
**JAVASLATOK NAP-, BIOGÁZ- ÉS TÖRPE
VÍZIERŐMŰVEK KIALAKÍTÁSÁRA** ELSŐSORBAN, DE NEM
KIZÁRÓLAGOSAN A ZALA ZÖLD SZÍVE ÉS A ZALATERMÁLVÖLGYE
HELYI VIDÉKFEJLESZTÉSI AKCIÓCSOPORT TERÜLETÉRE

KÖZISMERETI ANYAG



**JAVASLATOK NAP-, BIOGÁZ- ÉS TÖRPE
VÍZIERŐMŰVEK KIALAKÍTÁSÁRA ELSŐSORBAN,
DE NEM KIZÁRÓLAGOSAN A ZALA ZÖLD SZÍVE ÉS A
ZALATERMÁLVÖLGYE HELYI VIDÉKFEJLESZTÉSI
AKCIÓCSOPORT TERÜLETÉRE**

KÖZISMERETI ANYAG

Készítette:

**AQUALINE Z+Z Bt (8800 Nagykanizsa, Vadrózsa út
10/A.) a Dunántúli Regionális Fejlesztési és
Kommunikációs Kft megbízásából**

A közismereti anyag a 35/2013 (V. 22.) FVM rendelet alapján
a LEADER térségek közötti együttműködés végrehajtásához nyújtott támogatással a
„Mindent a klímavédelemért” c. projekt keretében készült

Zalaszentgrót, 2015

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés.....	6
2.Előzmények.....	9
3.Megújuló energia fogalma	10
3.1.A megújuló energiaforrások definíciója	10
3.2.A megújuló energiaforrások előnyei	10
3.3.A megújuló energiaforrások alkalmazhatósága, jövője	11
3.4.Az önkormányzat hatáskörébe tartozó energetikai feladatok.....	12
4.Napenergia	13
4.1.A napenergia	13
4.2.A napenergia-hasznosítás főbb típusai:	16
4.3.A passzív napenergia hasznosítás.....	17
4.3.1.Tömegfalas épületek	19
4.3.2.Vegyes passzív energiahasznosító rendszerek	19
4.4.Aktív napenergia hasznosítás - vízmelegítés	21
4.4.1.Fényezetlen panelú kollektorok:	22
4.4.2.Sík kollektorok:	22
4.4.3.Vákumcső kollektorok:	22
4.4.4.Vonalas fókuszú kollektor:.....	23
4.4.5.Pontfókuszú kollektor:.....	23
4.5.A kollektorok elhelyezése és tájolása.....	23
4.6.Napenergiát hasznosító rendszerek	24
4.6.1.Használati melegvizet előállító rendszerek	24
4.6.2. Egykörös rendszer.....	25
4.6.3. Kétkörös rendszer	25
4.6.4. Tartálykollektor.....	25
4.6.5.Épületek fűtését ellátó rendszerek.....	26
4.6.6. Folyadékos rendszerek	26
4.6.7. Levegős rendszerek	26
4.6.8. Uszodafűtést ellátó rendszerek	26
4.6.9. Épületek hűtését ellátó rendszerek.....	26
4.6.10. Természetes helyiséghűtés.....	27
4.6.11. Hagyományos hűtési eljárás.....	27
4.7. Aktív napenergia hasznosítás – villamosenergia-előállítás	27

4.7.1. A napelemek szerkezete és működése	27
4.7.2. A napelemek típusai	28
4.7.3. A napelemek alkalmazási területei	29
4.8. A naperőművek	30
5. A biomassza energia.....	33
5.1. A biomassza és a biomassza energetikai hasznosítása.....	33
5.2. A biomassza hasznosítási lehetősége Magyarországon	34
5.3. A biomassza energiatartalmának hasznosíthatósága	36
5.3.1. A biomassza alkalmazási területei	36
5.3.2. Az energetikai célú biomassza	36
5.3.4. Fás szárú energianövények.....	39
5.3.5. Lágyszárú energianövények.....	46
5.3.6. Bio-üzemanyagok	50
5.3.7. Melléktermékek és hulladékok hasznosítása	52
5.4. A biomassza energetikai hasznosításának előnyei, hátrányai, környezeti kockázatok	55
6. Vízenergia	56
6.1. Alapvető fogalmak és folyamatok	56
6.2. A vízenergia alapja.....	60
6.2.1. Esés és vízhozam.....	60
6.2.2. Teljesítmény és energia	61
6.2.3. Kisléptékű vízerőműrendszerek fő elemei.....	62
6.3. Technológia	63
6.3.1. Áttekintés.....	63
6.3.2. A kisléptékű vízerőművek számára alkalmas turbinafajták.....	64
6.3.3. Turbinák kiválasztásának kritériumai	66
6.3.4. Turbinák hatékonysága.....	67
6.3.5. Ellenőrzés.....	68
6.3.6. Védőszerkezetek.....	69
6.4. Az energiaforrások értékelése.....	71
6.4.1. Országos és területi szinten.....	72
6.4.2. Helyi szintű forrás meghatározás (Hely-Specifikus).....	74
6.5. A kisléptékű vízerőmű potenciál értékelésének módszertana.....	78
6.5.1. Általános elképzelés	78
6.5.2. Földrajzi rendszerek adatbázisainak leírása	79
6.5.3. Módszertan a vízerőművek felhasználható potenciáljának számításához	82

6.6. Megvalósíthatósági tanulmány készítése.....	90
6.6.1. Bevezető	90
6.6.2. Megvalósíthatóság.....	90
6.7. Javaslatok elsősorban törpevízierőművekre	92
7. Helyzetfeltárás – Zala megye-kistérségek.....	101
7.1 Napenergia hasznosítás adottságai, helyzet	101
7.2. Biomassza energetikai hasznosításának adottságai, helyzete	103
7.3. Vízipenergia felhasználásának adottságai, helyzete	104
8. Javaslatok	106
8.1 Javaslat napenergia hasznosításra (naperőművek).....	106
8.2. Biomassza energetikai felhasználásra javaslat (biogáz és faparíték)	108
8.3. Vízipenergia hasznosítására javaslat (törpe vízierőművek).....	111
9. Javaslat mintaprojektekre	116
10. Gazdasági-társadalmi-környezeti hatások	124
11. Forráskoordináció.....	126
12. Irodalomjegyzék	127

1.Bevezetés

A közismereti anyagunk útmutatóul, gondolat ébresztőül szolgál elsősorban, de nem kizárólagosan a két érintett kistérség döntéshozóinak, gazdasági szereplőinek, hogy valóban fenntartható alkalmazását valósítsák meg a megújuló energiaforrásoknak környezeti-, szociális- és gazdasági szempontból egyaránt. A térségi klímavédelmi stratégiához szorosan kapcsolódva, de – gyakorlati alkalmazásban –túlmutatva kíván segítséget nyújtani.

A környezeti tényezőkön túl azon települések, kistérségek, akik, belátható (max. 10-15 év) nem tudják csökkenteni energetikai függőségüket, nem tudják kialakítani energetikai autonómiájukat menthetetlenül kiszolgáltatott, hátrányos helyzetbe kerülnek, ahonnan egyre nehezebb a kiút. A megújuló energiákra alapozott energetikai autonómiát addig kell/lehet kialakítani amíg egyáltalán elérhetők a fosszilis energiák.

Jelen közismereti anyag elsősorban, de nem kizárólagosan a Zala Zöld Szíve – és a Zalatermálvölgye Helyi Vidékfejlesztési Akciócsoportnak, azok településeinek íródott.

A Zala Zöld Szíve HACS települései (53 település)				
Baktúttós	Hernyék	Lovászi	Pusztaderics	Tótszerdahely
Bánokszentgyörgy	Iklódbördőce	Maróc	Pusztamagyaród	Valkonya
Barlahida	Kányavár	Mikekarácsonyfa	Pusztaszentlászló	Várfölde
Bázakerettye	Kerkaszentkirály	Molnári	Semjénháza	Zajk
Becsehely	Kerkateskánd	Murarátka	Szécsisziget	Zebecke
Borsfa	Kiscsehi	Muraszemenye	Szentlisló	
Bucsuta	Kistolmács	Nova	Szentmargitfalva	
Csertalakos	Kissziget	Oltárc	Szentpéterfölde	
Csömödér	Lasztonya	Ortaháza	Tófej	
Csörnyeföld	Lenti	Páka	Tormafölde	
Dobri	Letenye	Petrivente	Tornyiszentmiklós	
Gutorfölde	Lispezsentadorján	Pördefölde	Tótszentmárton	

<p style="text-align: center;">A Zala Termálvölgye HACS települései</p> <p style="text-align: center;">(34 település)</p>		
Almásháza	Ligetfalva	Tekenye
Alsópáhok	Mihályfa	Tilaj
Batyk	Nagygörbő	Türje
Cserszegtomaj	Nemesbük	Vindornyaszőlős
Döbröce	Óhíd	Zalabér
Dötk	Pakod	Zalacsány
Felsőpáhok	Rezi	Zalaköveskút
Hévíz	Sármellék	Zalaszentgrót
Kallósd	Sénye	Zalaszentlászló
Kehidakustány	Sümegecsehi	Zalavég
Kisgörbő	Szalapa	
Kisvásárhely	Szentgyörgyvár	

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának felgyorsulása a klímaváltozás növekvő fenyegetésével jár, és következményei katasztrofálisak lehetnek. A megújuló energiaforrások felhasználása, valamint a véghasználati energiahatékonyság hozzájárulhat az energiafogyasztás csökkentéséhez és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez, ezáltal a klímaváltozás kockázatainak enyhítéséhez.

A biomassza, a napenergia, a vízenergia, a szélenergia és a geotermikus energia felhasználatlan potenciálja továbbra is magas, különösen Magyarországon. Ugyanakkor az elmúlt időben számos serkentő intézkedés született, melyből a leghatásosabb a megújuló energiákból származó energia kötelező vételárának bevezetése, így számos európai országban az iparág fejlődésnek indult, így az alapkutatásokat már nem kell a jelenlegi felhasználóknak elvégezni, csak a termékek árába beépített kutatási költségeket kell megfizetni.

Az EU más tervek átvételével küzdött a klímaváltozás ellen, míg a fenntartható fejlődést szolgáló Európa 2020 program meg nem született, mely az energiaszektor kapcsán is komoly elképzeléseket fogalmazott meg (más néven 20-20-20). Egy alacsony széndioxid kibocsátású gazdaság létrehozásához a magánszektornak fel kell ismernie és fel kell használnia az alkalmas gazdálkodási lehetőségeket. Különösen a helyi önkormányzatok szerepe nagy, mivel a területhasznosítási szándékok, és a közösségi politika végső érvényesítői. A megújuló energiák esetén kulcskérdés a helyhatóságok kapacitásának és munkaerejének megnövelése.

A legfőbb célja a közismereti anyagnak, hogy erősítse a megújuló energiaforrások menedzsmentjét és tervezését érintő képességeket és kompetenciákat. A szöveg három különböző zöld energiaforrás mentén tagolt fejezetben mutatja be a különböző módszereket:

- (1) napenergia
- (2) biomassza,
- (3) vízenergia,

A közismereti anyag a megújuló energiaforrások áttekintését, gyakorlati alkalmazását tűzte ki célnak, bemutatva a technológiai fejlődés irányait, esettanulmányokat és az alkalmazások felhasználható példáit. A szöveg további szándéka, hogy tervezési koncepciókat mutasson be, például az egyes energiaforrások potenciálját mutató térképek készítésének és a megvalósíthatósági tanulmányok írásának módjait.

Jelen közismereti anyag nem foglalkozik a szél- és a geotermikus energia erőművi hasznosításával, mivel a célterület egyrészt nem rendelkezik jól kihasználható potenciállal a szélenergia területén, másrészt a viszonylag kisebb költséggel megvalósítható projekteire kívánunk javaslatot tenni.

Reméljük, hogy munkánk hozzájárul a megújuló energiaforrások alkalmazásai előtt álló korlátok leküzdéséhez!

2.Előzmények

Az Országgyűlés a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitika irányelveit 40/2008. (IV. 17.) OGY. határozatban definiálta. Eszerint az ország hosszútávra szóló elsődleges céljai az ellátásbiztonság, a versenyképesség és a fenntarthatóság. A célok elérése érdekében a fajlagos energiafelhasználás csökkentésén, a megújuló energiaforrások és a hulladékból nyert energia arányának növelésén, környezet- és természetbarát technológiák fokozatos bevezetésén keresztül hozzá kell járulni a fenntartható fejlődéshez. Mindezen túlmenően előírja a környezettudatos szemlélet kialakítását és az energiahatékonyság növelését - különösen az épületek, a közlekedés és az energiaátalakítás területén.

A magyar kormány 2011 őszén fogadta el a Nemzeti Energiastratégia 2030 című dokumentumot, amely a 2030-ig javasolt energiapolitikai intézkedéseket és 2050-ig tartó kitekintést tartalmaz, amelynek legfőbb célja az energiafüggőség csökkentése. Ennek megvalósítása érdekében szükséges az energiahatékonyság és energiatakarékosság fejlesztése, a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése, a közlekedés villamosítása az atomerőművi villamos energiára építve, valamint a regionális energetikai infrastruktúra fejlesztése. Az energiastratégia 20%-os megújuló energia részarányt irányoz elő 2030-ra a primerenergiafelhasználásban. A megújuló energiaforrásokon belül a biogáz, biomassza erőművek és a geotermikus energia elsősorban - de nem kizárólagosan - hőtermelési célú alkalmazása kapnak prioritást. Emellett a napenergia, valamint a szélenergia hasznosításában is növekedés várható.

A megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról szóló, 2009/28/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv Magyarország számára 13%-os célt irányzott elő a megújuló energiaforrásokból előállított energia részarányára a 2020. évi teljes bruttó energiafogyasztásban. Ezzel összefüggésben a magyar kormány 2010. december 22-i ülésén hagyta jóvá Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervét. A dokumentum az EU által meghatározott célszámot meghaladóan, 14,65%-os megújuló részarányra tett vállalást.

A megújuló energiaforrások hazánk területén nem azonos eloszlásban érhetők el, így először is a térségekre vonatkozóan fel kell tártani, hogy milyen környezeti erőforrásokkal rendelkeznek a megújuló területén. Ezeket a felméréseket sok esetben már mások elvégezték, de nem lettek kövezetesen összerakva a településen lévő döntéshozók számára, továbbá nem kerültek bemutatásra a lehetséges felhasználásuk mikéntje.

3. Megújuló energia fogalma

3.1. A megújuló energiaforrások definíciója

A megújuló energiaforrás olyan energiaforrás, amely a természeti folyamatok során folyamatosan rendelkezésre áll, vagy újratermelődik: nap-, szél-, biomassza-, vízi- és geotermikus energia.

Végtelen megújuló energiaforrások:

- Napenergia
- Szélenergia

Véges ill. korlátozott mértékben rendelkezésre álló megújuló energiaforrások:

- Biomassza energia
- Vízenergia
- Geotermikus energia

A megújuló energiaforrásokat, azok komplexebb megközelítését, energiatermelésben betöltött szerepüket, hasznosításuk jövőbeni lehetőségeit ismerni kell ahhoz, hogy tudjuk, miért is elengedhetetlenül fontos alkalmazásuk és elsősorban azt, hogy alkalmazásuk milyen előnyökkel jár.

3.2. A megújuló energiaforrások előnyei

Globálisan:

- a fosszilis energiahordozók tartalékainak kimerülésével felértékelődnek a megújuló energiaforrások
- a környezetvédelmi világszemlélet előtérbe kerülése
- a termelési folyamatok során keletkező melléktermékek hasznosításának lehetősége

Országos és regionális szinten:

- az import energia felváltása, a külső piac által kevésbé befolyásolt energiapolitika
- a környezetvédelmi szempontból is fenntartható gazdasági fejlődés
- nemzetközi egyezményekben aláírt kötelezettségek betartása
- az országos energiaellátási rendszer tehermentesítése
- munkanélküliség enyhítése
- helyi energiaforrások jobb kihasználása
- infrastruktúra-fejlesztés

3.3.A megújuló energiaforrások alkalmazhatósága, jövője

(A Magyar Természetvédők Szövetsége állásfoglalása alapján)

A megújuló energiaforrások felhasználása környezeti szempontból csak akkor lehet eredményes, ha a megújuló energiaforrásokból származó energiamennyiség helyettesíti a fosszilis energiahordozókból származó energiatermelést, s nem járul maga is hozzá az emberiség rohamosan növekvő energiaigényéhez. Az OECD országok energiafogyasztása harminc év alatt a hatékonyság növekedése mellett is 57%-kal nőtt, a nem OECD országok esetében pedig 124%-kal.

Az MTvSz állásfoglalása szerint az energiafelhasználás azonnali befagyasztására, majd pedig tervszerű csökkentésére van szükség. A csökkentés az energiahatékonysági intézkedésekből származhat. Az első tíz évben átlag évi 1%-os hatékonyságnövekedést, s fogyasztás-csökkentést kell elérni, majd a következő tíz évben átlag 0,5%-os hatékonyság-növekedés célkitűzése indokolt. A célkitűzés teljesíthetőségét mutatja, hogy az OECD országok évente átlag 1,1%-os hatékonyságnövekedést könyveltek el az utóbbi harminc évben. A mindenkori energiaforrás-felhasználáson belül kell gondoskodni arról, hogy a megújuló energiaforrások egyre növekvő mértékben helyettesítsék a nem megújuló energiaforrásokat. Ezen a téren évente a fennmaradó fosszilis energiahordozók 1%-ának helyettesítést tarjuk követhetőnek.

A megújuló energiaforrások közül a nem kimeríthetők (nap, szél) felhasználást kell előtérbe helyezni a kimeríthetőkkel (biomassza) szemben.

Magyarországot érő napsugárzás energiatartalma több ezerszerese az ország energiaigényének. Tiszta időben a sugárzás intenzitása maximum 900–1000 W/m², amely kedvező a nemzetközileg elfogadott 800 W/m² átlagértékhez mérten. Napenergia hasznosításra az ország egész területe alkalmas, a legkevésbé napos területek az Alpokalja és a Kisalföld északnyugati része, valamint Szabolcs-Szatmár-Bereg megye, ahol 850 W/m² a sugárzási intenzitás. Az ország többi részén 850-990 W/m².

Az évi 2000-2200 napsütéses óraszám 280-300 napon tenné lehetővé a napkollektorok használatát. A melegvízhasználat 70-75%-át, a fűtési energiaszükséglet 30-35%-át lehetne napenergiával fedezni. Ha pusztán a napsugárzás energiatartalmát nézzük, a jelenlegi PV technológiákkal 320 km²-nyi napelemmel elő lehetne állítani Magyarország villamosenergia-szükségletét elméletben. Ekkora felületméret akár az épületeken is rendelkezésre áll.

A kimeríthető, megújuló energiaforrások felhasználási lehetőségét az azokat megújító természetes rendszerek teljes eltartó- és tűrőképességének figyelembe vételével kell megtervezni.

3.4. Az önkormányzat hatáskörébe tartozó energetikai feladatok

A Möt (2011. évi CLXXXIX. törvény Magyarország helyi önkormányzatairól) meghatározza a települések kötelezően ellátandó feladatait, amelynek értelmében Önkormányzat köteles ellátni, illetve biztosítani - többek között - a településüzemeltetési feladatokat, a közintézmények fenntartását, a vízgazdálkodási és víziközmű szolgáltatásokat, valamint a közösségi közlekedés biztosítását. A feladatok ellátásához energetikai feladatok is társulnak, amelyek a következők:

- a közvilágítás működtetése és fejlesztése;
- az önkormányzati intézmények energiaellátásának, az intézmények energetikai létesítményeinek fenntartása, korszerűsítése;
- vízellátás és szennyvízkezelés felügyelete, és a fogyasztói érdekvédelem;
- közreműködés az energiaellátó rendszerek fejlesztésének tervezésében a rendezési tervek készítése, illetve a fejlesztések engedélyeztetése kapcsán;
- az építési engedélyezési munka energetikai elemeinek kezelése.

4.Napenergia

4.1.A napenergia

A legnagyobb, legtisztább és egyben kimeríthetetlen energiaforrásunk a Nap.

Nap egy forró gázgömb, egy folyamatosan működő fúziós reaktor, melyben a gyors kémiai reakciók során hatalmas mennyiségű, elektromágneses sugárzás formájában jelentkező energia szabadul fel.

- A Föld felszínére érkező, sugárzás formájában fellépő energia nagy része hővé változik, a levegőben, a vízben és a talajban tárolva.
- Egy kisebb része kémiai úton növények (biomassza) és fosszilis tüzelőanyagok formájában tárolódik,
- illetve meteorológia energiává válik (szél, hullám, csapadék, víz).

A sugárzás teljesítménye hatalmas: **3,72 Tetravatt ($1 \text{ TW} = 10^{12} \text{ W}$)**.

Ez **17.000-20.000** –szer annyi energiát jelent, mint amennyit jelenleg a Földön felhasználunk. Más szavakkal kifejezve, a Nap minden 20-30. percben leküldi azt az energiamennyiséget, amit ma a Föld valamennyi lakója egy év alatt elfogyaszt.

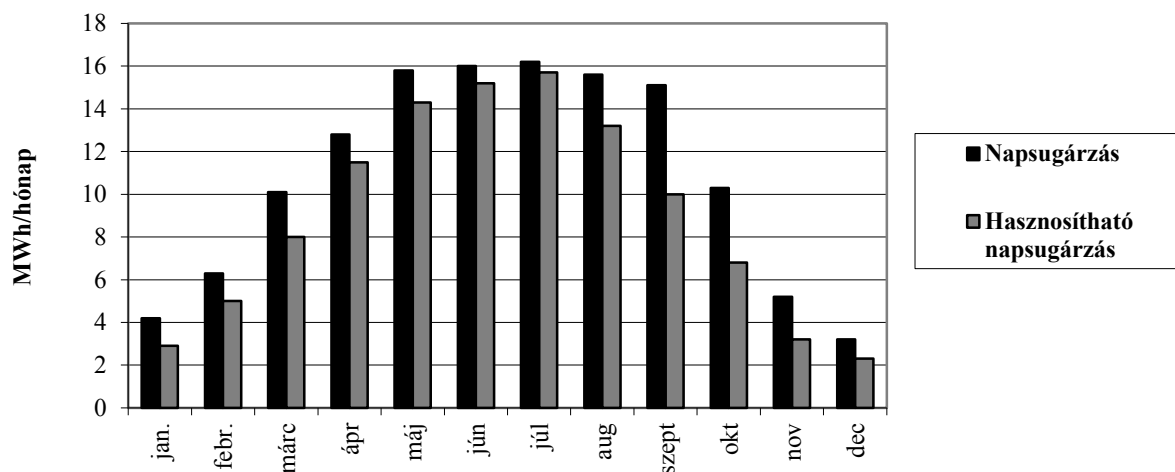
A nap, mint energiaforrás



A fentiek alapján az éves átlagban beérkező **sugárzás** mennyisége:

800-1100 kWh/m²

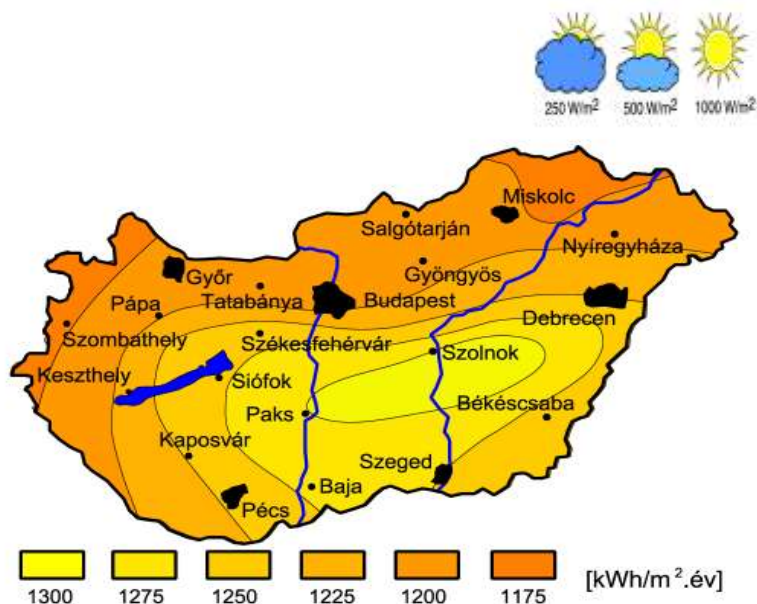
A napenergia hasznosítás lehetőségei Magyarországon



A LÉTEZŐ ÉS A HASZNOSÍTHATÓ NAPSUGÁRZÁS ARÁNYA

Éves szinten cca. 100 000 000 000 000 Kilowattóra teljesítményű energiát sugárzik a Nap csak Magyarország területére, ez azt jelenti, hogy természeti adottságaink nem szabnak határt a napenergia felhasználásának.

Magyarországon az európai átlagot tekintve kedvező helyzetben vagyunk:



Magyarország területére 1 év alatt a Nap kb. 100 000 000 000 000 kilowattóra energiát sugároz. Vízszintes felületen mérve: 3,15–3,65 kWh/m²/nap , ami 1150–1332 kWh/m²/év.

A fentiek alapján kimondható, hogy Magyarország egész területe, minden pontja alkalmas a napenergia hasznosítására, országon belül nincsenek nagy különbségek az adottságok terén, sokkal inkább meghatározóak az adott, konkrét helyszín paraméterei (domborzat, tájolás stb...).

Zala megye adottságai:

A napenergia közvetlen sugárzásából nyerhető a legnagyobb energiavolumen, még akkor is, ha ennek hasznosítása elenyésző Magyarországon és a megyében. Zala megye adottságai or-szágos szinten „jó” besorolást élveznek. Ez azt jelenti, hogy a 257 településből 244 település-ben a napsütéses órák száma évente 1950–2000 óra közötti, ennél nagyobb csak a Balaton-parti 5 településben mérhető (2000 óra feletti).

Zala Zöld Szíve és a Zalatermálvölgye kistérség adottságai:

Mindkét kistérség teljes területe is ebbe a kedvező zónába esik. 1950-2000 óra a napsütéses órák száma a projektterületen, ami potenciálisan év. Kb. 2000 TWh napenergiát jelent elméletileg. Itt is sokkal inkább a konkrét, lokális adottságok számítanak, melyeket célszerű megvizsgálni minden fejlesztés előtt.

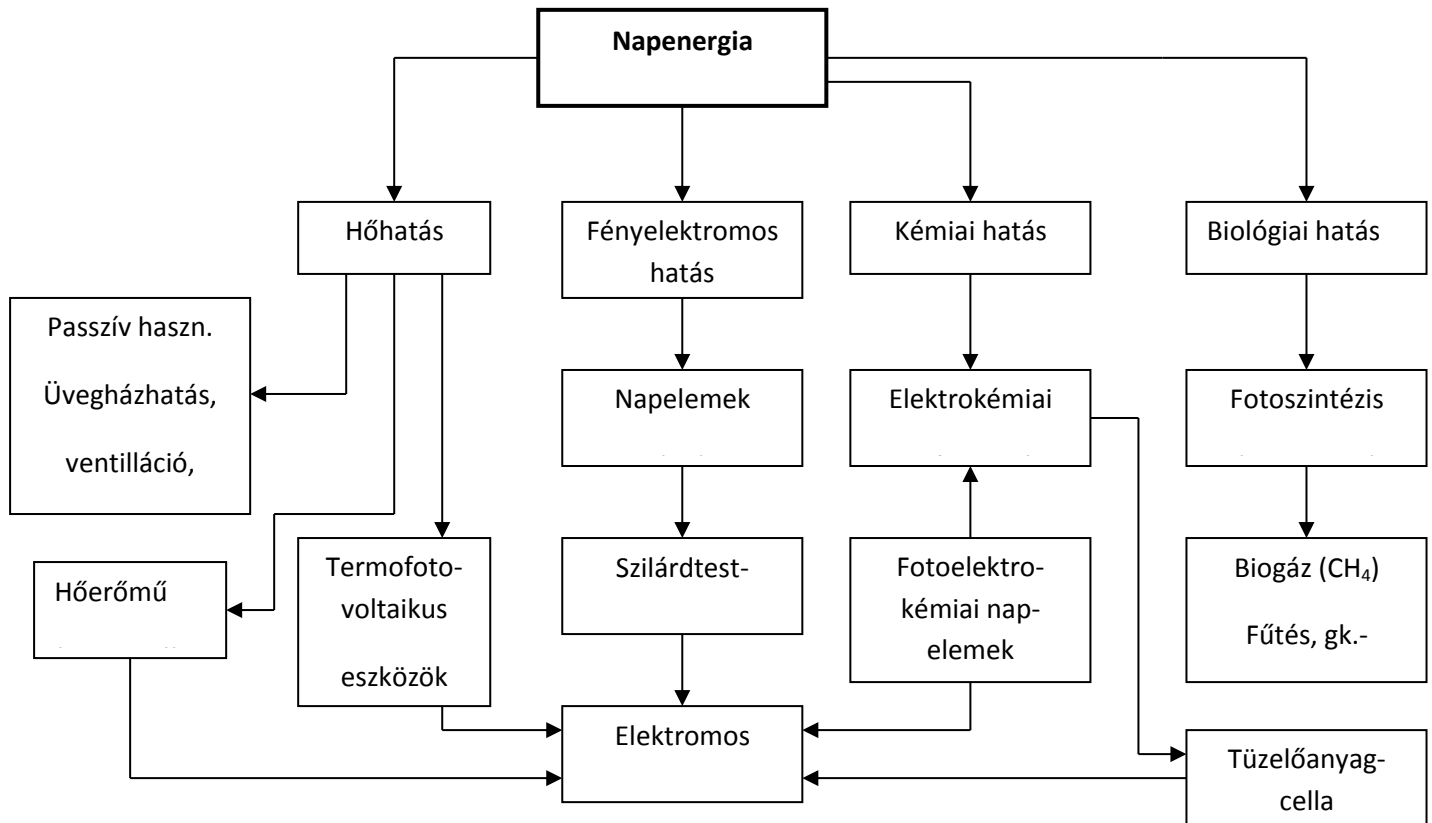
Összefoglalva a kistérségben mind a napenergia hőtermelés és villamosenergia-termelés céljára történő hasznosítására adottak a környezeti feltételek.

Amennyiben a kistérség összes épületének tetőfelülete napenergia-hasznosításra lenne bevonva, akkor csak a napenergiával megtermelt energiamennyiség a többszöröse lenne a helyi energiaszükségletnek.

A kistérségekben mind a passzív, mind az aktív hasznosítás feltételei maximálisan adottak. Az összes energiaszükséglet akár 50 %-a is biztosítható lenne napenergiából.

Amennyiben a tetőfelületek célszerűen lennének hasznosítva és így **energiát, fényt** és **hőt** termelnének, Magyarországon bezárhatnának a hőerőművek és a jelenlegi energiaszállítók szolgáltatásaira nem lenne szükség.

A napenergia-hasznosítás módjai és alkalmazási területei



(Forrás: Ferenci: Nap- és szélenergia hasznosítása, 2007)

4.2.A napenergia-hasznosítás főbb típusai:

A napenergia technológiai hasznosítását két nagy csoportba szoktuk osztani.

Passzív hasznosítás:

A passzív hasznosítás esetében nem használunk külön berendezést a napenergia felfogására:

- hőcsapdás épületek

Aktív hasznosítás:

A napenergia befogására és elvezetésére gépészeti berendezéseket használunk:

- vízmelegítés
- elektromos energia előállítása

4.3.A passzív napenergia hasznosítás

Minden épület hasznosítja a ráeső napsugarak energiáját, az egyik jobban, a másik kevésbé jól. Az építészet története során voltak korok, amikor előtérbe került a környezetbe illesztése az épületeknek, és voltak korok amikor ez a szemlélet teljesen háttérbe szorult. Fontos azt is látni, hogy a napenergia passzív hasznosításánál lényeges kérdés, hogy milyen éghajlatú területen vagyunk. Mást jelent a napenergia passzív hasznosítás egy az egyenlítőhöz közeli, félsivatagos területen, és mást a Skandináv országokban, ahol még a nyári időszakban is gyakori a fűtési igény, és mást jelent nálunk a mérsékelt éghajlati övben, ahol télen kevés a napenergia, nyáron pedig sok. Az elmúlt évtizedekre Magyarországon inkább az volt a jellemző, hogy sem a családi házak, sem az intézmények építésénél nem vették figyelembe a napenergia passzív hasznosításának lehetőségeit. Ennek két következménye lett: egyes épületeknél a rossz tájolás és a rosszul méretezett ablakfelületek következtében alacsony a napenergiából befogható energiamennyiség, így még a napban gazdag tavaszi és őszi időszakban is magas fűtési költséggel üzemelnek, másrészt vannak épületek, ahol a nyári időszakban túlmelegedés tapasztalható, amely hátrányosan érinti a bent tartózkodók komfort érzetét.

A passzív napenergia hasznosítás feladata

Fenti problémákon jól érzékelhető a passzív napenergia hasznosítás feladata: úgy hasznosítani a napenergiát, hogy az épület az éghajlat adta keretek között optimálisan hasznosítsa a naptól érkező energiát, viszont amikor nyáron sok a napsütés sem melegedjen túl.

A passzív napenergia hasznosítás feltételei

A passzív napenergia felhasználáshoz a következő feltételeknek kell teljesülni: sütnie kell a Napnak, a napsütésnek el kell érnie a szerkezetet, a szerkezetnek alkalmasnak kell lennie a sugárzás hasznosítására, a hasznosítónak alkalmasnak kell lennie a hő tárolására, és a fűtendő térbe való közvetítésére.

Gyakran ezek az alapvető feltételek nem adóttak, ezért nem lehet az épületet passzív napenergia hasznosításra tervezni. Gondoljunk például azokra a rendezési tervekre, ahol a beépítési távolságok úgy vannak meghatározva, hogy az épületek a nap jelentős részében nem kapnak napfényt. Ebből is látszik, hogy a passzív napenergia hasznosítás tervezése a településtervezéssel kezdődik.

A passzív napenergia hasznosítás szempontjából a tervezés során következőket fontos figyelembe venni:

települési szinten:

- az épületek megfelelő tájolhatósága érdekében az utak optimális nyomvonalevezetése,
- a beépítési távolságok meghatározásánál a benapozás figyelembe vétele,
- megfelelő árnyékoló növényzet telepítése, amely nyári időszakban védi az épületeket az erős napsugárzástól,

építmenyi szinten:

- az épület kedvező tájolása,
- a tájolásnak és a hőveszteség minimalizálásnak megfelelő alaprajz és tömegforma tervezése,
- az üvegezett felületek nagyságának optimális méretezése,
- az épületszerkezetek anyagának kiválasztásánál a passzív hasznosítás figyelembe vétele (pl. a falak jó hőtároló anyagból készüljenek).

A passzív napenergia hasznosítás lehetőségei

A „passzív napenergia-hasznosítás” fogalma egy ősrégi eljárást jelent: a napsugárzás felmelegíti a lakótereket. Amióta egyáltalán házak léteznek, azóta van szerepe a Napnak azok hőszükséglete részbeni fedezésében. A széles körű gondolkodás és a fenyegető energiaínség, valamint a légszennyezés, amelyet új kutatások és tapasztalatok igazolnak, hozzájárul a napenergia hasznosításának a reneszánszához.

A Földre érkező hatásos napsugárzás két összetevőből áll:

- a közvetlen sugárzásból,
- a diffúz légköri sugárzásból, amely a Föld légkörének a szóró hatása miatt jön létre.

A két összetevő összege alkotja a globális (teljes) sugárzást.

Épületek esetén a passzív napenergia hasznosítás elsődleges feladata a temperálási célú napenergia biztosítása az energiahiányos időszakban. Mivel a mérsékelt égövben a téli időszakot az igen alacsony napenergia mennyiség jellemzi, ezért a passzív napenergia hasznosításnak a tavaszi és őszi átmeneti időszakban van nagy jelentősége. Fentiek miatt az épületek fűtőberendezésének méretezésénél a passzív rendszer hőtermelését figyelmen kívül kell hagyni. Ez azt jelenti, hogy a beruházásnál nem, viszont az üzemelésnél jelentősköltség takarítható meg.

Közvetlen hasznosítású épületek

A közvetlen napenergia felhasználásának legegyszerűbb módja, ha a ház déli oldalán a benapozás szempontjából optimális méretű hőszigetelő ablakokat helyezünk el, az épület alaprajzát kevés kiszögelléssel tervezzük, és a lakótereket elsősorban a déli oldalra rendezzük.

Fenti megoldást új ház építéskor bárki alkalmazhatja többlet költség nélkül. A közvetlen hasznosítású épületek klasszikus képviselője az un. Wright ház. Az épület Új-Mexikóban áll, ahol jóformán egész évben süt a nap, hidegek az éjszakák. Tehát a feladat az volt, hogy a nappali energia többletet átmentsék az éjszakai órákra. A tároló nagyságát úgy kellett meghatározni, hogy az kompenzálja az éjszakai hőveszteséget. Wright ezt úgy oldotta meg, hogy az épület központi terének déli oldalát 36 m² nagyságú, kétrétegű üvegfelületből tervezte. Ez a nagyság megfelelt a helyiség alapterületének. Az elnyelő a padlószerkezet, amelyet 60 cm vastag kerámiából készített, alatta hőszigetelő réteggel. Az épület hőtároló képességét nehéz falszerkezetekkel, és a napsütést is részben hasznosító víztöltetű tárolófallal növelte. A hőveszteséget a napsütés nélküli időszakban az üvegfelület előtt

lebocsátható hőszigetelő táblákkal csökkentette, amely alkalmas volt a nyári árnyékolásra is.

Üveg előterek

A ház déli bejáratánál lévő fűtetlen üveg előterek, mint például az üvegezett terasz, veranda, szélfogó vagy üvegház, jelentősen hozzájárulnak a ház fűtéséhez. A hőmegtakarítás három ténnyel magyarázható: a bejáratnál lévő plusz réteg szigetel, a nap felmelegíti az üveg előteret, és ez tovább csökkenti az üveg mögötti homlokzat hőveszteségét, az üveg előtér levegőjét a ház levegőjének temperálására is hasznosíthatjuk.



Ennek kialakítása történhet az épületeknél utólag, vagy új épületeknél az épülettel egységben tervezve.

Az üveg előterek hátránya, hogy lakóterként nem használhatók folyamatosan, ezért érdemes ezeket a tereket "zöld" terekként hasznosítani, azaz egyrészt itt helyezhetők el télen a fagyérzékeny növények, másrészt kultúrnövényeket ültetve hozzájárulhat a család ételkészítéséhez.

4.3.1. Tömegfalas épületek

Ez a megoldás tudatos fejlesztési munka eredménye, amely Trombe nevéhez fűződik. A tömegfal elválasztja a lakott teret a külső tértől, és hőtárolóként felvéve a napsugárzás energiáját közvetíti a hőt fűtött tér felé. A tömegfal védelmet jelent a lakóternek a hőszigetelésében, viszont a helyiség használata (külső térrel való kapcsolat, természetes világítás) szempontjából előnytelen. Ma már ilyen épületet nem építenek, de az elv tovább él a transzparens külső hőszigetelés, vagy az üveggel burkolt homlokzat formájában.

4.3.2. Vegyes passzív energiahasznosító rendszerek

Az alkalmazott módszerek hátrányainak kiküszöbölésére a későbbiekben fenti megoldásokat vegyesen alkalmazták. Ennek érdekes példája az ábrán látható kanadai lakóház. Ennél az épületnél az emeleten nagy üvegfelületet, a földszinti részen üvegház hasznosítót, míg az épület egyik oldalán kétszintes tömegfalat alkalmaztak. A tömegfal különlegessége, hogy közte és az üvegfal között járható tér van a tisztítás megkönnyítésére. A passzív napenergia hasznosítás körébe eleinte azokat a rendszereket soroltuk, amelyek működtető szerkezetek és hőhordozó alkalmazása nélkül üzemeltek. Jelenleg már léteznek olyan hibrid passzív

rendszerek, amelyekben működtető szerkezet és - általában levegő - hőhordozó is van. Ennek egyik hazai példája a pécsi kísérleti napház.

A passzív hasznosítás módjai, előnyei, hátrányai, és alkalmazhatósága			
A hasznosítás módja	Előnyei	Hátrányai	Alkalmazhatóság
Közvetlen hasznosítás	Költségkimélő, de nagy hőveszteséggel jár.	Csak 1-2 napi veszteség pótlására alkalmas. Nagy tárolótömeget igényel. Hőveszteségek nagyok lehetnek.	Alaprendszerként bárhol alkalmazható. Főként az átmeneti időszakokban fedezi a veszteségeket.
Télikert	Kiegészítő vonzó lakóteret biztosít. Pufferként működik.	Csak korlátozott mértékben használható.	Kiegészítő helyiséget jelent, további energiaigény nélkül.
Légkollektor	Tiszta koncepciójú rendszer, nagy tárolható hőmennyiséggel.	Többnyire hibrid rendszereket igényel.	A közvetlen hasznosítás kiegészítésére, a rossz időjárás miatti veszteségek áthidalására alkalmazható.
Ablakkollektor	A hőnyereség aránya a mindenkori igényhez igazítható – hatékony.	Mindig hibrid rendszert igényel. Az ablakok egyidejűleg kollektorok is.	Jól kombinálható a légkollektorral, déli tájolást igényel.
Hőtároló fal (Trombe-fal)	Egyszerű rendszer, amely felveszi a hőt, tárolja, és időben késleltetve leadja.	Nagy hőveszteségek kifelé – éjszakai hőszigetelést igényel. Korlátozza a természetes fény útját.	A közvetlen hőnyereség késleltetett kiegészítésére, lehetőleg rendszeres napsütéssel és nagy hőmérsékleti középértékkel jellemezhető területeken.
Átlátszó hőszigetelés	Szigeteli és felveszi a hőenergiát.	Az ablakot és egyéb hőnyerő rendszereket kombinálja. Megvalósítása nem egyszerű.	Olyan épületek felépítésénél, amelyeknek ablaktalan déli fala van.

4.4. Aktív napenergia hasznosítás - vízmelegítés

A passzív napenergia hasznosítás előnye az egyszerű és ezért költséghatékony megoldások alkalmazása. Azonban ahhoz, hogy a napenergia adta lehetőségeket hatékonyabban ki tudjuk használni, érdemes olyan technológiai megoldásokat alkalmazni, amelyek speciálisan a napenergia befogására és hasznosítására készültek. Ezeket az épületgépészeti berendezésekkel működő rendszereket aktív napenergia hasznosítóknak nevezzük. Két fő technológiai csoport (céljuk szerint):

- vízmelegítés
- elektromos energia előállítása

A vízmelegítésre szolgáló aktív rendszerek a napkollektorok

A napenergia közvetlen hasznosítására szolgáló aktív rendszerek legfontosabb eleme a napenergia-gyűjtő szerkezet (elnyelőszerkezet), az ún. napkollektor. A napkollektor a napsugárzást elnyeli és a keletkezett hőt alkalmas munkaközegnek adja át. A napkollektornak számos szerkezete ismert és kapható a kereskedelmi forgalomban. A legegyszerűbb felépítésű rendszer: egy üvegezett hőszigetelt dobozba épített, feketére festett acéllemez, melyhez fémesen kapcsolódik egy csőháló, ebben áramlik a hőhordozó közeg, amelyet a Nap felmelegít. A dobozt fényáteresztő üveg zárja le, amely a hőszigetelésen túl mechanikai védelmet is biztosít.

A napkollektorok teljesítményadatai

A napkollektorok teljesítményadataira a napkollektorok

- **műszaki színvonala** és az
- **éves napsütéses órák** száma hat.

Ma már csak a nagy teljesítményű, **szelektív** bevonatú kollektorok alkalmazása jöhet számításba, melyek a diffúz fényviszonyok között is komoly teljesítményre képesek.

Nagy szerepet játszik természetesen a rendszerek megalapozott **tervezése** és pontos méretezése, illetve a precíz **kivitelezés**.

Erre alapozva a kollektorok teljesítőképessége éves átlagban a mi klímaviszonyaink között:

$$1 \text{ m}^2 \text{ kollektor} = \text{cca. } 650\text{-}850 \text{ W/napos óra/m}$$

A napkollektorok típusai

4.4.1.Fényezetlen panelú kollektorok:

Uszoda-fűtésre általában ezt a rendszert tartják a legalkalmasabbnak, hiszen a kollektoroknak mindössze néhány Celsius fokkal kell növelnie a medencébe visszafutó víz hőmérsékletét. A rendszer 0-10 °C-os hőmérsékletemelésre képes.

4.4.2.Sík kollektorok:

Világszerte ezek a legelterjedtebb vízmelegítő berendezések. A rendszer hatásfoka a fényezés tökéletességétől függ. Minél jobb a fényezés, annál nagyobb a hőmérséklet különbség érhető el az abszorbens és az azt körülvevő légréteg között. A legtöbb abszorbeáló felület fekete festése a beérkező napsugárzás 10 %-át visszaveri, így az abszorpciós képesség növelése érdekében a legmegfelelőbb festés kell alkalmazni.

Némely szelektív felülettel rendelkező lemez igen magas abszorpciós képességgel bír a fény látható tartományban, és a hosszú hullámhosszúságú infravörös sugárzás kibocsátása is kicsi, így csökkenthető a hőveszteség. 0-50 °C-os hőmérsékletemelésre képes ez a fajta kollektoros. A síkkollektorok másik fajtája nem vizet, hanem levegőt melegít, és térfűtésre hasznosítják. Éghajlati adottságaink mellett hazánkban napenergia-hasznosítására a folyadékhordozós síkkollektorok alkalmazhatók leginkább, ezért részletesebben ennek felépítésével foglalkozunk az alábbiakban.

Beépítési módjuk alapján két változat terjedt el:

a "doboz "napkollektor (modul elem):

amely önálló szerkezeti egység, alkalmas akár tetőn, akár máshol a szabadban történő felállításra, a doboz korrózióálló, hosszú élettartamú, tömör kialakítású hőelnyelő-átalakító elemet (abszorbert), hőszigetelést és fényáteresztő (üveg vagy műanyag) fedést tartalmaz,

a tetőbe épített napkollektor:

a napkollektor a tetőhéjalás része, szerkezeti elemei azonosak a doboz kollektorával.

4.4.3.Vákuumső kollektorok:

Ezek a 10-150 °C hőmérsékletemelésre alkalmas kollektorok a leghatékonyabb rendszerek közé tartoznak. A vákuumos síkkollektor kialakítása abban különbözik a normál síkkollektorétól, hogy az üvegfedése sűrűn alátámasztott, és a kollektorházból vákuumszivattyú időszakonként kiszívja a levegőt. A vákuumcsöves kollektor kör keresztmetszetű, tökéletesen zárt, üvegből készült vákuumcsövekbe helyezett abszorber, amelynek zárt csőjáratába elpárolgó közeget töltenek. A felmelegedő és így elpárolgó közeg a vákuumcső felső részén kialakított

hőcserélőben kondenzál és felmelegíti a kollektor felső csövében keringetett hőátadó folyadékot. A konvekciós hőveszteségét a csőben uralkodó vákuum lecsökkenti.

4.4.4.Vonalas fókuszú kollektor:

Ez a berendezés a napsugárzás összegyűjtésére, valamint egy csatornába történő terelésére szolgál. Az összegyűjtött és elvezetett energia segítségével vízből gőzt állítanak elő, amellyel turbinákat hajtanak meg, és elektromos áramot állítanak elő. A rendszer mindig az aktuális nap állás irányába forgatható. 50-150 °C-os hőmérséklet különbséggelérésére alkalmazható.

4.4.5.Pontfókuszú kollektor:

Szintén gőz előállítására alkalmas berendezés. A Nap mozgását két dimenzióban képes követni, és 100 °C-nál nagyobb hőmérséklet emelésére képes. Parabolatükör alkalmazásával gyűjtik össze napsugarakat, és a segítségével előállított gőz meghajt egy generátort, ami elektromos áramot termel.

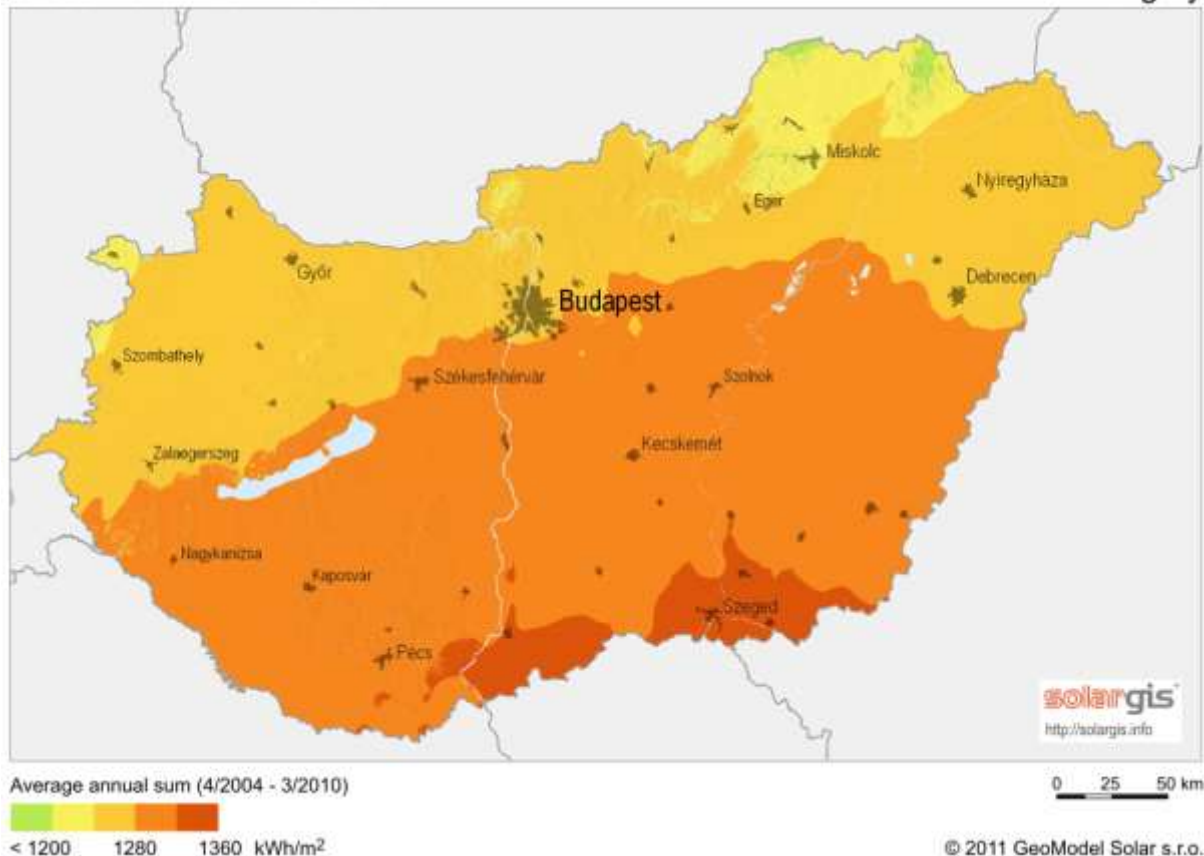
4.5.A kollektorok elhelyezése és tájolása

A kollektorok optimális tájolása déli irányú, de ettől a felszerelési hely adottságaitól függően -kis mértékben - el lehet térni keleti/nyugati irányba. A déli iránytól eltérés a hasznosított napsugárzás csökkenését eredményezi, melynek mértéke 30° eltérésig nem jelentős. Kelet/nyugati tájolás esetén elérheti a 30°-ot. Ha a keleti és nyugati tájolás között kell választani, a melegebb, délutáni léghőmérséklet és a délután kisebb valószínűséggel előforduló ködök miatt célszerűbb a nyugati tájolást választani. A kollektorok optimális dőlésszöge a felállítási hely földrajzi fekvésétől függ, és évszakonként változik. Magyarország területén az optimális dőlésszög:

- egész éves üzem esetén: ~45°
- májustól szeptemberig: ~30°
- novembertől februárig: ~65°

Az optimális dőlésszögtől való eltérés a kollektorok teljesítményének csökkenését eredményezi. A csökkenés egész éves üzem mellett, vízszintes beépítés esetén ~20%, függőleges beépítés esetén ~35%.

Mivel a síkkollektorok a határozott irány nélküli és hazánkban jelentős arányú szórt sugárzást is hasznosítják, ezért viszonylag kevésbé érzékenyek. Ez az oka annak, hogy a kollektorokat általában állandó tájolással és dőlésszöggel (fixen) szerelik fel. Napkövető beépítéssel a hasznosított energiamennyiség csak kis mértékben növelhető, ami nem áll arányban az ilyen mozgószerkezet többletköltségével.



4.6. Napenergiát hasznosító rendszerek

A napenergiát hasznosító rendszerek felhasználásuk alapján lehetnek:

- Használati melegvizet előállító rendszerek
- Épületek fűtését ellátó rendszerek
- Uszodafűtést ellátó rendszerek
- Épületek hűtését ellátó rendszerek
- Mezőgazdasági célokat ellátó rendszerek

4.6.1. Használati melegvizet előállító rendszerek

A használati melegvíz igény az épületgépészeti energiafogyasztók között a legegyszerűsebb, időjárástól független igény. Ezért a használati melegvíz előállítása napenergiás rendszerekkel már ma is gazdaságosan megoldható.

A használati melegvíz-készítés energiaigénye egy négytagú családnak kb. 5000 kWh évente. Egy 4-6 m² kollektorfelületű berendezéssel ennek az energiamennyiségnek mintegy 70%-át megtakaríthatjuk. Természetesen ugyanez az arány jellemző a nagyobb rendszerekre is, tehát intézmények használati melegvizet is kb. ezt a megtakarítást tudják produkálni. A használati melegvíz rendszerek lehetnek egykörös és kétkörös rendszerek.



"Solar parabola" by Kaboldy - A feltöltő saját munkája. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_parabola.jpg#/media/File:Solar_parabola.jpg

4.6.2. Egykörös rendszer

Egykörös rendszer esetén a kollektorokban közvetlenül a felmelegítendő használati melegvíz kering. Az ilyen rendszer csak a nyári félévben használható, mivel télen, 0 °C alatti hőmérséklet esetén a kollektorokban a víz megfagyna. A rendszer előnye az egyszerűség, hátránya a fagymentes időszakra korlátozott alkalmazhatóság, valamint a kollektorokban a vízkövesedés, lerakódás veszélye.

4.6.3. Kétkörös rendszer

Kétkörös rendszer esetén a kollektorkör a használati vízhálózattól elválasztott külön kör, melyben megfelelő minőségű fagyálló folyadék kering. A használati-víz felmelegítése a hőcserélőben történik. Az ilyen rendszerek egész évben - tehát télen is - biztonságosan használhatók. A kétkörös rendszerek előnye a nagyobb éves energiahozam, a megbízható, lerakódást, vízkövesedést kiküszöbölő üzem, míg hátrányuk a hőcserélő miatti nagyobb beruházási költség.

4.6.4. Tartálykollektor

Az egy- és kétkörös rendszerekhez képest egyszerűsítést jelent az ún. tartálykollektor. Ez olyan hőszigetelt, üvegfedésű dobozba helyezett tartály, mely

felmelegíti és tárolja is a melegvizet. Az egyoldali hőszigetelés miatt természetesen nagyobb a vesztesége, mint a valódi tárolóké.

4.6.5. Épületek fűtését ellátó rendszerek

A hagyományosan előállított energiának csaknem a felét helyiségfűtésre használjuk. A Nap télen is süt, de a téli szórt és közvetlen sugárzás melegét általában messze alábecsülik. Fischer fizikusnak december 22.-én, tehát az év legalacsonyabb napállásánál, Zürich közelében, 3 °C környezeti hőmérséklet mellett, sikerült gőzt fejlesztenie. Egy nappal később egy 0,7 m² felületű kollektorral a kerti vízcsapból nyert 30 l hideg vizet 60 °C -ra melegítette. A téli napenergia nagyon jól hasznosítható kiegészítő helyiségfűtési célra. Az átmeneti időszakban (összeltavasszal), amikor gyakran napos, de hideg az idő, a napenergia szerepe az épületfűtésben nagyon fontos lehet. A hirtelen és rövid idejű hőmérséklet-ingadozások idején hagyományos fűtési rendszereket nem kell bekapcsolni, és így a berendezés felfűtéséhez szükséges aránytalanul nagy energiamennyiség megtakarítható.

4.6.6. Folyadékos rendszerek

Az épületek fűtésének kiegészítő napenergiás rendszere amennyiben a fűtési rendszer melegvízzel üzemel, nem különbözik jelentősen a használati melegvizet előállító rendszerektől. A berendezés méretei azonban nagyobbak az előzőtől. Egy 300 m² kollektorfelülettel épült és 3 m³ -es tárolóval rendelkező szolárberendezés egy egyszerű lakóháznál 8500-9000 kWh évenkénti fűtőenergia megtakarítást jelenhet. Az üzembe helyezett berendezések tanúsága szerint 24 órás tárolóval épült berendezéssel lehetséges megtakarítani a fűtési energiaszükséglet 45-50 %-át.

4.6.7. Levegős rendszerek

A napenergia fűtési célra való hasznosítása nemcsak folyadék hőhordozóval képzelhető el. A légfűtés egyes országokban (pl.: USA) igen elterjedt és az első napenergiás kísérleti házak is elsősorban levegő hőhordozóval készültek. A levegős rendszereknek a legnagyobb előnye, hogy nincsenek korróziós problémák, de a kollektor hőmérsékletének és a tároló térfogatának nagyobbak kell lennie és ez a rendszert megdrágítja.

4.6.8. Úszodafűtést ellátó rendszerek

Az úszómedencék vizének fűtését ellátó rendszerek igen jó hatásfokkal működnek, hiszen a kinti úszómedencék használata egybeesik a legmagasabb napenergiás időszakokkal. Mivel a külső hőmérséklet ilyenkor megközelíti a kollektorok közepes üzemi hőmérsékletét ilyen üzemállapotban a legjobb hatásfoka - alacsony optikai vesztesége miatt - a lefedés nélküli kollektornak (abszorber-nyelő) van. Ez alapján és a beruházási költséget is mérlegelve, az uszodavíz fűtésére az olcsó, lefedés nélküli kollektorokat érdemes használni.

4.6.9. Épületek hűtését ellátó rendszerek

Első pillanatban ellentmondásnak tűnik hideget előállítani a nap melegével, de a napenergia hasznosítás kapcsán technikai lehetőségek egész sora áll

rendelkezésünkre, amelyek megoldották ezt a problémát. Ez az a terület, ahol igen jók a lehetőségek, hiszen a legnagyobb hűtési energiára akkor van szükség, amikor a legjobban süt a nap.

4.6.10. Természetes helyiséghűtés

Ismert fizikai jelenség, hogy egy folyadék elpárolgatatása közben környezetéből hőt von el, ezáltal lehűtve azt. Ezt a hatást hasznosította Hay és Yelott a "Sky-Therm" rendszerrel az épület klimatizálására. A lapos tetőn 21 cm vastag vízréteg van, amely a nyári időszakban éjszakánként fedetlen. Így sugárzásával és párolgásával hűti az épületet. Nappal a vízréteget 4,5 cm vastag, kemény poliuretán lappal fedik le, hogy a közvetlen sugárzás a tetőt és a vizet ne érje el. A tetőn levő hideg víz a mennyezeten keresztül hűti a lakóhelyiséget.

4.6.11. Hagyományos hűtési eljárás

A hagyományos hűtési eljárás során egy nyomás alatt álló folyadék elpárolgztatásával lehet hűteni. Folyadékként gyakran a nagyon alacsony forráspontú ammónia vizes oldatát használják. Ez a folyamat energiát követel, amit bizonyos feltételek mellett napenergiával lehet fedezni. A francia CNRS Kutatóintézet kísérleti berendezésével, amely 12 m² felületű parabolikus kollektorral naponta 25-50 kg jeget állított elő. Lehetőség van arra is, hogy napelemek segítségével elektromos áramot állítsanak elő, és így hagyományos felépítésű hűtőberendezéseket üzemeltessenek.

4.7. Aktív napenergia hasznosítás – villamosenergia-előállítás

4.7.1. A napelemek szerkezete és működése

A fényelektromos rendszerek alapegysége a fényelem, a napcella. A cella két különböző, egymással összekapcsolt, vékony rétegű félvezető anyagot tartalmaz. Az egyik félvezető a p-típusú (pozitív), a másik az n –típusú (negatív). Ezek a félvezetők általában szilíciumból készülnek, de készülhetnek más anyagból is. A photovoltaikus cella/napelem szilíciumból készül. A szilícium – stabilitásából adódóan – elméletileg korlátlan ideig változatlan marad, így igen alkalmas ilyen célokra történő alkalmazása.

Az n –típusú félvezetők kristályos szilíciumból készülnek, amelyet igen kismennyiségű foszforral szennyeznek. A szennyezési eljárás által az anyag fölösleges szabad elektronokkal fog rendelkezni, és éppen ezért lesz negatív félvezető. A p-típusú félvezetők is kristályos szilíciumból készülnek, de kis mennyiségű bórral szennyezettek, és ezáltal elektronhiány lép fel bennük, ezért ezek lesznek a pozitív félvezetők, a pozitív töltések túlsúlyba kerülése miatt. A két ellentétes töltésű félvezető körül elektromos mező jön létre, ez okozza a különböző töltésű részecskék ellentétes irányba történő áramlását. A napelemre eső napfény energiával rendelkező részecskékből fotonokból áll. Amikor a megfelelő

hullámhosszúságú fény a napelemre – pozitív-, és a negatív félvezető kapcsolódására – esik, akkor a fény fotonjai energiájukat átadják az anyagban található elektronoknak, így azok magasabb energiaszintre jutnak. Az anyagban a szomszédos atomokat ún. vegyérték-kötés tartja össze, a magasabb energiaszintre került elektronok miatt, így azok nem tudnak elmozdulni a helyükről. A gerjesztett elektronok szabaddá válnak, és vándorlásuk által vezetik az áramot. Az elektronok helyén az anyagban „lyukak” keletkeznek, amelyek szintén képesek elmozdulni. A kapcsolat körül fordított elektromos mező alakul ki, negatív a pozitív vég, pozitív a negatív vég körül. Amikor a fotonok gerjesztik az elektronokat, a kiugrott elektronok a negatív, a lyukak a pozitív vég felé fognak áramlani, így jön létre az elektromos áram. Ha a napelemhez külső áramkört kapcsolunk, akkor a mozgó elektronok a félvezetők át a cella tetején lévő fém csatlakozó felé áramolnak, míg a „lyukak” ellentétes irányba, a cella alján lévő fém csatlakozó felé, ahol feltöltődnek elektronokkal a külső áramkör másik oldaláról (a cella tetejéről). Ezt a feszültséget a belső elektromos mező (amely a p-n kapcsolódás helyén jön létre) termeli. A fotoelektromos cella 0,5 V elektromos áramot képes termelni, egészen 2,5 A áramerősségig, amely 1,25 W-nak felel meg.

4.7.2. A napelemek típusai

Monokristályos szilícium elemek:

Az 1990-es évekig a napelemek jórészt teljesen tiszta monokristályos szilíciumból készültek, ami egy egyszerű és folyamatos rácsszerkezetű szilíciumkristály, szabálytalan részek és szennyezőanyagok nélkül. A hagyományos szilícium napelemnek néhány száz mikron vastagságúnak kell lennie ahhoz, hogy a ráeső fotonok nagy részét abszorbeálja. Napelemeket azonban nemcsak szilíciumból, hanem más fotoelektromos anyagokból is lehet készíteni, mint például gallium-arzenidből.

Gallium-arzenid elemek:

A gallium-arzenid (GaAs) ún. összetett félvezető, a szilíciumhoz hasonló kristályos szerkezettel rendelkezik. Fotoelektromos elemek készítésére igen alkalmas magas fényabszorpciós koeficiense miatt. Relatív magas hőmérsékleten is működnek anélkül, hogy a teljesítményük érezhetően csökkenne, ellentétben a szilíciummal és sok más félvezetővel. Alapjában véve azonban a gallium-arzenid elemek sokkal drágábbak, mint a szilícium modulok, ennek pedig az az oka, hogy gyártására még nem léteznek megfelelően kiforrott technológiák, és a GaAs jóval ritkább anyag, mint a Si.

Amorf szilícium napelemek:

Az amorf szilícium napelemek esetében a szilícium atomok kevésbé rendezetten helyezkednek el, és az atomok kevésbé kötődnek szomszédaihoz, mint a kristályos változatában. Ezen típusú napelemekben egy vékony pozitív típusú amorf szilícium réteg van legfelül, alatta egy vékonyabb, teljesen tiszta, valódi amorf szilícium-réteg,

majd ez alatt egy negatív típusú amorf szilícium réteg. Az ilyen típusú napelemek működése a kristályos szilícium elemekéhez hasonlít, és csak a bennük levő atomok közötti kötésekben térnek el egymástól. Az amorf szilícium napelemek előnye, hogy előállításuk olcsóbb, rétegeik vékonyabbak, jobban abszorbeálják a fényt, valamint merev vagy rugalmas keretekbe egyaránt helyezhetők. Hátrányuk, hogy teljesítményük jóval alacsonyabb, mint a kristályos szilícium elemeké.

Multikapcsolatos fotoelektromos elemek:

A multikapcsolatos fotoelektromos elemekben kettő vagy több fotoelektromos filmet rétegeznek egymásra, minden réteg a beérkező napsugárzás más-más spektrumából köt meg energiát. Ha az amorf szilíciumot szénnel szaporítjuk fel, akkor a kapott anyag a spektrum kék végére eső fényt hasznosítja jobban. Ha azonban germániummal szaporítjuk fel, a beeső fény spektrumának vége felé eső fényt hasznosítja jobban. A magasabb energiájú fotonok a spektrum kék, míg az alacsonyabb energiájúak a vörös színtartományba esnek. Adott számú napelem esetén úgy is növelhetjük a nyert energiamennyiséget, ha tükrökkel a napelemre koncentráljuk a sugarakat. A koncentráló rendszerek legegyszerűbb formája a napelem egész felületére azonos mennyiségű energiát koncentrál.

Foto-elektrokémiai elemek:

A Swiss Federal Institute of Technology dolgozta ki ezt a technológiát, amely során olcsó és nagy teljesítményű elemeket állítanak elő. Egy elem két vékony üveglapból áll, amelyeket vékony, átlátszó, elektromosan vezető ón-oxid réteg borít. Az első lapra felvisznek egy vékony félvezető, titanium-dioxid (TiO_2) réteget, ami félvezető. A TiO_2 réteg felszínét érdesessé teszik, hogy a fényabszorpciók képességét megnöveljék. Az érdesített felszín után közvetlenül fényérzékeny festékréteg következik, ami mindössze egy molekularétegnyi, és ruthénium vagy ozmium alapú fémkomplexből áll. A fényérzékeny TiO_2 réteg és a másik üveglap között vékony jód-alapú elektrolit réteg van.

4.7.3. A napelemek alkalmazási területei

- Lakóházak, tanyák áramellátása szigetszerű üzemmódban
- Közzükségleti 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.

Az USA kutatóinak tapasztalata szerint a napenergia hasznosításával a családi házak fűtési energiaszükségletének mintegy 80-85%-át lehetne biztosítani az egyenlítő-től a 45. szélességi fokig terjedő napsütéses övezetben.

Napenergiával különböző járműveket is üzemeltetnek, pl. elektromos motorokat, autókat, motorcsónakokat.

A mesterséges bolygók számítógépeinek, rádió-adókészülékeinek energiaellátását 100 W nagyságrendű napelem-energiaforrás biztosítja.

4.8. A naperőművek

A naperőművekben MW nagyságrendű teljesítményeket állítanak elő. Tükröket félkör alakban úgy helyeznek el, hogy azok a visszaverődő sugarakat egy magas betontoronyra gyűjtsék össze. Az ott elhelyezett vízzel telt csövekben nagynyomású gőz keletkezik, amivel áramfejlesztőt lehet működtetni. A naptorony-erőművek tükrörszere álló vagy mozgatható tükrökből áll.

Naptorony-erőművek működnek az USA-ban, Kaliforniában, Mexikóban, Izraelben, Franciaországban, Németországban és Japánban. Az erőművek toronymagassága 60-450 m között változik. A tükrök száma 100-2000. A tükröző felületek nagysága 1000 m^2 - $1,6\text{ km}^2$, teljesítményük 60 kW-tól 500 MW-ig terjed.

Vályú alakzatú, vonalfókusz-kollektorokkal az USA-ban és Kairóban 2,5-100 MW-os naperőműveket üzemeltetnek.



5 MW-os sóstó energiatároló és átalakító naperőműveket 1984 óta működtetnek az USA-ban és Izraelben.

Napenergiával hidrogént is előállítanak technológiai és energiatárolási céllal. A napenergia földi alkalmazásánál gondot jelent, hogy a sugárzási energia a munkafelületre a légkörön át, annak szennyező abszorpciója után, gyengülve érkezik, és a munkafelületnek csak periodikus megvilágítása biztosítható. Ez inkább közvetett alkalmazásra ösztönöz.

Előnyök
<ul style="list-style-type: none">• Védi a környezetet: A modern szolár-technikát a legmagasabb szintű környezetvédelmi elvárásokat figyelembe véve gyártják. A felszerelt berendezés tiszta napenergiával lát el bennünket, káros anyag kibocsátás és más káros környezeti következmények nélkül.• Kíméli a nyersanyagkészleteket: A szilárd alapú energiaforrások túl értékesek ahhoz, hogy elégezzük őket. Minden szolár-berendezés értékes ásványi olajat, és szenet illetve gázt takarít meg a jövő generációk számára.• Energiát takarít meg: Minden szolár-berendezés személyes élményünké válik és tudatos és gondos energia felhasználót farag belőlünk: takarékosabban bánunk a tüzelőolajjal, villanyárammal, benzinnel.• Munkahelyeket teremt: A napenergia alkalmazásakor modern technikára van szükség, azaz gyártási, hozzáértő tervezési, megbízható kivitelezési és szervizelési háttérre. Az új gazdasági ág, a szoláripár a következő évtizedekben több százezer szakképzett munkaerőt igényel.• Fellendíti a helyi gazdaságot: A napenergia helyben termelődik, helyben alkalmazható és helyi szakemberek bevonásával kivitelezhető. A helyben felhasználható energiaforrás szinte veszteség nélküli, nem szökik el nagy része országokat behálózó vezetékeken, és nem okoz tankhajó katasztrófát.• Függetlenséget ad: A Nap folyamatosan szállít, és soha nem nyújtja be a számlát.• Biztonságot ad: A Nap kapacitásának csökkenése csak 5 milliárd év múlva várható. Ki más tudna hasonló garanciával szolgálni.• A békét szolgálja: A Nap nem tesz különbséget kelet és nyugat, szegény és gazdag, fekete és fehér között. Sok háborút okozott viszont az olaj, az urán, a gáz és a szén.
Hátrányok
Magyarország éghajlati viszonyai és az elérhető árú technológiák alkalmazása esetén általában – ma még - kombinálni kell valamilyen más energiaforrás alkalmazásával
Lehetséges környezeti kockázatok
<ul style="list-style-type: none">• Mai tudásunk szerint nincs környezeti kockázata, a legtisztább energiaforrás.• Az egyetlen probléma a teljes életciklust tekintve a napenergiahasznosító berendezések cseréje, lebontása során keletkező hulladék, de ma már egyre nagyobb mértékben újrahasznosításra kerülnek.

Ma már tudjuk, hogy a napenergia alkalmazása a jelenben és a jövőben nem csak alternatíva, hanem kényszerűség is így halaszthatatlan feladat mind a szakmabeliek, mind a leendő felhasználók részére, hogy a téma befogadására felkészüljenek.

A napenergia alkalmazása előtt nagy jövő áll. Érdemes e témával behatóan foglalkozni, és ezt a környezetbarát energiát a lehetőségekhez mérten környezetünkben hasznosítani!

<http://www.megujuloenergiak.eu/userfiles/images/Fooldal/IMAG0525.jpg>



5. A biomassza energia

5.1. A biomassza és a biomassza energetikai hasznosítása

Az ökológiai meghatározás szerint a biomassza valamely élettérben egy adott pillanatban jelen lévő szerves anyagok és élőlények összessége. A biomassza mennyisége megadható az egyedek számában, tömegében, energiatartalmában. A klorofillal rendelkező növények a levegő szén-dioxidjából és vízből a napenergia segítségével szerves anyagot, egyszerű cukrot állítanak elő. Ebből az egyszerű cukorból a növények a legkülönbözőbb szénhidrogén vegyületeket tudják létrehozni, és keményítővé, cukorrá vagy cellulózzá alakítva raktározni. Azok az állatok, amelyek zöld növényekkel táplálkoznak, ezt az elraktározott tápanyagot használják fel, és alakítják át zsírokká, miközben önmaguk is táplálékká válnak. Az elhalt húsevő állatokat és más szerves anyagokat végezetül a lebontó baktériumok juttatják vissza a tápanyagkörforgás kiinduló szakaszába. Az ökoszisztémában létrejövő szervesanyag-mennyiség tehát a zöld növények által a fotoszintézis során a Nap sugárzó energiájából átalakított és megkötött kémiai energia. Ez az energiamennyiség áll rendelkezésre a növény saját életfolyamataira, valamint az állatok számára. A biomassza tehát transzponált napenergia.

Egy adott területen lévő szervesanyag-mennyiséget a beérkező napsugárzás mennyisége és a területen megtalálható vegetáció típusa határozza meg. Az ebből hasznosított mennyiséget azonban a fogyasztói struktúra is jelentősen befolyásolja, amit leginkább az adott ország történelmi hagyományaitól, gazdasági, politikai helyzetétől függ. A biomassza energetikai célú hasznosítására abban az esetben kerülhet sor, ha a rendelkezésre álló biomassza elegendő a lakosság élelmezésére és a talaj szervesanyag-tartalmának megőrzésére, ugyanakkor az ily módon előállított energiára szükség van, és ehhez a megfelelő technológiák rendelkezésre állnak. Tehát nem egyértelműen az illető ország társadalmi berendezkedése, földrajzi elhelyezkedése, lakosságszáma, nemzeti jövedelme, vagy az abszolút energia-felhasználása határozza meg azt, hogy az miként él a rendelkezésre álló biomassza adta lehetőségeivel, vagy miként próbálja javítani ezeket a lehetőségeket.

A biomassza a szén, a kőolaj és a földgáz után a világon jelenleg a negyedik legnagyobb energiaforrás. Világátlagban a felhasznált energia 14 %-át, a fejlődő országokban 35 %-át biomassza felhasználásával nyerik.

A biomassza valamely élettérben egy adott pillanatban jelen levő szerves anyagok és élőlények összessége. A biomasszába tartozik:

- a szárazföldön és vízben található, összes élő és nemrég elhalt szervezetek (mikroorganizmusok, növények, állatok) tömege
- a mikrobiológiai iparok termékei
- a transzformáció után (ember, állat, feldolgozó iparok) keletkező valamennyi biológiai eredetű termék, hulladék

Csoportosítás a biomassza keletkezése alapján

- Elsődleges biomassza: a természetes vegetáció (mezőgazdasági növények, erdő, rét, legelő, kertészeti növények, a vízben élő növények),
- Másodlagos biomassza: állatvilág, illetve az állattenyésztés fő- és melléktermékei, hulladékai;
- Harmadlagos biomassza: a feldolgozó iparok gyártási mellékterméke, az emberi életműködés mellékterméke.

A keletkező biomassza elsődlegesen élelmiszer illetve takarmányként kerül felhasználásra, de az utóbbi években főleg az iparilag fejlett mezőgazdasággal rendelkező országokban az élelmiszer-túlermelést a közvetlen energiahordozó céljára termesztett biomasszával tervezik levezetni.

Nő az energetikai célra termesztett cukorrépa, édescirok, faapríték, burgonya (szeszkrumpli), manióka, gabonafélék, stb. termelése, sőt a kifejezetten energetikai célra nemesített növények (pl. elefántfű, stb.) termesztésének mennyisége.

5.2. A biomassza hasznosítási lehetősége Magyarországon

A Magyarországon keletkező nagy mennyiségű melléktermékek azon részét, melyre a talajerő-visszapótlásban, az állattartásban, valamint az ipari felhasználásban nincs szükség, maradék nélkül célszerű lenne energiatermelésre felhasználni, ugyanis a nagy tömegben keletkező maradványok potenciálisan környezetszennyező anyagok is egyben, a főtermék termelésének technológiáját is akadályozhatják esetenként. Ma a keletkezett mennyiség 10 %-át sem használják tüzelési célra. Hazánkban a megújuló növényi biomassza mennyisége szárazanyagban kifejezve a fő- és melléktermékekkel együtt 55-58 millió tonna. Energetikai célra – megfelelő körülmények között - 6-8 millió tonna szerves anyag lenne hasznosítható (minimálisan pedig 3-4 millió tonna) a 25-26 millió tonna mezőgazdasági, valamint 1-2 millió tonna erdőgazdasági melléktermékből. Ahhoz, hogy ez a hasznosítás nagyobb arányú illetve hatékonyságú legyen, megfelelő ökológiai, gazdasági és műszaki feltételeknek kell rendelkezésre állniuk. A hasznosítható 6-8 millió tonna biomassza teljes energiakészlete kb. 1,5-2,0 millió tOE-re tehető. (Kocsis et al., 1993)

A biomassza energetikai célra történő felhasználása elég kényes és kényszerű kérdés. Tények a biomassza energetikai hasznosításával kapcsolatban:

- A biomassza felhasználása során széndioxid kerül a levegőbe és több mint amennyit a növények megkötnek az életük során, tehát nem széndioxid semleges.
- A jelenleg elterjedt, hatékonytalan, pazarló berendezések (normál fakazán, vegyes tüzelésű kazánok, cserépkályhák többsége) esetében nagyobb a kibocsátás, mint a fosszilis energiahordozók esetében, ezért nagyon nem mindegy az alkalmazott technológia

-
- Az emberiség számára a biomassza energetikai hasznosítása nem megoldás, mert több, mint 7 milliárd ember energiaszükségletét akkor sem lehet kielégíteni biomasszából, ha minden területet e célra áldoznánk be.
 - A biomassza energetikai előállítása és felhasználása súlyos környezeti és szociális konfliktusok (élelmiszertermeléssel való versengés) hordozója
 - Magyarország a tűzifa előállítás tekintetében már 2007-ben túllépte az ökopotenciál maximumát, tehát már semmi esetre sem növelhető, sőt csökkentésre van, lesz szükség!
 - A biomassza energetikai hasznosítására úgy kell tekintenünk lokálisan, mint egy átmenetileg szükséges és ÓVATOSAN fejlesztendő megoldásra az olajkorszak végén, egészen addig, amíg a jelenlegi energiafogyasztásunkat drasztikusa (kb. 1/3-ra) le nem csökkentjük és át nem tudunk állni egyéb megújuló energiaforrások hasznosítására. Az emberiségnek erre kb. 30 éve van a jelenlegi környezeti állapotokat és a népesedési folyamatokat alapul véve.
 - Magyarország terület 9 303 600 ha, melyen kb. 54 millió t energetikai célra hasznosítható biomassza keletkezik mindkét kistérség adottságai lényegesen jobbak a lehetőségek az országos átlagnál.
 - **A biomassza előállításának és energetikai célú hasznosításának egyetlen - a fenntarthatóságot közelítő – módja, útja a helyi, térségi előállítás és felhasználás max. 20 km sugarú körben!**

Zala megye biomassza potenciálja:

„Általánosságban megállapítható, hogy **Zala megye valamennyi települése a biomassza energetikai hasznosítása szempontjából még ott is kedvező adottságú** (ezért minden település 5 alapérték-pontot kaphat), ahol a talaj termőképessége a szántóföldi növénytermesztés szempontjából kedvezőtlen, mivel ezeken a helyeken lehet tovább növelni az erdőterületeket hagyományos fatelepítéssel. Az abból származó dendromassza hasznosítása fűtőerőművek-ben, fűtőművekben, gazdaságokban, üzemekben stb. történhet. „ (Unk Jánosné – PYLON Kft)

Zala Zöld Szíve kistérség és a Zalatermálvölgye adottságai:

Lásd Térségi klímastratégia!

5.3. A biomassza energiatartalmának hasznosíthatósága

Közvetlenül:

- Tüzeléssel, előkészítéssel, vagy előkészítés nélkül.

Közvetve:

- Kémiai átalakítás (elgázosítás, vagy cseppfolyósítás) után éghető gázként, vagy folyékony üzemanyagként.
- Alkoholá erjesztéssel üzemanyagként.
- Növényi olajok észterezésével biodízelként.
- Anaerob fermentálás után biogázként.

A biomassza –energiahordozó kis- és közepes teljesítményű decentralizált hő- és villamos energiatermelése, valamint motorhajtóanyagként hasznosítható viszonylag alacsony energiasűrűsége miatt.

5.3.1. A biomassza alkalmazási területei

Házi tüzelőberendezések (3-30 KW) esetén a biomassza jellemző alkalmazási formája a tűzifa, biobrikett, vagy a pellet. A pellet forradalmasíthatja a tüzeléstechnikát, mivel a kis teljesítményű, formagazdag pelletkandallók egyszerűen kezelhetők, automatikus fatüzelést nyújtanak a városlakók részére is. A közepes méretű (30-150 Kw), többnyire **ipari vagy kommunális** alkalmazások esetén alapvető igény a rendszer folyamatos és automatikus üzemeltetése, ahol a pellet, vagy a faapríték tüzelések jöhetnek számításba. Itt számítani kell azonban a nagyobb tárolóigény kialakításának igényére. Minél nagyobb egy rendszer, annál jobb a hatásfok és a megtérülési idő. A központi kazántelegek létesítése mind környezetvédelmi oldalról, mind gazdaságossági oldalról (hatásfok, kihasználtság, alacsony emisszió) előnyösebb az egyedi tüzelőberendezések elterjesztésénél.

5.3.2. Az energetikai célú biomassza

A biomassza alkalmazásakor növényeket és növényi melléktermékeket hasznosítunk energetikai célokra.

Biomassza energiahordozók fűtőértéke és energiahozama					
Biomassza	Nedvesség-tartalom %	Biomassza hozam t/ha	Fűtőérték MJ/kg	Nettó hőérték kgOE/kg *	Nettó energia-hozam kgOE/ha
Gabonaszalma	10-15	1,5-3,5	15,3-16,2	0,29-0,31	435-1085 HE
Rizsszalma	20-25	1,3-3,2	13,5-14,4	0,26-0,28	338-986 HE
Napraforgósár	25-30	1,9-3,5	12,4-13,5	0,24-0,26	456-910 HE
Kukoricaszár	30-40	3,5-5,5	10,2-12,4	0,19-0,24	665-1320 HE
Tűzifa	15-25	2,0-2,5	13,5-15,3	0,26-0,29	520-725 HE
Erdei fahulladék	25-30	1,5-2,0	12,4-13,5	0,21-0,23	311-451 HE
Erdei faapríték	25-35	8,0-9,0	11,3-13,5	0,22-0,26	1760-2610 HE
Repceolajmag		1,0-1,5	35,6-36,8	0,85-0,88	850-1320 HA
Repceszalma	10-15	3,0-4,0	15,3-16,2	0,29-0,31	870-1240 HE
Bioethanol	-	1,5-3,5	25,1-17,2	0,60-0,66	900-2275 HA

* Hatásfok: 80%, HE – Hőenergia, HA – Hajtóanyag (Kocsis, 1992)

Cellulóztartalmú biomasszák összetétele (www.kekenergia.hu)

Mezőgazdasági hulladék



- Cellulóz 43%
- Hemicellulose 27%
- Lignin 17%
- Egyéb 13%



Fahulladék pellet

- Cellulóz 45%
- Hemicellulose 25%
- Lignin 22%
- Extraktives 5%
- Salak 3%

Kommunális szemét



- Cellulóz 45%
- Salak 15%
- Lignin 10%
- Hemicellulose 9%
- Egyéb szénhidrát 9%
- Protein 3%
- Egyéb 9%



Energiafű pellet

- Cellulóz 45%
- Hemicellulose 30%
- Lignin 15%
- Egyéb 10%

Energiaelőállításban használható növények	
Energianövények	
Szántóföldi energianövények	Energetikai faültetvények
<ul style="list-style-type: none"> • Cikória (Cichorium intybus) • Cirok (Sorghum bicolor) • Csicsóka (Helianthus tuberosus) • Gyapot (Gossypium spp.) • Kenáf (Hibiscus cannabius) • Kender (Cannabis sativa) • Miscanthus (Miscanthus spp.) • Nádad (Phragmites spp., Arundo spp.) • Napraforgó (Helianthus annus) • Pántlikafű (Phalaris arundinacea) • Repce (Brassica napus spp. oleifera) • Rostlen és olajlen (Linum usitatissimum) • Kínai nád (Miscanthus Synensis Sp.) • Magyar árva rozsnok (Bromus inermis Leyss) • Pántlikafű (Phalaris arundinacea) • Repce (Brassica napus spp. oleifera) • Rostkender (Cannabis sativa L.) • Tritikálé (Triticale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Akác (Robinia pseudoacacia) • Fűz (Salix sp.) • Nemesnyárok (Populus Cv. Sp.)
Folyékony tüzelő- és üzemanyagok:	
Olajnövények	Bioetanol
<ul style="list-style-type: none"> • Napraforgómagolaj • Repcemagolaj 	<p>Cukortartalmú növények:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cukorrépa <p>Keményítő tartalmú mezőgazdasági termények:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Árpa • Burgonya • Búza • Kukorica • Rizs • Rozs • Zab <p>Nem keményítő poliszacharidok:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Csicsóka

A már meglévő, energiatermelésre felhasználható biomassza-potenciál	
Dendromassza-potenciál	Mezőgazdasági melléktermék-potenciál: <ul style="list-style-type: none"> • Szalma • Kukoricacsutka és –szár • Szőlővenyige, nyesedék • Repceszalma • Napraforgószár

5.3.4. Fás szárú energianövények

A fa, bizonyára az emberiség legrégebben használt tüzelőanyaga, amely a szénhidrogének korában, főleg a „fejlett világban” háttérbe szorult. A kialakuló energia ínségben, szigorúbb környezeti szabályozás miatt, azonban úgy látszik, szerepe felértékelődik.

Magyarország teljes energiafelhasználásában 3%-ot képvisel jelenleg, de a villamosenergia iparban a korábbi széntüzelésű erőművek faapríték tüzelésre való átállása miatt a tüzelőfa iránti kereslet, s vele a tüzelőfa ára is emelkedett. Az erőművek átállása gazdaságossági szempontokkal indokolható elsősorban, amelynek az oka az ún. zöldáram kedvező átvételi ára, illetve a befektetők versenyképességét javítja, hogy a barnaszemes erőművek közgazdasági szempontból elsüllyedt költséget képviselnek. Mivel nem versenyképes, s környezetileg sem megengedhető létesítményt tesznek nagyon alacsony átállási költséggel környezetileg elfogadottá (legalábbis a szabályozási oldalról) és versenyképessé, ezért a befektető számára lényegesen olcsóbb ez a megoldás, mint egy zöldmezős beruházás megvalósítása.

Magyarország erdőállományából évente, a tartamos gazdálkodás szabályait figyelembe véve bruttó 8 millió m³ (nettó 6,5 millió m³) fa termelhető ki, amelynek nagyjából a fele energetikai célú hasznosításra szánt. A 2010-ben kb. bruttó 7 millió, nettó 5,6 millió m³ fát termeltek ki.

A felhasználás szerkezete kapcsán fontos megjegyezni, hogy jelentős a lakosság tűzifaigénye, kb. 1,3-1,5 millió tonna, s korábban 1 millió tonna tűzifa exportra is került.

A fatüzelésű villamosenergia termelés esetében megjegyzendő, hogy már jelenleg is kb. 30%-ban importforrásból fedezik az erőművek a faigényüket. Tekintettel arra, hogy a beszerzések helyén a fenntartható erdőgazdálkodás kétséges, így a fabehozatal környezeti terhek exportját jelentheti.

A természetközeli erdők fajlagos energiahozama 15-20 GJ/ha/év között van. A fa fűtőértéke élőnedves állapotban 10 MJ/kg, abszolút száraz állapotban a különböző fafajok fűtőértéke 5%-kal tér el egymástól. Tűzifára 17 MJ/kg fűtőértéket adnak meg.

Tűzifa:

Elterjedt, jogosult, cserépkályhába és faelgázosító kazánba (jó hatásfokokkal).

ATMOS faelgázosító kazán: (forrás: <http://www.ezermester.hu/2002/06/atmos.htm>)

Az ATMOS faelgázosító kazánt részletesebben is ismertetjük, mert a Nemzetközi Megújuló Energiaforrás Út több helyszínén is üzemel.

A második világháború előtti időkben a fagázgenerátorral működő gépjárművekre. Ezt a megoldást annak idején elsősorban az energiahiánnyal küszködő német ipar hozta létre, kényszerűségből. Maga az ötlet azonban nem Németországból, hanem Csehszlovákiából származott. Az ATMOS családi vállalkozást 1932-ben alapította Cankar úr, amely gépkocsik és hajók elgázosító egységeit gyártotta.



A módszert járműhajtásra a fejlett világban ma már nem használják, a fűtéstechnikában viszont másodvirágzását éli. Az ATMOS fa és vegyestüzelésű elgázosító kazánok rendkívül gazdaságos és környezetbarát működésük révén ma komoly alternatívát jelentenek a legmodernebb gáztüzelésű kazánok mellett is. Egy hagyományos fa- vagy vegyestüzelésű kazán égéstermékének 60%-a gáznemű anyag, ami magas hőmérsékleten távozik a kéményen keresztül. Ezekben a kazánokban nincs szabályozott égés, a fa vagy a szén ellángol, közben az égéshő egy részét átadja a fűtőközegnek, a többi a kéményen keresztül távozik. E kazánok hatásfoka 40-50% körüli, a fennmaradó hőmennyiséggel sajnos a külső levegőt fűtjük. Az ATMOS kazánok már működési elvükben beleavatkoznak ebbe a klasszikus folyamatba. A két részből álló égéstér felső felét megrakjuk fával. (Nem kell hasogatni, ami a tüztérbe befér, az el is ég.) Itt történik az égés első fázisa, mégpedig a huzat szabályozásával teljesen szabályozott körülmények között. Ez azt jelenti, hogy egy automatika az előremenő víz hőfokának függvényében - részben mechanikus huzatszabályozással, ventilátoros levegőbefújással - a mindenkor optimális levegőmennyiséget biztosítja az égés számára. Ha szükséges, akkor egészen lassú, pangó égést hoz létre. Az égés folyamata azonban itt nem fejeződik be. A füstgázokat - amelyekben még rengeteg éghető szilárd és gáznemű anyag van - egy kerámiatesten (katalizátoron) keresztül vezetjük a kazán alsó terébe, ahol - mint egy gázláng - minden elég, ami még éghető a füstben. Ez a tökéletes égés 90% fölé emeli a kazán hatásfokát, tehát rendkívül energiatakarékosá teszi. A kibocsátott

égéstermék szennyezőanyag tartalma rendkívül kicsi, nem terheli a környezetet. Ugyanez vonatkozik a természet hőterhelésére is. Míg egy hagyományos kazánból a füstgázok 4-500 °C-os hőmérsékleten távoznak, addig egy faelgázosító ATMOS kazánból legfeljebb 200 °C-on, tehát lényegesen kisebb mértékben növeli az üvegházhatást. Az így megnyert hőmennyiség különbség természetesen a fűtésben hasznosul. Az ATMOS kazánok teljesen automatizáltak, de nem túlelektronizáltak. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a szabályozás gondoskodik a mindenkori optimális levegőmennyiségről, de a kazán működése áramszünet esetén sem áll le, mert a mechanikus huzatszabályozás akkor is működik. A vezérlés gondoskodik arról is, hogy a kazán felfűtéséig -70 °C-os vízhőmérsékletig - a fűtővizet nem enged ki a kazántérből. E hőfok felett egy szabályozó egység (Laddomat 21), amely a hőszabályozó szelepet, szivattyút, visszacsapó szelepet és hőmérőt tartalmaz, a gyűjtőtartályba engedi a fűtővizet. Ez a puffertartály - családi ház méreteiben 500 liter és 1 m³ között lehet, de nagyobb kazánoknál két-három darabból is állhat - tárolja a fűtővizet, és biztosítja a radiátorok számára. Innen a fűtés vezérlése egy gázkazánhoz teljesen hasonlóan történik; a termosztát indítja a keringtető szivattyút, amely a puffertartályból forgatja meg a fűtővizet. Megfelelően méretezett gyűjtőtartálynál a kazán leégése után is elegendő fűtővizünk van még, akár egész éjszakán keresztül. Ez a rendszer a hagyományos kazánok fűtési ingadozását is kivédi. Ismert pl. a széntüzelésű kazánoknak az a problémája, hogy a begyűjtés után van egy viszonylag gyors felfutó szakaszuk, amikor túlfűtik a lakást. Aztán a fűtővíz hőmérséklete fokozatosan csökken, végül teljesen lehűl - vele együtt a lakás is. Egy ATMOS kazánál és gyűjtőtartálynál ez a hiányosság teljesen ki van küszöbölve. A termosztát és a keringtető szivattyú a tárolt fűtővízből mindenkor a szükséges - a beállított hőmérsékletet biztosító - mennyiséget használja fel. Nincs túlfűtés és alulfűtés. Az ATMOS kazánok 18 kW és 100 kW közötti teljesítményben készülnek. A 18-25 kW körüli hőteljesítmény a családi házak mérete, a nagyobbak már inkább panziókhoz, csarnokokhoz valók. Elsősorban olyan környezetekben ajánljuk, ahol nincs kiépített földgáz, távfűtés, viszont elérhető a fa, amely megújuló energiaforrás és viszonylag olcsó. A működés teljesen környezetbarát, olyannyira, hogy létesítéséhez jelentős állami támogatás is kapható. Az energia-megtakarítás révén a hagyományos kazánokkal és földgázfűtéssel összemérve beruházása igen rövid idő alatt megtérül. Egy indirekt tároló beépítésével megoldható a használati melegvíz ellátás is.

Faapríték:

A biomassa alkalmazásának legelterjedtebb módja a faapríték alapú tüzelőberendezésekkel történik. Nagy előnye, hogy automatikus, önadagoló, kiválóan szabályozható fűtési technológiát jelent ez, mely minden komfortigényt ki tud elégíteni. Megjegyzendő, hogy tekintettel a komoly műszaki beruházási igényre, faapríték tüzelések kialakítása elsősorban nagy hőigény esetén javasolt, tehát 100-150 Kw felett.

- **Erdei hulladék**, nyesedék, értéktelennek minősített friss vágású fa szolgál az energianyeréshez szükséges faapríték előállításához. (A faapríték ajánlott nedvességtartalma 20-40 %). Az erdők gondos ápolása ismét vonzó feladat lesz, mivel az értékesnek minősített faanyag mellett a csökevényes, beteg vagy kidőlt faanyag kitermelése is gazdaságossá válik, és értéket nyer. Kettős előny tehát: nagyipari fűtőanyag, és ápolott erdők.
- **Kommunális növényi hulladékok**, mely a tájapolás, bokrok, bozótok kivágása, utcák, utak szélének gondozása, parkok tisztogatása során keletkezik. Az önkormányzatok egyrészt megszabadulnak a hulladéktól, másrészt a „hulladék” értékesítésével a munkákat is finanszírozni tudják. Előny: ápolat környezet.
- A **lakosság** is leadhatja a háznál keletkezett ágat-bogat, kerti nyesedéket amennyiben nem tudja háznál hasznosítani.
- A **faipari hulladékok**, mint asztalos, építőipari, fűrészüzemek gyártási melléktermékei többnyire olcsón beszerezhetők, viszont figyelni kell arra, hogy ne legyen a melléktermékben mérgező anyagokat tartalmazó ragasztóanyag, impregnálószer, stb., mivel ez az elégetésnél súlyos gondokat jelenthet. A közeli üzemekre alapozott szállítói kapacitást érdemes több évre leszerződni, ami biztonságot jelent a nyersanyagellátás és a stabil vételi ár vonatkozásában.
- **Energiaerdő, energiaültetvény**

Fapellet:

A fapellet több szakember véleménye szerint forradalmasítani fogja a tüzeléstechnikát. Alapanyaga fűrészpor, illetve falisztből, melyet kötőanyag hozzáadása nélkül magas nyomás alatt préselnek pellet - formába (átm.5-8 mm, hossz 30 mm-ig). Kis méretének köszönhetően pontosan adagolható, és kis hőigény esetén is (6 Kw-tól) biztosítani tudja az automatikus, jól szabályozható üzemet. Fűtőértéke: 5-6 kWh/kg, kiserelése 15 kg –os zsákokban vagy 700 kg-os konténerben. A pellet elsősorban a városok lakói részére jelent komoly alternatívát, mivel a kis tárolási igény és a kezes csomagolás számukra is lehetővé teszi a biomassza alkalmazását és a vezetékes rendszerekről való leválást.

Biobrikett:

Alapanyaga az előbbieken ismertett faipari melléktermék és hulladék, amelyből szárítás után történik a brikettálás. Ez a manipuláció elérheti a biobrikett energiatartalmának 8-12 %át, ezért alkalmazása ott ajánlható, ahol a lakossági tüzelőanyag igény indokolja és a területi szétszórtság miatt távhő ellátás nem valósítható meg. Ára és fűtőértéke a hazai szenekkel versenyképes, hamuja a fentivel ellentétben környezetbarát anyag.

Energiaerdők, energiaültetvények

Mivel a természetközeli erdőkből a hasznosítható faanyag csak körülményesen és költségesen termelhető ki, s mivel a kitermelt faanyag energiahozama alacsony, így egyre inkább előtérbe kerül az energetikai faültetvények gondolata. Az energetikai faültetvények mezőgazdasági hasznosításból kivont területeken jönnek létre, ott ahol a talajadottságok, s termőhelyi körülmények nem teszik lehetővé a hatékony

mezőgazdálkodást. Fásszárú növények ugyanakkor mélyre hatoló gyökérzetük miatt jobban képesek az élőhelyi adottságokat felhasználni.

Az energetikai faültetvények két típusát kell megkülönböztetnünk a műveléstechnológia szempontjából. Az újratelepítéses energetikai faültetvény valamely gyorsan nöövő faj, nagy egyedsűrűséggel telepített, 10-12 év vágásfordulójú monokultúrája, amelyet ezután betakarítanak, faaprítékká dolgozzák fel, a terület talaját előkészítik, majd az erdőt újratelepítik. Évente 8-15 t/ha élőnedves hozammal, 80-150 GJ/ha/év energiatartalommal számolhatunk. Hátránya a drága szaporítóanyag, s a vágásfordulók után igényelt talajelőkészítés. A sarjzattatásos energetikai faültetvények lényege, hogy telepítésük után akár egy, de általában 3-5 évenként betakarítják, s ezt akár 5-7 perióduson keresztül is ismétlik. A letermelés utáni hozam a sarjak növekedéséből származik. A rövid vágásforduló, vékony sarj miatt lehetséges a járva aprítás alkalmazása, amely egy műveletté egyszerűsíti a kitermelést s aprítást. Fajlagos energiahozamát 150-250 GJ/ha/évben adják meg. Hátránya, hogy itt is szükség van az első telepítésre, s a nagyobb produkció az évenként ismétlődő sorközpótlásból, műtrágyázásból származik.

„A biomassa (energiaerdő), mint az alternatív energia egyik lehetősége” címmel szervezett tanácskozáson (2006. március) az EU 5. kutatási programja keretében futó Energiaerdő (Energy Forest) projekt eredményeire hivatkozva, Marosvölgyi Béla, a Nyugat-Magyarországi Egyetem professzora a következőkben foglalta össze az energetikai faültetvényeknek előnyeit:

- sok faj, sok termőhely jöhet számításba
- akár elárasztott területeken is lehet energiaerdőt nevelni
- egy telepítés, több betakarítás
- az energiaerdő élettartama nagyjából megegyezik a fűtőmű élettartamával (kb. 25 év)
- nagy energiahozam (200-350 GJ/ha/év)
- betakarításkor nagy az anyag- és energiakonzentráció
- mezőgazdasági holtidényben is lehet betakarítani
- a betakarítás elhalasztása nem okozza a termés elvesztését
- a termesztési cél megváltoztatható, ami csökkenti a kiszolgáltatottságot az átvevő felé az energetikai többszörös jobb (10-12) mint a lágyszárúak esetében (6-9).

A sokat emlegetett előnyök mellett érdemes megvizsgálni, hogy mely fafajok azok, amelyek az eddigi kísérletek alanyai. Nos, mind kemény- (akác) és lágylombos fakkal (nemesnyárok, fűzek, bálványfa), illetve fás cserjékkel (tamariska, olajfűz,

ámorfa) történnek próbálkozások Európa-szerte. A biodiverzitás szempontjából ezek közül legfeljebb a fűzek (fehérfűz, kecskefűz, kosárfonó fűz) elfogadhatók. Az akác a szokásos viták tárgyát képezi, a nemes nyárok veszélyeztetik a hazai nyárfajok genetikai állományát, a bálványfa invazív jellege miatt nemkívánatos. Természetesen maguk a monokultúrák fajszegénysége is további kételyeket ébreszt a biodiverzitásért aggódók számára. Fontos szempont a kiválasztott fajok, fajták esetében a termőhelyi érzékenység, amely nagyban befolyásolja a produkciót, s az életesélyeket. A nyárok, fűzek nedves élőhelyeket igényelnek, s rosszul tolerálják a szermaradványokat, ha korábban szántóföldi művelésbe vont területre kerülnek. Az ökológiai feltételekre való érzékeny reagálást mutatja, hogy más országokban eredményesen alkalmazott fajták hazai körülmények között (szárazabb, melegebb) még az életképességüket is elveszthetik. A termőhelyi adottságok tehát nagyban befolyásolják a produkciót, ezért nem lehet a legnagyobb produkciót kivetíteni mindenféle termőhelyre. Tovább erodálja az energetikai faültetvények előnyeit a szántóföldi kultúrákkal szemben az energiaráfordítási igény. Ezek egy részétől csak extenzív körülmények között szabadulhatunk meg, amellyel párhuzamosan csökken a területegységre eső energiasűrűség. Mind a sarjztatással, mind az újraterelítési módszerrel történő technológiánál jelentkezik a szaporítóanyag-igény. A szaporítóanyag lehet dugvány, gyökeres dugvány és csemete, s ez utóbbiak feltételezik a szaporítóanyag-telepek üzemelését.

Ha jól meggondoljuk, a sarjztatás csak egy terelítést tud megspórolni, mert ott a végsőkor 20 év, míg az újraterelítési eljárásnál tíz év. A terelítésnél számolni kell annak sikerességével és sikertelenségével, amelyek ugyancsak függenek a terelítés körülményeitől, a kérdéses év klimatikus jellemzőitől. A terelítést mindkét technológia esetében a talajelőkészítés előzi meg, amely rendszerint a totális gyomirtással kezdődik, kémiai úton. Ezt követi az őszi mélyszántás, majd a tavasszal esedékes keresztaszántás, az évközi mechanikai, kémiai gyomirtás. Az őszi ültetés előtt szükség van még tárcsázásra és simítózásra, majd pedig talajfertőtlenítésre.

A dugványozás tavasszal történik. Dugványozás után vegyszeres gyomirtást kell alkalmazni, majd évközben a sorok között többször is gyomirtást kell végezni, mechanikus vagy vegyszeres úton. Ennek különösen addig van jelentősége, amíg a fa ki nem nő a légyszárúak közül. Az első évben, amíg a cseranyag-tartalom alacsony, nagy a veszélye a vadkárnak, ezért a védelemről gondoskodni kell. A legtöbb terelítés esetében, kivéve a fűzültetvényeket, gondoskodni kell az évente ismétlődő sorközapolásról, s műtrágyázásról. Energiaigénye ezután a betakarításnak, aprításnak, deponálásnak, többszöri szállításnak van még. Sarjztatásos módszerrel, s különösen az alacsony vágáskor (akár egy év is) esetén számolni kell a vágásfelületek betegségek iránti érzékenységével, gombafertőzéssel, amely megköveteli a növényvédelmi eljárások alkalmazását a betakarítást követően.

Fontos megjegyezni, hogy mivel nincsenek olyan időtávlatok, amelyekben látható lenne az energetikai faültetvények tényleges produkciója, annak fenntarthatósága, a

termőhelyre gyakorolt hatás, ezért a nagy hozamokról szóló „eredmények” még bizonyítást igényelnek a gyakorlattól.

A talajéletre gyakorolt hatásokat tekintve, összehasonlítást végezve egy természetes erdővel, vagy szántóföldi kultúrával, az energetikai faültetvények valahol köztes helyet foglalnak el. Az erdőtalajok avarjában az ízeltlábúak, s velük társult mikróbák elegendő idővel rendelkeznek ahhoz, hogy a talajra hulló leveleket humuszban gazdag, vízálló, tartós talajmorzsákká alakítsák. Ennek a talajfejlődésben, szerkezeti tulajdonságok megőrzésében van pótolhatatlan szerepe. Szántóföldeken erre nincs lehetőség, kivéve, ha ugaroltatásra kerül sor elegendő ideig. Az energetikai célú faültetvények esetében, különösen az újratelepítési módszernél, lehetőség van – ha a természetes adottságokkal nem is összemérhető mértékben – a lehulló falevelek hasznosulására a talajon, a talajban élő biomassza számára.

A fa energetikai célú felhasználásának társadalmi hatásai ellentmondásosak. Sokan azt remélik, hogy új, jövedelemtermelő lehetőséghez jutnak az ültetvények révén, vagy az erdőbirtokosoknak nő a bevétele a növekvő faár miatt. Ugyanakkor már az erőművi felhasználás jelenlegi szakaszában is jól érezhető, hogy a fa iránti kereslettel együtt annak ára is drágul. Igaz, nehéz kiszámítani, hogy az árak növekedésében mennyi szerepet játszott a gáz árának drágulása, ám ez a drágulás aligha a lakossági keresletnövekedésből keletkezett, hiszen kiépített gáztüzelés esetén nem lenne könnyű átállni a fatüzelésre. Első reakciónkban az emberek inkább spórolnak. Ugyanakkor érdemes megvizsgálni, hogy a tűzifa 30-40%-os drágulása (2006 tavaszától őszig, két év alatt pedig megduplázódás, és a drágulás azóta is folyamatos) többnyire a legszegényebb vidéki népességet sújtja. A fa ára sokáig nagyon olcsónak számított, amelynek az oka a támogatott gázár volt, amely magasan tartotta a gáz iránti keresletet, főleg addig, amíg a gázhálózat fejlesztése folyt. Talán érdekes megemlíteni, hogy az erdészetek maguk ajánlották az erőműveknek az olcsó, nagy mennyiségben rendelkezésre álló fát.

A keresletnövekedés és árdrágulás hátterében döntő részben a korábbi szénttüzelésű erőművek faapríték tüzelésre való átállása áll, amelynek egyik hajtóereje az ún. zöld áram kedvező átvételi ára. Az állam által ilyen módon juttatott támogatás magas profitot tesz lehetővé, amely eredményeként az erőművi felhasználóknak akár magasabb áron is megéri a vásárlás.

A keresletnövekedés oka egyértelműen kimutatható azzal például, hogy a Borsodi és Pécsi Hőerőmű egyaránt évi 300 ezer tonna, az ajkai pedig 80 ezer tonna mennyiségű fa elégetését igényli. A Borsodi Hőerőmű még 2002-ben, az észak-magyarországi régiót lefedő erdészétekkel 10 éves szerződést kötött, évi 250-270 ezer tonna, főleg bükk és tölgy rönk megvásárlására. Ez a mennyiség közel két kazán fűtéséhez elegendő, bővítés csak más források mozgósításával képzelhető el. Erre szolgálnának az energiafű telepítések, egy kazán működtetéséhez 16 ezer hektár ilyen ültetvényre lenne szükség. A 250-300.000 tonna tüzelőanyagból, 30 MW

átlagos termelő kapacitással 220 GWh megújuló villamos-energia termelés történik éves szinten.

Számoljunk egy kicsit. Magyarországon 8 millió tonna bruttó köbméter fát termelnek ki. Ha ez mind tűzifa lenne, s teljes tömegét erőműben hasznosítanánk, akkor kb. 20 hasonló erőmű tüzelőigényét lehetne kielégíteni, s kb. 4400 GWh villamosenergia termelés folyhatna. Ez alig több mint a tizedrésze a felhasznált 41 180 GWh órának. Sokan éppen ezzel, s a várható további keresletnövekedéssel indokolják az energetikai faültetvények telepítését, mondván azokkal megkímélhetők természetközeli erdeink, s csillapítható a szociális hatás is. Ez természetesen aligha hihető, hiszen már a jelenlegi kiváltás alacsony szintjénél is érezhetők a területi korlátok.

Az árdrágulás, a piacon fellépő hiány magával vonja a helyenként eddig is katasztrofális méreteket öltött fatolvajlást vagy szociális bűnözést, amelynek erdeink egészségi állapota, szerkezete, biológiai sokfélesége látja kárát.

Elméletileg az erdeinkkel való tartamos gazdálkodást mindez nem fenyegetné, hiszen azokban tervszerű, s felügyelt gazdálkodás folyik. Kérdéses azonban, hogy a létszámában fogyatkozó Erdészeti Szolgálat képes lesz-e megnövekvő szerepének eleget tenni.

5.3.5. Lágyszárú energianövények

Energiafű

A Szarvasi Mezőgazdasági Kutató-Fejlesztő Kht. a nyolcvanas évek közepétől kutatja a nagy szárazanyag-tömeget adó energetikai, papír, építőipari és takarmányozási célú hasznosításra alkalmas fűfajtákat, amelyek kedvezőtlen adottságú térségeknek kínálnak foglalkoztatási lehetőséget. Az extenzív mezőgazdaság esetében 700-800 ezer hektár földterület felszabadulásával számolnak, amely lehetőséget kínál energiafű termelésére. A kutatási program kiemelkedő eredményének tartják a Szarvasi-1 energiafű kinemesítését, amely 2004-től államilag elismert fajta. Nevét a nemesítők, Dr. Janowszky János és Janowszky Zsolt a nyilvánosságnak szánt információk között nem közlik, csupán annyit, hogy „az Alföld szikes talajú területeiről, illetve Közép-Ázsia arid térségeiből begyűjtött növényanyagok keresztezésével jött létre a nagy variabilitást mutató nemesítési növényanyag”. Más közlések szerint az eredeti szaporítóanyag a hazai Agropiron elongatus (magas tarackbúza) és a más fenotípusú kelet-kaukázusi A. elongatus fajkör egyik tagja volt. Idehaza az A. elongatus a Hortobágyon és a Duna-Tisza Közén, szikeseken, sós homokon fordul elő.

„Évelő, bokros szálfű. Tövéből erőteljes, nagy tömegű gyökérzet hatol mélyen (1,8-2,5 m) a talajba. Szürkészöld színű szára gyéren leveles, egyenes, sima felületű, kemény, 180-220 cm magas. A náduszok száma mindössze 2-4.

Szürkészőld levelei merevek, felületük kissé érdes. Virágzata egyenes, 20-30 cm hosszú, kalászképű buga. Április közepén hajt, június végén - július elején virágzik. Július végén - augusztus hónap elején érik meg szemtermése a betakarításra. Szemtermése lándzsa alakú, 0,8-1,2 cm hosszú. Ezer szem tömege 6,0-6,5 g.” (A SZERZŐK KÖZLÉSEI ALAPJÁN)

Az energiafű agronómiai jellemzői:

- Jól tolerálja az extrém körülményeket (szárazság-, só- és fagytűrő), a homoktól a szikes talajokig termesztethető;
- Alacsony termőképességű területeken is termesztethető (10-25 AK);
- Hosszú élettartam: 10-15 év egy helyben;
- Növényi betegségekkel szemben (barna/vörös rozsda, lisztharmat) ellenálló;
- Fűtőérték: 14-17 MJ/kg sz.a. (faapríték 14,7 MJ/kg);
- Átlag hozama 1999-2000 között 15,82 t/ha szárazanyag volt (fa esetében 12 t/ha/év);
- Betakarítása nem drága, nem igényel speciális célgépet;
- Kiváló bio-melioratív növény, gyökérzete 1,8-2,5 méter mélyre hatol (erózió, defláció védelem);
- Vetőmagtermesztés egyszerű és gazdaságos;
- Első növedék után zöldsarjú termelés: legeltetés, széna és szilázs készítés, biogáz termelés;
- Termesztés után nagy mennyiségű szerves anyagot pótol nagy tömegű gyökérzete miatt;
- A telepítés költsége kevesebb, mint 20%-a az erdő telepítésének;
- Évente hasznosítható, szemben a fásszerű energiaültvények 5-8 éves betakarításával;
- Helyettesíti a fát, erdők menthetők meg;
- Sokcélú a használata: energetikai, papíripari alapanyag és ipari rost;
- Barnaszénnel, gázzal fűtött kazánokkal összevetve a legalacsonyabb az egységnyi hőenergia ára az energiafű esetében. Éves viszonylatban mindössze felébe kerül bálával tüzelni, mint szénnel, vagy gázzal egy hasonló légterű lakásra kivetítve;
- Az energiafű anyagösszetétele alapján megállapítható, hogy kéntartalma csekély (0,12%), a szén kéntartalmának mindössze 15-30-ad része, így eltüzelése esetén az SO₂ kibocsátás mértéke minimális. A szén 12-15%-os hamutartalmával szemben kis mennyiségű (2,8-4,2%) hamut tartalmaz, amelyet kálium-és foszfortartalmánál fogva a talajerő-visszapótlásnál jól hasznosítható;
- Gazdaságos.

Az energiafűvel kapcsolatos kérdőjelek

A szerzők csak előnyöket ismertetnek, s mivel eddig nem történtek a fajttal kapcsolatban terepi ökológiai vizsgálatok, vagy ha történtek, azoknak nincs nyilvánossága, így csak megválaszolatlan kérdéseket lehet feltenni.

Az energiafű felhasználást illetően számos olyan előnyt ismertetnek a szerzők, amelyek elgondolkodtatók. Előnyként tüntetik fel, hogy fát lehet vele kiváltani, erdőket lehet megmenteni. Ez nyilván akkor lenne igaz, ha az energiafű elegendő megújuló energiát szolgáltatna, s mellette nem kellene az erdőket is igénybe venni.

„Optimális esetben 2015-ig Magyarországon az energiafű iparszerű termesztésének területe elérheti az 1 millió hektárt” ismerhetjük meg az MTI közleményét. *„Az ebből a mennyiségből nyerhető energia éves mennyisége hektáronként 10 tonnás hozammal a jelenlegi teljes magyarországi energiafelhasználás 15 százaléka”* (173PJ – A SZERZŐ)

Energiafűvel borítva az ország egész területét kb. 2100 PJ energia lenne nyerhető, amelyből következik, hogy az ország teljes területének több, mint a felén energiafűvet kellene termelni, ahhoz, hogy a jelenlegi energiaigény kiváltható legyen. Az energiafű hasznosítását többcélúnak ítélik meg. Egyik fő hasznosítási területének a közvetlen erőművi tüzelést szánták. Azonban éppen amiatt, hogy gyökere nagy mélységekbe hatol, sok szilíciumot akumulál, amely 900 fok felett megolvad, s lerakódik a kemence falára.

Bonyodalmakat okoz a betakarítás is, éppen a nagy tömeg miatt. A kaszálás után következik a szárítás. Aki szénabetakarítással foglalkozik, tudja, hogy milyen érzékeny művelet ez, még kis produkciójú természetes gyepek esetében is behatárolja a lehetőséget az időjárás. A szárítás energiaigényes művelet, a lekaszált rendet akár többször is szét kell szórni, majd sodorni, bálázni. A bálákat szállítani, majd tárolni kell. A nagy térfogatra való tekintettel komoly logisztikai műveletekre van szükség, amelynek igazi dimenziója nem látszik, amíg kis kiterjedésű termőterületekkel operálunk. Mivel egy évben kétszer lehet betakarítani, de tüzelőanyagra szinte folyamatosan szükség lenne, a logisztikai problémák nem megkerülhetők. Az alacsonyabb hőmérsékletű égetésen az üvegesedés problémája nem jelentkezik.

Ezért újabban a pellet készítés felé fordult néhány felhasználó. Hogy mennyi is a költsége annak, hogy nem a bálát tüzelik el közvetlenül, hanem pelletálják, az jól sejthető abból a különbségből, amely a bálátüzelés esetében a 10Ft/kg-os árat a pellettüzelés esetében 28-30 forintra növeli. Ugyanakkor a bála 14,9 MJ/kg fűtőértéke a művelet után csupán 17,2 MJ/kg fűtőértékre emelkedik. További felhasználási lehetőséget kínál a pirolízis, amely során a hőmérséklettartomány és levegőhiány függvényében pirolízisgáz, alacsonyabb hőmérsékleti tartományban pedig pirolízisolaj keletkezik, amely motorhajtó anyagként használható. Érdeemes lenne megvizsgálni az energiamérlegekre vonatkozó számításokat, számítási logikát is. Ennek felülvizsgálatára kevés ismeret hámozható ki a közlésekből, pl. a műtrágyaigényre vonatkozó 200 kg/ha nitrogénműtrágyán kívül. A pontos mérlegek kiszámítását már csak az is megkérdőjelezi, hogy milyen szállítási útvonalakkal, távolságokkal számolhatunk. Ilyenkor a téma iránt lelkesültek szeme előtt megjelenik egy optimális beszállítói terület az erőmű körül. Ám kérdés az, hogy egy létező, vagy

újonnan építendő erőmű környezetében alárendelhető-e minden jelenlegi területhasználat az energetikai célú hasznosításnak. A természetvédelmi szempontok miatt aggódok az energiafű nem szándékolt elterjedésétől, rokon fajokkal történő átkereszteződésétől, s ezek szelektív előnyeitől tartanak. Erre válasz az, hogy a mag kiszóródását úgy lehet megakadályozni, hogy azt a virágzási időszakban kaszálják le, s csak ha magtermesztésre tenyésztik, akkor történik későbbi időpontban a betakarítás. Így például a 4-es számú főúttól északra egészen a Tisza vonaláig senkinek sincs engedélye, joga (?) a magérlelést megvárni, még virágzás idején le kell kaszálniuk a területeket.

„A pollen terjedési távolságára vonatkozó vizsgálatok szerint 0,5-200 méteres távolságra terjedhet a pollen, de nagyon erős szél elősegítheti a távolabbra jutását. A növény agresszív terjedése sehol nem tapasztalták. Ez nem is valószínűsíthető, mert csak magjáról szaporodóképes, és a magok viszonylag nagy számszáma sem teszi lehetővé a nagyobb távolságra történő eljutást (kivétel, ha azt rágcsálók segítik elő). Az eltérő virágzási idejük miatt az A. repenssel (közönséges tarackbúza) történő hibridizációja kizárt.”

Jelenleg egy megállapodás szerint a Hortobágyi Nemzeti Park és a Kiskunsági Nemzeti Park védett területeitől 2 km-es sávban tilos energiafűvet vetni. Természetesen a fentiek igazát majd az idő dönti el, ám néhány erős kérdőjel már most megfogalmazható. A betakarítási körülmények, pl. esős időszak, nyilván késleltethetik a betakarítást, amely belecsúszhat a magérlelésbe. Nehezen hihető, hogy a gazdák majd feláldozzák a termésüket ilyen esetben. A közönséges tarackbúzával sem kizárható a hibridizációja. Ugyan annak eltérő virágzási idejére hivatkoznak, de aki ismeri ezt a nagyon sokféle élőhelyet toleráló fajt, tudja, hogy tág határok között mozog a virágzási ideje. Különösen nehéz pontos időszakokat elkülöníteni a klímaváltozás körülményei között, amikor mindenféle furcsaságokat tapasztalunk a megszokott életritmusokat illetően.

Nem valószínű, hogy a magas tarackbúzából való izolációja az idők végezetéig fenntartható, mint ahogyan a magvak elterjedését is befolyásolhatják olyan körülmények, amelyek felülírják az általános kijelentéseket. Ebben a tekintetben főleg az ember bizonyul megbízhatatlannak, akár véletlen, akár szándékos cselekedetei révén.

További kérdésként merül fel, hogy egy ilyen nagy szervesanyag-produkciójú növény mennyire használja ki a termőhelyét, s a következő időszakban (10-15 év után) milyen hasznosításra ad lehetőséget. A szerzők azt állítják, hogy a növény mélyre hatoló, szerteágazó gyökérzete éppen hogy javítja a talajt. Másokban az kelt félelmet, hogyan lehet majd egy ilyen mélyre hatoló gyökérzetű növénytől megszabadulni, ha éppen mást szeretnénk kezdeni a földdel.

Természetesen ha a fenti félelmek igaztalanok is lennének, az bizonyos, hogy a nemesítők által szándékolt 1 millió hektár energiafűnél nem kell nagyobb csapást keresni a biológiai sokféleségre.

5.3.6. Bio-üzemanyagok

A bio-üzemanyagok, elsősorban a repceolaj, mint üzemanyag használata iránt az utóbbi időben megnőtt az érdeklődés. Ennek okai egyértelműek:

- Közismert, hogy a kőolajkészletek végesek, és új alternatívákat kell keresni az egyre növekvő üzemanyagéhség kielégítésére.
- A mezőgazdaság túltermelési gondjain enyhíthet, ha a mezőgazdasági területeken energetikai célú művelés folyik.
- Helyi üzemanyag termeléssel az importfüggőség csökken, a foglalkoztatási gondok enyhülnek – a gazdák maguk termelik meg gépeik és állataik takarmányát (biodízel és repcepagácsa).
- -A környezeti hatások pozitívek: a biodízel elégetése során nem keletkezik kéndioxid, kisebb a korom aránya. Esetlegesen a talajba kerülve 21 nap alatt 98,3%-osan lebomlik.

A biodízel

Eddig 30 éves tapasztalat halmozódott fel a dízelmotorok növényi olajokkal történő üzemeltetésével kapcsolatban. A biodízel az olajtartalmú növényekből (repce, napraforgó Európában; szója, napraforgó az USA-ban; repce, fenyőpulp-gyanta Kanadában; olajpálma a trópusi vidékeken) kisajtolt olajból (triglicerid) állítható elő. Két gyakorlati előállítási mód terjedt el, amelynek kétféle végterméke van. Egyrészt az ún. zöld dízel, amikor is a növényi nyersolajat tisztítják, gyantamentesítik, másrészt a metanollal, lúgos közegben észteresített változat. Repceolaj észteresített változatát repceolaj-metilészternek (RME), a szója észteresített változatát szójaolajmetilészternek (SME) nevezik.

250 kg repce- vagy 500 kg szójamagból 100 kg olaj nyerhető és 100 kg tisztított növényi olajból 11 kg metanollal észteresítve 100 kg biodízelhez és 11 kg glicerinhez jutunk. További melléktermék a fehérjedús extrahálási maradék.

A „zöld dízel” olcsóbban állítható elő, mint az észteresített változat. A „zöld dízel” nagy cetánszáma miatt alkalmas hozzákeveréssel a dízelolaj cetánszámának emelésére és annak hatékonyságát javító nitrátalapú adalékok helyettesítésére.

A bioetanol

A benzin alkohollal történő helyettesítése vagy keverése nem ismeretlen a világban, már a húszas években is alkalmazták. Igazi lendületet a nyolcvanas évektől kezdődően vett, amelyet az energetikai szempontok mellett a növekvő környezetvédelmi erőfeszítéseknek és agrárgazdasági megfontolásoknak lehet tulajdonítani.

A bioetanol előállítása gyakorlatilag azonos a élelmiszeripari célú szesz előállításával. Legfontosabb nyersanyagai a cukortartalmú növények közül a cukorrépa, cukornád, takarmányrépa, cukorcirok; a keményítőtartalmú növények közül a kukorica, búza, árpa, burgonyagumó; a lignocellulózok, mint a kukoricaszár,

szalma, fás szárú növények, illetve az ipari melléktermékek, répamelasz, tejsavó, papírhulladék, fűrészpor.

Néhány haszonnövény termésátlaga, s az abból kinyerhető alkohol:

Növény	Termőterület 1000 ha	Termésátlagtag/h a	Összes termés	Területegységrő l nyerhető alkohol l/ha
búza	1150	5,2	5980	1600
cukorrépa	60	50	3000	5000
kukorica	1225	7,1	8700	2400
burgonya	29	25	725	2500

A motoralkoholok közül a világon a legelterjedtebben alkalmazott bioüzemanyag a bioetanol (vítelenített alkohol). A bioetanol használhatják a kőolaj alapú üzemanyag helyettesítőjeként, vagy a benzinbe keverve. A keverés történhet közvetlenül, vagy az izobutilén (kőolajfinomítás mellékterméke) hozzáadásával. A bioetanol benzinhez történő keverését izobutilénnel történő reagáltatás előzi meg. Így jön létre a jelentős bioetanol-tartalma miatt bioüzemanyagnak tekinthető etil-tercier-butiléter (ETBE). Az ETBE leggyakrabban a Magyarországon is használt hagyományos oktánszám-növelő, az MTBE (metil-tercier-butil-éter) kiváltására szolgál, amelyet azért kevernek a benzinhez, hogy annak oxigéntartalmát, oktánszámát növeljék. Az ETBE azért bioüzemanyag, mert a gyártásához használt bioetanol növényi eredetű. Ezzel szemben az MTBE előállításához jelenleg használt metanol nem megújuló erőforrásból származik, hanem földgáz feldolgozásából.

Az ETBE gyártásához használt vízmentes alkohol, a bioetanol alapanyaga alapvetően két típusú lehet. Egyrészt készülhet keményítő és cukor alapanyagú mezőgazdasági terményekből (búza, kukorica, cukorrépa, burgonya, manióka, cukornád), másrészt alapulhat a gyártás cellulóz tartalmú biomasszán (növényi eredetű szálak, rostok) is. Ez utóbbi eljárás azonban kevésbé elterjedt.

Alapanyag bázisát illetően a lignocellulóz alapú alkoholgyártás lehetne ígéretes, de ezzel kapcsolatban kezdeti tapasztalatok állnak rendelkezésre, pl. Svédországban. A nagy tömegű olcsó alapanyag mellett drága beruházásra és üzemeltetésre, alacsony fokú alkohol kihozatalra lehet számítani.

5.3.7. Melléktermékek és hulladékok hasznosítása

Bár eltérőek a mennyiségi becslések a szántóföldi melléktermékek, kertészeti hulladékok, mezőgazdasági termények feldolgozásakor keletkező melléktermékek és hulladékok mennyiségével kapcsolatban, átlagosan évi 10 millió tonna ebbe a körbe tartozó biomassa képződik, melynek 40-45%-át lehet energetikai célra hasznosítani.

Természetesen a hasznosítást befolyásolja az előállított energia költsége, s a támogatások lehetősége. A költségek egy jelentős részét a begyűjtési körzet nagysága befolyásolja, amely megszabja a szállítási távolságokat, s a feldolgozó kapacitások elhelyezését és nagyságát. Ma legfeljebb a pelletkészítés és -felhasználás versenyképes, de az emelkedő gáz- és olajárak egyre nagyobb kedvet fognak teremteni a hulladékok hasznosításához.

Az alternatívák tényleges bevezetésének lehetőségét megakadályozzák, gátolják vagy lassítják a meglévő infrastruktúrák. Hiába versenyképes a pellet mint tüzelőanyag, ha valakinek ki kell cserélni például a gázkazánját pelletéigőre, vagy ki kell alakítani a tárolási kapacitásokat, ezzel olyan beruházást kell megtennie, amely megtérülése közép- vagy hosszútávú, vagy olyan magas, hogy a lakosság többsége számára nem kifizethető. A szükséges strukturális változtatásokat csak jelentős áremelkedések kényszeríthetnek ki, de mivel az energiahordozók ára a piaci mechanizmusok, illetve a fosszilis energiaigények miatt összekapcsolódik, ezért a jövőben sem várhatók lényeges árkülönbségek. Az összekapcsolódás oka, hogy az alternatív üzemanyagok, tüzelőanyagok előállításához, de magához a primer energiaforrás megtermeléséhez is fosszilis energiahordozókat használnak. Így illúzió azt hinni, hogy a bioüzemanyagok ára elszakadhat a fosszilis energiahordozók árának emelkedésétől.

Persze akad kivétel, pl. a biogáz, amikor a szekunder energiahordozóból nyert energia fedezi az energia előállítás teljes költségét.

Szalma:

A szalma alapú fűtőberendezésekre is érvényes, hogy kis rendszereknél nem előnyös az alkalmazása, elsősorban távhőműveknél javasolt, ahol viszont több száz berendezés bizonyítja a technológia előnyeit. Fontos, hogy a nyersanyagforrás garantáltan a környező vidékről származzon, mert a szállítási költség veszélyeztetheti a gazdaságos üzemmodot és nagy környezeti terhet jelent. Magyarországon a szalma az ország egyes területein 10 ezer tonnás nagyságrendben felhasználatlan.

Biogáz:

A mezőgazdasági termék-előállítás folyamataiban keletkező anyagokból – azok célirányos feldolgozása során – nemcsak folyékony és szilárd, hanem gáz halmazállapotú energiahordozók is előállíthatók. Ezeket a gáznemű energiahordozókat két nagyobb csoportba sorolhatjuk:

-
- a biokémiai (anaerob fermentációs) eljárások eredményként képződő biogáz,
 - a termokémiai (pirolitikus és gázosítási) folyamatokban keletkező gázok.

Előállításuk alapvetően az elsődleges, illetve másodlagos biomasszaforrásokból, vagyis mind a növényi fő- és melléktermékekből egyaránt történhet. Az említett gáznemű energiahordozók közül a biogáz a jelentősebb, a továbbiakban csak ezzel foglalkozunk.

A biogáz lényegében a természetes szerves anyagokban tárolódott napenergia egy részének közvetett átalakítása anaerob erjesztés révén gáznemű energiahordozóvá. Biogáz -. Előállítására valamennyi természetes eredetű szerves anyag alkalmas, így a szerves trágya, fekália, élelmiszer-ipari melléktermékek és hulladékok, zöld növényi maradványok, háztartási hulladékok, kommunális szennyvizek és iszapjaik stb. A biogázképződés előfeltételei a lehetőség szerint ingyenes szerves anyag, a levegőből (oxigéntől) elzárt környezet, valamint a metánbaktériumok jelenléte. Ilyen körülmények között a biogáz képződés spontán is végbemegy, de az intenzív biogáztermeléshez szükséges az állandó és kiegyenlített hőmérséklet, a folyamatos keverés a kellő mértékben aprított szerves anyag, továbbá a metanogén és az acidogén baktériumok egymással szimbiozisban tevékenykedő törzseinek megfelelő aránya.

A biomasszából a biogázt 25 ± 5 napos átfutási idővel, 35 ± 2 °C-os hőmérsékleten, ún. mezofil, 15 ± 2 napos átfutási idővel 56 ± 5 °C-os hőfokon termofil zónában történő erjesztéssel lehet nyerni.

A mezofil hőfokú rendszert kóros véglényekben szegény, viszonylag egyöntetű alapanyagból, nagyobb hely- és gázfelhasználási lehetőség esetén célszerű alkalmazni.

A termofil zónában történő üzemeltetés ott indokolt, ahol az alapanyag későbbi trágyafelhasználásánál káros kórokozók fordulhatnak elő, az erjesztést nagyobb energiaveszteségek árán is gyorsan kell megvalósítani.

A spontán, illetve a szigorúan szabályozott technológiával működő biogáz reaktorokban igen eltérő a keletkező biogáz mennyisége. Átlagos viszonyok között 200-600 liter biogáz állítható elő 1 kg szerves anyagból, az utóbbit szárazanyagban számolva. A biogázképződés során a szerves vegyületek egyszerűbb vegyületekre bomlanak (savas fázis), majd szétesnek alkotó elemeire a metanogén fázisú metángázra (kb. 60-70 %) és szén-dioxidra (kb. 30-40 %), valamint a kiinduló anyagtól függően különböző elemekre (H, N, S stb.).

Az 1 kg szerves anyagból nyerhető biogáz mennyiségét az üzemi hőmérséklet is nagymértékben befolyásolja. A biogáz összetétele és fűtőértéke nagymértékben függ a kiindulási szerves anyagtól és a technológiától. A fűtőérték átlagosan $22,0 \text{ MJ/m}^3$, a szélső értékek max. $24,7$ min. $21,5 \text{ MJ/m}^3$. Pl. 65 % metántartalomnál $23,3 \text{ MJ/m}^3$.

Az állattenyésztési mellékterméknél (trágya) az egy számosállat (vagyis 500 kg testtömegnyi állat) napi trágyamennyiségéből termelhető gázt adják meg.

Általában elfogadott érték szerint az 1 számosállat napi trágyamennyiségével termelhető biogáz energiatartalma 0,8 kg tüzelőolajával egyenlő. A gyakorlatban elérhető szélső értékek: 0,2-1,0kg tüzelőolajnak megfelelő energiatermelés. A számításokban 1 szarvasmarha napi trágyamennyiségét 6,40 kg szerves anyagnak, 1 sertését 0,51 kg szerves anyagnak veszik, amelynek szárazanyag-tartalma 0,75 szorzóval számolható.

A biogáz összetétele, %				
Gázfélések a biogázban		max.	min.	Átlag
metán	CH ₄	70	55	66
szén-dioxid	CO ₂	44	27	31
Mellékgázok	H ₂	4	-	Mellékgázok összesen 3
	O ₂	1	-	
	N ₂	1	0,1	
	CO	4	-	
	H ₂ S	2	-	

A kiindulási szerves anyag – biológiai törvények érvényesülése következtében – a gyakorlatban megközelítőleg csak mintegy 90 %-ban bontható le, a többi alkotórész visszamarad a kierjesztett anyagban (a híg, illetve szilárdkomposztban), amely a továbbiakban már nehezebben bomló, stabilizált anyagként kezelhető.

Amennyiben a magas technikai szintet jelentő biogáztelepen a biogáztermelés értékét 1,0-nak tekintjük, akkor a közepes technikai szintet képviselő telepen 0,75-szeresnek, az alacsony technikai szintű telepen pedig csak 0,40- szeresnek vehető a biogáztermelés lehetősége. A biológiai degradáció hatásfoka akár 40 %-kal is növelhető a kevert kiindulási anyagokkal üzemelő reaktorokban, az egyetlen anyagot felhasználó reaktorokhoz képest.

Működési módjuk szerint alapjaiban kétféle biogáz – előállítási eljárást különböztetünk meg: a batch – eljárást és a folyamatos erjesztést. A batch biogáztermelő berendezéseket időszakosan tölti fel a kiinduló anyaggal és az oltóiszappal. A fermentációs folyamat a lezárt készülékben megy végbe és meghatározott ideig tart. Ezek a legegyszerűbb biogázkészülékek és elsősorban a rost és szálas anyagok erjesztésére használják. A folyamatos biogáztermelő berendezéseket folyamatosan töltik fel nyersanyaggal, amely azonos mennyiségű erjesztett iszapot szorít ki a trágyából. Ezeknek a készülékeknek az előnye, hogy a baktériumok rendszeres utánpótlása esetén megközelítőleg állandó a

biogáztermelés és a folyamatot befolyásoló egyéb tényezők is jobban figyelembe vehetők illetve szabályozhatók.

A kétféle eljárás kombinációját valósítja meg a kétfokozatú biogázfejlesztő készülék, amelyben az első fokozatban intenzív gázképződés indul meg, a másodikban pedig befejeződik a szubsztrátum kirohasztása.

A biogáztelepek üzem mód szempontjából tehát lehetnek szakaszosak és folyamatosak, illetve szilárd, félszáraz és hidraulikusan mozgatható töltetűek.

Az utóbbi időben a biogáztermelés fejlesztésében szemléletváltozás következett be. A korszerű biogáz üzemeknek egyidejűleg kell szolgálnia a környezetvédelmi érdekeket, a talaj termőképességének a fenntartását és a helyi energiagazdálkodást.

Magyarországtól eltekintve széles körben működő bejáratott technológiáról van szó, de szórvány hasznosító üzemek már találhatók nálunk is (Győr, Nyíregyháza, Szeged, Dél-Pest, Jászapáti, Nyírbátor stb.).

5.4. A biomassza energetikai hasznosításának előnyei, hátrányai, környezeti kockázatok

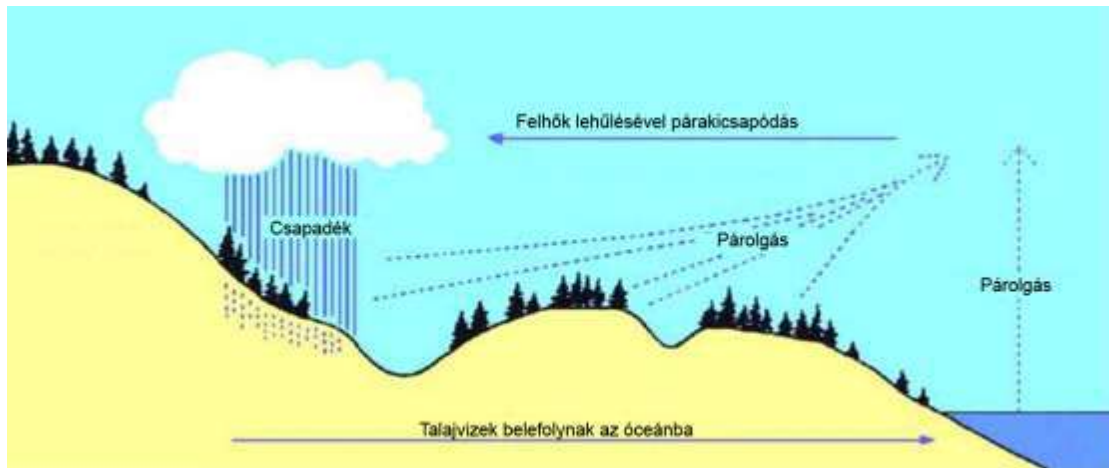
Energetikai célokat szolgáló mező- és erdőgazdálkodási alapanyag-termelés akkor elfogadható:

- Ha a felhasznált területen az előző felhasználással összevetve csökken a környezeti terhelés.
- Ha a teljes életciklusra kivetítve, a virtuális energiafelhasználásokat is figyelembe véve, az alapanyag és az abból történő energiatermelés, valamint a megtermelt energia hasznosítása pozitív környezeti mérleget mutat.
- Javul az energiabevitel és -kihozatal aránya.
- Ha javulnak a biodiverzitási mutatók, mind mennyiségi, mind minőségi vonatkozásban.
- Ha tájhonos fajok kerülnek haszonvételbe, kizárva az invazív és genetikailag módosított fajokat.
- Ha az eredeti ökológiai feltételeknek (talaj, vízháztartás, klíma) megfelelő, az azokat megtartó termesztéstechnológia kerül kiválasztásra, amely nem csökkenti az adott ökológiai rendszer megújuló képességét.
- Ha a használat célja és eredménye bizonyítottan előnyösebb társadalmilag a megelőző használatnál.
- Ha a hasznosítás nem hoz hátrányba társadalmi csoportokat, azaz az energetikai hasznosítással összefüggésben nem sérülnek az alapvető szükségletek kielégítésének lehetőségei, s nem nő a társadalmi polarizáció.
- A megadott szempontok alapján ki kell dolgozni a különböző biomassza-hasznosítási módok fenntarthatósági elemzésének modelljét, s elemzések útján kell meggyőződni a feltételek teljesüléséről. Csak a teljes életciklusban pozitív társadalmi és környezeti eredményt hozó hasznosítási módokat szabad engedélyezni.

6. Vízenergia

6.1. Alapvető fogalmak és folyamatok

A vízenergia a víz mozgásából és munkájából származik. Felfogható a napenergia egy formájaként is, mivel a Nap által sugárzott hő működteti a szárazföldet vízzel ellátó vízkörforgást. A víz körforgása során először a légköri nedvességtartalom kerül csapadék formájában a földfelszínre, melynek kisebb része elpárolog, nagyobb része azonban beszivárog a talajba, vagy felszíni vízfolyásba kerül. Az esővíz és a megolvadt hó végül tavakba, tengerekbe, óceánokba jut, ahol ezt követően folyamatosan párolog.



1. számú ábra: Vízörforgás

A talajba leszivárgó nedvességből talajvíz – pontosabban: felszín alatti víz – képződik, melyek később felszíni vízfolyásokba kerülhetnek források vagy földalatti vízfolyások révén. Száraz időszakokban a talajnedvesség a talajban felfele is mozoghat, és párologás révén visszajuthat a légkörbe. A vízgőz párologás révén kerül a légkörbe, ahol kavarog, felhőbe sűrűsödik, majd visszahull a földre csapadék formájában – így válik teljessé a vízkörforgás. A természet biztosítja, hogy a víz megújuló energiaforrás. A megújuló energiaforrások közül a kisleptékű vízerőművek a legnagyobb áramforrások európai és világszinten egyaránt.

A vízrendszer jellegéből adódóan Magyarországon hihetetlenül alacsony a folyók esése - nagy alföldi térségbe futnak ki a hegyvidéki területekről - és világ legalacsonyabb esésű folyói kategóriájába sorolhatóak.

Magyarország műszakilag hasznosítható vízerő-potenciálja kb. 1000 MW, amely természetesen több mint az optimálisan hasznosítható energia. A megoszlás a következő:

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

A teljes hasznosítás esetén kinyerhető energia 7,0-7,5 TWh/év, azaz 7000-7500 millió kWh évente. A vízenergia nagymértékű hasznosításának Magyarországon – geomorfológiai okok miatt – komoly környezeti kockázata van. A vízenergia nagyléptékű, kiterjedt hasznosítása a vízfolyások alsó szakaszán (hazánk egész területe ilyen) igen komoly környezeti kockázattal jár, ezért nem javasolt, csak a kisebb léptékű max. 5 MW teljesítményű és kiterjedten a még kisebb teljesítményű törpeerőművek.

Zala megye:

A fentebb már részletezett okok miatt csak a kisebb léptékű max. 5 MW teljesítményű és kiterjedten a még kisebb teljesítményű törpeerőművek kialakítása javasolt.

Zala Zöld Szíve és a Zalatermálvölgye kistérség adottságai:

Vízenergia egyéni/háztartási szintű hasznosítására lehetőség csak a nagyobb esésű kisvízfolyásokon van. A kistérség egyik kisvízfolyása sem alkalmas erre, ezért jelen tanulmányunkban a relevancia hiánya miatt nem foglalkozunk vele.

Az egykori vízimalmok helyén a víz eróziós energiájának csökkentése érdekében, a vízfolyások revitalizációs programja keretében lehetőség van ún. törpeturbinák elhelyezésére, de ezeknél a villamos energiatermelés másodlagos szempont, bár hasznosítható egy-egy háztartás ellátására.

A vízenergia nagyléptékű, kiterjedt hasznosítása a vízfolyások alsó szakaszán (hazánk egész területe ilyen) igen komoly környezeti kockázattal jár, ezért nem javasolt, csak a kisebb léptékű max. 5 MW teljesítményű és kiterjedten a még kisebb teljesítményű törpeerőművek.

Az AQUILINE Z + Z Bt. az elmúlt években felmérte a kistérségek vízfolyásait a vízenergia hasznosíthatósága szempontjából (Zala, Mura, Kerka)

Világviszonylatban a beépített kapacitás 47.000 MW körül van, melynek potenciálja – műszaki és gazdasági értelemben – 180.000 MW köré tehető. A kisléptékű vízerőművek (*Small scale Hydro Power*, SHP) elsősorban a víz folyását használják, azaz nem igénylik a folyó jelentős felduzzasztását, így nagy gátak és víztározók építése sem szükséges – jóllehet, ahol ezek már rendelkezésre állnak, ott ki is használhatók. Nincs nemzetközileg elfogadott meghatározás a kisléptékű vízerőművekre, felső korlátjuk 2,5 és 25 MW között mozog; azonban a 10 MW-os érték kezd általánosan elfogadottá válni, valamint az ESHA (*European Small Hydro Association*, Európai Kisléptékű Vízerőmű Szövetség) is így határozza meg a kategóriát. A fentiek értelmében kisléptékűnek tekinthető minden 10 MW vagy az alatti teljesítménnyel rendelkező vízerőmű, s ezt a meghatározást követi jelen tanulmány is. E kategória tovább bontható mini-vízerőműre (500 kW alatti teljesítménnyel), valamint mikro-vízerőműre (100 kW alatti teljesítménnyel). Bármelyik méret meghatározást alapul véve, a kisléptékű vízerőművek a környezetileg legkedvezőbb formái az energiatermelésnek, mely nem szennyező megújuló forrásra támaszkodik, és kis beavatkozást igényel a környezetébe.

A kisléptékű vízerőművek a fosszilis üzemanyagokat is képesek lehetnek helyettesíteni, mivel más megújuló forrásoktól eltérően az SHP bármikor képes

áramot termelni (vagyis nincs szüksége tároló és kiegészítő kapacitásokra) – legalábbis az év azon szakaiban, amikor megfelelő a vízhozam – és ára versenyképes a hagyományos erőművekével.

A vízenergia ill. vízerőművek alkalmazásának előnyei, hátrányai, lehetséges környezeti kockázatai

Előnyök
<ul style="list-style-type: none"> • Széndioxid kibocsátás nincs, ezáltal "klímakímélő" erőmű • A folyóvíz áradását szabályozza • A folyóból a szemetet "kivonják" az erőmű előtt (a turbina védelmében) • Egész évben, állandó jelleggel rendelkezésre áll • Nem szükséges más energiaforrásokkal kombinálni • Megfelelő technológiát alkalmazva olcsón üzemeltethető
Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> • Nagyobb projektnél magas beruházási költség • Nagyobb projektnél viszonylag hosszú kivitelezési idő • Magyarország környezeti adottságai folytán a vízenergia hasznosítása nagyobb léptékben erős korlátokba ütközik egyrészt a magas környezeti kockázat, másrészt az alacsony hatékonyság miatt.
Lehetséges környezeti kockázatok
<ul style="list-style-type: none"> • Az alkalmazott technológia és a méret függvényében károsítja, de legalábbis átalakítja szűkebb-tágabb környezetét • Jelentősen módosíthatja az ökológikus vízháztartást • A tározó állóvíze által a víz oxigéntartalmát csökkenti • Az áradás hiánya befolyásolja az árterület ökoszisztémáját • A halak természetes vándorlását akadályozza • A nem megfelelő technológia egyrészt magas üzemeltetési költségekkel járhat, másrészt komoly környezeti kockázattal járhat

KISLÉPTÉKŰ VÍZERŐMŰVEK ELŐNYEI

A kisléptékű vízerőmű az egyik legköltséghatékonyabb és legmegbízhatóbb energiatermelő technológia a tisztának tekinthető energiaforrások közül. A szél-, hullám- és naperőművekkel szembeni előnyök:

- A nagy hatékonyság (70-90%) a többi technológiához képest messze kimagasló.
- Nagy kapacitás tényezőjű (jellemzően 50%<)össze hasonlítva a napenergia 10%-ával és a szél 30%-ával.
- Jó tervezhetőség, az évenkénti jellemző csapadékmennyiség figyelembevételével.
- Az energiatermelés változásának lassúsága, a kimenet napról-napra – és nem percről percre –változik fokozatosan.

-
- Az igényeknek való nagyfokú megfelelés (a termelési maximum télen van)
 - Hosszú élettartamú és robusztus technológia: a most felépített rendszerek több mint ötven évig működőképesek.



A technológia további fontos előnye a környezetbarátság. A kisleptékű vízerőművek a folyósodrását használják, így a gát jellemzően kicsi, inkább egy vízfogó és terelő szerkezet, amely nem, vagy alig tárol vizet. Az *eltereléses erőművek* (*runof-river*, ROR) így nem fejtenek ki a kisebb környezetükre olyan káros hatásokat, mint a nagyleptékű vízerőművek.

6.2. A vízenergia alapja

6.2.1. Esés és vízhozam

Egy vízerőmű rendszer célja egy meghatározott esésű, mozgó víztömeg potenciális energiájának átalakítása elektromos energiává egy, a rendszer alsó pontján lévő gépház segítségével. A vízfolyam által bejárt függőleges út, a folyó esése alapvető jelentőségű a vízenergia hasznosításánál: a gyorsfolyású víz önmagában nem tartalmaz elegendő, termelésre felhasználható energiát, leszámítva az olyan nagyléptékű megoldásoknál, melyek a tengeri áramlatokat használják ki. Két mennyiség ismerete szükséges: a folyó áramlásának erősségét kifejező vízhozam Q , valamint az esés H . Általánosságban kedvezőbb helyzet, ha az esés nagyobb, mint a vízhozam, mivel ez esetben kisebb létesítményekre van szükség.

A **bruttó esés** (H) a vízfolyam felső és alsó folyása között mért maximális szintkülönbsége. A turbina számára kihasználható szintkülönbség némiképp kisebb lesz a bruttó esésnél: a víz turbinához vezetése és a turbinától való elvezetése energiavesztésekkel jár. Utóbbi, csökkentett érték a nettó esés.

A vízhozam (Q) a folyó keresztmetszetén egy másodperc alatt áthaladó víztömeget jelöli köbméter/másodpercben (m^3/s). Kisléptékű rendszereknél a vízhozam kifejezhető liter/másodpercben (l/s), ahol $1000\ l/s = 1\ m^3/s$. Az esés függvényében a rendszerek három osztályba sorolhatók:

- Nagyesésű: 100 m és a fölött
- Közepes esésű: 30 - 100 m
- Kisesésű: 2 - 30 m.



Ezek a számok nem szigorú határként, hanem pusztán

A rendszerek meghatározhatók úgy is, mint:

- Eltereléses erőmű,
- A gát alján álló gépházzal ellátott rendszerek,
- Csatornához vagy vízvezetékhez csatlakozó rendszerek.

Általánosságban a nagyesésű helyszíneken történő beruházás olcsóbb, mint a kisesésű helyeken, mivel azonos energiatermeléshez szükséges vízáramot kisebb hidraulikus szerkezetekkel lehet biztosítani. Egy meredek lejtésű területen található folyó esetében a szintkülönbség kihasználható a víz teljes vagy részleges elterelésével, majd a turbinán való áthaladását követő folyóba való visszavezetésével. A víz közvetlenül átvezethető a vízvétel helyétől a turbináig egy nyomás alatt lévő vezetéken.

6.2.2. Teljesítmény és energia

A vízturbinák a víz nyomását alakítják mechanikai mozgatóerővé, amely elektromos generátor, vagy más gépezet hajtására alkalmas. A potenciális teljesítmény az esés és a vízhozam függvénye. A **vízerőmű teljesítményét** leíró általános képlet:

$$P = \eta \rho g Q H$$

ahol:

P a turbinát meghajtó mechanikai teljesítmény (Watt),

η (éta) a turbina hatékonysága,

ρ (ró) a víz sűrűsége (1000 kg/m³),

g gravitációs állandó /gyorsulás/ (9,81 m/s²),

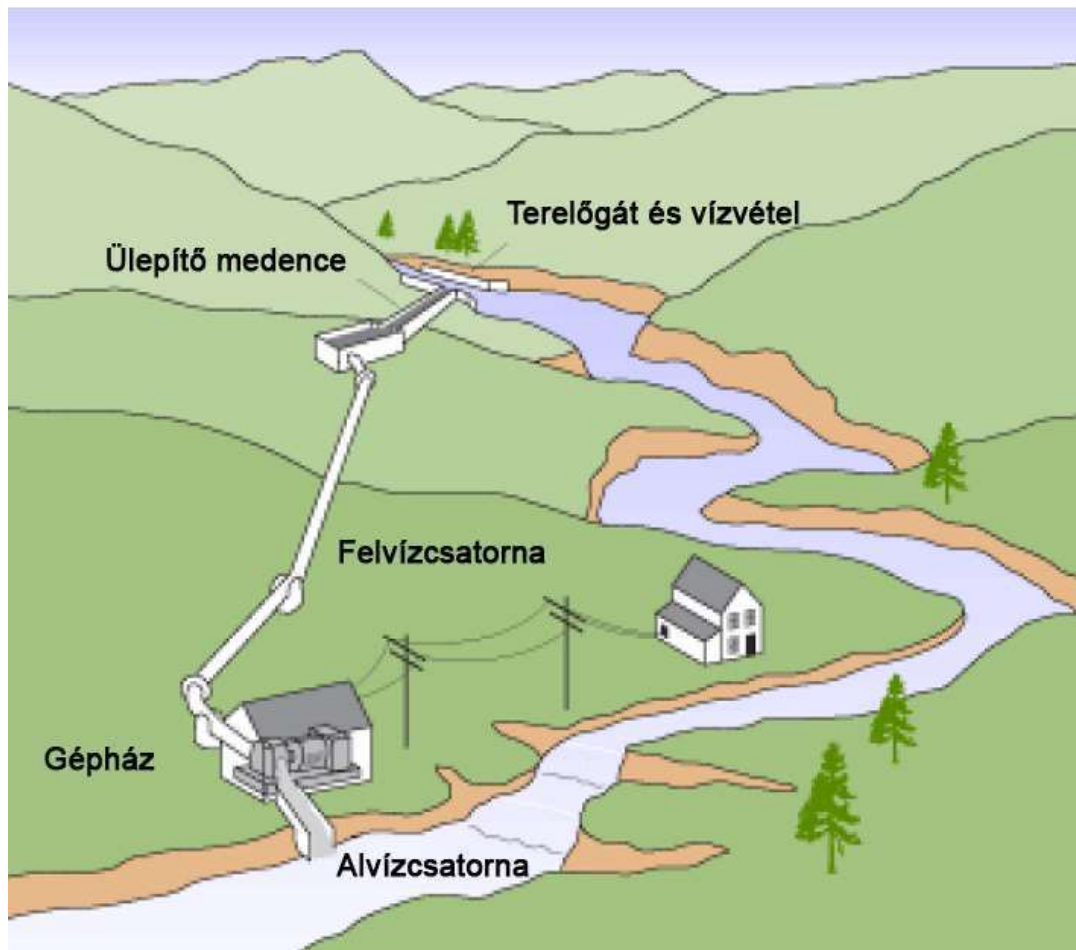
Q a turbinán áthaladó vízhozam (m³/s),

H az esésből származó hatékony nyomás a turbinában (m).

A legjobb vízturbinák hatékonysága 80 és 90% között mozog – ami minden más meghajtásnál hatékonyabb – azonban későbbi átvitelek rontják az egész rendszerre vonatkozó adatot. A mikro vízerőművek (<100kW) összhatékonysága 60-80%-ig terjed. Ha a teljes, víztől a villanyvezetékig terjedő láncolat hatékonyságát 70% körül becsüljük, úgy a fenti összefüggés a következőképpen egyszerűsödik:

$$P \text{ (kW)} = 7 \times Q \text{ (m}^3\text{/s)} \times H \text{ (m)}$$

6.2.3. Kisléptékű vízerőműrendszerek fő elemei



2.. számú ábra: Vízerőmű-rendszerek összetevői

A második ábra egy jellemző, közepes vagy nagy eséssel rendelkező kisléptékű vízerőművet mutat be. A rendszer a következőképpen foglalható össze:

- Vízet nyernek ki a folyóból egy terelőgát segítségével.
- Közepes és nagy esésű rendszereknél a víz először vízszintesen elvezethető egy víztározóba egy kis csatorna segítségével.
- A turbinába való bevezetés előtt egy ülepítő medencébe kerül a víz, ahol a folyás lelassításával a hordalék leülepszik.
- A víztározó medencék bejáratát általában egy rostély védi, mely kiszűri a vízben lévő hordalékot.
- A nyomás alatt lévő cső vagy felső üzemcsatorna (felvívcsatorna, angol szakirodalomban: *penstock*) vezeti át a vizet a víztározóból a turbinákhoz, melyek mellett a gépházban egy generátor és egy biztonsági berendezés helyezkedik el.
- A turbinákon áthaladva a víz egy újabb, alsó üzemcsatornán (alvívcsatorna, angol szakirodalomban: *tailrace*) keresztül tér vissza a folyóba.

6.3. Technológia

6.3.1. Áttekintés

Egy kisléptékű vízerőmű fő alkotóeleme a vízturbina: ez, vagy ezek sora alakítja át a folyóvíz mozgási energiáját forgási energiává. Sok esetben azonban nem egyértelmű, hogy milyen körülmények között mely turbinatípus a legalkalmasabb. A vízturbina kiválasztása elsősorban a helyi adottságoktól függ: meghatározó jelentőségű az esés és vízhozam, azonban figyelembe veendő a generátor kívánt sebessége is, valamint a turbina működőképessége csökkent vízhozam esetén.

Két alapvető fajtája van a turbináknak: ezek a szabadsugarú (más néven akciós) turbina és a reakciós turbina. Előbbi a víz potenciális energiáját kinetikus (mozgási) energiává alakítja: a fecskendőn kipréselt vízsugar egy vödrökkel vagy lapátokkal felszerelt kereket hajt meg. A reakciós turbina a nyomást és a sebességet is kihasználja az energiatermelésnél. A futólapát teljesen belemerül a vízbe és mind a nyomás, mind a sebesség csökken a bemenet és a kimenet között.

Az akciós turbina kerekei szabadon vannak a levegőben, és vízsugar, vagy sugarak hajtják. Háromfajta szabadsugarú turbina van jelenleg használatban: a *Pelton*, a *Turgo* és a Bánki Donátféle (*Crossflow*). A reakciós turbinák két fő fajtája a *propelleres* (*Kaplan*-féle) és a *Francis*. A vízturbinák hozzávetőleges osztályozását mutatja az első táblázat, a folyók esési magassága és a típusok alapján; a pontos forma gyártófüggő.

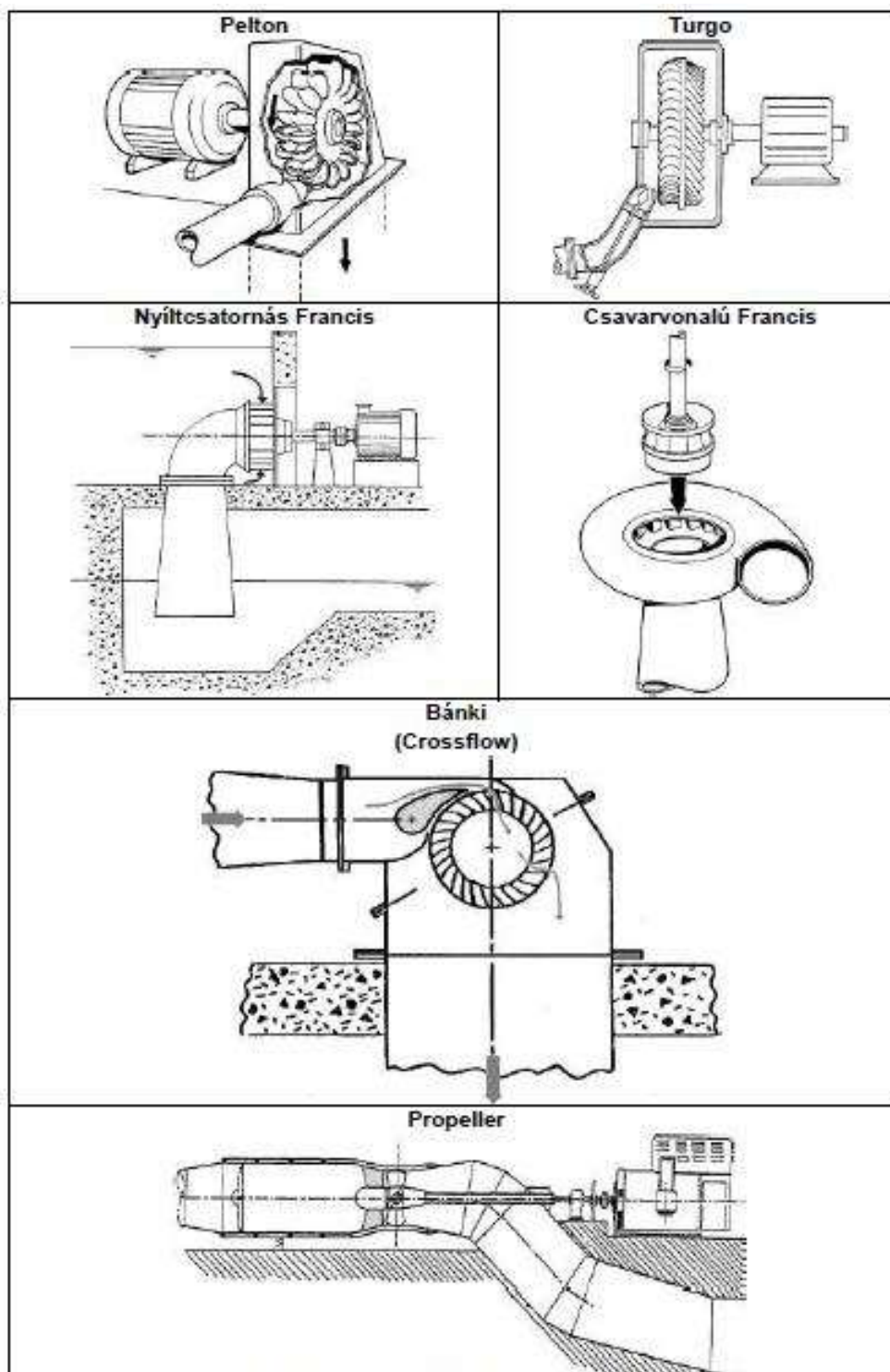
1. számú táblázat: Akciós és reakciós turbinák

Turbinafajták	Folyók esése		
	Nagy (>50m)	Közepes (10-50m)	Alacsony (<10m)
Akciós	Pelton, Turgo, Multi-jet Pelton	Crossflow, Turgo, Multi-jet Pelton	Crossflow
Reakciós		Francis (csavarmenetes)	Francis (nyíltárkú), Propeller, Kaplan

6.3.2. A kisléptékű vízerőművek számára alkalmas turbinafajták

A jelenleg használatos turbinák az alábbi kategóriákba sorolhatók:

- Kaplan és propeller turbinák;
- Francis turbinák;
- Pelton és más impulzusos turbinák.



3. számú ábra: A turbinák működési elvének vázlatai

A Kaplan-típusú és a propelleres turbinák tengellyel megegyező folyásirányúak, és jellemzően kis esések esetén használatosak (kevesebb, mint 16 méter). A Kaplan-turbinák állítható futóhengerrel és a teljesítmény függvényében esetlegesen állítható lapátszárnyakkal készülnek. Ha mindkettő állítható, akkor kétszeresen szabályozható, míg ha csak előbbi, akkor egyszeresen szabályozható.

A szokványos Kaplan turbinák acélból vagy bevonatolt vasbetonból készült házába a víz sugárirányban lép be, majd derékszögben megtört folyásiránnyal hajtja meg tengelyirányú mozgással a turbinalapátokat. Propeller turbinának nevezik a nem állítható turbinalapátokkal ellátott szerkezetfajtát, melynek a vezetőlapátjai lehetnek mozgathatók vagy fixek. A nem szabályozható propellerek csak akkor használatosak, ha mind a vízhozam és az esés gyakorlati értelemben állandó.

A körte- és csőturbinák a propelleres és Kaplan turbinákból származtathatók, ahol a folyásirány a belépés és a kimenet között csak kis irányváltozásokat szenved. A körteturbinákban a generátor a körtében helyezkedik el, és belemerül a vízáramba. A csőturbinák számos elrendezést tesznek lehetővé, így a derékszögű meghajtást, S-csatornás *Straflo* turbinák, övhajtásos generátorok alkalmazását stb. A derékszögű meghajtás nagyon kedvező, azonban csak 2 MW-os teljesítményig gyártják.

A Francis-turbinák sugárirányú folyással rendelkező reakciós turbinák, rögzített turbinalapátokkal és állítható vezetőlapátokkal, közepes esésekre. A járókereket összetett ívű vödrök alkotják. A Francis-turbina öntöttvas vagy öntöttacél házába terelőlapátok sora irányítja és szabályozza a bevezetett vizet, ahol az eloszlik a járókerék teljes területén.

A Pelton-turbinák impulzus alapján működnek egy vagy több vízszugárral, ahol sugaranként egy áramlást szabályozó szeleppel ellátott fecskendő található. Jellemzően közepes és nagy esések esetén használatosak. A fecskendők tengelyei a turbinakerék síkjában találhatók; az. ábra egy ilyen, függőleges Pelton-turbina elvét mutatja be. Egyes gyártók különleges gépeket fejlesztettek ki, melyek ugyan korlátozott teljesítményűek, azonban különleges esetekben előnyösek lehetnek.

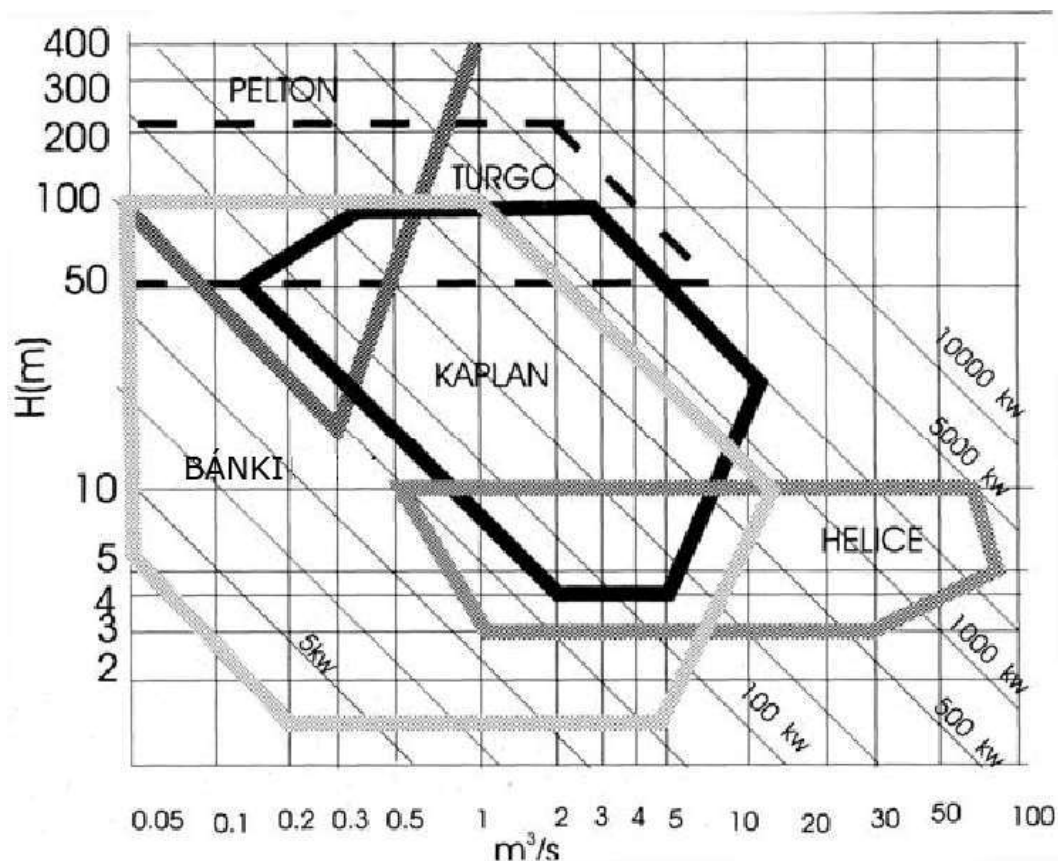
A Bánki-turbinák az esések széles tartományában használhatók; átöleli a Kaplan, a Francis és a Pelton felhasználási területeit. Különösen előnyös nagy vízhozam és kis esés esetén.

A Turgo-turbinák 30-tól 300 méteres esésig alkalmazhatók. A Pelton-turbinához hasonlóan impulzus alapú, azonban a vödrök más formájúak és a vízszugarak 20 fokos szögben érik a turbinakerék síkját. A víz a turbinakerék egyik oldalán lép be, majd a másikon lép ki. A Turgo-féle gép kisebb átmérő miatti nagyobb fordulatszáma eseténként lehetővé teszi az áttételmentes kapcsolatot a generátorhoz (50 Hz). A Turgo-turbina a közepes esésű erőműveknél válthatja fel a Francis-turbinákat. A Pelton-turbinával ellentétben azonban a turbinakerék tengelyirányú erővel van terhelve, mely szükségessé teszi egy nyomóerőt felfogó szerkezet beépítését a tengelyre.

6.3.3. Turbinák kiválasztásának kritériumai

A turbinák fajtáját, geometriáját és méretét az alábbi szempontok határozzák meg:

- Nettó esés
- Teljesítmény
- Fordulatszám
- Kavitációs problémák
- Költségek



4. számú ábra: A különböző turbinafajták működési tartományai

A 4. ábra mutatja a különböző turbinafajták működési tartományát az esés és a teljesítmény függvényében. Azonban a nettó esés önmagában is meghatározó a turbina szempontjából. Az alábbi táblázat a nettó esésekhez használható turbinákat mutatja be.

3. számú táblázat: Nettó esések

Turbinafajta	Esések méterben
Kaplan és propeller	$2 < h < 15$
Francis	$4 < h < 100$
Pelton	$30 < h < 1000$
Bánki	$1 < h < 150$
Turgo	$50 < h < 250$

Azonos nagyságú esésekhez egyes turbinákat nehezebb gyártani, így költségesebbek is. Például kis esésekhez a propeller-turbinák olcsóbbak a Kaplan-féléknél azonos teljesítmény mellett. Közepes esésű területeknél a Bánki-turbina olcsóbb a Franciséknél, melynek a lapátkereke összetettebb – azonban utóbbi egyben nagyobb hatékonyságú is. A teljesítmények esetén nem szabad megfeledkezni, hogy a turbinák nem képesek kellő vízhozam híján a kívánt energiamennyiséget leadni.

6.3.4. Turbinák hatékonysága

A turbina hatékonysága a turbinaszerkezet által *leadott* mechanikai teljesítmény és a nettó esés alatt *megkötött* hidraulikus teljesítmény hányadosa. A teljes hatékonyság becsléséhez a fenti hatékonyságot meg kell szorozni az esetlegesen alkalmazott áramlásgyorsító, valamint a generátor hatékonyságával.

A legtöbb turbina átlagos hatékonysága hirtelen lecsökken a névleges teljesítmény bizonyos százaléka alatt. A turbinákat maximális hatékonyságukhoz közeli működésre tervezik, mely általában a legnagyobb vízhozam 80%-a, és amennyiben a vízhozam kisebb ennél az értéknél, úgy csökken a turbina hatékonysága.

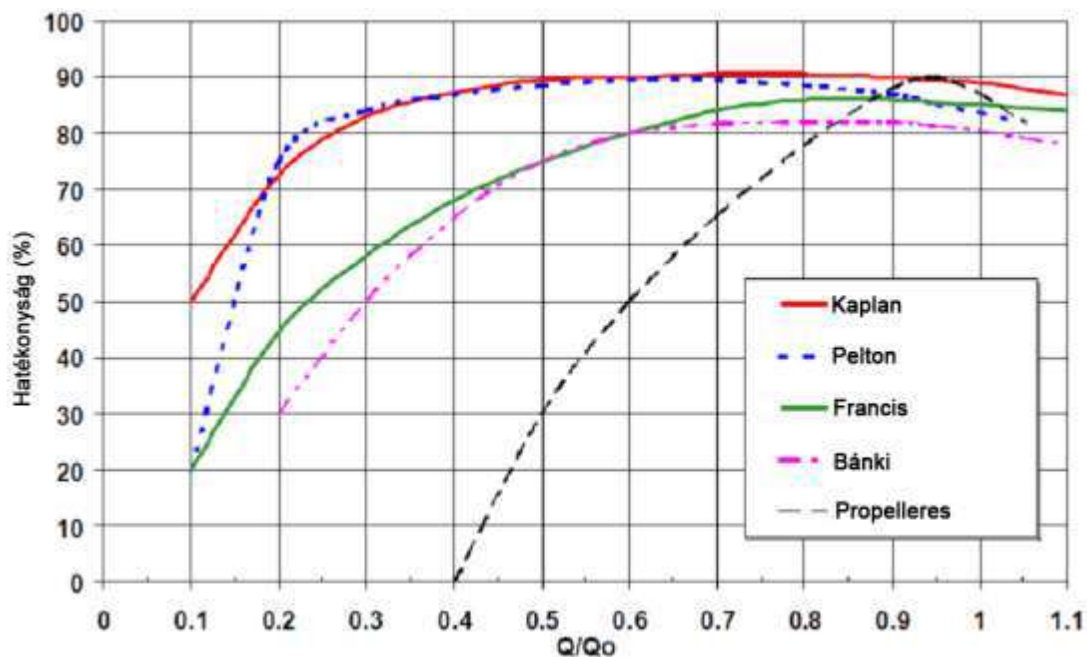
A kívánt teljesítmények, következésképpen a termelt energia tartománya eltér, ha

- a rendszer egy kis hálózatot lát el villamos energiával
- a rendszert nagy elosztórendszer részeként tervezték meg.

Az előbbi esetben a rendszer teljesítményt úgy kell megválasztani, hogy képes legyen egész évben áramot termelni. A második esetben a teljesítményt úgy kell megválasztani, hogy az áramszolgáltatásból kinyerhető nettó bevétel maximális legyen.

A kétszeresen szabályozott Kaplan és Pelton turbinák a vízhozam változásainak széles tartományában képesek kielégítően működni – a névleges teljesítmény négyötöde fölött.

Az egyszeresen szabályozott Kaplan-turbinák elfogadható teljesítményt nyújtanak a névleges teljesítmény egyharmada felett, míg a Francis-félék esetében ez az arány 50%. Negyven százalék alatt utóbbiak teljesítménye instabillá válik a vibrációk okozta mechanikai erőhatások miatt. A rögzített terelőlapátokkal és turbinalapátokkal ellátott propeller turbinák csak a névleges teljesítményükhöz közeli nagyon kis tartományban képesek jól működni. Az egyszeresen szabályozható propellerek esetén azonban a hatékonyság a lapátkerék állításával javítható.



5. számú ábra: Teljesítmények a mértékadó vízhozam függvényében

6.3.5. Ellenőrzés

A vezérlőpult felügyeli a vízerőmű működését. A vezérlőpult fő funkciói:

- A turbina indítása és leállítása
- A generátor összehangolása a helyi hálózattal
- A felső folyásnál lévő vízszint felügyelete, és a szükséges minimumot meghaladó értékének biztosítása,
- Az áramlást szabályozó fecskendő működtetése, és a rendelkezésre álló vízmennyiséghez való igazítása,
- Hibák észlelése, figyelmeztetések küldése, szükség esetén a rendszer leállítása.

A hálózatokat ellátó rendszereknél a vezérlőpultnak igazodnia kell a generátorokra vonatkozó helyi előírásokhoz. A hálózatoktól függetlenül, elszigetelten működő rendszereknél a vezérlőpult feladata a generátorok által szolgáltatott feszültség és a frekvencia fenntartása az előírt határok között, a terheléstől függetlenül. Nagyobb, három fázist biztosító rendszereknél a vezérlőpult az alábbi kijelzőkkel kell rendelkeznie:

- feszültségmérő, mely mutatja a fázisok közti és a teljes kimeneti feszültséget,
- áramerősség-mérő,
- frekvenciamérő,
- teljesítménymérő (kilowatt, kW), a pillanatnyi teljesítmény mutatójához,
- villanyóra (kilowattóra, kWh), az egységnyi idő alatt termelt energia méréséhez,
- teljesítménytényező-mérő (a valós és látszólagos teljesítmény hányadosát méri)

6.3.6. Védőszerkezetek

HULLADÉKVÉDELEM

A hulladék elleni védelem jellemzően egy rácsozat, melyet a vízben lévő hordalék kiszűrésére használnak; egyben hasznos eszköz a folyók és a tavak tisztántartása szeméttől és más nemkívánatos elemektől. Minden hulladékszűrő hasonlóan néz ki, azonban a külső, belső és a turbina által működtetett szűrők más célokat szolgálnak. A hasonló kialakítás mellett többfajta anyagból is készülhetnek. A vízfolyásokba helyezett hulladékszűrők bármilyen lyukacsos anyagból készülhetnek, melyek lehetővé teszik a víz átfolyását, azonban felfogják a nagyméretű hordalékelemeket. Az ilyenfajta szemétszűrők – a kerítésekhez hasonlóan – jellemzően fémből vagy műanyagból készülhetnek. A vízfolyás jellegétől és a szennyezettség mértékétől függően ezek a szűrők rendszeresen tisztítandók, elkerülendő a vízfolyás eldugulását.



A szűrő azonban akadályozza a folyást és az esést is csökkenti. Kedvezőtlen hatásai miatt a rácsozás sűrűségét a lehető legkisebbre kell venni, mely azonban még megfogja a turbinát károsítani képes hordalékanyagot. A turbinagyártók pontosabban is meg tudják határozni ennek a méretét. Fontos szempont, hogy a szűrőkön áthaladó víz sebessége alacsony legyen, kedvező a 0,3 m/sec érték, de semmiképpen sem lehet nagyobb 0,5 m/sec-nál.

AUTOMATIKUS TISZTÍTÓK

A kézi erejű tisztítás csak kis léptékű erőművek esetén lehetséges, vagy olyan esetekben, ahol más okokból állandó felügyelet van. Számos automatikus tisztítóberendezés létezik, melyek képesek a szűrő tisztán tartására és a felfogott hordalék eltávolítására; ezek közül a legjellemzőbbek:

(a) Láncos-gereblyés tisztító



(b) Hidraulikus karok



(c) Markolós tisztító



(d) Coanda szűrő



A **gépi gereblyéknek** számos formájuk van, azonban jellemzően egy vagy több gereblyefejet tartalmaznak, melyeket egy hidraulikus emelő mozgat. Egyes szerkezetek csak egy gereblyefejet alkalmaznak, mely képes végigjárni a szűrőn; vagy több gereblyével oldják meg a tisztítást. Ezek a rendszerek nagyméretűek, mivel a mozgatószerkezeteket mindenképpen a vízfolyáson kívül kell tartani. Legjelentősebb hátrányuk a méretükből fakadó vizuális megjelenés, valamint a nem kellő körültekintéssel való működtetés során felmerülő biztonsági és munkavédelmi veszélyek.

A **láncos-gereblyés tisztító** egy rács, melyet a szűrő két végén láncokkal mozgatnak. A szerkezet az összegyűjtött hordalékot egy, a szűrő mentén végigfutó csatornába gyűjti. Ezt az árkot – szükség esetén nyomás alá helyezett – vízzel lehet átöblíteni, így az összegyűjtött anyag a gát széleihez jut.

A **markolós tisztítók** a gépi gereblyék robosztusabb változatai. Egy darab tisztítófej járja végig a szűrőt, majd az anyagot közvetlenül egy szállítókocsiba helyezi.

A **Coanda szűrők** csak nagy és közepes esésű vízerőműveknél alkalmazhatók, s nem igényelnek gereblyézést. A Coanda hatást kihasználva szűrik ki és mossák át a hordalékot, így biztosítva tiszta vizet a bemenetnél. Pontosán elhelyezett, helyesen megválasztott távolságban lévő vízszintes rozsdamentes acélhuzalokat építenek be egy gondosan tervezett keresztmetszetű szűrőrácsba, melyet a felsőfolyáson lévő bukógát alsó oldalára szerelnek fel. A tiszta vizet a szűrőrendszer alatt üregekbe gyűjtik, mely közvetlenül kapcsolódik a turbinákhoz.

HALSZŰRŐK

Azon folyókon, ahol jelentős halászati tevékenység folyik, jellemzően szigorú előírások vannak a gátakra, hogy biztosítsák a halak épségét a turbinák bemenetétől való távoltartásukkal és vándorlásuk lehetővé tételével, kedvező mellékfolyásokra terelve őket. A pontos halszűrési intézkedések egyedien tervezendők, a helyszín érzékenységeinek függvényében. A halakat távoltartandó, számos újszerű eljárással kísérleteznek, melyek nem igényelnek fizikai szűrőrendszereket. Próbálkoznak elektromos áramokkal, buborékfüggönyökkel és hanghatásokkal, hogy a halak elkerüljék a turbinabemeneteket. Ezen eljárások számottevő előnye, hogy nem csökkentik a vízhozamot.

6.4. Az energiaforrások értékelése

A tervezés jelentős szereppel bír a vízenergia súlyának növekedésében és fejlődésében. Egy adott területen kinyerhető vízenergia mennyisége a turbinák számára elérhető nettó eséstől és a kapcsolódó vízhozamtól függ; így a vízenergia felhasználásához szükséges az energiaforrásként szolgáló vízfolyás vizsgálata, ami magában foglalja a helyi természetes folyamatok és terepadottságok feltérképezését is. A vízkészlet pontos és megbízható értékelése a sikeres tervezés alapja. A folyóvizek teljes körű vizsgálata azonban egyelőre még korlátozott; különösen igaz ez a nem iparosodott, fejletlen régiókban, s ez lehet az egyik oka a vízenergia e területeken tapasztalható lassú terjedésének. Hagyományos tervezési eljárás az adott helyszíneken korábban mért teljesítmények adataiból készített becslések felhasználása, s a vízerőművek tervezői is ilyen forrásból dolgoznak. A környezetvédelmi, vízügyi minisztériumok, vagy a környezetvédelemmel és vízüggyel foglalkozó országos, területi vagy helyi hivatalok jellemzően az európai országok jelentősebb folyóin mért vízhozam adatok forrásai. E források felhasználhatók a folyók vízhozamának becsléséhez, amennyiben a valós helyszín és a mérőállomás – folyásirány szerint fentebbi vagy lentebbi elhelyezkedéséhez – igazodik a számítás. A legtöbb esetben azonban a hozzáférhető vízenergia múltbéli adatai helyhez kötöttek. A hidrológiai jelenségek összetettsége miatt a jövőbeni lehetőségek múltban mért, helyhez kötött megfigyelési adatokra való alapozása kétségeket támaszt az értékelés pontosságát és megbízhatóságát illetően. Számos következménye lehet a pontatlan adatok felhasználásának egy vízenergia-forrás értékelésénél:

1. a lehetőségek alábecsülése lehet a vízenergia iránti alulmotiváltság fő oka – még a

jelenlegi fejlettség mellett kinyerhető energia is ösztönzőleg kellene, hogy hasson

2. a más helyeken végzett megfigyeléseken alapuló kiértékelés figyelmen kívül hagyhat olyan kedvező eseti lehetőségeket, melyek szintén helytelen tervezéshez vezethetnek.

3. a megfigyeléseken alapuló adatok összegyűjtése azok nagy száma és kellő alapossága miatt szintén költséges és időigényes

Az olyan fejlett informatikai eszközök megjelenésével, mint a GIS (Földrajzi, Információs Rendszer), melyek képesek távoli érzékelésből hidrológiai modelleket építeni, a fent említett korlátok és nehézségek könnyebben kezelhetők. A valósághű megjelenítése a létező terepadottságoknak, összetett hidrológiai jelenségeknek, valamint a változó időjárásnak és éghajlatnak már lehetséges térinformatikai rendszerek és modellező eljárások segítségével. Továbbá, mára lehetségessé vált a téri mellett a vízenergia hozzáférhetőségének időbeli modellezése is.

A hidrológiai modellek a vízkörforgás egy szeletének egyszerűsített, koncepcionális megjelenései, melyeket elsősorban a hidrológiai folyamatok előrejelzésére és megértésére használnak. Hatékony eszköz a vízrendszerek vizsgálatához mind a kutató hidrológusoknak, mind a gyakorló vízépítő mérnököknek. E modellek rendszerint matematikai és statisztikai eljárásokat alkalmazva kapcsolják össze a bementi adatokat – csapadékmennyiséget, hőmérsékletet – a végső modellel – például a lefolyással.

Lehetéssé vált minden fizikai esemény figyelembevétele, így teljes körű szimulációs modellt építhetünk a GIS és a hidrológiai modellek segítségével. Ezen eszközök és modellek előnyei, hogy képesek szimulálni a vízmennyiséget a teljesítmény szempontjából három téri szempontból: földalatti, felszíni és csatornázott vízfolyások rendszere. A hidrológiai modellek alkalmazása nő a hagyományos vízenergia számítási módszerekkel szembeni előnyei miatt.

A GIS és más távolsági mérőeszközök is széles körben elterjedtek a potenciális vízenergia számítása során. Az ilyen technológiák használhatóságát jelentősen javítaná, ha a folyamatalapú hidrológiai modelleket teljes mértékben integrálni lehetne beléjük. Ugyan számos előnye létezik a GIS-szel együttműködő folyamatalapú hidrológiai modelleknek, azonban ezek még egyelőre korlátozottan alkalmazhatók; elterjedésüket gátolja, hogy nagyszámú adatot igényelnek a földhasználatról, a talajról és az éghajlatról. Részmodellek és más társított alkalmazások szintén csak részlegesen írják le az adott helyzetet, s ilyen korlátozások az előrejelzésekből készített modell pontatlanságát eredményezhetik. Ugyanakkor e bizonytalanságok csökkenthetők megfelelő kalibrációval és pontosítással.

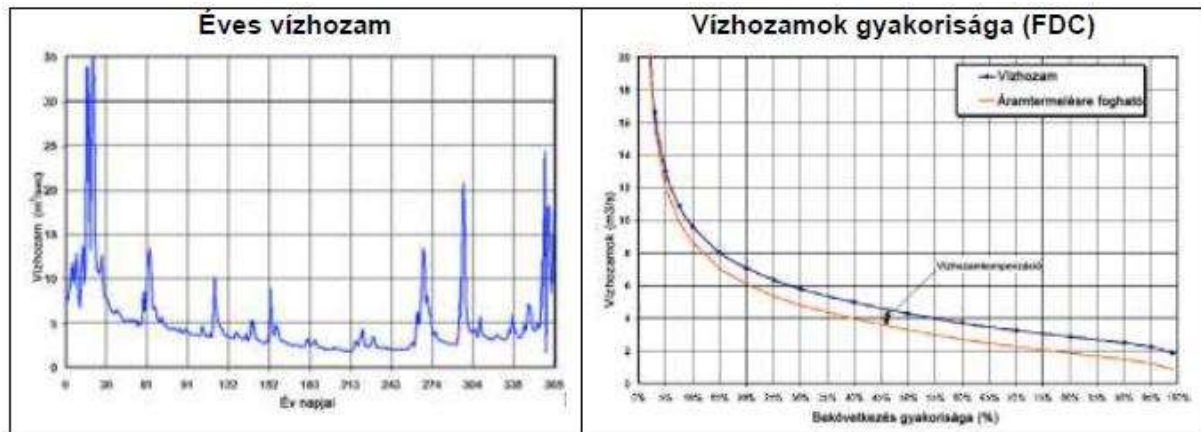
6.4.1. Országos és területi szinten

Országos és területi szintű energiaforrás-számításhoz műholdfelvételekből építik fel a GIS adatbázist a forrás azonosításához, a hely meghatározásához, a környezeti tervezéshez, a digitális terepmodell felépítéséhez, a vezetékhálózat tervezéséhez és a helyszínek rangsorolásához. Ilyen nagyléptékű energiaforrás értékelő kutatásokat a GIS-t kezelni képes, hidrológiai és vízenergetikai szakemberekből álló csoportok végzik.

A Földrajzi Információs Rendszer (GIS) egy, a földfelszínen található földtani tulajdonságok digitális megjelenítésére és elemzésére szolgáló számítógépes alapú információs rendszer. Az alábbi eljárások sorával meghatározható egy régió vízenergetikai potenciálja.

REGIONÁLIS VÍZHOZAM GYAKORISÁGI MODELLEK

Kétféle grafikonnal írható le a folyók vízhozamának éves változásai: az éves vízhozamot és a vízhozamok gyakoriságát (FDC) leíróval.



A vízhozamok gyakoriságát (FDC) leíró függvény a vízhozamok helyszínen tapasztalható változékonyságát írja le, annak időbeli megjelenésétől függetlenül. Megmutatja, hogy a vízhozam hogy oszlik el éves szinten. A függőleges tengelyen a vízhozam szerepel, míg a vízszintes tengely megadja az év azon százalékát, melynek során a vízhozam meghaladja az y-tengelyen szereplő értéket. Az FDC így megmutatja, hogy milyen vízhozam várható az év legalább 50%-ában (röviden Q50). Az év 95%-ában meghaladott vízhozamot tekintik a vízhozam minimumát leíró karakterisztikus értéknek.

A megfelelő vízhozam adatokkal rendelkező, potenciális beruházási helyszínekhez a vízhozam gyakorisági függvények könnyen felírhatók. Felmért helyszíneken a különböző vízállások esetén tapasztalható vízhozamot ebből a görbéből lehet megbecsülni. Jóllehet a valós szituációkban a potenciális vízennergetikai beruházási helyszínek vízügyi szempontból felmérhetlenek; vagy nem áll rendelkezésre kellő mennyiségű adat, vagy nincs olyan vízhozam-adat, melyhez viszonyítani lehetne.

Egy olyan folyón lévő helyszín esetében, ahol nincs elegendő adat a vízhozamra, a vízhozam gyakorisági függvény elkészíthető regionális vízhozam gyakorisági függvényekből is. E területi modellek felmért helyszínekről származó adatokból lettek felépítve, vagy egy hasonló területen rendelkezésre álló adatainak átültetésével készültek. Ezen adatok később a régióban található más vízhozam gyakorisági függvények alapjaként is szolgálnak, a felméretlen folyókon. E modellek hozzáférhetősége kiemelkedő jelentőséggel bírnak – például a potenciális vízenenergia számításához távoli, hegyes területeken.

Az éves vízhozam gyakorisági modellek szolgálnak mintaként a felméretlen vízgyűjtők esetében. A saját modell felépítéséhez szükséges a terület fizikai földrajzi jellegzetességeinek, kerületének, a főfolyam hosszának, a legmagasabb és

legalacsonyabb pont magasságának, a geológiai adottságoknak, a hidrogeológiának, a földhasználati szokásoknak, az éghajlatnak és más tulajdonságoknak a figyelembevétele. A hozzáférhető adatok mennyiségétől függően, a fentebbiek alapján regionális adatokból nyert vízhozam gyakorisági függvények azonban csak megvalósíthatósági előtanulmányoknál alkalmazhatók. Ezt követheti egy, a helyszínről szóló részletes megvalósíthatósági tanulmány, mely már a folyó valós felméréseit alapul véve adja meg a teljesítményt.

6.4.2. Helyi szintű forrás meghatározás (Hely-Specifikus)

A kisléptékű vízerőművekhez szükséges egyetlen energiaforrás az eséssel rendelkező folyóvíz. Az ilyen erőművek tervezése a javasolt területen fellelhető esés és vízhozam közelítőleg pontos becslésével kezdődik. Az alábbi alfejezetek az esés és az elérhető teljesítmény méréséhez szükséges többfajta eljárást írnak le részletesen.

ESÉS MÉRÉSE

Számos eljárás létezik a rendelkezésre álló esés számítására. Egyes metódusok alkalmasabbak alacsony eséseknél, azonban túlságosan hosszadalmasak és pontatlanok nagy esések esetén. Minden esetben ajánlott több, független mérési eljárás alkalmazása az esés meghatározásához. Másik nagyon fontos tényező, hogy a bruttó esés nem állandó, hanem a vízhozam függvényében változik. Ahogy nő a vízhozam, az alsófolyáson gyakran hamarabb emelkedik a vízszint, mint a felsőfolyáson, így csökken a teljes esés. Ugyan e változás sokkal kisebb jelentőségű, mint a vízhozam ingadozása, azonban jelentősen csökkentheti a kinyerhető teljesítményt ki esések esetén, ahol fél méter is kritikus lehet. A bruttó esés pontos meghatározásához a felsőfolyás és az alsófolyás vízszintjei minden vízhozam esetén kiszámítandók. A leggyakrabban alkalmazott eljárások az esés méréséhez a következők:

Vízszintező és teodolit: az építkezéseken is használt vízszintező általános eszköz, esések meghatározásához, minden esetben alkalmazandó, ha elegendő idő és pénz van rá. E műszerek pontos beállítást igényelnek és csak tapasztalt mérnökök kezelhetik. Vízszintezőt és mérőrudakat együtt használva, mérések sorozatával lehet meghatározni az esést. A vízszintezőt kezelő személy a műszerbe betekintve tudja megpillantani a munkatársa által tartott mérőrudat, ahol a nézés iránya vízszintes. A mérések számát a mérőrúd hossza határozza meg, mely jellemzően nem több 3 méternél. Tiszta és zavartalan átlátás szükséges ehhez az eljáráshoz, így a gazdag vegetációjú területek ezzel a módszerrel nehezen mérhetők fel. A vízszintezők csak vízszintes kitekintést adnak, a teodolit azonban alkalmas függőleges és vízszintes szögek mérésére is, sokoldalúbb felhasználást és gyorsabb munkát lehetővé téve.

Inklinométer: kézi inklinométerekkel lehet megmérni a lejtők dőlésszögét. Kicsi és kompakt eszközök, melyek általában távmérő szerkezettel is fel vannak szerelve, így az is leolvasható. A becslési pontatlanság jellemzően 2 és 10% között mozog, a felhasználó képességeinek függvényében.

Vízzel telített cső és nyomásmérő: Az esés mérésének legegyszerűbb módja, azonban vannak hiányosságai. Két jellemző hiba lehet a nyomásmérő félrekalibráltsága, valamint a csőben megrekedő légbuborék. Előbbi elkerüléséhez szükséges a vízmérték mérés előtti és utáni kalibrálása, míg utóbbihoz elegendő egy tiszta műanyagcső alkalmazása, melyben a megjelenő és eltávolítandó buborékok láthatóak. Ezen eszközök kis és nagy esések esetén egyaránt használhatók, de a nyomás alatti vízmérték alkalmazhatósága függ a megméréndő esés méretétől.

Vízzel telített cső és rúd: Ez az eljárás kis eséseknél jól használható; olcsó, megközelítőleg pontos és nincs sok hibalehetőség. Két-három független mérést kell végezni, hogy a végeredmény biztosan jó és megbízható legyen. Az eredmények ellenőrzésének további lehetősége más eljárások alkalmazása, például a vízzel telített cső és nyomásmérő együttes használata.

Vízmérték és deszka: Ez az eljárás hasonlatos a vízzel teli cső és mérőrúd eljárásához. Ez esetben egy ácsok által használt vízmértéket kell egy nagyjából egyenes palánkra helyezni, s így lehet a vízszintes síkot meghatározni. Kislejtésű hegyoldalaknál nagyon lassú eljárás, azonban meredek lejtők esetében hasznos. Minden lépésnél két mérést érdemes végezni – a deszka végét megjelölve, majd megforgatva – és ez által kiküszöbölhetők a hibák. Az eltérések általában 2% körüliek.

Térképek: A fejezetben korábban is jelzett módon, a nagyléptékű térképek alkalmasak az esések hozzávetőleges meghatározásához, de nem mindig léteznek, vagy nem teljesen megbízhatók. Nagy esésű (100 méternél nagyobb) helyszíneken az M 1:50.000 léptékű térképek hasznosak lehetnek – s rendszerint megbízhatóak – megvalósíthatósági előtanulmányok készítéséhez.

Magasságmérők: Magasságmérők rendkívül hasznosak nagy esésű helyszínek esetén megvalósíthatósági előtanulmányokhoz. A mérők rendszerint 3% alatti hibával dolgoznak 100 méteren. Ugyanakkor figyelemmel kell követni a légköri nyomásváltozásokat, s így ezzel a módszerrel csak hozzávetőleges adatokat lehet nyerni – például megvalósíthatósági előtanulmányokhoz.

VÍZHOZAM MÉRÉSE

A hidrológia célja a vízhozam éves változásainak előrejelzése. Mivel a vízhozam napról-napra változik, így az egyszeri mérés korlátozottan használható. Bármilyen hidrológiai vizsgálat híján a hosszú távú mérőrendszert kell felépíteni. Hasonló rendszereket gyakran használnak a hidrológia vizsgálatok alátámasztására, valamint ez a legmegbízhatóbb módja a helyszíni valós vízhozam meghatározásának. Az egyszeri mérések hasznosak lehetnek a hidrológiai előrejelzések ellenőrzésében.

Az alábbiakban tárgyalt vízhozam mérési technikák a következők:

- duzzasztógátas eljárás,
- állapotellenőrző eljárás
- sónyelő eljárás
- vödrös eljárás
- úszóeljárás
- áramlatmérések

Mérő duzzasztógátak: a vízhozam mérő terelőgát egy olyan horonnyal ellátott gát, melyen keresztül a folyó teljes vize átfolyik. A vízhozam meghatározható a felsőfolyási vízszint és a horony aljának síkja közti magassági különbségből. Megbízható eredményekhez szükséges, hogy a gát teteje éles legyen, valamint meggátolandó a hordalék lerakódása a gát mögött. A duzzasztógátak készülhetnek betonból, fémből vagy fából, és a folyásirányhoz képest mindig megfelelő szögben, valamint egyenes és örvénymentes folyószakaszon kell elhelyezni őket. A mérési pont és a gát teteje közti távolság a legnagyobb esés legalább kétszeresének kell lennie. Torlaszt képező tárgyak nem kerülhetnek a horony közelébe, és a gátat teljesen le kell szigetelni szivárgás ellen.

Derékszögű horonnyal ellátott duzzasztógát: E rövid távú és száraz időszaki mérésekhez alkalmazott, rendszerint fából készült időszakos gátak a folyóparthoz és a folyóágyhoz kerülnek rögzítésre. Szükséges az előforduló vízhozam-tartomány becslése a horony megfelelő méretezése érdekében. Állandó terelőgátak alkalmazása kedvező lehet kisebb folyók esetében, a nagyobb folyók esetében azonban a gátak állványozása kedvezőbb megoldás.

Só elnyelő eljárás: A só elnyelő eljárás a vízhozam mérésében a radioaktív nyomjelzőkkel végzett hígulást mérő metódusokból származik. Egyszerűen kivitelezhető, megközelítőleg pontos mérés (hiba esélye kevesebb 7%-nál), és megbízható többfajta folyó esetében. A folyók örvényességének függvényében pontosabb eredményt ad. E megközelítéssel az egyszeri ellenőrzés elvégezhető csekély felszereléssel, és kevesebb, mint tíz perc alatt. A méréshez egy vödör erősen sós vizet öntenek a folyóba, mely lassan feloldódik és eloszlik. Kellő távolság megtételét követően az egész folyómedret kitölti az anyag. A képződő anyagfelhőnek lesz egy sóban szegény eleje, egy gazdag közepe, és egy ismét szegényes vége. A víz sótartalma egy elektromos vezetőképességet mérő műszerrel meghatározható. Kis folyók nem osztják el a sót nagyon, így a felhő vezetőképessége (mely a sómennyiséggel arányosan nő) magas lesz. Így az alacsony vízhozamot a nagy vezetőképesség jelzi, és fordítva. A vízhozam a fentiek alapján fordítottan arányos az oldatfelhő vezetőképességével. E jelenség feltételezi, hogy az oldatfelhő azonos időben halad át a mérőkészüléken. Azonban minél lassabb a folyó, annál több idő alatt halad át a felhő a mérőműszeren; így a vízhozam egyben az oldatfelhő áthaladási idejével is fordítottan arányos. A vízhozamot mérő só elnyelő eljárásához szükséges egy vödör, konyhasó, egy hőmérő és egy vezetőképességet mérő konduktométer (0-1000 millisiemens mS - közti tartomány).

Vödrös eljárás: A vödrös eljárás a legegyszerűbb és leggyorsabb kis patakok vízhozamának méréséhez. A teljes vízhozamot egy vödörbe vagy hordóba terelik, és megméri az időt, amíg az edény megtelik. A vízhozamot meghatározható az edény térfogatának és a megtelés idejének hányadosából. 20 l/s-ig egy 200 literes olajshordó segítségével mérhető meg a vízhozam. A méréshez szükséges egy vödör vagy hordó és egy stopperóra.

Úszóeljárás: Minden sebesség-terület alapú eljárás alapja, hogy a vízhozam (Q) egyenlő a folyó egy keresztmetszeti területének (A) és az azon áthaladó víz sebességének (v) szorzatával. Matematikai egyenletben kifejezve:

$$Q = A \times v$$

A folyó keresztmetszeti területe úgy kerül kiválasztásra, hogy az egy szakaszon belül ne változzon sokat: felvehető egy átlagos keresztmetszet egy olyan feltárt területen, ahol a folyóágy egyenletes. Ezt követően több darab uszádeket, jellemzően fát tesznek a folyóra, majd ezek sebességét mérik az adott szakaszon. Az úzás sebessége később a nagyszámú eredményből átlagolva határozható meg. A kapott eredményt egy csökkentő tényezővel kell megszorozni, mely a folyó átlagsebességét adja meg a felszínen mérhetőhöz képest. Az átlagolt majd korrigált sebességből és a keresztmetszet területéből meghatározható a vízhozam.

Áramlatmérők: Az úzóeljárásnál pontosabb metódus. Az áramlatmérőt egy tengely mentén elforduló, kelyhekből álló propeller alkotja. A propeller szabadon el tud fordulni, és a forgás sebessége (szögsebesség) az áramlás sebességének függvénye. Egy egyszerű számláló rögzíti a tetszőleges mélységbe leengedett propeller fordulatainak számát. A teljes keresztmetszeten felvett értékeket átlagolva meghatározható a folyó átlagos sebessége.

6.5. A kisléptékű vízerőmű potenciál értékelésének módszertana

6.5.1. Általános elképzelés

A kisléptékű vízerőművek esetén meghatározott *kísérleti potenciál* magában foglalja a vízhozam helyszíni méréseinek eredményeit a kiaknázhatónak tekintett vízfolyások esetén. E mérések vagy az országos, körzeti, helyi szintű, vízenergiaforrásokkal foglalkozó felügyeleték számára készültek különböző céllal, vagy korábbi mérések eredményeiből lettek származtatva más érdekelt szervezetek által.

A kísérleti potenciál kiszámításához felhasznált adatok összhangban vannak a vízfolyás egyes pontjaihoz tartozó *vízhozam gyakorisági görbével*. E mérésekből származó adatokból, valamint a vízfolyamokat leíró modellből – mely a három téri dimenziót leíró digitális földfelszínmodell (Digital Elevation Model – DEM) felhasználásával készül –, a vízfolyást jellemző összes tényező a keresztmetszet minden pontjában meghatározható.

E vízfolyásra vonatkozó előrejelzés a kisléptékű vízerőművek elméleti potenciálján alapul, és a legalapvetőbb információforrás olyan számolásokhoz, melyek a – későbbiekben részletezett – műszakilag és gazdaságilag kihasználható potenciált írják le. Az elméleti potenciál adatai benne foglaltatnak a rendszer adatbázisában és ezek (vízhozam gyakoriság előrejelzés, topográfia, földhasználati jellemzők) visszakövethetők és ábrázolhatók nem csak bármely pontban, hanem – tematikus térképek formájában – vízfolyások nagyobb területein is. Az elérhető potenciál meghatározásához a fenti tényezőkből számolhatók, néhány megkötéssel, mely utóbbiak függenek:

- a jogi és környezeti szempontok (földhasználati megkötések, minimálisan megmaradó vízhozam),
- általános műszaki-gazdasági kérdések (minimális vízhozam arány, nettó esés, becsült energiatermelés, felső üzemcsatorna hossza/maximális távolság a vízvétel és a gépház között).

A fent leírt vizsgálatok célja olyan pontpárok (vízvétel és gépház) meghatározása, melyek a fenti megkötéseknek megfelelnek. E pontpárok feltételes, megvizsgálandó projektlehetőségeket vázolnak fel, e modellek a beviteli adatokból kiinduló – későbbiekben részletezett – számításokból állnak, melyek célja a technikai és pénzügyi értelemben kinyerhető potenciál meghatározása. A technológiai potenciál meghatározásához, a rendszer, különböző turbinák alkalmazását modellezi algoritmusokkal, hogy meghatározható legyen:

- az optimális kapacitással rendelkező turbina,
- a termelt energia mennyisége,
- a turbina kihasználtságának mértéke, valamint a hozzáférhető vízhozam.

Előbbieket meghatározását követi az egyes befektetések költségeinek és a pénzügyi megvalósíthatóság elemeinek első becslése, kiszámolva a

-
- az építés költségeit,
 - működtetés és fenntartás költségeit,
 - az energiatermelés költségei (€ / kWh-ban kifejezve)
 - néhány alapvető, jövedelmezőséget mutató index meghatározásával (belső megtérülési ráta IRR, nettó jelenérték NPV).

A folyamat eredményeként a rendszer meghatároz egyes szakaszokat a folyón, ahol a kisléptékű vízerőművek optimális energiatermelési és pénzügyi hatékonysággal valósíthatók meg.

6.5.2. Földrajzi rendszerek adatbázisainak leírása

A földrajzi rendszer adatbázisa egy központi adattár, melyből az adatok vagy közvetlen módon kerülnek kinyerésre, vagy összetett folyamatokban, számítási modellekhez kerülnek felhasználásra. Az ismeretek jellegétől függően az adatbázis elemei a következőképpen rendszerezhetők:

Elméleti potenciális adat: a kisléptékű vízerőmű földrajzi elhelyezkedését érintő ismeretek.

Általános földrajzi hivatkozási adat: a meglévő, alapvető földrajzi ismeret rétegekből áll, a természeti környezet, az infrastruktúra és a földhasználat tulajdonságait tartalmazza.

Közepes és nagyfeszültségű távvezetékek topológiája és jellemzői.

Technológiai adatok: a kisléptékű vízerőművek technológiájának alapvető adatai.

Jellegük függvényében az adatbázis elemei csoportosíthatók:

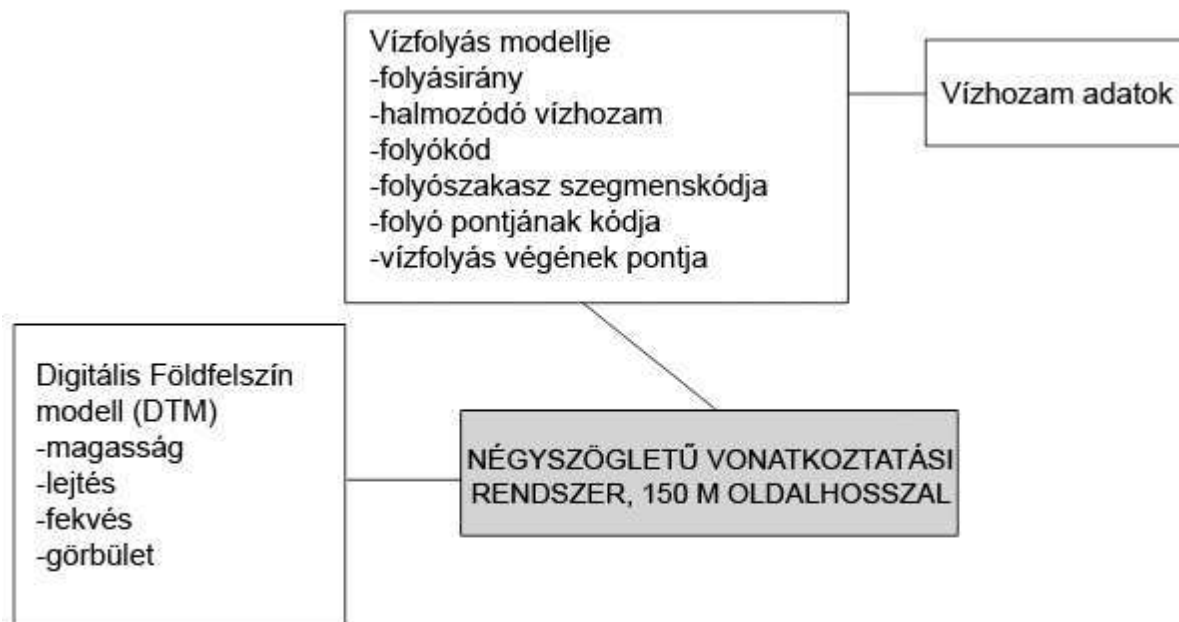
- Térbeli testeket leíró adatok (pl. úti infrastruktúra, földfelszín stb.)
- Téri jelleget hordozó, az első kategóriához kapcsolódó, leíró vagy számszerű adat (pl. vízhozam értékek)
- Más jellegű adatok a kapcsolódó adatbázisokban jelennek meg.

Az első kategória adatait a rendszer földrajzi adatbázisa tartalmazza a következő formákban:

- Táblázatforma (mozaik vagy raszter)
- Vektorforma
- Hálózatforma

Az ábrázolás és bemutatás formája egyrészt az adat fajtájától, másrészt az egyes lehetséges prezentációs formák egymáshoz képesti előnyeitől és hátrányaitól függ. A táblázatosan bevitt adatok könnyen kapcsolhatók más tematikus területekhez, gyorsabban, de pontatlanabban mutathatók be. E nehézség abból adódik, hogy a táblázatosan bevitt adatok mátrixszerűen, négyszögekbe van rendezve, így az adatok elő-feldolgozása bármilyen összetettségű folyamat, egyszerű vagy komplex mátrixközi műveletként valósul meg.

Jellemzően a táblázatos forma azon file-ok rendszerezése esetén használatos, melyeknél az ábrázolhatóság pontossága nem befolyásolja az eredményeket. A fellelhető megújuló energiaforrásokról szóló potenciális adatok szintén négyszögletű vonatkozási táblázatból nyerhetők ki. E táblázat egy digitális felszínmodellen alapul, s a kisléptékű vízerőművek esetén a topológikus vízáramlási modellekből számítható vízhozam adatokból áll. A 7. számú ábrán a mozaik modellek analitikus képe látható.



**7. számú ábra: A kisléptékű vízerőművek potenciáljának kiszámításához
szükséges adatok**

A vektoros és a hálózatos forma olyan file-ok esetén használatos, ahol kiemelkedő jelentősége van az információ pontos tárolásának és ábrázolásának, így az eredményeknek – például a feltételezett erőműveknek az elektromos hálózattól mért távolsága, pontos térképészeti ábrázolás – egy biztos készlete jön létre. A 2 számú táblázat a vektorstruktúrájú földrajzi adatbázisok alapszintjeit mutatja be.

2. számú táblázat.

TEMATIKUS SZINT	FELÉPÍTÉS	FELHASZNÁLÁS
FÖLDHASZNÁLATI JAVASLAT A 'CORINE' PROGRAM ÁLTAL meghatározás a program kidolgozását követően	Vektor, raszter	Környezeti megkötések szabályozzák a kisléptékű vízerőművek telepítését
INTÉZMÉNYESÍTETT FÖLDHASZNÁLATI FORMÁK Natura védetség alatt álló területek Régészeti területek Városrendezési tervek Lakossági felhasználású területek Ipari területek	Vektor	Környezeti megkötések szabályozzák a kisléptékű vízerőművek telepítését
TELEPÜLÉSEK PONTJAI	Vektor	Környezeti megkötések szabályozzák a kisléptékű vízerőművek telepítését
HIDROLÓGIAI HÁLÓZAT	Vektor, hálózat	A vízfolyások vízhozamának nyilvántartása
ÚTHÁLÓZAT	Vektor	Távolságok számítása és a lehetséges projektek térbeli kiterjedése
KÖZEPES ÉS MAGASFESZÜLTSGŰ TÁVVEZETÉKEK	Vektor, hálózat	Hálózat jellege, kapcsolódás költségeinek számítása
IZOMERTIKUS SZINTVONALAK	Vektor	Topografikus megjelenítés
KÖZIGAZGATÁSI BEOSZTÁS (kerületek)	Vektor	Helyi tervezési céloknak

A fenti táblázatban közöltek adatokhoz szükséges néhány kiegészítés.

Folyásirány: megadja a vizek mozgási irányát minden (térképen felvett) négyszögben. Ezen információ alapján meghatározható a szomszédos négyszögek között létrejövő a feltételezett vízhozam iránya – így csapadék esetén. A folyásirány a vizsgált és a szomszédos négyszögek között mért legnagyobb esés alapján számolható, a következőképpen:

(A vizsgált és a szomszédos négyszögek között mért – tengerszint feletti – magasságkülönbség)*100

$$\text{Esés} = \frac{\text{Négyszögek központjai között mért távolság}}{\text{Négyszögek központjai között mért távolság}}$$

E fenti mennyiség alapvető beviteli adat a halmozódó vízhozam számolásánál. Halmozódó vízhozam: megmutatja, hogy az egyes mezők hány további négyszögről kapnak vizet. A vízgyűjtő terület teljes vizsgálatával meghatározott halmozódó vízhozam révén követhető nyomon a folyó. A számítás feltételez egy minimumértéket, melynek meghaladása esetén terület a vízgyűjtő terület részének tekinthető. A kapott eredmények a vízáramlás jellegének és vízhozamának meghatározásához használhatók fel.

6.5.3. Módszertan a vízerőművek felhasználható potenciáljának számításához

Ezen alfejezetben a kisléptékű vízerőművek műszaki és gazdasági felhasználhatóságának tervezéséhez és fejlesztéséhez használt modellek részletes, elemző bemutatása következik. A fentiekben jelzett módon, a bemutatandó modellek egy könyvtárszerűen felépülő szoftver részeit képezik. E könyvtárak információs rendszerként működnek a vízenergia kihasználásának különböző módjainak forgatókönyveihez.

ÁRAMLÁSTANI ADATOK MODELLJE

A vízfolyások és a hozzájuk kapcsolódó információk (vízgyűjtő területek, vízhozamok stb.) két különböző modellel szimulálhatók.

A vektoriális bemutatás alapján a vízfolyás különböző lineáris töredékekből áll, melyek különböző topologikus viszonyban állnak egymással (szegmensek /szakaszok/ osztálya, ezek kapcsolódási csomópontjai, sorrendje stb.). Ily módon

- a vizsgált folyóról szóló minden információ (mért vagy számolt vízhozam adatok, földfelszín adatai, így magasság, lejtésirány stb.) szakaszként vagy csomópontként van tárolva a megfelelő térképek számára;
- a folyók egyes pontjainak vízgyűjtő területei poligonként jelennek meg, és a folyóról szóló adatokhoz hasonlóan vannak tárolva. Minden vízgyűjtő területről szóló adat a poligon adataként, elemeként jelenik meg.

Az adatok földrajzi pontossága a vektoros megjelenítés előnye, míg az adatok bevitelének és összerendezésének időigényessége, valamint a szükséges elemző számítások (különösen a vízgyűjtő területek kiszámolása esetén elvégzendők) sokasága hátránnyá jelentkezik.

A vízfolyamról szóló adatok *mozaikos megjelenítése* a másik lehetőség. Ez utóbbi megközelítés egységnyi területekre – cellákra – bontja a földrajzi teret, és minden rendelkezésre álló adatot ezekhez rendel. Követve e modellt, a vízfolyás cellák sokaságából áll, melyek elemző vizsgálatában mindegyik szegmens csak a folyam részeként jelenik meg – összefüggéseik nélkül (a pontok vizsgálatánál a kérdéses pont – számítástechnikai értelemben – 1-es értéket vesz fel, míg az összes környező 0-t).

A mozaikos megközelítés nyilvánvalóan nem képes a folyó adatainak pontos földrajzi leképezésére, egyben nehézséget jelent az egyes pontok közötti topológiai összefüggések felismerése (csomópontok, szegmensek, vízgyűjtő területek). Ugyanakkor – e nehézségek figyelembevételével (pontosság, topológia) – a fenti modell egyszerűsége az elemzések végtelen lehetőségére ad módot.

A műszakilag és gazdaságilag hasznosítható vízerőműi potenciál becslésénél használt eljárások állandó számításokat és algoritmusok folyamatos alkalmazását igénylik – többek között – a földrajzi és topológiai adatok feldolgozásához. Azon megfontolásból kiindulva, hogy a fenti adatok feldolgozásához szükséges kapacitás célszerű kihasználása fontosabb a megjelenítés földrajzi pontosságánál, a *mozaik eljárás* bizonyult hasznosabbnak.

Az alábbi bekezdések leírják

-
- a digitális földfelszínmodellek elemeinek viszonyát a vízfolyam adataival, figyelembe véve azon tényt, hogy a vízfolyások adatmodellei a földfelszínmodellek iterációs, ismétlődő feldolgozásából származnak,
 - a vízfolyás topologikus modelljének felhasználását lehetővé tevő eljárást.

Digitális földfelszínmodellek és vízfolyások

A digitális földfelszínmodellek elemei a következőképpen különíthetők el:

- A mérésekből közvetlenül származó magasságadatok [tengerszint feletti magasság, *altitude* – *z*].
- A magassági adatok feldolgozásából származó alaktani (morfológiai) adatok:
 - [lejtés, *slope* – *s*] (A magasságkülönbség első deriváltja.)
 - [tájolás, fekvés - *aspect* - *as*]
 - [élgörbület, *profile curvature* – *prfcv*] (A magasságkülönbség második deriváltja.)
 - [térgörbület, *planform curvature* – *plncv*] (A fekvés első deriváltja.)

A *folyásirány* megadja a – környező 8 cella irányában értelmezett – maximális lejtést egy adott pontból (8. számú ábra). Ennek megfelelően a *halmozódó vízhozam* az e pont felé irányított cellák vizéből számolható, így e paraméter egyben a pont *vízgyűjtő területét* is megadja, ahol a:

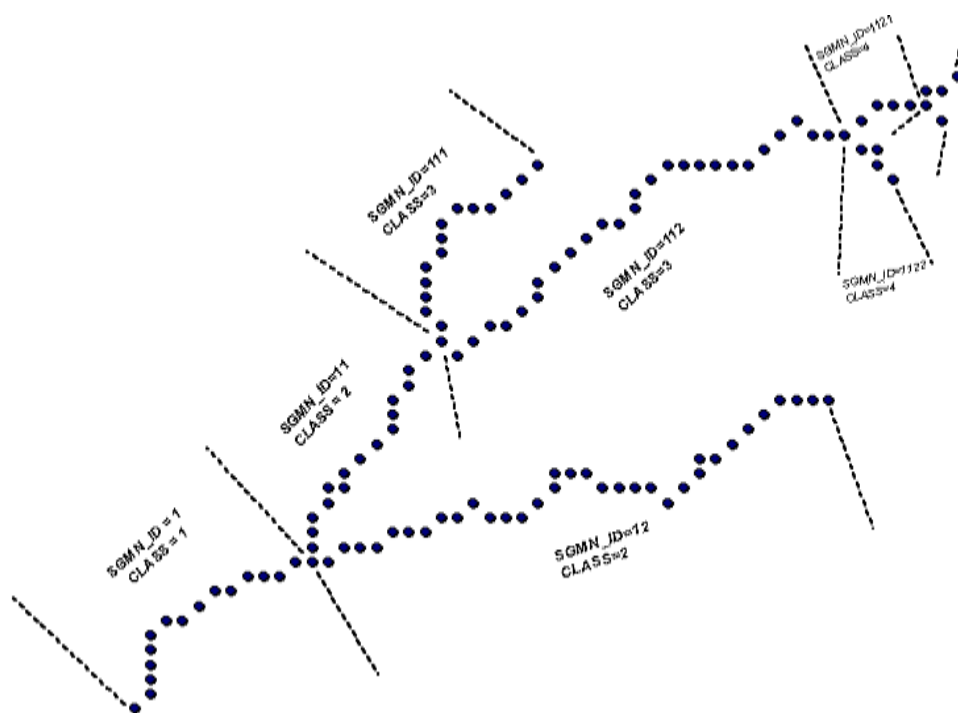
Vízgyűjtő terület mérete = a halmozódó vízhozam forráscelláinak területe

Ezen adatból kiderül, hogy a 0 értékű halmozódó vízhozammal rendelkező pontok gerincek, míg a nagy értékűek folyóagyak.

Topologikus vízáramlási modell

A vízáramlási adatokból készült modell – az előbbieken bemutatott módon – egy, a digitális felszínmodell részét képező ponthalmaz. E rendszerben azonban meghatározatlan marad a víz áramlásának pontjai között lévő topologikus kapcsolatrendszer. A topologikus összefüggések meghatározásához az alábbi paraméterek meghatározása szükséges:

- A különböző szakaszok (E szakasz meghatározása szerint a két elágazási csomópont között értendő.) melyek a vízfolyást alkotják;
- Az egyes szakaszok osztálya; (Jellemzően az utolsó szegmens – torkolat – képviseli az első osztályt, míg minden elágazás eggyel növeli az osztály számát.)
- E szakaszok helyzete a hidrográfiai rendszerben;
- Minden pont helyzete a saját szakaszában.



8. számú ábra

E viszonyrendszerek leírásához – s egyben a vízfolyás egyéni jellegének meghatározásához három további adatot kell a vízfolyás minden cellájához rendelni. E jellemzők:

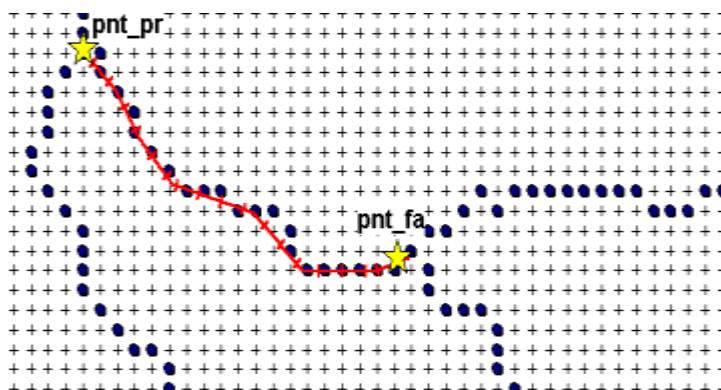
- a megfelelő hidrográfiai rendszer (fa, *tree*) kódja [RV_ID], melyhez a pont (cella) tartozik;
- A szakaszokat (szegmenseket) leíró kód [SGMN_ID], melyhez a cella tartozik (ld. 6. sz. ábra);
- A cella szakaszon belül vett sorszáma [PNT_SN], ahol a számsor emelkedése ellentétes a folyásiránnyal.

A cella szegmensbeli hovatartozását leíró kód egyben a folyó legfontosabb topológiai jellegzetességét hordozza, és egyben – közvetett módon – a topológiai rendszer (fa) felépítésére is utal. A kódolás leolvasható a 8. számú ábráról, míg az egyes szakaszok osztályozása egyszerű, matematikai – későbbiekben leírt – módon történik.

A hidrológiai rendszer (fa) használatánál szükség van megkötésekre, mivel:

- Eltérés mutatkozik a folyó térképészeti és modellbeli ábrázolása között. A két ábrázolás nagyobb különbséget mutat a folyó alsóbb szakaszain, mint a felsőkön, mivel egyrészt a digitális földfelszín modellek analízise bizonytalan eredményt mutat alacsony lejtésű területeken, valamint hibák is merülhetnek fel a digitális modell létrehozásánál.
- A kódolási eljárás nem fejez ki pontosan bizonyos folyószerkezeteket (delták és folyami hurkok)

Fontos megjegyezni a folyam kinyerhető potenciáljának vizsgálata kapcsán, hogy a modell a tervezett erőmű helye (pnt_pr) és vízvétel helye (pnt_fa) közötti felvízcsatorna (penstock) nyomvonalának a folyómedret feltételezi (9. számú ábra).



9. számú ábra: A folyómeder nyomvonala

A fent leírt topológiai viszonyok alapján az alábbiak olvashatók ki:

- Egy cellához képest felső- és alsófolyási helyzetben lévő pontok halmaza;
- Két pont egymáshoz viszonyított helyzete – egy, vagy külön szakaszba való tartozása;
- Két pont közötti folyásirány;
- Két pont közötti folyóhossz.

Kiolvasható továbbá:

- A víz áramlásának iránya, vagy bármilyen részlet irányultsága;
- A vízfolyás bármilyen szakaszának osztályozása vagy bármilyen lejtéssel vagy iránnyal kapcsolatos, szegmensre vonatkozó adat
- Minden hasznosítható, összetett földrajzi adat – elsődleges vagy számolt; földhasználat, pontoktól és folyómedrektől való távolság stb.

További algoritmusok alkalmazandók:

- Az egyes pontok vízgyűjtő területét képező cellák meghatározásához;
- A vízfolyás pontjainak kódolásához.

ENERGIATERMELÉS KISLÉPTÉKŰ VÍZERŐMŰVEL

Egy kisléptékű vízerőmű első meghatározásához a vízvétel helyét és a gépház helyét kell megadni. E két pont közti magasságkülönbség a hidraulikus (más néven nettó) esés (h).

Egy lehetséges kisléptékű vízerőmű helyszínének értékelésénél figyelembe kell venni az alábbi jellegzetességeket:

- Erős egyenletlenség tapasztalható az éves csapadékmennyiség eloszlásában, illetve a hidrológiai nedves és száraz évek között. E sajátosság a folyó vízhozamában különösen a kis vízhozammal rendelkező vízfolyások esetén okoz nehézségeket.

- A vízturbinák fajtáinak tulajdonságai. A leírtaknak megfelelően, az egyes turbinák különböző tartományú nettó esés (h) és névleges vízhozam (Q_r) e setén alkalmazhatók, különböző hatékonysággal. E hatásfok maximális értéke függ a nominális teljesítménytől, mérettől és árártól.

Pénzügyi okokból adódó sajátossága a kisléptékű vízerőműveknek – a nagyléptékűekkel szemben – a nagykapacitású tárolók hiánya. Voltaképpen a nagyléptékű vízerőművek meghatározó eleme – kivéve, ha nagy folyamok medrében találhatók – a nagy folyózáró gát, mely az erőmű nagykapacitású víztározója. E víztározók függetlenítik az erőművek vízturbinái által hasznosítható vízhozamot a folyóvíz természetes lefolyásától, ezáltal e vízerőművek alkalmasak céljuk betöltésére, az átfogó elektromos hálózatok igényének, akár csúcsainak fedezésére.

Alacsony teljesítményük miatt a kisléptékű vízerőművek nem alkalmasak a nagy elektromos ellátó hálózatok csúcsidőszakainak kielégítésére, és ez okból bármilyen víztározó létrehozása aránytalan költségterhet jelentene a projektben, számottevő haszon nélkül. Az alacsony energiatermelés miatt a kisléptékű, eltereléses erőművek is elsősorban a folyó természetes sodrását használják, a természetes vízhozamot vonják be az energiatermelésbe. E természeti viszonyoktól való erős függés miatt a kisléptékű vízerőműprojektek értékelésénél elsősorban a vízhozamok gyakoriságát leíró függvényt veszik figyelembe az éves vízhozammal szemben; a kisléptékű vízerőművek vízvételénél a tározó helyett legfeljebb egy mederteknőt alakítanak ki, mely legfeljebb órákra képes stabilizálni a turbinát ellátó vízhozamot.

E sajátosságok miatt a műszaki-gazdasági jellegzetességek paraméteres elemzése, értékelése előbb végzendő el, mint a potenciális, valós helyszín kiválasztása; az előírásoknak, az optimális turbinaméreteknél (névleges vízhozam és névleges teljesítmény) és azok számának ismeretében való értékelés után tervezhető meg az erőmű. A tervezés következő lépésében a vízturbina névleges vízhozama (Q_r) és a turbinák száma tekinthető változónak.

A fenti okok miatt a műszakilag és gazdaságilag kinyerhető potenciál számítása minden vízfolyás esetén – a számos tényező miatt – külön számolandó. Minden hidrológiai rendszer számára a szoftveres modell meghatározza (a továbbiakban részletezett):

- az elméleti potenciált,
- az elérhető potenciált,
- a műszakilag és gazdaságilag felhasználható potenciált.

A fentiek meghatározásához szükséges, adatbázisban tárolt, elsődleges, szükséges adata a vízfolyás földrajzi meghatározása (topologikus hidrológiai fa-kódrendszer), valamint e rendszerben az egyes pontokban a jellemző vízhozam gyakorisági görbéje.

ELMÉLETI POTENCIÁL

Az elméleti potenciál meghatározása szerint a teljes kinyerhető energia, amely a folyó előzetesen meghatározott csomópontjaiban rendelkezésre áll. A szükséges adatok:

-
- a vízfolyás csomóponti adatai;
 - az éves vízhozam gyakorisági görbe a folyó legalább egyik pontján;
 - földrajzi adatok; melyekből a rendszer kiszámolja:
 - az éves vízhozam gyakorisági görbét a folyó bármilyen csomópontjában;
 - a magasságkülönbséget a két csomópont között;
 - a víz potenciális energiáját a vízfolyás bármely ágában.

ELÉRHETŐ POTENCIÁL

Az vízfolyás elérhető potenciáljának meghatározásakor néhány peremfeltételt és megkötést kell alkalmazni a víz valós kihasználhatóságának számításánál. E tényezők nem energiától függenek, a vízhasználat és a víz hozzáférhetőségi paraméterét határozzák meg (öntözés, vízfogyasztás stb.). A rendszer számon tartja a vízhasználati jogok tulajdonosait, a folyó valamennyi szakaszán.

A felhasználó által megadott megkötések a vízhasználat durván megfogalmazott szabályaira vonatkoznak, melyek a vízhasználati korlátozásokat és a vízenergia kihasználásának életképességét érintik. Ilyen megszorítás lehet:

- a két folyóág vagy annak két csomópontja, valamint az utak közötti távolság
- a két folyóág vagy annak két csomópontja, valamint a középfeszültségű távvezetékek közötti távolság
- legkisebb magasságkülönbség
- legkisebb vízhozam éves szinten
- földrajzi adatok (pl. a felső üzemcsatorna legkisebb lejtése, minimális-maximális magasság stb.)
- földhasználat.

A fenti megkötések figyelembevételével a rendszer azonosítja a feltételeknek megfelelő folyóágakat és –szakaszokat, melyek alkalmasak felhasználásra.

ELEMZÉS A VÍZFOLYÁS ALAPJÁN

Ezen alfejezet a potenciális vízerőmű műszaki-gazdasági elemzésének menetét írja le. Minden feltételezett erőmű esetén az alábbi tényezők számítása történik:

- az éves szinten várt energiatermelés;
- az erőmű gazdasági értékelési mutatói.

A rendszer a fentiek meghatározását követően összeveti az összes lehetséges projektet energiahatékonyságuk és gazdasági megvalósíthatóságuk alapján, majd a következőket határozza meg:

-
- a legjobb energiahatékonysággal rendelkező vagy gazdaságilag legkifizetődőbb erőmű;
 - a legjelentősebb műszaki vagy gazdasági hatékonysággal rendelkező erőművek, melyek

egyidejűleg megvalósíthatók.

A felhasználónak lehetősége nyílik arra, hogy a továbbiakban az egyes, általa meghatározott, feltételezett erőművet tovább vizsgálja – lehetséges vízvételi és erőmű telepítési helyszín alapján.

A vízerőművek osztályozása számszerűen meghatározott követelményeken alapszik:

- legnagyobb energiatermelés;
- legkevesebb energiatermelési költség;
- legnagyobb pénzügyi nyereség (*nettó jelenértéken, NPV*);
- legnagyobb belső megtérülési ráta (*IRR*);
- lehetséges, engedélyezett pontpárok általános szűrője (a felhasználó által – az *Elérhető potenciál*ról szóló fejezetben közölt módon – meghatározott feltételek alapján).

Lehetősége van a felhasználónak a vízerőmű kapcsán egyes durva megkötéseket vizsgálnia – kisebb számú lehetséges projektre vonatkoztatva, ezáltal csökkentve a számolási időt. Ilyen megkötés lehet:

- felvívcsatorna legnagyobb hossza;
- legnagyobb magasságkülönbség;
- átlagos éves vízhozam minimuma;
- az egyes erőművekbe beépítendő turbinák legnagyobb száma;
- földrajzi megkötések (a felső üzemcsatorna legkisebb lejtése, távolságok, minimális-maximális magasság stb.)

A fenti megkötések alapján a rendszer meghatározza az összes lehetséges projektet, melyre a kisléptékű vízerőmű analízisének algoritmusai – az alábbiakban közölt módon – lefuttathatók.

KISLÉPTÉKŰ VÍZERŐMŰ ANALÍZISÉNEK ALGORITMUSA

A kisléptékű vízerőmű analízisének algoritmusa a lehetséges projekteket a két kiemelt csomópontjuk (vízvétel és gépház helye) alapján vizsgálja. Felhasználandó adat:

- vízvételi hely – vízturbina helye;
- földrajzi adatok;
- az éves vízhozam gyakorisági görbe a vízvétel pontján;
- osztályozási követelmények.

A követett eljárás becslést készít az osztályozási követelményeknek megfelelő vízerőművekbe beépítendő turbinák névleges vízhozamára, minden csomópont-pár esetén. Az optimális névleges vízhozam kiszámítható a vízhozam referenciaértékéből (Q_{ref}) kiinduló folyamatos kísérletekkel. A rendszer minden vízhozam értékhez külön algoritmust futtat az erőmű méretének, várta éves energiatermelésének, költségének és pénzügyi mutatóinak (energiatermelés költsége, IRR stb.) meghatározásához.

6.6. Megvalósíthatósági tanulmány készítése

6.6.1. Bevezető

SZAKSZERŰ SEGÍTSÉG ALKALMAZÁSA

Minden befektetőnek független, szakmai tanácsadást követően érdemes jelentős összegeket fordítania egy kisléptékű vízerőmű tervezésébe és kivitelezésébe. A szakemberek részvételének mértéke az előzetes helyszínbemjárástól kezdve, a megvalósíthatósági tanulmány megírásán át a teljes, kulcsrakész – minden vonatkozást kézben tartó – szolgáltatásig terjedhet. Emellett számos cég ad bérbe, fejleszt és üzemeltet ilyen létesítményeket gazdasági tevékenységként, ezek tudásának és tőkéjének bevonása is lehetséges.

ELŐZETES HELYSZÍNÉRTÉKELÉS

Egy tapasztalt szakember feladata egy előzetes helyszíntérképezés során a további mérlegelési lehetőségek megítélése, a helyszínbemjárás és a projekt többi résztvevőjével történő egyeztetés alapján. Az ilyen fajta előzetes vizsgálatok jellemzően nem igényelnek több, mint két vagy háromnapnyi munkát. A projekt kezdeti szakaszában egy kisebb beruházás és odafigyelés jelentős potenciális nehézségektől mentesítheti a beruházót a projekt későbbi szakaszában.

Egy előzetes helyszíntérképezésnél a fő kérdések a következők:

- alkalmas vízesés vagy terelő tereptárgy felkutatása erőműtelep számára;
- állandó vízhozam meghatározása egy hasznosítható esés mellett;
- a víz lehetséges alkalmazhatósága, a turbina számára való elterelésének elfogadhatósága;
- kivitelezés körülményeinek megteremthetősége;
- közeli igény villamos áramra, vagy a hálózatra való csatlakozás lehetősége ésszerű költségek mentén;
- a területre gyakorolt társadalmi és környezeti hatás;
- földtulajdoni viszonyok, birtoklás vagy bérlet lehetősége ésszerű költségek mentén;
- az éves energiatermelés első becslése.

Az adatok csak $\pm 25\%$ pontosságúak, jóllehet ez alapján már eldönthető a további vizsgálódás szükségessége.

6.6.2. Megvalósíthatóság

A megvalósíthatósági tanulmány pontos adatok alapján határozza meg a költségeket. Alapos elkészítésével a kezdeti ötlettől a végső tervig meghatározhatók a szükséges munkák, pénzügyi feltételek és jogi köteleességek; ezért célszerű minden esetben egy szakember bevonása a megvalósíthatósági tanulmány és a részletes tervezői munka levezényléséhez. Egy teljes, független szakértők által készített megvalósíthatósági tanulmány részletezettsége és a hely adottságainak függvényében jellemzően 6-12 ezer euróba kerül

Az alábbi tevékenységek tartoznak a megvalósíthatósági tanulmányba:

1. **Hidrológiai vizsgálat.** E vizsgálat eredménye jellemzően az éves vízhozam gyakoriságfüggvény, mely csapadékmennyiség és a vízhozam hosszú távú méréseiből indul ki, a vízgyűjtőterület geológiai adottságainak – így a talajtípusokból – ismeretében. A hosszas vizsgálódást rövidtávú vízhozam mérések helyettesíthetik. A tanulmány ki kell térjen a folyóban meghagyandó megmaradó vízhozam.

2. **Rendszertervezés.** E szakasz tartalmazza az egész projektet felölelő tervlapokat, benne az építéshely helyszínrajzával. A munkarész legfontosabb, részletesen ábrázolandó elemei:

- Mélyépítési munkák (vízvétel és terelőgát, felső üzemcsatorna, gépház, alsó üzemcsatorna, terület megközelíthetősége, kivitelezés részletei);
- Az áramtermelés eszközeinek műszaki tervdokumentációja (turbina, hajtóműszekrény, generátor, vezérlés);
- Hálózati kapcsolat.

3. **A rendszer költségei.** Egy tiszta felépítést követő tanulmányban a főösszesítő táblázat mellett részletesen bemutatandók az alábbi költségek

- Mélyépítési költségek;
- Az áramtermelő berendezés költségei;
- Hálózati csatlakozás költségei;
- Tervezési díjak és projektköltségek.

4. **Becsült éves áramtermelés és éves bevételek.** E fejezet a forrásadatok (vízhozam, hidraulikus veszteségek, nettó esés, turbinahatékonyság, számítási eljárások) összegzését és a létesítmény teljesítményének összegzését – maximális energiatermelési potenciál éves szinten (teljesítmény, kW), éves összteljesítmény (kWh/év), éves bevételek (€/év)– tartalmazza. Egy tiszta rendszerű tanulmányban a főösszesítő táblázat mellett részletesen bemutatandók az alábbi költségek.

További feladat a tervezett létesítmény **környezeti hatásainak értékelése**, mely képezheti a tanulmány részét, de gyakran független fejezetként van kezelve.

6.7. Javaslatok elsősorban törpevízierőművekre

Javaslat a vízi energia potenciál hasznosítására elsősorban törpevízierőművekre

Ez a kvalitatív lista azt illusztrálja, hogy a kisléptékű vízierőművek hazai telepítésében hol, milyen nagyságrendű, milyen technológiájú megoldásnak van műszaki realitása. Az anyagok egy része becslésből származik.

A lista nem teljes körű sem a vízfolyások, sem pedig az azokon mutatkozó lehetőségek tekintetében. Alapvetően azt mutatja, hogy számos lehetőség van a jelenlegi helyzethez képesti továbblépést illetően.

Az adatok nagyságrendileg megfelelőek és aktuálisak. Nem tartalmazzák a vállalkozók által gondozott, de kevésbé publikált ötleteket, javaslatokat.

A vízhozam adatok tájékoztató jellegűek, nem veszik figyelembe a vízjárást. Az adatok az Országos Vízügyi Informatikai Szolgálat honlapjáról, vagy Wikipédiából vagy becslésből származnak.

Szinte egyik létesítmény sem igényel a duzzasztón kívül jelentős felvízi gátépítést, de mindegyik megoldás esetén a medertisztítás és partmegerősítés szükséges.

Vízfolyás	Javaslat. Tájékoztató vízhozam
Dráva	Kis úszó erőművek telepítése lehetséges
Mura	Kis úszó erőművek telepítése lehetséges
Szamos	Nagy vízhozam, kis esés, szabályozott meder – nem preferált
Bodrog	Nagy vízhozam, kis esés, részben szabályozott meder, nagyon lassú folyás, Tiszalök visszaduzzasztja – nem preferált
Körösök	Békésszentandrásnál folyik a duzzasztó turbinával való kiegészítése – nem preferált
Hortobágy	A Körösbe való beömlésnél már foglalkoztak turbina beépítés gondolatával – nem preferált
Sió	Felső szakaszon időszakos a Balatonból való vízleeresztés, lentebb kicsi az esés. A Siótorkoltnál már beépítettek egy 40 kW-os turbinát – nem preferált
Hernád	3 db relatívan nagyobb erőmű van itt telepítve, változó vízhozam – nem preferált
Sebes-Körös	Kis esés – nem preferált
Bódva	Fejlesztésre javasolt

Túr	Kis esés – nem preferált
Zala	Fejlesztésre javasolt
Lajta	Egy kiserőmű üzemel – fejlesztésre javasolt
Pinka	Számos törpe erőmű üzemel itt – nem preferált
Rábca	Egy kiserőmű üzemel – fejlesztésre javasolt
Répcse	Számos malom volt erre, ma is van kiserőmű, fejlesztésre javasolt
Berettyó	Kis esés – nem preferált
Kapos	Kis esés – talán fejleszthető
Kraszna	Kis esés – nem preferált
Tarna	Fejlesztésre javasolt
Kerka	Fejlesztésre javasolt
Által-ér	Fejlesztésre javasolt
Ronyva	Fejlesztésre javasolt
Galga	Kis esés – nem preferált

Fejlesztési javaslatok

Víz-folyás	Régió	Javasolt telepítési helység, környék	A vízfolyás jellege	Átlagos tájékoztató vízhozam [m ³ /s]	Javasolt duzzasztás [m]	Lehet-séges létesít-mények száma kb. [db]	Telje-sítmény-adat [kW]	Számí-tott teljesít-mény, 50% hatás-fokkal számít-va [kW]	Éves megter-melhető energia, 60% kihaszná-lási óraszám-mal [MWh]	Javasolt technológia
Zagyva	Észak-Magyar-ország	Jobbágyi, Hatvan, Jászalsó-szentgyörgy	Az alsó 60 km-en gátak között, szabályozottan fogyik, régen mintegy féltucat vízimalommal, az alsó szakasz kis eséssel	9,5	1,5	3		71,25	1123,47	Szerelt keresztgát
Torna patak	Bakony	Somlójenő alatt	Ajka alatt 30 km-en gátak között, szabályozottan. Régen a teljes patakon 25-nél több malom állt.	1,0	1,2	5		6	157,68	Szerelt keresztgát
Ipoly	Észak-Magyar-ország	Ipolytarnóc alatt	Részben szabályozott, részben természetesen meanderező folyó, jelentős része határfolyó. Több szlovák terv is van, egy jelentősebb duzzasztás van Ipolytölgyes/Kiskeszinéi	6,0	2,0	3		60	946,08	Beton duzzasztómű, Kaplan csőturбина
Eger patak	Észak-Magyar-ország	Nagytálya, Szentkeresz-ti malom helye	Régen számos nagy malom volt itt, ma inkább csak az alsó 20 km-en van nagyobb vízhozam, itt viszont kisebb az	0,3	2,0	3		3	47,304	Szerelt keresztgát

			esés							
Kácsi patak	Bükk	Kács és Mezőnyárád között	Legalább 8 malomhely, kis vízhozam	0,1	3,0	5		1,5	39,42	Mini erőmű, kis üzemvízcsatornával
Sajó	Észak-Magyarország	Dubicsány, Szirmabesenyő	Nagy vízhozam, részben kiépített duzzasztások. Dubicsányra már tervek is készültek.	10,0	2,0	3		100	1576,8	Szerelt kersztgát
Bársonyos	Észak-Magyarország	Hernádvécs	Törperőmű, leállítva, újra indítandó, a felette lévő mintegy 4 km csatorna kotrandó	3,0	1,8	1	52	27	141,912	Meglévő függ. tengelyű Francis turbina
Bársonyos	Észak-Magyarország	Felsőméra	Törperőmű, leállítva, újra indítandó, a felette lévő mintegy 4 km csatorna kotrandó	3,0	1,2	1	33	18	94,608	Meglévő függ. tengelyű Francis turbina
Bársonyos	Észak-Magyarország	Alsóméra	Törperőmű, leállítva, újra indítandó, a felette lévő mintegy 4 km csatorna kotrandó	3,0	1,5	1	39	22,5	118,26	Meglévő függ. tengelyű Francis turbina
Bársonyos	Észak-Magyarország	Encs/Hernádszent-andrás	Törperőmű, leállítva, újra indítandó, a felette lévő mintegy 4 km csatorna kotrandó	3,0	1,8	1	44	27	141,912	Meglévő függ. tengelyű Francis turbina
Bársonyos	Észak-Magyar-	Halmaj	Törperőmű, leállítva, újra indítandó, a felette lévő	3,0	1,5	1	40	22,5	118,26	Meglévő függ. tengelyű

nyos	ország		mintegy 4 km csatorna kotrandó							Francis turbina
Ronyva	Zemplén	Széphalom környéke	Határfolyó	0,7	2,0	1		7,4	38,8944	Szerelt keresztgát
Ronyva	Zemplén	Sátoralja- újhely	Határfolyó	0,7	2,0	1		7,4	38,8944	Szerelt keresztgát
Mura	Dél-Zala	Mura- szemenye – Őrtilos között	A közelben Szlovéniában Verzejnél ma is üzemel Sagabien rendszerű kerékkel egy malom.	Felszíni sebesség néhol 8 km/h	5 m széles- ségben	5		10	262,8	Úszó felszíni kikötött Sagebien rendszerű vízkerék
Dráva	Dél- Somogy	Őrtilos – Barcs között, pl. Vízvár	A horvát oldalon nagy vízerőmű építési tervek (Novovirje)	Felszíni sebesség néhol 6 km/h	5 m széles- ségben	5		10	262,8	Úszó felszíni kikötött Sagebien rendszerű vízkerék
Kerka	Zala- Őrség	Bajánsenye környéke	Régen itt több függ. teng. Francis turbinás malom működött.	0,3	1,2	3		1,8	28,3824	Szerelt keresztgát
Általér	Tata	Tata, Öreg tó, Vecserei Zsilip	Az Öreg tó alatt kiserőműre konkrét tervek készültek	0,35	2,5	1		4,375	22,995	Átfolyó rendszerű turbina 8,6 kW
Általér	Tata	Tata, Berta malom	Az Öreg tó alatt sorra áltak a malmok	0,35	1,2	3		2,1	33,1128	Szerelt keresztgát

		környékén								
Gyöngyös patak	Szombat-hely környéke	Szombathely, Kovács malom	Számos „nyugati törpe” vízierőmű helyezkedik el itt. Ezek zömmel osztrák kézben vannak. Régi törpeerőművek némelyike még nincs újra üzembevéve.	1,2	1,2	1		7,2	37,8432	Régi függ. teng. Francis turbina megvan
Gyöngyös patak	Szombat-hely környéke	Bogát	Régi törpe erőmű romokban	1,6	1,8	1		14,4	75,6864	függ. teng. Francis turbina
Gyöngyös patak	Szombat-hely környéke	Lipárt	Régi törpe erőmű romokban	1,6	1,55	1		12,4	65,1744	függ. teng. Francis turbina
Gyöngyös patak	Szombat-hely környéke	Vasszécseny	Régi törpe erőmű romokban	1,6	3	1		24	126,144	függ. teng. Francis turbina
Pinka	Szombat-hely környéke	Vaskeresztes	Számos „nyugati törpe” vízierőmű helyezkedik el itt. Ezek zömmel osztrák kézben vannak. Régi törpeerőművek némelyike még nincs újra üzembevéve. Újraindítandó.	2,1	2,1	1	40	22,05	115,8948	függ. teng. Francis turbina
Rába	Körmen		Számos nyugati kis vízierőmű	27	2	1		270	1419,12	Nagy

	d környék e		helyezkedik el itt. Nagy keresztgát építése nélkül új erőmű nehezen elképzelhető.							keresztgát
Kis-Rába	Rába-mellék	Kapuvár*	Felújított kiserőmű	2,7	2,5	1	50	33,75	177,39	Nyugati törpe
Kis-Rába	Rába-mellék	Beled-Mihályi térsége	Régi malomhelyek, zúgók, pl. Józsefmajornál. Mihályinál egy vállalkozó néhány éve vízjogot vett.	2,7	1,2	3		16,2	255,4416	Szerelt keresztgát
Répcse	Rába-mellék	Damonya*	Itt törpeerőmű üzemel	1,5	1,8	1	25	13,5	70,956	Francis turbina (?)
Répcse	Rába-mellék	Damonya	Erhardt malomnál törpeerőmű üzemelt, újraindítandó	1,5	1,2	1		9	47,304	Francis turbina (?)
Répcse	Rába-mellék	Darmonya - Répcelak között	Itt még 3 romos kiépített malomhely van	1,5	1,5	3		11,25	177,39	Szerelt keresztgát
Malomági Lajta	Moson	Márialiget-Hegyes-malom*	Moson	2,4	6	1	100	72	378,432	Függ. Francis turbina
Malomági Lajta	Moson	Mosonmagyaróvár	A szabályozott Lajta nagy vízhozammal átfolyik a városon. Az Érseki malom, esetleg felette még egy helyen potenciális erőmű hely	3	1,2	2		18	189,216	Az érseki malomban függ. Francis turbina van/volt

	Zala		Régen 56 malom, ma 25 malomhely megvan még	4	1,2	5		24	630,72	Szerelt keresztgát
Zala	Zala	Zalaegerszeg, Andrásida	A zúgó meg van még. Kb. 1 km-t kell a felváz oldalon kitisztítani	4	1,2	1		24	126,144	Szerelt keresztgát
Zala	Zala	Zalabér	A zúgó megvan még. Kb. 1 km-t kell a felváz oldalon kitisztítani.	4	1,2	1		24	126,144	Szerelt keresztgát
Séd	Bakony	Herend, Eklézsia malom*	A malmot lakóháznak használják. Vezetékes villany nincs.	0,05	4	1		1	5,256	Felülcsapott fakerék, 40 W-oss áramfejlesztés folyamatosan, nagyon kis hatásfok
Séd	Bakony	Bánd és környéke, pl. Deszkametsző malom	A Séd patak felső folyásán kicsi a vízhozam, de nagy esésű malomhelyek vannak.	0,5	4	6		10	315,36	Kb. 200 m-es üzemvíz-csatornákkal, kis csőturbínákkal
Séd	Séd	Hajmáskér, Kremó malom	Sokáig használták villamos energiatermelésre. Leállítva, újra üzembe kellene állítani.	1,5	4,4	1	40	33	173,448	Függőleges tengelyű Francis turbina (?)
Séd	Séd	Vilonya, „börgyár”, és	A Patak szabályozott mederben folyik	1	1,2	3		6	94,608	Szerelt keresztgát

		környékén								
Séd	Séd	Vilonya, Varga malom	Komplett malom, régi berendezéssel. Új turbinával kellene kiegészíteni.	1	1,5	1		7,5	39,42	Meglévő Francis turbinát üzembe venni, vagy kis átfolyó turbinát építeni
Bódva	Észak- Magyar- ország	Komjáti, Nehoda féle malom	Régi malomhely, most a patak elkerüli Torna	7	1,5	1		52,5	275,94	Szerelt keresztgát
Bódva	Észak- Magyar- ország	Szalonna,	Romos malomhely	7	1,5	1		52,5	275,94	Szerelt keresztgát
Bódva	Észak- Magyar- ország	Szendrő	A részben szabályozott folyószakaszon nagy esés érhető el	7	1,5	1		52,5	275,94	Szerelt keresztgát
Bódva	Észak- Magyar- ország	Boldva*	Itt nemrégiben kis erőművet telepítettek	7	1,5	1	40	52,5	275,94	Csőturbina (?)
Össze- sen						87			10944	

A *-gal jelölt létesítmények üzemelnek

7. Helyzetfeltárás – Zala megye-kistérségek

Ebben a fejezetben a jelenlegi időszakban és a jelenlegi szabályozási körülményekre vonatkozó általános helyzet felmérést, feltárást mutatok be. A feltárás az energia fajtákra külön – külön történik, illetve az önkormányzatok, lakosság és a vállalkozások adottságait vettük figyelembe. Továbbá néhány gondolat erejéig megmutatjuk a milyen lehetőségek elérésére van lehetőség a megújuló energia források használatával.

7.1 Napenergia hasznosítás adottságai, helyzet

A napenergia hasznosítás terén az előzőekben már ismertetett lehetőségek adottak az ország egész területén. A Zala megyei adottságok a napenergia hasznosítás területén átlagosnak tekinthető a napsütéses órák számát nézve. A napenergia hasznosító napkollektorok tekintetében a szabályozás az ország egészét tekintve azonos, miszerint a napkollektorok tekintetében az építésük nem építési engedély köteles. Természetesen lehet olyan elhelyezési megoldás, ahol a telepítés érinthet építési engedélyezést, de ezek a megoldások valószínűen egyébként is engedély kötelesek lennének.

A napenergia felhasználás lehet elektromos energiatermelő céllal is. Az elektromos energiatermelés sem építési engedély köteles, ha az épületekre és önállóan kerül telepítésre. A telepítésük lehet sziget üzemű, amikor általában saját akkumulátor telep tartalmazza az energiát. A nem sziget üzemű esetekben a csatlakozást az energia hálózathoz az áramszolgáltatóval engedélyeztetni kell. Erre minden áramszolgáltató már felkészült és jól leírt metodika szerint kell eljárni. Az eljárás időigényes, de kitér minden lehetséges eljárásra.

A napenergia hasznosítás módjai ma már mindenki számára ismert és nem arról kell meggyőzni a lakosságot, illetve az önkormányzatokat, hogy milyen előnyökkel jár a használatuk, hanem inkább arról kell beszélni, hogy miért nem használjuk ki az adottságokat.

Települési szinten megvalósítandó napenergia hasznosítás elektromos energiatermelésre

A napenergia felhasználás előtt minden képen a várható igényeket kell felmérni. Célszerű a település teljes energia igényét jól, pontosan felmérni. Sok település ezt már megtette. A felmért adatok alapján lehet egy sorrendiséget felállapítani, illetve a forrásokhoz rendelhető ütemezést. A sorrendiséget megelőzően a jelenlegi adottságokat is fel kell mérni, melyek a hasznosíthatóságot befolyásolják, ilyen tényezők a következők:

- meglévő tető felületek nagysága
- meglévő tető felületek tájolása
- árnyékmentes szabad területek
- elektromos csatlakozási lehetőségek a szabad területeknél
- felhasználási helyektől mért távolságok

Ha az igényeket és a lehetőségeket felmértük, akkor meg kell vizsgálnunk a várható beruházási költségeket. A beruházási költségek és az elérendő célok (költség csökkenés) alapján meg tudjuk vizsgálni, hogy melyik cél a legjobban költség hatékony. Célszerűen a leg kedvezőbb beruházással kell kezdeni a megvalósítást.

Önkormányzatok számára kitűzendő célok a következők lehetnek napenergia hasznosítás területén:

- közvilágítás energia igénye
- hivatalok energia igénye
- intézmények, óvoda, iskola, öregek otthona elektromos energia, hőenergia igénye
- orvosi rendelő, védőnői rendelő, gyógyszerár energia igénye
- sportlétesítmények energia igénye, műfüves focipálya világítás, hó olvasztás igénye
- kulturális intézmények, könyvtár energia igénye
- egyéb szolgáltatások igénye
- árbevétel céljából termelt energia igény

A zalai térségben lévő átlagos település nagyságrend cca. 1000 fő, ahol van iskola és sport létesítmények az átlagos elektromos energia felhasználás iskola mérettől függően 120 000 KWh – 200 000 KWh. Az elektromos energia igényt 1200 óra napsütést figyelembe véve a településnek 800 m² – 1350 m² felületű napelem mennyiséggel lehet biztosítani. Ez a nagyság, átlagos falusi telek méretet figyelembe véve 2 -3 telek nagyságú felületet jelent.

A telepítésnél mérlegelni kell, hogy kis erőművi mértékben kerül telepítésre a napelem telep vagy a fogyasztáshoz kötődően csak a felesleg kerül eladásra.

Lakossági szinten történő napenergia hasznosítás

A lakosság a településhez képest kedvezőbb helyzetben van, mivel az energia igényét egyszerűbben fel tudja mérni. Az eddigi elektromos energia fogyasztását a szolgáltató mérőjéről le tudja olvasni illetve a számlázásból meg tudja nézni az éves fogyasztását, illetve a un. kismegszakítókat megtudja nézni és ennek megfelelően pontosan meg tudja nézni milyen energia felhasználása volt, illetve méretezni tudja, hogy milyen energia termelő rendszert tud telepíteni. Egy átlagos magyar családnak évente 3000 – 3600 kWh háztartási energia felhasználása van. Ezt az energia igényt jó tájolás mellett 18 m² napelem felülettel ki lehet elégíteni. Amennyiben a saját felhasználáson felüli energiatermelést szándékozik létesíteni, előtte érdeklődjön az átvételei tarifákról és csak az adatok birtokában a gazdasági számítások alapján döntsön a telepítés mértékéről.

A napelemek jól kipróbált megbízható rendszerek. A technológia megbízható, a beruházásban technológiai kockázat nincs, természetesen garanciát vállaló kivitelezővel kell megépíttetni a rendszert.

A településeken, természetesen, a **vállalkozások** is, akinek lehetősége adott telepíthet napelem rendszereket, melyek elektromos energiát termelnek. A telepítés feltételei azonosak az igénylők számára.

7.2. Biomassza energetikai hasznosításának adottságai, helyzete

A Zala megyei biomassza felhasználás eddig csak elméleti szinten mérhető. A gyakorlatban csak két mérhető helyen használnak a klasszikus fa tüzelésen kívül biomasszából nyert biogázt, a két megyei jogú város szennyvíz telepén a szennyvíziszapból rothasztók segítségével biogázt termelnek és a keletkezett biogázt hasznosítják a telepen belül. A Zalaegerszegi telepen a vízszolgáltató jármű parkjának egy részét működtetik biogázzal. A Nagykanizsai hulladéklerakónál működik egy depónia gáz hasznosító, de mivel a depónia már „túlkoros”, így a kinyerhető depónia gáz mértéke nem jelentős. (*Szerző megjegyzése: A depónia kiválóan alkalmas napelemek telepítésére, várható teljesítménye 1000 KW lehetne, éves energia termelése 1 000 000 kWh lehetne*)

A biomassza felhasználás a pellet és a faapríték stádiumába van jelenleg. Zala megye a nagy erdő területek miatt kedvező adottságokkal bír e területen, de a jelenen aprításra kerülő fa szinte teljes mértékben a megye területéről elszállításra, illetve eladásra kerül. Ezzel azt lehet elérni, hogy a szállítási költségekkel és a haszonnal csökkentett áron lehet csak eladni, míg a helyi pellet, illetve faapríték felhasználók a már feldolgozott újból ide szállított fát használják, melyet magasabb áron szereznek be.

A kisfelhasználók a mennyiségi lépték miatt nem tudnak kedvező hatásfokú fűtést elérni, a települési fűtő blokkok hatásfoka kedvezőbb lenne.

A mezőgazdasági energia növények termelése csak kisméretű próbálkozásokban jelentkeztek eddig. A felhasználásukat előre mozdító biogáz telepek nem épültek még. A biogáz üzemek gazdaságossága jelenleg csak akkor rentábilis, ha állattenyésztésből származó hulladékok felhasználásával kombinálható.

7.3. Vízenergia felhasználásának adottságai, helyzete

A magyarországi vízenergia felhasználás helyzete részben az előzőekben ismertetésre került. A fő probléma talán nem is adottságokhoz fűződik, hanem a köztudathoz. A köztudatba a méregzöldek és a hozzá nem értő, de mindennel ellenkező zöldek olyan mértékű kárt okoztak a rendszer váltás környékén, melyet az egyébként környezetre érzékeny vizes szakma nem tudott kiheverni. A vizes szakma jelenleg a létéért küzd és a helyzet érzékelésére jellemző, hogy az egyébként régebben önálló minisztériummal rendelkező vizes ágazat, melyet később a környezetvédők vettek át, mára már csak a katasztrófa védelem egyik szervezete és a nevéből is adódóan csak a katasztrófa helyzetekre épül. Természetesen bízni kell abba, hogy ez nem így lesz, hiszen a víz fontosságát már lassan a környezetvédelem is felismeri és a fenntarthatóság alapelvének gondolják. Mivel a hozzá nem értő zöldek is folyamatosan fejlődnek és a vízgazdálkodást folytatók is megértik a zöldek elveit, várhatóan kialakul a fenntartható fejlődés e területen is.

A magyarországi vízerő hasznosítás állapotára jelentősen rányomja a bélyegét az előzőekben leírt kis előzetes történelem. (szerző megjegyzése: A zöldek előbb utóbb belátják, hogy Magyarországnak meg kell építenie a nagy folyóin a vízlépcsőket.) A hazai vízlépcső építési helyeket már bemutattuk. A környező országokhoz képest nincs túl sok lehetőségünk. A környező országok, például Ausztria már építettek nálunk vízerőműveket, míg mi a saját területünkön nem merünk építeni, illetve a saját lehetőségeinket eladjuk.

A Zala megyei lehetőségek az országos átlaghoz képest nem rosszak. A megye egy nagyobb folyóval és kettő kisebb folyóval rendelkezik a vízerő hasznosítás területén. A Mura a nagyobb folyónk, mely egyben határfolyó, mely a klaszikus vízlépcső építését nehezítené, így csak kis vízenergia hasznosításra célszerű bevonni. A folyó sebessége 1,2- 2,4 m/s közötti, vízállástól függően, ezért kiválóan alkalmas úszó kis erőművek létesítésére.

A vízenergia hasznosításra használható két kisebb folyó a Kerka, illetve a Zala. Természetesen számos kis patak van melynek az adottságai energiatermelésre kedvezőek, de jelentős folyamatos energiatermelés nem érhető el rajtuk. Itt jegyezném meg, hogy a vízfolyások energia képessége mindig adott, ha nem használjuk ki, akkor azt elveszített energia a számunkra. A felhasználáskor törekedni kell a környezet legkisebb kártételére.

A Zala megyei kis vízfolyások (Zala, Kerka) szabályozása az 50-70 években megtörtént. A szabályozás olyan „jól” sikerült, hogy a mai ismereteink és elvárásaink szerint túl gyors a lefolyás és a medrek mélyülése folyamatos, vízfolyások mentén jellemző élővilág megszűnőben, illetve a folyó menti területek eredeti funkcióikra kevésbé használhatóak. Az elkészült számos tanulmány szumázata, hogy praktikus lenne a kisfolyók revitalizálását elkezdeni, illetve megvalósítani a mai ismereteink szerint. A revitalizálás kapcsán célszerű az egyébként márt a beavatkozás előtti állapotokhoz hasonló energiahasznosítást is visszaállítani, gondolok itt a régi vízimalmok energia hasznosítására.

Jelenleg nincs a megyében vízenergia hasznosítás. csak turisztikai jelleggel állítottak helyre egy két malmot, de az egyik nem kap vizet a Kerka medersüllyedése miatt, a másik egy kis patakra került, és inkább presztízs beruházásnak készült. A

esetlegesen készülő energia termelő kis beruházások megkezdése előtt a környezeti hatásokat kellő körültekintéssel kell elvégezni.

8. Javaslatok

A következőekben a Zala megyei – elsősorban a két érintett kistérség - települések számára javasolt technológiákat és a rövid és középtávú és hosszú távú teendőiket foglalom össze. A technológiai javaslatok nem jelentik azt, hogy a technológiák kizárólagosak, természetesen a mikro körülmények és technológiai fejlődés hozhat kedvezőbb lehetőségeket a megújuló energiahasznosításokra. A javasolt technológiák kipróbáltak, technikai kockázatot már nem hordoznak, csak a telepítés helye és módja jelenhet kockázatot. Ezért javasoljuk, hogy minden esetben szakemberek segítségét kérjük a tervezés és megvalósítás esetén. A létesítmények és a berendezések nagy valószínűséggel részben pályázati forrásokból valósulnak meg, melyek a szakszerű tervezési és kivitelezési költséget is fedezi.

8.1 Javaslat napenergia hasznosításra (naperőművek)

A naperőművek telepítésére, illetve megvalósítására általános alapelveket ismertetjük.

A telepítés előtt el kell döntenünk, hogy sziget üzem módú rendszert, vagy kacsolt hálózatot akarunk létesíteni, mely esetében az áramszolgáltató engedélyét is meg kell szerezni. Javasoljuk az áramszolgáltató hálózatához kapcsolt rendszerek kiépítését, így lehetőségünk van a többlet energia eladására, illetve más helyszínen lévő fogyasztási hely elektromos energia ellátását is biztosítani.

Miután tudjuk, hogy mennyi elektromos energiát akarunk termelni és engedélyünk is van az áramszolgáltatótól, már a helyszínt is tudjuk. A tervező megnézte és felmérte a helyszínt nyilván elmondta milyen szempontokat célszerű figyelembe venni, melyek a következők lehetnek:

- terület nagysága
- napelem elhelyező terület árnyékoltsága
- milyen dőlésszögben célszerű elhelyezni a napelemeket
- milyen hálózati csatlakozási kialakítást legyen kiépítve
- milyen elhelyezési mód célszerű, tetőn talajra épített tartók.

A Zala megyei települések lakos szám átlagát tekintve cca. 1000 fő, ahol van iskola és sportlétesítmények az átlagos elektromos energiafelhasználás iskola mérettől függően 120 000 KWh – 200 000 KWh évente. Az elektromos energia igényt 1200 óra napsütést figyelembe véve **a településnek 800 m² – 1350 m² felületű napelem** mennyiséggel lehet biztosítani. Ezt az energia igényt több módon lehet megtermelni egy településen belül is. A település intézményeinek tető felületét kihasználva épületenkénti rendszerek kiépítésével, vagy az összes energia igény egy helyen történő megtermelésével. Nyilván előzetes számítások alapján célszerű döntést hozni, melyben a gazdaságossági számítás lesz a döntő.

A településeken az intézmények melegvíz igénye illetve a fűtés rásegítés igényére napkollektorok telepítése célszerű. **A Zala megyei adottságok mellett a fűtésrásegítés esetén a teljes fűtési energia igény 30- 40 %- át lehet a napkollektorokkal kiváltani.** Természetesen a meglévő fűtési rendszerhez való

csatlakozást ki kell építeni. A napkollektorok jobb kihasználását a melegvíz tároló puffer tartályok telepítésével javítani tudjuk. A tervezés fázisában a tervezőket arra kell ösztönözni, hogy a kollektorok minél nagyobb mértékű kihasználására törekedjenek.

Amennyiben a megújuló elektromos energiatermelést és a napkollektoros hőenergia hasznosítás kiépítjük és további megújuló energiahasznosítást akarunk elérni a függetlenségünk érdekében, ha van szabad elektromos energiánk **célszerű hőszivattyúk alkalmazásával talajhő felhasználást bevonni a fűtési rendszerekbe, melyekkel már a folyamatos fűtést is tudjuk biztosítani.**

A településeken a napenergia hasznosításra kivétel nélkül a természeti adottságok megvannak. A technológia kiforrott, kockázatmentes. A megvalósítást a településekre kell szabni és az elképzeléseknek, terveknek megfelelően kell megvalósítani.

A településeken javasoljuk, hogy elsőként mérjék meg a meglévő középületek déli tájolású tető felületeinek nagyságát, hogy látható legyen a hasznosítható felület, melyből, kiszámolható az ott megtermelt energia mennyisége.

8.2. Biomassza energetikai felhasználásra javaslat (biogáz és faapríték)

A településeken a biomassza felhasználás a naperőművek telepítésétől bonyolultabb feladat. A települések többségén az alapanyag adott. A biomassza, illetve biogáz erőművek telepítése, fokozattan előre tervezetten valósítható meg, továbbá **hosszabb távra való tervezést igényel. Meg kell jegyezni, hogy egész éves felügyeletet, illetve folyamatos munkaerőt igényel. A minimum létszám 1 fő, melynek az év minden napján készenlétben kell lenni. Továbbá az alapanyag ellátás folyamatosan biztosítani kell.**

Az előzőekből látható, hogy a biogáz üzemek létesítése, előre tekintő, folyamatos munkát igénylő feladat. A biogáz üzemek különböző méretben építhetők, a kérdés a megtérülési idő.

A biogáz üzem lehet egészen kis teljesítményű, azaz 50 kW. Ezek a kis telepek elsősorban 10 ezer lakos egyenértékű szennyvíztisztító telepen létesülnek. A nagyobb biogáz üzemek 2-5 MW nagyságúak, melyek elsősorban mezőgazdasági telepek és állati feldolgozók közös telepei. A települési önkormányzatoknak akkor érdemes ebbe a a megújuló energia termelési formába gondolkodni, ha minimum 150 ha növénytermesztésre alkalmas földterületük van, vagy legalább ekkora terület hosszú távú bérlete felett rendelkeznek. A településeknek inkább jelentős feladatuk lehet abban, hogy a területükön lévő gazdálkodóknak lehetőséget teremtenek a biogáz üzemek létesítésében, így a rendezési tervekben lehetőséget biztosítanak az üzemek létesítésében, illetve ha keletkezik saját biomasszájuk, amit hosszú távú szerződésben át tudnak adni hasznosításra, úgy ezt rendelkezésre bocsájtják a vállalkozónak. A másik lehetőség, hogy a települések a keletkezett biogázt hasznosítják. Akár saját központi fűtési rendszereik földgáz kiváltására, illetve saját gépjármű parkjaik üzemeltetésére és ezzel stabilabbá tehetik a biogáz üzemek működését. A biogáz üzemek legalábbis nagyobb méretekben felesleges hulladék hővel üzemelnek, ennek felhasználása is lehetséges a települési központi fűtés rendszerében.

Települési önkormányzatok esetében a biogáz erőmű létesítés csak abban az esetben lehet kedvező, ha napi 20 - 30 tonna biomassza mennyiséget tudnak előállítani, mely éves mennyiségben 7300 – 10950 tonna mennyiséget jelent. A telepítés lehetőleg a településtől 300 m-re legyen elsősorban a zajszennyezés miatt. A szaghatás akkor lehet kritikus, ha sértés, illetve más trágát is használ nyersanyagként a biogáz üzem.

Önkormányzatok részére saját üzemeltetésben nem javaslom a biogáz üzemek üzemeltetését, inkább csak alapanyag eladó, illetve energia vásárlóként tartom elfogadható megoldásnak.

A biomassza felhasználás más lehetőségét, elsősorban a faapríték felhasználást viszont megbízhatóbb és jobban kezelhető megoldásnak javaslom. A faapríték felhasználást is lehetőség szerint nagyobb felhasználás esetén célszerű megvalósítani és csak teljesen automatizált rendszert szabad telepíteni, mely csak maximum felügyeletet, illetve ellenőrzést igényel. A rendszernek része kell legyen a fűtési szezonhoz szükséges faapríték tárolására alkalmas tároló helyiség, melynek tető felületére akár napkollektorokat, akár napelemeket lehet erősíteni, és a kazánokban keletkezett hőenergia felhasználáshoz szükséges távfűtő vezeték is ki

kell építeni, továbbá az elszámoláshoz és a szabályozáshoz szükséges hőmennyiség mérést is a rendszerbe kell integrálni. Ha a településen, illetve a település vonzáskörzetében keletkező faapríték termelők nem rendelkeznek a faapríték készítő géppel, ezzel is számolni kell, melyet bérelhetnek. Az alapanyag beszállítókkal célszerű hosszabb távú szerződést kötni, így a számukra is kiszámítható lesz a bevétel és biztosított lesz az alapanyag. A keletkező hő hasznosítása is ki kell a díj tarifát alakítani, mely megteremti a lehetőségét a gazdaságos működésnek. Itt kell megemlíteni, hogy a cél a helyben megtermelődött fa „hulladék” helybeni felhasználása a termelők számára jó áron és a felhasználók számára is kedvező áron.

Az előzőekben ismertetett faapríték felhasználó rendszer üzemeltetése, működtetése a termelőtől a felhasználóig, nem önkormányzati alapfeladat, tehát nem várható el a hivataltól, hogy ezt működtesse. Zala megyében számos erdőbirtokosság van, illetve magán erdők ahol kis koordinációval a jelenleg jobbára veszendőbe menő fahulladék helyi felhasználása megtörténhetne és erdő tulajdonosok számára bevételt eredményezne, a településen munkahelyet teremtené. Az állami erdészet lehetőségeivel ebben a megoldásban nem számoltunk, mivel a kis tulajdonosoknak nem tud jó partnere lenni a mérete miatt. továbbá az erdészetek részben alapanyagként már értékesítik az alapanyagot elsősorban külföldre.

Azon települések, akik megcélazzák a teljes energia függetlenséget, illetve lehet ezt a fenntartható településnek is nevezni, létrehozhatnak saját nonprofit energiatermelő vállalkozásokat, mely vállalkozások a település és a településen jelentkező egyéb energia igényt ki tudják elégíteni. Az elektromos energia igény mellett a fűtési energiát, melegvíz igényt, biogáz igényt lehet közös együttműködéssel biztosítani, melyek kedvező költségek mellett a helyi gazdaság fejlődését is elősegíthetik.

Biomassza üzem létesítésére javasolt települések:

Biogáz üzem létesítésére:

- Zalaegerszeg térsége 800 kW teljesítmény
- Nagykanizsa térsége 2 MW teljesítmény
- Letenye (mezőgazdasági termelésből keletkező anyagokra) 1 MW teljesítmény
- Felsőrajk térsége (mezőgazdasági termelésből lévő anyagokra) 1 MW teljesítmény
- Pakod térsége (mezőgazdasági termelésből keletkező anyagokra) 1 MW teljesítmény
- Zalaszentgrót (mezőgazdasági termelésből keletkező anyagokra) 1,5 MW teljesítmény

Faapríték felhasználására kis települési hőközpontok:

- Lovászi (500 lakás fűtésére)
- Kiscsehi, minta projektnek is kiváló a település elrendezése miatt (120 lakás fűtésére)
- Bázakerettye (300 lakás fűtésére)
- Dötk (30 lakás fűtésére, akár mintaprojektnek is)
- Szécsisziget (150 lakás fűtésére)
- Tormafölde (150 lakás fűtésére)
- Valkonya (mintaprojektnek, 50 lakás fűtésére)
- Letenye, kombinálni a meglévő geotermikus energia felhasználásával.

A faapríték felhasználására olyan települések ideálisak, ahol a település szerkezete a távfűtés kiépítésre szolgáló vezetékek kis hossza és egyszerűsége (egy utca) adott, továbbá az alapanyag is helyben termelődik. Alapanyag termelés számos zalai településen megtermelődik, de a fűtési rendszer kiépítése kedvezőtlené teszi a beruházást. Jelen esetben olyan településeket javaslok, melyeknél a távfűtésbe a teljes települést be lehet vonni. Lovásziban a település lakótelepi részének távfűtéséről kell csak gondoskodni.

8.3. Vízenergia hasznosítására javaslat (törpe vízierőművek)

A vízerő hasznosítási javaslatot Dr. Juhász József professzornak egy rövid kis esettanulmányának részleteivel kezdem a javaslatokat, illetve, hogy érzékeltessem a kialakult állapotokat. Az anyagból csak részletek kerültek átvételre.

„Az új Széchenyi terv tehát 25 év mocskolódása után – ha óvatosan is- újra szalonképessé teszi a folyócsatornázás gondolatát és ezzel végre lehetővé teszi a hazai folyók ésszerű hasznosítását elsősorban hazánk, de minden érintett állam hasznára. A folyócsatornázás a hajózás lehetővé tétele mellett a mezőgazdasági vízhasznosításnak, az árvízvédelemnek, az üdülésnek, és a vízenergia termelésnek egyaránt lehetővé tevője. A táj értékét az ember szempontjából jelentősen növeli, a természeti környezetet káros megváltoztatása nélkül., a fenntartható fejlődés megtartásával.”

„Az utóbbi évtizedekben Magyarországon, mintha a megújuló energiák közül kiesett volna a látómezőnkől a vízenergia. Pedig a meglévő vízierőművek termelnek az atomerőmű után a legolcsóbban elektromos energiát. A vízerő-hasznosítás az egyik legjobban elmaradt vízhasznosítási ágazat hazánkban.”

„A termelés közben semmi káros anyag nem képződik, és ameddig van víz, van energiatermelés. A vízenergia tehát teljesen tiszta üzemű megújuló energia. Európa közép-keleti régiójában a CO₂ kibocsátással járó energiatermeléssel szemben a nukleáris energia mellett jelentős szerepe lehet a vízenergiának az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséről szóló EU-s direktíva teljesítésében.”

„Ma hazánkban a hasznosítható vízerőkészletet 1060 MW-ra becsülik, amely átlagos évben 4500 Gwh energiatermelésnek felel meg, melyből a Duna 72%, a Tisza 10%, a Dráva 9%, a Rába és Hernád 5%, az egyéb vízfolyás pedig 4% -ot képvisel

A régióban a hatékony műszaki-üzleti tervezés és kedvező szabályozási feltételek mellett új és korszerű vízenergia termelő létesítményekkel éves szinten a 2007. évi vízenergia termelésnek akár a háromszorosa is elérhető volna.

„A CEEHPO tanulmány készítői szerint az energiapolitikának a vízenergia hasznosításon belül hazánkban is foglalkozni kellene az áramtermelés mellett a szabályozói kapacitás kiépítésével is (pl. szivattyús energiátározó).

A vízenergia hasznosítása az egész világon évezredekre nyúlik vissza. A vízimalmok különböző változatait Magyarországon is évszázadok óta használjuk. Hazánkban a vízenergia felhasználás a XVIII. század végéig az egyik alapvető energiatermelési mód volt, elsősorban a malomiparban. Az 1885. évi statisztika szerint, Magyarország területén 22647 vízikerék és 99 turbina üzemelt, 56 MW teljesítménnyel. Kis-Magyarországon a múlt században néhány malmot törpe erőművé alakítottak át, amelyek csak elektromos energiát termeltek és részben ma is termelnek, összesen 617 kW beépített teljesítménnyel, évente 2,549 millió kW óra energiatermeléssel.

A magyar vízfolyások esése viszonylag kicsi. Ezért – ha nem akarunk több kilométeres üzemvíz csatornákat építeni - mint például a Rhone esetében, a vízfolyásokba épített vízierőművek „kis esésűek”, általában duzzasztással előállított néhány méter vízszintkülönbséget hasznosítanak. Ez alól kivétel a hazánk számára energiát át nem adó üzemvíz csatornás Bősi vízerőmű, amely 21 méter vízszintkülönbséget hasznosítva már a közepes esésű művek közé tartozik.

A kis vízszintkülönbség miatt, még nagy vízhozam hasznosítása esetén is, teljesítmény alapján, csak kétféle erőműünk van, a kisvízerőmű (teljesítménye nagyobb 100 kW-nál) és a törpe erőmű, 100 kW-nál kisebb teljesítménnyel. A hazai erőműveknél a vízszint-különbséget a vízfolyásba épített

duzzasztóművel biztosítják. A vízfolyások duzzasztása hazánkban mindég többcélú. Az energiatermelésen túl segíti a folyószabályozást, a duzzasztóművön híd vezethet át, a megemelt vízszint szolgálhat gravitációs öntözésre és biztosítja a hajóutat és segíti a víziüdülést (Tiszalök, Kisköre), valamint szolgálhatja a parti szűrészű vízkészletek növelését is (Duna-menti partiszűrészű vízművek)”

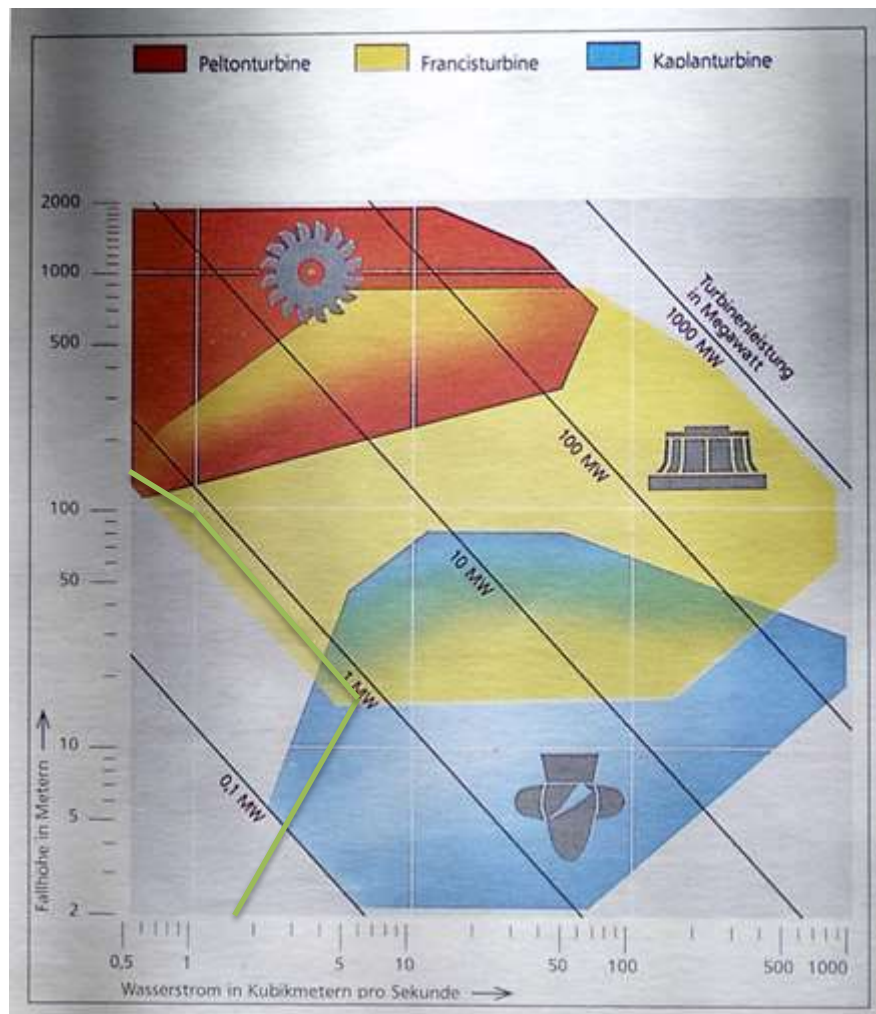
A hazai helyzetről már az előzőekben részletes áttekintést adtunk, így itt csak a Zala megyei helyzet javítására adunk javaslatokat.

Jelenleg Zala megyében nincs energetikai célú vízerő hasznosítás, egy helyszínen folyik kísérlet a vízenergia hasznosítás környezet kímélő módon történő megvalósítására a Mura folyón Tótszerdahely térségében. A zalai vízfolyások a Mura kivételével kis hozamúak, ezért érdemben kis települési szinten csak a Zala folyó és a Kerka patak használható folyamatos energiatermelésre. A két vízfolyás energia hasznosítása már kiépült a vízimalmok idejében, de ezek a hasznosítások számos ok miatt megszűntek. A vízimalmok elsősorban szakaszos üzemre lettek kialakítva, így ha valamely teleülés területén volt is vízi malom, nem biztos, hogy az a helyszín folyamatos energiatermelésre alkalmas lesz. A projektek összeállításánál, illetve helyszínek megválasztásánál ezt is figyelembe kell venni. A Zala és a Kerka folyó mentén $1 \text{ m}^3/\text{s}$ maximálisan használható hozamot célszerű energiatermelés szempontjából figyelembe venni. Természetesen ennél nagyobb vízhozamai is vannak a vízfolyásoknak, de ezek tartósan nem használhatók. Az érintett két folyó esése lehetővé teszi, hogy 8-15 km-enként lehessen 1,5 -3 m-es duzzasztást létrehozni, melyet hasznosítani lehet. Az $1 \text{ m}^3/\text{s}$ hozamot figyelembe véve 1 m duzzasztás mellett várható energiatermelés 8kW/óra, ez éves 8000 üzemórát figyelembe véve 64 000 kWh/év. Természetesen a hasznosítható vízszint növelésével a termelhető energia mennyisége is növekszik. Az energiatermelés egyenletes, az évi üzemideje a legkedvezőbb a megújulók között.

A vízenergia hasznosítás is a hosszú távú beruházások közé tartozik, aki ebben az energiahasznosításban gondolkodik, annak az energiatermelésen kívül tudomásul kell vennie, hogy számos környezeti tényezőt is figyelembe kell vennie a tervezéskor és az üzemeltetés során is. Viszont jól megtervezett és üzemeltetett kiserőművek hosszútávon kedvező megújuló energiaforrást biztosítanak. A kisvízerőművek tervezését és beruházás előkészítését már részletesen ismertetem, itt csak újból felhívom a figyelmet arra, hogy a Zalában létesíthető kis erőművek beruházási költségei nem keverendő össze a nagy folyami erőművek költség szintjeivel. A következő turbina ábra is mutatja hogy ebben a hozam és vízszint tartományban milyen egyszerű kialakítású turbina kerékkel lehet energiát termelni.



A zalai kisvízfolyásokon a Bánki és a Kaplan turbinák jöhetnek szóba, hatásterületüket a turbina diagram mutatja. A vízerő hasznosításra még használhatjuk még a klasszikus vízkerekeket, melyekből jó hatásfokkal csak a felülcsapott, esetleg a derékban csapott kereket vehetjük számításba.



10. ábra Bánki turbina hatásterülete

A javasolt kis vízerőművek kapacitását **30 kW kapacitás mértékben tartom megvalósíthatónak a Kerka illetve a Zala folyón.** Amennyiben egy kis térség a közös hasznosítást meg tudja valósítani, úgy az üzemelés költsége kedvezőbb lesz. **A kedvező üzemi méret közös üzemeltetés estén 150-200 kW teljesítmény határtól lehet hosszú távon gazdaságilag is megtérülő.**

A következő táblázatban összesítettük a Kerka és a Zala folyón építhető kis vízerőmű lehetőségeket, várható éves energiatermeléssel kiegészítve.

Zala folyó		
Település körzete	Várható teljesítmény kW/h	Várható éves energiatermelés kWh/év
Zalaegerszeg	60	480000
Zalaszentgrót	40	320000
Zalaapáti	50	400000
Zalabér	25	200000
Alibánfa	25	200000
Pókaszpetk	20	160000
Összesen:	220	1760000

Kerka folyó		
Bajánsenye	20	160000
Szécsisziget	30	240000
Tormafölde	20	160000
Lovászi	30	240000
Tornyiszentmiklós	20	160000
Kerkaszentkirály	25	200000
Összesen:	145	1160000

A táblázat alapján látható, hogy a kiserőművek összes termelése már hosszú távú gazdaságos üzemeltetést eléri, de önállóan csak más energiaforrásokkal együtt vagy közös üzemeltetésben rentábilis.

A létesíthető kisvízerőművek mellett számos település turisztikai feladatot is meg lehet oldani melyeket előre meg lehet tervezni, mellyel a kis települések élhetőbbé tehetik a környezetüket.

Mura folyó vízenergia hasznosítására nem gondolhatunk jelenleg duzzasztásos vízerőművekben. Amennyiben a jelenlegi adottságokat akarjuk kihasználni, úgy csak úszó létesítményekben gondolkodhatunk. Jelenleg fejlesztési stádiumban van egy berendezés a folyón, melyből a Mura hazai szakaszára lehet telepíteni (engedélyek birtokában) elméletileg 50-100 db berendezést. A berendezés az eddigi mérések, tesztek alapján várhatóan 6-10 kW/h elektromos teljesítmény leadására képes a folyó sebesség függvényében. Az előzetes számítások alapján ebben az esetben is a 150 kW/h teljesítmény határt tartják a hosszú távú gazdaságosság alsó határának.

Amennyiben a további fejlesztések befejeződnek, a berendezések a következő települések környezetében javasolt:

- Muraszemenye
- Murarátka
- Letenye

-
- Tótszerdahely
 - Molnári
 - Murakeresztúr
 - Órtilos

A telepítésekénél a folyó sebessége az energiatermelés szempontjából fontos tényező, továbbá az energia hálózathoz való csatlakozási költségek ronthatnak a költségeken jelentősen. Számos környezeti tényezőt, árvízvédelmi elvárásokat, Natura 2000 előírásokat is figyelembe kell venni a tervezésnél és az üzemeltetésnél is.

Az úszó mini vízerőműveket is célszerű közös üzemeltetés mellett működtetni.



10. ábra: Úszó mini vízerőmű telepítés közben

9. Javaslat mintaprojektekre

Esetünkben mit jelent a mintaprojekt? Pontosítva: Mit is jelent a minta projekt, a települések energia függetlenségének megteremtése terén, ha csak megújuló energiaforrásokban gondolkozunk?

Jelenti, hogy a település saját területén vagy a környezetében képes az éves energia igényét megtermelni és azt fenntartható módon üzemeltetni. Elsősorban a közösségi energia igény kielégítése a cél, de amennyiben többlet energia termelésére van lehetőség azt értékesíteni tudja a település lakóinak, illetve a közüzemi hálózatba.

Mintaprojekt helyszínek: A minta projektek helyszíneinek kiválasztásánál a cél az volt, hogy a település az előzetes adatok alapján a legkedvezőbb adottságokkal rendelkezzen a megvalósítás terén. Továbbá a megvalósuló energiatermelő rendszereket be is tudják mutatni, így rendelkezniük kell a bemutatásra alkalmas infrastruktúrával, szálláshellyel, esetleg oktatási helyekkel is.

Mintaprojektek helyszíneinek nagyság szerinti besorolása: Mivel Zala megyére jellemző a kistelepülési méretek, törekedtünk arra, hogy a jellemző kis települési nagyságokat javasoljuk a minta projektek helyszínére. A településeket a település méretekhez igazítva vettük számba:

1. 50-250 lakos közötti települések
2. 500- 1200 lakos közötti települések
3. 4000- 8000 lakos közötti települések

Lehetséges mintaprojekt helyszínek az előzőek alapján:

Minta projekt helyszínek	
50- 250 lakos	
Település	Lakos szám
Zalaköveskút	24
Dötk	36
Valkonya	68
Maróc	69
Kerkateskánd	162
Szécsisziget	202
Dobri	203
Kerkaszentkirály	284
500- 1200 lakos	
Tornyiszentmiklós	569
Zalabér	704
Muraszemenye	721
Bázakerettye	809
Pakod	988
Lovászi	1194
4000-8000 lakos	
Letenye	4552
Zalaszentgrót	7875

A lehetséges minta projekt helyszínek közül további szűkítés végeztünk, melynek oka , hogy a javasolt települések mindegyikére elvégezni a számításokat nem ennek az anyagnak a feladata, de a települések számára meg akarjuk mutatni a beruházási nagyságrendeket, hogy a gondolkodás elindulhasson a megvalósítás irányába.

A következőekben táblázatos formában bemutatjuk az általunk jellemzőnek ítélt települések minta projekt költségeit.

Mivel a mintaprojekt célja, hogy megismertesse az érdeklődőkkel a megvalósult beruházást és annak eredményét, így a beruházási költségek tartalmazzák a bemutatáshoz szükséges költségeket is.

A számítások az előzetes felméréseken és a jelenlegi adatokon alapul. A települések energia igényeit a jelenlegi adatok alapján vettük fel, a szolgáltatások bővülése részben figyelembe lettek véve az energia igényszámításánál, pl. a sport létesítményeknél, turista házaknál, műemlék kastélyoknál. A települések energia igényének számítása alapján a javasolt technikai megoldások mellett a szükséges műszaki berendezések kiválasztásra kerültek és a költségek ez alapján lettek meghatározva. A táblázatok tartalmazzák a megvalósításhoz szükséges pályázati költségek, mint pályázatírás, projektmenedzsment, tervezés, közbeszerzés, engedélyeztetés költségeit is.

A költség számítások bemutatásánál a települési nagyságrend alapján állítottuk össze a sorrendet.

Dötk	
Energia igény	kWh/év
<i>Elektromos energia igény</i>	
közvilágítás	12000
faluház, könyvtár	5000
temető	2000
Összes elektromos energia igény évente	19000
<i>Hőenergia igény</i>	kW teljesítmény
faluház	25
Összes teljesítmény igény	25

Dötk beruházási igény

Szükséges berendezések	Mennyiség	Mértékegység	Egységár e Ft	Költség igény e Ft
Napelemes rendszer	15	kW _p	600	9000
Napkollektoros rendszer	1	100 m ² /db	3200	3200
Faelgázósító kazán	1	20 kW/db	700	700
puffer tartály	1	2000 l/db	800	800
vezérlés, megjelenítés,bemutató panelek	1	db	1300	1300
PR anyagok készítése	1000	db	0,8	800
	Összesen:			15800
Egyéb pályázati költségek				
Tervezés	1	db	600	600
Engedélyezési költségek, egyéb	1	db	400	400
Projekt menedzsment, közbeszerzés	1	db	600	600
Pályázat készítési költségek	1	db	300	300
	Összesen:			1900
Beruházási költség összesen:				17700

Valkonya energia igény	
Energia igény	kWh/év
<i>Elektromos energia igény</i>	
közvilágítás	12000
hivatal, faluház, könyvtár	5000
Turistaház	25000
temető	2000
Összes elektromos energia igény évente	44000
<i>Hőenergia igény</i>	kW teljesítmény
faluház	25
Turistaház	25
Összes teljesítmény igény	50

Valkonya beruházási igény

Szükséges berendezések	Mennyiség	Mértékegység	Egységár e Ft	Költség igény e Ft
Napelemes rendszer	37	kW _p	600	22200
Napkollektoros rendszer	2	100 m ² /db	3200	6400
Faelgázosító kazán	2	20 kW/db	700	1400
puffer tartály	2	2000 l/db	800	1600
vezérlés, megjelenítés, bemutató panelek	1	db	2400	2400
PR anyagok készítése	1000	db	0,8	800
Összesen:				34800
Egyéb pályázati költségek				
Tervezés	1	db	800	800
Engedélyezési költségek, egyéb	1	db	400	400
Projekt menedzsment, közbeszerzés	1	db	800	800
Pályázat készítési költségek	1	db	300	300
Összesen:				2300
Beruházási költség összesen:				37100

Szécsisziget energia igény	
Energia igény	kWh/év
<i>Elektromos energia igény</i>	
közvilágítás	25000
hivatal, faluház, könyvtár	18000
Szapáry kastély	32000
temető	2000
sport létesítmények	6000
Összes elektromos energia igény évente	83000
<i>Hőenergia igény</i>	kW teljesítmény
faluház, kultúrház	50
Szapáry kastély	50
Sport létesítmények	10
Összes teljesítmény igény	110

Szécsisziget beruházási igény

Szükséges berendezések	Mennyiség	Mértékegység	Egységár e Ft	Költség igény e Ft
Napelemes rendszer	70	kW _p	500	35000
Napkollektoros rendszer	8	100 m ² /db	3200	25600
Faelgázósító kazán	5	30 kW/db	800	4000
puffer tartály	5	2000 l/db	800	4000
vezérlés, megjelenítés,bemutató panelek	4	db	2400	9600
PR anyagok készítése	1000	db	0,8	800
Összesen:				79000
Egyéb pályázati költségek				
Tervezés	1	db	800	800
Engedélyezési költségek, egyéb	1	db	400	400
Projekt menedzsment, közbeszerzés	1	db	800	800
Pályázat készítési költségek	1	db	300	300
Összesen:				2300
Beruházási költség összesen:				81300

Muraszemenye energia igény	
Energia igény	kWh/év
<i>Elektromos energia igény</i>	
közvilágítás	55000
hivatal, faluház, könyvtár	28000
Iskola, óvoda	130000
orvosi rendelő	8000
temető	2000
sport létesítmények	6000
Összes elektromos energia igény évente	229000
<i>Hőenergia igény</i>	
hivatal, faluház, kultúrház	50
Iskola, óvoda	80
orvosi rendelő	10
Sport létesítmények	10
Összes teljesítmény igény	150

Muraszemenye beruházási igény

Szükséges berendezések	Mennyiség	Mértékegység	Egységár e Ft	Költség igény e Ft
Napelemes rendszer	190	kW _p	500	95000
Napkollektoros rendszer	8	100 m ² /db	3200	25600
Faelgázosító kazán	5	30 kW/db	800	4000
puffer tartály	5	2000 l/db	800	4000
vezérlés, megjelenítés, bemutató panelek	4	db	2400	9600
PR anyagok készítése	1000	db	0,8	800
	Összesen:			139000
Egyéb pályázati költségek				
Tervezés	1	db	800	800
Engedélyezési költségek, egyéb	1	db	400	400
Projekt menedzsment, közbeszerzés	1	db	800	800
Pályázat készítési költségek	1	db	300	300
	Összesen:			2300
Beruházási költség összesen:				141300

Napelemes elektromos alternatívája: 4 db úszó vízerőmű, melynek elektromos energia termelése megegyezik a 1500 m ² területű napelemmel.	4	db	13000	52000
Alternatív beruházási költség				89300

Bázakeretthe energia igény	
Energia igény	kWh/év
<i>Elektromos energia igény</i>	
közvilágítás	55000
hivatal	28000
Iskola, óvoda	230000
orvosi rendelő, gyógyszerár	8000
temető	2000
sportlétesítmények	6000
Uszoda	160000
turistaház	27000
éterem, konyha	25000
Összes elektromos energia igény évente	541000
<i>Hőenergia igény</i>	
	kW teljesítmény
hivatal	50
Iskola, óvoda	80
orvosi rendelő	10
Sportlétesítmények	10
Uszoda	80
turistaház	40
éterem, konyha	30
Összes teljesítmény igény	300

Bázakeretthe beruházási igény

Szükséges berendezések	Mennyiség	Mértékegység	Egységár e Ft	Költség igény e Ft
Napelemes rendszer	450	kW _p	500	225000
Napkollektoros rendszer	8	100 m ² /db	3200	25600
Faellgázosító kazán	5	30 kW/db	800	4000
puffer tartály	8	2000 l/db	800	6400
vezérlés, megjelenítés, bemutató panelek	7	db	2400	16800
PR anyagok készítése	1000	db	0,8	800
	Összesen:			278600
Egyéb pályázati költségek				
Tervezés	1	db	2800	2800
Engedélyezési költségek, egyéb	1	db	1600	1600
Projekt menedzsment, közbeszerzés	1	db	2500	2500
Pályázat készítési költségek	1	db	1200	1200
	Összesen:			8100
Beruházási költség összesen:				286700

Letenye energia igény	
Energia igény	kWh/év
<i>Elektromos energia igény</i>	
közvilágítás	75000
hivatal	45000
Iskola, óvoda	230000
orvosi rendelők	26000
temető	2000
sportlétesítmények	6000
Kultúrház, könyvtár	65000
Piac	7000
Strand	250000
Összes elektromos energia igény évente	706000
<i>Hőenergia igény</i>	
	kW teljesítmény
hivatal	80
Iskola, óvoda	250
orvosi rendelők	60
Sportlétesítmények	10
Kultúrházak	250
Strand	0
Összes teljesítmény igény	650

Letenye beruházási igény

Szükséges berendezések	Mennyiség	Mértékegység	Egységár e Ft	Költség igény e Ft
Napelemes rendszer	590	kW _p	500	295000
Napkollektoros rendszer	12	100 m ² /db	3200	38400
Faelgázósító kazán	10	30 kW/db	800	8000
puffer tartály	8	2000 l/db	800	6400
vezérlés, megjelenítés, bemutató panelek	7	db	2400	16800
PR anyagok készítése	1000	db	0,8	800
	Összesen:			365400
Egyéb pályázati költségek				
Tervezés	1	db	2800	2800
Engedélyezési költségek, egyéb	1	db	1600	1600
Projekt menedzsment, közbeszerzés	1	db	2500	2500
Pályázat készítési költségek	1	db	1200	1200
	Összesen:			8100
Beruházási költség összesen:				373500

10. Gazdasági-társadalmi-környezeti hatások

Térségi szinten a legfőbb cél a klímavédelem és az ehhez kapcsolódóan a energetikai autonómia közelítése. Így az energetikai autonómia várható hatásait vettük számba, elsősorban figyelemfelhívás, gondolatébresztés céljából.

Energetikai autonómia várható hatásai a kistérségekre környezeti- szociális- és gazdasági szempontból

A hatásokat annak tudatában vettük számba, hogy az energetikai autonómia elérése nemcsak a belső folyamatoktól függ, de minél többet teszünk érte annál közelebb jutunk hozzá.

Az autonóm ökotérséggé válás és a hatékony klímavédelem alapja a minél nagyobb fokú energetikai autonómia, mely az energiaszükséglet csökkentésére és a megújuló energiaforrások fenntartható hasznosítására alapoz.

Környezeti szempont:

- Az energiaszükséglet csökkenése 20, 40 vagy 60%-al
- Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkenése 20 -80%-al
- Ökológiai lábnyomat csökkenése min. 20-30-al, a 80%-os energiaszükséglet csökkenés elérése esetében akár 50-60%al
- Egészségesebb lakókörnyezet
- Javuló ökológiai és környezeti paraméterek, a biodiverzitás növekedése
- A vízkészlet minőségi és mennyiségi megőrzése

Szociális szempont:

- Javuló életminőség és életszínvonal lakosság minden rétegében
- Energiaszegénység mérséklődése, majd megszűnése!
- Esélyegyenlőség javulás, szociális feszültségek mérséklődése
- A szociális kiadások jelentős része felszabadítható, átcsoportosítható vagy egyéb területre fordítható.
- Egészségügyi kiadások csökkennek, javuló egészségi állapot
- A népesség fogyatkozása lassulhat
- Követendő példamutatás más térségek, régiók számára is.

Gazdasági szempont:

- Minél nagyobb mértékű az energetikai autonómia, annál nagyobb mértékű az egyének, a családok, a települések és az egész térség teljes körű autonómiája
- Gazdasági versenyképesség növekszik, bár egy igazán autonóm térség a belső, önellátására koncentrál
- Megszűnik az energiafüggőség egyéni és közösségi szinten
- A felszabaduló anyagi forrásokat további életminőség javításra, ökológikus fejlesztésekre lehet fordítani.

Az energetikai autonómia nem holmi papíron született cél, hanem szükségessége egyre inkább valósággá és egyetlen járható úttá válik a környezeti-, szociális- és gazdasági problémák elhatalmasodása folytán.

Nem túl szerencsés hozzáállás, ha az energetikai autonómiát kényszernek fogjuk fel – pozitivitása miatt-, de valójában mégis az.., Nincs más út a jövőbe!

11. Forráskoordináció

A tervezett beruházásokhoz forráskoordinációt javasolni a jelenlegi folyamatosan változó szabályozási- és gazdasági környezetben teljesen felesleges.

Minden beruházás teljes egyedi a helyi adottságoknak megfelelően és egyedi abból a szempontból is, hogy a tervezett megvalósítás idejére milyen támogatási és hitelkonstrukciók állnak rendelkezésre. Feltétlenül szükséges egy jól kidolgozott megvalósíthatósági tanulmány és üzleti terv, mely alapján a pályázati/támogatási források és a megfelelő hitelkonstrukció felkutatása és megszerzése elindítható.

12. Irodalomjegyzék

- Adatok hazánk környezeti állapotáról. Környezeti jelentések 2004-2011
- A Bizottság Közleménye: A biomasszával kapcsolatos cselekvési terv. COM(2005)628
- Báder László. Öltöztessük fel a Földet – Az éghajlatváltoztatás testközelből. Palocsa Egyesület, 2006
- Ferenczi Ödön: Áramtermelés nap- és szélenergiából, 2007
- Flannery: Időjárás csinálók, 2005
- European Commission: Green Paper for a Community Strategy: Energy for the Future: Renewable Sources of Energy COM(96)576
- European Commission: Energy for the Future: Renewable Sources of Energy, White Paper for a Community Strategy and Action Plan Com(97)599 final (26/11/1997)
- Gergely, K; Varró, L.: Megújuló energiaforrások Magyarországon – gazdaságossági vizsgálat. In ÖKO 2004. XII. évf. 1-2.szám
- Háttér tanulmány a Nemzeti Fejlesztési Terv II. Környezeti Operatív Programjának környezetbarát energetikai beruházások prioritásaihoz. Megújuló Energia Ipari Társaság, 2006
- Kacz Károly-Neményi Miklós: Megújuló energiaforrások, 1998
- Környezet és Energia Operatív Program. KvVM, társadalmi vitaanyag, 2006
- Lukács, J.: A mezőgazdaságban termelhető alternatív energiaforrások. In Östermelő, 2006/3.
- Monoki Ákos-Barna Tamás. Környezetbarát energiák – Zöldike Könyvsorozat, X. kötet, NIMFEA Természetvédelmi Egyesület, 2001
- Papp, S; Kümmel, R.: Környezeti Kémia. Veszprémi Egyetemi Kiadó, 2005
- Térségi klímastratégia a Zala Zöld Szíve Helyi Vidékfejlesztési Akciócsoport területére – közismereti anyag (ZÖLDVERZIÓ Nonprofit Kft, 2015)
- Térségi klímastratégia a Zala Termárvölgye Helyi Vidékfejlesztési Akciócsoport területére – közismereti anyag (ZÖLDVERZIÓ Nonprofit Kft, 2015)