mérése.

5.13.4. UL Szabványok

UL-1703 Sík-lapos fotovillamos modulok és panelek.

Tárgy: UL-1741 a lakossági fotovillamos energiarendszerek energiakondicionáló egységeinek szabványának javasolt tervezete (a munka folyamatban van).

5.13.5. NEC Szabványok

ANSI/NFPA 70-1996 Nemzeti elektromos törvény, 690. cikkely, a napenergiás fotovillamos rendszerek.

6. Hivatkozások, forrásmunkák

- [1] I. Völgyes, Szerk., Fűtéstechnikai adatok, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1978, p. 127.
- [2] R. A. Rohde, „Global Warming Art project”.
- [3] <http://www.newport.com/Introduction-to-Solar-Radiation/411919/1033/content.aspx>, 2012.
- [4] NASA, <http://www-spod.gsfc.nasa.gov/stargaze/SecIiptc.htm>, 2012.
- [5] A. Zöld Prof., Energiatudatos építészet, Műszaki Könyvkiadó, 1999.
- [6] S. Bella, G. Major és Z. Nagy, „A megújuló energiaforrások felhasználási lehetőségeinek meteorológiai vonatkozásai,” OMSZ.
- [7] „Országos Meteorológiai Szolgálat,” [Online].
- [8] C. Richter, S. Teske és R. Short, *Concentrating Solar Power: Global Outlook 2009 – Why Renewable Energy is Hot.*, www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/concentrating-solar-power-2009.pdf: Greenpeace International , SolarPACES (Solar Power and Chemical Energy Storage) and ESTELA (European Solar Thermal Electricity Association), 2009, p. 88 pp.
- [9] L. F. Jesch Dr., Szerk. *SunWorld*, %1. kötet/Vol. 16, %1. számNo. 4..
- [10] Élőenergia, „Élőenergia,” 07 2012. [Online]. Available: <http://www.eloenergia.hu/>.
- [11] „Inhabitat,” 5 2012. [Online]. Available: <http://inhabitat.com/mojave-desert-solar-power-fields/>.
- [12] P. Varga, „Tervezési segédlet,” 2008. [Online]. Available: www.naplopo.hu/.
- [13] L. Gyurcsovics Dr., A napenergia hasznosítása az épületgépészetben, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1982.
- [14] A. J. Duffie és A. W. Beckman, *Solar Engineering of Thermal Processes.*, New York: John Wiley & Sons, 1980.
- [15] Kingspan, „Kingspan Solar, Kingspan Renewables” Wakefield, 2012.
- [16] „Sol radiant,” 07 2012. [Online]. Available: <http://www.solarradiant.com/thermal/>.
- [17] D. Arvizu (USA) és P. Balaya (Singapore/India), *Direct Solar Energy*. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge , 2011.
- [18] Viessmann Werke GmbH & Co. KG.
- [19] Robert Hastings, AEU Ltd., „Lessons from Exemplary Housing Renovations” 04 05 2010. [Online]. Available: http://www.iea-shc.org/publications/downloads/Lessons_from_Case_Studies.pdf
- [20] „Solahart Ltd.,” Solahart Ltd., 2008. [Online]. Available: www.solahart.com.au
- [21] Wolf GmbH, „Solar technology,” Mainburg. DE, 2012.
- [22] „Pietro Fiorentini” Fiorentini Hungary Kft, 2007. [Online]. Available: <http://www.fiorentinihungary.hu/?id=324>.
- [23] L. Lisell, T. Tetreault és A. Watson, „Solar Ready Buildings Planning Guide” December 2009.
- [24] „Northern Lights Solar Solutions” 2012. [Online]. Available: <http://www.solartubs.com/solar-water-tank.html>
- [25] P. Biondo, „Plumbing Engineer” 2012.
- [26] „Drain Back system” 2012. [Online]. Available: <http://www.zenrenewables.com/technology/solar-thermal-energy/drain-back-system/>.
- [27] „UK Solar Energy” [Online]. Available: <http://www.uksolarenergy.org.uk/drainback-system.html>
- [28] „Solar Thermal Systems” 07 2012. [Online]. Available:

http://greenterrafirma.com/solar_thermal.html

- [29] R. Hendron, „Building America Research Benchmark Definition, Technical Report” 2008.
- [30] „EN-12976 Approved Pressurized Solar Water Heater (SS-B-01)” Seven Star, 07 2012. [Online]. Available: http://www.seven-star.com.cn/product_view.asp?id=5
- [31] Steca Elektronik GmbH, „Steca Solar Thermal” Steca Elektronik GmbH Mammostraße 1 87700, Memmingen, Germany, 2012.
- [32] L. F. Jesch Dr., „Bournville Solar Village” Birmingham, UK
- [33] C. Arkar, „Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe” European Solar Thermal Technology Platform, Brussels, Belgium
- [34] ECN, The Netherlands), „Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe” European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP), Brussels, Belgium
- [35] „Ranking List of European Large Scale Solar Heating Plants” 2012. [Online]. Available: <http://www.solar-district-heating.eu/SDH/LargeScaleSolarHeatingPlants.aspx>
- [36] Arcon Solvarme A/S, Denmark
- [37] K. Robertson és A. Athienitis, „Solar Energy for Buildings” Canada Mortgage and Housing Corporation, Canada
- [38] Mitsubishi Heavy Industries Ltd, „Mitsubishi Heavy Industries” [Online]. Available: www.mhi.co.jp
- [39] SOLAIR, „Adsorption Chillers” 07 2012. [Online]. Available: <http://www.solair-project.eu/142.0.html>
- [40] Energy C2, „Energy C2” 2012. [Online]. Available: <http://www.energyc2.com/home/solarAirConditioning.aspx>
- [41] Fraunhofer ISE, „Solar Assisted Air Conditioning of Buildings” International Energy Agency (IEA), 2010.
- [42] HIJC USA INC, „Green Adsorption Chiller,” [Online]. Available: <http://www.greenchiller.biz/>
- [43] „ADszorpció” [Online]. Available: <http://www.adszorpcio.hu/>
- [44] „ELTE” 2010. [Online]. Available: <http://www.metal.elte.hu/~dlab/hirdeto/dofweek6.htm>
- [45] „Animated Engines” [Online]. Available: <http://www.metal.elte.hu/dlab/hirdeto/dofweek6.htm>
- [46] „Solar Dish Stirling Systems Report For NREL CSP Technology Workshop” 2007. [Online]. Available: http://www.nrel.gov/csp/troughnet/pdfs/2007/liden_ses_dish_stirling.pdf
- [47] Corus Group plc, „Freedom of creativity for environmentally conscious designers and architects”
- [48] 2012. [Online] Available: <http://www.geogreenpower.com/index.php/large-scale-pv/building-integrated>
- [49] GreenAbility, „Solar photovoltaic panel types” [Online]. Available: <http://greenability.co.uk/category/pv-panel-types/solar-panel-types/>
- [50] „Large Scale Solar Energy Production” 2012. [Online]. Available: <http://zebu.uoregon.edu/2001/ph162/l7.html>
- [51] L. Dobrzański, A. Dryga és M. Giedroæ, „Application of crystalline silicon solar cells in photovoltaic modules” 2010.
- [52] Aereco, 2011. [Online] Available: <http://www.aereco.hu>
- [53] M. Pálffy, „SOLART-SYSTEM KFT,” [Online]. Available: <http://www.solart-system.hu>
- [54] K. Voss, H. Laukamp és M. Ufheil, „Photovoltaics for Buildings – Market, Technology, Architecture, Energy Concepts”
- [55] GreenAbility, „PV Revenues and Feed-In Tariffs” 2012.
- [56] A. Bitai Dr., „Napenergia oktatási anyag” 2011.
- [57] Glacier Bay, Inc., „DC Breeze DC Air Conditioning System Installation Guide and Owner’s Manual” 2845 Chapman Street, rev August 19 2005.

- [58] Z. Tárnok, „Peltier-s és kompresszoros hűtés” 2010.
- [59] „TEC-Thermo Electric Cooler” 2010. [Online]. Available: <http://www.newkit.ir/peltier/peltier.htm>
- [60] gr3solar, „gr3solar” 2012.
- [61] J. Horváth, „Spring Solar” 2011. [Online]. Available: <http://www.springsolar.hu/>
- [62] E. Caamaño-Martín, „Strategies for the development of PV in Barcelona” 2012.
- [63] „Geo Green Power” 2011. [Online]. Available: <http://www.geogreenpower.com/index.php/large-scale-pv/industrial-and-commercial>
- [64] „Geo Green Power” 2012. [Online]. Available: <http://www.geogreenpower.com/index.php/large-scale-pv/solar-for-farms>
- [65] „Solar Renovation Concepts and Systems A Report of IEA Task 20 Subtask F, Improvement of Solar Renovation Concepts and Systems” Ernst Schweizer AG, Metallbau, Bahnhofplatz 11., CH-8908 Hedingen, Switzerland, 1999.
- [66] R. Krippner, Prof. Dr.-Ing., „Building-Integrated Solar Technology - On the tension between solar energy, design and architecture” 08 2011. [Online]. Available: <http://www.mandula.pte.hu/index.php?p=contents&cid=283>
- [67] „greenability,” 2012. [Online] Available: <http://greenability.co.uk/category/pv-new-building-integration/>
- [68] „TMT Solar Tile Systems” 06 2012. [Online]. Available: <http://www.ideassolar.hu/>
- [69] „TRIALSUN-hybrid system, solar roof module” CSPenergy, 06 2012. [Online] Available: http://www.cspenergy.eu/lang_hun/projektek_napelem.htm
- [70] „Google Maps” [Online] Available: <http://maps.google.hu/>
- [71] R. Krippner, „Europäischer Preis “Gebäudeintegrierte Solartechnik 2008” Über Architektur und Solartechnik”, *Fachforum “Gebäudeintegrierte Photovoltaik”, 2008.*
- [72] „Invicta Clean Energy” 2012. [Online]. Available: <http://www.invictacleanenergy.co.uk/index.php/case-studies/commercial/alkham>
- [73] „greenspec” 2012. [Online] Available: <http://www.greenspec.co.uk/solar-hot-water-heating.php>
- [74] L. Michaelsen, „PV-VENT: Low-cost energy efficient PV-ventilation in retrofit housing” 1998.
- [75] „greenability” 06 2012. [Online]. Available: <http://greenability.co.uk/category/pv-frames-and-installation/>
- [76] A. Fenyvesi dr., „Solar-Pécs” 2012. [Online]. Available: <https://picasaweb.google.com/107003071388302518804/SolarPecs?feat=email%3E%3Cfont+size%3D>
- [77] M. Posnansky, „The importance of hybrid PV-building integration” Atlantis Energy Ltd., 1997.
- [78] „1.Solar-Radiation. Energy.Temp-09.pdf,” fp.arizona.edu, 2012.
- [79] P. Varga, „Naplopó Kft” 2012. [Online] Available: www.naplopo.hu
- [80] A. H. Hermelink Dr., „Solar Supported, Integrated Renovation of Large Residential Buildings and Heat Supply Systems” 2008. [Online]. Available: <http://www.solanova.org/1.html>
- [81] I. Moumoulidis, „Alfasol” [Online] Available: <http://alfasol.brill-life.hu/media/Tesco%20solar%20cooling.pdf>
- [82] „Bear” [Online] Available: <http://www.bear.nl/content/bearpvtxt3.html>
- [83] „Fraunhofer ISE” 2012. [Online] Available: <http://www.ise.fraunhofer.de/en/press-and-media/press-releases/press-releases-2012/running-cars-on-sun-and-water>
- [84] „Thermomax Industries” Thermomax Industries, 2012. [Online] Available: <http://www.solarthermal.com/applications/efficiency/>
- [85] „Large Scale Solar Thermal Systems Design Handbook” 2009. [Online] Available:

http://www.sustainability.vic.gov.au/resources/documents/LSTS_Design_Handbook_-_FINAL_Print2.pdf

- [86] <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2009/tv0903/redey.html>
- [87] <http://www.solar-district-heating.eu>
- [88] <http://www.dennisrhollowayarchitect.com/simpledesignmethodology.html>
- [89] Prof.dr.sc. Željko Koški: Passzív napenergia rendszerek a régió vidéki házaiban.
- [90] Dr. Zöld András: Energiatudatos építészeti, Műszaki Könyvkiadó, Bp, 1999
- [91] Nagy Gyöngyi, Novák Ágnes, Osztrólczy Miklós: Zöld szerkezetek, Ybl Miklós Műszaki Főiskola, „Az épített környezetért” Alapítvány, Bp, 1998
- [92] <http://www.dennisrhollowayarchitect.com/simpledesignmethodology.html>

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszecsenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.