

Békéscsaba, 2007. augusztus



MTA
RKK
ATI

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANÚLMÁNY A DÉL- ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

Békés Megyei Kereskedelmi és Iparkamara megbízásából készítette:

a Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja
Alföldi Tudományos Intézet Békéscsabai Osztálya

Szerkesztő:

Duray Balázs

Szerzők, közreműködők:

Babák György

Duray Balázs

Dr. Gulyás László

Dr. Iványiné Dr. Gergely Ildikó

Dr. Izsáki Zoltán

Dr. Nagy Imre

Németh Tamás

Dr. Mészáros Miklós

Dr. Patay István

Pjevara Zoltán

Dr. Tóth László

Dr. Virág Sándor

1. AZ EU ÉS MAGYARORSZÁG ENERGIAPOLITIKÁJA A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK (BIOMASSZA, NAPENERGIA ÉS TERMÁLENERGIA) HASZNOSÍTÁSA TERÜLETÉN.....	9
1.1. AZ EU JOGRENDSZERE - AZ EU MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKKAL ÖSSZEFÜGGŐ IRÁNYELVEI ÉS HATÁROZATAI.....	9
1.1.1. <i>Energiapolitika</i>	9
1.1.2. <i>Hulladék-gazdálkodás</i>	20
1.1.3 <i>Az EU mezőgazdasági szabályozása (KAP)</i>	21
1.1.4. <i>Kutatás-fejlesztés</i>	23
1.2. A HAZAI SZABÁLYOZÁS, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A DÉL-ALFÖLD RÉGIÓRA	24
1.2.1. <i>Energiapolitika</i>	28
1.2.2. <i>Környezetvédelem</i>	31
1.2.3. <i>Területfejlesztés</i>	33
1.2.4. <i>Mező- és erdőgazdaság</i>	34
1.2.5. <i>Nemzetközi kötelezettség-vállalások: a hazánk által megkötött nemzetközi egyezmények</i>	35
2. A MEGÚJULÓ ENERGIAPOTENCIÁL A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓBAN	39
2.1. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK RENDSZERTANA.....	39
2.1.1. <i>A napenergia hasznosítása</i>	41
2.1.2. <i>A szélenergia hasznosítása</i>	44
2.1.3. <i>A geotermikus energia hasznosítása</i>	46
2.1.4. <i>A biomassza energetikai hasznosítása</i>	50
2.1.5. <i>A vízenergia hasznosítása</i>	53
2.1.6. <i>Speciális lehetőségek</i>	55
2.1.6.1. <i>hőszivattyúk, hőcsövek</i>	55
2.1.6.2. <i>Kis autonóm rendszerek (nap-szél kombináció) főbb jellemzői háztartási méretekben</i>	64
2.2. ALAPFOGALMAK	70
2.2.1. <i>Általános alapfogalmak</i>	70
2.2.2. <i>Napenergia</i>	72
2.2.3. <i>Szélenergia</i>	73
2.2.4. <i>Biomassza</i>	74
2.2.5. <i>Geotermikus energia</i>	76
2.3. A NAPENERGIA JELLEMZÉSE	76
2.3.1 <i>A napsugárzás energetikai jellemzői – globálsugárzás, napfénytartam</i>	77
2.3.2. <i>A napsugárzás törvényszerűségei</i>	80
2.3.3. <i>Energiaátalakítási módszerek áttekintése</i>	92
2.3.3.1. <i>Passzív alkalmazások</i>	92

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

2.3.3.2. Aktív hasznosítások	94
2.4. A SZÉLPOTENCIÁL JELLEMZÉSE	111
2.4.1. A szél energetikai jellemzése.....	111
2.4.2. A szélpotenciál mérése és becslése.....	114
2.4.3. Energiaátalakítási módszerek áttekintése	122
2.5. BIOMASSZA ENERGIAÁTALAKÍTÁSI MÓDSZEREK	124
2.5.1. A biomassza energetikai jellemzése	124
2.5.2. Energiaátalakítási módszerek jellemzése	126
2.6. A GEOTERMÁLIS ENERGIA JELLEMZÉSE	133
2.6.1. A földhő energetikai jellemzése.....	134
2.6.2. Energiakinyerési lehetőségek áttekintése.....	135
2.7. REGIONÁLIS ADATBÁZISOK A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓRA	139
2.7.1. A Biomassza-bázis összetétele és mennyisége.....	140
2.7.1.1. Elsődleges biomassza	140
2.7.1.2. Másodlagos biomassza.....	145
2.7.2. A napenergia mennyisége, területi ingadozásai	149
2.7.3. A szélenergia mennyisége, területi eloszlása	155
2.7.4. A földhő vagyon mennyisége, területi eloszlása.....	169
3. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNOSÍTÁSÁBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK	181
3.1. NAPENERGIA	181
3.1.1. Termikus alkalmazások.....	181
3.1.2. Fotovillamos alkalmazások.....	187
3.2. A SZÉLENERGIÁBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK	195
3.2.1. Szél erőművek	198
3.2.1. Kis teljesítményű szél erőgépek.....	199
3.3. BIOMASSZA.....	200
3.3.1. Gőzciklusra épülő klasszikus technológia.....	200
3.3.2. Bioolajos technológia	200
3.3.3. Anaerob pirolitikus gázosításon alapuló technológia.....	201
3.3.4. Plazmatechnológia.....	202
3.3.5. Biogáz technológia.....	203
3.4. A GEOTERMIKUS ENERGIA	205
3.4.1. Termikus alkalmazások.....	206
3.4.2. Villamos energiatermelés földhő bázison	211
3.5. A HASZNOSÍTÁSOK SWOT ANALÍZISE	213
3.6. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNOSÍTÁSÁNAK KÖRNYEZETI VONATKOZÁSAI.....	216

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

3.6.1. <i>Biomassza</i>	216
3.6.1.1. Biogáz előállítás	216
3.6.1.2. Növényolaj előállítás	218
3.6.2. <i>Napenergia</i>	220
3.6.3. <i>Szélenergia</i>	220
4. AKTUÁLIS FEJLESZTÉSI ÉS FORRÁSSZERZÉSI LEHETŐSÉGEK	223
5. BIOMASSZA ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁT SZOLGÁLÓ KLASZTER KIALAKÍTÁSÁNAK ALAPELVE, FELADATA, MŰKÖDÉSI ALAPJAI	229
5.1. A KLASZTER ELEMEI	229
5.1.1. <i>Klaszter elemek áttekintése égetéssel technológia mellett</i>	229
5.1.2. <i>Biogáz termeléséhez és hasznosításához szükséges klaszter</i>	232
5.1.3. <i>Bioüzemanyagok</i>	234
5.1.3.1. Bioetanol	234
5.1.3.2. Biodízel.....	235
5.2. A KLASZTEREK MŰKÖDÉSE	236
5.2.1. <i>Égetésre használt biomassza esetében</i>	236
5.2.2. <i>Biogáz</i>	240
5.2.3. <i>Bioüzemanyagok</i>	243
5.2.4. <i>Klaszterek közötti együttműködés</i>	246
5.3. HŐ- ÉS ÁRAMSZOLGÁLTATÁS ÉGETÉSEL HASZNOSÍTOTT BIOMASSZA RENDSZEREK	248
5.3.1. <i>Jogszabályi háttér feltárása</i>	248
5.3.1.1 Erdőtörvény.....	248
5.3.1.2 Fás szárú energetikai tetvények.....	249
5.3.1.3 Villamos áram átvétele.....	250
5.3.2. <i>Piacelemzés</i>	252
5.3.2.1 Beruházás költségei.....	252
5.3.2.2 A termelés költségei.....	255
5.3.2.3 Szállítási költségek	256
5.3.2.4 Feldolgozási költségek.....	257
5.3.3. <i>Stakeholder elemzés</i>	258
5.3.3.1 Az érintettek beazonosítása	258
5.3.3.2 Érdekeltség elemző mátrix	261
5.3.3.3 Stakeholder mátrix.....	263
5.3.3.4 Stratégia	264
5.3.4. <i>Lakossági és nagyfogyasztói rendszerek összehasonlítása</i>	265
5.3.4.1 Lakossági rendszer	265
5.3.4.2 Nagyfogyasztói rendszer	266

6. REFERENCIAÜZEMEK MŰSZAKI ISMERTETÉSE ÉS KÖLTSÉGBECSLÉSE	267
6.1. PELLETTÁLÓ, BRIKETTÁLÓ FELDOLGOZÓ ÜZEM ÉS ÉGETŐ MŰVEK ALAPVETŐ MŰKÖDÉSI JELLEMZŐI.....	267
6.2. KISERŐMŰVEK ÁTTEKINTÉSE EGY KIVÁLASZTOTT ELEKTROMOS TELJESÍTMÉNYEN	275
6.3. BIODIZEL ÜZEM FŐBB JELLEMZŐI EGY KIVÁLASZTOTT TELJESÍTMÉNYRE	278
6.4. BIOETANOL ÜZEM FŐBB JELLEMZŐI EGY KIVÁLASZTOTT TELJESÍTMÉNYRE	288
6.5. BIOGÁZ ÜZEM FŐBB JELLEMZŐI 1 MW VILLAMOS TELJESÍTMÉNY ESETÉBEN.....	291
6.6. SZILÁRD BIOMASSZA TÜZELÉSÉRE ALKALMAS KIS- ÉS KÖZÉPÜZEMEK, ILLETVE KÖZÖSSÉGI SZINTŰ HŐENERGIA ELŐÁLLÍTÓ ÜZEMEK	309
6.1.7. <i>Biomassza alapú kiserőmű villamos energiatermelésre, kapcsolt hő felhasználással.....</i>	<i>318</i>
7. CÍMJEGYZÉK A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK TERÜLETÉN ÉRDEKELT TÁRSASÁGOKRÓL.....	323
FELHASZNÁLT DOKUMENTUMOK.....	333
MELLÉKLETEK.....	335

Ábrajegyzék:

1. ábra: A megújuló energia részesedése az összes primer energiafogyasztásból (EU25, 2005 %).....	11
2. ábra: A megújuló energia részesedése az összes energiafogyasztásból (EU25, 2005 %)	12
3. ábra: A jelenlegi tendencia és a célok összehasonlítása (MWp)	13
4. ábra: A jelenlegi trend és a Biomassza Akcióterv összehasonlítása (Mtoe)	14
5. ábra: A jelenlegi tendencia és a célok összehasonlítása (Biogáz, Mtoe)	15
6. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása (Bioüzemanyag, Mtoe)	15
7. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása (Napenergia, millió m ²).....	16
8. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása (szélenergia, MW)	17
9. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása az energiaelőállításban (MWe).....	18
10. ábra: Magyarország szélterképe.....	45
11. ábra: Biomassza-tüzelő berendezés folyamatábrája	52
12. ábra: Alsórétegű bálátüzelő kazán	52
13. ábra: Szecsázott hulladék eltüzelése csigás adagolóval	53
14. ábra: A hőszivattyú működési elvének sematikus vázlata	59
15. ábra: Levegős hőszivattyú elvi kapcsolási vázlata.....	61
16. ábra: Magyarország átlagos évi középhőmérséklete	77
17. ábra: A globálisugárzás havi értékei Szeged térségében.....	78
18. ábra: A napfénytartam értékei Magyarországon.....	79
19. ábra: A napfénytartam havi átlagos megoszlása	80
20. ábra: A napsugárzás megoszlása a légkörben.....	81
21. ábra: Az éves globálisugárzás menetét leíró függvények.....	82
22. ábra: A globálisugárzás legvalószínűbb (várható) értékének napi menete	83
23. ábra: A napkelte és napnyugta időpontjai az év folyamán	84
24. ábra: A globálisugárzás havi átlagos értékei az Alföld közepén	86
25. ábra: Az $I_g(n, t)$ függvény ábrázolása	88
26. ábra: A Nap és az elnyelő felület (kollektor) jellemző szögei	90
27. ábra: A felhőzet átlagos aránya Magyarországon.....	91
28. ábra: Koncentrátor és sík kollektor elvi vázlata	96
29. ábra: Kollektor hatásfok diagram $\eta = f(X)$	97
30. ábra: Hatásfok diagramok különböző össz sugárzás mellett	98
31. ábra: Dobozos kivitelű kollektor test szerkezete	99
32. ábra: A hőelnyelő felület egy lehetséges kialakítása	99
33. ábra: A nikkel pigmentes szelektív bevonat felépítése	100
34. ábra: Vákuumcsöves kollektor	102
35. ábra: Vákuumcsöves kollektor szerkezeti vázlata.....	102
36. ábra: Vákuumcső szerkezeti kialakítása	103
37. ábra: Különböző kollektorok hatásfokgörbéje adott besugárzás mellett.....	104
38. ábra: Egycsöves (a.) és kétcsöves (b.) hőcserélő-tároló	105
39. ábra: a tároló méret és a kollektor felület arányához viszonyított éves szoláris részarány.....	106
40. ábra: Kollektorok és napelemek üzemi tartománya a napfény spektrum hullámhossza szerint.....	107
41. ábra: Polikristályos napelem modulok	108
42. ábra: Napelem U-I jelleggörbéje.....	108
43. ábra: 1kWp napelem napi várható átlagos energiatermelése az Alföldön (Kecskemét)	109
44. ábra: Napelemes áramforrás felépítése	110
45. ábra: A száraz levegő sűrűségének hőmérséklet-függése	113
46. ábra: Szélsebesség és szélirány mérése	115
47. ábra: A szélenergia mérése	115
48. ábra: Relatív szélsebességgyakorisági hisztogram	119
49. ábra: Szélsebesség-tartamdiagram	119
50. ábra: Relatív széliránygyakorisági hisztogram	120
51. ábra: Függőleges szélprofil.....	121
52. ábra: Tipikus vízszintes tengelyű szélérőgépek felépítése: a, víz húzó szél gép, b, szél erőmű	123

53. ábra: A biogáz-termelés szakaszai.....	127
54. ábra: A globálisugárzás területi eloszlása	149
55. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása a Dél-Alföldi Régióban [j/cm2]	151
56. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása Szarvason sr [j/cm2]	151
57. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása Szegeden [j/cm2]	151
58. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása Kecskeméten [j/cm2]	152
59. ábra: Az éves és a negyedévi össz sugárzás 5 éves átlaga a mérőhelyeken [j/cm2]	152
60. ábra: Az évi össz sugárzás szélsőértékei [j/cm2].....	153
61. ábra: A globálisugárzás heti átlagainak szórása a vizsgált időszakban [j/cm2]	154
62. ábra: A heti globálisugárzás-átlagok [j/cm2]	154
63. ábra: Az öt éves átlagos össz sugárzás értékek mérőhelyenként és a régióra vonatkoztatott átlag	155
64. ábra: Az OMSZ mérőállomásai (a kiértékelt adatbázisok) MSZTE mérési helyei	156
65. ábra: A szélesebességek heti átlagértékei	159
66. ábra: A szélesebességek heti átlagértékeinek lefutása a vizsgált 5 évben kialakult trendek alapján. ..	159
67. ábra: A szélesebességek átlagértékei	160
68. ábra: Hellmann-tényezővel finomított szélesebességek átlagértékei	160
69. ábra: szélirányok alakulása Szarvas térségében	161
70. ábra: A szélesebességek átlagértékei Szarvas térségében	162
71. ábra: Szélirányok alakulása Szeged térségében.....	162
72. ábra: A szélesebességek átlagértékei Szeged térségében.....	163
73. ábra: Szélirányok alakulása Kecskemét térségében.....	164
74. ábra: A szélesebességek átlagértékei Kecskemét térségében.....	164
75. ábra: Szélirányok alakulása Békéscsaba térségében.....	165
76. ábra szélesebességek átlagértékei Békéscsaba térségében.....	165
77. ábra: Átlagos szélesebesség-értékek (2002)	166
78. ábra: Szélirány sebesség (2002).....	167
79. ábra: Szélirány gyakoriság (2002)	167
80. ábra: Átlagos szélesebesség-értékek (2004)	168
81. ábra: Szélirány gyakoriság (2004)	168
82. ábra: szélirány sebesség (2004).....	169
83. ábra: Kelet-Magyarország felső-pannon képződményeinek hévízkészlete	173
84. ábra: Üzemelő termálkutak hasznosítása a Dél-Alföld Régióban.....	174
85. ábra: Az üzemelő kutak hasznosítása a Dél-Alföld Régióban	174
86. ábra: Külső hőcserélős használati melegvíz ellátó rendszer és medencefűtés	182
87. ábra: HMV rendszer állókazán rásegítéssel	183
88. ábra: HMV rendszer utófűtő tárolóval	183
89. ábra: Két kollektor mezős HMV rendszer	184
90. ábra: HMV rendszer villamos utófűtővel.....	185
91. ábra: HMV készítő és kiegészítő fűtést biztosító rendszer	185
92. ábra: Fotovillamos rendszer hálózati üzeme	188
93. ábra: Fotovillamos rendszer sziget üzeme.....	188
94. ábra: Lapos tetőre telepített PV modulok	189
95. ábra: Nyeregtetőre szerelt napelem modulok.....	190
96. ábra: Napkövető állványra szerelt PV modulok.....	190
97. ábra: Centralizált PV naperőmű település energiaigényének kielégítésére	191
98. ábra: A széleenergia szempontjából leginkább előnyösnek tekinthető területek.....	196
99. ábra: A széleenergia szempontjából leginkább előnyös területek.....	196
100. ábra: Szélerőmű-park létesítésére alkalmasnak ítélt területek.....	197
101. ábra: A repcetermelés anyagmérlege.....	280
102. ábra: A repcetermelés energiamérlege	280
103. ábra: A biodízel előállítás sémája	281
104. ábra: Engedélyezett biodízel termékek az Európai Unióban.....	283
105. ábra: melegvíz-fűtőberendezés elvi működési ábrája.....	314

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A megújuló energiaforrások alkalmazási lehetőségei	40
2. táblázat: A beruházások költsége.....	40
3. táblázat: A hasznosítási módok üzemi hőmérsékletei	48
4. táblázat: Példa a fajlagos szélteljesítmény meghatározásához.....	116
5. táblázat: Globálsugárzás a Délalföldi Régióban (sr).....	150
6. táblázat: Globálsugárzás a Délalföldi Régióban 2002-2006 (sr).....	152
7. táblázat: Éves összugsugárzás szélsőértékei 2002-2006 között, sr [j/cm2]	153
8. táblázat: Éves összugsugárzás átlagok 2002-2006, sr [j/cm2]	155
9. táblázat: A geotermális készletek osztályozása a hőtartalom szerint [1]	169
10. táblázat: Magyarországon 1950 óta kitermelt rétegvíz mennyisége (1992. XII. 31-i állapot)	170
11. táblázat: Magyarország pannon korú medenceüledékeiben tárolt hévízkészletek.....	170
12. táblázat: Magyarország termálvízzel képviselt geotermális készletei [2].....	171
13. táblázat: A hazai geotermális energia hasznosítás tényadatai (2000.XII.31.).....	171
14. táblázat: Hévízkutak hasznosításuk és kifolyóvíz hőmérsékletük szerint (2002.01.01.)	172
15. táblázat: Termálkutak száma és hasznosítása a Dél-Alföldi régióban	173
16. táblázat: Termálkutak műszaki adatai a Dél-alföldi régióban	175
17. táblázat: Energiatermelésre alkalmas (50 °C feletti kifolyóvíz hőmérsékletű) termálkutak	175
18. táblázat: A megújuló energiaforrások swot analízise a dél-alföldi régióra.....	215
19. táblázat: A KEOP támogatások által elérhető célértékek.....	225
20. táblázat: Átvételi kötelezettség alá eső villamos energia árai (áfa nélkül).....	251
21. táblázat: Zónaidők	251
22. táblázat: A biomassza kazánok várható megtérülése	253
23. táblázat: Fás- és lágyszárú energiaültetvények néhány jellemzője	256
24. táblázat: Pellet fűtőértéke és hamutartalma.....	267
25. táblázat: Dízel-üzemanyagok jellemzői	279
26. táblázat: A növényi olajok és átészterezett származékaik motorhajtóanyag jellemzői.....	282
27. táblázat: Szükséges berendezések 99,8 %-os alkoholgyártáshoz	289
28. táblázat: Növények szárazanyag termelési hozama	298
29. táblázat: Gabonafélékből és szilázsokból nyerhető biogáz mennyisége	300
30. táblázat: Az egyes kultúrnövényekből nyerhető bioetanol mennyisége.....	304
31. táblázat: Bioetanol üzem alapadatai	306
32. táblázat: A B/2 változat biogáz üzem alapadatai.....	307
33. táblázat: Biogáz - bioetanol komplexum gazdaságossága	308
34. táblázat: Bács-Kiskun megye	324
35. táblázat: Békés megye	324
36. táblázat: Csongrád megye	324
37. táblázat: Országos lista (Dél-Alföld Régió kivül)	325

1. AZ EU ÉS MAGYARORSZÁG ENERGIAPOLITIKÁJA A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK (BIOMASSZA, NAPENERGIA ÉS TERMÁLENERGIA) HASZNOSÍTÁSA TERÜLETÉN.

1.1. Az EU jogrendszere - az EU megújuló energiaforrásokkal összefüggő irányelvei és határozatai

1.1.1. Energiapolitika

A megújuló energia előállítása és felhasználása kiemelt helyen szerepel az Európai Unió energiapolitikájában. A megújuló energiahordozók arányának növelése azért is fontos, mert nagyban hozzájárul a globális klímaváltozás negatív hatásaiért felelős túlzott CO₂-kibocsátás csökkentéséhez.

Az EU 2005. évi, energiahatékonyságról szóló Zöld Könyve ((COM(96)576) alapján jól látható, hogy a tagállamok energiafelhasználását legalább 20%-kal lehetne csökkenteni 2020-ig. Ez évi 60 milliárd Euró, ami Németország és Finnország jelenlegi együttes energiafogyasztásának felel meg. Továbbá a 20%-os energiamegtakarítás elérésével 50%-os mértékben lehetne csökkenteni a széndioxid-kibocsátást.

A Zöld Könyv három területet sorol fel, ahol hatékonyabb energiamegtakarítási intézkedések szükségesek: a közlekedés; az építőipar, valamint a háztartások és az ipar szektor.

A megújuló energiaforrások arányának növelése egyben a fenntartható fejlődést is elősegíti, továbbá a magas energiaimport-függőség csökkenésével az energiabiztonságot is növeli. Ugyanakkor a megújuló energia felhasználásával szemben fontos elvárás, hogy rövid és hosszútávon egyaránt gazdaságilag versenyképes legyen a nem megújuló energiaforrásokkal szemben is. Az EU éppen ezért egyik elsődleges célja ezeknek a nem megújuló energiafelhasználási módoknak a támogatása. A szélenergia, a vízenergia, a biomassza és a napenergia kinyerésére alkalmazott technológia gazdaságilag hasznos és versenyképes. A 2003-as ágazati piacstruktúrát tekintve, tény, hogy bizonyos ágazatoknál a megújulók iránti ellenállásnak nem gazdasági okai vannak. Mindezt az EU-politikán és annak szerves részét képező nemzeti stratégiai tervezésen és támogatási formákon keresztül a folyamatos gazdasági és fiskális környezetfejlesztés alapozza meg.

A Közösségi Energiapolitikáról szóló 1995-ös Fehér Könyv (COM 95/682) megállapítja, hogy a megújuló energiaforrások hatékonyan hozzájárulnak a biztonságosabb és egészségesebb környezethez és csökkentik a Közösség külső energiaforrásoknak való kiszolgáltatottságát. Az Energiapolitikai Fehér Könyv az Unió közös energiapolitikájának

megteremtése érdekében célul tűzte ki a versenyképesség, az ellátás biztonsága és a környezet védelme elérését, amelyekhez a piaci liberalizációt, a világos árképzést, és az energia hatékonyságra történő törekvést rendelte eszközül. Rögzíti, hogy az összes energiahordozóhoz viszonyított megújuló energiahordozó arányát a tagállamok 2010-re megduplázzák (6%-ról 12%-ra). A dokumentumban szereplő Akció Terv időtáblában összegzi azokat a lépéseket, amelyek a cél eléréséhez szükségesek. Az akcióterv tartalmazza a belső piaci szabályozó eszközöket; támogatja a megújuló energiahordozók elterjesztését célzó Közösségi politikákat; a tagállamok együttműködését támogató javaslatokat tesz; továbbá támogatja mindazokat a tevékenységeket, amelyek a megújuló energiahordozók felhasználását ösztönzik.

A közösségi stratégia és akcióterv elfogadását követően került sor a vonatkozó közösségi irányelv kidolgozására. Az Európai Parlament és a Tanács 2001. szeptember 27-ei, a belső villamosenergia-piacon a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatásáról szóló 2001/77/EK irányelve (Megújuló Irányelv) célja az 1. cikk értelmében, hogy a belső villamosenergia-piacon ösztönözze a megújuló energiaforrásoknak az energiatermeléshez való nagyobb mértékű hozzájárulását, és alapot teremtsen azok majdani közösségi keretéhez. Ebben a dokumentumban kap helyet az Európai Unió energiapolitikájának egyik legfontosabb célkitűzése, ti. az energiatakarékosság (első prioritás) és a megújuló energiahordozó-felhasználás (harmadik prioritás) növelése, továbbá 2010-ig a megújuló energiahordozó-felhasználás korábbi 5,3%-os részarányának 12%-ra, a megújuló energiával termelt villamos energia felhasználásbeli részarányának pedig 22,1%-ra növelése.

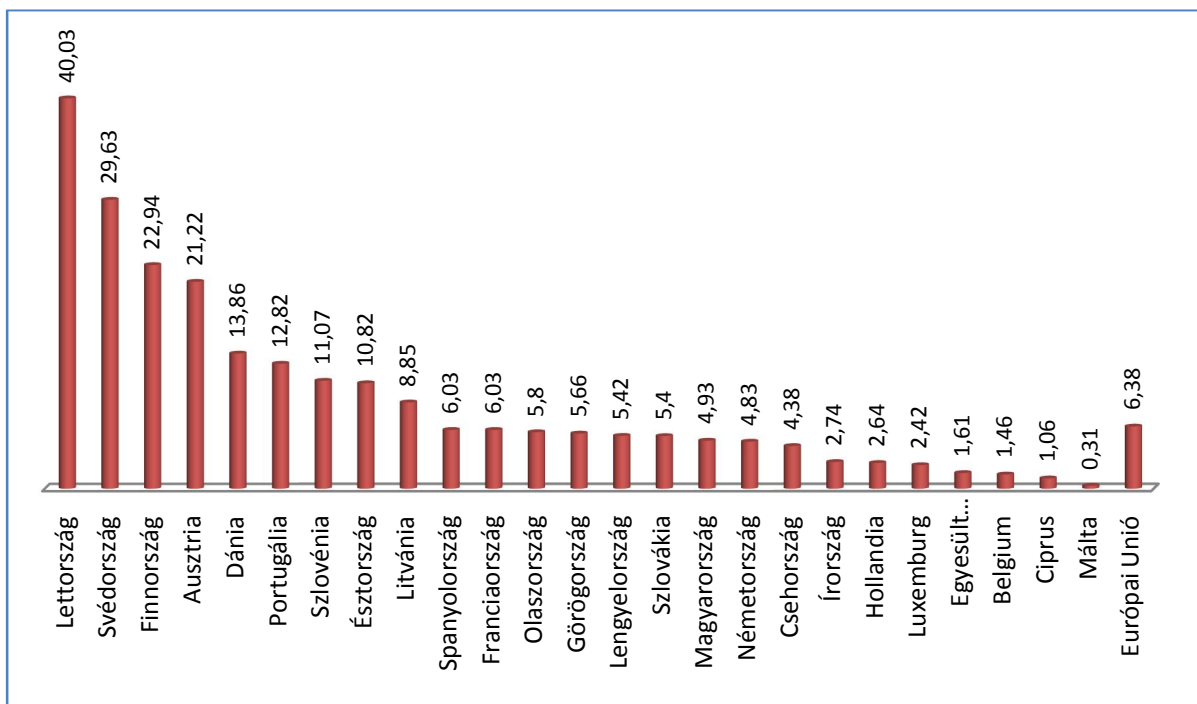
A másik fontos dokumentum az Európai Parlament és Tanács 2003/30/EK a közlekedési ágazatban a bio-üzemanyagok, illetve más megújuló üzemanyagok használatának előmozdításáról szóló irányelve, amely előírja a közlekedésben a bio-üzemanyagok részarányának növelését, amely szerint az elvárás a tagállamok felé 2010-ig az 5,75%-os szint elérése.

Az Európai Bizottság 2007. január 10.-én előterjesztette a megújuló energiaforrásokra vonatkozó hosszú távú ütemtervről szóló javaslatát. A javaslat az EU-ban 2020-ra a megújuló energia tekintetében összességében 20 %-os, a közlekedési bioüzemanyagok tekintetében pedig 10 %-os minimális részarány elérését tűzte célul, valamint azt, hogy a villamos energia, a fűtés és a hűtés, továbbá a közlekedés területén felhasznált megújuló

energiák kérdését a gazdasági és politikai viták tárgyává tegye. Az általános nemzeti célértékek elérése érdekében a tagállamoknak ugyanakkor minden egyes megújuló energiaágazatra – villamos energia, bioüzemanyag, valamint fűtés és hűtés – ki kell dolgozniuk a vonatkozó egyedi célkitűzéseiket és ágazati célértékeiket meghatározó nemzeti cselekvési terveket.

Az 1. ábra szemlélteti az EU 2005-ös elsődleges energiafogyasztáshoz viszonyított megújuló energiahordozók arányát. E szerint az EU 2004-hez viszonyítva 0.3 százalékpontos növekedést ért el, ami a 112 Mtoe (millió tonna olaj egyenérték) összes energiafogyasztásból 5,2 Mtoe-tal részesedő megújuló energiafogyasztással mutat szoros korrelációt. Mivel az összes energiafogyasztás mértéke előreláthatólag stabilizálódni fog a 2004-es szinten, ezért a megújuló energiát előállító szektornak most már nem kell tartania az alacsony részesedés okozta hátrányoktól. A növekedési ráta ellenére azonban kétséges, hogy az EU tartani tudja a tervezett 12%-os arányt 2010-re. Ma sokkal realisabbnak tűnik a 9%-os arány. Az EU 25-öket e tekintetben jelentős heterogenitást mutatnak. A tagállamokban eltérő potenciálú és differenciált támogatottságú a megújuló energiahordozók. Köztudott, hogy az EU hat „vezető” állama hatalmas erdő- és vízenergia - potenciállal rendelkezik.

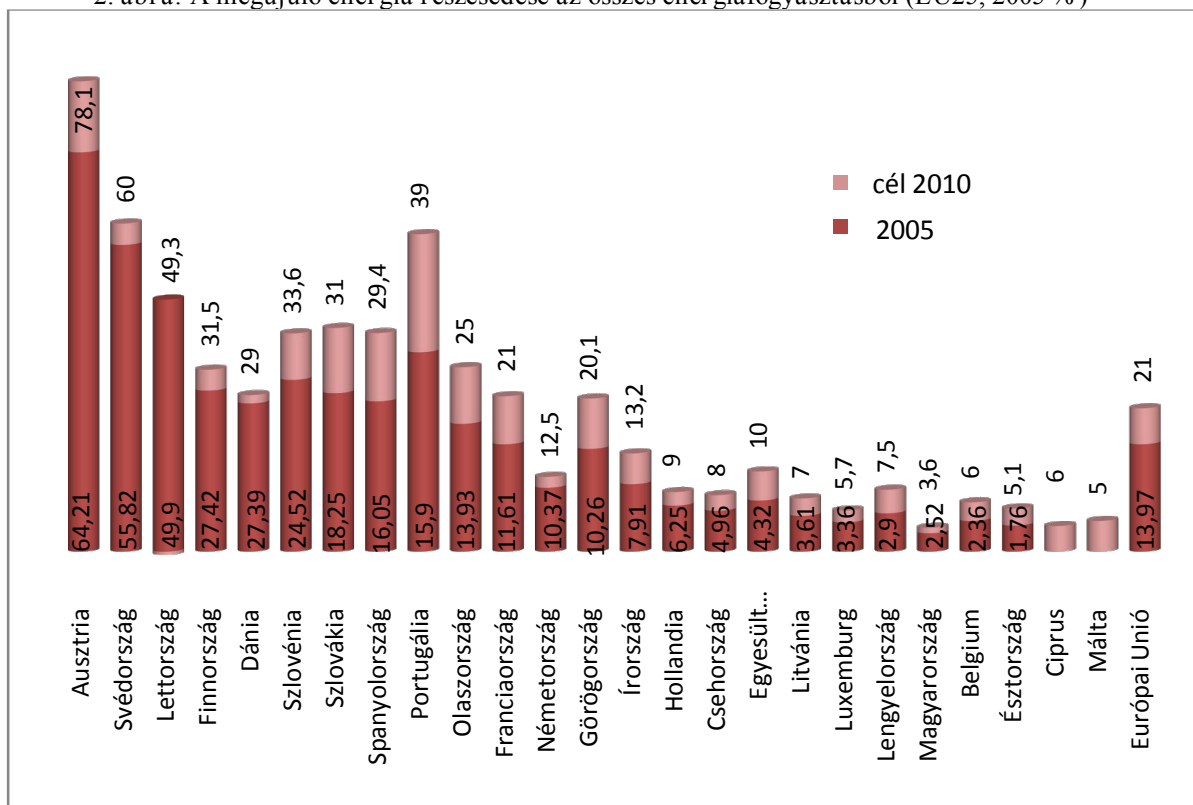
1. ábra: A megújuló energia részesedése az összes primer energiafogyasztásból (EU25, 2005 %)



Forrás: EurObserv'ER 2006

Az EU a megújuló energiával termelt villamos energia felhasználásbeli részarányát 21%-ra kívánja növelni (2. ábra). A 2005-ös év 0.31 százalékpontos növekedése az előző évhez, főleg a nap- és bioenergiának volt köszönhető. A stratégiai elképzelések szerint 2010-ig az összes megújuló energiaforrásnak 12%-os részarányt kell elérnie az energiafelhasználáson belül. A célkitűzések megállapításánál figyelembe kell venni, hogy az Európai Tanács 2006. március 23-24-i ülésén az a határozat született, hogy az Európai Unió tagállamainak 2015-ig el kell érniük, hogy az összes megújuló energiaforrás részaránya a 15%-ot, a bio-üzemanyagok részaránya pedig a 8%-ot érje el. A távlati célkitűzések elérése érdekében 2005-2013 között mintegy 1500 GWh-val kell növelni a zöldáram termelést. A növekedés alapját a biomassza és biogáz bázisú fejlesztések adhatják. A 2005-2013 között tervezett 1500 GWh növekmény kiemelkedően legnagyobb tételét a biomassza bázisú villamosenergia-termelés növekménye teszi ki, aminek az a feltétele, hogy a mezőgazdaságban megvalósuljon az energetikai célú növénytermelés tervezett mértékű felfutása. Az alábbiakban a tanulmány részét képező legfontosabb megújuló energiahordozók Közösségi szintű felhasználásának és a jövőbeli alakulásainak tendenciája kerül áttekintésre.

2. ábra: A megújuló energia részesedése az összes energiafogyasztásból (EU25, 2005 %)

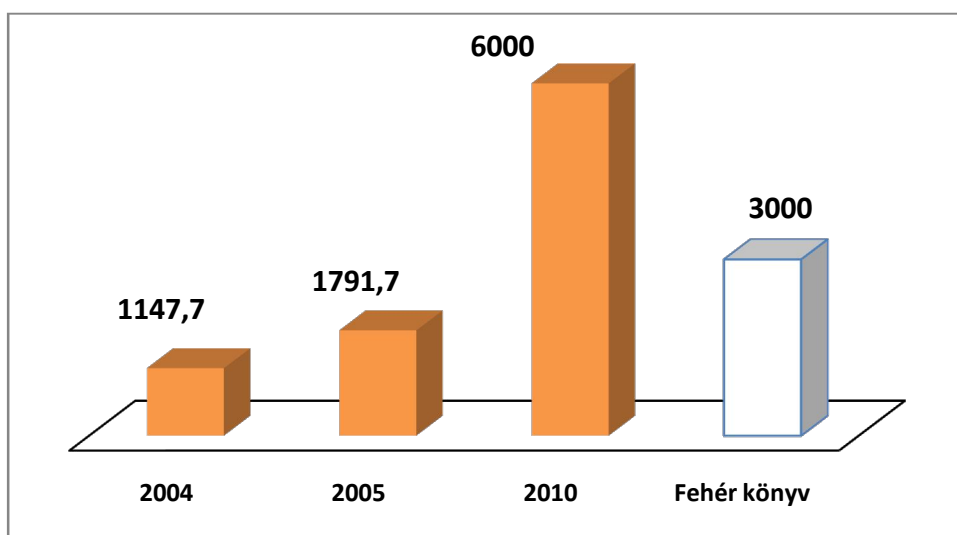


Forrás: EurObserv'ER 2006

Napcella

Az Európai Unió napcella-piac elérte a szektor által nyújtott lehetőségeket. Bár a napcellagyártók tudnának több terméket előállítani, az alapanyagul szolgáló szilikonból hiány mutatkozik. A napcella-piac jövőbeni lehetősége hasonló az elmúlt évekéhez a szilikontermelők, új technológiával, képesek továbbnövelni a volument. Természetesen, ahhoz, hogy a piac kövesse a lehetőségeket, megfelelő nemzetstratégia is szükséges (3. ábra).

3. ábra: A jelenlegi tendencia és a célok összehasonlítása (MWp¹)



Forrás: EurObserv'ER 2006

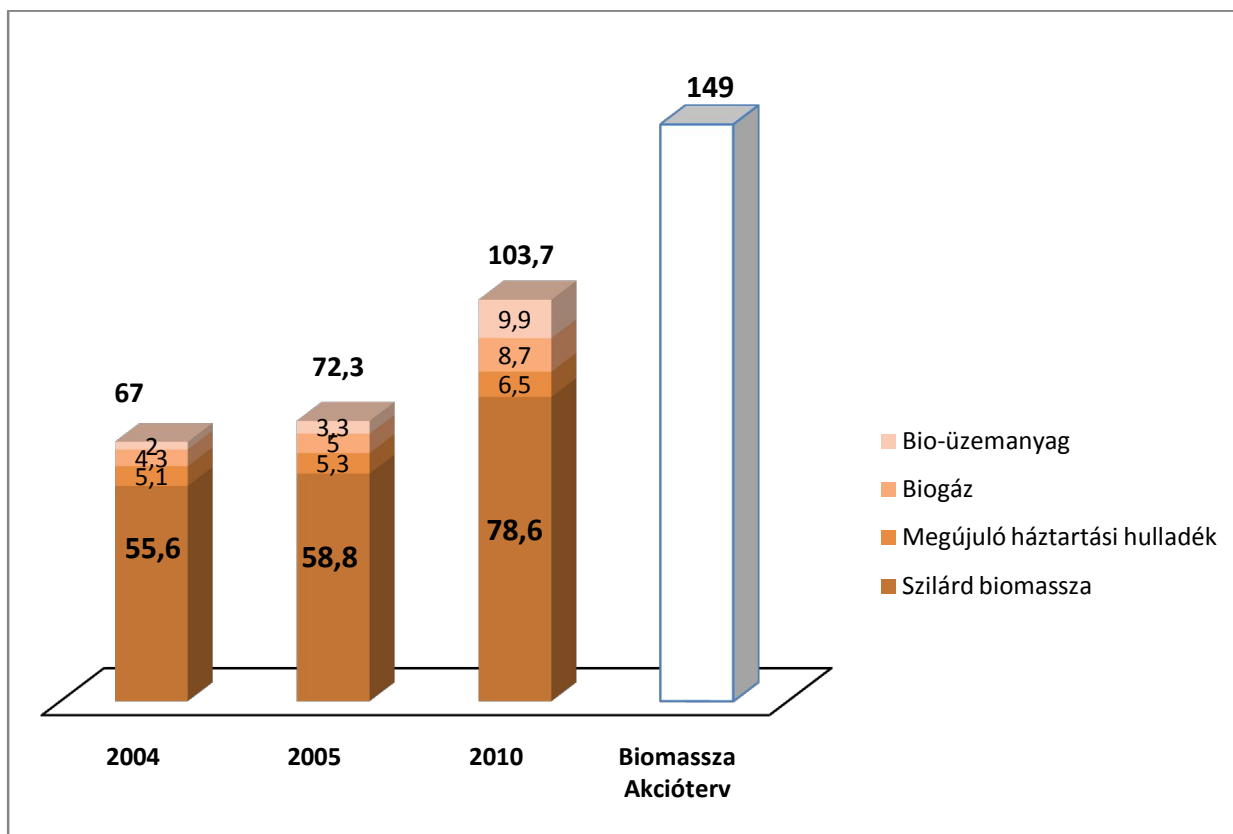
Szilárd biomassa

Európa fokozatosan kíván áttérni a fosszilis energiahordozókra épülő energiafogyasztásról (szén, olaj, gáz) a szilárd biomassa (fa, nyesedék, szalma, mezőgazdasági, növényi és állati eredetű hulladék stb.) alapúra. A 2004-es évhez képest az elsődleges szilárd biomassa termelés (leszámítva a megújuló szilárd kommunális hulladékot) 5,7%-kal növekedett. A biomassa-alapú villamos áram-termelés szintén növekedett (16,2%-kal). A háztartási hulladék kezelésének elsődleges technológiája a közvetlen égetés. Jelentős probléma a hasznosítható szerves komponensek kisselektálása a szilárd hulladékból.

¹ Megawatt-peak, a. csúcsteljesítmény MW-ban

A fosszilis energiahordozók árának növelése és a politikai döntéshozás környezeti szempontjainak érvényesítése jelentős előnyökkel járt a biomassza előállítását illetően. A jelenlegi döntések hosszú távon alapozzák meg a helyi energia-előállítás infrastrukturális hátterét. 2005-ben, az EU25-ökre újrafogalmazott Biomassza Akcióterv 2010-re 150 Mtoe biomasszát (szilárd biomassza, biogáz, bioüzemanyag, megújuló kommunális hulladék) irányoz elő (4. ábra).

4. ábra: A jelenlegi trend és a Biomassza Akcióterv összehasonlítása (Mtoe)

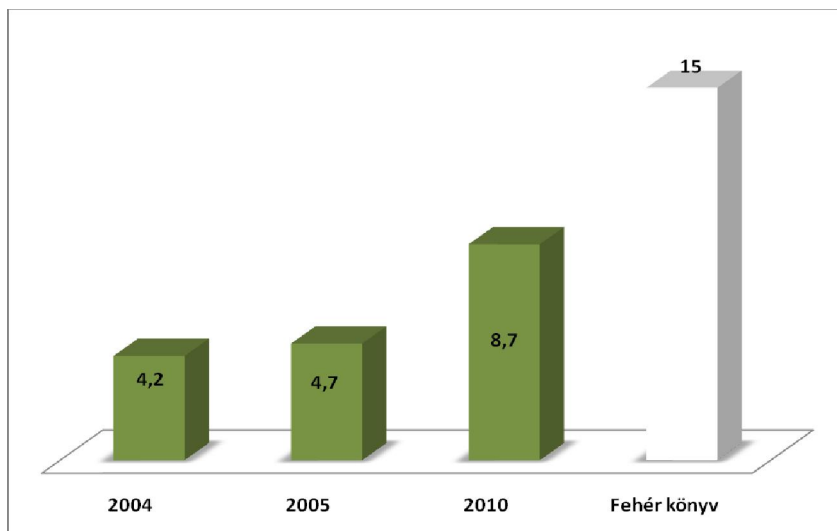


Forrás: EurObserv'ER 2006

Biogáz

Az olaj- és gázárak növekedése miatt egyre több tagállam vezet be ösztönzőket a természetes gázok helyettesítésére. 2005-ben 4,7 millió toe biogázt állított elő az EU és további 20 millió toe keletkezik a szilárd hulladéklerakó helyeken (5. ábra). Jelenleg komoly politikai szándék mutatkozik a szilárd hulladéklerakókban keletkező biogáz hasznosítására.

5. ábra: A jelenlegi tendencia és a célok összehasonlítása (Biogáz, Mtoe)

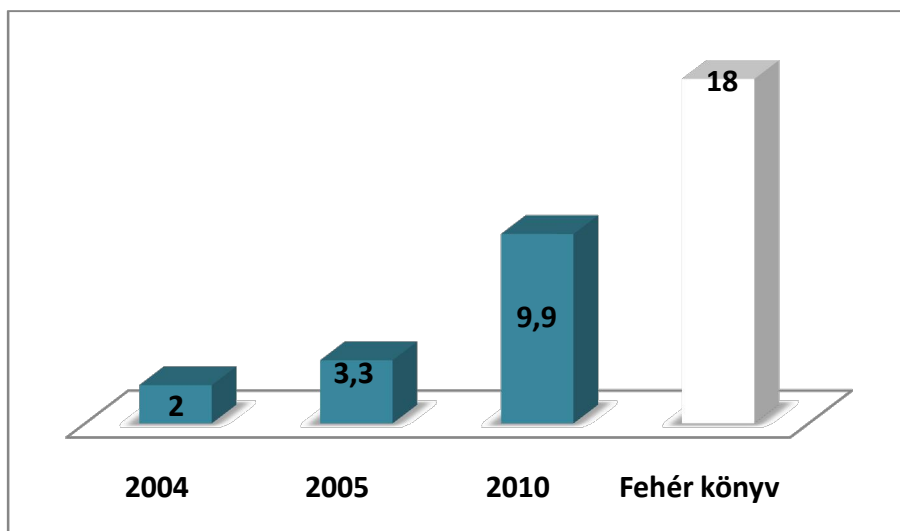


Forrás: EurObserv'ER 2006

Bioüzemanyag

Szintén az üzemanyagár növekedésének következménye az olaj iránti kereslet csökkenése. Az EU 2005-ben 3,9 millió tonna bioüzemanyagot állított elő, amely 65,7%-os növekedést jelent (6. ábra). A bioüzemanyagok közül a biodízel részesedik a legnagyobb aránnyal (81,5%), ezt követi a bioetanol (18,5%). A bioüzemanyag jelentősége erőteljesen növekszik. Több ország adókedvezménnyel támogatja ezt a szektort, bizonyos tagállamokban viszont alulmarad a tervezett mennyiségnek, amelynek egyik fő oka az üzemanyagból származó magas központi árbevétel.

6. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása (Bioüzemanyag, Mtoe)

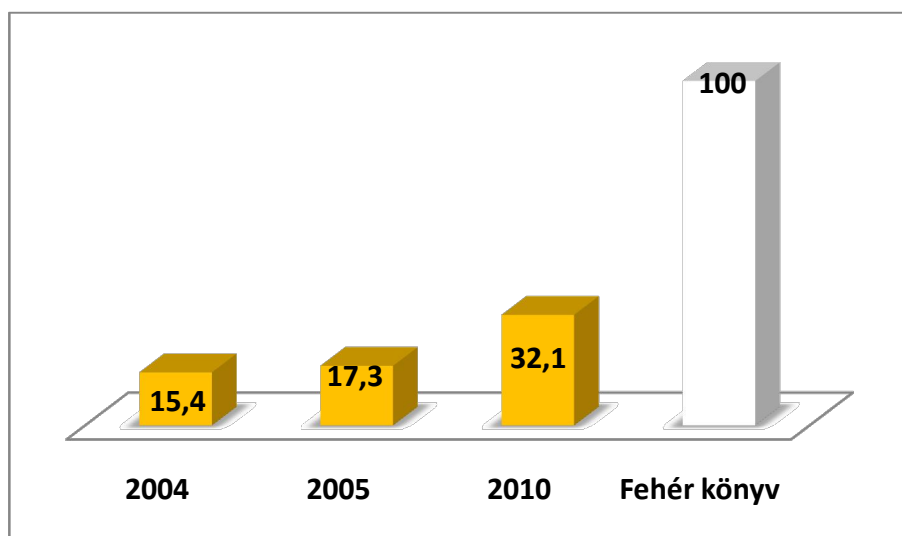


Forrás: EurObserv'ER 2006

Napenergia

A szoláris energia- és hőtermelési szektor gyors változáson megy keresztül napjainkban. Az energiaárak folyamatos emelkedése eredményezi az egyre nagyobb részesedést. 2005-ben több mint két millió négyzetméter került beüzemeltetésre. A szoláris termál-piac legnagyobb részét a síkkollektorok reprezentálják (89,4%), ezt követik a vákuum kollektorok (6,4%) és a nem sík napkollektorok (4,2%). Habár napjainkban a szoláris energiatermelés a szektor egyik leghúzóbb ágazata, a „*Sustainable Energy Europe*” kampány 2005 és 2008 közötti évekre tervezett 35 millió négyzetméter volumene ma irreálisnak tűnik (7. ábra).

7. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása (Napenergia, millió m²)



Forrás: EurObserv'ER 2006

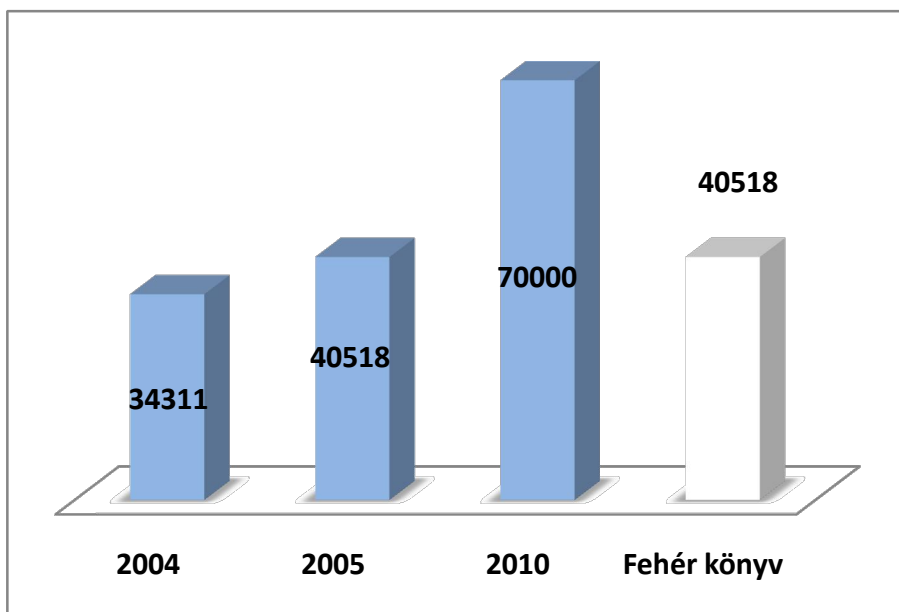
A visszafogott fejlesztési támogatás időszaka után, az árcsökkentéseknek, a hatékonyabb technológiáknak és a környezettudatos politikai háttérnek köszönhetően a koncentrált napenergia-szektor mára dinamikusán fejlődő iparággá nőtte ki magát. Mivel a technológia sok napsütést kíván, ezért az alkalmazása jelentősen függ az adott régió klimatikus adottságaitól.

Szélenergia

Németország és Spanyolország után, az utóbbi években, más tagállamokban is gyors fellendülésnek indult a szélenergia előállítása (Portugália, Nagy-Britannia, Olaszország, Franciaország). Ebből a szempontból az új tagállamok csatlakozása különösen jót tett, a

hozott 6207 MW-tal 40518 MW-ra növekedett az összes teljesítmény, ezzel a célul kitűzött 40 000 MW öt évvel korábban teljesült. Az új szélenergiapiac növekedése pozitív hatással van a szektor fejlődésére. Az EU „Sustainable Energy Europe” kampánya 2008-ra további 15 000 MW beállítását tervezi (8. ábra).

8. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása (szélenergia, MW)



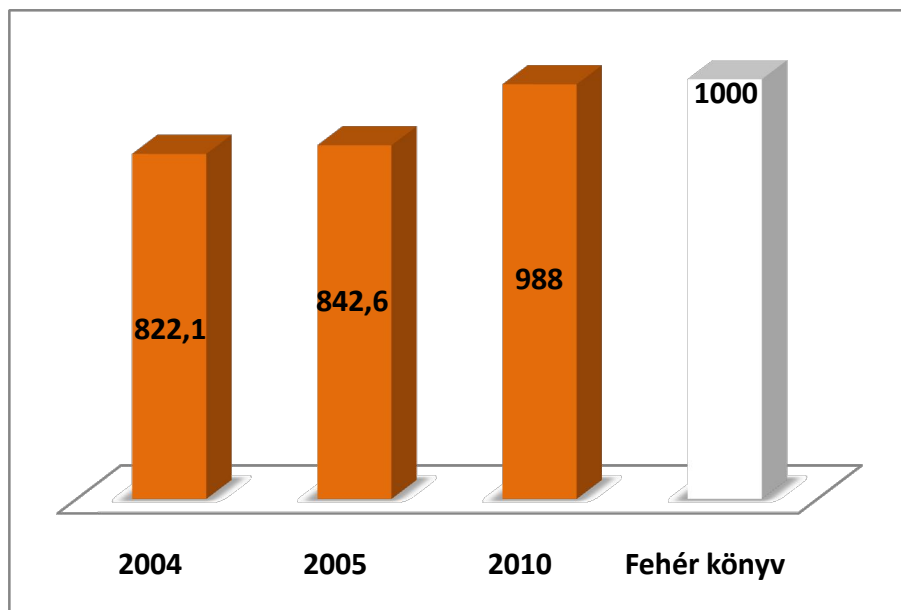
Forrás: EurObserv'ER 2006

Geotermikus energia

A 25 tagállamban, 2005-ben 2110 MWth volt a közép és alacsony potenciálú geotermikus energia teljesítménye. A közép és magas kapacitású geotermikus energia legnagyobb felhasználója Magyarország (715 MWth), amelyet elsősorban a fürdők és uszodák, továbbá az üvegházak, illetve távfűtés jelenti. A geotermikus hőpumpák lakóegységek fűtésére történő felhasználása az egyre ígéretesebb Európai piac kialakulását vetíti előre (9. ábra).

Az elektromos áram előállítását tekintve azok az országok, amelyek magas geotermikus energia-potenciállal rendelkeznek egyre intenzívebben keresik az energiahordozóra történő átállás lehetőségeit.

9. ábra: A jelenlegi tendencia és a Célok összehasonlítása az energiaelőállításban (MWe)



Forrás: EurObserv'ER 2006

Legfontosabb Európai Unió szabályozások:

- 2003/54/EK irányelv a villamos energia piac szabályozásáról
- 2003/55/EK irányelv a földgáz piac szabályozásáról
- 2001/77/EK irányelv a megújuló energiahordozókkal történő villamos energia termelésről
- 2002/91 EK irányelv az épületek energiatakarékosságáról
- 2003/30/EK irányelv a bio-üzemanyagokról
- 2000. évi zöld könyv az ellátás biztonságáról és 2005. évi zöld könyv az energiahatékonyság felhasználásáról

Az energiatakarékosság klímaváltozással kapcsolatos kérdései

Az EU 2000 júniusában indította el az Európai Éghajlatváltozás Programját (ECCP), amelynek célja, hogy a –8%-os CO₂-csökkentés kiotói célját a lehető legnagyobb költséghatékonysággal és környezetkímélő módszerekkel érje el. A rövidtávon alkalmazható 42 intézkedést 3 kategóriába sorolták. Az elsőbe az EU-ETS-ről, az épületek energiafelhasználásáról, a bioüzemanyagokról, a hatékony energiafelhasználásról és a fluorozott gázokról szóló direktívák által lefedett hozzávetőlegesen 240 millió tonna

széndioxid-egyenérték tartozik. A második kategóriába tartoznak a kombinált hő-és energiatermelésről, az energiaszolgáltatókról, az elektronikai készülékekre vonatkozó minimális hatásfokszabványról szóló direktívák által lefedett intézkedések, valamint egyéb hatékonyságnövelő, kibocsátás-csökkentő kezdeményezés révén elérhető potenciálok. Ez nagyságrendileg 140 millió tonna széndioxid-egyenértéket képvisel. A harmadik kategóriába tartoznak a megújuló energiával kiváltott hőtermelés, az energia-intenzív iparágakkal kötött hosszú távú szerződések, valamint az egyes iparágak által vállalt egyéb önkéntes kötelezettségvállalások és a közlekedés területén nagy fejlődésnek indult technológiai újítások mind az üzemanyaggyártás, mind pedig a járművek tekintetében.

A megújuló energiaforrások támogatásának formái az Európai Unióban

A megújuló energiaforrások felhasználásával termelt villamos áram támogatása az EU-ban megengedett, formáját az EU-jog nem szabályozza. Legfontosabb támogatási formák az alábbiak:

- a) *Egyetlen átvételi árat* Görögország és Luxemburg alkalmaz, mint fő támogatási formát.
- b) *Zöld bizonyítvány* rendszert használnak jelenleg Belgiumban, Nagy-Britanniában és Svédországban. 2002-ig Olaszországban, 2003-ig Hollandiában is hasonló rendszer működött, majd áttértek a kötelező átvételre. Dánia is ezt a rendszert kívánja alkalmazni, azonban, az erről szóló törvény elfogadását elhalasztották.
- c) *Differenciált átvételi árak* vannak érvényben Ausztriában, jelenleg még Dániában, Franciaországban, Németországban, Portugáliában, illetve Olaszországban és Hollandiában is áttértek erre a megoldásra. Spanyolországban a termelő választhat egy rögzített ár és a kereskedelmi ár felett fizetett prémium között (ez a gyakoribb).
- d) *Pályázatok* formájában támogatják a megújulókat Írországban.
- e) *Adókedvezmények, támogatások* vannak érvényben a megújulókra Finnországban.

Általánosságban alkalmazott, hatékonynak bizonyuló eszköz az EU-országokban az energiatakarékosság fokozására, valamint a megújuló energiahordozók felhasználásának növelésére az „önkéntes megállapodások rendszere”. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a megújuló energiaforrások hasznosításának terjedése a differenciált és degresszív átvételi áras rendszer mellett a legintenzívebb.

1.1.2. Hulladék-gazdálkodás

A megújuló energiatermeléssel kapcsolatban – értelemszerűen - a hulladék és a biomassza együtt tárgyalandó, egyrészt mert a biomassza és a hulladék az egyik legnagyobb megújuló energiaforrás (az összes 2/3-da), továbbá az 1990-2004-es időszak megújulók arányának gyors növekedésében is az egyik legjelentősebb tényező volt. A biomasszának és hulladéknak a legnagyobb jelentősége a villamos energia előállításban, a fűtésben és a bioüzemanyag előállításban rejlik.

Az EU hulladékgazdálkodással kapcsolatos jogi szabályozása három elven nyugszik: (1) megelőzés; (2) visszaforgatás; (3) valamint a lerakás és monitoring. A biogáz termelés révén ez utóbbi emelhető ki a megújuló energiahordozók tárgyalásakor.

A hulladék-elhelyezéssel kapcsolatban az EU 2006/12/EC Direktívája az iránymutató szabályozás. Ebben szerepel a lerakható hulladékfajtákkal, az elavult technológiával működő, környezetszennyező depóniák felszámolásával, továbbá a hulladék újrahasznosításával, másodnyersanyagként történő feldolgozásával kapcsolatos teendők meghatározása. Ebben a dokumentumban kapnak helyet a különféle hulladéktípusokból nyerhető energia felhasználásáról szóló információk is.

További irányelv a hulladék konkrét depóniába rakásával kapcsolatban az 199/31/EC dokumentuma, amely az elhelyezés módjáról, körülményeiről, szabályairól, feltételeiről and tájékoztatást.

A hulladékgazdálkodás és a megújuló energiagazdálkodás témakörét illetően lényeges kérdés a hulladékégetésnek a problémaköre, ti. az nem számít megújuló energiaforrásnak. Ennek megállapítása azért is szükséges, mert számos európai hulladékégető lobbí kívánja a Megújuló Direktíva definíciói közé illeszteni. Ennek egyszerű a magyarázata, mivel az ilyen módon elégetett háztartási hulladéknak a nem lebomló részéből származik a nyert energia, ez a porciója a szemétnek pedig legtöbbször olajszármazék, ezért ilyenkor tulajdon képen fosszilis energia termelésről beszélünk. Mindez még a lebomló papírra is igaz, amelynek a visszaforgatásával több energiát spórolunk, mint amennyit égetésével nyerhetünk.

1.1.3 Az EU mezőgazdasági szabályozása (KAP)

A mezőgazdaság és a megújuló energia használata napjainkra egymást kiegészítő, komplementer tevékenységnek számítanak. Amíg az 1990-es éveket megelőző EU-s agrárpolitika fő kulcskérdéseit az önellátásra törekvő, élelmiszergazdálkodás produktivitására irányuló szigorú támogatási rendszer jellemezte, az 1990-es évek második felére már egyre világosabban a környezetvédelmi kérdések kerültek az akciótervek középpontjába. Az elmúlt évtizedet a túltermelést támogató irányítási rendszertől való eltávolodás és egy piacorientált, környezettudatos a Közös Agrárpolitika (Common Agricultural Policy - CAP) által generált, hatékony és fenntartható mezőgazdálkodás irányába mutató EU-politika jellemzi.

A Római Szerződés a Közös Agrárpolitika alapelveit a 39. cikkelyében rögzíti, a következők szerint:

A mezőgazdasági termelés és termelékenység növelése műszaki fejlesztéssel, a munkaerő optimális hasznosításával;

- a mezőgazdasági termelésből élők számára méltányos jövedelemszint biztosítása;
- a mezőgazdasági termékek piacainak stabilizálása;
- az élelmiszer-ellátás biztonságának garantálása;
- annak biztosítása, hogy a fogyasztók reális áron jussanak az élelmiszerekhez.

A KAP létrehozásáról folytatott tárgyalásokon fogalmazták meg a közös agrárpolitika három alapelvét:

A mezőgazdasági termékek és élelmiszerek egységes piaca: Az egységes piacon a tagországokban előállított termékek korlátozásoktól mentesen jelenhetnek meg. Az egyenlő piaci esély érdekében a termelést és a piacot szabályozó, a keresletet-kínálatot befolyásoló eszközöket, a támogatásokat, a termékek minőségi, állat-egészségügyi stb. előírásait egységesíteni kellett.

- A közösségi preferencia elve szerint biztosítani kell, hogy az egységes piacon a Közösségen belül termelt termékek előnyt élvezzenek a harmadik országokból behozottakkal szemben. Ennek érdekében a hazai termékeket támogatják, emellett erős importvédelmet alkalmaznak.

- A pénzügyi szolidaritás elve szerint a tagországok a KAP működtetési költségeit mezőgazdasági termelésük nagyságától és nemzetgazdasági súlyától függetlenül, egységes érvényű szabályok szerint megállapított pénzügyi hozzájárulással viselik. A termelők részére egységes, a közösségi szinten megszabott normatívák szerinti támogatások kerülnek kifizetésre.

Az EU nem megújuló energia csökkentésével kapcsolatos célkitűzéseinek egyik fő szektora a bioenergetika. A RES Stratégia és Akcióterv egyik legnagyobb kihívása a bioenergiához szükséges biomassa előállítása. Mivel a bioenergia az egyetlen megújuló energiatípus, amelynek forrása előállítható, ezért az egyik legfontosabb agrár-gazdasági szektorként kell kezeljünk, az agrárium számára ezzel egy új kapu nyílt meg az energianövények termelése terén.

A biomassa az egyik legfontosabb forrása a megújuló energiának (65%), a mezőgazdaság és az erdészeti ágazat az egyik legfontosabb termelőszektor. A bioenergia rendkívül kedvező lehetőségeket jelent a vidéki térségeknek. Növeli a gazdaságok bevételeit, segíti a helyi gazdaság diverzifikációjában és munkalehetőségeket teremt. Amennyiben a 20%-os megújuló-részesedési rátát sikerül elérni, mintegy 650 000 új munkahely megteremtése válik lehetővé, főleg a társadalmilag és gazdaságilag periférikus vidéki térségekben.

A biomassa előállítása és importja az egyik legperspektivikusabb tevékenysége az EU-nak. A konzervatív feltételezések is a biomassa mintegy 15%-os importjáról szólnak 2020-ra.

Az EU megújuló energiaforrásokra vonatkozó ütemterve² kiemeli, hogy a bioüzemanyagok az egész EU-ban összehangolt fejlesztésre szorulnak. Kiemelten fontos a célkitűzéseket most meghatározni, mivel a gyártók hamarosan megalkotják az ezen üzemanyagokkal működő jövőbeni járműveket. Bár a bioüzemanyagok ma drágábbak, mint a többi megújuló energiatípus, a közlekedési ágazat olajfüggőségének a következő 15 évben történő jelentős csökkentésére ez az egyetlen lehetőség. A Bizottság ezért 2020-ra a közlekedésben felhasznált benzinhoz és dízelhez viszonyítva 10 %-os minimum részarány elérését tűzte célul a bioüzemanyagok tekintetében.

² Eljárás száma. 2007/2090(INI). Illetékes bizottság. ITRE.

1.1.4. Kutatás-fejlesztés

A megújuló energetikai szektor gyors fejlődésének alapfeltétele a biztos kutatás-fejlesztési háttér. Az EU számos a megújuló energiával foglalkozó projektet támogat. Ezeket a projekteket tipikusan az ipar és a K+F szektor szereplőiből álló konzorciumok hajtják végre. Egyike az EU K+F projektjeinek a CEERES project, amely abból a célból indult, hogy az EU új tagállamaiban segítse a megújuló energiaforrások felhasználásának szélesebb körű elterjedését és növelje az energia szektor szereplőinek részvételét az európai kutatási programokban. A projektet – a többihez hasonlóan - az Európai Bizottság finanszírozza a 6. Kutatási, Technológia-fejlesztési és Demonstrációs Keretprogramból. Jelenleg is futó, az Európai Unió Energia és Közlekedési, illetve a Kutatáspolitikai Főigazgatósága által irányított projektek:

ProRETT (Promoting Renewable Energy Technology Transfer)

A projekt célja, hogy a megújuló energiával kapcsolatos kutatási eredményeket minél gyorsabban és hatékonyabban, ugyanakkor innovatívan és strukturáltan licensz-eljárás keretében és spin-off vállalkozásokon keresztül átültesse a hétköznapi tevékenységeibe.

NILE (New Improvements for Ligno-cellulosic Ethanol)

A projekt célja lignocellulóz hatóanyagú biomasszából történő bioetanol költséghatékony előállítása és a végtermék szállítóiparba történő bevezetése.

NETBIOCOF (Integrated European Network for Biomass Co-firing)

A projekt elsődleges célja, hogy összefogja azokat a kutatóintézeteket, amelyek a biomassza és más nem megújuló energiahordozó együttlüzelésének (co-firing) technológiai megoldásait keresik.

Strengthen the European Photovoltaic Sector and support to establish a PV Technology Platform

A napelem-gyártás technológiai, kutatási és felhasználói tevékenységekkel foglalkozó csoportjait integráló szervezet, amelynek fő célja a technológiafejlesztés és a lobbitevékenység.

PISAI (Photovoltaic Information Strategy to Architects II)

A projekt első fázisában elért eredményekre épülő fejlesztési tevékenységgel a napelem-technológia használatának ösztönzése az építészetben és a társadalomban.

A bioenergetika, mint sajátos megújuló energetikai szektor által alkalmazott technológia fejlesztése az egyik legfontosabb Községi KF tevékenység. Az energianövények és a biotechnológia terén elért kutatási eredmények megbízható és költséghatékony bioenergetikai lehetőségek alkalmazását teszik lehetővé az európai gazdák és az energiaelőállítók számára egyaránt.

1.2. A hazai szabályozás, különös tekintettel a Dél-Alföld Régióra

Az Európai Közösség célkitűzése szerint a Közösségben 2010-ig el kell érni, hogy a villamos energia termelésének 22 %-ához megújuló energiát használjanak. A megújuló energiahordozó-felhasználás jelenleg az EU-ban 5,3 %-os.

Magyarország a csatlakozási szerződésben vállalta, hogy 2010-re — összhangban az EU 2001/77/EK irányelvével — a megújulókból származó villamos energia részaránya eléri a 3,6 %-ot. Ez jelek szerint csak a biomassza-felhasználás növelésével érhető el.

A másik kötelezettség a 2003/30/EK irányelvből adódik, amely irányelv az Európai Közösségben a „bio eredetű” üzemanyagok arányának 2010-re 5,75 %-ra növelését írja elő.

A 2003/30/EK irányelv alapján Magyarországon a 2233/2004. (IX. 22.) Korm. határozat a megújulókból származó üzemanyagok részarányára 2010-re 2,0 %-ot írt elő. A 65/2005. (VI. 28.) Országgyűlési Határozat ennél nagyobb értéket céloz meg (2007-re 2 %-os, 2010-re 4 %-os értéket) és az EU is az arányok növelését kívánja Magyarországtól.

Az ENSZ éghajlat-változási konvenciója keretében Magyarország kötelezte magát, hogy stabilizálja a szén-dioxid emissziót. Kyotóban Magyarország elfogadta, hogy 2008-2012 közötti időszakra az üvegházhatású gázok kibocsátását legalább 5 %-kal csökkenti 1990-hez viszonyítva.

Az oszloí egyezmény szerint Magyarország arra kötelezte magát, hogy az SO₂ (kéndioxid) emissziót és 2010-re 60 %-kal csökkenti. A széntüzelésről gázra történő átállás

azt eredményezte, hogy a jelenlegi SO₂ emisszió csak 8 %-kal haladja meg a 2010 évi határértéket.

2001 folyamán fogadta el a parlament azt a módosítási csomagot (VET CX/2001), amely 2003-as hatályba lépését követően a megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia kötelező átvétele mellett fix árat is szavatol a befektetőknek. Ennek köszönhetően mára nagyszámú – elsősorban szélenergia-projekt van engedélyezési eljárás alatt. A Magyar Energia Hivatal (MEHI) és a rendszerirányító (MAVIR) véleménye szerint azonban a benyújtott 1160 MW-os nagyságrenddel szemben pillanatnyilag csupán 330 MW teljesítményre van lehetőség a rendszeren belül. Ennek értelmében - a befektetői körökben nem túl népszerű intézkedésével - a MEHI egyenként engedélyezi a szélprojekteket.

Ezzel párhuzamosan a biomassza-felhasználás is erőre kapott, és rövid idő alatt számos erőmű vállalat is átállította kazánjait alapvetően növekményfa-forrás égetésére. Az elmúlt pár év során pusztán a biomassza-alapú erőművek a villamosenergia-szektoron belül biztosították, hogy 2005 végére az ország túlteljesítse (több mint 4%) a 2010-ig vállalt 3,6%-os megújuló villamosenergia-arányt. A biodízel magyarországi kísérleti forgalmazásának, felhasználásának feltételeiről és állami támogatásának szabályairól szóló 18/2003 (II. 19.) kormányrendelet 2003-ban lépett érvénybe. Biomassza 5 nemzetgazdasági szférából származhat: növénytermesztésben és erdészetben képződő melléktermékekből, állattenyésztésből, élelmiszeriparból (növényolaj-iparból), és a kommunális és ipari hulladékokból.

A megújuló energiaforrások és ezen belül a biomassza fokozott alkalmazására nemcsak a fenntartható fejlődés miatt van szükségünk, hanem nemzetközi vállalásaink is erre köteleznek. Nemzetközi kötelezettségeink két területen jelennek meg: egyrészt a környezetvédelem területén, másrészt az energetika területén.

Magyarország Európán belül kiemelkedő potenciállal rendelkezik földhőben. A geotermikus energia 20% kerül felhasználásra az agráriumban, a nagyobb része fürdők és uszodák fűtésére szolgál.

A lakossági energiaellátás vagy a tanyasi problémák megoldásában hatalmas szerepe lehet akár középtávon is a napenergiának. Magyarország földrajzi helyzetéből és klimatikus adottságaiból adódóan potenciális napenergia-termelő és felhasználó területként vehető számításba.

A magyar megújuló energetikai szektor fejlesztés a legutóbbi évekig az EU15-ök által alkalmazott irányelvek sikeres bevezetésére korlátozódott, jelenleg a kormánynak az alábbi potenciális előnyök számítanak a megújuló energiahordozók arányának növelése terén:

- A lokális energiaszolgáltatásban hozzáférhető megújulók használatával az energiafüggőség csökkentése,
- Az energiaimport diverzifikálásával az energiabiztonság növelése,
- Új munkahelyek létesítése.

A biomassza energiaforrások legfontosabb előnyei a környezetvédelemben, vidékfejlesztésben, energiapolitikában, hulladékgazdálkodásban jelentkeznek:

- Csökken a gazdaság importfüggősége (Hazánk energiaszükségletének kb. 70 %-át jelenleg külső forrásból szerzi be.).
- Folyamatos energiatermelést biztosít.
- Csökken a környezetszennyezés (kevesebb CO₂ kibocsátás, az üvegházhatás csökkentése a Kyoto-i Klímaváltozási Keretegyezményben vállalt csökkentés teljesítéséhez).
- Csökken a mezőgazdasági termékek, (élelmiszerek) túlkínálata (A magyar mezőgazdaság az EU tagsággal olyan piacra került, ahol hatalmas termék felesleg van. A közös mezőgazdasági politika egy irányba változhat ennek megfelelően: a mezőgazdasági termelésből kieső területeket úgy kell hasznosítani, hogy az azon előállított termék ne az eladhatatlan termékfelesleget növelje. Az egyik hasznosítási lehetőség a nem élelmiszercélú termékek termelése, azaz az energetikai alapanyagok előállítása.).
- Javul a vidéki lakosság jövedelemszerző képessége.
- Javul a környezet állapota.
- Bárhol rendelkezésre állhat, nincs kötve lelőhelyhez.
- Felhasználja a mezőgazdasági hulladékokat.
- Egy adott helyen nem igényel nagy beruházást a felhasználása.

A magyar kormány célkitűzése az energiatakarékosság, amelynek egyik eszköze a megújuló energiahordozó-felhasználás növelése. Mindez kedvező hatást gyakorol a foglalkoztatottságra, részben új munkahelyek teremtésével, részben pedig az alapanyagot megtermelő mezőgazdasági termelők foglalkoztatottságán keresztül, mivel alternatív

földhasználati módot biztosít. Elősegíti a környezetvédelmi kormányzati célkitűzések megvalósítását is.

A Kormány „100 lépés” programjában az alábbi intézkedésekkel szándékozik támogatni a megújuló energiahordozó-felhasználás növelését:

- az energetikai célú növénytermesztés támogatása,
- az adómentesség fenntartásával párhuzamosan a bio-üzemanyagok elterjesztésének segítése,
- az átvételi árak hosszú távú rögzítésével a biomassza-alapú villamosenergia-termelés ösztönzése.

A megújuló energiahordozó-felhasználás növelése közvetlenül kapcsolódik a kormányprogram alábbi területeihez:

1. Fenntartható fejlődés: a megújuló energiahordozók a fenntartható fejlődés nélkülözhetetlen elemét képezik, a fenntartható fejlődés mindhárom pillérét (környezeti, társadalmi, gazdasági) erősítik.
2. Gazdasági versenyképesség: az energiaimporttól való függőség csökkentése felé tett lépések hosszú távon növelik a gazdaság versenyképességét.
3. Új munkahelyek teremtése: új piacok és szolgáltatások keletkeznek, amelyek a foglalkoztatottságot növelik.
4. Nemzeti Környezetvédelmi Program II: az éghajlat-változási akcióprogram hangsúlyos része a megújuló energiahordozók hasznosításával kapcsolatos technológiák fejlesztése és elterjesztése.

A Kormány és az Európai Bizottság által jóváhagyott Új Magyarország Fejlesztési Terv külön beavatkozási területként kezeli a környezeti és energetikai fejlesztéseket a Környezet és Energia Operatív Programban, utóbbi eszközként a megújuló energiahordozó felhasználás növelését és az energiahatékonyság fokozását jelöli meg. A KEOP-on kívül az ÚMFT egyéb operatív programjai (GOP, ROP) és az Új Magyarország Vidékfejlesztési Stratégiai Terv (ÚMVST) intézkedései is támogatják a megújuló energiák hazai elterjedését. A megújuló energiaforrások felhasználásának növelése összhangban van továbbá a Fenntartható Fejlődés Stratégiával, a II. Nemzeti Környezetvédelmi Program éghajlat-változási akcióprogramjában vázolt célkitűzésekkel, valamint a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiával.

1.2.1. Energiapolitika

A magyar energiapolitika alapelvei, a 21/1993. (IV. 9.) OGy. határozatának célkitűzései:

- Az energiaellátás biztonsága, az egyoldalú import függőség mérséklése, megfelelő stratégiai készletek és tartalék kapacitások
- Környezetvédelmi szempontok érvényesítése
- Energiahatékonyság növelése, energiatakarékosság
- Megújuló energiahordozó felhasználás növelése
- Legkisebb költség elve a versenyelemek bővítésével
- A szénbányászat helyzetének rendezése nemzetgazdasági szempontok figyelembevételével
- Nyilvánosság, demokratizmus

A 2007 évig elkészülő új Magyar Energia Politika célkitűzései a 2010-ig szóló Energiatakarékossági Program és Cselekvési Program (1107/1999(X. 8.)) alapján

A program számszerűsített célkitűzései:

- A megújuló energiafelhasználás növelése,
- 3,5%-os hatékonyságnövelés évente
- 75 PJ/év (1,8 Mtoe) megtakarítás évente
- CO₂ csökkenés 5 Mtoe/év, min 6%
- pályázati rendszer kidolgozása,
- pénzügyi keret biztosítása (1107/1999(X.8))

A program eszközei

- Pénzügyi támogatás (Széchenyi Terv, Nemzeti Energiatakarékossági Program, nemzetközi források)
- Integrált intézményi háttér

A hazai szabályozás zöldáram termelésnél (törvényi szint):

- A megújuló energiahordozókkal előállított villamosenergia értékesítésénél az árakba épített támogatással kell csökkenteni a versenyhátrányt.
- A támogatás megállapításánál figyelembe kell venni az ország természeti adottságait.
- A támogatás megállapításánál figyelembe kell venni az egyes energiaforrásokhoz kapcsolódó technológiák sajátosságait
- Az árak normatív támogatásán keresztül – a rendszerirányítás díjába épített elemmel – elő kell segíteni a megújuló és a hulladékból nyert energiát felhasználó erőművek létesítését. Az ártámogatás mértéke és módja az egyes energiaforrások esetén eltérő, figyelembe véve az egyes energiaforrásokhoz kapcsolódó technológiák eltérő megtérülési idejét.
- A megújuló energiával termelt villamosenergia átvétele nem tagadható meg, ha annak átadási teljesítménye 0,1 MW-nál nagyobb. Az árat 23 Ft/kWh-ban határozza meg, amit az inflációt követő „k” tényezővel kell évente korrigálni

A hazai szabályozás zöldáram termelésnél (rendeleti szint):

- A kötelező átvételnél az átvételre felajánlott villamosenergia mennyisége nem haladhatja meg a Magyar Energia Hivatal VET 10§-a szerinti mértéket”
- Időjárástól nem függő technológiánál az ár:
 - Csúcsidőszak 28,74 Ft/kWh
 - Völgyidőszak 16,51 Ft/kWh
 - Mélyvölgy időszak 9,38 Ft/kWh
- Időjárástól függő (nap, szél) technológiánál az ár: egységesen 23 Ft/kWh
- Az erőmű által igénybe vett támogatás nem haladhatja meg az értékcsökkenési leírás és a működéshez szükséges nyereség összegét
- A megújuló energiaforrásból előállított, kötelezően átveendő villamosenergia mennyiségét a Hivatal az erőmű létesítési és termelői engedélyében állapítja meg

A villamos energia törvény lényeges elemei (2001. évi CX. törvény)

- Szabad villamosenergia-piac kiépítése
- Kölcsönösség elvének betartása (reciprocitás)
- Új kapacitások létesítése piaci alapon (engedélyezési vagy tendereztetési eljárás keretében)
- Hálózathoz való szabad hozzáférés
- Rendszerirányítás biztosítása, a rendszerirányító kijelölése (a rendszerirányító tevékenysége diszkrimináció mentes, objektív)
- A tevékenységek legalább számviteli szintű szétválasztása
- Dominanciával való visszaélés elkerülésére szabályt kell alkotni
- MEH jogkörének erősítése
- Tulajdonszerzés korlátozása
- Megújuló energiafelhasználás és kapcsolt termelés növelése
- Környezetvédelmi szempontok érvényesítése

Magyarországra vonatkozóan az EU részéről a tárgyalásokat követően a megújuló energiával termelt villamos energia részarány növelésére 3,6%-os részarány-elvárás alakult ki, amit a csatlakozásról szóló 2004. évi XXX. törvény II. mellékletének 12. pontja is tartalmaz

Magyarország e téren a Kormány 2233/2004. (IX. 22.) számú, a bio-üzemanyagok és egyéb megújuló üzemanyagok közlekedési célú felhasználására vonatkozó nemzeti célkitűzésekről szóló határozata alapján 2010-ig 2% elérését tűzte ki célul, de ezt az Országgyűlés 63/2005. (VI. 28.) számú, az alternatív és megújuló energiahordozók elterjesztésének hatékonyabbá tételéről szóló határozata 4%-ra emelte.

A megújuló energiahordozóból előállított villamos energia (369 GWh) részaránya Magyarországon a villamosenergia-felhasználáson belül 2003. évi szinten 0,7%* volt, ami az erőművek faapríték-tüzelésre történő átállása, szélerőművek létesítése következtében

* Magyarországon 2003. évi szinten a hulladékégetés figyelembevétele nélkül 0,7% a villamosenergia-felhasználásban a megújuló energiahordozókkal előállított villamos energia részaránya, de a tájékoztató feltételezi, hogy 2010-ig bevezetésre kerül a szelektív szemetgyűjtés és égetés rendszere, ezért gyakran a hulladékégetést is figyelembe vevő 0,9%-os részarány szerepel.

jelentősen, 2004-re 2,1%-ra nőtt. 2010-ig ennek a részaránynak 3,6%-ra kell legalább emelkednie, ilyen mértékű növelésre tett vállalást Magyarország az EU felé. Ahhoz, hogy a megújuló energiahordozó bázisú villamosenergia-termelés, illetve hőtermelés dinamikus fejlődjön, egy államilag támogatott agrárenergetikai program indítása alapfeltételt jelent.

1.2.2. Környezetvédelem

Újabban az EU források várható nagyobb intenzitásának beáramlásában bízva a *Környezetvédelmi és Energetikai Operatív Program (KEOP)* a „...megújuló energiaforrás-felhasználás növelése” c. prioritási tengely (3.4.) keretében hangsúlyozza, az energiahordozó forrásszerkezet befolyásolásának kiemelt szerepét: a hagyományos energiaforrásoktól a megújuló energiaforrások felé történő elmozdulás elősegítését. „A megújuló energiaforrás-felhasználás növelése” prioritási tengely keretében megvalósuló fejlesztésekhez az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatást nyújt a „konvergencia” célkitűzés elérése érdekében, amely támogatásra többek között a Dél-Alföld is jogosult. A KEOP beavatkozási logikája az EU energiapolitikájának nemzetgazdasági előnyeire alapul. Az energiatakarékosság és a megújuló energiaforrás-felhasználás növelésének előnyei nemzetgazdasági szempontból kiemelkedő fontosságúak (a *klímaváltozás energiaimport-függőség oldása; új munkahelyek keletkezésének lehetősége; a mezőgazdasági struktúra megváltoztatásának elősegítése, a lakosság helyben tartásáról; új, magas szintű technológiák alkalmazásának lehetősége, az egyébként környezetterhelő anyagok /például szennyvíziszap/ energiává történő átalakításával jelentősen csökkenthető a környezet terhelése*).

Tervezett művelettípusok indikatív listája a Dél-Alföldre vonatkoztatva az alábbi:

a) *Biomassza-felhasználás támogatása*: Magyarország és ezen belül a Dél-alföld mezőgazdasági adottságai kiemelkedően kedvezőek a biomassza-felhasználás tervszerű növelése terén, ezért a környezeti szempontokat is szem előtt tartó, első sorban energianövényekre alapozó mezőgazdasági fejlesztéshez kapcsolódó, energia-termelést végző biomassza projektek (szilárd biomassza, biogáz, illetve bio-üzemanyag), ezen belül is a kis kapacitású üzemek élveznek prioritást.

b) *Hulladék-felhasználás támogatása keretében* fontos terület a nagy tömegben keletkező használt sütőolaj, illetve állati zsiradék energetikai és/vagy bio-motorhajtóanyag alapanyagként történő hasznosítása (visszagyűjtésének támogatása másik prioritásban is történhet, vagy komplex projekt keretében).

c) Biológiai hulladék alapú *biogáz*termelés és használat támogatása: a növényi és állati eredetű, illetve szennyvíztisztító telepeken képződő szennyvíziszapból előállított biogáz hasznosítása hulladékkezelés és energiatermelés szempontjából is előnyös, hő- és/vagy villamosenergia-termelésre is felhasználható (regionális biogáz-üzemek kialakítása, kisméretű egyedi fogyasztói biogáz-üzemek létesítése, a szennyvíziszap energetikai és mezőgazdasági hasznosítása).

d) *Geotermikus hő- és/vagy villamosenergia-termelés* támogatása a megtermelt energia a helyi lakossági, intézményi, termelői igények kielégítésére fordítható. A geotermikus energia felhasználásának támogatásánál kiemelten kell kezelni azokat a technológiákat, amelyek a felszín alatti vizek helyben tartását, illetve visszasajtolását biztosítják, így használt vizek nem kerülnek felszíni befogadókba, és nem károsítják a felszíni befogadók vízminőségét magas só és hőtartalmuk révén s ezzel érvényesül a fenntarthatóság horizontális elve.

e) A legkorszerűbb fűtési és hűtési célú *hőszivattyús rendszerek* telepítésének támogatása.

f) *Napenergiát* hasznosító rendszerek telepítésének támogatása: részben vagy egészben biztosítható a fogyasztók saját energiafelhasználása. A *napelemek* (fotovoltaikus rendszerek) a villamos energia, a *napkollektoros* rendszerek működtetése pedig a melegvíz és fűtési hőenergia előállítására fordított fosszilis tüzelőanyagok felhasználásának csökkentését segítik elő.

g) *Energiatudatos építészeti megoldások támogatása, passzív nap-energiahasználat az épületek energiafogyasztásának csökkentése érdekében.*

i) A *szélergiával* történő villamosenergia-termelés támogatása: a rendszer-szabályozási problémák megoldásáig csak lokális vagy közösségi, hálózatra nem termelő, szélerőgépek esetében támogatható.

1.2.3. Területfejlesztés

Az alábbiakban a Dél-Alföld Régió legfontosabb területfejlesztési dokumentumainak megújuló energiahordozókkal kapcsolatos megállapításait foglaljuk össze.

Dél-Alföldi Régi Regionális Operatív Programja (2006). A megújuló energiaforrások kihasználásának legfontosabb fejlesztési feladatait a KEOP tartalmazza. Program elsősorban a mezőgazdasági termelési szerkezet módosításával a megújuló energiaforrások alapanyagainak termeléséhez szükséges feltételek kialakításával segítheti elő a megújuló energiaforrások arányának növelését. Az operatív program a KKV-k részére előirányzott fejlesztésénél a vállalkozásokat megfelelő tanácsadással, inkubációs szolgáltatások nyújtásával segíti. Hasonló feladatként jelentkezik, hogy a régió állattartó telepein keletkező biogázt egyre nagyobb mértékben a megújuló energiatermelés szolgálatába kell állítani.

Csongrád Megye Területfejlesztési Programja (2001) a 2.7.3. alprogram keretében részletesen felvázolja az alternatív energiaforrások hasznosításának támogatását, melynek keretében az alábbi fejlesztéseket célozza meg:

Demonstrációs célú geotermális referencia projektek indítása: Integrált többlépcsős energiakaszád rendszerű hasznosítás megvalósítására, villamosáram-termelés és direkt hő-hasznosítás összekapcsolására a fenti rendszerben.

Tudáscentrum-szerep elérése a geotermikus energia felhasználásában (Szeged, Szentes, Hódmezővásárhely).

Szélergiát hasznosító mintaprogramok indítása elsősorban külterületen, illetve a mezőgazdaságban.

Napenergia hasznosítását bemutató programok a lakossági fogyasztók minél nagyobb számban való megnyerésére.

Bio-energiaforrások (bio-gáz, energetikai célú erdők hasznosítása stb.) hasznosítása az agrárszférában és az egyedi fogyasztók energiaproblémáinak megoldásában.

Egyéb alternatív energiaforrások hasznosítását célzó mintaprogramok indítása, majd a gyakorlatban bevált eljárások elterjesztése.

A *Dél-Alföld Területfejlesztési Stratégiája* „A gazdasági szerkezet diverzifikálása” c. Fejlesztési irány keretében (3.1.) A bio-energiaforrások hasznosítása és a kapcsolódó iparok fejlesztése (biomassza-erőművek, biodízel, termálhő, szél- és napenergia hasznosítása).

1.2.4. Mező- és erdőgazdaság

Az *Új Magyarország Vidékfejlesztési program „Környezetgazdálkodás és földhasználat”* c. alfejezete (3.1.3), részben külön elemzi az ország alternatív energiaforrásait („Megújuló energia, biomassza termelés alfejezet), s a SWOT elemzés *lehetőségek* kategóriájában elsőként jelenik meg.

A 4.1.1. alfejezetrész hangsúlyozza a megújuló energiatermelésre vonatkozó EU szabályozásnak való megfelelés szükségességét, valamint azt, hogy a szerkezetátalakítás elősegítéséhez szükség van a megújuló energiaforrások termelési és a hasznosítási kapacitásának növelésére. A megújuló energiaforrások felhasználási arányának fokozása (A megújuló erőforrások termelése és elsődleges feldolgozása, és a biomassza felhasználása). A Mezőgazdasági üzemek víz- és energiaellátása (1.2.5.6. alintézkedés) a telephely energiaszükségletének biztosítására szélkerekes energiaellátási technológia alkalmazását látja elő. A geotermikus energia – mint megújuló energiaforrás – használatával történő energiaellátás beruházásai szintén támogathatók (tanyás területeken élő gazdálkodók, falusi idegenforgalom, természetközeli idegenforgalom). Az 1.2.5.8. alintézkedés a telephelyen belül megújuló energiaforrások felhasználásával történő energiaellátást, valamint a mezőgazdasági üzem telephelyén belül történő energiaellátását biomassza, illetve egyéb megújuló energiaforrásokkal (pl. biogáz) emeli ki.

1.2.5. Nemzetközi kötelezettség-vállalások: a hazánk által megkötött nemzetközi egyezmények

A 2001/77/EK irányelve (Megújuló Irányelv) 3. cikk (4) előírása értelmében a Bizottság köteles felmérni, hogy milyen mértékben igazodnak a nemzeti céllelőirányzatok a 2010. évre a bruttó nemzeti energiafogyasztás 12%-ának megfelelő globális céllelőirányzathoz, és különösen ahhoz, hogy a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részarányának a teljes közösségi energiafogyasztáshoz képest a 2010. évre el kell érnie a 22,1%-ot. A Megújuló Irányelv preambuluma szerint a javasolt intézkedés általános célkitűzéseit tagállami szinten nem lehet kielégítően megvalósítani, illetve azok az intézkedés nagyságrendje, illetve hatásai miatt közösségi szinten könnyebben elérhetők, ezért a Közösség Szerződés 5. cikkében meghatározott szubszidiaritás elvével összhangban intézkedéseket fogadhat el. Mindazonáltal ezek részletes végrehajtását a tagállamokra kell bízni, lehetővé téve, hogy minden tagállam megválaszthassa a saját helyzetének legjobban megfelelő rendszert. A meghatározott arányosság elvével összhangban az Irányelv nem lép túl azon, ami az említett célkitűzések eléréséhez szükséges. Az Irányelv 5. cikk (1) bekezdése értelmében a tagállamok legkésőbb 2003. október 27.-ig biztosítják, hogy a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia származása az egyes tagállamok által megállapított objektív, átlátható és megkülönböztetés mentes feltételeknek megfelelően szavatolható legyen. Az 5. cikk (3) bekezdése szerint a tagállamok biztosítják, hogy kérésre származási garanciát állítsanak ki. A származási garancia megjelöli az energiaforrást, amelyből a villamos energia származik, a termelés helyét és idejét, illetve a kapacitást; továbbá alkalmas arra, hogy a megújuló energiaforrásból előállított villamos energia termelője bizonyíthassa, hogy az általa forgalmazott villamos energiát az irányelv szerinti megújuló energiaforrások hasznosításával állította elő.

A Megújuló energiahordozókból történő áramtermelés elősegítése céljából elfogadott Irányelvvel összhangban a tagországoknak nemzeti célkitűzéseket kell megfogalmazniuk, illetve be kell mutatniuk a célok eléréséhez szükséges nemzeti stratégiát, eszközrendszert. Általánosságban elmondható, hogy számos tagország ezen a téren még elmaradásban van. Az újonnan csatlakozott országoknak is meg kellett tenniük a saját vállalásaikat a megújuló

energiahordozók áramellátásban történő részarányának növelésére, és ezt bele is foglalták a csatlakozási szerződésbe.

Az EU-direktiva a nemzetközi villamosenergia-piacon a megújuló energiaforrásokból termelt részhányad 8,1%-os növelését irányozza elő 2010-ig (az 1997. évihez képest). A villamosenergia-piac liberalizációja megindult, és 2002 áprilisáig öt tagállam (Ausztria, Finnország, Németország, Svédország és az Egyesült Királyság) piaca volt teljesen liberalizált.

A megújuló energiaforrások részarányának növelése érdekében az EU különböző eszközöket vezetett be:

- Intelligens Energia - Európa program (2003-2006)

Ez a program az energiahatékonyságot és a RES arányának növelését hivatott elősegíteni, főként a piackorlátozó eszközök leépítésével, képzési programokkal, regionális és helyi programok támogatásával. Az EU minderre 250 millió eurót irányzott elő.

- A 6. Kutatási Keretprogramon (2002-2006) belül az Unió prioritásként kezeli a fenntartható energiagazdálkodást elősegítő programokat, azok kutatását és a technológia-fejlesztést.

- Campaign for Take-Off for Renewable Energies (2000-2003)

A kampány célja az volt, hogy a döntéshozókkal minden szinten megismertessék a RES fontosságát, és terjesszék a "best practice" gondolatát.

A megújuló energiahordozó felhasználás jogszabályi előzményei közül meghatározó a Villamos energiáról szóló 2001. évi törvény, és az azt felváltó 2007. évi 86. Törvény a Villamosenergiáról. További meghatározó jelentőségű jogszabályok (a teljesség igénye nélkül):

- A bioüzemanyagok felhasználását ösztönzi a jövedéki adóról és jövedéki termékek különös szabályairól szóló 2003. évi CXXVII. Törvény, amely jövedéki adó-visszatérítést, illetve adódifferenciálást biztosít a biológiai eredetű motorhajtóanyagokra.

- A 42/2005 (III.10) Korm. rendelet, amely rendelkezik a bioüzemanyagok közlekedési célú felhasználása egyes szabályairól, és a 2058/2006. (III.27.) Korm. Határozat, amely célul tűzi ki, hogy a hazai bioetanol előállításnak el kell érnie a 800 kt/év mennyiséget, a biodízelnak a 170-220 kt/év mennyiséget.
- Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet, amely új épületek tervezésénél és építésénél, illetve az 1.000 m² feletti alapterületű épületek korszerűsítésénél előírja a betartandó energetikai követelményeket.

Továbbá:

- A 96/2005. (XII. 25.) OGY határozat az Országos Fejlesztéspolitikai Konceptióról
- A 97/2005. (XII. 25.) OGY határozat az Országos Területfejlesztési Konceptióról
- 2004. évi LXXV. törvénnyel módosított 1996. évi XXI. tv. a területfejlesztésről és területrendezésről
- 1995. évi törvény a vízgazdálkodásról
- 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
- 1996. évi törvény a természet védelméről
- 2000. évi törvény a hulladékgazdálkodásról
- 2004 évi LXXVI. törvény a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény, valamint a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény módosításáról
- 132/2003. (XII. 11.) OGY határozat a 2003–2008. között időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Programról
- A 2005. évi LXIII törvénnyel módosított 2003. évi XLII. sz. GET gáztörvény
- 2001. évi CV. törvény a villamos energiáról (VET.)
- 180/2002. (VIII. 23.) Korm. rendelet (Vhrt.)
- 58/2005. (VII. 7.) GKM rendelet (Hcsr.)
- 56/2002. (XII. 29.) GKM rendelet
- 2/2005. (I. 13.), 9/2005. (I. 21.) GKM rendeletek a kötelező átvételi árakról

- 2005. évi törvény a villamosenergiáról szóló 2001. évi CX. törvény módosításáról
- 2005. évi LXXIX. törvény a földgázellátásról szóló 2003. évi XLII. törvény módosításáról
- 1107/1999. (X. 8.) Korm. Határozat
- 2233/2004. (IX. 9.) Korm. hat. a bio üzemanyagokról
- 63/2005. (VI. 28.) OGY határozat
- 74/2005. (VIII. 22.) FVM rendelet
- Energetikai célú növénytermesztés területalapú támogatása: 101/2005. (IX. 15.) MVH közlemény az energetikai célból termesztett energianövényekhez kapcsolódó 2005. évi kiegészítő nemzeti támogatás igénybeviteléről
- 25/2006. (III. 31.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Orientációs és Garancia Alap Garancia Részlegéből finanszírozott egységes területalapú támogatásokhoz kapcsolódó 2006. évi kiegészítő nemzeti támogatás igénybevitelével kapcsolatos egyes kérdésekről
- 56/2006. (VIII. 1.) FVM rendelet a növény-egészségügyi feladatok végrehajtásának részletes szabályairól szóló 7/2001. (I. 17.) FVM rendelet módosításáról
- A biogáz földgázhálózatba való betáplálása: 2003. évi XLII. törvény a földgázellátásról (a 2005. június 28-i módosítással; kihirdetés száma: LXIII)

2. A MEGÚJULÓ ENERGIAPOTENCIÁL A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓBAN

2.1. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK RENDSZERTANA

A Föld energiakészletei várhatóan kimerülnek, hiszen az évmilliók során felhalmozódott fosszilis energiahordozókból a felhasználás trendje olyan mérvű, hogy velük, becslések szerint legfeljebb 50-60 évre biztosított a Föld lakóinak a jelenlegihez hasonló energiaellátása. A technikai fejlesztés a világ energiaigényének megoldása céljából számtalan irányban folyik. Jelenlegi ismereteink szerint alapvetően a problémát csak a kimeríthetetlen megújuló energiaforrások hatékony felhasználása oldja meg.

Az EU tagsággal összefüggően a 2002-ben elfogadott EU-elvárások ma már Magyarországra is érvényesek. Ebből következik, hogy a jelenlegi helyzetben a magyar energiapolitikát az EU tagság, valamint a Nemzetközi Energia Ügynökség közös célkitűzései befolyásolják. Ezek a fenntartható fejlődés, a lakosság jólétével és a környezet védelmével kapcsolatban fogalmaznak meg célokat. A közös célkitűzések végrehajtásáért az állam felelős, és teremti meg az eszközöket a célok eléréséhez.

A megújuló energiaforrások kihasználása az energiaellátás hosszabb távú racionalizálásában és a környezetkárosítás csökkentésében egyaránt fontos szerepet játszik. Ma már egyre több ország él azzal a lehetőséggel, hogy a rendelkezésére álló megújuló energiaforrásokat hasznosítsa. A gazdaságos hasznosítás lehetősége természetesen az illető ország adottságaitól is erőteljesen függ. A megújuló energiák hasznosítása terén a legnagyobb problémát az okozza, hogy túlnyomó részük időben változó mértékben áll rendelkezésre, eltérően a felhasználás igényeitől. A megújuló energiák hasznosítására irányuló kutatások és fejlesztések egyik sarkalatos kérdése ezért az energiatárolás ipari méretekben történő megvalósítása.

A megújuló energiaforrások közé tartozik a napenergia, a szélenergia, a különböző formában megjelenő biomassza, a geotermikus energia és a vízenergia (1. táblázat).

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

1. táblázat: A megújuló energiaforrások alkalmazási lehetőségei

Forrás	Felhasználás	Terület
Napenergia	Fűtés, melegvíz előállítás, szárítás, aszalás, villamos energia termelés	Lakosság, mezőgazdaság, egyéb hőtermelés
Szélenergia	Villamos energia termelés, vízszivattyúzás	Lakosság, mezőgazdaság, ipari
Geotermikus energia	Fűtés, melegvíz előállítás, villamos energia termelés	Mezőgazdaság, lakosság, gyógyturizmus, egyéb hőtermelés
Száraz biomassa	Melegvíz előállítás, fűtés, gőztermelés, szárítás	Mezőgazdaság, lakosság, ipar, egyéb hőtermelés
Folyékony és gáznemű biomassa	Motorhajtás, termikus hasznosítás, villamosenergia termelés	Közlekedés, mezőgazdaság, ipar, szolgáltatás
Vízenergia	Villamosenergia termelés	Ipar

Az energiahordozók hasznosításához szükséges technológiák rendelkezésre állnak, de technikai fejlesztésük ma is folyamatos. Jelenleg az összenergia-felhasználáson belül a megújuló energiaforrások részaránya 3-4 % között mozog. Az 1993-ban elfogadott Magyar Energiapolitika szerint az ezredfordulóra 5-6 %-ra kellett volna emelni a megújuló energiák mértékét, sőt az újabb elvárások ennél nagyobb mértékű felhasználást céloznak meg. Ez a tendencia összhangban van a Klímaváltozási Keretegyezménnyel is. Magyarország az 1997. decemberében Kiotóban megtartott COP-3 Konferencián vállalta, hogy az üvegházgáz-kibocsátást az 1985-87-es bázisidőszakhoz képest a 2008-2012 közötti időszakra 6%-kal csökkenti. Az üvegházi gázok közé tartoznak a CO₂, N₂O, CH₄, SF₆, HFC₅, PFC₅. A 6%-os kibocsátás-csökkentés várható költségvonzatait tájékoztató jelleggel a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A beruházások költsége

Energiafajta	Mennyiség [PJ]	Fajlagos beruházási költség	Költség [milliárd Ft]
Napenergia (500 ezer m ² kollektor)	3,0	50 ezer Ft/m ²	3,5
Geotermikus energia	0,8	80 ezer Ft/kW	4,6
Biomassa-hasznosítás	12,5	60 ezer Ft/kW	52,0
Energiaerdő-telepítés (150 ezer ha)		500 ezer Ft/ha	75,0
Alkohol, biodízel	6,5	250 ezer Ft/t	40,0
Lakossági energiatakarékosság	10,0	1,5 ezer Ft/MJ	15,0
Összesen	32,8		190,1

Fajlagos költségek: 1 PJ kiváltása → 5,8 Mrd Ft, 1 t CO₂ kiváltása → 100 e Ft

A megújuló energiaforrások felhasználásának gazdaságossága elsősorban a szembeállított energiahordozók aktuális átvételi árától, elterjeszthetősége viszont a meglévő direkt vagy indirekt támogatási rendszertől függ. Mindenképpen szükség van tehát egy, a környezetvédelmi szempontokat is figyelembe vevő támogatási rendszer kidolgozására, amelynek segítségével az elterjesztés felgyorsítható. Ennek hiánya és az energiaárak jelenlegi ám emelkedő szintje még mindig befolyásolja a növekedési spirál beindulását.

2.1.1. A napenergia hasznosítása

Ma már tudjuk, hogy a Földön az életet a Nap melege, a Nap sugárzása teszi lehetővé. A növényekben elraktározott szerves vegyületek létüket a Nap melegének köszönhetik. A kőolaj, a földgáz, a szén létrejötte a Nap melegére vezethető vissza. A Nap melege emeli a tavak, tengerek, folyók elpárolgó vizét a felhők közé. Innen jut a csapadék a hegyekbe, a hegyekből lezúduló víz pedig felhasználható energiát ad. A napsugárzásra vezethető vissza energiaforrásaink jelentős része

A világűrbe érkező sugárzás és a világűrbe távozó hő normál körülmények között egyensúlyban van. A földi élettel és az emberi tevékenységgel járó csekély hőáramok (technikai hőfejlesztés és a növények által hasznosított hő) azok, amelyekkel az egyensúlyt – sajnos rossz irányban – befolyásolni lehet. Ez történik jelenleg: a technológiai széndioxidtermelés határozottan befolyásolja a légkör sugárzás-átbocsátó képességét. A kényes egyensúly felbillent, a Földön többelhő marad (üvegházhatás).

Hazánkban 1780-ban alapították Budán az első meteorológiai állomást, mely része lett az akkor 36 állomásból álló egységes európai megfigyelő-hálózatnak. Ezt követően az egyes országokban meteorológiai intézetek jöttek létre. A hazai megfigyelőhálózat kiépítésére és fenntartására 1870-ben alakult meg a Magyar Királyi Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézet. Ennek szervezésében 14 állomás jött létre az ország területén.

Meteorológiai állomásainkon a napsugárzás két tulajdonságát, a sugárzás erősségét (intenzitását) és a napfénytartamot (sugárzás időtartamát) mérjük. A sugárzás erőssége

egységnyi, ha a sugárzás irányára merőlegesen állított felület 1 négyzetméterén 1 másodperc alatt 1 joule sugárzási energia áramlik át. Egysége a W/m^2 . A besugárzást a sugárzás erőssége és a sugárzás idejének szorzata adja J/m^2 egységben.

A sugárzás időtartama vagy napfénytartam az a szám, amely megadja, hogy valamely időszak (óra, nap, hónap vagy év) alatt hány órán át sütött a Nap. A napsütés küszöbértéke 200 W/m^2 direkt sugárzás. A napsugárzás időtartamát a Campell-Stokes-féle napfénytartam-mérővel mérik. A besugárzás évi összege hazánkban $4100\text{--}4700 \text{ MJ/m}^2$, a sugárzás időtartama 1900-2150 óra között változik

A napenergia passzív hasznosítása:

Hazánk építészetére jellemző, hogy az igen különböző évszakok adottságait kihasználja, de káros következményei ellen védekezik is. Igaz ez a napsugárzásra is. Itt kell megemlíteni a magyar falura jellemző tornácos épületeket, mely többfunkciójú magyar találmány, a magyar éghajlatra kidolgozott szerkezet: véd az eső, a túlzott napfény ellen, de télen beengedi az épületbe a napsütést, az év melegebb időszakaiban jól kihasználható fedett térként, védi az épület szerkezetét. Ezen épületeken megfigyelhető a napfény tudatos felhasználása, de az ellene való védekezés is.

A lakások, munkahelyek ablakait leghelyesebb a déli falon elhelyezni. A fűtési időszakban ugyanis a déli oldalra sokkal több napsugárzási energia érkezik, mint az épületek többi oldalára, ezáltal a fűtési energiával takarékoskodhatunk. Nyáron a Nap magas járása miatt a déli fal viszonylag kevés energiát kap, ráadásul az ablakokat könnyen elárnyékolhatjuk a direkt sugárzás előtt a fal síkjából kissé kiugró ereszt, erkély vagy más árnyékvető segítségével.

A napenergia aktív hasznosítása:

Napkollektorok: A napsugárzás-gyűjtőknek (napkollektoroknak) két típusa ismert. A tükrös kollektorok a direkt napsugárzást tükrözés révén fókuszálják, azaz megnövelik a sugárzási áramsűrűséget. A koncentrált nyaláb érkezik az abszorberre, amely vagy hővé (naptűzely) vagy elektromos energiává alakítja a napsugárzást. A síkkollektoroknál az abszorberre koncentrálatlan napsugárzás jut, így ezek nemcsak a direkt, hanem a diffúz sugárzást is hasznosítani tudják. A hőenergiát termelő síkkollektorok abszorberét rendszerint kettős üvegréteg borítja. Mivel az üveg a merőlegesen érkező napsugárzás

közel 95%-át átocsátja, de a belülről érkező infravörös hősugarakat visszaveri, ezért a védett abszorber sugárzási és konvektív vesztesége kicsi (üvegházhatás).

A kollektorokban elnyelt napenergia használati meleg víz előállítására is alkalmas. Amennyiben a hőenergiát egy hőcserélőn keresztül a lakás fűtőkör-hálózatába juttatjuk, a napenergia felhasználásával a fűtési energiaköltségek mérsékelhetők. A viszonylag magas beruházási és üzemeltetési költségek megtérülését azonban akadályozza a gyenge és változó téli napbesugárzás. A napkollektorok hatásfoka általában 30-70%.

Naptűzhelyek: A napsugárzás energiájának felhasználása két területen is jelentős: a visszavert és az elnyelt sugarak energiája is hasznosítható. A visszavert napsugarak összegyűjtött energiájával naptűzhely, napkóhó működtethető. A naptűzhely legfontosabb része a Nap járását követő visszaverő felület, pl. homorú gömbtükrő. Ennek az optikai rendszernek a gyújtópontjában helyezik el a melegítendő testet, pl. sötétre festett, vízzel telt fazekat. A naptűzhely nagyságától és beeső sugárzási teljesítményétől függően főzésre, sütésre, a napkóhó kohászati anyagmegmunkálásra alkalmas. Mivel a sugárzási teljesítményt a Nap biztosítja, a tűzhely csak napsütésben használható. A naptűzhelyek egyik változatánál, a reflektoros naptűzhelynél a napsugárzás egy tükröző réteggel bevont gömbsüveg-, parabola- vagy hengerfelületre jut, melynek fókuszpontjában vagy fókuszvonalában helyezkedik el a melegítendő test. Az ilyen tűzhelyeknél a felületről visszavert sugárzás nagymértékben függ a felület visszaverő-képességétől. A visszaverő-képesség (reflexióképesség) a visszavert fényáram és a beeső fényáram hányadosaként számítható. Ha ez az érték kicsiny, a visszaverő-felület melegszik fel. Ez azt jelenti, hogy a visszaverő-felületnek nagy reflexióképességűnek, tehát minél simábbnak és "fényesebbnek" kell lennie.

A különböző megoldási módoknál a felület kialakítása nagyon változó: fémből kivágott, szabályos, polírozott fóliaszeletek; gömb-, parabola-felületekhez jól közelítő tükröző síkdarabok; megfelelő alakú felületre felvitt sejtyszerű háromszög, rombusz, ötszög, hatszög alakzatok, félbevágott fémhengerek stb. A fókuszban elhelyezett test – a főzőedény – felületének minimális reflexiójának kell lennie, hogy a sugárzási energia legnagyobb részét elnyelje. A főzőedény ideális esetben tehát fekete és matt. A teljes rendszernek a Nap irányába fordításához két irányban mozgatható, a teljes berendezés és a főzendő folyadék, étel súlyát is biztonsággal tartó tengely és állvány szükséges.

Napelemek: A napelemek a Naptól érkező sugárzási energiát 8-15% hatásfokkal alakítják át elektromos energiává. A fotovillamos berendezések elterjedését a jelentős

előállítási költség lassítja. A mikroelektronikában az alapanyagköltség elenyésző, ezért a kis teljesítményű berendezéseknél (pl. zsebszámológépeknél) a napelemeket használják. A nagy felületű napelemeknél az alapanyag drága, ezért ezeket főleg kísérleti célokra használják.

A napelemek alkalmazásának főbb területei a következők:

- Lakóházak, tanyák áramellátása.
- Közsükségleti cikkek, pl. számológépek, órák, játékok, rádiók, televíziók, akkumulátortöltők áramforrásának biztosítása.
- Helyi telefonközpontok áramellátása.
- Villamos hálózattal kapcsolatban lévő energiatermelő rendszerek kialakítása.

Ezeknél a fényelemmel szolgáltatott áramot elektronikus módszerrel váltóárammá alakítják, ezt először 800 V-ra, majd 20 kV-ra transzformálják, és az áramot betáplálják a közüzemi hálózatba. A jelenlegi fejlesztés főképpen a kisebb hatásfokú, de olcsóbb napelemek előállítására irányul.

A kutatók tapasztalata szerint a napenergia hasznosításával a családi házak fűtési energiaszükségletének mintegy 80-85%-át lehetne biztosítani az egyenlítőől a 45. szélességi fokig terjedő napsütéses övezetben.

A napenergiát hasznosító berendezések jelenleg még költségesek a hagyományos berendezésekhez képest. Ez a többletköltség azonban az üzemelés során megtérül. A megtérülés időtartama a hagyományos energiafajták árától függ: magas árak mellett a napenergiát hasznosító berendezés hamarabb válik gazdaságossá. A napenergiát hasznosító berendezések elterjedése elsősorban a technikai fejlődéstől és a gazdaságosságtól függ, a kérdésnek azonban politikai és társadalmi-szemléleti vonatkozásai is vannak.

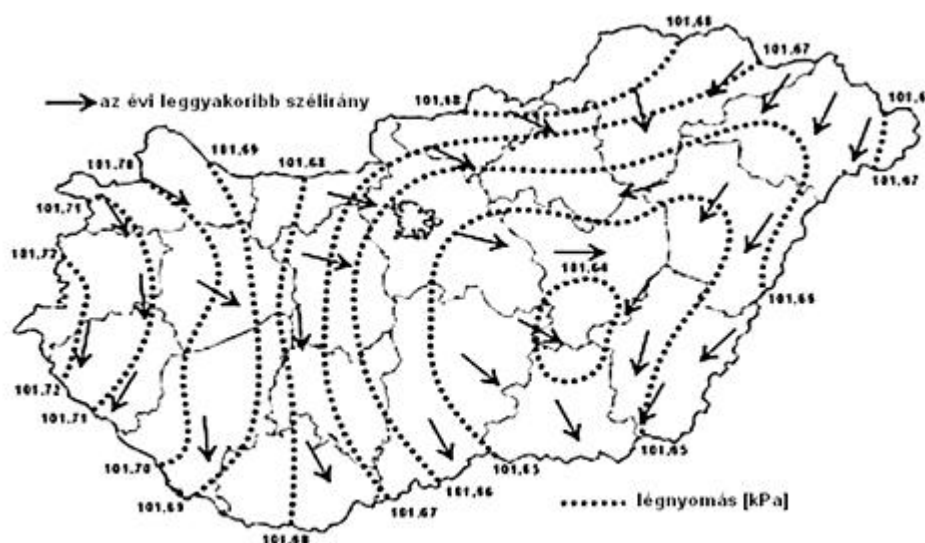
2.1.2. A szélenergia hasznosítása

A szélerő befogásának hagyományai vannak Magyarországon. Mechanikai munkavégzésre, őrlésre hasznosították a Kis- és Nagy-Alföld örvénylésmentes síkságain és a Dunántúl síkságfoltjain a szélmalomokban, mégsem folytatódott a szélerő-hasznosítás a korszerű technológiák elterjedésével, így ritkán használják manapság villamosenergia termelésre, gépek, szivattyúmotorok hajtására.

A napenergia másodlagos formája szélenergiaként is megjelenik azzal, hogy a földet érő napsugarak a légkört különböző mértékben felmelegítve légnyomáskülönbséget

okoznak. Ez a nyomáskülönbség és a Föld forgása miatti ún. Coriolis-erő hatására a levegő mozgásba jön, szél támad. 1000 m felett a szél viszonylag állandó, de a földfelszín közelében a különböző terepeken a súrlódás ingadozásokat, örvényléseket okoz, ezért a szél iránya és sebessége időben erősen változik. A Földet érő évi napenergiának csak 1,5-2,5%-a fordítódik a levegőmozgás fenntartására, s ebből elméletileg is legfeljebb 3%-a hasznosítható bolygónkon. A szél mozgási energiája sebességfüggő. Legerősebb a nyílt vidéken, tengerpartokon, lapos dombokon, fennsíkokon. Biztonságos hasznosítása – szélmotoros formában – az évi lineáris 6 m/s átlagsebesség felett ajánlott. Magyarország adottságai ennél kedvezőtlenebbek (10. ábra).

10. ábra: Magyarország széltérképe



A szélenergia hasznosításának lehetőségét korlátozza az a tény, hogy hazánkra a kis szélesebesség (másodpercenként 2-6 méteres) jellemző. Szélerőmű-láncolat – több szélmotoros egység – építésére legfeljebb néhány vízparti, tóparti lejtő volna alkalmas, de nagyobb erőmű szinte sehol sem lenne gazdaságos. Mégsem érdektelen a szélmotorok helyi, speciális célra történő telepítése, amely egy hosszabb kisfeszültségű hálózatfejlesztéshez képest, jóval gazdaságosabb lehet.

A hazai gyakorlat szerint legfeljebb kisteljesítményű szélmotorok jöhetnek tehát számításba, amelyek hasonló energiahasznosítási nagyságrendet képviselhetnek, mint az egykori szélmalomok az ország jellegzetes “szelesebb” régióiban.

A szélerőgépeknek számos típusa, különböző nagysága (teljesítménye) ismeretes, kezdve a szélmalomokkal (3000 év óta), majd a jelenlegi kisteljesítményű 1,5-10 kW-os

szélmotoroktól a szélerőművekig (1,0-10 MW teljesítmény). A szakértői számítások szerint a magyarországi széljárás számára az optimális szélkerék-átmérő 15 m-nél kisebb kell, hogy legyen, a szabad magasság pedig 15-75 m. Egy szélerőgép szélkerékének az optimális hasznos felülete 150 m².

A hazai külterületi hasznosítási helyekre javasolható – a megfelelő hosszú időszakban végzett mérésekre alapozva – a 230 W-tól 10 kW-ig terjedő skálán fellelhető bármelyik ismert szélmotoros gépegység. Ezek tanyavillamosításhoz, vízszivattyú-tápegység ellátásához (ivóvíz, öntözővíz), halastavak, szennyvíztavak dúsításához, távközlő állomás, szárítóberendezés, villanypásztor, belvízátemelő szivattyú, melegházak, fóliasátrak tápegységének ellátására hasznosíthatók.

2.1.3. A geotermikus energia hasznosítása

A Kárpát-medence, de különösen Magyarország területe alatt a földkéreg az átlagosnál vékonyabb, ezért hazánk geotermikus adottságai igen kedvezőek. A Föld belsejéből kifelé irányuló hőáram átlagos értéke 90-100 mW/m², ami mintegy kétszerese a kontinentális átlagnak. Az egységnyi mélységnövekedéshez tartozó hőmérsékletemelkedést jelentő geotermikus gradiens átlagértéke a Földön általában 0,020-0,033 °C/m, nálunk pedig általában 0,042-0,066 °C/m. A fenti termikus adottságok miatt nálunk 1000 m mélységben a réteghőmérséklet eléri, sőt meg is haladja a 60 °C-t. A hőmérsékleti izotermák 2000 m mélységben már 100 °C feletti hőmérsékletű jelentős mezőket fednek fel.

A geotermikus energia hordozóját a Kárpát-medencében döntően a termálvíz képviseli, amely a nagy vastagságú, több helyen 6 km-t is meghaladó üledékes kőzetösszletek porózus – permeabilis tartományait tölti fel.

A hazai termálvíz-hasznosítás eddigi és jelenlegi állapotát elemezve a következők állapíthatók meg:

- A hasznosítás iránya alapvetően kettős: direkt hőhasznosítás, illetve balneológia.
- A hőhasznosítás szezonális jellegű, az év mintegy 180 napjára terjed csak ki, a balneológiai célú alkalmazáson belül viszont a hőhasznosítás mértéke nem számottevő.

- A hasznosítás egyoldalú és extenzív jellegű, az elhasznált meleg vizet nem nyomják vissza, hanem országosan a felszín alatti víztározókba, élővizekbe engedik, így a felhasználók jó része a tárolt vízkészleteket direkt módon fogyasztja.
- A hőhasznosítás műszaki színvonala a legtöbb helyen alacsony, hatásfoka kicsi, a hasznosítási hőlépcső max. 30-35 °C.
- A hasznosítási hatásfokot növelő hőszivattyúkat sehol sem alkalmaznak.
- Geotermikus alapú villamosenergia-termelés egyenlőre nincs.

A hazai hasznosítás hatékonyságának növelése céljából teendő intézkedések, melyeket a tervezéskor figyelembe kell venni:

- A geotermikus energia nem alternatív, hanem additív energiaforrás, amely a többi – döntően fosszilis – energiahordozó hasznosításával együtt, azokat kiegészítve hasznosítható.
- A geotermikus energia gyakorlatilag kifogyhatatlan, de nálunk csak egyes helyeken koncentrálódó, helyi energiaforrás.
- Viszonylag alacsony energiaszintű és hőmérsékletű energiaforrás.

A hazai geotermikusenergia-hasznosítás optimalizálásának követelményei a következőkben foglalhatók össze:

- A hasznosítás alapvető feltétele a vízügyi előírásokat figyelembevevő, a tároló- és környezetvédelmet biztosító rendszer kialakítása.
- Az alapvető cél a többlépcsős integrált hasznosító rendszerek létrehozása.
- A hasznosítás keretének csak a finanszírozás – bányászat – hőhasznosítás – szolgáltatás egységes egészének megteremtése jelentheti.
- A tulajdonjogi helyzet rendezése.
- A geotermikus energiahasznosító vállalkozások megkezdésének preferatív feltételekkel (adó és hitel kedvezmények) rendelkező pénzügyi segítése az állam részéről a vállalkozói érdekeltség megteremtése. Külföldi tőke műszaki eszközök és szakértelem bevonása.

Az ismert megjelenési formák közül egyedül a közvetítő közeggel vezetett hőenergia-hasznosítási módot, a hévíz hasznosítását alkalmazzák. Elsőrendű érdek tehát, hogy a termelt víz energiatartalmát a lehető legnagyobb mértékben kihasználják.

A teljes értékű hasznosítási technika előfeltétele:

- Olyan hasznosító rendszer, mely alkalmas az adódó hőmérsékletszinten a működésre.
- A termelés és fogyasztás összhangban van.
- A termelt folyadék felhasználásra is környezetbarát megoldást ad.

A meleg víz hasznosítása tisztálkodásra, fürdésre, egészségügyi és technológiai célokra történik. A melegvíz-szolgáltatás történhet közvetlenül vagy hővezető beiktatásával, hévizekre ez utóbbi ajánlott.

A leggyakoribb hasznosítási mód a lakossági, kommunális, mezőgazdasági létesítmények fűtése, amelyet a komplett hasznosítás megfelelő hőmérsékleti szintjén célszerű igénybe venni. Egy közelmúltban elkészített szakértői vélemény szerint Magyarországon több, mint kétmillió m² terület (üvegház, fóliasátor) fűtött termálvízzel. A geológiai felmérés az észak-kelet- magyarországi régióban különösen Gyöngyösön és Poroszlón itéli gazdaságosan létesíthetőnek a termálvízes fűtőrendszereket. A hasznosítási módok jellemzőiről a 3. táblázat ad tájékoztatást.

3. táblázat: A hasznosítási módok üzemi hőmérsékletei

Csoport	Fűtővíz hőmérséklet	Felhasználás	Hasznosító szerkezetek	A fogyasztás jellege	
				Hőmérsékleti szint	Folyadékáram
I.	100-85	Hagyományos épületfűtés	konvekciós fűtőtestek	változó	állandó
II.	80-70	épületfűtés csúcshőtermelő	konvekciós és sugárzó fűtőtest	változó	állandó
III.	80-60	csökkentett hőmérsékletű fűtés	növ. fel. Konv. Sugárzó fűtőt.	változó	állandó
IV.	60-45	használati melegvíztermelés	hőcserélő 24 órás tárolóval	állandó	állandó
V.	60-40	helyiségfűtés	sugárzó fűtőtestek	változó	állandó
VI.	50-40	zuhany közvetlen vízellátása	közvetlen felhasználás	változó	változó
VII.	40-30	medencék vízellátása	közvetlen felhasználás	állandó	állandó

A lakó- és középületek fűtési és használati melegvíz-igényét a 80-90 °C-os hévizet szolgáltató kutakkal távhőszolgáltatásszerűen – illeszkedve a meglévő fűtési rendszerekhez – ki lehet elégíteni. Tekintve, hogy a földgáztüzelés egyre drágább hazánkban is, néhány helyen máris áttértek a geotermikus alaphőellátásra, és ilyen esetben csak az úgynevezett csúcskazán működik földgázzal, amely évente alig néhány száz órát üzemel a téli hideg időszakokban.

Az új épületeknél célszerű az úgynevezett közepes- és kishőmérsékletű fűtési rendszereket (padlófűtések, légfűtések) kialakítani, mivel ezeknél a 60 °C feletti hőmérséklet-tartományba tartozó hévizek is jól felhasználhatók. A teljes használati melegvíz-igény kizárólag a termálenergiára támaszkodva elégíthető ki.

A legtöbb hévizet ma a mezőgazdaság használja fel hazánkban. Elsősorban a növénytermesztő telepek fűtése gazdaságos. A növényházak fajlagos hőigénye meglehetősen nagy, eléri a 200-250 W/m² értéket is, szellőztetés esetén pedig még ennél is több. Az üvegházak légtérfűtésére a 60-90 °C-os hévíz teljes mértékben megfelel, a talajfűtésre elegendő a 25-45 °C-os hévíz is. A fóliaházak esetében pedig – amelyek télen nem, hanem csak kora tavasszal és késő ősszel üzemelnek – megfelel az egészen alacsony hőmérsékletű (10-30 °C-os) hévíz is. A növényházak fajlagosan nagy hőigényűek, ezért belső fóliatakarással szokták legalább az éjszakai hőveszteséget csökkenteni. Növényház esetén a hévíz alkalmas a légtér fűtésére, vegetációs fűtésre és talajfűtésre is. Az elfolyó és még meleg víz energiáját célszerű hőszivattyúval magasabb hőmérsékletszintre emelni és a rendszerben felhasználni. Tipikus megoldás, hogy a növényházi hévizes fűtési rendszert kiegészítik hőszivattyúval és egy csúcskazánal, így ugyanis gazdaságosan és biztonságosan lehet a hőigényeket kielégíteni. A kettős burkolatú fóliasátrak 20 °C-os, elfolyó hévízzel fűthetők, a hektáronként szükséges víz mennyisége 1500 liter percenként.

A jelenlegi gyakorlat azt mutatja, hogy az állattartó telepek szaporító épületei és a fiatal állatok tartására szolgáló épületek fűtési igényének kielégítésére 50 °C-nál magasabb hőmérsékletű hévízre van szükség. A szarvasmarha-ellető ólak 15-18 °C-ot igényelnek. A legalkalmasabb rendszer ezeknél az építményeknél a padlófűtés, illetve a sima csöves konvekciós fűtés.

A mezőgazdaság területén igen jelentős energiafogyasztók a szárítók. Mivel használatuk a fűtési időnyen kívüli időszakban válik szükségessé, így elősegítik az éves hő- és vízfelhasználás egyenletessé tételét. A hévízzel azok az alacsony hőmérsékletű szárítók üzemeltethetők, amelyekkel a vetőmagok, szálas takarmányok, gyógynövények és

zöltségek felesleg víztartalmát lehet eltávolítani. Az alacsony hőmérsékletű szárítás során, ahol 60 °C-nál magasabb hőmérsékletű hévízre van szükség, a magvak megőrzik csírázó képességüket.

Ez a szárítási módszer egyébként jól kombinálható a napenergia felhasználásával. A már említett alkalmazási területeken kívül a hévíz felhasználható az élelmiszeriparban is a különböző szárítási műveletekhez.

Jelenleg hazánkban több mint 200 hévíz kutat használnak a fürdők, gyógyfürdők vízellátására.

2.1.4. A biomassza energetikai hasznosítása

A biomassza közvetlen eltüzelése

A biomasszává vált szervesanyag-tömeget alkotják: az eddig alig kihasznált szerves (növényi, állati eredetű) hulladékok vagy kifejezetten az energiaágazat céljaira termesztett, élő növényi nyersanyagok mint megújuló energiaforrások. Felhasználásának széles spektruma a közvetlen eltüzeléstől a villamosenergia-termelésen át kiterjedhet a különféle könnyebb vagy nehezebb üzemanyagokig.

A biomassza mint energiaforrás gyűjtőfogalmába a következőket sorolják:

- hagyományos mezőgazdasági termények melléktermékei és hulladécai (szalma, kukoricaszár, stb.),
- erdőgazdasági és fafeldolgozási hulladékokat (faapríték, -nyesedék, fűrészpor, stb.),
- energetikai célra termesztett növények (fűfélék, fák: akác, nyárfa, éger, fűz, takarmánynövények: cukorrépa, köles, rozs, repce, stb.);
- másodlagos (állati) biomassza (trágya, stb.).

Energiahordozóként a biomassza tulajdonságai:

- a fotoszintézist fenntartó napsugárzásnak köszönhető megújulás,
- az energetikai hasznosítás lehetősége a légkör széndioxid-koncentrációjának növelése nélkül.

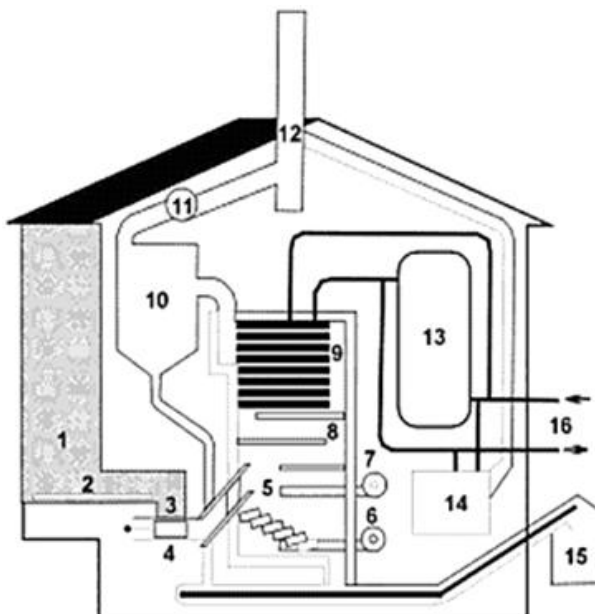
A biomassza energetikai felhasználása "CO₂-semleges", vagyis elégetésekor csak annyi szén-dioxid termelődik, amennyit a növényi fotoszintézis felhasznált. A biomassza – a szén, kőolaj és a földgáz után – a világ negyedik legnagyobb energiaforrása. Világviszonylatban a felhasznált energia kb. 14%-át, a fejlődő országokban mintegy 35%-át képezi.

A biomassza hasznosítás megvalósult formái Magyarországon

Az agrárgazdasági mellék-termékek közvetlen és másodlagos tüzelőanyagként történő felhasználása hőtermelésre a legelterjedtebb. A szalmaféléket közvetlen tüzeléssel használati vagy fűtési célú meleg víz előállítására használják. Felhasználásuk főként bálázva vagy a szalma brikettálásával, pellettálásával történik. Ehhez üzembiztos, automatikus üzemű vagy kézi adagolású tüzelőberendezéseket – 0,05-1,0 MW teljesítménytartományban – Magyarországon is gyártanak és több helyen üzemeltetnek.

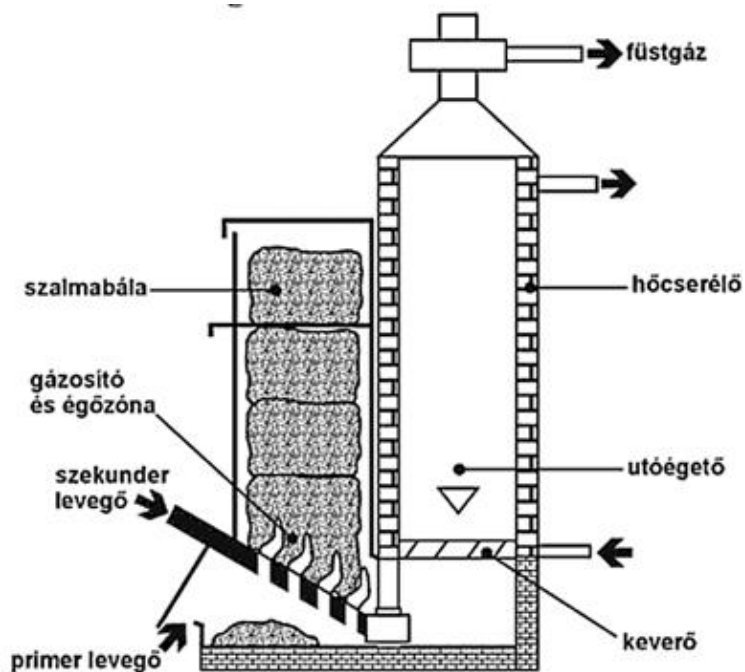
A fakitermelésnél keletkező hulladékok nagy része 8-10%-os energiaráfordítással kitermelhető és hasznosítható; erre példa a Tatai Fűtőmű, ahol 2 db 3,5 MW hőteljesítményű kazánt 1998 óta erdei faaprítékkal üzemeltetnek. Az elsődleges fafeldolgozásnál keletkező fűrészpor, kéreg stb. szárítás utáni brikettálásának fajlagos energiaigénye a bio-tüzelőanyag fűtőértékének 6-8%-a. A melléktermékek brikett formában elsősorban lakossági felhasználásra kerülnek. A másodlagos fafeldolgozás hulladékaiból közvetlenül gyártott brikett jó minőségű tüzelőanyag. Ilyen a Gyöngyösi Parkettagyárban készített exportképes biobrikett. A gyümölcsfanyesedék, a szőlővenyige és az energianövények hőhasznosításának technológiai elemei nagyrészt megoldottak ugyan, de ez a terület mégis kiaknázatlan. A biomassza-tüzelő berendezések egy faaprítéktüzelő-berendezésen alapuló, több épület energiaellátását biztosító változatát és további alkalmazási megoldásokat a 11-13. ábrák mutatják.

11. ábra: Biomassza-tüzelő berendezés folyamatábrája

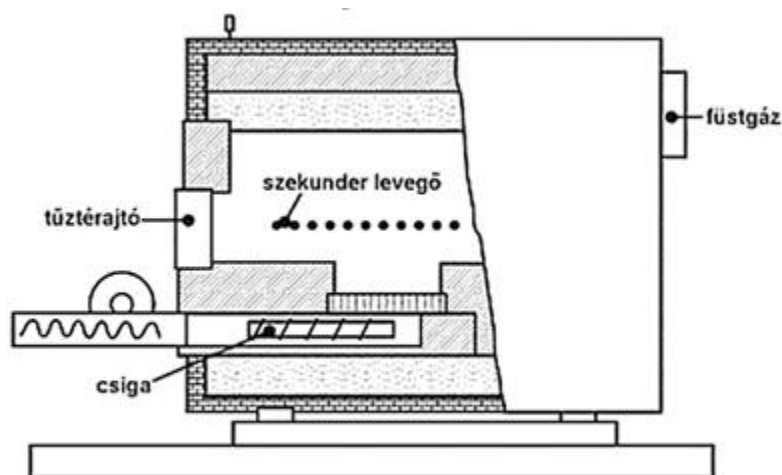


1-faapríték, 2-szállítószalag, 3-ejtőakna, 4-adagoló, 5-tüztér, 6-primer levegő, 7-szekunder levegő, 8-utóégető, 9-hőcserélő, 10-elektrofilter, 11-füstgázventillátor, 12-kémény, 13-forróvítartó, 14-olajkazán, 15-hamutároló, 16-felhasználók

12. ábra: Alsórétgü bálátüzelő kazán



13. ábra: Szecsázott hulladék eltüzelése csigás adagolóval



2.1.5. A vízenergia hasznosítása

Hazánkban a vízenergia-felhasználás a múlt század végéig az egyik alapvető energiatermelési mód volt, különösen a malomiparban. Egy 1885. évi statisztika szerint Magyarország akkori területén 22647 vízkerék és 99 turbina üzemelt, 56 MW teljesítménnyel. A századfordulón néhány vízimalmot törpe vízerőműre alakítottak, amelyek csak elektromos energiát termeltek. Ilyenek voltak a Gyöngyösön, a Pilinkán, a Kis-Rábán, később pedig a Répcén, a Lajtán és a Sédén. A ma üzemelő 100 kW-nál kisebb teljesítményű vízierőművek mintegy 58%-a a második világháború előtt épült. Az 1958-as nagy áramszünetek következményeként minden lehetséges energiaforrást fel kellett kutatni. Ekkor kerültek ismét előtérbe hazánk kis vízfolyásainak vízhasznosítási kérdései. Párhuzamosan folyt az országos hálózatra dolgozó, illetve egy-egy település önálló villamosenergia-ellátását biztosító törpe vízierőművek létesítése. Ezeket általában a még jó karban lévő vízimalmok átépítésével alakították ki. A munkák 1960-ig tartottak, utána újabb vízerőmű alig létesült, a gazdaságtalannak ítéltet pedig leállították.

Magyarország műszakilag hasznosítható vízerőpotenciálja kb. 1000 MW, amely természetesen jóval több a valóban villamosenergia-termelésre hasznosított vagy hasznosítható vízerő-potenciálnál. A százalékos megoszlás durván az alábbi:

- Duna 72%,
- Tisza 10%,
- Dráva 9%,
- Rába, Hernád 5%,
- egyéb 4%.

A teljes hasznosítás esetén kinyerhető energia 25-27 PJ, azaz 7000-7500 millió kWh évente. Ezzel szemben a valóság az, hogy

- a Dunán nincs – és várhatóan a közeljövőben nem is lesz – villamosenergia termelésre szolgáló létesítmény,
- a Tiszán a – hazai viszonyok között nagynak számító – Tiszaleti Vízerőmű és, mint legújabb létesítmény, a Kiskörei Vízerőmű található 11,5 MW és 28 MW beépített teljesítménnyel,
- a Dráván jelenleg nincs erőmű,
- a Rábán és a Hernádon, illetve mellékfolyóikon üzemel a hazai kis- és törpe vízerőművek döntő többsége,
- egyéb vizeinken működő energiatermelő berendezés nincs üzemben.

A Duna, a Tisza és a Dráva vízerőpotenciáljának hasznosítása pillanatnyilag nem aktuális feladat.

Érdemes viszont áttekinteni a kisvízerő-hasznosítás lehetőségeit, hiszen a privatizáció, az önkormányzatok önálló gazdálkodása és nem utolsósorban az energiaárak rendezése ezt a kérdést előbb-utóbb napirendre tűzi. A hazai lehetőségek – az esésmagasságokat figyelembe véve – mind kisesésűek, hiszen a létrehozható szintkülönbségek a 10-15 métert sehol sem haladják meg. Célszerű azonban teljesítőképesség szerint sorolni az erőműveket, illetve a lehetőségeket, és így 3 kategóriát különböztethetünk meg:

- kategóriába sorolhatók az 500 kW fölötti erőművek, mert ezek teljesítményük miatt országos jelentőségűek. Ilyenek lehetnek a nagyobb hőerőművekbe (Tisza, Dunamenti, Paks) építhető rekuperációs turbinák, vagy pl. a Maros vagy a Körösök vízkészletét ilyen méretű erőművekkel lehetne hasznosítani.
- kategóriába sorolhatók a 100-500 kW teljesítménytartományba eső erőművek vagy a még kihasználatlan lehetőségek. Ide sorolható a meglévő kisvízerőművek egy része, vagy mint lehetőség, néhány nyugat-dunántúli vízfolyás vagy az alföldi főcsatornák.

- kategóriába a 100 kW alatti lehetőségeket soroljuk, amelyekre számos példa van a magyar gyakorlatban.

Hazai kis- és törpe vízerőműveink nagy része a kedvező hidrológiai és topográfiai adottságokkal rendelkező vidékeken üzemel. A működő erőművek mindegyike rekonstrukcióra szorul. Van, ahol kisebb-nagyobb munkák már megtörténtek, de a teljesítménynöveléssel és modernizációval is együtt járó teljes rekonstrukció még várat magára. Észak-Magyarország területén a Hernádból kiágazó Bársonyos csatornán öt törpe vízerőmű üzemel. Mindegyik a század elején létesült, helyi energiaforrásként, egy-egy 40 kW-os Francis-turbinával. Összteljesítményük 200 kW, éves átlagos energiatermelésük 0,5 millió kWh lenne, de kettő már üzemképtelen közülük. Rajtuk kívül három közepes teljesítményű vízerőmű hasznosítja még a Hernád vízerőkészletét.

Az északi térségben is számos vízhasznosítási lehetőség kínálkozik még, amelyeket mind érdemes megvizsgálni. Sőt, nemcsak energiatermelési, hanem egyéb más helyi és általános vízügyi érdekeket is figyelembe kell venni. Elsősorban a jelenlegi duzzasztóműveknél, ipari vizek visszavezetésénél, tározóknál érdemes az energiatermelés lehetőségét is megvizsgálni, hiszen ilyen helyeken többnyire adott az infrastrukturális háttér, azaz minimális költséggel és építészeti munkával lehet eredményt elérni.

2.1.6. Speciális lehetőségek

2.1.6.1. hőszivattyúk, hőcsövek

A hőszivattyú napjaink leghatékonyabb műszaki eszköze annak, hogy energiát takarítsunk meg, és a szén-dioxid-kibocsátást csökkentsük. Természetesen az országos energiamérlegünk javítása és a városi (települési) légszennyezés csökkentése miatt is szükséges az épületek energiafogyasztásának mérsékelése.

Napjaink – és a jövő – technikájával kapcsolatban azt is fontos jelezni, hogy nemcsak a hőforrás, hanem a hőszivattyú működtetése illetve a bevezetett energia is származhat megújuló (kifogyhatatlanul rendelkezésre álló) energiahordozótól. Országunk adottságai, nevezetesen napenergia-, termálenergia-készletei és a széles értelemben vett biomassza-potenciálja, valamint magas színvonalú szellemi tőkéje kedvez a megújuló energiával kapcsolatos technológiáknak, ezek nemzeti kincseink, kulcsai a tisztább környezetnek.

A hőszivattyú a megújuló energiát hasznosítani tudó eszközök egyike. Az 1850-es években *William Thomson* (Lord Kelvin, 1824-1907) alkotta meg az első hőszivattyú szerkezetét. 1938-ban, Zürichben létesítették az első tartósan hőszivattyúval üzemeltetett épület fűtését (a zürichi városháza fűtőberendezése), amelynek hőforrása a Limmat folyó vize. *Dr. Heller László* (1907-1980) világhírű, iskolateremtő professzorunk, akadémikusunk 1948-ban megszerzett doktori címét a hőszivattyú témájával összefüggő munkája alapján kapta.

Az energiaválság a fejlett országokban kikényszerítette az energiatakarékosságot biztosító hőszivattyú alkalmazását és ezáltal elsősorban az emberközpontú, kis hőmérsékletű, melegvízüzemű központi fűtéseket. Nevezetesen az ún. felületfűtéseket: a nagy felületű radiátoros fűtést (a radiátor hőfoklépcsői: 55/45 °C, majd 40/30 °C, a korábbi 90/70 °C, és 75/60 °C helyett), valamint a padló-, a fal- és a mennyezetfűtést, továbbá az épületszerkezet temperálást. Az 1980-as évektől kezdve a hőszivattyúkkal szemben támasztott követelményeket és vizsgálatokat már nemzeti és nemzetközi szabványokban is rögzítették (jelenleg hatályos 20 db nemzeti: MSZ és MSZ EN,- illetve 6 db nemzetközi: ISO-jelzetű szabvány). Napenergiából, földhőből (geotermikus energiából) ésszerű eszközökkel általában 35–50 °C-os víz kinyerhető, de a felhasznált energia jelentős részét ilyen hőmérsékletű fűtési igényhez hasznosítjuk.

Energetikai szempontból kedvező, hogy a hőszivattyúk alkalmazhatók nyilvános fürdőhelyeken, épületek fűtésére, hűtésére, szellőzésére, használati melegvíz előállítására, távfűtésre és távhűtésre is. Az Európai Unió részéről támogatást élvező energiatermelésnél, a decentralizált villamosenergia és hőenergia egyidejű termelésénél (Combined Heat and Power: CHP) a hőszivattyú előnyösen felhasználható. A decentralizált energiatermelésnek és a megújuló energia felhasználásának szélesebb körű alkalmazása indokolt. Különösen hazánkban, a kistérségek kívánatos erősödése és a hosszútávon biztosított vidéki munkahelyteremtés, vagyis az ott élő emberek érdekében, azok javára. Adott területen, térségben bármelyik megújuló energiaforrás, amely ott rendelkezésre áll, az hasznosítható. Ezt nyilván helyileg kell elbírálni az ott lévő körülmények figyelembevételével. Ezért energia-, környezetvédelmi- és közgazdasági szabályozásunknak és a támogatásoknak a fenti célokat kell szolgálni.

A hőszivattyú a következő energetikai feladatot végzi: az alacsony hőmérsékletű környezetből (levegőből, vízből vagy földből) hőt von el, és azt egy nagyobb hőmérsékleten teszi felhasználhatóvá, pl. egy épületben. Így mondhatjuk: a környezetből a

hőt – külső energia befektetése árán – „szivattyúzza” a hasznosítható hőmérsékletre. Mindenütt van alkalmas környezeti hőforrás, amelyet csak hőszivattyúval lehet energetikailag kedvezően hasznosítani, ráadásul a hőhordozóját sem kell megvásárolni.

A hőszivattyú napjaink leghatékonyabb műszaki eszköze annak, hogy energiát takarítsunk meg, és a szén-dioxid-kibocsátást csökkentsük. Az energiahatékonyságot javító, megújuló energiaforrásokat hasznosító eszközök közül a hőszivattyúkra országunk szakmai köreiben is fokozott figyelem hárul. Különös tekintettel az Európai Parlament és Tanács 2002/91/EK (2002. XII. 16.) irányelvére, amely az épületek energiafelhasználásával foglalkozik. Természetesen az országos energiamérlegünk javítása és a városi (települési) légszennyezés csökkentése miatt is szükséges az épületek energiafogyasztásának mérsékelése. Az irányelv több, kiemelt jelentőségű feladat mellett rögzíti a hőszivattyú fogalmi meghatározását és a hőszivattyús rendszerek létesítési feltételeinek vizsgálatát meglévő és új épületek esetén, ezáltal szélesíti a hőszivattyús rendszerek terjedését.

Az elmúlt évszázadban az energiaárak országunkban alacsonyak voltak, és nem tükrözték az energia valós értékét, így az energia hatékony felhasználására nem ösztönözték a beruházókat. A dráguló energia viszont megemeli a megtakarítás értékét, és megrövidíti a beruházások megtérülési idejét. De az árak emelése önmagában nem oldja meg ezt a problémakört. Maholnap a beruházási költség és az éves üzemköltség mérlegelésénél a környezetterhelés szempontjának is meghatározónak kell lennie a gazdaságossági számításnál, mert a jövőt érintő döntéseinknél egyre növekvő mértékben figyelembe kell venni a távlati kihatásokat is. A gazdaságilag fejlett országokban a hőszivattyús rendszerek nemcsak a rövid és hosszú távon növekvő energiaárak miatt, hanem a környezetvédelem növekvő jelentősége következtében is rendkívüli mértékben terjednek.

Új fejlődési korszak előtt állnak az épületgépészetben a technika mai szintjét képviselő, újabb generációjú hőszivattyúk és hőszivattyús rendszerek. Különösen indokolja ezt az energiahatékonyság és a környezetvédelem növekvő szerepe, az energiaárak állandósult növekedése, a hőerőművi energiatermelő berendezések átlagos hatásfokának emelkedése, a decentralizált energiatermelés és a kogeneráció térhódítása ($\eta_{\text{HÁLÓZAT}} = 1$ és az $\eta_{\text{ÉVES}}$ jelentős emelkedése), a motorgyártás (villamos és belső égésű motor) és a hűtőtechnika, ezen belül különösen a kompresszorok (dugattyús helyett csavar ún. „scroll”

kompresszor), a munkaközegek és a szabályozások-vezérlések (beleértve a hajtást ill. fordulatszámot is) gyors fejlődése, az épületek fokozott légzárása és hőszigetelése, valamint a kis hőmérsékletű sugárzó fűtések (hűtések) szaporodása, a légfűtés és a mesterséges (gépi) szellőzés növekvő száma.

Rövidtávon már a kazán mellett is be lehet tervezni a hőszivattyút. Elsősorban a környezeti levegő, mint hőforrás hasznosítására, bivalens, trivalens vagy multivalens rendszerként, alternatív üzemmódban működtetve. A bivalens, trivalens vagy multivalens rendszer két, három és háromnál több különböző energiaforrásra, ill. energiahordozóra alapozott fűtési rendszer összekapcsolását jelenti. Ez különösen előnyös távfűtéseknel, mivel a tüzelőanyag átváltozásához rugalmasan tud illeszkedni, mégpedig úgy, hogy a távfűtés üzemeltetési költsége minél kisebb legyen, így a piaci átváltozások miatti rezsiköltség-növekedés elkerülhető, vagy csökkenthető.

Magyarországon a kis hőmérsékletű fűtésekhez – nemcsak családi házaknál, nyilvános fürdőhelyeken, hanem új társasházi lakásoknál is – megkezdődött a hőszivattyúk alkalmazása, elsősorban monovalens rendszerként, hálózati villamos energiához csatlakozva, ún. földszondás vagy környezeti levegő hőforrást felhasználva.

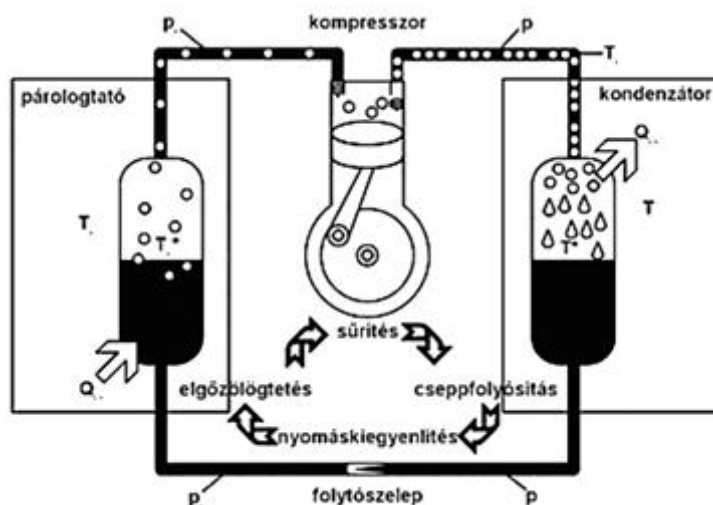
A hazai gyakorlatban leginkább elterjedt villamos hőszivattyúk alkalmazásakor a meglévő melegvízüzemű fűtőberendezéseknél energiagazdálkodási szempontból a bivalens, trivalens, vagy multivalens rendszert és az alternatív üzemmódú működtetést célszerű választani, mert ekkor nincs szükség az erőművek teljesítményének növelésére. A csúcsidőszakok pedig a hőszivattyúval együtt beépített puffertárolóval áthidalhatók. Ezekben az esetekben a fűtési energiaigény jelentősen nagyobb részét a hőszivattyú fedezi, és csak a téli, hidegebb időben (időszakokban) van szükség kiegészítő fűtés, pl. kazán (ok) működésére.

A hőszivattyú sok szakértő szerint reneszánszát éli. Működési elve lényegében azonos a hűtőszekrényével, hasznosítási módja azonban annak éppen a fordítottja. Mivel e két berendezés felépítésében és alkatrészeit tekintve csak méreteiben tér el egymástól, a hőszivattyút meleg nyári napokon adott esetben hűtésre is fel lehet használni. Meleg éghajlatú fejlett régiókban gyakran használják is erre a célra.

A *kompressziós hőszivattyú* úgy működik, hogy egy megfelelő összetételű alacsony nyomású és alacsony hőmérsékletű hűtőközeget a párologtató egységben valamely hőforrásból származó hő (pl. a talajvízé, a talajé, a levegőé, a napenergiával működő berendezések hulladékhője) közlése révén elpárologtatnak, a kondenzátorban pedig a gázt

mechanikus energia közlésével komprimálják, ezáltal nő a hűtőanyag gőzének nyomása és hőmérséklete (14. ábra).

14. ábra: A hőszivattyú működési elvének sematikus vázlata



A magasabb nyomáson a hűtőanyag forráspontja is magasabb. Ez a hő vonható fűtésre. A második hőcserélőben, amelyben az anyag újra folyékony halmazállapotúvá válik, az alacsony hőmérsékleten felvett párolgási hő átadódik a fogyasztó körbe (fűtési kör). Az újra folyékony halmazállapotú hűtőanyag egy szabályozószelepen áthaladva visszajut a kisnyomású párologtatóba, és ott újból elpárolog.

Annak eldöntésére, hogy alkalmas-e fűtésre a hőszivattyú vagy nem, egy-egy esetben a munkaszám ad támpontot ($COP = \text{Coefficient of performance}$). A munkaszám azt jelenti, hogy a hőszivattyú által leadott energiamennyiség hányszorosa a működtetéshez felhasznált elektromos energiának. Az elérhető munkaszám elsősorban a hőforrás és az előremenő hőmérséklet különbségétől függ. A hőfokkülönbség 1 °C-os csökkentésével 2,5% elektromos energiamegtakarítás jár együtt. Ha például a fenti példát alapul véve a COP 4,4, és a szükséges fűtési teljesítmény 10 kW, akkor a bevitt villamos energiafogyasztás ($10 / 4,4$) 2,27 kW körül várható.

Az SPF (seasonal performance factor) szám a COP egész évre levetített korrekciós értéke (általában β_a - val jelölik). A COP -vel a hőszivattyú ideális hatásfokát lehet kiszámítani, míg az SPF egy kissé „kritikusabb” érték. Ebbe bele kell számolni az évszakos változásokkal hűlő és melegedő talaj COP -t befolyásoló értékeit, a hűtési/fűtési igények évszakos váltakozásait, illetve például a jégtelenítési fázisokat is. Az SPF

voltaképpen a hagyományos fűtési rendszerek (pl. bojler) és a hő szivattyúk összehasonlítását teszi lehetővé.

A talajvíz a hőszivattyúk működtetésének ideális eleme, mivel egész évben rendelkezésre áll, hőmérséklete pedig viszonylag állandó. Olyan házakban, amelyeknek minden helyiségében padlófűtés működik, csak 35 °C-os előremenő víz hőmérsékletre van szükség. Ebben az esetben az éves munkaszám 4, szélsőséges esetben akár 6 is lehet. Még 55 °C-os előremenő hőmérséklet mellett is megvalósítható a hőszivattyú monoenergikus alkalmazása.

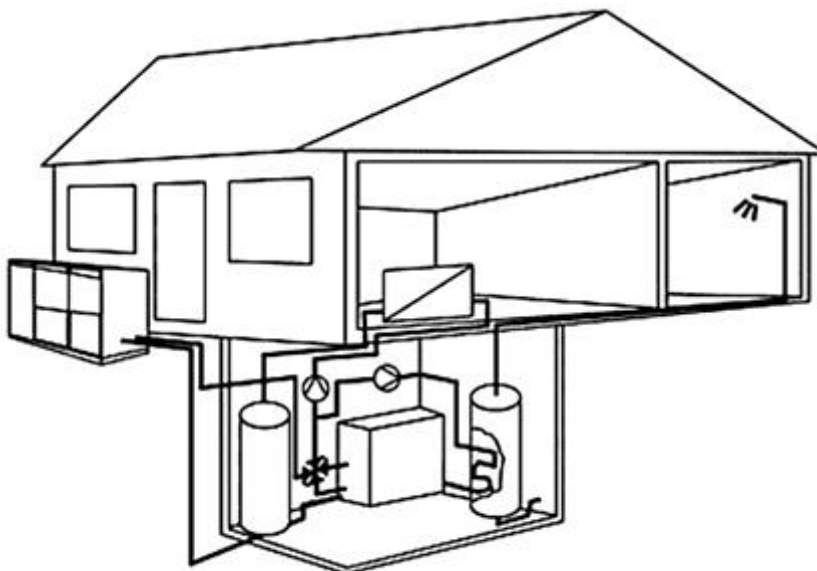
A hőszivattyúk előnyei:

- Nem kell kéményt építeni, és gázt bevezetni, nincs CO-CO₂ mérgezés!!
- Napkollektoros hőhasznosító rendszerrel társítva (a puffertartály már adott, a kollektor nem nagy pluszköltség), egyedülállóan gazdaságos és környezetbarát módon biztosítható az épületek fűtése-hűtése, valamint kül- és beltéri medencék fűtése (ez a társítás a nyári napsugárzás tárolását is biztosítja)
- Igény szerint nyáron hűtésre, télen fűtésre használható, amennyiben biztosított a megfelelő hőleadó felület.
- Használatával alacsony hőmérsékletű hőforrásokból is kinyerhető hő, valamint hulladékhő is hasznosítható.
- Amennyiben a fűtést teljes egészében a hőszivattyú biztosítja (monovalens rendszer), nincs szükség gázkazánra és egyéb energiahordozóra, azaz földgáz nélkül is biztosítható családi házak, nagyobb épületek fűtése és hűtése.
- Megtakaríthatók a földgáz bevezetésével valamint a kémények kiépítésével (tervezés, bélelés, engedélyezés stb.) járó költségek.
- Alacsony karbantartási és üzemeltetési költség, valamint hosszú élettartam (20-30 év).
- Biztonságos üzemeltetés, mert a működés során nincsenek égési folyamatok.
- Környezetbarát, ugyanis használata során nem keletkezik káros anyag.

Levegős hőszivattyúk nagyon könnyen telepíthetők, azonban az alacsony forráshőmérséklet miatt a legnagyobb energiaigényű évszakban (téli) is nagyon alacsony a munkaszámuk. Alkalmazásuk olyan épületek esetében is meggondolandó, amelyek

fűtésére elegendő a 35 °C-os előremenő vízhőmérséklet (15. ábra). Ha ennél magasabb hőmérsékletű fűtővíz is kell, alternatív fűtést célszerű készíteni.

15. ábra: Levegős hőszivattyú elvi kapcsolási vázlata



Talajkollektor (horizontális kivitel), illetve *talajszondák* (vertikális 20-150 m mély kivitel) esetén olyan energiahasznosítási munkaszám érhető el, amely a talajvizes és a levegős készülékek között helyezkedik el. Ebben az esetben olyan fűtések szolgálhatók ki a hőszivattyúval, amelyeknek előremenő vize nem melegebb 45 °C-nál. A talajkollektorok új építkezések esetén viszonylag könnyen telepíthetők, hiszen a ház körüli környezet, a kert még nem készült el.

A hőszivattyú teljesítményére ezenkívül a talaj minősége, fajtája is jelentős hatással van. A nagy talajvíztartalmú, agyagos talaj az eddigi tapasztalatok szerint például kiválóan alkalmas hőforrás, ezzel szemben a homokos talaj nem. A talajkollektor felülete a fűtendő felület 1-2-szerese legyen. A vezetékek nem haladhatnak beépített terület alatt. Az épülettől mért minimális távolságuk 1,5 m lehet. A kollektorok egymástól mért minimális távolsága 75 cm. A vezetékek legmagasabb pontján légtelenítőt kell beiktatni a rendszerbe. Betemetés előtt nyomáspróbára van szükség. A vezetékeket kb. 20 cm-rel a fagyhatár alá kell fektetni, de nem túl mélyre, mert a talaj a meleget 98%-ban végül is felülről kapja, csak 2%-a érkezik a mélyebb rétegekből. Az egyes hőcserélőkörök nem lehetnek hosszabbak 100 méternél.

A hőszivattyúk maximális előremenő víz hőmérsékletét a gyártók megadják. Általában ez az érték 55 °C-os, propántöltetű hőszivattyúk esetében 65 °C. Ha meleg víz termelésére is szükség van, megfelelően méretezett puffertározót is be kell építeni, az előremenő hőmérsékletet ugyanis alacsonyabban kell tartani. Lehetőleg minden helyiség azonos és állandó hőmérsékleten legyen. A vezeték minden olyan szakaszát, amely hideg hatásnak van kitéve, megfelelően szigetelni kell.

A hőszivattyúk telepítése drága, ugyanakkor működtetésük gazdaságos, környezetbarát, ezért mindenképpen támogatni kellene anyagilag azokat, akik az ilyen rendszerek telepítése mellett döntenek.

A *hőcsöves hőcserélő* egy köteg, kívülről bordázott csőből áll, amelyeket egyedileg hőcsővé alakítottak. A hőcsőn végbemenő, párologásból és kondenzálódásból álló körfolyamat biztosítja a hőszállítást a hőcsövek elpárologtatóiból a csövek kondenzáló szakaszába. Az előbbiek abba a gázcsatornába nyúlnak, amelyben a hulladékhőt hordozó közeg áramlik, az utóbbiak pedig az előmelegítendő levegőt szállító csatornában helyezkednek el. A csatornában a két közeg ellenáramban halad.

A hőcsöves hőcserélők előnyei a hulladékhő hasznosításának szempontjából a következők:

- Nincs mozgó alkatrész és nincs szükség külső energiára, ezáltal nagy a megbízhatóságuk.
- A primer és szekunder közeg keveredése, vagyis egyiknek a másikkal való szennyeződése teljesen kizárt, mivel szilárd fal van a meleg és a hideg áram között.
- Széles méretválaszték áll rendelkezésre, az egység általában önhordó, és alkalmas bármilyen hőmérsékleten való alkalmazásra, kivéve a legmagasabb hőmérsékleteket.
- A hőcsöves hőcserélő teljesen reverzibilis, azaz bármelyik irányban működhet.
- A kondenzátum összegyűjtése is megvalósítható a távozó gázból és a megfelelő bordasűrűségű csövek használata szükség esetén lehetőséget ad a könnyű tisztításra.

Ezeknek a hőcserélőknek az alkalmazása három fő csoportba sorolható:

- hőhasznosító és légkondicionáló rendszerek alkalmazása általában viszonylag alacsony hőmérséklettel és egyszerű üzemviszonyokkal,

- valamely folyamat távozó gázáramából a hő hasznosítása helyiségek fűtőlevegőjének előmelegítésére,
- egy technológiai folyamat hulladékhőjének visszanyerése és újra felhasználása pl. az égéshez szükséges levegő előmelegítésére.

A hőcsöves hőhasznosító berendezésekben használt anyagok és folyadékok fajtája nagymértékben függ a működési hőmérséklet-tartomány, és ami a külső csőfelületet és bordákat illeti, a környezet szennyezettségétől is. A légkondicionáláshoz és más esetekben, amikor az üzemviszonyok olyanok, hogy a hőmérséklet nem haladja meg a csövekben a 40 °C-ot, freonokat és acetont használnak. Ha a hőmérséklet-tartomány feljebb van, legjobb vizet használni. Kemencék és közvetlen gázfűtésű levegőrendszerek forró füstgáza esetén magasabb hőmérsékletű szerves folyadékok használhatók.

A hőcsöveket nemcsak a hővisszanyerés területén használják. Vizsgálják a közvetlen fűtés lehetőségét pl. gázégővel. Fűtési célokra meleg levegőt, vagy meleg vizet szolgáltató berendezést használnak. Ebben a megoldásban az elpárologtató szakasz a hőcső közepén, míg a kondenzáló szakaszok a végeken vannak. A berendezést gázégő fűti, amelyet termosztáttal oly módon szabályoznak, hogy a vízhőmérséklet 55-80 °C között legyen. A másik kondenzáló szakasz alá ventilátort helyeztek el, amely a meleg levegőt a helyiségbe fújja.

Termálvíz alkalmazása

Termálvíz esetén a legegyszerűbb a felhasználása akkor, ha "magától" jön a felszínre, azaz, a mélyben a forró kőzetekre jutó víz részben elpárolog, és az így keletkező túlnyomás veti a felszínre az - általában oldott ásványi anyagokban gazdag - forró vizet.

Hazánkban rendkívül sok felszínre törő termálforrás található. Ezeknek, a vizeknek Magyarországon még csak a részleges kihasználása történik meg, gyógyturizmus (balneológiai) célra, és még ez is rendkívül sok kívánnivalót hagy maga után. Ezeket, a vizeket, illetve ezeknek a hulladék hőjét rendkívül hatékonyan fel lehetne használni, de hazai viszonylatban az ilyen jellegű alkalmazásokra rendkívül kevés példa található. A termálmezőkről a víz nem minden esetben jut ki a szabadba, ilyenkor a szivattyúzás a

megfelelő módszer a felszínre, juttatásra. A már kihűlt vizet egy injektoron keresztül juttatjuk vissza a mélybe, így megelőzve forrásunk elapadását.

Ez a módszer meglehetősen költségigényes, ezért minél sokoldalúbban kell élni a rendelkezésre álló hővel. A lakóházaknál "elhasznált" vizet még gazdasági épületek, hal neveldek fűtésére tovább lehet használni. A visszajutó kihűlt vizet először hőcserélőn keresztül melegíti fel a termálvíz, majd, ha ez nem elégséges, egy hőszivattyú is rásegíthet a hőátadásra.

Természetesen a termálvíz fürdőbeli (részleges) hasznosítására is van lehetőség, ebben az esetben a "kieső" vizet ivóvízzel kell pótolni.

2.1.6.2. Kis autonóm rendszerek (nap-szél kombináció) főbb jellemzői háztartási méretekben

Örvendetes tény, hogy egyre többet esik szó - most már hazánkban is - arról hogy az alternatív / megújuló energiák milyen alkalmazásokban találhatnak helyet maguknak a városokon kívüli életben is. A furcsa ebben csupán az, hogy míg külföldön általában a napelemek éppen a vidéki, elzárt területeken kezdtek először elterjedni (mintegy 15- 20 évvel ezelőtt) nálunk ez valahogy fordítva történik. A városban lakó emberek közül eléggé sok már találkozhatott napelemmel napkollektorral, a vidéki lakosság többségéhez az információ – és a lehetőség - nehezebben jut el.

Korábban a vidéki élet, a nagygazdaságok élete a lehetőségek tekintetében igen eltért a városi lehetőségektől. Szerencsére a körülmények mára sokat változtak. Nos ez az eltérés az energiaellátás lehetőségei tekintetében is megmutatkozott. Sajnos még ma is sok tanya, külterületi ház, elszórt település található, ahol nincs elektromos áram. Itt nyilvánvalóan közvilágítás sincs. Ezért ezeken a helyeken nincs lehetőség számítógép használatra, internetre. Ha van is esetleg TV vagy video, akkor azt csak akkumulátorról lehet működtetni. Az akkumulátort pedig rendszeresen fel kell tölteni.

A mai technika állása szerint ezek a problémák jól megoldhatók úgynevezett alternatív vagy megújuló energiaforrások alkalmazásával.

A napelemes villamos energiaforrások egyik nagy előnye, hogy bármikor rugalmasan és egyszerűen bővíthetők az igényeknek megfelelően. Tekintsük át röviden, milyen

igények merülhetnek fel amiket ily módon lehetne megoldani: tanyák, elzárt, kieső házak, komplett ellátása villamos energiával.

A legegyszerűbb esetben 40-200 Wattos egységek elegendőek a világítási igények megoldására. (A melegvíz ellátás is lehetséges de erre napkollektort érdemes használni. Egy 4 m² felület egy négytagú család igényét biztosítja.) Ha hűtőszekrényt is kívánunk üzemeltetni, akkor többnyire 200- 800 wattos inverteres egységre van szükségünk, ezzel némi világítási lehetőségünk is lesz.

Ha a teljes ház áramellátása szükséges akkor egy 3000 wattos inverteres egység nyáron közel a teljes áramigényt tudja szolgáltatni. Télen, az időjárási viszonyok miatt kevesebb az így nyerhető energia, ezért úgynevezett hibrid megoldások (pl solar villamos – szél kombináció vagy solar villamos – geotermikus energiaforrások használata biztonságosabb és kiegyensúlyozottabb.

Gazdasági épületek világításának (szellőztetésének) és egyéb villamos energia igényének megoldása. Egyszerűbb esetekben néhány napelem, egy akkumulátortöltő, és egy akkumulátor elegendő és máris van világításunk éjjelre.

Korszerű állattartásban a – teljesen automata működésű - villanypásztor jó szolgálatot tesz. A működési elv viszonylag egyszerű: A napelem által szolgáltatott villamos energiát egy akkumulátorban tároljuk. A védeni kívánt területet egy szigetelt tartókra helyezett dróthálóval kell körbevenni. A villanypásztor elektronikája egy kisáramú, magasfeszültségű jelet állít elő, melyet a vezetékbe vezetünk. Ez a jel csak ijesztő, sokkoló hatású, az állatokat nem károsítja. A működés folyamatos, egyéb külső energiát nem igényel.

Szélergia

A szélergia rendelkezésre állása és erőssége területenként és időszakonként erősen változó. Vannak helyek a világon, ahol szinte soha nincs jelentős szél és vannak területek, ahol szinte állandóan fúj a szél. Szélergia hasznosítás korábban is volt, ám ezt szinte kizárólagosan a szélmalomok jelentették. A legelső szélgépeket a mai Pakisztán területén találták. A mai technika már szélmotorokkal (szélgenerátor) képes villamos áramot termelni. Azonban még egy adott helyen is, ahol jó széljárás van probléma lehet, ha a szél

túl erős és az is probléma ha a szél gyenge. Villamos energia termelésére, csak meghatározott erősségű szél alkalmas a szélgépek kialakításából következően.

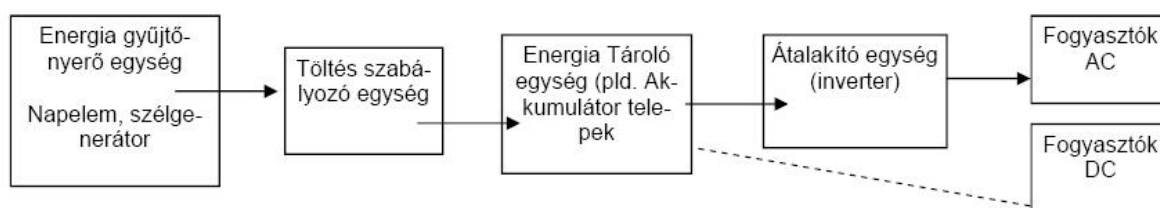
A teljesítményeket tekintve: háztartási családi ház alkalmazásban a tipikus igény a 3-20 kW tartomány, ipari méretekben egy 200-300 kW-os szélgép átlagos (kisebb) teljesítménynek számít. Egy komolyabb szélerőmű telep, több szélmotorral akár több MW teljesítményt is adhat. A szélgépek leghatékonyabban a 30-60 m-es magasság tartományban tudnak működni. Családi házaknál 6-20 m a javasolt telepítési magasság. A megújuló források közül a második legolcsóbb forrás – feltéve, ha rendelkezésre áll. A szélgenerátor telepítésének helyét igen gondosan kell megválasztani, mert adott esetben esetleg hatástalan lesz.

Magyarországon az eddigi felmérések alapján, kevés olyan terület van ahol gazdaságos lehet az „otthoni” szélerőmű üzemeltetése bizonyos korlátok miatt. (Hazánkban egyébként már 7 db ipari szélerőmű működik).

A szélenergia rendszerint a téli hónapokban felerősödik (a napenergia éppen ezekben a hónapokban gyengül) ezért kézenfekvő és gazdaságos megoldás solar- szél hibrid erőművek alkalmazása ott ahol ez az „ősz-téli” szél rendelkezésre áll.

A megújuló energiák különfélék, térbeli, időbeli rendelkezésre állásuk, kitermelhetőségük különböző. A tapasztalat szerint a megújuló energia ellátás akkor biztonságos ha többféle, egymást többnyire kiegészítő forrást alkalmazunk. Egy ilyen kedvező párosítás a NAP– SZÉL energia kombináció.

A rendszerek általában az alábbi séma szerint épülnek fel:



A villamos energia az egyik legfontosabb energia, mert alapvetően befolyásolja életminőségünket, és lehetőségeinket (világítás, Tv, rádió, telefon, számítógép, hűtés, stb.). Hiánya súlyos hátrányosságot okoz, biztosítása alapvetően fontos az esélyegyenlőség szempontjából. Tanyai körülmények között a villamos energia az, ami a legnehezebben biztosítható.

Sziget üzem

A hálózattól független energia rendszereket sziget üzemű rendszereknek nevezzük. Az akkumulátoros (vagy egyenáramú, DC) rendszer esetében az energiát közvetlenül az akkumulátorból (12 V vagy 24 Vstb) vesszük és ebben a formában is alkalmazzuk. Ekkor csak olyan fogyasztókat alkalmazhatunk melyek egyenfeszültséggel működnek.

Méretezés

A rendszerek teljesítményét az igényekhez (technikai igény, pénzügyi lehetőség) kell méretezni. Ez alapvetően kétféle megközelítést jelent. Ha technikai oldalról kezdjük a méretezést, akkor a végeredmény a bekerülési költség. Ha a költségszintek felől közelítünk, akkor az eredmény többnyire egy technikai szempontból kompromisszumos megoldás. A gyakorlatban mindkét elv használatos — interaktív közelítés.

A méretezés a rendszer főbb elemeinek, ezek egymáshoz való kapcsolatának, kapacitásának, és jellemzőinek meghatározását jelenti, azáltal hogy meghatározzuk az egyes rendszerelemeket (energiagyűjtők, töltők, tárolók...stb), darabszámukat és kapcsolatukat. Ugyanazon feladatot ellátó rendszert többféle elemből is előállíthatjuk, ezek használati funkció szempontjából egyenértékűek lehetnek, de többnyire igaz, hogy egyes jellemzőben lényegesen eltérhetnek (pl. két inverter lehet u.olyan teljesítményű, de pld. az egyik nem képes a túllövési csúcsokat kezelni). Ezért gondot kell fordítani a rendszerelemek alapos kiválasztására. A rendszerelemek többsége többnyire „soros” kapcsolatban van egymással ezért, fontos, hogy egymással kellően illeszkedjenek (kompatibilitás). A piacon eléggé sok gyártó van, sok termékkel, ám mikor összeállítjuk a rendszert, akkor derülhetnek ki alapvető dolgok és a rendszer nem üzemel. Itt a gyakorlatnak és tapasztalatnak nagy szerepe van.

A szélenergiát kétféle módon hasznosíthatjuk. A szélgenerátor villamos energiát állít elő. Ezt az energiát saját célra használhatjuk, vagy visszavezethetjük a hálózatba és az áramszolgáltatónak értékesítjük.

A vízhúzó szélkerék a szél mechanikai energiáját közvetlenül használja vízhúzó szivattyú működtetésére (mezőgazdaság, kertészet, öntözések, vízellátás, stb). Ipari méretekben a magasabb (30-50 m) árbocok alkalmazása kedvezőbb. Minél magasabb az

árbc, rendszerint annál jobban kihasználhatók a szélviszonyok – de több a telepítési költség is.

Kis rendszereknek tekintjük a 100 W- 10 kW körüli szélgépeket. (Főleg háztáji alkalmazások). Közepes rendszerek 10 – 100 kW – kisvállalkozások energia igényeit tudják biztosítani. Nagy, ipari rendszerek több 100 kW – több MW nagyságrendben vannak.

Vannak függőleges és vízszintes tengelyű szélgépek. A függőleges tengelyű gépek zaja gyakorlatilag nulla dB, ezért környezetbarát megoldások, ráadásul a viharosabb szelet is jobban bírják. Nem kell „kiállítani őket” a viharban is termelnek energiát. Mi függőleges szélmotort ajánlunk, mert az a legjobb környezetvédelmi szempontból.

A nap és a szélenergia rendelkezésre állása jól kiegészíti egymást, ezért a leghatékonyabb a nap-szél hibrid megoldás. A szelet önmagában nem ajánljuk, mert nem mindig fúj. Házi használatú szélgenerátorok már 270 000 Ft-tól kaphatók. Napelemek 40 000 Ft +ÁFA -tól. Egy kisebb szélrendszer (kb. 400-800 W) költsége mintegy 500 000-900 000 Ft között várható.

Példa egy komoly állattartó tanya villamosítására

Magyarországon mintegy 50.000 tanya van (központi állami kimutatások szerint) és ebben a tanyavilágban, még mindig jelentős számú lakosság, mintegy 100 000 ember él. Ők sajnos semmilyen infrastruktúrával nem rendelkeznek, ezért villanyárammal sem. Sajnos a vezetékes áramellátás a lakosság szórványos elhelyezkedése miatt több helyen ma sem gazdaságos, de ez nem jelentheti azt, hogy ezzel a problémával nem kell foglalkoznunk, és azt sem, hogy nincs megoldás. A megoldás a napenergia felhasználása. Mindenképpen szükséges azonban a központi pénzügyi segítség, mert ezek a családok önerőből képtelenek ezt megvalósítani.

Példaként ezért mutatjuk be ezt felépített rendszert, mely egy Dabas környéki nagy állattartó farmot lát el napelemmel előállított villamos energiával. Nyilvánvaló, hogyha egy ekkora nagy tanya villamos ellátása megoldható, akkor kisebb tanyákon az ellátás biztosítása is kivitelezhető.

Magyarország legnagyobb villamosított tanyája, Dabas környékén lévő állattartó farm részére 2003. novembere és 2004. januárja között a GAIASOLAR Kft. felmérve a helyszínt, tervet dolgozott ki az épület napenergiával való ellátására. A ház régi építésű,

szabad pusztaán álló, fedett, vályog falazatú pajta, faszerkezetes tetővel, régi hullámpala héjfalású. Erre kellett a mintegy 51,2 m²-es 64 db, DS 40 - Dunsolar Rt. gyártmányú napelemek a tetőre beépíteni. Az inverter: sziget üzemmódú, szinus z jelalak, 3500 W névleges kimeneti teljesítmény, 1 fázis, 50 Hz. A túlterhelhetősége 50 % 30 másodpercig. Az akkumulátor telep: 1760 Ah, (VRLA, 12 V-os típusok). Szerencsére a birkaakol tájolása ideális volt és a teljes épület tetősíkja szabadon, korlátozás nélkül használható volt. Végül a tervek megvalósításához SAPARD-támogatást is nyertek a tulajdonosok.

A GAIASOLAR Kft. a projekt kivitelezéséhez olyan napelemeket választott, melynek energiatermelési mutatói a legjobban feleltek meg a tanya villamos energiával való ellátásának, és még a napelem ára is elfogadható volt. Az amorf szilícium napelemek kétség kívül a legjobban megfelelnek az épület elvárásának, mivel energia-termelő képességük (kwh/kWp arány) mintegy 8-15 százalékkal több (ugyanazon feltett teljesítmény esetében), mint más típusoké és azok árának csak fele-egyharmadába kerültek.

A megvalósítás során a legtöbb problémát a régi épület tetősíkjai okozták. Az azbesztcement hullámpala fedés síktartása nem felelt meg a szerelési követelményeknek, - és a tetőszerkezet kora miatt - a statikai terhelhetősége is vitatható volt. A szakemberek hamar megtalálták a szükséges megoldásokat, és a napelemek megbízható rögzítéssel kerültek végleges helyükre. A napelemek felszerelése 3 különálló, de egymáshoz közeli csoportban történt a kábelezési és egyéb szempontoknak megfelelően.

Az inverter és az akkumulátor telep, az épület belsejében kerültek elhelyezésre egy védett, fallal elkülönített zárható helyen, így annak a veszélye, hogy az állatok véletlenül megrongálják, vagy illetéktelen személy kerül a berendezések közelébe, igen csekély. A bemeneti feszültség az akkutöltéshez: 24 Vdc.

Az inverter főbb adatai:

Névleges teljesítmény: 3500 Wp

Bemeneti feszültség: 24 V dc

Működési hőmérséklet: 0 - 85 Co

Kimeneti feszültség: 240 V,

Kimeneti frekvencia 50 Hz,

Kimeneti hullámforma szinuszos

Készenléti fogyasztás mintegy 3 W

Védelem: túlterhelés, túlzott /vagy alacsony bemeneti feszültség, túlmelegedés

Visszajelzések: beépített töltési szint jelzés LED

Beépített akku feszültség LED jelző.

2.2. ALAPFOGALMAK

Ebben a fejezetben először áttekintjük azokat az alapfogalmakat, fontosabb szakkifejezéseket, mértékegységeket stb., amelyek a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatosak és a szakmai-tudományos megközelítéshez, az összefüggések megértéséhez nélkülözhetetlenek. Ezeknek egy része általános jellegű, más részük viszont csak egy-egy energiaforráshoz köthető, ezért a leírásnál célszerűen ezt a rendet alkalmaztuk.

2.2.1. Általános alapfogalmak

Energia: az anyagok egyik alapvető tulajdonsága, amely az anyag munkavégző képességét jellemzi.

Energiaforrás: általánosan olyan természeti jelenség vagy a természetben előforduló anyag fizikai-kémiai állapota, amely lehetőséget biztosít valamilyen formában felhasználható energia kinyerésére.

Energiahordozó: energia termelésére, előállítására széleskörűen alkalmas anyag (pl. szén, kőolaj) vagy anyagi tulajdonság (pl. villamos energia).

Elsődleges (primer) energiahordozó: azon természetes anyagok vagy természeti jelenségek összessége, amelyekből lényegi átalakítás nélkül közvetlenül felhasználható energia nyerhető (pl. szén, tűzifa, napsugárzás).

Másodlagos (szekunder) energiahordozó: azon energiahordozók köre, amelyek elsődleges energiahordozók felhasználásával állíthatók elő (pl. villamos energia, hőenergia).

Harmadlagos (tercier) energiahordozó: valamely másodlagos energiahordozó előállítása során keletkező, általában hő formájában megjelenő hulladékenergia szállító közege (pl. atomerőművek hűtővize, gázmotorok hűtővize).

Energiaformák: az anyag vagy anyagi tulajdonság munkavégző képességének megjelenési formája. Az energia fő formái: mechanikai (potenciális) energia, hőenergia, villamos energia, kémiai energia, atomenergia. Az egyes energiaformák általában egymásba átalakíthatók.

Mechanikai energia: általánosan valamilyen erőhatás munkavégző képessége. Fő változatai: helyzeti energia, mozgási energia, nyomási energia.

Hőenergia: az anyag vagy anyagáram hőmérsékletével arányos munkavégző képesség. Hőenergia mechanikai folyamatok (súrlódás), kémiai (pl. égés) és nukleáris folyamatok (maghasadás, magfúzió) eredményeként keletkezik.

Villamos energia: az anyagot alkotó, rendezett állapotú töltött részecskék (elektron, proton) munkavégző képessége. Fő megjelenési formája a villamos áram, amely elektronok vezetőben történő mozgása révén képes energiát szállítani.

Kémiai energia: atomi kapcsolatokban (kötésekben) tárolt energia, amely a kötések megszüntetésével, ritkábban kötések létrehozásával felszabadítható. Energetikai szempontból a tüzelőanyagokban tárolt kémiai energia a legfontosabb.

Atomenergia (nukleáris energia): az atomok magját alkotó nukleonok (proton és neutron) kötési energiája, amely kötések felszabadításával (maghasadás) vagy kötések létrehozásával (magfúzió) keletkezik. Atomenergia révén elsődlegesen hőenergia állítható elő.

Fosszilis energiahordozók: a földkéregben fellelhető, biológiai eredetű (szerves) anyagokból keletkezett, kémiai energiát hordozó (vagyis elégethető) anyagok. Legfontosabb formái: szén, kőolaj, földgáz. A fosszilis energiahordozók mennyisége a Földön véges, egyre nehezebben hozzáférhetőek.

Megújuló energiaforrások: a bioszférában fellelhető, újra termelődő vagy újra termelhető energiaforrások. Fontosabb formái: napenergia, szélenergia, vízi energia, biomassa, a Föld belső hője (geotermikus energia)

Az energia mértékegysége: az energia bármely formájában fizikai mennyiség, amely mérőszámmal és mértékegységgel jellemezhető. Az energia mértékegysége a joule, jelölése: J. Definíció szerint 1 J az az energia (munka) mennyiség, amelyet 1 N (newton) erő 1 méter hosszon végez: $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$. Ez az energia egység kicsi, ezért a nagyobb energiamennyiségeket prefixumokkal (előtagokkal) adjuk meg. Az energetikában használatos prefixumok:

kilo,	$k = 10^3$
Mega,	$M = 10^6$
Giga,	$G = 10^9$
Tera,	$T = 10^{12}$
Peta	$P = 10^{15}$.

Gyakran az energia fajlagos értékeit használjuk. (Például a gázolaj fűtőértéke 45 MJ/kg.)

Teljesítmény: az energetikai berendezések, energiaforrások munkavégző képességét (potenciálját vagy kapacitását) a teljesítménnyel jellemezzük. A teljesítmény definíció szerint az időegységre jutó energia/munka mennyisége. Mértékegysége J/s (s = szekundum, azaz másodperc). $1 \text{ J/s} = 1 \text{ watt}$, a watt jele: W. Az üzemi méretű teljesítményeket szintén a prefixumokkal fejezzük ki. Pl. 35 kW, 40 MW. A tényleges teljesítmény a terhelés függvénye, általában kisebb, mint a névleges teljesítmény. Egyes energetikai berendezéseknél (pl. napelemek) a csúcsteljesítményt adjuk meg. Ezt a dimenzióhoz csatolt „p” betűvel jelöljük (p = peak = csúcs), pl. 10 kWp.

Hatásfok: az energetikai berendezések a betáplált energiát egyik formából egy másik formába alakítják át. (Pl. kémiai energia $\rightarrow$ (égés) $\rightarrow$ hőenergia.) Az átalakítás során veszteségek keletkeznek, amelyek az átalakítási folyamat során a rendszerből távoznak. A hatásfok az energia átalakítás mértékét (jóságát) fejezi ki:

$$\eta = \frac{E_{ki}}{E_{be}} = \frac{E_{be} - E_v}{E_{be}} = 1 - \frac{E_v}{E_{be}} = 1 - \frac{P_v}{P_{be}},$$

ahol E_{be} a bevezetett (felhasznált) energia, E_{ki} a kimenő (átalakított hasznos) energia, E_v pedig az energia veszteség. Mivel $E_v > 0$, a hatásfok mindig kisebb egynél. A hatásfok az analóg teljesítményekkel is felírható.

2.2.2. Napenergia

Termikus sugárzás: a testek hőmérsékletüktől függő összetételű elektromágneses energiát sugároznak ki, amelyet termikus sugárzásnak nevezünk. A Nap közel 6000 K (kelvin) hőmérsékleten sugárzó test.

Napfény spektrum: az a jelleggörbe, amely a napfény hullámhossza vagy frekvenciája függvényében megadja a sugárzás intenzitását. A napfény spektrum folytonos függvény, maximuma a látható fény zöld színű tartományában van.

Fehér fény: a napfényben minden hullámhosszúságú (színű) fény jelen van. A keveredés eredménye a napfény fehér színe a látható tartományban.

Infravörös fény: a napfény spektrum szabad szemmel nem látható, nagy hullámhosszúságú komponensekből álló tartománya. A Naptól érkező hőenergia nagy részét az infravörös sugarak szállítják.

Ultraibolya fény: a napfény spektrum kis hullámhosszúságú (nagy frekvenciájú) tartománya. Nagy energiájú fotonokból áll.

Foton: az elektromágneses sugárzás kettős természetű alkotó eleme: részecskének és hullámnak is tekinthető, attól függően, hogy milyen kölcsönhatásban vesz részt.

Globál(is) sugárzás: a Nap sugárzási teljesítményének mérésére használatos fizikai jellemző. Globálsugárzás alatt egy 1 m^2 nagyságú, vízszintes felületre időegység alatt érkező energia mennyiségét értjük. Ennek megfelelően mértékegysége: $\text{J/s.m}^2 = \text{W/m}^2$. A globálsugárzás értéke nagymértékben függ a Nap állásától (évszak, napszak), és a légköri viszonyoktól (felhők, levegő relatív páratartalma).

Direkt sugárzás: alatt azt a sugárzást értjük, amikor a Napból kiinduló fénysugarak közvetlenül (zavartalanul) jutnak el a Föld felszínére. Felhőmentes, tiszta időben a direkt sugárzás dominál.

Szórt sugárzás: szórt sugárzásról akkor beszélünk, ha a (nap)fény a légköri képződményeken és /vagy a tereptárgyakon irányt váltva (szóródva) éri a felületet. A szórt fény irányítatlan fény, energetikai hasznosításra korlátozottan alkalmas.

Aktív hasznosítás: alatt az olyan műszaki megoldásokat értjük, amelyek során a Nap sugárzási energiáját arra alkalmasan kiképzett szerkezetben más energiaformává alakítjuk.

Passzív hasznosítás: esetében általában nincs külön energia átalakító szerkezet. Építészeti megoldások összessége, amelyek során az épület szerkezeti kialakítását, anyagait úgy választjuk meg, hogy az előnyös legyen az energiaellátás szempontjából

Termikus hasznosítás: során a napenergiával hőt elnyelni képes közeget (levegő, folyadék) melegítünk, majd a felhasználás helyére szállítjuk. A szállító közeg általában zárt rendszerben cirkulál, így az energiaszolgáltatás folyamatos.

Fotovoltaikus (PV) hasznosítás: a PV-alkalmazásoknál cél a napenergia közvetlen villamos energiává történő alakítása. Az átalakító berendezéseket napelemeknek nevezzük.

2.2.3. Szélenergia

Szélesebesség: az a pillanatnyi sebesség, amellyel a levegő adott földrajzi helyen, a terepszinttől meghatározott magasságban mozog. A szélesebességet m/s dimenzióban adjuk meg.

Átlagos szélesebesség: az adott földrajzi helyen adott magasságban meghatározott időtartam alatt mért (pillanatnyi) szélesebességek számtani átlaga. Az időalap tetszőleges lehet, így beszélhetünk napi, havi, évi stb. átlagos szélesebességről.

Szélirány: a szél mozgási irányának vízszintes vetülete, amelyet az égtájakhoz viszonyítva adunk meg.

Relatív szélesebesség-gyakoriság: egy adott szélesebesség vagy meghatározott szélesebesség-tartományba eső szélesebességek mért vagy számított előfordulása vagy előfordulási valószínűsége. A relatív szélesebesség-gyakoriságot célszerűen eloszlásdiagramban ábrázoljuk.

Relatív szélirány-gyakoriság: egy adott szélirány vagy szélirány-tartományba eső szélirányok mért előfordulása vagy számított valószínűsége.

Fajlagos szélpotenciál: a szélirányra merőleges, egységnyi keresztmetszeten átfolyó szél mozgási energiája. Mértékegysége: J/m^2 .

Fajlagos szélteljesítmény: a szélirányra merőleges, egységnyi keresztmetszeten időegység alatt átfolyó levegő mozgási energiája. Mértékegysége: W/m^2 .

Szélerőgép: a szél mozgási energiáját mechanikai (hajtó) energiává átalakító gépből (általában rotorból vagy szélkerékből) és a hajtóenergiát felhasználó munkagépből (pl. szivattyú, generátor) álló berendezés.

Szélerőmű: nagy teljesítményű (100 kW feletti), általában az elektromos elosztó hálózatra termelő, villamos energiát előállító szélerőgép.

Szélfarm: több szélerőműből álló, egymáshoz földrajzilag viszonylag közel telepített szélerőművek csoportja.

2.2.4. Biomassza

Biomassza: valamely élettérben egy adott pillanatban jelen levő szerves anyagok és élő szervezetek összessége. A biomassza mennyisége megadható tömegben, egyedszámban, energiatartalomban stb.

Elsődleges (primer) biomassza: körébe tartozik mindazon szerves anyag, amely a napsugárzás energiáját felhasználva a fotoszintézis révén keletkezik (növényi biomassza-termelés).

Másodlagos (szekunder) biomassza: körébe tartozik mindazon szerves anyag és élőlény, amelynek termelése állati termeléshez kötött (állati biomassza-termelés).

Harmadlagos (tercier) biomassza: körébe tartozik mindaz a magas szerves anyag tartalmú anyag, amely az elsődleges és a másodlagos biomassza feldolgozása során keletkezik (feldolgozó ipari biomassza-termelés).

Energia-növény: magas biomassa-produkciót biztosító növényfajok, amelyek előnyösen (gazdaságosan) felhasználhatók energiatermelésre.

Energia ültetvény: rendszerint élő energia-növényekkel energiatermelés céljából betelepített terület. A növény lehet fás szárú (pl. fűz, nyár) vagy lágy szárú (pl. energiafű).

Biogáz: biomasszából előállított gáz halmazállapotú energiahordozó, amelynek fő éghető komponense a metán (CH_4).

Bioetanol: biomasszából erjesztéssel és desztillációval előállított, folyékony halmazállapotú energiahordozó, amelynek fő éghető komponensei az alkoholok. Benzinhoz keverhető, így motorhajtó anyagként is használható.

Bioolaj: egyes növények (pl. repce, napraforgó) olajtartalmú szemterméséből hideg vagy meleg préselési eljárással nyert folyékony halmazállapotú energiahordozó. A gázolajhoz hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, ezért – bizonyos kezelést követően – dízel üzemű belső égésű motorok hajtóanyagaként is használható.

RME (repce-metilészter): a repce szemterméséből nyert nyersolaj észterezésével (savas kezelésével) előállított tüzelőanyag, amely közvetlenül felhasználható pl. dízel motorokban hajtóanyagként.

Biobrikett: mezőgazdasági és erdészeti melléktermékekből (pl. szalma, fa apríték) tömörítéssel (préseléssel) nyert, jól tüzelhető, szilárd halmazállapotú energiahordozó. A brikett egyenértékű átmérője meghaladja az 50 mm-t.

Biopellet: a briketthez hasonló eredetű préselvény, amelynek egyenértékű keresztmetszete a briketténél kisebb, 3 – 25 mm közötti.

Égéshő: az a hőmennyiség, amely egységnyi tömegű fűtőanyagból szabadul fel annak maradéktalan elégetése során úgy, hogy az égetés 20 °C-on kezdődik, az égésterméket 20 °C-ra hűtjük vissza, a benne lévő vízgőzt pedig kondenzáltatjuk. Az égéshő mértékegysége: kJ/kg, vagy MJ/kg.

Fűtőérték: a fűtőérték annyiban különbözik az égéshőtől, hogy az égés során keletkezett vízgőzt az égéstermékéből nem kondenzáltatjuk le. Ezért a fűtőérték mindig kisebb, mint az égéshő.

2.2.5. Geotermikus energia

Földhő: a Föld belsejéből a földkéreg felszínére áramló, konvektívnek tekintett hőáram, amelynek forrása elsősorban a magban lezajló radioaktív bomlás, a kőzetek kémiai átalakulásának hő fejlődéssel járó folyamata és a rétegek mozgásából adódó súrlódás. A földi hőáram értéke Magyarországon átlagosan $0,1 \text{ W/m}^2$.

Geotermikus gradiens: a földkéreg mélységi hőmérsékletváltozását megadó jellemző, az egy $^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet változáshoz tartozó szintkülönbség. Mértékegysége: $\text{m}/^{\circ}\text{C}$. Magyarország geotermikus gradiense átlagosan $20 \text{ m}/^{\circ}\text{C}$.

Hévíz/termál víz: a Föld mélyebb, melegebb rétegeiből felszínre törő, vagy szivattyúval a felszínre hozott, különböző hőmérsékletű víz. Hőtartalma a hőmérséklettel arányos.

Hévíz kút: a termálvíz kitermelése céljából készített fűrt kút. Pozitív kútról beszélünk, ha a termálvíz a rétegnyomás hatására (szivattyúzás nélkül) folyamatosan feláramlik a felszínre.

Gázmentesítés: a felszínre hozott termálvíz gáztartalmának (főleg széndioxid, metán és oxigén) leválasztása.

Hőcserélő: hőátadásra alkalmazott berendezés, amelyben a termálvíz hőmennyiségének nagy részét átadja más, hőt szállító közegnek (pl. levegőnek, vagy tiszta víznek) úgy, hogy a két közeg egymással nem keveredik.

Hőszivattyú: tetszőleges halmazállapotú, de hőtartalommal rendelkező közeg hőjének kivonására és elszállítására alkalmas műszaki megoldás. A földhő hasznosításának egy környezetkímélő megoldása.

Hévíz visszasajtolás: az az eljárás, amikor a kihasznált hévizet visszajuttatjuk rendszerint a vízáadó rétegbe. A visszajuttatás nagy nyomású szivattyúkkal történik.

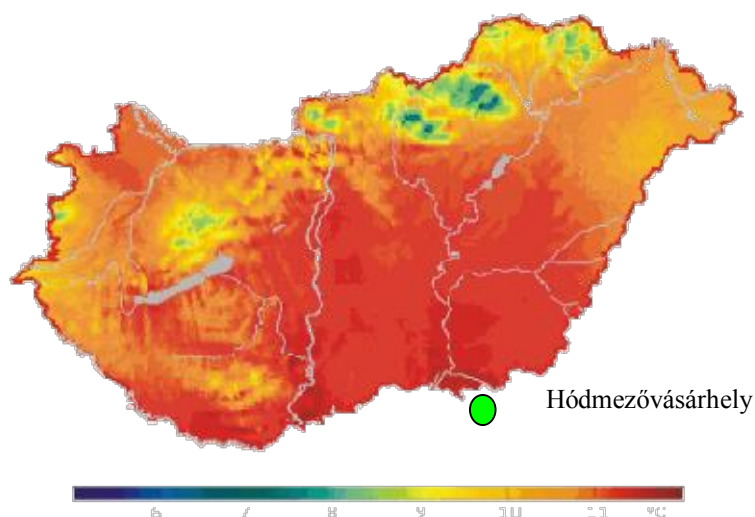
2.3. A NAPENERGIA JELLEMZÉSE

Egy adott földrajzi helyen a napenergia potenciált globálisan két paraméterrel jellemezhetjük: a globálsugárzás különböző időtartamokra vonatkoztatott értékeivel és az ezzel szorosan összefüggő, de az energiatermelés menetének szempontjából a globálsugárzási értékeket kiegészítő napfénytartam megadásával.

2.3.1 A napsugárzás energetikai jellemzői – globálsugárzás, napfénytartam

A levegő hőmérsékletének nagy térségű eloszlását befolyásoló legfontosabb tényezők a földrajzi elhelyezkedés, a tengerszint feletti magasság valamint a tengertávolság. Magyarországon a kis meridionális kiterjedés miatt kevésbé figyelhető meg a hőmérséklet délről északra csökkenő tendenciája, hazánkban a domborzat jelentősebb befolyásoló tényező.

16. ábra: Magyarország átlagos évi középhőmérséklete

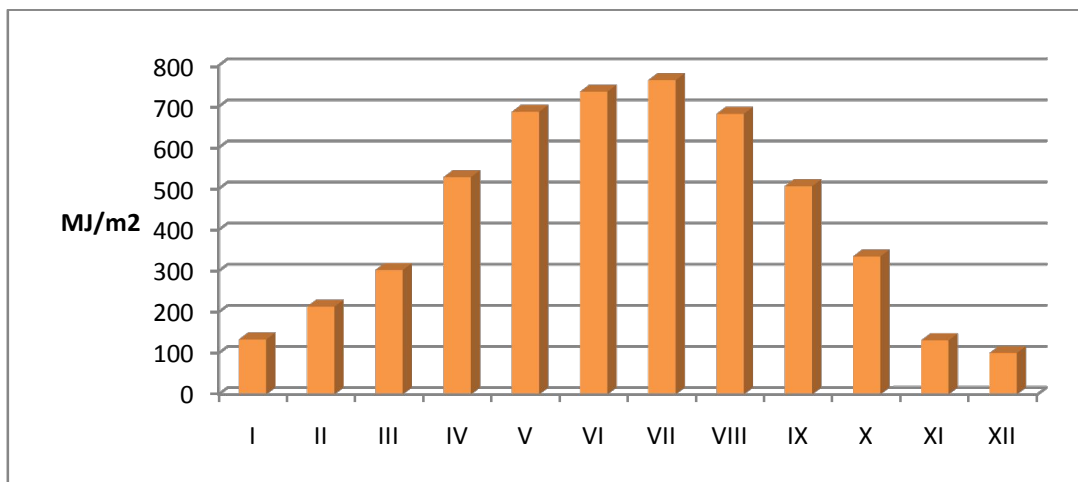


Forrás: OMSZ

Az 16. ábra áttekintő térképéből jól látszik, hogy a város az ország azon megyényi régiójában fekszik, ahol a legmagasabb az évi átlagos hőmérséklet. Ez a meteorológiai jellemző nyilvánvalóan szoros összefüggésben van a napsugárzási viszonyokkal, ezen belül a globálsugárzás értékével. Mivel Hódmezővásárhelyen nincs hosszú adatsorok szolgáltatására képes meteorológiai állomás, ezért a globálsugárzási adatokat az OMSZ szegedi mérőállomása által mért adatokkal vesszük egyezőnek. Ez megengedhető, mert Szeged légvonalban mintegy 22 km távolságra fekszik Hódmezővásárhelytől, és a középhőmérséklet térkép szerint a sugárzási viszonyok azonosnak vehetőek.

A 17. ábra szemlélteti az ötéves átlagok alapján készített globálsugárzási értékeket Szeged térségére az év hónapjai szerinti bontásban, amelyből jól látható, hogy jelentős eltérések mutatkoznak az egyes évszakokban.

17. ábra: A globálisugárzás havi értékei Szeged térségében



Forrás: OMSZ

Fontos figyelembe venni, hogy a globálisugárzás vízszintes felületre értendő. Direkt sugárzás esetén az 1 m^2 felületre érkező energia mennyisége a napfény beesési szögének függvénye. Nyilvánvaló, hogy legnagyobb a felületre érkező energiaáram, ha a napsugarak merőlegesen érik a felületet, tehát a tényleges energiaáram a felület szögével növelhető. Ezért célszerű a napelemek és napkollektorok szögét gondosan beállítani.

Az egyes években a globálisugárzási adatok jelentősen szórnak, amelyet a napenergiát hasznosító berendezések méretezésénél mindenképpen célszerű figyelembe venni. Erre a 3.3. pontban még visszatérünk.

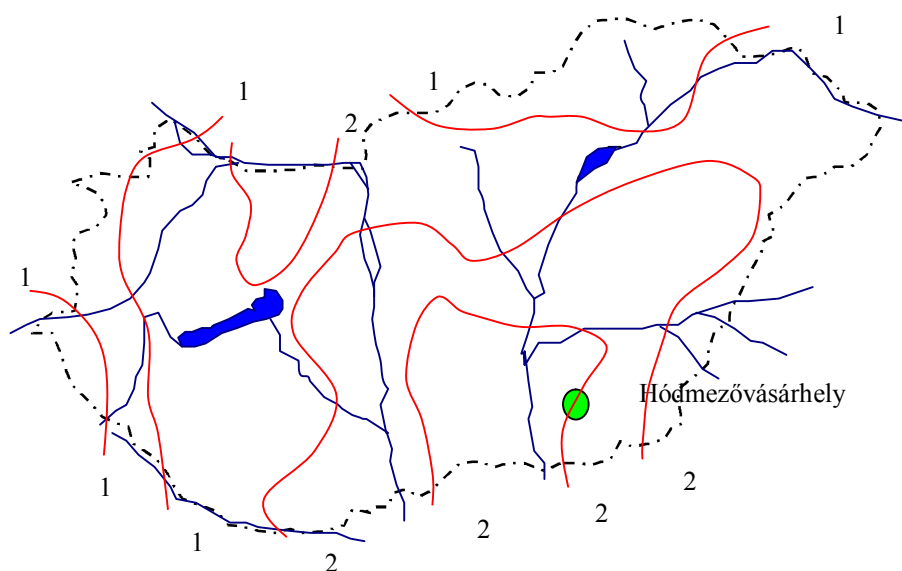
Ha elvégezzük a 2. ábrán bemutatott adatok összegzését, eredményként azt kapjuk, hogy sokéves átlagban az évi összes napsugárzási energia 5129 MJ/m^2 . Szokásos a különböző energiatípusok átszámítása olajegyenértékre. Ha 45 MJ/kg az olaj (gázolaj, fűtőolaj) fűtőértéke, akkor egyszerű osztással azt kapjuk, hogy a napenergia éves szinten 114 kg olajnak megfelelő mennyiségben van jelen Hódmezővásárhely térségében négyzetméterenként. A város területéből kiszámolható a potenciális napenergia mennyisége, amely $5,472 \cdot 10^7 \text{ tOe/év}$ (tonna olaj egyenérték). Ez az energiamennyiség sokszorosán meghaladja a város teljes energiafogyasztását.

A globálisugárzási adatokból tehát megállapítható, hogy a rendelkezésre álló energia bőséges, azonban az is kiderül, hogy az eloszlása egyenetlen. Mint tapasztaljuk is, a téli hónapokban a Napból érkező energia csak töredéke a nyárinak, amely részben a Nap alacsony járásának, részben pedig a téli hónapokban uralkodó légköri viszonyoknak (felhő, köd) köszönhető.

A következőkben azt vizsgáljuk, hogy a mért globálisugárzás milyen intenzitással érkezik a talajfelszínre az év során. Ehhez a napfénytartamok ismerete szükséges.

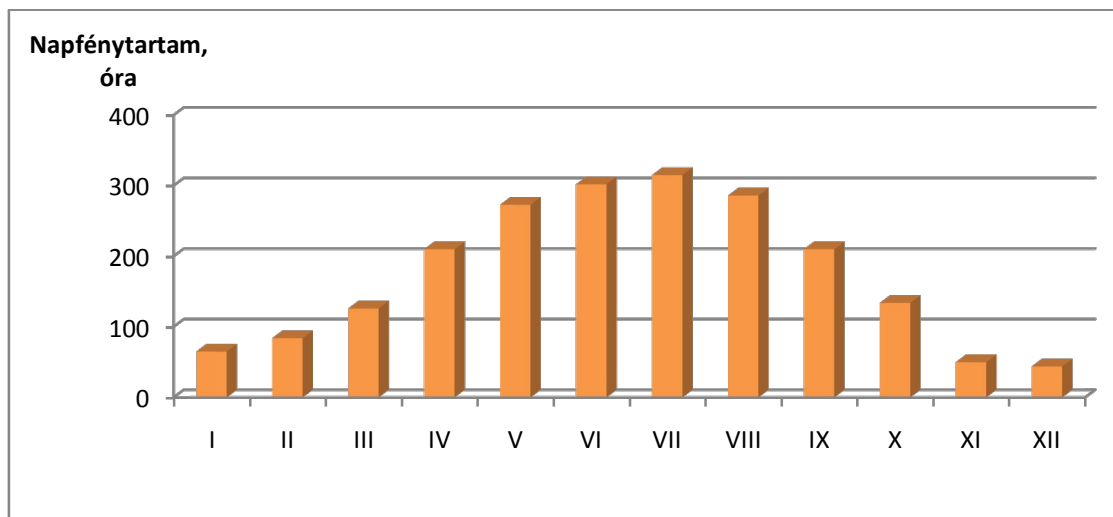
Ha áttekintjük Magyarország napfénytartam térképét (18. ábra), jól látszik, hogy Hódmezővásárhely abban a térségben fekszik, amelyben a napfénytartam a legnagyobb, 2100 óra/év. Az éves napfénytartam azt jelenti, hogy az év teljes idejének (8760 óra) 24%-ában direkt sugárzás van jelen, amely alkalmas energiatermelésre. A fennmaradó nappali órákban (2280 óra/év) szórt sugárzás tapasztalható, amely energiatermelés szempontjából nem vehető figyelembe. A szórt sugárzás intenzitása olyan alacsony, hogy a kollektorok és a napelemek számottevő energiát nem képesek begyűjteni. (Hasonló a helyzet ahhoz, mint amikor egy motor alpjáraton üzemel.) A szórt sugárzást egyébként a termikus kollektorok jobban hasznosítják, mint a fotovoltaikus napelemek, ezért az összteljesítmény szempontjából előnyösebbek.

18. ábra: A napfénytartam értékei Magyarországon



A globálisugárzás és a napfénytartam összevetéséből megadható egy tájékoztató jellegű energiaáram időfüggvénye, amely a sokévi átlagnak megfelelően megadja nagy valószínűséggel a vízszintes felületre eső sugárzási értékeket a napsütéses időszakokra. Itt feltételezzük a megfigyeléseknek megfelelően, hogy a napfénytartam időfüggvénye megfelel a globálisugárzás időfüggvényének, amelynek alapján a havi napfénytartamok jó közelítéssel számíthatók. A 19. ábra azt mutatja, hogy az évi 2100 órás napfénytartam hogyan oszlik meg az év során, vagyis azt, hogy havi átlagban a napenergiát hasznosító berendezések hány órán keresztül üzemelnek direkt sugárzási feltételek mellett.

19. ábra: A napfénytartam havi átlagos megoszlása



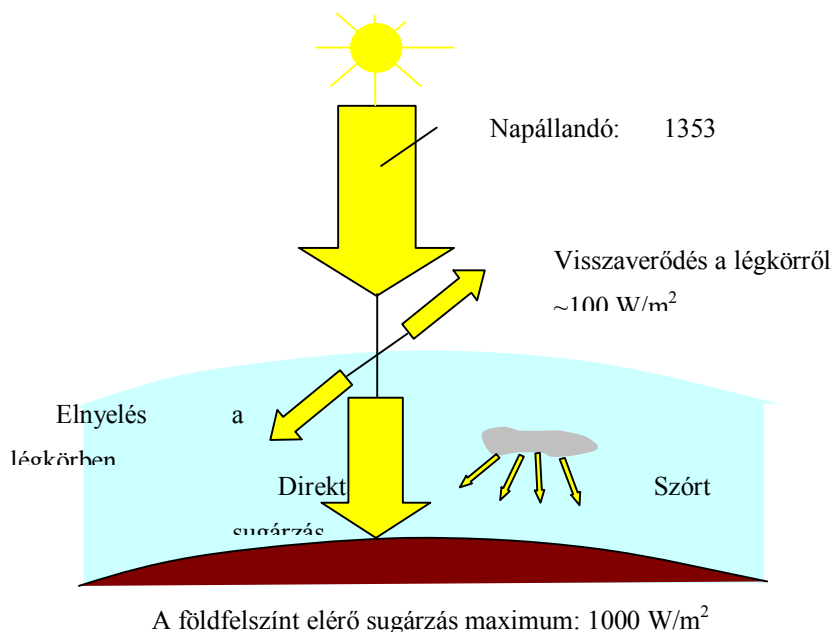
A globálisugárzás és a napfénytartam, mint globális jellemzők, csak a Napból érkező sugárzási energia hozzávetőleges becslésére alkalmas jellemzők. Az átlagok nem adnak felvilágosítást a napenergia un. finomszerkezetéről, amelyhez csak részletesebb analízisen keresztül juthatunk.

2.3.2. A napsugárzás törvényszerűségei

Ebben a fejezetben rövid áttekintését adjuk a napenergia hasznosításának tervezéséhez szükséges elméleti és gyakorlati ismereteknek.

A Napból érkező sugárzás egy része közvetlen (direkt) módon jut el a Föld felszínére, míg másik része a légkör szennyezettsége (por, vízgőz stb.) miatt megtörik, részben visszaverődik. Ennek eredményeként mindig kialakul egy szórt (diffúz) sugárzási komponens, amelynek aránya mindig a konkrét légköri viszonyok függvénye. Az energetikai hasznosítás szempontjából, mint az előzőekben láttuk, mindig a két komponens összegével, a teljes (globális, vagy totális) sugárzással számolunk. Az 20. ábra szemlélteti a napsugárzás menetét a földfelszínig.

20. ábra: A napsugárzás megoszlása a légkörben



A Föld sajátos bolygómozgása a Nap körül, saját tengelye körüli forgása és a forgástengely $23,5^\circ$ -os elhajlása a pályasík normálisától, alapvetően meghatározza a sugárzási viszonyokat a Föld felszínén. Az évszakok és napszakok változása globális törvényszerűség, a folytonosan változó napsugárzás intenzitás viszont döntően a földrajzi helytől, földrajzi szélességtől függ. Ugyanakkor az aktuális sugárzásintenzitást jelentősen befolyásolják a légköri viszonyok, az ózonréteg vastagsága, a felhőréteg, a levegő páratartalma stb. A napsugárzás erőssége a Föld légkörének peremén 1353 W/m^2 (soláris állandó), amelynek azonban csak egy része éri el a felszín. Felhőmentes időben a sugárzási energia túlnyomó része *direkt sugárzás* formájában érkezik a földre, míg felhős égbolt esetén *szórt (diffúz) a sugárzás*. A természetes és mesterséges tereptárgyak *reflexiós sugárzást* okoznak, amely derült időben lehet számottevő. A sugárzásintenzitás általános jellemzésére, mint láttuk, a *globálsugárzás* fogalma használatos, amelyen egy adott helyen 1 m^2 vízszintes felületre időegység alatt érkező összes (direkt, szórt és reflexiós) sugárzási energiát értjük. Mértékegysége pl.: $\text{MJ/m}^2 \cdot \text{h}$.

A Nap látszólagos mozgását az égen számos szerző leírta (Chau, 1982; Goswami et. al, 1983; Johansson et. al. 1994, stb.), az összefüggések elsősorban a napkollektorok tájolására, a beállítási szög optimalizálására alkalmasak. Az egyes elrendezések

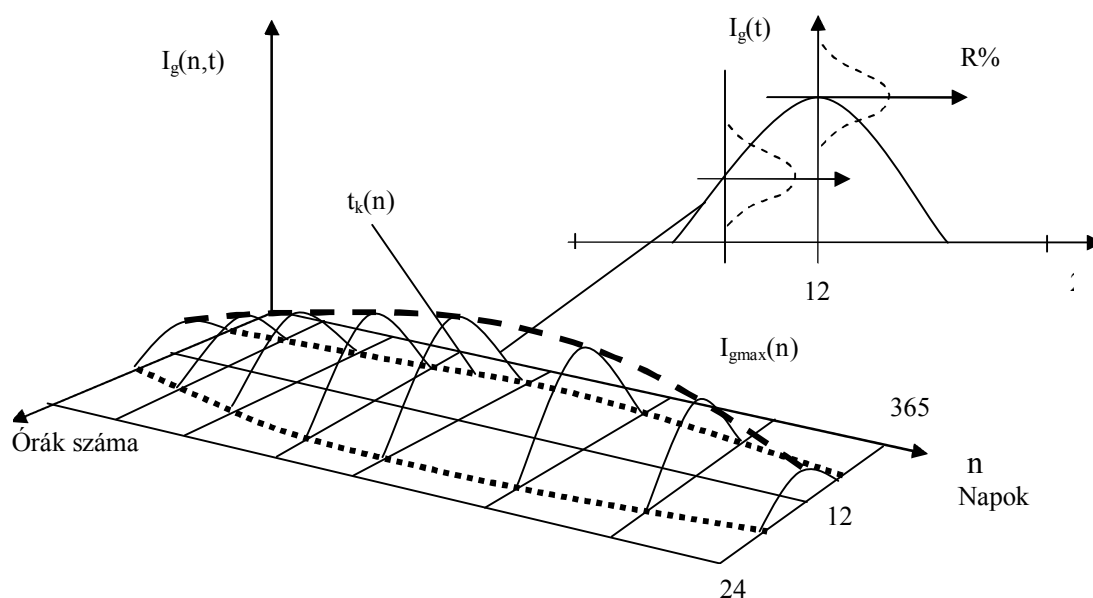
üzemmenetének modellezéséhez ezen kívül szükséges a sugárzásintenzitás időbeni változását leíró függvény ismerete is. A problémát a 21. ábra szemlélteti.

A globálsugárzás valószínűségi változónak tekintendő, mivel pillanatnyi értéke csak valószínűsíthető. A globálsugárzás (I_g) alatt ezért a következőkben annak legvalószínűbb (legnagyobb relatív gyakoriságú), várható értékét értjük. Ennek két haszna van: egyrészt viszonylag könnyen kezelhető függvényekhez jutunk, másrészt a meteorológiai adatokból ismertek, vagy meghatározhatók.

A következő függvényeket keressük:

- a napkelte időpontját az év napjai függvényében, ($t_k(n)$),
- a napnyugtra hasonló időfüggvényét ($t_n(n)$),
- a globálsugárzás napi időfüggvényét, ($I_g(t)$),
- fentiek ismeretében a globálsugárzás éves időfüggvényét ($I_g(n,t)$).

21. ábra: Az éves globálsugárzás menetét leíró függvények



A függvények illesztésénél az Országos Meteorológiai Intézet szarvasi Agrometeorológiai Állomásának 25 éves (1970 – 1995) adatsorát használtuk fel, amely az Alföldi sugárzási viszonyokat jól reprezentálja.

A napkelte- és napnyugta-függvények

A napsugárzás egy adott pontban a napkelte , $(t_k(n))$ és napnyugta $(t_n(n))$ időpontjai között éri a Föld felszínét, erősen változó intenzitással (22. ábra). A napsugárzás várható napi időtartama $(t_s(n))$ alatt $I_g(n)$ globálsugárzás éri:

$$I_g(n) = \int_{t_k(n)}^{t_n(n)} I_g(t) dt \quad [1]$$

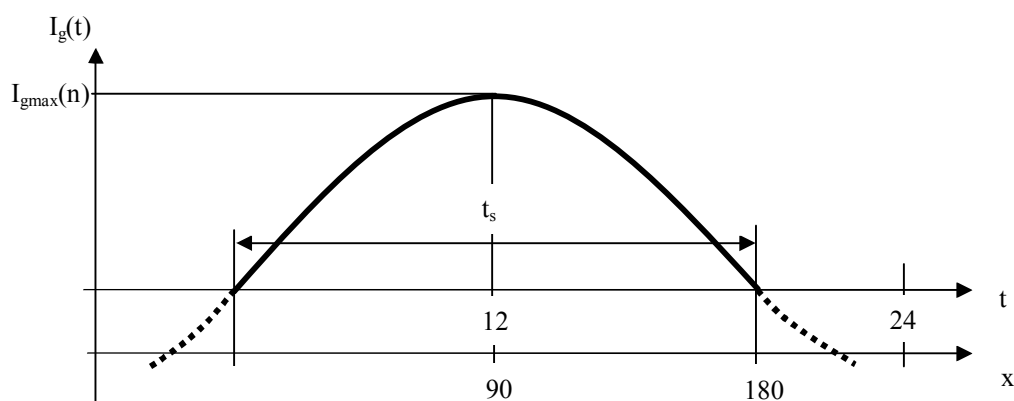
A globálsugárzás várható értékének időfüggvénye igen jó közelítéssel:

$$I_g(t) = I_{gmax}(n) \cdot \sin x \quad \text{ahol a 7. ábra jelölése alapján}$$

$$x = [t - t_k(n)] \cdot \frac{180}{t_n(n) - t_k(n)}, \quad \text{amellyel}$$

$$I_g(t) = I_{gmax}(n) \cdot \sin[t - t_k(n)] \frac{180}{t_s(n)} \quad [2]$$

22. ábra: A globálsugárzás legvalószínűbb (várható) értékének napi menete



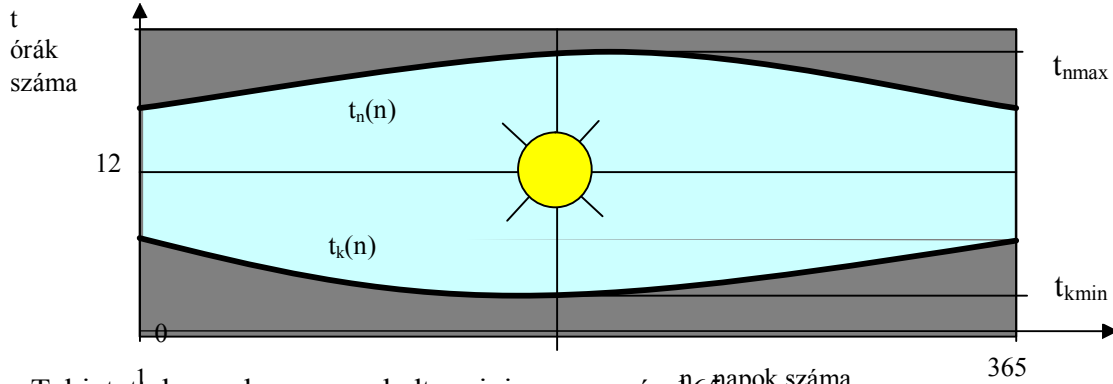
A [2] egyenlettel tehát meghatározhatjuk bármely „n” nap „t” órájában a várható globálsugárzás értékét, feltéve, hogy ismerjük az aznapi várható globálsugárzás maximumát

$(I_{gmax}(n))$, valamint a napkelte és napnyugta időpontját.

Magyarországon az ország méreteinél fogva a napkelte és napnyugta gyakorlatilag nem helyfüggő. A 23. ábrán megrajzoltuk a csillagászati adatok szerinti napkelte - napnyugta

időpontfüggvényeit, amelyek az egész országra nézve érvényesnek tekinthetők. Az ábrából jól látszik, hogy a görbék trigonometrikus függvényekkel jól közelíthetők.

23. ábra: A napkelte és napnyugta időpontjai az év folyamán



Tekintettel arra, hogy a napkelte minimuma az év 165. napján van:

$$t_k(n) = t_{k_{köz}} + \frac{\Delta t_k}{2} \cdot \cos(n + 15) \quad [3]$$

és arra, hogy a napnyugta maximuma az év 175. napján van:

$$t_n(n) = t_{n_{köz}} + \frac{\Delta t_n}{2} \cdot \sin(n - 75) \quad [4]$$

egyenletek adódnak, ahol:

$$t_{k_{köz}} = \frac{t_{k_{max}} + t_{k_{min}}}{2}, \text{ és}$$

$$\Delta t_k = \frac{t_{k_{max}} - t_{k_{min}}}{2}, \text{ valamint}$$

$$t_{n_{köz}} = \frac{t_{n_{max}} + t_{n_{min}}}{2}, \text{ és}$$

$$\Delta t_n = \frac{t_{n_{max}} - t_{n_{min}}}{2}.$$

A $t_{kmin}=3,73$ h, $t_{kmax}=7,53$ h, $t_{nmin}=15,88$ h, $t_{nmax}=19,73$ h állandókkal a [3] és [4] egyenlet egyszerűsíthető:

$$t_k(n) = 3,63 + 1,9 \cdot \cos(n + 15) \quad [5]$$

$$t_n(n) = 17,8 + 1,9 \cdot \cos(n - 75) \quad [6]$$

A globálisugárzás várható értékét megadó [2] egyenlet az [5] és [6] összefüggések behelyettesítésével

$$I_g(t) = I_{g_{max}}(n) \cdot \sin\left(t - \left[5,63 + 1,9 \cdot \cos(n + 15) \cdot \frac{180}{12,17 + 1,9(\sin\{n - 75\} - \cos\{n + 15\})}\right]\right) \quad [7]$$

A globálisugárzás várható napi maximumai

A [7] egyenletben kifejtendő belső függvény az $I_{g_{max}}(n)$, amelyet az alábbi megfontolások alapján állapíthatunk meg.

A már hivatkozott adatsorból képezve a havi átlagos globálisugárzási értékeket, jól látható (24. ábra), hogy az így kapott görbe határozottan normáeloszlást mutat. A Gauss-féle normáeloszlás általános alakban:

$$p(x) = \frac{1}{\delta \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-m)^2}{2\delta^2}}$$

ahol: x : a független változó

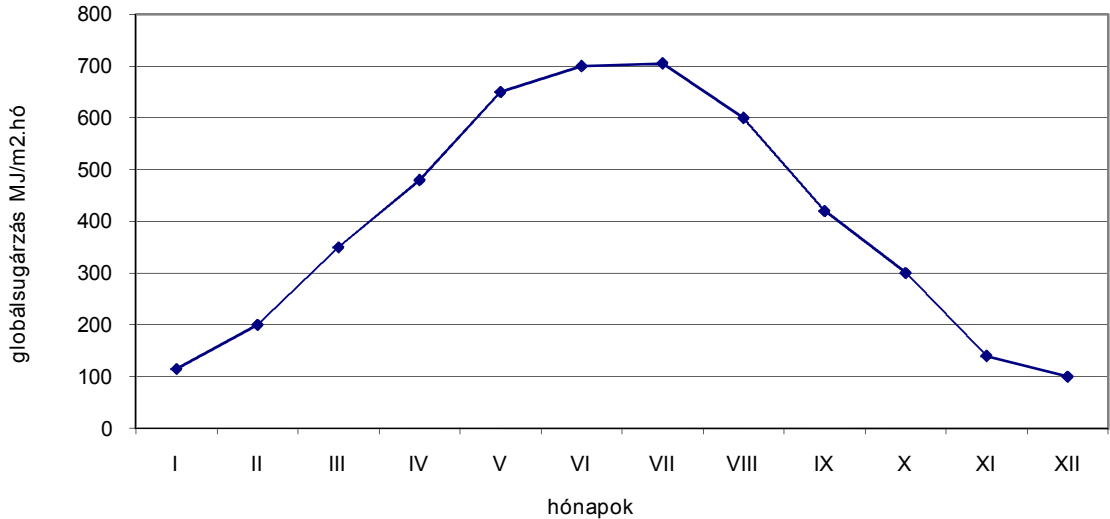
m : a maximumpont helye (várható érték)

δ : a szórás, azaz a haranggörbe inflexiós pontjainak helye.

A globálisugárzás várható napi maximuma a nyári napfordulóra (június 22.) tehető. Ez a nap az esztendő 173. napja, tehát a normáeloszlás összefüggésében $m = n_f = 173$. (A független változót, x -et természetesen a napok sorszámára, n -re változtatjuk). A szórás (δ)

megadásánál kézenfekvőnek látszik a tavaszi és őszi nap-éj egyenlőséget figyelembe venni. Március 21 az esztendő 80. napja, így $\delta = n_e = 80$.

24. ábra: A globálisugárzás havi átlagos értékei az Alföld közepén



Forrás: OMSZ Agrometeorológiai Obszervatórium, Szarvas

Ha I_{g_o} a téli napfordulón (december 22.) várható globálisugárzási minimum $I_{g_{max}}$ a nyári napforduló környékén várható globálisugárzási maximum, a keresett egyenlet:

$$I_{g_{max}}(n) = I_{g_o} + (I_{g_{max}} - I_{g_o}) \cdot \frac{n}{n_e \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(n-n_f)^2}{2 \cdot n_e^2}} \quad [8]$$

Az előzőekben levezetett értékekkel, valamint az adatokból $I_{g_o} = 2,5$ [MJ/m² · nap] és

$I_{g_{max}} = 27$ [MJ/m² · nap] helyettesítésekkel:

$$I_{g_{max}}(n) = 2,5 + 0,1221 \cdot n \cdot e^{\frac{-(n-173)^2}{12800}} \quad [9]$$

A globálisugárzás időfüggvénye

A globálisugárzás várható értékének időfüggvényét a [2] és [8] egyenletek alapján az alábbiak szerint írhatjuk fel.

$$I_g(n, t) = \frac{2 \cdot \left((I_{g_g} + \{I_{g_{\max}} - I_{g_g}\}) \cdot \frac{n}{n_e \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(n-173)^2}{2n_e^2}} \right)}{t_n(n) - t_k(n)} \cdot \sin\left(\{t - t_k(n)\} \cdot \frac{180}{t_n(n) - t_k(n)}\right)$$

[10]

A [10] összefüggés alapján - néhány, a meteorológiai adatokból meghatározható állandó ismeretében a globálsugárzás várható (legvalószínűbb értéke az év bármely időpontjára kiszámítható.

Az állandókkal az egyenlet az Alföldre vonatkoztatható érvényességgel:

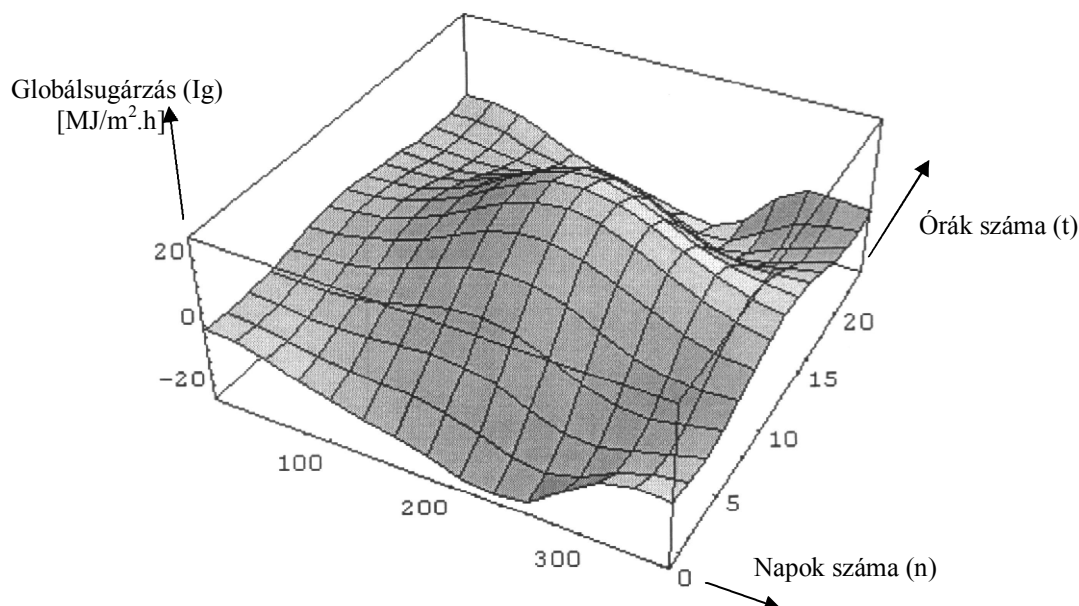
$$I_g(n, t) = \frac{2,5 + 0,1221 \cdot n \cdot e^{-\frac{(n-173)^2}{12800}}}{12,17 + 1,9[\sin(n-75) - \cos(n+15)]} \cdot \sin\left\{t - [17,8 + 1,9 \cdot \cos(n+15)] \cdot \frac{180}{12,17 + 1,9[\sin(n-75) - \cos(n+15)]}\right\}$$

A globálsugárzás-érték mértékegysége: MJ · m⁻² · h⁻¹. Ha a vizsgált időpont (t) az adott napon (n) belül a napnyugta és napkelte közötti időszakra esik, negatív globálsugárzás-értéket kapunk. A negatív globálsugárzás fizikai tartalma az éjszakai kisugárzás, de természetesen az energetikai hasznosítást célzó számításoknál ha I_g(t) < 0, I_g(t) = 0 értéket kell venni.

Az a körülmény, hogy az évi ciklus 365 (négyévenként 366) napból áll, és a szögfüggvényekkel 360 °-os periodicitást tudunk figyelembe venni, pontatlanságot okoz a számításoknál, azonban a hiba egyrészt elhanyagolható, másrészt az eredményeket abban az időszakban torzítja, amikor a hasznosításnak nincs különösebb jelentősége (téli napforduló). A 25. ábra szemlélteti az állandókkal helyettesített [10] egyenlet szerinti burkolófelületet egy egész naptári évre vonatkozóan.

25. ábra: Az $I_g(n, t)$ függvény ábrázolása

Az alkalmazott szoftver: Mathematica 2.2.



Gyűjtőfelület - elrendezés analízise

A sík felületű napkollektorok elrendezése (irányítása) alapvető fontosságú a hasznosítás mértéke szempontjából. Energetikai szempontból nyilván az lenne a kedvező, ha a kollektorfelületet mindig merőlegesen érnék a napsugarak (direkt sugárzás esetén). A napkövető üzemmód azonban jelentősen megrágtja az alkalmazást, ezért a kollektorok az esetek többségében fix telepítésűek.

A globálisugárzás-függvény ismerete lehetővé teszi egy tervezett alkalmazás előzetes, részletes analízisét is, amennyiben hozzá tudjuk rendelni a Nap irányának időfüggvényét. Erre vonatkozóan az ismeretek bőségesek (ASHRAE Application Handbook, TRNSYS-program stb.), az egyszerűsége miatt a következőkben Chau (1982) algoritmusát alkalmazzuk, amely a déli órákra adja meg az optimális beállítási szöget az év napjai függvényében arra az esetre, ha a kollektor déli irányítású:

$$\alpha_{opt} = \psi + 31 \cdot \left[\cos \frac{(D+1,65)}{137,65} \cdot n \right] - 2$$

[11]

ahol: ψ : a földrajzi szélesség (fokban)

D: a nyári napforduló,

n: az év napjának sorszáma

Magyarország az északi szélesség $45,5 - 48,5^\circ$ között fekszik. Ha $\psi = 47^\circ$ és $D = 173$, a [11] egyenlet a következő egyszerű alakra hozható:

$$\alpha_{opt} = 47 - 31 \cdot \cos(1,125 \cdot n) - 2$$

[12]

A rögzített, sík felületű kollektoron, ha $\alpha = \alpha_{opt}(n)$, a Föld mozgása miatt csak egy időpontban merőleges a sugárzás. Ezen kívül az elnyelőfelület normálisa és a sugárzás iránya között mindig mérhető egy ε szög (26. ábra), amely pl. Barótfi (1994) nyomán:

$$\cos \varepsilon = \sin m \cdot \cos \alpha + \cos m \cdot \sin \alpha \cdot \cos (a - \psi)$$

[13]

A [13] egyenletben "m" a napmagasság szöge, amely a

$$\sin m = \sin \delta \cdot \sin \psi + \cos \delta \cdot \cos \psi \cdot \cos \omega$$

[14]

összefüggés alapján számítható, ahol

δ : a beesési szög deklináció), közelítő értéke:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \frac{360}{365} (284 + n)$$

ω : az időszög, értéke 0° délben, változása $15^\circ / h$. Általában:

$$\omega = 15 (12 - t)$$

Visszatérve még a [13] egyenlethez, "a" a Nap azimut szöge, számítása:

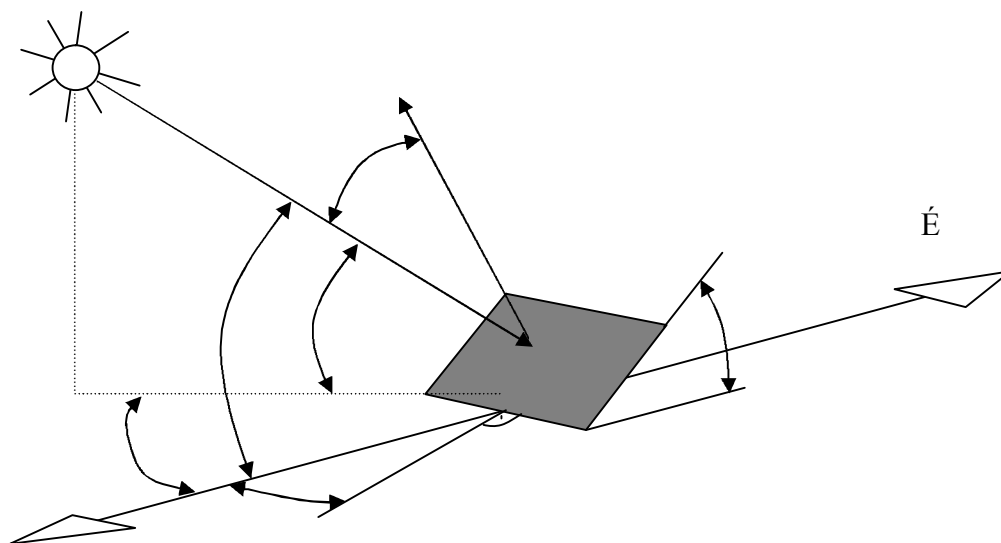
$$\sin a = \frac{\cos \delta}{\cos m} \cdot \sin \omega .$$

Ha $\psi = 47^\circ$, a napmagasság szögére jó közelítéssel az

$$m = \arcsin \{0,73 \sin \cdot [23,45 \cdot \sin (280 + n)] + 0,68 \cdot \cos 15 \cdot (12 - t) \cdot \cos [23,45 \cdot \sin (280 + n)]\}$$

egyenletet kapunk.

26. ábra: A Nap és az elnyelő felület (kollektor) jellemző szögei



Most már csak az azimut szöget kell kifejezni az "n" és "t" változókkal. "m" helyettesítése nélkül:

$$a = \arcsin \frac{\cos [23,45 \cdot \sin (280 + n)]}{\cos m} \cdot \sin [15(12 - t)]$$

A [13] egyenlet ezek után felírható négy független változó függvényeként, ahol α a kollektor vízszintessel bezárt hajlásszöge, γ a déli iránytól való elhajlás szöge, "n" az előzőeknek megfelelően az év napjának sorszáma, t pedig az időpont órában ($t=0 \dots 24$).

A gyűjtőfelületre eső, hasznos globál sugárzás pillanatnyi várható értékét tehát általános helyzetű kollektor esetén az

$$I_g = I_g(n, t) \cdot \cos \varepsilon(n, t, \alpha, \gamma)$$

[15]

egyenlettel adhatjuk meg, amelynek kifejtett felírásától eltekintünk.

A [13] egyenletből látható, hogy a déli iránytól eltérő tájolás csökkenti a hasznos globálisugárzás arányát: a $\cos \varepsilon = f(\gamma)$ függvénynek $\gamma = 0^\circ$ -nál minimuma van.

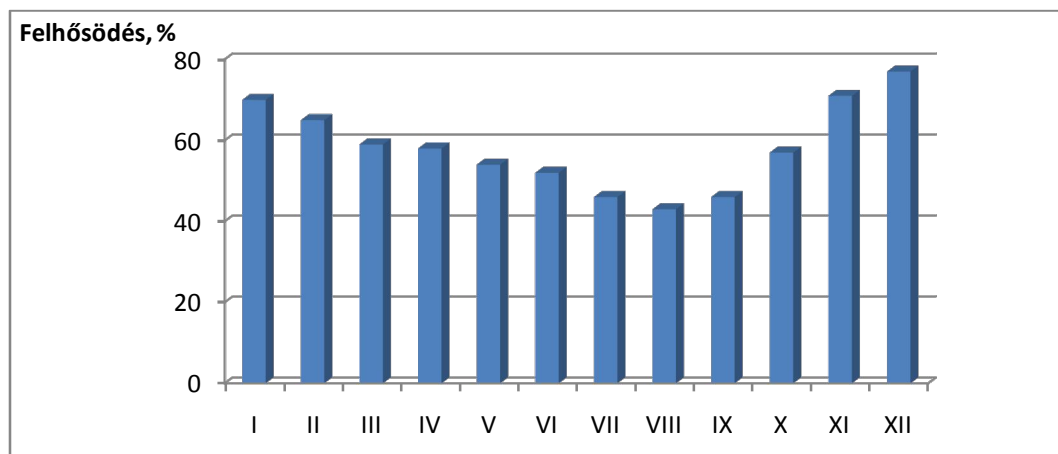
A kollektorok többsíkú elrendezésénél (pl. tört felületű tetőszerkezeteken való alkalmazásoknál) az általános összefüggés:

$$I_g = I_g(n, t) \cdot \sum_{i=1}^n \cos \varepsilon(n, t, \alpha_i, \gamma_i)$$

Megjegyezzük, hogy Hódmezővásárhely földrajzi szélessége pontosan $46^\circ 36'$, ezért az összefüggések változtatás nélkül alkalmazhatók a számításokhoz.

A globálisugárzás-analízis eredményeit úgy kell értelmezni, hogy azok zavartalan napsütés esetére adják meg a sugárzási adatokat. A nappali időszakok jelentős részében azonban a sugárzási viszonyok zavartak, elsősorban a felhősödés miatt. Ezért a számított eredmények korrekcióra szorulnak. A korrekció egyik lehetősége, hogy figyelembe vesszük a statisztikai felhősödés (felhős időtartam) gyakoriságát, illetve %-os arányát, amelyet Magyarország területére az év hónapjai átlagában a 27. ábra szemlélteti.

27. ábra: A felhőzet átlagos aránya Magyarországon



Forrás: Gyurcsovics, 1982)

Összevetve a globálsugárzási adatokkal (24. ábra) a felhőzeti viszonyokat az látszik, hogy mindkét jellemző szempontjából nagyok a különbségek az egyes évszakok között. Sajnálatos, de törvényszerű, hogy a téli időszak egyébként is alacsony potenciális sugárzási értékeit a magas felhősödési arány erősen csökkenti. (Valójában ezért is alacsony a téli hónapok globálsugárzási értéke.)

Az analízissel azt akartuk szemléltetni, hogy a napenergiát hasznosító alkalmazások körültekintő tervezése nem egyszerű feladat, statisztikai módszerek alkalmazása feltétlenül szükséges. Még ebben az esetben is előfordulhat azonban, hogy az időjárás szélsőséges alakulása következtében a berendezés nem tudja teljesíteni a gondos tervezéssel kimunkált energetikai paramétereket. Mindez alátámasztja azt az általános tapasztalatot ill. véleményt, hogy a napenergia főként csak kiegészítő energiaforrása lehet a kisebb-nagyobb energetikai rendszereknek.

2.3.3. Energiaátalakítási módszerek áttekintése

A napenergia hasznosítására az idők során számos, hagyományos és új technikai megoldás született. Tekintettel arra, hogy napenergiából közvetlenül hő- és villamos energia állítható elő, a létező műszaki megoldásokat két csoportja:

- a fototermikus rendszerek, és
- a fotovillamos rendszerek csoportja.

A fototermikus rendszeren belül a hasznosításnak lehetnek passzív és aktív formái. Először célszerű a passzív alkalmazásokban rejlő lehetőségeket áttekinteni.

2.3.3.1. Passzív alkalmazások

Általánosságban passzív napenergia hasznosításnak nevezzük azokat a műszaki megoldásokat, amelyek épületek olyan tudatos kialakítását célozzák, hogy azok külön technológiai eszközök, berendezések nélkül segítsék az épületben az évszakoknak megfelelő hő gazdálkodást. Ebből következik, hogy az e körbe tartozó építészeti konstrukcióknak feladata téli időszakban biztosítani a napenergia bevonását az épület hő

háztartásába, míg nyáron annak távoltartását a kedvező belső klimatikus viszonyok fenntartása érdekében.

Az épületek energiamérlege az év egy jól meghatározható időszakában általában negatív. Ezt az energetikában fűtési szezonnak nevezzük, hivatalosan október 15.-től április 15-ig tart. Az épületek fűtési energia szükségletét a napsugárzást fokozottan felhasználó épületszerkezetek alkalmazásával lehet csökkenteni.

A passzív alkalmazások a következő tapasztalatokkal függenek össze:

- a külső hőmérséklet és a napsugárzás intenzitása csak részben függ össze, nagy hidegben, de tiszta időben is érkezhetsz jelentős sugárzási energia,
- az épület üvegezett felületei a hő veszteség szempontjából jelentős szerepet játszanak, azonban a napsugárzás tekintetében nettó hő nyereséget adhatnak.

Az épület tájolása. Az épület tájolása, a homlokzatok kialakítása döntően meghatározza a várható hő nyereséget. Erre vonatkozóan építészeti normatívák adnak eligazítást. Sokszor a települések építészeti előírásai, az építési telkek kialakítása ill. fekvése nem teszi lehetővé az optimális tájolást. Ebben az esetben építészeti feladat a kedvezőtlen tájolás kompenzációja. Javasolni lehet, hogy a város fejlesztési tervei kialakításánál (főleg új lakóterületek, utcák, telkek kijelölése során) az épületek tájolása (tájolhatósága) legyen fontos szempont.

A nyílászárók legjobban a délkeleti-déli-délnyugati homlokzaton hasznosítják a napenergiát, a homlokzat tagolása, anyaga és színe szintén befolyásolja a hő nyereséget. Az üvegezett nyílászárók mérete, beépítési síkja, az üvegezés minősége, árnyékolhatósága nagy jelentőséggel bír az épület energiagazdálkodása szempontjából.

Az épület tömege, a falak, födémek hőtároló képessége minél nagyobb, annál nagyobb mennyiségű hőenergiát képesek elnyelni, tárolni anélkül, hogy hőmérsékletük számottevően megemelkedne. Ez a passzív hasznosítás szempontjából azért hasznos, mert a napsütésben szegény időszakokban a tárolt hőenergiát leadva kevesebb fűtési energiára van szükség. A jó hőtároló képesség másrészt jó hőszigetelést jelent, ezért kisebb hő veszteséget is biztosít.

A télikert építése a passzív hasznosítás egyik leghatékonyabb módja. Az épület szerves tartozékaként, tömegébe illeszkedve vagy a lakótér előtereként a télikert üvegezett

felületeivel alkalmas a napenergia befogadására, ugyanakkor jól hő szigeteli is az épület belsejét. Fontos, hogy a télikert pótlólagosan is kapcsolható az épülethez.

Hőtárolók alkalmazásával tovább bővíthetők az épületek energiatakarékos megoldásai. Az épület alatt, mellett vagy belsejében kialakított hőtárolókkal a nyári hő későbbi felhasználása, fűtés kiegészítő funkciója biztosítható. A nagyobb kapacitású hőtárolók költségigénye azonban jelentős, hosszabb távon megtérülő befektetés.

Légtechnikai eszközök segítségével szintén javíthatók az épületek hőtechnikai tulajdonságai. Az épületszerkezetben, a belső terekben jól kialakított természetes szellőzési megoldásokkal úgy is hasznosítani lehet a napenergiát, hogy az áramló levegőt a napsugárzásnak kitett falak, födémek e célra kialakított légrésein keresztül vezetve hozzájáruljon a hőveszteségek csökkentéséhez vagy közvetlenül melegítse a fűtendő teret.

Transzparens hőszigetelést az épület napsütötte oldalfalain alkalmazhatunk. Fényáteresztő, ugyanakkor jó hőszigetelő is. Szerkezetét tekintve kívülről üveggel borított doboz, amelyben az üveg mögött a nyári túlmelegedés elleni védelem céljára beépített mozgatható árnyékoló, légrés, kis keresztmetszetű, a falra merőleges elrendezésű, fényáteresztő csövecskék, majd a tulajdonképpeni külső fal rétegei helyezkednek el. Pótlólagosan is alkalmazható, a piacon több változatban forgalmazott, új építészeti megoldás.

2.3.3.2. Aktív hasznosítások

A passzív hasznosítások, mint látható volt, építészeti megoldásokkal segítik az épületek hőháztartásának alakítását. Nem helyettesíthetik a téli időszakban a szükséges pótlólagos energiafelhasználást, általában csak mérsékelik azt, azaz összességében energia megtakarításhoz vezetnek. Másrészt csak az épület légtér temperálásában van szerepük, más funkcióra nem alkalmasak. A napenergia aktív hasznosításával a fűtés, a használati (estenként a technológiai) melegvízellátás, valamint az elektromos energiaellátás eredményesen támogatható, amely csökkenti a hagyományos energiahordozók felhasználását és hosszabb távon megtakarításokhoz vezet.

Aktív napenergia hasznosításról beszélünk akkor, amikor kifejezetten erre a célra kialakított eszközökkel, berendezésekkel a nap sugárzási energiáját összegyűjtjük,

átalakítjuk, közvetlenül vagy átmeneti tárolást követően arra alkalmas fogyasztóhoz vezetjük, és ott felhasználjuk.

Az aktív hasznosítás feltételezi tehát speciális, (épület)gépészeti eszközök alkalmazását, amelyeket rendszerbe szervezve, általában a hagyományos fogyasztói energetikai (belső) hálózatba integrálva alkalmazunk. Az aktív hasznosítással elérhető energetikai célok:

- épületfűtés, temperálás,
- használati melegvíz előállítás,
- technológiai melegvíz előállítás,
- medencevíz-fűtés,
- villamos energia előállítás, amely tetszőlegesen felhasználható.

Termikus alkalmazások

Kollektorok

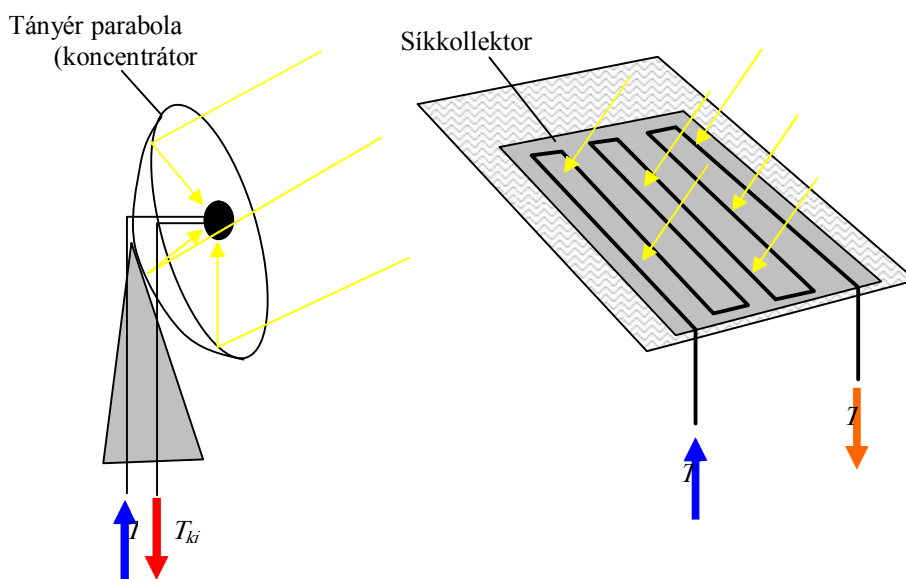
Az aktív termikus napenergia-hasznosító berendezések legjellegzetesebb eleme a napkollektor, amelynek kivitele, szerkezete és alkalmazása sokféle lehet. A kollektor feladata a sugárzási energia begyűjtése, hővé alakítása, amelyet valamely áramló, hő szállító közegnek (pl. víz, levegő) ad át, ezzel megemeli a közeg hőmérsékletét, így az hő leadására lesz képes.

A kollektorok két csoportja különböztethető meg:

- a sík kollektorok, amelyek a beeső sugárzási energiát elnyelő felületek segítségével hővé alakítják,
- koncentrátorok, amelyek a napfényt optikai eszközökkel, általában tükrökkel koncentrálnak, és az elnyelő felületre sugározzák. Ebből adódóan a koncentrátorok jóval magasabb hőmérsékletet képesek előállítani, mint a sík kollektorok.

A két kollektor típust szemlélteti a 28. ábra. Látható, hogy a koncentrátor a gyűjtőfelületre érkező sugárzási energiát kis felületre képes irányítani, ezért a szállító közeg hőmérséklete (T_k) jóval magasabb lehet, mint a sík kollektoré.

28. ábra: Koncentrátor és sík kollektor elvi vázlata



Az elérhető kimenő közeghőmérséklet döntően attól függ, hogy a koncentrátor/kollektor felületet milyen erős sugáráram (I_r) éri, mekkora a belépő közeg T_{be} hőmérséklete és időegység alatt mennyi közeg áramlik át a rendszeren.

A koncentrátor-típusú kollektorok feltételezik a napkövető üzemmódot. Ez meglehetősen költségessé teszi a berendezést, ezért ilyen megoldásokat ritkán alkalmaznak. Általános célú, költségkímélő (gazdaságos) megoldásokhoz a sík kollektorokat alkalmazzák, ezért csak ezekkel foglalkozunk.

A termikus kollektor kialakításánál az a fő cél, hogy a beeső napsugárzás minél nagyobb hányadát absorbeálja. Ennek mértékét a kollektorhatásfok adja meg, amely a hasznosított (elnyelt) hőmennyiség és a kollektor felületére érkező napsugárzás által képviselt hőmennyiség viszonya. A hatásfokot kétféle veszteség befolyásolja:

- optikai veszteség, amely a kollektortest fedőüvegének visszaverő és áteresztő képességétől és az elnyelőelem abszorpciós képességétől függ. Ez az optikai veszteség általában független a hőmérsékleti viszonyoktól.
- hőveszteség, amely a napkollektor és a környezet hőmérséklete közötti különbségtől függ.

A hatásfok számításánál ezeket a veszteségeket a következő paraméteres egyenlet fejezi ki:

$$\eta = \eta_0 - a \cdot X - b \cdot I_r \cdot X^2 \quad [16]$$

ahol:

η_0 az optikai hatásfok, ha a hőmérsékletkülönbség nulla,

a és b a kollektorra jellemző, méréssel meghatározott állandók,

$X = \frac{T_k - T_a}{I_r}$, a hatásfokfüggvény változója, mivel a benne szereplő mennyiségek

az üzemeltetés során változnak,

T_k a kollektorban keringő hőhordozó közeg átlagos hőmérséklete,

$T_k = (T_{ki} - T_{be})/2$, [K]

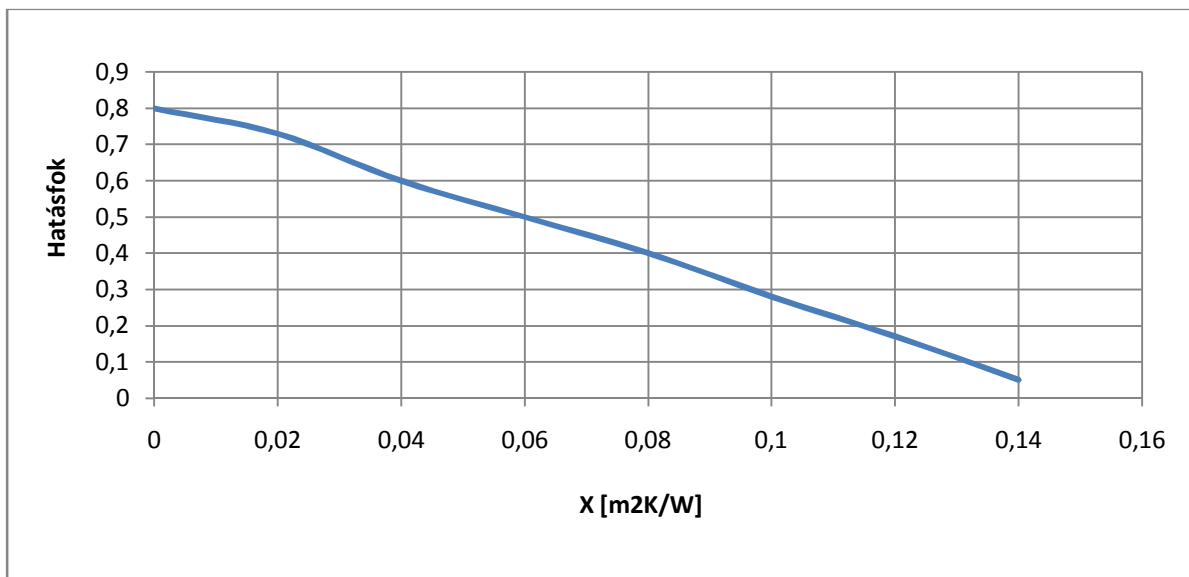
T_a a külső léghőmérséklet, [K]

I_r a kollektor felületére érkező össz-sugárzás, [W/m²].

Az X változó dimenziója ennek megfelelően: [m²K/W].

A kollektor hatásfokot a gyártók általában célszerűen diagramban adják meg, mert így a különböző üzemállapotokra értelmezhető az aktuális hatásfok. Mindemellett könnyen összehasonlíthatók jóság szempontjából a különböző kollektorok. A 29. ábra egy tipikus kollektor hatásfok diagramot szemléltet.

29. ábra: Kollektor hatásfok diagram $\eta = f(X)$

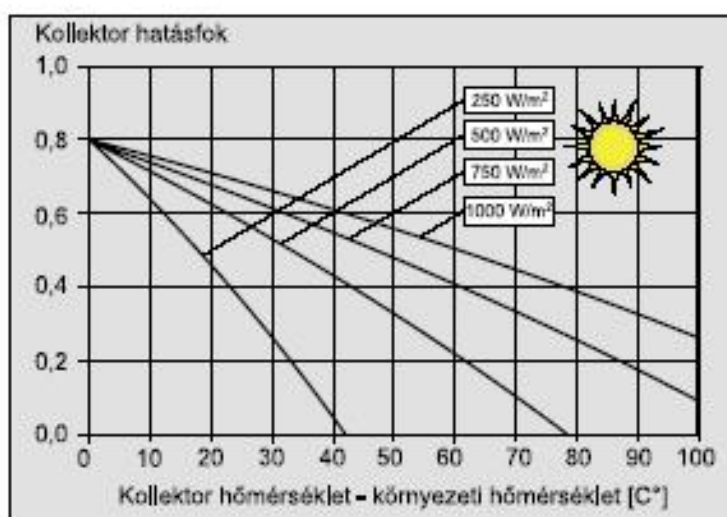


Az X változóban a radiációs tényező (össz-sugárzás) változik a legnagyobb mértékben, a tényleges hatásfokot legjobban meghatározó paraméter. Ha csökken I_r , azonos

hőmérsékletkülönbség ($T_k - T_a$) mellett a hatásfok arányosan csökken. A sugárzásintenzitás-változás hatását a hatásfokra a 30. ábra mutatja be.

Szélsőséges üzemhelyzetek is előfordulnak. Ha a sugárzás hirtelen nagy mértékben lecsökken, a hőmérséklet különbség viszont nagy, a kollektor fordított üzemmódba kerülhet, azaz ahelyett, hogy energiát venne fel, energia leadására kényszerül (vagyis hősugárzóként viselkedik). Ez a nemkívánatos üzemhelyzet automatikus kapcsolóelemekkel elkerülhető.

30. ábra: Hatásfok diagramok különböző össz sugárzás mellett



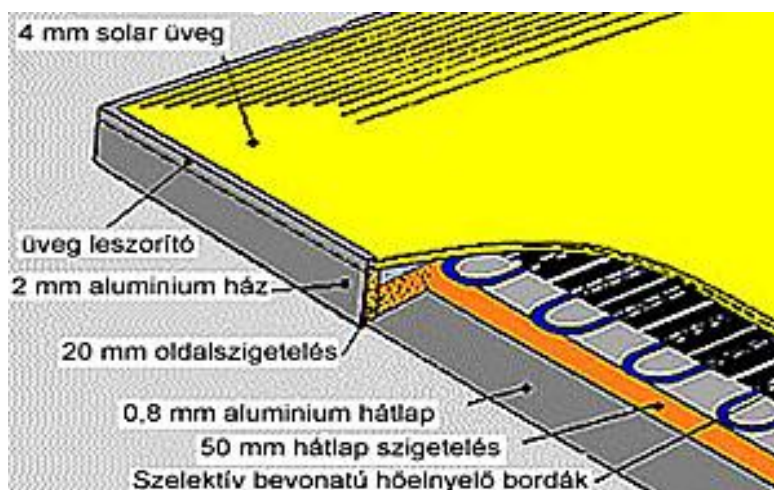
Forrás: Naplopó

A kollektor gyártók alapvető fejlesztési célja nyilvánvalóan az, hogy minél kedvezőbb hatásfokú kollektorokat legyenek képesek előállítani, elfogadható költségszinttel.

A kollektor testeket általános felhasználásra dobozos kivitelben gyártják, igen változatos szerkezetben. Az alábbiakban néhány tipikus kollektor kialakítást mutatunk be a kereskedelmi forgalomban beszerezhetőek közül.

A 31. ábrán a dobozba épített kollektor általános szerkezeti kialakítását látjuk. Ennél a kivitelnél a bordák egy alumínium keretbe kerülnek összeszerelésre. A hőelnyelők alá 50 mm-es, az oldalakra 20 mm-es kompakt üveggyapot szigetelés kerül. A fedőlap egy 4 mm vastagságú prizmás, vasszegény edzett biztonsági szolár-üveg, amely 92%-os fényáteresztő képességű.

31. ábra: Dobozos kivitelű kollektor test szerkezete



Forrás: zöldsolárház.com

A ma általánosan alkalmazott ún. szolár-üveg bordázott kivitelű, felületén szelektív bevonattal. A bordázat célja a fény maradéktalan betörése a hőelnyelő bordákhoz, még nagy beesési szögek esetén is. A szárnyas kivitelű hőelnyelő felületek nyelik el a napfény széles spektrumát, és vezetik a hőt a keringtető csövekhez. A hőelnyelő elemek kiviteli alakjára egy példát a 32. ábrán láthatunk.

32. ábra: A hőelnyelő felület egy lehetséges kialakítása



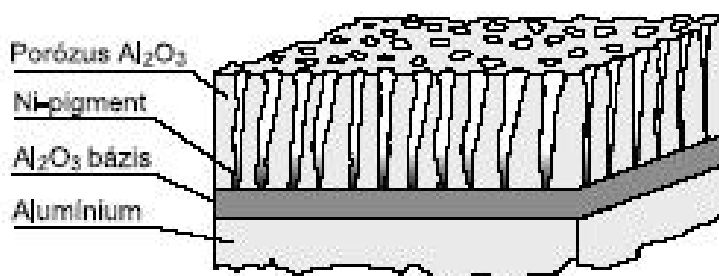
Forrás: zöldházsolár.com

A hőelnyelő felület felépítése ennél a megoldásnál rézcsőre sajtolt alumínium bordák speciális szelektív bevonattal, amely nagymértékben csökkenti a visszavert napfény mennyiségét. A réz és alumínium elemek alkalmazása általános a fémek kiváló hőátadási-hővezetési tulajdonságai miatt.

A kollektor elnyelő (abszorber) felülete az elnyert hőenergia egy részét visszasugározza.

A jó hatásfokú napkollektorok abszorber lemezét ezért olyan ún. szelektív bevonattal látják el, melyek a rövid hullámhosszú napsugárzást elnyelik, míg a saját, nagy hullámhosszú sugárzásukat nem engedik át, azt visszaverik. Így a szelektív napkollektoroknak minimális a sugárzási veszteségük. Szelektív bevonatként általában feketekróm-, nikkel- vagy titánium-oxid rétegeket alkalmaznak. A szelektív bevonat általában 1-2 μ m vastagságú, fekete porózus réteg, tölcsérszerű járatokkal (33. ábra)

33. ábra: A nikkel pigmentes szelektív bevonat felépítése.



A kollektorok dobozszerkezetének feladata az abszorber, a lefedés és a hőszigetelés zárt egységben tartása, a kollektor lezárása, a nedvesség bejutásának megakadályozása. A kollektorházak általában alumínium lemezből készülnek. Fontos, hogy az üveg fedőlap tömítése ellenálljon az időjárási hatásoknak.

A kollektorok üvegfedésének feladata, hogy átengedje a napsugárzást, ugyanakkor hőszigetelő képességével csökkentse az abszorber lemez konvektív hő veszteségét. Általában nagy tisztaságú, alacsony vastartalmú, 4 mm vastag edzett üveget alkalmaznak. Az üveg edzettsége biztosítja, hogy szállítás és felszerelés közben nem törik el, és ellenáll az erősebb jégverésnek is. Gyakran a napkollektor gyártók a kollektorok lefedésére ún. antireflexiós szolárüveget alkalmaznak. Ennek az üvegnek a külső felületén apró barázdák találhatók, ezért főleg a ferdén érkező napsugárzást kevésbé veri vissza, mint a sima felületű üveg. Hátránya viszont, hogy a barázdákban könnyebben megül a por és az egyéb szennyeződések. Ezért az anti-reflexiós és a sima üveggel készült kollektorok hatásfoka között nem lehet kimutatni különbséget. Egyes kollektor gyártók az antireflexiós üveget alkalmazzák, de a recés felületét befelé fordítják. Így az üveg elveszíti eredeti antireflexiós

funkcióját, viszont jótékonyan eltakarja a kollektorok belső kialakítását. Az antireflexiós üveg befelé fordítva ezért csak esztétikai értékkel szolgál.

Kereskedelmi forgalomban az alábbi napkollektor típusok kaphatók:

- Szelektív síkkollektor
- Vákuumcsöves szelektív kollektor
- Vákuumos szelektív síkkollektor
- Nem szelektív síkkollektor
- Lefedés nélküli, nem szelektív síkkollektor

Szelektív síkkollektornak az előzőekben ismertetett, szelektív bevonatú abszorberrel, általában egyszeres üvegfedéssel készült kollektorokat nevezzük. Ma az egész világon az eladott napkollektorok döntő többsége (több mint 90%-a) szelektív sík kollektor.

A szelektív sík kollektorok hő veszteségének jelentős részét a kollektor házban lévő levegő konvektív hőátadása okozza. Ez a veszteség megszüntethető, ha a kollektorok elnyelő lemezét olyan térbe helyezik, melyből a levegőt kiszivattyúzzák, vákuumot hoznak létre. Ekkor az általában alkalmazott közetgyapot hőszigetelés elmarad, a hőszigetelés maga a vákuum. Vákuummal lényegesen jobb hőszigetelés érhető el, mint a hagyományos szigetelőanyagokkal.

A vákuumos sík kollektor egyesíti a vákuumcsöves kollektorok alacsony hő veszteségét és a sík kollektorok magas optikai hatásfokát. Szerkezeti kialakítása hasonló a szelektív sík kollektorokhoz, de a kollektor ház légmentesen zárt, és az üveg fedőlap behorpadás ellen távtartó tüskékkel van alátámasztva. A vákuumos sík kollektorokban a vákuumot a kollektorok felszerelése után, a helyszínen hozzák létre. A kollektorok házában csatlakozó csomópontok találhatók, melyeken keresztül vákuumszivattyúval kiszívható a levegő.

Vákuumcsöves kollektorok. A vákuumos kollektorok legelterjedtebb típusa az ún. vákuumcsöves kollektor. Ezeknél a kollektoroknál az elnyelő lemezt üvegcsőbe helyezik, melyből a gyártás során kiszívják a levegőt. Újabban terjednek az olyan vákuumcsöves kollektorok, melyeknél az abszorbert a háztartási termoszkhoz hasonló, de átlátszó, kettős

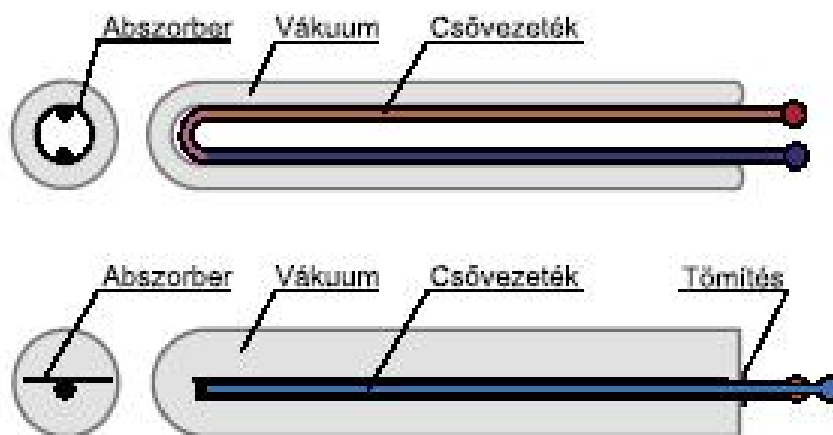
falú zsákcsőbe helyezik. Maga a vákuumcsöves napkollektor mindkét esetben több, egymás mellé helyezett vákuumcsőből áll (34. ábra).

34. ábra: Vákuumcsöves kollektor

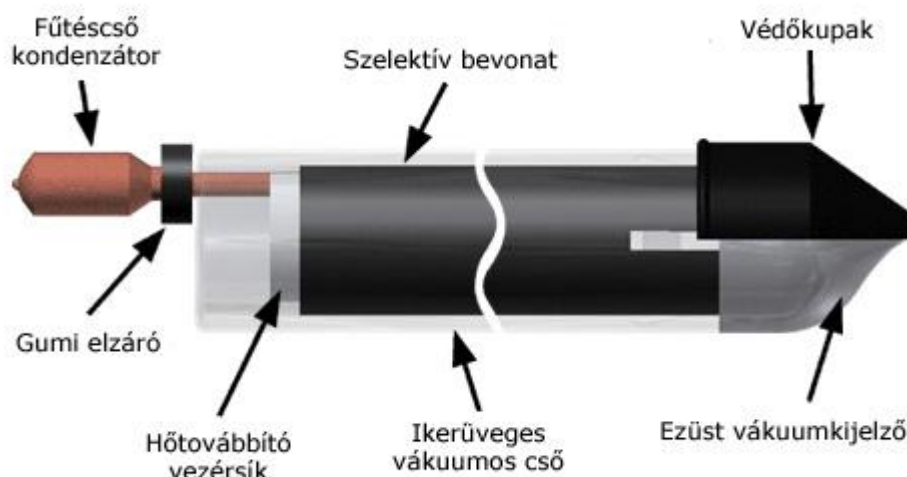


A vákuumcsöves kollektorok előnye a jó hőszigetelés, de hátrányuk az, hogy a görbe üvegfelületnek a sík kollektorokhoz képest nagyobb a reflexiója, az érkező napsugárzás nagyobb részét veri vissza. Ezért a vákuumcsöves kollektoroknak alacsonyabb az optikai hatásfoka. A vákuumcsöves kollektorok szerkezetének elvi vázlatát a 35., kiviteli alakját a 36. ábra szemlélteti.

35. ábra: Vákuumcsöves kollektor szerkezeti vázlata



36. ábra: Vákuumcső szerkezeti kialakítása



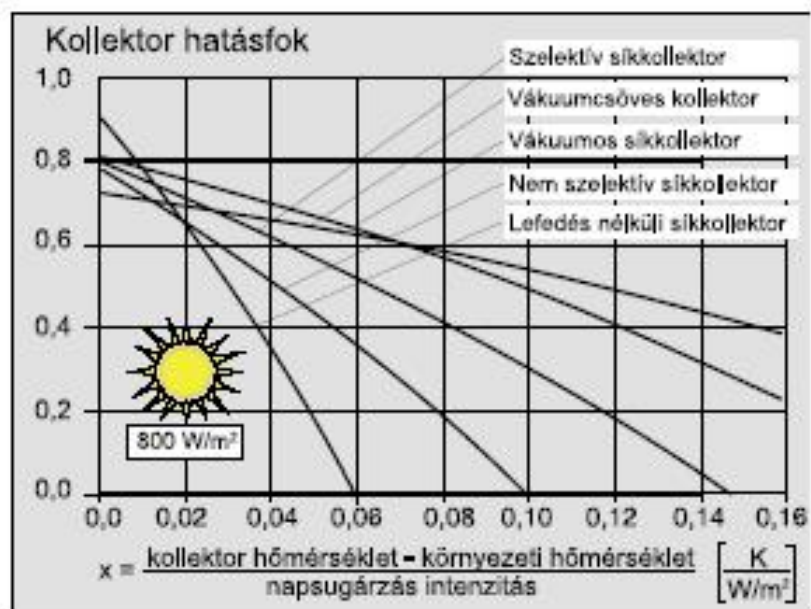
A nem szelektív síkkollektor általában egyszeres üveg vagy polikarbonátlemez fedésű, nem szelektív elnyelő lemezzel rendelkező kollektor. Ilyen kollektort elsősorban az ún. “csináld magad” napkollektor építő műhelyekben készítenek. Ezeknek a kollektoroknak a szelektív kollektorokhoz képest alacsonyabb az optikai hatásfokuk, és az elnyelő lemez kisugárzása miatt nagyobb a hő veszteségük.

Lefedés nélküli, nem szelektív síkkollektorok. Ezek a kollektorok általában UV sugárzásnak ellenálló, fekete színű, műanyag vagy gumi anyagú csőjáratos lemezből készülnek. A gumi anyagúakat szokás szolárszőnyegnek is nevezni. Ezeknél a kollektoroknál nem alkalmaznak dobozolást és lefedést. A lefedés hiánya miatt nincs reflexiós veszteség sem, ezért ezeknek a kollektoroknak a legmagasabb az optikai hatásfoka. Ugyanakkor a hőszigetelt doboz elmaradása miatt a kollektor és a környezet közötti hőmérsékletkülönbség növekedésével meredeken csökken a hatásfokuk, mivel nő a hőveszteségük.

Érdekes ezek után összehasonlítani a felsorolt, különböző előnyökkel ill. hátrányokkal rendelkező kollektorok hatásfok jelleggörbéit (37. ábra). Jól látszik, hogy a lefedés nélküli kollektor optikai hatásfoka a legjobb, mivel nincs reflexiót eredményező üvegfelület. Azonban a hőmérséklet emelkedésével – a termikus sugárzás miatt – a hatásfok gyorsan csökken. A vákuumtechnika alkalmazása nagy X értékeknél előnyös, a vákuumcsöves

kollektorok a magasabb hőmérséklettartományban is viszonylag jó hatásfokkal rendelkeznek, annak ellenére, hogy az optikai hatásfokuk a legrosszabb.

37. ábra: Különböző kollektorok hatásfokgörbéje adott besugárzás mellett



Hőcserélők, tárolók

A kollektorokban a hőt felvevő szállító közeget ritkán használjuk fel közvetlenül. Általánosan alkalmazott megoldás az, hogy a hőszállító közeg termikus energiáját átadjuk pl. víznek, amelyet különböző célra használhatunk fel. Így egy termikus szoláris rendszerben szükség van hőcserélőre és tárolóra, a két funkciót általában egy berendezésben egyesítik. A hőcserélő-tároló tartályok a rendeltetéstől és az energiaellátó rendszertől függően különböző kialakításúak lehetnek. A 24.a. ábra egy egycsöves hőcserélőt szemléltet. Ennél a hőcserélő típusnál a kiegészítő fűtés általában villamos energiával, egy fűtőpatron segítségével történik.

Amennyiben a használati melegvíz előállítására gázüzemű kazán áll rendelkezésre, a kétcsöves hőcserélő-tárolókat kell alkalmazni (38.b. ábra). Ekkor az egyik (alsó) cső kigyó a kollektor körbe, a felső a kazánkörbe kerül bekötésre.

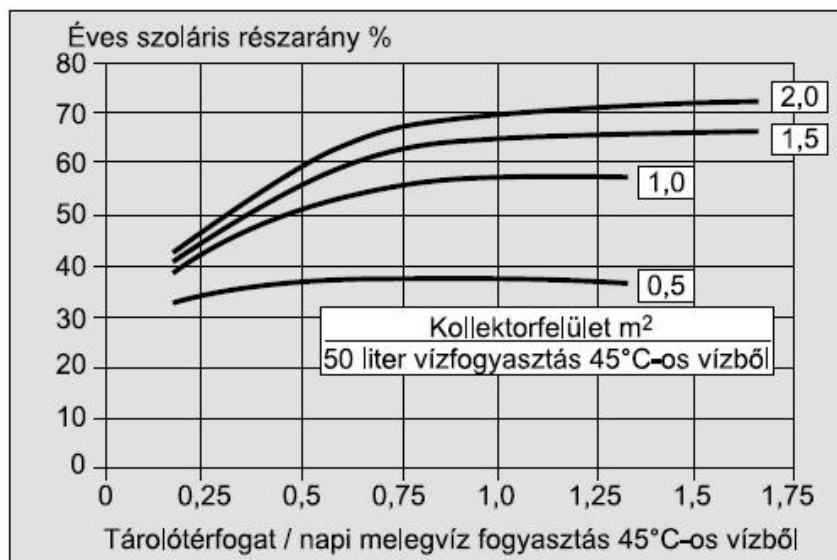
38. ábra: Egycsöves (a.) és kétsöves (b.) hőcserélő-tároló



Mindkét esetben a megtakarítás abban jelentkezik, hogy a kiegészítő fűtés csak akkor szükséges, ha a tárolóban a víz hőmérséklete alacsonyabb a szükségesnél. Nyári időszakban igen gyakori, hogy a rásegítésre egyáltalán nincs szükség.

A hőcserélő-tárolók térfogatát célszerűen a napi fogyasztásra kell méretezni. A tároló optimális méretét befolyásolja még a kollektor felület nagysága, és a melegvíz fogyasztás jellege. A 39. ábrán az elérhető éves szoláris részarány látható a tároló térfogat és a fogyasztás, valamint a kollektor felület és a fogyasztás arányának függvényében. Ha a fogyasztást 45°C-os vízből vesszük figyelembe, akkor az optimális tároló méret a napi fogyasztás 75-100%-a körül van. Ennél nagyobb tároló alkalmazása esetén a szoláris részarány már nem növekszik számottevően. Az ábrából jól látszik, hogy ha a tárolókapacitást a napi fogyasztáshoz igazítjuk, az éves szoláris részarány a kollektor nagyságának függvénye lesz: minél nagyobb kollektor felületet építünk a rendszerbe, a szoláris részarány nőni fog. Azonban nincs értelme egy ésszerű határ fölé menni (az ábra szerint kb. 2 m²/ 50 liter 45°C vízhőmérséklet) a kollektor felülettel, mert a nyereség nem nő számottevően. Hasonló a helyzet a tárolókapacitással is: a tároló térfogat/napi vízfogyasztás (45°C vízből) 1 körüli értéke fölött adott fajlagos kollektor felületnél az éves szoláris részarány csak kis mértékben nő, tehát a rendszer nem lesz számottevően gazdaságosabb.

39. ábra: a tároló méret és a kollektor felület arányához viszonyított éves szoláris részarány



Fotovillamos alkalmazások

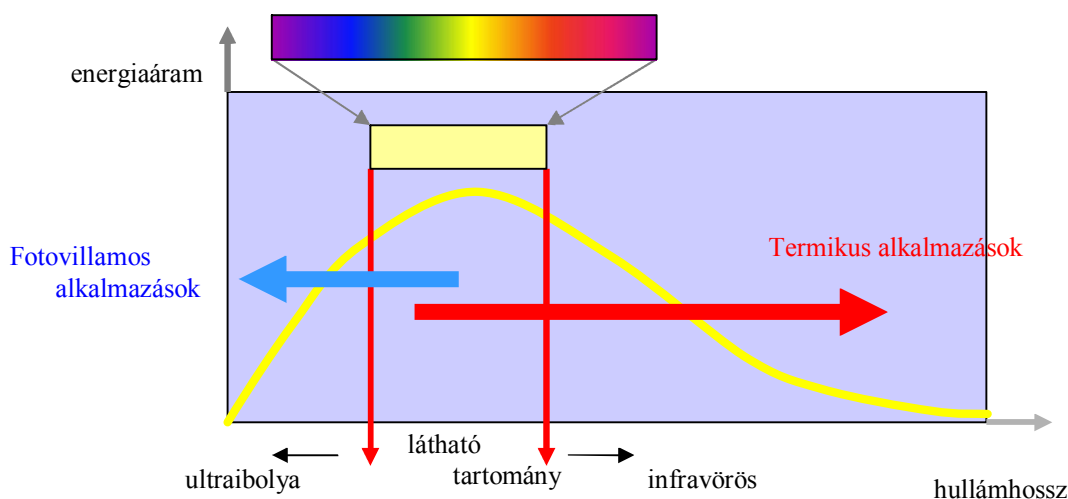
A fotovillamos effektuson alapuló eljárásokkal a Nap sugárzási energiáját közvetlenül villamos energiává alakíthatjuk. Az első, szilícium alapanyagú félvezető napelem 1953-ban készült, hatásfoka 6% körüli volt. A napelemek fejlődése azóta töretlen, igen komoly erőfeszítések történnek a hatásfok növelésére és a gyártási költségek csökkentésére. Ennek az az elsődleges oka, hogy a villamos energia előnyös, mivel bármely más energiaformába átalakítható. Ez azt jelenti, hogy a napenergiából előállított villamos energiával elvileg bármilyen (villamos) energia fogyasztó működtethető, a felhasználás igen széles körű lehet. Bizonyosra vehető, hogy a fotovillamos rendszerek, akár mint autonóm áramforrások, akár mint csatolt (integrált) rendszerek, a jövőben dinamikusan terjedni fognak. Ma különböző alapanyagok és technológiák felhasználásával évente kb. 100-120 MWp (Megawatt-peak, a csúcsteljesítmény MW-ban) állítanak elő a világon, a napelem kapacitás 1000 MWp-re tehető.

Napelemek

A napelemek tehát a Napból érkező sugárzás energiáját töltésszétválasztás révén villamos energiává alakítják. Ismert, hogy a sugárzás adagos, az energiát a fotonok szállítják. Ahhoz, hogy egy fényvezető rétegben töltésmegosztás következhesse be, a

beérkező fotonok energiájának bizonyos szintje szükséges. Ebből következik, hogy a napelemek a napfény spektrumnak csak egy bizonyos tartományában érkező sugárzást képesek hasznosítani.

40. ábra: Kollektorok és napelemek üzemi tartománya a napfény spektrum hullámhossza szerint



A 40. ábra szemlélteti a fototermikus és fotovillamos berendezések üzemi tartományát a napfény spektruma szerint. Jól látható, hogy a két megoldás átfogja a teljes napfény spektrumot, a termikus kollektorok azonban a látható fény tartományától a nagyobb hullámhosszúságú (infravörös) komponenseket hasznosítja jól, míg a napelemek a látható fény tartományától a rövid hullámhosszúságú (ultraibolya) komponenseket. A hasznosított hullámhossztartomány nem függ számottevően a napelem anyagától és az előállítás technikájától, minden napelemre általánosan jellemző.

Ma a kereskedelmi forgalomban kapható, általános rendeltetésű napelemek általában szilícium (Si) alapanyagúak. A gyártási technológia szerint a napelemek többsége egykristályos (monokristályos), vagy sokkristályos (polikristályos) kivitelű. Az un. amorf szerkezetű napelemek vékonyréteg technikával készülnek. Ezért anyag- és energiatakarékosak, mindennek eredményként viszonylag olcsók. Az elterjedésüket akadályozza, hogy hatásfokuk kb. fele a kristályos napelem konstrukcióknak.

41. ábra: Polikristályos napelem modulok

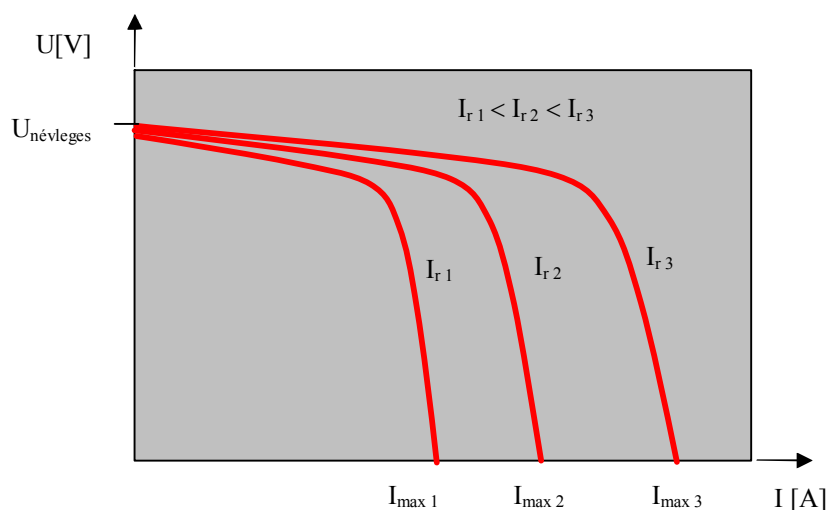


Az elemi napelem cellákat az üzemi felhasználásra modulokba szervezik. A napelem modulok szokásos névleges feszültsége 12 V (Volt), de készülnek kisebb és nagyobb – általában a szabványos feszültségsorhoz illeszkedő, esetleg átkapcsolható – névleges feszültségű modulok is. A 41. ábra két, polikristályos napelem modult szemléltet. Jól látható, hogy egy-egy modul 36 db. egyedi cellából épül fel.

A napelem-modulokat egyenfeszültségű áramforrásnak tekinthetjük, amely csak a napsugárzás intenzitásával arányos villamos energiát szolgáltat. A modult, mint áramforrást jelleggörbéi alapján értékelhetjük, ill. jellemezhetjük.

A 42. ábra mutatja a napelemek tipikus U-I (feszültség-áramerősség) jelleggörbéit különböző sugárzásintenzitás mellett.

42. ábra: Napelem U-I jelleggörbéje



Mint látható, a sugárzás intenzitás (I_r) változása lényegesen nem befolyásolja az üresjáratú feszültséget, az a névleges érték közelében marad. A sugárzás intenzitása az áramerősségre (terhelhetőségre) gyakorol hatást: nagyobb sugárzásintenzitás mellett nagyobb áramerősséggel terhelhető. Mivel a napelem teljesítménye az áramerősség és a feszültség szorzata, könnyű belátni, hogy a napelem által leadható teljesítmény a sugárzás intenzitásának függvénye: gyenge (szórt) sugárzásban a teljesítmény kicsi, erős (direkt) sugárzásban nagy lehet.

Természetesen a napelemeknél is fontos jellemző a hatásfok, amely megmutatja, hogy a beeső sugárzás hány százalékát képes a napelem hasznosítani. A 28. ábra jelleggörbéi alapján látható, hogy ez adott sugárzás intenzitás mellett attól függ, hogy hol van a napelem munkapontja, vagyis mekkora a leadott teljesítmény. A legnagyobb teljesítmény a letörési pont környezetében van, tehát ebben a tartományban a legjobb a hatásfok. (Letörési pont alatt azt a helyet értjük, ahol a jelleggörbe hirtelen esni kezd.) Ebből következik, hogy a napelem hatásfoka állandóan változik, nem adható meg konkrét értéként. Az elérhető maximális hatásfok a három alap napelem típusnál a következő:

Monokristályos napelem: 15 – 17 %

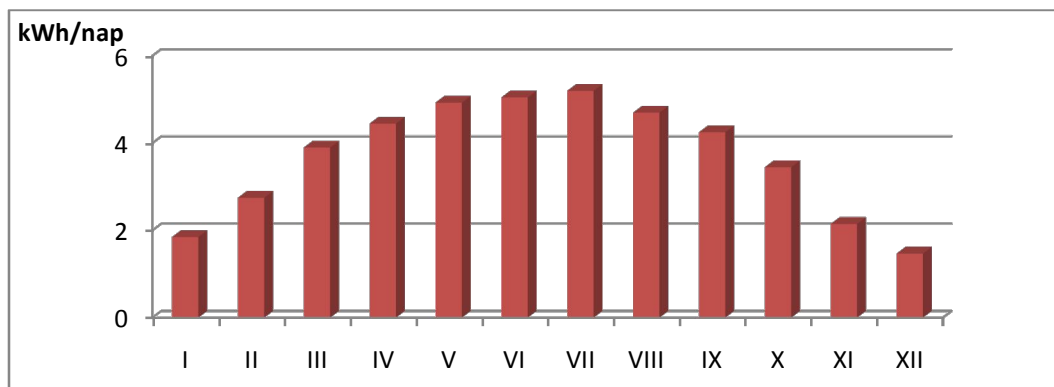
Polikristályos napelem: 13 – 15 %

Amorf napelem: 5 – 8 %.

(Az adatok Si napelemekre vonatkoznak.)

Tekintettel az évi globál sugárzás mértékére, napelemekkel még viszonylag szerény hatásfok mellett is jelentős mennyiségű villamos energia termelhető. Példaként egy 1 kWp teljesítményű napelem napi villamos energia termelését mutatjuk be a hónapok átlagában kecskeméti mérési adatok alapján (43. ábra). A napelem modulok dőlésszöge 30° volt.

43. ábra: 1kWp napelem napi várható átlagos energiatermelése az Alföldön (Kecskemét)

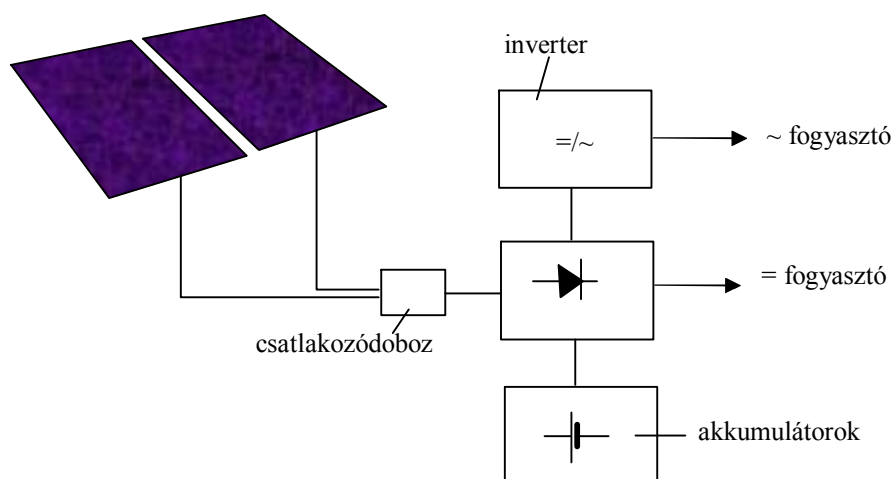


A napelemes berendezések, áramforrások általános felépítését a 44. ábrán mutatjuk be.
Fő részei (ha hálózati felhasználásról van szó):

- egy vagy több napelem modul, a szükséges teljesítménytől függően,
- csatlakozódoboz,
- szabályozó elektronika,
- akkumulátor(ok), ha az energiát tárolni kell,
- áramátalakító, ha a fogyasztó(k) váltakozó áramú(ak).

Korábban a napelemes rendszereket elsősorban villamos hálózattól távol eső helyekre javasolták áramforrásként. Ma a napelemes technika fejlődésének, a fajlagos költségek csökkenésének köszönhetően ott is megfontolandó az alkalmazás, ahol van vezetékes villamos energia ellátás. Autonóm áramforrásként a kiépítés mértékétől függően jelentős áramdíj megtakarításokhoz vezet, és nem szükséges az egyébként meglehetősen költséges tárolásról gondoskodni. A szinkronizáló inverterek lehetővé teszik a megtermelt energia hálózatra táplálását attól függetlenül, hogy van-e fogyasztás vagy nincs.

44. ábra: Napelemes áramforrás felépítése



A napelemes technika felhasználása rendkívül széles körű lehet, azonban mint minden energiaforrás esetében, itt is döntő fontosságú a költségtényező.

2.4. A SZÉLPOTENCIÁL JELLEMZÉSE

2.4.1. A szél energetikai jellemzése

A szél a légkör termikus egyensúlyának megbomlásából eredő légmozgás, azaz a levegő áramlása. Első közelítésben vehetjük, hogy a levegő több komponensű, egyfázisú, homogén és izotróp közeg, amelynek nyomása és hőmérséklete állandó. Ebben az esetben a v sebességgel áramló levegő mozgási energiaárama egy, az áramlási irányra merőlegesen kiválasztott A keresztmetszetben:

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \quad [J \cdot s^{-1}]$$

(1.)

ahol m a levegő tömegárama $[kg \cdot s^{-1}]$

ρ : a levegő sűrűsége $[kg \cdot m^{-3}]$

Ha a keresztmetszetet egységnyiinek választjuk, a fajlagos szélteljesítményt kapjuk:

$$P_f = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \quad [W \cdot m^{-2}]$$

(2.)

(Feltételeztük, hogy a levegő áramlása a keresztmetszetben lamináris.)

Mint a (2.) egyenletből látható, a szél munkavégzőképessége két jellemzőjétől, a sűrűségétől (ρ) és az áramlási sebességétől függ. Mivel az áramlási sebesség az összefüggésben a harmadik hatványon szerepel, nyilván az energiatartalmat döntően v értéke határozza meg.

A szél dinamikus energiaegyenlete

Most azt a kérdést vizsgáljuk meg, hogy a levegő sűrűsége milyen módon és mértékben befolyásolja a szél energiatartalmát. A kérdésfeltevés azért indokolt, mert a mi éghajlati viszonyaink között a légköri nyomás ugyan kismértékben, de a hőmérséklet viszonylag tág határok között változik.

Gázok sűrűségének hőmérséklettől és nyomástól való függése az általános gáztörvényből határozható meg. A p nyomású és V térfogatú, m tömegű és T hőmérsékletű levegőre írhatjuk, hogy:

$$p \cdot V = m R_g \cdot T$$

(3.)

ahol: R_g : a levegő gázállandója $[J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}]$

Ezzel a levegő sűrűségfüggvénye:

$$\rho(p, T) = \frac{m}{V} = \frac{1}{R_g} \cdot \frac{p}{T} \quad [kg \cdot m^{-3}]$$

(4.)

A (3.) egyenlet – így a (4.) is ideális gáznak tekinti a levegőt, ami nem nagy hiba, mivel a légkörben extrém nyomások és hőmérsékletek nem fordulnak elő. (A kísérletek szerint a gázok és gázkeverékek a $0 \leq p \leq 20$ bar és a $273 \leq T \leq 473$ K tartományban ideális gáznak tekinthetők.)

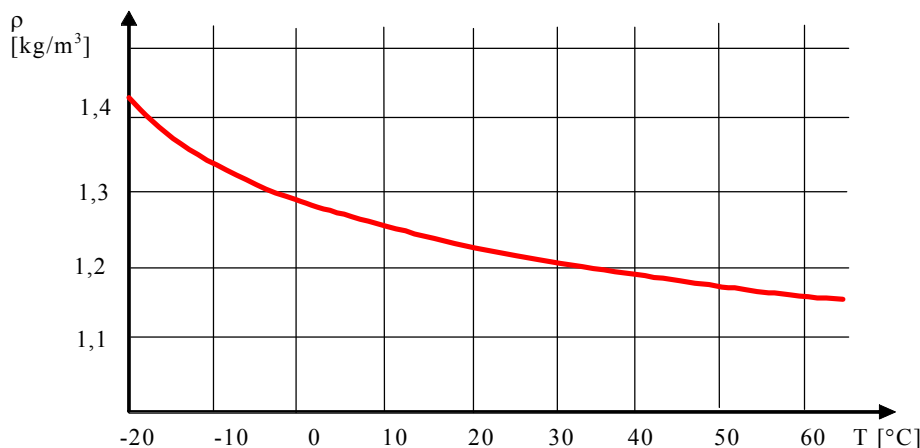
Vizsgáljuk meg a (4.) egyenletet. A légnyomás – a mi földrajzi szélességünkön – csak kismértékben változik, úgy is mondjuk, hogy ingadozik. A legalacsonyabb légnyomásérték 980 hPa, a legmagasabb 1030-1040 hPa körül van. Ha figyelmen kívül hagyjuk a légnyomás változását, a hibahatárok közelítőleg:

$$h_1 = \frac{p_{\max} - p_o}{p_o} \cong \frac{1040 - 1025}{1025} \cong 0,014 \rightarrow 1,4 \%$$

$$h_2 = \frac{p_{\min} - p_o}{p_o} \cong \frac{980 - 1025}{1025} \cong -0,044 \rightarrow -4,4 \%$$

Azaz, ha a légnyomásváltozást az energetikai számításoknál nem vesszük figyelembe, +4,4, -1,4 %-os hibával dolgozunk. Most nézzük meg mi a helyzet a hőmérséklettel. A 45. ábrán megrajzoltuk a száraz levegő (76 tömegszázalék N_2 , 24 tömegszázalék O_2) $\rho_f = f(T)$ függvényét, amelyet a (4.) egyenlet alapján kaptunk.

45. ábra: A száraz levegő sűrűségének hőmérséklet-függése



Mint látható, a hőmérséklet növekedésével a (száraz) levegő sűrűsége csökken, különösen a gyakran előforduló (-10 °C -+ 30 °C) hőmérséklettartományban. Könnyen bebizonyítható, hogy a levegőhőmérséklet figyelmen kívül hagyásával az energetikai számítások hibája $\pm 5\%$ is lehet.

A levegőben azonban mindig jelen van több-kevesebb vízgőz is, amely szintén befolyásolja a levegő aktuális sűrűségét. A telítetlen nedves levegő sűrűsége a levegőzés mellőzésével:

$$\rho = \rho_{sz} \left(1 - 0,377 \cdot \varphi \cdot \frac{p_{go}}{p} \right) \quad [kg \cdot m^{-3}] \quad (5.)$$

ahol: ρ_{sz} : a száraz levegő sűrűsége (4. egyenlet szerint)

φ : a levegő relatív páratartalma

p_{go} : a p nyomáshoz és T hőmérséklethez tartozó telített gőznyomás.

(A nedves levegő sűrűsége mindig kisebb, mint az azonos nyomású és hőmérsékletű száraz levegő sűrűsége, mivel ugyanazon nyomáson és hőmérsékleten a vízgőz sűrűsége a száraz levegő sűrűségének csak 5/8-a.)

Így mostmár felírhatjuk a szél un. dinamikus fajlagos teljesítményfüggvényét, amely minden fontos levegőfizikai paraméter hatását figyelembe veszi:

$$P_f = \frac{1}{2 R_f} \cdot \frac{p}{T} \left(1 - 0,377 \cdot \varphi \cdot \frac{p_{go}}{p} \right) \cdot v^3 \quad [W \cdot m^{-2}] \quad (6.)$$

A (6.) egyenlet kétségkívül pontos, azonban alkalmazásának az a feltétele, hogy minden benne szereplő változót egyidejűleg mérni (p_{go} -t számítani) szükséges. Ez megnehezíti használatát, így a levegő sűrűségét (szél)energetikai méréseknél és számításoknál állandónak vesszük. Szokásos értéke: $\rho = 1,297 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Csak a teljesség kedvéért említjük meg, hogy egyes esetekben a levegő egyéb komponenseket is tartalmaz. Ilyenek a víz csapadékformációi (eső, hó, jég) és mechanikai szennyezők, elsődlegesen a por. Mindezek a levegő energiatartalmát lényegesen nem befolyásolják, a szilárd halmazállapotú komponensek inkább üzemeltetési szempontból érdekesek (koptató hatás, mechanikai sérülés, jegesedés).

2.4.2. A szélpotenciál mérése és becslése

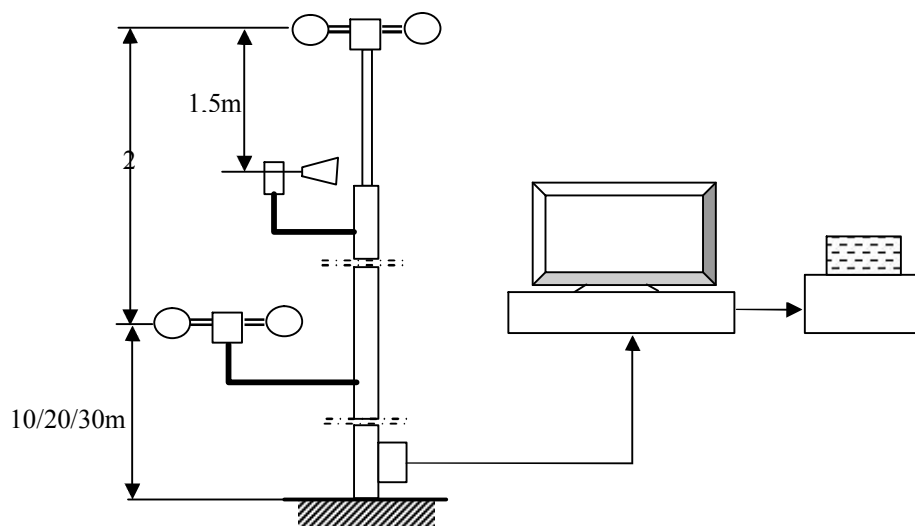
Nem egyszerű mérnöki feladat egy szélérőmű megfelelő helyének és típusának kiválasztása. Mivel a szélviszonyokat – az ország egyes, mért pontjainak kivételével – nem ismerjük, ezért nagy jelentősége van a kiszemelt helyszínen végzett méréseknek és a kapott eredmények megfelelő kiértékelésének. A meteorológiai állomások mért adatai alkalmasak ugyan általános tendenciák meghatározására, de nem lehet segítségükkel konkrét szélérőművet telepíteni és annak üzemmenetét megtervezni. A mérések alapján meghatározott szélenergia-áramok pontos leírásához, elemzéséhez statisztikai módszerek is szükségesek, amelyek már jól használható információkkal szolgálnak a berendezések telepítéséhez és üzemeltetéséhez.

Az energiatermelés feltételeinek analizálásához a helyszínen két paraméter, a szélesebbesség és a szélirány tartós mérése szükséges a lehető legnagyobb gyakorisággal és pontossággal. A méréseket lehetőség szerint a leendő szélérőgép tengelymagasságában, vagy legalább már zavarmentes magasságban kell elvégezni, úgy, hogy a függőleges szélesebbesség-eloszlási görbe pontosan meghatározható legyen.

A szélesebbesség méréséhez általában többpólusú szélirány érzékelővel ellátott kanalas szélesebbességmérőket használhatunk, amelyek analóg (időben folyamatos) vagy digitális (meghatározott időközönkénti mérésből származó) jeleket szolgáltatnak (46. ábra). Ma már a digitális készülékeket részesítjük előnyben, mert a digitális adatfeldolgozás gyorsabb, pontosabb és kényelmesebb számítógéppel. Vannak műszerek, amelyek mikrohullámú

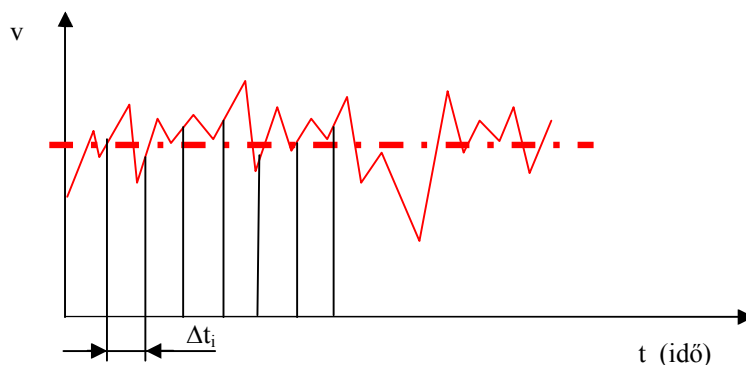
kapcsolattal közvetlenül (a nem túl távoli helyen lévő) számítógéphez folyamatosan továbbítják az adatokat, így a mérési folyamat állandóan figyelemmel kísérhető.

46. ábra: Szélsebesség és szélirány mérése



Az eljárás egyébként egyszerű, egy példán keresztül könnyen érthető. Tételezzük fel, hogy digitális mérőberendezésünk van, és a szél sebessége időben a 47. ábra szerinti. (A szél analóg, nem digitális!) A mérőberendezésen beállítjuk a mintavételi (mérési) időközöket (Δt), amellyel tulajdonképpen közelítjük a szélsebesség tényleges, szabálytalan függvényét. Nyilvánvaló, hogy minél kisebb Δt , közelítésünk annál pontosabb. A műszer a két mérési időpont közötti szélsebesség-átlagokat méri és ezeket az átlagértékeket ($\overline{v_i}$) tárolja vagy küldi a feldolgozó számítógépbe. A mérési időtartam alatt kapott adatmennyiség a mérési gyakoriságtól függ, a Δt időközök meghatározásánál a tárolókapacitást ezért szigorúan figyelembe kell venni, egyébként adatvesztés következhet be a mérési ciklus végén.

47. ábra: A szélenergia mérése



Tehát van a t hosszúságú időtartamra vonatkozó $n=t/\Delta t$ számú szélességadatunk, feladatunk a fajlagos szélpotenciál vagy a fajlagos szélteljesítmény meghatározása. Mint láttuk, a szél energiatartalma a szélesség harmadik hatványával arányos, ezért nem mindegy, hogyan számolunk.

Meteorológiai széladatfeldolgozás esetén az átlagos szélességet egyszerű átlagolással számítják:

$$v_a = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{v}_i}{n} \quad [m \cdot s^{-1}] \quad (7.)$$

Helytelen azonban energetikai számításokhoz ezt a módszer alkalmazni, mert így alábecsüljük a szélben rejlő energiát. Ezért a feldolgozásnál a szélesség-köbök átlagát kell kiszámítani és ennek alapján meghatározni a fajlagos szélteljesítményt:

$$v_a^3 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{v}_i)^3}{n} \quad [m^3 \cdot s^{-3}] \quad (8.)$$

Bizonyításul, hogy

$$\left(\sum_{i=1}^n \bar{v}_i \right)^3 \ll \sum_{i=1}^n (\bar{v}_i)^3$$

nézzünk egy példát. Legyen egy 10 mérésből származó adatsorunk a 4. táblázat szerint, és számítsuk ki a két módszer alapján kapott fajlagos szélteljesítmény értékeket.

4. táblázat: Példa a fajlagos szélteljesítmény meghatározásához

I.	$\bar{v}_i [m \cdot s^{-1}]$	4	6	5	7	8	3	5	4	6	5	$\sum \bar{v}_i = 53$	$v_a = 5,3$	$v_{aI}^3 \cong 149$
II.	$\bar{v}_i^3 [m^3 \cdot s^{-3}]$	64	216	125	343	512	27	125	64	216	125	$\sum \bar{v}_i^3 = 1817$	-	$v_{aII}^3 \cong 182$

A két fajlagos szélteljesítmény viszonya:

$$k = \frac{P_{fI}}{P_{fII}} = \frac{v_{aI}^3}{v_{aII}^3} = \frac{149}{182} \cong 0,82, \quad \text{azaz közel } 20 \text{ \% -al alábecsüljük a szél}$$

energiatartalmát, ha nem a helyes módszerrel számolunk.

A méréssel felvett adatok pontossága kulcsfontosságú az energetikai előrejelzések szempontjából. Gondoljunk ismét arra, hogy a szél energiatartalma a szélesebbesség harmadik hatványával arányos. Ezért egy kis hiba a szélesebbességmérésnél hatványozottan jelentkezik a szélpotenciál meghatározásában.

Tételezzük fel, hogy egy olyan szélmérővel dolgozunk, amelynek pontossága $\pm 5\%$. Mérési adataink ezért szórnak, minél nagyobb szélesebbesség tartományban mérünk, a mért szélesebbességértékből számított szélpotenciál annál jobban eltér(het) a tényleges értéktől. Így a mérésnél egy viszonylag kis hiba, pl. a gazdaságosság megítélése során, teljesen téves következtetés levonását eredményezheti.

A leggyakoribb hibaforrások a szélesebbesség-mérésnél a következők:

- hibás anemométer (pl. deformálódott kanál, szoruló tengely, stb.)
- a hitelesítés (kalibrálás) hiánya. (A hitelesítést akkor is el kell végezni, ha korábban rendelkezésre állnak hitelesítési jegyzőkönyvek. A hitelesítés során derülhetnek ki a műszer esetleges mechanikai vagy elektronikus hibái is.)
- a mérés zavart légáramban történik. A zavart légáramot okozhatja
 - a műszerek tartószerkezete,
 - a környezet objektumai (pl. túl alacsonyan elhelyezett műszernél házak, fák, stb.)
 - más, közel elhelyezett műszer (pl. széliránymérő)
- rossz pozicionálás (nem függőleges tengelyű elhelyezés),
- instabil rögzítés, a rezgés-mozgás befolyásolja a mérés pontosságát.

A szélirány mérése

Bár a széliránytól nem függ a szél energiatartalma, a széliránynak, pontosabban a szélirányváltozás gyakoriságának jelentős hatása van az energiatermelésre. Egyedi berendezéseknél is, de különösen szélenergia-csoportos telepítésénél feltétlenül ismerni kell az uralkodó szélirány(oka)t ill. az adott helyen várható széliránygyakoriságokat. Ezért a szélesebbességméréssel egyidejűleg széliránymérésre is szükség van.

A szélirányméréssel a szél vízszintes síkban történő mozgását követjük nyomon, tehát valójában nem a szél tényleges irányát mérjük, hanem annak egyébként jellemző vízszintes vetületét.

A szélirány meghatározásához ezért pontosan függőlegesen pozicionált tengely körül elforduló, vitorlával szerelt kis rudat használunk (2. ábra), amely automatikusan a legkisebb ellenállás irányába – azaz a szélirányba – áll be. A jeladó egy körforgó potenciométer, amely mint feszültségosztó a széliránnyal arányos elektromos jelet szolgáltat. Mivel a szél bármely irányból fújhat, fontos, hogy a széliránymérő a teljes 360°-os szögtartományt pontosan („ugrás” nélkül) lefedje. A korszerű műszereknél a felbontóképesség 1°, ami azt jelenti, hogy a szélirány 1°-os megváltozását már érzékelni tudják.

A szélirányadatokat ugyanúgy, mint a szélesebesség mérésnél, mintavétel alapján (időközönként) leolvasva gyűjtjük és utána kiértékeljük.

Az adatok kezelése, megjelenítése

Ma elfogadott feltétel, hogy nagyteljesítményű szélerőművek telepítését megelőzően legalább egy éves időtartamú helyi szélmérést kell végezni. Ha pl. nem túl rövid, egyperces mintavételi idővel dolgozunk, akkor is egy év alatt $365 \cdot 24 \cdot 60 = 525.600$ adatkör (szélesebesség-szélirány) áll rendelkezésünkre, amelynek feldolgozása számítástechnikai háttér nélkül igen keserves lenne.

Az elektronikus úton mért és összegyűjtött (ROM, data-logger, vagy GSM-továbbítás) adatokat megfelelő adatbázis-kezelő szoftverekkel könnyen kezelhetjük, értékelhetjük.

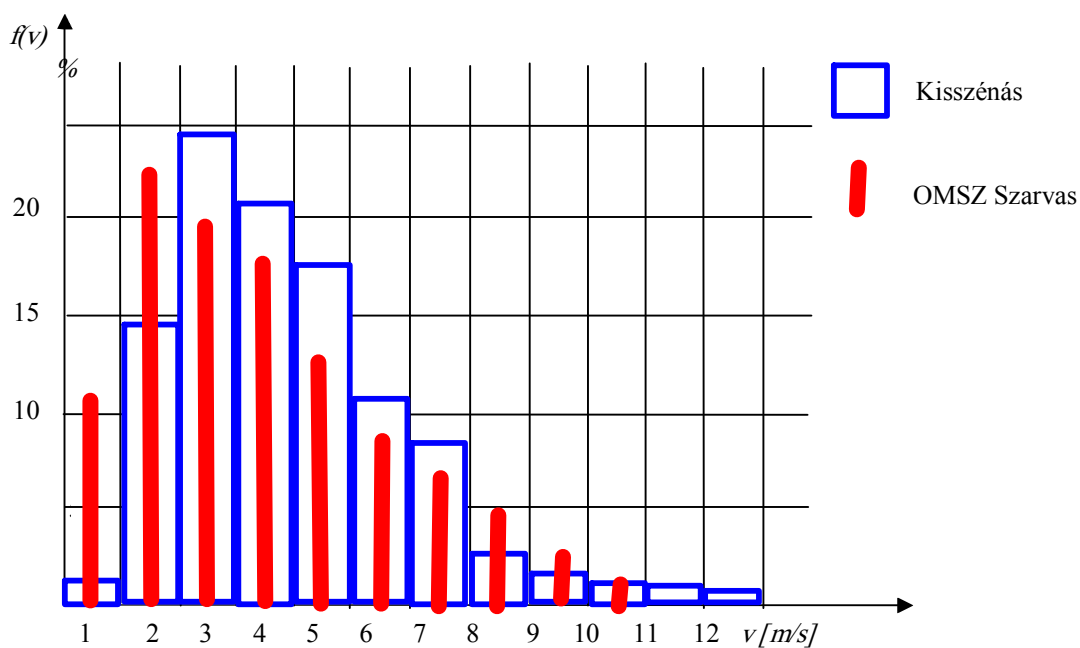
Az adatokat célszerű úgy csoportosítani, hogy azok egy rövidebb időszakra (pl. hónapra) vonatkozzanak. A havi adatfeldolgozás módszere azért is előnyös, mert így a meteorológiai adatokkal történő összevetés is lehetséges.

A táblázatba foglalt szélesebesség – és szélirány értékekből számos paraméter származtatható (időszakos maximum, minimum, átlag, relatív gyakoriság, stb.). Energetikai szempontból a leghasznosabb, ha elkészítjük a választott időszakra vonatkozó relatív szélesebesség - (vagy szélesebesség-köb) ill. szélirány – gyakorisági hisztogramokat.

A relatív szélesebességgyakorisági hisztogramra könnyen eloszlásfüggvény illeszthető, amely a további elemzéseknek kitűnő alapja (lásd. később), mindemellett igen szemléletes is. A 48. ábrán egy ilyen hisztogramot látunk. Az ábrán két, földrajzilag egymáshoz közeli (légvonalban 12 km) ponton mért szélesebesség-eloszlást ábrázoltunk. Érdekes megfigyelni, hogy a környezeti feltételek (terepviszonyok) milyen jelentős mértékben befolyásolják a

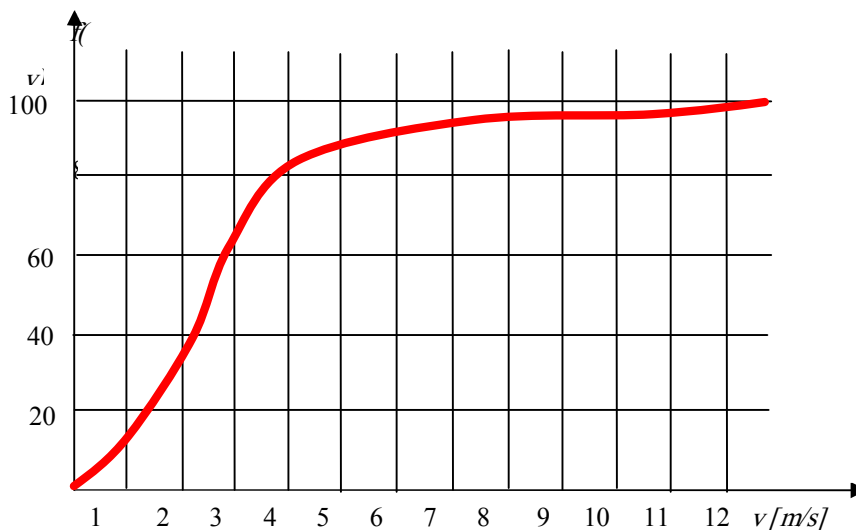
helyi szélviszonyokat: az OMSz Agrometeorológiai Observatóriuma ligetes környezete (Szarvasi Arborétum közelsége) moderálja a szelet a nyílt terephez képest (Kisszénás).

48. ábra: Relatív szélességgyakorisági hisztogram



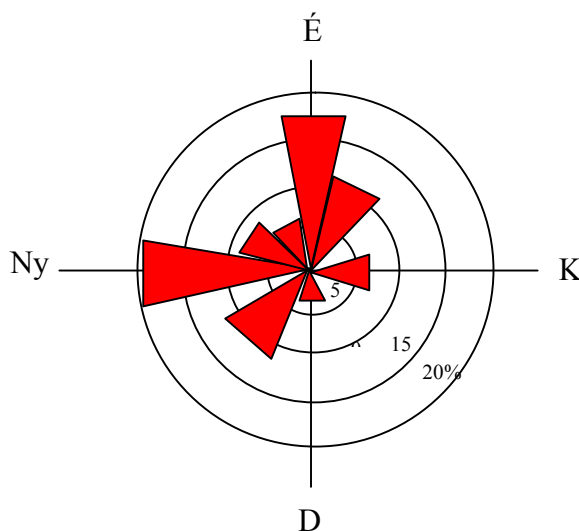
Egy másik, szintén hasznos megoldás, ha megrajzoljuk az időszakra (évre, hónapra, stb.) vonatkozó un. szélesség-tartamdiagramot (49. ábra). Itt a szélességérték függvényében az adott szélesség alatti relatív gyakoriságokat kummuláljuk. A diagramról így könnyen leolvasható egy tetszőleges szélesség alatti és feletti szelek összes relatív gyakorisága, vagy két szélesség érték közé eső szelek relatív gyakorisága.

49. ábra: Szélesség-tartamdiagram



Hasonlóan járunk el a szélirányméréssel kapott adatbázissal is. A mért szélirányértékeket osztályokba sorolva megrajzolhatjuk a széliránygyakorisági hisztogramot, amely általában praktikusan kör alakú. A hisztogramon az egyes irányokat az égtájak alapján definiáljuk, így könnyű a helyszíni azonosítása az uralkodó szélirány(ok)nak (50. ábra).

50. ábra: Relatív széliránygyakorisági hisztogram



Az energetikai elemzést segítheti, ha megvizsgáljuk az egyes – főleg az uralkodó – szélirányokban tapasztalható jellemző szélesebségeket. Mindenesetre általános esetben a relatív szélesebség- és széliránygyakorisági adatok elegendőek a szélerőművek telepítésének megítéléséhez és a várható energiatermelés előrejelzéséhez.

A függőleges szélprofil

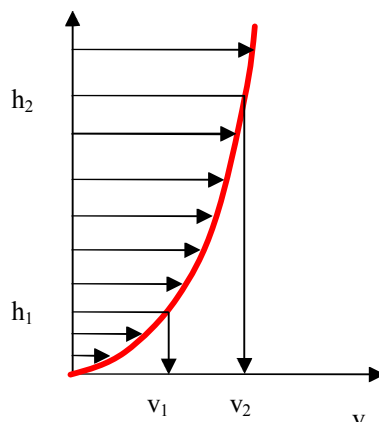
A szél áramlástanai szempontból egy speciális eset, ugyanis az áramlási tér egy oldalról a talajfelszínnel, mint merev fallal határolt. A szélesebség függőleges eloszlása ezért a felszín közelében a határréteg-elméletnek megfelelően a felület érdességének függvénye.

A földfelszín érdessége igen változatos. A határolófelület alapvető jellegét a domborzati viszonyok (topográfia) határozzák meg. A másodlagos érdesség a felszínen lévő árnyékoló természetes és mesterséges tereptárgyak összessége.

A felszín közvetlen közelében a szél áramlása – mind vízszintes, mind pedig függőleges síkban – a tereptárgyak miatt többnyire turbulens, mozgása lassú. A magassággal a szélesebség nő, áramlása kiegyenlített, jó közelítéssel laminárisnak vehető. Számos

megfigyelés és mérés eredményeként jól ismerjük a szélesebbség függőleges megoszlását, amelyet (függőleges) szélprofilnak nevezünk (51. ábra).

51. ábra: Függőleges szélprofil



A szélerőgépeket energiatermelés céljából tehát az előzőek miatt célszerű minél magasabbra telepíteni. A szélmérő berendezéseket általában csak 10-30 m magasságban tudjuk telepíteni, így a mérés helyén a szélprofil egy-két pontja ismert. Azonban tapasztalati összefüggések alapján jó közelítéssel számítani tudjuk a szélesebbséget – pontosabban annak valószínű értékét – tetszőleges magasságban egy mérési magasság szélesebbségértékéből. Ha a h_1 magasságban mért (átlagos) szélesebbség v_1 , a h_2 magasságban valószínű értéke:

$$v_2 = v_1 \cdot \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^\alpha \quad [m s^{-1}] \quad (9.)$$

A (9.) egyenletben az α kitevő az ún. Hellmann tényező, amelynek értéke a földrajzi hely domborzatától és a környező tereptárgyaktól függ. Vizsgálatok szerint a magyarországi szélviszonyokra az

$$0,15 < \alpha < 0,40$$

Értékekkel számolhatunk. A kisebb α értékek általában síkvidéki, a nagyobbak dombvidéki viszonyokra értendők.

Megjegyezzük, hogy a függőleges szélprofil számítására számos egyéb ajánlás található a szakirodalomban, a meteorológiában például logaritmus-függvényeket használnak.

Adott földrajzi ponton mért adatok alapján kapott szélprofil természetesen csak a mérőhely szűk környezetére érvényes. Távolabb a domborzati viszonyokból adódóan már változ(hat)nak a szélviszonyok, akár jelentősen is. Térinformatikai módszerekkel azonban

a mérőhely adatai alapján számítani tudjuk a távolabbi pontokban valószínű szélviszonyokat.

A természetes felszínek áramlásmódosító hatásainak vizsgálatára először Dániában fejlesztettek ki programot, amelyet igen elterjedten használnak. A WAsP (*Wind Atlas Analysis and Application Program*) a széladatok horizontális és vertikális extrapolációjára szolgáló lineáris, spektrális modell. A program használatához szükséges – a széladatokon kívül – a mérési pont környezetének digitális, szintvonalas térképe.

Az analízis eredménye igen szemléletes: a vizsgált terület széltérképe, amelyről azonnal leolvasható adott ponton az átlagos szélesebesség, vagy a fajlagos szélteljesítmény értéke, kijelölhetők a szélerőgépek lehetséges telepítési helyei.

2.4.3. Energiaátalakítási módszerek áttekintése

A szél mozgási energiájának átalakítására számos technikai megoldás ismeretes és várható, hogy ezek száma bővül. Közös jellemzőjük azonban (feltehetően a még ezután megszületőknek is), hogy az energia átalakító szerkezetük forgó mozgást végez, így a szél mozgási energiájából mechanikai hajtóenergiát állítanak elő. Közös továbbá bennük az is, hogy a megfelelő energiatartalmú légmozgások eléréséhez a terepszintről kiemelkedő tartószerkezettel rendelkeznek, szerves részük valamely munkagép, amely a megtermelt energiát hasznosítja. A hajtásjellemzők megváltoztatásához általában hajtómű szükséges, külön szerkezettel kell megoldani a szélirányba állást, a viharvédelmet, stb.

Mindenesetre egy komplett szélenergia-hasznosító szerkezet számos, más területen is általánosan használt gépelemből, szerkezeti egységből áll, amelyeknél a névhasználat (megnevezés) egyértelmű, ugyanakkor vannak speciális elemei, amelyek másutt nem fordulnak elő. Most ezek közül a legfontosabbakat tekintjük át.

Rögtön itt az első, a komplett berendezés megnevezése. A hazai irodalomban ezeket találjuk: szélgép, szélerőmű, szélmotor, szélturbina. Ha a berendezés lényegét tekintjük, funkciója az input szélenergia egy – vagy több lépcsőben történő átalakítása. Ez pedig az erőgépek (belső égésű motorok, villanymotorok, stb.) sajátja. Így a javasolható általános megnevezés: szélerőgép. Mivel a szélerőgép magába foglalja a munkagépet (a végső energia transzformációt végző egységet) is, erre egy jelzős szerkezettel lehet utalni, pl. szivattyús szélerőgép, villamos szélerőgép, stb. Nagyteljesítményű villamos szélerőgépek

esetében (100 kW felett) arra is utalva, hogy ezek a gépek elektromos hálózatra termelnek, megkülönböztetésül a ma is használatos (villamos) szélérőmű megnevezés indokolt.

Minden szélérőgép fő eleme a forgó mozgást végző energiaátalakító szerkezet. (Szokásos elnevezéseit korábban felsoroltuk.) Mint később látni fogjuk, az energiaátalakító szerkezetek annyira változatos kialakításúak, hogy csak egy közös tulajdonságuk emelhető ki: a forgómozgás. Ezért a szélérőgép-rotor, vagy röviden rotor elnevezés kínálkozik általános megoldásnak. Ez egyúttal megkönnyíti a rotor szerkezeti elemeinek megnevezését is (pl. rotor agy, rotor engely, rotor szárny, rotor lapát, stb.) és az egyes típusok szokásos megnevezésével is összhangban van (pl. Savonius-rotor, Darrieux-rotor, stb.). A rotorok megkülönböztetésére javasolható a konstrukcióra utaló jelző használata, mint pl. szárny típusú rotor, lapátkerekű rotor stb. A szélérőgép felépítményét (rotor, hajtómű, segédberendezések) valamilyen függőleges tartószerkezetre szereljük. Az elnevezések itt is változatosak: oszlop, torony, állvány, stb. Ha a szerkezet funkciójából indulunk ki, akkor a tartó, vagy bővebben tartószerkezet elnevezés ezt pontosan kifejezi. A kiviteli alakra történő utalás itt is könnyen, jelzős szerkezet alkalmazásával megoldható: rácsos, csőváz, lábas tartószerkezet stb. A tartó tetején elhelyezett, a rotor tengely csapágyazására, a hajtómű(vek) védett elhelyezésére, gyakran a munkagép (generátor) és segédberendezések (fék, szélirányba állító szerkezet) befogadására alkalmas szerkezet a gépház. A fentiekben definiált néhány fő szerkezeti egység szokásos elrendezését a 52. ábra szemlélteti a leggyakoribb, vízszintes tengelyelrendezésű szélérőgépek esetében.

52. ábra: Tipikus vízszintes tengelyű szélérőgépek felépítése: a, víz húzó szél gép, b, szélérőmű



a)



b)

2.5. Biomassza energiaátalakítási módszerek

2.5.1. A biomassza energetikai jellemzése

A biomassza- bázisú energiatermelés eltér a hagyományos energiatermeléstől abban, hogy többlet CO₂ (széndioxid) emisszió nincs, a biomasszák létrejöttékor megkötött CO₂ szabadul fel az energiatermelés során, és az égéshez szükséges oxigén a biomassza létrejöttékor szabadul fel, tehát többlet CO₂ nem keletkezik. Az évente képződött biomassza- mennyiség, gyakorlatilag kifogyhatatlan, de sokféle hasznosítási lehetősége behatárolja energiaforrásként történő felhasználását. A Magyarországon évente termelődő biomassza energiataralma meghaladja az egy év alatt felhasznált összes energia mértékét. Statisztikai adatok alapján a hazai, energiaforrásként felhasználható biomassza éves mennyisége: Növénytermesztés: 4-4,5 millió tonna, állattenyésztés: 1,8- 2,3 millió tonna, élelmiszeripar: 150-200 ezer tonna, erdőgazdaság: 3-4 millió tonna, települési hulladék: 25-30 millió tonna.

Magyarországon adott a jó föld, a jó környezet a biomassza termeléshez. A vidékfejlesztésen is nagyot lendíthet, ugyanis az energianövények termelésével a földek jelenleginél nagyobb része gondozott, kultúrállapotban tartható. A megtermelt biomassza feldolgozására alkalmas gépeket, eszközöket gyártó ipar is kialakul. Magyarország előnye abból is származhat, hogy évek óta egyfajta faültetési program zajlik (erdő, gyümölcsös). Felkészültek vagyunk például az energiaerdő telepítésére is.

Magyarország meteorológiai és termőhely adottságai igen kedvező feltételeket teremtenek a biomassza, mint megújuló energiaforrás széleskörű alkalmazására.

Az elmúlt években alapvetően az erdőgazdaságban termelt tűzifa bázison épültek nagyobb volumenű erőművi méretű villamosenergia termelő kapacitások, azonban további hasonló létesítmények építését a rendelkezésre álló famennyiség már korlátozza, mivel a jó minőségű faanyagok a faipari felhasználás során lényegesen nagyobb értéket képviselnek, mint az elégetésükkel termelhető energia.

Ezzel szemben a mezőgazdaságban az EU csatlakozással szükségszerűen végbemenő változások felértékelik az energetikai növénytermesztés (energia ültetvények) létesítését, mivel ezek a növénykultúrák nem minősülnek étkezési célú termesztésnek ezért a szigorú

EU-s ugaroltatási és mennyiségi korlátozások miatt művelésből kiszoruló termőterületeken is vethetők és termesztethetők.

Másrészt egyre nagyobb tüzelőanyag forrást jelentenek a különböző hulladékok, melyek az EU-s normáknak megfelelő hulladékkezelési rendszerek alkalmazása esetén már a mai jogszabályok szerint is megújuló energiaforrásnak minősülnek és jövőbeni energetikai felhasználásuk jelentős bővülése valószínűsíthető.

Mindezek alapján a világban már kifejlesztett innovatív technológiák hazai feltételek közötti hatékonyság, költség és nyereségesség vizsgálatait elvégezve többek között az alábbi technológiák meghonosítása lehetséges:

- Fás- és lágyszárú energetikai ültetvények létesítése
- Fluid tüzelésű fűtőerőművek biomassza és kommunális hulladékégetésre
- Pirolitikus bioolaj gyártómű növényi eredetű hulladék bázison
- Pirolitikus elgázosító és hőhasznosítómű mezőgazdasági-, kommunális-, ipari- és veszélyes hulladékgázosításra
- Plazmagázosító és integrált gázturbinás kombinált ciklusú erőmű mezőgazdasági-, kommunális-, ipari- és veszélyes hulladékgázosításra

Az Európai Unióban 2004-ben 13,9 százalék volt a nem fosszilis, megújuló energiahordozók részaránya az energiatermelésben. Ezt 2010-re 22,1 százalékra tervezik emelni. Hazánkban ez az arány 2004-ben 0,9 százalék volt, amelyet 2010-re 3,6 százalékra kell emelnünk; ezt vállaltuk csatlakozáskor. Tehát 6 év alatt négyszeresére kell növelnünk a megújuló energiahordozók termelését, felhasználását. Egyre nagyobb jelentőségű az a törekvés, hogy növekvő energiaigényünket minél kedvezőbb áron legyen módunk kielégíteni. Mindkét alapvető szempontnak megfelel, ha minél teljesebb mértékben hasznosítjuk az országban található biomassza energetikai tartalékokat.

Hazánkban, az EU-csatlakozás nyomán az élelmiszer-termelésből ideiglenesen vagy véglegesen kivont termőföldek hasznosítása, a vidék jövedelemtermelő, népességmegtartó képességének megőrzése összekapcsolható a megújuló energiaforrások iránti fokozott igény részleges kielégítésével.

A növények gázcseréje miatt a hasznosított biomassza olyan megújuló energiaforrást jelent, amely égetéssel felhasználásakor nem terheli a légkört széndioxiddal, és egyúttal Magyarország megújuló energiaforrásai között a legnagyobb potenciált jelenti. Hazánkban

a megújuló erőforrások felhasználási lehetőségeinek megteremtése nem csak gazdasági, hanem stratégiai kényszer, szükségszerűség is.

A megtermelendő biomassa aprítékolását, illetve tömörítését szolgáló eszközök ismertek és túlnyomórészt rendelkezésre állnak. Hazai gyártónál elérhetők a kisüzemi hasznosítást lehetővé tevő kazánok; amelyek a meglévő rendszerek mellé beépítve, akár szakaszosan is üzemeltethetők az energiaigény maximuma idején.

A mezőgazdaságból és erdészetből származó energetikai célra szolgáló biomassa a következőképpen csoportosítható:

Melléktermékek, hulladékok:

1. Növénytermesztés (gabonaszalma, kukoricacsutka)
2. Állattenyésztés (hígtrágya, almos trágya)
3. Kertészet (gyümölcsfa nyesedék, szőlő nyesedék)
4. Élelmiszeripar (feldolgozási melléktermékek)
5. Erdészet (vágástéri hulladék)
6. Elsődleges faipar (fűrészpor, gyaluforgács)

Energetikai célra termelt alapanyagok:

1. Fás-szárú és lágy-szárú energetikai ültetvények
2. Biodízel alapanyagok (repce, napraforgó)
3. Bioetanol alapanyagok (gabonafélék, kukorica, cukorrépa, burgonya)

2.5.2. Energiaátalakítási módszerek jellemzése

Biogáz előállítás

A biogáz szerves anyagok levegőtől elzárt (anaerob) lebomlása során keletkező gázelegy, amely mintegy 50-70 % metánt tartalmaz. További összetevői: 30-40% szén-dioxid és (kis mennyiségben) kénhidrogén, nitrogén, szénmonoxid, víz.

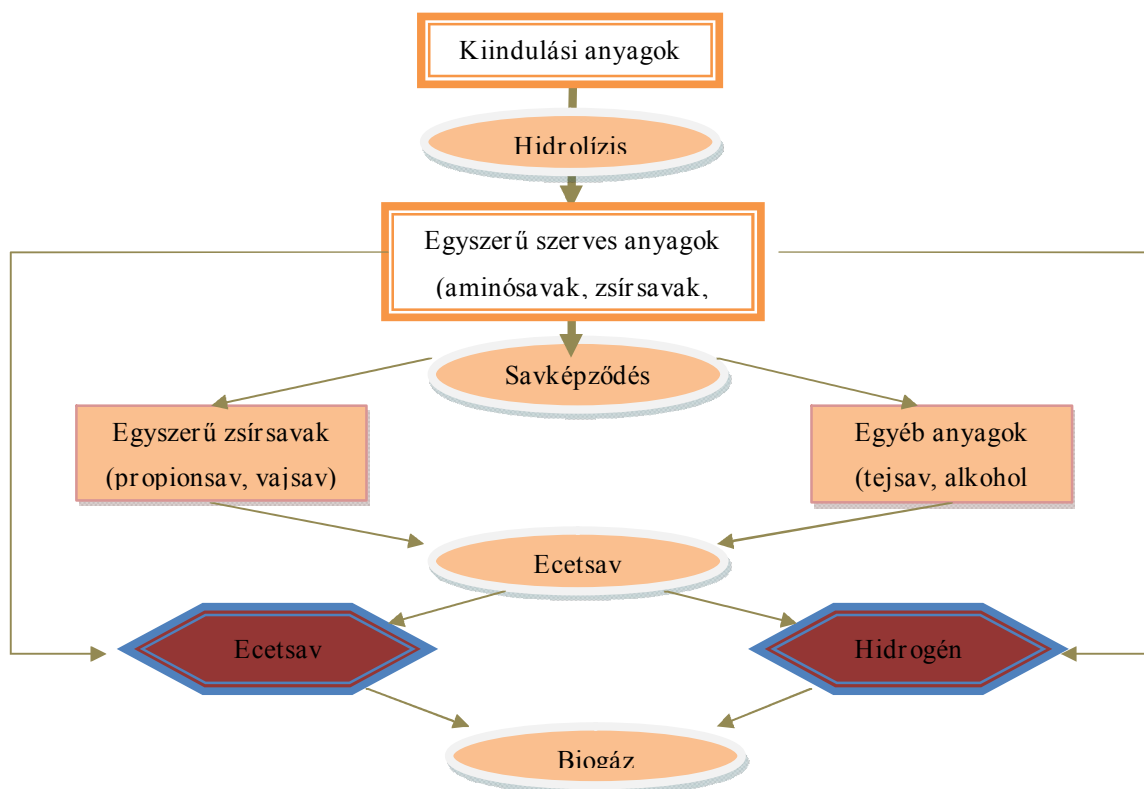
A természetben minden olyan helyen biogáz képződik, ahol a metántermelő mikroba-féleségek nedves közegben, levegőtől elzárva elszaporodhatnak, s a jelen lévő szerves anyagokat lebonthatják. A természetes biogáz képződés példái:

- mocsárgáz,
- nedves hulladékkezelő telepeken termelődő metán,
- kérődző állatok bélrendszerében keletkező metán.

A biogáz termelés szakaszai

A biogáz képződése 3 szakaszban valósul meg (53. ábra). Az első lépésben a szerves anyagban található fehérjék, zsírok és szénhidrátok egyszerűbb vegyületekre (aminosavakra, zsírsavakra, cukrokra) bomlanak le. A második lépcsőben az acetogén baktériumok munkájának eredményeként ezekből az anyagokból szerves savak (ecetsav, propionsav, vajsav), hidrogén és nyomokban alacsony szénatom számú alkoholok, aldehidek jönnek létre. A harmadik szakaszban a metántermelő mikroorganizmusok nagyobb csoportja a szerves savakat metánná, szén-dioxiddá és vízzé bontja le. A metanogének egy másik csoportja ugyanekkor a keletkező széndioxid egy részét az acetogének által termelt hidrogén felhasználásával alakítja át metánná. A biogáz üzemben ezek a lépcsők nem különülnek egymástól, egyszerre vannak jelen, ez az oka a biogáz üzemek érzékeny biotechnológiai egyensúlyának.

53. ábra: A biogáz-termelés szakaszai



A biogáz termelés alapanyagai

Biogáz minden a baktériumok által könnyen bontható szerves anyagból képződhet. A mezőgazdasági biogáz üzemekben többnyire a hígtrágyát és almos trágyát használják, mint

alapanyagot (szubsztrátumot) – az újabb biogáz erőműtípusok már nem igénylik a hígtrágya felhasználását. A szarvasmarha hígtrágyája nagy pufferkapacitása miatt a biológiai folyamatokat optimális körülmények (pH) között tudja tartani. Emellett természetesen más szerves anyagokat is felhasználhatunk biogáz termelésére, így a mezőgazdaságból és élelmiszeriparból származó melléktermékeket, valamint silókukoricát, gabonaféléket, stb. Lehetőség nyílik az ugaroltatott területeken energianövények termesztésére, amelyeket a biogáz üzem ugyancsak hasznosítani tud. Az élelmiszeriparból származó melléktermékek is feldolgozásra kerülhetnek (pl. vágóhídi hulladék, zsírleválasztó maradék, törköly, cukorrépaszelet, stb.). A területgondozásból származó zöld vágási hulladék, a válogatott kommunális hulladékok szerves része, az éttermi hulladék és a szennyvíziszap is alkalmas biogáz termelésre.

Szükséges a tisztítószer, fertőtlenítőszer és egyes gyógyszerek (főleg antibiotikumok) biogáz üzembe történő kerülését megakadályozni vagy legalábbis korlátozni, mert azok a lebontási folyamatokat zavarják. A túlzottan magas ammónium koncentrációt is meg kell előzni, mert az a metánképződést károsan befolyásolja. Ezért a baromfi és sertés trágyát csak hígítva szabad felhasználni. Ha a bejuttatott anyagok szárazanyag tartalma a 15-20%-ot meghaladja, szintén hígítani kell azokat, mert eredeti állapotukban nehezen szivattyúzhatók.

A biogáz termelés érzékeny mikrobiológiai folyamata csak akkor lesz biztonságos, ha rendszeresen, közel azonos minőségű táplálékot tudunk biztosítani a baktériumoknak, azonos arányban, nagy változtatások nélkül. A változó összetételű és arányú szubsztrátumok a biológiai folyamatokat felboríthatják. Ezért is alkalmaznak sok mezőgazdasági biogáz üzemben tartósított tömeg takarmányokat (szilázs).

Az egyes alapanyagok gázkihozatalát nagymértékben meghatározza a fehérje-, zsír- és szénhidrát tartalom. Általánosságban elmondható, hogy a magas zsírtartalmú alapanyagok igen nagy gázkihozattal rendelkeznek. Az előzőekben felsorolt beltartalmi értékeken felül még fontos a szubsztrátum szárazanyag és szerves-anyag tartalmát ismerni. Általánosságban megállapítható, hogy minél nagyobb az adott anyag szárazanyag tartalma, annál nagyobb az 1 kg alapanyagból termelődő biogáz mennyisége is.

Mezőgazdaságból származó anyagok: trágya, kukorica-, fűszilázs, cukorcirok, csicsóka, zöld növényi hulladék, répafélék, burgonya, gabonafélék, ocsú, szalma, széna, kender, szudáni fű, kínai nád, káposztalevél.

Élelmiszeriparból származó melléktermékek: cukorrépaszelet, tejsavó, sütési zsiradék, repcepogácsa, burgonyahéj, burgonya-feldolgozási maradék, napraforgó pogácsa, törköly (sör, szőlő, pálinka), konzervipari hulladékok, vágóhídi hulladékok, bendőtartalom, száraz kenyér, glicerín.

Egyéb anyagok: depóniatelep, szennyvíziszap, állati tetemek, piaci szerves hulladékok, lejárt szavatosságú élelmiszerek, éttermi-, konyhai hulladékok.

A biogáz felhasználása

A víztelenített, kéntelenített biogáz a földgázhoz hasonlóan többféle módon is hasznosítható. Egy m^3 biogáz (kb. 60% metán tartalom) energiatartalma 0,6 l fűtőolajával vagy 0,6 m^3 földgázéval egyenlő.

A modern blokkfűtőerőművekben a biogáz elégetésével elektromos áram és hő képződik. Az elektromos áramot a Villamos energia Törvény értelmében a hálózat üzemeltetője köteles átvenni, s a törvényben ill. miniszteri rendeletben meghatározott átvételi árat érte megfizetni. A keletkezett hő egy része a fermentorok fűtéséhez szükséges. Ez éves szinten a megtermelt hőmennyiség 20-30%-a. A megmaradó hőenergia felhasználható istállók, lakóépületek, kertészetek, szárítók fűtésére, nyáron az állattartó telepek hűtésére. Távhőfűtő-hálózaton keresztül az üzemtől távolabb fekvő épületek fűtése is megoldható. Élelmiszeripari üzemek melegvíz igényét is kielégítheti egy biogáz üzem.

A biogáz blokkfűtőerőműben történő elégetésére többféle motorfajta áll rendelkezésre, ezek között két igen elterjedt típus van forgalomban: dieselmotor olaj-befecskendezéssel és Otto gázmotor. A korszerű biogáz blokkfűtőerőművek elektromos oldali átalakítási hatásfoka 40% körül van.

A biogáz alaposabb tisztításával, a CO_2 eltávolításával kapott metándús gáz már alkalmas gépjárművek meghajtására is. Svédországban már nemcsak személyautók és buszok, hanem vonatok üzemeltetésére is használják a széndioxid mentes biogázt. Ugyanez a megtisztított gáz alkalmas a földgázhálózatba történő betáplálásra is, ami Németországban és Ausztriában jelenleg még kísérletei fázisban van. A biogáz mikrogázturbinákban és üzemanyagcellákban is felhasználható.

A biogáz szerepe

A biogáz technológia kitűnően beilleszkedik a fenntartható fejlődés koncepciójába, ezért kapott kiemelt szerepet az Európai Unió stratégiai célkitűzéseinek megvalósításában.

A biogáz technológia egyidejűleg több fontos feladatot is teljesít:

- a biogáz megújuló energiaforrás, amely decentralizáltan áll rendelkezésre;
- a biogáz technológia környezetkímélő hatású, csökkenti a légkörbe kerülő üvegházhatású gázok, köztük metán, mennyiségét;

A biogáz termelés lebontási maradéka (az u.n. "biogáztrágya" egy jó minőségű, homogén trágya, mely talajerő-utánpótlásra kitűnően alkalmas, és mint tápanyag a földekre visszakerül az energiatermelés után.

A biogáz üzemek alkalmasak a legtöbb, szerves hulladékként tekintett, valójában értékes energetikai alapanyag, köztük a mezőgazdasági eredetű hulladék anyagok feldolgozására, átalakítására és semlegesítésére egyidejű energiatermelés mellett.

A biogáz üzemekben villamos- és hőenergiává lehet feldolgozni olyan energianövényeket, amelyeket élelmiszer és takarmány-termesztésre bármilyen okból már nem hasznosítható földterületeken állítanak elő, ezáltal a biogáz technológia hozzájárul a vidéki foglalkoztatáshoz és az életforma megőrzéséhez.

Bioüzemanyagok

Az energia és annak felhasználása mindennapjaink velejárója. Az energia klasszikus előállítási és felhasználási módja nagymértékben terheli környezetünket. A Föld népessége egyre növekedik, és ezáltal az energiafogyasztás is nagy ütemben nő. Az energia felhasználás, energia igény az elmúlt században tízszeresére nőtt. A környezetszennyezés rá fogja kényszeríteni az emberiséget, hogy fokozottan vegye igénybe a környezetet kímélő energiaforrásokat.

A ma rendelkezésre álló energiaforrásokat két csoportra oszthatjuk: az egyik a fosszilis (nem megújuló) energiahordozók, a másik a nem fosszilisak (megújuló energiahordozók).

Nem megújulóak pl. a földgáz, a kőolaj, a kőszén és a barnaszén. Megújuló energiaforrások: a szél, a nap, a geotermikus energia, vízenergia, árapály energia, biomassa, biogázok energiája.

A megújuló energiaforrások olyan energiaforrások, melyek egy jellemző időciklus alatt újratermelődnek, illetve a kimerülés veszélye nélkül felhasználhatók.

Alternatív megoldás révén a megújuló energiaforrások kiaknázásának támogatásával eljuthatunk arra a szintre, hogy képes lesz helyettesíteni a klasszikus energiaforrásokat. Ezáltal nemcsak az energiaprobléma oldódna meg, hanem környezetvédelmi szempontból az üvegházhatást kiváltó szén-dioxid kibocsátás is visszaszorítható lenne.

A fás szárú energetikai alapanyag termesztésének technológiája kialakult. Az alapanyag ellátás biztosítása és biztonsága érdekében alapvető fontosságú a termelés normatív területalapú támogatása. A lágy szárú energetikai ültetvények között elsősorban az energiafű és az energianád vehető számításba.

Az olajmag termelésre alkalmas növényekből (repce, napraforgó) metilészterezéssel biodízel állítható elő, vagy metilészterezés nélkül tüzelőberendezésben hőenergia előállításra lehet felhasználni. Az olajos növényeket a szántóterület 12-13 %-án termesztik Magyarországon. A 2233/2004. (IX.22.) Korm. határozat teljesítéséhez kb. 56 millió liter biodízelt és 59 millió liter bioetanolt kell előállítani 2010-re, ehhez kell megteremteni a szükséges alapanyagot.

Gáz halmazállapotú biomassa származék a biogáz. A mezőgazdasági technológiák során nagy tömegben keletkező szerves hulladékokat a környezetvédelmi előírások és környezetünk védelme miatt ártalmatlanítani kell. Az ártalmatlanítás egyik módja a biogáz termeléses eljárás. A biogáz előállítására alkalmas alapanyagok (hítrágya, kommunális hulladék, élelmiszeripari hulladékok stb.) felhasználását a magas beruházási költség, a hosszú megtérülési idő, és a megtermelt biogáz felhasználásának gondjai hátráltatják. Mégis fontos a biogáz előállításának terjesztése, hiszen az egyetlen olyan megsemmisítési mód, amely a környezetkárosító anyagok semlegesítésén kívül az energianyerést is lehetővé teszi. A biogáz összetétele szinte megegyezik a földgázéval, legnagyobb részük metán, így fűtőértékük is hasonló. Nyugat-Európában találhatunk biogázmeghajtású generátorokat sertéshízlaldákban, sőt Ausztriában már a gázhálózatba is táplálnak biogázt. Magyarországon a gáztörvény módosításával 2005-től a földgáz hálózatba biogáz bevezethető.

A bioetanol

Európában cukorrépából, búzából és kukoricából állítják elő, Észak- Amerikában a kukorica, vagy búza, Dél- Amerikában a cukornád az alapanyag.

Európában fejlődik a legdinamikusabban az etanolnak, mint üzemanyagnak a felhasználása. Ennek egyik oka, hogy az EU támogatja, és célul tűzte ki a bioüzemanyagok nagyobb arányú terjesztését. Másrészt Kelet- és Kelet- Közép- Európában gyors ütemben újul az autópark.

A bioüzemanyagok és más megújuló üzemanyagok közlekedési célú felhasználásának egyes szabályairól szóló 45/2005. (III. 10.) Korm. rendelet meghatározza a bioüzemanyag fogalmát:

Bioüzemanyag: a biomasszából előállított folyékony vagy gáz halmazállapotú üzemanyag.

A biomasszából előállított bioüzemanyagok:

- bioetanol,
- biogáz,
- biometanol,
- biodimetiléter,
- biohidrogén.

A mező- és erdőgazdálkodásban képződő növényi maradványok, valamint az állattartásból származó trágyák biológiai körforgásba történő visszavezetését a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program a környezetkímélő gazdálkodási módok támogatásával ösztönözte. A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium megjelentette támogatási rendszerében az energetikai célú növények termesztésének támogatására szolgáló rendeleteket. EU-s forrás és nemzeti kiegészítő támogatás igénybevételét is lehetővé teszi. Nemzeti kiegészítő támogatásra kizárólag az jogosult, akinek érvényes szerződése van az energianövény feldolgozójával a növény átvételéről, illetve nyilatkozik a saját célú felhasználásról.

A biomassza energetikai felhasználását gátló tényezők:

- Sűrű és magas kiépítettségű gázvezeték hálózat
- Drága berendezések, hosszú megtérülési idő
- Biomasszához tárolótér- igény.
- Drága szállítás.
- Munkaigényes technológia.
- Beruházási forrás és az állami támogatás kevés.
- Ismerethiány.

A mezőgazdaság, erdőgazdaság és az élelmiszeripar nem tartozik a leginkább környezetszennyező tevékenységek közé. Hulladékgazdálkodási szempontból is kedvező a

megítélésük, hiszen keletkező hulladékuk nagy része biológiai kezeléssel hasznosítható, vagy közvetlenül visszaforgatható a mezőgazdasági termelésbe.

A mező- és erdőgazdaságban, valamint az élelmiszeriparban összesen évente mintegy 35 millió tonna hasznosítható biomassa képződik. 2030-ra a villamosenergia -termelésnek akár a 25-30 %-a biomasszából fedezhető lesz.

E források hasznosítása hosszabb távon jelentős vidékfejlesztési hatású, hozzájárul növénytermesztésünk szerkezetének átalakításához, termékfeleslegünk értékesítéséhez, új munkahelyek teremtéséhez. De nem csak a mezőgazdaság és az abból élők számára jelent előnyt, hanem az egész nemzetgazdaság számára is.

Magyarország jövőbeni energiaellátásában kitörési pontot jelenthet a biomassza (energiaerdők, energiaültetvények, hulladékok) energetikai hasznosítása, amelynek megvalósításához széleskörű összefogásra, minden érintett és érdekelt fél (minisztériumok, intézmények, tudományos műhelyek, gazdasági társaságok, vállalkozók stb.) közreműködésére, és nem utolsósorban állami támogatásra van szükség.

2.6. A GEOTERMÁLIS ENERGIA JELLEMZÉSE

A geotermikus energia a földkéregből származó hő, amely a Föld keletkezése óta folyamatosan tartó lehűléséből és a természetes radioaktív bomlásból származik. A hő kiáramlása a geológiailag aktív térségekben, pl. a kőzetlemezek határain a legnagyobb, egyéb helyeken azonban hőforrások és gejzírek formájában tör a felszínre. Magyarország geotermikus vagyonát a felszín alatti kőzetek geológiai korok idején kialakult hőtartalma adja.

Hazánk a kedvező geotermikus adottságokkal rendelkező országok közé tartozik, ugyanis a világtátlagnál jobb a geotermikus gradiens (a földfelszín felől lefelé haladva nálunk gyorsabban emelkedik a hőmérséklet), nagy a vízvezető köztömeg és nagy mennyiségű hévíz van egyszerre jelen.

Ezek a feltételek mélyfúrási technológiával hévízkutak létesítését teszik lehetővé, melyekkel a termálvizek felszínre juttathatók.

A hévizek főbb felhasználási területei:

- ivóvízellátás
- gyógy- és termálfürdők

- lakossági, kommunális épületek fűtése
- mezőgazdasági felhasználás, növényházak, fóliasátrak, istállók fűtése, halastavak vízellátása, terményszárítás
- ipari felhasználás

2.6.1. A földhő energetikai jellemzése

Magyarország jelentős mennyiségű termálvízzel, azaz geotermikus energiával rendelkezik. Az ország területének mintegy 40 %-án tárható fel.

A Föld középpontja felé haladva 1 kilométerenként átlagosan 30 oC-kal emelkedik a hőmérséklet. Vulkanikus területeken, üledékes medencékben (pl. Izland, Kárpát-medence) ennél nagyobb a hőmérséklet emelkedése. Hazánk nagy része ilyen üledékes medencén terül el, ezért a geotermikus adottságaink elég jók. A magyarországi átlagos geotermikus gradiens 5-7 oC között mozog, ami a világ átlagos értékének 1,5-2 szerese. Ez azt jelenti, hogy Magyarország területén, a Föld belseje felé haladva, 100 méterenként a hőmérséklet 5-7 oC-kal emelkedik.

Ezen adottságok miatt nálunk 1000 m mélységben a réteghőmérséklet eléri, sőt meg is haladhatja a 60 oC-ot. 2000 m mélységben pedig már 100 oC feletti hőmérsékletű, jelentős mezők terülnek el.

Az ország területén két regionális hévíztározó nagyrendszer helyezkedik el. E két nagy rendszer közül az egyik a felsőpannonia porózus (homok-homokkő) rétegek alkotta rezervoárrendszer, a másik a triász időszaki repedezett, részben karsztosodott karbonátos kőzetek alkotta rezervoárrendszer.

Hazánkban a termálkutakból kinyerhető víz hőmérséklete nagyrészt meghaladja a 30 oC-os hőmérsékletet, de egy részükből 60 oC-nál magasabb hőmérsékletű víz vehető ki.

Magyarország 50 oC-nál magasabb hőmérsékletű víz feltárására alkalmas területek az 1. ábrán láthatók.

A két nagy hévíztározó egységen kívül számos kis rendszert is feltártak, de azok lokális jelentőségűek.

A hazai hévízkészleteknek túlnyomó része a két nagy regionális rendszerben helyezkedik el és ez képezi a hévízhasznosítás alapját. A meglevő termálkutak mintegy 70 %-a a felsőpannoniai, 20 %-a a triász időszaki hévíztároló rendszert csapolja meg, míg a

maradék 10 % a devontól a kvarterig terjedő különböző geológiai korokban képződött rezervoárokból termel.

A jelenleg meglévő hévízhasznosítási infrastruktúra az optimális hidrogeológiai viszonyokkal jellemzett területeken található, így elsősorban a Dél-Alföldön, Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok és Győr-Moson-Sopron megyében. E felsőpannóniai hévízkészlet ezeken a területeken kiváltképpen alkalmas komplex hévízhasznosításra a balneológiától a mezőgazdasági hasznosításon keresztül egészen a használati melegvízellátásig és épületfűtésig.

A triász karbonátos kőzetekből álló rezervoár-rendszer kisebb területű, a hévízkészlete is kisebb, de fontossága elsősorban fürdőügyi-gyógyászati vonatkozásban rendkívül nagy.

A két hévíztároló nagyrendszer vízutánpótlási viselkedése eltérő. Míg a triász karbonátos hévízrezervoár – eltekintve az igen nagy mélységű, vagyis a 2000 m alatti részekről – ez aktív vízkicserélődési övezet tartozéka, tehát utánpótlódó vízkészlettel rendelkezik. Ezzel szemben a felsőpannónia hévízkészlet túlnyomó része nem megújuló, hanem statikus jellegű és nincs aktív utánpótlása. Feltételezhető ugyan bizonyos keresztirányú vízáradási lehetőség, de ezt még a szakemberek vitatják.

Lényeges szempont a felsőpannóniai hévíztározó-rendszereknél a felszálló, magától kifolyó víztermelésnél nélkülözhetetlen rezervoárenergiakészlet, melynek döntő tényezője a vízben oldott gáztartalom. E gáztartalmak leürülése jelentős vízhozamcsökkenéssel járhat, sőt megszűnhet a kifolyóvíztermelés is.

Ez a jelenség igen szigorú vízkészlet – és réteg energiagazdálkodást tesz szükségessé.

2.6.2. Energiakinyerési lehetőségek áttekintése

Termálvíztároló képződmények

A termálvíztároló képződményeket alapvetően két fő csoportba sorolhatjuk: karsztos tárolótípus a karbonátos, hasadékos alaphegységi, ill. az ezekhez hidraulikailag többé-kevésbé kapcsolódó fedőkarsztos képződmények, illetve a törmelékes medenceüledékek tároló típusához főként a felső pannon-pleisztocén homokos képződmények sorolhatók, de ide tartoznak a ritkán előforduló alsó pannon, miocén, oligocén hévíztároló képződmények is.

A karbonátos, hasadékos alaphegységi termálvíztárolók

A történelmileg ismert hévízforrások, amelyeket már a rómaiak is hasznosítottak, s amelyek mellett főleg a török hódoltság ideje alatt számos gyógyfürdő épült ki, karszthegységeink peremén fakadtak (Hévíz, Buda, Eger). A kutatások kimutatták, hogy az itt fakadó melegvizek tulajdonképpen a karszthegységek – esetleg távolabbi fedetlen mészkő és dolomit kihívásainak – területén beszivárgó csapadékvízből kapják utánpótlásukat, majd több ezer éves tartózkodás és nagy mélységig történő leáramlás után a kőzetekből kioldott ásványi anyagokkal gazdagodva a felszínre törnek. Az első mesterséges hévízfeltárások is ezekhez az előfordulásokhoz kapcsolódtak (Harkány, Budapest Margitsziget és Városliget).

Az egyre nagyobb mélységű fúrásokkal a hegységek peremén, tulajdonképpen azt a meleg karsztvizet tárták fel, amely a vízzáró fedőrétegek alatti repedezett karsztos köztömegben mozog a hévízforrások felé. A főképpen triász, alárendelten kréta mészkő és dolomit kőzetek a vízzáró medenceüledékek alatt távolabb és nagyobb mélységben is megtalálhatók. A mélyfúrásos feltárások az idők folyamán egyre jobban eltávolodtak a klasszikus hévízforrás körzetektől, s egyre mélyebb fúrásokkal, a karsztos hegyvidékektől egyre távolabb csapolták meg azokat (Komárom, Tura, Mezőkövesd).

Ezek a tárolórészek hidraulikailag kapcsolatban állnak a hévíztároló karszterületekkel, de egyes előfordulások esetében ez a kapcsolat már minimális vagy teljesen hiányzik (Igal, Zalakaros, Bük).

A nagyvastagságú – fiatalabb – laza üledékekkel (homokos-agyagos képződményekkel) kitöltött medencék alatt több kilométer mélységben is található – idősebb – hévíztároló karbonátos alaphegységi képződmények (mészkövek és dolomitok), amelyekből néhány helyen nagynyomású gőzt tártak fel (Fábiánsebestyén, Nagyszénás 3000-4300 m mélységben). Ezek az előfordulások ma még nincsenek kellően feltárva, hasznosításuk számos technikai nehézségbe ütközik, de a jövőben a geotermikus energiahasznosítás számára ezek a legperspektivikusabbak.

Porózus (törmelékes) medencebeli termálvíztárolók

A termálvíztároló képződmények másik nagy, s Magyarországon elterjedtebb előfordulást jelentő típusát képezik az üledékes medencék – nagyobbbrészt felső pannon korú, kisebb részben pleisztocén korú – homok, homokkő rétegei. Ezek a rétegek agyag- és márgarétegekkel váltakozva kezdetben beltengeri, majd folyóvízi üledékként rakódtak le a földtörténet során.

A Kisalföldön és az alföld déli részein az üledék teljes vastagsága eléri a 2-2,5 km-t. A homokos – homokkőves réteg alatt is – zömében agyagos, márgás – üledék található, de ez már alig tartalmaz feltárható termálvizet. Az agyag- és márgarétegek a medence mélyebb részein a homok- és homokkő rétegeket elszigetelik egymástól, de a mélység csökkenésével a vízvezető homokrétegek közötti függőleges kapcsolat egyre jobb. A medenceperemeken a rétegek dőlése is lehetővé teszi a vertikális hidraulikai kapcsolatokat.

Ezekben az így összefüggő porózus hévíztárolókban a víz természetes körülmények között is lassú áramlásban van. A sekélyebb rétegekben elhelyezkedő hideg és a mélyebb szintek meleg vizei között nincs éles határ, a hidegebb vizek lefelé szivároghat és felmelegedve a mélyebb porózus hévíztárolók utánpótlási forrását jelentették, a medence belseje felé áramló vizek pedig egyes helyeken a nagyobb mélységekből a sekélyebb rétegeken keresztül a felszínközelbe áramoltak.

A termálvizek minősége

Karbonátos, hasadékos alaphegységi hévíztárolók

A termális karsztvizek kémiai összetételét alapvetően azok a karbonátos közettömegek határozzák meg, melyek repedésein, hézagain átáramlik a víz. Az oldási folyamat már a beszivárgást követően közvetlenül a terepfelszín alatt megkezdődik, a beszivárgó széndioxid tartalmú víz oldja az alatta fekvő karbonátos kőzeteket. Ettől kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos jellegűek az ilyen vizek. Az intenzív áramlási zónákban a langyos és a meleg karsztvizek kis oldottanyag-tartalmúak: összes oldott sótartalmuk nem éri el az 1 g/l értéket. A víz nagyobb mélységekben is találkozik széndioxiddal, amely a mélybe süllyedt közettömeg átalakulásából származik. A hideg- és melegvizek keveredésének hatásán a meglévő széndioxid további oldásra képes, s ez nagyobb

barlangok létrejöttéhez is vezethet. Működő termálforrásaink környezetében (pl. Budapesten) sok ilyen barlangot ismerünk.

A karbonátos kőzetekben gyakran vannak agyagásványok. A repedésekben áramló víz vegyi összetétele az agyagásványokkal való érintkezés révén az alkáli hidrokarbonátos jelleg felé is eltolódhat (Hévíz, Harkány). A pirit bomlásából a víz jelentős szulfáttartalmat vehet fel, a kén szulfid formában is megjelenhet, ami jelentős gyógytényező. A nagyobb mélységű, zárt termálkarsztos tárolókban a nátriumklorid koncentráció is megnövekedhet, egyes esetekben az eredeti bezárt tengervíznek megfelelő, többször a 10 g/l töménységet is eléri.

A termális karsztvizekben előforduló gázok legnagyobb része általában széndioxid, amely bizonyos mennyiségen felül agresszívvá teszi az ilyen vizeket. Az ilyen víz megtámadja a fémeket, a kút csövezését éppúgy, mint a szerelvényeket.

Porózus (törmelékes) medencebeli hévíztárolók

A medencebeli törmelékes hévíztárolók vize általában hidrogénkarbonátos. Az összes oldott sótartalom 1-3 g/l, de elérheti a 10 g/l értéket is. A nagy sótartalmú vizek a tárolók mélyebb, zártabb zónáiban fordulnak elő. Ilyen helyeken a víz vegyi jellege inkább kloridos, a tengervízhez hasonló összetételű. Megfigyelhető, hogy a víz az áramlás irányában lágyabbá válik, ami az agyagásványokkal történő érintkezés következménye. A nagyobb mélységben levő vizek fölött több helyen vízrekesztő agyagmárgák helyezkednek el. Az ilyen vizek gyakran szénhidrogénnel együtt fordulnak elő. 1 m³ vízzel több m³ gáz is a felszínre kerül ezekből a rétegekből. A gáz főként metán, ami robbanásveszélyes. Egyes kutak vizében olaj és fenol is előfordul. A kútban feláramló, csökkenő nyomású vízből a felszabaduló széndioxid miatt az oldott mésztartalom kiválik, s a csövekben lerakódva gondokat okoz az üzemeltetésnél. A lerakódás vegyszeradagolással megelőzhető, vagy savazással utólag eltávolítható.

A nyomásállapot

A hévizet tároló közettömegek hasadékaiban vagy pórusaiban elhelyezkedő víz nyomása több tényezőtől függ: az – esetleg távolabbi – utánpótlási területek nyomásállapota, vízszintjei, maguknak a megcsapolást jelentő forrásoknak vagy területeknek a tengerszint feletti magassága, a termálvíz sűrűsége, nyomásveszteség a felszín alatti szivárgási úton. Az utánpótlási területeken leszivárgó víz hideg, sűrűsége

nagyobb, az itt kialakuló vízoszlop a fűtött feláramlási területek, forráskörzetek kisebb sűrűségű vizének magasabb meleg vízoszlopával képes egyensúlyt tartani. Ezért ezeken a területeken túlnyomást tapasztalhatunk, a forrás vize nyomással lép a felszínre vagy a termálkútban a terepszint fölé szökik a víz. A termálkutak pozitív kútfejnyomását növeli, hogy a termelőcsőben levő vízoszlop melegebb, mint a környezete és a környezetében levő vizek, ezért sűrűsége kisebb.

A kútfejnyomást növelik a kútban felemelkedő és a kútfej közelében lecsökkenő nyomás miatt kiváló gázbuborékok is. Az elmondottak is hozzájárultak ahhoz, hogy a hévízkutak kezdetben nagyrészt szabad kifolyással működtek, nyugalmi vízszintjük pedig többször 10 m-rel a terep fölött volt.

2.7. Regionális adatbázisok a Dél-Alföldi régióra

A megújuló energiaforrásokban rejlő lehetőségek megítéléséhez olyan adatbázis összeállítására került sor, amely minden, a régióban fellelhető forrásra a tervezéshez szükséges energetikai szemléletű információt, energetikai jellemzőt tartalmaz. A felhasznált adatforrások:

Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai a biomassa termelésére vonatkozóan,

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) Éghajlati Osztályának adatai a napenergiára és a szélenergiára vonatkozóan,

A Tessedik Sámuel Főiskola Innovációs Központ (TSF IK) energetikai mérőállomásának adatai a nap- és szélenergiára vonatkozóan,

A Szent István Egyetem (SZIE) Agrárenergetikai Tanszékének mérési adatai a szélpotenciálra vonatkozóan,

A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) adatai a geotermikus energiára vonatkozóan.

Ahol erre lehetőség volt, az adatokat kistérségek szintjére bontottuk le abból a célból, hogy a megújuló energiaforrások hasznosításának tervezéséhez a lehető legpontosabb, lokális információk álljanak rendelkezésre.

2.7.1. A Biomassza-bázis összetétele és mennyisége³

2.7.1.1. Elsődleges biomassza

2.7.1.1.1. A Dél-Alföldi régió földterületi adottsága

A Dél-Alföldi régió területe 1848.100 ha, melyből Bács-Kiskun megye 864.500, Békés megye 540.600 és Csongrád megye 443.000 ha-ral részesedik. A régió 85%-a termőterület, a megyék között a termőterület arányban érdemi különbség nincsen. A Dél-Alföld mintegy 72%-a mezőgazdasági terület, erdősültsége és gyepterülete azonos arányt képvisel 12,3 ill. 12,3%. A művelési ágak közül a szántó területi részesedése a legnagyobb, kerekén 56%. A szőlő, gyümölcs és konyhakert együttesen a régió földterületének 3,5%-át teszi ki. A művelés alól kivett terület 15%, megyénként azonos aránnyal. A megyék között a földterület művelési ágak szerinti szerkezetében jelentősebb eltérés a szántóterületben és az erdősültségben van. A szántó részesedési aránya Bács-Kiskun, Békés és Csongrád megyék sorrendjében 43,8-72,4-58,2%, még az erdőterület vonatkozásában 19,7-2,3-10,0% (1. táblázat). A Dél-Alföldi régió energetikai hasznosítás szempontjából fontosabb művelési ágainak kistérségi régiónkénti megoszlását a 2. táblázat tartalmazza.

Biomassza és energia potenciál tekintetében a legjelentősebb művelési ág a szántóterület, melynek növénytermesztési szerkezetéről megyei és kistérségi bontásban a 3. és 4. táblázatok közölnek részletes adatokat 2001-2005 évek átlagában.

A Dél-Alföldi régió szántóterületének 68%-át gabona foglalja el, melyből a kalászos gabonák részesedése 42%, még a kukoricáé 26%. A megyék gabonatermelését közel azonos területi arányok jellemzik. A gabonafélék után a legjelentősebb ipari növényünk a napraforgó, 11%-os szántóföldi részesedéssel. Legjelentősebb napraforgó termesztő a régióban Békés megye (49 ezer ha), ezt követi a rangsorban Bács-Kiskun megye (41 ezer ha), majd Csongrád megye (22 ezer ha). A biodízel előállítás szempontjából perspektivikus növény a repce vetésterülete a régió szántóterületének 1-2%-át foglalja el a 15 ezer hektárnyi felületével. A bioetanol előállításra potenciálisan alkalmas cukorrépa és burgonya szántóföldi részesedése 2% körüli, területe mintegy 19 ezer ha. A szántóterület fennmaradó 17%-án takarmánynövényeket, zöldségféléket és területi részesedésük alapján

³ A fejezetrészben hivatkozott táblázatokat és ábrákat az 1. sz. melléklet tartalmazza

kisebb jelentőségű növényeket termesztünk, melyek energia hasznosítás szempontjából ma még nem játszanak jelentős szerepet.

2.7.1.1.2. A Dél-Alföldi régió növényi biomassa összetétele és mennyisége

A növényi biomassa tömegének számítását a 2001-2005. évek növényfajonkénti illetve kultúránkénti termőterület és termésátlag adatai alapján végeztük. Növényfajonként (kultúránként) meghatároztuk a teljes földfeletti biomassa évenként megújuló szárazanyag tömegét (5. táblázat). A fontosabb szántóföldi kultúrák melléktermékeinek arányát a főtermékhez viszonyítva a 6. táblázat tartalmazza.

A Dél-Alföldi régió évenként megújuló teljes földfeletti növényi biomassa produkcióját kultúránként, megyei és kistérségi bontásban a 7.-9. táblázatok, valamint az 1.-8. ábrák mutatják be.

A Dél-Alföldi régió évenként megújuló teljes földfeletti biomassa tömege 9,454 millió t szárazanyag, melynek bruttó energiatartalma 180 PJ. Ez megyénként az alábbiak szerint oszlik meg:

Bács-Kiskun megye:	4,060 millió t szárazanyag, bruttó energiatartalma 77 PJ
Békés megye:	3,123 millió t szárazanyag, bruttó energiatartalma 60 Pt
Csongrád megye:	2,271 millió t szárazanyag, bruttó energiatartalma 43 Pt

A régió évenként megújuló növényi biomassa tömegéből a gabonafélék 63%-kal (kalászosok 36%, kukorica 27%), az erdő 13%-kal, a napraforgó 6-7%-kal, a gyepek és silókukorica egyenként 2-3%-kal, a cukorrépa, lucerna, szőlő + gyümölcs és a zöldségfélék közel 2-2%-kal, még a repce mintegy 1%-kal részesedtek.

A bruttó energiatartalmat illetően a sorrend a növénykultúrák között: gabonafélék 113 PJ, erdő 23 PJ, napraforgó 13 PJ, silókukorica, gyepek 5-5 PJ, cukorrépa, szőlő+gyümölcs 4-4 PJ, repce 2 PJ.

2.7.1.1.3. Energetikai célokra felhasználható növényi biomassza

Tüzelésre felhasználható biomassza

Az energetikai hasznosítás szempontjából jelentősebb szántóföldi kultúrák fő és melléktermés hozamát a Dél-Alföldi régió kistérségeinek és megyéinek bontásában a 10. táblázat tartalmazza. A táblázatban a 2001-2005. évek átlagában betakarított főtermés és a potenciálisan betakarítható melléktermés szárazanyaghozama van feltüntetve.

Tüzelésre felhasználható melléktermés a kalászosok szalmája, a kukorica-, a napraforgó- és a repceszár, továbbá a kukorica vetőmagfeldolgozás során keletkező kukoricacsutka, valamint a napraforgó feldolgozás melléktermékeként képződő kaszathéj.

Kalászos gabonaszalma

Legnagyobb tüzelőanyag forrás potenciált a szántóföldi kultúrák között a kalászosok szalmája jelent. Ennek betakarítható szárazanyagtömege 2001-2005 évek átlagában 3,1 t/ha, a Dél-Alföldi régióra számítva pedig mintegy 1,3-1,4 millió t. Ebből a biomassza tömegből azonban a tüzelésre számításba vehető mennyiség mintegy 514 ezer t, mivel a szalma jelentős hányadát almozásra és egyéb célokra is felhasználjuk (11. táblázat). A régióban energetikai célra, potenciálisan felhasználható szalma fűtőértéke 8896 TJ melynek nettó hőértéke kereken 170 ezer tOE. Kistérségi régióként energetikai célra hasznosítható szalma szárazanyagtömegét, fűtőértékét és nettó hőértékét a 12. táblázat és a 9. ábra tartalmazza. A növényi biomassza fűtőértékének és nettó hőértékének fajlagos értékeit a 13. táblázat szemlélteti.

Kukoricaszár

A kukoricaszár is jelentős biomassza potenciált képvisel energetikai hasznosítás vonatkozásában. Betakarítható mennyisége a 2001-2005 évek átlagában 3,1 t/ha szárazanyag, ami a Dél-Alföldi régióban a vizsgált évek átlagában 813 ezer t, melynek fűtőértéke 14.235 TJ, nettó hőértéke pedig 268.444 TOE (14. táblázat, 10. ábra). A kukoricaszár tüzelőanyagként történő hasznosítását nehezíti, hogy betakarításkori nedvességtartalma évjáráttól, fajtától és agrotechnikától függően 30-60% között változhat.

Kukoricacsutka

Az utóbbi évek átlagában a hibridkukorica vetőmagtermő terület országosan 20-22 ezer ha, melyből 120-130 ezer t csöveskukoricát takarítottak be. A nyers kukorica termésnek mintegy 65%-át a Dél-Alföldi régió hibridüzemeiben dolgozzák fel, melynek becsült tömege 80 ezer tonna. A csöves kukorica tömegének száraz csutka aránya 10%, s így az évente melléktermésként keletkező csutka mennyisége 8.000 tonna, melynek fűtőértéke 130 TJ és nettó hőértéke 2480 tOE. A Dél-Alföldi régióban a kukorica csutkát energetikai célokra jelentősebb mértékben nem használják.

Napraforgó- és repceszár

A napraforgószár betakarítható szártömegét a 2001-2005 évek átlagában 1,7 t/ha szárazanyaggal számítottuk, még a repcéét 1,6 t/ha értékkel.

A Dél-Alföldi régióban így a betakarítható és potenciálisan tüzelésre felhasználható napraforgószár kereken 190 ezer t szárazanyag, melynek fűtőértéke 3319 TJ és nettó hőértéke 62603 tOE (15. táblázat, 11. ábra).

A repceszalma ennél lényegesen kisebb szárazanyagtömeget képvisel, mennyisége 24 ezer t, fűtőértéke 430 TJ és nettó hőértéke 8230 tOE (16. táblázat, 12. ábra).

Az energiahasznosítás szempontjából fontosabb szántóföldi kultúra összesített nettó hőértékét a 13. ábra mutatja be.

Szőlővenyige, gyümölcsfa nyesedék

A Dél-Alföldi régióban évente keletkező és tüzelésre potenciálisan felhasználható szőlővenyige mennyisége 37 ezer t (1,26 t/ha szárazanyag), melynek 90%-a Bács-Kiskun megyében keletkezik, még 10% Csongrád megyében. Békés megye szőlőterülete elhanyagolható. A szőlővenyige összes tömegének fűtőértéke 650 TJ, energiahozama 12.344 tOE (17. táblázat).

A régió évenkénti gyümölcsfa nyesedékének szárazanyagtömege 28.560 t (1,75 t/ha szárazanyag), melynek 66%-a Bács-Kiskun megyében, 28%-a Csongrád megyében és 6%-a Békés megyében képződik. A teljes nyesedék tömeg fűtőértéke 487 TJ, energiahozama 9426 tOE (18.)

Tűzifa, erdei fahulladék, faapríték

A Dél-Alföldi régió erdőterülete 226.777 ha, melyből kerekén 170 ezer ha Bács-Kiskun megyében, 13 ezer Békés megyében és 44 ezer ha Csongrád megyében található. A régió összes bruttó fakitermelése szárazanyagban számítva 407 ezer t. Ebből kerekén az erdei fahulladék tömege mintegy 98 ezer t, fűtőértéke 1651 TJ. Az évente kitermelt mintegy 153 ezer t száraz tűzifa fűtőértéke 2829 TJ (19. táblázat).

Bioetanol előállításra felhasználható biomassza

A Dél-Alföldi régióban bioetanol előállításra elsősorban a kukorica és az őszi búza szemtermése szolgálhat nyersanyagként. Természetesen kisebb volumenben etanol előállításra számításba vehetők a cukor- és keményítő-tartalmú növények is. A lignocellulózokból történő bioetanol előállítás ipari háttérének kiépülésére rövid időn belül nem számíthatunk. A bioetanol előállításra potenciálisan felhasználható nyersanyag-féleségeket és a kinyerhető fajlagos mennyiséget a 20. táblázat tartalmazza.

A Dél-Alföldi régióban potenciálisan előállítható bioetanol mennyiségének számításánál nyersanyagként a kukoricával és az őszi búzával kalkulálhatunk.

A nyersanyagként szolgáló szemtermés számításához figyelembe vettük a gabonafélék felhasználásának szerkezetét. Az őszi búza összes szemterméshozamából országosan évente 2,8-2,9 millió tonnát használunk fel ipari feldolgozásra, takarmányozásra és vetőmagként. Országosan ezt azt jelenti, hogy 2001-2005 évek átlagában az összes termésnek mintegy 30%-a szolgálhatott más felhasználásra, így a jövőben energetikai célokra is. E felhasználási szerkezetet alkalmazva a Dél-Alföldi régióra, energetikai célra, bioetanol előállításra potenciálisan mintegy 289 ezer tonna őszi búza tervezhető, melyből 101 ezer tonna bioetanol állítható elő (21. táblázat).

A kukorica összes szemtermés hozamából évente országosan közel 4,5 millió tonnát használunk fel takarmányozásra, ipari célra és vetőmagként. Országosan ez azt jelenti, hogy 2001-2005 évek átlagában az összes termésnek mintegy 35%-a kerülhetett más felhasználásra, így a jövőben energetikai célokra is. E felhasználási szerkezetet alkalmazva a Dél-Alföldi régióra, energetikai célra, bioetanol előállításra potenciálisan 443 ezer tonna kukorica tervezhető, melyből 155 ezer tonna bioetanol állítható elő (21. táblázat, 14. ábra).

A Dél-Alföldi régióban őszi búzából és kukoricából potenciálisan etanol előállításra 732 ezer tonna szemtermés használható fel, melyből 256 ezer tonna etanol nyerhető ki, melynek nettó energia hozama 166400 tOE hajtóanyag.

Biodízel előállításra felhasználható biomassza

Biodízel előállításra az olajos növények magtermése alkalmas, de Magyarországon alapvetően a repce vehető számításba. A repce vetésterülete a Dél-Alföldi régióban 2001-2005 évek átlagában 15 ezer ha. Az előzetes felmérések szerint az ország repce vetésterülete 2007-re jelentősen növekedett, a korábbi évek 120-130 ezres repcefelülete 2007-re 230 ezer ha-ra emelkedett. Így a Dél-Alföldi régióban is a vetésterület mintegy megduplázódott. A repce vetésterülete ökológiai és agronómiai szempontokat figyelembe véve jelentősen már tovább nem növelhető.

A Dél-Alföldi régióban biodízel előállításra potenciálisan felhasználható repcemag hozamot és az előállítható biodízel mennyiségét részben a 2001-2005 évek adatai alapján számított, részben pedig a 2007-re becsült vetésterületre alapozva. A biodízel előállítás nyersanyagait és a kinyerhető metilészter (biodízel) fajlagos nyersanyag igényét a 22. táblázat tartalmazza.

A Dél-Alföldi régióban repceből előállítható biodízel mennyisége 2001-2005 évek átlagában 10220 t, még a 2007-es év termőterülete alapján kalkulálva 18800 t (23. táblázat, 15. ábra).

2.7.1.2. Másodlagos biomassza

2.7.1.2.1. A Dél-Alföldi régió állatállománya

A Dél-Alföldi régió állatállományának kistérségenkénti és megyénkénti számát a főbb állatfajonként a 24. és a 25. táblázatok tartalmazzák.

A Dél-Alföldi régióban az ország szarvasmarha állományának 20%-a (139 ezer db), juh állományának 26%-a (366 ezer db), sertés állományának 27%-a (1024 ezer db) és a tyúkfélék állományának 18%-a (5849 ezer db) található. A szarvasmarha állomány megyénkénti megosztásában érdemi különbség nincs a megyék között. A többi állatfaj

állomány nagyságában már jelentősebb eltérések vannak a megyék között. A juh állomány %-os megoszlása Bács-Kiskun-Békés- és Csongrád megyék sorrendjében 66-15-19%, a sertésállományé 38-34-28%, még a tyúkféléké 55-26-19%. Az adatok arról tanúskodnak, hogy a Dél-Alföldi régió az ország legjelentősebb állattartó régiója.

2.7.1.2.2. A másodlagos biomassa mennyisége, állatfajonkénti megoszlása

A Dél-Alföldi régió másodlagos biomassa, úgymint trágyatermelésének megyénkénti és kistérségenkénti mennyiségét állatfajonként a 26. és a 27. táblázatok, illetve a 16.-21. ábrák tartalmazzák. Az éves trágyatermelési adatok az ürülék (bélsár + vizelet) 25%-os evaporációs veszteséggel csökkentett mennyiségére vonatkoznak alomanyag és technológiai víz hozzáadása nélkül. A fontosabb állatfajok éves ürülék termelésének számításánál az alábbi fajlagos értékkel dolgoztunk:

Szarvasmarha:	
	tehén 10,92 t/év
	egyéb 6,63 t/év
Sertés	
	koca 2,34 t/év
	egyéb sertés 1,36 t/év
Juh	
	anyajuh 0,66 t/év
	egyéb 0,51 t/év
Tyúkfélék	
	100 férőhelyre 4,0 t/év
Ló:	6,24 t/év

2.7.1.2.3. A másodlagos biomassa (trágya) energetikai célú felhasználása

A másodlagos biomassa energetikai hasznosításra alkalmas állati eredetű melléktermékei és hulladék anyagai: az istállótrágya, a hígtrágya, az elhullott állatok, az emberi fogyasztásra alkalmatlan vágóhídi melléktermékek, a húsfeldolgozási maradékok, valamint az állati termékeket feldolgozó iparágak hulladék anyagai. Ezek között legnagyobb tömeget a trágyaanyagok képviselnek és energetikai szempontból is a legnagyobb potenciált jelentik. A trágyaanyagok ma elsősorban a tápanyagviszaporításban hasznosulnak, s csak kis hányaduk szolgál energetikai célokat.

A trágyaanyagok kémiai összetételét és fizikai tulajdonságait figyelembe véve energetikai hasznosítás területén elsősorban a biogáz előállítás jöhet számításba. A különféle trágyaanyagok, növényi melléktermékek és egyéb szerves hulladékanyagok biogáz hozamának értékeit a 28. táblázat tartalmazza. A biogáz energiatartalmát annak metántartalma határozza meg, melynek értékei 50-75% közé tehetők. 1 m³ metán 9,94 kWh/m³, illetve 18-27 MJ/m³. A gázok összetételéről és azok fűtőértékéről a 29. táblázat tájékoztat.

Állatállományra alapozott biogázüzem létesítésének minimális követelménye trágyatermelési oldalról, hogy legalább 10-15 számosállat (1 számosállat 500 kg élőlény) legyen az állatállomány. Így biogáz előállításra a közepes és nagyobb állattartó telepek jöhetnek számításba. A Dél-Alföldi régió állattartó telepeinek nagyságrendi megoszlását a főbb állatfajokra vonatkozóan a 30., 31. és a 32. táblázatok tartalmazzák. Az adatokból kitűnik, hogy a szarvasmarha állomány közel 70-75%-a, a sertés állomány közel 60%-a olyan méretű állattartótelepen van, mely lehetővé teszi a biogázüzem létesítését.

Egy-egy állattartó telep trágyaanyag ill. biogáztermelése függ: az állatfajtól, az állatállomány nagyságától, a tartástechnológiától, a trágya eltávolítás rendszerétől stb. Így a másodlagos biomassza energetikai potenciálját egy-egy konkrét üzemre lehet példaként megadni.

Példa:

1. Szarvasmarha telep biogáztermelése és annak fűtőértéke

Állatállomány: 100 db tehén, 120 db egyéb (borjú, fiatal szarvasmarha, hízómarha).
Almozásos tartástechnológia.

Keletkező almos istállótrágya mennyisége:

1 db tehén éves ürülék termelése: 10,9 t

Alomanyag éves szinten: 0,8 t

A vizelet kb. 35-40%-át abszorbeálja az alomanyag.

Fentiek figyelembevételével 1 tehén éves almos istállótrágya termelése 9,3 t.

100 db tehén éves istállótrágya termelése 930 t.

1 db egyéb szarvasmarha éves ürülék termelése: 6,6 t

Alomanyag éves szinten: 0,7 t

A vizeletnek kb. 35-40% abszorbeálja az alomanyag.

Fentiek alapján 1 db egyéb szarvasmarha éves almos istállótrágya termelése 5,8 t.

120 db egyéb szarvasmarha éves istállótrágya termelése: 696 t

A szarvasmarha telepen keletkező almos istállótrágya mennyisége évente: 1626 t.

Az istállótrágya szervesanyagtartalma: 19%.

Évente keletkező szervesanyagtömeg: 260 t.

1 t szervesanyagból előállítható biogáz: 200 m³.

A telep potenciális biogáztermelése évente: 52000 m^3 , ennek fűtőértéke: $52000 \text{ m}^3 \times 6 \text{ kWh/m}^3 = 312 \text{ MWh} = 1123 \text{ GJ}$

2. Sertéstelep biogáztermelése és annak fűtőértéke

Állatállomány: 100 db anyakoca, 750 egyéb (választott malac, hízósertés, kocasüldő, kan) sertés.

100 db anyakoca éves ürülék termelése: 234 t.

750 db egyéb sertés éves ürülék termelés: 1020 t.

Összesen: 1254 t

A sertés bélsár szervesanyag tartalma 13-18%,

a vizeleté 2-3%.

az ürülék átlagos szervesanyagtartalma 6%.

Évente keletkező szervesanyagtömeg: 75 t.

1 t szervesanyagból előállítható biogáz: 445 m^3 .

A telep potenciális biogáztermelése évente: 33375 m^3 , ennek fűtőértéke: $33375 \text{ m}^3 \times 6 \text{ kWh/m}^3 = 200 \text{ MWh} = 721 \text{ GJ}$.

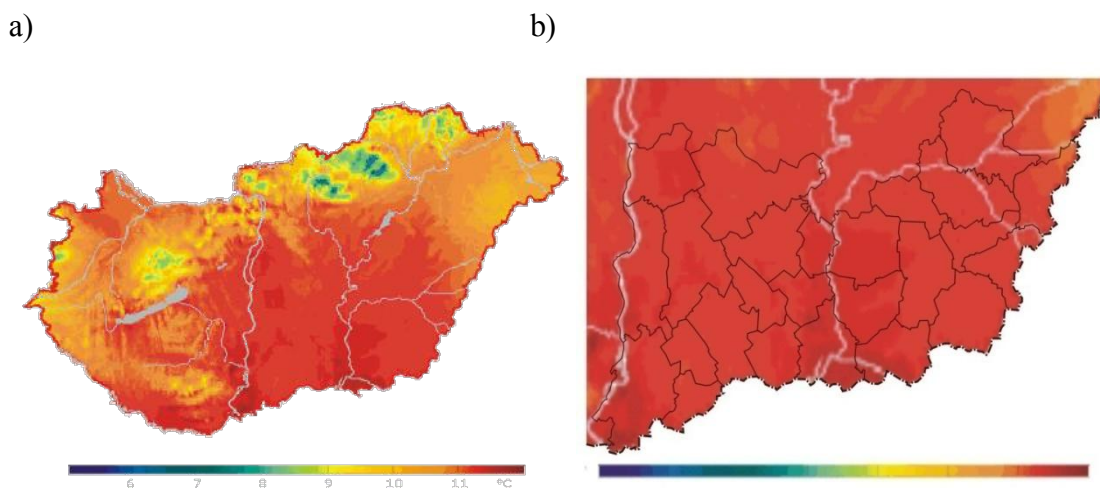
2.7.2. A napenergia mennyisége, területi ingadozásai

A napenergia mennyiségét két adattal jellemezzük: a globálsugárzással és a napfénytartammal (a napfényes órák számával). A régióra vonatkozó vizsgálatokat az OMSZ és a TSF IK adatai alapján végeztük.

Az OMSZ adatai a kecskeméti, a szegedi és a szarvasi mérőhelyekről származnak és 5 évet (2002-2006) fognak át. A TSF IK 2005. és 2006. évi adatait használtuk fel a pontosabb analízisre és a kontrollra.

Itt újra bemutatjuk az OMSZ áttekintő globálsugárzás-térképét az ország területére vonatkozóan (54. a ábra), amelyből jól látható, hogy a Dél-Alföldi Régió meglehetősen egyenletes területi eloszlást mutat. Ennek alapján várható volt, hogy a mérőhelyek adatai között nem lesz lényeges különbség sem a globálsugárzási adatokban sem pedig a napfénytartamban.

54. ábra: A globálsugárzás területi eloszlása



A Dél-Alföldi Régió az ország napenergiában leggazdagabb területe, ahol a sugárzási feltételek energiatermelés szempontjából a legkedvezőbbek. A napsugárzás területi eloszlása homogén, a régiós átlagot csak a Tisza völgye mentén és a Duna alsó folyásánál haladja meg (54.b. ábra).

Az OMSZ analizált adatait negyedéves bontásban az 5. táblázatban ill. a 55-58. ábrákon szemléltetjük.

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

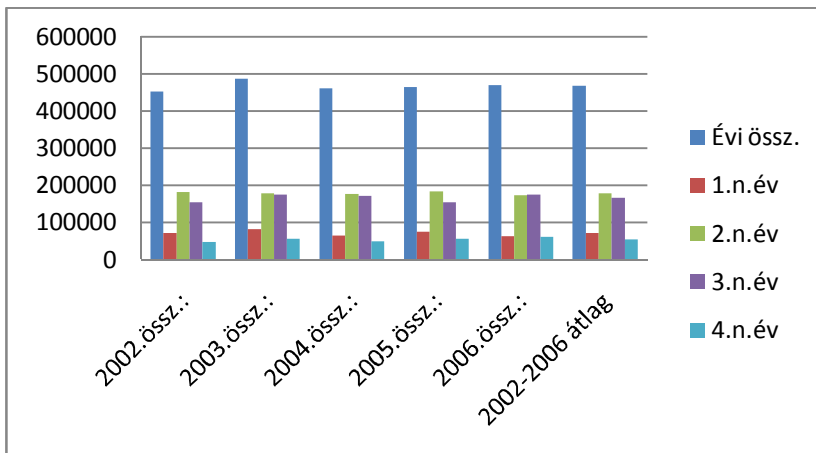
5. táblázat: Globálsugárzás a Délalföldi Régióban (sr)

Összenergia/besugárzott felület vízszintes felületen mérve [J/cm²]

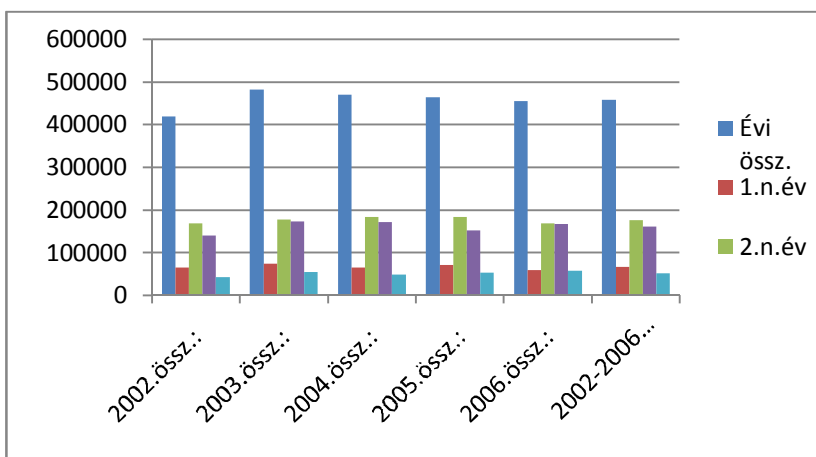
1.

Szarvas	<u>Évi össz.</u>	<u>1.n.év</u>	<u>2.n.év</u>	<u>3.n.év</u>	<u>4.n.év</u>
2002.össz.:	418769	65799	168599	141318	43052
2003.össz.:	481599	75086	178217	172999	55297
2004.össz.:	470546	65877	183303	172373	48993
2005.össz.:	463308	71983	184787	152513	54025
2006.össz.:	455535	59984	169381	168256	57915
<u>2002-2006 átlag</u>	<u>457951</u>	<u>67746</u>	<u>176857</u>	<u>161492</u>	<u>51856</u>
Szeged	<u>Évi össz.</u>	<u>1.n.év</u>	<u>2.n.év</u>	<u>3.n.év</u>	<u>4.n.év</u>
2002.össz.:	479621	77086	190157	161541	50838
2003.össz.:	522336	84385	203089	176822	58040
2004.össz.:	467367	65992	177866	174187	49321
2005.össz.:	470319	74956	182599	155497	57267
2006.össz.:	493915	65743	181377	181390	65405
<u>2002-2006 átlag</u>	<u>486712</u>	<u>73632</u>	<u>187018</u>	<u>169887</u>	<u>56174</u>
Kecskemét	<u>Évi össz.</u>	<u>1.n.év</u>	<u>2.n.év</u>	<u>3.n.év</u>	<u>4.n.év</u>
2002.össz.:	458497	71430	182021	158988	46059
2003.össz.:	452804	81609	149198	171569	50428
2004.össz.:	441966	61972	165457	167204	47334
2005.össz.:	460324	74063	180451	151208	54601
2006.össz.:	459832	62295	168852	171141	57545
<u>2002-2006 átlag</u>	<u>454685</u>	<u>70274</u>	<u>169196</u>	<u>164022</u>	<u>51193</u>
Régiós átlag	<u>Évi össz.</u>	<u>1.n.év</u>	<u>2.n.év</u>	<u>3.n.év</u>	<u>4.n.év</u>
2002.össz.:	452296	71438	180259	153949	46650
2003.össz.:	485580	80360	176835	173797	54588
2004.össz.:	459960	64614	175542	171255	48549
2005.össz.:	464650	73667	182612	153073	55298
2006.össz.:	469761	62674	173203	173595	60288
<u>2002-2006 átlag</u>	<u>466449</u>	<u>70551</u>	<u>177690</u>	<u>165134</u>	<u>53075</u>

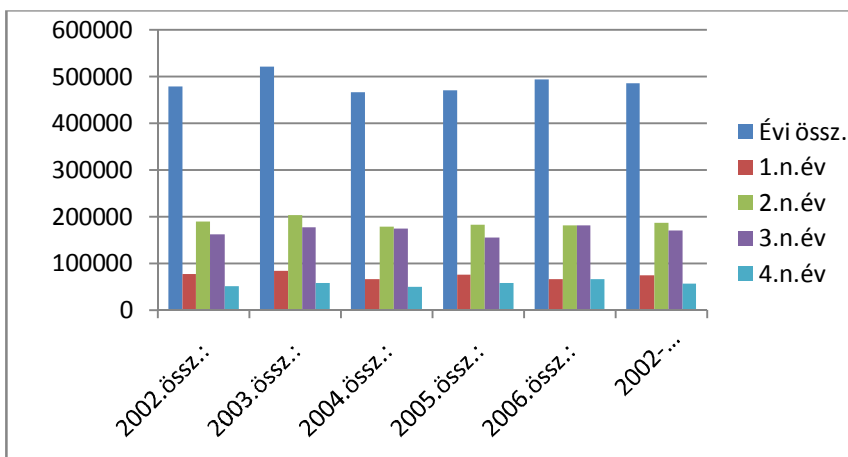
55. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása a Dél-Alföldi Régióban [j/cm²]



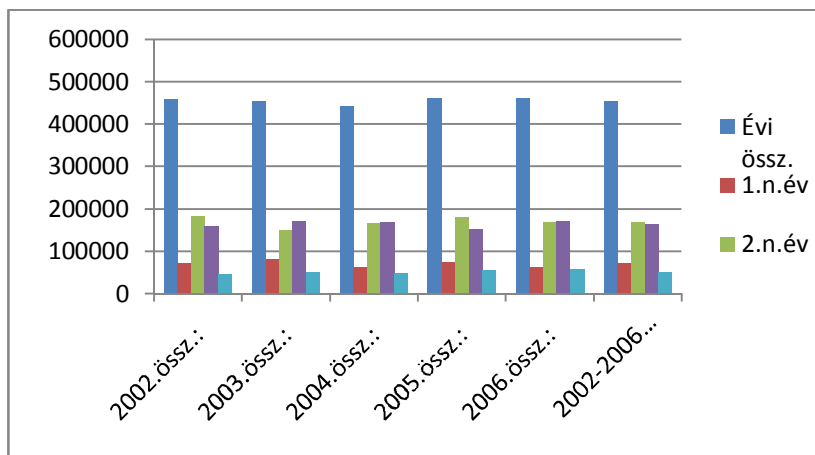
56. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása Szarvason sr [j/cm²]



57. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása Szegeden [j/cm²]



58. ábra: Az évi össz sugárzás és negyedévi bontása Kecskeméten [j/cm2]



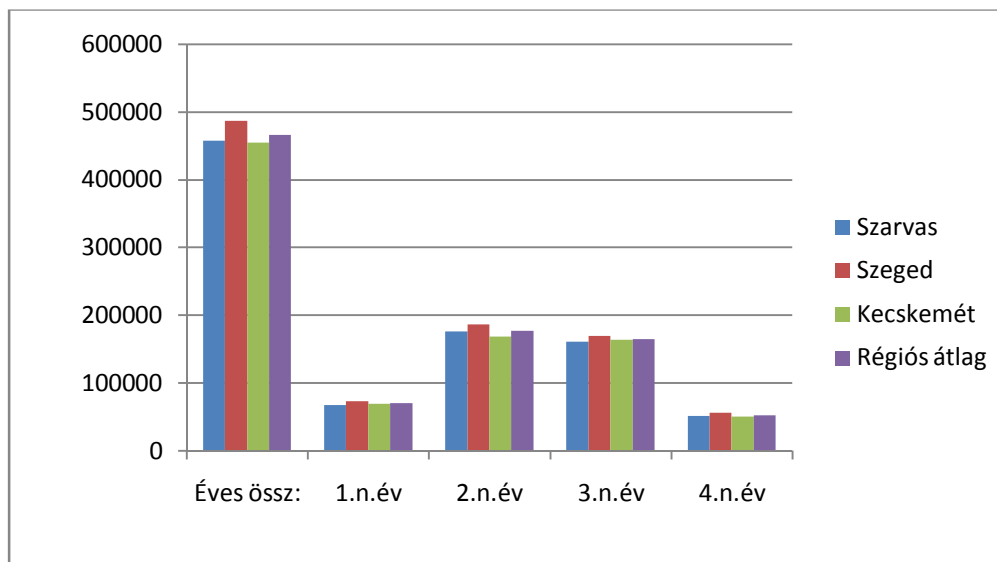
A 6. táblázatban és az 59. ábrán mutatjuk be az OMSZ adatok alapján az ötévi átlagos sugárzási adatokat annak szemléltetésére, hogy a mérőhelyek között lényeges eltérés nincs, azaz a régió globálsugárzás szempontjából gyakorlatilag homogénnek tekinthető.

6. táblázat: Globálsugárzás a Délalföldi Régióban 2002-2006 (sr)

Összenergia/besugárzott felület vízszintes felületen mérve [J/cm2]

	Éves össz:	1.n.év	2.n.év	3.n.év	4.n.év
Szarvas	457951	67746	176857	161492	51856
Szeged	486712	73632	187018	169887	56174
Kecskemét	454685	70274	169196	164022	51193
Régiós átlag	<u>466449</u>	<u>70551</u>	<u>177690</u>	<u>165134</u>	<u>53075</u>

59. ábra: Az éves és a negyedévi össz sugárzás 5 éves átlaga a mérőhelyeken [j/cm2]

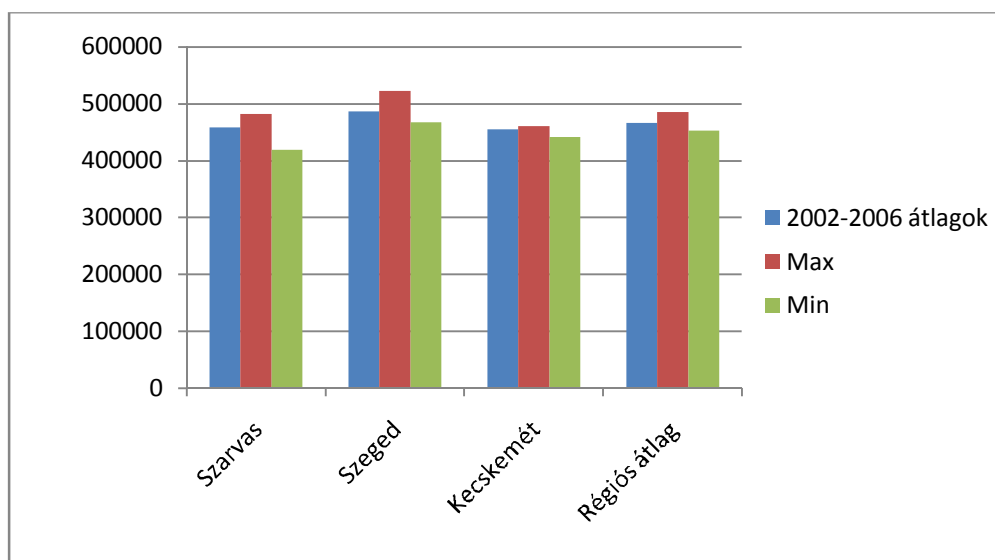


A 7. táblázat és a 60. ábra azt szemlélteti, hogy a vizsgált időszakban a szélső értékek szórása hogyan alakult. Jól látható, hogy az ötéves átlagtól való eltérés egyik esztendőben sem érte el a 10%-ot.

7. táblázat: Éves össz sugárzás szélsőértékei 2002-2006 között, sr [j/cm²]

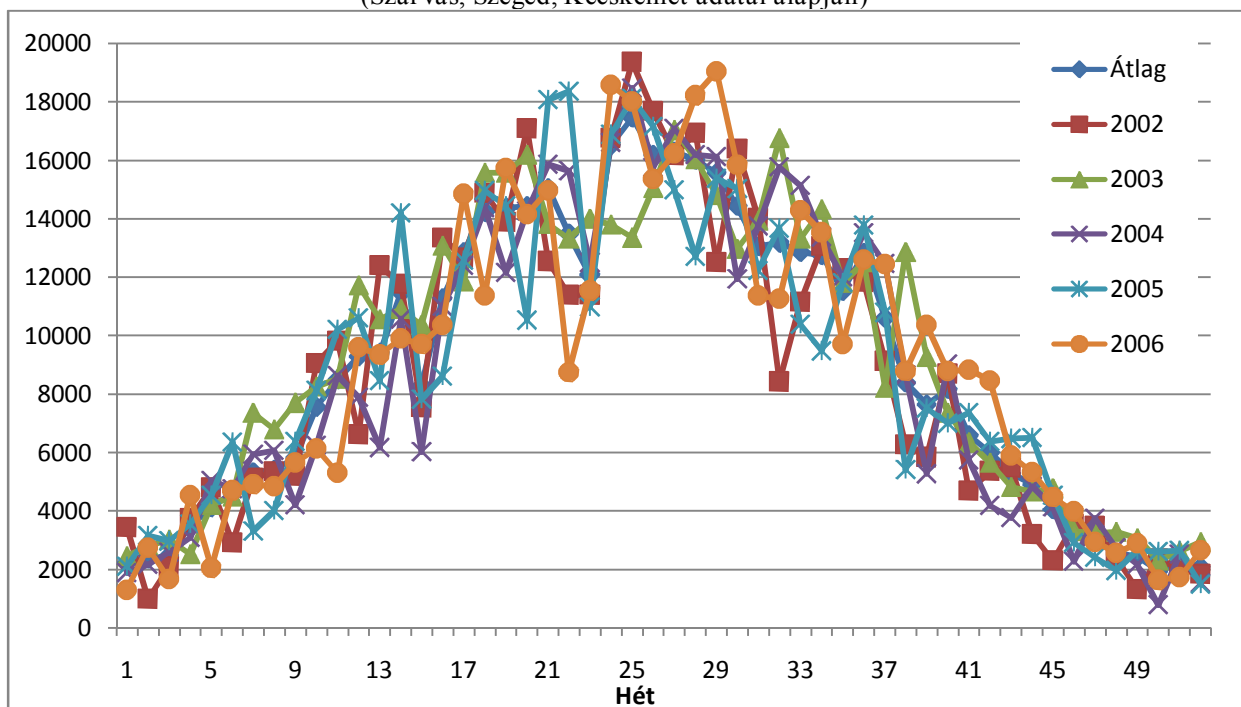
	<u>2002- 2006 átlagok</u>	Max	Év	Min	Év	eltérés az átlagtól %
Szarvas	<u>457951</u>	481599	2003	<u>418769</u>	2002	8,56
Szeged	<u>486712</u>	<u>522336</u>	2003	467367	2004	7,32
Kecskemét	<u>454685</u>	460324	2005	<u>441966</u>	2004	2,79
Régiós átlag	<u>466449</u>	<u>485580</u>	2003	452296	2002	4,1
max. eltérés a Régiós átlagtól	<u>466449</u>	<u>522336</u>	Szeged 2003	418769	Szarvas 2002	11,98

60. ábra: Az évi össz sugárzás szélsőértékei [j/cm²]

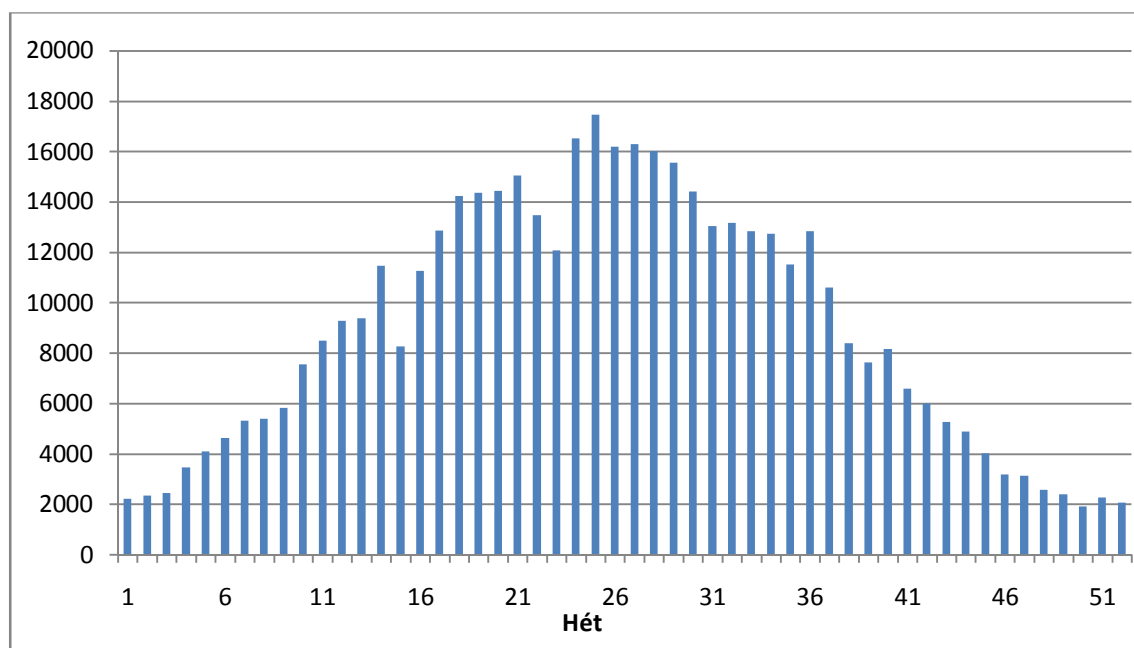


A globális sugárzás értékeinek szórását mutatja finomabb felbontásban, heti átlagértékek alapján a 61. ábra, a 62. ábrán pedig a három mérőhely adatainak átlagát szemléltetjük szintén heti bontásban.

61. ábra: A globálisugárzás heti átlagainak szórása a vizsgált időszakban [J/cm^2]
(Szarvas, Szeged, Kecskemét adatai alapján)



62. ábra: A heti globálisugárzás-átlagok [J/cm^2]

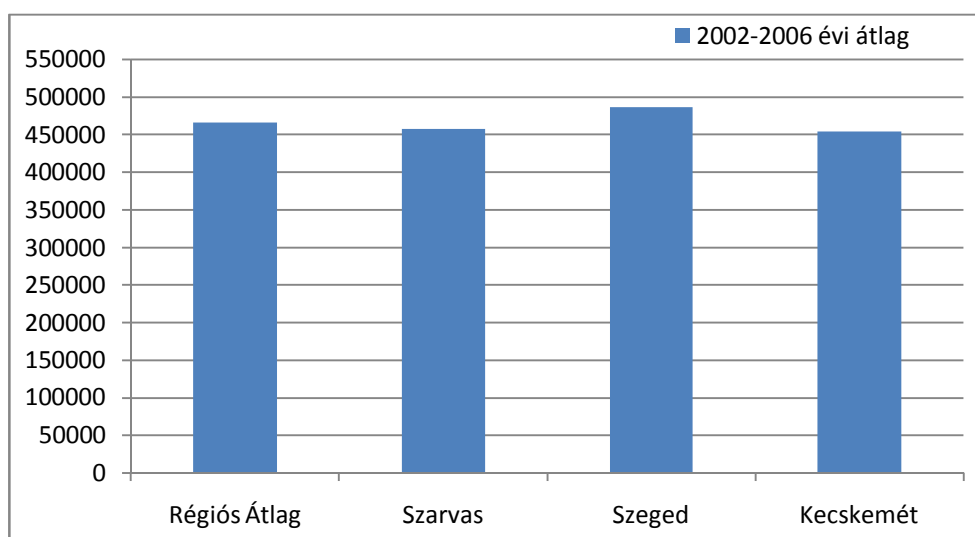


Végül megadjuk a régiós átlagnak tekinthető globálsugárzási átlagértékeket a vizsgált időszakra, amelyek nagy biztonsággal tervezési alapadatokként is kezelhetők a különböző napenergetikai tervezésekhez (8. táblázat, 63. ábra).

8. táblázat: Éves össz sugárzás átlagok 2002-2006, sr [j/cm2]

	Régiós Átlag	Szarvas	Szeged	Kecskemét
2002- 2006 évi átlag	466449	457951	486712	454685
eltérés az átlagtól %		1,82	4,34	2,52

63. ábra: Az ötéves átlagos össz sugárzás értékek mérőhelyenként és a régióra vonatkoztatott átlag



2.7.3. A szélenergia mennyisége, területi eloszlása

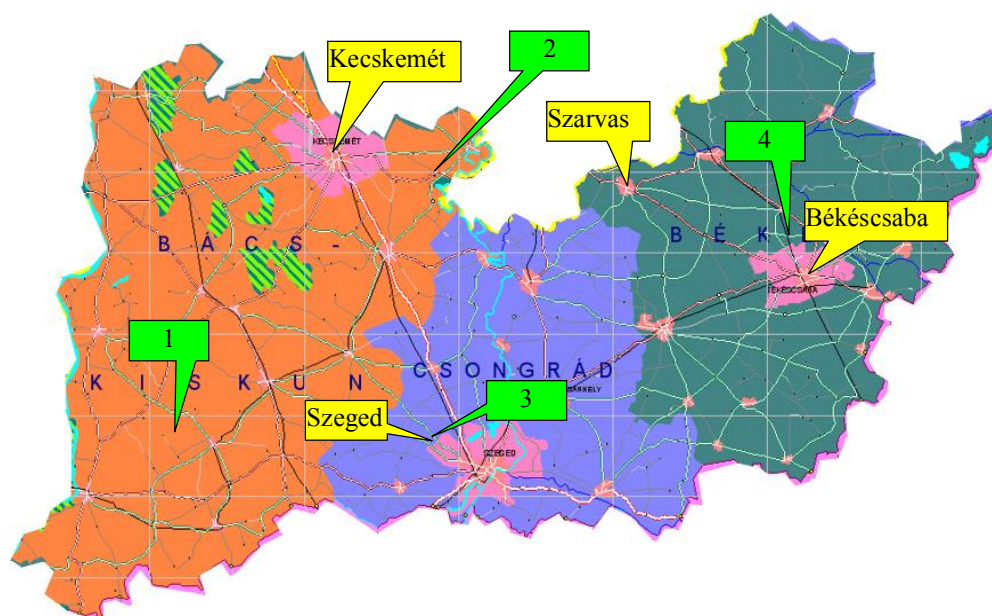
A Dél-Alföldi Régió gyakorlatilag (a szélenergia szempontjából) sík területnek tekinthető, miközben számos erdő, szélvédő erdősáv borítja, amelyek a széláramlatokat jelentős mértékben módosítják.

Mérőhelyek

A régió területén az OMSZ adatbázisából 4 helyről kaptunk szélmérési adatokat, amelyeket a szolgálat regionális telephelyein mértek. Az 5 évet átfedő adatsorokból már kellő biztonsággal trendek is kimutathatók. Ezek: a szélenergia éves elosztása, a frontok

vonulási gyakorisága, bennük rejlő energia mennyisége, a szélirányok változásának gyakorisága, stb.

64. ábra: Az OMSZ mérőállomásai (a kiértékelt adatbázisok) MSZTE mérési helyei
(1-4: az értékeléshez felhasznált energia célú szélmérésekből származó adatok)



Az Országos Meteorológiai Szolgálat méréseit kiegészítettük a Magyar Szélenergia Tudományos Egyesület és a Szent István Egyetem Folyamatmérnöki Intézet adatbázisával, amelyeket Magyarország széltérképének elkészítése során mértek.

E mérések már kifejezetten a kinyerhető energia meghatározása céljából folytak, vagyis alkalmasak a szélprofil meghatározására.

A Szegeden végzett mérés SZODÁR-ral történt, egészen 300 m-es magasságig. E helyeken csupán a mérések 1 évig folytak. Évek közötti tendenciák levonására nem alkalmazhatók, de a szélprofilok meghatározása döntő jelentőségű, mivel így a nagyobb, un. generátor magasságokban is meghatározható a várható szélesebesség.

Az 5 éves adatbázis kiértékelése során meghatároztuk a különböző évek átlagos szélesebességeinek trendjét, majd ezeket az 5 év átlagával is összehasonlítottuk.

A kapott átlagértékeket, az említett magassági korrekcióval módosítottuk, s így adtuk meg azon végleges számadatot, amely a térségre leginkább több év átlagában jellemző lehet, vagyis kiinduló pontja egy beruházás megkezdésének, a konkrét helyi mérések elkezdésének.

A mérések helyszíneit az 64. ábra térképén mutatjuk be.

Az adatok értékelése

A 2 x 4, összesen 8 helyszín tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a legkedvezőbb adatokkal a Szeged és a Szegedtől nyugatra eső területek rendelkeznek. Előnye, hogy a fő szélirányok gyakorisága nagy értékű, ami arra mutat rá, hogy a leendő szélerőművek kevés időt töltenek a szélirányok felvételével, mivel a szélirány állandósultabbnak mondható.

A szélesebesség tekintetében hasonlóan előnyösebb Békéscsaba térsége (Békéscsabától nyugatra eső területek) viszont két kitüntetett szélirány jellemzi ÉK és D, ami a nagyteljesítményű gépeknél ez előnyösnek mondható.

A régióban az éves szélesebességek trendje megfelel a magyarországi trendek fő vonatkozásainak, szélben leginkább gazdagabbak a késő téli és tavaszi hónapok, leggyengébb július, augusztus és szeptember. Ettől csupán Kecskemét térsége tér el, ahol év utolsó hónapjaiban alacsony szélesebességek adódnak (nincs egyezés az országos trendekkel). További problémája e térségeknek, hogy a szélirányt nem konzekvensen, szinte minden szélirány (az északit kivéve) előfordul és 3-4 jelentősebb szélirányban is azonos szélesebesség adódik. Előnyösebb lenne 2-3 jól karakterizálható szélirány, nagyobb mértékű szélesebességekkel.

Az egész régióra a frontok elvonulásánál jelentős eltérések nincsenek, közel azonos időben vonulnak át, de intenzitásukban – azonos időben - 30-40 %-os eltérés is tapasztalható.

A régióban alkalmas területek vannak szélerőművek telepítésére, hiszen az átlagos szélesebesség éves vonatkozásban 6 m/s, illetve annál néhány tizeddel nagyobb. Ez 2200-2500 óra csúcskihasználást eredményez, amely a gazdaságos működés alapfeltétele. Ezeket a területeket modellezéssel a régió térképein megjelöltük, a kistérségek határvonalainak bejelölésével is. Éles határvonalak nem vonhatók, ezért a határterületeken meg van a lehetősége az eredményes telepítésnek, de e helyeken mindenképpen hosszabb idejű helyi energetikai szélmérések szükségesek (egyáltalán a helyzet megítéléséhez). A bejelölt területeken a jó működés valószínűsége nagyobb, de természetesen a telepítéseket ott is helyi szélmérések kell hogy megelőzzék, hiszen a helyi viszonyok, erdők, fasorok, folyóvölgyek, az áramlatok erősségét és irányát jelentős mértékben befolyásolják.

A terület bővelkedik NATURA 2000 hatáskörébe tartozó területekkel, ahol a kijelölt területen túl még esetleg több km-es védőtávolság is szükséges lehet.

Szélerőművek nem telepíthetők települések közvetlen közelébe, ahol a hang, illetve árnyékhatás felmerülhet.

Tovább szűkíti a lehetőségeket a vizuális hatás, amely a tájat befolyásolja, s tekintve hogy síkvidékről van szó, a berendezések nagyobb távolságból érzékelhetők.

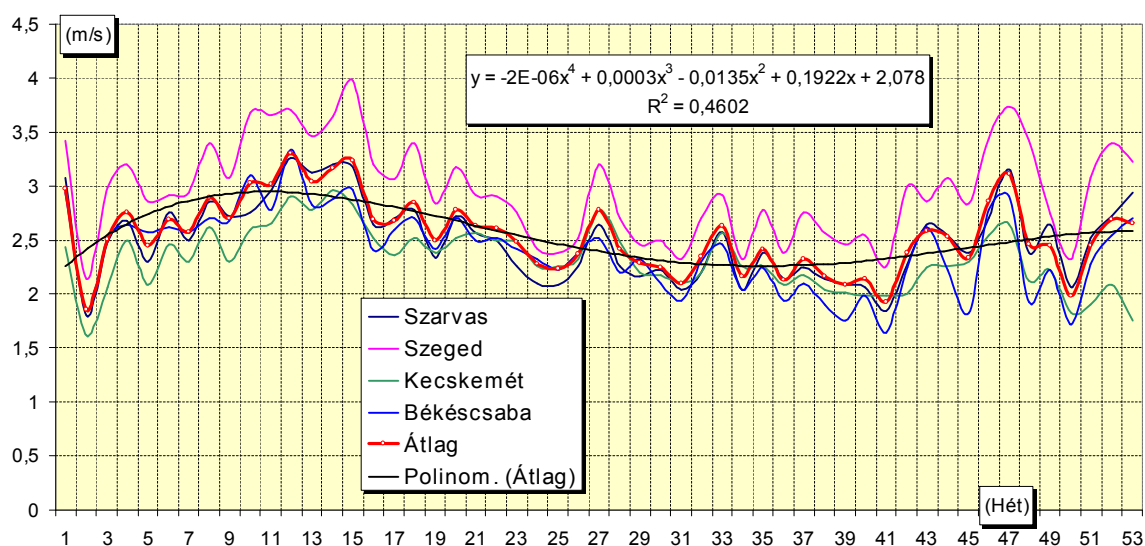
A követelmények című részben megfogalmaztuk, hogy milyen további szempontokat kell érvényesíteni egy telepítés alkalmával, amely a felhasználható területek vonatkozásában ugyancsak drasztikus szelekciót eredményez. Ilyen pl. az infrastruktúra,

- a meglévő nagy teherbírású úthálózat, amelyen a nagytömegű berendezések a helyszínre szállíthatók,
- a villamos csatlakozási lehetőség, amely a termelt energiát továbbítja, annak megfelelő kapacitása, hogy bővítés nélkül alkalmas-e az elosztó hálózatokba való táplálása.

Felhívjuk a figyelmet a vizes élőhelyekre, ahol jelentős madárvonulásokra is számítani lehet, mely esetekben több 10 km-es távolságban sem célszerű nagyobb magasságú berendezések telepítése. Ez annál inkább hangsúlyos, mivel a régióban az említett természeti adottságok miatt 110 m-nél alacsonyabb generátor magasságú szélerőművek telepítése nem ajánlott, azok gazdaságos működése semmiképpen sem garantálható.

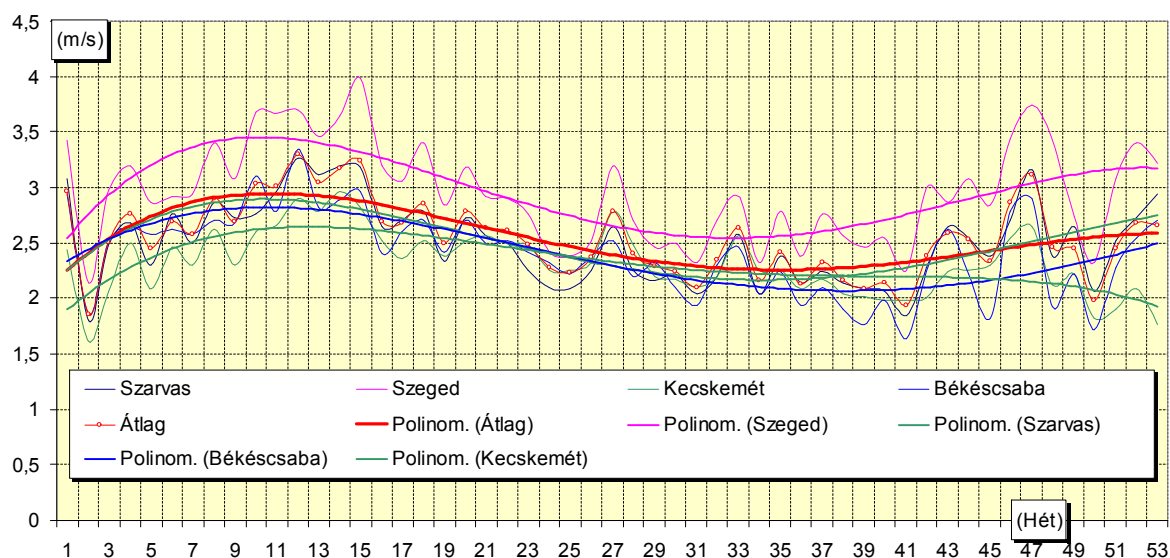
A csatolt Magyarország széltérkép részletek alapján megállapítható, hogy 110 m magasságban már a térség igen jelentős részén megfelelő lehet a szél intenzitása, ez azonban nem jelenti azt, hogy pénzügyi befektetésként szélerőművek telepítésére is alkalmasak lehetnek. A régió jelzett térségeiben mért szélesebségek heti átlagértékeinek lefutását a vizsgált 5 év átlaga alapján a 65. ábra mutatja be..

65. ábra: A szélesebbeségek heti átlagértékei



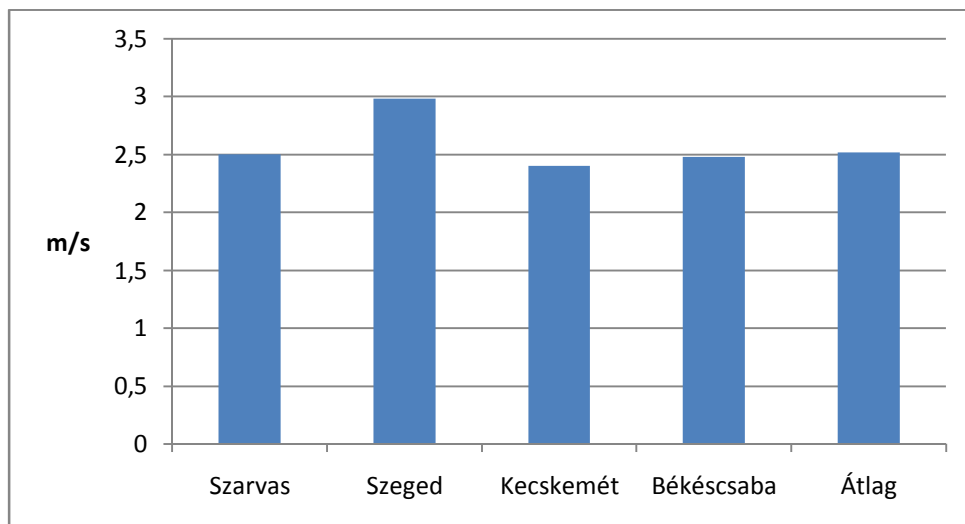
A térség lefutási jellege különösen az átlagot tekintve nagyban megegyezik az országos átlag jellegével, eltérést Kecskemét térsége mutat, ahol az 5 év átlagában az év utolsó két hónapja jelentős mértékben szélmentesnek bizonyul (66. ábra). A legjobban negyedfokú polinom illeszkedik.

66. ábra: A szélesebbeségek heti átlagértékeinek lefutása a vizsgált 5 évben kialakult trendek alapján.



A legmagasabb szélesebbeség átlagértéknek Szeged bizonyul (67. ábra), amely az átlagos trend lefutásából is jól követhető (lásd előző ábra).

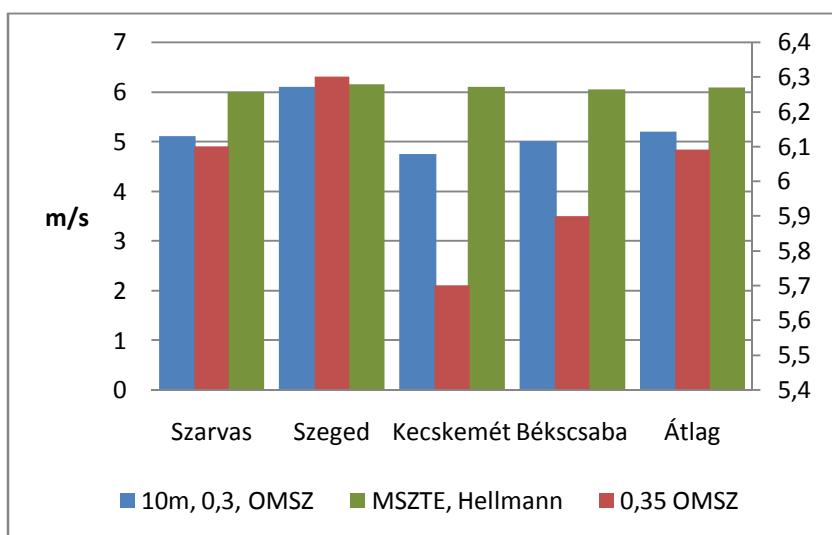
67. ábra: A szélsőbességek átlagértékei



Forrás: OMSZ

Mivel az OMSZ átlagértékei a mérési módszerükből fakadóan alulbecslést eredményeznek, elkészítettük a vetítést 100 m magasságra, a térségre kapott Hellmann-tényezők figyelembe vételével (68. ábra). Egységes Hellmann tényező esetén (0,35) az eltérések trendje hasonló mind a 10 m magasságban adatok. Ha a SZIE és MSZTE adatbázisával kiegészítjük a két magasságban végzett mérések alapján kapott Hellmann-tényezővel számolunk, akkor a 100 m magasságban kapott értékek kiegyenlítettebben – kis mértékben Szeged nagyobb – de hozzávetőlegesen 6 m/s-os értéket közelítik meg, amely a telepítés elvárható értéke.

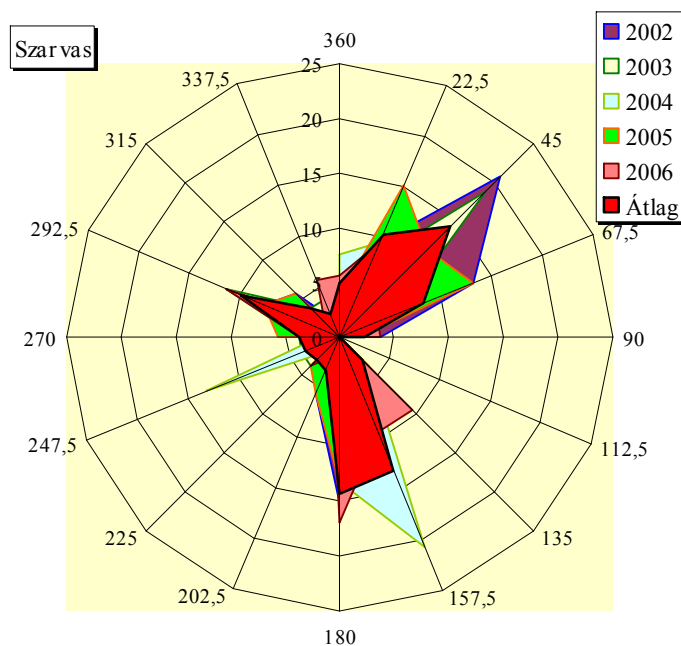
68. ábra: Hellmann-tényezőkkel finomított szélsőbességek átlagértékei



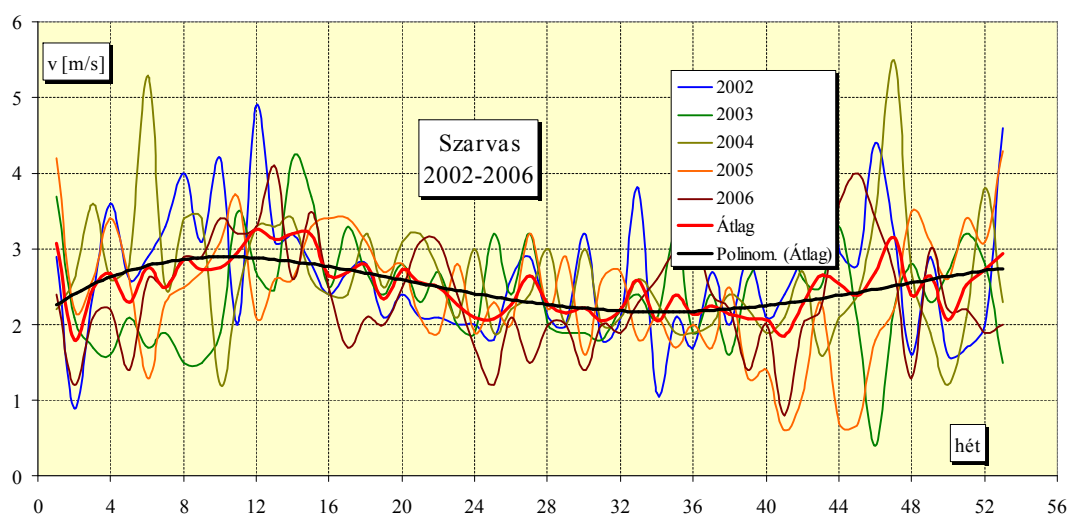
Az egyes mérési helyek adatainak részletes vizsgálata

Az egyes mérési helyeken évenkénti bontásban vizsgáltuk az átlagos szélsébségek éves lefutását és a szélirányok gyakoriságát 16 fő szélirányban. Szarvas térségében a szélirány gyakoriság előnyösnek tekinthető, hiszen két markáns szélirány különíthető el: D, ill. DDK, valamint É-K (69. ábra). Az év folyamán jól kivehetők az egymást követő ciklonok (70. ábra). A ciklonok időpontja évenként eltérő és az átlaghoz viszonyítva 100 %-os eltérést is mutat. Ez különösen a tavaszi és az őszi időszakra jellemző.

69. ábra: szélirányok alakulása Szarvas térségében

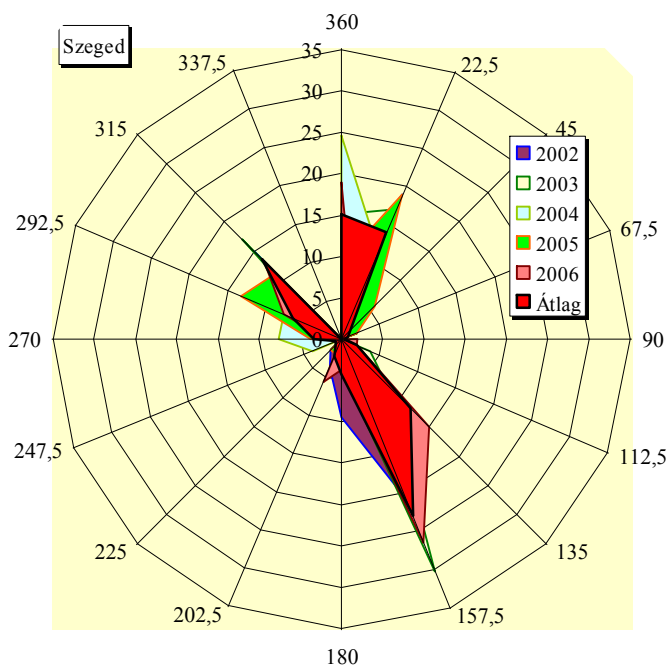


70. ábra: A szélesebességek átlagértékei Szarvas térségében



Szeged térségében legintenzívebb az DDK szélirány és még markánsan kivehető az ÉÉK is (71. ábra). Nagyobb tartósabb szélirányok a szélérőművek telepítési szempontjából a szélkövetést tekintve előnyösebbek.

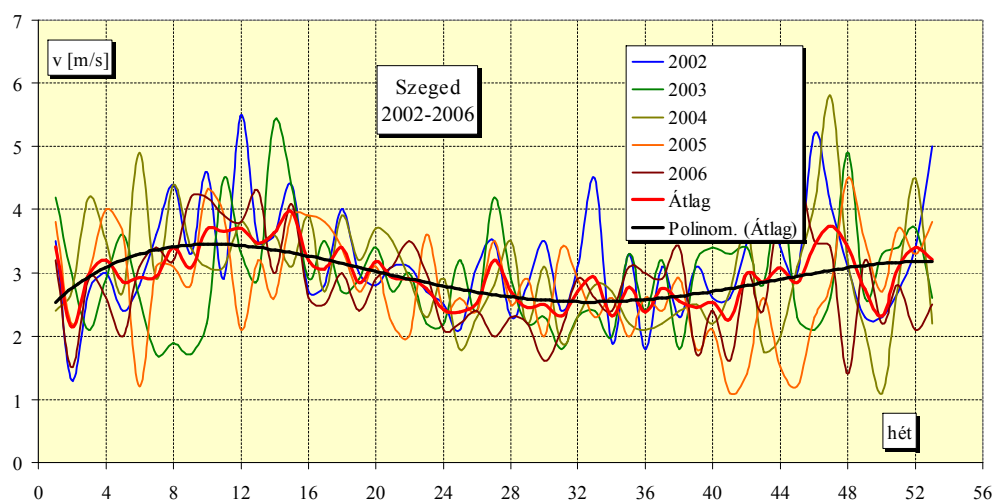
71. ábra: Szélirányok alakulása Szeged térségében



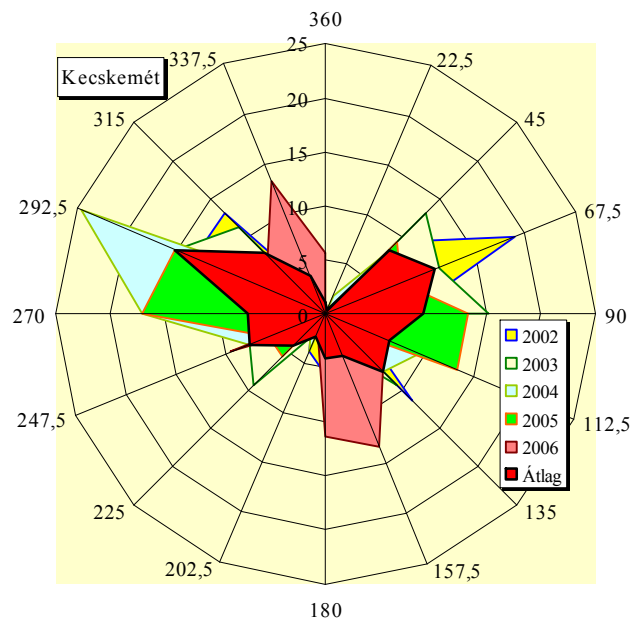
Hasonlóan, mint Szarvas térségében, a heti átlagok lefutása jól mutatja a frontok vonulását, az ingadozás mértéke azonban kisebb, mint Szarvas térségében (72. ábra). A vizsgált területek közül itt a legkisebb a sebesség ingadozás az átlaghoz viszonyítva. Kecskemét térségében a szélirány-változás kiemelkedően gyakorinak bizonyul (73. ábra).

Itt már érezhetők az ÉNY-i áramlatok is (E területet az ÉNY-i beáramlások elérik). Jól felismerhetők az ÉK-i szelek, amelyek a téli időszakban markánsak és viszonylag nagy az energiatartalmuk. Kecskemét az átlagos szélesebségek vonatkozásában is a legkevésbé kiegyenlített (74. ábra). Feltéhetően az áramlatoknak találkozási pontja van (az év teljes szakában igen nagy mértékű az átlagtól való eltérés mind pozitív, mind negatív irányban. Az átlagos évi trend is eltér az országos átlagtól Szélirányokat tekintve Békéscsaba tekinthető a leginkább kiegyenlítettnek (75. ábra). Alapvetően a D-i és É-i szélirányok dominálnak. Nyári időszakban a Déli, téli időszakban pedig É és ÉÉK. Ez szélerőművek szempontjából előnyös, hiszen a fő szélirányokat a berendezések jól ki tudják használni.

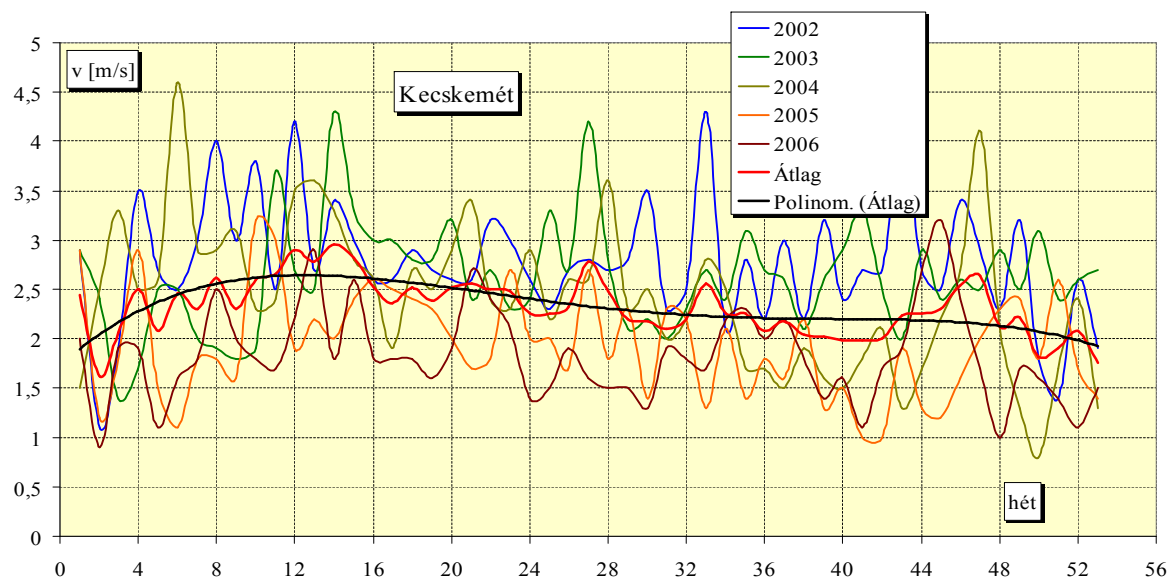
72. ábra: A szélesebségek átlagértékei Szeged térségében



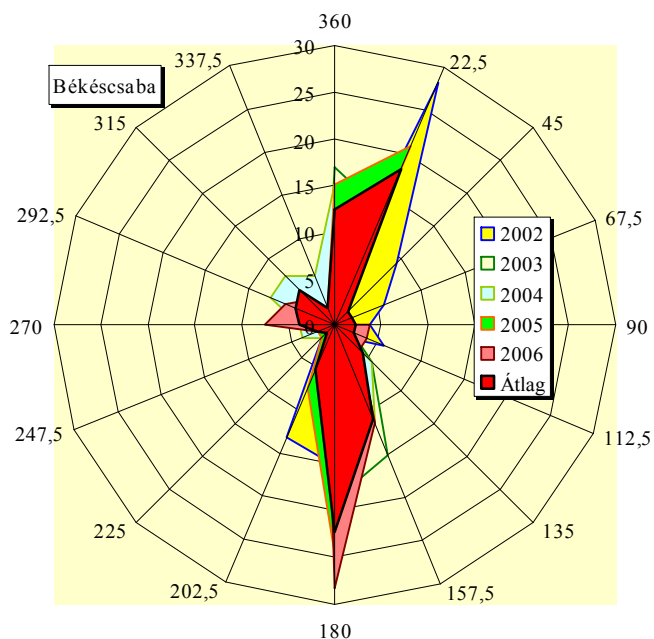
73. ábra: Szélirányok alakulása Kecskemét térségében



74. ábra: A szélesebességek átlagértékei Kecskemét térségében

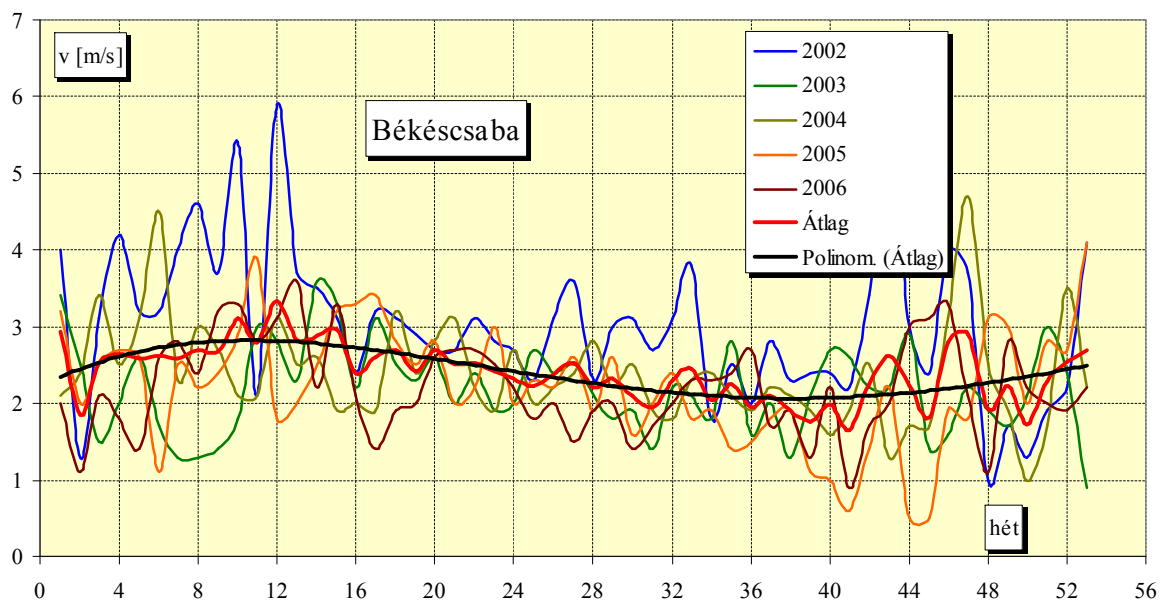


75. ábra: Szélirányok alakulása Békéscsaba térségében



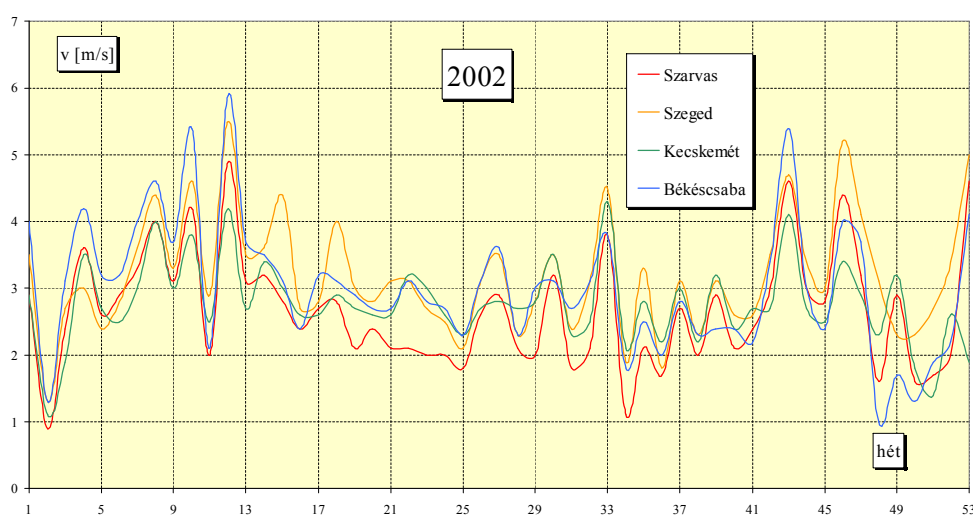
A szélességek átlagát tekintve a trend az országos átlagnak megfelelő, egyes években igen jelentős az ingadozás, más években mérsékeltebb, ritkán a 100 %-os eltérés is előfordul (76. ábra).

76. ábra szélességek átlagértékei Békéscsaba térségében



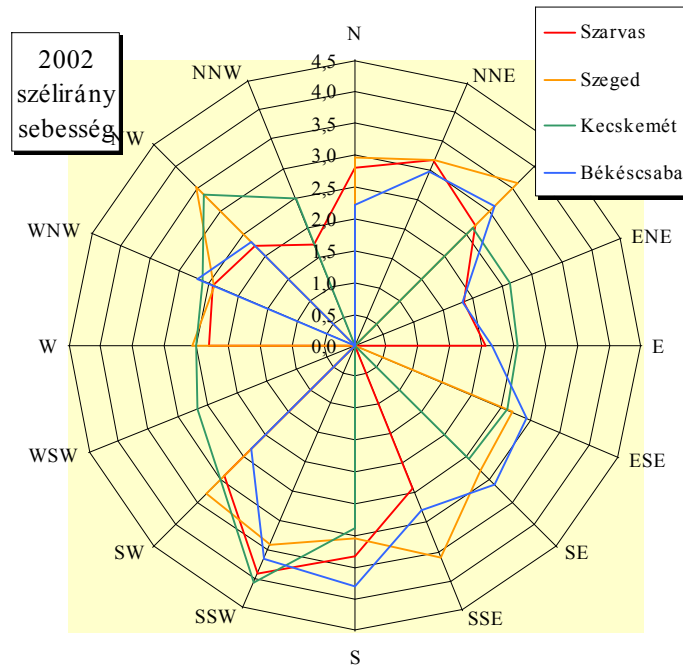
A 4 mérési hely heti átlagos szélességeit évek szerint is vizsgáltuk. A bemutatást 2002 és 2004. évekre közöljük. 2002. évben jól láthatók, hogy a frontok szinte teljesen azonos frekvenciával követik egymást, eltérések inkább az amplitudókban, a szélességek mértékében találhatók egymáshoz viszonyítva (77. ábra). Legkedvezőbb értékeket Szeged és Szarvas mutatja, ezt követi Békéscsaba, majd Kecskemét. Egyben bizonyítja, hogy jelentős energia tartam az elvonuló frontokban található, melyek évente markánsan 20-30 alkalommal fordulnak elő.

77. ábra: Átlagos szélesség-értékek (2002)

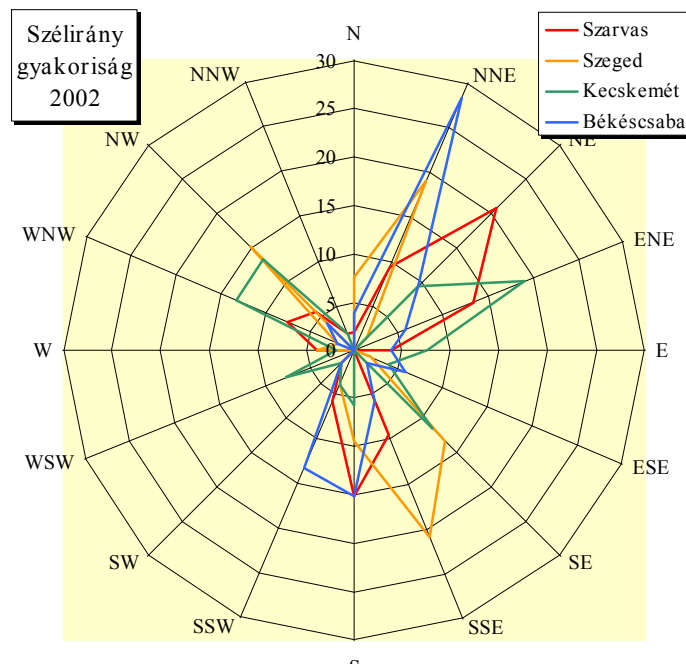


A szélirányok szerinti szélességek átlaga nagy eltéréseket nem produkál (78. ábra). Legerősebb szelek DDNY-i irányból érkeznek, melyek az anticiklonokkal függnek össze. A nagy erősségű ciklonok idejére tehetők. Ezekből igen jelentős energia nyerhető. Előny azon szempontból, hogy az ország ÉNY-i részén lévő Kisalföldön ezen időszakokban szinte szélcsend uralkodik, tehát országos energia-kiegyenlítési szempontból e területre a szélérőművek telepítése előnyös lehet, illetve a telepítéseket célszerű párhuzamosan végezni a kisalföld térségével. A szélirány gyakoriságok tekintetében az ÉÉK, valamint a D illetve annak közelében lévő szélirányok dominálnak (79. ábra). Kecskemét jelent eltérést (a korábbiakban említettük). 2004. évben a trendek az előzőekben elmondottakhoz hasonlóan alakulnak (80. ábra).

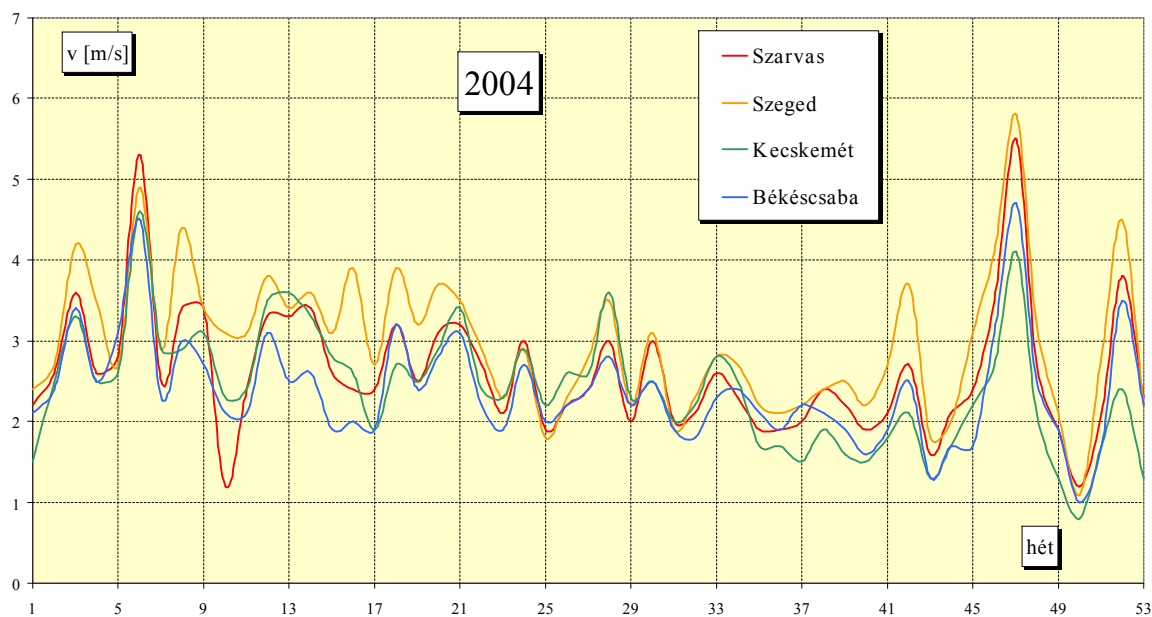
78. ábra: Szélirány sebesség (2002)



79. ábra: Szélirány gyakoriság (2002)

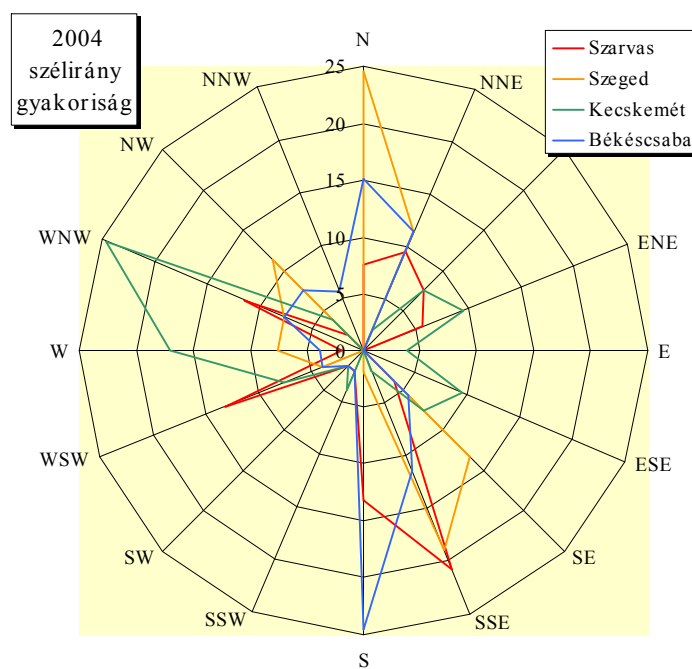


80. ábra: Átlagos szélesség-értékek (2004)



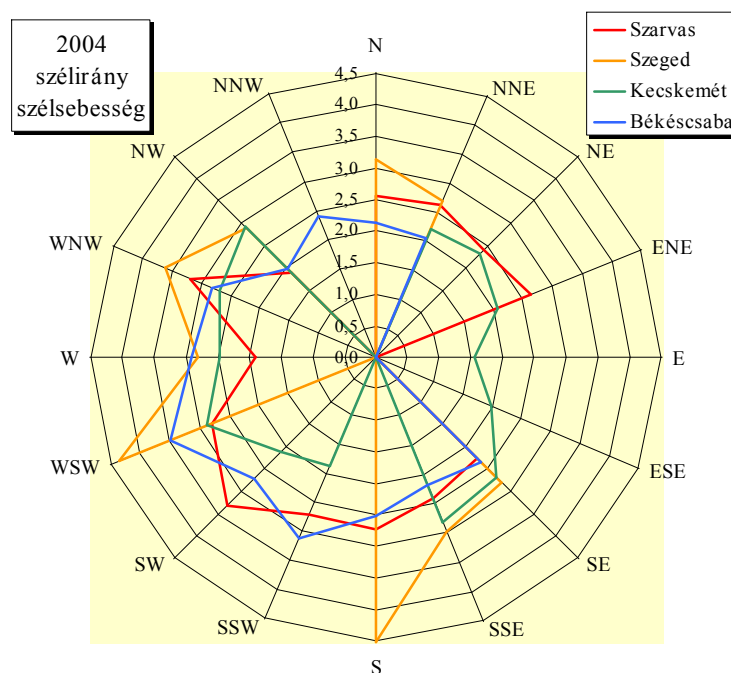
A szélirány gyakoriságát tekintve ugyanazon következtetések vonhatók le, mint a 2002-es évről (81. ábra). Elterést csupán Kecskemét térsége mutat, amikor a Ny-i szélirányok igen jelentős mértékűek voltak.

81. ábra: Szélirány gyakoriság (2004)



Ugyanezen időszakban kiugróan magas volt Szeged térségében a D-ről érkező áramlatok szélessége, illetve az abból nyerhető energia (82. ábra).

82. ábra: szélirány sebesség (2004)



2.7.4. A földhő vagyon mennyisége, területi eloszlása

A geotermális energiát a Föld szilárd burkát jelentő, a litoszférát alkotó kőzetek, illetve az ezekben a kőzetekben található, azokat feltöltő fluidumok tárolják, ill. hordozzák. Ismeretes, hogy a megújuló erőforrások 92 %-a a vízhez kötődik.

A geotermális készleteket, hőtartalmukat tekintve a különböző szerzőktől származó osztályozás (9. táblázat) szerint kis-, közepes- és nagy entalpiájú kategóriába sorolja.

9. táblázat: A geotermális készletek osztályozása a hőtartalom szerint [1]

Készletek	Mélységi hőmérséklet °C		
	Mufler és Cataldi (1978)	Hochstein (1990)	Benderitter és Cormy (1990)
1. Kis entalpiájú készletek	< 90	< 125	< 100
2. Közepes entalpiájú készletek	90 - 150	125 - 225	100 - 200
3. Nagy entalpiájú készletek	> 150	> 225	> 200

Magyarország területe az üledékes kőzetekkel feltöltött Kárpát-medencében van, ahol döntően kis entalpiájú készletek találhatók, de kimutatták nagy entalpiájú, nagy hőmérsékletű, túlnyomásos készletek meglétét is.

A Kárpát-medence a világ legnagyobb, igen kedvező geotermális adottságú, üledékes kőzetekkel feltöltött medencéje. A kedvező geotermális adottság fő oka az, hogy a Kárpát-medence alatt a földkéreg vékonyabb (15-25 km), mint a világátlag, így a magma felől a felszínre igyekvő ún. Földi hőáram mintegy kétszerese az európai átlagnak.

A Magyarországon 1950 óta kitermelt termásvíz mennyiségét a 10. táblázatban mutatjuk be (ez a „biztos” termásvíz-készlet).

10. táblázat: Magyarországon 1950 óta kitermelt rétegvíz mennyisége (1992. XII. 31-i állapot)

Termelés, millió m³

Időszak	Nagy-Alföld	Kis-Alföld	Egyéb területek	Összesen
1950-1960	64,7	1,3	15,5	81,5
1960-1970	346,8	4,9	45,3	397,0
1970-1992	6792,3	217,0	1373,4	8392,7
Mindösszesen	7190,2	223,2	1418,7	8871,2

A pannon korú medenceüledékekben tárolt, onnan kitermelt, ill. kitermelhető hévízkészletek adatait a 11. táblázat foglalja össze, melyből látható az Alföld kiemelt jelentősége.

11. táblázat: Magyarország pannon korú medenceüledékeiben tárolt hévízkészletek

Kifolyó víz hőmérséklete °C	Kitermelt/kitermelhető vízmennyiség ¹ , em ³ /nap		
	Országrészek		
	Dunántúl	Alföld	Magyarország összesen
50 - 60	2/72	46/360	48/432
60 - 70	110/52	48/291	59/343
70 - 80	3/24	30/171	33/195
80 - 90	0/5	38/92	38/97
90 fölött	0/0	46/77	46/77
Összesen	16/153	208/991	224/1144

¹Búvárszivattyús víztermelés, max. 200 m-es negatív nívóig, vízviszanyomás nélkül

A termásvízzel képviselt geotermális készletek hőtartalmát és a hasznosítás eredményeit a 12. táblázat tartalmazza.

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

A hasznosított termálenergia a 2004. évi állapot szerint megközelítőleg 2,8 PJ, amely 4 %-os hasznosítási arányt jelent.

12. táblázat: Magyarország termálvízzel képviselt geotermális készletei [2]

Termálvíz készletek		A dinamikus készletek hőtartalma ($\Delta T=40^\circ\text{C}$ mellett) PJ	Hasznosított termálenergia (a 2004.XII.31-i állapot szerint ²⁾) PJ	A hasznosított termálenergia mennyiség a készletek hőtartalmának arányában %
Statikus készlet km ³	Dinamikus ^{1/} készlet Mm ³ /év			
4000	380	63,5	≈2,8	≈4,0

^{1/}Vízvisszanyomással

^{2/}A fürdési célú hőhasznosítással együtt (IGA ajánlás)

A készletek hasznosításának kiterjesztése tárgyában a Magyar Geotermális Egyesület (MGtE) 2000-ben számításokat végzett, ennek eredményeit az 13 táblázat foglalja össze.

Eszerint 2010-re a közvetlen hőhasznosítást 3 PJ/év-ről 11,4 PJ/év-re kell növelni, illetve meg kell valósítani a Nagyszénás-Fábiánsebestyén-i erőművet 80 MW beépített villamos teljesítménnyel.

13. táblázat: A hazai geotermális energia hasznosítás tényadatai (2000.XII.31.)

A megvalósítandó kiterjesztési koncepció (MGtE) szerint

Megvalósítási időszak		
1. Villamos energia termelés	bázisév: 2000	2010 [*]
1.1. Beépített villamos teljesítmény, MW _e	-	80 [*]
1.2. A termelt villamos áram mennyisége, GWh/év	-	600 ⁽¹⁾
1.3. Fajlagos beruházási költség, eFt/kW _e	-	250 ⁽¹⁾⁽⁴⁾
1.4. Teljes beruházási költség, MdFt	-	20,0 ⁽⁴⁾
1.5. A villamos áram előállítási költsége, Ft/kWh	-	12-18 ⁽¹⁾
2. Közvetlen hőhasznosítás		
2.1. Beépített teljesítmény, MW _t	325	1030
2.2. A hasznosított hőmennyiség, PJ/év	3,0	11,4
2.3. Fajlagos beruházási költség, eFt/kW	-	100
2.4. Teljes beruházási költség, MdFt	-	70,5
2.5. A kiváltott földgáz költsége, Md Ft/PJ	-	8,3 ⁽⁴⁾
2.6. A kiváltott földgáz mennyisége, Mm ³	-	410
2.7. A kiváltott földgáz ára, Md Ft	-	1,23 ⁽²⁾⁽⁴⁾
2.8. Beruházás megtérülési ideje, év	-	5,7 ⁽⁵⁾

^{*}Nagyszénás-Fábiánsebestyén erőmű nélkül (80 MW_e)

⁽¹⁾Becsült külföldi eredetű adatok (a hazai geotermális projektek eredményei alapján módosítandók)

⁽²⁾120 USD/1000 m³ földgáz ár mellett (2002.III.1.)

⁽³⁾A költségek (árak) a 2002.I.1.-i állapot szerint

⁽⁴⁾Nem diszkontált költségek

⁽⁵⁾A villamos áram termelés nélkül

A MÁFI-VITUKI (2002) felmérés szerint az országban mintegy 1300 termálkút található, melyekből körülbelül 850 üzemel. Az üzemelő kutak megoszlását hasznosításuk

és kifelé áramló víz hőmérsékletük szerint a 14. táblázat alapján tanulmányozhatjuk. Az adatok alapján megállapítható, hogy a termál kutak legnagyobb arányban a fürdők és a vízművek vízbázisát képezik, de jelentős a mezőgazdasági hasznosítás is. Kisebb az ipari és a kommunális, valamint a többcélú hasznosítás. Viszonylag magas a lezárt, eltömött, üzemben kívüli kutak száma.

14. táblázat: Hévízkutak hasznosításuk és kifelé áramló víz hőmérsékletük szerint (2002.01.01.)

Hőfok (°C)	Kutak száma (db)	Százalék (%)	Hasznosítás (kút db)									
			F	V	M	I	K	T	R	Z	É	S
30-39,9	584	44,8	60	183	73	29	1	9	0	87	40	102
40-49,9	289	22,2	93	23	16	18	2	20	0	43	45	29
50-59,9	137	10,5	46	9	17	10	2	14	4	16	12	8
60-69,9	121	9,4	34	0	17	6	1	25	7	18	3	10
70-79,9	70	5,4	8	0	23	4	6	16	2	8	2	1
80-89,9	50	3,8	4	0	33	3	2	1	0	6	1	0
90-99,9	48	3,7	4	0	31	1	5	0	0	5	0	2
>100	3	0,2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Összesen	1303	100	249	215	211	71	20	85	13	187	103	153
Hasznosítási arány %		100	19,1	16,5	16,2	5,4	1,5	6,5	1	14,1	7,9	11,7

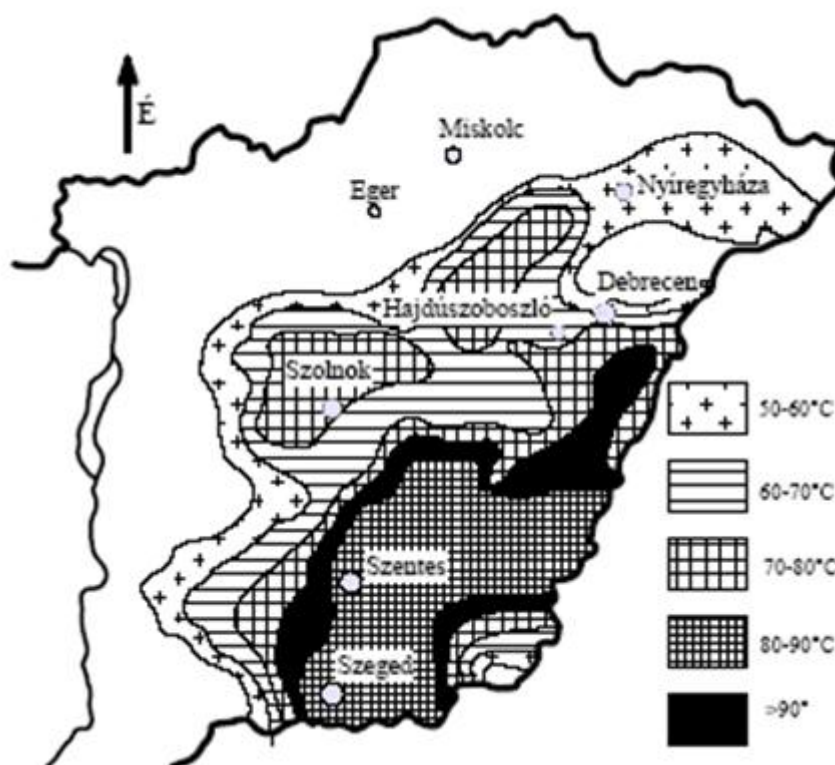
F-Fürdő; V-Ivóvízellátás; M-Mezőgazdasági; I-Ipari; K-Kommunális; T-Többcélú; R-Visszasajtoló; Z-Zárt (lezárt); É-Észlelőkút; S-Selejt, Üzemelő (termelő) hévízkutak száma: 850

A Dél-Alföldi régió geotermikus potenciálja

A Dél-alföldi régió a geotermikus potenciált tekintve kiemelkedik a többi régió közül. Ennek oka az Alföld déli része alatt elterülő felső-pannon korú üledékes medence, melynek porózus homok-homokkő rétegei jelentős termálkészleteket tartalmaznak.

Az 50-80 °C hőmérsékletű hévíz feltárására szinte az egész régió területe alkalmas kivételt képez Bács-Kiskun megye nyugati, dél-nyugati része (83. ábra). 80 °C-nál melegebb termálvíz kitermelésére elsősorban Csongrád megyében és Békés megye északi részén van lehetőség. Néhány helyen lokálisan (Nagyszénás, Fábiansebestyén) 100 °C-nál melegebb termálvíz is felszínre hozható, energia célú hasznosításuk a közeljövőben várható.

83. ábra: Kelet-Magyarország felső-pannon képződményeinek hévízkészlete

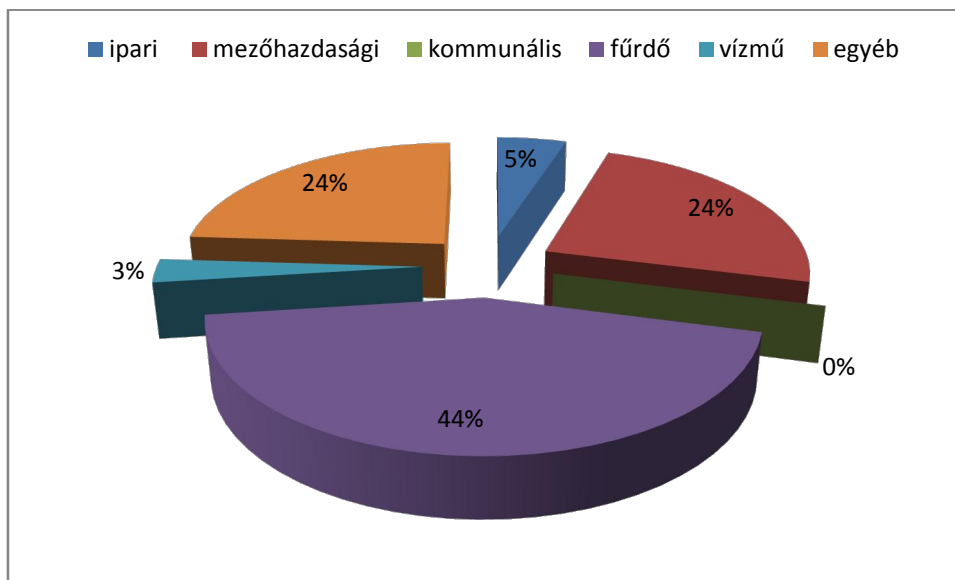


A régióban a MÁFI-Vituki adatbázisa szerint mintegy 500 termálkút található, melyből 364 üzemel (15. táblázat). Az üzemelő kutak hasznosítása kissé eltér az országos átlagtól (84. ábra). A mezőgazdasági hasznosítás aránya a legnagyobb (35 %), de jelentős a balneológiai (fürdő) és a vízmű hasznosítás is.

15. táblázat: Termálkutak száma és hasznosítása a Dél-Alföldi régióban

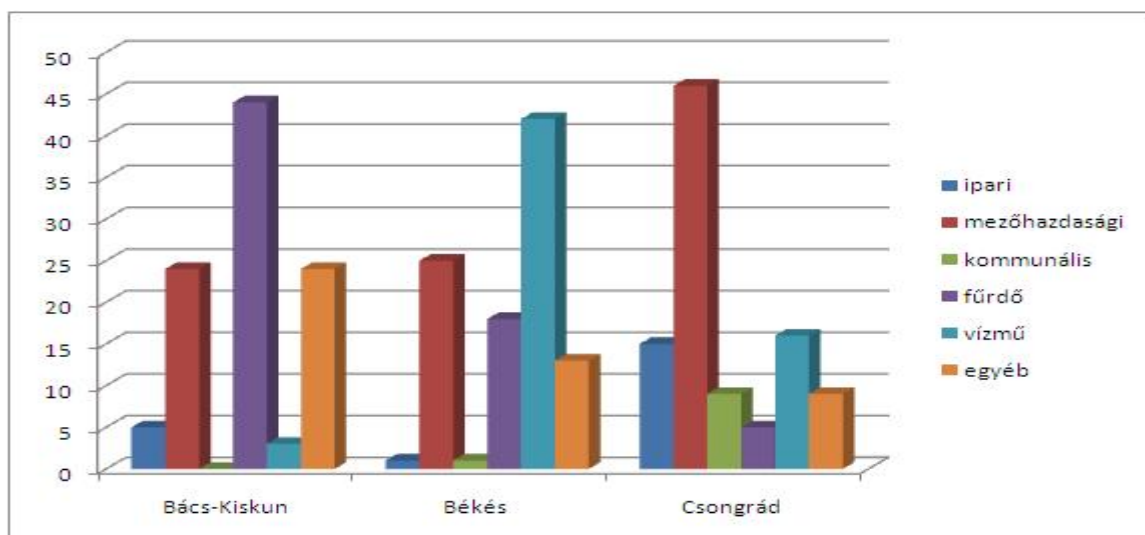
Megye	Összes kút	Eltömött kút	Lezárt kút	Üzemelő kút	Üzemelő kutak hasznosítása					
					Ipari	Mezőgazdasági	Kommunális	Fürdő	Vízmű	Egyéb
Bács-Kiskun	60	6	17	37	2	9	0	16	1	9
Békés	213	31	46	136	1	34	1	24	59	17
Csongrád	232	16	25	191	28	88	17	10	31	17
Összesen	505	53	88	364	31	131	18	50	91	43

84. ábra: Üzemelő termálkutak hasznosítása a Dél-Alföld Régióban



A Dél-alföldi régió megyei közül a hévízkutak számát tekintve kiemelkedik Csongrád megye. A 232 hévízkútból 191 üzemel, 46 %-ban mezőgazdasági hasznosítással, de jelentős az ipari célú felhasználás is (15 %). A sorban Békés megye következik 136 üzemelő kúttal. A felhasználás itt is elsősorban mezőgazdasági, de a régió megyei közül itt található a legtöbb fürdő (24) és a megye ivóbázisa is jórészt a termál kutakra épül. Bács-Kiskun megyében található a legkevesebb üzemelő termálkút (37 db). A mezőgazdasági felhasználás mellett itt is jelentős a balneológiai hasznosítás (pl. Kiskunmajsa, Dávod, Tiszakécske) (85. ábra).

85. ábra: Az üzemelő kutak hasznosítása a Dél-Alföld Régióban



A Dél-alföldi régióban néhány kivételtől eltekintve kis entalpiájú ($< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) készletek találhatók. Az üzemelő termál kutak legfontosabb adatait megyénként a 16. táblázat tartalmazza. Az üzemelő kutak 60 %-a $30\text{--}50\text{ }^{\circ}\text{C}$ kifolyóvíz hőmérsékletű, ezek elsősorban közmű, fürdő és mezőgazdasági célokra hasznosítható. Ezekből legtöbb Békés megyében üzemel. Az $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ feletti kifolyóvíz hőmérsékletű termálkutak energetikai hasznosításra is alkalmasak. A régióban ebből a szempontból Csongrád megye helyzete a legkedvezőbb (113 kút), melyek többsége 1500 m alatti talpmélységű, de üzemelnek 2000 m alatti kutak is.

16. táblázat: Termálkutak műszaki adatai a Dél-alföldi régióban

Megyék	Talpmélység (m)					Kifolyóvíz hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)				Vízhozam (dm^3/min)			
	<500	500-1000	1000-1500	1500-2000	>2000	30-50	50-75	75-100	>100	0-200	200-400	400-600	>600
Bács-Kiskun	8	7	9	4	4	19	13	0	0	27	4	1	0
Békés	22	71	9	7	9	92	13	13	0	110	7	0	1
Csongrád	14	41	21	43	52	58	42	69	2	105	36	24	6
Összesen	44	119	39	54	65	169	68	82	2	242	47	25	7

A termál kutak átlagos vízhozama $180\text{ dm}^3/\text{min}$, zömében $200\text{ dm}^3/\text{min}$ alatti vízhozammal üzemelnek. A $200\text{ dm}^3/\text{min}$ vízhozam feletti kutak elsősorban Csongrád megyében találhatók (Szentés, Szeged, Hódmezővásárhely).

Az üzemelő kutak éves vízhozama $29,3\text{ Milli} \text{ } \text{m}^3/\text{év}$, amely az ország dinamikus termálkészleteinek megközelítőleg $8\text{ } \%$ -a. Ebből az energiatermelésre alkalmas termálkutak vízhozama $16,7\text{ Milli} \text{ } \text{m}^3/\text{év}$. Ez a vízkészlet elvileg $2,8\text{ PJ}/\text{év}$ hasznosított energiát szolgáltatathatna $\Delta t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletváltozás mellett (17. táblázat).

17. táblázat: Energiatermelésre alkalmas ($50\text{ }^{\circ}\text{C}$ feletti kifolyóvíz hőmérsékletű) termálkutak

Megyék	Kutak száma (db)	Összes vízhozam ($\text{Mm}^3/\text{év}$)	Teljesítmény (MW)	Energia PJ/év
Bács-Kiskun	13	$\approx 1,05$	22,4	0,175
Békés	26	$\approx 1,57$	142	0,26
Csongrád	113	$\approx 14,08$	3075	2,35
Összesen	152	$\approx 16,70$	3239,4	2,785

A Dél-alföldi régió kistérségeinek geotermális energiafelhasználását tekintve megállapítható, hogy a kistérségek közül a kitermelt termálvíz mennyisége és energiataralma alapján kiemelkedik a Szegedi, Szentési, Hódmezővásárhelyi, Szarvasi és

a Szeghalmi kistérség. Balneológiai hasznosítás szempontjából jelentős Békés megyében az Orosházi és a Gyulai kistérség, Bács-Kiskun megyében a Bajai és a Kecskeméti kistérség.

Termál kutak műszaki jellemzői, üzemeltetésük

A gyakorlatban a termál kutak kétféle fajtáját különböztetjük meg: pozitív és negatív vízkivételűek. A pozitív kutaknál a termálvíz szabad kifolyással jön a felszínre, a negatív kutaknál szivattyús kiemelés szükséges.

Valamely termálkút pozitivitását a rétegyomás, a víz gáztartalma stb. teszik lehetővé. Hosszabb termeltetési idő után (10–15) ezen értékek módosulhatnak, a kút vízhozama mindinkább csökken, és a korábban pozitív kút negatívvá válik. Mind az ilyen, mind az eredetileg is negatív kutak esetében a víz kitermelése csak gépi úton oldható meg.

A hasznosítható vízhozam az a térfogatáram, amelyet a kút állandósult üzemben biztonságosan és károsodás nélkül szolgáltat. Ennek értékét az illetékes vízügyi hatóságok határozzák meg.

Kémiai szempontból legfontosabb az összes oldott alkotórész (szilárd és gáz) tömege (mg/l), amely nemcsak a hasznosítás, hanem a csurgalékvíz elhelyezésének szempontjából is lényeges. A termálvíz agresszivitása és sókiválási hajlama a nyomás, a gáztartalom és a hőmérséklet változásával módosul, ezért ezeket minden egyes beavatkozás után újból meg kell vizsgálni.

Gázleválasztó szükséges abban az esetben, ha a termálvíz gáztartalma a felhasználást akadályozza vagy ha az élet-és vagyonbiztonságot veszélyezteti. Gázleválasztó berendezést célszerű létesíteni akkor is, ha a termálvízzel feltörő éghetőgáz-tartalom gazdaságosan felhasználható. A gázleválasztó lehet külön álló vagy más műtárggyal (pl. tárolóval) egybeépített berendezés, illetve készülék.

Az általánosan alkalmazott geotermikus energia szolgáltató rendszer a termálvíz kútból, a kútfejből, szükség esetén kompresszorból vagy búvárszivattyúból, a vízkezelő rendszerből, a szivattyú állomásból, a hőhasznosító rendszerből és a lehűlt vizet elvezető rendszerből áll. Negatív kút esetén, vagy a vízhozam fokozása érdekében a kutat kompresszorozzák, vagy búvárszivattyút építenek be.

Kompresszorozás esetén a kútba benyomott levegő (esetleg metángáz) keveredik a vízzel, így lecsökkenti annak sűrűségét olyan mértékben, hogy a víz már kifolyik a

terepszinten. A benyomott levegő mennyiségét, nyomásértékét, és a levegőcső benyúlását a víz nyugalmi szintje alá esetenként méretezni kell.

A kompresszorozás az alacsony hatásfok és a tartós, folyamatos üzemre túl kényes gépi berendezés miatt nem alkalmas egy-egy többezer órás (például egy fűtőberendezés) üzem fenntartásához. Ez szükségessé tette a szivattyúzás alkalmazását.

A szivattyús termeltetés esetén olyan különleges „búvárszivattyúk” beépítésére kerül sor, amelyek a kútba 20–80 m mélyre leengedve biztonságosan és 70–72% hatásfokkal dolgoznak. Gondot jelent a vízben levő homok és gáz tartalom, valamint a magas (90–95 °C) hőmérsékletű víz miatt jelentkező szerkezeti problémák kiküszöbölése.

A hazai termálvizek minőségére általában a magas metángáz, az oldott vas-és mangán, valamint az ammónia tartalom, továbbá a korrózióra vagy a hőkiválásra való hajlam és a magas összes oldott sótartalom a jellemző.

A felsorolt jellemzők, az utolsó kivételével, szükségessé teszik a termálvizek kezelését a felhasználás előtt, a sótartalom pedig megnehezíti a felhasznált és lehűlt, esetleg szennyeződött termálvizek elhelyezését.

A vízzel együtt gyakran jelentős mennyiségű gázok is feltörnek, amelyek összetételüktől függően robbanásveszélyt (CH₄), vízkő kiválást és korróziót okozhatnak. Előfordul, hogy a víz jelentős mennyiségű homokon is hoz magával, amely az áramlási sebesség csökkenése esetén leülepedik a rendszerben és dugulásokat okoz. Amennyiben közelben szénhidrogén adottságú terület van, úgy a víz gyakran olajnyomokat is tartalmaz és színe, szaga miatt bárminemű hasznosítása akadályokba ütközik.

A víz Ca, Mg, CO₂ tartalmától, a nyomás és hőmérséklet egymáshoz való viszonyától stb. függően alakul ki a „vízkő” a termálvíz-szolgáltató rendszerben. A nyomáscsökkenés mértéke általában, a kút felső 40–60 m szakaszában éri el azt az értéket („buborékpont), amikor a vízkőkiválás megkezdődik. Legintenzívebb a kiválás a kútfej és környékén, de folytatódik még nagy távolságban a fűtőrendszeren belül is.

A kivált vízkő eltávolítására kezdetben mechanikus eljárást alkalmaztak, majd kialakult a ma is általánosan használt savazásos eljárás, amely biztos és tartósan alkalmazható megoldást jelent. Azonban a gondatlan sósavadalagolás következtében sok esetben tönkre megy a kút közeli vezeték, tartály stb.

A hasznosított termálvíz elhelyezésének előírása szerint közcsatornába 40 °C-nál nagyobb hőmérsékletű vizet nem szabad bevezetni és az oldott ásványi só maximálisan

2000 mg/l lehet. Az elhelyezéshez előzetesen Elvi Vízjogi Engedélyt kell kérni a területileg illetékes Vízügyi Hatóságtól.

A korábbi években elfogadott megoldás volt a 30–50 °C-ra lehűlt vizeknek a bevezetése a legközelebbi csapadékvízet összegyűjtő árokrendszerbe, amely a végén valamilyen élő vízfolyásba torkollott. Ezeket a vízgyűjtő rendszereket általában felhasználják a mezőgazdasági területek öntözésére, viszont a bevezetett termálvíz magas sótartalma miatt az öntözött talajt tönkreteszi, elszikesíti. Fokozza a veszélyt, hogyha a termálvíznek fenol tartalma is van. Az új környezetvédelmi rendeletek mind szigorúbban tiltják ezen megoldás alkalmazását és progresszíven emelkedő büntetésekkel kényszerítik az üzemeltetőket elfogadható – általában költséges – megoldások kialakítására. A legkedvezőbb elhelyezési lehetőségnek tűnik a használt és lehűlt termálvizek visszajuttatása ugyanabba a rétegbe, ahonnan kivették.

A geotermikus energiát képviselő termálvizet viszonylag alacsony hőmérséklete miatt nagy távolságra szállítani nem gazdaságos. Ezért csak ott érdemes kútat fúrni, ahol potenciális felhasználó van, ill. a felhasználót a meglévő kút közelébe kell telepíteni.

A kút közelében kell elhelyezni a szükséges berendezéseket, az esetleges víztározót, a gáztalanítót és a vízkezelő berendezést. Törekedni kell arra, hogy a termálkutakat állandó vízvétellel lehessen kihasználni – télen-nyáron –, ha arra lehetőség kínálkozik. A kútból csak annyi vizet szabad kitermelni, amennyit gondos víz-(hő-)gaz-dálkodás mellett hasznosítani lehet. A legtöbb kút hosszabb üzemszünet után elveszíti pozitivitását, de újra beindítása ma már nem jelent problémát. Az indokolatlan vízkitermelés nemcsak a kút élettartamát rövidíti meg (csökkenti a vízkészletet), hanem fokozza a vízelhelyezés problémáját is.

Termálvíz mezőgazdasági hasznosítása

A műszaki és gazdasági tapasztalatok alapján bebizonyosodott, hogy a termálvíz és a benne levő geotermikus energia egycélú felhasználása is lehet rentábilis. Általában azonban a termálvizek többcélú, komplex felhasználása célszerű, az adott területen számításba jövő megoldások figyelembevételével, mérlegelésével.

A geotermikus energia „komplex” hasznosításának fogalma nem teljesen tisztázott. A hőtartalom többlépcsős kihasználása (pl. a termálvízzel először a növényházakat, majd a részben lehűlt vízzel a fóliasátrakat fűtik) még nem komplex hasznosítás. Jobban

megközelíti ezt a fogalmat, amikor hasznosítják a vízzel együtt feltörő metángázt, a víz hőtartalmát, magát a termálvizet, a vízben levő ásványi sókat stb.

A geotermikus energia hasznosításában kiemelkedő helyet foglal el a mezőgazdaság. Az összes felszínre hozott termálenergiának közel 60%-át, a fűtési célra szolgálónak közel 80–85%-át ez az ágazat hasznosítja. A növénytermesztő telepek hőellátása a hazai termálvíz hasznosítás legnagyobb területe. A termálvíz fűtési berendezésekhez általában a melegvíz-fűtési rendszerek elemei és szerkezetei felhasználhatók.

A közvetlen termálvíz-felhasználás azonban nem zárt rendszer, nem keringetésről van tehát szó, mint a központi fűtésnél általában, hanem elfolyó, nyitott vízfelhasználást kell megvalósítani. Ekkor mindenképpen a teljes hőfoktartományban kell a hőesést kihasználni, vagyis az utolsó fázisban elfolyó víz a lehető legjobban közelítse meg a külső környezeti hőmérsékletet.

Termálvíz-fűtési rendszereknél, ahol rendelkezésre áll a termálvíz, mint hőhordozó, a termeszítőtelep egy részét növényházak, másik részét – kiegészítésként – fóliasátrak alkotják.

A növényház-fóliasátor építési arányt két tényező határozza meg: a termeszítőtelep agrotechnikai feladata (vagyis milyen növényből, mennyit termelnek) és a rendelkezésre álló termálvíz hőmérséklete és mennyisége.

Hőenergetikailag a fóliasátrakat az elfolyó termálvíz, tehát az egy vagy több hőlépcsőben a növényház fűtésén már átment és részben lehűlt víz hasznosításával főtik. Természetesen a fólia anyaga befolyásolja a hőszigetelési viszonyokat, a szélesség a külső oldali hőátadás nagyságát.

A növényházak vagy a fóliasátrak légtér-fűtését állandóan telepített konvekciós fűtőberendezéssel, vagy ideiglenes légtér-fűtéssel lehet megoldani. Állandó fűtési üzemre bordácsövek, simacsövek, esetleg konvektorok építhetők be, a külső falhoz közeli, általában talajszint feletti szélső vonalban.

Ideiglenes fűtés egyszerűen földre fektetett, gyorskapcsolókkal ellátott horganyzott acél-vagy alumínium öntöző csövekkel valósítható meg. Ezeket a ház két oldalán helyezik el. Ilyen berendezést létesítenek rendkívüli időjárás esetén is, amikor rövid ideig, gyorsan kell megvédeni a növényállományt a hidegtől.

Igényes, állandó üzemre telepített növényházakban és fóliasátrakban mindig gondoskodni kell a talajfűtésről. Fóliasátrak esetében a rendszer megegyezik az üvegházak talajfűtésével, de más belső hőmérséklet elérését kell – a légfűtéshez hangoltan –

biztosítani. Az ún. üvegház hatás itt nem érvényesül, a napsugárzás szekunder hasznosítása elmarad.

A talajfűtő csőrendszer napjainkban műanyagból (polipropilén) készül, elhelyezési mélysége 20–50 cm a talajfelszín alatt.

Új és korszerű fűtési megoldásnak tekinthető a talaj felületére fektetett 20–40 mm belső átmérőjű, bordázott műanyagcsövekből kialakított „vegetációs” fűtés, amely közvetlenül a növény közelében biztosítja a szükséges hőmérsékletet. Előnye a földbe süllyesztett megoldással szemben a könnyebb és olcsóbb telepíthetősége és meghibásodás esetén az egyszerűbb javíthatósága.

Újszerű megoldás a kettősfalú fóliasátor hőszigetelésére a vízfüggönyös „fűtés” is. Alacsony hőmérsékletű 20–25 °C-os (elfolyó) termálvizet a két réteg között elfolyatva, hőszigetelő hatás alakul ki a határoló falakban. A rendszer hátránya a nagy vízmennyiség-igény és a jó tömítettség, mint feltétel, vagyis csak sértetlen fóliákat lehet belső takarásra alkalmazni. Hőtechnikailag nagy előnye, hogy lehetővé teszi a talajfűtésen átment termálvíz hőtartalmának további hasznosítását és ezzel fokozza az energia megtakarítás lehetőségét.

A geotermikus energia hasznosításának másik nagy területe a terményszárítás lehet minden olyan esetben, amikor megfelelő mennyiségű és 40–60 °C hőmérsékletű melegvíz elegendő az adott termék teljes, vagy rész-szárításához.

Zöldtakarmányok szárítása (főleg a lucernafélék) termálvízbázison meleg levegős üzemművel valósítható meg. A forró levegős szárítás esetében a termálvíz önmagában csak előszárítási funkciókra alkalmas, amivel a magas hőmérsékletű szárítóknál is jelentős tüzelőanyag megtakarítást tesz lehetővé.

A termálvíz kedvezően alkalmazható a kishőmérsékletet igénylő szemestermény és fűszerpaprika szárítóknál is. Az élelmiszeripari szárítási folyamatok általában 100 °C hőmérséklet feletti tartományban mennek végbe, ezért a berendezések gőzzel vagy olajtüzeléssel működnek. Vannak azonban alacsony hőfokon végezhető szárító-érlelő eljárások, ahol a termálvíz adta lehetőségek jól és gazdaságosan hasznosíthatók (például a szalámi-és kolbászfélék szárítása alacsony hőmérsékletű érlelési eljárást igényelnek). Alacsony hőfokú szárítva-tárolásra hasznosítható a termálvíz a tojások tartósítására is. A keményítő szárítása is kishőmérsékletet igényel a fehér szín megőrzése és a csirizesedés elkerülése miatt. Az említetteken túl még számos lehetőség kínálkozik a termálvíz felhasználására a szárításban.

3. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNOSÍTÁSÁBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK

3.1. Napenergia

Mint a 2. fejezetben bemutatottuk, a régió a napenergia hasznosítás terén (hazai viszonylatban) kiváló lehetőségekkel rendelkezik. Az aktív hasznosítás terén mind a termikus folyamatokban, mind pedig a villamos rendszerekben piacérett, kiforrott technikai megoldások léteznek, amelyek segíthetnek az energia ellátásban akár ipari, akár közösségi, akár családi méretekben is. Az elterjedésnek jelenleg két komoly akadálya van: a viszonylag magas fajlagos költségek (beruházásigény) és a relatív tökeszegénység. A tendenciák alapján a fajlagos beruházási költségek folyamatos csökkenése várható, ugyanakkor lehet számítani a megújuló energiaforrások hasznosításának további támogatására is.

A következőkben néhány alkalmazási példát mutatunk be a napenergia-technika lehetséges alkalmazási módjaira a gyártók és forgalmazók ajánlatai alapján.

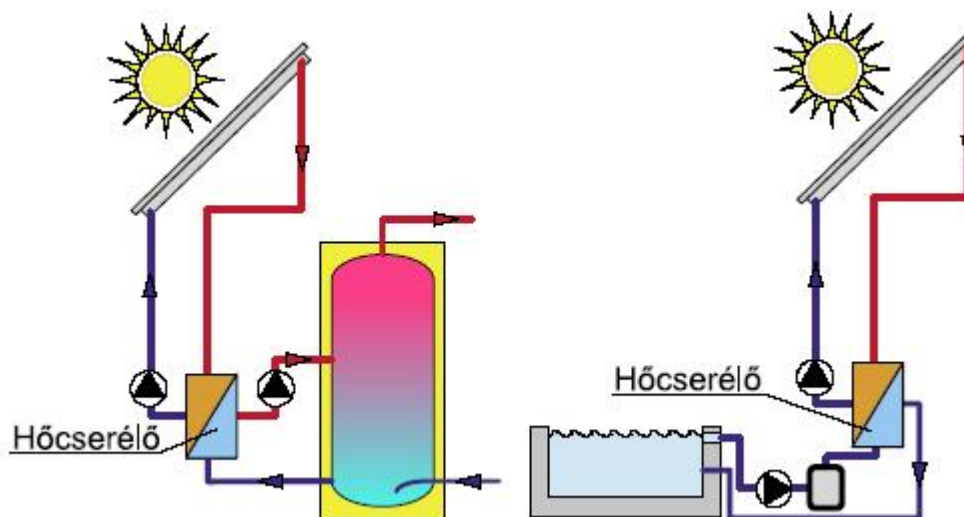
3.1.1. Termikus alkalmazások

Külső hőcserélős rendszerek

Egyszerűbb használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszerekben általában beépített, belső hőcserélős tárolókat alkalmaznak. A kollektor felület meghatározza azt, hogy a belső hőcserélőnek mekkora felületűnek kell lennie. A tárolókba beépíthető hőcserélő nagysága azonban korlátozott. Nagyobb napkollektor felület esetén általában már nem elegendő a tárolóba beépíthető hőcserélő, ilyenkor külső hőcserélőket kell alkalmazni. Külső hőcserélőt kell alkalmazni nagyobb puffer tárolók, vagy medencék fűtése esetén is.

Külső hőcserélő alkalmazására látunk két példát az 86. ábrán.

86. ábra: Külső hőcserélős használati melegvíz ellátó rendszer és medencefűtés



Mint látható, a külső hőcserélős rendszerek egyszerű kivitelűek, következésképpen a fajlagos költségek alacsonyak. Külső hőcserélős napkollektoros rendszerekben nem csak a kollektor körüli fagyálló folyadékot, hanem a fűtött közegét is szivattyúval kell a hőcserélőn keresztül keringtetni. A mindkét körüi kényszeráramlás, valamint a korlátlanul választható hőcserélő nagyság- és típus miatt a külső hőcserélős rendszereknél optimális, jól szabályozható hőcsere valósítható meg.

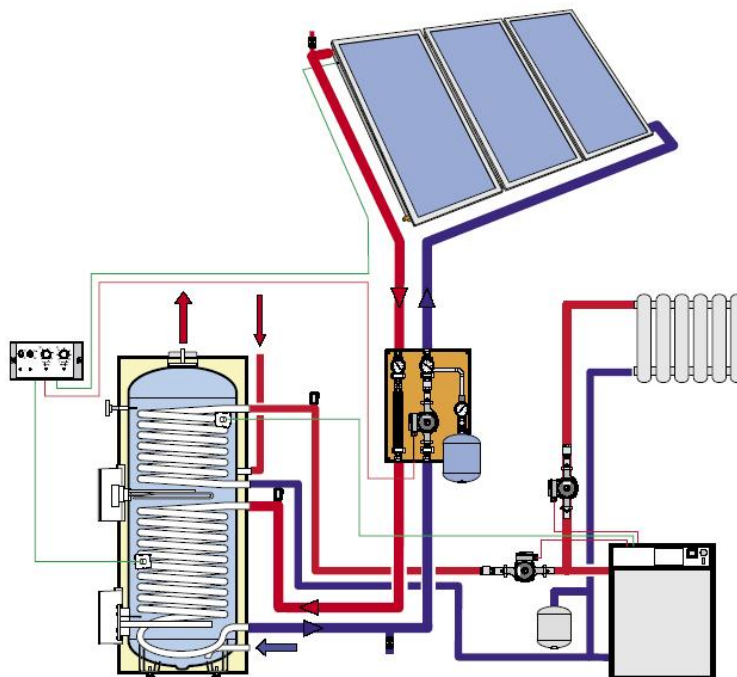
Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer állókazánnal.

A napkollektorok két hőcserélős álló melegvítárolót fűtenek az alsó, beépített csőkégyön keresztül (87. ábra). A tároló hagyományos fűtése állókazánnal, a felső csőkégyön keresztül történik. A kazánon kívül a tároló fűthető középmagasságba beépített elektromos fűtőpatronnal is.

A rendszer három körös: a kollektor körből, a kazánkörből és a fűtőkörből áll. A hőcserélő- tároló meleg víz megcsapolási lehetőséget is biztosít. Mindhárom körben hőmérséklet távadók által vezérelt szivattyúk végzik a keringtetést. A kollektor körbe és a fűtőkörbe értelemszerűen hő tágulási tartályok beszerelése is szükséges.

Természetesen mindhárom kör légtelenítése a helyes üzem feltétele, a légtelenítő szelepeket a körök legmagasabb pontjain helyezik el.

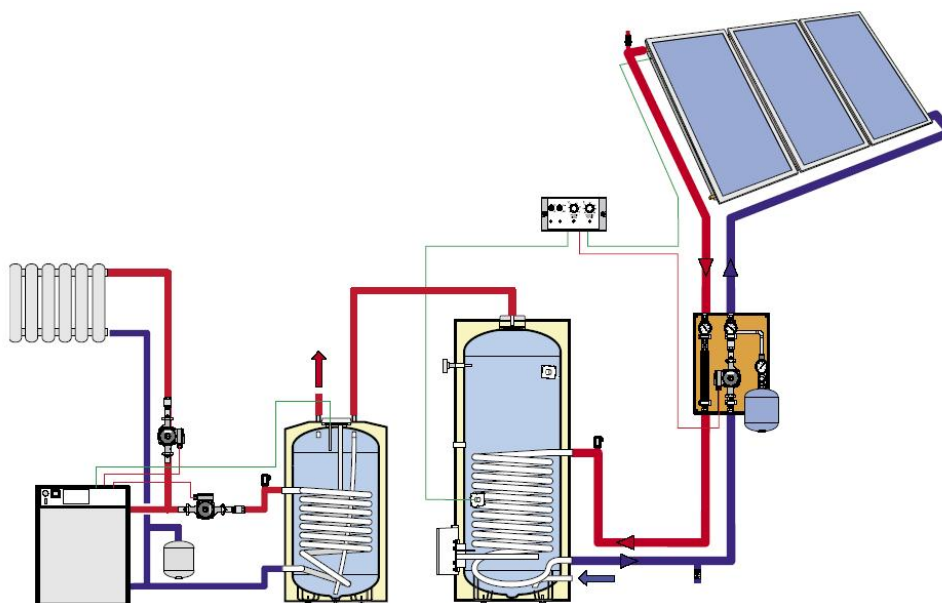
87. ábra: HMV rendszer állókazán rásegítéssel



Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer utófűtő tárolóval.

A napkollektorok egy hőcserélős álló melegvítárolót fűtenek beépített csőkígyón keresztül (88. ábra). A hagyományos melegvíz készítés állókazánal fűtött, a napkollektoros tárolóval sorba kapcsolt egy hőcserélős állótárolóban történik.

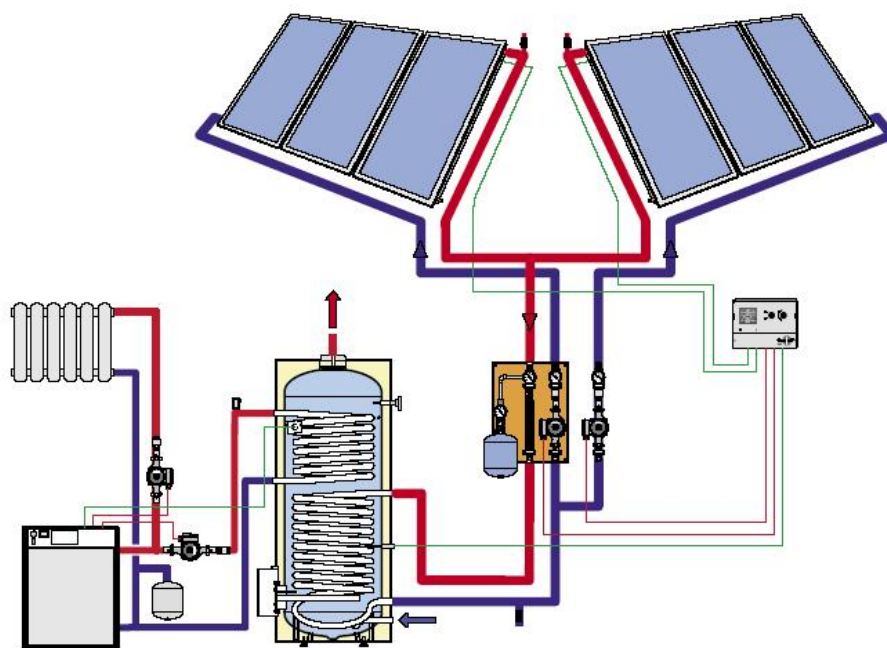
88. ábra: HMV rendszer utófűtő tárolóval



Használati-melegvíz készítő, két kollektor mezős napkollektoros rendszer.

A napkollektorok két hőcserélős álló melegvítárolót fűtenek az alsó, beépített csőkígyón keresztül (89. ábra). A különböző tájolású kollektor felületek hőmérsékletét a szabályozó külön-külön méri, és a hőmérsékleteknek megfelelően szabályozza az egyes kollektor mezőkhöz tartozó szivattyúk üzemét. A tároló hagyományos fűtése állókazánnal, a felső csőkígyón keresztül történik. Tört tetősíkú épületeknél célszerű alkalmazni, ahol nincs megfelelő méretű, déli tájolású tetőszakasz. Ezzel a módszerrel a kihasználás, összességében a napi energiatermelés növelhető meg.

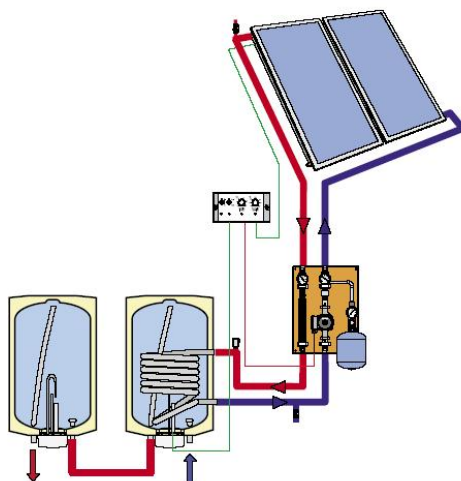
89. ábra: Két kollektor mezős HMV rendszer



Használati-melegvíz készítő napkollektoros rendszer utófűtő villanybojlerrel.

A napkollektorok egy hőcserélős fali melegvítárolót fűtenek beépített csőkígyón keresztül (90. ábra). A hagyományos melegvíz készítés a napkollektoros tárolóval sorba kapcsolt villanybojlerrel történik. Mivel a villamos fűtés drágább, ezért csak olyan esetekben célszerű alkalmazni, amikor kiépített gázvezeték nincs a rendszerben.

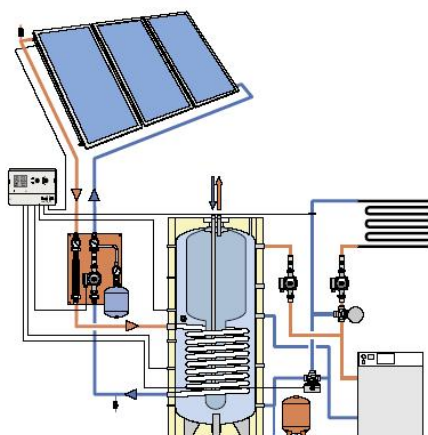
90. ábra: HMV rendszer villamos utófűtővel



Használati-melegvíz készítő és kiegészítő épületfűtő napkollektoros rendszer kombinált puffertárolóval.

A napkollektorok belső hőcserélőn keresztül fűtik a kombinált puffertároló nagyobb, külső tartályát (91. ábra). Ezzel párhuzamosan, megfelelő puffervíz hőmérséklet esetén felmelegszik a belső, melegvítárolóban lévő használati-melegvíz is. A puffertároló felső része fűthető kazánnal is. A fűtésrészegítés úgy valósul meg, hogy ha a puffertároló felső részében a hőmérséklet magasabb, mint a visszatérő fűtővíz hőmérséklete, akkor egy motoros váltószelep a visszatérő fűtővizet a puffertároló alsó részébe vezeti, míg a kazánba a puffertároló felső részéből a melegebb, kollektorokkal felfűtött víz kerül vissza. A kazánon kívül a kombinált puffertároló fűthető középmagasságba beépített elektromos fűtőpatronnal is.

91. ábra: HMV készítő és kiegészítő fűtést biztosító rendszer



Szabályozások

A napkollektoros, vagy napkollektorokat is integráló termikus rendszerek a feladattól és a kiépítettség bonyolultságától függetlenül pontos szabályozást igényelnek. A mikroprocesszoros szabályozó berendezések minden funkcióra elérhető áron rendelkezésre állnak.

A napkollektoros rendszerekben alkalmazott szabályozók feladata, hogy csak akkor indítsák el a kollektoros fűtést, ha a kollektorok hőmérséklete magasabb a fűteni kívánt közeg hőmérsékleténél. Ezért a legegyszerűbb szabályozó egy hőmérsékletkülönbség kapcsoló, mely egy-egy érzékelővel méri a kollektorok, és a fűtött tároló hőmérsékletét. A szabályozón beállított hőmérsékletkülönbség elérése esetén a szabályozóban lévő relé meghúz, és ez általában elindítja a kollektor körüli keringető szivattyút. A bekapcsolási hőmérséklet-különbség általában 5-20°C. Ezen kívül a szabályozón általában beállítható a tárolók maximális hőmérséklete is. Ha a kollektorok felfűtötték a tárolót a beállított maximális hőmérsékletre, akkor a szabályozó kikapcsolja a kollektor körüli szivattyút akkor is, ha a bekapcsoláshoz szükséges hőmérsékletkülönbség továbbra is fennáll.

Az analóg szabályozókat egyszerűbb, főleg használati-melegvíz készítő , vagy medencefűtő rendszereknél alkalmazzák. Az analóg szabályozók tárolónként egy relé kimenettel rendelkeznek, melyekkel szivattyúkat vagy váltószelepeket lehet kapcsolni.

A mikroprocesszoros szabályozóknál a processzor összetettebb szabályozási algoritmusok megvalósítását teszi lehetővé. Ilyen lehet például több tárolós rendszereknél az előnykapcsolás szerint hátrább sorolt tároló fűtése esetén a kollektor körüli szivattyú időszakonkénti rövid idejű kikapcsolása, mely lehetővé teszi a kollektorok felmelegedését, és így az előrébb sorolt tároló fűtését. A mikroprocesszoros szabályozók többnyire alkalmasak a szivattyúk hőmérsékletkülönbség függvényében történő fordulatszám szabályozására is. Így gyengébb napsütés esetén alacsonyabb, erősebb napsütés esetén magasabb szivattyú fordulatszám valósítható meg.

A mikroprocesszoros, szabadon programozható szabályozók a napkollektoros rendszer mellett, az egész épületgépészeti rendszer egyedi, integrált szabályozására alkalmasak. A mikroprocesszoros szabályozókhoz általában hozzákapcsolhatók

hőmennyiségmérők, mérés-adatgyűjtők vagy napsugárzás érzékelők is, melyek segítségével a napkollektoros rendszer üzeme figyelemmel kísérhető, regisztrálható.

3.1.2. Fotovillamos alkalmazások

Mivel a villamos energia szinte minden más energiaformává átalakítható, a fotovillamos rendszerek lehetséges felhasználási területe igen széles körű. A teljesség igénye nélkül néhány, már bizonyítottan sikeres, technikailag kiforrott alkalmazás:

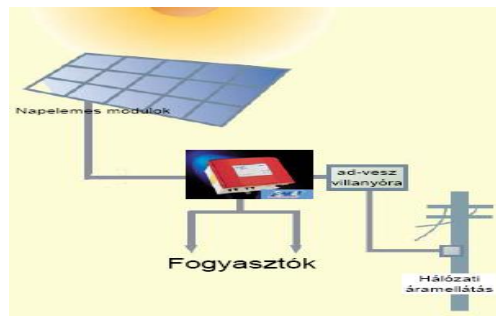
- háztartási energiaellátás,
- települési áramellátás,
- hírközlő berendezések áramellátása,
- vízszivattyúzás (kommunális vizek, öntözés)
- mezőgazdasági alkalmazások,
- villamos hálózatra dolgozó szolár erőmű, stb.

Bármely alkalmazást tekintjük is, a rendszer kiépítése lényegében két alapvető módszer szerint történik: villamos hálózattól független vagy ahhoz kapcsolódó rendszerben.

Hálózatra visszatöltő rendszer

Meglévő, elektromos hálózatra kapcsolható napelemes rendszer esetén a fotovillamos berendezés egy arra alkalmas SMA inverteren keresztül össze van kötve az utcai hálózattal. A nappal termelt, fel nem használt villamos áramot a helyi áramszolgáltató megvásárolja, a mennyiségét egy ad-vesz mérős digitális villanyóra méri. A rendszer vázlatát a 92. ábra szemlélteti.

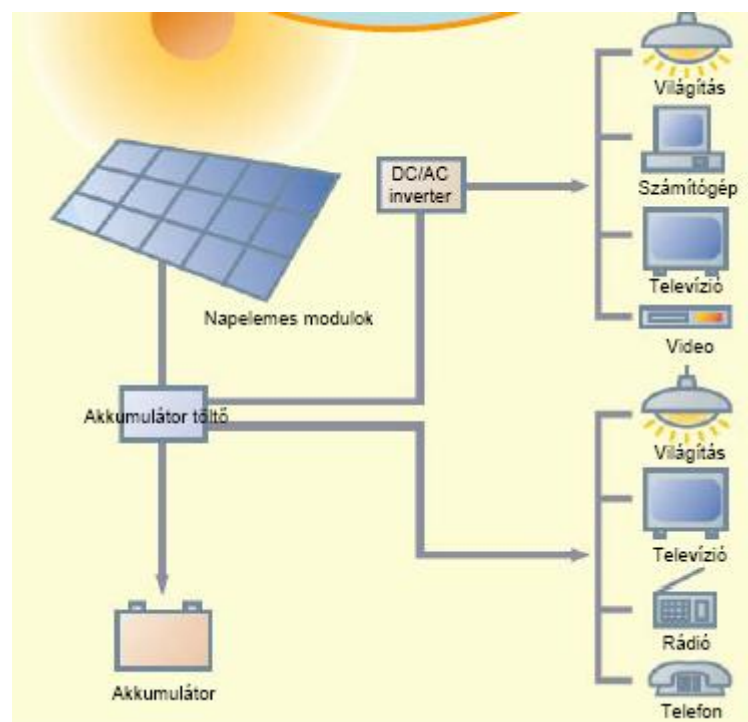
92. ábra: Fotovillamos rendszer hálózati üzeme



Fotovillamos rendszer szigetüzeme

Önálló („sziget”) napelemes rendszer esetén a fotovillamos berendezéssel termelt, azonnal fel nem használt villamos energia akkumulátorokban tárolódik (93. ábra). Este ez a tárolt villamos áram kerül felhasználásra. A rendszer bárhova egyszerűen telepíthető, elektromos hálózattal nem rendelkező területeken is megfelelő áramellátást biztosít.

93. ábra: Fotovillamos rendszer sziget üzeme



A fotovillamos rendszerek előnye, hogy igen rugalmasak a teljesítményigények kielégítését illetően. Ma egyre gyakoribb az ipari méretű kiépítés. A villamos hálózatra (is) termelő fotovillamos rendszerek két kategóriája alakult ki:

- helyi energiaellátó, decentralizált rendszerek 1 kWp – 1 MWp teljesítménnyel, interaktív hálózati kapcsolattal,
- erőművek, centralizált rendszerek 100 kWp feletti beépített csúcsteljesítménnyel.

A 94. ábra egy németországi város gimnáziumának lapos tetejére telepített napelem modulokat szemléltet, amely példa a decentralizált, lokális igényeket kielégítő fotovillamos rendszerre.

94. ábra: Lapos tetőre telepített PV modulok



A 95. ábra hasonló rendeltetésű és teljesítménykategóriájú rendszert szemléltet, ahol a napelem modulok a nyeregtető síkjában, rászerezelt változatban alakították ki.

95. ábra: Nyeregtetőre szerelt napelem modulok



A fotovillamos modulok túlnyomó többsége fix telepítésű, ami azt jelenti, hogy lehetőleg pontos déli tájolással, a földrajzi helytől (földrajzi szélességtől) függő lejtőszöggel (Magyarországon ez a szög 30-40° közötti, mert ekkor adódik a legnagyobb éves energiahozam) telepítjük. Az energiatermelés növelhető, ha megoldjuk a modulok napkövetését, azaz a modulok síkját a nappali órákban mindig a napsugárzás irányára merőlegesen állítjuk be. Ehhez automatikus napkövető állványok szükségesek, amelyre a 96. ábra mutat példát. A tapasztalatok szerint a napkövető rendszerek kb. 20-25%-al több energiát gyűjtenek be, mint a fix telepítésűek. Figyelembe kell azonban venni, hogy a napkövető berendezés jelentősen megdrágítja az alkalmazást.

96. ábra: Napkövető állványra szerelt PV modulok



Végezetül a 97. ábrán bemutatunk egy centralizált naperőművet, amely a méretei miatt a talajfelszínre telepített, fix beépítésű modulokból áll. Feladata a település villamos energia igénye egy részének kielégítése.

97. ábra: Centralizált PV naperőmű település energiaigényének kielégítésére



Gazdaságossági kérdések

Minden energetikai beruházással kapcsolatos alapvető kérdés a gazdaságosság megítélése. Különösen igaz ez a megújuló energiaforrások felhasználásával kapcsolatban, amelyekről köztudott, hogy jelentős fajlagos beruházási költségeket igényelnek. Általában pótlólagos beruházásokról van szó, mivel igen ritka az olyan alkalmazás, amely önmagában, hagyományos energiaforrások nélkül megoldana egy konkrét energiaellátási feladatot. Az a körülmény, hogy a megújuló energiaforrást hasznosító rendszer integráns része egy hagyományos rendszernek, az elemzést nem könnyíti meg.

A napenergia hasznosítás gazdasági megítélésénél a konkrét feladatból kell kiindulni, általában gazdaságosságról nehéz véleményt alkotni. Ezért most csak a gazdaságossági számítások általános elveiről, a ma használatos berendezések várható költségelemeiről és azok arányairól célszerű beszélni.

A napenergiás beruházások költségei jól tervezhetők. A megadott (csúcsteljesítmény vagy tervezett energiahozam alapján kiválasztható a megfelelő technológia, (vagy alternatív technológiák), amelyek alapján a költségek pontosan kiszámíthatók. A gazdaságosság megítélésénél a beruházó két fontos adatra támaszkodhat: rendelkezésére

áll a várható fajlagos energiaköltség Ft/kWh-ban, amely összehasonlítást tesz lehetővé a hagyományos energiaforrásokból nyert energia fajlagos költségével, illetve kellő pontossággal számítható a megtérülési idő. A megtérülési idő megmutatja, hogy a beruházási és az üzemeltetési/fenntartási költségeket hány év energiatermelése kompenzálja a beruházónak. Gazdaságosság szempontjából jelentős különbség van a fototermikus és fotovillamos rendszerek között, érdemes ezen különbségeket messzemenően figyelembe venni.

Fototermikus rendszerek

A fototermikus rendszerek által előállított energia fajlagos költsége ma lényegesen alacsonyabb, mint a fotovillamos energiáé. Ennek két alapvető oka van:

- a fototermikus kollektorok tartós üzemi hatásfoka lényegesen magasabb, mint a napelemeké,
- a rendszer kiépítése olcsóbb, még akkor is, ha a legfejlettebb technológiát (pl. vákuumcsöves kollektorokat) alkalmazzuk.

Az összehasonlíthatóság kedvéért kalkuláltuk egy termikus és villamos rendszer 1 Wp teljesítményhez szükséges beruházási és üzemeltetési költségeit. A termikus rendszer költségei az alábbiak szerint alakulnak:

- kollektor költsége:	1,8 €/Wp	450 Ft/Wp
- kollektor tartozékok költsége:	0,3 €/Wp	75 Ft/Wp
- szerelőkeret költsége:	0,6 €/Wp	150 Ft/Wp
- szerelőegység költsége:	0,8 €/Wp	200 Ft/Wp
- hőcserélő-tároló költsége:	1,0 €/Wp	250 Ft/Wp
- szabályozó rendszer költsége:	0,6 €/Wp	150 Ft/Wp
Anyagköltség összesen:	5,1 €/Wp	1275 Ft/Wp
- munkadíj költsége	1,0 €/Wp	250 Ft/Wp
Összes beruházási költség:	6,1 €/Wp	1525 Ft/Wp

(Megjegyzés: a számításoknál 800 W/m^2 radiációval, 80% kollektor csúcshatásfokkal, valamint 250 Ft/€ árfolyammal számoltunk.)

Az adatok szigorúan tájékoztató jellegűek, csak a költségek nagyságrendjének becslésére alkalmasak! Egy konkrét rendszer beruházási költsége akár $\pm 50\%$ -al is eltérhet a bemutatott fajlagos költségektől.

Fentiek szerint tehát egy 1 kWp teljesítményű rendszer kiépítésének beruházási költsége átlagosan kb. 1 millió 500 ezer Ft-ra tehető.

Fotovillamos rendszerek

A fotovillamos rendszerek kiépítésének célja és körülményei nagymértékben befolyásolják a beruházási költségeket. Két esetet vizsgálunk meg, az adatok ezekben az esetekben is tájékoztató jellegűek.

Napelemes autonóm áramforrás beruházási és üzemeltetési költségei

Olyan rendszer kiépítéséről van szó, amely önmagában képes a villamos energia ellátására elektromos hálózat meglététől függetlenül. A villamos energia tárolása akkumulátorokban történik.

A beruházási költségelemek:

- napelem modulok költsége:	4,0 €/Wp	1000 Ft/Wp
- akkumulátor:	2,5 €/Wp	625 Ft/Wp
- szabályozó elektronika:	1,0 €/Wp	250 Ft/Wp
- áramátalakító:	1,0 €/Wp	250 Ft/Wp
- mechanikus szerelvények:	1,5 €/Wp	375 Ft/Wp
- villamos szerelvények:	1,0 €/Wp	250 Ft/kWp
Anyagköltség összesen:	11,0 €/Wp	2750 Ft/Wp
- munkadíj költsége:	1,0 €/Wp	250 Ft/Wp
Beruházási költség összesen:	12,0 €/Wp	3000 Ft/Wp

Működési költségek döntően az akkumulátoros tároló telephez kötődnek. A 30 évre tervezett üzem alatt minimum háromszor kell akkumulátort cserélni, rendszeresen ellenőrizni és karban tartani, napelemeket lemosni stb. A működési költségelemek:

- akkumulátor csere (3x):	7,5 €/Wp	1875 Ft/Wp
- akkumulátor ellenőrzés:	0,3 €/Wp	75 Ft/Wp
- ellenőrzés, karbantartás:	0,2 €/Wp	50 Ft/Wp
Működési költségek összesen:	8,0 €/Wp	2000 Ft/Wp

Villamos hálózatra dolgozó napelemes rendszer költségei

- napelem modulok költsége:	4,0 €/Wp	1000 Ft/Wp
- áramátalakító:	2,0 €/Wp	500 Ft/Wp
- mechanikus szerelvények:	1,5 €/Wp	375 Ft/Wp
- villamos szerelvények:	1,0 €/Wp	250 Ft/Wp
Anyagköltség összesen:	8,5 €/Wp	2125 Ft/Wp
- munkadíj költsége:	1,0 €/Wp	250 Ft/Wp
Beruházási költség összesen:	9,5 €/Wp	2375 Ft/Wp

A működési költségek – mivel nincs tárolás a rendszerben – lényegesen kisebbek, mint az autonóm rendszer esetében, csak a karbantartási költségekkel kell számolni.

A kapott adatok és a napenergiát hasznosító létesítmények eddigi tapasztalatai alapján a következő megállapítások tehetők:

- a napenergiás energiaforrások fajlagos beruházási költségei viszonylag magasak, egy kis teljesítményű rendszer kiépítése is jelentős forrásokat igényel pl. a háztartásoknak, vagy kommunális intézményeknek,
- a fototermikus rendszerek említett előnyei miatt gazdaságosabbak abból a szempontból, hogy az általuk megtermelt energia költsége versenyképes a hagyományos energiahordozók költségével,

- a fotovillamos rendszerekkel előállított energia egységára jelenleg jelentősen meghaladja a hálózati energia költségét, annak két-háromszorosa is lehet a rendszerjellemzőktől függően,
- mindennek eredményeként jelentős a különbség a megtérülési időkben: fototermikus alkalmazások esetében a megtérülési idő a megtakarítások eredményeként 4-6 év körül alakul, míg a fotovillamos alkalmazásoknál szintén a műszaki tartalomtól függően 15-25 évre tehető.

Tekintettel azonban arra, hogy a napelemek költsége folyamatosan csökken, feltehető, hogy a fotovillamos rendszerek versenyképessége javul, és a jövőben jobban ki lehet használni a sokcélú felhasználást biztosító villamosenergia-termelést napenergiából.

Minden körülményt figyelembe véve javasolható, hogy a régió energia gazdálkodásában, energetikai rendszerének átalakításában, bővítésében a napenergia hasznosítás lehetőségeivel a jövőben mind ipari, mind pedig lakossági szinten érdemes számolni. Különösen akkor, ha a megújuló energetikai beruházásokhoz EU és egyéb támogatási forrás is társítható.

3.2. A szélenergiában rejlő lehetőségek

Egy szélerőmű-telephely vizsgálatához szükséges adatok több forrásból is származhatnak (pl: archivált meteorológiai adatok, helyszíni mérések, numerikus vagy fizikai modellekből származó adatok). Ha a szélviszonyok kedvezőek, tehát garantálják a várható gazdaságos energiatermelést, akkor még számos egyéb tényezőt is figyelembe kell venni az optimális telephely kiválasztásához. Ezek nagyvonalakban:

- elektromos hálózat elérhetősége (távolság, terhelhetőség, stb.)
- helyi környezeti hatások (pl. tájkép, állatvilág, védett területek, stb.),
- helyi úthálózat (infrastruktúra)
- lakóhelyek közelsége, zajhatás, árnyékhatás.

Mindenfajta beruházási szándék előtt ezek részletesen áttekintendők.

Gyakorlatilag a Duna-Tisza közén és Tiszántúlon is 2-2 összefüggő „folttal” jeleztük e térségeket, ebből a sötétebb szín a markánsabb, és nagyobb biztonságot nyújtó. A 98. ábrán a 4, illetve 8 mérési pontok alapján az előnyöknek ítélt területeken kevés a NATURA 2000 előírásai szerint kizárható terület.

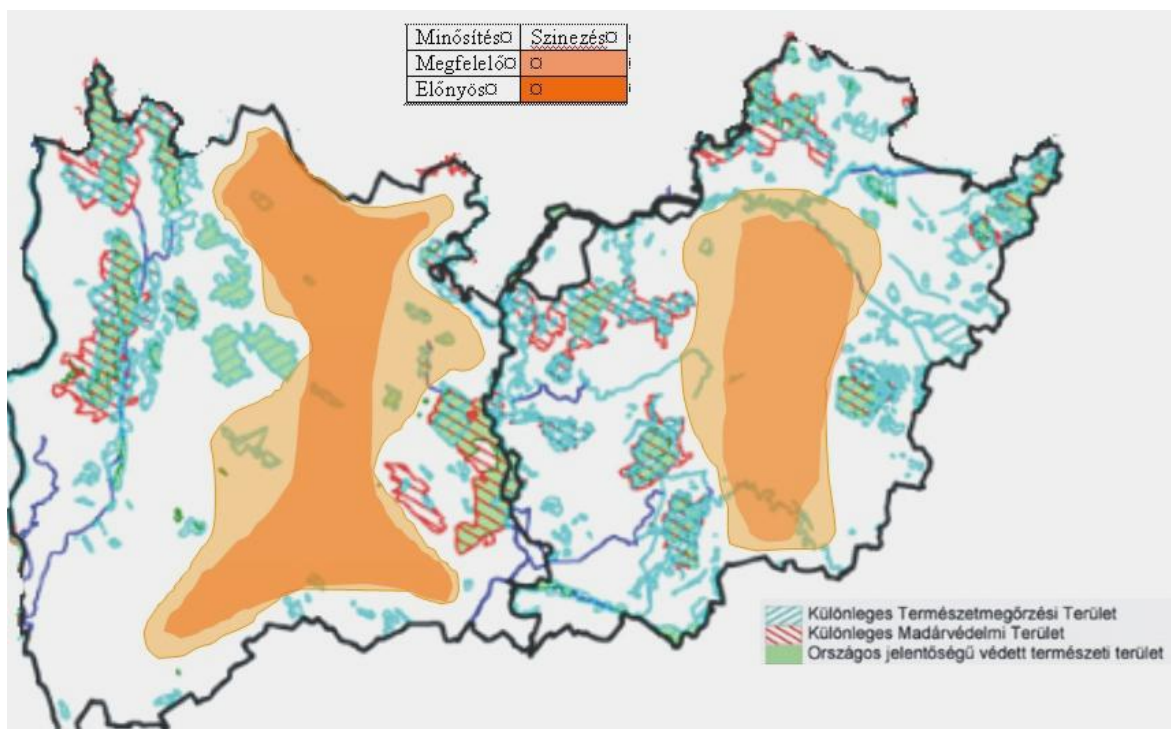
Természetesen a határvonalak nem tekinthetők a rajzhoz hasonlóan élesnek, az érintett kistérségekben ezen (vagy közelében lévő) területeken már célszerű lehet méréseket végezni.

Gyakorlatilag a jelölt 2 összefüggő területen célszerű szélérőmű beruházásokkal foglalkozni. Más területek körülményesek, nem azt jelenti hogy egyes kiemelt helyszínek nem lehetnek alkalmasak, de az átforgó becslésekkel már nem jeleníthető meg.

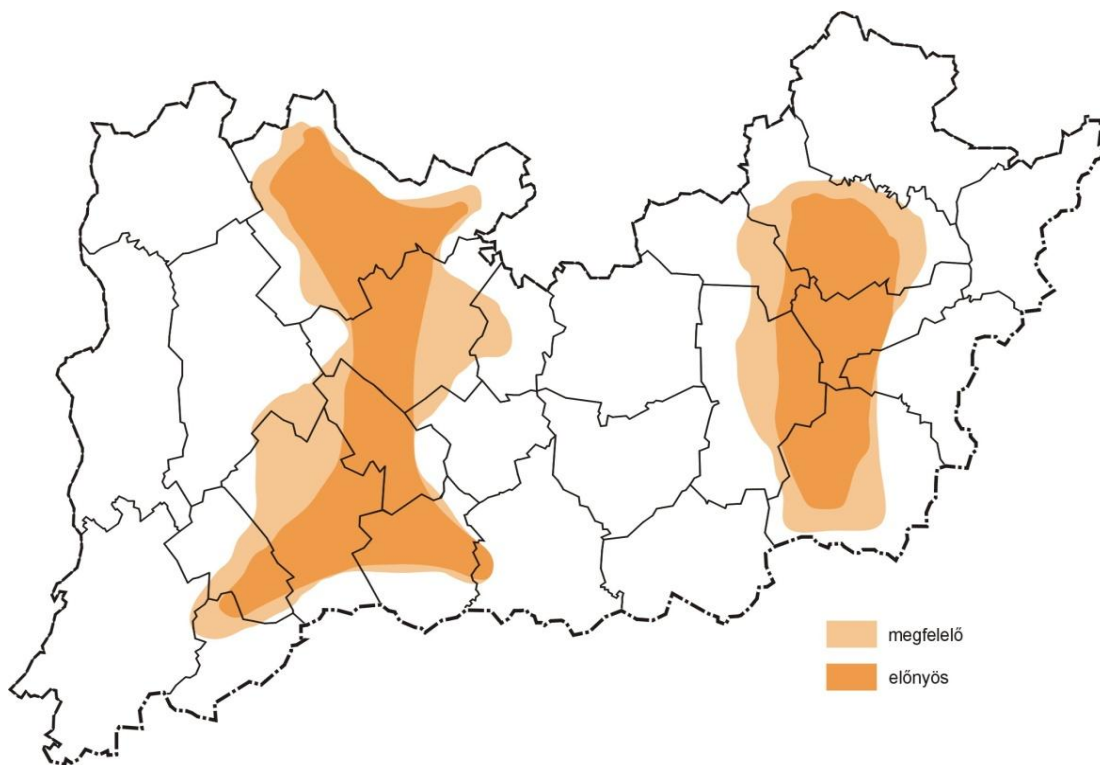
A 99. ábrán a szélérőmű-parkok létesítésére legalkalmasabb kistérségeket mutatjuk be.

Összességében meg lehet állapítani, hogy a régióból a kistérségek részben vagy egészben előnyök (természetesen a fentebbi kritériumok figyelembe vételével) mind egyedi, mind csoportos telepítésre (szélparkok létrehozására), de konkrét telepítést csak helyi energetikai szélmérést követően célszerű végezni. A 100. ábrán közigazgatási területek szerint mutattuk be az előnyösnek ítélt területeket.

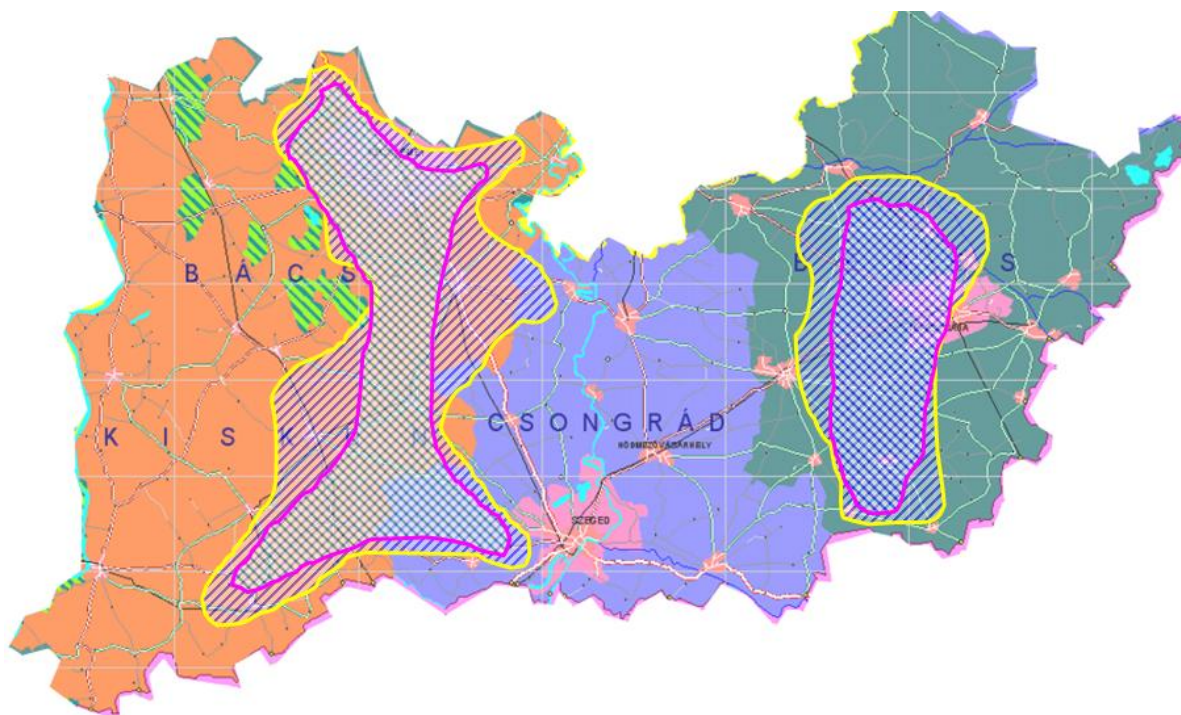
98. ábra: A szélenergia szempontjából leginkább előnyösnek tekinthető területek



99. ábra: A szélenergia szempontjából leginkább előnyös területek



100. ábra: Szélerőmű-park létesítésére alkalmasnak ítélt területek



3.2.1. Szélerőművek

Ma a szélerőenergia ágazatot a nagyteljesítményű szélerőművek uralják. Ennek több oka is van, ezek közül a legfontosabbak:

- a szélerőművek nagy teljesítményükkel (600 kW- 2-5 MW) jelentős mennyiségű energiát szolgáltatnak, tehát ipari méretű alkalmazás lehetséges,
- kialakult a nagyüzemi szélerőmű gyártó iparág, a szektor fejlődése gyors és töretlen,
- folyamatos fejlesztésekkel a szélerőművek által termelt villamos energia ára egyre versenyképesebb lesz a hagyományos energiaforrásokból származó energia árával,
- a megtérülési idő (8 – 10 év) elegendően rövid ahhoz, hogy a 25 éves működési idő alatt a befektetőnek megfelelő profitot biztosítson,
- a villamos elosztó hálózatra történő termelés lehetővé teszi a nagy energiaellátó rendszerekhez történő integrálhatóságot, amely a nagyléptékű alkalmazás egyik feltétele,
- a szélerőművek 100 m, vagy azt meghaladó tengelymagassága a kontinentális viszonyok között is biztosítja a gazdaságos energiatermelést, így újabban olyan területek is alkalmassá válnak energiatermelésre, amelyek korábban az elérhető magasság miatt nem voltak kedvezőek szélerőművek telepítésére.

A Dél- Alföldi Régió a 2. és 3. ábrán bemutatott szélerőenergia térképek alapján tehát korlátozottan alkalmas szélerőművek telepítésére. Ennek lényegében két fő oka van:

- a helyi szélviszonyok úgy alakulnak, hogy a Duna-Tisza közén és a Tiszántúlon egy jól behatárolható sávban van energetikailag kedvező széljárás, amely 100 m magasságban 6 m/s körüli évi átlagos szélsébséget eredményez. Ez a szélsébség a szélerőművek telepíthetőségének alsó határa közelében van,
- a régióban jelentős területeket foglalnak el a nemzeti parkok (Kiskunsági Nemzeti Park, Körös-Maros Nemzeti Park), valamint a Natura 2000 programmal érintett területek. Ezek környezete kizárja az olyan magas építmények telepítését, amelyek látványrontók, és beavatkozást jelentenek a megőrizni, még inkább fejleszteni kívánt biodiverzitásba. Mindemellett természetesen a lakott területek is csökkentik a potenciális telepítési területet.

Előny azonban, hogy a szél erőművek telepítésére két, összefüggő és meglehetősen nagy terület jelölhető ki. Ez azt jelenti, hogy megfelelő befektetői érdeklődés esetén ún. szélfarmok, több szél erőműből álló energetikai egységek települjenek a régióba. Más oldalról azonban az lényeges kérdés lesz, hogy a koncentrált energiatermelés hogyan tud illeszkedni az elektromos hálózat igényeihez, milyen nem kívánatos terhelésingadozásokat okoz a csatolt energia a hagyományos erőművek rendszerében.

A világban uralkodó tendenciák alapján tehát kijelenthető, hogy a régióban csak a szél erőművek telepítésével lehet érdemlegesen szélenergia hasznosításban eredményt elérni.

3.2.2. Kis teljesítményű szél erőgépek

Ismert, hogy a szélenergia legújabb kori hasznosítása kis teljesítményű (1 – 20 kW) szél erőgépekkel kezdődött a múlt század második felében. Helyi energiaforrásként ezeket a gépeket más, hagyományos energiaforrástól elzárt területeken alkalmazták, a főbb alkalmazási területek az alábbiak voltak:

- vízszivattyúzás (ivóvízellátásra, legelői itatásra, öntözésre stb.)
- majori munkagépek közvetlen meghajtására (daráló, szecskázó stb.)
- villamos energia termelésre,
- szennyvíz tisztító telepeken és halastavakon levegőztetésre stb.

A különböző célú kis teljesítményű szél erőgépek gyártása ma is folyik. Jelentőségük továbbra is ott lehet, ahol nincs más energiaforrás, vagy a villamos hálózat kialakítása a nagy távolság miatt igen költséges lenne. Ma víz húzó szél erőgép illetve szél generátor a két gyártott alaptípus, ami a piacon beszerezhető.

A régióban a kis teljesítményű szél erőgépeknek marginális szerepe lehet csak, részben az elmondottak miatt, részben pedig azért, mert ezeknél a gépeknél az ésszerű tengelymagasság 12-20 m. Ebben a magasságban viszont az adatok szerint a szélsébség alacsony (3-4 m/s évi átlagban), azaz az elérhető teljesítményt csak ritkán biztosítják a gépek. Ipari méretű alkalmazás így nem jöhet számításba, csak egyedi telepítések

képzeltetők el pl. tanya vízellátására vagy hétvégi telkek, vadászházak villamos energia ellátására.

3.3. Biomassza

3.3.1. Gőzciklusra épülő klasszikus technológia

Az égetés hőjének hasznosítása tradicionális gőzciklussal történhet, a gőzkazánban termelt magas hőmérsékletű és nyomású gőz elvételes kondenzációs gőzturbinában a mindenkori igényekhez igazodva kapcsolt hő- és villamosenergia termelést biztosít. Az égetési szilárd maradékok környezetkárosítás nélkül lerakhatók, illetve további kezeléssel a mezőgazdasági termelésben talajerő visszapótlásra felhasználhatók.

A technológiából adódóan a létesítmény kereskedelmi üzemi mérete évi 900 TJ nagyságú hőbevitel körüli, ami 22 MW_{th} / 7,5 MWe beépített teljesítményű gőzciklust jelent.

A speciális tüzelőberendezés kialakításnak köszönhetően a gazdaságos méretű létesítményhez szükséges hőbevitel az alábbi felsorolásból láthatóan a tüzelőanyagok igen széles köréből biztosítható, úgy hogy azok az éves üzemidőn belül részidőben egymással ki is válthatók:

- Mezőgazdasági melléktermékek és hulladékok (gabona szalma, kukorica szár, stb...)
- Energiafű, fás szárú energiaültetvényi növények
- Bioolaj és bioetanol gyártás melléktermékei
- Fa- és papíripari hulladékok
- Válogatott kommunális szilárd hulladék és szennyvíziszap
- Pirolitikus bioolaj gyártómű

3.3.2. Bioolajos technológia

A technológia lényege a kis energiasűrűségű alapanyag gyorsított pirolitikus gázosítása és a keletkezett gázok kondenzálásával nagy energiasűrűségű, jól szállítható és tárolható folyékony tüzelőanyag, úgynevezett bioolaj előállítása, ami megújuló energiaforrásnak

minősül, és folyékony tüzelőberendezésű kazánokban, illetve speciális folyékony tüzelőanyagú gázturbinában eltüzelhető.

A nem kondenzálódó gázok zárt technológiai rendszerben elégetésre kerülnek és a pirolízis folyamat hőigényének nagy részét fedezi, az egyetlen melléktermék a szilárd halmazállapotú pirolízis koks, ami megújuló energiaforrásnak minősül és szilárd tüzelőberendezésű kazánokban eltüzelhető, illetve finomítást követően akár szénszűrő betétként is felhasználható.

A technológiából adódóan a létesítmény legkisebb kereskedelmi üzemi mérete 100 t/nap, optimális üzemi mérete 200 t/nap szárított bemenő alapanyag áramot igényel, ami 22 ezer t/év, illetve 44 ezer t/év bioolaj előállító kapacitást jelent.

A technológiai kialakításnak köszönhetően a gazdaságos méretű létesítményhez szükséges hőbevitel az alábbi felsorolásból láthatóan az alapanyagok széles köréből, és azok tetszőleges keverékével egyaránt biztosítható:

- Mezőgazdasági melléktermékek és hulladékok (gabona szalma, kukoricaszár, stb...)
- Energiafű, fás szárú energiaültetvényi növények
- Fa- és papíripari hulladékok
- Pirolitikus elgázosító és hőhasznosítómű

3.3.3. Anaerob pirolitikus gázosításon alapuló technológia

Ezen technológia lényege az alapanyag teljesen zárt technológiai rendszerben zajló magas hőmérsékletű, oxigén szegény környezetben történő pirolitikus gázosítása és a keletkezett gázok égetőkemencében történő másodlagos kiégetéses tisztítása, aminek köszönhetően a légszennyező és fertőző anyag kibocsátás elkerülhető.

Az égetés hőjének hasznosítása tradicionális gőzciklussal történik, a gőzkazánban termelt magas hőmérsékletű és nyomású gőz elvételes kondenzációs gőzturbinában a mindenkori igényekhez igazodva kapcsolt hő- és villamosenergia termelést biztosít. A pirolízis folyamat szilárd maradéka a veszélytelen pirolízis koks környezetkárosítás nélkül lerakható, illetve finomítást követően akár szénszűrő betétként is felhasználható.

A technológiából adódóan a létesítmény legkisebb kereskedelmi üzemi mérete 1 t/h, optimális üzemi mérete 2 t/h szárított bemenő alapanyag áramot igényel, ami 5 MWth / 2,4 MWe beépített teljesítményű gőzciklust jelent.

A technológiai kialakításnak köszönhetően a pirolízis hőmérséklet és a tartózkodási idő folyamatos szabályozásával a létesítmény az alábbi felsorolásból láthatóan az alapanyagok széles körének, és azok tetszőleges keverékének kezelését, ártalmatlanítását teszi lehetővé:

- Mezőgazdasági melléktermékek és hulladékok (gabona szalma, kukoricaszár, stb...)
- Energiafű, fás szárú energiaültetvényi növények
- Vágóhídi hulladékok, elhullott állatai tetemek
- Használt gumiabroncs
- Iprai- és egészségügyi veszélyes hulladékok, iszapok
- Kommunális szennyvíziszap
- Plazmagázosító és integrált gázturbinás kombinált ciklusú erőmű

3.3.4. Plazmatechnológia

A technológia lényege: az alapanyag teljesen zárt technológiai rendszerben zajló, egyedül a plazmatechnológiával elérhető extrém magas (5000 °C) hőmérsékletű, oxigén szegény környezetben történő atomokra bontásával úgynevezett szintetikus gáz előállítása, aminek köszönhetően a légszennyező és fertőző anyag kibocsátás elkerülhető.

A szintetikus gáztisztítás után gázturbinában elégethető, a füstgázok hője gőzös hőhasznosító kazános gőzciklusban hasznosítható, a gőzkazánban termelt magas hőmérsékletű és nyomású gőz elvételes kondenzációs gőzturbinában a mindenkori igényekhez igazodva kapcsolt hő- és villamosenergia termelést biztosít. A plazma gázosítási folyamat szilárd maradéka az üvegesedett, veszélytelen salak környezetkárosítás nélkül lerakható, illetve az építőanyag gyártásban és építőiparban adalékanyagként felhasználható.

A technológiából adódóan a létesítmény adott teljesítménylépcsőzésben 60 ezer t/év, 120 ezer t/év és 240 ezer t/év bemenő alapanyag áramot igényel, ami 16 MWe / 32 MWe és 64 MWe beépített teljesítményű járatos méretű integrált gázturbinás kombinált ciklusú erőművi egységet jelent.

A technológiai kialakításnak köszönhetően a létesítmény az alábbi felsorolásból láthatóan az alapanyagok széles körének, és azok tetszőleges keverékének kezelését, ártalmatlanítását teszi lehetővé:

- Mezőgazdasági melléktermékek és hulladékok (gabona szalma, kukoricaszár, stb...)
- Energiafű, fás szárú energiaültetvényi növények
- Vágóhídi hulladékok, elhullott állatai tetemek
- Bioolaj és bioetanol gyártás melléktermékei
- Használt gumiabroncs
- Iprai- és egészségügyi veszélyes hulladékok, iszapok
- Kommunális szilárd hulladék és szennyvíziszap
- Aszbeszt származékok
- Szennyezett talaj

3.3.5. Biogáz technológia

Konkrét kísérletek során sokfajta mezőgazdasági hulladékot próbáltak ki, melyek közül a szalmás marhatrágya és szalmás sertéstrágya bizonyult leghatékonyabbnak. A sok kísérleti fázis alapján megállapítást nyert, hogy a leghatékonyabb lebomlási folyamat 42-46 C° és 1,2-1,6 bár nyomáson cca-28 nap alatt történik. Ezért a tervezésnél 30 napos folyamatot feltételezünk.

A 30 napos lebomlás során a tárolókba betárolt anyag feltáródik, gyakorlatilag szagtalanná válik, miközben naponta leadja az összes betárolt mennyiségnek megfelelő biogázt. A betárolásnál lehetőség van napi, két-napi, három-napi és hetes betárolásra. Természetesen ennek megfelelően 30- 15- 10- 4 tartályos rendszer kiépítése szükséges. A mennyiséget a mindenkor rendelkezésre álló marha és sertéstrágya határozza meg. Az alapvető kritérium a tervezésnél, hogy az anyagnak a szükséges 42-46 C°-t és 1,2-1,6 bár nyomást biztosítani kell, a rendszer önfenntartó semmilyen segédanyag bevitelére nincs szükség. A teljes lebomláshoz 30 napos átfutási időre van szükség. A tartályok kiépítésénél a könnyű kezelhetőséget és a gázszolgáltatásban előírt biztonságot szem előtt kell tartani.

A biogáz 1,2-1,6 bár nyomása lehetőséget biztosít nagyobb távolságra történő elvezetésére is. A keletkező biogázzal kell biztosítani a megfelelő hőmérsékletet a trágya

hőntartására, illetve 4 darabnál több reaktor esetén nem szükséges a felmelegítésen túl hő bevitele.

Ez a mennyiség a hasznosítható mennyiségen felül van. A betárolásnál célszerű gépi betárolást előírni. A kész növényi tápanyagot ugyanúgy "szarvasban" lehet tárolni mint a trágyát, csak célszerű letakarni fóliával a felhasználásig, a nedvességtartalom megőrzése érdekében.

Megjegyzendő, hogy a lebontás során a teljes szalma mennyiség lebomlik a benne lévő gyommagokkal együtt. A keletkező növényi tápanyag semmilyen formában nem káros a környezetre, teljesen szagtalan és nem tekinthető hagyományos módon meghatározott trágyának sem, minősége annál nagyságrenddel magasabb beltartalmi értékű.

A tárolt növényi tápanyagot a kereskedelembe kapható trágyaszóró berendezésekkel lehet a művelt területre kijuttatni. A növényi tápanyag egy termelési ciklusban hasznosuló anyag, szemben a trágya 4 éves lebomlásával, és a műtrágya közismert környezetkárosító hatásával.

A nagyüzemi sertéstartás jelenlegi hígtrágyás üzemelésénél is megoldást jelent ez a technológia, nevezetesen úgy, hogy a sertéstrágyát komplex módon kell kezelni, amellyel a jelenlegi bűz és más környezeti károsító hatást nagymértékben ki lehet küszöbölni, mindamellett, hogy egy a mezőgazdaság számára biológiailag értékes környezetkímélő biológiai tápanyagot és helyszínen előállítható fűtőanyagot kapunk. Amennyiben az előállított biogáz mennyisége elegendő, lehetőség nyílik helyszíni elektromos energia előállítására.

A sertéstrágya komplex kezelése

A hígtrágya szűrése, ülepítése után a sűrű masszát szalmával kell keverni, és 4-5 napig tárolni. A tárolás után ugyanúgy lehet kezelni, mint a marhatrágyát. A folyadék részt egy természetes "biológiai" tisztításnak kell alávetni (semmiféle vegyszert nem igényel) amellyel a természetes vízfolyások vízminőségéhez közelítő vízminőséget lehet elérni. A lebontott szalmás trágya gyakorlatilag szagtalanává válik, felhasználása már előzőekben leírtak szerint. A technológia komplex beállítása nagymértékben, esetleg teljesen csökkenti a nagy- üzemi sertéstelepeknél jelenleg meglévő környezeti terhelést. A tisztítási technológia, természetes úton mindenféle vegyszer kizárásával tisztítja meg a hígtrágyát.

Példa a tervezéshez

20 db szarvasmarha esetén:

- napi /20x20 kg/ 400 kg trágya keletkezik
- hetes betároláshoz 4 db 2,8 m³ -s tartályra van szükség
- a keletkező BIO-GÁZ naponta 11,2 m³
- ez a mennyiség elegendő 100 m² lakás teljes hőigényének kielégítésére
- a keletkező növényi tápanyag 400 x 365= 146.000 kg/év növényi tápanyag
- ez a mennyiség elegendő 7 ha /200 q /ha/ teljes tápanyag ellátására.

100 db sertés esetén (szalmás trágya figyelembevételével):

- napi 400 kg szalmás trágya keletkezik, így annak számítása a fentiek szerint.

Ezeket az értékeket alapértékként lehet kezelni. A tényleges méretezést ebből kiindulva végre lehet hajtani.

A nyári üzem esetén a trágya megfelelő tárolása mellett lehetőség van azt a téli üzemnél /illetve elektromos energia előállításra/ felhasználni növelve a téli üzemben megnövekedő BIO-GÁZ (energiahordozó) igény kielégítését. Természetesen az egész tevékenységet komplexen kell kezelni, célszerű úgy tervezni a rendszert, hogy a benne lévő összes lehetőséget ki kell használni.

A tervezésnél minden esetben a helyszíni adottságok és az elvárások határozzák meg a méreteket. A rendszer elkészülte után a betárolás kivételével minden automatizálható, monitorizálható.

Eredmény:

- 1./ Alternatív biztonságos saját erős energia előállítási lehetőség megteremtése.
- 2./ Környezeti terhelést nagymértékben csökkenti, megszünteti.
- 3./ Teljes mértékben kiküszöböli a műtrágya alkalmazását. (nitrogén kivételével)
- 4./ Elősegíti a biokultúrás mezőgazdasági termelés megvalósítását.
- 5./ Kiküszöböli a gyommagok továbbtermelődését.
- 6./ Csökkenti a felhasznált gyomíroszerek mennyiségét.
- 7./ Csökken a termőföld savanyodása.

3.4. A geotermikus energia

Mint látható volt, a geotermikus energia – a földhő-vagyon – hasznosításában a régió hagyományosan élenjárónak tekinthető mind a balneológiai, mind pedig az energetikai hasznosítás terén.

A hasznosítás jelenével és főleg jövőjével kapcsolatosan a következő általános tapasztalatok ill. elvek fogalmazhatók meg.

3.4.1. Termikus alkalmazások

- Nem volt átgondolt a Széchenyi-terv keretében kialakított magyarországi gyógyszálló, gyógyfürdő, termálfürdő fejlesztés. (Különösen az élményszerű fürdők nagy költsége /5-6 mrd. Ft/ miatt van, ahol már csak 15-20 éves megtérüléssel lehet számolni.
- A gyógyszállók fajlagos beruházási költsége 4-5 csillagos szállók esetében kb. 22 millió Ft/szállóvendég. Ez tartalmazza a gépi berendezéseket és minden egyéb beruházást.
- Jelenleg még - a Zsigmondy ivóvíz programot is figyelembe véve - az a helyzet, hogy a feltárt termálvizek 31%-át megisszuk. A termálvizek ésszerű felhasználása ebben a vonatkozásban is korrekcióra szorul.
- Egyes minisztériumi irányító szerveknél nagyon leegyszerűsített a hazai termálvíz kincséről alkotott kép („lavór-elmélet”). A gyakorlat azonban ennél sokkal bonyolultabb; a Kárpát-medence rendkívül nehezen leírható és műszakilag nehezen megfogalmazható, bonyolult hidrodinamikai rendszerrel rendelkezik. Vannak olyan nagy teljesítményű kutak, amelyek 25 éve ugyanabból a rétegből termelnek és a nagy vízfelhasználás mellett is (kórházi melegvízellátás pl.) néhány óra alatt helyreáll a termelőszint. Ezt igazolja és a helyzet bonyolultságát is mutatja, hogy az utóbbi években a kitermelés mértékének csökkenése, és ésszerűbb energetikai felhasználása átlagosan az Alföldön a termálvíz-adó rétegek vízszintjének emelkedését igazolja.
- Érdekes, ahogy az utóbbi időben a fűrési költségek alakultak.

1000 m-es kút kiképezve	kb. 60 millió Ft
1500 m-es kút	90 millió Ft
2000 m-es kút	160 millió Ft.
- Évtizedek óta nagy gondot jelent a visszasajtolási kötelezettség. Ez az EU országokban külön nincs szabályozva, illetve a vonatkozó szabályozás nem olyan szigorú, mint hazánkban. A földtani adottságokat veszik alapul. Mint ismeretes, Algyő környékén a MOL visszasajtolási tevékenysége – a kitermelési hozam emelése céljából – annyira

költséges volt, hogy a kísérleteket félbe kellett szakítani. Hasonló helyzet állt elő a szentesi visszasajtolási kísérletek esetében is. Jelenleg a hódmezővásárhelyi Aquaplus megoldása tűnik sikeresnek. Legbiztonságosabban és egyértelműbben a karsztos tározókból történő kitermelés során lehet ugyanott a visszasajtolást is megoldani.

- A hazai mezőgazdasági/kertészeti hasznosítók vannak a legnagyobb gondban, különösen a kisebb kertészeti rendszerek. Amennyiben ezeket az elszámolásokat kizárólag az energetikai oldalról követelik meg.
- Az is bebizonyosodott, hogy 1-2 ha-os kertészetek nem tudnak gazdaságosan termelni, tehát nagy rendszereket szükséges kialakítani, amelyek maximális, többlépcsős energetikai felhasználással működnek.
- A elszámolási rendszert jelenleg m^3 -ben állapítják meg, ami így meglehetősen hamis képet ad. Ezen sürgősen változtatni kellene, és a felhasznált energia mennyisége, valamint a maximális kivétellel történő hasznosítás alapján kellene az üzemeket megítélni.
- Fontos lenne megszervezni a geotermikus energia felhasználásával működő kertészeti nagyüzemek Európai Unió forrásból történő támogatását.
- Az EU jelentős mértékben támogatná a termálvízzel történő, intenzív hal-, rá- és díszhal tenyésztést. Ezek az ágazatok világszerte rendkívül sikeresek (Japán, Kína, USA).
- Magyarországon nincs egy olyan felsőfokú oktatási intézmény, ahol az egész termálenergia, termálvíz hasznosítást komplex módon oktatnánk. Tehát az energetikai (beleértve a villamos áram termelést), a kapcsolt energetikai megoldások rendszerét, a földhő hasznosítás különböző megoldásait, a termálgyógyászat gyakorlati és elméleti ismereteit, a gyógyturizmus területét, a termálenergia mezőgazdasági hasznosítását és a termál-, gyógyvizek népegészségügyi alkalmazását tanítanák.
- Jelenleg a hazai geotermikus, villamos erőművek létesítésének problémája felmerült – az ausztriai két erőmű, a németországi, franciaországi – tapasztalatok alapján. A MOL beruházásában épülő kisteljesítményű erőmű gazdaságossági mutatói nem teljesen meggyőzők.
- Alapvető fontosságú, a meglévő termálvíz hasznosítás gazdaságossági elemzése, a jobb hatásfok elérését célzó javaslatok ésszerű megfogalmazása, elkészítése, a kormányzati koncepciók kialakítása.

- Fontos lenne pontosan informálódni a termálvíz szint legújabb hidrológiai állapotáról és a kitermelés csökkenésével összefüggő vízáadó réteg-szint emelkedésének összefüggéseiről. Célszerű lenne pontos kútvizsgálatokat végezni a lokális termelési adatok birtokában a vízszint és a nyomás változásaira vonatkozóan.
- Tisztázni kellene geofizikai kutatási módszerekkel a magas entalpiájú rétegekre vonatkozó eddigi ismereteinket, pontosabb lehatárolásokkal az esetleges későbbi HDR eljárások céljából is.

A termálenergiát az egyik legjelentősebb megújuló energiahordozóként aposztrofálják Magyarországon.

A készletek világviszonylatban is jelentősek, viszont a termál hő hasznosítás mértéke a lehetőségtől elmarad. Az Európai Unió – mint ismeretes – a megújuló energiák hasznosításának mértékére vonatkozóan jelentős növelést ír elő.

Ennél az energiánál a potenciális – felmérési – adatok azért is sajátosak, mert részben megújíthatók. Ezen kívül az integrált hasznosítási projektekben, több lépcsős hasznosítással, megfelelő gazdasági támogatással igen nagymértékben lehetne a hatásfokot növelni. Nagyon sok helyen 30 °C-os elfolyó vizekkel találkozunk. Amennyiben pl. ezt hőszivattyú alkalmazásával felhasználjuk, akkor magas hatásfok értéket érhetünk el.

Geotermikus energia alatt tehát a földi hőáram következtében a kéregben mindenütt jelenlévő nem szoláris eredetű belső hőt értjük. A napenergiához hasonlóan korlátlan, el nem fogyó, de azzal ellentétben nem szakaszosan érkező, hanem folytonos, a levegőt nem szennyezi. Hasznosításának két lehetséges módja van:

- Ezt a földi hőáramot közvetlenül hasznosíthatjuk, például pincetér klímatisztálására, vagy közvetett módon, például a földfelszín alá juttatott kényszeráramlású víz felmelegítésére hőszivattyú működtetéséhez.
- Olyan természetes hordozóhoz kötötten is hasznosíthatjuk, amely a földfelszín alatt a mélyebb, melegebb rétegekben nagy mennyiségben rendelkezésre áll, viszonylagosan nagy fajlagos energia tartalmú, könnyen, gazdaságosan felszínre hozható, jól kezelhető /praktikusan: jól szivattyúzható/. Erre a célra legmegfelelőbb közeg a víz, szerencsésebb, magasabb hőmérsékletű körülmények között a vízgőz.

Az előzőekben említett földi hőáram sűrűsége nagyban befolyásolja a hőhordozó termálvíz hőmérsékletét, a geotermikus energia hasznosíthatóságát. A műszaki gyakorlatban több mérőszámmal jellemezhetjük a geotermikus energia jelenlétét, várható mennyiségét:

- A hőmérséklet gradiens azt mutatja, hogy a felszínről a Föld középpontja felé sugárirányban haladva 1 km mélységnövekedés hány °C hőmérséklet emelkedéssel jár. A Földön ez átlagosan 30 °C/km, Magyarországon 50 - 60 °C/km.
- A geotermikus gradiens ennek fordítottja, azt mutatja, hogy a Föld középpontja felé haladva hány m-enként emelkedik a hőmérséklet 1 °C-al. A Földön ez átlagosan 33 m/°C, Magyarországon 16 - 20 m/°C.
- A földi hőáram a Földön átlagosan 62 mW/m², Magyarországon 84 mW/m².

Ahhoz, hogy egy geotermikus tároló gazdaságosan művelhető legyen, az átlagos földi hő áramnál lényegesen nagyobb értékű földi hő áramnak kell lenni az adott helyen. Jó, ha ez az érték eléri a 100 - 120 mW/m² értéket.

A fenti adatok vizsgálatából látható, hogy hazánk geotermikus energia jelenlétét illetően jól áll a földi átlaghoz képest. Ez egyébként közismert, mindenki tudja, hogy az ország gazdag hévizekben, termálfürdők sokasága áll rendelkezésünkre szerte az országban.

Nem annyira széleskörű, elterjedt viszont az energetikai célú felhasználás. Ennek egyik alapvető oka, hogy a Magyarországon rendelkezésre álló geotermikus energia mezők viszonylag alacsony hőmérsékletűek. A kis fajlagos entalpiájú geotermikus fluidumokból csak kis energiahányad hasznosítható.

A geotermikus energia energetikai célú felhasználásának jellemzői, korlátai:

- Az energiahordozók használati értékét az egységnyi tömegű anyag hasznosítható energiatartalma határozza meg. Ebben a vonatkozásban a víz, mint energiahordozó rosszul áll, ugyanis kis fajhője miatt viszonylag kis energiamennyiséget képes tárolni.
- Jobb a helyzet ebben a vonatkozásban a vízgőzzel, mert a felhasználás során a kondenzációs hő növeli az energetikai hasznosítás mértékét.

- A geotermikus energiára tehát alapvetően az jellemző, hogy kis fajlagos energiatartalmú hordozóközegekhez kapcsolódik, de óriási készletekkel bír.
- A mértéktelen energetikai célú termálvíz kiemelés kirabolhatja a geotermikus mezőt, annak regenerálódó képessége ugyanis korlátozott. Egyensúlynak kell lenni a termálvíz kitermelésének mértéke és a mező regenerálódó képessége között.
- A termálvíz hordozóközeghez kötött geotermikus energia hasznosítását nehezíti, hogy a termálvíznek általában magas az oldott sótartalma és jelentős lehet a gáztartalom is. A csővezetékben, az egyéb gépészeti berendezésekben kiváló keménységet okozó sók megnehezítik az üzemvitel körülményeit, az esetleg kiváló, összegyűlő gázok veszélyesek lehetnek, robbanást okozhatnak.
- A termálvíznek lehetnek olyan komponensei is, amelyek korróziót okozhatnak a csővezetékek, szivattyúk, hőcserélők anyagában.
- Gondot okozhat a hasznosítás során hőjének egy részét veszített lehűlt termálvíz elhelyezése is. A természetes befogadókba, tározókba vezetett lehűlt hévizek hő- és vegyianyag szennyezést okozhatnak a környezetben.
- A felszíni környezeti szennyezés elkerülhető, ha a lehűlt termálvizet visszasajtoljuk a mélyebb rétegekbe. A visszasajtoláskor nagyon körültekintően kell eljárni, csak szűrt, tisztított melegvizet szabad visszajuttatni, nehogy ezzel okozzunk környezetszennyezést a felszín alatt. Emiatt a visszasajtolás költséges tevékenység, adott esetben megkérdőjelezheti a termálvíz hasznosításának gazdaságosságát.
- A visszasajtolás elmaradása csökkenti a geotermikus tároló élettartamát.
- A viszonylag alacsony hőmérsékletű termálvíz távvezetéken történő szállítása a felhasználóhoz a gondos hőszigetelés ellenére is veszíthet használati értékéből a hőmérsékletcsökkenés következtében. A hőszigetelés költsége tovább rontja a gazdaságos hasznosítás lehetőségeit. Emiatt fontos cél, hogy a hőforrás és a felhasználás helye közel essék egymáshoz.

A geotermikus energia hasznosítása egy adott környezetben akkor lehet igazán gazdaságos, ha az többcélú. Egyidejűleg, egy helyen a következő területeken lehet felhasználni a termálvizet:

- gyógyászati célok /ivókúra, nőgyógyászati betegségek, bőrbetegségek, reumás, ízületi fájdalmak kezelésére/,
- gyógyfürdők üzemeltetése,

- sportcélokra, például úszómedencék víz hőmérsékletének beállítására,
- az energetikai célú hasznosítás fontosabb részterületei: növénytermesztés, állattartás, épületek fűtése, használati melegvíz előállítása, stb.

Tovább növelhető a termálvíz felhasználás gazdaságossága, ha úgy alakítjuk ki a technológiai sort, hogy az egyik berendezésből kikerülő lehűlt víz maradó melegenergia tartalmát egy másik berendezésben még hasznosítjuk. Ilyen egymást követő technológiai sor lehet például: fűtési hőcserélő, használati melegvíz hőcserélő, fólia sátrak fűtése.

1980-ban 748 000 m² üvegház és 1 064 000 m² fóliasátor alapterület fűtésére hasznosították. Ezen berendezések beruházási költsége 15–20%-kal magasabb, mint a hagyományos fűtésűeké, de az üzemeltetési költségekből ez 3–5 éven belül megtérül. Az ilyen hasznosítások a magasabb víz hőmérsékletű kutak környékén gyakoriak (a Szentesi Árpád Agrár Rt.-ben van a világ legnagyobb mezőgazdasági termálhő-hasznosítója, Szegvár, Hódmezővásárhely).

3.4.2. Villamos energiatermelés földhő bázison

Hazánkban jelenleg nincs számottevő geotermikus energia alapú villamosenergia-termelés, pedig számos 85 C foknál nagyobb felszíni hőmérsékletű vizet adó kút alkalmas lenne 0,1–0,5MWh teljesítményű bináris áramfejlesztő egységek telepítésére. A közvetlen hő hasznosításban csak a biomassza tüzelők versenyezhetnek a geotermikus energiával, amiből jelenleg csak 3 PJ-t használ fel az ország. A termálvíz fűtőértékének a jobb kihasználásával (többlepcsős, ipari szárítók, hőkezelők, távfűtés, uszoda, haltenyésztés) ez 63,5 PJ lehetne a 2010. évre várható országos összes 1200 PJ energiafelhasználásból. Az elmúlt évek adatai alapján a használati melegvíz előállítása 50 Ft/m³, míg ez földgázzal 210 Ft/m³. A hőenergia-előállítás költsége 270 Ft/GJ, míg ez földgázzal 850 Ft/GJ. Az itt kiszámított árakat egymástól tovább távolítja a 2006. évi gázáremelkedés, illetve a levegőszennyezési bírságok várható bevezetése (CO₂-emisszió 5 USD/t). A talaj hőjének a hasznosítására készült a hőszivattyús fűtési rendszer, amely a földgáz üzemeltetésénél mintegy 40%-kal olcsóbb. A hőcserélős rendszerekben kerül felhasználásra. Hőmérsékletre érzékeny ki-bekapcsolóval felszerelt szivattyú keringteti a mélyre fúrt kutakba lévő csövekben felmelegedett folyadékot. Használati melegvíz, fűtés-hűtés biztosítására

hasznosítják. A termálvíz-felhasználásnál figyelembe kell venni a hasznosítási jogi helyzetet. A hasznosítás fejlesztésére állami támogatás nincsen, ugyanakkor vízjogi, környezetvédelmi és bányászati jogszabályokkal erősen korlátozzák a hasznosítást. Többlépcsős felhasználással, helyes szabályozással és vízvisszapréseles alkalmazásával megszüntethető volna a szezonális hasznosítás (fürdők), a víz- és hő pazarlás. Ez az országnak 1,5 Mt/év olajegyenértékű kőolaj és földgáz import megtakarítást jelenthetne. Ez egyben a Kyotóban kötelezettségben vállalt 5 millió t/év CO₂-emisszió csökkentés 25%-a.

Érdekes kísérlet lehet a jövőben a geotermikus energia és a szélenergia kombinált hasznosítása. A szélerőművek számának szaporodásával nőnek az erőműüzemeltetési-hálózat szabályozási gondok a szolgáltatóknál, ezért az áramátvételi korlátozások olyan formában léphetnek fel, hogy a villamos rendszer üzemeltetői nem támogatják bizonyos területeken szélerőművek megépítését. Sajátos magyarországi probléma, hogy a szélerőművek által termelt villamos energia tárolására nincs jelenleg gazdaságos megoldás (pl. víz puffer tárolókba történő szivattyúzása). Felvetődött a lehetősége annak, hogy a szélerőművek egy részét nem hálózati üzemre, hanem hidrogén előállítására kellene felhasználni. Ebben az esetben a hidrogén, mint tárolt szélenergia tetszőleges időpontban használható fel kis erőművekben és nem zavarja a hagyományos, nehezen szabályozható nagy erőművek működtetését.

Ebben a koncepcióban a geotermikus energia is képbe kerülhet: a forró termálvíz bontása során energia takarítható meg, azaz egységnyi villamos energiával valamelyest több hidrogén állítható elő.

A geotermikus alkalmazások támogatása

A geotermikus energiahasznosítás 30-40 évvel ezelőtti felfutása gyakorlatilag a nagyvonalú vissza nem térítendő állami támogatásnak volt köszönhető. A 90-es évektől az állami támogatás korábbi formája megszűnt. Jelenleg a Nemzeti Fejlesztési Terv keretében lehet pályázni saját erőt kiegészítő vissza nem térítendő támogatás elnyerésére. A támogatást beruházáshoz adják, és az nem haladhatja meg a teljes beruházási költség 30 %-át, vagy a 35 millió Ft-ot. Léteznek Európai Unió pályázati lehetőségei is, pl. a

Környezetvédelmi és Infrastrukturális Operatív Program (KIOP) keretében, ahol 2007-ig mintegy 5,2 mrd Ft áll rendelkezésre - igaz együttesen, az összes megújuló energiaforrásra.

Tudomásunk szerint - az új jogszabályok szerint - energianyeresi céllal új kutat fűrni, vagy lezártat nyitni nem lehet visszasajtoló kút telepítése nélkül. A meglévő kutaknál (energia célú) 2007. október 30. és 2010. december 31. időpontokat hozták türelmi határidőként ameddig a visszasajtolást meg kell oldani. Az újabb, Hódmezővásárhelyi visszasajtoló kút telepítési költsége 110 MFt volt 1999-ben. Ilyen költségek mellett ez sok felhasználó kertészeti gazdaságos működését pecsételi meg, amennyiben támogatás nélkül kell a beruházást megvalósítani, üzemeltetni. Felmerül az a kérdés is, hogy ha a környezetvédelmi szigorítás hatására a termeszők átállnak földgázfűtésre, akkor mennyiben fogunk tudni a kiotói egyezményben - szintén környezeti terhelést csökkentő céllal – vállaltaknak megfelelni.

3.5. A hasznosítások SWOT analízise

Bemutattuk, hogy a megújuló energiaforrások meglehetősen széles köre igen változatos formában ill. technikával hasznosítható akár egyedileg önállóan, akár hagyományos energiaforrásokra alapozott rendszerekbe integrálva. Ezért általános analízis nehezen végezhető, hiszen minden esetben nagyon sok körülmény figyelembe vétele szükséges ahhoz, hogy eldönthető legyen egy felhasználás gazdaságossága.

Irányadó elemzést készítettünk mégis azért, hogy a potenciális beruházók lássák, milyen előnyei, kockázatai (gyengeségei) és lehetőségei vannak általában a megújuló energiaforrások hasznosításának. Az 18 táblázatban foglaltak csak azokat a jellemzőket tartalmazzák, amelyek megmutatják, hogy az elképzelések átgondolása során (kiegészítve az egyes megújuló energiaforrások sajátosságaival ill. a felhasználás speciális körülményeivel) milyen alapvető szempontokat célszerű figyelembe venni.

Minden megújuló energia bázisnak sajátos előnyei és hátrányai vannak a hasznosítás során. A hátrányokat a tudományos-technikai fejlődés/fejlesztés igyekszik mérsékelni, igen jelentős K+F források folynak be e területre világszerte. Biztosra vehető, hogy a nagy erővel folyó kutató-fejlesztő munka előbb-utóbb érzékelhető eredménnyel jár minden területen, amely a megújuló energiaforrások kihasználását egyre gazdaságosabbá teszi, egyre szélesebb felhasználói kör számára teszi elérhetővé.

Ugyanakkor nem szabad abba a hibába esni, hogy a megújuló energiaforrásokban a jövő körvonalazódó energetikai problémáinak alapvető megoldását látjuk. Mai ismereteink szerint a megújulók csak besegíthetnek az energiaellátásba, kedvező esetben (pl. Dánia a szélenergia iparával) jelentős mértékben, más esetben lényegesen kisebb mértékben, esetleg alig érzékelhetően.

Azt is látni kell, hogy az energetika nemcsak gazdasági, hanem politikai kérdés is. Igen masszív politikai érdekek fűződnek ahhoz általában (főleg a fejlett világban), hogy egy-egy ország energiafüggősége csökkenjen. Ebben csak egy lehetőség a megújuló energiaforrások hasznosítása, bevonása az energiaellátó rendszerekbe. A politika, a politikai helyzet változékonysága a jövőben ezért befolyásolhatja a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos döntéseket, segítve vagy nehezítve azok hasznosítását.

Végül megemlítjük a környezeti változások, főleg a tapasztalt klímaváltozás hatását az energetikai folyamatokra. Ha igaznak bizonyul a globális felmelegedés hipotézise, az jelentős hatású lehet a távolabbi jövőre nézve pl. Magyarországon. A hőmérséklet tapasztalt emelkedése az energia fogyasztás csökkenésével jár télen a fűtési energia igény csökkenésével, másrészt nő az igény nyáron a légkondicionálás, általában a hűtési folyamatok miatt. Egyes prognózisok szerint összességében jelentős energia igény csökkenés várható, amely nyilvánvalóan befolyásolhatja a megújulók szerepét is.

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

18. táblázat: A megújuló energiaforrások swot analízise a dél-alföldi régióra

1. ERŐSSÉGEK	Súly- arány [%]	2. GYENGESÉGEK	Súly- arány [%]
1.1. A megújuló energiaforrások viszonylagos bősége	5	2.1. Viszonylag kicsi az energiasűrűség	10
1.2. A megújulók több változata áll rendelkezésre	5	2.2. Nagy gyűjtőfelületek szükségesek	5
1.3. Nagy gyűjtőfelületek (biomassza, nap, szél) ill. készletek	15	2.3. Beruházásigény viszonylag nagy	15
1.4. Ipari méretekben történő hasznosítás lehetősége	15	2.4. A megtermelt energia ára magas	15
1.5. Kiforrott technológiák állnak rendelkezésre	10	2.5. Támogatást igényel	10
1.6. A megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák integrálhatók a hagyományos energiaellátó rendszerekbe	5	2.6. Általában hosszú a megtérülési idő	5
1.7. A természeti erőforrásokkal történő ésszerűbb gazdálkodás (pl.földhasználat)	10	2.7. Az üzemmenet sok esetben nehezen tervezhető (pl. napenergia, szélenergia)	5
1.8. A környezet kímélése	10	2.8. Klimatikus szélsőségek a biomassza termelésben	10
1.9. Az energiafüggőség csökkenése	10	2.9. Jelentős beruházások által is csekély részarány az energiaellátásban	15
1.10. Az energiapolitikák középpontjában van	10	2.10. Önálló energiaforrásként általában nem jöhetnek számításba	10
Összesen:	100 %	Összesen:	100 %
3. VESZÉLYEK	Súlyarány [%]	4. LEHETŐSÉGEK	Súlyarány [%]
3.1. Az energiapolitikának való kitettség	25	4.1. Az energiaigény folyamatosan növekszik, a megújulók szerepe is nőhet	25
3.2. A hosszabb távú dotáció bizonytalansága	20	4.2. Kedvező árak esetén korlátlan értékesítési lehetőség	15
3.3. A hagyományos energiaformák árának kiszámíthatatlansága	15	4.3. Technológiai fejlesztések révén árcsökkenés prognosztizált	20
3.4. Energiaátvétel bizonytalansága (pl. bioetanol, biodízel, villamos energia)	20	4.4. A CO ₂ kibocsátás csökkentése miatt a megújulók kihasználása globális érdek	15
3.5. Erősödő konkurrencia a megújuló energiaforrások piacán	20	4.5. A befektetői érdeklődés növekedése várható	
Összesen:	100 %	Összesen:	100 %

3.6. A megújuló energiaforrások hasznosításának környezeti vonatkozásai

3.6.1. Biomassza

3.6.1.1. Biogáz előállítás

A biomasszából egy értékes, univerzálisan felhasználható energiahordozó, a biogáz állítható elő. A biogáz keverék, amely metángázból, széndioxidból, kis mennyiségű hidrogénből és kénhidrogénből áll. A metán (CH_4) környezetbarát módon ég vízzé a levegő oxigénjével, miközben csak egy szénatom alakul szén-dioxiddá. Ám ezt a biogázban amúgy is megtalálható szén-dioxiddal együtt a kiejlesztett trágyával kezelt növények felveszik és megkötik. Emiatt a fosszilis föld- és folyékony gázzal szemben a biogáz égetése CO_2 -semleges.

A biogáz- és trágya-előállítás tulajdonképpen egy környezetvédelmi szempontból is jelentős hulladékkezelési technológia, amely a kiindulási hulladékokat értékes anyaggá nemesíti (metángáz). Ez az eljárás a folyékony, a nedves, nagy víztartalmú hulladékok kezelését oldja meg. A szeméttégetőkben legfeljebb a 15-20% nedvességtartalmú anyagok égethetők el. A szennyvizek, a hígtrágya, a fekália stb. azonban nem. (2)

A biogáz előállítása során a bomlási folyamat következtében a trágyából, illetve növényi maradványokból terjedő szagok jelentősen csökkennek. Ez különösen sűrűn lakott területen lehet döntő szempont egy biogázferjesztő építésénél. A kellemetlen szagok csökkenése elsősorban biokémiai folyamatok következménye, az illékony, kellemetlen szagú zsírsavak bomlanak le.

A szagkibocsátás intenzitása olfaktométerrel mérhető. A stuttgarti Egyetem Vízépítés, vízminőség és hulladékgazdálkodás Intézete szerint a biogáztrágya szagkibocsátása laboratóriumi kísérlet alapján csak tizede, gyakorlati kísérlet szerint pedig fele-harmada a normálisan tárolt trágyáénak. Hasonló eredményeket kapott marhatrágyával végzett kísérleteknél a Bajorországi Tartományi Állattenyésztési Intézet. A KieLi Egyetem (Institut für Landtechnik) vizsgálatai kimutatták, hogy egy biogázferjesztőnél a szerves iszap szagkibocsátása már három órával a kivétel után egyáltalán nem mérhető. Bár a sertétrágyának hasonló idő alatt szűnik meg a szaga, lényegesen kisebb mértékben. Egy jól működő biogázferjesztőből kikerült trágya nem szagtalan, de általában olyan csekély a szagkibocsátása, hogy lényegesen kevésbé terheli a környezetét. Elsősorban a kellemetlen,

szúrós szagú anyagok bomlanak le, különösen a sertétrágya esetén. Mindez természetesen csak akkor következik be, ha a biogázüzem jól működik és a szerves szárazanyag legalább 40%-a lebomlik. Túl rövid erjedési időnél, vagy ha túl nagy az erjesztőkamra terhelése, akkor az alapanyagot nem lehet hatékonyan átalakítani.

A szerves anyagok biogázkészülékekbe gyűjtésével a betegséget terjesztő legyek és szúnyogok szaporítóhelyei felszámolhatók. A fertőző betegségek elterjedése ezáltal korlátozható, így a biogázgyártás higienizáló hatása is jelentős szempont.

A nyitott tárolással ellentétben a zárt biogázüzemekben nem lép fel említésre méltó metán- és ammóniavesztés. A biogázferjesztővel rendelkező gazdálkodók aktívan hozzájárulnak a levegő tisztántartásához, valamint ily módon elkerülhető a nyersanyagvesztés, különösen a nitrogén. A nyitott hígtrágya és trágya (nitrogénvesztés 20-40%) tárolással ellentétben nem vesz el növényi tápanyag a párolgás miatt, illetve nem mossza ki az esővíz. A kén nyomelemet a növények használják a fehérjeképzéshez. A korábban szokásos módszernél, a nem kéntelenített biogáz elégetésekor kén-dioxid formájában a levegőbe került, amely káros az egészségre. A ma alkalmazott kéntelenítésnél (kis mennyiségű levegő befújása) azonban elemi kén halmozódik fel, amely a trágyával együtt visszakerül a földekre.

A biogázferjesztésből visszamaradt trágya több szempontból is előnyös. A szerves anyagok lebontása elsősorban a metánbaktériumok életműködésének köszönhető. Abban a környezetben, ahol a metánbaktériumok nagy számban fordulnak elő, minden egyéb mikroorganizmus, baktérium, protozoa faj szerint és szám szerint is erősen visszaszorul. A kórokozók, férgek és féregpeték a biogáz készülékekben végbemenő fermentáció során elpusztulnak, illetve életképességük erősen csökken. Ez ugyancsak a biogáz technológia higienizáló hatását hangsúlyozza.

A kirohasztott iszap trágyaként való felhasználása azért jelentős, mert a frissiszapban esetleg megtalálható növényi magvak a rothasztás befejeztével csíráképtelenné válnak (kivéve a paradicsommagvakat és a nagy, vastaghéjú magokat). A gyommagvak behurcolása a trágyával ezért gyakorlatilag kizárt.

A biogázferjesztésből visszamaradt trágyát használva az előbb felsorolt kedvező körülmények miatt javul a növények egészsége, és így kevesebb növényvédő szert kell alkalmazni.

A biogáz eljárás csupán azzal, hogy a keletkezés helyén szagtalanítja, fertőtleníti, sűríti stb. a nagy víztartalmú hulladékokat, az anyagmozgatás költséges és energiaigényes folyamatát szünteti meg. Ez jelentős mennyiségű terheléstől mentesíti a környezetet.

3.6.1.2. Növényolaj előállítás

Az olajos növények termesztéséhez és az olaj előállításához különböző erőforrásokat, így energiát, trágyázó és növényvédő szereket, gépeket, vetőmagot, stb. kell felhasználni. A növényolaj előállítása során felhasznált erőforrásokat többek között az energiafelhasználással lehet kifejezni és számszerűsíteni. Az összes bioenergetikai lánc lényegesen több energiát szolgáltat, mint amennyit felhasznál.

Az olajos növények hajtóanyagként történő hasznosításra való termesztése gazdasági szempontból a gazdának csak előnyöket jelent. Egyrészt új felvevőpiacot hoz létre az olajos magvak és az olajok részére, amely független a globális élelmiszerpolitikától, másrészt, főleg az olaj kisüzemi előállítása esetén, az értékteremtő tevékenység erős regionális kötődését eredményezi. Kisüzemi feldolgozás esetén a termesztéstől a hasznosításig a folyamat minden fázisa a régióon belül marad. Ez hozzájárul a munkahelyek megteremtéséhez és megtartásához, valamint a honi mezőgazdaság fennmaradásához, annak az emberre és a természetre nézve oly fontos feladataival együtt.

Ökológiai szempontból mindenekelőtt azt kell figyelembe vennünk, hogy a hagyományos mezőgazdálkodás szintetikus trágyázó és növényvédő szereket alkalmaz, mai a talaj és a vizek szennyezésének veszélyét rejt magában. Ha az olajos magvak iránti igény megnövekszik, ennek hatására először azok a szánóföldi növények és vetésforgók fognak kiszorulni, amelyek gazdasági haszna csekélyebb. A fő haszonnövények tápanyag és növényvédő szer iránti igénye nagyjából hasonló, a környezeti terhelés mérlege tehát egyensúlyban van. Ha az olajos növények termesztését fokozzuk, azaz a vetésforgót szűkítjük, akkor rövidtávon a növényvédő szerek fokozott mértékű alkalmazásának és annak a környezetre gyakorolt negatív hatásainak a veszélyével kell számolnunk. Középtávra gondolva viszont az a véleményünk, hogy sokkal valószínűbb az új, igénytelenebb fajták és a vegyes termesztés elterjedése, mivel a nagy terhelési intenzitás fenntartása csak nagyon nagy üzemköltségek árán lenne lehetséges. A vetésforgókat ismét a növények igényei szerint fogják kialakítani. A diverzifikációhoz és a környezet

tehermentesítéséhez az a nagyszámú, ma még nem hasznosított olajos növényfajta is hozzájárulhat, amelyet az igénytelenség és a nagy olajhozam jellemez.

További kockázatot jelentene, ha a növekvő mértékű olajigényeket a szánóterületek kiterjesztésével próbálnák kielégíteni. Nyilvánvaló, hogy ez a kockázat határok közé van szorítva: az abszolút zöldterületeket, amelyeket a nehéz, nedves talaj és a sok csapadék jellemes, még nagy befektetések árán sem lehet szántókká átalakítani. A veszély inkább azoknál a területeknél áll fenn, amelyeket a termelésből kivonták és legelőkké vagy kaszálókká alakítottak át. Amíg további szántóterületek feltárására és a hagyományos művelésbe való bekapcsolására nem kerül sor, addig azt az álláspontot fogadhatjuk el, hogy az olajos növények termesztésének a növényolaj-hajóanyagok iránti kereslet növekedése által ösztönzött kibővítése nem fog a környezet fokozott terhelésével együtt járni.

A hajtóanyagként felhasznált növényolajok is tartalmaznak szenet és azt elégetésük közben CO_2 formájában adják le. Ez azonban pontosan az a mennyiség, amit a növény növekedése közben a levegőből felvett. A CO_2 tehát körforgásban mozog, koncentrációja a légkörben állandó marad. A kőolaj és a földgáz, vagy a barna- és kőszén elégetésekor ezzel szemben olyan szén kerül a légkörbe, amely a természetes körforgásból évmilliókkal ezelőtt kiiktatódott és azóta föld alatti tárolóhelyein rejtőzködött. A fosszilis energiahordozók alkalmazása során tehát – a növényolaj hasznosítását jellemző körforgalommal szemben – a légkör CO_2 -koncentrációja növekszik.

Egészen konkrét adatokkal: 1 l gázolaj elégetésekor 2,7 kg CO_2 keletkezik, ami ugyanennyivel növeli a légkör CO_2 -tartalmát. Ha a gázolajat növényolajjal helyettesítjük, nagyjából ugyanannyi CO_2 keletkezik, ezt azonban az olajat termelő növények egy éven belül ismét kivonják a légkörből. Ha egy autós évenként 2000 l gázolajat használ el, akkor ezzel kereken 5 t CO_2 -ot termel. Ez csaknem a fele annak a 12 tonnányi CO_2 -nek, amit éves átlagban minden német ember előidéz. Ha tehát valaki ezt a 2000 l gázolajat növényolajjal helyettesíti, ezzel saját, személyes CO_2 -szennyezését csaknem 50%-kal csökkenti!

A német vízháztartási törvény a vizek veszélyeztetésének különböző osztályait definiálja, hogy az anyagokat a vizekre való veszélyességük szerint osztályozni lehessen. A tiszta növényolajat ez a besorolás vízre nem veszélyes anyagnak minősíti. A növényolaj-metilészternek oldószerhez hasonló (enyhén maró) tulajdonságai vannak és ezért, a

nyersolajhoz és a nehéz fűtőolajhoz hasonlóan, az 1-es vízveszélyeztetési osztályba („a vizet enyhén veszélyeztető”) nyert besorolást. A növényolaj 21 napon belül, több mint 95%-ban lebomlik és ezért elsősorban a környezetvédelmi szempontból érzékeny területeken ajánlható. Minden megszorítás nélkül, bárhol alkalmazható. Ezzel szemben már rendkívül kis mennyiségű (5 mg/l) ásványolaj előfordulása a vízben elpusztítja a halakat. Éber környezetvédők a 70-es években figyeltek fel arra, hogy a nagyobb forgalmú tavak felszínén vékony olajfilm kerül el. A vizsgálatok kimutatták, hogy a hajómotorokon át szénhidrogének (hajóanyagok) kerülnek a vizekbe és azok szennyezik.

3.6.2. Napenergia

A mezőgazdaság, az erdő- és vízgazdálkodás részesedése a teljes hazai energiafelhasználásból 1999-ben 40PJ nagyságrendű volt, amely a nemzetgazdaság teljes energiafelhasználásának mintegy 4%-a. A felhasznált energiamennyiségnek 35-40%-át a növényházak fűtése, a szárítás és az épületek fűtése teszi ki. A környezetvédelmi hatásokkal kapcsolatosan különösen fontos megemlíteni a növényházakat és a szárítókat, amelyeknél a nagy mennyiségű hagyományos energiahordozó (elsősorban olaj) kiváltásával a környezetet szennyező, egészségkárosító anyagok kibocsátása jelentősen csökkenthető. A napenergiának az említett területeken történő felhasználását az is indokolja, hogy az alkalmazható technológiák ismertek, kidolgozottak.

Ugyanakkor hazánk napsugárzási adatai kedvezőek ahhoz, hogy mezőgazdasági célú, az említett területeken felhasznált energiát – egy adott méretékben – napenergiával biztosítsuk. A rendelkezésre álló potenciál nagyságrendekkel nagyobb, mint a jelenleg hasznosított.

3.6.3. Szélenergia

Magyarország az európai kontinens közepén, a Kárpátok medencéjében fekszik, ahol az északi mérsékelt égövre jellemző kontinentális éghajlat az uralkodó. Az uralkodó szelek a medence pereméről fújnak általában a medence közepe felé. A helyrajzi viszonyokból adódóan a Kárpát medencébe döntően két fő irányból érkeznek a

légáramlatok: az északkeleti és északnyugati „kapun”. Nem véletlen ezért, hogy szélben leggazdagabb térségeink a kapuk közelében vannak: nyugaton a Kisalföld, keleten az észak-tiszántúli régió.

A szélenergia hasznosítása kétségtelenül mentes mindennemű káros emissziótól, nem keletkezik szennyvíz, égéstermék, radioaktív hulladék stb. Ugyanakkor be kell látni, hogy a hasznosító berendezések – különösen a magasépítésű, nagyteljesítményű erőművek – meglehetősen durva beavatkozást jelenthetnek a táj, elsősorban a madárvilág életébe, vizuálisan pedig teljesen megváltoztathatják a környezet arculatát. A tervezés során nagyon fontos a szélerőgépek környezetre gyakorolt összes lehetséges kedvezőtlen hatásaival is számolni.

Területhasználat: A szélerőgépek gyűjtőfelülete általában függőleges, ezért egy-egy berendezés helyigénye alig számottevő. A szélfarmok által elfoglalt területnek gyakorlatilag 99 %-a érintetlen marad, a kieső terület gépmérettől függően néhány m²-től néhányszor 10m²-ig terjed. Ha a kiszolgáló létesítményeket (pl. utakat) is beszámítjuk, a kieső összes terület így sem haladja meg az 5 %-ot. A terület többi részére a berendezések nincsenek hatással, a szélerőgépek közötti területeken akár mezőgazdasági termelés is folytatható.

Ökológiai hatások: A madarak számára a legveszélyesebbek azok a magasépítmények, amelyeket nehezen látnak meg. A madarakra bizonyítottan a legnagyobb veszélyt a nagyfeszültségű vezetékek, huzalantennák és különböző építmények tartó-feszítő kötelei jelentik. (A legnagyobb madárpusztulásért egyébként a közúti közlekedés a felelős!) A szélerőművek jól láthatóak, a madarakra nem jelentenek nagyobb veszélyt, mint pl. tornyok, kémények. Dániai vizsgálatok eredményei szerint a madarak megszokják a szélerőgépek jelenlétét, elkerülik a veszélyes zónákat mind nappal, mind pedig éjszaka.

A földi ökoszisztémát elsősorban a szélerőgépek építésével kapcsolatos tevékenység zavarhatja meg – átmenetileg. A kiszolgálás (szervíztevékenység) a környezetre normális üzemmenetnél nincs káros hatással.

Légköri hatások: A szélerőgépek működését rezgés és hanghatások kísérik. A hang két fő forrása a rotor és a kapcsolt energetikai berendezések (hajtómű, generátor) természetes zaja. A zajhatás csak a nagyobb, 8 m·s⁻¹-ot meghaladó erősségű szelek esetén jelentős. A rotorzaj tulajdonképpen felerősített szélzaj, amely minden magas építménynél,

ahol turbulencia lép fel, tapasztalható. A rotor a magas frekvenciájú, az erőmű az alacsonyabb frekvenciájú zajokért felelős. Szélerőműveknél a tartó lábánál típustól függően 95-105 dBA zajszintet mértek, 50 m-re ettől a zajemisszió már csak 50-60 dBA volt mérhető. Ez az érték megfelel a beszélgetés vagy egy irodai alapzaj szintjének. Tapasztalatok szerint a korszerű szélerőgépek kísérőjelenségei nem zavarják a telekommunikációs rendszerek működését sem.

Esztétika: A legtöbb kifogás a szélerőgépeket, szélfarmokat esztétikai szempontból éri. Mint épített környezet, sok esetben zavaró látvány lehet, érdemes ezért lehetőség szerint a telepítésnél a kevésbé esztétikus környezetet előnyben részesíteni. Ugyanakkor a szélerőművek sok helyen turisztikai látványosságnak számítanak. A turizmusból származó előnnyel már a tervezéskor számolni érdemes, és segíthet elfogadtatni a helyi lakossággal a tervezett szélerőmű telepítésének gondolatát.

Biztonság: Nemzetközi szabványban rögzítették a szélerőművek biztonsági előírásait. A szigorú előírásoknak is köszönhető, hogy az eddigi európai üzemeltetési tapasztalatok szerint nem fordultak elő szélerőgépek által okozott, személyi sérüléssel járó balesetek.

4. AKTUÁLIS FEJLESZTÉSI ÉS FORRÁSSZERZÉSI LEHETŐSÉGEK

Magyarország csatlakozásával megnyíltak a Strukturális Alapok is az energiaszektor előtt. A 2004-2006 időszakra érvényes I. Nemzeti Fejlesztési Terv dokumentuma a Környezetvédelem és Infrastruktúra Operatív Program (KIOP) három ágazatban: a környezetvédelem, az energetika és a közlekedés területein tette lehetővé fejlesztések megvalósítását uniós társfinanszírozással.

A Gazdasági és Közlekedési Minisztérium és az Energia Központ Kht. együtt kezeli a KIOP-on (Környezetvédelem és Infrastruktúra Operatív Program) belül az úgynevezett "Energiagazdálkodás környezetbarát fejlesztése c. intézkedés a Megújuló energiaforrások felhasználásának növelése és az Energiahatékonyság növelése" pályázatot.

Ez az alap, támogatást nyújt önkormányzatoknak, társulásoknak, költségvetési szerveknek és azok intézményeinek, állami többségi tulajdonú vállalatoknak, illetve kis- és középvállalkozásoknak a hazai megújuló energiaforrások felhasználásának növelését, széndioxid kibocsátás csökkentést, ezáltal a vidéki régiók gazdasági fejlődésének előmozdítását - különös tekintettel a villamos energia megújuló energiaforrásokból való előállításának növelését - célzó projektek megvalósítására. Az alapban 4,4 milliárd Ft áll rendelkezésre 2006-ig, amelyből az első körben 800 millió Ft-ot ítélték oda energetikai célú projektekre (6db), de már megjelent a következő felhívás, amire folyamatosan lehet jelentkezni 2006. december 31-ig.

Az EU 2007-2013 időszakra szóló pénzügyi perspektívájában továbbra is kiemelten szerepel a megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó projektek támogatása, és a strukturális alapok mellett a Kohéziós Alapból is finanszírozhatók lesznek ilyen jellegű nagyberuházások.

Magyarország Európai Uniói tagsága révén több ezer milliárd forint fejlesztési célokra felhasználható, uniós forrású támogatásra jogosult a 2007-2013-ig terjedő időszakban. Az Új Magyarország Fejlesztési Terv (ÚMFT) Környezeti és Energia Operatív Programja összesen 4916 M euró-s (1350 Mrd Ft) keretéből két prioritás támogat energetikai célú hazai projekteket: a „Megújuló energiaforrás-felhasználás növelése” prioritási tengely céljaira a teljes keret 5,15%-a, az energiatakarékosság ösztönzését célzó „Hatékony energiafelhasználás” prioritási tengely céljaira pedig 1,58%-a áll rendelkezésre.

A „Megújuló energiaforrás-felhasználás növelése” prioritás tengelyhez az Európai Regionális Fejlesztési Alap biztosítja a támogatást, így a KEOP támogatásaira a nyugat-

dunántúli, közép-dunántúli, dél-dunántúli, észak-magyarországi, észak-alföldi régiók mellett a dél-alföldi régió is jogosult.

A megújuló energiaforrások nagyobb részarányának elérése érdekében hő- és/vagy villamosenergia-előállítás támogatására lehet pályázni, összesen 58 Mrd Ft-ra, illetve nagy- és közepes kapacitású bioetanol üzemek létesítésének támogatására, 2007-2009 között 5 Mrd Ft-os keretösszeg erejéig.

A hő- és villamosenergia konstrukció keretében támogatott tevékenység a biomassza-felhasználás, a biológiai hulladékalapú biogáz-termelés és felhasználás, a geotermikus energia hasznosítása, hőszivattyús rendszerek telepítése, napenergia és vízenergia hasznosítása, hálózatra nem termelő szél erőművek létesítése, megújuló energiaforrásokat hasznosító közösségi távfűtő rendszerek kialakítása, korszerűsítése, és megújuló bázisú szilárd tüzelőanyagok előkészítése (pl. pellet, brikett előállítás). A KEOP a szélenergiával termelt villamos áram nemzetközi összehasonlításban is kedvező átvételi árait, valamint a középtávon 330 MW-ban megállapított beépíthető kapacitás-korlátra tekintettel a 2007-2013-as időszakban nem nyújt beruházási támogatást hálózatra termelő szélenergia projekteknek.

Az egyes operatív programokat az NFÜ keretében önálló szervezeti egységként működő irányító hatóságok felügyelik, a KEOP szakmai főfelelőse a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. Az energetikai programok pályázatait az Energia Központ Kht. kezeli, a Kht. a KEOP energetikai prioritásainak közreműködő szervezete.

A beruházók a támogatásokhoz pályázati rendszer keretében juthatnak hozzá. A támogatás intenzitása a megújuló hasznosítására irányuló pályázatok esetében 10-50% közötti lehet, a végleges támogatási intenzitás költséghatékonysági elemzés elvégzése után, projektenként kerül meghatározásra. Ez az elemzés figyelembe veszi a megújuló alapú villamosenergia termelés támogatott áron történő kötelező átvételi rendszerében kapott támogatást, és csak olyan projekteknek biztosít beruházás támogatást, amelyek megtérülése a támogatott átvételi ár mellett sem biztosított.

Az Új Magyarország Vidékfejlesztési Stratégiai Terv (ÚMVST) intézkedései is támogatják a megújuló energiák hazai elterjedését, célja, hogy a vidék a szükséges alapanyagok megtermelésén túl intenzíven részt tudjon venni a bioenergia szegmens fejlődésében. Az alapanyagok versenyképes megtermelésének része az energetikai célú növénytermesztés kiemelt támogatása, amely konstrukciót az FVM 2005 óta működteti.

Az ÚMVST a megújuló energiaforrások előállítását három stratégiai irány mentén támogatja, ezek a folyékony biomassza (bioetanol és biodízel), a szilárd biomassza (fás szárú és lágyszárú energetikai ültetvények), valamint a biogáz. A támogatások forrása az Európai Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Alap (EMVA), amely a biomassza versenyképes megtermeléséhez és elsődleges félkész terméké történő feldolgozásához, illetve a termelők saját energiaellátásához biztosít támogatást.

Az uniós támogatásokon felül tovább működnek az energiatakarékosságot és a megújuló energiafelhasználást ösztönöző, hazai finanszírozású programok is. Az Energiatakarékossági Hitel Alap (EHA) – ami a jövőben várhatóan kiegészül a PHARE program keretével – kedvezményes hitellehetőséget biztosít a megújuló energiahordozó-felhasználásra irányuló beruházásokhoz. További növekményt eredményezhetnek a 2007-2013-ra folyamatosnak tervezett Nemzeti Energiatakarékossági Program pályázati lehetőségei.

A KEOP által biztosított támogatások eredményei a megújuló energiahordozó-felhasználás növekedésére várhatóan a 19. táblázat szerint alakulnak.

19. táblázat: A KEOP támogatások által elérhető célértékek

		2007	2010	2013	2015
Megújuló energiahordozó bázisú villamosenergia-termelés növekedése	GWh/év	0	676	967	1170
Megújuló energiahordozó bázisú hőenergia-termelés növekedése	PJ	0	7,5	10,1	11,4
Biotanol üzemek létesítésének támogatásával elért részarány a hazai motorhajtóanyag ⁴ felhasználásra vetítve	%	0	8,2	10,1	9,9
KEOP által elérhető megújuló energiahordozó felhasználás növekedése ⁵	PJ/év	0	28,8	38	41,3
KEOP által elérhető megújuló energiahordozó részarány a hazai energiafelhasználásban [%]	%	0	2,6	3,3	3,4

Forrás: Környezet és Energia Operatív Program és kapcsolódó akcióterv

⁴ Motorhajtóanyag=benzin+gázolaj összesen, (nem a felhasznált, hanem a termelt mennyiség)

⁵ Villamos energia tüzelőhő-egyenértékével és bioetanollal együtt

A hő- és villamosenergia-termelés KEOP-on belüli támogatására együttesen mintegy 58,5 Mrd Ft vehető figyelembe, a prioritásra rendelkezésre álló teljes keretből fennmaradó 10 Mrd Ft a bioetanol üzemek létesítését támogatja. A villamosenergiatermelés becsülten 15-25 Mrd Ft KEOP támogatás segítségével várhatóan 1170 GWh/év⁵² mértékben, a hőenergia-termelés becsülten 32-40 Mrd Ft KEOP támogatás segítségével pedig 11 PJ mértékben emelkedhet 2015-re. A KEOP támogatások segítségével a forrásoldali megújuló energiahordozó-felhasználás 2015-ig tehát összesen 41 PJ mértékben növekedhet.

Az Energiatakarékossági Hitel Alap és a beleolvadó PHARE Társfinanszírozású Energhatékonsági Hitelkonstrukció az ÚMFT időszakában változatlan feltételek mellett hozzávetőleg 1,5 PJ/év megújuló energiahordozó-felhasználási növekményt eredményezhet.

A beruházási támogatás jelenleg meglévő forrásai (lakossági körben főként a NEP, egyéb esetben a KEOP) a fentieken túl egyelőre nem látszanak bővíthetőnek. A megújuló stratégia időhorizontján belül, azaz 2020-ig még nyílhat erre lehetőség, illetve a javaslatokban megfogalmazott lépések (energiaadók, energiaár-támogatás) alapján bizonyos új források már rövidebb távon is bevonhatók lehetnek erre a célra.

A villamosenergia piac jelenleg hatályos szabályozását 2008-tól felváltja az újonnan elfogadott villamosenergia törvény. A jogszabály változás legfőbb indoka, hogy Magyarországnak az Európai Unió tagállamaként végre kell hajtania a villamosenergia-piacon a teljes piacnyitást. Ez a megújuló bázison termelt villamosenergia kötelező átvételi rendszerére nézve azt jelenti, hogy megszűnik a közüzemi ellátás, így a korábbi közüzemi szolgáltatók a továbbiakban nem kötelezhetők a megújulóból termelt villamos energia átvételére. Az új villamosenergia törvény továbbra is fenntartja a megújuló alapú villamosenergia és kapcsolt termelés támogatott áron történő kötelező átvételének rendszerét.

A törvény csak az új belépőkre vonatkozik, a korábban engedélyt kapott termelők a korábbi VET támogatási rendszerében meghatározott feltételek szerint működhetnek tovább. A biomassza erőművek esetében a Magyar Energia Hivatal 2009 végéig köteles megvizsgálni ezen erőművek megtérülését, és amennyiben a megtérülés nem biztosított, a kötelező átvételt a megtérülésig fenntartani.

Az új törvény felhatalmazást ad a Kormánynak, hogy differenciált átvételi árakat alkalmazzon a megújuló energiaforrástól, technológiától, mérettől, hatékonyságtól illetve a

piacra lépés időpontjától függően. A differenciált átvételi rendszer megalkotásánál figyelembe kell venni a hosszú távú ellátásbiztonságot, a versenyképesség növelését, az egyes termelési módok megtérülési idejét és várható hatékonyság-javulásukat.

A támogatott kötelező átvétel rendszerén keresztül nem támogatható a megújuló bázisú hőtermelés⁵⁴, valamint a fűrészipari rönk vagy magasabb rendű faválaszték hasznosításával történő villamosenergia-termelés (kivételt képeznek a korábbi VET szerint engedélyt kapott biomasszas erőművek). A szélenergia támogatásánál a rendszerszintű szolgáltatások korlátozott technikai lehetőségeit figyelembe véve kell eljárni, vagyis nem várható, hogy rövid távon változtatható a Hivatal és a Mavir által megállapított korlátozás a kiadható engedélyek tekintetében. Amennyiben a rendszerirányítási szempontok alapján lehetőség nyílik a 330 MW feletti új teljesítmények beépítésére, akkor az engedélyek kiadása csak versenyeztetési eljárás keretében megmért projektek esetében lesz lehetséges. A törvény szerint a Kormány rendeletben szabályozza a megújuló bázisú villamos energia átvételi árát és feltételeit, felhatalmazást adva a Hivatalnak hogy a kötelezően átveendő mennyiséget és időtartamot állapítson meg. A kötelező átvétel történhet piaci áron vagy támogatott áron, a támogatott ár legmagasabb induló ára 24,71 Ft/kWh*k (ahol k az előző éves fogyasztói árindex értéke), amely ártól biogáz és biomassza esetén nem lehet lefelé eltérni. A törvény ezáltal prioritást ad a biomassza és a biogáz felhasználásnak, tekintettel energetikai, környezeti és vidékfejlesztési szempontból kedvező hatásukra. A Hivatal a kötelező átvétel időtartamát legfeljebb a beruházás megtérüléséig biztosíthatja, csökkentő tényezőként figyelembe véve az esetleges egyéb támogatásokat.

5. BIOMASSZA ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁT SZOLGÁLÓ KLASZTER KIALAKÍTÁSÁNAK ALAPELVE, FELADATA, MŰKÖDÉSI ALAPJAI

5.1. A klaszter elemei

5.1.1. Klaszter elemek áttekintése égetéses technológia mellett

Az Európai Unióhoz való csatlakozással Magyarország életében is változtatások váltak szükségessé, amelyek közül az egyik jelentős folyamat a közigazgatási egységek mellett a gazdaság természetes igényeihez igazodó korszerű szerveződés fejlesztése, azaz a régiók összetartozásának megerősítése. A nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy a nemzeti gazdaságpolitikának, valamint a regionális egység kialakításának is hatékony eszköze a klaszterek szerveződése.

A klaszter (cluster) angol szó, eredetileg fürtösödést jelent jelképesen érzékelteti azt a laza, ugyanakkor mégis szervesen összekapcsolódó hálózati rendszert, amely kerete lehet a kis- és középvállalkozások együttműködésének az egyre nehezedő gazdasági versenyben, a globalizálódó környezetben. A klaszter egyik általános meghatározása alapján a klaszter termékalapon szerveződött, területileg koncentrált vállalkozások kooperációs hálózata, amely a minél eredményesebb piaci jelenlét érdekében kihasználja az együttműködési lehetőséget a gyártók, a tanácsadók, a képzési intézmények és a szolgáltató szektor képviselői között.

A klaszter egy adott iparág vertikálisan és horizontálisan kapcsolódó, versenyző és kooperáló vállalatai, kapcsolódó és támogató iparágai, pénzügyi intézmények, szolgáltató és együttműködő infrastrukturális (háttér) intézmények (oktatás, szakképzés, kutatás), vállalkozói szövetségek (kamarák, szakmai egyesületek) innovatív kapcsolatrendszerén és kölcsönös előnyökön alapuló földrajzi koncentrációja, melyre igazak az alábbiak:

- a klaszterben együttműködő nem állami tulajdonú társaságok több mint 2/3-a közvetlenül kapcsolódik a klaszter fő tevékenységéhez;
- a klaszterben együttműködők célja az együttműködők és rajtuk keresztül a térség gazdasági versenyképességének növelése és nem érdekvédelmi és érdekképviselési feladatok ellátása;
- a klaszter tevékenységét egy, a tagoktól független, tetszőleges számú menedzsment szervezet irányítja (azaz biztosítja az állandó kommunikációt, az

információáramlást a tevékenységek koordinációját és a partnerek érdekeinek összhangba hozását és képviselését, a bizalomépítést és előkészíti a döntéseket).

Információ és kommunikáció

- Képzési információk
- Kiállítási/vásári információk
- Támogatási lehetőségek, pályázati források Gazdasági trendek (piaci követelmények, termékek, szolgáltatások stb.)
- Technológiai trendek
- Technológiák elérhetősége és alkalmazhatósága
- Vállalatok, versenytársak (erősségek, gyengeségek)
- Vállalati profilok adatbázisba rendezése az üzleti párosítást elősegítendő
- Regionális beszállítói láncok (mely termékeket gyártják regionális szinten és melyek ezek erősségei)
- Rendszeres belső hírlevél

Közös megjelenés szervezése

- Honlap és közös logó, közös arculati elemek
- Képzések szervezése
- Kiállítási/vásári közös megjelenés szervezése
- Szakmai tanulmányutak szervezése
- Üzletember találkozók szervezése

Termelést közvetetten segítő innovációs szolgáltatások

- technológiai innovációs menedzsment
- beszállítói kapcsolatok felkutatása, fejlesztése (gyártási kapacitások és üzleti ajánlatok közvetítése, ki-mit gyárt információk)
- szakmai klubok, Benchmarking klub
- információs adatbázis
- szakágazati K+F és egyéb fejlesztési szolgáltatók és szolgáltatásaik adatbázisa
- kapcsolódó termelési szolgáltatók adatbázisa

- képzési intézmények és képzési programok adatbázisa
- pénzügyi szolgáltatók
- információs adatbázis a termelési eszközök beszerzéséről
- rendszerkatalógus készítése

Kooperációs projektek generálása és támogatása

- projekt megfogalmazása, „kitalálása”
- partner meghatározása
- „párosító” szolgáltatás – partnerek összehozása, cseréje; a kapcsolat létrehozása
- feladatok és felelősségi körök felosztása, szükséges eszközök meghatározása és megszervezése a résztvevőkkel folytatott konzultáció alapján
- kiegészítő állami vagy nemzetközi forrás felkutatása, pályázati feladatok elvégzése

A térség egyéb szereplőinek nyújtandó szolgáltatáscsoportok

- vállalkozások támogatási, képzési stb. igényeinek felmérése
- befektetés ösztönzési tevékenység végzése
- szerződéses kutatási kapcsolatok elősegítése
- hallgatók gyakorlati helyeinek, elhelyezkedésének biztosítása
- lehetőség biztosítása a felsőoktatási intézményeknek az oktatási tematikájuknak a tudás-alapú vállalatokkal való informális egyeztetésére
- kutatási intézmények ipari kapcsolatainak megteremtése
- a regionális innovációs politika megvalósításának elősegítése

A piaci szereplők egy részének laza szövetsége a zöldenergia termelésre már működő megoldások megvalósulását kívánja segíteni.

Az égetéssel technológián alapuló klaszter típusok közül a Heves megyei biomassza energetikai klaszter a regionális típusúba tartozik.

A klaszter szerveződés pólusai lehetnek

- az egyes települések fűtőművei,
- a létrehozandó vegyeshasznú kiserőművek.

Az törvényszerű, hogy ez a klaszter, illetve az ilyen típusú klaszterek olyan *aktorok* köré szerveződjenek, amelyek a biomassza energetikai átalakításában döntő szerepet visznek, hiszen ezek vannak közvetlen kapcsolatban az energiafogyasztók piacával.

További aktorok az energetikai biomassza termelésében, összegyűjtésében, szállításában, aprítékolásában szolgáltatási szerepet vállalók. Ezek a vállalkozók, vállalkozások kaphatnak megbízást a pólusoktól. De kaphatnak megrendelést a biomasszát előállító agrártermelőktől, erdőtulajdonosoktól, illetve a termőföldet hasznbérő gazdálkodóktól is.

Az aktorok harmadik csoportját az agrártermelők alkotják. Ebbe a csoportba tartoznak az erdőtulajdonosok is. A klaszterek rövid hazai előélete a magyar vállalkozók hiányos kooperációs hajlama és fegyelme ismeretében nem lehet a klaszter sikerére számítani, ha a megyék vezetése, valamint az érintett polgármesterek nem vállalják a klaszter szervezéssel, működéssel kapcsolatban rájuk háruló tevékenységeket. Nekik is katalizátorként kell együttműködniük a felsorolt szereplőkkel. További feltétel a tudományos-kutatási háttér. Erre a szerepre a régióban több felsőoktatási intézmény, kutatóbázis is alkalmas.

5.1.2. Biogáz termeléséhez és hasznosításához szükséges klaszter

Elsősorban a megújuló energiaforrásokat használó villamosenergia-termelők, befektetők, tanácsadók és kutatók részvételével Budapesten megalakult az Első Magyar Alternatív Energia Klaszter.

A piaci szereplők egy részének laza szövetsége a zöldenergia termelésre már működő megoldások megvalósulását kívánja segíteni. A tervek szerint a klaszter közös kutatási projekteket végez, teszteli azok eredményét, és igyekszik azokat kísérleti (pilot) formában valósítani.

Biogáz klaszter

Anaerob stratégia a gáznemű energiahordozó előállítására a szerves anyagok lebontása biogázzá. A biogáz 60-70 %-ban metánt és 30-40%-ban széndioxidot tartalmazó gáz.

A biogáz összetétele hasonló a földgázéhoz, tehát a földgáz hasznosítás ismert technológiai megoldásaival (gázmotor, üzemanyag cella) az elektromos hálózatba táplálható energiává alakítható át. A Gáztörvény 2005-ben életbe lépett módosításának eredményeként már hazánkban is közvetlenül betáplálható a biogáz a földgáz hálózatba.

A hulladékkezelési technológiákban keletkező metán (biogáz) hasznosításakor az üzemeltetési költségek csökkennek, esetenként a biogáz hasznosítás a folyamatot önmagában is profitábilissá teheti. Az anaerob szerves anyagkezelési technológiák minden esetben adottnak veszik a fermentor belsejében lezajló mikrobiológiai eseményeket. Valóban igaz, hogy a levegőtől elzárt környezetben előbb-utóbb spontán kialakul olyan mikróba társadalom (általában 30-40 mikróba fészeség együttéléséből álló, összetett konzorcium), amely a szerves anyagot hasznosítja. Könnyen belátható azonban, hogy egy mikrobiális konzorcium spontán szerveződése az egész életközösség túlélése érdekében alakul ki. A biogáz a mikróbák tevékenységének számukra már haszontalan végterméke. Ezért természetes és nyilvánvaló, hogy a spontán kialakuló egyensúlyok nem a biogáz termelés optimumát valósítják meg. A hatékony biogáz termelés elérése érdekében tehát szükség van a mikróba konzorcium életébe való beavatkozásra, a mikroméretű közösség munkájának, egyensúlyainak átszervezésére. Ezt akkor érhetjük el, ha a mikrobiális társadalmat mozgató biológiai törvényszerűségeket felismerjük és a hatékonyságot meghatározó “szűk keresztmetszeteket” feltérképezve a mikróbák világába biotechnológiai módszerekkel úgy avatkozunk be, hogy tevékenységüket a biogáz képződés optimalizálása felé toljuk el.

Példa: szegedi biogáz konzorcium

A mikrobiológiai események kézbe tartásával a konzorcium egyes tagjai olyan módosításokat dolgoztak ki az általánosan alkalmazott biogáz termelő technológiák számára, amelyekkel a már üzemelő berendezések hatásfokát egyszerű beavatkozással növelni lehet, illetve alkalmazásuk az új berendezések megtérülési idejét jelentősen csökkenti. A Szegedi Tudomány Egyetem (SZTE) Biotechnológiai Tanszéke és az MTA Szegedi Biológia Központja (SZBK) kutatóinak együttműködésével végzett 20 éves kutatómunka eredményeként, alkalmasan kiválasztott baktérium törzseknek a természetes mikrobiológiai konzorciumhoz való adásával a szűk keresztmetszeteket át lehet hidalni és a rendszert fokozott biogáz termelés felé lehet irányítani. Az eljárást szabadalmi oltalom

védi. A Corax-Bioner Rt. telephelyén, Szegeden kialakítottak egy olyan fermentációs üzemi kapacitást, amely a hatékonyság növelő mikroorganizmusok nagy tömegben történő olcsó előállítására alkalmas, tehát a technológia ipari megvalósításának szakmai feltételei adottak. A projekt keretében kísérleti biogáz üzemet hoztak létre a Németh Toll Kft. telephelyén, a méretezésben, tervezésben és kivitelezésben az Első Magyar Biogáz Kft. működik közre. Előkészítették egy ipari méretű, 2-2,5 MW “zöldáramot” előállító biogáz üzem létesítését a Floratom Kft üvegházainak közelében, ahol a jelentős mennyiségű hulladékhőt is hasznosítani lehet. A termelő “zöldáramot” közreműködő és másik végfelhasználó konzorciumi partner, a DÉMÁSZ ZRt hasznosítja. Magyarországon a biogáz technológia dinamikus elterjedését, ismeretterjesztést és oktatás egy részét a Magyar Biogáz Egyesület civil szerveződése karolta fel.

5.1.3. Bioüzemanyagok

5.1.3.1. Bioetanol

A bioetanol előállítási technológiák egy része már régóta működő ipari technológia. Ezekben a technológiákban közös, hogy az emberiség évezredes tudásán alapulnak.

(i) Az etanol bekeverhető a benzinbe és motorhajtóanyagként alkalmazható.

(ii) Az etanollal a biodízel gyártás során hasonló műszaki megoldással lehet etil tercier butilésztert (ETBE) csinálni, mint ahogy azt a jelenlegi technológiákban a metanollal teszik a metil tercier butilészter (MTBE) szintézishez. Ha tehát nem kívánjuk az etanolt magát a benzinbe tenni, itt a másik lehetőség, csináljunk belőle ETBE-t és adjuk azt a benzinhez.

(iii) Etanollal is lehet gépjárművet hajtani. Ehhez módosított motorfelépítés kell, de vannak országok, ahol működnek ilyen autók. A biológiai úton előállított etanol kulcsvegyület lehet az energiaellátási gondok üzemanyag gyártási oldalán.

A mi éghajlati körülményeink között a jelenleg működő ipari technológiák keményítőt, vagy szacharózt illetve az ezeket tartalmazó növényeket használják fel etilalkohol előállításra. Magyarországon a kukorica és a melasz a fő szénforrások, emellett ígéretes

alapanyag a cukorcirok. A jövőben a kukorica illetve búza alapú alkohol előállítás kapacitásának növekedése várható, így és ezért feltétlenül foglalkozni kell a melléktermékek hasznosításával. A technológia első lépéseként a lignocellulóz alapanyagot egyszerű cukor építőelemeire bontják (hidrolizáljuk), majd az így nyert fermentálható cukrokat hexóz-fermentáló élesztő vagy baktérium segítségével etil-alkohollá erjesztik. A leginkább preferált eljárás szerint a hidrolízist cellulózt bontó enzimek (cellulázok) végzik, a folyamathoz szükséges (kereskedelmi forgalomban is elérhető, de költséges) celluláz enzimet a technológia keretein belül állítják elő. Mivel a lignocellulózok kompakt, térhálós szerkezetük következtében enzimes támadással szemben rendkívül ellenállóak, a cellulázokkal végzett hidrolízis előtt a szubsztrát szerkezetének fellazítása (előkezelése) esszenciális jelentőségű.

A megtermelt bioetanol átalakításával is nyerhetünk olyan tiszta energiahordozót, mely közvetlenül, gazdaságosan, nagyobb hatásfokkal használható fel. Ez a termék a H_2 , mely előállítható az etanol és metanol bontásával, oxidációjával, reformálásával is. A folyamat során az etanolt vagy a metanolt néhány száz fok hőmérsékleten, megfelelő katalizátor jelenlétében vízgőzzel reagáltatjuk, miközben szén-dioxid és hidrogén keletkezik. A folyamat előnye, hogy különböző járművekben (személygépkocsikban, autóbuszokban) közvetlenül megvalósítható, a keletkező H_2 -nel tüzelőanyag cellát lehet üzemeltetni, mely a jó hatásfokkal előállított elektromos árammal működő gépjárművet hajtja. További előny, hogy az anaerob erjedés végtermékeként keletkező, híg (10% körüli alkohol tartalmú) bioetanol közvetlenül felhasználható az eljárás szerinti biohidrogén előállítására. A legfrissebb információk szerint a bioetanol gyártási technológiák tökéletesítésre és a hatékonyság növelésére az SZTE kutatói dolgoznak ki megoldásokat, ezeket a Németh Toll Kft telephelyén kialakítandó berendezésekben előbb kísérleti üzemi körülmények között tesztelik, majd elvégzik a nagyüzemi termelés technológia fejlesztési lépését.

5.1.3.2. Biodízel

A repce, napraforgó és a szója közül az első kettő termesztésének nagy hagyományai vannak hazánkban. Ezeket a növényeket olajnövényként szokás említeni, azaz belőlük

étkezési olajat lehet préselni. Ha energianövényként termelik, a belőlük nyerhető olaj átalakításával biodízel állítható elő.

A glicerinszter metilészterre alakítása egy relatíve egyszerű kémiai átalakítás. A biodízel gyártása során takarmánycént hasznosítható olajpogácsa, biodízel és glicerín képződik. Mindegyik hasznos termék. Ennek is tudható be, hogy Európában Németországban 340000 tonna/év, Franciaországban 230000 tonna/év, Olaszországban 140000 tonna/év, Belgiumban 80000 tonna/év és Ausztriában mintegy 15000 tonna/év kapacitás áll rendelkezésre.

A bioetanol bemutatásánál már szerepelt, hogy lehetőség van biodízel gyártásra etanol és növényi olajok felhasználásával. Ekkor a termékben csak bioalapanyag ölt testet. A metanolt szintetikusán állítják elő! Az átészterezéshez bioetanolt lehet használni. A technológia maradék és hulladékmentes, mert minden potenciálisan vagy időlegesen nem használt komponens 'maradék energiájából' biogáz gyártható.

A legkedvezőbb tulajdonságú olajnövények közé sorolhatjuk a repcét, a napraforgót, a szóját és egyes pálmafajtákat. Az európai kontinensen az éghajlati viszonyokból adódóan elsősorban a repce és a napraforgó termesztendő. A repceből és a napraforgóból kinyert olaj (triglicerid) közvetlenül is felhasználható motorikus üzemanyagként, ám ez bizonyos hátrányokkal is együtt jár: át kell alakítani a motorokat, a dízelhez képest magas az üzemanyag viszkozitása, megnő a motor fogyasztása, bonyolult a szabványosítása, az oxidációs katalizátor használata nehézségekbe ütközik, "kellemetlen" szagot bocsát ki ("guruló lángossütő"). Az átészterezés főtermékeként végül a gyakorlatilag minden dízelmotorban felhasználható biodízel, valamint glicerín keletkezik.

5.2. A klaszterek működése

5.2.1. Égetésre használt biomassza esetében

A klaszterek földrajzi közelségen, és/vagy ágazati tevékenységen alapuló stratégiai szövetségek. Külső versennyel szemben egységesek - belül a versengő egyedi, és a közös érdekek összehangolása, a partnerek közötti bizalmi tőke megléte. A klaszter tagjait informális kapcsolatok is összekötik. Közösén végzett innovációk, a hálózaton belüli

közvetlen és célzott információáramlás következtében csökkennek a tranzakciós költségek, amely eredményeként az érintett vállalkozások versenyképessége növekszik.

A bioenergetikai ágazat térségi kiépítése:

Vertikálisan + horizontálisan integrált iparszerű biomassza előállítás – feldolgozás – hasznosítás megvalósítása = „Bioenergetikai termelési rendszerek”

Innovációs feladatok:

- Milyen biomasszát, milyen technológiával?
- Hol, mennyit, kik állítsanak elő?
- Kik és milyen technológiával dolgozzák fel?
- Hogyan lesz mindenkinek gazdaságos?
- Hogyan garantálható a hosszú távú fenntarthatóság?

Kihívások az energetikai ágazatban:

- Fosszilis energiára épülő korszak vége
- Globális hálózat túlsúlya – globális kockázatok
- Lokális potenciálok feltárása – lokális energia-mixek
- Lokális hálózatok kiépítése – globális kapcsolódások
- Nemzetközi trendek – kötelezettségvállalások

Egy konkrét példa

Az „Észak-Magyarországi” EU-régió helyzete

- GDP/fő alapján a 249. helyen + nincs klaszter sem
- Kb. 150.000 ha parlagon
- 91 ezer munkanélküli (a 400 ezerből)
- Max. energetikai kapacitás koncentráció

A Károly Róbert Főiskola szerepe

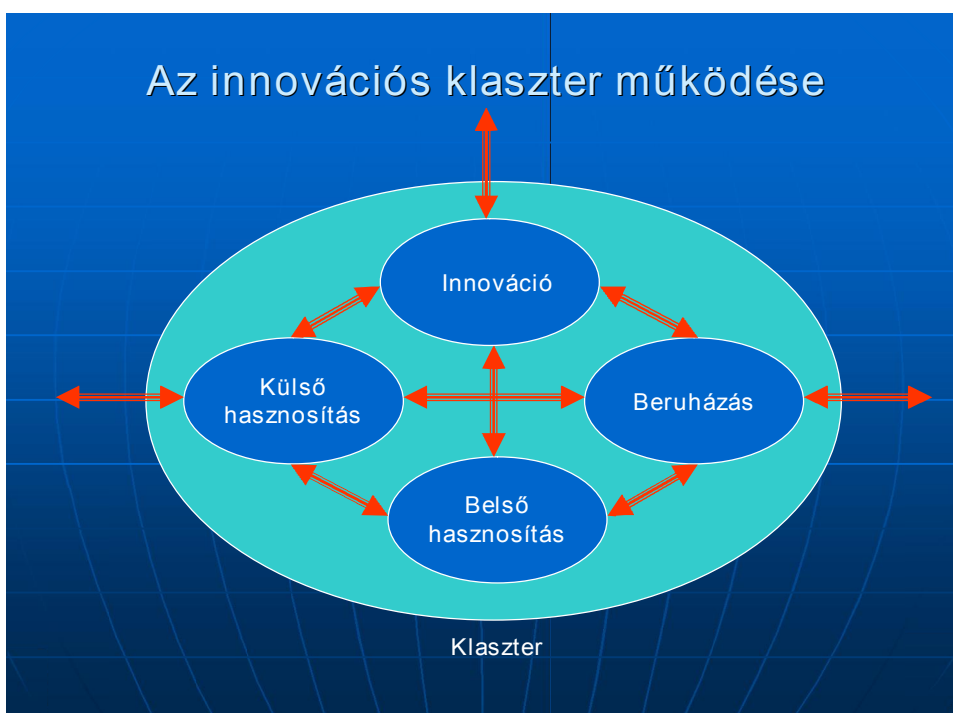
- Regionális tudáscentrum – országos, nemzetközi kapcsolatrendszer
- Stratégiája: „Versenyképes intézmény = versenyképes környezet!”

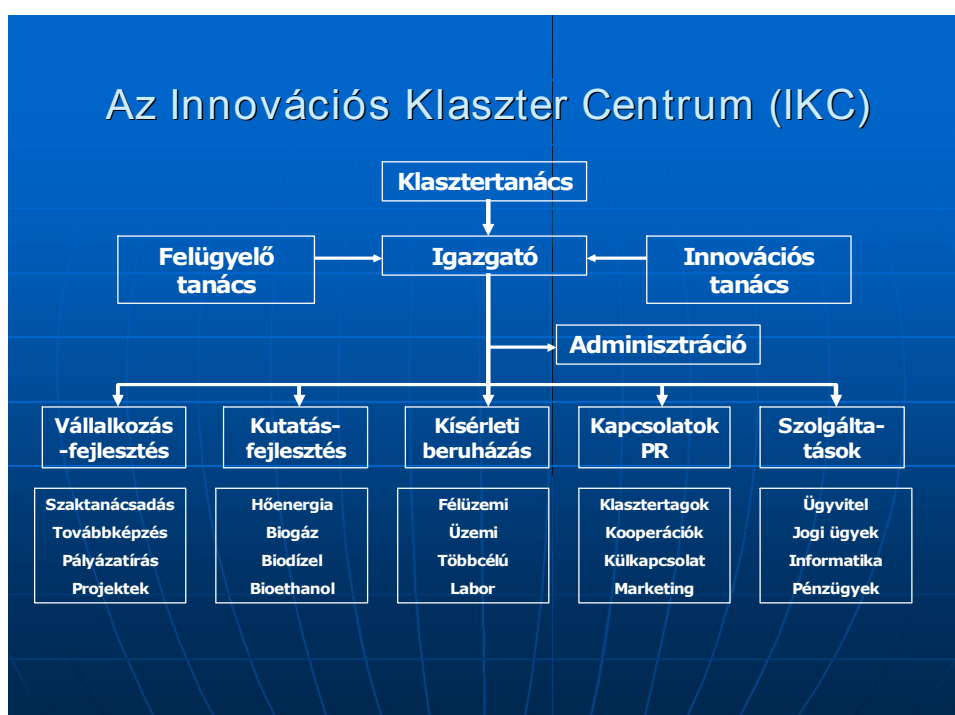
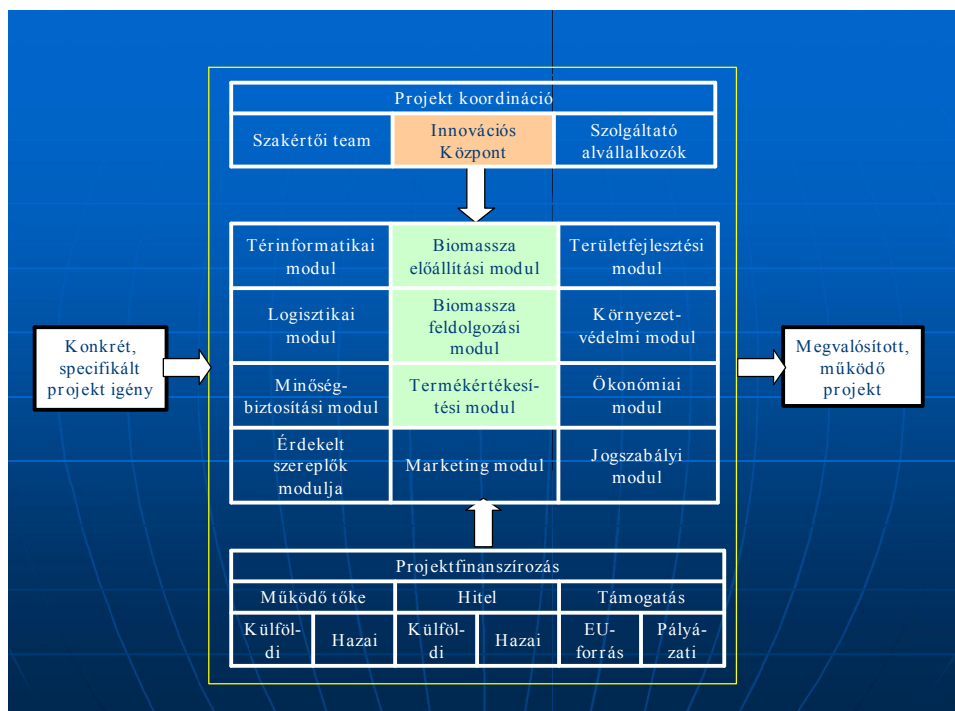
A szereplőket és a klaszter működését a következő ábrák mutatják be:

A bioenergetikai hálózat szereplői



Az innovációs klaszter működése





5.2.2. Biogáz

Energetikai és építőipari klaszter a Dél-Alföldön

A környezet védelmét tekinti feladatának a nemrég alakult Archenerg- Regionális Megújuló Energetikai és Építőipari Klaszter a Dél-Alföldön. A klaszter célja, hogy segítse a résztvevő vállalkozások innovatívvá válását, növelje a megújuló energiák felhasználásának arányát a lakossági, vállalkozói, intézményi beruházásokban, népszerűsítse a különböző környezettudatos építészeti és energetikai megoldásokat, valamint gazdaságfejlesztő szerepet töltsön be a Dél-Alföldi, majd a Duna-Körös-Maros-Tisza Eurorégióban.

A klaszter tagjai támogatják az együttműködést a dél-alföldi építőipari és energetikai szektoron belül azokkal a cégekkel, amelyek vállalják, hogy cégük politikájában kiemelt hangsúlyt helyeznek a legújabb technológiák megismertetésére és alkalmazására, ezzel a környezet védelmét és a fenntartható gazdasági fejlődést szolgálják energiatakarékos építészeti módszerek és megújuló energiákat felhasználó energetikai megoldások segítségével. A cél érdekében hazai és nemzetközi kapcsolatrendszer és közös projektek kialakítására törekszenek, és elősegítik a minőségi követelmények és a közös marketing tevékenység létrejöttét.

A tagok arculata egységes kidolgozott, számukra kedvezményes hitel lehetőségeket kutatnak fel, külföldi társklaszterekkel működnek együtt, közvetítik a külföldi tőke bevonását, pályázatokat figyelnek, közös bel-, és külföldi projekteket, és a hozzájuk kapcsolódó konzorciumokat, a megújuló energiákhoz kapcsolódó képzéseket szerveznek, kutatási adatbázisokat készítenek, népszerűsítik a korszerű építési, szigetelési, elektromos szerelési technikákat, részt vesznek energiatakarékosági programokban.

A klaszter forma együttműködési lehetőséget ad a térség kis- és nagyvállalkozásainak, az önkormányzatainak, az egyetemeknek és más tudományos műhelyeknek a közös környezetipari stratégiák, tervek kidolgozásához, a pályázati források eredményesebb elnyeréséhez, a környezetipari fejlesztésekben való részvételhez. Az együttműködés keretében például könnyebb egyeztetni, hogy milyen környezetipari, térségfejlesztési terveik vannak az önkormányzatoknak, miként lehet ezekben részt venni.

Szolgáltatások

Klaszter marketing

- Egységesen kidolgozott arculat
- Ingyenes PR
- A klaszter honlapján való szereplés

Finanszírozás

- Tagok számára kedvezményes hitel lehetőségek hazai pénzintézetek és külföldi társklaszterek kínálatából
- Külföldi tőkebevonási lehetőségek közvetítése

Pályázatfigyelés, partnerkeresés

- Konzorciumok szervezése projektekhez
- Közös bel-, és külföldi projektek
- Iparági pályázatok figyelése

Klaszter monitoring

- Kötelezettségek vizsgálata, pl.: minőségi szempontok érvényesítése

Igényfelmérés, infrastruktúra kutatás

- A régiós és más piacok kereslet-kínálati viszonyainak, lehetőségeinek feltárása, tagok tájékoztatása, adatbázisok, üzleti információs rendszer kialakítása
- Új piaci kapcsolatok kiépítése
- Szervezeti menedzsment, logisztikai átvilágítás, tanácsadás

Kutatási adatbázisok készítése

- Megújuló energia technológiák kutatása, információközvetítés

Képzési igények felmérése, képzések közvetítése

- Megújuló energiákhoz kapcsolódó oktatások, továbbképzések szervezése (pl. napkollektoros, hőszivattyús fűtés szerelés, fotovoltaiikus áramellátás stb.)

Szakmai ismeretterjesztés szervezése

- Tiszta és megújuló energiák megismertetése
- Korszerű építési, szigetelési, elektromos szerelési technikák népszerűsítése
- Energiatakarékossági programok, környezetvédelem

Együttműködés: Széleskörű együttműködés a tagok és az iparághoz kapcsolódó intézmények között (tudásmegosztás, vevőkapcsolatok, közös projektek).

Minőség és megbízhatóság: A klasztertagok törekednek arra, hogy az általuk nyújtott szolgáltatások minősége megfeleljen a legmagasabb szintű követelményeknek.

Kompetencia: szakmai tudás és folyamatos továbbképzés.

Innováció: képesség a legújabb megoldások felkutatására, kutatási projektek kezdeményezésére.

A klaszter tagjai kötelesek betartani az alábbi Etikai Kódex előírásait:

Etikai Kódex

1.§ Kiterjed a klaszter tagjaira, függetlenül attól, hogy jogi vagy természetes személy. A klaszter tagja csak az lehet, aki aláírásával magára nézve kötelező érvényűnek elismerte az Etikai Kódex elvárásait.

2.§ Az Etikai Kódex elfogadásától lép életbe.

3.§ A klaszter etikai elvárásai érvényesek minden olyan helyen, ahol a klaszter nevében, képviselőjében tagja tárgyal, fellép, illetve a klasztertagok egymás közötti, valamint külső gazdasági kapcsolataikban.

A klaszter tagjaitól elvárt követelmények

4. § Tanúsítsanak lojalitást a klaszter és törekvései iránt! Meggyőzően és eredményesen képviseljék a klaszter céljait és érdekeit.

5.§ A klaszter tagjai tevékenységük során törekedjenek a klaszter jó hírnevének, függetlenségének, pártatlanságának megőrzésére.

6.§ Lépjenek fel az etikai normákat sértő magatartással szemben.

A klaszter képvisellel kapcsolatos elvárások

7.§ Tartsák be a szóban és írásban kötött ígéreteket, megállapodásokat.

8.§ Ha a klaszter érdekeit sértő eseményt tapasztalnak, vagy ilyen információhoz jutnak, határozottan lépjenek fel a helyzet tisztázására, erre hívják fel a Klaszter Bizottság figyelmét.

9.§ Üzleti kapcsolataikban a partnerekről azok hozzájárulása nélkül bizalmas jellegű adatokat, információkat ne adjanak ki.

10.§ Nyilvános közéleti megnyilatkozásaik ne legyenek olyan jellegűek, amelyek kedvezőtlenül befolyásolhatják a klaszter megítélését.

11.§ A klaszter nevében, képviseletében nyilatkozók vállaljanak személyes felelősséget nyilatkozataikért.

A Klaszter Koordinátortól (Management) elvárt magatartási követelmények

12.§ Törekedjenek arra, hogy a klaszter tagjai körében együttműködő, támogató, konstruktív kapcsolatok alakuljanak ki!

13.§ Törekedjenek a klaszteren belüli megfelelő információáramlás biztosítására.

5.2.3. Bioüzemanyagok

Motorikus célú hasznosítás

A bioetanol alapvetően két célra használható fel. Közvetlenül hajtóanyagként is alkalmazható, itt elsősorban a benzint, a gázolajat és a biodízel, valamint ezek különböző arányú keverékeit, hosszabb távon esetleg a napenergiát és a hidrogént szükséges számításba venni, mint versenyző termékeket. A bioetanolból éter és izobutilén hozzáadásával előállítható etil-tercier-butiléter (ÉTBE) is, amely oktánszámnövelő anyagként használatos és a metil-tercier-butiléter (MTBE) a versenytársa.

A bioetanol, mint hajtóanyag 15-22%-os mértékű bekeverése a benzinbe az összes eddig elvégzett vizsgálat szerint a hagyományos motorban sem okoz károsodást. Ez természetesen autótípusonként változik; az USA-ban gyártott autókra 10%-os mértékig vállalnak a gyártók garanciát. Maximum 25%-os keveréknél nem jelentkezik korróziós jellegű elváltozás sem, a tökéletes égésnek köszönhetően lerakódások nélkül ég el. Mindezek a tényezők előnyként jelentkeznek a biodízzel szemben.

A Világon jelenleg 22-24 Mrd hl° (210-220 millió hl) bioetanolt állítanak elő, ennek kétharmadát Braziliában, közel 30%-át az USA-ban, a fennmaradó részt pedig Európában (Réczey, 2000). 1995-ös adatok szerint a brazil gépjárműpark 46%-a üzemel tiszta bioetannal, a többi pedig 22/78%-os bioetanol/benzin keverékkel. Mindennek gazdasági hátterül a brazil gazdaság meghatározó termékének, a cukornádnak a tartósan kedvezőtlen értékesítési lehetőségei szolgáltak. A program sikeréhez a hajtóanyag, a bioetanol-üzemek és a brazil autóüzemek jelentős (mintegy 8 Mrd dolláros) állami támogatására, valamint a nagy nemzetközi autógyárak (Ford, GM, Daimler-Benz) fejlesztő munkájára volt szükség. A program jövőbeni működését kezdetben gazdasági eszközökkel (a bioüzemanyag ára garantáltan nem haladta meg a benzinár 65%-át), 1993-tól pedig jogszabályi úton (22% bioetanol kötelező bekeverése a benzinbe) biztosítja az állam.

Az USA-ban a teljes kukoricatermés mintegy 7%-át használják bioetanol előállítására. A bioetanol előállítása itt elsősorban környezetvédelmi indíttatású, mivel az 1995-től hatályos „Tiszta Levegő Program” kötelezővé tette a szennyezett levegőjű nagyvárosokban a 10% bioetanolt tartalmazó „gasohol” forgalmazását.

Itt is a teljes vertikumot igyekeznek támogatni: a fogyasztókat a könnyű beszerezhetőséggel (az összes nagyobb benzinkútnál értékesítenek gasoholt), a biodízel árának támogatásával (36 Ft/l) és adókedvezménnyel (jelenleg 4-8 ezer USD kedvezmény jár az SZJA-ból alternatív üzemű gépjármű vásárlása esetén és 50% -maximum 30 ezer USD - alternatív üzemanyagkutat létesítésekor), a mezőgazdasági termelőket pedig speciális „bioetanol-fajtákkal” (közel 5 millió ha-os vetésterület!) és a megnövekedett kereslet miatt emelkedő kukoricaárakkal. Mindebben nagy szerepe van az állam mellett a növénynevelő cégek (Pioneer) és a nagy benzinforgalmazók (Texaco, Shell, Mobil) együttműködésének (Kozár, 1999).

Európában szintén az élelmisznövények túltermelése (Franciaország), a környezetvédelem (Svédország, Németország) és a kihasználatlan alkoholgyártó kapacitások

(Lengyelország) okozták a bioetanol-gyártás felfutását. A fogyasztók részére mindezt versenyképes üzemanyag-árakkal (országtól függően 40-100%, vagyis 55-120 Ft/1 jövedéki adókedvezmény a bioetanolra) és olcsóbb autóárakkal (Svédországban a tiszta bioetanolal működő gépkocsik 130 ezer Ft-nak megfelelő Euróval olcsóbbak az ugyanolyan típusú benzineseknél). A hatályos EU-jogszabályok mindezt erősen preferálják: az 1992/81 sz. direktíva szerint korlátozás nélkül támogatható az országonkénti benzinfogyasztás 2%-ának megfelelő bioetanol-mennyiség.

Hazánkban két üzemben (Győr, Szabadegyháza) összesen évente mintegy 50 millió hl^o tisztaszeszt gyártanak kukorica, melasz és kismértékben búza alapanyagból, a végtermék jelenleg élvezeti cikként és oldószerként hasznosul. A két világháború között - a hazánkat is sújtó kőolajembargó és a kőolajmezők nagy részének elcsatolása miatt - a 20% bioetanol tartalmú „motalkó” tette ki a hazai üzemanyag-fogyasztás felét.

2006. január 1-től a hazai benzinforgalmazásban kötelezővé vált bioalkohol bekeverése 2 %-os mértékben. Már a nyáron szabványos üzemanyaggá vált Magyarországon az E-85, a 85%-ban etanolból, 15%-ban benzinből álló keverék, és egy töltőállomásonál a forgalmazása is megkezdődött.

A bioetanol előnyei más üzemanyagokkal szemben a következőkben foglalható össze:

- Kevesebb fosszilis CO₂ kibocsátás, mint a hagyományos üzemanyagoknál;
- A magasabb oktánszám az OTTO-motorok hatékonyabb üzemelését teszi lehetővé;
- Kevesebb porkibocsátás;
- Kevesebb szabályozatlan benzol- és 1,3 butadién emisszió, a benzolkoncentráció a
- növekvő etanol-tartalommal csökken;
- Kevesebb ózonképződés, -terhelés, mint a benzin és dízelüzemanyag esetén;
- Nincs kéntartalom (havas eső);
- Nem tartalmaz aromatikusan anyagokat;
- Biológiailag elbontható;
- Kevésbé toxikus, mint a metanol vagy a biometanol;
- A speciális és flexibilis OTTO-motoros gépjárművek a bioetanol felhasználásával magasabb energetikai hatásfokot érnek el, mint a benzinnel;
- Magas kopogásmentesség relatív alacsony költségek mellett.

5.2.4. Klaszterek közötti együttműködés

Partner szerepe

A tevékenységek összekötő programjának kifejlesztése és futtatása, a vélemény- és tapasztalatcsere biztosítása. Tudástranszfer a kibocsátás, a technológiai tervezés, a döntéshozók és a szélesebb közösség bevonásának modelljének témakörében, a szennyezés csökkentése, az újrafelhasználás, a fenntartható építkezés és a biomasszából nyert energia érdekében. A viselkedés és a lakosság összehasonlítása, a változatosság azonosítása. Oktatási forráscsomagok/ segédanyagok fejlesztése a tudatosság növelése érdekében az iskolákban és szélesebb társadalmi rétegekben.

Célja, hogy elősegítse:

- a térségi új és meglévő ipari, kereskedelmi és logisztikai vállalkozások együttműködési hálózatának kialakulását, illetve az együttműködés hatékonyságának növekedését,
- külföldi vállalkozások letelepedését,
- új, a nagy multinacionális vállalatok számára már beszállító, vagy beszállítani képes vállalatok letelepedését a régióban,
- ezek bekapcsolódását a centrumok gazdasági folyamataiba,
- új kapcsolatok kialakulását,
- kooperációs képességek javítását.

A helyi vállalatok versenyképességének és régió vonzerejének növelése érdekében meg kell teremteni egy új típusú, a régió vállalatainak, kutatási és oktatási intézményeinek együttműködésén alapuló gazdasági infrastruktúrát. Ez gazdasági hálózat (klaszter) képezheti az alapot a régió további gazdasági fejlődésében.

A létrehozni kívánt együttműködés, a klaszterek között nem más, mint hálózatok, független vállalatok, valamint a hozzájuk kapcsolódó gazdasági szereplők és non profit (oktatási, kutató) intézmények halmaza, amelyek viszonylag nagy arányban használják egymás termékeit és szolgáltatásait, hasonló, vagy ugyanazon tudásbázisra és infrastruktúrára támaszkodnak, valamint hasonló innovációkat tudnak hasznosítani.

A non-profit szerveződés tudatos térség- és gazdaságfejlesztési cézzal katalizálja az együttműködési hálózat létrejöttét, érdekében közösségi marketing tevékenységet végez, de az üzleti események tényleges szereplői az önálló vállalatok.

Ez a típusú kooperáció a vállalkozói jövedelmek növekedésén túl javítaná az adott térség (övezet) nyersanyagait, termékeit és szolgáltatásait piacosulását, segítené új munkahelyek létrehozását.

A hazai klaszterek belső és külső együttműködéseiben akkor lehet áttörő változás, ha:

- van klaszter szintű, közös, élő szolgáltatási portfólió
- elsősorban a belső képességek és készségek kerülnek a fejlesztés fókuszába
- javul az együttműködési kultúra
- artikuláltabban jelennek meg a közös értékek és érdekek
- jelentős javulás mutatkozik az érintettek közti bizalomban
- felerősödik a technológiai és szervezeti innováció képessége
- a klaszteresedés igénye inkább "alulról" jövő kezdeményezés
- létrejönnek olyan tapasztalatok, amelyek megosztása (sharing) tanulási célú, elemzésen és értékelésen alapul
- a klasztertagok földrajzilag közel helyezkednek el egymáshoz

Javaslatok

- Legyenek a támogatásban megkülönböztetve a különböző együttműködési formák (klaszter, ipari park, beszállítói hálózat stb.), s mindegyik együttműködési forma kaphasson támogatást az együttműködéshez.
- Alakítsunk ki egységes – a támogatáspolitiká számára is felhasználható – definíciót a klaszterek számára.
- A régebb óta működő klaszterek, a termelő, szolgáltató tevékenységük továbbfejlesztéséhez kapjanak támogatási lehetőséget.
- Az alakuló klasztereknek legyen akkreditációja, és a működő klasztereknek legyen folyamatos tevékenység auditja, amely igazolja a tevékenység végzését, valamint segíti a folyamatos fejlesztést.
- Kiemelt helyen szerepeljen az együttműködés ösztönzése.

5.3. Hő- és áramszolgáltatás égetéssel hasznosított biomassza rendszerek

5.3.1. Jogsabályi háttér feltárása

5.3.1.1 Erdőtörvény

Az energetikai célú biomassza felhasználás elemzés során megkerülhetetlen a fás szárú biomassza hasznosításáról beszélni. Az emberiség történetében a legalapvetőbb energiahordozó – sokáig kizárólagos – a tűzi fa. Ahhoz, hogy a fa mint energiahordozó hasznosítását jogi szempontból megvizsgáljuk az első alaplépést az ún. „erdőtörvénnyel” kell kezdeni (1996. évi LIV. Törvény az erdőről és az erdő védelméről.).

A fás szárú energiahordozók eredetének felosztását a következők szerint tehetjük meg:

- Erdészeti, energetikai célú fatermelés (telepítés, ápolás, kitermelés)
- Erdészeti tevékenységek és faipari tevékenységek melléktermékeinek, hulladékainak hasznosítása
- Fás energetikai ültetvények

A tv. 4. § (2) bekezdésének h) pontjának értelmében a törvény hatálya nem terjed ki az energetikai célból termesztett fás szárú növényekből álló ültetvényekre

Az első két ponttal részben a tv. erdei haszonvételnek nevezi és a VII. fejezetben foglalkozik vele:

58. §

a) pont: fakitermelés

d) pont: elhalt fekvő fa és gally gyűjtése

A fakitermelés módjai az alábbiak lehetnek:

a) ápoló vágás: az erdősisítés befejezését követő tíz éven belüli fakitermelés;

b) tisztító vágás: a fiatal erdő nevelése céljából végzett fakitermelés;

c) gyérítés: az erdő faállománya minőségének javítását és a fahozam növelését szolgáló fakitermelés;

d) véghasználati fakitermelés: a természetes úton magról történő felújulásra nem alkalmas, vagy nem a termőhelynek megfelelő faállomány letermelése (a továbbiakban: tarvágás), valamint a termőhelynek megfelelő és magról történő természetes felújulásra alkalmas faállományban végzett fakitermelés (a továbbiakban: felújító vágás);

e) szálalás: folyamatos borítottságot és készletgazdálkodást biztosító fakitermelés;

f) egészségügyi fakitermelés: az elhalt, súlyosan sérült, vagy a veszélyes károsítók elszaporodását előidéző beteg fák kitermelése.

A fentiek közül a d) pontban leírt tarvágás az, amely gazdasági szempontból a legjelentősebb, de ennek is vannak korlátai:

62. § (1) A tarvágáshoz az erdészeti hatóság akkor járulhat hozzá, ha:

- a)* síkvidéki és dombvidéki erdőterületeken tíz hektárnál nagyobb,
- b)* hegyvidéki erdőterületen öt hektárnál nagyobb,
- c)* hullámtéri erdőterületen a töltés és a folyó között

egybefüggő felújítatlan vágásterület nem keletkezik, de hegyvidéki erdőterületen - kivételesen indokolt esetben - öt hektárnál nagyobb területen történő tarvágás is engedélyezhető.

(2) Az erdészeti hatóság a területi kiterjedéstől függetlenül nem járulhat hozzá a tarvágáshoz, ha az az erdő talajának

- a)* termékenységét rontja;
- b)* vízháztartását károsan megváltoztatja; illetőleg
- c)* fennmaradását veszélyezteti.

Amint azt láttuk, az 58. § d) pontja csak az elhalt fekvő fa és gally gyűjtését nevezi meg, bár később a törvény nem határozza meg részletesen ennek módját, azt az erdőtulajdonos hatáskörébe utalja. A többi erdészeti hulladék és melléktermék felhasználásának lehetőségeit nem határozza meg.

5.3.1.2 Fás szárú energetikai ültetvények

Ahogy azt az előbb láttuk, a fás szárú energetikai célú ültetvények nem tartoznak az „erdőtörvény” hatálya alá. Velük a 71/2007. (IV. 14.) Kormány rendelet foglalkozik (Kormány rendelet a fás szárú energetikai ültetvényekről). A rendelet értelmében

- az ültetvénynek meg kell haladnia az 1500 m²-t,
- sarjztatásos technológia esetében a vágásforduló nem haladhatja meg az 5 évet
- hengeres technológia esetén a 15 évet

A telepítéssel és ültetvény felszámolással kapcsolatos hatósági feladatokat a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal (MgSZH) látja el. Természetvédelmi, vagy Natura

2000 területeken a zöldhatóság, mint szakhatóság jár el. E rendelet felhatalmazása alapján készült a 45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet a fás szárú energetikai ültetvények telepítésének engedélyezése, telepítése, művelése és megszüntetése részletes szabályairól, valamint ezen eljárások igazgatási szolgáltatási díjáról. A rendelet jelentősebb előírásai az alábbiak

- Telepítésre csak minősített szaporítóanyagot lehet felhasználni
- Meghatározza a felhasznált szaporítóanyag fajait, illetve származását, annak igazolását
- Meghatározza a telepítéssel kapcsolatos korlátozásokat
- Előírja a telepítés bejelentését, dokumentálását, nyilvántartási kötelezettségeket
- Meghatározza a megszüntetés módját és a szükséges bejelentéseket
- Előírja a különböző eljárási illetékek mértékét és megfizetésük feltételeit

5.3.1.3 Villamos áram átvétele

A 18/2001. (VI. 25.) GM rendelet szabályozza a közcélú villamosművek villamos energia vásárlás árának megállapításának módjait. Alaphálózatra csatlakozó saját használatú erőmű esetében a szállító, illetve a szolgáltató nem tagadhatja meg a megújuló energiát felhasználó erőműben; azaz a geotermikus erőműben, vízerőműben, naperőműben, szél erőműben, bioerőműben, hulladékégető erőműben, biogáz-erőműben termelt villamos energia, a hőenergiával kapcsolatos termelt villamos energia átvételét, amennyiben az erőmű átadási villamos teljesítménye 0,1 MW-nál nagyobb és 20 MW-nál kisebb. Ha az erőművet 1997 január 1. előtt helyezték üzembe, akkor 0,1 MW nem nagyobb átadási kapacitás esetén sem tagadhatja meg az átvételt.

Az 56/ 2002. (XII. 29.) GKM rendelet az átvételi kötelezettség alá eső villamos energia átvételét és árának megállapítását szabályozza. A rendelet hatálya kiterjed:

- a hulladékból nyert energiából termelt villamos energiára,
- a kapcsolatos termelt villamos energiára,
- és a megújuló energia felhasználásával termelt villamos energiára.

A rendelet 4. § szerint a villamos energiát előállító köteles nagykereskedőnek felajánlani átvételre az általa előállított energiát, aki – a rendelet idevonatkozó részei szerint – köteles átvenni a felajánlott energiát. Az átvételi kötelezettség vonatkozik:

- a hulladékhasznosító erőműben belföldön begyűjtött, veszélyesnek nem minősülő hulladék elégetéséből értékesítésre termelt villamos energiára;
- a napenergiára,
- a szélenergiára,
- a vízenergiára,
- a biomasszára vagy biogázra,
- a geotermikus energiára,
- a biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energiaforrásra,
- a hulladéklerakóból származó gázra,
- a szennyvízkezelő létesítményből származó gáz hasznosításával értékesítésre termelt villamos energiára

A 20. táblázat tartalmazza a biomassza eredetű villamos energia átvételi árait, a 21. táblázat pedig a zónaidőkről tájékoztat.

20. táblázat: Átvételi kötelezettség alá eső villamos energia árai (áfa nélkül)

Napszak (zónaidő)	Ft / KWh
Csúcsidőszak	28,06
Völgyidőszak	24,71
Mélyvölgy időszak	10,08

21. táblázat: Zónaidők

Napszakok (zónaidők)		Nyári időszámítás	Téli időszámítás
Csúcsidőszak	nappali	08-14 óra között	07-13 óra között
	esti	18-21 óra között	17-20 óra között
Völgyidőszak	reggeli	06-08 óra között	05-07 óra között
	nappali	14-18 óra között	13-17 óra között
	éjszakai	21-03 óra között	20-02 óra között
Mélyvölgy időszak		03-06 óra között	02-05 óra között

5.3.2. Piacelemzés

Tekintettel arra, hogy a hő és villamos energia előállításra felhasznált biomassa jelenleg „alternatív” energiának számít, ezért a piaci helyzetét döntően a fosszilis energiahordozók ára, elsősorban a gáz ára határozza meg. Azért elsősorban a gáz ára, mert hőtermelésnél szinte kizárólag ehhez mérhetjük, még áram termelésnél is jelentős szerepet tölt be (túl a nukleáris energián, a barna- és feketeszénen). Ezért vizsgáljuk meg először, hogy az égetéssel hasznosított biomassa felhasználás milyen költségekkel jár, amelyek a versenyképességét befolyásolják.

Beruházás költsége

- Gépek (kazánok, gázmotorok, stb)
- Épületek (kiepítése, átalakítása)
- Hálózat (kiepítés, átépítés)

Alapanyag költségei

- Termelés
- Szállítás
- Feldolgozás

5.3.2.1 Beruházás költségei

A beruházás költségei igen jelentősek a biomassa alapú hő és villamos energia rendszerek esetében, ami komoly gátló tényező is egyben. Ha ugyanis néhány kazánfőleség árait összevetjük, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy jelentősen drágábbak a jó hatásfokú, automatizált biomassa kazánok (22. táblázat).

Lakossági felhasználásra (60-100 m²-es lakás)

30-80 kW-os kézi vezérlésű biomassa kazán	140-440 EFt
30-80 kW-os automata biomassa kazán	410-990 EFt
24-30 kW-os gázkazán	120-210 EFt

Intézményfűtés

100 -200 kW-os automata aprítéktüzelő kazán	1-2 MFt
400-500 kW-os automata aprítéktüzelő kazán	6-10 MFt
Kiegészítő berendezések	3-8 MFt
400-500 kW-os automata gázkazán égővel	2-4 MFt

Bai 2002

22. táblázat: A biomassza kazánok várható megtérülése

Felhasznált biomassza / biomassza kazán típusa	Családi ház		Intézmény / vállalkozás	
	Szén	Földgáz	Szén	Földgáz
Vásárolt biomassza / kézi adagolás	10-12	4-6	5-8	3-4
Vásárolt biomassza / automatikus adagolás	15-20	14-18	5-8	3-5
Saját biomassza / kézi adagolás	1-3	1-3	1-2	1-2
Saját biomassza / automatikus adagolás	3-5	3-4	1-2	1-2

Bai 2002

Félkövr: gazdaságilag versenyképes,

Dölt: gazdaságilag nem versenyképes

Ami a biomassza felhasználói rendszerbe való beillesztését illeti Bai megjegyzi, hogy esetenként speciális gépek beszerzése szükséges, illetve a felhasználásnál előfordulhat, hogy egyes technológiák ugyan olcsóbb, de kevésbé komfortos ellátást biztosítanak.

A beruházások költségeit értékelve el kell mondanunk, hogy természetesen konkrét beruházás költségeiről ebben a tanulmányban nem szólhatunk, de néhány szempontot figyelembe tudunk ajánlani:

- Kogenerációs, trigenerációs beruházások előnybe részesítése (lsd. később)
- Egyszerűbb feldolgozási módok támogatása
- Bővíthető, modulszerű beruházások

Kogeneráció

A kogeneráció azonos primerenergia bázison – egy folyamaton belül – két különböző energiatípus (villamos és hő) előállítását jelenti, mely megvalósulhat gázmotorral és turbinával.

A kogeneráció racionális és nagy hatékonyságú megoldás mindazon energiaszolgáltatók számára, akik egyidejűleg alkalmaznak hő és villamos energiát, valamint önállóan kívánják irányítani energia felhasználásukat, vagy képesek a villamos energiát közcélú hálózatra kiáramlítani.

A kogeneráció célja kettős, amelyek szorosan összefüggnek: egyrészt a kapcsolt energiatermelés lényegesen nagyobb összenergetikai hatásfokkal valósítható meg, ami jelentős primerenergia megtakarítást, ezáltal költség csökkenést eredményez. Másrészt a kevesebb tüzelőanyag felhasználásnak köszönhetően nagymértékben csökken a szennyezőanyag (CO₂) kibocsátás, ami környezetvédelmi előnyt jelent.

Primer energia megtakarítás:

$$\left(1 - \frac{100}{153}\right) \times 100 = 35\%$$

Előnyök

- Jelentős energia megtakarítás
- Független energiatermelés és felhasználás
- Környezetkímélő
- Kedvező hatásfok
- Jól szabályozható / Üzemeltetési rugalmasság
- Magas rendelkezésre állási mutató

Felhasználási területek

- Távhőszolgáltatási rendszerek
- Kommunális és szolgáltató épületek
- Ipari létesítmények (főleg áramellátásra érzékeny technológiáknál)
- Fokozott üzembiztonsági igények esetében (kórházak, katonai objektumok)

Trigeneráció

A trigeneráció a kogeneráció tovább fejlesztett formája, mely hőenergia felhasználásával hideg energia előállítását teszi lehetővé abszorpciós hűtő segítségével. Ez a műszaki megoldás kevésbé elterjedt, annak ellenére, hogy a kogenerációs rendszereket így nagyobb kihasználtsággal, és jobb hatásfokkal lehet éves szinten üzemeltetni számottevő energia megtakarítást elérve, megfelelő a jogi szabályozásnak.

Megbízhatóság, rugalmasság, hatékonyság

A trigenerációs rendszer ismert és jól bevált technológiák alkalmazásával valósítható meg. Az újítás a különböző berendezések összekapcsolásában rejlik. Ezen berendezések megbízhatósága ennél fogva egyértelműen bizonyított.

A trigenerációs létesítmények beruházásainak megtérülési ideje gyakran sokkal kedvezőbb, mint egy hagyományos kogenerációs rendszeré, ami az alábbiakkal magyarázható:

- hatékonyabb energiafelhasználás,
- többcélú energiafelhasználás miatt az éves üzemórák száma növekszik,
- nagyságrendből következő hatás: a jelentősebb hőenergia felhasználás nagyobb méretű, ezáltal magas hatásfokú berendezés kiválasztását teszi lehetővé, mely csökkenti a beruházás/beépített teljesítmény (Ft/kW) összegét.

Előnyök

- Jelentős energia megtakarítás
- Független energiatermelés és felhasználás
- Környezetkímélő
- Kedvező hatásfok
- Jól szabályozható / Üzemeltetési rugalmasság
- Magas rendelkezésre állási mutató
- Felhasználási területek a kogeneráción túl
- Jelentős hűtési igénnyel rendelkező épületeknél
- Azon iparágakban, ahol fűtési és hűtési energiaigény egyaránt jelentkezik (élelmiszeripar)

5.3.2.2 A termelés költségei

A hő- és villamos energiatermelésre szánt, égetéssel hasznosított biomassa „származása” szerint az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- Mezőgazdasági elsődleges termelésből
- Erdészeti elsődleges termelésből
- Hulladék, melléktermék (mezőgazdaságból, erdészetből, élelmiszeriparból, iparból)

Az első kettő csoportra vonatkozóan néhány számadat a 23. táblázatban ad arra vonatkozóan iránymutatást, hogy a konkrét beruházás elemzés esetén milyen költségekkel és milyen bevételekkel számolhatunk.

A hulladékok, melléktermékek vonatkozásában sokkal nehezebb átfogó adatokkal szolgálni, hiszen nagyon széles halmazról van szó. Itt annyit kell megjegyeznünk, hogy az összegyűjtés, szállíthatóvá tétel gazdaságosságát kell komolyan elemezni, hiszen ennél a csoportnál a gazdaságosság kérdése ezen fog múlni (18. táblázat).

23. táblázat: Fás- és lágyszárú energiaültetvények néhány jellemzője

	nyár*	akác*	energiafű**
élettartam (év)	20	20	10
vágásforduló (év)	2	3	1
vágások száma (db/élettartam)	10	7	30
telepítési költség (Ft/ha)	360 000	490 000	120 000
ápolási ktg (Ft/ha)	40 000	40 000	30 000
betakarítás ktg (Ft/ha)	75 000	75 000	60 000
hozam/vágás (t/ha)	50	48	15
hozam/élettartam (t/ha)	500	336	350
értékesítési ár (Ft/t)	7 500	8 000	6 000
bevétel/vágás (Ft/ha)	375 000	384 000	90 000
bevétel/élettartam (Ft/ha)	3 750 000	2 688 000	2 700 000
ráfordítás/élettartam (Ft/ha)	1 310 000	1 215 000	2 220 000
nyereség I (Ft/ha/25 év)	2 440 000	1 473 000	480 000
nyereség II (Ft/ha/vágás)	244 000	210 429	16 000
nyereség III (Ft/ha/év)	97 600	58 920	48 000

Forrás: Tar, Kárpáti, Marticsek 2005

5.3.2.3 Szállítási költségek

A biomassza sajátossága – a fosszilis energiahordozókkal összevetve – hogy nagy volument képviselnek, így az egységnyi kihozataluk (kJ/m^3) kedvezőtlen, ami arra utal, hogy a szállításuk igen költséges. Természetesen a biomassza féleség és biomassza féleség között is van különbség, például a szalma szállítása esetében rosszabb hatékonysággal számolhatunk mint valamilyen kemény fa faj (pl. akác) esetében vagy, betakarítás során felaprított (járva aprító) fa esetében.

A szállítás tehát, alapvetően befolyásolja a biomassza hasznosítás gazdaságosságát. Gyakorlati tapasztalat szerint az égetéssel hasznosított lágyszárú biomassza esetében a betakarítás helyétől 30-50 km-en belül gazdaságos felhasználni feldolgozás nélkül.

5.3.2.4 Feldolgozási költségek

Könnyű belátni, hogy a minél jobban tömörített, és adagolható tüzelőanyagot biztosítunk, annál gazdaságosabb tüzelést érünk el.

A tömörítés (pelettálás, brikettálás) azonban energiaigényes eljárás. Mivel a nyersanyagunk egységnyi energia tartalma kicsi ezért kulcsfontosságú, hogy ez az eljárás minél olcsóbb legyen, más szóval az energia output nagyobb legyen, mint az energia input. A pelettálás három energiaigényes lépésből áll

- Homogenizálás
- Szárítás
- Tömörítés

Igen jelentős a tömörítési energiaigény. Minél nagyobb sűrűségű tömörítvényt állítunk elő, annál nagyobb az energia felvétel. Tekintettel arra, hogy a fajlagos energiaigény nem lineárisan nő, pelletálásnál csak a szükséges tömörség ($1-1,1 \text{ g/cm}^3$) elérésére célszerű törekedni. (Marosvölgyi 2002)

A pelletálás két technológiai eljárással kivitelezhető:

- Száraz, szárított anyagból (forgács, fűrészpor, szalma, stb.)
- Szárítást igénylő fűrészpor, nyesedék, mezőgazdasági melléktermék, termesztett energianövény

Legegyszerűbb a szárítást már nem igénylő anyag pelletálása. Az ilyen alapanyag megmunkálásához 150 – 1000 kg/h áteresztésű gépek állnak rendelkezésre, amelyek 40-80 kW/t energia bevitellel üzemelnek.

Ilyenkor lényegében a tömörítés határozza meg a termék energiamérlegét. Ennél az eljárásnál a bevitt energia a termék energiatartalmának kis hányada (0,8 – 1,6%) azaz a pelletálás energetikai hatásfoka 98,4 – 99,2%.

Nedves alapanyag pelletálása során a legtöbb energiát az alapanyag szárítása igényli. 30%-os nedvességtartalom mellett 500 – 870 kW/t a teljes folyamat energiaigénye, ami 81-83%-os energetikai hatásfokot jelent. (Marosvölgyi 2002)

Dél-alföldi kertészetek tapasztalati számai alapján azt mondhatjuk, hogy a ipari gázfogyasztók egyes körének megéri a gázfogyasztásról biomassza tüzelésre átállni.

Megfigyelésük szerint ugyanis 1 m³ gáz kb. 2 kg pellettel egyenértékű. A gáz nagyfogyasztói ára 100 Ft/m³ körül alakul, míg pelletből 30 Ft/kg áron is lehet beszerezni. Termés mennyiségtől függően ettől még kedvezőbb lehet az égetésre szintén kiválóan alkalmas, napaforgó héj, cirokmag, kukoricamag, búza, stb.

5.3.3. Stakeholder elemzés

Jelen fejezetben azt kívánjuk megvizsgálni, hogy a Dél-alföldi régióban megvalósítandó, biomasszára alapozott hő és vagy áramszolgáltató rendszerekben mely szereplők, milyen érdekeltségi szinten lépnek be, és a rendszer szemszögéből milyen viszonyulási pozíciót töltenek be. Végezetül, milyen stratégiát érdemes követni az egyes érintettekkel kapcsolatba, hogy a rendszer minél nagyobb biztonsággal felálljon és üzemeljen.

A stakeholderek azon szervezetek és személyek összessége:

- amelyek valamilyen módon befolyásolják, vagy befolyásolhatják a projekt célkitűzéseinek realizálódását,
- melyek érdekeltek az értékelt beavatkozásban, illetve magában az értékelésben,
- melyek döntöttek a beavatkozásról és finanszírozták azt,
- a közszférában dolgozó érintett végrehajtók,
- a projekt végső kezdeményezettjei,
- „közvélemény” képviselői.

5.3.3.1 Az érintettek beazonosítása

Elsődleges tengely

- Biomassza előállítók
- Biomassza feldolgozók
- Biomassza felhasználók

Másodlagos tengely

- Hő- és áramszolgáltatók (nem az elsődleges tengelyhez tartozók)

- Szakhatóságok
- Beszállítók
- Egyéb kapcsolódó szolgáltatók
- Finanszírozó intézmények
- Kutató intézetek
- Szakmai szervezetek
- Közvélemény

Biomassza előállítók

- Mezőgazdasági üzemek
- Erdészeti üzemek
- Élelmiszer gyártó üzemek
- Ipari üzemek (növényi és vagy állati eredetű alapanyagot hasznosítók)

Biomassza feldolgozók

- Pellet, brikett és apríték gyártók
- Állati hullát megsemmisítő és feldolgozó üzemek
- Ipari üzemek (növényi és vagy állati eredetű alapanyagot hasznosítók)

Biomassza felhasználók

- Biogáz üzemek
- Hőközpontok
- Biogáz turbinák (másodlagos hasznosítás)
- Hajtatásos kertészetek
- Közintézmények
- Üzemek
- Lakosság

Hő- és áramszolgáltatók, energiatermelők

- Távhő-szolgáltatók (fosszilis energiahordozóval, vagy geotermikus energiával üzemelő)
- Áramszolgáltatók
- Erőművek (fosszilis energiahordozó)
- Importőrök (fosszilis energiahordozók)

Szakhatóságok

- Építési hatóság
- Környezetvédelmi hatóság
- Munkabiztonsági és munkaegészségügyi hatóság
- Fogyasztóvédelmi hatóság

Politikai szereplők

- Helyi önkormányzatok
- Minisztériumok
- Parlamenti pártok (helyi, országos szint)

Beszállítók

- Technológia (gépek, üzemek) beszállítói
- Munkaerő
- Fogyóeszközök beszállítói

Egyéb kapcsolódó szolgáltatások

- Szakmai tanácsadók
- Pénzügyi tanácsadók
- Mérnöki (mérések, elemzések, stb.) tanácsadók

Finanszírozó intézmények

- Bankok
- Üzleti angyalok
- Kockázati tőkebefektetők
- Vissza nem térítendő támogatások

Kutató intézetek

- Egyetemek, főiskolák
- Akadémiai intézetek
- Egyéb, független kutató bázisok

Szakmai szervezetek

- Agrárkamarák
- Kereskedelmi és Iparkamarák
- Megújuló energetikához kapcsolódó szakmai szervezetek
- Mérnök kamara
- Műszaki és agrár szakmai szervezetek

- Ügynökségek (fejlesztési, innovációs)

Közvélemény

- Lakosság azon része, amely nem fogyasztja a biomasszával megtermelt hőt, vagy villamos áramot

Sajtó

5.3.3.2 Érdekelttség elemző mátrix

Érdekeltek	Ellenérdekeltek	Semlegesek
• Mezőgazdasági üzemek • Erdészeti üzemek • Élelmiszer gyártó üzemek • Ipari üzemek (növényi és vagy állati eredetű alapanyagot hasznosítók)	• Ipari üzemek (növényi és vagy állati eredetű alapanyagot hasznosítók)	
• Pellet, brikett és apríték gyártók	• Állati hullát megsemmisítő és feldolgozó üzemek	
• Biogáz üzemek • Hőközpontok • Biogáz turbinák (másodlagos hasznosítás) • Hajtatásos kertészetek • Közintézmények • Üzemek • Lakosság		
	• Távhő-szolgáltatók (fosszilis energiahordozóval, vagy geotermikus energiával üzemelő) • Áramszolgáltatók • Erőművek (fosszilis energiahordozó) • Importőrök (fosszilis energiahordozók)	
		• Építési hatóság • Környezetvédelmi hatóság • Munkabiztonsági és munkaegészségügyi hatóság • Fogyasztóvédelmi hatóság
• Helyi önkormányzatok • Minisztériumok • Parlamenti pártok (helyi, országos szint)	• Parlamenti pártok (helyi, országos szint)	
• Technológia (gépek, üzemek)		

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

• beszállítói • Munkaerő • Fogyóeszközök beszállítói		
• Szakmai tanácsadók • Pénzügyi tanácsadók • Mérnöki (mérések, elemzések, stb.) tanácsadók		
• Bankok • Üzleti angyalok • Kockázati tőkebefektetők • Vissza nem térítendő támogatások		
• Egyetemek, főiskolák • Akadémiai intézetek • Egyéb, független kutató bázisok		
• Agrárkamarák • Kereskedelmi és Iparkamarák • Megújuló energetikához kapcsolódó szakmai szervezetek • Mérnök kamara • Műszaki és agrár szakmai szervezetek • Ügynökségek (fejlesztési, innovációs)		
		• Lakosság azon része, amely nem fogyasztja a biomasszával megtermelt hőt, vagy villamos áramot • Sajtó

Érdekeltek

Mint látható, ez a legnépesebb tábor. Az ide tartozók érdekeltsége abban áll, hogy bevételt, pótlólagos megrendelést biztosít, vagy olcsóbb, alternatív energiaforrást. Illetve a K+F szféra és a szakmai szervezetek az egész vertikumra kifejtett pozitív húzó hatása miatt érdekeltek.

Ellenérdekeltek

Legegyértelműbb oka az, hogy az idetartozók számára a biomassza eredetű energia konkurenciát jelent, illetve a nagy energia elosztó szolgáltatók esetében, a megszokott energia átvételtől eltérő technikai, adminisztratív megoldásokból eredő többlet munkaigényből fakad. Itt kell megjegyezni, hogy van olyan csoport, amely az előző halmazban is megjelent [Ipari üzemek (növényi és vagy állati eredetű alapanyagot hasznosítók)]. Ennek az az oka, hogy ők egyrészt melléktermékeikkel, vagy hulladékaikkal

potenciális beszállítóként jelenhetnek meg a rendszerben; másrészt az input piacon viszont konkurenciái lehetnek a biomasszát hasznosító energia előállító üzemeknek.

Semlegesek

Elsősorban a hatóságok tartoznak ide, amelyektől természetesen elvárható egyfajta semlegesség. Természetesen, egy konkrét projekt esetén meg kell vizsgálni, hogy az adott hatóság valóban „semlegesként” viselkedik, és ha negatív hozzáállást tanúsít, meg kell határozni a pozitív oldalra történő átmozdítás stratégiáját. A sajtó külön figyelmet érdemel a semlegesek táborában, hiszen gyorsan képes változtatni pozícióját, és erős közvélemény-befolyásoló ereje miatt fontos számunkra, hogy inkább az érdekeltek csoportjába tudjuk őket. Különös figyelmet érdemelnek a politikai szereplők, hiszen jelentős befolyással rendelkeznek, ugyanakkor a polarizált politikai élet miatt hamar az egyik, vagy a másik „érdekszférájába” kerülhet egy ilyen volumenű kezdeményezés, amely annak ellenére, hogy akár objektíven pozitív kezdeményezésnek tekinthető, áldozattá válhat.

5.3.3.3 Stakeholder mátrix

	Befolyás		
Érdekeltség	Erős	Közepes	Gyenge
Erős	• Erőművek (fosszilis energiahordozó)	• Élelmiszer gyártó üzemek	• Mezőgazdasági üzemek
	• Importőrök (fosszilis energiahordozók)	• Ipari üzemek (növényi és vagy állati eredetű alapanyagot hasznosítók)	• Erdészeti üzemek
	• Helyi önkormányzatok	• Technológia (gépek, üzemek) beszállítói	• Pellet, brikett és apríték gyártók
	• Bankok	• Szakmai tanácsadók	• Biogáz üzemek
	• Üzleti angyalok	• Pénzügyi tanácsadók	• Hőközpontok
	• Kockázati tőkebefektetők	• Mérnöki (mérések, elemzések, stb.) tanácsadók	• Biogáz turbinák (másodlagos hasznosítás)
	• Vissza nem térítendő támogatások		• Hajtatásos kertészetek
			• Közintézmények
			• Üzemek
			• Lakosság
			• Munkaerő
			• Fogyóeszközök beszállítói

Közepes	• Távhő-szolgáltatók (fosszilis energiahordozóval, vagy geotermikus energiával üzemelő)	• Állati hullát megsemmisítő és feldolgozó üzemek	
	• Áramszolgáltatók	• Egyetemek, főiskolák	
	• Minisztériumok	• Akadémiai intézetek	
	• Parlamenti pártok (helyi, országos szint)	• Egyéb, független kutató bázisok	
		• Agrárkamarak	
		• Kereskedelmi és Iparkamarak	
		• Megújuló energetikához kapcsolódó szakmai szervezetek	
		• Mérnök kamara	
Gyenge	• Építési hatóság	• Sajtó	• Lakosság azon része, amely nem fogyasztja a biomasszával megtermelt hőt, vagy villamos áramot
	• Környezetvédelmi hatóság		
	• Munkabiztonsági, munkaegészségügyi hatóság és fogyasztóvédelmi hatóság		

5.3.3.4 Stratégia

A stratégia meghatározásánál az előbbi két táblázatból kell kiindulnunk. A legnagyobb kihívást és erőfeszítést az a csoport fogja jelenteni, amely erős befolyással rendelkezik és ellenérdekelte projektünkben. Ebben az esetben az alábbi módszereket célszerű alkalmazni:

- Erős befolyással rendelkező érdekeltek bevonása a lobbyzás folyamatába
- Érdekeltté tétel

Bármilyen befolyási pozícióban lévő érdekeltek esetében a megerősítés stratégiáját kell alkalmazni. Ez lehet csoportos (sajton keresztül), vagy egyedi, az adott stakeholder csoport egyedszámától függően. Általában megállapíthatjuk, hogy a nagy befolyással rendelkezők kisebb számban vannak jelen, ezért, illetve nagy jelentőségük miatt is indokolt az egyedi megerősítés módszeréhez folyamodni esetükben.

A semleges pozíciót elfoglalók esetében a pozitív tájékoztatás stratégiáját kell alkalmazni, hogy ezzel lehetőleg az érdekeltek csoportjába hozzuk át őket, de legalábbis az ellenérdekeltség kialakulását elkerüljük. Itt is ugyanazt a két módszert követhetjük, mint az előző csoportnál (csoportos, vagy egyedi).

5.3.4. Lakossági és nagyfogyasztói rendszerek összehasonlítása

A hő- és villamos energia előállító és felhasználó rendszerek – mind lakossági és nagyfogyasztói rendszerek esetében – három pilléren nyugszik:

- Termelő
- Feldolgozó
- Felhasználó

A jól működő rendszer fontos eleme, hogy az egyes szereplők biztosan építhessenek a többiekre. Főleg a termés biztonság, a fogyasztói átvétel (első sorban a lakossági rendszer esetében), azok a tényezők, amelyek a legbizonytalanabbak, ezért ezeket, a pontokat kell a tervezés során körültekintően előkészíteni.

5.3.4.1 Lakossági rendszer

Előnyei

- Térben kisebb biomassza szükséglet a lokális rendszereknek köszönhetően
- Kisebb beruházási igény a felhasználói oldalon
- Több vállalkozásnak, munkavállalónak biztosít munkát
- Nagyobb függetlenséget biztosít (autonóm rendszer)

Hátrányai

- Tőkeszegény lakosság
- Magasabban feldolgozott tüzelőanyag szükséglet (közvetlen felhasználás esetén)
- Egyes esetekben a termelés, feldolgozás, felhasználás szétválík

- Beruházás igényei miatt kogenerációs, trigenerációs, vagy tisztán villamos energia termelő rendszerek kialakítása nehezebben valósítható meg

5.3.4.2 Nagyfogyasztói rendszer

Előnyei

- Koncentrált termelés, feldolgozás, felhasználás
- Tőkeerősség, nagytőkevonzó képesség
- Kevésbé feldolgozott tüzelőanyaggal üzemeltethető
- Tőkeigényes villamos energiatermelő rendszerek is kiépíthetők

Hátrányai

- Nagy beruházási igény
- Jelentős, alapanyag szükséglet
- Másodlagos hasznai kevésbé érvényesülnek

6. REFERENCIAÜZEMEK⁶ MŰSZAKI ISMERTETÉSE ÉS KÖLTSÉGBECSLÉSE

6.1. Pellettáló, brikettáló feldolgozó üzem és égető művek alapvető működési jellemzői

Pellettáló

A hagyományos fahasábokkal működő kályhák és kandallók egyetlen hátránya, hogy a modern életvitel mellett nehézkes a használatuk. Akik nem szeretnék fát tárolni, fát vágni és hamuzni, azok részére is létezik megoldás - egy új környezetbarát és gazdaságos tüzelőanyag

A pellet

A pellet nem más, mint műszárított, alacsony nedvességtartalmú (kisebb mint 8%) asztalosipari keményfa hulladék, amit darálás után nagy nyomáson és magas hőmérsékleten átsajtolnak egy 6-8 mm átmérőjű nyíláson. Az így kapott 1-4 cm hosszúságú farudacskákat hívjuk fa pelletnek. Az eljárás során semmiféle adalék anyagot, vagy ragasztót nem használnak, a rudacskákat a fában lévő cellulóz tartja egyben. Ez a viszonylag homogén és igen magas fűtőértékű tüzelőanyag lehetővé teszi a kályhák automatikus adagolását és szabályozását. A pellet 98-99 %-ban ég el, így a hamu mennyisége elenyésző (24. táblázat), a kályhát egy héten csak egyszer szükséges tisztítani. Távirányító segítségével szabályozhatjuk, vagy programozhatjuk a készüléket, amely a beállított időpontokban be és kikapcsol vagy a kívánt hőmérséklet elérése után a minimum teljesítményre áll be. A fűtőanyagot 15 kg-os zsákos kiszerezésben tárolhatjuk mindennemű por és pizok keletkezése nélkül. A kályha utántöltése még egy nagyobb gyermek számára sem nehéz feladat és a begyűjtés is csak egy gombnyomás.

24. táblázat: Pellet fűtőértéke és hamutartalma

	Fa-pellet	Energiafű-pellet
Fűtőérték (MJ/kg)	18,5	16,5
Fűtőérték (kWh/kg)	4,9	4,8
Hamutartalom (%)	0,5-1	7,5-11

⁶ Szilárd biomassza, biogáz és bioetanol

A pellet 100%-ig természetes alapanyagokból készülő granulátum. Az égése során mindössze annyi szén-dioxidot bocsát ki, amennyit a fa élete során magába épített (szén-dioxid semleges), így globálisan nem növeli a levegőben található káros anyagokat, valamint nem járul hozzá az üvegházhatáshoz. Megújuló energiaforrásként nem fenyeget az a veszély, hogy esetleg elfogy, szemben a fosszilis energiaforrásokkal.

Fizikai jellemzők

A pellet külseje sima, fényes, hosszrepedésektől mentes, 6 (8) mm-es átmérőjű, de néha előfordul 4-5 mm ill. 10 mm-es átmérőjű pellet is. A pellet maximális hosszát 45-50 mm-ben határozták meg. Minimális méret nincs megköthető.

Ökonomikus

Átlagosan 2 kg fahulladékból előállított pellettel lehet 1 m³ földgázt kiváltani, ami azt eredményezi, hogy 10 kWh hőenergia ára fa pellet égetésével mindössze 58 Ft - ba kerül.

Környezetbarát

A füstgázok nem csak a széntüzeléshez viszonyítva bizonyultak rendkívül környezetbarátnak, de még a hagyományos fatüzelésű kazánokhoz képest is alacsony a káros anyag kibocsátás ($\text{CO} < 200 \text{ mg/m}^3$).

Hulladék-hasznosítás pellet égővel

A forradalmian új égőfej bármilyen biomassza alapanyagból (fa, energiafű, kukoricacsutka, stb.) készült pellettel való fűtésre kiválóan alkalmas. Ezeket az anyagokat hatékonyan hasznosítva a többi tüzelési eljárásnál lényegesen gazdaságosabb megoldáshoz jutunk.

EU irányelvek és makrogazdaság

Az Európai Unió fenntartható fejlődését célul kitűző követelményeket a PELLET kazáncsalád úgy teljesíti, hogy közben több területen is erősíti a magyar gazdaságot. Csökkenti annak teljes kiszolgáltatottságát az import energiával szemben, valamint a pellet alapanyagának termesztése - oxigént és munkahelyet teremtve - új lehetőségül szolgálhat a leszakadó mezőgazdasági területeken.

A mai energiaéhes időkben egyre többen gondolkozunk alternatív, vagy megújuló energiaforrások hasznosításán. A modern és sokszor igen költséges napelemcella, szélérőmű, hőszivattyús megoldások mellett sokszor elfeledjük a legegyszerűbb, leggazdaságosabb és a leglátványosabb megoldást a fafűtést.

A pelletálás egy régóta ismert eljárás, melynek során az alapanyagot kötőanyag hozzáadása nélkül, nagy nyomáson kis rudakká préselik. A tömörítési eljárás előnye, hogy tiszta, jól kezelhető, csomagolható és gazdaságosan szállítható anyagot eredményez. Szinte mindent anyagot lehet pelletálni, amely apró méretűre darálható, illetve szemcseszerkezete és nedvességtartalma megfelelő.

Pellet gyártás

Az alapanyag tárolása és szállítása csapadék- és nedvességmentes helyen történik. A fizikai szennyeződések kiválasztása és szitálása után a darálás következik. A kalapácsos darálón felaprított anyag mérete max. 5 mm. Darálás után az anyag előkészítése során technológiai víz illetve gőz hozzáadásával kondicionálódik az anyag.

Adagolócsigás keverés során kerül a pelletprésbe a massa, ahol a préskollerek átpaszírozzák a 6 mm-es lyukakkal ellátott matricán és amelynek következtében a fa kötőanyaga, a lignin megolvad és összeragasztja a massa anyagát.

A présből kikerülő magas hőmérsékletű pellet hűtés után pihentető tartályba kerül. A hűtés/pihentetés után a késztermék silókba majd 15-20 kg-os zsákokba, illetve 500-1.000 kg-os bigbag zsákokban kerül kiszerelésre a pellet.

A pellet tárolása

A pelletet általában 15 kg-os zsákokba csomagolva raklapon szállítják a felhasználás helyére. Kandallók használatakor ez kifejezetten előny, mert a kandalló 30 kg-os tárolóját 2 zsákkal könnyen fel lehet tölteni, és a nedvesség elleni védelem is megoldott.

Ömlesztett árú esetén (tipikusan kazánokhoz) gondoskodni kell arról, hogy a tárolóhelységbe nedvesség ne jusson. Elektromos szerelvényeket, vízvezetékeket nem ajánlott a helységben elvezetni és az is előny, ha a helység pormentesen záródik.

Érdemes a padlót 30-45 fokos dőlésszögű lapokból kiépíteni, így a szállítócsiga maradéktalanul fel tudja használni a pelletet (1m^3 pellet = kb. 650 kg). Ökölszabály szerint

a tárolót annyi köbméterre érdemes tervezni, ahány kW fűtésigénye van az épületnek (mivel a srég alap a helység 30-40%-át eltakarja, a nettó tárlóhelység így a kiszámolt tér 60%-a lesz; ez a méretezés a téli igény1,2-1,5-szörösét biztosítja). Az előző adatok természetesen lakásonként eltérhetnek.

A pellet minősítése külső alapján

A pelletet külseje alapján elég jól lehet jellemezni, de a minősége nem állapítható meg teljes biztonsággal.

A felszín, törmelék

A jó pellet külseje: sima, fényes, hosszrepedésektől mentes. Ezek a tulajdonságok a pelletálás optimális feltételeire utalnak. Pl. arra utalhat, hogy elegendően magas hőmérsékletet értek el a gyártás során, ami ahhoz szükséges, hogy a fában lévő lignin kötőanyag folyékonnyá váljon és így "újrarakasztja" a farostokat. Ez határozza meg a pellet szilárdságát.

A szilárdság a pellet legfontosabb ismérve. Ez határozza meg ugyanis a pellet sűrűségét és a törmelék ill. por arányát. Minimális mennyiségű törmelék a fűtés üzembiztonságát növeli, nagy mennyiségben már akadályozza a csigával történő szállítást. A tiszta és hatékony égéshez pedig a minél nagyobb sűrűség ($>1,12 \text{ kg/dm}^3$) a jó. A pellet szilárdságát az úgynevezett ledarálódás jellemzi.

A ledarálódás azt jelenti, hogy mennyi törmelék keletkezik bizonyos terhelés hatására. Az értéke egy Lingotester készülékkel mérhető és nem haladhatja meg a 2,3%-os értéket.

Átmérő

Leggyakoribb a 6-8 mm-es átmérőjű, de néha előfordul 4-5 mm ill. 10 mm-es átmérőjű pellet is. Kisméretű tűzhelyekhez (normál méretű kályha, kandalló) 6 mm-es pelletet ajánlanak a kandalló-gyártók a jó hatásfok és üzembiztosság érdekében. A pellet vastagsága az égési időt és az égéshez szükséges levegő mennyiségét határozza meg, a kandallókat ez alapján tervezik. A gyártó által ajánlott mérettől tehát nem érdemes eltérni.

Hossz

A hossz akkor számít, ha a tárolóból szívócsövön keresztül szivattyúzzák ki a pelletet. Ezek a csövek általában 50 mm átmérőjűek. A DIN 51731 a pellet hosszát legfeljebb 50 mm-ben rögzítette, ez már problémát jelenthet a szívórendszernek. Az Ö-norm M 7135 a pellet maximális hosszát 45 mm-ben határozta meg. Minimális méret nincs megköthető.

Illat

Az illata alapján is jól meg lehet határozni a pellet minőségét, de ezt már csak kiegészítő vizsgálatként alkalmazzák és némi gyakorlat is kell hozzá. A pellet természetesen nem feltétlenül fenyőerdőként illatozik. A gyártás során előforduló magas hőmérséklet miatt a lignin megolvadása szagképződéssel jár. A friss pelletnek tehát enyhén édeskés, a ragasztóra hasonlítható szaga van. Ez mindenesetre a jó minőség ismérve, bár néhány ember nem szereti ezt a szagot. A szag intenzitásából gyorsan veszít.

Szín

A szín, csakúgy, mint a szag, nem jellemzi teljes biztonsággal a minőséget, csupán másodrangú érvként szerepelhet, de az alapanyagra és a feldolgozás módjára lehet következtetni belőle. A forgács hosszú ideig tartó nem megfelelő tárolásával enyhén megszürkül, de ez nem jelent komoly minőségbeli csökkenést. A pellet, ill. a forgács a tárolás közbeni lebomlási folyamat miatt is elszíneződhet, amely gombásodásra utal. A gomba lebonthatja a lignint és a cellulózt!

A szárítás közben is megszürkülhet a forgács, szakszerűtlen szárításnak azonban nem ez az egyedüli következménye, hanem más tulajdonságokat is befolyásolhat (pl.: rugalmasság elvesztése). Az ilyen alapanyagú pelletnél a ledarálódás is nagyobb.

A pellet világossága ill. sötétsége is adhat okot minőségbeli gyanúra, de a különböző fafajták miatt ez elég nehézkes.

A pellet tüzelésű rendszer összetevői

pellet kazán

Különbözik a hagyományos fa tüzelésű kazántól, az egyik, a hő átadó felülete a többszöröse, a kilépő füst hőmérséklete állandó, folyamatosan 120 ° C környékén ingadozik, ezért a kazán működése a kilépő füst hőmérséklet szempontjából is lineáris.

Méret: 60 cm x 60 cm magasság: 160 cm 50 kW-ig, füstcső F =15 cm

140 cm x 60 cm magasság: 195 cm 100 kW-ig, füstcső F =18 cm

pellet égő, vezérlés

A legkönnyebb úgy elképzelni, mint egy hagyományos gázégőt, azzal a különbséggel, hogy a fűtőanyag folyékony fa azaz pellet. Az általunk gyártott pelletégő vezérlése teljesen egyedi. A vezérlés legfontosabb érzékelője a hőmérséklet érzékelő, egy merülő hüvelyen keresztül érzékeljük azt és ehhez szabályozzuk a láng nagyságát. Ez azt jelenti, hogy ha a felhasználó által beállított értékhez közelít a kazánban lévő melegvíz hőmérséklete, a vezérlés automatikusan csökkenti az adagot, több lépcsőben, így kizárva a túlmelegedést. Ha túlmelegedne a rendszer akkor az azt jelentené, hogy több hő képződik mint amennyit felhasználunk, tehát elpazaroljuk a hőt. A már meglévő vagy új melegvízes fűtési rendszerekkel a következőképpen vezérelhető. Minden fűtési körben manapság van keringtető szivattyú, nincs is más dolgunk mint a szoba termosztátot összekötni a szivattyúval, így termosztát akkor kapcsolja be a szivattyút ha melegvízre van szüksége, a lakás felfűtésére, amennyiben a kazánban melegvíz fogyni kezd, úgy a pellet égő vezérlése bekapcsolja automatán az égőt és előállítja a szükséges hőt.

Méret: 60 cm x 60 cm magasság: 60 cm 100 kW-ig

pellet tartály

A pellet tartályra azért van szükség, mert sokkal kényelmesebb 1-2-3 hetente feltölteni, mint óránként vagy naponta. A pellet tartály lehet egyedi vagy az általunk ajánlott 1 m³ nagyságú, ami 2-4 hétig biztosítja a tüzelőanyagot.

Méret: 100 cm x 100 cm magasság: 160 cm

Pellet a tüzeléstechnikában

A tüzeléstechnikában egyre inkább elterjed a fapelletek, fabrikettek használata, ahol fűrészport préselnek pellet formába, ami így a fűrészpornál könnyebben ég el, ugyanakkor a fánál jóval homogénabb szemcseméretű és emiatt automatizált házi tüzelőrendszerekben a tűzifánál jobban hasznosítható. A fapellet legelterjedtebb mérete a 6 mm-es átmérőjű és 2–5 cm-es hosszúságú.

A "folyékony fának" nevezett pelletet kb 20–25 évvel ezelőtt fejlesztették ki német nyelvterületen és Skandináviában.

A fapellet szállításának háromféle lehetséges módja van:

- 1.) 15 kg-os zsákokban való kiszerezés,
- 2.) 1000 kg-os zsákokban a "big bag"-ekben,
- 3.) fluid (folyékony) formában.

Égetésük ún. pelletkazánokban lehetséges. Amióta sikerült folyékonná tenni a fát a pelletelési eljárás során, azóta nagy különbség nincs a gáz és olajkazánokkal szemben. Mindegyik rendszerben van üzemanyagtartály, égetőfej és erre a célra kialakított hőcserélő. A fapellellettel üzemelő kazán égőfejét elhagyó láng 800-1000 °C között változik. A füstgáz hőmérséklete 70-100 °C közötti. Így megállapítható, hogy a rendszer 90%-os hatásfokú!

A családi házas pellettartály általában 1 m³ fapelletet tud befogadni. Égés után 0,5–1 kg salakanyag keletkezik a minőségtől függően, amely a kazán salaktálcájára jut. A 35 kW-os kazán kb. 4 hét alatt égeti el az 1 m³-es fapellet csomagot. Így takarítására ritkán kerül sor. E tisztítás kb. 5 percet vesz igénybe.

A pelletfűtés azért környezetbarátabb a fafűtésnél, mert újrahasznosított alapanyagot használ. A pellet nedvességtartalma 10%-nyi a fa 40%-ával szemben. Ezért hatásfoka jobb a tűzifánál. A szabályozott égés miatt a károsanyag kibocsátása is alacsonyabb.

A Fabrikett

A fabrikett egy nagyon korszerű, környezetbarát tüzelőanyag, amely használatkor a környezetvédelem érdekei, a természetes anyagok iránt érzett vonzódás és a kényelmi szempontok egyidejűleg érvényesíthetők. A szén, a kokszt és a szénbrikett helyettesítésére ajánlott környezetbarát energiahordozó legfontosabb tulajdonságai a következők:

- természetes alapanyagokból (faporok, faforgács, faapríték) készül.
- kötőanyagot (ragasztó) nem tartalmaz, ezért kémiai összetétele a természetes fáéval azonos.
- nedvességtartalma kicsi (10% körüli), ezért könnyebben és jobb hatásfokkal ég, mint a hagyományos tűzifa.
- fűtőértéke nagy, kb. 17-18MJ/kg, tehát közel megegyezik a barnaszénével.
- hamutartalma kicsi (0.7-1.4%), hamuja környezetbarát, a szénsalakkal szemben természetes növényi tápanyag, ezért kiskertekben műtrágya helyettesítésére kiszórható.
- a fában kén gyakorlatilag nincs, ezért füstje a környezetre káros kéndioxidot nem tartalmaz.

Ahhoz, hogy a környezetbarát tüzelőanyag, a fabrikett előbb felsorolt előnyei maradéktalanul érvényesülhessenek, megfelelő tüzelőberendezésben kell elégetni, de kellő figyelem mellett jó tulajdonságai a hagyományos tüzelőberendezésekben is megmutatkoznak.

Mindenekelőtt azt kell tudnunk, hogy a fabrikett használatakor a fatüzelés ismert szabályait kell betartani, de figyelembe kell venni néhány, csak a fabriketre jellemző tulajdonságot is. Ezek a sajátos, a fabriketre jellemző tulajdonságok a következők:

- a tűzifával szemben 2-3-szor nagyobb sűrűségű, és mintegy 40%-kal nagyobb fűtőértékű, ezért ugyanolyan fűtőhatás eléréséhez a tüzelőberendezés tűzterében kisebb mennyiséget kell elégetni.
- égés közben a fabrikett mérete változhat, ezért a tűzteret nem szabad teljes mértékben kitölteni (ajánlott az 50-60%-os töltés), mert a táguló fabrikett mechanikailag károsíthatja a tüzelő berendezést.
- lakossági tüzelőberendezésekben jó hatásfokkal a megfelelően szilárd fabrikett égethető el. A jó minőségű fabriketre az jellemző, hogy égés közben szenesedő brikettek között a szükséges légáram (megfelelő huzat mellett) létrejön, és a fabrikett gázai tökéletesen elégnék.

Cserépkályhában, kandallóban a fához hasonló módon kell a fabrikettet használni, de a tűztérbe egyszerre a fánál megszokott mennyiség 1/3-át célszerű betölteni. Ellenkező esetben a cserépkályha felmelegedése túl gyors, és a túlhevítés is előfordulhat. A

cserépkályha ajtaját illetve levegőcsappantyúit csak a brikett teljes elszenesedése után szabad elzárni, akkor, amikor a brikettből képződött faszén alig látható kékes lánggal izzik.

Vegyes tüzelésű egyaknás kiskazánokban a tüztér 1/3-1/2-es töltöttsége mellett érhetjük el a legjobb tüzelési hatásfokot. A brikettet felül kell meggyújtani, és kezdetben felső levegőadással kell a természetes huzatot növelni. A levegőelállításhoz a huzatszabályozót úgy kell beállítani, hogy az égési levegő egy része mindig felül jusson a tüztérbe. Az alsó levegő mennyiségét a túl gyors égés elkerülése céljából csökkenteni kell, de teljesen elzárni soha nem szabad. A felső levegő-bevezetés akkor szüntethető meg, ha a fabrikett a tüztérben teljesen átizzott, a fagázók képződése befejeződött, a brikettmaradvány, mint faszén ég. Egy töltés mintegy 3-5 óra alatt ég ki. Ismételt tüzrakás az előző töltet teljes kiegészése után az előbb leírtak szerint történhet. Izzó brikettűzre újabb brikett berakása füstölést és a hatásfok romlását eredményezheti.

Kétaknás vegyes tüzelésű kiskazánok használata esetén az égőtérben kisebb darabokra tördelt brikettel történhet, és a kezdőtűz teljes égését elérve (amikor a megfelelő huzat már létrejött) lehet a tüzelőanyag-aknát megtölteni. A tüzelőanyag-akna akkor felel meg a fabrikett eltüzeléséhez, ha lefelé táguló, fala nem kátrányosodott. Ellenkező esetben a fabrikett az aknában fennakadhat, a tűz kialszik, nem megfelelő tömítettség aknában a betöltött brikett visszaég. Gyakori brikett fennakadás esetén célszerű a brikettet kisebb darabokra törve betölteni.

A lakások kiskazános egyedi fűtésnél a kémény és a fűtőrendszer kialakítása nagymértékben befolyásolja a tüzelőberendezés működését. Fabrikettel történő tüzelés esetére ajánljuk a korrózióálló anyagból, hőszigetelten készített kéménybélés használatát.

Nagymértékben javíthatók a fűtési rendszer kényelmi és műszaki jellemzői, ha a vízrendszerbe hőtárolót építenek be, amely megfelelő víztérfogat esetén a kazán tűzmentes állapota mellett is 6-8 órás alapfűtést biztosít, a kazán működése közben pedig annak egyenletes, szabályozott működését biztosítja.

6.2. Kiserőművek áttekintése egy kiválasztott elektromos teljesítményen

A civilizált emberi élet ma már elképzelhetetlen a megfelelő mennyiségű és minőségű energia felhasználása nélkül. Az energia mindenütt lejen van az életünkben. Energia hajtja a gépeinket, de a növekvő energiaszükséglet veszteségekkel és növekvő

környezetszennyezéssel jár együtt. Figyelembe kell vennünk, hogy Földünk energiahordozó készletei végesek és a természeti környezet tűrőképessége határához ért, ezért alaposan át kell gondolnunk energiafelhasználásunk módját, a kibocsátott szennyezőanyagok mennyiségének csökkentését, a hatékonyság javítását tartjuk szem előtt.

Magyarországon napjainkra a következő komplex igények merültek fel, amelyekre átfogó megoldás még nem alakult ki:

- a mezőgazdasági termelés során keletkező nagy mennyiségű termék- és hulladék-felhalmozódás megszüntetése,
- a mezőgazdasági termékek feldolgozásához szükséges kellő mennyiségű energia (elektromos, hő) gazdaságos kielégítése,
- a fosszilis üzemanyag kiváltása és nagyszámú új munkahely létrehozása.

Kiserőmű gazdaságosságának érvei

Országunk adottságai, erőforrásai a mezőgazdaság terén kimagaslóak. A jelenlegi termékek versenyképességét a biomassa alapanyagok terén az adja, hogy a meglévő üzemi struktúrákban nagy hatékonysággal termelhetők, nem igényelnek pótlólagos beruházásokat, előállításukhoz az emberi és technikai feltételek rendelkezésre állnak.

Pozitív környezetvédelmi és gazdasági hatásként jelentkezik az állati-növényi eredetű mezőgazdasági, kommunális és feldolgozóipari hulladékok bioerőműben való költséghatékonyabb ártalmatlanítása.

Bizonyos feltételek teljesülése esetén az energetikai célú növénytermesztés alapján a gazdálkodót az uniós (SAPS) és a kiegészítő nemzeti (top-up) támogatás mellett további támogatás illeti meg, melynek összege a jövőben várhatóan növekszik.

Az üvegházhatás csökkentésének szükségszerűsége, a fosszilis energiahordozók véges, igen gyorsan apadó mennyisége és a gazdasági megfontolások is egyre erősödő hangsúlyt adnak a megújuló energiaforrások, közöttük a biomassa hazai felhasználásának, ugyanakkor a hazai energiaforrások használata csökkenti az ország importfüggőségét.

A hosszú távú, 10-15 éves átvételi szerződések alapján történő gazdálkodás, lényegesen kiszámíthatóbb gazdasági feltételeket biztosít a mezőgazdaságból élők számára,

egyidejűleg a nyersanyag-beszállítók, a gazdák kedvező áron jutnak a műtrágyát helyettesítő, biológiailag sokkal értékesebb biotrágyához.

Az olcsó hőenergia gazdasági előnyhöz juttatja a felhasználót és/vagy új beruházásokat ösztönöz.

A biomassa előállítás és biogáz erőművek fejlesztése, üzemelése kapcsán új munkahelyek létrehozása lehetséges.

Fafűtésű biomassa kiserőmű Szentendrén

A szentendrei honvédségi oktatóközpontban két éve működő - fafűtésű, több funkciós - biomassa kiserőmű 1000 lakás fűtését, 5000 otthon villamos energia igényét képes kielégíteni.

Az 1 milliárd forint ráfordítással megvalósult kiserőmű évi 12 ezer tonna, a Honvédelmi Minisztérium Budapesti Erdőgazdaság Zrt. által biztosított tűzifa felhasználásával működik. A felaprított fát különleges technológia beiktatásával, jó hatásfokkal égetik el, az eközben felszabaduló fagáz segítségével pedig áramot termelnek. Az így termelt energia elegendő az oktató központ kollégiumának, konyhájának, uszodájának teljes fűtéséhez és áramellátásához, sőt többletenergia is keletkezik, amit értékesíthetnek. A 20 embernek munkát adó beruházás - mai energiaárakkal számolva - 5-6 év alatt térül meg.

Hasonló fafűtéses mini-erőművek Európa más országaiban már ezerszámra működnek. Évente a hazai erdőkből hozzávetően 3 millió köbméter, tüzelésre alkalmas fát termelnek ki, amelynek nagyobb hányadát jelenleg nyomott áron exportálják.

Az EU előírja az újrahasznosítható energia felhasználási részarányának növelését az összes tagországa számára, ezért a szentendrei biomassa kiserőmű iránt várhatóan megélné a hazai kereslet. Annál is inkább, mert a gázár- növekedés nyomán a felhasználók rákényszerülnek a fűtésnél és az áramtermelésnél alternatív megoldások keresésére, tűzifából pedig bőséges mennyiség áll rendelkezésre.

6.3. Biodizel üzem főbb jellemzői egy kiválasztott teljesítményre

A dízel-üzemanyagok biomasza alapú alternatíváját pedig a növényi olajok (hazánkban repce, napraforgó, stb.) ill. származékaik jelentik. Történeti érdekesség, hogy 1894-ben *Rudolf Diesel* az általa konstruált kompressziógyújtású motort eredetileg földimogyoró-olajjal üzemeltette.

A repceből, napraforgóból vagy más olajos növényből kinyert olaj (triglicerid) közvetlenül is felhasználható motorikus üzemanyagként, ám ez bizonyos hátrányokat jelent: a motorokat részben át kell alakítani, a dízelolajhoz képest magas az üzemanyag viszkozitása, a lobbanáspontja, megnőhet a motor fogyasztása, az oxidációs katalizátorok használata nehézségekbe ütközik, „kellemetlen” szagot bocsát ki („guruló lángossütő”).

Ezeket a hátrányokat kisebb átalakításokkal és viszonylag egyszerű eljárásokkal ki lehet küszöbölni. A hagyományos dízelt és a biodízelt felváltva is lehet tankolni. A tapasztalatok szerint komolyabb műszaki problémát nem okoz a vegyes használat. A természetes eredetből származóan viszont előnyös tulajdonságok is rendelkeznek a növényi olajhoz, melyek közül a biodegradabilitás, a szén-dioxid semlegesség és a nem toxikus jelleg emelhető ki, valamint előállítása pozitív energiamérleget ad. A növényi olajok, illetve a belőlük előállítható biodizel néhány hét alatt lebomlik a talajban, ezért különösen természetvédelmi területeken kívánatos az alkalmazása. Megújuló energiaforrás, ezért az olajlelőhelyekkel nem rendelkező országokban stratégiai jelentősége van, másrészt az EU-kvóta szerint alternatív energiaforrás szerepét is betölti.

A növényolajok közvetlen használatakor jelentkező hátrányok azonban egyértelműen elháríthatók, ha a trigliceridekből kis szénatomszámú egyértékű alkohollal végzett átsztereézéssel vagy hidrogénezéssel olyan komponenseket hozunk létre, melyek motorhajtóanyag-sajátságai megközelítik, vagy felülmúlják a kőolaj eredetű komponensek jellemzőit. Mint minden kereskedelmi forgalomban kapható üzemanyagnak, az átsztereézéssel nyert biodízelnak, illetve a hidrogénezéssel kapott biogázolajnak is meg kell felelnie a szabványoknak.

A kompressziógyújtású motorok lehetséges üzemanyagainak főbb jellemzőit a 25. táblázat tartalmazza, melyek alapján megállapítható, hogy a gázolaj tulajdonságait legjobban a biogázolaj, legkevésbé pedig a növényi olaj közelíti meg.

25. táblázat: Dízel-üzemanyagok jellemzői

Motorhajtó- anyag	Sűrűség (kg/m ³)	Fűtőérték		Viszko- zítás (mm ² /s)	Cetán- szám	Lobbanás- pont (C°)	Hajtóanyag egyenérték
		(MJ/kg)	(MJ/l)				
Gázolaj	840	42,7	35,9	4-6	50	80	1
Repceolaj	920	37,6	34,6	74	40	317	0,96
Biodízel	880	37,1	32,7	7-8	56	120	0,91
Biogázolaj	860	42,0	36,2	4-6	> 60	91	0,98
BTL*	765	43,9	33,5	4	> 70	88	0,93

*Biomass to Liquid – Fischer-Tropsch eljárással szintézisgázból kapott termék

Motorhajtóanyag-előállítása és használata szempontjait tekintve a legkedvezőbb tulajdonságú olajnövények közé sorolhatjuk a repcét, a napraforgót, a szóját és egyes pálmafajtákat.

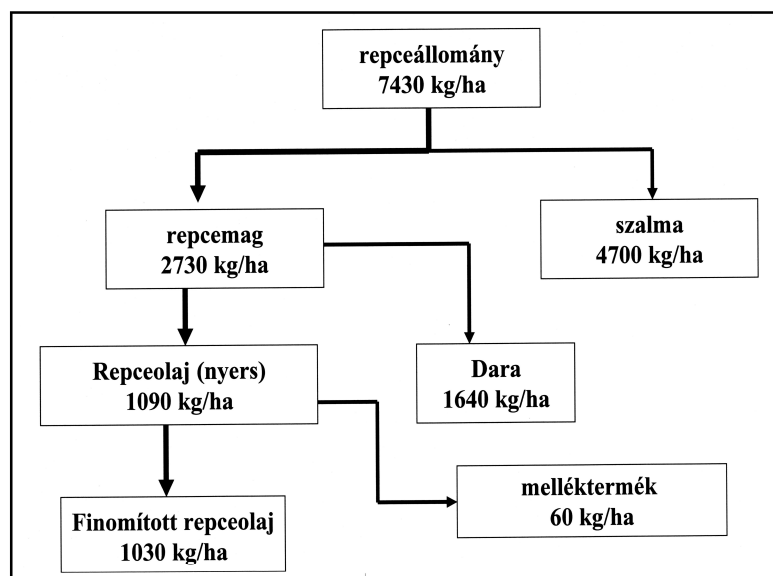
A növényi olajokat általában a magvakból nyerik ki, sajtolással vagy oldószeres extrakcióval (a magvakat a víztartalom csökkentése érdekében általában 70-100 °C-os hőmérsékleten pörkölik).

A visszamaradt terméket – magpogácsa – takarmányozási célra fel lehet használni, mivel kb. 4-5% olajat tartalmaz az egyéb növényi anyagok mellett. A növényi olajok tulajdonságai elsősorban magától a növény fajtájától, de termőhely adottságaitól (talaj, éghajlat, tápanyagutánpótlás, stb.), évjárástól, a termesztés és a kinyerés technológiájától, az utókezelésektől és nem utolsósorban az állásidőtől függ. Ez utóbbi sokban meghatározza a termelés és feldolgozás gazdaságosságát, hiszen hazai viszonyok között évente egy termésre lehet csak számítani, ehhez kell optimalizálni a feldolgozó-kapacitások kialakítását.

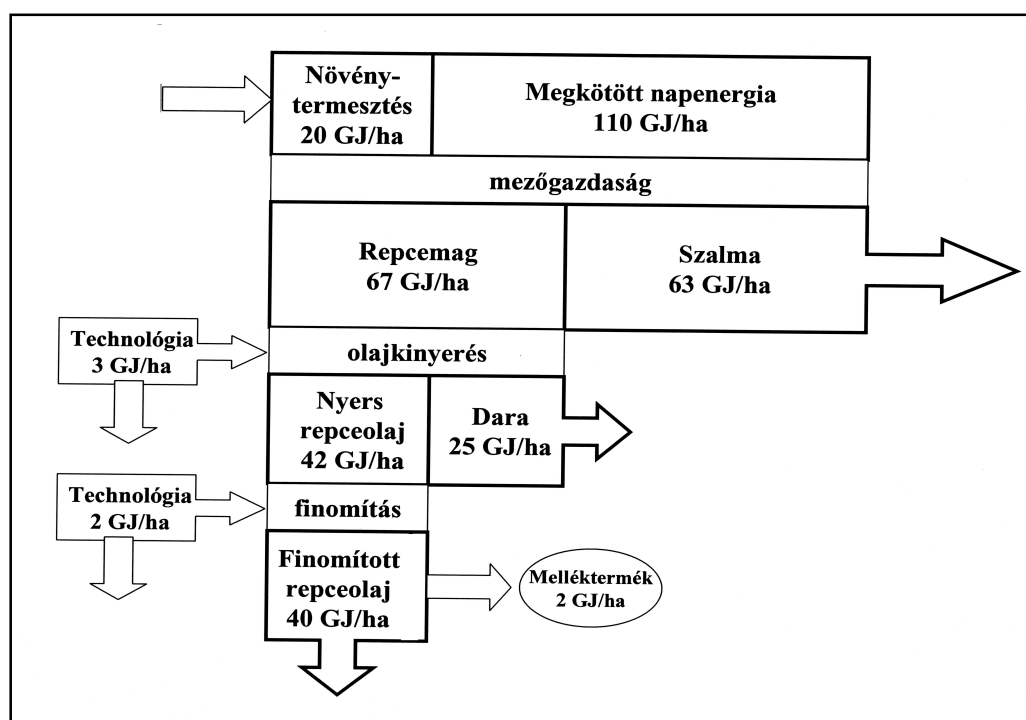
Az európai kontinensen az éghajlati viszonyokból adódóan elsősorban a repce, a napraforgó és a kukorica termesztendő, de ez utóbbit nem tekintjük tömegtermelésre alkalmas olajos növénynek (a kukoricacsíra-olajat étkezési célokra természetesen felhasználják).

A biodízel és társai gazdaságosságának megítéléséhez sok tényezőt kell figyelembe venni, ezek közül meghatározó az alapanyag előállítása. A repce termelés anyagmérlegét az 101. ábrán, míg energiamérlegét a 102. számú ábrán mutatjuk be, melyekből megállapítható, hogy önmagában az olajban a megkötött napenergiának csak 35-40%-a jelenik meg, a többi a melléktermékekbe épül be.

101. ábra: A repcetermelés anyagmérlege



102. ábra: A repcetermelés energiamérlege



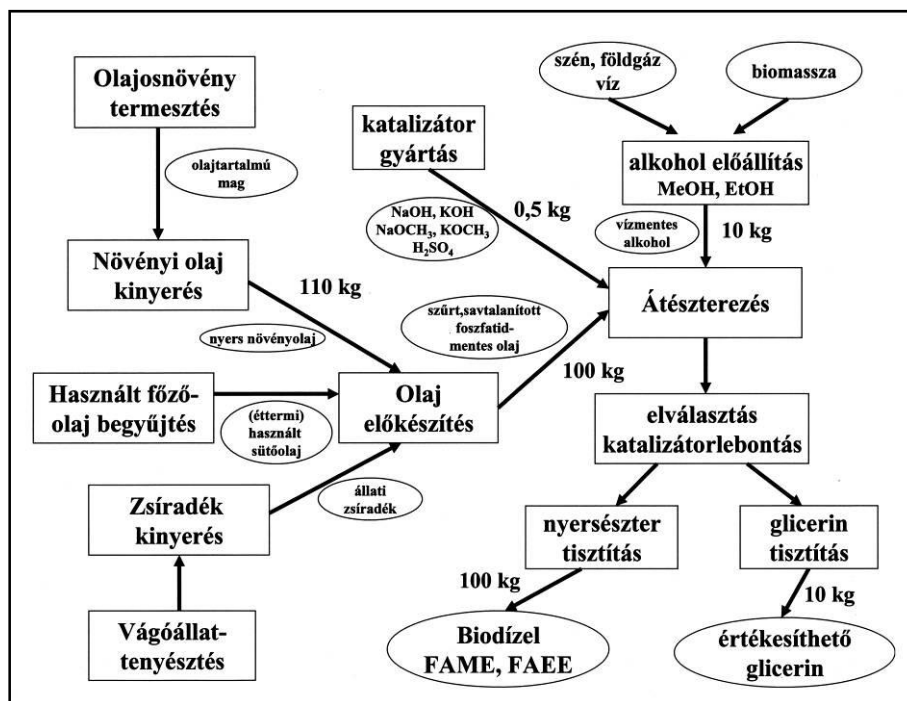
Az energetikai hatásfokot a befektetett és a kinyert energia különbsége jelenti, s ha eltekintünk a melléktermékek hasznosításától, akkor az olajtermelés veszteséges. A gazdaságosság növeléséhez a melléktermékek célszerű hasznosítását is meg kell oldani.

Biodízel előállítás és alkalmazás

A katalitikus átészterezés (és az azt követő tisztítási lépések) során kapott zsírsav-metilészter (FAME) vagy zsírsav-etilészter (FAEE) elegy elnevezése a biodízel, ami alatt Magyarországon (és az Európai Unióban) elsősorban repceolaj-metilésztert (RME) értenek, de a továbbiakban általánosan használjuk ezt az elnevezést (az egyszerűség kedvéért az egyéb származékok esetén a kiindulási olajat a kezdőbetűvel adjuk meg).

Az átészterezés technológia sémáját mutatja a 103. számú ábra, kibővítve azzal - az irodalomban vitatott - lehetőséggel, amely kiindulási anyagként a használt növényi olajat adja meg.

103. ábra: A biodízel előállítás sémája



Az eddigi kutatás/fejlesztési tevékenységet, illetve a megvalósított eljárásokat tekintve a metilészterek előállítása került előtérbe. Ennek egyik oka a metanol viszonylag alacsony ára lehet, másrészt a metilészterek viszkozitása és lobbanáspontja alacsonyabb a többi észternél.

Ebből a szempontból az etilészterek is megfelelőek, fűtőértékük viszont nagyobb, jobban megközelítik a dízelolaj értékeit, másrészt biomassza forrásból rendelkezésre állhat a bioetanol, így célszerűnek látszik az átészterezést ezzel az alkohollal végezni.

Az átészterezéshez használatos alkohol tisztasági követelményei jelentős mértékben meghatározhatják az eljárás gazdaságosságát, így a katalizátor megválasztásánál figyelembe kell vennünk nemcsak a kiindulási olaj, hanem az alkohol lehetséges szennyezéseit (például: víz) is.

A növényolaj/alkohol rendszer korlátoltan elegyedik, így a reakció lejátszódásához intenzív keveréssel emulziót kell létrehozni, s az egyensúlyi konverzió növelésére alkoholfölösleget célszerű használni és/vagy a glicerint elválasztása után a reakciót több lépésben lehet végrehajtani. Az átészterezés a szóba jöhető hőmérsékleti tartományban csak katalizátor jelenlétében megy végbe, azaz homogén reakció nem kivitelezhető, így az eljárások gyakorlati megvalósításának alapvető kérdése a katalizátor és a reakciókörülmények meghatározása.

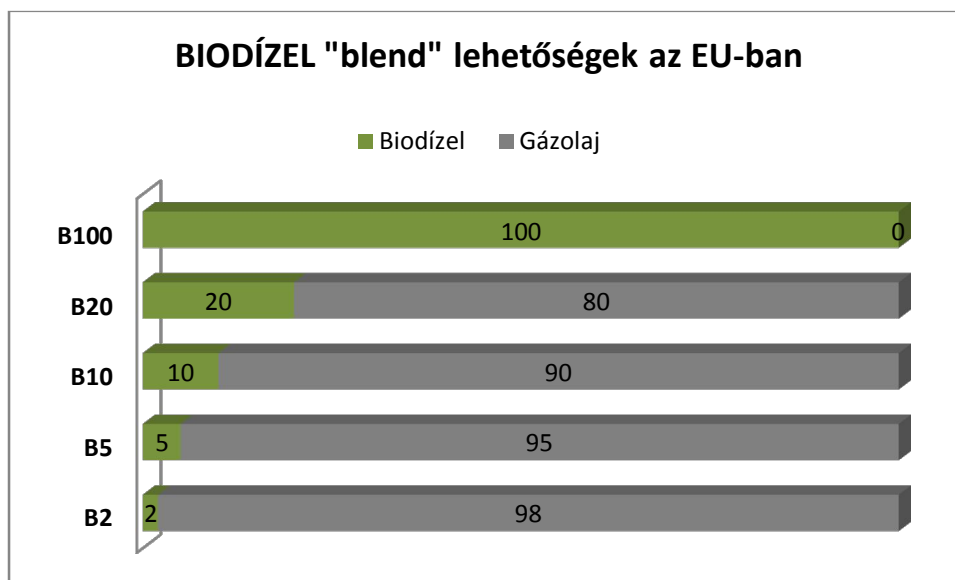
Az átészterezés eredményeként a növényi olaj motorhajtóanyag tulajdonságai kedvezően alakulnak, a legfontosabb jellemzőket a 26. táblázatban foglaltuk össze, figyelembe véve a gázolaj jellemzőit is.

26. táblázat: A növényi olajok és átészterezett származékaik motorhajtóanyag jellemzői

	Sűrűség (g/cm ³)	Fűtőérték (MJ/kg)	Cetán- szám	Kinemat. viszkozitás (mm ² /s)	Lobbanás- pont (°C)
Gázolaj	0,85	45,2	50-55	4,7	80
Repceolaj	0,92	40,2	37-38	37	290
RME	0,86-0,88	42,5	51,5	4,9	84
REE	0,88-0,90	44,0	48,2	4,41	125
Napraforgó-olaj	0,93	39,5	35-40	37	274
NME	0,88	39,8	46,6	4,22	96
Kukorica-olaj	0,92	39,5	36-40	35	277
KME	0,86-0,89	39,8	46,0	4,11	89
Szójaolaj	0,94	39,6	36-40	32,6	254
SME	0,85-0,88	39,8	46,2	4,08	121
Pálmaolaj	0,92	40,3	41-43	8-12	313
PME	0,88	39,0	56,2	4,5	91
Német szabv.	0,875-0,90	-	< 49	3,5-5,0	100
USA szabv.	0,88	-	< 40	4,0-5,0	100

Az elegyíthetőségből adódóan az EU-szabványok többféle biodízel-tartalmú keverék forgalmazását teszik lehetővé (104. ábra), melyek közül általában a B5 vagy a B20 termékek kaphatók az üzemanyag-kutaknál.

104. ábra: Engedélyezett biodízel termékek az Európai Unióban



Az eddigiekből úgy tűnhetne, hogy a biodízel (és a bioetanol) alkalmazása környezeti szempontból kizárólag előnyökkel jár. A bioüzemanyagok kritikusai azonban számos ellenérvet sorakoztattak föl, és ezek alapján azt állítják, hogy a bioüzemanyagok alkalmazása nemhogy nem környezetbarát, hanem egyenesen környezetszennyező.

A legtöbbet hangoztatott ellenérvek a következők:

- A bioüzemanyagok előállítása nagy mennyiségű fosszilis energiahordozó felhasználását igényli, és ebből adódóan jelentős mennyiségű üvegházgáz kerül a légkörbe, szinte teljesen kompenzálva a bioüzemanyagok használata által „megtakarított” mennyiséget. Így tehát nem járulnak hozzá a globális felmelegedés mérsékléséhez, mert a termesztésükhöz szükséges bevitt energia és a nyert energia szinte azonos mennyiségű.
- Kedvezőtlen az energiamérlege: legjobb esetben 24 MJ ráfordítás 10 MJ üzemanyagot eredményez.
- Az energetikai célú növénytermesztés monokultúrákhoz vezethet.
- A termesztés nagy mennyiségű N2-forrás és egyéb műtrágya, valamint növényvédőszer használatát teszi szükségessé, ami jelentősen megterheli a talajt és a

vízbázist (nitrátok stb.). Terhelődik továbbá a légkör is, méghozzá a N₂O üvegházgázzal és NO₂-vel, ami a savas esőkhöz járul hozzá.

- A bioüzemanyagok előállítása sokkal drágább, mint az üvegházgáz kibocsátás csökkentésének egyéb lehetőségei.

Sajnálatos módon a szakértők között „szekértáborok” alakultak ki, mindenki a saját érveit hangsúlyozta, s az álláspontok nem közeledtek. A kilencvenes évek második felétől azonban kezdett elterjedni az életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment, LCA), amely a termék vagy szolgáltatás környezetre gyakorolt hatását egészen a „bölcsőtől a sírig” vizsgálja.

Ausztriában és Németországban végzett tanulmányok szerint a biodízel szinte minden vizsgált szempontból kedvezőbbnek mutatkozik a hagyományos dízelnél. Itt figyelembe kell venni azt is, hogy ezen országok éghajlati viszonyai elsősorban a repce termesztésének kedveznek, a cukorrépa, a búza és a burgonya termesztésének jóval kevésbé. A bioetanol mérlegei azért mutatnak kedvezőtlenebb képet, mert a cukorrépa, a búza és a burgonya mezőgazdasági termelése az éghajlati viszonyokból adódóan jóval több környezeti ártalommal jár, mint a repcéé. A szerzők hangsúlyozzák, hogy a kedvezőbb éghajlatú országokban (pl. Franciaország vagy hazánk) jóval kisebb környezeti terheléssel járó feltételek adóttak a búza stb. termesztéséhez, így a bioetanollal kapcsolatos kedvezőtlen eredmények csak korlátozottan érvényesek.

A bioüzemanyagok használatát az Európai Unió több országában szorgalmazza, annak ellenére, hogy előállítási költsége egyelőre jóval meghaladja a kőolajszármazékokból nyert üzemanyagokét. A környezetbarát hajtóanyagok termelését adókedvezményekkel és állami támogatásokkal segítik. A támogatások mértékét mindig úgy alakítják, hogy a bioüzemanyag versenyképessé váljon a benzinnel és a dízelolajjal szemben. Magyarországon a természeti adottságok elsősorban repceből és napraforgóból előállított biodízel gyártását teszik gazdaságossá, a bioetanol termelésére cukorrépát és kukoricát lehet felhasználni.

Az Európai Unió az 1996. november 20-án elfogadott ún. Zöld Könyvében hirdette meg azt az egységes stratégiát és akciótervet, amelynek eredményeképpen az alternatív üzemanyagok a belátható jövőben jelentős piaci szerephez jutnak. Ehhez politikai támogatásra van szükség, ami egyértelműen megfogalmazódik az EU 7. K+F keretprogram energia fejezetének célkitűzései között.

Az általános szempontok között megfogalmazottak szerint a következők miatt alapvető a megújuló energiaforrások rendszerbe illesztése:

- A megújuló energiaforrások használata együtt jár a környezetvédelmére fordított erőfeszítésekkel, csökkenthető az általános szén-dioxid kibocsátás;
- Az alapvetően hazai előállítási alapú anyagokkal az energetikai importfüggés csökkenthető;
- Alapvetően modern technológiákat, technikákat alkalmazva az európai ipar élénkíthető, a versenyképesség javítható;
- Munkahelyteremtéssel különös tekintettel a kis és közepes méretű vállalkozásokat támogatják;
- Hozzájárulnak a régiók fejlesztéséhez, a decentralizált energiarendszerek működtetéséhez;
- A fejlesztést a közvélemény is elvárja, mert környezetvédelmi intézkedésként értelmezik;
- A fejlődő országok gazdaságát fellendíthetik, ahol az európai ipar beszállítói státuszt szerezhet magának, mert elismerten vezető helyzetben van ebben az ágazatban, még a világviszonylatokat tekintve is.

Biogázolaj előállítás növényi olajok totálhidrogénezésével

A növényi olajok hidrogénezésének elvét a 20. század elején fedezték fel, és gyorsan elkezdték alkalmazni az élelmiszeriparban. A cél a triglicerid többszörösen telítetlen zsírsavait főleg egyszeresen telítetlen zsírsavakká alakítani, vagyis a folyékony olajból szilárd terméket előállítani. Ez a termék a közkezdvelt margarin.

Az átalakításnak két fő célja van. Az egyik az olaj stabilitásának növelése. A többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmazó olaj hajlamos az oxidációra, a termikus bomlásra és egyéb átalakulásokra, melyek károsan befolyásolják az élvezeti értékét (ízét, szagát). A hidrogénezéssel nyert margarin hosszabb ideig tárolható minőségromlás nélkül. A másik ok alkalmazhatósági körének bővítése. A margarint jobb lágyulási, olvadási tulajdonságai miatt szívesebben alkalmazzák például sütemények elkészítéséhez.

A hidrogénezést általában háromfázisú félfolyamatos reaktorban hajtják végre. A hidrogén gázt általában nyomás alatt (1-6 MPa), katalizátor (finomszemcsés Ni, vagy

szilika hordozós Ni) jelenlétében nem túl magas hőmérsékletű (120-180 °C) olajon buborékoltatják át. A reakció folyamán a részleges hidrogéneződés mellett a megmaradó kettős kötések egy része izomerizálódik, míg mások elvándorolnak. Ezek a folyamatok a transz-zsírsavak koncentrációjának növekedését okozzák a termékben, ami egészségügyi szempontból nem kívánatos, ugyanis kedvezőtlenül befolyásolja a szervezet koleszterinszintjét. A transz-zsírsavak keletkezésének elkerülésére kezdtek el vizsgálni és alkalmazni más típusú katalizátorokat, többek között az egyéb hidrogénezési reakciókban hatásos platínát és palládiumot. Egyfémű katalizátorral nem kaptak megfelelő eredményeket, viszont a trigliceridek teljes hidrogénezését figyelték meg, és ezen a vonalon indultak el az új típusú motorhajtó anyag fejlesztésével kapcsolatos vizsgálatok (kétfémű katalizátorral viszont sikeresen elkerülhető a transz-zsírsav képződés).

A biogázolajat tehát a növényi olajok katalitikus, totálhidrogénezésével állíthatjuk elő. A reakció végtermékei: n-paraffinok, i-paraffinok, oxigéntartalmú vegyületek és víz. A cetánszám 80-100 közötti, a cseppfolyós szénhidrogén hozam 85 % fölötti. A kapott olaj motorikus tulajdonságai megfelelőek, így alkalmazható üzemanyagként. A kérdés ismét gazdasági, hiszen a reakcióhoz a növényi olaj mellett nagymennyiségű hidrogénre is szükség van, így az eljárás csak akkor alkalmazható, ha a hidrogén olcsón rendelkezésre áll.

Biodízel üzem

Ma már országszerte tombol a biodízel és bioetanol láz. Nincs olyan régió, ahol ne terveznének több megújuló energia előállításával kapcsolatos üzemet, főleg bioetanolt és biodízelt. Ezekkel kapcsolatosan mindenki azt reméli, hogy éppen a környékére tervezett üzem valósul meg biztosan.

A hétköznapi biodízel üzem fogalmát a tévedések elkerülése végett azonban célszerű lenne tisztázni. A biodízel-előállítás első lépése az olaj kiperéselése a magból. Erre a legalkalmasabb alapanyag a repce. Természetesen prés minden projektnek része, és néhány projekt itt meg is reked. Ezt a legolcsóbb kivitelezni, azonban a legnehezebb a termékeit a nyersolajat és a repcedarát értékesíteni. Ezen üzemek fajlagos termelési költsége magas, az alapanyag árának a legkitettebbek emiatt. Sok biodízelnak mondott és hitt üzem csupán csak olajpréselő üzem.

Az ennél összetettebb projektek már a présen kívül rendelkeznek olajfinomítóval, itt történik nyersolaj szűrése, előkészítése az észterezésre. Ezek már jóval költségesebbek és így magasabb feldolgozottságú olajat állítanak elő. A repcedara itt az előzővel azonos minőségű. Ezek az üzemek még nagyon nagy fajlagos költséggel dolgoznak, de sokkal jobban el tudják adni az olajat.

Az ennél még összetettebb projekt az, amikor már az észterező kapacitást is kiépítették. Ezek a legköltségesebb beruházások, azonban a végtermék alkalmas lesz közvetlenül a gázolajba keverésre és tiszta biodízelként történő értékesítésre. Ezek az üzemek lesznek a legrugalmasabbak a piacon és a legköltség-hatékonyabbak, különösen akkor, ha a beruházás megfelelően nagy kapacitással párosul.

A piacon tehát lesznek olajprés üzemek, finomító és észterező üzemek, biodízel üzemek, ahol préselés finomítás és észterezés is történik.

Ezen tervezett kapacitások repcével vagy nyersolajjal történő ellátásához a magyarországi repcetermelés többszörösére van szükség, emiatt a termelői és kereskedői piac szempontjából a legfontosabb kérdés, hogy a projektek milyen mértékben valósulnak meg. Természetesen a maximálisan elérhető alapanyag mennyiségénél nem csak a magyarországi termelést, hanem a lehetséges import nagyságát is figyelembe kell venni.

Biodízel üzem Hódmezővásárhelyen

Európában egyedülálló technológiát alkalmazó növényiolaj-prés és biodízel üzem épül Hódmezővásárhelyen. Az ausztrál tulajdonú beruházó cég 125 millió euróból (kb. 32 milliárd forint) építi fel az üzemet a város ipari parkjában.

Már aláírták az ausztrál háttérű Central Eu Biofuels Hungary Kft. és Hódmezővásárhely illetékesei a tervezett növényi-olajprés üzem, és biodízelolaj finomító építéséről szóló szerződést. A projekt teljes megvalósulása mintegy 3400 munkahely teremtését, illetve megőrzését teszi lehetővé az előállítással, feldolgozással, rakodással, szállítással és egyéb ehhez kapcsolatos feladatok nyomán. A gyár képes lesz feldolgozni az ún. puha (napraforgó, repce) és kemény (szója) magokat is.

A mintegy 400 ezer tonna növényi alapanyagból éves szinten közel 180 ezer tonna növényi nyersolaj és 220 ezer tonna présfogácsa kerül előállításra. A tervezett présüzem folyamatos működését 50 ezer tonnás telephelyi tárolókapacitás teszi lehetővé. Az

alapanyagot a hódmezővásárhelyi üzem 200 km-es körzetéből, így kisebb részben Szerbiából és Romániából szállítják be (közút és vasút egyaránt), majd a nyers növényi olajat kipréselik, a mellékterméket közvetlen értékesítik, illetve a biomassa hőerőműben égetik el Magyarországon.

A kezdeti időszakban osztrák és más európai biodízel finomítók részére értékesítik majd a növényi nyersolajat. A projekt második lépcsőjében megépül a hódmezővásárhelyi telephelyen egy 20 MW teljesítményű finomító, így a nyersolajat itt is fel tudják majd dolgozni biodízellé.

A beruházó jelzése szerint a présüzem viszonylagosan gyors megépítése és üzembe helyezése rendkívül fontos stratégiai cél, mivel jelenleg a nyugat-európai bioüzemanyag-gyártás nyersanyagpiaca beszűkült, az Európai Unión kívülről történő import lehetősége pedig korlátozott.

A tervek szerint a présüzem kivitelezése jövő októberre fejeződik be, teljes kapacitással várhatóan 2009. áprilisában működik majd az egység. A biodízel üzem teljes kapacitással 2010. márciusától működik majd.

6.4. Bioetanol üzem főbb jellemzői egy kiválasztott teljesítményre

Pénzügyi kalkulációk

A számításokat 2 technológiai változatra végeztük el: egy átlagos és egy helyi felhasználási igényre alapozott méretnagyságra.

A) 200.000 liter/nap kapacitású bioetanol üzem létesítésének gazdaságossági számításai

A számítások során felhasznált kiinduló adatok/eredmények:

- A bioetanol üzem becsült beruházási összköltsége: cca. 30.000.000 EUR (a szükséges berendezések listáját a 27. táblázat tartalmazza)

27. táblázat: Szükséges berendezések 99,8 %-os alkoholgyártáshoz

A Átvétel - Tisztítás - Tárolás	1.	Felöntő Garat
	2.	Mérleg
	3.	Permanens mágnes
	4.	Szállító csigák
	5.	Serleges felvonó
	6.	Kukorica siló
B Örlőberendezés	1.	Szalag mérleg
	2.	Kalapácsos daráló
	3.	Puffer tartály
	4.	Szállító csigák
C Elfolyósítás- Cukrosítás	1.	Szuszpenzió előkészítő tartály
	2.	Cavar szivattyú
	3.	Enzim adagoló egység
	4.	Vegyszer adagoló egység
	5.	Jet Cooker
	6.	Cső reaktor
	7.	Expanziós edény
	8.	Elfolyósító Reaktor
	9.	Csavar szivattyú
	10.	Hűtő berendezés
	11.	Cukrosító Reaktor
	12.	Keringető szivattyú
D Szűrés	1.	Dekanter
	2.	Cukros lé szivattyú
	3.	Örleményszállító szivattyú
	4.	Örleménymosó tartály
	5.	Szűrő prés
	6.	Szűrt lé szállító szivattyú
	7.	Örleménygyűjtő tartály
	8.	Nedves takarmány szivattyú
	9.	Puffer tartály a szűrleménynek
E Fermentáció	1.	Hűtő berendezés
	2.	Színtenyész fermentor
	3.	Élesztő szaporító fermentor
	4.	Alkohol fermentor
	5.	Puffer tartály
	6.	Segédanyag tartályok
	7.	Vegyszer tartályok
	8.	Levegő befűvő kompresszor
	9.	Keringető szivattyú
	10.	Élesztő adagoló szivattyú

- Alapanyagként használt kukorica felvásárlási ára: 71 ,00 EUR / tonna.
- Bioetanol eladási ára: 0,42 EUR / liter.
- Kozmaolaj eladási ára: 0,08 EUR / liter.

- DDGS takarmány eladási ára: 0,10 EUR / kg.
- CO₂ eladási ára (folyékony): 0,08 EUR / kg.
- A termelési költségek tervezése során 335 nap folyamatos üzemeltetéssel számoltunk.
- Számítások során használt referencia kamatláb mértéke: 8,59%
- A beruházás gazdaságossági számításai során adósságszolgálat nem került figyelembe vételre.

A számítás eredményei szerint a beruházás az adott 5 éves futamidőn belül 3,5 év alatt megtérül.

B) 10.000 liter/nap kapacitású bioetanol üzem létesítésének gazdaságossági számításai

Számítások során felhasznált kiinduló adatok/eredmények

- A bioetanol üzem becsült beruházási összköltsége: cca. 2.400.000 EUR.
- Alapanyagként használt kukorica ára: 71,00 EUR / tonna.
- Etanol eladási ára: 0,40 EUR / liter.
- Kozmaolaj eladási ára: 0,08 EUR / liter.
- Szeszmoslék eladási ára: 9,80 EUR / m³.
- A termelési költségek tervezése során 335 nap folyamatos üzemeltetéssel számoltunk.
- Az alapszámítások során használt referencia kamatláb mértéke: 8,59 %.
- A beruházás gazdaságossági számításai során adósságszolgálat nem került figyelembe vételre.

A beruházás az elvégzett számítások szerint az 5 éves futamidőn belül mintegy 4 év alatt megtérül.

A 2. sz. Mellékletben további üzemgazdaságossági számításokat mutatunk be, különböző változatokban.

6.5. Biogáz üzem főbb jellemzői 1 MW villamos teljesítmény esetében

A biogáz termelés alapanyagai

Biogáz minden a baktériumok által könnyen bontható szerves anyagból képződhet. A mezőgazdasági biogáz üzemekben többnyire a hígtrágyát és almos trágyát használják, mint alapanyagot (szubsztrátumot) – az újabb biogáz erőműtípusok már nem igénylik a hígtrágya felhasználását. A szarvasmarha hígtrágyája nagy pufferkapacitása miatt a biológiai folyamatokat optimális körülmények (pH) között tudja tartani. Ezért a németországi biogáz üzemek több mint 60%-a ezt a trágyaféleséget használja. Emellett természetesen más szerves anyagokat is felhasználhatunk biogáz termelésére, így a mezőgazdaságból és élelmiszeriparból származó melléktermékeket, valamint silókukoricát, gabonaféléket, stb. Lehetőség nyílik az ugaroltatott területeken energianövények termesztésére, amelyeket a biogáz üzem ugyancsak hasznosítani tud. Az élelmiszeriparból származó melléktermékek is feldolgozásra kerülhetnek (pl. vágóhídi hulladék, zsírleválasztó maradék, törköly, cukorrépaszelet, stb.). A területgondozásból származó zöld vágási hulladék, a válogatott kommunális hulladékok szerves része, az éttermi hulladék és a szennyvíziszap is alkalmas biogáz termelésre.

Szükséges a tisztítószer, fertőtlenítőszer és egyes gyógyszerek (főleg antibiotikumok) biogáz üzembe történő kerülését megakadályozni vagy legalábbis korlátozni, mert azok a lebontási folyamatokat zavarják. A túlzottan magas ammónium koncentrációt is meg kell előzni, mert az a metánképződést károsan befolyásolja. Ezért a baromfi és sertés trágyát csak hígítva szabad felhasználni. Ha a bejuttatott anyagok szárazanyag tartalma a 15-20%-ot meghaladja, szintén hígítani kell azokat, mert eredeti állapotukban nehezen szivattyúzhatók.

A biogáz termelés érzékeny mikrobiológiai folyamata csak akkor lesz biztonságos, ha rendszeresen, közel azonos minőségű táplálékot tudunk biztosítani a baktériumoknak, azonos arányban, nagy változtatások nélkül. A változó összetételű és arányú szubsztrátumok a biológiai folyamatokat felboríthatják. Ezért is alkalmaznak sok mezőgazdasági biogáz üzemben tartósított tömeg takarmányokat (szilázs).

Az egyes alapanyagok gázkihozatalát nagymértékben meghatározza a fehérje-, zsír- és szénhidrát tartalom. Általánosságban elmondható, hogy a magas zsírtartalmú alapanyagok igen nagy gázkihozattal rendelkeznek. Az előzőekben felsorolt beltartalmi értékeken

felül még fontos a szubsztrátum szárazanyag és szerves-anyag tartalmát ismerni. Általánosságban megállapítható, hogy minél nagyobb az adott anyag szárazanyag tartalma, annál nagyobb az 1 kg alapanyagból termelődő biogáz mennyisége is.

Biogáz termelésre alkalmas anyagok listája

Mezőgazdaságból származó anyagok:

trágya, kukorica-, fűszilázs, cukorcirok, csicsóka, zöld növényi hulladék, répafélék, burgonya, gabonafélék, ocsú, szalma, széna, kender, szudáni fű, kínai nád, káposztalevél.

Élelmiszeriparból származó melléktermékek:

cukorrépaszelet, tejsavó, sütési zsiradék, repcepogácsa, burgonyahéj, burgonya-feldolgozási maradék, napraforgó pogácsa, törköly (sör, szőlő, pálinka), konzervipari hulladékok, vágóhídi hulladékok, bendőtartalom, száraz kenyér, glicerin.

Egyéb anyagok:

depóniatelep, szennyvíziszap, állati tetemek, piaci szerves hulladékok, lejárt szavatosságú élelmiszerek, éttermi-, konyhai hulladékok.

A biogáz felhasználása

A víztelenített, kéntelenített biogáz a földgázhoz hasonlóan többféle módon is hasznosítható. Egy m³ biogáz (kb. 60% metán tartalom) energiatartalma 0,6 l fűtőolajával vagy 0,6 m³ földgázával egyenlő.

A modern blokkfűtőerőművekben a biogáz elégetésével elektromos áram és hő képződik. Az elektromos áramot a Villamos energia Törvény értelmében a hálózat üzemeltetője köteles átvenni, s a törvényben ill. miniszteri rendeletben meghatározott átvételi árat érte megfizetni. A keletkezett hő egy része a fermentorok fűtéséhez szükséges. Ez éves szinten a megtermelt hőmennyiség 20-30%-a. A megmaradó hőenergia felhasználható istállók, lakóépületek, kertészetek, szárítók fűtésére, nyáron az állattartó telepek hűtésére. Távhőfűtő-hálózaton keresztül az üzemtől távolabb fekvő épületek fűtése is megoldható. Élelmiszeripari üzemek melegvíz igényét is kielégítheti egy biogáz üzem.

A biogáz blokkfűtőerőműben történő elégetésére többféle motorfajta áll rendelkezésre, ezek között két igen elterjedt típus van forgalomban: dieselmotor olaj-befecskendezéssel és Otto gázmotor. A korszerű biogáz blokkfűtőerőművek elektromos oldali átalakítási hatásfoka 40% körül van.

A biogáz alaposabb tisztításával, a CO₂ eltávolításával kapott metándús gáz már alkalmas gépjárművek meghajtására is. Svédországban már nemcsak személyautók és buszok, hanem vonatok üzemeltetésére is használják a széndioxid mentes biogázt. Ugyanez a megtisztított gáz alkalmas a földgázhálózatba történő betáplálásra is, ami Németországban és Ausztriában jelenleg még kísérletei fázisban van. A biogáz mikrogázturbinákban és üzemanyagcellákban is felhasználható.

A kiválasztás kritériumai

A megfelelő alapanyag kiválasztásakor számos szempontot kell figyelembe venni, ezek a következők:

- az egységnyi térfogatban rendelkezésre álló energia mennyisége a lehető legnagyobb legyen,
- az 1 kg szerves szárazanyag-tartalom biogáz kihozatala nagy legyen,
- minél magasabb metántartalom a megtermelt biogázban,
- az alapanyag optimális C:N aránnyal rendelkezzen,
- a nyersanyag a területi klimatikus és egyéb adottságok mellett megtermelhető legyen,
- olcsó alapanyagár,
- a betakarítás jól gépesíthető legyen,
- az alapanyag-tárolás legyen könnyen megoldható és kis területet igényeljen,
- az alapanyag fermentorba történő bejuttatása gépesíthető legyen, amennyiben lehetséges a lehető legmagasabb fokon,
- a képződött lebontási maradék további kezelése a lehető legegyszerűbb legyen.

A felsorolt, sokszor egymásnak ellentmondó szempontok együttes, komplex mérlegelése alapján célszerű a biogáz üzem alapanyag ellátásáról dönteni. Nyilvánvaló,

hogyan a biogáz technológia alkalmazása nagyobb gazdaságossággal valósítható meg akkor, ha az alapanyagok térítésmentesen vagy alacsony költséggel állnak rendelkezésre.

A biogáz üzemben feldolgozható alapanyagokat a bekerülési költségek szempontjából négy csoportra bonthatjuk:

- vannak olyan, elsősorban állati eredetű, hulladék anyagok, amelyeknek tulajdonosa a megsemmisítésért jelentős összeget fizet a biogáz üzemnek. Ilyen anyagok az elhullott állatok, a vágóhídi hulladék, a szennyvíziszap, stb.;
- nagy mennyiségben képződnek olyan mezőgazdasági és élelmiszeripari hulladékok (pl. trágyák, krumplihéj, törköly, stb.), amelyeket térítésmentesen (vagy csak a szállítási költségért) bocsátanak a biogáz üzem rendelkezésére;
- óriási mennyiségekben keletkeznek magas víztartalmú szerves hulladék anyagok a cukorgyártás (cukorrépaszelet) és a szeszgyártás (szeszmoslék) során; ezeket hagyományosan takarmányként értékesítették és így piaci értéket képviseltek. Az állatállomány csökkenésével azonban a cukorrépaszelet és szeszmoslék takarmányként hasznosítása egyre nehezebb lesz és ezért ezek az anyagok biogáz üzemekbe kerülhetnek;
- energianövények.

A Szegeden tervezett biogáz erőművel kapcsolatban természetes adottságként kezelték, hogy szükség van mintegy évi 80.000 m³ sertés hígtrágya ártalmatlanítására, kezelésére. Ez a következőkből tevődik össze:

Pigmark Állattenyésztő és Kereskedelmi Kft. Szeged, Kültérület 2. alatti telephely

Szeged város lakott területétől alig több mint 1 km-re a Sándorfalvára vezető út mellett elhelyezkedő sertéstelep 1040 kocaférőhelyes, a rotációs termelést 3120 malac és 5768 hízó férőhely szolgálja. A telep jelenleg teljes hízóférőhely kihasználással működik.

Évi ~30.000 m³ hígtrágya keletkezik, ami 1:1,4 – 1:1,5 hígítású, vagyis a termelődött állati ürülék minden egységéhez 1,4-1,5 l mosóvizet adagolnak. Más csurgalék víz nem keletkezik, mert az itatók a vályúk fölé vannak elhelyezve. A napi ürülék mennyisége és a napi 6,5 m³ vízfelhasználás adja ki a hígtrágya keletkezés mennyiségét.

A telep hígtrágya tárolója beleesik a tervezett M 43-as út nyomvonalába, ez mindenképp szükségessé teszi másik terület kijelölését, illetve másik rendszer kialakítását.

Beneti Pig Kft. Szeged, Kettőshatár út 86. alatti telephely

A telep a már megépült M43-as út mellett található. A telepen 10.000 férőhelyes sertéshizlalda működik. A telepi állatlétszámot figyelembe véve mintegy 15.000 m³ ürülék keletkezik évente. Vízrel felhígítva jelenleg 22-25.000 m³ az évi hígtrágya mennyiség. Teljes telepi állatlétszám feltöltés esetén 35-40.000 m³ hígtrágya (ebben 22.000 m³ ürülék, 2-szeres hígítással) hígtrágya keletkezéssel lehet számolni.

Beneti Pig Kft. Szeged, Tápé széle 02047/1 hrsz. alatti telephely

A telep az M43-as tervezett Tisza-híd felé eső szakasza mellett található. A sertéstelepen tenyésztés folyik. Mintegy 1.000 átlagkoca létszám, illetve szaporulata kb. 32-35 kg-ig tartózkodik a telepen. A mintegy 6.400-6.500 db sertés ürüléke 12.000 m³ évente, a hígtrágya pedig 2-szeres hígítással 20-23.000 köbméter.

Az elvégzett vizsgálatok, számítások eredményeként megállapítható, hogy a kizárólag sertés hígtrágya feldolgozására szolgáló biogáz üzem magas fajlagos beruházási- és üzemköltségei miatt ilyen berendezés gazdaságosan nem valósítható meg. Másként fogalmazva: a 4% szárazanyag tartalmú sertés hígtrágya energiatermelő potenciálja olyan alacsony, hogy a biogáz üzem saját technológiai energia igényének fedezése után alig maradna fenn értékesíthető energia.

Ezen megfontolások alapján abban kellett keresni a megoldást, hogy a sertés hígtrágyával együtt energianövényeket dolgozzanak fel biogázzá.

A lágyszárú energetikai célú növénytermesztés eredményeképpen létrejövő alapanyagok esetén kétféle hasznosítási mód közül választhatunk. Az egyik változatban a zöld növényi masszát megfelelő szárazanyag tartalom mellett szilázs készítésére használjuk, azaz ekkor a teljes biomasszát a biogáz üzemben dolgozzuk fel. A másik utat követve a klasszikus növénytermesztés termékei, a gabonamagvak szolgálnak a fermentáció alapanyagául (generatív részek hasznosítása).

A kétfajta hasznosítási mód különböző betakarítási és tárolási technológiát igényel. A szilázskészítés technológiája jól gépesíthető, a betárolás teljes munkafolyamata gépekkel megoldható, a végeredményképpen kapott biogáz termelési alapanyag nagyon jó tárolhatósági tulajdonságokkal rendelkezik.

A jó tárolhatóság következtében az alapanyag közel azonos minőségben áll az év bármely szakaszában az üzemeltető rendelkezésére. Az alapanyagok biogáz üzembe történő bejuttatása szintén jól gépesíthető, azonban a rakodó gépek működtetéséhez emberi munkaerőre van szükség. A tárolási technológia már kiforrott, az állattartásból ismert silók teljes körűen használhatók a biogáz üzemekben is. A szilázsok legnagyobb problémája abban rejlik, hogy igen magas víztartalommal rendelkeznek, ez általában 65-70%-os nedvességtartalmat jelent. Ennek következtében igen nagy költséget jelent az energiatermelés szempontjából a ballasztnak számító víz szállítása és tárolása. A szilázskészítés ezért inkább a nagy szabad területtel rendelkező üzemeknek ajánlott.

A gabonamagvak betakarítása és tárolása kitűnően gépesített. A betakarítás és szállítás kivételével nem igényel élő munkaerőt. A biogáz üzem területén a tárolókból történő kivétel, a fermentorig történő eljuttatás teljesen automatizálható folyamat, mely emberi beavatkozást nem igényel (a szilázsokkal ellentétben). A gabonafélék betakarítása 15-20%-os nedvességtartalom mellett történik. A szállítás és tárolás során csak kevés vizet kell mozgatni. A gabonátárolóban a szemelek kívánatos nedvességtartalma 14%, így a szemes termények tárolásának területigénye lényegesen kisebb.

Előzetes gazdaságossági számítások azt mutatták, hogy szemes terményeket (takarmánykukorica, tritikálé, rozs, stb.) – a jelenlegi „zöldáram” árszabályzás mellett - nem célszerű a szegedi biogáz üzemben feldolgozni.

Energianövények célirányos termesztése

A villamos energia, hő és üzemanyag előállításban a biomassa az egyetlen olyan megújuló energiaforrás, mely az igények egyenetlen időbeli ingadozását jó tárolhatósága miatt megfelelő módon ki tudja elégíteni, felhasználhatósága nem függ az időjárási tényezőktől, mint például a vízi-, a nap- és a szélenergia esetén. A vidéki térségekben a rendelkezésre álló biomassa mennyisége rendkívül nagy: energianövények a szántóföldről, trágya, mezőgazdasági melléktermékek, stb. Az energetikai célú növénytermesztés a jövőben egyre nagyobb jelentőséggel fog rendelkezni a mezőgazdasági területeken. Egyre nagyobb földterület kerül ki az élelmiszer- vagy takarmánytermesztésből, azonban kiemelkedő termelési adottságaik következtében a magyarországi mezőgazdasági szántóterületek kiválóan alkalmasak az energianövények célirányos termesztésére.

A jelenlegi viszonyok között az energetikai célú lágyszárú növénytermesztés potenciálja átlagosan 50 t friss biomassa hektáronként (Az átlag természetesen nagy szórást takar: lehet 20 t/ha és 100 t/ha is). Az egyre szélesebb körben használatos energetikai növénytermesztéssel szembeni elvárásokat követve a nemesítők az egyre nagyobb zöld masszát felépítő fajták kikísérletezésére töreksenek. A céltudatos nemesítési munka eredményeként az 1 hektáron megtermő biomassa tömegét 2010-re már 100 t-ra valószínűsítik. A nemesítői munkán kívül a termesztéstechnológiák is folyamatos fejlődésben vannak. Ennek köszönhetően integrált (élelmiszer, takarmány és energetikai növénytermesztés) és specializált (csak energetikai növénytermesztés) növénytermesztési technológiák kerülnek kialakításra.

Az integrált növénytermesztési rendszerekben egymás mellett történik a humán táplálékok termesztése, az állati takarmányok megtermelése és az energetikai célú növénytermesztés. Ezekben az integrált rendszerekben az egységnyi területen megtermelt élelmiszer, takarmány és energetikai hasznosítású alapanyagok mennyisége igen nagy lehet. A következő lehetőségek állnak rendelkezésünkre, hogy az integrált rendszereket hasznosítsuk:

Az élelmiszer és nem élelmiszer termesztéstechnológiájának egymás utáni cseréje. Például, míg az egyik évben élelmiszerbúza termesztés folyik az adott területen, a következő évben energetikai célokra szolgáló növényeket termesztünk ugyan („Food-non-Food-Switch”).

Az adott növényfaj vegetatív és generatív részeinek kettős hasznosítása. Pl. a kukoricaszem keményítőt (bioalkoholt) állítanak elő, míg a vegetatív szár részeket pedig energetikai célokra hasznosítják, vagy a repcemagból/napraforgószemből először olajat nyernek, majd a repce/napraforgó pogácsát biogáz erőműben hasznosítják.

Kevert kultúrák alkalmazása: pl.: egyszerre vetnek napraforgót és kukoricát (vagy kukoricsot és kukoricát) az adott területre, és ezt a keveréket silózzák be.

Az integrált és specializált rendszerekben rejlő lehetőségek elemzésekor szembeötlik, hogy az energetikai célú, specializált területeken (évente két növénykultúra kerül betakarításra) egy igen magas hektáronkénti metántermelési potenciál valósul meg, mely elérheti a 6.500 m³ CH₄-t.

Az integrált rendszerekben ez a potenciál sokkal alacsonyabb, csak 3.500 m³, tekintettel arra, hogy az integrált rendszerek nem csak energetikai célú növényi anyagot, hanem élelmiszert és takarmányt is termelnek.

A biogáz üzemekben használható növényekkel szembeni legfontosabb elvárás a lehető legnagyobb zöld tömeg felépítésének képessége. A biogáz üzemekben a növény teljes föld feletti szár és termésrésze, valamint gumós növények esetén a termőföldben lévő rész is hasznosításra kerül. A biogáz termelés szempontjából a következő tényezőknek van jelentősége:

- biomassza termés mértéke hektáronként;
- a növény kor és érettségi fázisa;
- betakarítás időpontja;
- trágyázás;
- csapadék mennyisége;
- a betakarítás minősége, szecskaméret;
- tartósítás módja és minősége.

Az energianövények esetén az egyik legfontosabb követelmény a lehető legnagyobb biomassza tömegtermelés egységnyi földterületre számolva, erre vonatkozóan tartalmaz adatokat a 28. táblázat.

28. táblázat: Növények szárazanyag termelési hozama

Növény neve	Hozam t/ha TM (t/ha szárazanyag)
Búza	14-17
Rozs	16-17
Tritikálé	16-17
Zab	13,5-16
Repce	10-12
Árpa	12-14
Kukorica	14-35
Takarmányrépa	13-21
Napraforgó	20-24
Napraforgó (másodvetés)	8-12
Szudánifű (két kaszálás)	12-16
Csicsóka	30-40
Cukorcirok	12-16
Amaranthusz	13-18

A betakarítás minősége nagyon fontos, mert ettől függ, hogy milyen az alapanyag minősége, melyet tartósítanak, a későbbiekben pedig energia-termelésre hasznosítanak. A megfelelő tartósítási mód ugyanúgy, mint az állattartásban, meghatározza a feldolgozhatóságát az adott növénynek. Minél jobb az alapanyag minősége, annál jobb lesz a belőle nyert biogáz minősége és mennyisége. Biogáz termelés szempontjából a 20%-os szárazanyag tartalmú növény éretlen. 22%-os szárazanyag tartalomtól a növény metántermelő potenciálja egyre jobban növekszik (ca. 370 NI/kg szerves szárazanyag tartalom). 35%-os szárazanyag tartalomtól felfelé viszont a metánképzési potenciál csökkenő tendenciát mutat. 30%-os szárazanyag tartalomnál a kukorica silózhatósága már optimális. A fajlagos metánképzés optimuma 30 és 35%-os szárazanyag tartalom tartományban van. A kukorica a csőképzés kezdetén a legoptimálisabb a biogáz termelésre. Abban az esetben, ha a növényben a cső rész 55% feletti, már kevésbé alkalmas silózásra és biogáz termelésre. Alacsony szárazanyag tartalom esetén a kukorica silózáskor túlzott silólé képzésre hajlamos, a szagképzése erős és a silózási veszteségek nagyon jelentősek lehetnek.

A biogáz erőművekben a silókukorica mellett alapanyagként a cukorcirok is kitűnően alkalmazható. A növény apróra szecskázva, magas cukortartalma következtében kitűnően silózható és tárolható, kitűnő beltartalmi tulajdonságai miatt magas biogáz potenciállal rendelkezik.

Biogáz hozamok

Az egyes növényi alapanyagok tulajdonságait mutatja a 29. számú táblázat. A vizsgált növényi nyersanyagok egységnyi szerves szárazanyagra vetített biogáz termelő képessége közel azonos. Ezért inkább a térfogattömeget és az 1 tonna friss alapanyagból (FM) nyerhető biogáz mennyiségét érdemes összehasonlítani. Így azt kapjuk, hogy a gabona, nagy szárazanyag-tartalmának köszönhetően, az 1 tonna friss biomasszából nyerhető biogáz és energia mennyiségét tekintve sokkal nagyobb értéket ér el (444-462 m³ biogáz /t alapanyag), mint a szilázsok (113-141 m³ biogáz /t alapanyag). Az azonos térfogatból nagyobb biogáz mennyiséget produkáló gabonahasznosítást – gazdaságossági megfontolásokból mégsem javasolják a szegedi biogáz üzemben.

29. táblázat: Gabonafélékből és szilázsokból nyerhető biogáz mennyisége

Megnevezés	Száranyag-tartalom	Sűrűség	Biogáz hozam Nl/kg oTS	Biogáz hozam m ³ /t FM Alapanyag	Metántartalom
Rozs	86%	770	577	444	53%
Tritikálé	85%	770	587	452	52%
Búza	86%	770	600	462	52%
Kukorica (mag)	85%	770	596	459	53%
Kukorica (szilázs)	32%	650	174	113	52%
Fűszilázs	33%	650	217	141	55%
GPS	35%	650	177	115	53%

FM FrischMasse – friss biomassa

GPS GanzPflanzenSilage – egész növény szilázs (kalászosok esetén)

Nl NormLiter – normál liter

Nl/kg oTS NormLiter/kg organische TrockenMasse – normál liter/kg szerves szárazanyag

TM– Trocken Masse – száraz anyag

Forrás: KTBL 2005, Keymer LfL 2006

A technológia kialakításánál végül mellett döntöttek, hogy alapváltozatban vegyesen vetett és silózott siklókukorica-cukorcirok keveréket vesznek figyelembe. Ezt a takarmányfeleséget hagyományosan termesztik és használják a térségben, ezért úgy gondolják, hogy a termesztési szerződések létrehozása nem ütközik majd akadályokba. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a mezőgazdasági termelők és a biogáz üzem között csak akkor lehet mindkét fél számára előnyös együttműködést kialakítani, ha a termesztés (fajták kiválasztása, betakarítás időpontjának megválasztása, stb.) szorosan igazodik a biogáz technológia igényeihez.

Növényi alapanyagok tárolása

A silózás során egy vagy több nagy zöldtömeeggel rendelkező takarmánynövényt (silókukorica, cukorcirok) tartósítunk azért, hogy az év bármely napján közel azonos minőségű alapanyaggal tudjuk ellátni a biogáz üzemet. A biogáz üzemek működéséhez szükséges szilázs elkészítése nem különbözik az állatok takarmányozására szánt szilázs elkészítésétől. Az energianövények silózásakor is fontos szempont, hogy a lehető legjobb minőségű szilázst állítsuk elő. A rossz, penészes szilázs a biogáz erőműben sem használható jól, a baktériumok nem tudják azt megfelelő módon lebontani, ezért a biogáz

termelés csökken. A következőkben röviden három olyan technológiai módszert ismertetünk, melynek alkalmazásával a tömegtakarmány tartósítása megoldható.

A falközi silózás esetén szigetelt betonfalak közé hordják be a takarmánynövényt, majd ott tömörítik. A tömörítés után a növényi masszát fóliával fedik be, azért hogy a szilázs ne száradjon ki, ill. az érési folyamatoknak megfelelő körülmények biztosítva legyenek. A szilázs térfogattömege 650-700 kg/m³ körül alakul, így egy tonna szilázs tárolására mintegy 1,4 m³ térfogatra van szükség.

A térsilózási technológia ma még Németországban is újnak számít. Lényege, hogy a szilázs tömörítése nem falak között történik, hanem egy egyszerű, szigetelt szilárd burkolatú lapon. A csurgaléklé elvezetését itt is meg kell és meg lehet oldani. A térsilózás alkalmas nagy tömegű anyag tárolására, a siló magassága elérheti a 4-5 m-t is. Előnye ennek a technológiának, hogy az építési költség alacsony, hátránya, hogy a silózás munkaigényesebb. A szilázst a kiszáradástól fóliafedéssel, vagy valamilyen gabonafélével történő bevetéssel lehet megvédeni. A növényi takarás előnye, hogy így nem kell az egyszer használatos fóliáért fizetni, hanem a fedőanyagot is fel lehet használni a biogáz üzemben.

A fóliahurkás silózás technológiáját az Egyesült Államokban fejlesztették ki, a módszer lényege, hogy a silóanyagot egy speciális töltőgéppel kb. 6 méter átmérőjű műanyag csőbe töltik. A technológia előnye a garantált, egyenletes minőség és a csurgaléklé összegyűjtése, hátránya a nagyméretű fólia-felhasználás és a töltést végző célgép szükségessége.

A biogáz üzem méretezése

A biogáz üzem méretezése, alapanyagainak és technológiájának kialakítása során döntő súllyal estek latba az alábbi szempontok:

- sertés hígtrágya mennyisége és összetétele,
- a korábbi biogáz technológiai fejlesztés eredményeinek felhasználása,
- nagy kiterjedésű mezőgazdasági termőterületek viszonylagos közelsége,
- gazdaságos üzemméret elérésének célja,
- prototípusként szolgáló biogáz üzem megvalósításának igénye.

A fenti adottságok figyelembe vételével figyelmen kívül kell hagynunk azokat a szubsztrátumokat, amelyeknek beszállítása és tárolása az erőmű területén nem volna lehetséges vagy célszerű, így

- nem számolhatunk további állattartó telepek trágyájával,
- különleges kezelést igénylő állati hulladékok (állati tetemek, zsiradékok, vágóhídi hulladék, stb.) ill. szennyvíziszap feldolgozásával.

Változatok

A számbavehető alapanyagok elemzése során arra a következtetésre jutottak, hogy három, egymástól eltérő, alapváltozatot kell részletesen megvizsgálni:

A) évi 80.000 tonna sertés hígtrágya feldolgozása olyan mennyiségű energianövénnel keverve, hogy az alapanyag átlagos szárazanyag tartalma ne haladja meg a 12%-ot, illetve

B) évi 80.000 tonna sertés hígtrágya feldolgozása olyan mennyiségű energianövénnel keverve, hogy az alapanyag átlagos szárazanyag tartalma ne haladja meg a 19%-ot, illetve

B/2 évi 80.000 tonna sertés hígtrágya kezelése egy szomszédos bioetanol üzemben keletkező maradék anyagok (présmaradék, szeszmoslék, stb.) feldolgozásával közösen.

Az alapváltozatok közősek abban, hogy a termofil üzemhőmérsékletű technológia mindhárom esetben magában foglalja a Szegedi Tudományegyetem mikrobiológiai innovációjának felhasználását. A bioreaktorokban termelt metán/ széndioxid gázkeverék (biológiai kéntelenítést és vízleválasztást követően) mindhárom változatban helyszíni kapcsolt villamos energia és hőenergia termelés (u.n. kogeneráció) fűtőanyagaként szolgál.

Az A) alapváltozatban a biogáz üzem maximális teljesítményét behatárolja a technológia 12% szárazanyag tartalomra vonatkozó korlátja, ezért ebben a változatban az üzem méretét 2,5 MW villamos energia termelési értékben határozták meg.

A B) és B/2) alapváltozatokra olyan technológiai megoldást kerestek és választottak ki, amely rugalmasan alkalmazkodni képes az alapanyagok összetételének jövőbeni változásaihoz, azaz képes befogadni présmaradékot, szeszmoslékot és egyéb növényi

eredetű hulladék anyagokat is, valamint lehetővé teszi a legmagasabb hatékonyság elérését. A B) és B/2) alapváltozatok részletes elemzése alapján a biogáz üzem méretét 5,0 MW villamos energia termelési teljesítményben állapították meg. A B/2 alapváltozat+ földgáz erőmű változatnál a biogáz üzem méretét még 5,0 MW villamos energia termelési teljesítménnyel növelték meg.

Bioetanol gyártás kapcsolt biogáz termeléssel

Az Európai Parlament és a Tanács 2003/30/EK irányelve (2003. május 8.) a közlekedési ágazatban a bio-üzemanyagok, illetve más megújuló üzemanyagok használatának előmozdításáról c. irányelvének értelmében a felhasznált üzemanyag mennyiségében a megújuló forrásokból származó résznek 2010. december 31-ig el kell érnie az 5,75%-ot. A rendelkezés teljesítésének érdekében Európa szerte egyre több beruházás valósul meg, ahol biodízel és bioetanol állítanak majd elő. Egyes országok kevésbé jó természeti adottságokkal rendelkeznek ahhoz, hogy ezeket a részarányokat teljesíteni tudják saját mezőgazdasági termelésből. Ezért a jelentős mezőgazdasági potenciállal rendelkező országok (mint Magyarország) komoly szerephez juthatnak a motorhajtó anyag termelésben mezőgazdasági alapanyagokból. Magyarországon a termesztési hagyományok és a klimatikus adottságok következtében igen nagy a búza és kukoricatermelés aránya a mezőgazdaságban. Az Unió csatlakozás után a teljes EU-s intervenciós gabonakészletek jelentős részét Magyarországon termelik, a magyar intervenciós raktárakban elhelyezett gabona mennyisége 8 millió tonna nagyságrendű. Az Unió intervenciós vásárlási felajánlások mintegy felét Magyarország adta. Ebből arra következtethetünk, hogy a bioetanol termeléshez megfelelő mennyiségű alapanyag áll jelenleg rendelkezésre.

A bioetanol előállításához magas keményítőtartalmú alapanyagokat kell felhasználni, de ügyelni kell a proteintartalom csökkentésére is, mert az 1%-os fehérjenövekedés a magban 5 liter bioetanol veszteséget jelent 1 tonna szemtermésből (Rosenberger, 2004.).

Ezen kritérium alapján a kukorica jobb alapanyagként bizonyul, mint a búza. Az egyes növényekből nyerhető bioetanol mennyiségét a 30. táblázat tartalmazza. Ezek az értékek szoros összefüggésben állnak az alapanyag keményítőtartalmával. Így amennyiben magasabb a mag keményítőtartalma, a keletkező bioetanol mennyisége is nagyobb.

30. táblázat: Az egyes kultúrnövényekből nyerhető bioetanol mennyisége

Megnevezés	Hozam (t/ha)	Üzemanyag (l/ha)	Szükséges biomassza etanolgyártáshoz (kg/l)
Kukorica	9,2	3.520	2,6
Búza	7,2	2.760	2,6
Rosz	4,9	2.030	2,2
Tritikálé	5,6	2.230	2,5
Burgonya	43,0	3.550	12,4
Csicsóka	48,0	4.200	11,9
Cukorrépa	61,7	6.620	9,3

Forrás: Schmitz, 2003

A bioetanol gyártás folyamata során technológiától függetlenül, mindig egy folyékony halmazállapotú, 7-16 % szárazanyag tartalmú szeszmoslék keletkezik. Ez egy olyan melléktermék, melynek kezelése, ill. további felhasználása a legnagyobb problémát jelenti a bioetanol gyártójának. Általánosságban elmondható, hogy minden egyes megtermelt liter bioetannal együtt 10-15 l szeszmoslék is keletkezik 6 %-os szárazanyag tartalommal (Gangl 2004.).

Egy konkrét bioetanol üzemben a szeszmoslék volumenét annak szárazanyag-tartalma határozza meg. A szeszmoslék további felhasználására többféle lehetőség adódik:

- takarmány komponens,
- elégetés szárítás után,
- alapanyag biogáz termeléshez.

Takarmány komponens előállítása a szeszmoslékből igen jelentős energiafelhasználással jár, ebben a változatban a bioetanol üzem még nagyobb energiafogyasztóvá válik. Ez a megoldás ugyan alacsonyabb beruházási költségekkel jár, mint a szeszmoslék biogáz üzemi feldolgozása, azonban ennek célszerűsége a növekvő energiaárak mellett – a takarmánypiac felvevő képességének korlátozottságát is figyelembe véve –kérdéses. (Az így előállított terméket DDGS-nek hívják, mely a Distillers Dried Grains and Solubles rövidítésből származik. A kapott takarmány jól raktározható és magas fehérjetartalommal rendelkezik, valamint sertéssel és kérődzőkkel is etethető).

Abban az esetben, ha a szeszmoslékot besűrítése után energiatermelésre hasznosítjuk, mely annak elégetését jelenti, kezdeti magas beruházási költségekkel kell számolnunk. Ezen felül a megfelelő minimális szárazanyag tartalom elérése is energiafelhasználással

jár. Ez a technológia egyelőre csak mint elméleti lehetőség merül fel, tényleges megvalósulására még nem volt példa.

A keletkező szeszmoslék felhasználásának legjobb módja a hasznosítás biogáz üzem alapanyagaként. Bioetanol üzemek létesítésekor számos érv szól amellett, hogy egy biogáz gyártással kombinált termelési folyamatot hozzanak létre:

megoldódik a nagy mennyiségű szeszmoslék helyi kezelése,

a bioetanol üzem folyamatos fogyasztóként hasznosítja a biogáz üzemben termelt biogáz üzem blokkfűtőerőművében kapcsoltan termelt hőenergiát,

a szeszmoslékban található ásványi anyagok a biogáz üzem lebontási maradékával visszakerülnek a termőföldekre talajerő utánpótlásként.

Megvizsgálták azt, hogy az általuk javasolt 5,0 MW villamos oldali teljesítményű biogáz üzemhez miként illeszthető egy bioetanol üzem. A bioetanol üzem méretezésénél a következő szempontokat vették figyelembe:

- a biogáz üzem legyen képes a bioetanol gyártás során keletkező teljes szeszmoslék mennyiség átvételére,
- a bioetanol üzem mérete érje el a gazdaságossági kritériumok alapján minimumnak tekintett évi 10 millió liter termelési szintet,
- a biogáz üzem fedezni tudja a bioetanol üzem hőenergia igényét.

A fenti szempontok alapján végzett számítások eredményei azt a következtetést hozták, hogy az 5,0 MW-os biogáz erőműhöz egy évi 10 millió litert termelő bioetanol üzem csatlakoztatható. Ennél nagyobb méretű bioetanol üzemhez már külső hőenergia forrásra lenne szükség.

A bioetanol üzem esetében abból indultak ki, hogy annak alapanyagként részben kukorica (50%), részben csicsóka (50%) szolgálhatna. A kétféle növényi alapanyag feldolgozásának technológiájában erjesztésre előkészítés fázisában lényeges különbség van, ezért az alapanyagok előkészítésére két külön rendszert kell kialakítani. Az erjesztés és az azt követő tisztítás, desztilláció során a két anyagáramot már egyesíteni lehet.

A kettős növényi alapanyag ellátás mellett szóló érvek az alábbiak:

- a csicsóka megtermelhető a gyenge adottságú földeken is, azonban nem áll egész éven keresztül folyamatosan rendelkezésre, viszont a csicsóka gomó présmaradéka kitűnően hasznosítható a biogáz üzemben,

- a kukorica igényesebb, termesztése drágább, szára a biogáz üzemben nem hasznosítható, azonban egész évben rendelkezésre áll.

Úgy vélik, hogy a két növény előnyei és hátrányai jól kiegészítik ill. kompenzálják egymást, ezért az alábbiakban bemutatott számításokban 50%-ban kukorica és 50%-ban csicsóka gumó bioetanol alapanyagból indultak ki. Az így méretezett bioetanol üzem legfontosabb adatait a 31. táblázat tartalmazza:

31. táblázat: Bioetanol üzem alapadatai

<u>Bioetanol üzem:</u>		
-		
Kukorica mennyiség	tonna/év	13.000,00
Csicsókagumó mennyiség	tonna/év	55.600,00
Csicsókasűrítmény mennyiség	tonna/év	10.000,00
Bioetanol mennyiség	m3/év	10.000,00
	tonna/év	7.890,00
Fajlagos beruházási költség	EUR/to etanol	1.000,00
Becsült beruházási költség*	ezer EUR	7.890,00
Bioetanol üzem árbevétele	ezer EUR/év	5.000,00
Bioetanol üzem költségei	ezer EUR/év	4.871,25
<i>Ebből:</i>		
- alapanyag	ezer EUR/év	2.430,00
- amortizáció	ezer EUR/év	986,25
- energia	ezer EUR/év	955,00
- üzemeltetés	ezer EUR/év	500,00
Energiafelhasználás		
- villamos energia	MWh/év	3.100,00
- hőenergia	MWh/év	26.000,00
Szeszmoslék mennyiség		
- 10% szárazanyag tart.	m3/év	78.000,00
- 12% szárazanyag tart.	m3/év	65.000,00
Csicsóka présmaradék biogázra	tonna/év	45.600,00

A biogáz erőmű adatait (B/2 változat), illetve a biogáz-bioetanol komplexum gazdaságossági adatait a 32. és 33. táblázatok foglalják össze.

32. táblázat: A B/2 változat biogáz üzem alapadatai

<u>Biogáz erőmű:</u>		
<u>Alapanyagok:</u>		
- Sertés hígtrágya (4% sz.a.)	tonna/év	80.000,00
- Silókukorica/cukorcirok (32% sz.a.)	tonna/év	51.000,00
- Szeszmoslék (10% sz.a.)	tonna/év	78.000,00
- Csicsóka présmaradék (30% sz.a.)	tonna/év	45.600,00
Biogáz fermentor térfogat	m3	14.400,00
Blokkfűtőerőmű kapacitása	kW (el)	4.856,00
Biogáz mennyiség	ezer m3/év	17.800,00
Biogáz fűtőértéke	MWh/év	93.100,00
Nettó villamos energia termelés	MWh/év	33.070,00
Villamos energia bioetanolra	MWh/év	3.100,00
Villamos energia eladás hálózatra	MWh/év	29.970,00
Nettó hőenergia termelés	MWh/év	26.840,00
Hőenergia értékesítés bioetanolra	MWh/év	26.000,00
Becsült beruházási költség*	ezer EUR	11.737,00
Folyékony fermentációs maradék	m3/év	88.000,00
Szilárd fermentációs maradék	m3/év	86.000,00
	to/év	51.500,00
	ezer	
Biogáz üzem árbevétel	EUR/év	3.652,30
	ezer	
Biogáz üzem költségei**	EUR/év	2.996,33

33. táblázat: Biogáz - bioetanol komplexum gazdaságossága

<u>Bioetanol-biogáz komplexum:</u>		
Becsült beruházási költség	ezer EUR	19.627,00
	ezer	
Árbevétel	EUR/év	8.652,30
	ezer	
Költségek***	EUR/év	7.867,58

Megjegyzések:

- * - ÁFA, telek, folyékony maradék tároló és tisztító nélkül,
külső kukorica tárolást feltételezve
- ** - folyékony maradék tisztítás nélkül
- *** - amortizációval, de hitelköltségek nélkül

Árak:

villamos energia	0,090	EUR/kWh el
hőenergia	0,026	EUR/kWh th
bioetanol	0,500	EUR/lit
kukorica	80,000	EUR/tonna
csicsókagumó	25,000	EUR/tonna
silókukorica/cukorcirok	12,000	EUR/tonna

6.6. Szilárd biomassza tüzelésére alkalmas kis- és középüzemek, illetve közösségi szintű hőenergia előállító üzemek

A biomassza energetikai felhasználásának jelenleg legelterjedtebb módszere annak eltüzelése. A gazdálkodók részére a biomassza tüzelés több irányú lehetőséget jelenthet, egyrészt alternatív, a termőhelyi adottságokhoz jobban alkalmazkodó kultúrák termesztésére nyílik lehetőség, illetve a melléktermékek (pl. szalma, szár stb.) és hulladékok (pl. venyige, nyesedék stb.) értékesítésére, másrészt biomassza kazánok üzembe állításával a saját energiaköltségek csökkenthetőek, függetlenebbé válhat a gazdálkodó a külső energiaáraktól (pl. gázár). A vidéki térségek részére a biomassza tüzelés hasonló előnyökkel jár, egy adott falu, kistelepülés saját energiaellátását biztosíthatja, illetve összességében hozzájárul az országos célok teljesítéséhez.

Tüzeléstechnikai alpanyagként elméletileg szinte bármilyen légszáraz (max. 20-25 %-os nedvességtartalmú) biomassza felhasználható, a leggyakrabban elterjedt formái:

- erdészeti, faipari fő- és melléktermékek, hulladékok;
- erdészeti termékekből előállított tűzifa;
- csökkent értékű, sérült faanyagból előállított faapríték;
- vágástéri apadékból előállított faapríték;
- faipari melléktermék, hulladék (pl. forgács);
- fás szárú energiaültetvény;
- lágy szárú (szántóföldi) energianövény;
- szántóföldi melléktermékek;
- kertészeti hulladékok (venyige, nyesedék stb.);
- egyéb melléktermék, hulladék (pl. kukoricacsutka, olajmag-préselvény stb.).

A biomassza tüzelése, tárolása és manipulálása történhet közvetlen formában (pl. faapríték), vagy mechanikai átalakítást követően. A mechanikai átalakítás leggyakoribb formája a pellett, brikett készítése, amely során a könnyebb kezelhetőség és szállítás céljából a biomasszát háromirányú présekkel összepréselik.

A tüzeléstechnikai felhasználás célja alapján lehet a kisebb, egyedi fogyasztók hő-ellátása (fűtés), több fogyasztó hő-ellátása (távfűtés), ipari cél, vagy technológiai gőz

előállítás, illetve nagyobb erőművekben történő kombinált hő- és villamos energia előállítás. A biomasszából történő villamos energia ellátás pótolhatatlan szerepet tölt be a hazánkkal szemben fennálló EU kötelezettségek (2001/77/EK irányelv) teljesítésében. Az elmúlt években a zöldáram kötelező átvétele eredményeképpen nagyon fontos előrelépések történtek ezen kötelezettség teljesítésében, számos erőmű váltott ki fosszilis tüzelőanyagot biomasszára. A legnagyobb villamos erőművekről a Biomassza Erőművek Egyesülésének (www.biomasszaeromuvek.hu) oldalain lehet találni bővebb információkat.

A nagyobb erőművek jelenleg elsősorban faaprítéket használnak fel, amelyet döntően a környező erdőgazdaságok biztosítanak, vágástéri apadékból, vagy sérült, bútorigari célra nem használható (csökkent minőségű, selejt) faanyagból. Fontos hangsúlyozni, hogy függetlenül a felhasználási céltól (bútorigar, energetika stb.) fakitermelést kizárólag a hatályban lévő jogszabályok betartásával lehet végezni, ügyelve a fenntartható erdőgazdálkodás kritériumaira.

Kisüzemek

Kandalló

Fűtési teljesítmény: 8kW

Pelletkályha - A pellet tüzelésű kandalló egyedi fűtésre, vagy központi fűtés részeként, radiátorok fűtésére is használható.

Biomassza kazán – Mező- és erdőgazdasági hulladékkal fűthető melegvizes kazánok, családi házak, gazdasági épületek, fóliasátrak melegvízzel történő fűtésére.

Pellet kazán mikroprocesszoros vezérléssel

2 - 29 kW teljesítmény. Fűtőanyagok: pellet, hasábfa, hulladékfa, biobrikett.

A mikroprocesszoros vezérléssel rendelkező faelgázosító kazánok az ökológiai és gazdaságossági szempontokat figyelembe véve igen jelentős helyet foglalnak el a korszerű fűtéstехnikai megoldások között. A mikroprocesszoros vezérlésnek köszönhetően a faelgázosító kazán működtetése amellett, hogy rendkívül gazdaságos, kényelmi szempontból is óriási előrelépést jelent a hagyományos vegyestüzelésű kazánokkal szemben.

Égetési elv

A kazánok nagymértékben különböznek az átlagos szilárd tüzelésű kazánoktól. Az égési folyamat az úgynevezett elgázosítás elvén működik. Az elgázosítási eljárás a szerves és szervetlen anyagok zárt kamrában történő hőbomlásán alapul, amely a befűvőventilátor által létrehozott elsődleges levegő kismértékű túlnyomásánál megy végbe. Az elgázosítás a hőálló betonfűvőka felett, a kazán tüzelőanyag terében történik. Az első fázisban a tüzelőanyag szárítása és a nedvesség kivonása történik. A keletkező gázok összekeverednek az előfűtött szekunder levegővel és ezek alkotják az égési gázok elegyét a második fázisban. A gázok elégetése a kazán égésterében megy végbe és a harmadik fázisban az égéstermék a hőcserélő csövön keresztül távozik a kéménybe.

Kazánok közösségi léptékű rendszerekhez

- Bioláng AT előtétűtüzelő berendezések
- Faapríték, fűrészpor, forgács elégetésére szolgáló berendezés.

Alkalmazási terület:

- mezőgazdasági kis és nagyüzemek,
- állattartó telepi épületek
- szociális épületek
- fűtése, melegvíz-ellátása,
- műhelycsarnokok,
- növényházak,
- fóliasátrak, stb. hőigényének biztosítása.

A tüzelőberendezés alkalmas apríték, fűrészpor, forgács kiváló hatásfokú, az Európai normatíváknak is megfelelő elégetésére. A berendezés csatlakoztatható melegvízkazánhoz, gőzkazánhoz, termogenerátorhoz és egyéb hőhasznosítókhoz. A tüzelőberendezés felügyelet mellett automatikusan üzemel.

Műszaki paraméterek:

Az égőtér a hőhasznosítóval a lángcső köti össze. A füstgáz által magával ragadott pernye leválasztását külön telepített pernyeleválasztó multiciklon végzi. Az égőtér többretegű tűzálló falazattal és speciális hőálló acél síkrostéllyal készül. Az égéshez szükséges levegő a tűzálló falazat mögötti légkamrában előmelegedve több csatornán keresztül jut be a tűztérbe. A tüzelőanyag az adagoló csiga segítségével a tűzálló falazatban kialakított nyíláson keresztül jut a rostélyra. Egyes típusoknál az égőtér fedelén kiképzett ajtón keresztül bejuttatott nagyobb darabos hulladékok (hasábfá, kukoricacsutka, hasított tuskó stb.) is elégethetőek. A tüzelőanyag tárolótartálya az égőtér előtt, lábakon áll. Az adagolócsiga házán visszaégést gátló tűzbiztonsági szelep helyezkedik el, mely flexibilis csővel csatlakozik a tüzelőanyag tároló oldalán elhelyezett víztartályhoz vagy a vízhálózathoz.

A tüzelőanyag tartály a kialakítás szerint lehet tolóléces vagy bolygatókerekű. A vezérlőszekrény automatikája a mindenkori hőigénynek megfelelően szabályozza a tüzelőanyag adagolást, a levegőellátó és füstgázelszívó ventilátorok működését, figyelembe véve a biztonsági szempontokat (hőmérséklet, nyomás, tűzbiztonság, stb.)

A növényházak fűtőberendezései között a hőhordozó közeg alapján csoportosítva megkülönböztetünk víz-, gőz-, lég- és villamos fűtést. A legelterjedtebb fűtési mód a vízfűtés, amely tovább bontható melegvíz- és forróvízfűtésre.

A kazánokat a bennük elégetett tüzelőanyag szerint csoportosítjuk. Eszerint vannak szén-, koks-, olaj- és gáztüzelésű kazánok.

A szilárd tüzelésű kazánok fő szerkezeti elemei a következők:

töltőakna – a kazánnak az a része, amelyen keresztül a tüzelőanyag a rostélyra jut; bizonyos mennyiségű tüzelőanyagot tud tárolni és ezáltal biztosítja az égés folyamatosságát;

széntér – a kazán azon belső része, amelyet a tüzelőanyag tölt ki;

rostély – a tüzelőanyag alátámasztására szolgáló elem;

tűztér – a kazánnak az a belső része, ahol a tüzelőanyag elég;

hamutér – a rostély alatt elhelyezkedő üreg, ahol a hamu és salak összegyűlik;

füstjárat – a kazánon belül lévő csatorna, amelyen a füstgázok a tűztérből a kazánon kívül épített füstcsatornába jutnak; vízszintes vagy függőleges elrendezésűek lehetnek;

víztér – a kazánnak vízzel kitöltött térfogata;

gőztér – a kazán belsejének az a része, amelyet a gőz tölt ki. (A víz- és gőztér együttes térfogata adja a kazán belső térfogatát.)

Az olaj- és gáztüzelésű kazánok szerkezeti felépítése annyiban tér el a szilárd tüzelésű kazánoktól, hogy a töltőakna, a széntér, rostély és hamutér elmarad, és olajégővel vagy gázégővel vannak felszerelve.

A kazánok készülhetnek öntöttvasból vagy acéllemezről. Öntöttvas kazánokat csak melegvíz és kisnyomású gőz előállítására alkalmaznak. A nagyobb kazánok acélból készülnek, fűtőfelületük jobban terhelhető és nagyobb nyomásra, hőmérsékletre vehetők igénybe. Élettartamukat a füstgázok okozta kénkorrózió hátrányosan befolyásolja. Növényháztelepek fűtésére gyakran alkalmazzák az öntöttvas tagos kazánokat. Alkalmazásukat az indokolja, hogy beruházási költségük fajlagosan kicsi, fűtőfelületük – bizonyos határok között – tetszés szerint változtatható, kezelésük könnyű, nem igényel nagy szakismeretet, nem kell azokat befalazni, kis kéménymagassággal is üzemeltethetők, valamint kazánrepedés esetén egyes tagjai gyorsan cserélhetők, javításuk egyszerű.

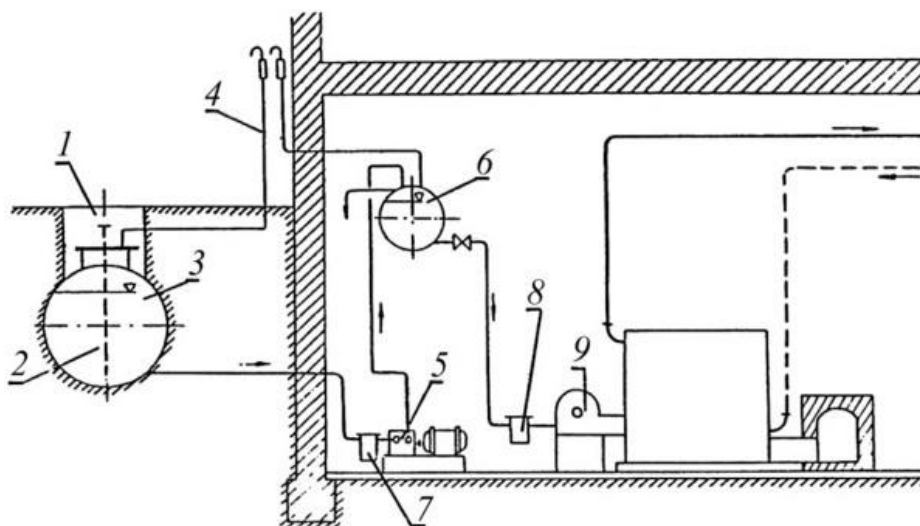
Az olajtüzelésű kazánok folyékony tüzelőanyagú kazánok, amelyek ventilátoros olajégőkkel működnek. Az olajtüzelés előnyeit az alábbiakban foglalhatjuk össze: nagyobb fűtőérték (kb. 11 000 Wh/kg), nagyobb tűztér-hőmérséklet, füstmentes tüzelés, hamutartalom gyakorlatilag nincs, jó hatásfok, kis szállítási költség, rövid felfűtési idő, jól szabályozható tüzelés, kis kiszolgálási igény. Az olajtüzelésnek hátránya azonban a nagyobb beruházási költség, és a tűztér samottbélést igényel, amit időnként fel kell újítani. Az olajkazánokba a tüzelőanyagot olajégőkkel juttatjuk be. Feladatuk, hogy a tüzelőanyagot úgy készítsék elő, hogy az az égéshez szükséges levegővel megfelelően tudjon elkeveredni és így a minél tökéletesebb égést biztosítsák.

Működési elvük szerint lehetnek elpárologtató és porlasztó rendszerű égők. Az elpárologtató rendszerű égőket alacsony lobbanáspontú olajokkal üzemeltetik és ezért inkább kis berendezésekben, kályhákban alkalmazzák. Azokat az olajégőket, amelyek a tüzelőolajat apró cseppekre bontják és levegővel keverve juttatják be az égőtérbe,

porlasztó rendszerű égőknek nevezzük. Ezeken belül vannak aszerint, hogy milyen módon állítják elő a cseppeket, olajnyomásos, levegőporlasztásos és forgóserleges égők. Az olajnyomásos porlasztók a cseppeket kizárólag az olajszivattyú nyomása által állítják elő. Az olajnyomás általában 0,7–2 MPa. A levegőporlasztásos égőket az jellemzi, hogy a szivattyú által szállított olajat egy keverőcsőben a nagy sebességgel áramló primer levegő elporlasztja, majd egy az égéshez szükséges másodlagos légáramot egy külön ventilátor biztosítja a keverőcsövön kívül. A forgóserleges olajégők működési elve a centrifugális erő porlasztó hatásán alapszik. Az olajszivattyú állandó nyomáson szállítja az olajat egy üreges tengelyhez. Az olaj a kb. 3000 ford/min fordulatszámú kúpos serleg belső felületére kerül, ahol olajfilm képződik. A porlasztás a nagy kerületi sebesség és a kúpos kialakítás következménye, de segíti a cseppképződést a tengelyre ékelt ventilátor által keltett 300–500 mm.v.o. nyomású levegő is. Ez a másodlagos levegő az égőn körbefutó koszorúból lép ki és áramlik a tűztérbe. Ezt a típusú égőt a nagyobb viszkozitású olajok 6–10 °E (Engler-fok) eltüzelésére alkalmazzák. Az olajégők kiválasztásához ismerni kell a tüzelőolaj viszkozitását és fűtőértékét, valamint figyelembe kell venni a kazánberendezés hatásfokát.

A 105. ábrán egy növényháztelep tüzelőolajjal üzemelő melegvíz-fűtőberendezés elvi működési ábrája látható.

105. ábra: melegvíz-fűtőberendezés elvi működési ábrája



Az olaj a töltőcsonkon (1) és a tartály aljáig futó töltőcsövön (2) keresztül jut a tartályba (3), amely el van látva szintmutatóval és szellőzőcsővel. A szellőzőcső (4) a kazánház melletti falon van kivezetve. A tárolótartályból olajszivattyú (5) emeli az olajat a

kazánházban lévő napi tartályba (6), amelyben az egy napra szükséges olajmennyiséget tárolják. A szivattyú általában ráfolyással üzemelő fogaskerék-szivattyú, amely elé olajsűrőt (7) építenek. A napi tartályból gravitációval folyik az olaj az égőhöz (8), amely elé szintén sűrőt szerelnek (9). Ennek a szűrőnek a feladata, hogy védje az olajégőt az eldugulástól.

Falufűtőmű

A helyszín egy nyugati határon elhelyezkedő kis falucska: Pornóapáti. Sok próbálkozás után Magyarországon elsőként itt valósult meg egy biomassza tüzelésű falufűtőmű, 2005 őszén. Az alapvetően osztrák minta alapján létrehozott fűtőmű a falu fűtését és használati melegvíz ellátását képes teljesen biztosítani, vagyis a falu ezen energiákat saját területéből képes előállítani. Ez egy igen határozott és reménykeltő lépés a fenntarthatóság felé hazánkban.

A fűtőmű a falu súlypontjában helyezkedik el egy, az önkormányzat tulajdonában lévő beépítetlen telken. Az épület két nagyobb helyiségből áll. Az egyikben két darab egyenként 600 kW-os kazán van, amelyek egymásnak tartalékai. A kazánok max. 95 °C-os vizet képesek előállítani. A kazánokhoz tartozik még egy 10 m³-es hőtároló puffer tartály is. A másik helyiségben a faaprítékot tárolják, összesen 400 + 120 m³ befogadóképességgel. Ugyanitt található a kazánetető kereszt szállító, amely hidraulikus mozgatású, és a tüzelőanyagot a tüzelőberendezésbe tolja.

A tüzelőanyag csak bio faapríték és fűrészpor lehet, amely nem tartalmazhat vegyszereket. A melegvíz hőszigetelt távhővezetékeken keresztül jut el lakásokba és intézményekbe. A gerinchálózat hossza 2.400 m, a bekötővezetékek hossza 1.500 m. A keringetett vízmennyiség 32,5 m³/h. A fogyasztók csatlakoztatásánál egy csatlakozó szekrény került beépítésre, amely egyebek mellett tartalmazza a hőcserélőt és a hmv kör keringető szivattyúját. A rendszer alapvetően egy nyári 2 hetes karbantartási időszakot leszámítva egész évben üzemel, nyáron csak használati melegvizet szolgáltat. A rendszer teljesen automatikus üzemű, távfelügyelt. A faapríték a szomszédos fafeldolgozó üzemből, a közeli erdők ipari célokra alkalmatlan faanyagából származhat, és elegendő mennyiségben áll rendelkezésre.

A kiépített rendszer főbb adatai:

- Az összes hőteljesítmény igény: 1150 kW,
- A tervezett tüzelőanyag felhasználás: 1220 t/év
- A tervezett éves hőleadás: 8215 GJ

A faluban jelenleg 86 háztartás és 11 közület igényelte ezt a fajta fűtést.

További példák

2003-ban adták át Körmenden az 5 MW teljesítményű fűtőművet, amely a város távhőszolgáltatásának 70-75%-át fedezi. Ez nagyjából 2000 lakás és néhány közintézmény fűtését oldja meg. Évente 6 ezer tonna biomasszát igényel a fűtőmű, amit a kistérség faipari cégeinek melléktermékéből fedez.

Szombathelyen egy 7,5 MW-os fűtőmű működik, 2000 lakást távfűtés és melegvíz szolgáltatását biztosítva.

A biomassza falufűtés hatásai a környezetre és az életminőségre

A biomassza tüzelés egyik legfontosabb hatása a fosszilis energiahordozók kiváltása, amelyek nagymértékben szennyezik a légkört. Például a CO₂ többletkibocsátás teljesen megszűnik, de az egyéb légszennyező anyagok kibocsátása is csökken. A keletkező szilárd égéstermék mennyisége is drasztikusan lecsökken a szén és fátüzeléshez képest. Pornóapátiban eddig évente 116 t környezetszennyező hamu/salak keletkezett, helyette most 22 t fahamu képződik, amely a természetbe visszajuttatható.

A biomassza hosszú távon újratermelődik a fosszilis energiahordozókkal ellentétben, amelyekből véges készletek vannak a Földön, ezért hosszú távon nem fenntartható megoldás az energiaellátásra.

Egy biomassza falufűtőmű előnye az ország energiaellátásától való függetlenség is. Mivel a saját területén keletkező biomasszát használja fel, fűtés és hmv ellátás tekintetében autonómiát élvezhet a falu. Az országos energiaárak változásától függetlenül itt állandóbb

és olcsóbb árakra lehet számítani, másrészt az energiahordozókra költött pénz is a régióban marad.

Nem elenyésző az a tény sem, hogy egy ilyen fűtőmű munkalehetőséget teremt néhány helyi családnak a fakitermelés, aprítás, szállítás, gyártás, üzemeltetés stb. által.

A település lakóinak összetartó képessége is javul a fűtőmű közös létrehozása és üzemeltetése által, emellett sajátjuknak érezhetik a művet.

A biomassa javarészt a mezőgazdaságból és erdőgazdálkodásból keletkezik. Ez utóbbi lehet alacsonyabb rendű faanyag, a fakitermelés és feldolgozás mellékterméke, vagy kifejezetten energetikai célú ültetvény. Magyarországon jelenleg évente 1,5 millió m³ fa marad az erdőkben mint vágási apadék, ez a kitermelt mennyiségnek mintegy 20 %-a. A gazdaságosan begyűjthető famennyiség közel 4 millió m³ lehetne, de jelenleg ennek csak töredékét hasznosítják. Ezen faanyag mennyiség energiatartalma 35,6 PJ.

6.1.7. Biomassza alapú kiserőmű villamos energiatermelésre, kapcsolt hő felhasználással

A környezetvédelmi szempontokat illetve a vonatkozó irányelveket figyelembe véve az energiatermelésben a megújuló energiaforrások felhasználása egyre növekvő tendenciát mutat. A megújuló energiaforrások kedvező tulajdonsága, hogy környezetszennyező hatásuk a fosszilis energiahordozókhoz képest lényegesen alacsonyabb.

A megújuló energiaforrások: nap, víz, szél, biomassza (mezőgazdasági fő- és melléktermékek). Magyarország természeti adottságaiból kiindulva, számunkra a növényi eredetű biomassza hasznosítása a megoldás.

A magyarországi energiafelhasználásnak jelenleg mindössze 3,2 - 3,6 %-a származik megújuló energiaforrásból, ebből a növényi eredetű biomassza 2,8 %, amelynek túlnyomó részét az erdeinkből kitermelt tűzifa biztosítja.

A biomasszából előállított villamos-energia termelés során a villamos erőmű káros anyag kibocsátása sokkal kedvezőbb, mint a most működő széntüzelésű erőművéké. A felhasznált tüzelőanyag megújuló energiaforrásnak számít. A kultúrnövények növekedésük során megkötik a levegőből a széndioxidot (CO₂), és így égetésük során csak az a széndioxid mennyiség kerül újra kibocsátásra a levegőbe. A széndioxid körforgás miatt az erőmű nem növeli a széndioxid kibocsátását az energiatermeléskor.

Az elégetés során keletkező hamut (salak, pernye) műtrágyának dolgozzák fel és visszajuttatják a gazdákhöz a jövő évi termés tápanyag utánpótlása érdekében.

Az erőmű villamos-energia termelése hasznosítja a mezőgazdasági melléktermékeket, hulladékokat, és tiszta villamos energiát nyerünk. A hamu műtrágyává történő feldolgozásával és talajba történő visszajuttatásával csökkentjük a gabonák és energianövények fajlagos energiafelhasználását; csökkentjük az importot és növeljük a termésátlagot.

BIOGÁZ ÜZEM:

- a keletkező szerves hulladékok ártalmatlanítása – az üzem méreteinek keretén belül;
- az energianövények termeltetése - közvetett munkahelyteremtés;

- a biogáz üzem végtermékével az energianövény ültetvények trágyázása. A növények számára szükséges tápanyagok természetes úton történő pótlása;
- a biogáz üzem végtermékével biozöltségek termesztése;
- energia termelés a kapcsolódó üzemek számára (biodízel- és bioetanol üzem) – közvetlen munkahelyteremtés.

BIOETANOL ÜZEM:

- az energianövényből (cukorcirok) nyert cukros léből bioetanol gyártás;
- az üzem melléktermékeinek az állattartó telepeken való hasznosítása;
- energiaellátását (hő- és villamos energia) a biogáz üzem biztosítja.

BIODÍZEL ÜZEM:

- repce termeltetése – közvetett munkahelyteremtés;
- a Bioetanol üzem által előállított etanol felhasználása a biodízel üzemben
- közvetlen munkahelyteremtés;
- melléktermékként előállított glicerín felhasználása a biogáz üzemben.

A fent leírt üzemek önállóan már léteznek és működnek Európa szerte, azonban e hármas üzemegységként való létrehozása egyedülálló vállalkozás. Összekapcsolásuk számtalan technikai, logisztikai, mikrobiológiai K+F fejlesztést vet fel. A fenti elképzeléssel megvalósítható lenne a fenntartható energiatermelés, a környezetvédelmi szempontok figyelembe tartása mellett.

A megújuló energiatermelés hazai szempontjainak megfogalmazásakor az EU-s vállalásainkon és elvárásokon túl azt is figyelembe kell venni, hogy Magyarország fosszilis energia tartalékai végesek. Az előrejelzések szerint az olaj és gáz 19 évig, a szén 14–15 évig, a lignit 67 évig elég.

Valószínűsíthető a gázárak hamar bekövetkező gyors növekedése is, ami az energiafelhasználást át fogja rendezni. A jelenlegi energiatermelés meglehetősen környezetszennyező, e miatt szigorúbb környezetvédelmi szabályozás várható.

Magyarország biomassza potenciálja kb. 350-360 millió tonna, ebből évente 105-110 millió tonna regenerálódik. Az évente megújuló növényzet energiapotenciálja: 1185 PJ. Ez

több mint az ország energiaszükséglete, mely jelenleg 1040 PJ/év (ennek 60 %-a, 583 PJ import!). A növényzet évente 30,4 millió tonna szenet termel, ez több mint az ország valamikori maximális széntermelése volt.

A biomassa a jövő fontos energiaforrása. A 105–110 millió tonna biomasszából 38–43 millió tonna használható energetikai célokra. Magyarországon évente 15–20 millió tonna biomassa keletkezik, melyből kb. 9 az energiaerdő, a többi lágyszárú növény. (Az összes erdő mennyiség mintegy 250 millió tonna.)

A mezőgazdasági melléktermékként jelentkező biomassa mellett Magyarországon is egyre nagyobb szerepet kapnak a kifejezetten energianyerés céljából termesztett energianövények. Az energetikai növénytermesztés az 1,79 millió ha alacsony aranykorona értékű területen 14,3–25,1 millió tonna lehetne, ez 150–250 PJ energiát jelentene.

Ezt egészíthetné ki az 1 millió ha mezőgazdaságból kivont – az EU által nem támogatott – területen megvalósítható energetikai növénytermesztés, 8–14 millió tonna növény, ez 80–150 PJ energiát jelenthetne. Így energetikai növénytermesztésből az ország energiaszükségletének 8–25%-a fedezhető.

A biomassa hasznosításának szociális és környezeti következményei sem hanyagolhatók el. Szociális szempontból jelentős a munkahelyteremtő és munkaerő megtartó hatása. Környezetvédelmi szempontból pedig figyelemre méltó, hogy a biomassa eltüzelésével csökken az erőművek, hőközpontok, kazánok károsanyag kibocsátása.

Kapcsolt energiatermelés

Kapcsoltan termelt energiának minősül a közös technológiai berendezésben, azonos tüzelőanyagokkal, legalább 65%-os energetikai hatásfokú energiaátalakítási folyamattal előállított villamos- és hőenergia.

Előnyök

- Primerenergia megtakarítás,
- Import függőség csökkentés,
- Széndioxid kibocsátás csökkentés.

Hátrányok

- Magasabb beruházási költség,
- Magasabb üzemeltetési és karbantartási költség,
- Szennyezőanyag kibocsátás közelebb kerül(-het) a fogyasztóhoz.

Kiserőmű

Minden 50 MW teljesítmény alatti erőmű, nem engedély köteles (csak bejelentési kötelezettség).

A kapcsolt villamos energiát előállító termelő a hőfogyasztó által vásárolt hőenergiához tartozó, a hőt szolgáltató erőművi egységgel előállított villamos energiát a hőenergia vásárlójának közvetlenül értékesítheti.

Az erőmű részei: biomasszatároló, kazánház, gépház (turbina, generátor), vízelőkészítő, füstgáztisztító, kémény, irodaépület. Az energia-átalakító rendszer kazánból és egy-egy darab turbinából és villamos generátorból áll.

Beépített teljesítmény:

5. egy 50 MW alatti teljesítményű főgenerátor
6. egy 600 kW/750 kVA teljesítményű tartalék dízel-generátor (segédüzem)

Az erőmű főbb műszaki paraméterei

- Elektromos teljesítmény 49,9 MWe
- Éves energetikai hatásfok 31,51%
- Áram értékesítés 357,9 GWh/év
- Kihasználati óraszám 8000 h/év
- Elsődleges energiaforrás Mezőgazdasági termékek és melléktermékek
- Éves tüzelőanyag fogyasztás 270 000 t/év

Az elmúlt években a kedvező jogszabályi háttérnek köszönhetően nagyszámú és kapacitású kiserőmű (< 50 MW) létesült Magyarországon kapcsolt hő- és villamosenergia termelési bázison, 140-180 milliárd Ft értékű kiserőművi kapcsolt energiatermelés valósult

meg ez elmúlt időszakban, 80-100 milliárd Ft gázmotorokkal, 60-80 milliárd Ft gázturbinás illetve kombinált ciklussal.

A rendszerváltást követően megvalósult nagyerőművi beruházások mindegyike részben vagy egészben kapcsolt energiatermelés bázisán épült. A fentieknek köszönhetően a beépített a kapcsoltan termelt villamosenergia részaránya 2004-ben meghaladta a 23 %-ot. A megnövekedett kapcsolt energiatermelési kapacitásnak köszönhetően javult a távhőellátás versenyképessége, 4 % primerenergia megtakarítás a teljes primerenergia felhasználás bázisán (>30 % iparági szinten).

7. CÍMJEGYZÉK A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK TERÜLETÉN ÉRDEKELT TÁRSASÁGOKRÓL

Ebben a fejezetben a megújuló energiaforrások területén érdekelt országos, régiós non-profit és profitorientált cégek, intézmények, illetve vállalkozások kerülnek bemutatásra. Mivel Magyarországon még nem áll rendelkezésre ilyen jellegű hivatalos adatforrás, ezért a bemutatásra kerülő cégjegyzék a legismertebb (és egyben a leglátogatottabb, legrészletesebb) megújuló energetikával foglalkozó, magyar tematikus internetportál, a www.zoldtech.hu és a www.fenntarthato.hu adatbázisai alapján készült el. Az adatgyűjtés módszertanából adódóan a lista ezért nem teljes, csak tájékoztató jellegű.

A 34.-36. táblázatok a Dél-Alföld Régióban tevékenykedő, megújuló energiával foglalkozó cégeket tartalmazzák. A 37. táblázatban a Dél-Alföld Régió kívüli megyék céglistáját mutatjuk be.

A táblázatokban szereplő tevékenységi köröket jelző számkódok magyarázata:

1. Melegvíz-előállítás, fűtési segítés napenergiával (napkollektor)
2. Hőszivattyú, geotermikus energia hasznosítás
3. Áramtermelés napenergiával (napelem)
4. Áramtermelés, vízszivattyúzás szélenergiával (háztartási méretű szélturbina)
5. Áramtermelés szélenergiával (ipari, nagyteljesítményű szél erőmű)
6. Szilárd biomassza hasznosítás (kazán, faapríték, brikett, pellet stb.)
7. Biodízel, bioetanol, SVO és más bioüzemanyag hasznosítása
8. Biogáz hasznosítás
9. Hőszivattyú, geotermikus energia hasznosítás -Szolár építészet, környezetbarát építőanyagok

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

34. táblázat: Bács-Kiskun megye

Név	Tevékenységi körök									település	megye
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Acrux Bt.	x	x	x	x					x	Kecskemét	Bács-Kiskun
Napmester Kft	x									Kecskemét	Bács-Kiskun
Perneky Kft.	x	x	x	x	x	x	x	x		Kecskemét	Bács-Kiskun
Power-Energy Kft.	x	x	x	x	x	x	x	x		Kecskemét	Bács-Kiskun
Prokiss Kft.	x	x	x	x					x	Kecskemét	Bács-Kiskun
Öko-Therm Bt.	x				x			x	x	Kiskunmajsa	Bács-Kiskun
Szántótermék Kft	x				x					Sükösd	Bács-Kiskun

35. táblázat: Békés megye

Név	Tevékenységi körök									település	megye
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Geowatt Kft.	x								x	Békéscsaba	Békés
Hőáram Épületgépészeti és Energetikai Mérnöki Iroda Bt.	x	x	x	x		x		x	x	Békéscsaba	Békés
Hőáram Épületgépészeti és Energetikai Mérnöki Iroda Bt.	x				x		x			Békéscsaba	Békés
Natural House Kft.	x				x			x		Békéscsaba	Békés
Badigo Bt.	x				x					Csorvás	Békés
Olympic Hungary Kft.	x	x								Murony	Békés
Ikevbau	x	x	x		x		x		x	Gádosoros	Békés
Gas-Jet Bt	x				x			x		Szarvas	Békés

36. táblázat: Csongrád megye

Név	Tevékenységi körök									település	megye
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Öko-Centrum	x	x	x							Hódmezővásárhely	Csongrád
Béta-Therm Kft.	x				x					Szeged	Csongrád
DOMI Épületgépészet, Szeged	x				x					Szeged	Csongrád
Goboker Kft	x		x					x		Szeged	Csongrád
Ledium Kft.	x	x								Szeged	Csongrád
Pompei Kerámia	x	x						x		Szeged	Csongrád
Porció Kft.	x							x		Szeged	Csongrád
Praesens Bt.	x									Szeged	Csongrád
T. and T. Technik Kft.	x				x					Szeged	Csongrád
Ted-G Kft	x				x			x		Szeged	Csongrád

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

37. táblázat: Országos lista (Dél-Alföld Régió kivül)

Név	Tevékenységi körök									település	megye
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Biogalaxis Bt.	x				x					Pécs	Baranya
Camino Creativo	x				x					Pécs	Baranya
CAPITAL AUTO HUNGARY KFT	x				x					Pécs	Baranya
Nestro Hungária Kft.	x				x					Pécs	Baranya
Qv - Thermo Solar Kft.	x	x	x	x				x	x	Pécs	Baranya
Szuész Épületgépészet Kft.	x									Pécs	Baranya
Heliotech Bt.	x									Pécs	Baranya
Heliotech Bt.	x									Pécs	Baranya
Adonyi és Társa Bt.	x				x				x	Kozármisleny	Baranya
Öko-Planet Kft.	x	x			x			x	x	Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
Pozitív Energiák Bt.	x		x		x		x			Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
Progress C-97 egyéni vállalkozás	x							x		Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
SYSENS Kft.	x					x	x			Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
TERDIK KFT	x				x			x	x	Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
Urbancsok és Társa Kft.	x	x			x			x		Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
City Net Bt.	x							x		Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
Virtuál Kft.	x	x								Miskolc	Borsod-Abaúj-Zemplén
4 Elements Kft.		x		x	x	x	x			Budapest	Budapest
5-Let Kft								x		Budapest	Budapest
AEES Kft.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Budapest	Budapest
Agrener Bioenergetikai Fejlesztő Kft	x				x	x	x			Budapest	Budapest
ALET Kft.	x	x	x	x	x			x		Budapest	Budapest
Alfa Laval Kft.	x					x	x			Budapest	Budapest
Alfagas Kft.	x	x								Budapest	Budapest
Alternatív energia szekció	x	x								Budapest	Budapest
A-NRG Zrt.	x				x					Budapest	Budapest
Belső Udvar	x								x	Budapest	Budapest
Bijász Ipari és Szolgáltató Kft.	x	x	x	x	x		x	x		Budapest	Budapest
BIODIESELTECHNOLOGIES	x					x				Budapest	Budapest
Biosonic Kft.	x	x	x		x	x	x	x		Budapest	Budapest
Bocalle Kft	x				x					Budapest	Budapest
BPS Kft.	x	x	x	x						Budapest	Budapest
Carborobot Kft.	x				x					Budapest	Budapest
CE Financial Group	x	x		x	x	x	x	x	x	Budapest	Budapest
Cégbiztonság Bt.	x	x								Budapest	Budapest
Columbus Klíma Kft	x							x		Budapest	Budapest
Decenter Energy	x						x			Budapest	Budapest

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

Dialog Center Kft.	x	x							Budapest	Budapest
DunaTec Kft.	x						x		Budapest	Budapest
E-Build Kft.	x			x			x		Budapest	Budapest
Energiagazdász Kft.	x	x	x				x		Budapest	Budapest
Energia-Klinika Ec.	x		x	x	x	x	x	x	Budapest	Budapest
EnergoBanking Kft	x				x	x	x	x	Budapest	Budapest
Energotrade Kft.	x						x		Budapest	Budapest
Fiorentini Hungary Kft.	x								Budapest	Budapest
Fumu Autoelektro Kft.	x	x	x						Budapest	Budapest
Gamma-Net Kft	x	x	x					x x	Budapest	Budapest
General-Conto Bt.	x	x							Budapest	Budapest
GeoSolar Kft.	x						x		Budapest	Budapest
GIA-Hungária Kft.	x	x	x	x				x	Budapest	Budapest
Greeenergy Kft.	x			x			x x		Budapest	Budapest
GreenBalance Kft.	x			x			x		Budapest	Budapest
Gyár fás Kft.	x				x				Budapest	Budapest
Hév-Sugár Kft	x						x		Budapest	Budapest
Hexaplan Kft.	x						x		Budapest	Budapest
Hőprojekt Kft	x	x	x	x	x	x	x	x	Budapest	Budapest
HŐSZIVATTYÚ BOLT / Prímaker Kft.	x			x				x	Budapest	Budapest
Hungaro-Technic Kft.	x	x	x	x					Budapest	Budapest
Hunwind-r	x	x	x	x					Budapest	Budapest
Ihász Techno Plus 2000 Kft.	x						x		Budapest	Budapest
Innoterm Kft.	x				x	x	x x		Budapest	Budapest
Jövőház Kht.	x	x			x			x x	Budapest	Budapest
Káldor Kft	x	x						x x	Budapest	Budapest
Kardos Labor Elektronik Kft.	x	x			x			x	Budapest	Budapest
Klnsys Bt.	x	x	x						Budapest	Budapest
KÖR-PÁR Kft.	x	x	x	x				x	Budapest	Budapest
Kraftszer Kft.	x				x				Budapest	Budapest
KUKK K+F Kft	x						x		Budapest	Budapest
Leder Kft	x				x				Budapest	Budapest
Malatech Water Kft.	x	x							Budapest	Budapest
Malatech Water Kft.	x							x	Budapest	Budapest
Megaöko Kft.	x				x				Budapest	Budapest
Megavill-Mix Kft.	x	x							Budapest	Budapest
Naplopó Kft.	x								Budapest	Budapest
Natura Kft.	x		x	x		x	x x		Budapest	Budapest
Oktoklíma Kft.	x							x	Budapest	Budapest
Olsorezsi	x	x						x x	Budapest	Budapest
Ökohome Bt.	x	x	x		x			x x	Budapest	Budapest
PowerStar Kft.	x	x							Budapest	Budapest
P+L Tervező	x	x			x			x	Budapest	Budapest
Panelectron Bt.	x	x							Budapest	Budapest
PanNatural Society Kft	x	x	x					x	Budapest	Budapest
PanNatural Society Kft	x						x		Budapest	Budapest

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

Pannon Solar Kft	x	x					Budapest	Budapest
PAT CO Kft	x	x				x	Budapest	Budapest
Pellet Hungary Kft.	x			x			Budapest	Budapest
Pintér Épületgépészet Ec.	x					x	Budapest	Budapest
Power-Cost Kft.	x					x x	Budapest	Budapest
Protfilt Kft.	x					x	Budapest	Budapest
Real Quadrat Kft.	x	x		x		x	Budapest	Budapest
Santorg Kft.	x	x	x	x		x	Budapest	Budapest
Scarabeus 2004 Kft.	x	x		x		x x	Budapest	Budapest
Schill Bt.	x						Budapest	Budapest
Schott Glas Export	x	x				x	Budapest	Budapest
SIWENA Kft.	x	x	x			x	Budapest	Budapest
Solar Technológia Kft.	x	x					Budapest	Budapest
Solergy Bt.	x	x					Budapest	Budapest
Soltec Kft.	x	x	x				Budapest	Budapest
Techno-Kárp Kft.	x	x		x		x	Budapest	Budapest
Tenez Hungary Kft	x				x x		Budapest	Budapest
TérPont Kft.	x	x	x	x	x	x x	Budapest	Budapest
Thermo Kft.	x					x	Budapest	Budapest
Thermotech Kft	x			x			Budapest	Budapest
THONAUER Kereskedelmi és Szer víz Kft.	x	x				x x	Budapest	Budapest
Trion Services Kft.	x	x	x	x		x	Budapest	Budapest
Trion Services Kft.	x				x		Budapest	Budapest
Vertis	x			x		x	Budapest	Budapest
VISION ARCHITECTURE	x	x				x x	Budapest	Budapest
Windenergy (Zavaczki Andrea)	x	x	x	x			Budapest	Budapest
Windpower Hungária Kft.	x			x			Budapest	Budapest
Zöldház Solar KFT.	x	x					Budapest	Budapest
Bálken Svéd-Magyar Mérnöki Kft.	x				x		Budapest	Budapest
ECOENERGY	x	x					Budapest	Budapest
Indusat Budapest Kft.	x	x					Budapest	Budapest
Kreatív Energia Bt.	x			x			Budapest	Budapest
Magyar Biogáz Egyesület	x				x x		Budapest	Budapest
Öko-Solart Bt.	x						Budapest	Budapest
Plasteam Kkt.	x						Budapest	Budapest
Solart System Kft.	x						Budapest	Budapest
Spring Solar	x						Budapest	Budapest
Thermofol Kft.	x						Budapest	Budapest
Wolf Klimatechnik Kft.	x			x			Budapest	Budapest
Kivitelező, Kereskedelmi és Szolgáltató Bt.	x	x					Budapest	Budapest
Stiebel Eltron Kft.	x						Budapest	Budapest
HGD Geotermikus Energiát Hasznosító Kft.	x					x	budapest	Budapest
Gaiasolar Kft.	x	x	x	x		x x	Gyermej	Fejér
Rota Kereskedelmi Iroda	x						Mosonmagyaróvár	Fejér
Velocit Bt.	x	x					Mosonmagyaróvár	Fejér

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

Alfanap Kft.	x	x						Mosónmagyaróvár	Fejér
Megőrzöld Bt.	x			x				Mosónmagyaróvár	Fejér
Alba Ecset Bt	x			x	x			Székesfehérvár	Fejér
Delta-F Kft	x	x				x		Székesfehérvár	Fejér
Spring Solar Kft	x	x	x				x	Székesfehérvár	Fejér
Gerloboat Bt.	x			x				Gyúró	Fejér
Eurosolar	x	x						Nagyvenyim	Fejér
Euroton United Traders Imp./Exp. Nagykereskedés	x							Pákozd	Fejér
FIB'98 Bt.	x	x						Sárosd	Fejér
Home-Control Kft	x	x	x					Győr	Győr-Sopron-Moson
Napkultusz Bt.	x	x	x	x	x		x	Győr	Győr-Sopron-Moson
N-Tech Kft.	x							Győr	Győr-Sopron-Moson
Trio-Contakt Kft.	x						x	Győr	Győr-Sopron-Moson
Bio-Brikett Kft.	x			x				Sopron	Győr-Sopron-Moson
Csonkaglas	x							Sopron	Győr-Sopron-Moson
Egresits és Fiai Kft	x			x		x		Sopron	Győr-Sopron-Moson
Gáz és Fűtéstechnika Kft.	x			x		x		Sopron	Győr-Sopron-Moson
Jauk Solar Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	x	x		x		x	x	Sopron	Győr-Sopron-Moson
Nyikos-Mester Kft.	x			x		x		Sopron	Győr-Sopron-Moson
Kadartech	x					x		Győrújbarát	Győr-Sopron-Moson
Kretzer 2002 Kft	x			x				Halászi	Győr-Sopron-Moson
Geo-Solar Centrum Kft	x		x			x	x	Kóny	Győr-Sopron-Moson
Calor 2000 Kft.	x			x				Lébény	Győr-Sopron-Moson
DEL-GÉP Kft.	x			x				Szany	Győr-Sopron-Moson
Ökokontroll Bt.	x					x		Zsira	Győr-Sopron-Moson
ALTER energetikai iroda	x	x	x	x				Debrecen	Hajdú-Bihar
Ariel Bt	x	x	x					Debrecen	Hajdú-Bihar
CALORITHERM Kft	x	x		x		x		Debrecen	Hajdú-Bihar
Eurovent 2000 Kft.	x					x		Debrecen	Hajdú-Bihar
Klíma8 Kft.	x	x				x	x	Debrecen	Hajdú-Bihar
Napenergia 2002 BT	x							Debrecen	Hajdú-Bihar
Solar-D Kft.	x	x	x		x		x	Debrecen	Hajdú-Bihar
Aquamasters Kft.	x				x	x	x	Debrecen	Hajdú-Bihar
Hollik És Társa Bt	x			x				Derecske	Hajdú-Bihar
Zöld Energia Kft.	x	x	x		x	x	x	Ebes	Hajdú-Bihar
Mádi Nád 2000 Bt	x						x	Hajdúböszörmény	Hajdú-Bihar
Populus 93 Kft	x			x				Sáránd	Hajdú-Bihar
Hajdu Rt.	x							Téglás	Hajdú-Bihar
BIOGRAN Kft.	x			x				Újszentmargita	Hajdú-Bihar
HUNINVEST-BIO KONSULTING K.F.T	x			x	x			Gyöngyös	Heves
Mátrasolár	x	x	x	x			x	Gyöngyöshalász	Heves
TILAK Bt.	x			x				Recsk	Heves
Intertorf-Hungária Kft.	x			x				Szolnok	Jász-Nagykun- Szolnok
Megújuló Energiák Bemutatóterme (Szolnok)	x	x		x		x		Szolnok	Jász-Nagykun- Szolnok

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

Bioláng Kft.	x				x				Szolnok	Jász-Nagykun-Szolnok	
Konkoly Electro Kft.	x								Jászberény	Jász-Nagykun-Szolnok	
SOLmm	x	x	x	x	x			x	Jászberény	Jász-Nagykun-Szolnok	
Círus	x		x	x				x	Esztergom	Komár om-Esztergom	
Climatizer Ecotherm Kft	x							x	Esztergom	Komár om-Esztergom	
Hungaromix Kft	x					x	x		Komárom	Komár om-Esztergom	
Energoconsult Kft.	x	x	x	x				x	Komrárom	Komár om-Esztergom	
SCHWUNG Kft.	x							x	Komrárom	Komár om-Esztergom	
Mega Nap Kft.	x	x							Vértesszőlős	Komár om-Esztergom	
MegaNap Kft.	x	x							Vértesszőlős	Komár om-Esztergom	
Vértesi Erőmű ZRt.	x				x				Oroszlány	Komár om-Esztergom	
Biner'95 Kft.	x	x	x					x	Tata	Komár om-Esztergom	
E.B.N. KFT	x	x	x	x				x	Tata	Komár om-Esztergom	
Euronatur Bt.	x			x					Tata	Komár om-Esztergom	
Pöcze Péter ev. Villamos Ipari Vállalkozás	x								Tatabánya	Komár om-Esztergom	
TriControl KFT	x							x	Tatabánya	Komár om-Esztergom	
Fruzsövecz Épületgépészeti Kft.	x							x	Salgótarján	Nógrád	
Rehau Kft.	x								Biatorbágy	Pest	
Ökologika Kft	x							x	Galgahévíz	Pest	
Mérnökiroda 2005 Bt.	x	x	x					x	Gödöllő	Pest	
Korax Solar	x	x	x	x					Ráckeve	Pest	
Marbe Kft.	x	x			x			x	Ráckeve	Pest	
Solart Kft.	x								Százhalombatta	Pest	
Fábiszer Kft.	x			x					Szentendre	Pest	
IsoSolar Kft	x	x	x	x	x	x	x	x	Szentendre	Pest	
STOP Bt	x				x				Szentendre	Pest	
Szentendrei Betonárugyár Zrt. (SZEBETON ZRt.)	x		x				x	x	Szentendre	Pest	
Netpoint Bt	x	x	x	x				x	x	Budakalász	Pest
GUBA 99 BT	x					x			Budakeszi	Pest	
Vigatherm Kft	x				x				Budakeszi	Pest	
Hydro-box kft	x	x	x	x				x	x	Dabas	Pest
Permanent Kft	x		x					x	Domonyvölgy	Pest	
Dankó Kft.	x							x	Dunaharaszti	Pest	
PETRICS Energiaültetvény Kft.	x				x				Dunaharaszti	Pest	
Sveger Biokomplex Kht.	x	x			x				Dunaharaszti	Pest	
3 Star Consulting Kft	x							x	Dunakeszi	Pest	
EuroPellet	x				x				Fót	Pest	
Wagner Solar Hungária Kft.	x	x			x				Fót	Pest	
Bauland Kft.	x							x	Fótliget	Pest	

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

Öko-Brenn Kft.	x		x			Gyömrő	Pest
Alcohol System Kft.	x			x		Kiskunlacháza	Pest
Celsius Plussz Kft.	x		x			Nagykőrös	Pest
GlobalStone Bio Fabrikett és Pellet Kft.	x		x			Páty	Pest
KSI-GS Hungary Kft	x		x			Páty	Pest
Kiss Klima BT	x	x	x		x	Tápióság	Pest
BallaSol Bt.	x	x		x	x	Tápiószele	Pest
ECON Hőszivattyú Kft.	x	x			x	Törökbálint	Pest
Viessmann Fűtéstechnika Kft.	x				x	Törökbálint	Pest
É-vill 2102 KFT	x	x	x			Üllő	Pest
Szondi Kft	x	x	x			Üröm	Pest
Oberkamp és Társa BT.	x			x		Vác	Pest
Szakszer Kft.	x			x		Verőce	Pest
Otthonteknika Bt.	x	x				Tapolca	Somogy
BIOVILÁG	x			x	x	Attala	Somogy
Interboglarka Kft.	x				x	Balatonboglár	Somogy
Ház-Szám Kft	x				x	Fonyód	Somogy
Király Kft.	x			x	x	Kaposmérő	Somogy
KaposBiopower Kft.	x			x	x	Kaposvár	Somogy
Pintér József	x					Kaposvár	Somogy
Solar Electronic kft.	x	x				Kaposvár	Somogy
Teve Kft.	x				x	Siófok	Somogy
Ma-Vill Trio	x	x	x			Nyírbátor	Szabolcs-Szatmár-Bereg
Bio-Genезis Kft.	x				x	Nyíregyháza	Szabolcs-Szatmár-Bereg
Nyír-Öko-Watt Kft.	x	x	x			Nyíregyháza	Szabolcs-Szatmár-Bereg
Windinvent Kft.	x		x			Nyíregyháza	Szabolcs-Szatmár-Bereg
LG Enegia Kft.	x			x	x	Beregdaróc	Szabolcs-Szatmár-Bereg
FitoDízel Megújuló Erőforrásokat Hasznosító Rt.	x				x	Tiszaadob	Szabolcs-Szatmár-Bereg
Agro-Delicates Bt.	x			x		Szekszárd	Tolna
Star Team Bt.	x			x	x	Szekszárd	Tolna
Tagex Hungária Kft.	x					Szekszárd	Tolna
TELKOMP KFT	x				x	Szekszárd	Tolna
THERMOSTUDIO	x	x	x		x	Szekszárd	Tolna
Alternatív Energia Kft	x			x		Bonyhád	Tolna
Zöldnap Szolártechnika Kft.	x			x		Csepreg	Vas
Rauch Kft	x			x		Jánosháza	Vas
Csiba Kft.	x			x		Kőszeg	Vas
Metanap Iroda	x	x	x		x	Répcelak	vas
varga kft	x					Sárvár	Vas
Greentend Kkt.	x	x				Sőpte	Vas
ECO-Solar Kft.	x					szombathely	Vas
H.O.P. Kft.	x				x	Szombathely	Vas
Klimabest Kft.	x					szombathely	Vas

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ MEGÚJULÓ ENERGIÁIRÓL ÉS AZOK
HASZNOSÍTHATÓSÁGI LEHETŐSÉGEIRŐL

Szalontai „Alternatív fűtési rendszerek”	x	x			x			szombathely	Vas
Solartrend Kft.	x							Torony	Vas
Innokomp Kft.	x				x			Felsőörs	Veszprém
HMEK	x	x	x	x	x			Hárskút	Veszprém
SÁNDOR-FA kft.	x				x			Nagytevel	Veszprém
Woodcutters kft	x				x			Nemesszalók	Veszprém
Magyar és Társa ÉpGép BT	x							Olaszfalu	Veszprém
Valve-Tech Kft	x						x	Paloznak	Veszprém
AMBA-gygv Kft	x				x	x		Pétfürdő	Veszprém
MF-Technik	x							Sümeg	Veszprém
Maczkó Kft	x						x	Veszprém	Veszprém
Nap-Ház	x	x	x		x	x	x	Veszprém	Veszprém
Robitel	x	x	x					Veszprém- Gyulafirátót	Veszprém
Irtékis Kft.	x	x	x				x	Gellénháza	Zala
Konstruktív Kft	x	x			x	x	x	zalaegerszeg	Zala
Villanyász Profil Kft	x							zalaegerszeg	Zala
Uniferro Kft	x				x	x		Zalaszentgrót	Zala
MEGA-SOL Kft.	x							Hévíz	Zala
VA-THERM BT	x							Keszthely	Zala
Techtrade Hungária	x	x					x	Nagykanizsa	Zala

Felhasznált dokumentumok

- 2002/91/EK irányelv az épületek energiateljesítményéről.
- 2003/30/EK irányelve a bioüzemanyagok és más megújuló energiaforrások közlekedésben való felhasználásáról.
- 2006/32/EK irányelve
- Az új Magyarország energiapolitikai tézisei a 2006-2030 közötti évek időszakra. 12. fejezet – A megújuló energiaforrások szerepe az energiaellátásban. GKM felkérésre, 2005
- Bai A.; Lakner Z.; Marosvölgyi B.; Nábrádi A.: A biomassza felhasználása Szaktudás Kiadó Ház, Budapest 2002
- Communication from the Commission -Biomass Action Plan, Brüsszel COM (2005) 628 final
- Dél-Alföldi Régió Operatív Programja 2007-2013 (2006)
- Dinya László: Bio-energetikai innovációs klaszter létrehozása, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös
- Dr. Halász János: Motorhajtóanyagok előállítása biomassza alapon
- Eder B., Eder, F.: A növényolaj, mint hajtóanyag. CSER Kiadó, Budapest, 2005.
- Elvek – szempontok, eszközök, alkalmazások (napenergia) – Gaiasolar Kft. 2006
- Energia Klub. Budapest, 2005. KSH Évkönyv. Központi Statisztikai Hivatal. Budapest, 2000. KSH Évkönyv. Központi Statisztikai Hivatal. Budapest, 2006.
- Energiatámogatások és megújuló energiaforrások; EEA Füzetek No2/2004
- Energy for the future: renewable sources of energy -White Paper for a Community Strategy and Action Plan COM (97) 599 final (26/11/1997)
- Energy in Europe – European Union Energy Outlook to 2020, European Commission, Directorate – General for Energy, 1999.
- Farkas I. (szerk.): Napenergia a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2003.
- Jelentéstervezet a megújuló energiaforrások részesedéséről az EU-ban és konkrét intézkedésekre irányuló javaslatokról; Ipari, Kutatási és Energiaügyi Bizottság (2004/2153 (INI))
- Kaltwasser, B. J.: Biogáz előállítás és hasznosítás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- Kissné dr. Quallich E.: A biogáz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983.
- Kohlheb Norbert: Energiaszabványok termesztésének gazdasági jellemzői. In: Új utak a mezőgazdaságban. Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület, 2005, Budapest
- Megújuló energiák a XXI. században: egy fenntarthatóbb jövő építése COM (2006) 848
- Patay I.: A szélenergia hasznosítása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2003.
- Photovoltaic Energy Barometer, EurObserv'ER, 2006.
- Photovoltaics in 2010, European Commission, Directorate – General for Energy, Brüsszel, Luxembourg 1996.
- Renewable Energy in Europe, EREC, 2004.
- Renewable Energy Policy review Hungary; European Renewable Energy Council, Brüsszel, 2004.
- Report IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2005. Carbone Capture and Storage, Special Report World Energy Investment Outlook; OECD/IEA, 2003

Schulz, H.; Eder, B.: Biogázgyártás. CSER Kiadó, Budapest, 2005.

Szabó O.: Gazdasági Együttműködések, Iparági Klaszterek, BGF PSZF Kar Zalaegerszegi Intézete, 2003

Szendrei János: A biomassza energetikai hasznosítása, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar, Géptani Tanszék, Agrártudományi Közlemények, 2005/16. Debrecen

Tar F.; Kárpáti Z.; Marticsék J.: Megújuló energiaforrások termelésének és felhasználásának lehetőségei a
mezőgazdaságban Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, 2005

Felhasznált weboldalak

www.kvvm.hu

www.iaea.org/programmes/a2

www.eia.doe.gov

www.iea.org

www.meh.hu

www.npp.hu

www.fiacc.net/

www.fiacc.net/pro/processlist.htm

www.ksh.hu

www.kekenergia.hu/hosziv.html

www.carborobot.hu/

www.mcskft.hu

www.egaz-degaz.hu

MELLÉKLETEK

MELLÉKLETEK

1.sz. Melléklet

A Biomassza-bázis összetétele és mennyisége

Táblázatok jegyzéke:

1. táblázat: A földterület művelési ágak szerinti megoszlása a Dél-alföldi régióban (2001-2005 évek átlagában).....	3
2. táblázat: A földterület megoszlása energetikai hasznosítás szempontjából fontosabb művelési ágak szerint a Dél-alföldi régióban és kistérségeiben.....	4
3. táblázat: A szántóföld vetésszerkezete a Dél-alföldi régióban, (2001-2005 évek átlagában)	5
4. táblázat: A szántóföld vetésszerkezete a Dél-alföldi régióban és kistérségeiben, ha.....	6
5. táblázat: Az évenkénti újratermelő biomassza teljes földfeletti fajlagos hozama a főbb kultúráknál a Dél-alföldi régióban, 2001-2005 évek átlagában	7
6. táblázat: Fontosabb szántóföldi növények melléktermékeinek aránya a főtermékhez viszonyítva	8
7. táblázat: A Dél-alföldi régió évenként megújuló növényi biomassza produkciója (2001-2005 évek átlaga)..	9
8. táblázat: A Dél-alföldi régió és kistérségeinek évenként megújuló biomassza produkciója művelési áganként, 1000 t szárazanyag (2001-2005 évek átlagában).....	10
9. táblázat: A Dél-alföldi régió és kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója szántó művelési ágban, t szárazanyag (2001-2005 évek átlagában)	11
10. táblázat: Energetikai hasznosítás szempontjából fontosabb szántóföldi kultúrák fő és melléktermés hozama a Dél-alföldi régió kistérségeiben, 1000 t szárazanyag (2001-2005 évek átlagában).....	16
11. táblázat: A gabonaszalma különböző célú felhasználása Magyarországon.....	17
12. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szalma mennyisége, fűtőértéke és energia hozama a Dél-alföldi régióban	17
13. táblázat: Növényi biomassza energiahordozók fűtőérték és nettó hőértéke	18
14. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható kukoricaszár mennyisége, fűtőértéke és energia hozama a Dél-alföldi régióban	19
15. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható napraforgószár mennyisége, fűtőértéke és energia hozama a Dél-alföldi régióban.....	20
16. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható repceszár mennyisége, fűtőértéke és energiahozama a Dél-alföldi régióban.....	21
17. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szőlővenyige mennyisége, fűtőértéke és energiahozama a Dél-alföldi régióban.....	22
18. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható gyümölcsfa nyeselek mennyisége, fűtőértéke és energiahozama a Dél-alföldi régióban.....	22
19. táblázat: Az éves fakitermelés és energetikai célra potenciálisan felhasználható faanyag mennyisége s fűtőértéke a Dél-alföldi régióban	23
20. táblázat: Bioetanol előállításának lehetséges nyersanyagai és a kinyerhető etanol mennyisége.....	23
21. táblázat: Bioetanol előállításra potenciálisan felhasználható gabonatermés mennyisége, etanol hozama, fűtőértéke és nettó energiahozama a Dél-alföldi régióban	24
22. táblázat: Biodízel előállítás nyersanyagai és kinyerhető metilészter fajlagos szükséglete	25
23. táblázat: Biodízel előállításra potenciálisan felhasználható repcemag mennyisége és biodízel hozama a Dél-alföldi régióban	25
24. táblázat: A Dél-alföldi régió állatállománya 1000 db (2005.12.01.).....	26
25. táblázat: A Dél-alföldi régió állatállománya kistérségenként, db (2005.12.01.).....	27
26. táblázat: A Dél-alföldi régió állatállományának éves trágya (belső+vélet) mennyisége, 1000 t (2005. 12. 01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)	28
27. A Dél-alföldi régió kistérségei, állatállományának éves trágya (belső+vélet) mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve).....	29
28. táblázat: A biogáztermelés lehetséges nyersanyagai és gázhozama, m ³ /t szervesanyag.....	32
29. táblázat: A gázok összetétele és fűtőértéke.....	33
30. táblázat: A szarvasmarha állomány megoszlása nagyságkategóriánként a Dél-alföldi régióban (2005.12.01.)	33
31. táblázat: A juh állomány megoszlása nagyságkategóriánként a Dél-alföldi régióban (2005.12.01.)	34

32. táblázat: A sertésállomány megoszlása nagyságkategóriánként a Dél-alföldi régióban (2005.12.01.).....	34
33. táblázat: A biogáztermelés lehetséges nyersanyagai és gázhozama	34

Ábrajegyzék

1. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek biomassza produkciója kalászos gabona művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)	12
2. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója kukorica művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)	12
3. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója burgonya művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)	13
4. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója cukorrépa művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)	13
5. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója napraforgó művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)	14
6. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója repce művelési ágban (2001-2005 évek átlaga).....	14
7. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója takarmány művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)	15
8. ábra: A Dél-alföldi régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója szántó művelési ágban (2001-2005 évek átlaga).....	15
9. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szalma energia hozama a Dél-Alföld Régióban.....	18
10. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható kukoricaszár energia hozama a Dél-Alföld Régióban	19
11. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható napraforgószár energia hozama a Dél-Alföld Régióban.....	20
12. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható repceszár energia hozama a Dél-Alföld Régióban ...	21
13. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szántóföldi kultúrák mellékterméshozamának fűtőértéke (1000 t szárazanyag, 2001-2005 évek átlagában).....	22
14. ábra: Bioetanol előállításra potenciálisan felhasználható kukoricatermés nettó energiahozama a Dél-alföldi régióban	24
15. ábra: Biodízel előállításra potenciálisan felhasználható repcemag biodízel hozama a Dél-alföldi régióban	25
16. ábra: A Dél-alföldi régió szarvasmarha állományának éves trágya (bélsár+vizelet) mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve).....	30
17. ábra: A Dél-alföldi régió sertés állományának éves trágya (bélsár+vizelet) mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve).....	30
18. ábra: A Dél-alföldi régió tyúk állományának éves trágya mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)	31
19. ábra: A Dél-alföldi régió állat állományának éves trágya (bélsár+vizelet) mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve).....	31

1. táblázat: A földterület művelési ágak szerinti megoszlása a Dél-alföldi régióban (2001-2005 évek átlagában)

Művelési ágak	Bács-Kiskun megye		Békés megye		Csongrád megye		Dél-Alföldi régió	
	1000 ha	%	1000 ha	%	1000 ha	%	1000 ha	%
Szántó	379,5	43,8	391,6	72,4	257,9	58,2	1029,0	55,7
Szőlő	26,8	3,1	0,1	0,0	2,8	0,6	29,7	1,6
Gyümölcs	10,8	1,3	1,0	0,2	4,5	1,0	16,3	0,9
Konyhakert	8,3	1,0	6,1	1,1	4,3	1,0	18,7	1,0
Gyep	131,8	15,2	43,1	8,0	52,8	11,9	227,7	12,3
Mezőgazdasági terület	557,2	64,4	441,9	81,7	322,3	72,7	1321,4	71,5
Erdő	170,0	19,7	12,6	2,3	44,2	10,0	226,8	12,3
Nádas	9,3	1,1	1,4	0,3	2,6	0,6	13,3	0,7
Halastó	1,6	0,2	3,0	0,6	3,9	0,9	8,5	0,5
Termőterület	738,1	85,4	458,9	84,9	373,0	84,2	1570,0	85,0
Művelés alól kivett terület	126,4	14,6	81,7	15,1	70,0	15,8	278,1	15,0
Összes földterület	864,5	100,0	540,6	100,0	443,0	100,0	1848,1	100,0

2. táblázat: A földterület megoszlása energetikai hasznosítás szempontjából fontosabb művelési ágak szerint a Dél-alföldi régióban és kistérségeiben

Kistérségi régió	Művelési ágak, ha				
	Szántó	Szőlő	Gyümölcs	Gyep	Erdő
Bácsalmási	27 704	322	67	1 740	3 145
Bajai	66 143	1 273	758	6 670	23 528
Jánoshalmi	23 529	407	608	2 096	13 141
Kalocsa	63 756	863	341	12 534	6 970
Kecskeméti	57 684	4 650	4 452	33 490	29 461
Kiskőrösi	25 806	16 884	2 404	23 210	25 959
Kiskunfélegyházi	37 191	431	357	14 300	14 042
Kiskunhalasi	23 550	922	377	11 730	35 139
Kiskunmajsai	13 662	512	879	6 234	9 503
Kunszentmiklósi	40 150	525	577	19 849	9 095
Bács-Kiskun megye összesen	379 445	26 789	10 820	131 853	169 983
Békéscsabai	33 286	32	203	1 090	1 358
Mezőkovácsházi	69 392	6	23	1 826	1 250
Orosházi	70 605	5	132	3 484	597
Sarkadi	23 770	11	20	3 991	1 789
Szarvasi	45 426	5	118	3 815	449
Szeghalmi	59 954	11	265	16 019	2 607
Békési	61 442	22	155	6 531	2 153
Gyulai	27 686	6	84	6 372	2 395
Békés megye összesen	391 561	98	1 000	43 128	12 598
Csongrádi	21 045	874	101	4 419	3 156
Hódmezővásárhelyi	54 849	66	155	10 465	3 775
Kisteleki	15 190	357	817	7 086	7 138
Makói	50 600	18	82	5 570	3 063
Mórahalmi	22 618	1 147	1 948	5 724	14 029
Szegedi	41 750	264	1 116	6 061	8 889
Szentesi	51 889	74	281	13 469	4 146
Csongrád megye összesen	257 941	2 800	4 500	52 794	44 196
Dél-Alföldi régió	1 028 947	29 687	16 320	227 775	226 777

3. táblázat: A szántóföld vetésszerkezete a Dél-alföldi régióban, (2001-2005 évek átlagában)

Kultúrák	Bács-Kiskun megye		Békés megye		Csongrád megye		Dél-Alföldi régió	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Gabonafélék	252 920	66,7	271 385	69,3	174 813	67,8	699 118	67,9
Kalászosok	158 529	41,8	164 328	42,0	113 724	44,1	436 581	42,4
Kukorica	94 391	24,9	107 056	27,3	61 089	23,7	262 536	25,5
Napraforgó	40 669	10,7	49 190	12,6	21 778	8,4	111 637	10,8
Repce	7 127	1,9	5 245	1,3	2 771	1,1	15 143	1,5
Cukorrépa	2 182	0,6	5 247	1,3	2 671	1,0	10 100	1,0
Burgonya	4 037	1,1	331	0,1	4 408	1,7	8 776	0,9
Hüvelyesek	5 438	1,4	7 035	1,8	2 466	1,0	14 939	1,5
bab	198	0,0	134	0,0	174	0,0	506	0,0
borsó	1 064	0,3	5 006	1,3	1 820	0,7	7 890	0,8
lencse	9	0,0	28	0,0	-	-	37	0,0
lóbab	12	0,0	31	0,0	-	-	43	0,0
szója	4 155	1,1	1 836	0,5	472	0,2	6 463	0,6
Olajlen	4	0,0	121	0,0	19	0,0	144	0,0
Silókukorica	7 340	1,9	7 250	1,9	7 002	2,7	21 592	2,1
Őszi tak. keverék	635	0,2	12	0,0	377	0,2	1 024	0,1
Tavaszi tak. keverék	500	0,1	36	0,0	299	0,1	835	0,1
Lucerna	18 730	4,9	12 336	3,2	10 126	3,9	41 192	4,0
Vöröshere	138	0,0	168	0,0	364	0,1	670	0,0
Zöldségfélék	9 840	2,6	14 988	3,8	13 049	5,1	37 877	3,7
Egyéb szántóföldi növ.	13 200	3,5	12 000	3,1	6 600	2,6	31 900	3,1
Vetetlen	16 685	4,4	6 117	1,6	11 198	4,3	34 000	3,3
Összesen	379 445	100,0	391 561	100,0	257 941	100,0	1 028 947	100,0

4. táblázat: A szántóföld vetésszerkezete a Dél-alföldi régióban és kistérségeiben, ha

Kistérségi régió	Kalászos gabona	Kukorica	Burgonya	Cukorrépa	Napraforgó	Repce	Takarmány növények	Zöldség - félék	Egyéb
Bajai	22394	24635	214	823	6248	1103	3289	748	3286
Bácsalmási	10621	9722	48	124	3657	645	793	216	541
Kalocsai	25702	14159	674	79	8938	1577	2229	3404	5811
Kecskeméti	26563	10761	1029	33	3413	602	6236	1618	2375
Kiskőrösi	11097	6324	234	23	1544	272	2188	177	429
Kiskunfélegyházi	18389	6985	602	86	3915	691	3760	787	1473
Kiskunhalasi	10146	5003	283	35	2235	394	3336	403	1174
Kiskunmajsai	7609	1982	444	5	399	71	1258	433	608
Kunszentmiklósi	16804	7174	416	951	7516	1284	3352	1593	2181
Jánoshalmi	9204	7646	93	23	2804	488	902	461	764
Bács-Kiskun megye	158529	94391	4037	2182	40669	7127	27343	9840	18642
Békéscsabai	11580	14228	44	490	2547	243	1805	1247	1056
Mezőkovácsházi	28907	23339	75	410	4206	426	1874	6307	3547
Órsházi	32168	21003	77	1118	4476	416	2393	3408	3435
Sarkadi	9558	6279	24	383	2963	387	1636	681	1383
Szarvasi	21890	7788	35	559	10400	1039	1976	481	1099
Szeghalmi	25508	8001	27	636	16220	1620	3108	167	2285
Békési	25333	17275	12	1241	6397	925	4739	2100	2889
Gyulai	9384	9143	37	410	1981	189	2271	597	3462
Békés megye	164328	107056	331	5247	49190	5245	19802	14988	19156
Csongrádi	9553	4704	145	99	2469	305	1199	470	1098
Hódmezővásárhelyi	23725	15510	84	459	7844	969	3797	405	1445
Kisteleki	9503	1833	593	24	153	90	908	378	545
Makói	21266	10752	326	69	2185	270	1599	8064	1936
Mórahalmi	9666	4582	1708	23	306	38	1871	1253	400
Szegedi	19741	9291	1371	321	3080	381	3089	1435	1962
Szentesi	20270	14417	181	1676	5741	718	5705	1044	1699
Csongrád megye	113724	61089	4408	2671	21778	2771	18168	13049	9085
Dél-Alföld	436581	262536	8776	10100	111637	15143	65313	37877	46883

5. táblázat: Az évenkénti újratermelődő biomassza teljes földfeletti fajlagos hozama a főbb kultúráknál a Dél-alföldi régióban, 2001-2005 évek átlagában

Kultúra	Teljes földfeletti biomassza szárazanyag t/ha
Kalászos gabonák	7,89
Kukorica	9,55
Napraforgó	5,29
Repce	4,86
Cukorrépa	16,36
Burgonya	9,30
Hüvelyesek	4,60
Olajlen	2,74
Silókukorica	10,30
Őszi tak.keverék	4,50
Tavaszi tak. keverék	3,30
Lucerna	4,40
Vöröshere	2,80
Zöldségfélék	5,22
Szőlő	3,90
Gyümölcs	4,00
Gyep	1,10
Nád	4,50
Erdő	5,56

6. táblázat: Fontosabb szántóföldi növények melléktermékeinek aránya a főtermékhez viszonyítva

Növény	Melléktermék arány
Őszi búza	1,2-1,5
Rozs	2,0-2,5
Őszi árpa	1,8-2,3
Tavaszi árpa	1,6-1,8
Zab	1,7-2,0
Kukorica	1,0-1,2
Szemescirok	1,8-2,2
Rizs	1,3-1,6
Borsó	1,3-1,7
Bab	1,5-2,5
Lencse	2,0-3,0
Szója	1,8-2,6
Csillagfűrt	2,0-3,0
Burgonya (szár)	0,4-0,6
Cukorrépa (leveles répafej)	0,6-0,8
Takarmányrépa (levél)	0,25-0,30
Napraforgó	2,2-3,0
Repce	1,6-2,5
Olajlen	1,4-1,8

7. táblázat: A Dél-alföldi régió évenként megújuló növényi biomassza produkciója (2001-2005 évek átlaga)

Kultúrák	Bács-Kiskun megye	Békés megye	Csongrád megye		Dél-Alföldi régió	Arány %
	Biomassza 1000 t szárazanyag					
Gabonafélék	2152,2	2318,9	1480,7	5951,8	62,95	
Kalászosok	1250,8	1296,5	897,3	3444,6	36,43	
Kukorica	901,4	1022,4	583,4	2507,2	26,52	
Napraforgó	215,1	260,2	115,2	590,5	6,25	
Repce	34,6	25,5	13,5	73,6	0,78	
Cukorrépa	35,7	85,8	43,7	165,2	1,75	
Burgonya	37,5	3,1	41,0	81,6	0,86	
Hüvelyesek	25,0	32,4	11,3	68,7	0,73	
Silókukorica	75,6	74,7	72,1	222,4	2,35	
Őszi tak. keverék	2,9	0,1	1,7	4,7	0,05	
Tavaszi tak. keverék	1,7	0,1	1,0	2,8	0,03	
Lucerna	82,4	54,3	44,6	181,3	1,92	
Vöröshere	0,4	0,5	1,0	1,9	0,02	
Zöldségfélék	51,4	78,2	68,1	197,7	2,09	
Egyéb szántóföldi növ.	66,0	60,1	33,0	159,1	1,68	
Szántóföld összesen	2780,5	2993,9	1926,9	7701,3	81,46	
Szőlő	104,5	0,4	10,9	115,8	1,23	
Gyümölcs	43,2	4,0	18,0	65,2	0,69	
Gyep	145,0	47,7	58,0	250,7	2,65	
Erdő	945,2	70,1	245,8	1261,1	13,34	
Nád	41,8	6,3	11,7	59,8	0,63	
Összesen	4060,2	3112,5	2271,3	9453,6	100	

8. táblázat: A Dél-alföldi régió és kistérségeinek évenként megújuló biomassza produkciója művelési áganként, 1000 t szárazanyag (2001-2005 évek átlagában)

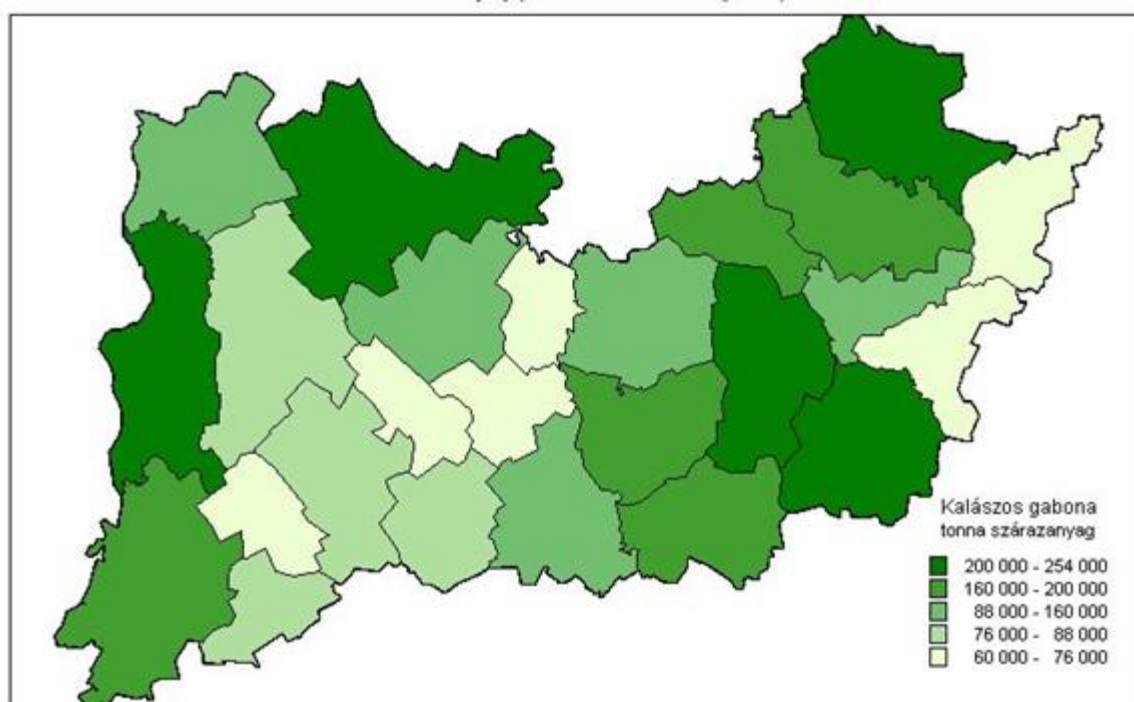
Kistérségi régió	Biomassza 1000 t szárazanyag					
	Szántó	Szőlő	Gyümölcs	Gyep	Erdő	Összesen +
Bajai	507	5,0	3,0	7,3	17,5	538,8
Bácsalmási	210	1,3	0,3	1,9	130,8	344,3
Kalocsa	461	3,4	1,4	13,8	73,1	552,7
Kecskeméti	403	18,1	17,8	36,9	38,8	514,6
Kiskőrösi	176	65,8	9,6	25,5	163,8	440,7
Kiskunfélegyházi	272	1,7	1,4	15,7	144,3	435,1
Kiskunhalasi	173	3,6	1,5	12,9	78,1	269,1
Kiskunmajsai	98	2,0	3,5	6,9	195,4	305,8
Kunszentmiklósi	306	2,0	2,3	21,8	52,8	384,9
Jánoshalmi	176	1,6	2,4	2,3	50,6	232,9
Bács-Kiskun megye összesen	2781	104,5	43,2	145,0	945,2	4018,9
Békéscsabai	274	0,13	0,8	1,2	7,6	283,7
Mezőkovácsházi	545	0,02	0,1	2,1	7,0	554,2
Orosházi	549	0,02	0,5	3,9	3,3	556,7
Sarkadi	180	0,04	0,1	4,4	9,9	194,5
Szarvasi	337	0,02	0,5	4,2	2,5	344,2
Szeghalmi	414	0,04	1,1	17,6	14,5	447,2
Békési	479	0,09	0,6	7,2	12,0	499,0
Gyulai	215	0,02	0,3	7,1	13,3	235,7
Békés megye összesen	2993	0,38	4,0	47,7	70,1	3115,2
Csongrádi	154	3,4	0,4	4,9	17,6	180,3
Hódmezővásárhelyi	424	0,3	0,6	11,5	21,0	457,4
Kisteleki	111	1,4	3,3	7,8	39,7	163,2
Makói	350	0,1	0,3	6,1	17,0	373,5
Mórahalmi	159	4,5	7,8	6,3	78,0	255,6
Szegedi	318	1,0	4,5	6,6	49,4	379,5
Szentesi	411	0,3	1,1	14,8	23,1	450,3
Csongrád megye összesen	1927	11,0	18,0	58,0	245,8	2259,8
Dél-Alföldi régió	7701	115,8	65,2	250,7	1261,1	9393,9

+Nád nélkül

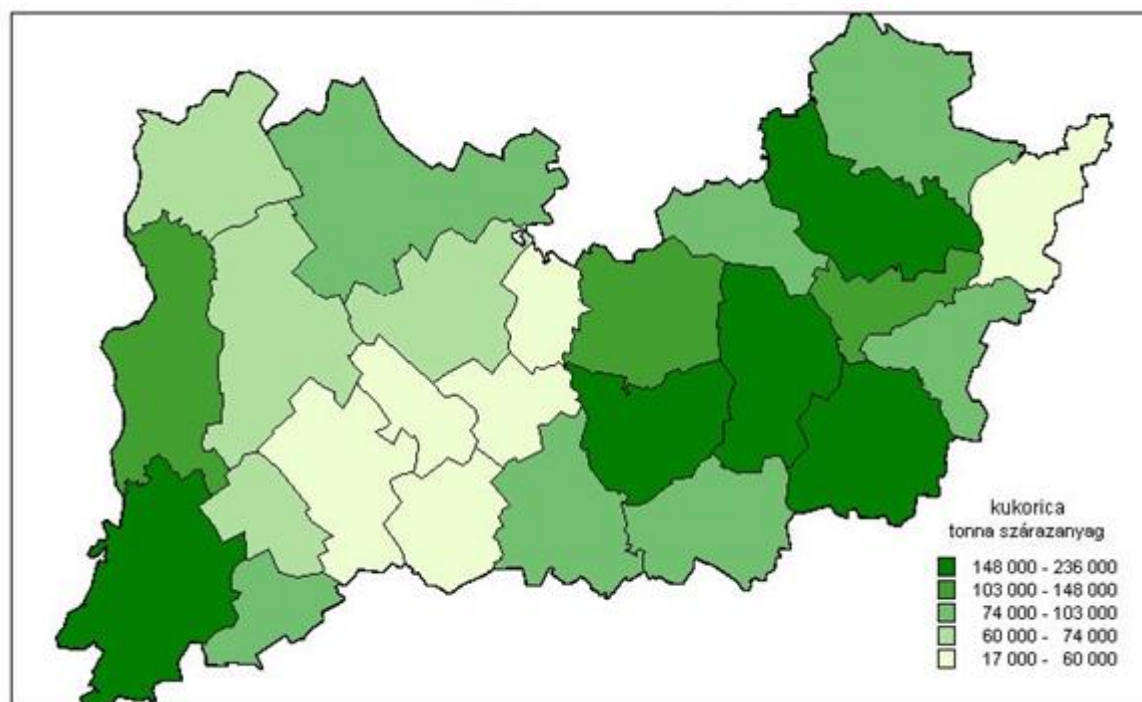
9. táblázat: A Dél-alföldi régió és kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója szántó művelési ágban, t szárazanyag (2001-2005 évek átlagában)

Kistérségi régió	Kalászos gabona	Kukorica	Burgonya	Cukorrépa	Napraforgó	Repece	Takarmány növények	Zöldség félék	Egyéb
	Biomassza (t) szárazanyag								
Bajai	176689	235264	1990	13464	33052	5361	20786	3905	16430
Bácsalmási	83800	92845	446	2029	19346	3135	5012	1128	2705
Kalocsai	202789	135218	6268	1292	47282	7664	14087	17769	29055
Kecskeméti	209582	102768	9570	540	18055	2926	39412	8446	11875
Kiskőrösi	87555	60394	2176	376	8168	1322	13828	924	2145
Kiskunfélegyházi	145089	66707	5599	1407	20710	3358	23763	4108	7365
Kiskunhalasi	80052	47779	2632	573	11823	1915	21083	2104	5870
Kiskunmajsai	60035	18928	4129	82	2111	345	7951	2260	3040
Kunszentmiklósi	132584	68512	3869	15558	39760	6240	21185	8315	10905
Jánoshalmi	72620	73019	865	376	14833	2372	5701	2412	3820
Bács-Kiskun megye	1250795	901434	37544	35697	215140	34638	172808	51371	93210
Békéscsabai	91366	135735	409	8016	13474	1181	11408	6509	5280
Mezőkovácsházi	228076	222654	697	6708	22250	2070	11844	32923	17735
Orosházi	253806	200369	716	18290	23678	2022	15124	17790	17175
Sarkadi	75413	59902	223	6266	15674	1881	10340	3555	6915
Szarvasi	172712	74298	325	9145	55016	5050	12488	2511	5495
Szeghalmi	201258	76330	251	10405	85804	7873	19643	872	11425
Békési	199877	164803	112	20303	33840	4495	29950	10962	14445
Gyulai	74040	87224	344	6708	10479	919	14353	3022	17310
Békés megye	1296548	1021315	3077	85841	260215	25491	125150	78144	95780
Csongrádi	75373	44923	1348	1620	13061	1482	7578	2453	5490
Hódmezővásárhelyi	187190	148120	781	7509	41495	4709	23997	2114	7225
Kisteleki	74979	17505	5515	393	809	437	5739	1973	2725
Makói	167789	102682	3032	1129	11559	1312	10106	42094	9680
Mórahalmi	76265	43758	15884	376	1619	185	11825	6541	2000
Szegedi	155756	88729	12750	5252	16293	1852	19522	7491	9810
Szentesi	159930	137682	1683	27419	30370	3489	36056	5450	8495
Csongrád megye	897282	583399	40993	43698	115206	13466	114823	68116	45425
Dél-Alföld	3444625	2506148	81614	165236	590561	73595	412781	197631	234415

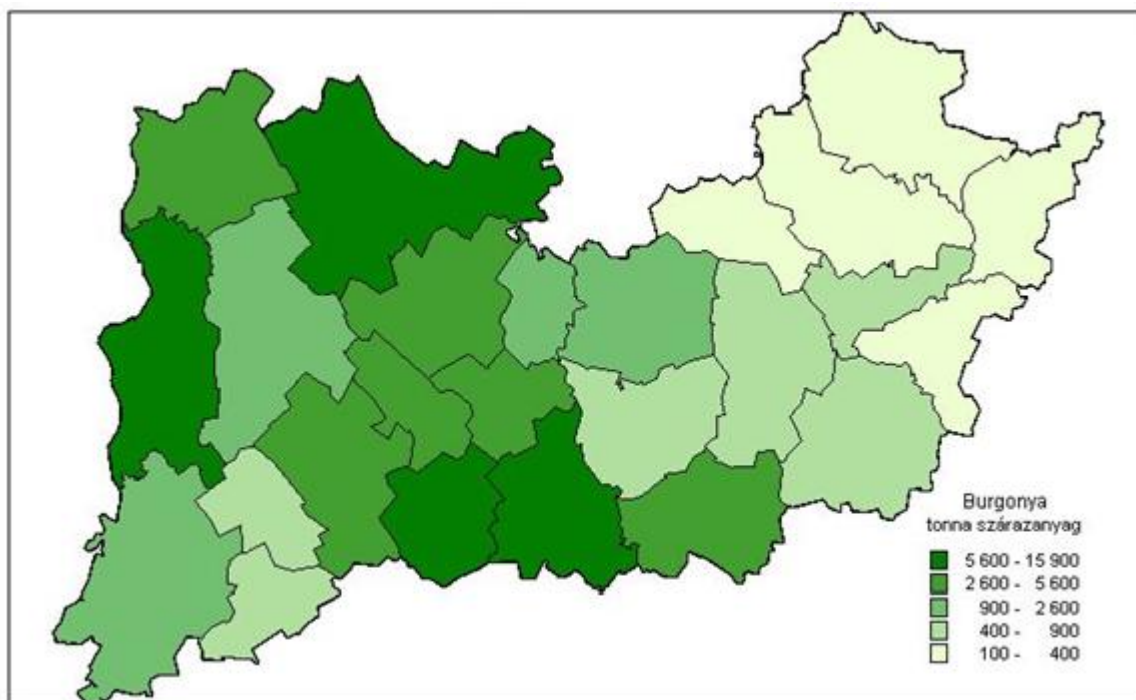
1. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek biomassza produkciója kalászos gabona művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)



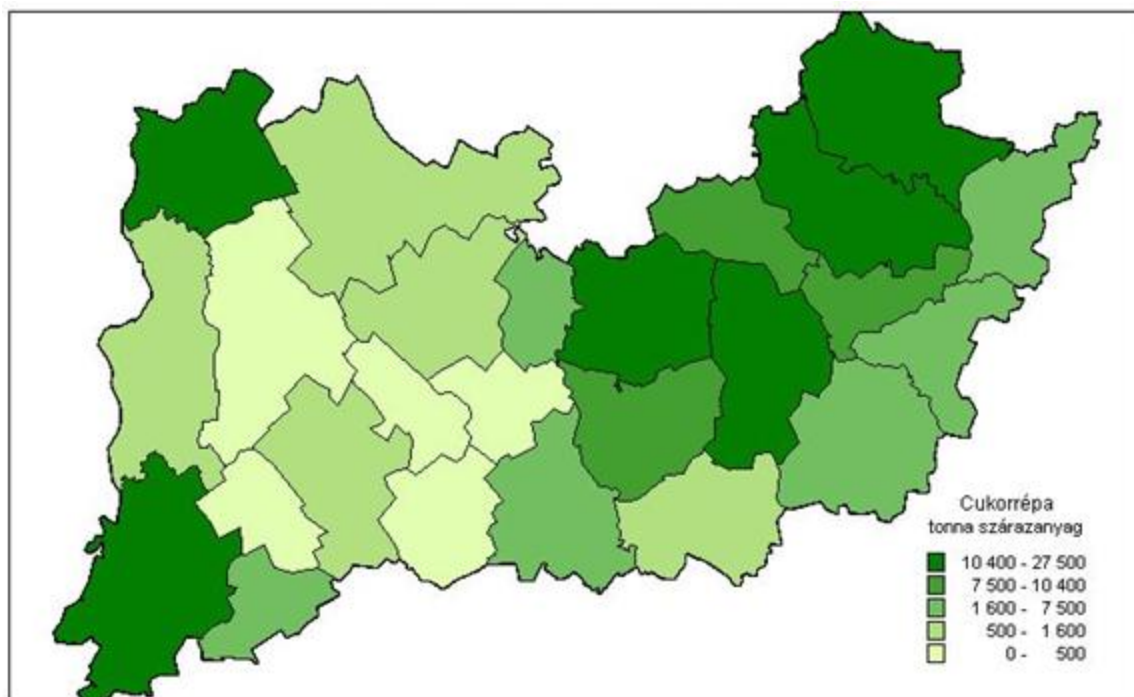
2. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója kukorica művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)



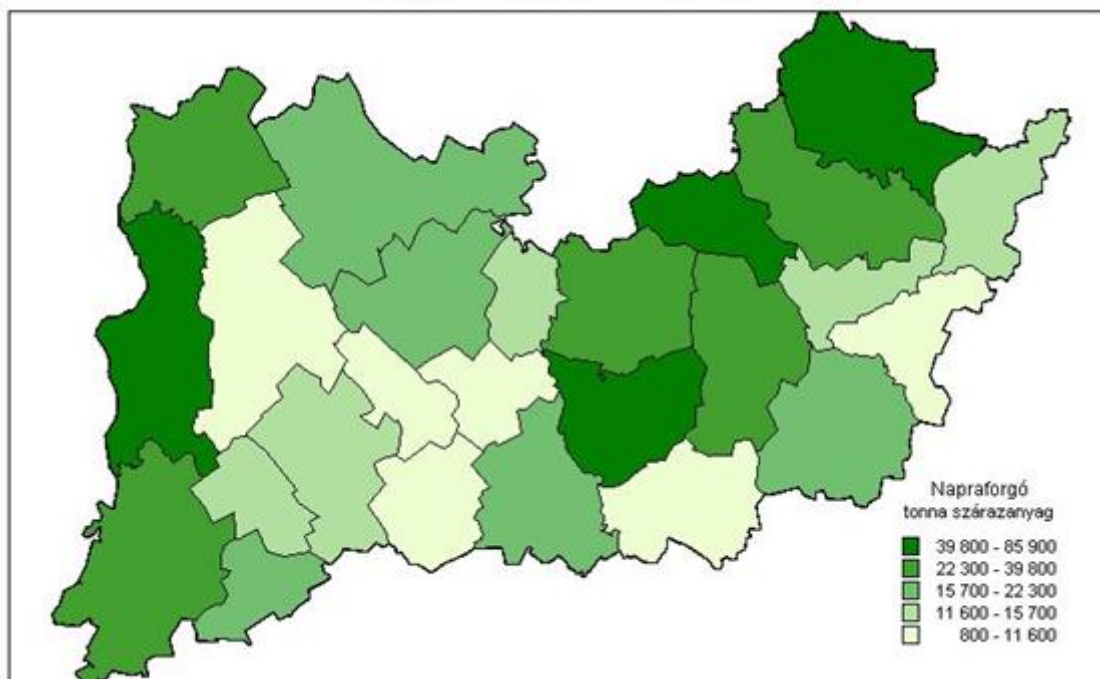
3. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója burgonya művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)



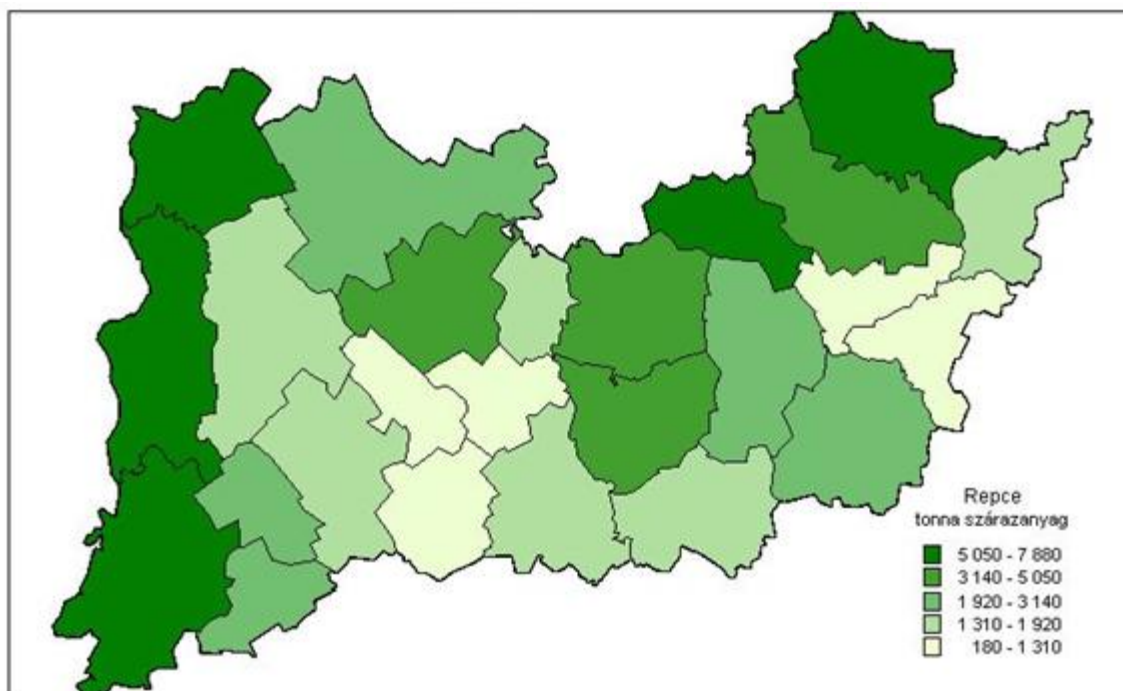
4. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója cukorrépa művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)



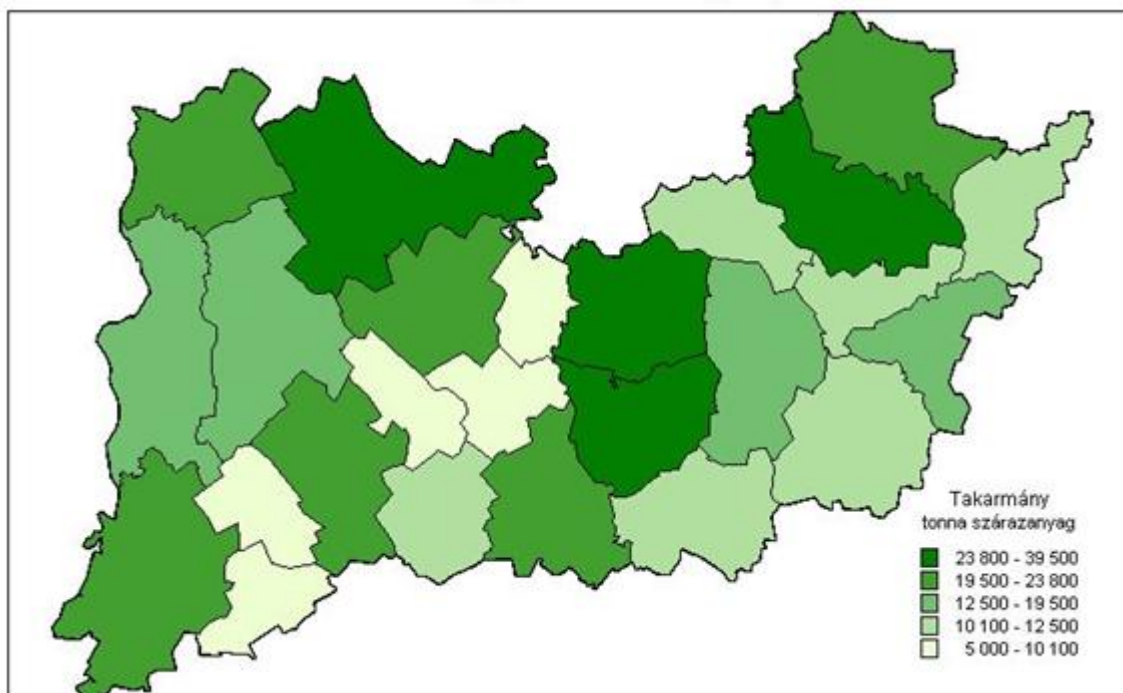
5. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója napraforgó művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)



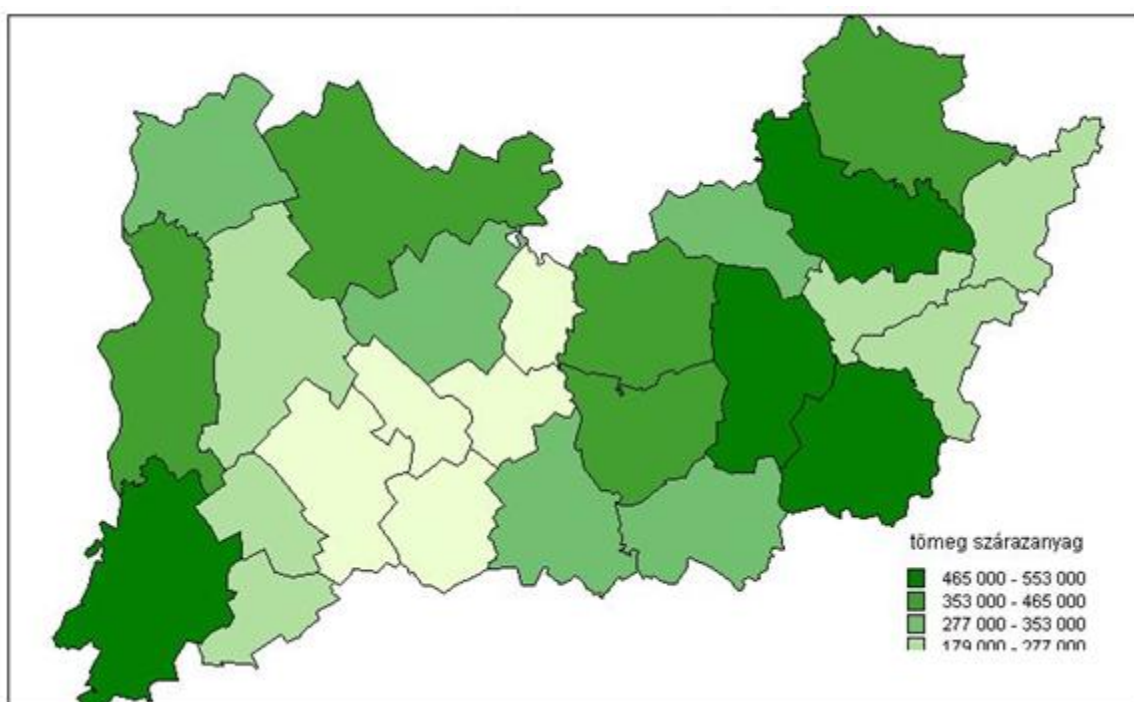
6. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója repce művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)



7. ábra: A Dél-alföldi Régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója takarmány
művelési ágban (2001-2005 évek átlaga)



8. ábra: A Dél-alföldi régió kistérségeinek évenkénti megújuló biomassza produkciója szántó művelési
ágban (2001-2005 évek átlaga)



10. táblázat: Energetikai hasznosítás szempontjából fontosabb szántóföldi kultúrák fő és melléktermés hozama a Dél-alföldi régió kistérségeiben, 1000 t szárazanyag (2001-2005 évek átlagában)

+ Kistérségi régió	Kalászos gabonák		Kukorica		Napraforgó		Repe	
	Szem	Szalma+	Szem	Szár+	Kaszat	Szár+	Mag	Szár+
	Szárazanyag hozam 1000 t							
B								
Bajai	70,76	69,42	118,98	76,36	11,43	10,62	1,86	1,76
Bácsalmási	33,56	32,92	46,95	30,13	6,69	6,21	1,09	1,03
Kalocsai	81,21	79,67	68,38	43,89	16,35	15,19	2,66	2,52
Kecskeméti	83,93	82,34	51,97	33,35	6,24	5,80	1,02	0,96
Kiskőrösi	35,06	34,40	30,54	19,60	2,82	2,62	0,46	0,44
Kiskunfélegyházi	58,10	57,00	33,73	21,65	7,16	6,65	1,17	1,11
Kiskunhalasi	32,06	31,45	24,16	15,50	4,09	3,79	0,67	0,63
Kiskunmajszai	24,04	23,58	9,57	6,14	0,73	0,68	0,12	0,11
Kunszentmiklósi	53,10	52,09	34,65	22,23	13,75	12,77	2,16	2,05
Jánoshalmi	29,08	28,53	36,93	23,70	5,13	4,76	0,82	0,78
Bács-Kiskun megye összesen	500,90	491,40	455,86	292,25	74,39	69,09	12,03	11,39
Békéscsabai	36,59	35,90	68,72	44,11	4,66	4,33	0,41	0,39
Mezőkovácsházi	91,35	89,61	112,73	72,35	7,70	7,15	0,72	0,68
Óroszázi	101,65	99,72	101,44	65,11	8,19	7,61	0,70	0,67
Sarkadi	30,20	29,63	30,33	19,46	5,42	5,04	0,65	0,62
Szarvasi	69,17	67,86	37,62	24,14	19,03	17,68	1,76	1,66
Szeghalmi	80,61	79,07	38,64	24,80	29,68	27,57	2,74	2,59
Békési	80,05	78,53	83,44	53,55	11,71	10,87	1,56	1,48
Gyulai	29,65	29,09	44,16	28,34	3,63	3,37	0,32	0,30
Békés megye összesen	519,27	509,41	517,08	331,86	90,02	83,62	8,86	8,39
Csongrádi	30,18	29,61	22,72	14,58	4,51	4,19	0,52	0,49
Hódmezővásárhelyi	74,97	73,55	74,91	48,08	14,35	13,33	1,63	1,55
Kisteleki	30,03	29,45	8,85	5,68	0,28	0,26	0,15	0,14
Makói	67,20	65,92	51,93	33,33	3,99	3,71	0,46	0,43
Mórahalmi	30,54	29,96	22,13	14,20	0,56	0,52	0,06	0,06
Szegedi	62,38	61,20	44,87	28,80	5,63	5,23	0,64	0,61
Szentesi	64,05	62,84	69,63	44,69	10,50	9,75	1,21	1,15
Csongrád megye összesen	359,35	352,53	295,04	189,36	39,82	36,99	4,67	4,43
Dél-Alföldi régió	1 379,52	1 353,34	1 267,98	813,47	204,23	189,70	25,56	24,21

ártermés

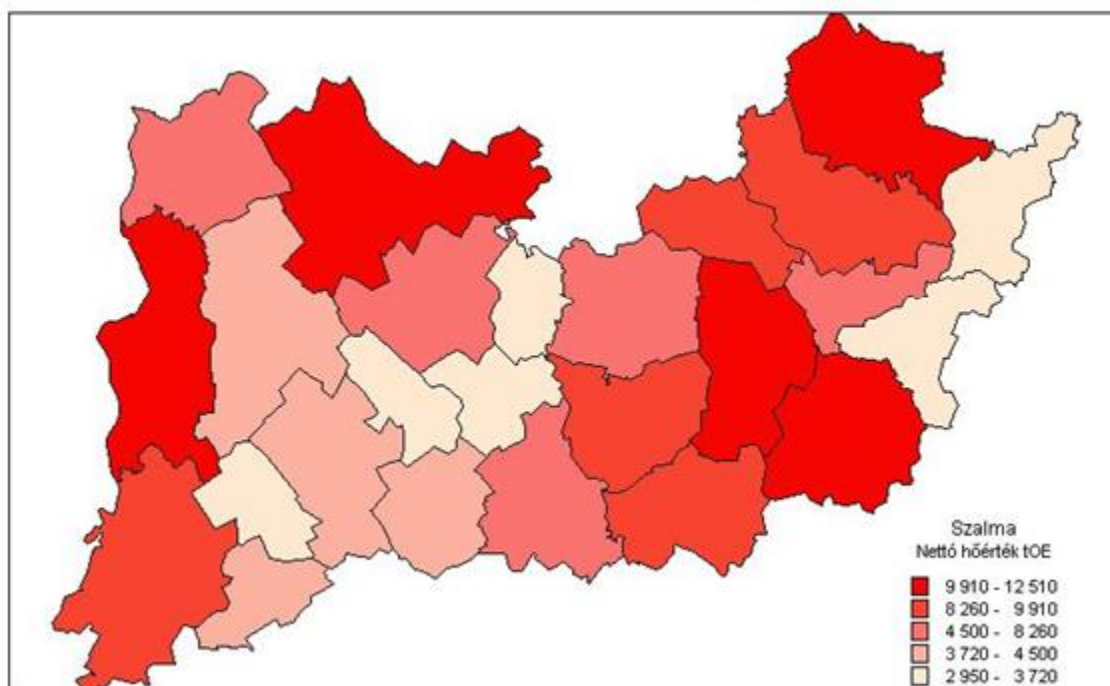
11. táblázat: A gabonaszalma különböző célú felhasználása Magyarországon

Felhasználási terület	Arány %
Almozásra	35
Ipari célra, brikettálás, gombatermesztés, stb.	3
Kisméretű (30 ha alatti) gazdaságokban (almazás, talajerőgazdálkodás, tüzelés stb.)	17
Egyéb célra (takarmányozás, export, stb.)	7
Talajerő visszapótlásra és/vagy energia felhasználásra	38

12. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szalma mennyisége, fűtőértéke és energia hozama a Dél-alföldi régióban

Kistérségi régió	Szalma 1000 t sz.a.	Fűtőérték TJ	Nettó hőérték tOE
Bajai	26,38	456	8705
Bácsalmási	12,51	216	4128
Kalocsai	30,27	524	9989
Kecskeméti	31,29	541	10326
Kiskőrösi	13,07	226	4313
Kiskunfélegyházi	21,66	375	7148
Kiskunhalasi	11,95	207	3944
Kiskunmajsai	8,96	155	2957
Kunszentmiklósi	19,79	342	6531
Jánoshalmi	10,84	188	3577
Bács-Kiskun megye összesen	186,72	3230	61618
Békéscsabai	13,64	236	4501
Mezőkovácsházi	34,05	589	11236
Orosházi	37,89	655	12504
Sarkadi	11,26	195	3716
Szarvasi	25,79	446	8511
Szeghalmi	30,04	520	9913
Békési	29,84	516	9847
Gyulai	11,05	191	3647
Békés megye összesen	193,56	3348	63875
Csongrádi	11,25	195	3713
Hódmezővásárhelyi	27,95	484	9223
Kisteleki	11,19	194	3693
Makói	25,04	433	8263
Mórahalmi	11,38	197	3755
Szegedi	23,26	402	7676
Szentesi	23,87	413	7877
Csongrád megye összesen	133,94	2318	44200
Dél-Alföldi régió	514,22	8896	169693

9. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szalma energia hozama a Dél-Alföld Régióban



13. táblázat: Növényi biomassza energiahordozók fűtőérték és nettó hőértéke

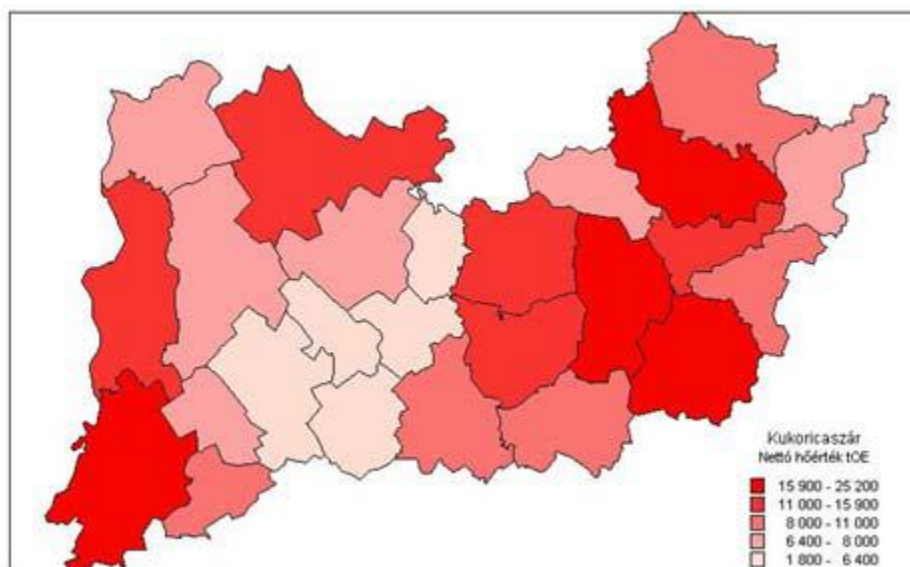
Biomassza	Fűtőérték MJ/kg szárazanyag	Nettó hőérték* kgOE/kg szárazanyag
Gabonaszalma	17,3	0,33
Kukoricaszár	17,5	0,33
Kukoricacsutka	16,2	0,31
Napraforgósár	17,5	0,33
Napraforgóhéj	18,4	0,35
Repceszalma	17,8	0,34
Repcemag	36,0	0,69
Teljes repce	23,0	0,44
Szójaszalma	16,2	0,31
Kenderkóró	17,3	0,33
Energiafű	17,6	0,34
Szőlővenyige	17,4	0,33
Gyümölcsfanyesedék	17,4	0,33
Tüzifa	18,5	0,35
Erdei fahulladék	16,9	0,32
Erdei faapríték	16,9	0,32
Fűrészpor, faforgács	17,9	0,34

*Hatásfok= 80%

14. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható kukoricaszár mennyisége, fűtőértéke és energia hozama a Dél-alföldi régióban

Kistérségi régió	Kukoricaszár 1000 t sz.a.	Fűtőérték TJ	Nettó hőérték tOE
Bajai	76,36	1336	25199
Bácsalmási	30,13	527	9943
Kalocsai	43,89	768	14483
Kecskeméti	33,35	583	11005
Kiskőrösi	19,60	343	6468
Kiskunfélegyházi	21,65	378	7144
Kiskunhalasi	15,50	271	5115
Kiskunmajsai	6,14	107	2026
Kunszentmiklósi	22,23	389	7335
Jánoshalmi	23,70	414	7821
Bács-Kiskun megye összesen	292,25	5116	96442
Békéscsabai	44,11	772	14556
Mezőkovácsházi	72,35	1266	23876
Orosházi	65,11	1139	21486
Sarkadi	19,46	340	6422
Szarvasi	24,14	422	7966
Szeghalmi	24,80	434	8184
Békési	53,55	937	17672
Gyulai	28,34	496	9352
Békés megye összesen	331,86	5806	109514
Csongrádi	14,58	255	4811
Hódmezővásárhelyi	48,08	841	15866
Kisteleki	5,68	99	1874
Makói	33,33	583	10999
Mórahalmi	14,20	249	4686
Szegedi	28,80	504	9504
Szentesi	44,69	782	14748
Csongrád megye összesen	189,36	3313	62488
Dél-Alföldi régió	813,47	14235	268444

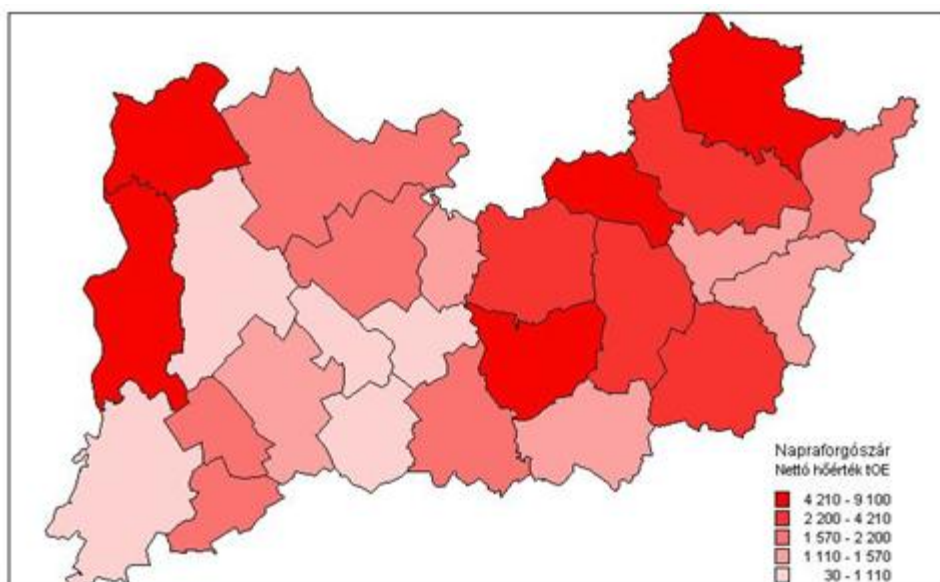
10. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható kukoricaszár energia hozama a Dél-Alföld Régióban



15. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható napraforgósár mennyisége, fűtőértéke és energia hozama a Dél-alföldi régióban

Kistérségi régió	Napraforgósár 1000 t sz.a.	Fűtőérték TJ	Nettó hőérték tOE
Bajai	10,62	186	35,05
Bácsalmási	6,21	109	2049
Kalocsai	15,19	266	5013
Kecskeméti	5,80	101	1914
Kiskőrösi	2,62	46	865
Kiskunfélegyházi	6,65	116	2195
Kiskunhalasi	3,79	66	1251
Kiskunmajsai	0,68	12	224
Kunszentmiklósi	12,77	223	4214
Jánoshalmi	4,76	83	1571
Bács-Kiskun megye összesen	69,09	1208	22801
Békéscsabai	4,33	76	1429
Mezőkovácsházi	7,15	125	2360
Orosházi	7,61	133	2511
Sarkadi	5,04	88	1663
Szarvasi	17,68	309	5834
Szeghalmi	27,57	483	9098
Békési	10,87	190	3587
Gyulai	3,37	59	1112
Békés megye összesen	83,62	1463	27595
Csongrádi	4,19	73	1383
Hódmezővásárhelyi	13,33	233	4399
Kisteleki	0,26	5	86
Makói	3,71	65	1224
Mórahalmi	0,52	9	172
Szegedi	5,23	92	1786
Szentesi	9,75	171	3217
Csongrád megye összesen	36,99	648	12207
Dél-Alföldi régió	189,70	3319	62603

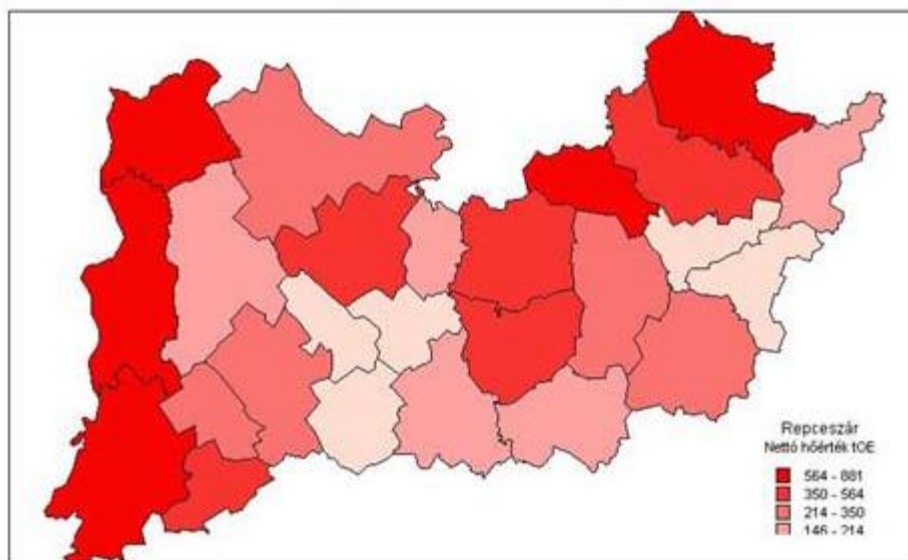
11. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható napraforgósár energia hozama a Dél-Alföld Régióban



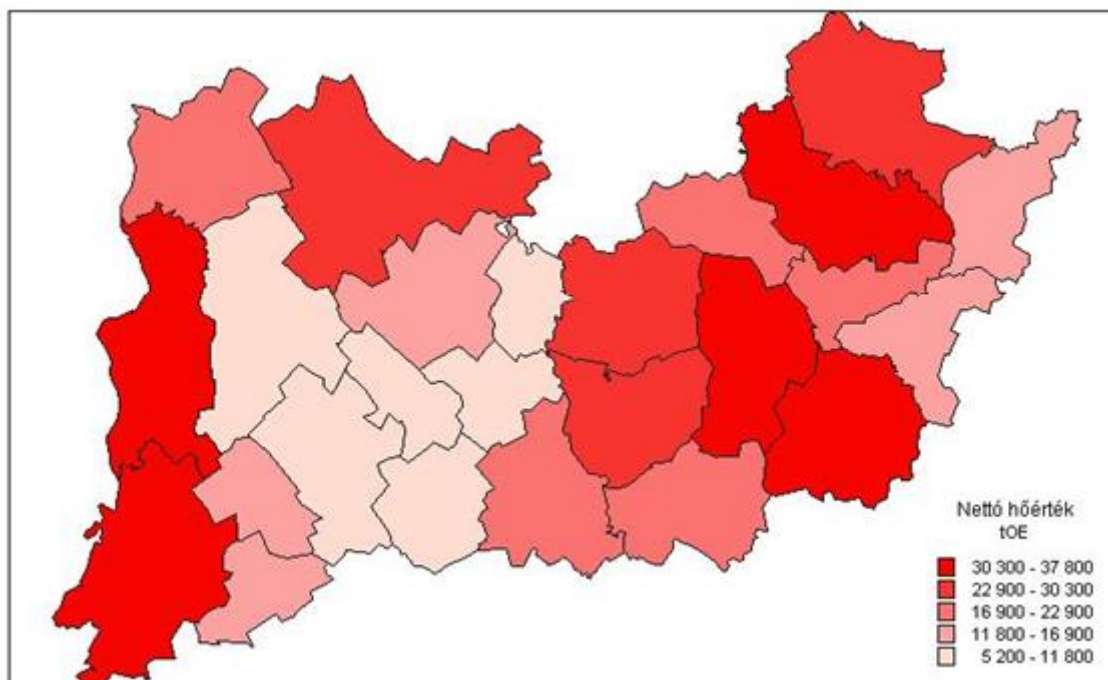
16. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható repceszár mennyisége, fűtőértéke és energiahozama a Dél-alföldi régióban

Kistérségi régió	Repceszár 1000 t sz.a.	Fűtőérték TJ	Nettó hőérték tOE
Bajai	1,76	31	598
Bácsalmási	1,03	18	350
Kalocsai	2,52	45	857
Kecskeméti	0,96	17	326
Kiskőrösi	0,44	8	150
Kiskunfélegyházi	1,11	20	377
Kiskunhalasi	0,63	11	214
Kiskunmajsai	0,11	2	37
Kunszentmiklósi	2,05	36	697
Jánoshalmi	0,78	14	265
Bács-Kiskun megye összesen	11,39	202	3871
Békéscsabai	0,39	7	133
Mezőkovácsházi	0,68	12	231
Orosházi	0,67	12	228
Sarkadi	0,62	11	211
Szarvasi	1,66	30	564
Szeghalmi	2,59	46	881
Békési	1,48	26	503
Gyulai	0,30	5	102
Békés megye összesen	8,39	149	2853
Csongrádi	0,49	9	167
Hódmezővásárhelyi	1,55	28	527
Kisteleki	0,14	2	48
Makói	0,43	8	146
Mórahalmi	0,06	1	20
Szegedi	0,61	11	207
Szentesi	1,15	20	391
Csongrád megye összesen	4,43	79	1506
Dél-Alföldi régió	24,21	430	8230

12. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható repceszár energia hozama a Dél-Alföld Régióban



13. ábra: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szántóföldi kultúrák mellékterméshozamának fűtőértéke (1000 t szárazanyag, 2001-2005 évek átlagában)



17. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható szőlővenyige mennyisége, fűtőértéke és energiahozama a Dél-alföldi régióban

Térség	Mennyisége t sz. a.	Szőlővenyige	
		Fűtőértéke TJ	Energiahozama tOE
Bács-Kiskun megye	33754	587	11139
Békés megye	124	2	41
Dél-alföldi régió	3528	61	1164
Csongrád megye	37406	650	12344

18. táblázat: Energetikai célra potenciálisan felhasználható gyümölcsfa nyesedék mennyisége, fűtőértéke és energiahozama a Dél-alföldi régióban

Térség	Gyümölcsfa nyesedék		
	Mennyisége t sz. a.	Fűtőértéke TJ	Energiahozama tOE
Bács-Kiskun megye	18935	330	6249
Békés megye	1750	30	578
Dél-alföldi régió	7875	137	2599
Csongrád megye	28560	487	9426

19. táblázat: Az éves fakitermelés és energetikai célra potenciálisan felhasználható faanyag mennyisége s fűtőértéke a Dél-alföldi régióban

Térség	Bruttó fakitermelés t szárazanyag	Erdei fahulladék t szárazanyag	Fűtőérték TJ	Tűzifa t szárazanyag	Fűtőérték TJ
Bács-Kiskun megye	307000	73660	1245	113230	2095
Békés megye	21450	5150	87	7910	146
Csongrád megye	78650	18880	319	31770	588
Dél-alföldi régió	407100	97690	1651	152910	2829

20. táblázat: Bioetanol előállításának lehetséges nyersanyagai és a kinyerhető etanol mennyisége

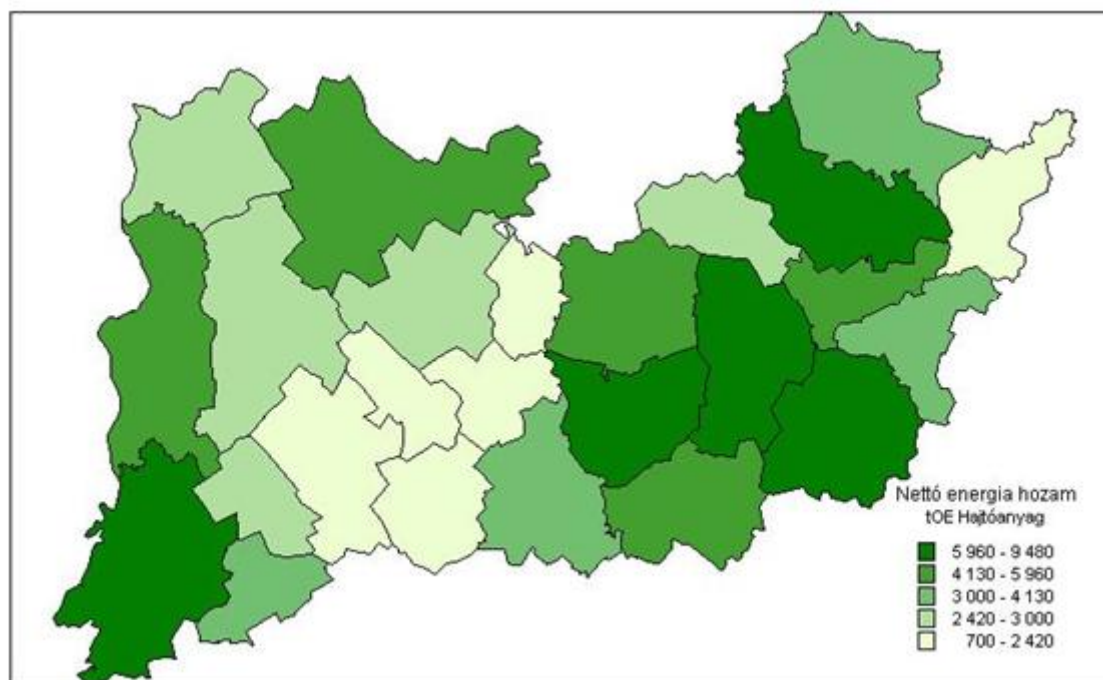
Nyersanyagok	Cukortartalom m %	Keményítőtartalom %		Kinyerhető szesz hlfok/100 kg
	Cukornövények			
Cukorrépa	16-17	-		9
Cukorcirok	14-16	-		8-9
Keményítő-tartalmú növények				
Burgonya	0,5-1,5	12-20		10-11,5
Kukorica	2-3	65		33-35
Búza	1,4	65		35-36
Rozs	4	65		36
Árpa	-	58		32-34
Zab	-	53		28
Rizs	-	70		40-45
Inulin-tartalmú növény				
Csicsóka	14-16	-		7-9
Lignocellulózok				
Nyersanyagok	Cellulóz %	Hemicellulóz %	Lignin %	Kinyerhető szesz hlfok/100 kg
Kukoricaszár	40	30	15	7-8
Szalma	35	23	24	12-14
Fás növényi részek	45	25	30	16-17
Kender	67	16	8	16-18

21. táblázat: Bioetanol előállításra potenciálisan felhasználható gabonatermés mennyisége, etanol hozama, fűtőértéke és nettó energiahozama a Dél-alföldi régióban

Térség	Őszi búza			
	Szemterm és 1000 t sz.a.	Etanol 1000 t	Fűtőérték TJ	Nettó energia hozam++ tOE Hajtóanyag
Bács-Kiskun megye	88	31	806	20150
Békés megye	132	46	1196	29900
Csongrád megye	69	24	624	15600
Dél-alföldi régió	289	101	2626	65650
Kukorica				
Bács-Kiskun megye	160	56,0	1456	36400
Békés megye	180	63,0	1638	40950
Csongrád megye	103	36,0	936	23400
Dél-alföldi régió	443	155,0	4030	100750
Mindösszesen Dél-alföldi régió	732	256	6656	166400

+ A bioetanol fűtőértéke: 26 MJ/kg; Nettó hőértéke: 0,65 kgOE/kg

14. ábra: Bioetanol előállításra potenciálisan felhasználható kukoricatermés nettó energiahozama a Dél-alföldi régióban



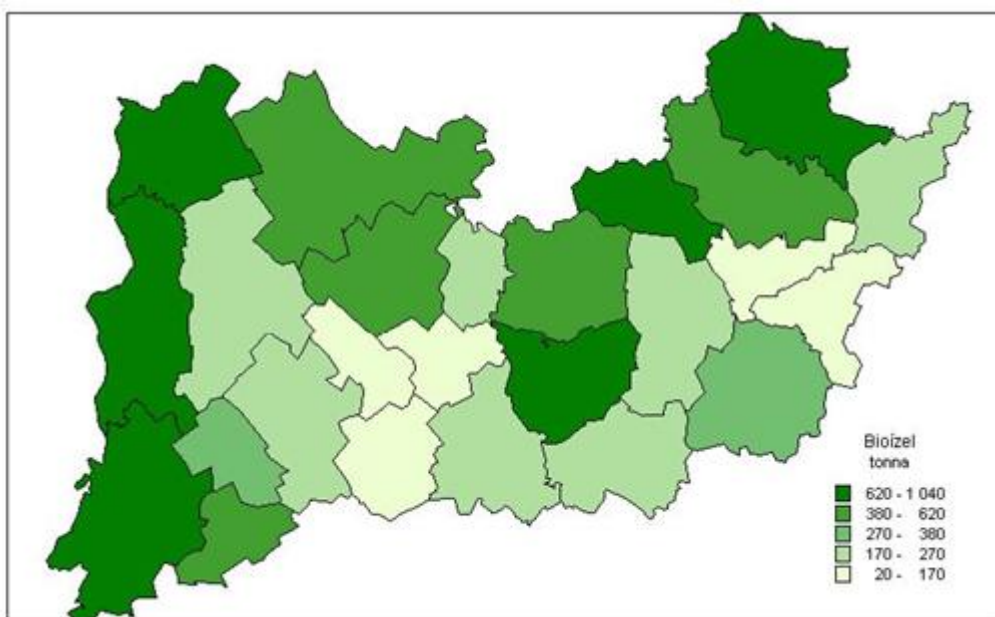
22. táblázat: Biodízel előállítás nyersanyagai és kinyerhető metilészter fajlagos szükséglete

Nyersanyagok	Olajtartalom %	1000 kg metilészter kinyeréséhez szükséges mag, kg
Repce	40-42	2400-2500
Napraforgó	46-52	1950-2200
Szója	18-22	450-550

23. táblázat: Biodízel előállításra potenciálisan felhasználható repcemag mennyisége és biodízel hozama a Dél-alföldi régióban

Térség	2001-2005 évek átlagában		2007-re tervezve	
	Magtermés 1000 t sz.a.	Biodízel 1000 t	Magtermés 1000 t sz.a.	Biodízel 1000 t
Bács-Kiskun megye	12,03	4,81	21,50	8,60
Békés megye	8,86	3,54	16,00	6,40
Csongrád megye	4,67	1,87	9,50	3,80
Dél-alföldi régió	25,56	10,22	47,00	18,80

15. ábra: Biodízel előállításra potenciálisan felhasználható repcemag biodízel hozama a Dél-alföldi régióban



24. táblázat: A Dél-alföldi régió állatállománya 1000 db (2005.12.01.)

Állatfaj	Bács-Kiskun megye	Békés megye	Csongrád megye	Dél-alföldi régió
Szarvasmarha	48	49	42	139
Tehén	24	21	20	65
Egyéb	24	28	22	74
Juh	241	55	70	366
Anyajuh	183	42	47	272
Egyéb	58	13	23	94
Sertés	394	345	285	1024
Anyakoca	31	26	22	79
Egyéb	363	319	263	945
Tyúkféle	3200	1518	1131	5849
Tojó	1484	1104	566	3154
Egyéb	1716	414	565	2695
Ló	3,375	3,028	1,732	7,135

25. táblázat: A Dél-alföldi régió állatállománya kistérségenként, db (2005.12.01.)

Kistérségi régió	Szarvasmarha		Juh		Sertés		Tyúkféle	Ló
	Tehén	Egyéb	Anyajuh	Egyéb	Anyakoca	Egyéb		
				Bács-Kiskun megye				
Bácsalmási	1 663	1 868	4 149	1 684	5 002	55 451	68 863	115
Bajai	2 627	3 997	15 067	3 592	6 369	71 772	433 189	248
Jánoshalmi	2 091	1 410	9 652	2 776	2 909	39 501	557 817	154
Kalocsai	2 286	2 613	18 439	5 086	3 998	46 280	209 476	293
Kecskeméti	4 924	5 024	33 696	8 401	5 462	57 797	725 771	938
Kiskőrösi	2 307	1 884	33 726	10 661	1 412	22 172	487 888	505
Kiskunfélegyházi	3 139	2 702	11 639	5 493	1 547	21 699	308 876	312
Kiskunhalasi	1 681	1 488	24 265	8 950	1 347	15 879	225 318	311
Kiskunmajsai	1 331	820	5 548	2 850	1 478	15 392	110 682	240
Kunszentmiklósi	1 951	2 194	26 819	8 508	1 476	17 056	71 746	258
Összesen	24 000	24 000	183 000	58 000	31 000	363 000	3 199 625	3 375
Mindösszesen	48 000		241 000		394 000		3 199 625	3 375
				Békés megye				
Békéscsabai	1 795	2 558	1 965	934	2 875	30 488	324 551	218
Mezőkovácsházi	3 623	5 356	1 000	705	6 520	80 470	212 329	407
Orosházi	3 782	5 368	6 884	1 441	4 119	54 214	376 237	397
Sarkadi	618	650	3 641	1 174	1 684	17 995	60 548	120
Szarvasi	2 002	2 284	3 725	1 177	2 303	26 381	100 224	133
Szeghalmi	3 227	3 795	17 295	4 737	3 091	39 858	189 730	289
Békési	3 841	4 956	4 304	1 787	3 915	47 897	152 515	254
Gyulai	2 114	3 033	3 187	1 045	1 493	21 787	101 868	210
Összesen	21 000	28 000	42 000	13 000	26 000	319 000	1 518 000	2 028
Mindösszesen	49 000		55 000		345 000		1 518 000	2 028
				Csongrád megye				
Csongrádi	946	832	4 406	2 333	1 400	17 805	347 754	135
Hódmezővásárhelyi	6 863	7 924	9 008	5 327	4 667	50 303	109 864	356
Kisteleki	1 051	923	7 615	3 069	1 545	14 684	56 367	173
Makói	2 096	2 556	5 013	2 739	2 321	31 102	94 692	255
Mórahalmi	1 154	1 157	1 642	1 226	978	16 253	68 742	197
Szegedi	2 084	2 452	4 713	3 927	4 348	56 182	530 215	416
Szentesi	5 806	6 155	14 603	4 378	6 742	76 671	236 635	200
Összesen	20 000	22 000	47 000	23 000	22 000	263 000	1 131 268	1 732
Mindösszesen	42 000		70 000		285 000		1 131 268	1 732

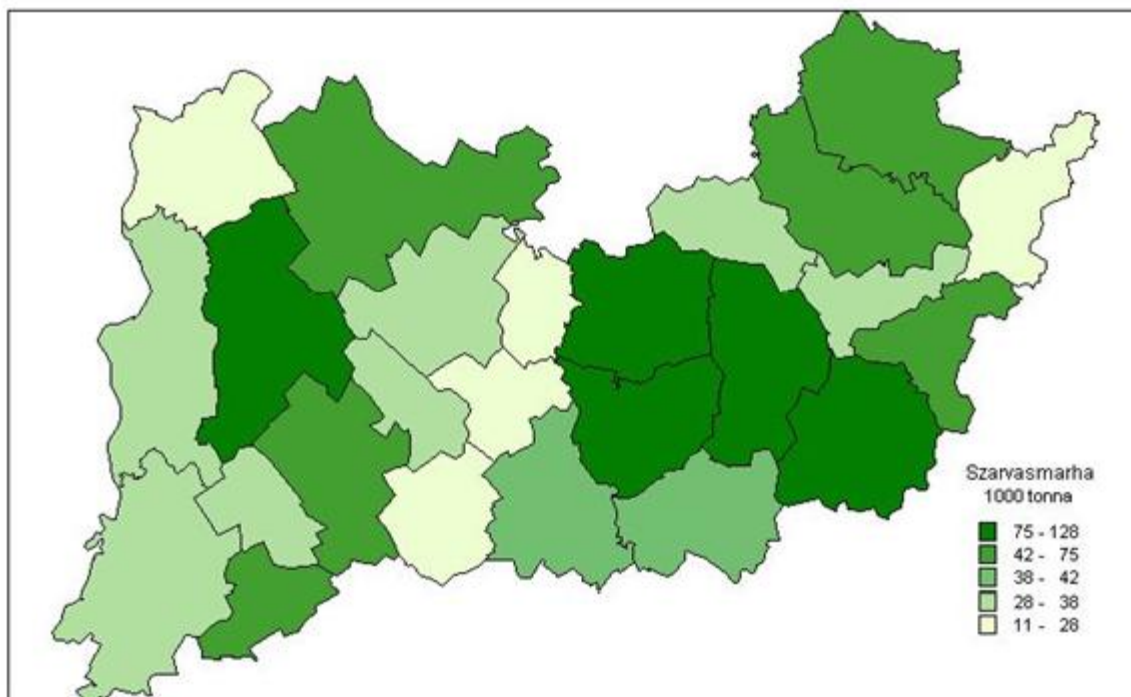
**26. táblázat: A Dél-alföldi régió állatállományának éves trágya (bélsár+vizelet) mennyisége, 1000 t (2005.
12. 01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)**

Állatfaj	Bács-Kiskun megye	Békés megye	Csongrád megye	Dél-alföldi régió
a Szarvasmarh	421	415	364	1200
Tehén	262	229	218	709
Egyéb	159	186	146	491
Juh	153	35	44	232
Anyajuh	121	28	31	180
Egyéb	32	7	13	52
Sertés	568	496	410	1474
Anyakoca	73	61	51	185
Egyéb	495	435	359	1289
Tyúkféle	128	61	45	234
Ló	21	13	11	45
Összesen	1291	1020	874	3185

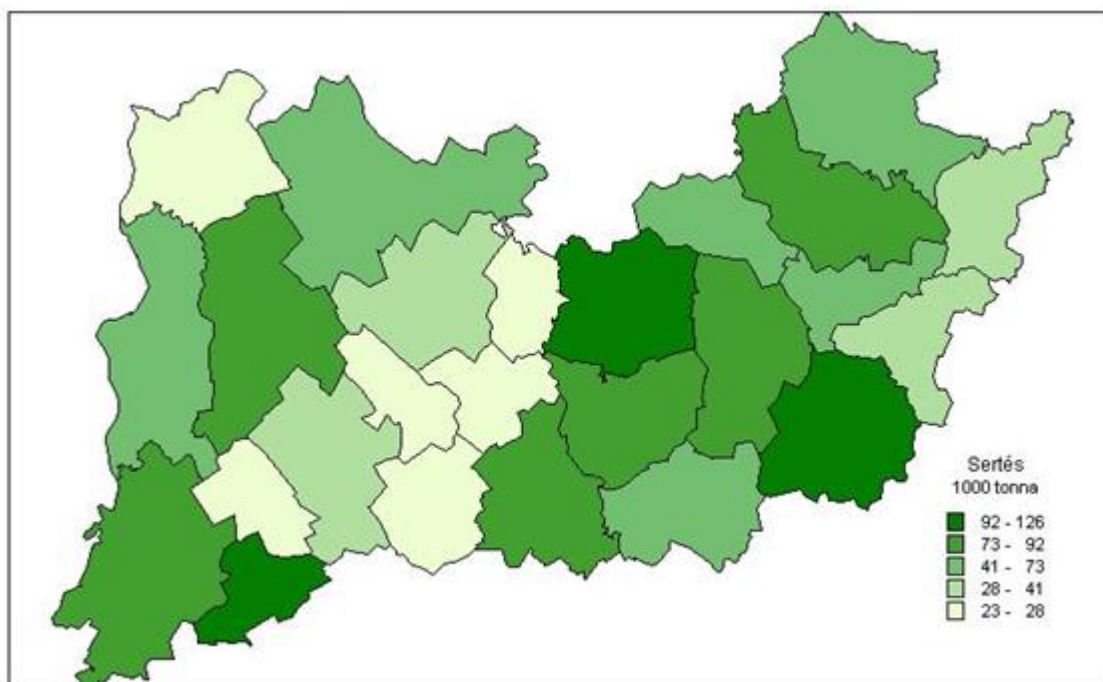
27. A Dél-alföldi régió kistérségei, állatállományának éves trágya (belső+vízelet) mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)

Kistérségi régió	Szarvasmarha		Juh		Sertés		Tyúkféle	Ló
	Tehén	Egyéb	Anyajuh	Egyéb	Anyakoca	Egyéb		
	Bács-Kiskun megye							
Bácsalmási	18,16	12,38	2,75	0,94	11,71	75,69	2,64	0,72
Bajai	28,69	26,50	9,99	2,00	14,90	97,97	17,34	1,55
Jánoshalmi	22,84	9,35	6,40	1,55	6,81	53,92	22,32	0,96
Kalocsai	24,96	17,32	12,23	2,83	9,36	63,17	8,39	1,83
Kecskeméti	53,77	33,31	22,34	4,68	12,78	78,89	29,07	5,85
Kiskörösi	25,19	12,49	22,36	5,94	3,30	30,26	19,54	3,15
Kiskunfélegyházi	34,28	17,91	7,72	3,06	3,62	29,62	12,37	1,95
Kiskunhalasi	18,36	9,87	16,09	4,98	3,15	21,68	9,03	1,94
Kiskunmajsai	14,54	5,44	3,68	1,59	3,46	21,01	4,44	1,50
Kunszentmiklósi	21,30	14,55	17,78	4,74	3,45	23,28	2,88	1,61
Összesen	262	159	121	32	73	495	128	21
Mindösszesen	421		153		568		128	21
Békés megye								
Békéscsabai	19,60	16,96	1,30	0,47	6,73	41,62	12,98	1,36
Mezőkovácsházi	39,56	35,51	0,66	0,36	15,26	109,77	8,49	2,54
Orosházi	41,30	35,59	4,56	0,73	9,64	74,00	15,05	2,48
Sarkadi	6,74	4,31	2,41	0,59	3,94	24,51	2,42	2,75
Szarvasi	21,86	15,14	2,47	0,60	5,39	36,01	4,01	0,83
Szeghalmi	35,23	25,16	11,47	2,40	7,23	54,41	7,59	1,80
Békési	41,94	32,86	2,85	0,91	9,16	65,38	6,10	1,58
Gyulai	23,08	20,11	2,11	0,53	3,49	29,74	4,07	1,31
Összesen	229	186	28	7	61	435	61	13
Mindösszesen	415		35		496		61	13
Csongrád megye								
Csongrádi	10,33	5,52	2,92	1,30	3,28	24,30	1,40	0,84
Hódmezővásárhelyi	74,94	52,53	5,97	2,97	10,92	68,66	4,41	2,22
Kisteleki	11,48	6,12	5,05	1,71	3,62	20,04	2,18	1,08
Makói	22,89	16,95	3,32	1,53	5,43	42,45	3,80	1,59
Mórahalmi	12,60	7,67	1,09	0,68	2,29	22,19	2,76	1,23
Szegedi	22,75	16,26	3,12	2,19	10,17	76,69	21,23	2,60
Szentesi	63,40	40,81	9,68	2,44	15,78	104,66	9,47	1,25
Összesen	218	146	31	13	51	359	45	11
Mindösszesen	364		44		410		45	11

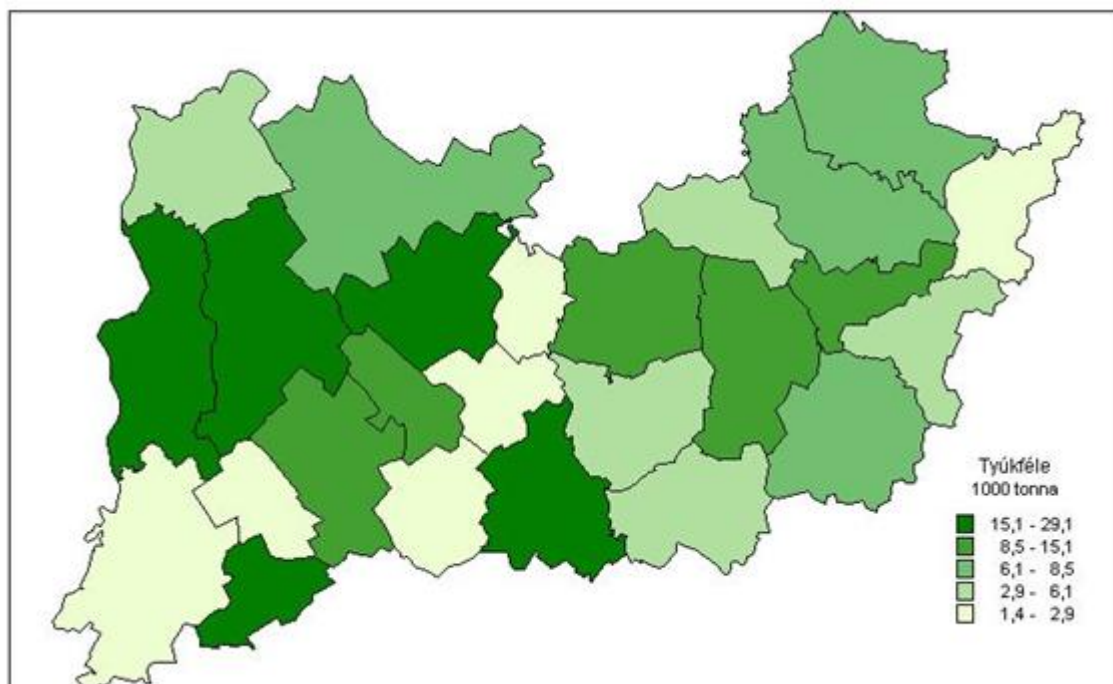
16. ábra: A Dél-alföldi régió szarvasmarha állományának éves trágya (bél­sár+vizelet) mennyisége, 1000 t
(2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)



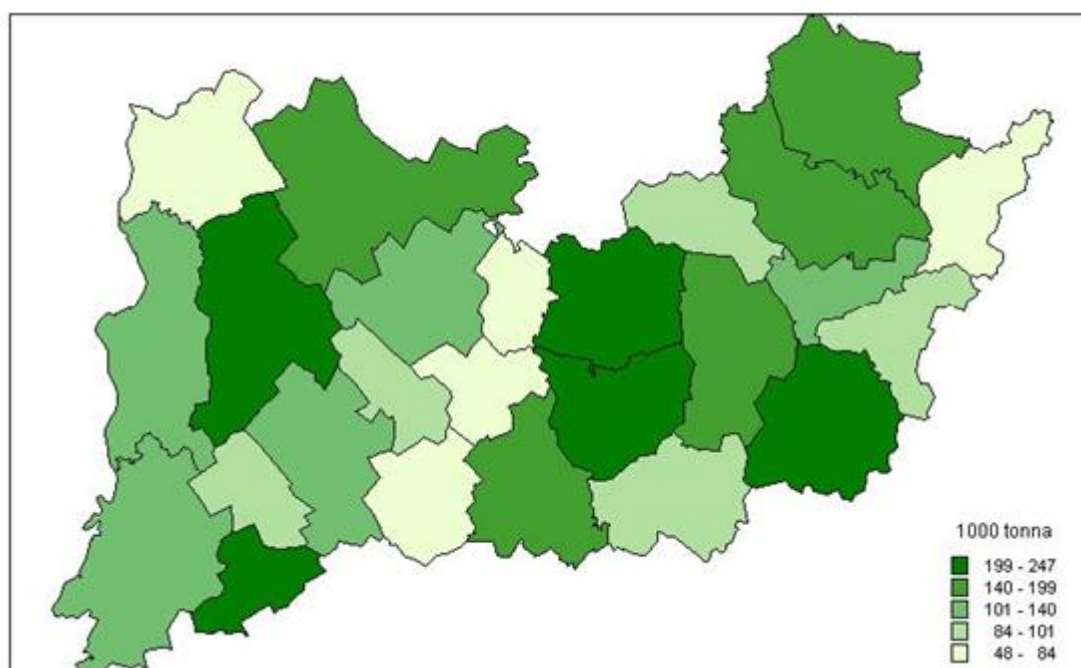
17. ábra: A Dél-alföldi régió sertés állományának éves trágya (bél­sár+vizelet) mennyisége, 1000 t
(2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)



18. ábra: A Dél-alföldi régió tyúk állományának éves trágya mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)



19. ábra: A Dél-alföldi régió állat állományának éves trágya (bélsár+vizelet) mennyisége, 1000 t (2005.12.01. állatállományra számítva és 25% evaporációs veszteséggel csökkentve)



28. táblázat. A biogáztermelés lehetséges nyersanyagai és gázhozama, m³/t szervesanyag

Biomassza	Biogáz alsó érték	Biogáz felső érték	Biogáz átlag érték	Biogáz hasznosítható
Sertés trágya	340	550	445	338
Szarvasmarha trágya	90	310	200	152
Csirketrágya	310	620	465	353
Pulyka, liba trágya	455	505	480	365
Lótrágya	200	300	250	190
Almos istállótrágya	175	280	225	171
Juhtrágya	90	310	200	152
Nyúltrágya	380	464	422	321
Prémiesállat trágya	347	413	380	289
Búzaszalma	200	300	250	190
Rozsszalma	200	300	250	190
Zabszalma	290	310	300	228
Kukoricaszár	380	460	420	319
Napraforgószár	279	321	300	228
Repceszalma	180	220	200	152
Rizsszalma	170	280	225	171
Burgonyaszár	280	490	385	293
Paradicsomszár	361	385	373	283
Cukorrépafej	400	500	450	342
Fű	280	550	415	315
Elefántfű	430	560	495	376
Nád-káka	170	260	215	163
Lucerna	430	490	460	350
Zöldség hulladék	330	360	345	262
Palántamaradék	602	638	620	471
Lomb	210	290	250	190
Vegyes mg. hulladék	310	430	370	281
Szennyvíziszap	310	740	525	399

29. táblázat: A gázok összetétele és fűtőértéke

Összetevő	Fagáz	Fagáz (gőz)	Városi gáz	Depo gáz	Biogáz
Metán (CH ₄)	3-6%	9-11%	60-75%	45-55%	50-75%
Szén-dioxid (CO ₂)	12-16%	20-25%	30-40%	30-40%	25-45%
Hidrogén-szulfid (H ₂ S)	-	-	< 1%	50-300 ppm	0-1%
Vízgőz (H ₂ O)	-	-	telített	telített	telített
Hidrogén (H ₂)	11-16%	33-40%	Nyomokban	-	0-1%
Oxigén (O ₂)	-	-	< 1%	-	0-1%
Nitrogén (N ₂)	45-60%	< 3%	< 4%	5-15%	0-3%
Ammónia (NH ₃)	-	-	-	-	0-0,5%
Szénmonoxid (CO)	13-18%	25-30%	Nyomokban	-	-
Fűtőérték kWh/m ³	1,1-1,7	3,3-4,2	6-7,5	4,5-5,5	5-7,5

**30. táblázat: A szarvasmarha állomány megoszlása nagyságkategóriánként a Dél-alföldi régióban
(2005.12.01.)**

Nagyságrendi kategória, db	Szarvasmarha	
	db	%
1-2	4239	3,1
3-9	20250	15,0
10-19	12809	9,5
20-29	7933	5,9
30-49	3245	2,4
50-99	9178	6,8
100-199	3663	2,7
200-299	2238	1,6
300-499	5065	3,7
500 <	66763	49,3

31. táblázat: A juh állomány megoszlása nagyságkategóriánként a Dél-alföldi régióban (2005.12.01.)

Nagyságrendi kategória, db	Juh	
	db	%
1-2	3682	1,0
3-9	20424	5,5
10-19	16294	4,4
20-49	25523	6,8
50-99	34709	9,3
100-199	55857	15,0
200-499	89232	23,9
500-999	58017	15,6
1000<	69351	18,5

32. táblázat: A sertésállomány megoszlása nagyságkategóriánként a Dél-alföldi régióban (2005.12.01.)

Nagyságrendi kategória, db	Sertésállomány	
	db	%
1-2	69985	6,8
3-9	124642	12,2
10-49	204732	20,0
50-99	40981	4,0
100-199	30481	3,0
200-399	15548	1,5
400-999	26378	2,6
1000-1999	11007	1,1
2000-4999	94803	9,3
5000<	404405	39,5

33. táblázat: A biogáztermelés lehetséges nyersanyagai és gázhozama

Nyersanyagok	Gázhozam m ³ /t szerves anyag	Gáz metán tartalma %
Szennyvíz iszap	600	68
Fűfélék	420-540	60
Farm hulladék	300-420	60-70
Tehéntrágya	90-300	65
Sertésrágya	350-480	65-70
Csirketrágya	300-600	60
Csirketrágya + lenyírt fű	350	68
Búza (teljes növény)	384	
Kukorica (teljes növény)	397	
Árpa (teljes növény)	356	
Lucerna, vöröshere	350	

2.sz. Melléklet

Üzemgazdaságossági számítások bioetanol üzemekre

Bioetanol üzem - 1. változat					
Alapanyag bioetanolüzem:					
Kukorica mennyiség	198 266,4	tonna/év	ár:	0,07	EUR/kg:
Bioetanol termelés terméke					
Bioetanol	66 997 320	l/év			
Segédanyagok bioetanolüzem					
H ₂ SO ₄ (96%)	87 097	kg/év	ár:	0,40	EUR/kg:
H ₃ PO ₄ (85%)	100 496	kg/év	ár:	0,48	EUR/kg:
CaCl ₂ (100%)	0	kg/év	ár:	0,72	EUR/kg:
Enzimek	102 507	kg/év	ár:	0,14	EUR/kg:
NaOH (50%)	418 733	kg/év	ár:	0,10	EUR/kg:
Urea (100%)	655 234	kg/év	ár:	0,20	EUR/kg:
NH ₄ OH (25%)	734 291	kg/év	ár:	0,40	EUR/kg:
Habgátlószer	20 099	kg/év			
Élesztő	0	kg/év			
Egyéb	0	kg/év			
Vita-Mix	498	kg/év	ár:	0,80	EUR/kg:
Trace-Mix	498	kg/év	ár:	0,80	EUR/kg:
MgSO4	50 248	kg/év	ár:	0,20	EUR/kg:
Bioetanol termelés maradékai					
Kozmaolaj	180 893	l/év	ár:	0,08	EUR/l
Szeszmoslék (DDGS)	73 362 065	kg/év	ár:	0,10	EUR/kg
CO ₂	24 990 000	kg/év	ár:	0,08	EUR/kg

Bioetanol üzem - 1. változat (folyt.)				
Energia és infrastruktúra				
Gőz alacsony nyomású (6-8 bar)	184 242 630	kg/év		
Gőz magas nyomású (20-25 bar)	0	kg/év		
Elektromos áram	36 848 526	kWh/év		
(beleértve a logisztikát, segédanyagforgalmat, etc)				
Folyamat víz	334 987	m3/év		
Nitrogén	267 989	Nm3/év		
Műszerlevegő	2 813 887	Nm3/év		
Hűtővíz (zárt hűtőtoronykor)	12 930 483	m3/év		
Energiaköltség összesen:	3 584 000	EUR/év		
Beruházási költségek				
Beruházási költség		EUR		
Tervezett pénzügyi élettartam	5	év		
Saját erő	30 000 000	EUR		
Állami támogatás		EUR		
		100%		
Beruházási költségek etanolüzem				
Becsült beruházási költség*	30 000 000	EUR		
Becsült üzemeltetési költségek				
Amortizációs költségek (évi 14,5%)	4 352 000	EUR		
Személyi jellegű ráfordítások összesen				
Anyag jellegű szolgáltatások összesen	1 044 400	EUR		
Egyéb ráfordítások összesen	1 868 000	EUR		
Összesen	748 000	EUR		
	8 012 400	EUR		
			Hozzáadott érték:	46055000 EUR

Bioetanol üzem - 2. változat				
Alapanyag bioetanolüzem:				
Kukorica mennyiség	9 921,4	tonna/év	ár:	0,7 EUR/kg
Bioetanol termelés termékek				
Bioetanol	3 700 000	l/év		
Segédanyagok etanolüzem				
H ₂ SO ₄ (96%)	4 020	kg/év	ár:	0,40 EUR/kg:
H ₃ PO ₄ (85%)	4 824	kg/év	ár:	0,48 EUR/kg:
CaCl ₂ (100%)				
Enzimek	4 824	kg/év	ár:	0,25 EUR/kg:
NaOH (50%)	20 904	kg/év	ár:	0,14 EUR/kg:
Urea (100%)	32 964	kg/év	ár:	0,10 EUR/kg:
NH ₄ OH (25%)	36 984	kg/év	ár:	0,20 EUR/kg:
Habgátlószer	804	kg/év	ár:	0,40 EUR/kg:
Élesztő				
Egyéb				
Vita-Mix	32	kg/év	ár:	0,80 EUR/kg:
Trace-Mix	32	kg/év	ár:	0,80 EUR/kg:
MgSO ₄	2 412	kg/év	ár:	0,20 EUR/kg:
Bioetanol termelés maradékai				
Kozmaolaj	9 648	l/év	ár:	0,08 EUR/l
Szemeszlék (DDGS)	2 700 000	kg/év	ár:	0,10 EUR/kg
CO ₂	1 249 500	kg/év	ár:	0,08 EUR/kg

Bioetanol üzem - 2. változat (folyt)				
Energia és infrastruktúra				
Gőz alacsony nyomású (6-8 bar)	9 722 772	kg/év		
Gőz magas nyomású (20-25 bar)	0	kg/év		
Elektromos áram	1 944 876	kWh/év		
(beleértve a logisztikát, segédanyagforgalmat, etc)				
Folyamat víz	16 884	m3/év		
Nitrogén	0	Nm3/év		
Műszerlevegő	15 152	Nm3/év		
Hűtővíz (zárt hűtőtoronykor)	670 536	m3/év		
Energiaköltség	66 400	EUR/év		
Beruházási költségek				
Beruházási költség		EUR		
Tervezett pénzügyi élettartam	5	év		
Saját erő	2 400 000	EUR		
Állami támogatás		EUR		
	100%			
Beruházási költségek etanolüzem				
Becsült beruházási költség*	2 400 000	EUR		
Becsült üzemeltetési költségek				
Amortizációs költségek (évi 14,5%)	348 000	EUR		
Személyi jellegű ráfordítások összesen	98 000	EUR		
Anyag jellegű szolgáltatások összesen	20 000	EUR		
Egyéb ráfordítások összesen	4 000	EUR		
Összesen	470 000	EUR		
			Hozzáadott érték:	3075000 EUR

