

Alternatív energia rendszerek elemzése

Mészáros, Géza

Alternatív energia rendszerek elemzése

írta Mészáros, Géza

Publication date 2012

Szerzői jog © 2012 Mészáros Géza



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



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

Kézirat lezárva: 2012. január 31.

Készült a TAMOP-4.1.2.A/2-10/1 pályázati projekt keretében

A kiadásért felel a(z): Edutus Főiskola

Felelős szerkesztő: Edutus Főiskola

Műszaki szerkesztő: Eduweb Multimédia Zrt.

Terjedelem: 109 oldal

Tartalom

1. Energiagazdálkodási elemzési alapismeretek	1
1. Az energetikai folyamatok elemzésének alapjai I.	1
1.1. Elemzési alapfogalmak	2
1.2. Az energetikai folyamatok jellemzői I.	4
1.3. Az energetikai elemzés alapja: az energiamérleg	9
1.4. A Sankey-diagram	11
1.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	13
2. Az energetikai folyamatok elemzésének alapjai II.	14
2.1. Az energetikai folyamatokat befolyásoló tényezők I.	15
2.2. Az energetikai folyamatokat befolyásoló tényezők II.	15
2.3. Az energetikai folyamatok súlyponti területei	18
2.4. Az energetikai folyamatok indikátorai I.	20
2.5. Az energetikai folyamatok indikátorai II.	23
3. Energetikai elemzési módszerek	24
3.1. Gazdaság – energia összefüggések elemzése	25
3.2. Társadalmi és energetikai folyamatok elemzése	30
3.3. Nemzetközi összehasonlítások elemzési módszerei	32
3.4. Regionális energetikai elemzési módszerek	34
3.5. Energetikai tervezés, igénybecslés, prognóziskészítés alapjai	36
3.6. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	38
4. Alternatív energetikai projektek előkészítése	40
4.1. Energiaveszteségek feltárása (energiaaudit) I.	40
4.2. Energiaveszteségek feltárása (energiaaudit) II.	41
4.3. Az energiaaudit eredményeinek kiértékelése	43
4.4. Projekt-előkészítés: megvalósíthatósági tanulmány I.	44
4.5. Projekt-előkészítés: megvalósíthatósági tanulmány II.	46
4.6. Alternatív energetikai projektek gazdaságossági elemzése I.	49
4.7. Alternatív energetikai projektek gazdaságossági elemzése II.	51
4.8. Alternatív energetikai projektek finanszírozásának alapjai	51
4.9. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	53
A. Fogalomtár a modulhoz	59
Javasolt szakirodalom a modulhoz	61
2. Energiahatékonyság-növelési és energiatakarékosági elemzések	62
1. Makroszintű elemzések	62
1.1. Alternatív energia programokat megalapozó elemzések	63
1.2. Alternatív energia programok eredményességének értékelése	65
1.3. A benchmark projekt elemzés alapjai	66
1.4. Az életciklus-elemzés alapjai	67
1.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	70
1.5.1. Életciklus-elemzés az építészeti tervezésben	70
1.5.2. Teljes életciklus az épületenergetikai szabályozásban?	71
2. Vállalkozások energiahatékonyságának elemzése	72
2.1. A vállalati energiamérleg felépítése, és alkalmazása energiahatékonysági elemzésekhez I.	72
2.2. A vállalati energiamérleg felépítése, és alkalmazása energiahatékonysági elemzésekhez II.	73
2.3. Technológiai folyamatok energiahatékonysági elemzése I.	75
2.4. Technológiai folyamatok energiahatékonysági elemzése II.	77
2.5. Energetikai berendezések gazdaságosságának elemzése	77
2.6. Iparvállalat energiaszükségleti tervének elemzése	78
3. Kis- és középvállalkozások energiarendszerének strukturált elemzése	80
3.1. Az elemzés célrendszere, feltételrendszere	80
3.2. Az elemzés információrendszerének kialakítása	82
3.3. Az adatok elemzése, indikátorok kialakítása	83
3.4. Értékelés, intézkedési terv kidolgozása	85
3.5. Az intézkedési terv megvalósítása	86

3.6. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	89
4. Önkormányzati energiahatékonysági elemzések I.	90
4.1. Az önkormányzati energiagazdálkodás jellegzetességei	90
4.2. Önkormányzati energiagazdálkodási feladatok	93
4.3. Az önkormányzati energiastratégia-készítés elemzési feladatai	94
4.4. Az intézményi energiahatékonyság elemzése I.	96
4.5. Az intézményi energiahatékonyság elemzése II.	98
5. Önkormányzati energiahatékonysági elemzések II.	100
5.1. Energiaveszteségek feltárása önkormányzati intézményeknél I.	100
5.2. Energiaveszteségek feltárása önkormányzati intézményeknél II.	102
5.3. Önkormányzati energiagazdálkodási rendszerek kidolgozása I.	104
5.4. Önkormányzati energiagazdálkodási rendszerek kidolgozása II.	105
5.5. A megújuló energia alkalmazásának elemzése önkormányzatoknál	106
5.6. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	107
5.6.1. Az önkormányzati megújuló energia hasznosítás néhány magyarországi tapasztalata	107
B. Fogalomtár a modulhoz	109
Javasolt szakirodalom a modulhoz	110
3. Megújuló energia hasznosítási technológiai rendszerek elemzése	111
1. A megújuló energia hasznosítási rendszerek elemzésének módszertana	111
1.1. Az elemzés feltételrendszere, alapelvei	111
1.2. A referenciatechnológia fogalma, kiválasztásának módja	112
1.3. A gazdasági elemzés módszertana	114
1.4. A környezeti és életciklus-elemzés módszertana	115
1.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	116
1.5.1. Az energiatermelés környezetterhelése összehasonlító életciklus-vizsgálat alapján	116
2. A napenergia-hasznosítási technológiák elemzése	116
2.1. A termikus napenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása	117
2.2. A termikus napenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése	119
2.3. A termikus napenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése	120
2.4. A termikus napenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése ..	121
2.5. A fotovoltaiikus napenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása	122
2.6. A fotovoltaiikus napenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése	123
2.7. A fotovoltaiikus napenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése	124
2.8. A fotovoltaiikus napenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése	124
3. A földhő-hasznosítási technológiák elemzése	125
3.1. A közvetlen földhő-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása	126
3.2. A közvetlen földhő-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése	127
3.3. A közvetlen földhő-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése	128
3.4. A közvetlen földhő-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése	129
3.5. A hőszivattyús földhő-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása	130
3.6. A hőszivattyús földhő-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése	131
3.7. A hőszivattyús földhő-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése	132
3.8. A hőszivattyús földhő-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése ...	133
4. A szélenergia-hasznosítási technológiák elemzése	134
4.1. A szélenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása	134
4.2. A szélenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése	135
4.3. A szélenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése	137
4.4. A szélenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése	138
4.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	139
4.5.1. Case Study : Wind Turbine	140
5. A vízenergia-hasznosítási technológiák elemzése	144
5.1. A vízenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása	144
5.2. A vízenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése	145
5.3. A vízenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése	147
5.4. A vízenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése	148
5.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok	150
5.5.1. Situation of small hydropower in Austria	150
C. Fogalomtár a modulhoz	152

Javasolt szakirodalom a modulhoz	153
4. Önellenőrző feladatok	154
1. Önellenőrző feladatok	154

1. fejezet - Energiagazdálkodási elemzési alapismeretek

A modul célja az energetikai rendszerek működését leíró elemzési módszerek bemutatása, és az elemzések gyakorlati alkalmazási készségének kialakítása. Bemutatja az energiaszámítások elemzésének különböző dimenzióit és vetületeit, haladva az országos folyamatoktól a regionális folyamatokon át a vállalkozások energetikai elemzéséig.

A modul az energetikai rendszerek működésével kapcsolatos elemzési módszerek, technikák megértéséhez rövid, vázlatos áttekintést ad a műszaki és gazdasági témájú elemzések általános módszertanáról. Ezt követően ismerteti az energetikai rendszerek folyamatainak struktúráját, jellemzőit, és súlyponti területeit. Az általános jellemzés mellett bemutatja a hazai energiarendszer felépítését, lényeges elemeit, jellegzetességeit. Ezen belül kitér a villamosenergia-rendszer, a földgázrendszer és a távhőrendszer fő vonásaira.

Az energetikai folyamatok nagyságrendi és számszerű vizsgálata az energiamérlegek alapján történik. Az energiamérleg egyrészről a rendelkezésre álló energiaforrások (beszerzés, termelés, készletcsökkenés), másrészről az energia elosztási oldalon megjelenő energia elosztási tételek (végső energiafelhasználás, szállítási, tárolási és átalakítási veszteségek, készletnövekedés) mérlegszerű egyensúlyát mutatja be, tehát valamennyi lényeges energetikai folyamatot egységes szerkezetben tartalmaz. Ezért a modul részletesen tárgyalja az országos energiamérleg felépítését, értelmezését, valamint az energiamérleg adatok segítségével elkészíthető Sankey-diagramot, amely alkalmas a fontosabb folyamatok szemléltetésére és a súlyponti területek kijelölésére.

A modul bemutatja az energetikai folyamatok alakulását befolyásoló legfontosabb tényezőket, azok jellemzőit és hatásait a különböző fogyasztócsoporthoz, ágazatok energiafelhasználására. Ezen ismeretek segítségével ismerteti az egyes fogyasztócsoporthoz energiafelhasználásának elemzésére alkalmas módszereket, és ezek alkalmazását, amelyek lehetővé teszik a kiválasztott energiafogyasztói csoport energiafelhasználása súlyponti területeinek meghatározását és jellemzését.

Az energetikai folyamatok jellemzése, elemzése, értékelése különféle mutatók, más néven indikátorok alkalmazásával történik. A modul részletesen ismerteti az indikátorokkal szemben támasztott követelményeket, az indikátorok képzésének módját és az egyes energetikai folyamatokat leíró indikátorok jelentését, alkalmazhatóságát.

Az energetika elemzési módszerei közül a modul kitér a gazdaság-energetika, a társadalom-energetika összefüggések vizsgálati módszereire, a nemzetközi összehasonlítások lehetőségeire és korlátaira, a regionális energetikai tervezési és elemzési módszerek problémáira és az energetikai tervezés, prognóziskészítés fontosabb alapelveire.

Az általános energetikai elemzések bemutatása után a modul részletesen foglalkozik az energiahatékonyságnövelési és a megújuló energia hasznosítási programok, projektek tervezése, megvalósítása érdekében végzett elemzési módszerekkel és ezek konkrét feladataival. Ezen belül a hangsúly az energiaveszteségek feltárásának módszerén és a veszteségfeltárás lebonyolításán, a projektek előkészítéséhez elengedhetetlen megvalósíthatósági tanulmányok előkészítéséhez szükséges elemzéseken, továbbá az alternatív energetikai projektek gazdaságossági elemzésén van.

Az energiagazdálkodási elemzési alapismeretek modul tananyaga elsajátításának teljes időszükséglete 9 tanóra.

1. Az energetikai folyamatok elemzésének alapjai I.

A lecke célja az általános energiagazdálkodási feladatok elvégzéséhez szükséges alapvető elemzési módszerek bemutatása, és az elemzésekhez kapcsolódó legfontosabb energiagazdálkodási fogalmak elsajátítása.

A lecke tananyaga bemutatja az energetikai folyamatok elemzésének céljait, feladatait, az elemzések fő típusait, csoportosításuk lehetőségeit, alapvető módszereit. Ismerteti az országos energiaszámítások rendszerét, az energiaszámítások típusait, az energiahordozók, energiaforrások csoportosítását. Bemutatja az energiamérleg felépítését, az energiamérleg számítások alapjait, és az energiamérleg alkalmazásának módját az energetikai elemzésekben. Megmutatja a Sankey-diagram értelmezését és alkalmazását az energetikai elemzésekben.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 2 tanóra.

1.1. Elemzési alapfogalmak

Az elemzés általánosan a gazdálkodás, a fejlesztések, és az eredmények vizsgálatára és értékelésére irányuló tevékenység.

Az energiagazdálkodási tevékenység az energetika teljes vertikumában végzett elemzések, vizsgálatok elvégzését igényli. Az energetikának az energiatermeléstől a végső felhasználásig számos területe van, amelyek eredményes működtetése rendszeres és megalapozott vizsgálatokat tesz szükségessé.

Az energetikai elemzés célja, hogy feltárja, és számszerűleg értékelje azokat a körülményeket, amelyek befolyásolják az energiagazdálkodás műszaki, gazdasági és társadalmi feladatait, kapcsolódó tevékenységeit, a vezetés döntéseinek előkészítését, valamint a megtett intézkedések végrehajtását. Az elemzéssel minősíthető a vezetői döntések előkészítése, valamint a megtett intézkedések végrehajtása, a fejlesztések hatékonysága.

Az energiagazdálkodási elemzések célja sokrétű: az energetikai folyamatok összefüggéseinek feltárása, energiaellátás megbízhatóságának, gazdaságosságának növelése, energiahatékonyság növelése, az energetikai folyamatok műszaki hatásfokának növelése, az energetikával összefüggő környezeti károk mérséklése stb.

E célkitűzésekkel összhangban az energiagazdálkodási elemzéseknek is számos fajtája különíthető el: a múltbeli folyamatok, összefüggések vizsgálata, a jövőbeli energiaigények kielégítésére való felkészülés, energiahatékonysági programok előkészítése, nemzetközi összehasonlítások, technológiák energetikai hatásainak elemzése.

Ennek megfelelően az elemzés különböző szintjeit lehet elkülöníteni: nemzetközi szintű elemzések, nemzetgazdasági szintű elemzések, regionális elemzések, helyi (települési szintű) elemzések, vállalkozások energiagazdálkodásának elemzése, egy-egy meghatározott épület, vagy technológia energetikai elemzése.

Az energetikai elemzés legfőbb feladata a hatékony és eredményes energiagazdálkodás segítése. A gazdasági döntések előkészítéséhez az elemzésnek kell megfelelő információkat biztosítani. A különböző variációk kidolgozásának célja szintén az optimális döntés elősegítése. Az elért gazdasági eredményeket sokoldalúan kell vizsgálni. Az eredmények mellett a hiányosságok, a veszteségek okait is fel kell tárni, és javaslatokat kell kidolgozni a hibák megszüntetésére.

Az energetikai folyamatok elemzésének feladatai a fentieknek megfelelően a következők:

- az energetikai folyamatok összefüggéseinek, műszaki, gazdasági és társadalmi vetületeinek feltárása,
- az energetikai fejlesztésekről szóló döntések megalapozása,
- az energetika fejlődési tendenciáinak felmérése, a jövőbeli energiaigények becslése, az energiaigények kielégítési lehetőségeinek meghatározása,
- a tervezett feladatok végrehajtásának minősítése, az eltérések okainak feltárása,
- a megvalósított energetikai fejlesztési programok eredményeinek, hatásainak felmérése
- az energetikai folyamatok hatékonyságának, jövedelmezőségének vizsgálata,
- a megújuló energiaforrások alkalmazási lehetőségeinek és feltételeinek vizsgálata,
- az energetikai folyamatok ökonomiai és ökológiai hatásainak felmérése stb.

Az elemzés két fő technikája a deduktív és az induktív módszer alkalmazása. A deduktív (levezető) módszert a gazdasági események vizsgálatánál célszerű alkalmazni, ez esetben az átfogóbb eredményekből kiindulva a részeredmények felé haladva. Ennek során a vizsgált jelenséget elemeire, majd ezeket részelemekre kell bontani. Az induktív (felépítő) módszer alkalmazása esetén az egyszerűbb tevékenységekből az átfogóbb, az összetettebb felé halad a vizsgálat. A kiindulás itt a részelemekből történik. Kalkulációk segítségével lehet eljutni a jelenségek elemeihez, majd magához a jelenséghez.

A jelenségeket mindig kölcsönös kapcsolatban, egymástól való függőségükben, fejlődésük irányában és ellentmondásukban kell vizsgálni. Az elemzésnek tehát fel kell tárnia a vizsgált tényezők, események közötti összefüggéseket.

Az energetikai elemzés során az ok-okozati összefüggéseket kell vizsgálni. Ezen összefüggések feltárása az elemzés legfontosabb követelménye. Az elemzés során a fő cél az úgynevezett alapvető ok meghatározása, ami azért lényeges, mert az okok láncolatának áttekintése biztosítja a folyamatok kedvező irányú továbbvitelét. A vizsgálat során az okok láncolatában visszafelé kell haladni az alapvető ok megtalálásáig.

Az ok-okozat, ok-hiba következmény kapcsolatok a gazdasági és műszaki jelenségek láncolatában egymás után következő lépcsőfokok, melyet az elemzésnek fel kell tárnia. Az elemzés során az ok-okozati összefüggések teljes láncolatát vizsgálni kell.

Az elemzéseket különböző szempontok szerint csoportosíthatjuk:

1. az elemzés időpontja szerint lehet

- vezetői döntéseket előkészítő elemzés
- a végrehajtás szakaszában készített elemzés
- időszaki elemzés

2. az elemzés periodicitása szerint lehet

- periodikusan ismétlődő elemzés
- egyszeri döntés előkészítő elemzés

3. az elemzés terjedelme szerint lehet

- átfogó elemzés
- részleges elemzés

4. az elemzési folyamat állapota, helyzete szerint az elemzés lehet

- statikus elemzés
- dinamikus elemzés

5. az elemzés a felhasznált adatok milyensége szerint lehet

- műszaki-gazdasági elemzés
- gazdasági elemzés

6. az elemzés jellege szerint lehet

- leíró elemzés
- döntés előkészítő elemzés

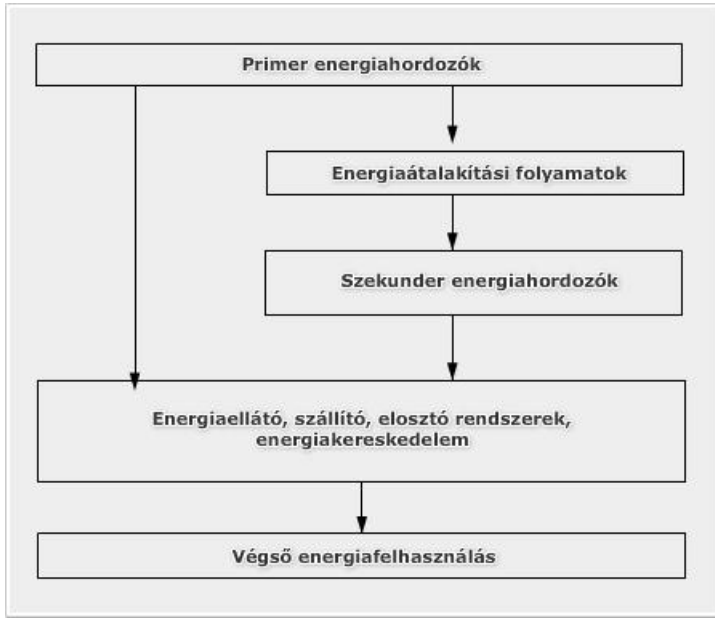
A gyakorlatban az elemzés ismertett fajtái jellemzően kombináltan fordulnak elő.

Az elemzési folyamat fontosabb elemei a következők:

- az elemzéshez szükséges adatok kijelölése, gyűjtése, ellenőrzése
- a rendelkezésre álló adatok feldolgozása
- megállapítások, eredmények összefoglalása

1.2. Az energetikai folyamatok jellemzői I.

Az energetikai folyamatok működtetésének célja az energiafogyasztók energiaigényének kielégítése, azaz a fogyasztók energiaellátása. Az energiaellátási folyamat kiindulását a természetben előforduló tüzelőanyagok, a megújuló energiák és a nem energetikai folyamatokból keletkezett hulladékenergiák alkotják. Ezeket együttesen primer energiahordozóknak is szokás nevezni. Az energiafogyasztó berendezések működtetéséhez a legtöbb esetben a primer energiahordozók nem alkalmasak, ezért ezeket át kell alakítani a fogyasztói igények kielégítésére alkalmas formába. Az ehhez szükséges technológiai folyamatokat energiaátalakításoknak nevezik, amelyek eredményeként szekunder energiahordozók jönnek létre. Az energetikai folyamatokról az 1.1.2.1. ábra ad áttekintést.

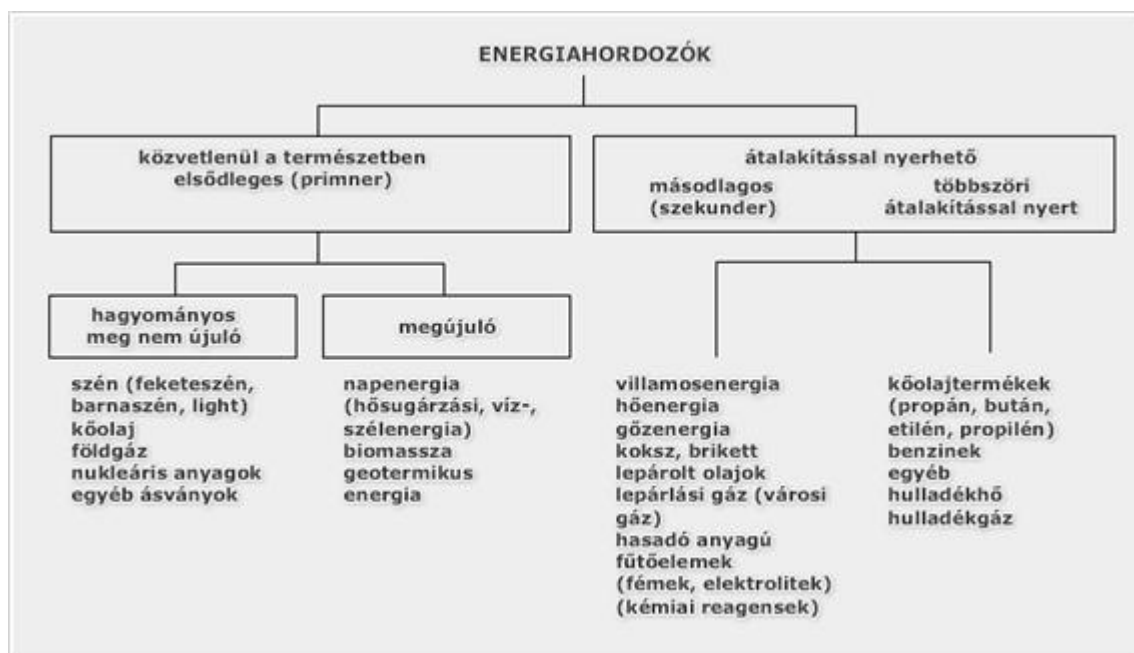


1.1.2.1. ábra

Az energiaellátás feladatait a gazdaság fontos részeként az energiaipari ágazatok végzik. Az energiaipari tevékenységei közé tartozik a primerenergia-termelés, az energia behozatal, az energiaátalakítás, az energiaszállítás, az energiaelosztás, az energiaszolgáltatás és az energia nagy- és kiskereskedelem. Az energiaipari ágazatok mellett egyre növekvő szerepük van a helyi energiaellátó rendszereknek, amelyek feladata egy település, egy kisebb körzet, vagy akár csak egyetlen fogyasztó energiaellátásának biztosítása. E rendszerek főként, de nem kizárólagosan helyi megújuló energiaforrások alkalmazásával üzemelnek.

Energiatermelés

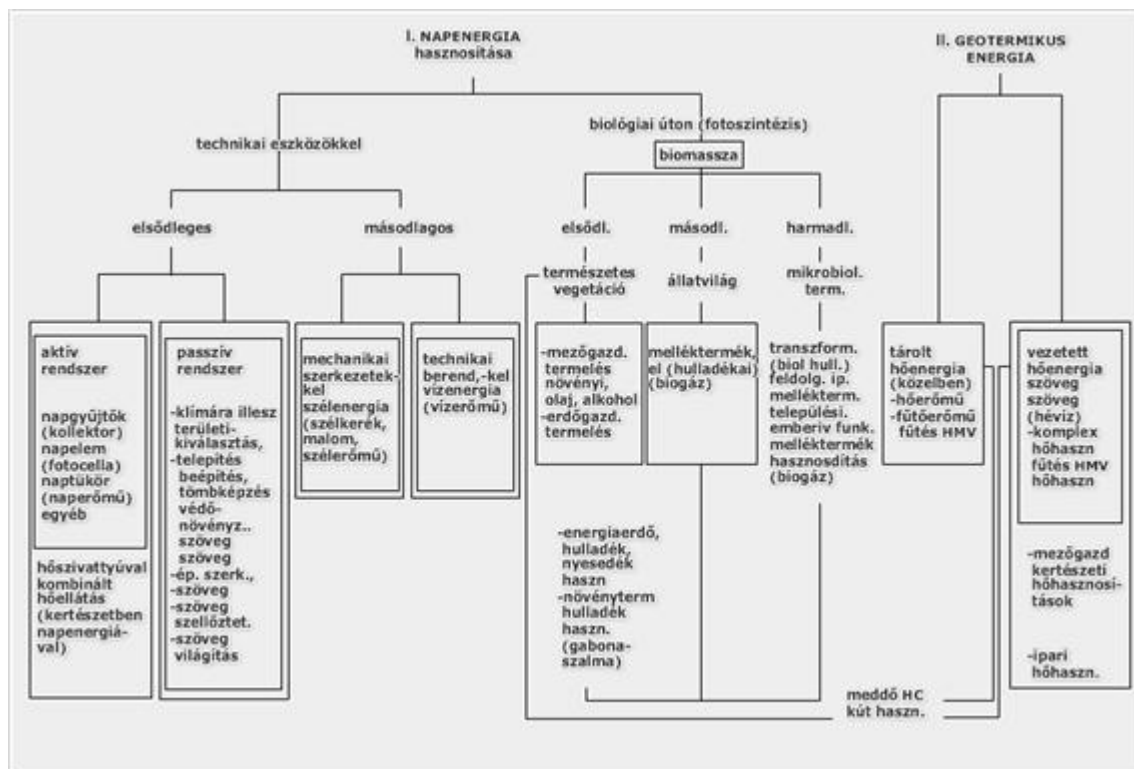
A szakirodalomban a szokásos terminológia szerint tehát primer és szekunder energiaforrásokat különböztetnek meg. Csoportosításukat az 1.1.2.2. ábra mutatja be.



1.1.2.2. ábra Forrás: Energetikai szakmapolitikai, területi és társadalompolitikai hatáselemzések (PYLON Kft. 2010. augusztus)

A primer energiaforrások azok a természetben előforduló energiaforrások, amelyek energiaátalakításban még nem vettek részt. A primer energiaforrásokon belül két fő csoportot különböztetnek meg. A kimerülő energiaforrások véges mennyiségben keletkeztek a földtörténet során, ezért kitermelésükkel előbb vagy utóbb a készletek elfogyásával kell számolni. Ebbe a csoportban tartoznak a szén, kőolaj, földgáz, hasadóanyagok izotópjainak ércei stb.

A primer energiahordozók másik csoportját a megújuló energiaforrások alkotják. Megújuló energiaforrások alatt azokat az energiaforrásokat értjük, amelyek hasznosítása közben a forrás nem csökken, hanem azonos ütemben újratemelődik, vagy megújul. Nemzetközi osztályozás szerint négy megújuló energiaforrás létezik: a Nap, a Föld forgási energiája, a gravitáció és a geotermikus energia. A hétköznapi értelemben vett megújuló energiák alapvetően két fő forrásból származnak: a napenergiából és a geotermikus energiából. A napenergia-hasznosítás egyrészt történhet közvetlenül, különféle technikai eszközök segítségével, másrészt közvetve a fotoszintézis folyamatán keresztül. Ennek megfelelően a napsugárzás energiája a forrása nemcsak az aktív, vagy passzív napenergia-hasznosításnak, hanem a szélenergia, vízenergia és biomassza hasznosíthatóságának is. (Megjegyezzük, hogy egyes szakirodalmi források a geotermikus energiát a kimerülő energiaforrások közé sorolják) Az 1.1.2.3. ábra a megújuló energiák csoportosítását mutatja be.



1.1.2.3. ábra Forrás: Pataky T. – Dr. Unk Jánosné: Települések mérnöki műveletei és létesítményei. BME. Tankönyvkiadó 1990.

Energiátalakítás

A primer energiahordozók döntő része energiatálcakítás után szekunder energiaként jut el a fogyasztókhöz. Ennek oka, hogy az energiatálcakító berendezések és rendszerek többségének működtetéséhez a primer energiahordozóktól eltérő fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező energiahordozókra, energiatálcakra van szükség. A szekunder energiák három fő csoportja különíthető el: a tüzelő- és üzemenyagok, a hőenergia és a villamos energia.

Az energiatálcakítási folyamatok három fő csoportja különíthető el:

Tüzelőanyag-nemesítések

E folyamatok keretében a természetben előforduló primer tüzelőanyagokból a fogyasztó berendezések számára alkalmasabb tulajdonságokkal rendelkező tüzelőanyagok és üzemenyagok keletkeznek. A szénből pl. brikettet, kokszt, lehet gyártani, vagy szénelgázosítással gázt lehet előállítani. A kőolaj feldolgozása során benzin, gázolaj, fűtőolaj stb. kőolaj-lepárlási termékek keletkeznek. A tüzelőanyagok előkészítése (pl. lignitizálás) is e folyamatok közé sorolható, és ide tartozik az atomerőművi nukleáris üzemenyagok előállítás is.

Hőenergia-termelés

A hőenergiát közvetlenül gőzkazánokban vagy forróvíz-kazánokban állítják elő tüzelőanyagok elégetésével. Hatékonyabb hőenergia-termelési eljárás a villamos energiával kapcsolt hőtermelés, vagy hőszivattyúk alkalmazása. A keletkező gőzt vagy melegített vizet helyiségfűtésre, technológiai célra, használati meleg vízként használják fel.

Villamosenergia-termelés

A villamos energia előállítása a leggyakrabban hőerőművekben történik. A hőerőművek vagy csak villamos energiát (kondenzációs erőmű), vagy villamos energiát és hőt kapcsoltan (fűtőerőmű) állítanak elő. A kapcsolt energiatermelés energetikailag lényegesen hatékonyabb eljárás, mint az egyedi villamosenergia-termelés. Munkaközegük szerint megkülönböztethető a gőzerőművek, a gázturbinás erőművek és a gáz-gőz kombinált

erőművek. A hőerőművek mellett más villamosenergia-termelő technológiák is működnek: vízerőművek, naperőművek, fotovillamos rendszerek, tüzelőanyag-cellák stb.

Energiaszállítás, energiaszolgáltatás

A fogyasztók energiaellátása egyedileg, vagy nagy kiterjedésű vezetékhalozatokon keresztül történik. Egyedi energiaellátás történik a szilárd tüzelőanyagok (szén, brikett, tűzifa stb.), részben a folyékony tüzelőanyagok esetében (kőolajtermékek tartálykocsis szállítása), de esetenként a gáz energiahordozók is egyedi ellátással jutnak el a fogyasztókhoz (palackos, tartályos gáz).

Az energiaszállítás jelentős része vezetékes úton történik, amely főleg három energiahordozó esetében jellemző: a villamos energia, a földgáz és a távhő. Egy adott területen csak egy-egy földgáz-, villamos és távhőhalozat működtetése szükséges, függetlenül attól, hogy a végső fogyasztók részére történő energiaértékesítést több energiakereskedő is végzi ugyanazon a területen, mert valamennyi kereskedő ugyanazon a hálózaton szállított energiát értékesíti. Ez eltér a telekommunikáció és híradástechnika hálózati rendszerétől, mert ott párhuzamos hálózatok is működnek (internet, kábeltévé stb.).

Villamosenergia-rendszer

A villamosenergia-rendszer három fő részből áll. A közös villamos hálózatra termelő erőművek alkotják az első részét, ennek alapján együttműködő erőműrendszerről lehet beszélni. Az erőművek többsége az együttműködő erőműrendszer részeként üzemel.

A villamosenergia-rendszer második fő alkotóeleme az alaphálózat. A nagyfeszültségű hurkolt alaphálózat feszültség szintjei: 400kV, 220kV és részben 120kV. (A 120kV-os feszültség szint alaphálózati szerepét fejlesztésekkel igyekeznek csökkenteni, illetve megszüntetni). A hálózat hurkoltsága azt jelenti, hogy bármely két hálózati csomópont között egynél több átviteli út létezik. Az alaphálózatra kapcsolódnak a nagyteljesítményű erőművek, a határkeresztesztő vezetékek, amelyek névleges feszültségei: 750, 400, 220 és 120kV, és a főelosztó hálózati 120kV/középfeszültségű transzformátorállomások egy része.

A harmadik fő alkotóelem a nagyfeszültségű főelosztó hálózat, és a középfeszültségű elosztóhálózat. A főelosztó hálózat sugaras kialakítású (a táppont és a fogadó pont között egy átviteli út van), feszültség szintje 120kV. A sugaras hálózat sajátossága, hogy a vezetéken az energiaáramlás iránya kötött, a tápponttól a fogadó pont felé mutat. A főelosztó hálózat fogadó pontjai a középfeszültségű elosztó hálózati gyűjtősínek, transzformátorállomások. A középfeszültségű elosztóhálózat szintén sugarasan üzemel, névleges feszültségei: 35, 20, 10 és 6kV.

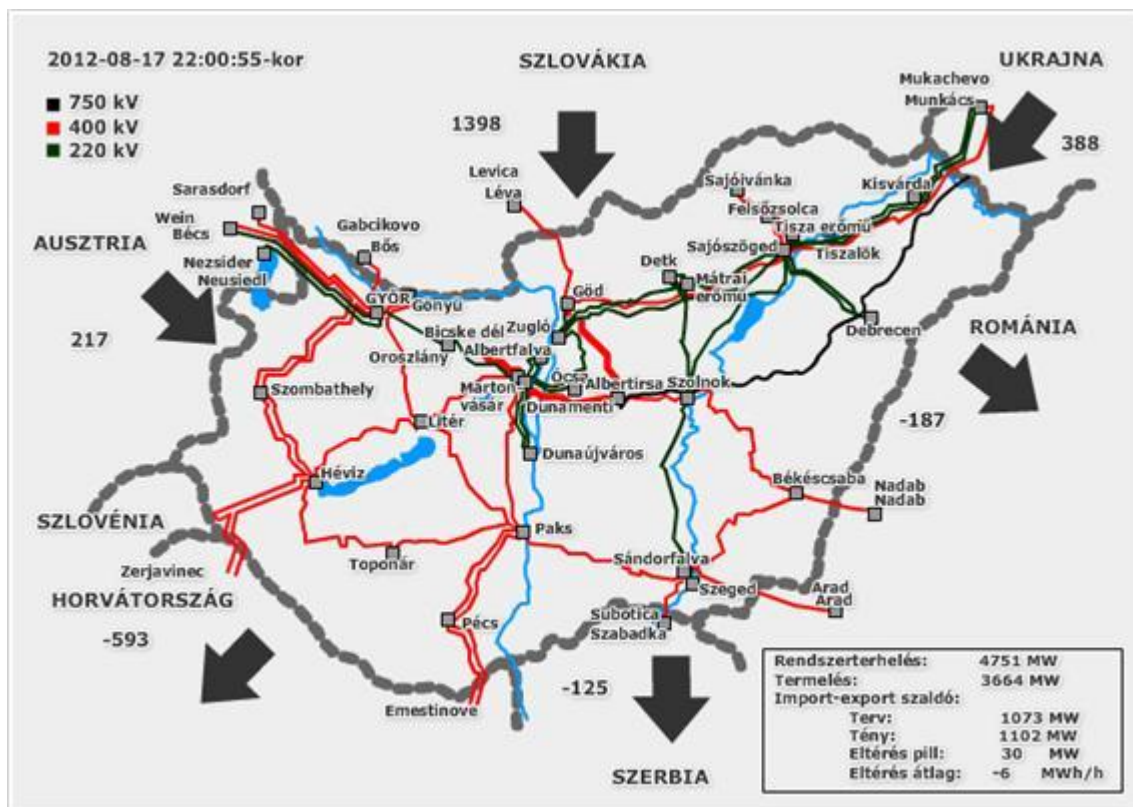
A villamos fogyasztók egy részét a különböző feszültség szintű középfeszültségű hálózatról látják el, néhány fogyasztót pedig az erőművek közvetlenül a generátorkapcsokról látnak el villamos energiával.

A negyedik fő alkotóelem a 0,4kV (380V) feszültség szintű fogyasztói hálózat, és az ehhez kapcsolódó nagyszámú kisteljesítményű és háztartási fogyasztók. Ezen belül a nagyobb teljesítmény igényű fogyasztók 3 fázisú hálózatra vannak kötve (3x380V), a kisfogyasztók egyfázisú 230V-os ellátást kapnak.

A villamos energia a fogyasztói oldal villamosenergia-igényeihez viszonyítva csak nagyon korlátozott mértékben tárolható, ennek főbb műszaki lehetőségei a szivattyús-tározós vízerőmű, akkumulátorok, hidrogén előállítás stb. Ezért a villamosenergia-rendszer mindenkor teljesítményének a fogyasztói teljesítmény-igényekhez kell igazodnia.

A villamosenergia-szállítás feszültség szintjének növelése a hálózaton kisebb keresztmetszetű vezetékek alkalmazását teszi lehetővé, mivel adott teljesítmény átviteléhez magasabb feszültségen kisebb áramerősség is elegendő. Ez a hálózati veszteségek csökkentését is segíti, mivel az az áramerősség négyzetével arányos.

A magyar villamosenergia-rendszer átviteli hálózatát az 1.1.3.1. sz. ábra mutatja be.



1.1.3.1. ábra Forrás: MAVIR (www.mavir.hu)

Az ábrán látható, hogy minél nagyobb a teljesítményigény, annál magasabb a kialakított feszültség: a villamos energia export-import 220kV és 750kV közötti feszültségen történik, továbbá az erőművek környezetében és a nagyobb ipari centrumok energiaellátásában is 220kV-os, vagy 400kV-os feszültségint kialakítása gazdaságos.

Földgázrendszer

A földgázellátás szinte kizárólagosan a földgázvezetéseken jut el a fogyasztókhoz. A földgázrendszer első fő eleme a földgáz-forrás, amely hazai termelésből és behozatalból áll. A földgáz felhasználása erősen szezonális függő, ugyanakkor a termelés és az import is közel állandó teljesítménnyel gazdaságos. A szállítás és a felhasználás közötti eltérő ütemezést tárolók segítségével egyenlítik ki.

A földgázhálózat különböző nyomásszintű részekből áll. A nagynyomású vezetéseken a nyomás 25bar feletti, a nagyközép nyomású vezetéseken a nyomás 4–25bar, a középnyomású vezetésekre pedig a 0,1–4bar tartományba esik. A kisnyomású elosztóvezetéseken a nyomás 0,1bar alatti.

A gázfogyasztók teljesítménye és nyomása széles tartományban változik. A nagyobb ipari fogyasztókat a középnyomású, egyes fogyasztókat a nagynyomású vezetésekről látják el. A háztartási fogyasztók és a kisteljesítményű gázkészülékek a kisnyomású hálózatokra csatlakoznak.

A földgáz vezetékrendszerrel távol eső fogyasztók ellátása tartályos gázzal történik, ennek döntő része propán-bután gáz, de terjed a CNG (komprimált földgáz) alkalmazása is, elsősorban belső égésű motoros járművekben. Ehhez a gáztöltő állomásokon a földgázt 200bar feletti nyomásra kell sűríteni a tartályok töltéséhez.

Magyarországon az 1980-as évektől kezdődően szinte az összes településre kiterjedő földgáz program valósult meg, amelynek jelentős gazdasági és környezetvédelmi előnye volt (ezt az akkori olcsó szovjet forrásból származó földgázimport tette lehetővé). Időközben az import földgáz világpiacon árá erőteljesen nőtt, ezért a földgáz kiváltására a megújuló energiák különböző típusai (tűzifa, pellet, földhő, napenergia) egyre gazdaságosabban alkalmazhatók.

Táv hőrendszer

Nagy népsűrűség, nagy fogyasztószám egymáshoz közeli hőellátására hatékony és környezetkímélő energiaellátást nyújt a távhőszolgáltatás, főként abban az esetben, ha a távhőt villamos energiával kapcsoltnak lehet előállítani. Egy lakóterület hőellátásánál a koncentrált energiatermelés mindössze egy emissziós pontot jelent (egy kémény, amely hatékonyan filterezhető), szemben a sok egyedi tüzelőberendezéssel, ahol a károsanyag-kibocsátások együttese lényegesen nagyobb, még korszerű tüzelőberendezések esetén is.

A távhőt forró víz (régebben gőz) hálózatok útján juttatják el a fogyasztókhoz. A távhőrendszer kezdeti pontja a távhőtermelés, amely lehet közvetlen hőenergia-termelés (kazántelep), vagy kapcsolt energiatermelés (fűtőerőmű). Esetenként hulladékenergia hasznosításával is állítanak elő távhő szolgáltatási célú hőt. Magyarországon a kapcsolt energiatermelés adja a távhő termelés döntő hányadát, amely nagyrészt földgáztüzelésű erőművekből származik. A megtermelt hőt forró vizes távhő-vezetékpáron juttatják el a hőközpontokba. A fogyasztói hőközpontokból a fogyasztók hőellátása általában hőcserélőn keresztül történik.

Magyarország 95 településén van távhőszolgáltatás, és összesen 207 távhőrendszer működik. A távhővel ellátott lakások száma 650 ezer, amiben mintegy kétmillió ember él. Ezen belül a kapcsolt energiatermelés 73 település 627 ezer lakásában biztosítja a távhőt.

Egyéb vezetékessé energiaszállítás

A vezetékessé szállítás jellemzi a kőolaj és a cseppfolyós földgáz (LNG) szállítását is, ebben az esetben azonban nem közvetlenül a végső fogyasztókhoz, hanem az energiaátalakító rendszerekhez juttatják el az energiahordozókat. Speciális esetnek tekinthető a több országban is már kiépülőben lévő hidrogén-szállító távvezetékrendszer is.

Energiakereskedelem

Az Európai Unió vonatkozó direktívái és az ezek végrehajtására megalkotott hazai törvényi szabályozás lehetővé tette, a korábbi monopol jellegű villamosenergia-ellátás és földgázellátás piacosítását. A liberalizált villamosenergia-piacokon és földgázpiacokon a fogyasztók nemcsak a területileg illetékes szolgáltatójuktól, hanem bármely más villamosenergia-szolgáltatásra illetve földgáz-szolgáltatásra jogosult vállalkozástól, közvetlenül erőműtől vagy külföldről is vásárolhatnak villamos energiát. A villamosenergia-piacon 2007. év végéig, a földgáz-piacon 2009. július 30-ig élt az a kettős modell, amelyben még párhuzamosan működött egymás mellett a közüzemi és a szabadpiaci szegmens. A kettős modell megszűnése után, helyét a versenypiaci modell vette át, amelyben a versenyt csak az erőfölényes helyzetekkel való visszaélés megelőzése, illetve a kiszolgáltatók felhasználók védelme érdekében lehet korlátozni. A felhasználók, illetve a kereskedők szabadpiaci körülmények között szerezhetik be, a termelők pedig ugyanilyen módon értékesíthetik a villamos energiát, illetve a földgázt. Ennek megfelelően létrejöttek az energiakereskedők, és önálló piaci szereplővé váltak. A fogyasztók villamos energiát és földgázt vásárolhatnak ebben a piaci modellben az energiakereskedőktől, közvetlenül a termelőktől, az energiátörszén, vagy közvetlenül importálva is, betartva a jogszabályban meghatározott feltételeket. A távhő esetében a piaci liberalizációnak ez a formája nem alakult ki.

Energiafelhasználás

Az energiaellátás célja az energiafogyasztói igények kielégítése. Az energiafogyasztók összetétele a gazdaság és a társadalom egészét tükrözi. Az energiafogyasztók két fő csoportba sorolhatók. A termelő szektor gazdasági tevékenysége folytatásához használ energiát, a nem termelő szektor esetében az energiafelhasználás nem kapcsolódik termelő tevékenységhez (háztartások, közintézmények). Az energiafelhasználás elemzésével a tananyag későbbi fejezetei részletesen foglalkoznak.

1.3. Az energetikai elemzés alapja: az energiamérleg

Az energiamérleg egyrészt a rendelkezésre álló energiaforrások (beszerzés, termelés, készletcsökkenés), másrészt az energia elosztási oldalon megjelenő energia elosztási tételek (végső energiafelhasználás, szállítási, tárolási és átalakítási veszteségek, készletnövekedés) mérlegszerű egyensúlyát mutatja be. Az energetikai folyamatok jellegzetessége, hogy a forrás oldalon rendelkezésre álló energiahordozók jelentős hányadát nem közvetlenül használják fel az ún. végső fogyasztók, hanem előbb valamilyen átalakítási folyamat segítségével kell belőlük a fogyasztók számára szükséges energiahordozókat vagy energiatípusokat előállítani. Az energiaátalakítási folyamatok energiavesztéssel járnak, és a folyamatnak segédüzemi és önfogyasztása is van (segédüzemi felhasználás például kazánok esetében a tápszivattyú villamosenergia-felhasználása, ugyanezen technológiánál önfogyasztásnak minősül a kazánban megtermelt hővel történő tápvíz előmelegítés). Az egyes energiaátalakítási folyamatok veszteségének a bevitt energia mennyiségéhez képesti aránya jelentősen

különbözhet, pl. a kőolaj-feldolgozás esetében ez csak néhány százalék, míg a kondenzációs villamosenergia-termelés során a veszteség aránya meghaladhatja a 70%-ot is.

Az átalakítási folyamatból származó energiahordozók egy része végső felhasználásra kerül, másik része azonban további energiaátalakítási folyamat bevitt energiája lesz (pl. a kőolajszármazékok kazánban történő felhasználása esetében). Ennek következtében ugyanaz az energiamennyiség többször is megjelenhet, és a gyakorlatban meg is jelenik az energiastatisztikákon belül, de különböző energiahordozó formájában. Ezért az energiamérleg számítások során el kell különíteni az átalakítási célú és a végső energiafelhasználásokat, a halmozott számbavétel elkerülése érdekében.

Az energiamérlegeknek számos típusa különböztethető meg (pl. országos, területi, városi, vállalati, telephelyi stb.), és az energiamérleg készítés módszere is típusonként eltérő. A következőkben az országos energiamérleg jellegzetességeit mutatjuk be, a területi energiamérleg-számítások és a vállalati energiamérleg készítés kérdéseit a tananyag későbbi fejezetei tárgyalják.

A világ szinte valamennyi országában készítenek éves rendszerességgel országos energiamérleget, azonban a különböző országokban esetenként eltérő energiamérleg számítási módszereket alkalmaznak. Az OECD és az Európai Unió országaiiban az energiastatisztikák és az országos energiamérlegek egységes módszertan szerint készülnek, OECD-IEA (International Energy Agency) és EUROSTAT (Statistical Office of the European Communities) rendszere szerint.

Az országos energiamérleg számítások során az egyes energiahordozók összes felhasználásának számítása top-down módszerrel történik, az alábbi algoritmus szerint:

+Hazai termelés

+Behozatal

- Kivitel

+ - Készletváltozás

+ - Statisztikai különbség

= Felhasználás

Ezt a számítást minden egyes – az energiamérlegben szereplő – energiahordozóra és energiafajtára külön-külön el kell végezni, ami azt jelenti, hogy a fenti egyszerűsített energiahordozó-mérlegből a gyakorlatban annyi darab készül, ahány energiahordozót az energiamérlegben megkülönböztetnek. Ezek között olyanok is találhatóak, amelyek egy-egy energiahordozó csoportra közösen készülnek (pl. az egyéb kőolaj-lepárlási termékek stb.). Meg kell jegyezni, hogy ebben a számításban – függetlenül attól, hogy alapenergia-hordozó vagy átalakított energiahordozóról van szó – minden egyes forrás tétel az energiamérleg szerint primer forrásnak minősül.

Az energiamérleg szempontjából primer energiaforrásokból együttesen rendelkezésre álló mennyiség bekerül az országos energiarendszerbe. Ezen belül a primer források kisebbik részét ugyanabban az anyagi formában közvetlenül, végső felhasználási célra fordítják, azonban nagyobbik hányadát a végső felhasználás előtt átalakítják, hogy a fogyasztók (és energiafogyasztó-berendezéseik) által igényelt fizikai-kémiai tulajdonságoknak meg tudjon felelni. A belföldi energiaátalakításból származó energiahordozók vagy energiafajták, mint szekunder vagy terciér stb. energiaforrások ismételtelen belépnek az energiarendszerbe. E folyamatok sok esetben egymásra épülnek, azaz egymás végtermékeit használják fel bemenő energiaként, amelynek következtében ugyanazon energiamennyiség más-más anyagi formában többszörösen megjelenhet a rendszerben, mint energiaforrás. Ekkor azonban az egyenként megfigyelt energiahordozók felhasználását összegezve a többszörös számbavétel miatt halmozott eredményt kapunk. Ez az adat általában egyáltalán nem használható az energiafelhasználás mérőszámaként, sőt alapvető tévedéseket okozhat.

Az ágazati, fogyasztócsopontonkénti energiafelhasználás értelmezése

A gyakorlatban az ágazati, fogyasztócsopontonkénti energiafelhasználás mérésére több statisztikai módszertani lehetőség is adódik.

Az egyik lehetőség, hogy csak a végső felhasználásokat összegzik energiahordozónként, és az energiaátalakítási folyamatok veszteségeit teljesen elkülönítve (esetleg folyamatonként részletezve) jelentetik meg, függetlenül

attól, hogy mely ágazatban végezték az adott energiaátalakítási tevékenységet. Ezt a módszert alkalmazza az OECD-IEA és az EUROSTAT energiamérleg számítási eljárása.

A másik lehetőség, hogy az ágazati felhasználásokat úgy határozzák meg, hogy az energiaátalakítási folyamatok veszteségeit az adott output energiahordozó felhasználásának arányaiban felosztják fiktív módon a végső felhasználók között, és ezzel az értékkel megnövelik az ágazati végső felhasználás értékét. Ezt az adatot az energiazdálkodási statisztikai évkönyvek ún. nemzetgazdasági szintű energiafelhasználás néven jelentik meg. Az így meghatározott ágazati energiafelhasználások az előző módszerhez képest jobban tükrözik egy-egy ágazat energiaellátásához szükséges elsődleges energiaigényeket, tehát az adott ágazat tényleges energiaigény-befolyásoló szerepét.

A harmadik lehetőség az, hogy minden energiaátalakítási veszteséget arra az ágazatra „terhelnek rá”, amely ágazat azt a tevékenységet valójában végzi. Ebben az esetben a végső felhasználás és az átalakítási veszteség összege az ún. halmozatlan energiafelhasználás néven jelenik meg. Ez a módszerrel az adott ágazatban folyó tevékenységek fizikailag megjelenő energetikai hatásait lehet bemutatni.

Mindhárom számítási eljárásnak van létjogosultsága, az elemzés célja határozza meg, hogy adott esetben melyik módszerrel célszerű az ágazati energiafelhasználást számolni. Nemzetközi összehasonlítások esetében általában az egységesített EUROSTAT módszert kell alkalmazni, de ha például meg akarjuk ítélni egy ágazat energiafelhasználásának tényleges befolyását a nemzetgazdaság egészének energiafelhasználására, akkor célszerű a végső felhasználáson kívül az ágazat energiaellátása érdekében felmerült energiaátalakítási veszteségeket valamelyik erre alkalmas módszerrel figyelembe venni.

A különböző számítási módok szerint meghatározott ágazati energiafelhasználási adatokat a Magyarországon évente megjelenő Energiagazdálkodási Statisztikai Évkönyv című kiadványok tartalmazzák. Az OECD-IEA, illetve EUROSTAT módszertan szerinti energiamérlegeket valamennyi tagországra vonatkozóan az adott szervezet elektronikus illetve nyomtatott kiadványaiban lehet megtalálni.

Az említett szervezetek honlapján ingyenesen elérhető statisztikai adatok, adatsorok általában három évre visszamenőleg zárulnak (e tananyag készítésekor ingyenesen a 2009. évi adatok az elérhető legutolsók), a frissebb adatok a fizetős adatrendszerekből, és a térítés ellenében árusított kiadványokból szerezhetők meg.

1.4. A Sankey-diagram

A Sankey-diagram különféle folyamatok ábrázolására szolgál, amely lehet például energiaáram, anyagáram, pénzfolyamat stb. Jellegzetessége, hogy az áramlás irányát nyíllal szemléltetik, és az áramok szélessége az áramlási mennyiségekkel arányos. A diagramot Matthew Henry Phineas Riall Sankey ír mérnökről nevezték el, aki elsőként alkalmazta ezt az ábrázolási formát 1898-ban gőzgép energetikai folyamatainak bemutatására.

Az energiazdálkodási folyamatok áttekinthetőségét segíti, ha elkészül a teljes rendszer, illetve egy-egy fontosabb részterület energia folyamata, azaz Sankey-diagramja. Az ábráról könnyen leolvasható, hogy melyek a nagy energiazdálkodási helyek, technológiák, illetve a rendszer energiazdálkodási veszteségei is megjeleníthetők. A diagram segít annak eldöntésében, hogy a továbbiakban mely területeken kell részletesebb elemzést végezni.

Az energiazdálkodási folyamatokat szemléltető Sankey-diagram elkészítésének alapvető feltételei a következők:

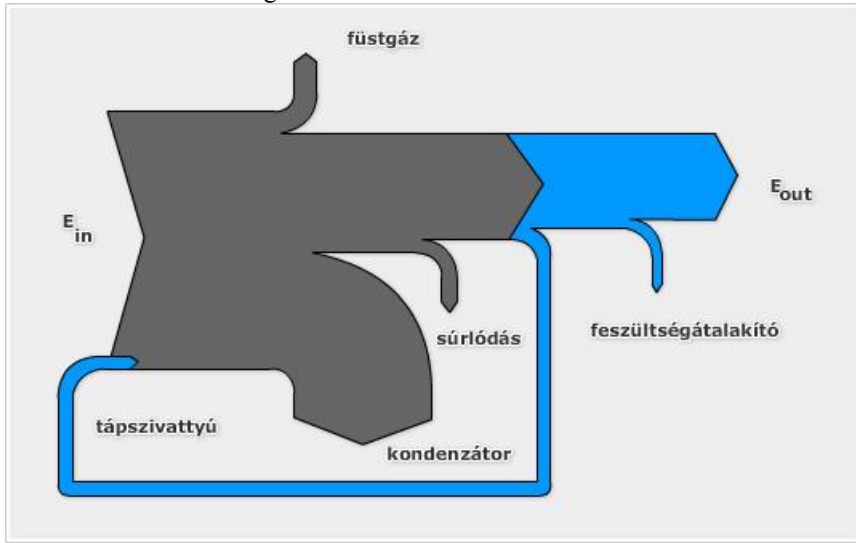
A vizsgált folyamat jól definiált legyen, tehát a folyamat határait pontosan meg kell határozni. Egy országos energiamérlegről készült Sankey-diagram esetében a folyamat határait a mérleg forrás és elosztási oldalán található tételek határozzák meg.

A vizsgált folyamaton belül az ábrázolni kívánt részfolyamatok jól definiáltak legyenek, és az elemzés szempontjai szerinti részletességgel legyenek meghatározva. Törekedni kell arra, hogy a diagram a súlyponti területek bemutatására helyezze a hangsúlyt. A túlzottan sok részfolyamatra bontott ábra viszont nehezíti az áttekinthetőséget, ezért ezt a hibát célszerű elkerülni.

A részfolyamatokra való bontásnál csak olyan folyamatok ábrázolása célszerű, amelyekről megbízható információk állnak rendelkezésre, mérések, megalapozott műszaki számítások vagy legalábbis szakszerű becslés formájában. Ennek hiányában a diagram használhatósága nagymértékben romlik.

Az 1.1.5.1. ábrán szemléltetesként bemutatott Sankey-diagram a hőerőművi villamosenergia-termelés egyszerűsített folyamatát mutatja meg. Az ábrán látható, hogy az egymást követő energetikai folyamatok

berendezéseiben (kazán, turbina, generátor, transzformátor) más-más jellegű veszteségek keletkeznek, illetve a folyamatnak van ún. önfogyasztása is, vagyis a megtermelt energia egy részét saját maga fel is használja (pl. kazán tápszivattyú). Az ábra mutatja, hogy a szemléltetett folyamaton belül az energiavesztés döntő hányadát a kondenzációs veszteség teszi ki.



1.1.4.1. ábra

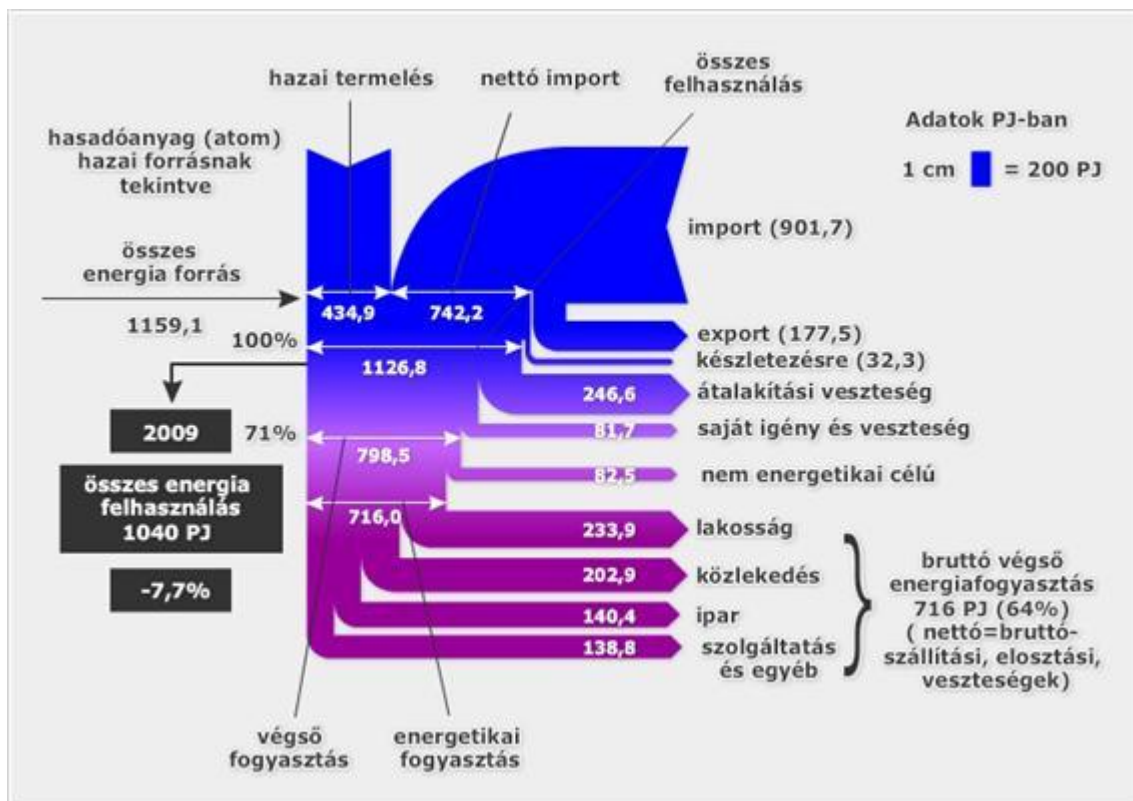
Az ábrán szereplő energiaátalakító rendszer teljes hatásfoka az alábbiak szerint számítható:

$$\eta = E_{out}/E_{in}$$

A hatásfok az egymást követő egyes részfolyamatok hatásfokaiból is számítható az alábbi képlet szerint:

$$\eta = \prod \eta_i = \eta_1 \times \eta_2 \times \dots \times \eta_n$$

Gyakori, hogy az országos energiamérleg adatai alapján elkészítik az ország energia folyamabráját a Sankey-diagram módszer alkalmazásával. Ennek segítségével könnyen áttekinthető, hogy melyek a legfontosabb energetikai folyamatok, és azok milyen súlyt képviselnek az energiamérlegben. A részletesebb elemzéseket igénylő területek, azaz az energifolyamatok súlyponti részei a folyamatra segítségével könnyen kijelölhetők. Magyarország 2008. évi energia folyamabráját az 1.1.5.2. ábra mutatja be.



1.1.4.2. ábra Forrás: Energia Központ Kht.

1.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

Magyarország 2009. évi IEA rendszerű energiamérlege

Magyarországon az 1950-es évek óta éves rendszerességgel készül részletes országos energiamérleg, melynek szerkezete, tartalma időszakonként változik. Az energiamérleg összeállítása az Országos Statisztikai Adatgyűjtési Program (OSAP) keretében történő energiasztisztikai adatgyűjtéseken alapul, a Központi Statisztikai Hivatal iránymutatásai szerint.

A magyar energiasztisztikai rendszer 1990. óta a Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA), az EUROSTAT, és az ENSZ Statisztikai Osztálya által egyeztetett módszertan szerint épül fel, és ez lehetővé teszi, hogy a magyar energiasztisztikai adatok a nemzetközi összehasonlító elemzésekhez felhasználhatóak legyenek. Az alábbi táblázat az IEA honlapján jelenleg elérhető legutolsó év, a 2009. évi magyar országos energiamérleget mutatja be. Az energiamérleg energiahordozónként, vagy esetenként energiahordozó-csoportonként tartalmazza a mérlegszerű elszámolást a forrás és elosztási tételekre vonatkozóan, valamint a felhasználás ágazatonkénti, fogyasztócsoportonkénti megoszlását.

2009 Energy Balance for Hungary											
in thousand tonnes of oil equivalent (ktoe) on a net calorific value basis											
SUPPLY and CONSUMPTION	Coal and Peat	Crude Oil	Oil Products	Natural Gas	Nuclear	Hydro	Geother Solar	Biofuels and Waste	Electricity	Heat	Total*
Production	1558	1208	0	2287	4032	20	129	1775	0	0	11004
Imports	1108	5878	2233	7905	0	0	0	48	944	0	17912
Exports	-181	-18	-2277	-71	0	0	0	-58	-489	0	-3065
International Marine Bunkers**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
International Aviation Bunkers**	0	0	-238	0	0	0	0	0	0	0	-238
Stock Changes	57	105	48	-972	0	0	0	-2	0	0	-788
TPES	2559	6968	-234	9149	4032	20	129	1761	474	0	24859
Transfers	0	331	-117	0	0	0	0	0	0	0	215
Statistical Differences	-5	7	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Electricity Plants	-1563	0	-114	-852	-4020	-20	-29	-588	2455	0	-4728
CHP Plants	-180	0	-85	-1554	-12	0	0	-163	833	920	-422
Heat Plants	-80	0	-38	-305	0	0	-5	-4	0	350	-80
Gas Works	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oil Refineries	0	-7651	7840	0	0	0	0	0	0	0	-11
Coal Transformation	-305	0	-11	-10	0	0	0	0	0	0	-327
Liquefaction Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Transformation	0	349	-389	0	0	0	0	0	0	0	-20
Energy Industry Own Use	-88	0	-335	-174	0	0	0	-10	-401	-92	-1081
Losses	-5	0	0	-187	0	0	0	0	-310	-87	-589
TFC	353	5	6358	6087	0	0	95	999	2851	1090	17838
Industry	209	0	155	886	0	0	1	115	736	330	2432
Transport	0	0	4233	1	0	0	0	169	103	0	4506
Other	144	0	349	4876	0	0	94	714	2011	760	8949
Residential	141	0	104	3181	0	0	4	581	988	539	5517
Commercial and Public Services	3	0	19	1571	0	0	78	119	977	221	2987
Agriculture / Forestry	1	0	226	124	0	0	12	14	87	0	444
Fishing	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Non-Specified	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Energy Use	0	5	1622	323	0	0	0	0	0	0	1950
- of which Petrochemical Feedstocks	0	5	1348	323	0	0	0	0	0	0	1676

* Totals may not add up due to rounding.

** International marine and aviation bunkers are included in transport for world totals.

1.1.5.3. ábra Forrás: Nemzetközi Energia Ügynökség:
 (http://www.iea.org/stats/balancetable.asp?COUNTRY_CODE=HU)

Az energiamérlegben alkalmazott rövidítések:

TPES: Total Primary Energy Supply (Teljes primerenergia-ellátás)

TFC: Total Final Consumption (Teljes végső energiafelhasználás)

2. Az energetikai folyamatok elemzésének alapjai II.

A lecke célja áttekintést adni az országos szintű energiagazdálkodási elemzési módszerek gyakorlati alkalmazásáról.

A lecke tananyaga bemutatja az országos szintű energetikai folyamatok elemzésének szemléletmódját, gyakorlati módszereit, az energetikai folyamatokat befolyásoló általános és ágazat specifikus tényezőket, e tényezők hatásait, az energetikai folyamatok súlyponti területeit. Ismerteti az energetikai indikátorokkal szemben támasztott követelményeket, a leggyakrabban alkalmazott makroszintű energetikai indikátorokat, alkalmazásuk és számításuk módját.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 2 tanóra.

2.1. Az energetikai folyamatokat befolyásoló tényezők I.

Az energetikai elemzések során nagy gondot kell fordítani az ok-okozati összefüggések vizsgálatára, tehát arra, hogy az energetikai folyamatokat mely tényezők, milyen módon és milyen mértékben befolyásolják. Az energiafelhasználási folyamatokat befolyásoló tényezőket két – egymástól lényegében eltérő – vetületben vizsgálhatjuk.

- egyrészt a gazdasági ágazati szerkezet szerinti bontásban, ezen belül szétválasztva a termelési célú és a lakossági háztartási felhasználásokat,
- másrészt a homogén energiafelhasználási célok szerinti bontásban, ezen belül megkülönböztetve a hő jellegű, (stabil és mobil) mechanikai munka, elektrolízis, világítás és egyéb felhasználásokat.

Az energiaigényeket befolyásoló tényezők két csoportra oszthatók. Az általános hatások minden ágazatban és szektorban érvényesülnek, de nem egyforma módon. Ebbe a csoportba tartoznak a klimatikus (hőmérsékleti) viszonyok, valamint az energia-struktúra, illetve az energiahordozók helyettesíthetősége közötti hatások. A másik csoportba olyan befolyásoló tényezők tartoznak, amelyek csak egy, vagy néhány fogyasztócsoport energiaigényeinek alakulását befolyásolják. Ezen belül el kell különíteni a termelő szféra, illetve a lakosság háztartási energiaigényeit meghatározó tényezőket.

Helyiségfűtés, a klimatikus viszonyok hatása

Az országos végső energiafelhasználás közel egyharmada helyiségfűtési célt szolgál, a téli hőmérséklettől függ, rendszertelenül, szélsőségesen akár 20–30% ingadozással. Az ipari fogyasztáson belüli aránya átlagosan 12–15% (ágazatonként eltérően 0 és kb. 50% között), a lakossági háztartási fogyasztásnak pedig kb. háromnegyede. Az energiafogyasztások nagy hányadát kitevő fűtési célú fogyasztás évenkénti ingadozását okozza a téli középhőmérsékletek rendszertelen, esetenként szélsőséges változása, a külső középhőmérséklettől függően közelítően mintegy 4–6%/1°C értékkel. Ez a hatás túlnyomóan a villamos energián kívüli energiahordozókat érinti, tehát a tüzelőanyagokat és a hőenergiát, mivel a villamosenergia-fogyasztás hányada a fűtési célú felhasználásokban jelentéktelen. Nem hanyagolható el viszont a klimatikus hatásoktól függő energiafogyasztásnak a villamos teljesítmények alakulására történő kihatása, különösen a fűtési időszak kezdeti és végső szakaszában, az elsősorban kiegészítő jellegű tömeges felhasználásokban (táv hő ellátású lakásokban). A nyári időszak hőmérséklet alakulása a villamosenergia-igények és a villamos teljesítményigények alakulására van egyre növekvő befolyással, mivel a légkondicionáló berendezések működtetése villamos energiával történik.

Az energiastruktúra hatása

Az energiaigények kielégítése egy adott fogyasztónál elvileg számos különféle energiahordozó vagy energiafajta alkalmazásával megoldható. Az energiafogyasztó berendezések működése a cserélhetőséget azonban részben korlátozza. Közép és hosszú távon azonban a berendezések cseréjével az energiaigények sokféle energiahordozó vagy energiafajta alkalmazásával elégíthetők ki, azonban ezek eltérő fizikai és kémiai tulajdonsága miatt a felhasználásuk határfoka lényegesen eltér. Az energiaigény-alakulás szempontjából az energiastruktúra energiaigényeket befolyásoló hatása elsősorban a tüzelőanyag ellátásnál jelentkezik, főleg a tüzelőanyagok között lévő eltérő hatásfokviszonyok miatt. Ugyanakkor az energiafelhasználásban a kényelmi, higiéniai és árszempontok is jelentős hatást gyakorolhatnak az egyes energiahordozókban történő felhasználás alakulására. A felsorolt szempontokat figyelembe véve például a villamos energia előnyei a tüzelőanyagokkal szemben a kényelmi és a higiéniai jellemzők, ugyanakkor hátránya az előállításakor keletkező nem elhanyagolható energetikai veszteség és a viszonylag magas ár. Az energiastruktúra változás nem marad meg a tüzelőanyagok körén belül, mivel villamos energia és a hőenergia is korlátozottan helyettesíthető tüzelőanyaggal bizonyos felhasználási módok esetében. A megújuló energiák különböző fajtái a hagyományos energiahordozókkal és egymással is versengenek az energiakeresleti piacon.

2.2. Az energetikai folyamatokat befolyásoló tényezők II.

A termelő ágazatok energiaigényét befolyásoló tényezők

A termelő ágazatok energiafelhasználásán belül a szorosan vett termelési folyamatot jellemző, az energiaigényeket alapvetően befolyásoló tényező a termelés energiaigényessége („e”), amellyel az energiaigény

általános számítási módja (abszolút fogyasztásra és növekményekre, energiára és villamos energiára egyaránt) a következő:

$$E = P \cdot e = \sum P_i \cdot e_i = P \cdot \sum s_i \cdot e_i$$

A képlet szerint az energiaigény (E) tehát függvénye egyrészt a P termelésnek (illetve a termelés növekedési dinamikájának), másrészt a termelés szerkezetéből adódó e energiaigényességének, amely az egyes tevékenységek egyedi energiaigényességének a súlyozott átlaga. (A súlytényezők az egyes tevékenységek P_i / P termelési arányai.) Az egyes termelő tevékenységek e_i egyedi energiaigényességei között nagyságrendi különbségek vannak. Az egyes termelő ágakat, és ezen belül a gyártó ipar ágazatait jellemző fontosabb arányok a következők:

- A relatíve kis jövedelmet termelő, de az energiafogyasztás nagy hányadát fogyasztó ágazatok energiaigényessége többször tízszeresen nagyobb a nem energiaigényes tevékenységeknél. Ebbe a csoportba tartoznak az ún. nehézipari tevékenységek: vaskohászat, építőanyagok gyártása stb.
- Az energiafelhasználás hatékonyságára értelemszerűen fordított viszonyok vonatkoznak.
- a villamos energiára vonatkozó mutatók szórása csak némileg mérsékeltebb az egyéb energiahordozókénál,
- az összenergia-igényesség jelentős tételét adja viszont a villamosenergia-igényesség a tüzelőanyagokra való visszszámításnak (bruttó felhasználásnak) megfelelően,
- az energiaigényességre, illetve Ft-ra vonatkoztatott energiahatékonyság kisebb eltéréseit az egyes ágazatok eltérő energiafelhasználási szerkezete (és az eltérő fajlagos energiaárak) okozzák.
- a GDP-re vonatkoztatott mutatók szórása nyilván mérsékeltebb, mint a tiszta jövedelemre vonatkoztatott mutatóké. Hasonlóképpen némileg módosítják a viszonyokat az utóbbi idők árváltozásai, érdemi változást a nagyságrendi eltérésekben azonban nem okoznak. (Éppen ezért e mutatók viszonylagos stabilitása több évtizedes.)

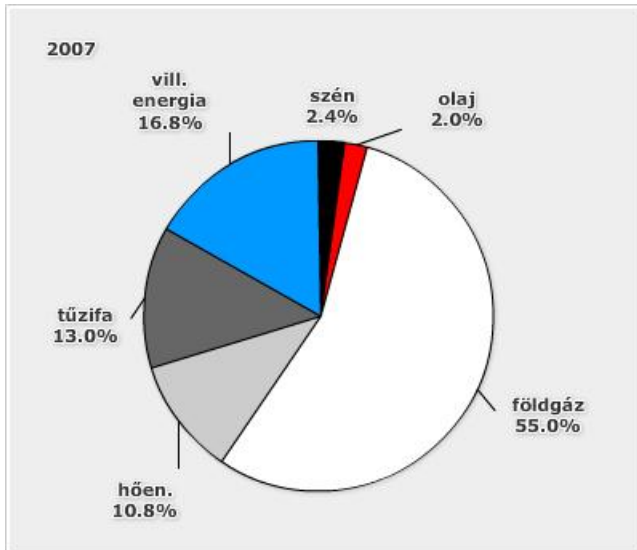
A lakossági háztartási energiafelhasználás energiaigényét befolyásoló tényezők

A lakosság energiaigényei, a háztartások berendezésekkel való felszereltségét is figyelembe véve, az alábbi képlettel számíthatók:

$$E = N \cdot f = \sum N_i \cdot f_i = N \cdot \bar{a} \cdot t_i \cdot f_i = N \cdot \bar{a} \cdot t_i \cdot W_i \cdot h_i \text{ kWh/év}$$

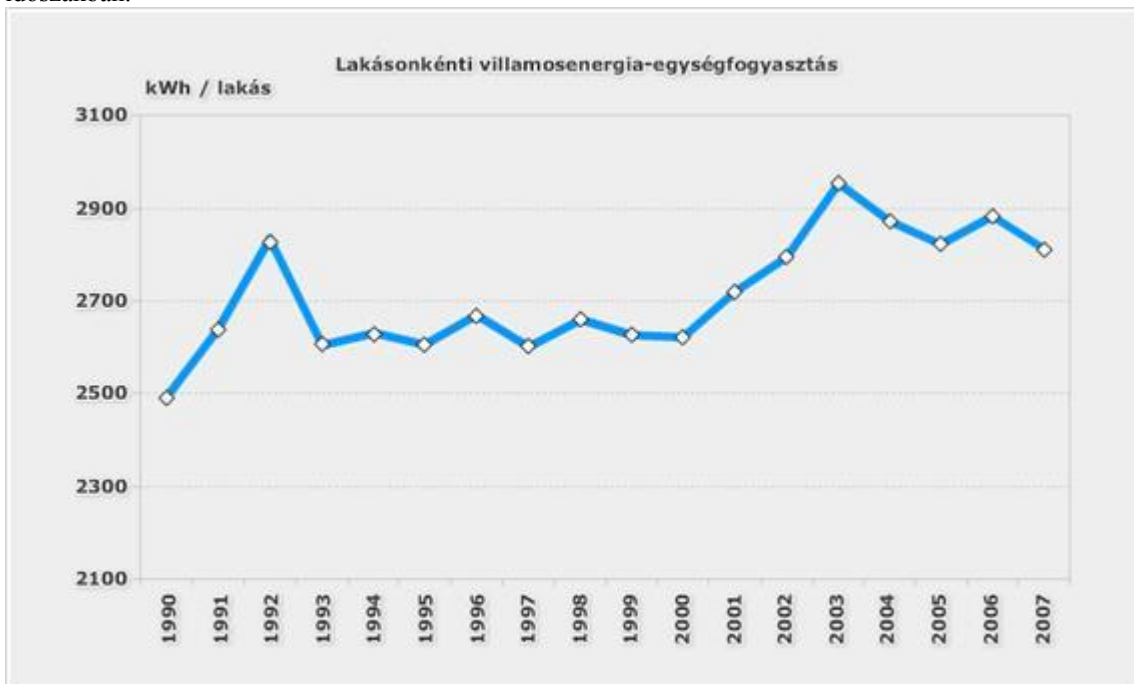
Szavakban: a lakossági energiaigény függvénye az N ("működő") háztartások számának, valamint a háztartások különféle i berendezésekkel való ellátottságának, amelyet a $t_i = N_i / N$ telítettségi tényező fejez ki, végül az egyes berendezések által elfogyasztott éves (statisztikai) fajlagos f_i fogyasztásnak. Ez utóbbi tényező az egyes berendezések W_i névleges teljesítményének és a h_i éves üzemeltetési óraszámának a szorzataként adódik. Az f_i fajlagos értékek általában különböző elemzésekkel ellenőrizhető, de a gyakorlatban többségében becslött fajlagos mutatók. A képletben szereplő f átlagos fajlagos mutató az egy háztartásra jutó átlagos évi fajlagos energiafogyasztás, amely a háztartások statisztikájában szereplő évi összenergia-fogyasztásának a lakásszámmal való osztásával kapott hányados. Dimenziója kJ/év, háztartás, illetve kWh/év, háztartás. Ez az átlagos f háztartási fajlagos fogyasztás, az $f = \bar{a} \cdot t_i \cdot f_i$ képlet alapján is számítható, vagyis az egyes berendezések becslött f_i fajlagosának összhangban kell lennie a statisztikából számított f átlagos fajlagossal.

Az 1.2.2.1. ábra a hazai háztartási energiafelhasználás 2007. évi energiahordozó szerkezetét mutatja be, amelyen látható, hogy a háztartási energiafelhasználáson belül a földgáz részaránya a legnagyobb, de jelentős a termikus célú fogyasztáson (fűtés, használati meleg víz) belül a távhő és tűzifa szerepe is.



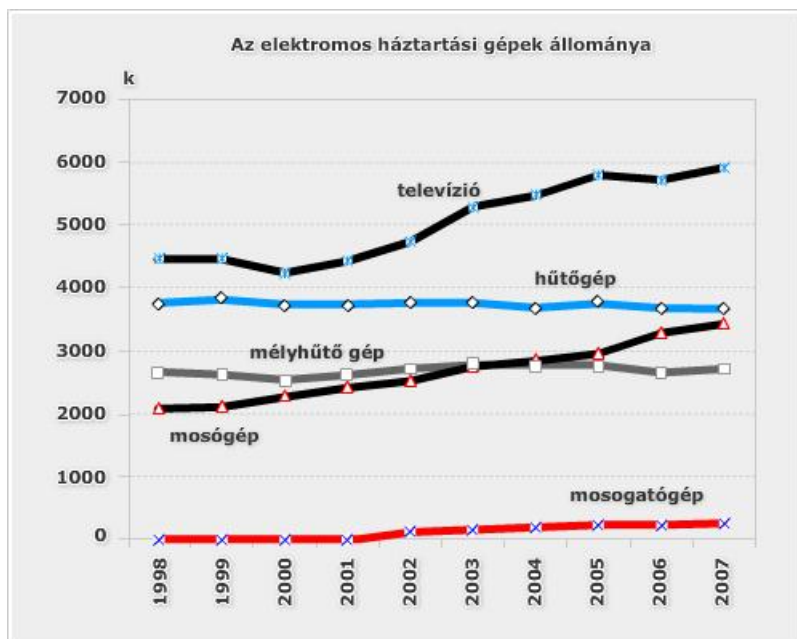
1.2.2.1. ábra Forrás: Energia Központ

Az 1.2.2.2. ábra az egy háztartásra jutó villamosenergia-felhasználás alakulását mutatja be az 1990-2007 időszakban.



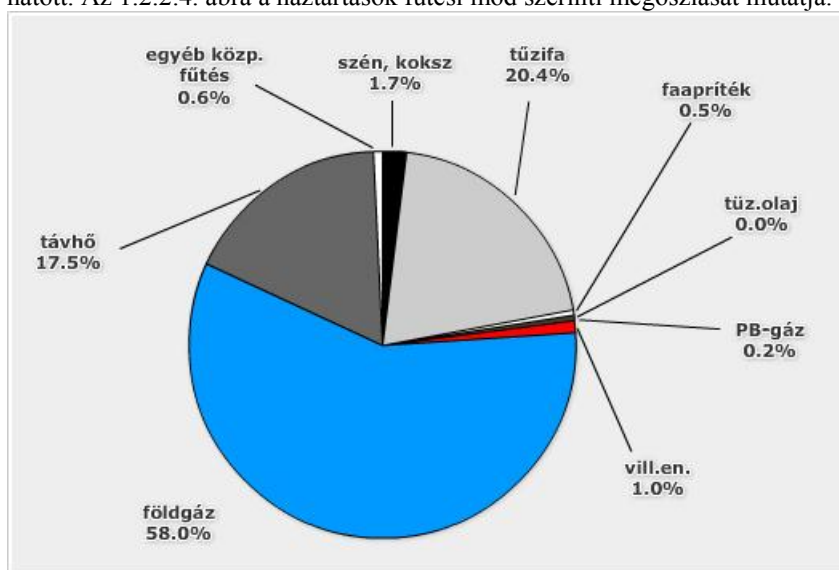
1.2.2.2. ábra Forrás: Energia Központ

A háztartások gépesítetttségének növekedése a villamosenergia-igények emelkedő tendenciáját okozza, az ábrán megfigyelhető ingadozásokat az egyes évek eltérő téli hőmérsékletei okozzák, amelyek a fűtési célú villamosenergia-felhasználásban jelentkeznek. Az 1.2.2.3. ábra az elektromos háztartási gépek állományának változását mutatja az 1998-2007 időszakban.



1.2.2.3. ábra Forrás: Energia Központ

Míg a hűtőgépek esetében a piac telítődése figyelhető meg, a többi bemutatott berendezésnél kisebb-nagyobb arányú folyamatos állománynövekedés jelentkezett, amely a villamosenergia-igények növekedése irányába hatott. Az 1.2.2.4. ábra a háztartások fűtési mód szerinti megoszlását mutatja.



1.2.2.4. ábra Forrás: Energia Központ

A földgáz mellett, amelynek részaránya több mint 50%, a távhő és a tüzfifa is fontos energiahordozó a fűtési energiaigények kielégítésében.

2.3. Az energetikai folyamatok súlyponti területei

Az országos energetikai folyamatok súlyponti területei alapvetően az energiamérlegekből határozhatók meg. Ennek keretében két fő terület vizsgálata szükséges: az energiaellátással összefüggő energiaipari tevékenységekkel összefüggő energiafelhasználások, illetve a különböző fogyasztói csoportok, ágazatok végső energiafelhasználásai.

Az energiaipar saját energiaigénye

Az energiaipar a fogyasztói energiaigények kielégítése érdekében energiatermelési energiaátalakítási, energiaelosztási és szállítási tevékenységeket végez. Az energiaipar „önfogyasztásának” tekinthetők az átalakítási veszteségek, az energiaipar végső energiafelhasználása, valamint a szállítási és elosztási veszteségek összege. E tételek együttesen az országos energiafelhasználás csaknem 30%-át teszik ki, tehát jelentősen befolyásolják az összes energiaigények alakulását. Elsősorban a villamos energia aránynövekedése miatt hosszabb távon vizsgálva az energiaellátás határfoka folyamatosan csökken, a villamosenergia-termelés határfokának javuló tendenciája ellenére is.

Lakossági fogyasztás paraméterei

A lakossági energiafogyasztási statisztikák valójában energiaértékesítési adatok, amelyek vezetékes energiahordozók esetében a tényleges fogyasztással is azonosak, de a tárolható energiahordozók esetében (pl. szén, tűzifa stb.) attól jelentősen el is térhetnek. A háztartások célonkénti felhasználásáról részletes statisztika nem áll rendelkezésre. Ezek meghatározása célvizsgálatokkal, reprezentatív felmérésekkel stb. csak közelítő módon lehetséges. A fogyasztás túlnyomó hányada (kb. háromnegyede) helyiségfűtés, a maradék is nagyrészt hő jellegű fogyasztás (főzés, vízmelegítés). A háztartások mechanikai célú energiafelhasználása (háztartási gépek) szinte kizárólag villamos energia. Statisztikailag nehezen számszerűsíthető, de egyes célvizsgálatok szerint a háztartási energiafelhasználás nem elhanyagolható mértékű termelési célú felhasználást is magába foglal, a kisvállalkozói körben (pl. könyvelőiroda, ügyvédi iroda számítógépei, kisebb műhelyek gépei stb.).

A háztartási energiafelhasználás (amely nem tartalmazza a lakossági tulajdonú gépjárművek energiafelhasználását, amely tétel a közlekedési energiafelhasználások része), az országos összes energiafogyasztás kb. 25%-át teszi ki.

A termelő szféra fogyasztásának tényezői

A termelő ágazatok energiaigénye az energiaipar nélküli fogyasztók közvetlen felhasználását jelenti. A T termelés és az (E) energiafogyasztás közötti kapcsolat jellemzése a termelés energiaigényességével történik ($e = E/T$). Az energiaigény, az energiaigényesség, a gazdasági növekedés, az energiaigény növekedés és a rugalmasság közötti kapcsolatok elsősorban a gazdasági termelési struktúra függvényében változnak. Az energiaigények a tüzelőanyag- és a villamosenergia-igények összegeként adódnak (az energiaigényességek is). Egyes aggregált egységek energiaigényességei az egyedi komponensek súlyozott átlagai. Az egyedi komponensek esetében az ágazatok termelésben lévő súlyarányát az s_i mutatja meg ($s_i = T_i/T$), ahol T_i az ágazat termelési értéke, T pedig az összes ágazat által előállított termelési érték. Az ágazatok egyedi energiaigényességét e_i jelenti ($e_i = E_i/T_i$), ahol E_i az ágazat energiafelhasználása, T_i pedig az ágazat termelési értéke.

Az energiaigényesség általános (súlyozott átlag) képletéből logikusan következik, hogy az energiafogyasztás legfontosabb, súlyponti tételeit azok a gazdasági tevékenységek (területek) adják, amelyeknek ($s_i \times e_i/e$) mutatója relatíve nagy. Ezek a mutatók végeredményben az egyes területek energiafogyasztásának E_i/E arányát fejezik ki az összes termelési célú energiafogyasztáson belül. Viszont együttesen tartalmazzák az adott termelés s_i részarányát az össztermelésen belül, valamint az adott terület egyedi e_i energiaigényességét is. Nemzetgazdasági (hatékonysági), valamint az energiaigények alakulása szempontjából pedig egyáltalán nem közömbös, hogy a viszonylag nagy mutató egy kis s_i súlyarány és egyidejűleg nagy e_i energiaigényességnek, vagy egy nagy s_i súlyarányú és egyidejűleg kis e_i energiaigényességű tevékenységnek az eredménye.

A termelő szféra fogyasztásának súlyponti tételét az ipari fogyasztás jelenti. A többi termelő szakterület egyrészt relatíve sokkal kisebb súlyú, másrészt a strukturális változások hatása az energiaigényekre nincs lényeges befolyással.

Az ipar energiaigénye

Az iparon belül a két karakterisztikus pólus egyrészt az alapanyag termelő ipar, másrészt a feldolgozóipar. Átlagos energiaigényességük aránya több mint tízszeres, ezen belül egyedi tevékenységeké többször tízszeres (villamos energiára és tüzelőanyagra egyaránt). Az energiaigényességek fenti arányai kb. megduplázódnak, amennyiben a járulékos fogyasztások nélküli, csak technológiai energiaigényességekkel számolunk. A nem közvetlenül technológiai célú ún. járulékos energiafogyasztás (helyiségfűtés, világítás stb.) aránya ugyanis az alapanyagiparban néhány százalék, míg a feldolgozó ágazatokban átlagosan közel 40 % körüli. Az ipari energiafogyasztáson belül külön kategóriaiként vizsgálhatók az anyagjellegű és nem energetikai felhasználások, valamint az elektrolízis.

Közlekedési energiafogyasztás

A közlekedési energiafelhasználás az energiamérleg számítási szabályok szerint nem a közlekedési ágazat energiafelhasználását jelenti, hanem – valamennyi ágazatból és szektorból – a közlekedési eszközök és a mezőgazdasági vontatók közlekedési, szállítási célú energiaszükséglete, beleértve a kommunális-közületi és lakossági közlekedés energiaigényét is. (A közlekedési ágazat egyéb felhasználásai a fűtés és az egyéb területen vannak elszámolva.) Aránya a termelői felhasználásokból 15–17% körül van, beleértve a lakossági tulajdonú gépjárművek energiafelhasználását is.

Mezőgazdasági energiafogyasztás

A mezőgazdasági ágazat súlya az országos energiafelhasználáson belül 2–3% körüli, ennek jelentős része a mezőgazdasági gépek üzemanyag-felhasználása, illetve a technológiai célú tüzelőanyag-igény (döntően földgáz), mint például a gabonaszárítók, állattartó épületek, üvegházak stb. energiaigénye.

Kereskedelem és szolgáltatás

A kereskedelmi szervezetek és a széles spektrumú különféle szolgáltatásokat végző szervezetek energiafogyasztása Magyarországon az országos energiafelhasználás kb. 15%-át teszi ki, de aránya folyamatosan növekvő. A legfejlettebb gazdaságú országokban ez az arány még ennél is magasabb.

A fogyasztócsoport energiafelhasználására vonatkozó reprezentatív adatgyűjtések azt mutatják, hogy az energiafelhasználás döntő hányada – az ágazati sajátosságoktól függően 40–80%-a, átlagosan kb. 70%-a fűtési célú energiafelhasználás. Az erőteljes különbség nemcsak a tevékenységek eltérő jellegéből adódik, – amely a nem fűtési energiaigények kisebb vagy nagyobb mértékét eredményezi – hanem abból is, hogy jelentős különbség van az egyes területeken a fűtési energiahasznosítás mértékében is.

Az energiafelhasználás másik fontos területe az értéktermeléssel többé-kevésbé szorosabban összefüggő különféle energiaráfordításokból áll. Ezek részben technológiáinak tekinthetők (pl. irodagépek, számítógépek, anyagmozgatás, tisztítói mosógépek stb.), részben pedig „rezsi” jellegűek, mint például az épületgépészeti berendezések (szellőztető, felvonó, légkondicionáló stb.) vagy a használati meleg víz stb. Ezen belül különösen a légkondicionálás energiaigénye jelentős tétel, amelyet nyáron helyiségűtésre, a fűtési időszakban pedig esetenként helyiségűtésre használnak.

2.4. Az energetikai folyamatok indikátorai I.

Az energetikai folyamatok jellemzése, elemzése, értékelése különféle mutatók, más néven indikátorok alkalmazásával történik. Jellegük szerint az indikátorok általában lehetnek mennyiségi (adat jellegű), minőségi (pl. megfelel – nem felel meg jellegű), vagy skálaindikátorok (skálán mérhető). Az energiaszámítások jellemzésére használt indikátorok döntő többsége adat jellegű, ezen belül is többnyire valamilyen viszonyszám.

Az elemzések során a folyamatok jellemzésére egy, vagy néhány indikátor párhuzamos alkalmazása szokásos. Fontos, hogy az alkalmazott indikátor szakmai tartalma átgondolt legyen és a leírt értékek mellett a szakmai tartalom leírása is szerepeljen, amennyiben az nem teljesen közismert, és általánosan használt.

Az indikátorokkal szemben támasztható követelmények a következők:

- Specifikus: célirányosan a kérdéses jellemzőre vonatkozik, és arról a lehető legteljesebb körű jellemzést adja.
- Mérhető: konkrét érték rendelhető hozzá, és változása jól követhető
- Elérhető és rendelkezésre áll: az adott indikátor mindenkori értéke az adatgyűjtések során a gyakorlatban meghatározható.
- Releváns: hasznos és értékelhető az indikátor információtartalma.
- Megbízható: az indikátor értéke valós (lehetőleg hiteles mérésen alapul) és visszaellenőrizhető.
- Időben friss: a mutató aktuális értékeket mutat, amelyek az elemzésekhez időben rendelkezésre állnak.

Az indikátorok széles körben használhatók az energiaszámítások jellemzésére. A következőkben néhány tipikus alkalmazás bemutatására kerül sor.

Az országos szinten mérhető energiahatékonyság jellemzésére a statisztikai gyakorlatban többféle mutatószámot alkalmaznak. Ezek közül a leggyakoribbak a következők:

Primerenergia-intenzitás

Szokásos használata szerint az ország összes éves primerenergia-felhasználása és az éves bruttó hazai termék (GDP) hányadosaként számítható, mértékegysége például Joule/Ft, vagy Joule/Euró stb.

Végsőenergia-intenzitás

Az ország összes éves végsőenergia-felhasználása és az éves bruttó hazai termék (GDP) hányadosaként számítható, mértékegysége például Joule/Ft, vagy Joule/Euró stb.

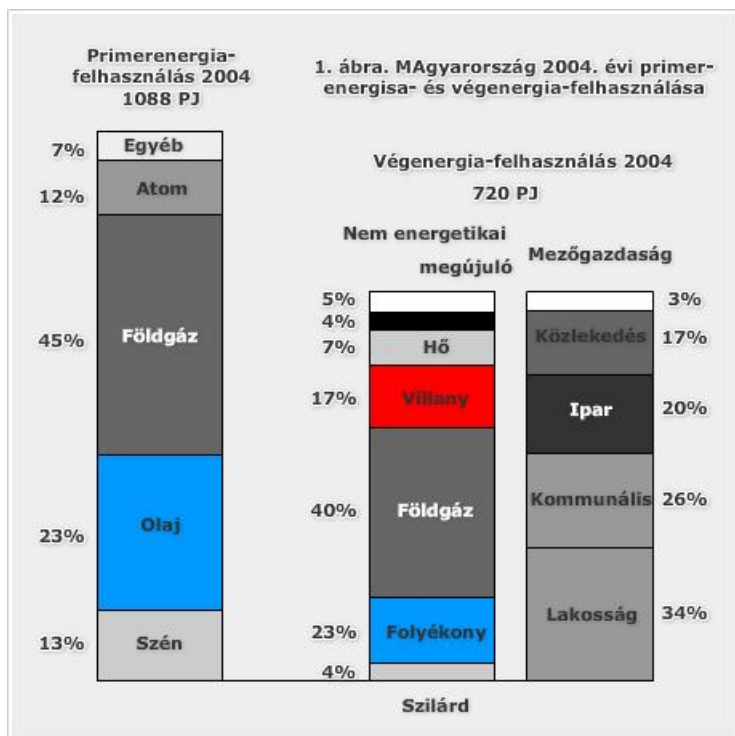
Mindkét mutatószám esetében fontos, hogy mind a számláló (energiafelhasználás), mind a nevező (GDP) számbavételének módja egyértelmű legyen. Az energiafelhasználás meghatározása általában az országos energiamérleg adataiból történik, amely egyértelmű hivatkozási alapnak tekinthető. Nagyobb a bizonytalanság azonban a GDP meghatározásánál. A szakirodalomban publikált adatok esetében két módon szoktak számolni az energointenzitási indikátor meghatározásakor. Az egyik lehetőség a GDP nominális adataival történő számítás egy adott évre vonatkozó összehasonlító áron. Egy-egy ország idősoros adatainak meghatározására ez a mutató jó közelítéssel alkalmas (figyelembe véve az összehasonlító árak számításában meglévő bizonytalanságokat). Nemzetközi összehasonlítások esetében mind az energiafelhasználás, mind a GDP esetében gyakran korrigált adatokkal számolnak. Az energiafelhasználás adatainál a korrekció alapja az eltérő klimatikus viszonyok (fűtési célú energiafelhasználás aránya) és a gazdasági szerkezet különbözőségének figyelembe vétele. A GDP esetében a nemzeti valuták fel- vagy alulértékeltségéből adódnak az összehasonlítási nehézségek, ezért e mutatóknál gyakran a vásárlóerő paritásra korrigált termelési érték adatokat használják.

Széles körben elterjedt mutatószám az országosan egy főre jutó primerenergia-felhasználás, illetve egy főre jutó végsőenergia-felhasználás. Idősoros adatok esetén alkalmazása kevés módszertani gonddal jár (amennyiben minden évben azonos módszerrel számolnak), az egyes országok nemzetközi összehasonlítása esetén azonban ebben az esetben is pontosan ismerni kell a számláló és a nevező adatainak valós tartalmát.

A végsőenergia-felhasználás az energiaátalakítás, energiaszállítás és elosztás veszteségei miatt kisebb a primerenergia-felhasználásnál. A két felhasználás arányát az országos energiaellátás hatásfoka fejezi ki.

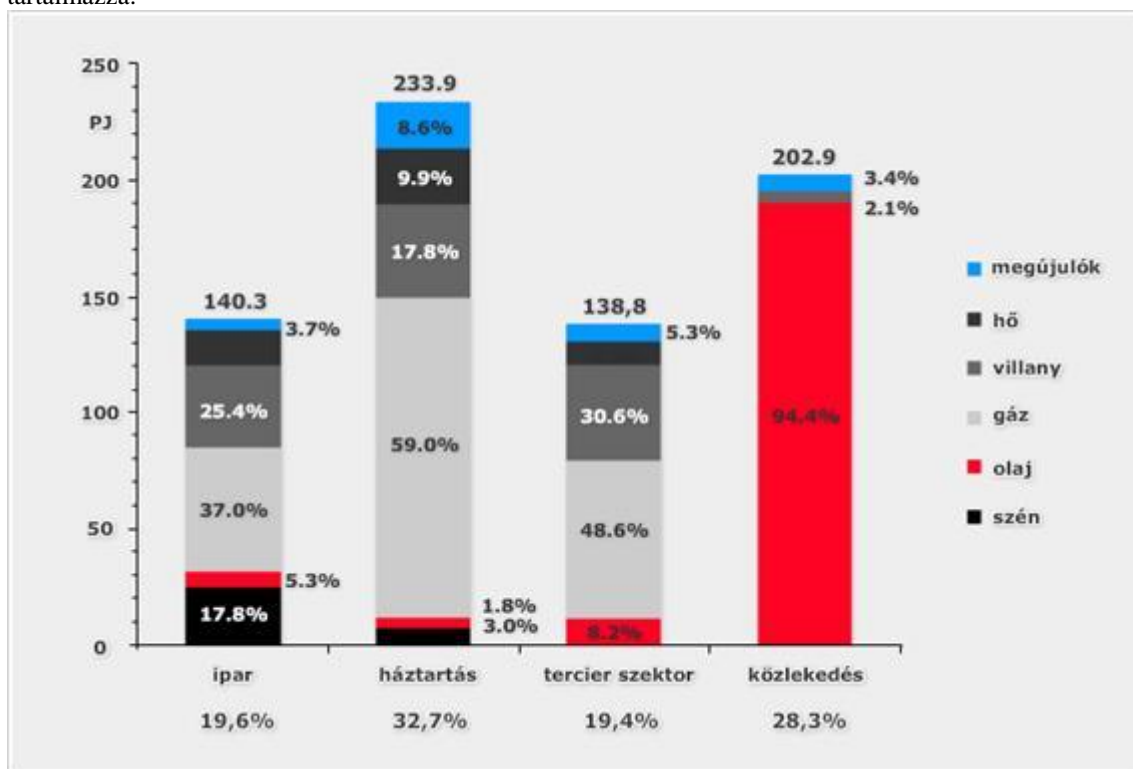
$$\eta = \frac{E_v}{E_p}$$

Az 1.2.4.1. ábra Magyarország 2004. évi primerenergia-felhasználását és végső energiafelhasználását mutatja be energiahordozónként illetve főbb fogyasztócsopontonként.



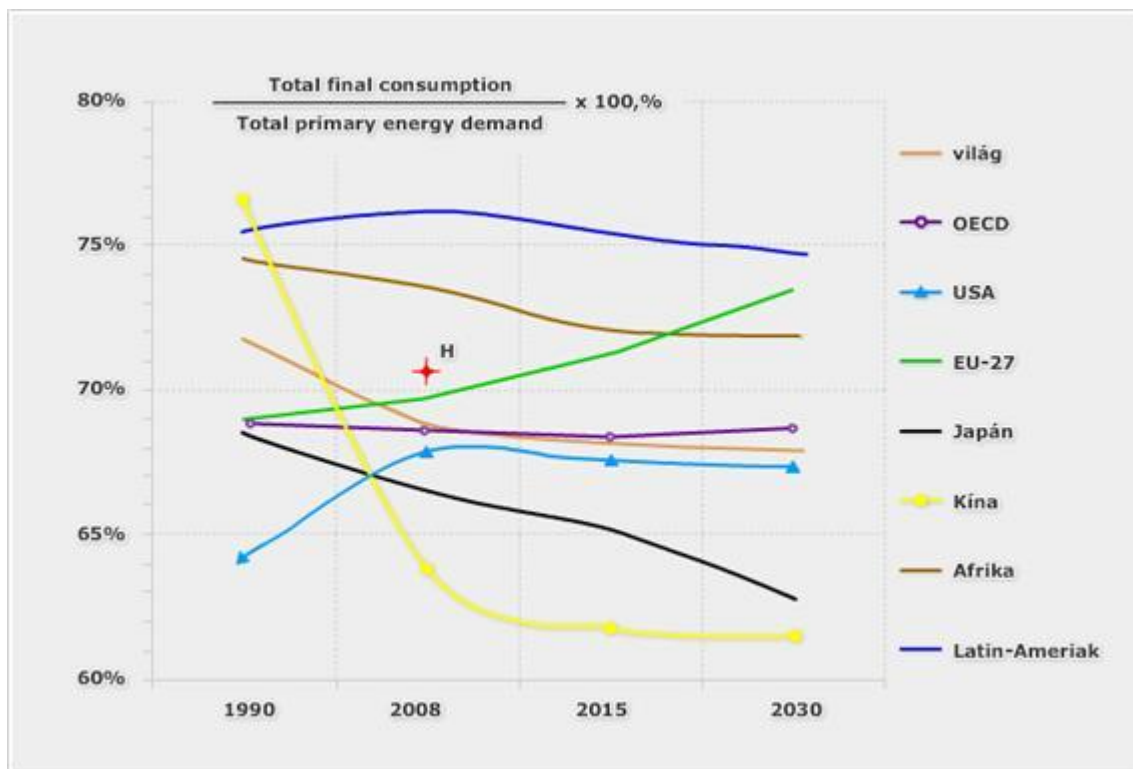
1.2.4.1. ábra Forrás: Energia Központ

A fenti képlet szerint az országos energiaellátás hatásfoka 2004-ben $720PJ/1088PJ = 0,66$ értéket ért el. Az 1.2.4.2. ábra a főbb fogyasztócsoportok végső energiafelhasználását energiahordozónkénti bontásban tartalmazza.



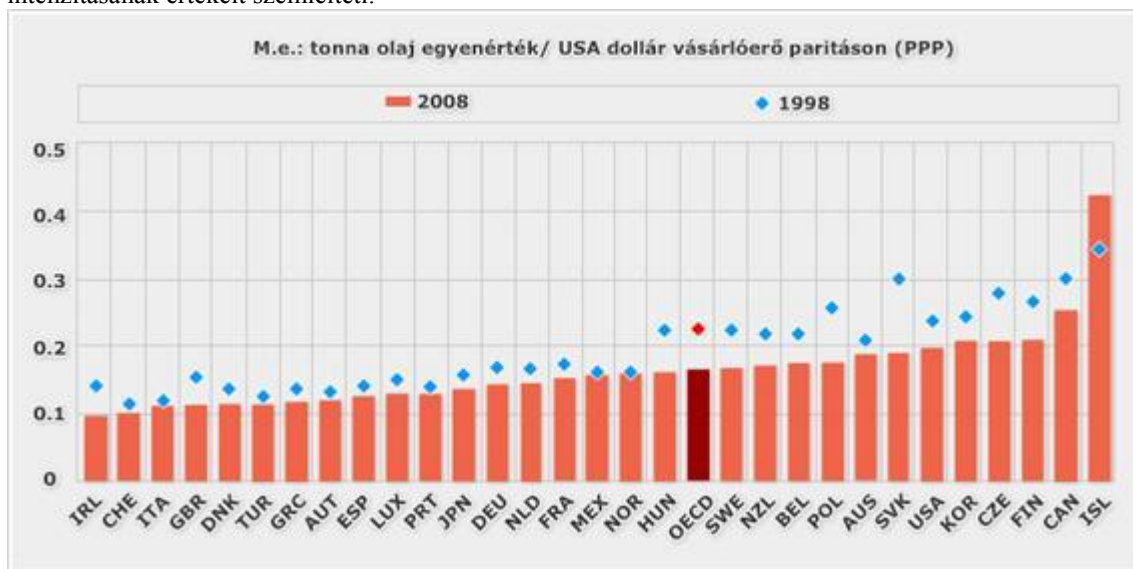
1.2.4.2. ábra Forrás: Energia Központ Kht.

Az előzőekben számszerűsített energiaellátási hatásfok a különböző régiókban, egyes országokban az 1.2.4.3. ábra szerint alakult.



1.2.4.3. ábra Forrás: IEA: World Energy Outlook (WEO), 2009., p. 622-654.

Látható, hogy a gazdaságilag fejlett országok esetében az energiaellátási hatások jelentősen eltérhet, az energiarendszerek különbözősége következtében. Az 1.2.4.4. ábra az OECD tagországok primerenergia intenzitásának értékeit szemlélteti.



1.2.4.4. ábra Forrás: OECD (www.oecd-library.org)

Egy-egy energetikai mutatószám nemzetközi összehasonlításánál óvatosan kell eljárni, mivel az energiastruktúra, a gazdasági szerkezet, az életszínvonal és sok más tényező befolyásolja a mutatószám értékét egy adott országban, tehát az országok összevetésénél ezeket minden esetben mérlegelni kell.

2.5. Az energetikai folyamatok indikátorai II.

Az országos szinten mérhető energiahatékonysági mutatószámok mellett az egyes energiafogyasztó ágazatokra vonatkozó mutatószámokat is elterjedten alkalmazzák. Az ipari termelés jellemzésére a végsőenergia-intenzitást

használják, amely az adott végsőenergia-felhasználásának és bruttó hozzáadott értékének hányadosa. Idősoros adatok esetében a bruttó hozzáadott érték összehasonlító áras adatait kell alkalmazni. Az ipari energiahatékonyság jellemzésére egyes termékekre, vagy termékcsoportokra vonatkozó naturális fajlagos energiafelhasználási mutatószámokat is alkalmaznak. E mutatók számításának bemutatása a gazdaság – energia összefüggések elemzése című részben található.

A közlekedési energiafelhasználás hatékonyságát áruszállítás esetén az árutonna-kilométerre, személyszállítás esetén az utas-kilométerre vetített végső energiafelhasználás mutatószámával lehet jellemezni. A teljes közlekedési tevékenység energiahatékonyságát az ún. eleytonna-kilométerre vetített végső energiafelhasználás jellemzi, amely mind az áru-, mind a személyszállítási tevékenységeket magába foglalja.

A háztartások energiahatékonyságát a leggyakrabban két fő mutatószámmal jellemzik: az egy főre jutó háztartási energiafelhasználás értékével, és az egy lakásra jutó háztartási energiafelhasználás adatával. Nemzetközi összehasonlításokra épülő elemzések esetén a következtetések levonásakor figyelembe kell venni, hogy az egyes országok adatai közötti eltérések nem kizárólagosan az energiahatékonysági szint különbségeiből adódnak, hanem a földrajzi és klimatikus hatások, a háztartások gépesítettsége, a háztartások felszereltségének szintje, az életszínvonalbeli különbségek, az energiafogyasztási szokások és egyéb tényezők is erősen befolyásolják a mutató értékét.

Az energiaszektor energiahatékonyságának mérésére a már említett országos végsőenergia-felhasználás és primerenergia-felhasználási hányadossal képzett országos energiaellátási hatásfok mellett az egyes energiaátalakítási folyamatok egyedi hatásfoka is alkalmas indikátor. Az energiaátalakítási hatásfok számításának a szakirodalomban több módszere is ismert. Ezek közül a leggyakrabban a következő hatásfokszámítást alkalmazzák:

A számítás alapja, hogy az energiaátalakítási folyamatba bevitt energia egy része nem hasznosítható, a környezetbe távozva veszteséggé válik. Az energiaátalakítási folyamat a folyamatba bevitt és a folyamatot elhagyó energia mennyiségekkel jellemezhető, amelyek mérlegszerű egyenlőséget mutatnak. A folyamatba bevitt energia általános esetben három részből áll: a kívülről bevitt (termékképző) energia (B), a folyamat segédüzemi energiafelhasználása (S) és a folyamat önfogyasztása (Ö). Egy kazán esetében például termékképző energia a kazán tüzelőanyaga, segédüzemi felhasználás a kazán tápszivattyú villamosenergia-felhasználása és önfogyasztás a megtermelt friss gőz egy részének felhasználása pl. tápvíz előmelegítésre. A folyamatot elhagyó energia a kinyert és az energia átalakító folyamatot ténylegesen elhagyó hasznosított energia (K), az önfogyasztás (Ö), amelyet a folyamat saját maga működtetéséhez használ fel, és veszteséggéként itt jelenik meg a vizsgált rendszer energiamérlegében a már említett segédüzemi energiafelhasználás (S).

A környezeti veszteséget (V) kifejező hatásfok ennek alapján a következő módon számítható:

$$\frac{K+Ö}{\eta_v} = B+S+Ö$$

Az önfogyasztási hatásfok:

$$\frac{K}{\eta_o} = K+Ö$$

A folyamat teljes hatásfoka a két hatásfok szorzataként adódik:

$$\eta = \eta_v \cdot \eta_o$$

Az energetikai indikátorok közé tartozik az energiarendszerek működésével kapcsolatos üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátás mutatószám rendszere is. E rendszerben az energiarendszer által kibocsátott ÜHG gázokat egységesen CO₂ egyenértékben határozzák meg. A fajlagos mutatószámok esetében a GDP egységére vetített és az egy főre jutó kibocsátás számítását alkalmazzák a leggyakrabban.

3. Energetikai elemzési módszerek

A lecke célja áttekintést adni az országos szintű gazdaság – társadalom – energia összefüggések elemzési módszereinek alkalmazásáról.

A lecke bemutatja a gazdaság-energia kapcsolatok elemzésének módszereit, az energiaigényesség nemzetgazdasági szerepének értékelését, a társadalmi és energetikai folyamatok főbb összefüggéseinek vizsgálatát, a nemzetközi összehasonlítások módszerét és alkalmazásának korlátait, a regionális energetikai elemzések módszereit, valamint az energetikai tervezés, prognóziskészítés fontosabb alapelveit.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 2 tanóra.

3.1. Gazdaság – energia összefüggések elemzése

A gazdaság és energetika kapcsolatát globálisan azzal szokták jellemezni, hogy a gazdasági termeléshez mennyi és milyen energiafelhasználásra van szükség, illetve e mutató reciprokával, amely azt fejezi ki, hogy egységnyi energiaráfordítással mekkora gazdasági teljesítmény érhető el. E jellemzők makrogazdasági szinten és egy-egy ágazat vagy akár vállalkozás szintjén is értelmezhetők, és általánosan használják is az elemzések során.

A gazdaság – energia kapcsolatokat tehát energetikai hatékonyság mutatókkal lehet jellemezni. Egy meghatározott gazdasági tevékenység az elvégzéséhez szükséges energiafelhasználás és a gazdasági tevékenység eredményének mennyiségi mutatójának összevetésével vizsgálható.

E mutatónak több változata is értelmezhető. A gazdasági tevékenység mérésére egyrésztől természetes mennyiségi mutatók (pl. egy adott időszakban előállított tonna, darab, liter stb. termék mennyiség), másrésztől érték mutatók (pl. bruttó hozzáadott érték stb.) használhatók. Ez utóbbi esetben megkülönböztetésül a fajlagos mutatószám elnevezése energiaigényesség, (a szakirodalomban előforduló másik elnevezése angol nevének megfelelően: energiaintenzitás). Az energiafelhasználás esetében is lehetőség van egyrésztől a termeléshez közvetlenül felhasznált, ún. végső energiafelhasználással, vagy pedig az ennél tágabban értelmezett bruttó energiafelhasználással számolni, amely utóbbi tartalmazza a végső energiafelhasználásra rendelkezésre álló energia mennyiségek előállításához szükséges energiaátalakítási, szállítási és elosztási veszteségeket is. Ennek megfelelően az alkalmazható mutatószámok az alábbiak szerint definiálhatók:

Fajlagos végső energiafelhasználás

Egy meghatározott i-dik gazdasági tevékenység fajlagos végső energiafelhasználása, amely kifejezi, hogy egységnyi termék előállításához mekkora végső energiafelhasználásra volt szükség:

$$\frac{E_{vi}}{f_i} = Q_i \quad (\text{pl. Joule/tonna termék})$$

ahol:

f_i az i-dik gazdasági tevékenység fajlagos végső energiafelhasználása (pl. kWh/tonna, Joule/darab)

E_{vi} az i-dik gazdasági tevékenység végső energiaráfordítása (pl. kWh, Joule)

Q_i az i-dik gazdasági tevékenység során termelt természetes mennyiség (pl. tonna, darab)

Végsőenergia-igényesség

Egy meghatározott i-dik gazdasági tevékenység végsőenergia-igényessége, amely kifejezi, hogy egységnyi termelési érték előállításához mekkora végső energiafelhasználásra volt szükség:

$$\frac{E_{vi}}{e_i} = P_i \quad (\text{Joule/Ft vagy kWh/Ft})$$

ahol:

e_i az i-dik gazdasági tevékenység végső energiaigényessége (pl. kWh/Ft, Joule/Ft)

E_{vi} az i-dik gazdasági tevékenység végső energiaráfordítása (pl. kWh, Joule)

P_i az i-dik gazdasági tevékenység termelési értéke (pl. bruttó hozzáadott érték, Ft)

Az előző két mutatóval analóg módon számítható a bruttó energiafelhasználás értékével a fajlagos bruttó energiafelhasználás és a bruttó energiaigényesség mutatószáma.

Energetikai hatékonyság

Az energetikai hatékonyság az energiaigényesség reciprokaként határozható meg, kifejezi, hogy egységnyi energiaráfordítással mekkora termelési érték állítható elő. Számítása i-dik gazdasági tevékenység esetében a következő:

$$\frac{P_i}{E_{vi}} = E_{vi}^{-1} \quad (\text{Ft/Joule vagy kWh/Ft})$$

Az energiaigényesség és az energetikai hatékonyság mutatószámai nemcsak egy-egy gazdasági tevékenységre, vagy ágazatra vonatkozóan, hanem a nemzetgazdaság egészére is értelmezhetők. A leggyakrabban a nemzetgazdaság összes termelési értékét a GDP (Gross Domestic Product), azaz a bruttó hazai termék mérőszámával jellemzik, az energiafelhasználás esetében pedig általában a nemzetgazdaság összes bruttó energiafelhasználását értik. Természetesen ettől eltérő tartalmú mutatószámok is értelmezhetők (pl. a nemzetgazdaság összes végső energiafelhasználásával számított energiaigényesség stb.) de a gyakorlatban ezek alkalmazása kevésbé terjedt el.

A nemzetgazdasági szinten értelmezett energiaigényesség számítása a következők szerint történik:

$$e = \frac{E}{P} = \frac{\sum E_i}{P} = \frac{\sum e_i P_i}{P} = \sum e_i s_i \quad (\text{Joule/Ft vagy kWh/Ft})$$

ahol:

e a nemzetgazdaság összes energiaigényessége (Joule/Ft)

P a nemzetgazdaság GDP-je (Ft)

E a nemzetgazdaság összes bruttó energiafelhasználása (Joule)

e_i az i-dik ágazat energiaigényessége (Joule/Ft)

P_i az i-dik ágazat GDP-hez való hozzájárulása (Ft)

s_i az i-dik ágazat súlya a nemzetgazdasági termelésben, számítása: P_i/P (arányszám, mértékegysége nincs)

A fenti képlet arra a fontos tényre is felhívja a figyelmet, hogy az nemzetgazdaság átlagos energiaigényességét egy-egy ágazat abban az esetben növeli meg a legnagyobb mértékben, ha az ágazat e_i energiaigényessége nagy, és az ágazat s_i súlya a gazdasági termelésen belül magas.

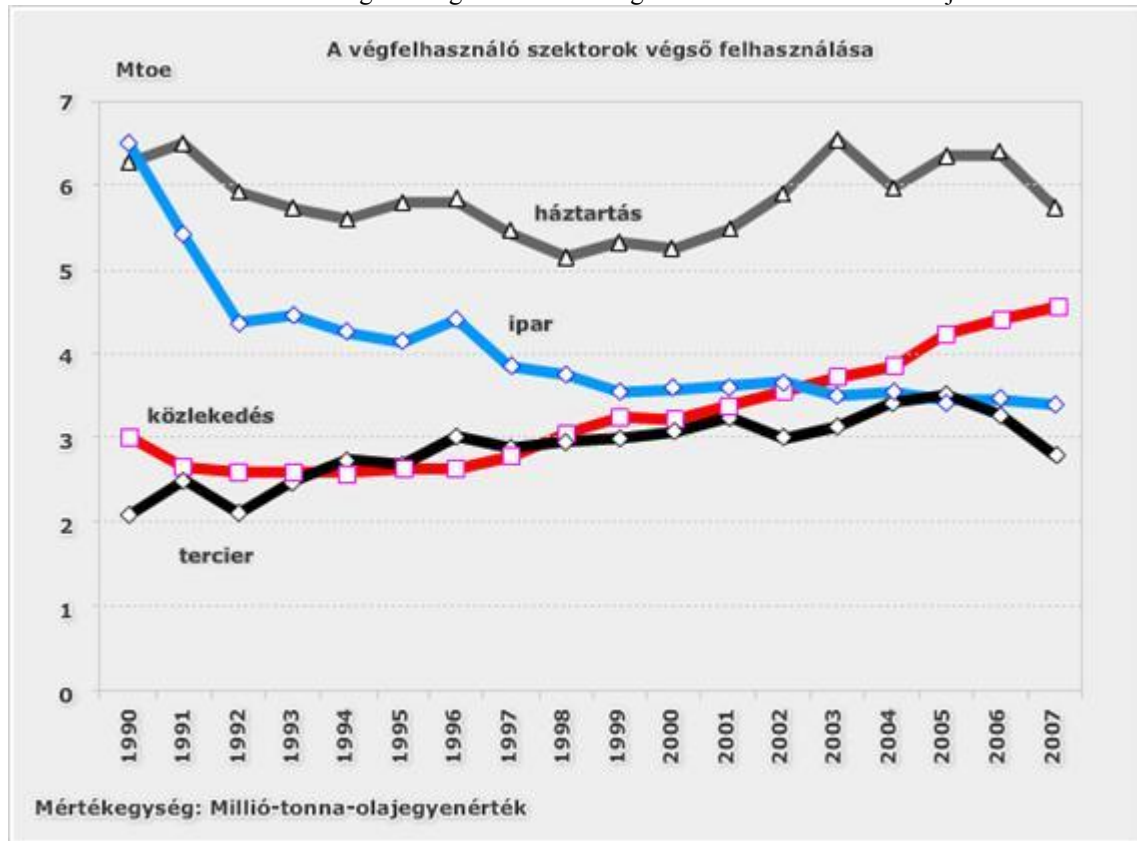
Az gazdasági ágazatok energiaigényesség szempontjából két fő csoportra oszthatók: a magas energiaigényességű alapanyaggyártó iparra és az alacsony energiaigényességű feldolgozóipari tevékenységekre. Ezek átlagos értékeivel számolva a nemzetgazdaság energiaigényessége az alábbiak szerint határozható meg:

$$e = e_A s_A + e_F s_F$$

ahol e_A és s_A az alapanyagipar, e_F és s_F a feldolgozóipar átlagos energiaigényessége, illetve súlya a nemzetgazdasági termelésben. A fenti képlet rámutat arra, hogy a nemzetgazdaság energiaigényességének csökkentése két fő módon történhet:

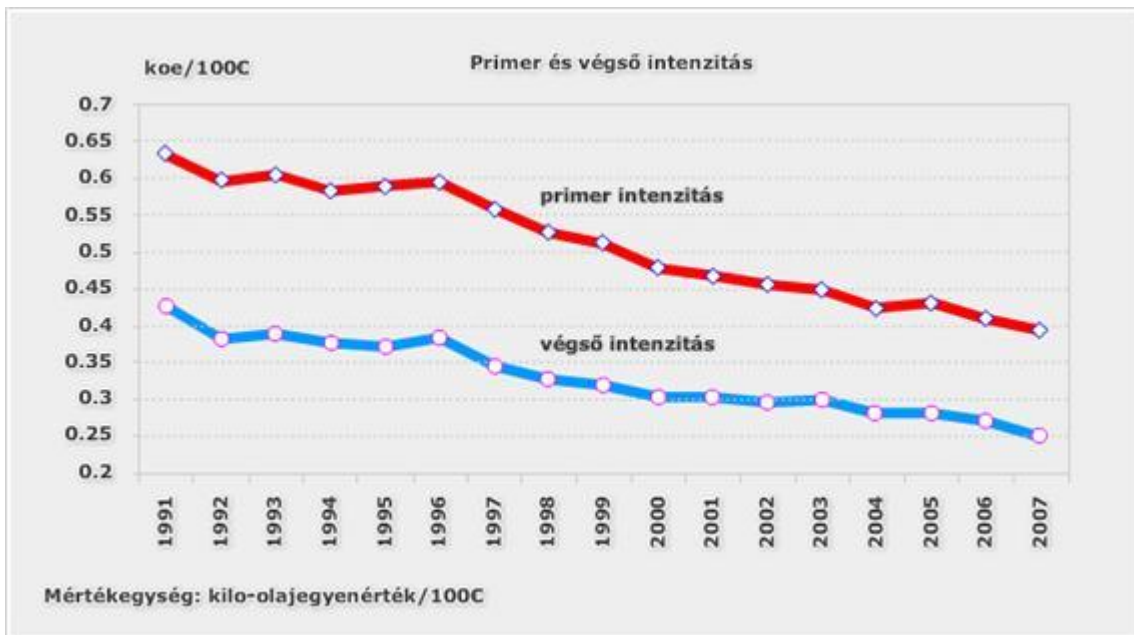
- a gazdaság – és ezen belül az ipar – ágazati szerkezetének változtatásával, amelynek során az energiaigényes alapanyag-gyártási tevékenységek s_A súlya a termelésen belül csökken, és a kevésbé energiaigényes feldolgozóipari tevékenység s_F súlya növekszik
- a termelés technológiai, energotechnológiai korszerűsítésével, amelynek segítségével az egyes ágazatok e, egyedi energiaigényességei csökkennek, mind az alapanyagiparban, mind a feldolgozó iparban.

A témához kapcsolódó ábrák a gazdaság-energia összefüggéseket szemléltetik az 1990-2007 időszakra vonatkozóan. Az 1.3.1.1. ábra végső energiafelhasználás ágazatonkénti alakulását mutatja be.

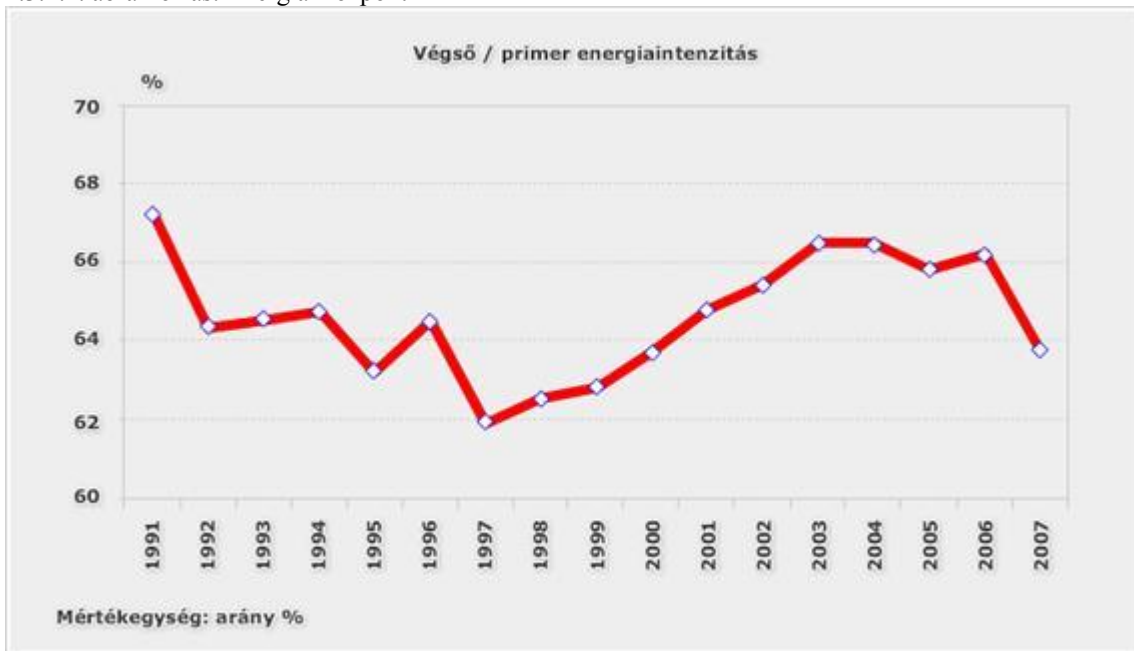


1.3.1.1. ábra Forrás: Energia Központ

Az 1.3.1.2. és 1.3.1.3. ábrák a végsőenergia-intenzitás és a primerenergia-intenzitás változását és arányát szemléltetik.

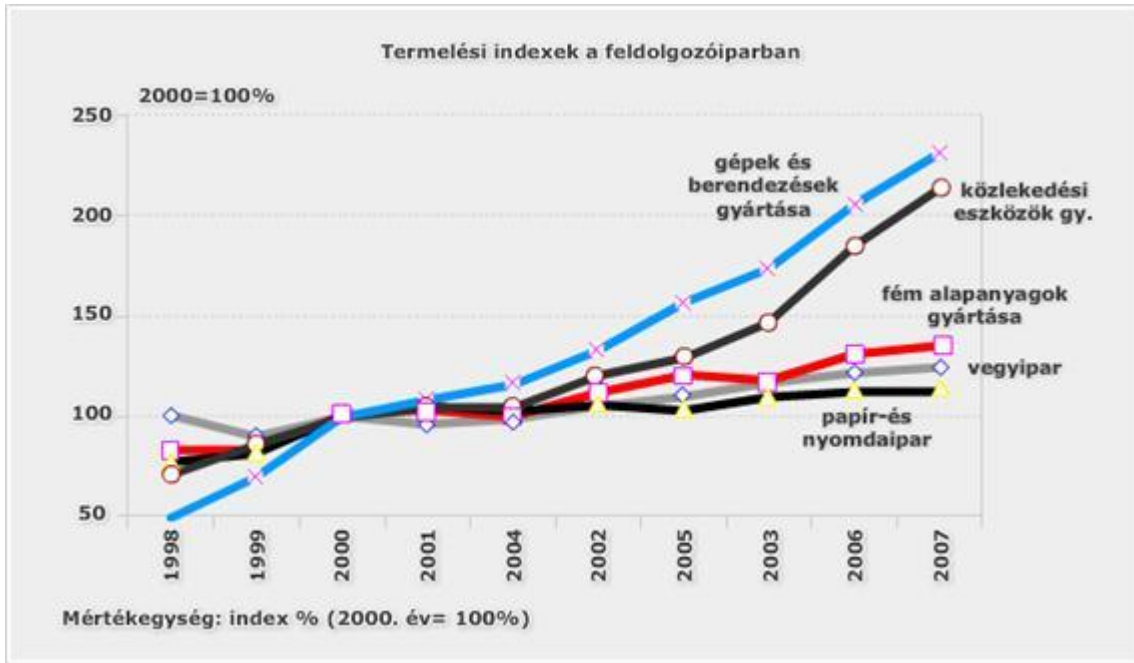


1.3.1.2. ábra Forrás: Energia Központ



1.3.1.3. ábra Forrás: Energia Központ

Az 1.3.1.4. ábra a feldolgozóipari termelés indexeit mutatja be, amelyek ismerete az energiaigényesség számításához szükséges.

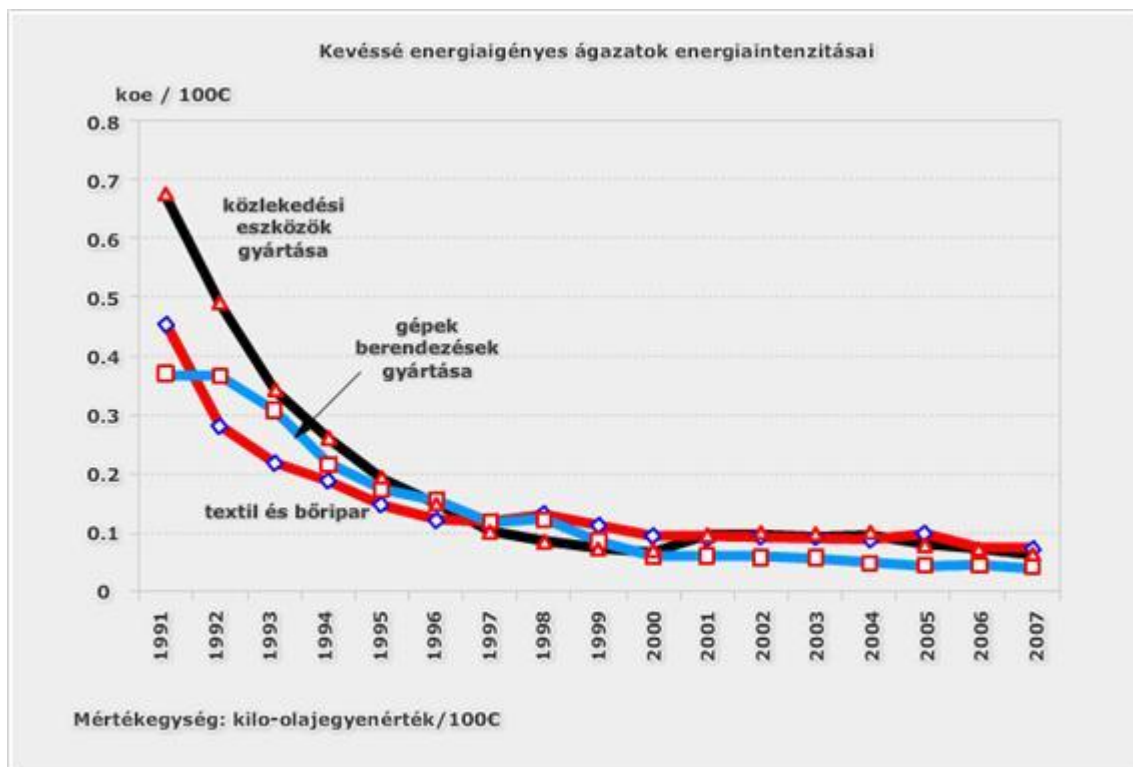


1.3.1.4. ábra Forrás: Energia Központ

Az 1.3.1.5. ábra a nagy energiaigényességű, az 1.3.1.6. ábra pedig a kevésbé energiaigényes ágazatok egyedi e, energiaigényességének változását szemlélteti.



1.3.1.5. ábra Forrás: Energia Központ



1.3.1.6. ábra Forrás: Energia Központ

Az ábrán látható, 1990 és 2000 között a legtöbb ágazat egyedi energiaigényessége jelentős mértékben csökkent, az ezt követő évtizedben azonban a csökkenés üteme jelentősen lelassult.

3.2. Társadalmi és energetikai folyamatok elemzése

A társadalmi – gazdasági – ökológiai fenntartható fejlődés egyik feltétele és a kívánt fejlesztések egyik összetett stratégiai ágazata a műszaki infrastruktúra (a közlekedés, a víz- és energiagazdálkodás és ellátás) komplex rendszere, ezen belül a területi energetika – beleértve a megújuló energetikát is – meghatározó összetevője az integrált területfejlesztésnek. Az energetikai ágazatok fejlesztésére, és általánosságban érvényesek az adott térség társadalmára, gazdaságára és környezetére vonatkozó szabályozások, mégis az ágazatok gazdasági, gazdálkodási érdekei (az állami és a magán szférában egyaránt) háttérbe szoríthatnak helyi, regionális vagy nemzeti szintű komplex társadalmi érdekeket, emiatt elengedhetetlen az egyes ágazatok fejlesztési szándékainak, módszereinek ismerete, vizsgálata.

Az ország összehangolt területfejlesztéséért felelős, interdiszciplináris tudással rendelkező irányító kormányzati szervezet – az adott szervezeti, tulajdonosi, gazdálkodási, jogi és piaci-kereskedelmi viszonyok között – az energetikai fejlesztések közül csupán az egész ország környezeti, ökológiai adottságait veszélyeztető energiarendszer elemek fejlesztését befolyásolhatja, ill. törvénnyel szabályozott módon kell, hogy koordinálja. Ezek az elemek:

- a hazai primer energiaforrások, bányakincsek kitermelési, tárolási, befogási technológiai (uránérc, szén, szénhidrogének, nap, víz, szélenergiák, geotermikus hőforrások);
- az erőművek és fűtőművek tüzelőanyaga (megválasztása, mérete, kapacitása, telepítési helye, működési-területi feltételei);
- az országos és tranzit energiahálózati rendszerek kialakításának módja, telepítési helye, működtetési feltételei, védőterületeinek biztosítása.

Energiapolitika

Az Európai Unió (EU) és Magyarország, mint az EU tagállama energiapolitikája, mely átfogja a teljes energiagazdálkodási és energiaellátási országos feladatokat, azonos stratégiai alapelveken nyugszik, amelynek prioritásai:

- a fenntarthatóság, az ökológiai rendszerben,
- az ellátásbiztonság a társadalom és gazdaságfejlesztésben,
- a versenyképesség optimális, hatékony technológiák, a gazdaságot termelésért.

Az energiapolitika az országnak az ellátásbiztonság, a versenyképesség, a fenntartható fejlődés követelményeinek egyaránt megfelelő, a fogyasztóvédelemmel összhangban lévő energiaellátását szolgáló, fő stratégiai kereteket kijelölő dokumentum. Az energiapolitika nem az energetika minden területére kiterjedő cselekvési program, hanem azokat a hosszú távon érvényes kereteket, megállapításokat és téziseket tartalmazza, amelyek segítik az ország lakosságát, a vállalkozásokat, a kormányzatot és a politikusokat az energetikával kapcsolatos döntéseik során. Az energiapolitika a társadalom, a gazdaság és az energetika közötti kapcsolati rendszert írja le, de nem feladata, hogy a piaci szereplők számára részletes programot nyújtson.

Az energiapolitika kialakítását minden esetben részletes háttérelmzések elvégzése segíti. A három fő pillérhez kapcsolódóan az elemzések fő területei az alábbiak:

Ellátásbiztonság:

- Energiaforrás-struktúra, a hazai energiaforrások arányának gazdaságos növelése
- Energiaimport diverzifikáció az energiaellátás biztonsága érdekében
- Stratégiai energiahordozó készletek a biztonságos energiagazdálkodás és teljesítménygazdálkodás megvalósításához
- Energetikai infrastruktúra-fejlesztések
- A lakosság megbízható energiaellátása, szociális felelősség az energiaigények kielégítésében

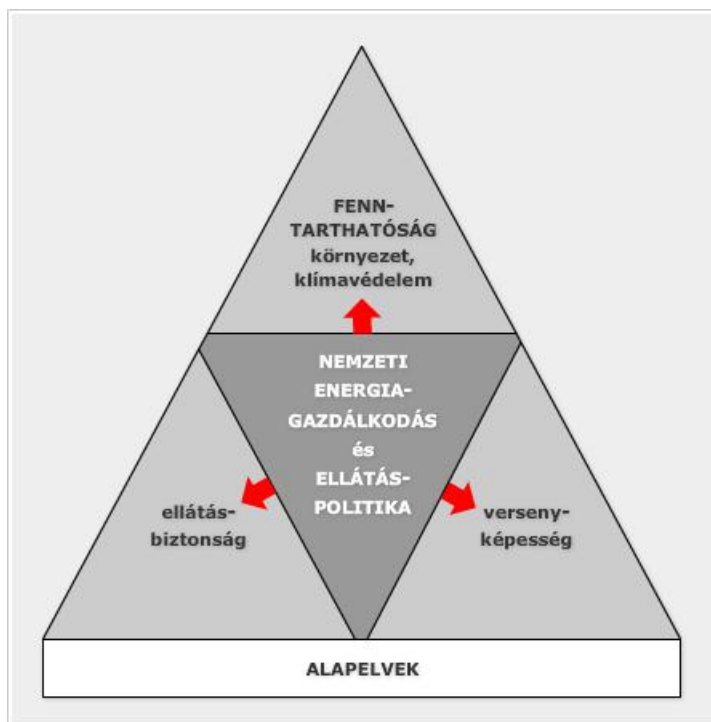
Versenyképesség:

- Liberalizált energiapiacok, átlátható feltételek a hazai energiapiaci szereplők számára
- Hatékony integrálódás az EU egységes belső energiapiacába
- Energiaárak elemzése
- Technológiai fejlődés, a hazai kutatás-fejlesztési tevékenységek eredményességének fokozása, a fejlesztési tevékenységek összehangolása az EU hosszú távú kutatás-fejlesztési és demonstrációs keretprogramjaival

Fenntarthatóság:

- Az energiafelhasználás csökkentése (energiatakarékosság, az energiatermelés határfokának javítása, az energiafelhasználás hatékonyságának növelése)
- A megújuló energiaforrások arányának növelése az energiaforrásokon belül
- Az energiapolitika, a klímapolitika és a közlekedéspolitika összehangolt alakítása

Az energiapolitika három fő pillérének egymáshoz való kapcsolódását az 1.3.2.1. sz. ábra szemlélteti



1.3.2.1. ábra Forrás: Dr. Unk Jánosné

Társadalmi folyamatok és energetika

A fejlett országok mindegyikében hosszú távú nemzeti fejlesztési stratégiákat hoznak létre, amelyek célja az életkörülmények hosszú távú és tartós javítása, a jobb minőségű környezet létrehozása, a gazdasági versenyképesség javítása és az emberi erőforrás fejlesztés közös, egymástól is függő, összehangolt programjának teljesítése.

Az életminőség mérésére a nemzetközi gyakorlatban elterjedt az ún. HDI (HDI: Human Development Index) mutató, melyet az ENSZ fejlesztési intézete, a UNDP dolgozott ki. Ez az index az ország eredményeit három tényezővel jellemzi: a várható élettartam, az írástudatlanság mértéke és az oktatásban résztvevők aránya, valamint az egy főre jutó GDP nagyságával. A mutató értéke maximálisan 1 lehet.

A jövedelmi viszonyok egyenlőtlen alakulásának jellemzésére a szociológiai elemzésekben az ún. „szegénységi index”-et (HPI: Human Poverty Index) alkalmazzák, mely négy tényezővel jellemezhető: a 60-dik életévük előtt meghaltak aránya, a „funkcionális analfabéták” aránya, az alacsony jövedelműek aránya és a tartós munkanélküliek aránya a népességben belül.

Magyarországon nincs hagyománya az energetika és az életkörülmények összefüggései tudományos mélységű részletes elemzésének. Az alternatív energetikai programok e területen azonban meghatározó jelentőségűek, mivel mind az energiatakarékosság, mind a megújuló energia hasznosítás aránynövelése hosszú távon segíti nemcsak országos szinten, hanem főként az elmaradott régiókban az életkörülmények javítását, a jobb minőségű környezet elérését, új munkahelyek teremtésével pedig az életminőség és a jövedelmi viszonyok javítását is egyaránt. Ezáltal mind a HDI, mind a HPI segítségével elvégzett nemzetközi összehasonlításokban is Magyarország jelenlegi viszonylag elmaradott helyzete hosszabb távon javítható.

3.3. Nemzetközi összehasonlítások elemzési módszerei

A magyar energetika fejlettségi szintjét különféle mutatószámok segítségével szokták nemzetközi összehasonlításban vizsgálni. A nemzetközi szakirodalomban a leggyakrabban az egységnyi GDP termelésre jutó, valamint az egy főre jutó összenergia- illetve villamosenergia-felhasználás mutatószámait, ritkábban a jövedelemre vonatkoztatott energia-rugalmasság jelennek meg.

Bár ezeknek az erősen aggregált mutatószámoknak az alapján számos publikációban vannak le határozott következtetéseket az energiagazdálkodás színvonalára vonatkozóan, nyomatékosan fel kell hívni a figyelmet

arra, hogy e makroszintű mutatók számszerű értékeinek egymással való összevetését sok tényező nehezíti, amelyek a számítások módszertani eltéréseire vezethetők vissza.

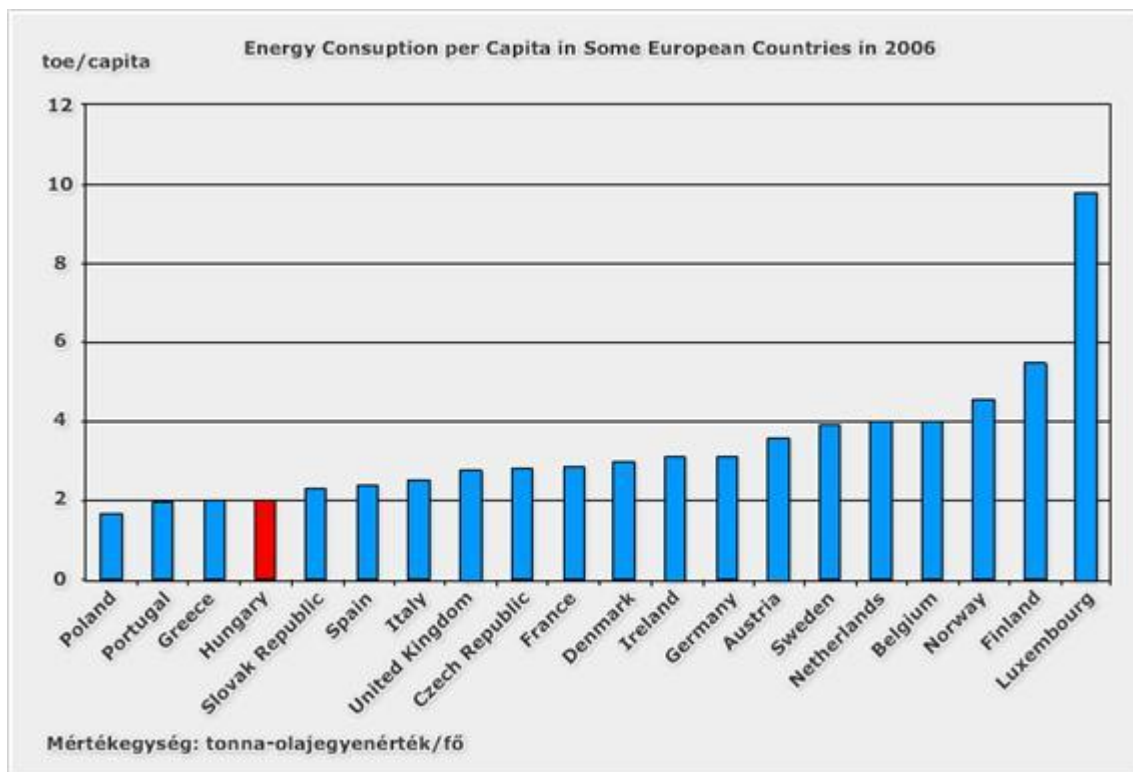
E problémák közül a legfontosabbak a következők:

- Eltérő az egyes országok energiastatisztikai rendszere; az egyes energiahordozók hőértékre való átszámításának módszere is különbözik.
- A mutatószám számlálójában meghatározott energiafelhasználás számítási módja, értelmezése sokszor nem egyértelmű (pl. összes energiafelhasználás, vagy végső energia-felhasználás, csak a kereskedelmi energiahordozó mennyiségeket vagy a helyi hasznosítású energiahordozók mennyiségeit is tartalmazza stb.). A publikált adatoknál a legtöbb esetben nem tüntetik fel az adat pontos szakmai tartalmát.
- Alapvető módszertani gond, hogy a GDP egységére vetített energiafelhasználás számítása esetén nem szorosan összetartozó érték szerepel a számlálóban és a nevezőben. A számlálóban szereplő energiafelhasználási adat ugyanis nemcsak a termelési célú, hanem a nem termelési célú energiafelhasználásokat is tartalmazza, amelyek a GDP termeléshez közvetlenül nem járulnak hozzá. A nem termelési célú energiafelhasználás aránya az összes energiafelhasználáson belül országonként jelentősen különbözhet, ezért az országonkénti összehasonlítást ez a tény erősen megnehezíti.
- A mutatószám nevezőjében megjelenő érték adattartalma (GDP, GNP stb.), számításának és valamely közös valutára (pl. euróra, dollárra) való átszámításának bizonytalanságai, folyó áras vagy összehasonlító áras értelmezése stb.
- Az egy főre jutó energiafelhasználás esetében a lakossági összlétszám vagy csupán a termelői létszám szerepeltetése, év eleji vagy év végi adat használata stb.
- Az energiafelhasználás, és különösen a fajlagos mutatószám értéke erősen struktúrafüggő: függ az ország energiahordozó struktúrájától, az import villamos energia részarányától az energiaforrásokon belül, továbbá a nemzetgazdasági termelés és energiafelhasználás ágazati szerkezetétől is.
- Nem elhanyagolható a földrajzi körülményekből adódóan a klimatikus viszonyok befolyásoló szerepe (azaz a fűtési célú energiaszükségletek mértéke és aránya), vagy a földrajzi körülményekből adódó energiaellátási lehetőségek (pl. szigetek vezetékess villamosenergia- és gázellátása) kérdése sem.

A fenti tényezők együttes hatásaként a nemzetközi összehasonlításokban alkalmazott mutatószámok alapján a számszerű különbségekből messzemenő következtetéseket nem lehet levonni. Két ország közötti nagyságrendi eltérések csupán kvalitatív megfontolásokra alkalmasak. Ezen túlmenően egy-egy ország esetében az önmagában azonos módszerrel számított mutatószám időbeli változása azonban mindenképpen figyelmet érdemlő.

Az előbbi fenntartásokat szem előtt tartva a leggyakrabban publikált nemzetközi összehasonlítások adatai alapján csupán nagyságrendi következtetések vonhatók le, az alábbiak szerint:

- Az egy főre jutó energiafelhasználás a fejlett országokban erős szóródást mutat, különösen a háztartási energiafelhasználás adatainál. Ez utóbbinál a klimatikus viszonyokból adódóan főként a fűtési igények eltérései húzódnak meg a különbségek hátterében. Az 1.3.3.1. ábra bemutatja néhány európai ország egy főre jutó összenergia-felhasználását 2006-ban.



1.3.3.1. ábra Forrás: Magyar Energia Hivatal

- Az egy főre jutó összenergia- illetve háztartási energiafelhasználás Magyarországon az európai OECD országok átlagos értékéhez közel esik.
- Ezzel szemben a GDP termelés egységére jutó összenergia-felhasználás, (amely nemcsak a termelési célú, hanem a háztartási energia felhasználását is magába foglalja) Magyarországon lényegesen nagyobb, mint az OECD országokban (a valós arányok megállapítását az előjáróban említett módszertani problémák szinte lehetetlenné teszik). A különbségek fő oka a magyar gazdaság alacsony teljesítménye (az egy főre jutó GDP termelés kicsi), de ehhez még hozzájárul a különböző okokra visszavehető (pl. elmaradott technológiák, korszerűtlen energiafogyasztó berendezések, fogyasztói magatartás stb.) többlet energiafelhasználások hatása is.

3.4. Regionális energetikai elemzési módszerek

A regionális tervezési és elemzési feladatok során az energiagazdálkodási szakemberek gyakran találkozhatnak azzal a kérdéssel, hogy egy-egy területi egység energiafelhasználása hogyan határozható meg. A kérdéses földrajzi elhatárolás lehet megye, vagy annál kisebb területi egység is, amely egyre többször a kistérséget, vagy akár egy-egy települést is jelenthet. A különböző helyi vagy regionális szervek – miközben a fejlesztési pénzeszközök legcélszerűbb felhasználásának lehetőségeit és a helyi fejlesztési stratégiák fő irányait vizsgálják – minden komolyabb döntés előtt többek között át kívánják tekinteni a különböző fejlesztési változatok energetikai vonzatát is. Sőt egyre többször előfordul az is, hogy az energetika a regionális döntések befolyásolásának egyik legfontosabb tényezőjévé lép elő.

A feladat kijelölése legtöbbször az energetikán kívülről érkezik, és az energetika útvesztőjében kevésbé járatos – egyébként saját szakterületükön adott esetben kiváló – szakemberek fogalmazzák meg az energetikai adatigényeket. Az energiagazdászok gondjait tovább növeli az is, hogy a „külső” kérdező az energetikai folyamatokat túlzottan és tudatosan leegyszerűsíti, a közérthetőség érdekében. A rosszul felfogott közérthetőség és egyszerűsítés ütközik az energetikai szakmai megközelítéssel, és ez többnyire klasszikus eseteket hoz létre. A leggyakoribb kérdésfelvetésre, hogy ti. „mennyi az Y területi egység energiafelhasználása és annak milyen az energiaszerkezete”, a külső kérdező általában értetlenül áll a válasszal szemben, és nem is hajlandó azt elfogadni, hogy egy közigazgatásilag körülhatárolt területi egység energiafelhasználását nem lehet egyetlen „bűvös” számmal jellemezni, és még inkább nem lehet sem az energiaszerkezetet, sem a felhasználás ágazati szerkezetét egyetlen kizárólagos érvényű adatsorral jellemezni.

Vagy a feladat megfogalmazása például gyakran úgy jelenik meg, hogy amennyiben az ország egészének összes energiafelhasználása X PJ, akkor ebből egy adott területi egység mennyi PJ-lal részesedik. Ezekre, és más hasonló formában feltett kérdésekre csak abban az esetben lehet olyan választ adni, amely a küldő kérdező számára is értelmezhető, ha egyrészt bemutatjuk azokat a feltételeket és szakmai háttereket, amelyek a számítási eljárásokat megalapozzák, másrészt a közölt számszerű adatokhoz tartozó energetikai szakmai magyarázatokat is közöljük.

További problémát jelent, hogy bár módszertanilag valamennyi olyan kérdés tisztázható, amely a területi energiafelhasználás meghatározásához és értelmezéséhez szükséges, de sok esetben a hiteles, statisztikailag megbízható adatokhoz a gyakorlatban nem lehet hozzájutni, mivel az országos vagy területi energiastatisztikai adatgyűjtési rendszer nincs felkészítve a kistérségi szintű energiafelhasználási adatrendszerek, energiamérlegek alapadatokkal való ellátására.

A regionális, kistérségi és települési szintű energiafelhasználás meghatározásának alapelvei

Az energetikai folyamatok jellegzetessége, hogy a forrás oldalon rendelkezésre álló energiahordozók jelentős hányadát nem közvetlenül használják fel az ún. végső fogyasztók, hanem előbb valamilyen átalakítási folyamat segítségével kell belőlük a fogyasztók számára szükséges energiahordozókat vagy energiatípusokat előállítani. Az energiaátalakítási folyamatok energiavesztéssel járnak, és a folyamatnak segédüzemi és önfogyasztása is van (segédüzemi felhasználás például kazánok esetében a tápszivattyú villamosenergia-felhasználása, ugyanezen technológiánál önfogyasztásnak minősül a kazánban megtermelt hővel történő tápvíz előmelegítés). Az egyes energiaátalakítási folyamatok veszteségének a bevitt energia mennyiségéhez képesti aránya jelentősen különbözhet, pl. a kőolaj-feldolgozás esetében ez csak néhány százalék, míg a kondenzációs villamosenergia-termelés során a veszteség aránya meghaladhatja a 70%-ot is.

Az átalakítási folyamatból származó energiahordozók egy része végső felhasználásra kerül, másik része azonban további energiaátalakítási folyamat bevitt energiája lesz (pl. a kőolajszármazékok kazánban történő felhasználása esetében). Ennek következtében ugyanaz az energiamennyiség többször is megjelenhet, és a gyakorlatban meg is jelenik az energiastatisztikákon belül, de különböző energiahordozó formájában. Ezért az energiamérleg számítások során el kell különíteni az átalakítási célú és a végső energiafelhasználásokat, a halmozott számbavétel elkerülése érdekében.

Területi szinten, és ezen belül főként kistérségi és települési szinten az energiamérleg számítási problémák tovább bonyolódnak. Az energiaátalakítási folyamatok egy része úgy működik, hogy a helyben (településen, kistérségben) felhasznált energiahordozók segítségével az országos energiarendszernek adja át a megtermelt átalakított energiahordozókat, tehát az egy-egy kistérségben statisztikailag megjelenő energiafelhasználás egy jelentős hányadának a célja nem a kistérség energiaellátását szolgálja, hanem az ország más területein, vagy esetleg valamely külföldön elhelyezkedő fogyasztók igényeit elégíti ki. Tehát előfordul az is, hogy az energiaátalakítás vesztesége belföldön marad, míg a megtermelt hasznos energia export formájában kikerül az országból. Ilyen folyamat például a kőolaj-finomítás. Más folyamatok esetében az egyidejűleg megtermelt energiahordozók egy része az országos hálózatra kerül, másik részét helyben hasznosítják. Tipikus esete ennek a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés, ahol a villamos energia az országos hálózaton keresztül jut el általában a fogyasztókhoz, míg a termelt hőt helyben hasznosítják. Végezetül vannak olyan energiaátalakítások is, amelyeknél a megtermelt átalakított energia teljes mértékben helyi hasznosítású lesz (pl. fűtőművek). E sajátosságok miatt célszerű, ha a területi energiamérlegekben valamennyi energiaátalakítási folyamatot egységes módon vesznek figyelembe. Ennek legcélszerűbb módja az, ha mindazon energiaátalakítási folyamatokat, amelyek során a területi egységet elhagyó energiahordozó termelés folyik, elkülönítve kezelünk, és ráfordításaikat területre nem felosztható tételnek tekintünk.

A fogyasztók megfelelő energiaellátása érdekében az energiahordozók egy nem elhanyagolható részét jelentős távolságra kell szállítani, valamint készletezni is kell, amely folyamatok szintén energiavesztéssel járnak együtt. E veszteségek aránya többnyire alacsony, de a nagy szállított és tárolt energiamennyiségekre való tekintettel, a szállítási és tárolási veszteségek mértéke összességében nem elhanyagolható.

A kistérségek energiafelhasználásának meghatározásához definiálni kell a területi energiatípusokat, és a kapcsolódó számbavételi és módszertani kérdéseket. Az országos energiamérleg egyes tételeit elemezni kell abból a szempontból, hogy mennyiben tekinthetők egy kisebb területi egység energiafelhasználásához közvetlenül kapcsolódónak.

Ennek alapján az országos energiamérleg minden egyes tételét külön-külön kell megvizsgálni, és e vizsgálat alapulvételével azokat két fő csoportba kell besorolni:

- Területi egységre nem bontható energiafelhasználások
- Területi egységre (kistérség, vagy legalábbis megye) felosztható energiafelhasználások

Alapvető szempontként azokat az energiafelhasználásokat tekinthetjük területi egységre felosztandónak, amelyek közvetlenül kapcsolódnak az adott területi egység gazdaságának működéséhez, intézményeinek és háztartásainak energiaellátásához. Ennek megfelelően azok az energiaátalakítási folyamatok, amelyek olyan energiahordozók előállítását szolgálják, amelyek nem közvetlenül a térség energiaigényeit elégítik ki, nem tekintendők területre feloszthatónak, pl. az országos villamosenergia-rendszerre termelő erőművek, kőolaj-finomítás, brikettgyártás, gázzsén-lepárlás. Ebből a megítélésből határesetnek tekinthető, de ide sorolhatjuk a távhő-előállítást is, mivel a távhőt jelentős mértékben kapcsolt villamosenergia-termeléssel állítják elő, és az így termelt villamos energia általában nem helyi felhasználásra, hanem az országos hálózatra kerül. Ezért a folyamat átalakítási vesztesége sem terhelhető annak a kistérségének energiafelhasználására, amelyben az erőmű elhelyezkedik.

E folyamatokhoz szorosan kapcsolódik az energiaszektor saját energiafelhasználása is, amelyet szintén nem indokolt területi egységekhez hozzárendelni, a fenti megfontolások miatt.

Az országos (és összeurópai) energiarendszerekben (villamos hálózat, földgázhálózat stb.) jelentkező szállítási veszteségeket hasonló megfontolásból területi egységre fel nem oszthatónak tekintettük.

Az energiaátalakítások és a szállítási-tárolási veszteségek elkülönítése után fennmaradó energiafelhasználási mennyiség a végső energiafelhasználás, amelyik elvben egy adott területi egységhez egyértelműen kapcsolható, azonban még ezen belül is kell további megszorításokat tenni.

A végső felhasználásokon belül a vegyipari alapanyag és a nem energetikai jellegű felhasználásokat elkülönítve kell kezelni, és területre fel nem oszthatónak kell minősíteni, mivel ezek a felhasználási módok az energiahordozóknak nem elsődlegesen az energiatartalmát használják fel, így nem kapcsolódnak közvetlenül a gazdasági-társadalmi folyamatok energiaigényeinek ellátásához.

Sajátos energiastatisztikai problémát jelent a közlekedési-szállítási célú energiafelhasználások kérdése. Ez már az országos energiamérleg kialakításánál is speciális megközelítést igényel, mivel a közlekedési eszközök jelentős része nem abban az országban használja fel az energiát, ahol azt vételezte. Egyes extrém esetekben – például amikor két egymással határos országban jelentős üzemanyag árkülönbség van – az ebből adódó statisztikai anomáliák számottevő mértékben befolyásolják az energiamérleg számítások eredményeit és az ezek alapján elvégzett elemzések következtetéseit is (pl. az árutonna-kilométerre vetített fajlagos üzemanyag-felhasználás alakulását). Térségi és főleg kistérségi szinten ez a statisztikai számbavételi probléma fokozottan jelentkezik, és ezért a közlekedési-szállítási energiafogyasztásokat szintén a területre fel nem osztható kategóriába kell sorolni, hiszen az egyes járművek energia vételezésének helyszíne és a tényleges felhasználás térbeli helye, vagy a jármű hovatartozása (a tulajdonos székhelye) között nincs közvetlen összefüggés, akár a vasúti, akár a közúti, akár a légi, vagy akár a vízi közlekedést vizsgáljuk.

3.5. Energetikai tervezés, igénybecslés, prognóziskészítés alapjai

Az energetikai tervezés, prognóziskészítés fontosabb alapelvei röviden – tézisszerűen – az alábbiak szerint foglalhatók össze:

A jövőbeli energiaigények kielégítésére történő felkészülés különösen töke-, import- és időigényes tevékenység, tehát a középtávú beruházások előkészítésének alapja a megbízható energiaigény-becslés. Az igénybecslés az éves fogyasztáson túl a fogyasztás szezonálisára is kitér.

Az energiafogyasztás mennyisége okozat, más szóval kifejezve következmény, amelynek a meghatározó oka a gazdasági-társadalmi folyamatok alakulása: egyrészt a gazdasági termelés szintje, növekedési üteme, struktúrája és energotechnológiai jellemzői, másrészt a lakosság életkörülményei, életszínvonala (jövedelemviszonyai), illetve energiafogyasztási szokásai.

Az energiaigény-becslés lényegében az energiahordozók iránti piaci kereslet várható alakulásának becslésével azonos. Az energetikai fejlesztési tervek, a várható igényekre alapozva készülnek. Az energiaellátás biztonsága megköveteli azt is, hogy tartalék kapacitások álljanak rendelkezésre.

Az energetikai tervezés alapvető ellentmondása, hogy a legtöbb esetben az energiaigényeket meghatározó okok ismerete nélkül kell meghatározni az okozatot, azaz az energiaigények alakulását. Az energiaigény-becslést különféle feltételezett jövőbeli gazdasági-társadalmi fejlődési változatokhoz illetve kell végezni. A bizonytalan igénybevételre – az energiatervezés hagyományos passzív jellegével szemben – annak aktív szerepét is érvényesíteni lehet: az energiaigényesség és ezzel az energiaigények csökkentésére ugyanis hatékony gazdaságfejlesztési irányelvek fogalmazhatók meg.

Tervezéstechnikai kérdések

Az igénybecslés az energia folyamat bruttó és végső felhasználás fázisában történhet. A kettő különbsége az energiaátalakítási veszteség, az energiaipar közvetlen felhasználása, valamint a szállítási és elosztási veszteség, aránya pedig az energiaellátás hatásfoka.

Az energiaiparon kívüli fogyasztói energiaigények becslése

Alapvetően meg kell különböztetni a termelő és a nem termelő (lakossági) szférát. A két területet teljesen eltérő paraméterrendszer jellemzi. A termelő szektoron belül a nemzetgazdasági ágazatok tovább részletezhetők.

Másik vetületben energiahordozók, energiatípusok, ezen belül felhasználási célok szerint is történhet az igények meghatározása. A célok lehetnek hő, mechanikai munka, világítás, elektrolízis, audiovizuális stb. felhasználás, amely csoportokon belül további lényeges bontások alkalmazhatók, pl. hőfelhasználáson belül technológiai és helyiségfűtési cél különböztethető meg. Másrésztől a termelési célú fogyasztáson belül külön választhatók a közvetlen technológiai és a járulékos felhasználások.

Külön elemezhető fogyasztási terület a nem energetikai és alapanyag jellegű felhasználások (műtrágyagyártás, olajfinomítás nem energetikai hasznosítású termékei stb.).

Az energiafelhasználási módok egyik része szinte kizárólagosan egy adott energiahordozóhoz, vagy energiatípushoz kapcsolódik (pl. világítási célra általában villamos energiát használnak), ezeket invariábilis fogyasztásoknak nevezzük. Másik részük különböző energiahordozókkal kielégíthető, ezek a variábilis fogyasztási célok (pl. helyiségfűtés, technológiai hőfelhasználás, belső égésű motorok hajtása stb.).

Az összenergia-fogyasztáson belül kiemelten kell kezelni a villamos energia mennyiségét és arányát, felhasználásának speciális jellege miatt, illetve az előállításához szükséges energiaráfordítások számításba vételében.

Bár a termelő és nem termelő szféra energiaigényét meghatározó paraméterrendszer különböző, mindkét területen érvényesítendő elv a fogyasztás súlyponti tételeinek meghatározása. Alapvető követelmény a statisztika ismerete; nemcsak az adatok, hanem a mögöttes ok-okozati összefüggések is. (A tartós, illetve rendkívüli és átmeneti tényezők hatásainak szétválasztása.) Hasonlóan fontos az energiaigényeket meghatározó tartalom részletes ismerete a nemzetközi összehasonlításokhoz. Ezek nélkül nemzetközi analógiák nem alkalmazhatók.

Minden jövőbecslés valamilyen formában feltételezés. Az igénybecslés és az erre épülő energiaellátási terv jóságát, megbízhatóságát a meghatározó, feltételezett okokkal való összhang biztosíthatja, az ilyen módon készülő terv alkalmas arra, hogy követni tudja az időközben bekövetkező gazdasági-társadalmi változások hatását az energiaigényekre. A „pontos” terv illúzió, de nem is kell, hiszen tartalékok – többlet-kapacitások, tárolt készletek, és az import rendelkezésre állása – kiegyenlítési lehetőséget adnak a fogyasztás és források között. Mégis lehetőleg szűk igénybevétel tervezése szükséges. Néhány százalék eltérés a növekedésben (pl. 100-ról 102, vagy 104%-ra) a növekményekben, tehát a felkészülésben is kétszeres (200%) differenciát jelent.

Az energiaigény-becslés főbb fogalmai: növekedési arányok, ütemek, energiaigényesség, energiaigényesség-javulás, rugalmasság. Ezek között szigorú, matematikailag leírható összefüggések vannak múlt és jövő relációjában egyaránt.

Az energiaipar saját energiaigénye

A „külső” igények kielégítéséhez az energiaipar „önfogyasztásának” tekinthetők az átalakítási veszteségek, az energiaipar közvetlen felhasználása, valamint a szállítási és elosztási veszteségek összege. Precíz meghatározása a lehetséges energiastruktúrákat is figyelembe vevő I–O mérleggel volna csak lehetséges. Közelítő, kielégítő megoldást adhat a számításához a közvetlen felhasználás és bruttó fogyasztás arányának a becslés változása.

Elsősorban a villamos energia aránynövekedése miatt hosszabb távon az energiaellátás hatásfoka csökken, a villamosenergia-termelés hatásfokának javulása ellenére is.

Az energiaigény-becslés aktív szerepe

Az energiaigények kellő mélységű elemzése megmutatja, hogy a gazdaság egyes területeinek energiaigényessége között jelentős – szélső esetben akár 100-szoros – arány mutatkozik. Amennyiben a gazdasági növekedés a magas energiaigényességű területek átlagosnál erősebb fejlődésén alapul, számolni kell azzal, hogy a gazdaság átlagos energiaigényessége növekedni fog. A kedvezőtlen struktúrájú gazdaság csak igen szerény növekedésre képes. Mégis, működéséhez nagyobb energiaigényt támaszt a nagy energiaigényessége miatt.

Egy kedvező irányú struktúra-váltás hatása lehetne az előbbinél lényegesen kisebb energiaigény. Még jóval nagyobb gazdaság-növekedés esetén is; az energiaigényesség javulása ugyanis kompenzálni képes a nagyobb növekedés energiaigény-növelő hatását.

Az energiaigény-becslés aktív szerepe azt jelenti, hogy az igényvizsgálatoknak rá kell mutatniuk azokra a lehetőségekre, amelyek esetén egy lényegesen dinamikusabb ipari növekedés is elérhető, csökkenő energiafogyasztás mellett. Ezzel segíteni tudja a gazdaságfejlesztési elképzelések megalapozott vizsgálatát.

3.6. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

1.3.a-1 esettanulmány:

Kistérségi energiafelhasználás 2005. Évi adatainak meghatározása az ENEREGIO kutatási projektben

Az ENEREGIO kutatási projektben a kistérségi energiafelhasználás meghatározására kialakított módszertan a hazai energiamérleg-számításban is alkalmazott OECD-IEA rendszerű energiamérlegen alapul, és ennek keretében az energiamérleg-számítások szokásos dop-down és bottom-up megközelítéseinek a kistérségekre való speciális alkalmazásával dolgoztuk ki a kistérségek energiafelhasználási adatrendszerét. Az energiacsökkentések részletes elemzésével megállapítható, hogy az országos energiamérleg számos tétele nem osztható fel korrekt módon területi egységekre (pl. az országos energiahálózatok vesztesége, a nagy energiarendszerek energiaátalakítási veszteségei, a közlekedési célú energiafelhasználások stb.). További problémát jelent, hogy egyes statisztikai tételek esetében az egyedi adatok védelmére vonatkozó jogszabályi előírások betartása gátolta a megjelenítést.

A projekt keretében egy ötdimenziós adatstruktúrát hoztak létre, amelynek célja, hogy a második munkaszakaszban elvégezhető legyenek azok az elemzések, amelyek segítségével kistérségi energiaigény-szenáriók készíthetők, és az energiatakarékosági lehetőségek meghatározhatók. Az adatstruktúra dimenziói az alábbiak:

- idő
- területi egység
- energiahordozó struktúra
- ágazat, fogyasztói csoport
- energiafelhasználási cél

Az elkészült adatrendszert a 2005. évi adatokra vonatkozóan két táblatípusba rendezve jelenítették meg a dokumentálás érdekében:

- A kialakított hat energiahordozó-csoportra vonatkozóan elkészült az egyszerűsített ágazati felosztás valamennyi kistérség esetében.
- Valamennyi kistérségre vonatkozóan elkészült a kistérség összevont energiafelhasználási táblázat, amely energiahordozónként és főbb ágazatonként mutatja a felhasználási adatokat.

Mindezen megfontolások alapján a 2005. évi OECD–IEA rendszerű országos energiamérleg adataiból kiindulva elvégezték a kistérségre felosztható energiafelhasználások adatainak számítását, amelynek eredményeit az alábbi táblázat mutatja be:

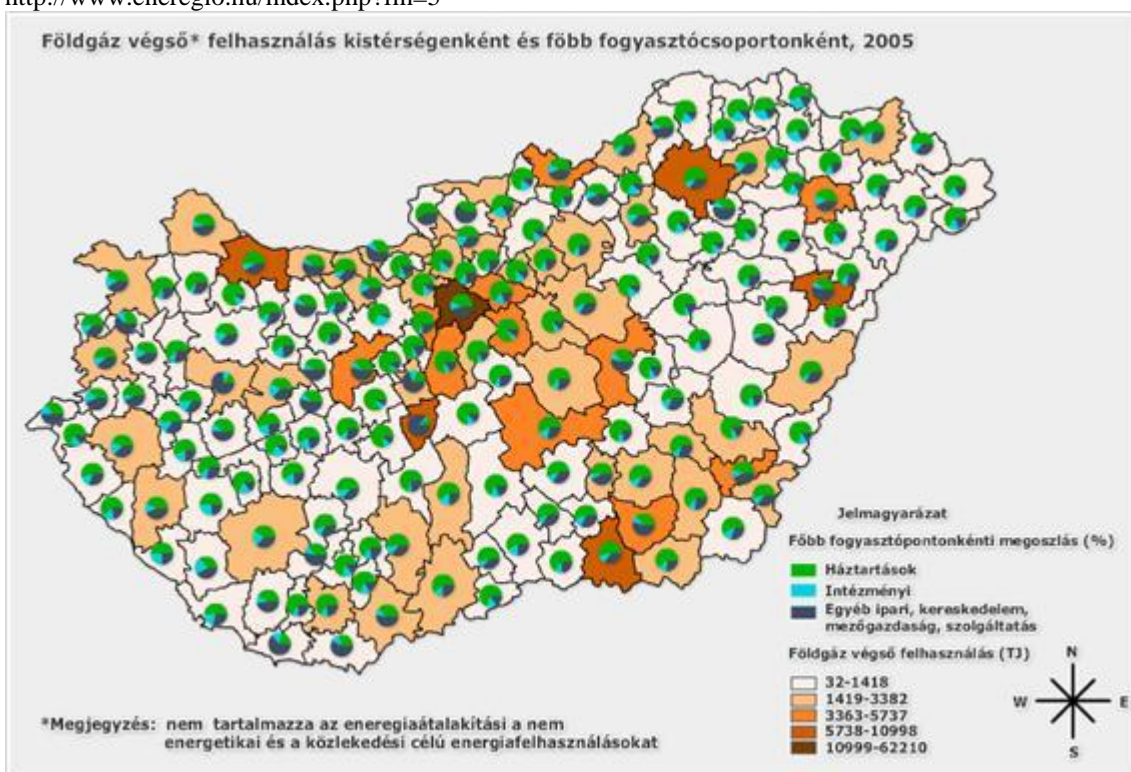
	Szén és egyéb szilárd	Olajtermék	Földgáz	Villamos energia	Távhő	Tűzifa	Egyéb	ÖSSZESEN
Végső felhasználás	35 994	276 198	339 758	116 402	54 306	12 691	2 504	837 853
le: Anyagjellegű és nem energetikai felhasználás	1 447	73 223	15 055	0	0	0	0	89 725
le: Közlekedés	2	170 537	112	3 946	0	0	0	174 597
le: Egyedi adatok védelme miatt fel nem osztható	23 423	0	0	0	0	0	0	23 423
le: Adatgyűjtés hiányában fel nem osztható	0	0	0	0	0	0	2 504	2 504
Kistérségre felosztható	11 122	32 438	324 591	112 456	54 306	12 691	0	547 604
ebből: Háztartások	10182	8142	164468	40014	29440	11429	0	263 675
Intézményi, kereskedelem és szolgáltatás	306	2 842	95 551	36 187	9 270	62	0	144 218
Ipar	23 861	10 515	55 368	32 925	15 586	0	0	138 255
Mezőgazdaság	196	10 939	9 204	3 330	10	1 200	0	24 879

1.3.5.1. ábra

A 168 kistérségre vonatkozó energiafelhasználás elsősorban az így kapott statisztikai adatok segítségével elemezhető, amelyek területi elemzését leginkább a tematikus térképábrázolás segíti elő. A térképeken a statisztikai mutatók, komplex mutatók közötti különbségek osztályba sorolással (kategóriaképzéssel), átlaghoz való viszonyítással, fajlagos és abszolút értékek együttes, vagy külön-külön történő ábrázolásával mutathatók ki és elemezhetőek.

Példaként a földgáz-felhasználás kistérségi adatainak térképes megjelenését mutatja be a következő, 1.3.5.2. számú ábra.

A kistérségi energiafelhasználási adatokat – és így az ábrán látható földgáz felhasználási adatokat is – az ENEREGIO kutatási projekt honlapjának kistérségi adatbázis része tartalmazza: <http://www.eneregio.hu/index.php?fm=5>



1.3.5.2. ábra Forrás: Mészáros G., Szilávi J., Pálvölgyi T, és Bencsik A. (2008): A fenntartható és biztonságos kistérségi energiagazdálkodás vizsgálata az energiatakarékosság és megújuló energiaforrások optimalizálásával. (In: A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-medencében. szerk.: Fodor I. és Suvák A. MTA Regionális Kutatások Központja, Pécs)

4. Alternatív energetikai projektek előkészítése

A lecke célja az alternatív energetikai projektek előkészítésével kapcsolatos feladatok elemzési háttérének bemutatása, és az ezek elvégzéséhez szükséges ismeretek elsajátítása.

A lecke bemutatja az energetikai felülvizsgálatok, energiaveszteségek feltárása (energiaaudit) elvégzésének alapjait, módszertani háttérét, típusait. Ismerteti az energiaaudit eredményeinek kiértékelési módját és az energia audit jelentés tartalmi felépítését. Bemutatja a megvalósíthatósági tanulmány célját, tartalmi elemeit, szerkezetét. Áttekintést ad az energiahatékonyság-növelési és megújuló energia hasznosítási projektek pénzügyi költség-haszon elemzésének, gazdaságossági elemzésének és finanszírozásának alapjairól, valamint a cash flow-elemzésről.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 3 tanóra.

4.1. Energiaveszteségek feltárása (energiaaudit) I.

Az energiahatékonyság javítása az energiagazdálkodás egyik alapvető feladata. Ennek a tevékenységnek az első lépése egy energetikai felülvizsgálat – más néven energiaveszteség-feltárás, vagy energiaaudit elvégzése – amelynek keretében felméri a meglévő állapotot, azonosítja azokat a területeket, ahol az energiaveszteségek várhatóan valamilyen beavatkozással csökkenthetők, megvizsgálják a beavatkozás konkrét lehetőségeinek megvalósíthatóságát és a beavatkozások gazdaságosságát is. Az energetikai audit az energiahatékonyság-növelési beruházások döntés-előkészítésének elengedhetetlen eszköze.

Az energetikai felülvizsgálatot vagy az adott gazdálkodó szervezet saját szakértői végezhetik, vagy külső szakértők, vállalkozók bevonásával végeztethető el. Nagyobb vállalkozások esetében, ahol energetikai szervezet működik, vagy legalább a vállalkozás rendelkezik energetikai szakemberekkel, az energetikai veszteségfeltárást a saját szakértőkből álló munkacsoport végzi el. E munkacsoportban az általános energetikus, a kalorikus és villamos műszaki szakemberek mellett célszerűen gazdasági szakértő részvétele is szükséges. A kis és középvállalatok többsége nem rendelkezik teljes körűen a vizsgálat elvégzésére alkalmas, erre szakmailag felkészült szakértőkkel. Az önkormányzatok és a közintézmények esetében hasonló a helyzet: nagyon kevés helyen foglalkoztatnak energetikust.

Az energetikai veszteségfeltáró vizsgálatok definíciója:

Az energiafelhasználás struktúrájának és veszteségeinek felmérése, és azoknak a lehetőségeknek a meghatározása, amelyekkel az energiafelhasználás és energiaköltség csökkenthető.

Az energetikai veszteségfeltáró vizsgálat eszköze:

Energetikai felülvizsgálat, más néven energetikai veszteségfeltárás, vagy energiaaudit.

Az energetikai veszteségfeltáró vizsgálat terméke:

Jelentés az energetikai veszteségfeltáró vizsgálatról.

Az energetikai veszteségfeltáró vizsgálat célja:

A döntéshozók, az energetikusok, az energiáért felelős munkatársak, a felügyeletükre bízott intézményeknél megtalálhassák és megtehessek a szükségesnek tartott beavatkozási lépéseket.

Az energetikai audit tárgya

Az energetikai felülvizsgálat az alapadatok gyűjtésével kezdődik, melynek során fel kell mérni minden olyan információt, amely az energiafelhasználásra, az azt befolyásoló tényezőkre, valamint az adott létesítmény olyan műszaki adataira vonatkozik, melyek az energiafelhasználásra befolyással vannak. Ezt követően bontható le az energiafelhasználás energia fajtánként, energiahordozónként és felhasználási célonként, amelynek segítségével

azonosíthatók azok a területek, ahol részletes vizsgálatot érdemes végezni. Ezután további adatgyűjtésre van szükség, ami az egyes beavatkozási lehetőségek vizsgálatához, a műszaki megoldások kidolgozásához és a gazdaságossági számításokhoz szükségesek. Mindezeket elvégezve határozhatók meg azok a beavatkozások, amelyek műszakilag megvalósíthatók és gazdaságosságuk is elfogadható. Ezek rangsorolásával készül el az auditot követő munkafázisban egy akcióterv. A vizsgálatot az eredményeket összefoglaló audit jelentés készítése zárja.

Az energetikai audit során műszeres mérések és adatrögzítések történnek. Ekkor kerül az adott feladat, folyamat elméleti energiaszükséglete is meghatározásra, illetve a korábbi éves fogyasztási adatok is kiértékeljük.

Az energetikai audit során általában az elemzés a következő területekre terjed ki:

- a helyiségek fűtő- és hűtőberendezései
- a használatimelegvíz-készítő rendszer
- a sűrített levegő rendszerek
- a szivattyúk, ventilátorok, keringető rendszerek
- a világítási rendszer
- a villamos áramtermelők/átalakítók
- a technológiák energiafogyasztó berendezései (pl. kemencék, villamos hajtómotorok, hajtások, anyagmozgatás berendezései stb.)
- a technológiai hűtési rendszerek
- az energia menedzsment tevékenységek stb.

Az energetikai veszteségfeltáró vizsgálatok három fő típusát szokás megkülönböztetni:

Előzetes audit (szokásos egyéb elnevezései még: gyors audit, „walk-through” audit)

Egyszerűsített elemzés, amely a gyorsan és könnyen elérhető információkon, és interjúkon alapul. Előnye az alacsony költség és a gyors eredmény, hátránya, hogy a veszteségek jelentős részét ezzel a módszerrel nem lehet feltárni, vagy megbízhatóan számszerűsíteni.

Általános audit (szokásos egyéb elnevezései még: mini audit, helyi audit)

Az előzetes auditnál lényegesen mélyebb elemzés, teljes körű adatgyűjtésre épül, lehetőleg a vizsgálatot megelőző 12–36 hónap adatainak áttekintésével. Gyakori, hogy az adatgyűjtést célirányos mérések is kiegészítik. A gyakorlatban elvégzett audit vizsgálatok többsége ebbe a csoportba tartozik. A módszer teljes körű energiavesztés feltárást és energiaköltség elemzést eredményez, és a legtöbb esetben a veszteségek csökkentésére irányuló projektekre is javaslatot ad.

Beruházás előkészítő audit (szokásos egyéb elnevezései még: teljes körű átfogó audit, maxi audit)

Az általános auditon felül elvégzik az energetikai rendszer dinamikus modellezését a meglévő rendszer és a tervezett intézkedések eredményeként kialakuló új rendszer elemzésével. Az audit során javasolt beruházásokat versenyezteti az egyéb területekről érkező beruházási javaslatokkal a beruházások gazdasági értékelési módszereinek (pl. belső megtérülési ráta számítása) alkalmazásával. Ezzel az energia auditot az előző módszerek alkalmazásához viszonyítva szélesebb gazdálkodási környezetbe helyezi.

4.2. Energiavesztések feltárása (energiaaudit) II.

Az energetikai felülvizsgálat (energiaaudit) jelentés tartalmi felépítése a következő:

1. Bevezetés

Az adott energetikai auditra, annak folyamatára vonatkozó általános leírás. Itt kell rögzíteni, hogy a vizsgálat a mely szervezeti egységekre, energiafogyasztási helyekre terjed ki.

2. Vezetői összefoglaló

Áttekinthető összefoglalás a döntéshozók részére, amely tartalmazza a legfontosabb adatokat, az audit eredményeit (célszerűen táblázatos formában), a javasolt intézkedéseket, és az intézkedések megvalósíthatóságra vonatkozó rövid leírást. A vezetői összefoglaló terjedelme 1–2 oldal.

3. A veszteségfeltárás területének általános bemutatása

Áttekintést kell adni a vizsgált terület főbb jellemzőiről, mint például a területi elhelyezkedés, a főbb funkciók, tevékenységek (óvoda, iskola, kórház stb.), a vizsgált épületek, szervezeti egységek létesítésének időpontja, az épületek külső megjelenése, állapota (új, használt, felújításra szoruló stb.).

4. A veszteségfeltárás területének műszaki leírása (a meglévő állapot rögzítése, energia-hordozónkénti bontásban).

Meg kell határozni, hogy az audit mely energiahordozók felhasználására terjed ki, és a felméréseket ennek megfelelő bontásban kell elvégezni. Célszerű, ha a vizsgálat során valamennyi felhasznált energiahordozó elemzésére sor kerül. Az energiahordozók csoportosítása:

- tüzelőanyagok (földgáz, tűzifa, PB stb.)
- vásárolt és saját termelésű hő (gőz és melegített víz)
- villamos energia
- megújuló energiaforrások (pellet, biobrikett stb.)
- víz és szennyvíz (nem energiahordozó, de az energiaaudit során a vízfelhasználás elemzését is célszerű elvégezni)

A meglévő berendezések és létesítmények jellemző műszaki adatai (fő méretek, alapterület, belmagasság, szintek száma, fűtési mód, szellőzési technológia, világítás, szerkezeti felépítés).

A vizsgálatba bevont területen lévő valamennyi épületet jegyzékbe kell venni, és azok funkcióit megjelölni. Valamennyi épületről külön-külön teljes körű felmérést kell végezni.

Táblázatban kell feltüntetni az adott épület szerkezetét jellemző adatokat és információkat (fal, mennyezet, nyílászárók, hőszigetelés), gépészeti felszereltségét, villamos és egyéb fogyasztóit és az üzemvitel módját.

5. Az energiafogyasztás felmérése

Az energiafogyasztást célszerű a vizsgálatot megelőző három évre vonatkozóan felmérni, havi, negyedéves és éves bontásban, természetes mértékegységben és hőértékben. Mivel a szolgáltatók többsége az átalánydíjas számlázásra tért át, a számlázási adatok nem teszik lehetővé a tényleges energiafelhasználás havi adatainak megismerését. Sok esetben nincsenek is meg a számlázási adatok sem visszamenőlegesen három évre. Az audit megalapozott elvégzésének minimális feltétele ipari vagy vegyes célú létesítményeknél legalább a megelőző éves fogyasztás ismerete, azonban ebben az esetben nagy bizonytalansággal kell számolni. Kommunális jellegű létesítményeknél minimális követelmény a legutóbbi októbertől márciusig tartó fűtési időszak fogyasztásának ismerete, illetve az ezek alapján megbecsült további adatok kinyerésének pontos módszertani leírása és indoklása.

Lényegesen megbízhatóbb az audit eredménye az esetben, amikor tényleges havi mérési adatok állnak rendelkezésre. Optimális esetben az audit során lehetőség van mérésekkel meghatározni a súlyponti energiafelhasználási területeken az energiafogyasztás mennyiségét, teljesítmény viszonyait és időbeli változásának jellegét.

6. Az adatok kiértékelése minden vizsgált egységre vonatkozóan

Az elméleti energiaszükséglet meghatározásának módszere, számításának menete és eredményei. A tényleges energiafelhasználás és az elméleti energiaszükséglet összehasonlítása (figyelembe véve a hőmérsékletkorrekciós tényezőt)

7. Energiamegtakarítási lehetőségek kimutatása

Minden vizsgált egységre vonatkozóan egyenként kell bemutatni az energiamegtakarítási lehetőségeket, természetes mértékegységben és Ft-ban folyó áron számolva

- Javaslat az energia- és energiaköltség megtakarítási lehetőségekre
- Az energiamegtakarítások megvalósításának költségbecslése
- A megtérülési idők meghatározása, sorrendbeállítás.

8. Javaslat a megvalósításra és megvalósíthatósági tanulmány készítésére

Az energiamegtakarításra és az energiaköltség megtakarításra vonatkozóan összefoglaló ajánlást kell készíteni, amely bemutatja, hogy milyen feltételek mellett lehetséges az energiamegtakarításhoz vezető intézkedések végrehajtása. Javaslatot kell adni arra is, hogy mely témák kidolgozására készüljön megvalósíthatósági tanulmány.

A fenti tartalmi elemeken túl a jelentés készítője minden olyan értékelést és elemzést hozzátehet a tanulmányhoz, amely a döntéshozókat segíti az energiamegtakarítás és az energiaköltség megtakarítás elérésében.

4.3. Az energiaaudit eredményeinek kiértékelése

Az energiaaudit eredmények kiértékelésének első feladata a megvizsgált energiafogyasztó egységek (pl. intézmények, technológiák) energiafelhasználásának minősítése. Ez valamilyen összehasonlításra alkalmas célirányosan megválasztott fajlagos mutatószám alapján történhet. Ilyen lehet például a léghőméterre vetített fűtési energiafelhasználás, vagy fűtési energiaköltség, vagy technológiák esetében a gyártott termék fajlagos energiafelhasználási mutatója stb. Alapos megfontolást igényel a fajlagos mutatószám megválasztása, és különös körtekintéssel kell eljárni a referenciaként választott érték meghatározásánál. Lényeges, hogy a referenciaérték olyan legyen, amelynek elérése meghatározott időn belül nem irreális követelmény. Ha ugyanis a vizsgált energiafogyasztó egység mutatói jelentősen elmaradnak a referenciaértéktől, akkor a vizsgálatban érintettek nem érzik reálisnak az elvárásokat, és az összehasonlítás nem motiválja őket a hatékonyság javítására.

Természetesen amennyiben valamely jogszabály ír elő elvárt mutatószámokat, akkor ezt a referencia megválasztásánál mindenképpen figyelembe kell venni, pl. épületek esetében az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006 (V. 24.) TNM rendeletben foglaltak szerint. Ennek hiányában, vagy akár emellett más referenciaértékek is alkalmazhatók, például épületek esetében hasonló adottságú, geometriájú és funkciójú épületekre vonatkozó adatok, amelyekben hasonló berendezéseket működtetnek, vagy technológiák esetében egy másik vállalkozás hasonló terméke előállításának fajlagos energiárfordítása. Fel kell azonban készülni arra is, hogy a referenciaadatokhoz sok esetben nem könnyű hozzájutni, vállalkozások esetében ezek többnyire nem publikusak, üzleti titkot képviselnek. Vannak azonban olyan szakirodalmi adatok, nemzetközi adatbázisok, amelyek használatával jó referenciaadatok hozhatók létre.

A kiértékelés másik területe az energiafogyasztás változásának, trendjeinek elemzése. A változások alakulásának részletes vizsgálata segítségével lehet például megállapítani a fűtés energiaigényét, a szezonális változások jellegét, illetve ezekből lehet következtetéseket levonni az energiaszolgáltatói szerződések megfelelőségével kapcsolatban is.

Az eredmények kiértékelésének harmadik célterülete annak megállapítása, hogy mely energiafogyasztói területeken lehet eredményes költségcsökkentő beavatkozásokkal számolni. Ennek legfontosabb eszköze az energiafogyasztások és energiaköltségek energiafelhasználási célok szerinti minél részletesebb vizsgálata. Ez a számlaadatok, valamint a beépített energiafogyasztó berendezések listájának, műszaki paramétereinek elemzése segítségével végezhető el. Az energetikai berendezések adatai alapján következtetéseket lehet levonni az energia felhasználó és energia átalakító készülékek, rendszerek életkorára, szabályozottságára és más, az energiafelhasználást befolyásoló műszaki jellemzőire vonatkozóan.

A kiértékelés negyedik eleme az energiaköltségek elemzése. Az energiaköltségek nagyságát az energiafogyasztás mértéke, az alkalmazott energiahordozó és vezetékes energiahordozók esetében a választott tarifa határozzák meg. Az energiafogyasztás nagyságát egyrészt az energiafogyasztó hely fizikai adottságai, másrészt az energia felhasználók (az energiafogyasztó berendezéseket üzemeltető személyek) igényei és szakértelme befolyásolják. Az elfogadhatónak tekintett (reális) energiaköltségek meghatározásánál a következő

elvet kell követni. Először az elfogadható energiafelhasználást kell energiahordozónkénti bontásban meghatározni. Kiindulásul az utolsó három teljes év energiafogyasztásainak átlaga szolgál, a fűtési energiahordozók esetén az időjárás évenkénti különbözőségét figyelembe vevő korrekcióval. Ha az energiafogyasztás a fogyasztók igényei, fogyasztói szokásai miatt túlzott, akkor az energiatudatosság növelésével, szervezési intézkedésekkel az energiafogyasztás csökkenthető. Ezért az energiafogyasztást egy hatékonyságjavító tényezővel szorozzuk meg. A szorzó a helyszíni felmérést végző szakértők tapasztalatai és az intézmény energiafogyasztási fajlagosainak trendjei alapján, előre lefektetett elvek szerint kerül meghatározásra. Ezt követően az elfogadhatónak ítélt energiafelhasználás adataiból kell a reálisnak tekinthető energiaköltségeket számítani az energiahordozó árak illetve tarifák segítségével.

A kiértékelés utolsó eleme a konkrét intézkedésekre, beavatkozásokra vonatkozó javaslatok összeállítása, a javasolt projektek listájának elkészítése.

Az energiaaudit eredményei több szinten jelentkezhetnek, attól függően, hogy az átvilágítás milyen mélységig terjed. Már az egyszerű audit elvégzésének eredményeként is jelentős eredmények érhetők el. A tapasztalatok szerint, az energiafogyasztási adatoknak a tudatos figyelése akár 8–10%-os energiaköltség-megtakarítást is eredményezhet, mivel az adatok nyomon követésével a figyelmetlenségből adódó többlet energiafogyasztások megszüntethetők.

Néhány példa az energiaauditól várható eredményekre:

- A működési költségek pontos meghatározása
- Az energiaszámlák ellenőrzése, a közüzemi díjakkal való takarékoság
- A lekötött meddő teljesítmények feltárása, költség megtakarítás a megszüntetéssel
- Az energiaveszteségek feltárása és csökkentése, illetve megszüntetése
- Az energiafelhasználás súlyponti területeinek azonosítása
- Szűk keresztmetszetek feltárása és megszüntetése
- A karbantartási költségek csökkentése
- Cselekvési programok megalapozása, energiatakarékosági beruházási terv
- Káros anyag kibocsátás csökkenése, környezetvédelmi bírságok elkerülhetők
- A vállalkozás vagy intézmény társadalmi elfogadottsága javul stb.

Az audit eredménye összességében a költségek csökkenése, a termelés hatékonyságának javulása, a működés gazdasági feltételeinek javulása.

4.4. Projekt-előkészítés: megvalósíthatósági tanulmány I.

Az energetikai audit egyik legfontosabb eredménye, hogy energiamegtakarítási és energiaköltség-megtakarítási célú beruházási és egyéb projektekre tesz javaslatot. A megvalósíthatósági tanulmány a beruházásokra vonatkozó megbízható és gyors döntés eszköze. Megvalósíthatósági tanulmányt a projekt-ciklus első fázisában, az ötlet kidolgozásakor kell készíteni. A megvalósítási tanulmány azonban nem elemzi a projektet olyan mélységben, mint a tervezési szakasz (például nem tartalmaz építési engedélyeket).

A megvalósíthatósági tanulmány definíciója:

Olyan döntés-előkészítési anyag, amely az előzetesen feltárt tényanyagok alapján megvizsgálja, hogy egy adott beruházás szakmai, műszaki és pénzügyi szempontból megvalósítható-e, valamint bemutatja annak várható erőforrás-igényeit.

A megvalósíthatósági tanulmány célja:

Az energetikai átvilágításban feltárt energiamegtakarítási lehetőségek elérése érdekében, az abban javasolt lehetséges és célszerű beruházásokkal kapcsolatban döntési helyzetbe hozza a döntéshozókat, hogy azok képessé váljanak az optimális javaslat alapján előzetes egyeztetésekre és a finanszírozás megtervezésére.

A megvalósíthatósági tanulmány szakmai tartalma

A megvalósíthatósági tanulmánnyal szemben támasztott alapvető követelmény, hogy az döntéshozók számára elegendő információt szolgáltatson annak megítéléséhez, hogy a projekt valós probléma megoldását célozza, illeszkedik az energiatakarékosági stratégiai célokhoz, megfelelő műszaki, szakmai tartalommal rendelkezik, és pénzügyileg végiggondolt. Ezeket az elvárásokat csak jól végiggondolt cél meghatározás, változatelemzés és műszaki és gazdaságossági vizsgálatokat is tartalmazó tanulmány teljesítheti.

A megvalósíthatósági tanulmány részeként a műszaki tartalmat részletesen meg kell adni, hiszen csak ennek alapján ítéltethető meg a költség-bebecslések realitása és az, hogy a tervezett műszaki tartalom és mérnöki költség-számítás megfelelően szolgálja-e ki célkitűzések eléréséhez szükséges szakmai tartalmat.

A megvalósíthatósági tanulmány legfontosabb formai követelményei

- A címlapon legyen feltüntetve a projekt javaslat címe, amelyre a megvalósíthatósági tanulmány kidolgozásra került.
- A címlap után következzen a fejezetek és mellékleteinek oldalszámait pontosan mutató tartalomjegyzék.
- Vezetői összefoglaló, amely 2–3 oldalban foglalja össze a megvalósíthatósági tanulmány legfontosabb eredményeit, következtetéseit, javaslatait.
- A megvalósíthatósági tanulmány törzsdokumentuma a projekt megvalósíthatóságának értékeléséhez szükséges lényegi információkat (tényeket, feltételeket, tervezési adatokat és az azokat közvetlenül alátámasztó indoklásokat) tartalmazza.
- Az egyes fejezeteket kiegészítő kevésbé lényeges információk (felhasznált dokumentumok jegyzéke, helyszínrajzok, fényképek, ábrák, egyéb műszaki dokumentumok, egyéb adminisztratív dokumentumok stb.) mellékletbe is kerülhetnek.

A vezetői összefoglaló tartalmi követelményei

- A felmerült probléma és a javasolt megoldás megvalósíthatóságának rövid összefoglalása.
- Be kell mutatni, hogy a projekt megvalósítására miért van szükség, azaz mely problémák megoldását segíti elő
- A kiinduló helyzet ismertetése, a projekt helyszín megjelölése
- A projekt célkitűzéseinek és tervezett eredményeinek, hatásainak leírása, indokoltságának alátámasztása
- A projekt keretében tervezett megvalósítandó fejlesztések műszaki tartalmának rövid összefoglalása
- A megvalósítás tervezett ütemezése
- A projekt megvalósításában részt vevők bemutatása
- A projekt keretében létrehozni javasolt berendezések üzemeltetésének tervezett módja
- A fejlesztés tervezett pénzügyi kereteinek rövid összefoglalása

Az 1.4.4.1. táblázat példát mutat be arra, hogy pályázati kiírások esetén a pályázat kiírója sok esetben meghatározza, hogy a beadott pályázathoz csatolt megvalósítási tanulmány milyen szerkezetben és tartalommal készüljön el.

A projekttel kapcsolatos korábbi fejlesztések összefoglalása, a projekt illeszkedése az energiatakarékossági stratégiához (ha a szervezet rendelkezik vele), a projektmenedzsment szervezet és a projektben részt vevő személyek bemutatása.

A projekt céljának, indoklásának bemutatása

A projektet megalapozó vizsgálatok és azok eredményeinek ismertetése (pl. piackutatás, hőtechnikai számítások, energiaaudit stb., ha volt ilyen), a megoldandó probléma bemutatása. A projekt hosszú távú közvetlen és közvetett céljai és elvárt eredményei.

A projekt tervezésének kiinduló adatai

Az adatok forrásainak ismertetése (mérés, statisztikai adatok, modellszámítás stb.). Az adatok értékelése, a megbízhatóságuk vizsgálata. A megvalósíthatósági tanulmány készítéséhez felhasznált adatok táblázatos formában történő bemutatása.

A jelenlegi helyzet ismertetése

A projektben érintett létesítmény, vagy/és technológia leírása, a berendezések típusa, életkora, állapota, hatásfoka. A működési költségek bemutatása. A helyszín szükség szerinti jellemzése.

- Fűtőkorszerűsítési projekt esetén a fűtési mód, a fűtésszabályozás módja, a hőleadók mennyisége és jellemzői, a fűtési rendszer típusa, a helyiségenkénti egyedi hőtermelők bemutatása
- Világításkorszerűsítési projekt esetén a lámpatestek és fényforrások típusa, állapota, a világítás arányának mért, számított vagy becsült értéke a teljes villamosenergia-fogyasztáson belül, a világítási rendszer használatának jellemzői.
- Nyílászáró-csere projekt esetén a jelenlegi nyílászárók típusa, állapota, a nyílászárók használatának jellemzői.
- Technológiai energiakorszerűsítési projekt esetén a technológiai berendezések típusa, állapota, a technológia működésének jellemzői, a felhasznált energiahordozók, az egyes berendezések egyedi energiafogyasztásának mért, számított vagy becsült értéke.

A javasolt projekt lehetséges megoldásainak változatonkénti ismertetése

A műszaki tartalom, a javasolt technológia leírása: a jellemző műszaki paramétereket igazoló – tervező, gyártó, forgalmazó által készített – nyilatkozatok/árajánlatok/műleírások alapján készítendő el.

A fő műszaki paraméterek bemutatása, a technológia folyamatábrája.

A fő energiatermelő, -átalakító, -elosztó, -szállító és energia végfelhasználó berendezések és jellemzőik.

A megújuló energiahordozó alkalmazási lehetőségek, az alkalmazható technológiák és megoldások bemutatása. A megújuló energia alkalmazását alátámasztó számítások elvégzése.

A projektben érintett létesítmények jegyzéke. Amennyiben a projekt több ingatlant, vagy egy ingatlanon található több épületet érint, a létesítményjegyzékben a beruházási költségeket – ingatlanonként, vagy épületenként – külön-külön, és összességükben is be kell mutatni.

Kapcsolt energiatermelés megvalósítása esetén az Európai Parlament és Tanács 2004/8/EK irányelv („nagy hatékonyságú kapcsolt energiatermelés”) kritériumainak való megfelelés igazolására vonatkozó elemzés és számítás.

A javasolt telepítési helyszín bemutatása; építmények, berendezések elrendezése, kapcsolódások a közművekhez, hírközlés, tűz-, vagyon-, és villámvédelem.

A kivitelezés ütemezése.

Környezetvédelmi vizsgálat/hatástanulmány

Amennyiben a vonatkozó jogszabályok szerint környezetvédelmi vizsgálat/hatástanulmány készítésére kötelezett a tevékenység, az engedélyes határozatot a megvalósíthatósági tanulmány mellékleteihez csatolni kell.

Amennyiben a tevékenység a 314/2005 Korm. rendelet szerint nem engedélyköteles, csak áttekintő összefoglaló készítése szükséges a várható környezeti hatásokról: légszennyezés, talaj- és vízszennyezés, zajkibocsátás és az élettartamon belül és az élelciklus végén keletkező hulladék anyagok fajtái, mennyisége, és az ártalmatlanítás módja.

A projekt megvalósításhoz szükséges hatósági és egyéb engedélyek és a projektet érintő szabályozási környezet bemutatása

A projekt megvalósításhoz szükséges hatósági és egyéb engedélyek szükségességének felmérése: pl. építési engedély, helyi gázzolgáltató engedélye, Műemlékvédelmi Felügyelet engedélye, természetvédelmi hatóság engedélye, vízjogi engedély, bányahatósági engedély, környezetvédelmi hatóság engedélye, hálózati csatlakozás engedélye stb. A projektet érintő szabályozási környezet ismertetése (Szabályozási terv, helyi, önkormányzati rendeletek, jogi szabályozás, környezetvédelmi előírások stb.)

A megvalósítás pénzügyi és műszaki ütemterve

A projekt megvalósítás tervezett ütemezése Gantt-diagram alkalmazásával, az egyes tevékenységek egymáshoz való kapcsolódásai Pert-diagrammal szemléltethetők.

A projekt finanszírozása, üzleti terv

A projekt finanszírozási terve és üzleti terve alapvető fontosságú a projekt gazdaságosságának megítélése szempontjából. A tanulmány e fejezetében történik a bevételek és a ráfordítások bemutatása, tervezése, a cash flow-kimutatás elkészítése, amennyiben az adott fejlesztés eredményeként bevételek is keletkeznek (pl. új vagy bővített megújuló energia termelőkapacitás létrehozása, amelynek termékét részben vagy teljesen értékesítik). A beruházási projekt tervezett költségvetését az üzleti terv részeként kell bemutatni.

Üzemeltetési költségek

Az üzemeltetési költségek alakulása a korszerűsítés előtt, és a projekt megvalósulása utáni időszakban várható költségek. Az üzemeltetési költségek mértékének és változásának szöveges indoklása, a részletező számítások bemutatása.

A projekt gazdasági fenntarthatóságának vizsgálata

A gazdasági fenntarthatóságra vonatkozó részletező számítások bemutatása, és a szükséges szöveges indoklások. Haszon-költség arány meghatározása, megtérülési idő számítása, belső megtérülési ráta számítása, és finanszírozási hiány számítása (amennyiben a projekt megvalósításához pályázati forrást is terveznek igénybe venni).

A fejlesztés eredményeként elért energiamegtakarítás költségeinek bemutatása

Az 1 GJ éves alap energiahordozó-megtakarításra vetített fajlagos beruházási költség (Ft/GJ/év), megújuló energia hasznosítási projekt esetében az éves szinten kiváltott hagyományos alapenergia-hordozó mennyiségre vetített fajlagos beruházási költség.

A beruházás során létesített berendezés teljes élettartama alatti alap energiahordozó-megtakarításra vagy alap energiahordozó-kiváltásra vetített beruházási költség (Ft/GJ/n év, ahol „n” az élettartam évben kifejezve)

A projekt környezeti fenntarthatóságának bemutatása

- Az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátás-csökkentésének várható éves átlagos mértéke (t CO₂ ekv./év)
- Az ÜHG kibocsátás-csökkentésnek a berendezés teljes élettartamára vetített mértéke (t CO₂ ekv./ n év)
- Az üzemeltetés során felhasznált fosszilis eredetű segédenergia igény éves átlagos mértéke (abszolút értékben és százalékban kifejezve) (MJ/év; kWh/év; %)
- Az éves ÜHG kibocsátás-csökkentés fajlagos költsége (Ft/t CO₂ ekv./év)
- Az ÜHG kibocsátás-csökkentés fajlagos költsége az élettartamra vetítve (Ft/t CO₂ ekv./n év)

Adminisztratív és eljárási kötelezettségek (egyéb dokumentumok)

Meg kell határozni azokat a technikai, adminisztratív és eljárási kötelezettségeket, amelyek beszerzése és megléte a projekt megvalósítása során felmerülnek (például beszerzendő engedélyek stb.).

Kockázatelemzés

A kockázatelemzés célja azon kedvezőtlen események meghatározása, amelyek a beruházás megvalósíthatósági feltételeit befolyásolhatják (megvalósítás és üzemeltetés). A cél annak vizsgálata, hogy a projektben rejlő kockázatok milyen mértékben tudják esetlegesen befolyásolni a beruházás gazdasági és pénzügyi eredményeit.

A projekt bizonytalansági tényezői (különösen a helyzet „romlása” a várható helyzethez viszonyítva) széles kört alkotnak, ilyen kockázati tényezők lehetnek pl.: megvalósítási idő, környezeti hatások, a kereslet változása, technológiai fejlődés, partnerkapcsolatok, szervezet működésével kapcsolatos elemzések megállapításaival, üzemeltetési modell, költségek, jogi környezet stb.

A kockázatelemzési fejezetnek ki kell térnie a kockázatok felsorolására, minősítésére, kezelésük módjára, a projekt megvalósítási szakaszában és a projekt befejezését követő időszakban egyaránt.

Ha a megvalósíthatósági tanulmány szerint a projektnél nem merülnek fel bizonytalansági tényezők, akkor ezt meg kell indokolni.

A kockázati tényező feltárását követően ki kell térni az egyes elemek bekövetkezésének elkerülésére, elemzésére is. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy meg kell határozni azt, hogy mit kell tenni annak érdekében, hogy a kockázatot csökkenteni lehessen.

4.6. Alternatív energetikai projektek gazdaságossági elemzése I.

Az energiahatékonyság-növelési és megújuló energia hasznosítási projektek pénzügyi költség-haszon elemzésének alapjai

Az energiahatékonyság-növelési és a megújuló energia hasznosítási projektek pénzügyi költség-haszon elemzését a következő alapelvek szem előtt tartásával, eszközök alkalmazásával kell elvégezni:

Piaci árak alkalmazása

Alapelv, hogy a projektek költség-haszon elemzése és pénzügyi folyamatainak vizsgálata valós piaci árakon alapuljon.

Hozadékelemzés

A projekt jövedelmezősége szempontjából vizsgálni szükséges a tőke alternatív hasznosításának lehetőségét, illetve igénybevételenek költségét, ezt hozadékelemzésnek nevezik. Egyrésztől vizsgálni kell, hogy a projekt által termelt hozam meghaladja-e a banki betétek kamatlábát. Ha a projekt kevésbé jövedelmező, mint a bankbetét, elképzelhető, hogy érdemesebb egy kamatozó betétszámlát nyitni. Másrésztől sok esetben a vállalkozónak kölcsönt kell felvennie a projekt beindításához. Ebben az esetben a projektnek elégséges hozamot kell biztosítania, hogy fedezni lehessen abból az adósságszolgálati kötelezettségeket, tehát a projekt hozamának magasabbnak kell lennie a banki hitelek kamatlábánál. Amennyiben ezek a feltételek nem állnak fenn, a jövedelmezőség szempontjából a projekt létrehozása nem indokolt.

Diszkontálás

A diszkontálás (leszámítolás) az a módszer, amellyel egy jövőbeni pénzösszeg jelenlegi értékét (ún. jelenértékét) határozzuk meg. Ennek segítségével a különböző időpontokban történő pénzmozgások is jól összehasonlíthatók, mivel a jövőbeni pénzmozgások értékét határozza meg egy adott bázisra (pl. a jelenre) vonatkoztatva. A diszkontált cash flow-elemzésekben a 0. évet használják viszonyítási alapként, és a későbbi években történő pénzmozgást kell a jelenérték kiszámításával a viszonyítási alapként választott évre visszaszámolni.

Valamely jövőbeni pénzmozgás jelenértékét úgy számíthatjuk ki, ha a jövőbeni értéket megszorozzuk a vonatkozó ún. diszkontfaktoral. A diszkontfaktor a diszkontráta „ i ” és az idő „ t ” (év) segítségével számítható ki, a következő képlet szerint: $1/(1+i)^t$. Az „ i ” értéke általában a projekt tőkeköltsége, illetve a tőke elvárt hozama. A projekt tőkeköltsége a finanszírozástól függ, a tőke összetétel arányában meghatározott súlyozott átlag (saját forrás, bankkölcsön stb.).

Haszon-költség arány (BCR), nettó jelenérték (NPV), belső megtérülési ráta (IRR)

A haszon-költség arány (BCR: Benefit-Cost Ratio) meghatározása a költség-haszon elemzés keretében történik, amely egy adott projekt vagy program keretében felhasználni tervezett források és a várható bevételek alakulásának vizsgálata különböző megvalósítási változatok esetére. Elemei a kereslet-kínálati függvény, illetve a nettó jelenérték és belső megtérülési ráta kiszámítása a különböző megvalósítási változatokra. A költségek magukban foglalják a beruházási és működési költségeket (a projekt során felépülő infrastruktúra fenntartásának költsége), a haszon többségében pénzügyi bevétel vagy megtakarítás, de indokolt esetben számszerűsíthető társadalmi haszon is lehet.

A nettó jelenérték (NPV: net present value) számításával a projekt hasznos élettartama során felmerülő pénzmozgások összehasonlíthatók és összegezhetők. A nettó jelenérték egy adott kamatláb melletti diszkontált jövedelem. A belső megtérülési ráta (IRR) az a kamatláb, amely mellett a nettó jelenérték zéró lesz, más szavakkal az a kamatláb, amely mellett a projekt éppen nyereséges lenne.

A nettó jelenérték (NPV) a projekt meghatározott üzemideje alatt felmerülő kiadások és bevételek (megtakarítások) jelen időre diszkontált értékét adja, ahol a diszkontráta a beruházástól elvárt (remélt) hozam. Amennyiben ennek értéke pozitív, a beruházás hozama nagyobb, mint a számításban alkalmazott diszkontráta. (Ha a számítást a beruházás élettartamára végezzük el és az NPV értéke 0, akkor éppen a belső megtérülési rátával egyenlő a diszkontráta.)

A nettó jelenérték számítása:

$$NPV = -B + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

ahol: r : a felvett diszkontráta,

C_i : az n időtartam alatti éves bevételek és kiadások összege,

B : a beruházási költség

A belső megtérülési ráta (IRR: internal rate of return) megmutatja, hogy melyik az a kamatláb, amellyel a beruházás egyszeri és a működés folyamatos költségei mellett a bevételekből a működés időtartama alatt éppen egyszer térül meg. A belső megtérülési ráta tehát az a kamatláb, amely mellett a nettó jelenérték zéró lesz, más szavakkal az a kamatláb, amely mellett a projekt éppen nyereséges lenne.

A beruházást akkor érdemes megvalósítani, ha annak belső kamatlába meghaladja az időszak alatti átlagosnak becsült betéti kamat nagyságát, vagy a rendelkezésre álló pénzügyi forrásból megvalósítható más beruházás belső kamatlábát. (Ellenkező esetben a rendelkezésre álló forrásokat bankbetétbe kell helyezni, vagy más, jövedelmezőbb projektek indítására kell fordítani)

A belső megtérülési ráta a következő képletből számítható:

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+IRR)^i} (A_i + M_i - B_i - K_i) = 0$$

ahol:

i : az évek száma ($i = 1$ a beruházás kezdeti éve, $i = n$ a beruházás

élettartamának utolsó éve),

IRR : a keresett kamatláb,

A_i : az éves energiaköltség-megtakarítás (bevétel),

M_i : a berendezés maradványértéke az élettartam végén,

Bi : a tárgyévi fejlesztési költség (beleértve pótlólagos beruházásokat),

Ki : az éves működési költség.

Az r értékének kiszámításához számítógép szükséges, kézi számítása rendkívül időigényes iterációs eljárás.

A projektek jövedelmezőségének meghatározásához és értékeléséhez, és a projektekről történő döntésekhez a pénzügyi költség-haszon elemzés az alábbi támpontokat adhatja:

- a nettó jelenérték (NPV) pozitív értékű legyen;
- a haszon-költség arány (BCR) 1-nél nagyobb legyen;
- a belső megtérülési ráta (IRR) nagyobb legyen az aktuális hitelezési vagy kölcsön kamatlábnál.

A fenti három feltétel lényegében azonos, és mind azt jelzi, hogy a projekt megfelel annak az igénynek, hogy nagyobb jövedelmet biztosít, mint a hitelezési vagy kölcsön-kamatláb. A kamatláb tehát kulcsfontosságú szerepet játszik, amelyet diszkont-rátának vagy leszámítolási rátának neveznek az ilyen elemzéseknél.

Valamennyi mutató számítása során a későbbiekben az 1.4.8 pontban részletesen ismertetett cash flow-elemzésből kell kiindulni.

4.7. Alternatív energetikai projektek gazdaságossági elemzése II.

Az energiamegtakarítási és az energiaköltség-megtakarítási lehetőségek egy részének kihasználása beruházások nélkül is lehetséges (munkaszervezés, képzés, ellenőrzési rendszer javítása stb.), de az esetek jelentős részében beruházások megvalósítását igényli. A beruházásokról való döntést minden esetben részletes műszaki-gazdasági vizsgálatnak kell megalapoznia.

A műszaki előkészítés (koncepció vagy előterv) során többek között meg kell határozni a beruházási költséget (lehetőleg ajánlatokkal alátámasztva), valamint a beruházással elérhető gazdasági eredményt. Tekintettel arra, hogy energiahatékonysági beruházásokról van szó, az eredménynek elsősorban az energiaköltség csökkenésében kell megjelennie, de más járulékos megtakarítások (tüzelőanyag- vagy salakszállítás, kezelőszemélyzet) vagy többletköltségek (pl. nagyobb karbantartási igény) is jelentkezhetnek.

Az energiahatékonyság javító projekt gazdaságosságának elsődleges megítélésére elegendő az egyszerű megtérülési idő meghatározása. Ez azt mutatja meg, hogy a ráfordítás (a befektetés) az elérhető költség-megtakarításból mennyi idő alatt térül meg. Ha az elérhető megtakarítás a megtérülési idő alatt változik (pl. előre bejelentett árváltozások hatására), akkor az előre megbecsült megtérülési időszak átlagos megtakarításával kell számolni, s ha szükséges, iterációval pontosítani a számítást. Ez a gazdaságossági mutató felhasználható az azonos jellegű (eredményként megtakarítást, vagy bevételt hozó), de pénzügyi okok miatt egyszerre nem indítható beruházások sorolására, továbbá az azonos célt megvalósító, de eltérő beruházási költségű és eredményt hozó beruházások közötti választásra. Ez utóbbi esetben nem csak a két beruházás megtérülési idejét hasonlítják össze, hanem értékeli a többlet beruházási költség megtérülését a többleteredményből is.

A megtérülési idő azonban önmagában nem elegendő (hacsak nem igen rövid–egy-két éves–megtérülésről van szó) egy beruházás gazdaságosságának megítélésére, és különböző jellegű befektetések összehasonlítására. A megtérülési idő ugyanis nem veszi figyelembe a tőkelekötés időtartamát, a projekt élettartamát, az élettartam alatt szükséges pótló beruházások, nagyjavítások költségeit stb. Ezért részletesebb vizsgálatokhoz indokolt a belső megtérülési ráta, illetve a nettó jelenérték meghatározása is.

Az energiatakarékos beruházások energetikai értékelésére a beruházás fajlagos energiahordozó-megtakarítását használják. Ez a mutatószám az 1 millió Ft beruházási költséggel elérhető energiahordozó megtakarítást fejezi ki, dimenziója GJ/MFt,év.

4.8. Alternatív energetikai projektek finanszírozásának alapjai

Az alternatív energetikai projektek finanszírozásának három fő típusa különíthető el:

- Saját forrás
- Külső forrás (pl. bankhitel, pályázati forrás)

- Harmadik fél által biztosított forrás

A beruházások egy része saját forrásból valósul meg, ezek főként az egyszerűbb, és kisebb beruházást igénylő projektek. Az előzőekben ismertetett gazdaságossági mutatószámok ezekre az egyszerűbb projektekre (új kazán beépítése, nyílászárócsere, fűtési rendszer rekonstrukciója stb.) vonatkoznak és feltételezik, hogy a beruházás saját forrásból valósul meg.

Amennyiben a beruházó rendelkezik saját forrással, de annak mértéke a projekt megvalósításához nem elegendő, akkor külső forrás igénybevételével, bankhitellel, vagy pályázati forrással kiegészítve tudja a tervezett projektet megvalósítani.

Amennyiben a beruházó önerővel nem rendelkezik (pl. sok esetben az önkormányzatok ebben a helyzetben vannak) megfontolandó lehetőség, hogy a beruházás ún. harmadik fél általi, vagy más néven ESCO (Energy Service Company) finanszírozási konstrukcióban valósuljon meg. Ennek lényege, hogy a beruházó és az ESCO között határozott idejű bérleti jogviszony jön létre, melynek keretében az ESCO saját forrásból a beruházónál megvalósítja az energetikai fejlesztést, és a bérleti időszak alatt a beépítésre került eszközök az ESCO tulajdonában maradnak. A bérleti jogviszony időtartama alatt, a fenntartó bérleti díjat fizet az ESCO-nak, a fizetendő bérleti díj elsődleges forrása a korszerűsítés eredményeként megvalósuló energia költség csökkenés. A bérleti időszak végén a berendezések tulajdonosa (ESCO) az eszközök sorsáról szabadon dönthet, azonban értékesítésük esetén a beruházó részére elővásárlási jogot köteles biztosítani. E finanszírozási konstrukció előnye, hogy nem kell hozzá saját forrással rendelkezni, nem igényel banki hitel konstrukciót, költségei tervezhetők, a szerződés lejáratát után a berendezés a beruházó tulajdona lesz. A konstrukció hátránya, a finanszírozás költsége magas.

Cash flow-elemzés

A nagyobb volumenű projekteknel (pl. fűtőművi kapcsolt energiatermelés megvalósítása, hőközpont rekonstrukciója, biomassza-alapú fűtőmű létesítése stb.), és külső forrás bevonásakor minden esetben követelmény egy részletes üzleti terv elkészítése. Ennek lényegi része a cash flow-elemzés.

A pénzügyi költség-haszon elemzés kiindulópontja a pénzforgalmi alapú cash flow-kimutatás készítése. Az ilyen típusú elemzéshez készített cash flow-készítés során kizárólag a projekt megvalósítási időszakára vonatkozó pénzbevételeket és pénzkidadásokat kell figyelembe venni.

A projekt-tevékenységekhez kapcsolódó, azaz a projekt megvalósítási időszakára vonatkozó pénzbevételek és pénzkidadások alapján elkészített pénzforgalmi táblázatok alkalmasak a jövedelmezőségi elemzésekhez is. Készítésük során csak a nem-pénzügyi műveletekhez kapcsolódó pénzforgalmat (beruházások, rendszeres jellegű költségek, bevételek) szabad figyelembe venni. Az adók szabadon választhatóan figyelmen kívül hagyhatók (adózás előtti jövedelmezőség), vagy figyelembe vehetők (adózás utáni jövedelmezőség). A cash flow-kimutatás nem tartalmazza az értékcsökkenést (az értékcsökkenés, bár költség, nem jár pénzforgalommal).

A cash flow-elemzés a projekt megvalósításának kezdetétől annak élettartama végéig évente jelentkező készpénzáramok megállapítása. Ezeknek a készpénzáramoknak az ismeretében a projekt egészére, valamint a befektetett saját tőkére nézve is meghatározható az előzőekben ismertetett NPV és IRR, ami megmutatja, hogy gazdasági szempontból érdemes-e a projektet megvalósítani, az éves készpénzáramok ismeretében látszik, hogy képes-e a projekt a felvett hitelek törlesztő részleteit és kamatterheit kitermelni, és szükség van-e az időszakosan jelentkező nagyobb kiadások (pl. gázmotor vagy gázturbina nagyjavítása) finanszírozására újabb hiteleket felvenni.

Akár kedvezményes, akár piaci kamatozású hitelkonstrukciót von be az beruházó külső forrásként, a finanszírozó pénzintézet mindenképpen megköveteli a cash flow-elemzés elkészítését. A cash flow egyszerűsített modelljét az 1.4.8.1. táblázat tartalmazza.

	Évek	0	i	in
A	Árbevétel vagy költségmegtakarítás		A_i	A_n
H	Hitel	D		
S	Saját tőke	E		
B0	Beruházási költség	$B_0 = H + S$		
B1	Anyagköltség		B_{1i}	B_{1n}
B2	Béreköltség + közteher		B_{2i}	B_{2n}
B3	Amortizáció		B_{3i}	B_{3n}
B4	Bankkamatok		B_{4i}	B_{4n}
B5	Egyéb költségek (forgóeszközök, karbantartás, vállalati általános költség stb.)		B_{5i}	B_{5n}
B	Összes költség		$B_{1i} + \dots + B_{5i}$	$B_{1n} + \dots + B_{5n}$
C	Adózás előtti eredmény		$A_i - B_i$	$A_n - B_n$
D	Vállalkozási nyereségadó (t%)		$t \times C_i$ vagy 0	$t \times C_n$
E	Adózott eredmény		$C_i - D_i$	$C_n - D_n$
M	Maradványérték			M_n
CF1	Készpénzáram projektre vonatkoztatva	-B0	$E_i + B_{3i}$	$E_n + B_{3n} + M_n$
T	Tőketörlesztés		T_i	
CF2	Készpénzáram saját tőkére vonatkoztatva	-E	$E_i + B_{3i} - T_i$	$E_n + B_{3n} + M_n$

1.4.8.1. ábra Forrás: Hatékony települési energiagazdálkodás kézikönyv (Energiagazdálkodási Rt., 1999)

A 0–dik évhez tartozó oszlop tulajdonképpen a beruházás során létrejött vagyon (eszközök, B0) forrásösszetételét mutatja (a saját tőkét, E és a külső forrást, D). Az i–dik év a felmerülő költségeket és bevételeket tartalmazza, ekkor még folyik a hitel törlesztése. Az utolsó év (n) a beruházás élettartamának vége, feltételezve, hogy ekkor a hitel már visszafizetésre került.

A pontos üzleti terv lényege valamennyi árbevétel és költség figyelembevétele, a vonatkozó számviteli és adózási törvények betartása (pl. az egyes beruházási tételekre vonatkozó amortizációs kulcsok). A táblázatból kétféle cash flow (CF1 és CF2) adódik:

A CF1 nem veszi figyelembe a beruházás forrásösszetételét, a teljes beruházás gazdaságosságát vizsgálja. Erre a mutatóra kíváncsiak pl. a kedvezményes energiahatékonysági hiteleket finanszírozó pénzüintézetek. Lényeges, hogy a tőke törlesztő részleteit a CF1 készpénzáram fedezze. Ha ez valamelyik évben nem teljesül, akkor

- önálló projektvállalatnak (a vállalat kifejezetten a projekt megvalósítására jött létre, pl. egy új távfűtőmű) pótlólagos hiteleket kell felvenni,
- ha a projekt egy meglévő vállalat vagy intézmény korszerűsítésére irányul (pl. gázmotor beépítése a távhőszolgáltató fűtőművébe), akkor elképzelhető, hogy a vállalat egészének tevékenységéből számított pénzáramok fedezni tudják a projekt negatív cash flow-ját.

4.9. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

1.4.a-1 esettanulmány

Az Energia Központ által a UNDP-2006 projekt keretében megjelentetett Közintézmények energetikai felméréseinek támogatása című pályázat az energetikai veszteségfeltáró vizsgálatokra vonatkozóan az alábbi követelményrendszert határozta meg:

A: Adatgyűjtés

Energiagazdálkodási elemzési
alapismeretek

A	Adatgyűjtés	Gyakran további személyekkel való megbeszélés szükséges az adatgyűjtés során: portás, épületgondnok és energiafelelős, pl. A.3 és A.4 és A.5 pontoknál
A.1	Épület	Intézmény: pl. XY körzeti általános iskola, "telephely": olyan önálló címmel rendelkező telek, amin az adott intézmény épületei állnak. Ennek akkor van csak jelentősége, ha egy intézménynek több címen is vannak épületei.
A.1	Használat	Iskola, óvoda, irodaépület, lakóépület, tűzoltóság, kórház, sportlétesítmény stb.
A.2	Az utolsó négy év hőfokhídja	A hőfokhíd annak mérőszáma, hogy egy adott év mennyire hideg vagy enyhe. Ha az érték magas, az adott év hideg, így a fűtés energiafogyasztása az átlagosnál magasabb. A hőfokhíd a különböző épületek éves energiafogyasztásának összehasonlításához szükséges. Ehhez az adathoz gyakran nem könnyű hozzáférni, de rendkívül fontos az audit szempontjából! A legközelebbi város hőfokhídja beszerezhető bármelyik országos meteorológiai állomástól, továbbá gyakran a fűtési rendszertervező irodáktól is. Az értéket a helyiség hőmérséklet és a külső léghőmérséklet alapján számítják. Az adatokat 20/15 értékre javasolt beszerezni (20oC a helyiség hőmérséklet, 15oC a külső határhőmérséklet – az a hőmérséklet, amelynél a fűtés bekapcsol). A hőfokhíd mellett rendkívül fontos a sokéves átlagos hőfokhíd. Magyarországon az évi fűtési időszak középhőmérséklet +4°C, a belső hőmérséklet +20°C a fűtési idő 182 nap, így az éves hőfokhíd $(20-4)*182=2912$ napfok/év
A.3	Energiaszámlák	Az utolsó négy év energiaszámláit általában a vezetés pénzügyi osztályán tartják. Ha onnan nem beszerezhetők, viszonylag könnyen megkaphatók az energiaellátó vállalatoktól. (Csak a tényleges fogyasztáson/leolvasáson alapuló számlákat célszerű figyelembe venni!)
A.3.1	Energiaforrás	olaj, szén, fa stb. Ideális esetben a tüzelőanyag-fogyasztás a következő módszerrel becsülhető: az adott évben vásárolt energia és az év eleji tartalék összege mínusz az év végéig fel nem használt energia mennyisége. Ha ez a számítás nem végezhető el, mert a tárolószint nem volt leolvasva az előző év végén (tartály, tárolóhely), vagy a tárolószint nem becsülhető visszamenőleg, az energiamennyiséget az adott év energiaszámlái alapján kell megbecsülni. Ez utóbbi becslés azonban rendkívül pontatlan és gyakran hamis képet ad.
A.3.1	Fűtőérték	A fűtőérték egy adott tüzelőanyagban levő energiamennyiség. Ez az adat a tüzelőanyag liter, kg, m ³ egységben adott mennyiségének energiává történő átszámításához szükséges. Értéke általában fel van tüntetve az energiaszámlán, vagy megszereshető a szolgáltatótól vagy a függelék Közép-Európára vonatkozó értékeket tartalmazó 2. táblázatából. Az mennyiséget liter/ kg/ m ³ egységekben lehet megadni, a nem kívánt részek törölendők.
A.3.1	Költség	A költségeket nemzeti valutában kell megadni. Az átlagos energiafogyasztás és a költségek egyszerű számtani közepként számítandók. A kWh-ra vetített költség a költség és a mennyiség hányadosaként adódik.
A.3.1	Teljes energiafogyasztás költsége	A teljes energiafogyasztás költsége az elektromos energiafogyasztás, az egyéb energiafogyasztások és a vízfelhasználás összköltségének összege.
A.3.1	Villamos áram árstruktúra, bírságok	Az alapdíjak a fogyasztáshoz nem kötődő díjak. Ha a túlfogyasztást bírságozzák, ellenőrizze, hogy volt-e ilyen bírság az elmúlt évben. Ha nem, megítélés alapján kérjen alacsonyabb fogyasztási szintet.
A.4.1	Teljes fűtött alapterület	A teljes fűtött alapterület az energiafogyasztás referenciaadata. A fűtött területek összege, azaz a fűtéssel felszerelteké. A külső méretek használandók (beleértve a falat). A teljes fűtött terület az összes emelet összege. A vastagság padlózattól padlózatig mérendő. Ha a tervek nem állnak rendelkezésre, mérje le a méreteket a helyszínen mérőszalaggal. Fontos, hogy a számításhoz külső dimenziókat kell használni!
A.4.1	A "használók száma"	Az épületet rendszeresen használók száma (pl. az ott dolgozókon, tanulókon rendszeresen tartózkodókon kívül a látogatók becsült száma is!)
A.4.2	Épület	Az egyes anyagokat és vastagságokat a "Szerkezet" sorba írja be. A hőszigetelő képességet a következőképpen becsülje (Közép-Európai klímára vonatkozóan): - Külső falak: "Jó" legalább 6 cm vastag magas szintű szigetelés vagy 38 cm termotégfal szigetelés nélkül, "Átlagos" kb. 30 cm vastag üreges téglafal szigetelés nélkül vagy betonfal legfeljebb 6 cm szigeteléssel, "Rossz" nincs szigetelés - Fűtetlen pince feletti földem: "Jó" legalább 5 cm szigetelés, "Átlagos" üreges blokkföldem szigetelés nélkül vagy vasbeton földem kis szigeteléssel, "Rossz" vasbeton földem vagy hasonló szigetelés nélkül - Felső emelet mennyezet: "Jó" több, mint 12 cm szigetelés, "Átlagos" 5–12 cm szigetelés, "Rossz" kevesebb, mint 5 cm szigetelés - Ablakok: "Jó" két- vagy háromrétegű thermopane üvegezés gáztöltettel; "Átlagos" kétrétegű thermopane üvegezés; "Rossz" egyrétegű üvegezés. - Külső ajtók: "Jó" faajtó; "Átlagos" műanyagajtók, fémajtók tokszigeteléssel, kettős üvegezéssel; "Rossz" szigetetlen fémajtók, üveglajtók egyrétegű üvegezéssel Az épület általános állapotát, nedvességet, korát a megjegyzésekhez írja be!

1.4.8.2. ábra

B: Adatértékelés

Energiagazdálkodási elemzési
alapismeretek

B.1.1	Energiaforrások és energiafelhasználás	Fel kell tüntetni az energiaforrások fő használatait (fűtés, meleg víz, szellőzés, világítás, főzés, mosás, hűtés stb.)
B.1.2	Átlagos energiafogyasztás és energiaköltségek	Az adat az Adatgyűjtés adatlapon található. A fogyasztás egysége lehet liter, kg, m ³ (mindegyik kWh-ra vonatkoztatva). A nem szükséges törlendő.
B.1.3	A fajlagos energiaárak változása	Az adat az Adatgyűjtés adatlapon található.
B.1.4	Az időjárással korrigált/valódi energiafogyasztás változása, analízis	<ul style="list-style-type: none"> - A melegvíz-igénnyel vagy a legtöbb elektromos berendezéssel szemben a fűtési energiaszükséglet évszakos klimatikus ingadozásoktól függ. Így a fűtési energiaigény az A.2 pontban kiszámított hőfokhíddal korrigálandó, az adott helyre jellemző "modell klímájú évvé" alakítandó. A fűtési energiafogyasztás (= a teljes energiafogyasztás az elektromos energia kivételével) elosztandó az adott év hőfokhídjával és megszorozandó a sokéves átlagos hőfokhíddal. - Ha a tüzelőanyaggal működő fűtés mellett elektromos fűtést is alkalmaznak, az egyszerűség kedvéért nem kell az adatok időjárással korrigálása. Mindazonáltal, ha a fűtést főleg elektromos energia szolgáltatja, az erre a célra fordított elektromos áram mennyisége feljegyzendő (rendszerint önálló mérő van felszerelve a fűtés számára) és korrigálandó a hőfokhíd segítségével. Ha nincs önálló mérő felszerelve, időjárás-korrekció, fűtési energiaszükséglet- és egyéb elektromos energiaigény-csökkenés nem hajtható végre! Kérjük jelezze a megjegyzések között! - Ha a hőfokhídra vonatkozó adat nem elérhető, a korrigálatlan érték használandó. Az adott év enyhése vagy szigorú figyelembe veendő a további analízis során! - A fogyasztásváltozás magyarázatai lehetnek pl.: nagyobb komfortérzet szükséges a használóknak, újabb használók jelentek meg, eltérések a használati időtartamban vagy a használat módjában. De oka lehet pl. műszaki hiba, az épület átalakítása.
B.2	A telephely energiahatékonysága	<ul style="list-style-type: none"> - A teljes fűtött alapterület (A.4.1). - Az épület energiafogyasztási aránya egyszerűen kiszámítható az előző év időjárás-korrigált teljes energiafogyasztás (B.1.4 pont, ha nem számítható, az átlagos teljes energiafogyasztás, B.1.2) és a teljes fűtött alapterület hányadosaként, víz esetében a felhasználók számának hányadosaként. A számítás elvégzendő a hőfogyasztásra (=a fűtésre és melegvíz-ellátásra fordított energiaforrások összege), elektromos áramfogyasztásra, a teljes energiafogyasztásra és a vízfogyasztásra. Ellenőrzésként: a hőfogyasztási és elektromos áramfogyasztási arányok összegének egyeznie kell a teljes energiafogyasztási aránnyal. - Az összehasonlító épületek energiafogyasztási arányát az adott hely klimatikus viszonyaira kell alkalmazni. Az adott arányt el kell osztani a viszonyítási 20/15 hőfok-híddal (=3439 napfok, pl. Düsseldorf, Németország) és megszorozni az adott hely (hosszú távú) hőfokhídjával. Ha a hőfokhíd nem beszerezhető (20/15-re vonatkoztatva!), a korrigálatlan adatot kell használni. Ebben az esetben a vizsgált hely és Düsseldorf eltérő klímaviszonyát figyelembe kell venni a további elemzések során! - Az analízis során a különböző energiafogyasztók közötti eltérések figyelembe veendőek (szellőző rendszer, iskolai uszoda, stb.). Továbbá fontos az is, hogy az összehasonlító adatok egy bázisra vonatkoznak, és az eltelt idő alatt az épületek energiahatékonyság szempontjából jelentősen javultak. Az átlagos energiaárnyok Közép-Európában sokkal alacsonyabbak lesznek, míg az értékek esetleg jól használhatók a kelet-európai viszonyokkal való összehasonlításra! - A viszonytszámtól való eltérés százalékban adandó meg, és az alábbi módon számítandó: az épület energiafogyasztási aránya osztva az összehasonlító energiafogyasztási aránnyal és szorozva 100-zal adja az eltérést százalékban. Az eltérés oka: a gyakori okok közé tartozik a több/kevesebb fogyasztó, a 20°C-nál alacsonyabb/magasabb helyiséghőmérséklet, a használat eltérő időtartama és módja, de természetesen a magasabb/alacsonyabb energiahatékonyságú berendezés és épület is.
B.3	Energiamegtakarítási lehetőségek felsorolása	<ul style="list-style-type: none"> - Az energiamegtakarítási potenciál durva becsléséhez fontos annak szem előtt tartása, hogy az energiaárny egy bázis (pl. Düsseldorf) hőfok-hídján alapul (3439 napfok). Így az épület energiaárnyának értékeléséhez – a B.2 ponttal ellentétben – az energiaárnyat erre a hőfokhídra kell átszámítani. A teljes energiaárnyat el kell osztani a jellemző (hosszú távú) hőfokhíddal és megszorozni az összehasonlító hőfokhíddal (=3439 napfok, Düsseldorf, Németország). Ezután a táblázat az épület használata és a számított energiaárny alapján durva becslést ad a tapasztalat szerint elérhető energiamegtakarításra. Ha a hőfokhíd értéke nem beszerezhető, a korrigálatlan érték használandó. Az adott hely és a bázis (Düsseldorf) klimatikus viszonyai közti eltérés figyelembe veendő. Ha a hely klímája enyhébb, mint Németországé, az épület energiaárnya egy becsült mennyiséggel megnövekedő az energiamegtakarítási potenciál meghatározása előtt. Ha a klíma szigorúbb, az energiaárny ennek megfelelően csökkentendő. Még egyszer megjegyzendő, hogy még az összes gazdaságossági intézkedés végrehajtása esetén is csak akkor következik be energiamegtakarítás, ha az épület használati módja nem változik (pl. megnövekedett komfort a magasabb helyiséghőmérsékletek következtében). Ha a komfort növekedése várható, az energiamegtakarítási potenciál ennek megfelelően alacsonyabb lesz!

1.4.8.3. ábra

C: Fejlesztési intézkedések

<p>C.1- C.2</p>	<p>Fejlesztési intézkedések</p>	<p>- C.1 és C.2 olyan fejlesztési intézkedés katalógusok, amelyek közvetlenül beilleszthetők az auditjelentésbe. C.1 olyan energia-megtakarítási intézkedéseket tartalmaz, amelyek kis költséggel vagy költség nélkül megvalósíthatók /low-cost, no-cost/. Ezek főleg úgynevezett "szervezeti intézkedések", amelyek azonnal végrehajthatók további elemzés nélkül. A C.2 katalógus ezzel szemben olyan egyéb intézkedéseket tartalmaz, amelyek segíthetnek az energiaköltség csökkentésében, de megvalósításuk tőkét (pénzt) igényel. Ezek az intézkedések általában (nem mindig) a vállalati vezetésen belül nyernek értelmet (a helyi helyzettől, az épülettől és az energiaberendezéstől függően). A C.1 katalógussal ellentétben ezeket az intézkedéseket külső szakértőkkel (energetikai tanácsadók, fűtési rendszertervezők) kell ellenőriztetni a megvalósítás előtt. A szakembereknek, auditoroknak javaslatot kell tenniük egy célszerű projektre és megvalósítási tervet is készíteniük kell.</p> <p>- A C.1 és C.2 adatlapok általános tájékoztatást adnak arról, hogy mekkora lehet az egyes intézkedések szerepe az energiamegtakarításban. A C.2 az intézkedések megvalósításának költségeire is tartalmaz utalást. Szintén lehetővé teszi az intézkedések gazdaságossági hatékonyságának becslését. Ha az energiamegtakarítások a költségeknél magasabbra értékelték, az intézkedés általában nagyon gyorsan megtérül. Ha ennek ellentéte igaz, az intézkedés nem tekinthető gazdaságilag hatékonynak. Ha a költségek és megtakarítások egyensúlyban vannak, az intézkedés általában megtérül, de csak hosszabb idő alatt.</p> <p>- A számmal nem rendelkező referencia azt jelzi, hogy bár fejlesztési lehetőségeknek van értelme, ezek nincsenek felsorolva a C.1 és C.2 adatlapokon. Ezek és egyéb fel nem sorolt intézkedések a további intézkedések számára hagyott helyen sorolhatók fel C.1 és C.2 alján. Ügyeljen arra, hogy az intézkedések jellegüknek megfelelően legyenek besorolva a C.1 és C.2 pontokba. Továbbá az energiamegtakarítások (magas, átlagos, alacsony) és C.2-ben a költségek (szintén magas, átlagos, alacsony) is becslendők.</p> <p>A "Részletek" oszlop a választott intézkedések részletes leírására szolgál. Itt kell leírni az intézkedés méretét (érintett épületrészek, meddig kell eljutnia az intézkedésnek), az intézkedés fontosságát és sürgősségét és mindenekelőtt az intézkedés fontosságát az adott épület várható energiamegtakarításában (ellentétben a középső oszloppal, ami általában várható energiamegtakarítást tartalmazza). Megjegyzés az auditjelentéssel kapcsolatban: a legfontosabb intézkedéseket még egyszer összegezni kell az auditjelentésben (az adatlapok mellett) a lebontás további pontosításához! Továbbá megjegyzést kell tenni a "Megjegyzések" rovatba, ha több javasolt intézkedés együttes végrehajtása értelmetlen; pl.: "Ablakok cseréje" és "Újabb üvegréteg". Mivel újabb üvegréteg beépítése, majd az ablak kicserélése értelmetlen lenne, ezt jelezni kell a "Megjegyzések" rovatban.</p>
---------------------	---------------------------------	---

1.4.8.4. ábra Forrás: Az Energia Központ által a UNDP-2006 projekt keretében megjelentetett Közintézmények energetikai felmérésének támogatása című pályázat

A. függelék - Fogalomtár a modulhoz

elemzés: A gazdálkodás, a fejlesztések, és az eredmények vizsgálatára és értékelésére irányuló tevékenység.

megújuló energia: megújuló energiaforrásból termelt energia

megújuló energiaforrás: Mindazok a nem fosszilis eredetű energiafajták, melyek az emberi felhasználás eredményeként nem csökkennek, vagy a felhasználás ütemében újratermelődnek. Az időjárási körülményektől függő nem fosszilis energiahordozó (nap, szél), az időjárási körülményektől nem függő nem fosszilis energiahordozó (geotermikus energia, vízenergia, biomassza, valamint biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energiaforrás), továbbá hulladéklerakóból, illetve szennyvízkezelő létesítményből származó gáz, valamint a biogáz.

energiaipar: Az energiaipar tevékenységei közé tartozik a primerenergia-termelés, az energia behozatal, az energiaátalakítás, az energiaszállítás, az energiaelosztás, az energiaszolgáltatás és az energia nagy- és kiskereskedelem.

energiamérleg: A rendelkezésre álló energiaforrások (beszerzés, termelés, készletcsökkenés), valamint az energia elosztási oldalon megjelenő energia elosztási tételek (végső energiefelhasználás, szállítási, tárolási és átalakítási veszteségek, készletnövekedés) mérlegszerű egyensúlyát mutatja be.

IEA: International Energy Agency (Nemzetközi Energia Ügynökség)

EUROSTAT: Az Európai Unió energiastatisztikai szervezete

Sankey-diagram: Különböző műszaki vagy gazdasági folyamatok ábrázolásának eszköze, amely lehet például energiaáram, anyagáram, pénzfolyamat stb. Jellemzősége, hogy az áramlás irányát nyíllal szemléltetik, és az áramok szélessége az áramlási mennyiségekkel arányos.

homogén energiefelhasználási cél: Az energiefelhasználás nagyszámú módozatainak csoportosítása a felhasználás fizikai célja szerint, ezen belül szokásos csoportosítás a hő (pl. helyiségfűtés, használati melegvízellátás stb.), mechanikai munka (stabil és mobil), elektrolízis, világítás, anyagjellegű energiahordozó felhasználás stb.

energiaigényesség: Egységnyi termelési érték előállításához szükséges energiefelhasználás. Mértékegysége pl.: Joule/Ft stb.

az energiefelhasználás hatékonysága: Az energiaigényesség reciproka: az egységnyi energiefelhasználással előállított termelés értéke. Mértékegysége pl.: Ft/Joule stb.

fajlagos energiefelhasználás: Egységnyi termék vagy szolgáltatás előállításához szükséges energiefelhasználás. Mértékegysége pl.: Joule/darab, Joule/árutonna-kilométer stb.

GDP: Gross Domestic Product (Bruttó Hazai Termék). Általában éves adat (esetenként negyedéves, vagy havi), mértékegysége pl.: Ft, Euró stb.

indikátor: Műszaki-gazdasági folyamatok jellemzésére szolgáló mutatószám, amely általában lehet mennyiségi (adat jellegű), minőségi (pl. megfelel – nem felel meg jellegű), vagy skálaindikátor (skálán mérhető).

üvegházhatású gáz (ÜHG): A szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄), a dinitrogén-oxid (N₂O), a fluorozott szénhidrogének (HFC-k), a perfluorkarbonok (PFC-k) és a kén-hexafluorid (SF₆).

energiapolitika: Az energiapolitika az országnak az ellátásbiztonság, a versenyképesség, a fenntartható fejlődés követelményeinek egyaránt megfelelő, a fogyasztóvédelemmel összhangban lévő energiaellátását szolgáló, fő stratégiai kereteket kijelölő dokumentum.

energetikai audit: Az energiaveszteségek feltárásának céljából felméri a meglévő állapotot, azonosítja azokat a területeket, ahol az energiaveszteségek várhatóan valamilyen beavatkozással csökkenthetők, megvizsgálják a beavatkozás konkrét lehetőségeinek megvalósíthatóságát és a beavatkozások gazdaságosságát is.

megvalósíthatósági tanulmány: Olyan döntés-előkészítési anyag, amely az előzetesen feltárt tényanyagok alapján megvizsgálja, hogy egy adott beruházás szakmai, műszaki és pénzügyi szempontból megvalósítható-e, valamint bemutatja annak várható erőforrás-igényeit.

projekt: Olyan gazdaságilag oszthatatlan munkafázisok sora, amelyek pontos technikai funkciót látnak el és világosan meghatározott célokkal rendelkeznek.

nettó jelenérték (NPV, net present value): A projekt meghatározott üzemideje alatt felmerülő kiadások és bevételek (megtakarítások) jelen időre diszkontált értékét adja, ahol a diszkontráta a beruházástól elvárt (remélt) hozam.

belső megtérülési ráta (IRR, internal rate of return): Az az érték, ahol a nettó jelenérték (NPV) = 0, vagyis a beruházás és a működés folyamatos költségei a bevételekből éppen egyszer térülnek meg. Minél nagyobb az IRR érték, annál kedvezőbb a projekt megtérülése vagy megítélése. Értéke számítógépes iterációval határozható meg.

haszon-költség arány (BCR: benefit-cost ratio): Egy adott projekt vagy program keretében felhasználni tervezett források és a várható bevételek alakulásának vizsgálata különböző megvalósítási változatok esetére. Elemei a kereslet-kínálati függvény, illetve a nettó jelenérték és belső megtérülési ráta kiszámítása a különböző megvalósítási változatokra. A költségek magukban foglalják a beruházási és működési költségeket (a projekt során felépülő infrastruktúra fenntartásának költsége), a haszon többségében pénzügyi bevétel vagy megtakarítás, de indokolt esetben számszerűsíthető társadalmi haszon is lehet.

saját forrás: A kedvezményezett által a támogatott projekthez biztosított forrás, amelybe az államháztartás alrendszereiből nyújtott támogatás nem számítható be, költségvetési szervek esetén a jóváhagyott előirányzat saját forrásnak minősül.

ESCO (Energy Service Company): „Energetikai szolgáltató vállalat”: energetikai szolgáltatásokat nyújt és/vagy egyéb energiahatékonyságot javító intézkedéseket tesz a felhasználók berendezéseiben vagy helyiségeiben, és ezzel bizonyos fokú pénzügyi kockázatot vállal. A nyújtott szolgáltatás kifizetése (részben vagy egészben) az energiahatékonyság javulásának elérésén és az egyéb megállapodott teljesítménykritériumok teljesítésén alapul. (nem azonos az energiaszolgáltató vállalat fogalmával!)

cash flow-elemzés: A projekt megvalósításának kezdetétől annak élettartama végéig évente jelentkező készpénzáramok megállapítása.

üzleti terv: Az üzleti terv a vállalkozás saját és/vagy más hasonló vállalkozás közelmúltbeli és jelenlegi működésének tényadatai alapján, valamint az ismert és várható gazdasági folyamatok ismeretében a jövőbeni működésének előrejelzése, becslése. A vállalati kockázat kezelés egyik eszköze.

Javasolt szakirodalom a modulhoz

Energetika. Dr. Büki, Gergely. Műegyetemi Kiadó, Budapest. 1997.

Energiapolitika. Dr. Vajda, György. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 2001.

World Energy Outlook 2010 (International Energy Agency, ISBN: 978-92-64-08624-1).
<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf>.

2. fejezet - Energiahatékonyság-növelési és energiatakarékossági elemzések

A modul célja az energiatakarékossági és energiahatékonyság-növelési tevékenységeket segítő elemzési módszerek, technikák és folyamatok bemutatása, és az elemzés gyakorlatának áttekintése. Az elemzési módszerek a gazdaság különböző szakterületein eltérnek, azonban a mögöttük lévő műszaki-gazdasági és logikai megfontolások azonos alapokra épülnek. A modul mind az általános, mind az energetikával összefüggő speciális ismereteket egyaránt bemutatja, ezen belül a makroszintű és vállalati szintű elemzési feladatokat, módszereket egyaránt érinti.

Az alternatív energetikai programok előkészítésének első lépése a program stratégia kidolgozása. A modul bemutatja a stratégiakészítés alapelveit, módszertani hátterét, és az energetikai programok megalapozását szolgáló gyakorlatát.

A programok végrehajtási fázisának fontos része az értékelési folyamat. Az alternatív energetikai programok értékelése meghatározott időpontokban elvégzett részletes elemzést jelent, amelynek célja a program egészére, vagy egy meghatározott részterületére vonatkozóan a célelérés, a teljesítések, az eredmények és a hatások vizsgálata mellett a program egészének időszakonkénti átgondolása, és ennek alapján a szükséges módosítások kidolgozása.

Fontos a makroszintű elemzési módszerek alapjainak megismerése is. A modul az energetikában alkalmazott módszerek közül bemutatja a benchmark módszer és az életciklus-elemzés alapjait.

A vállalkozások energifolyamatainak elemzésének alapvető információforrása az energiamérleg, ennek felépítésének és az elemzési munkához való felhasználási lehetőségeinek megismerése a vállalati szintű elemzések kiindulópontja. Erre épülnek azok a bemutatott elemzési technikák, amelyek alkalmasak a technológiai folyamatok energiahatékonyságának vizsgálatára, a berendezések energetikai gazdaságosságának megítélésére és a vállalkozás energiaszükségleti tervének megalapozására.

Önálló rész foglalkozik a kis- és középvállalkozások energiahatékonyság-növelési lehetőségeinek alapjával az energiarendszer strukturált és komplex elemzésével, mivel számos vállalkozás esetében e módszerek alkalmazása jelentős gazdasági előnnyel jár. A módszer kiterjed az elemzéshez szükséges információrendszer megteremtésére, az elemzés szervezeti és szakmai hátterének megteremtésére, az alkalmazott vizsgálati módszerekre, a kapott eredmények értékelésére és az eredmények hasznosításának módjára is, továbbá bemutatja a javasolt intézkedések megvalósításával kapcsolatos feladatokat is.

Részletesen tárgyalja a modul az önkormányzati energetikai tevékenységeket támogató elemzési módszereket, kiindulva az önkormányzat energetikával összefüggő kötelező és önként vállalható feladataiból. Ismerteti az önkormányzati energiahatékonyság-növelési stratégia készítés alapjait, az energiariacionalizálási és energiahatékonyság-növelési tevékenységek rendszerének kialakítását, módszereit, az energiaveszteségek csökkentésével és az energetikával összefüggő költséggazdálkodással kapcsolatos elemzések technikáit. Bemutatja az önkormányzati komplex energiagazdálkodási rendszer kialakításának módját, és a rendszer működtetését.

A modul elsajátításának időszükséglete 10 tanóra, amely a kapcsolódó szakirodalom tanulmányozásának idejével kiegészül.

1. Makroszintű elemzések

A lecke célja az energiahatékonyság-növelési és energiatakarékossági programok, projektek megalapozását szolgáló makroszintű elemzési módszerek alapjainak bemutatása, és az elemzések elvégzéséhez szükséges ismeretek elsajátítása.

A lecke bemutatja a stratégiai tervezés alapjait, az alternatív energetikai országos programokat megalapozó stratégiaalkotás feladatait, területeit, a stratégia kidolgozásához használt főbb elemzési módszereket. Ismerteti

az alternatív energetikai programok eredményességének értékelési technikáit, a benchmark projekt elemzés alapjait, valamint az életciklus-elemzés alapjait, módszerének alkalmazási lehetőségeit és fő jellemzőit.

A lecke elsajátításának becsült időszüksége 1,6 tanóra.

1.1. Alternatív energia programokat megalapozó elemzések

Az alternatív energetikai programok előkészítésének első lépése a program stratégia kidolgozása. A stratégiai tervezés mindig egy meghatározott cél érdekében megvalósítandó összetett folyamat, amely leírja a jelenlegi állapotból egy jövőbeli célállapotig való eljutást.

A stratégiai tervezés a jövő építésének feltétele, folyamatos tevékenység, amely mindig hosszabb távot fog át. A hosszabb táv tényleges hosszát a kitűzött célok elérhetősége és a tevékenységek jellege határozza meg. A stratégiaalkotásnak két alapvetően elkülöníthető változata van, az „evolútív stratégia” és a „jövőkép vezérelt stratégia”.

Az evolútív stratégia lényege a bázisalapú tervezés. Jellemzője a kockázatok minimalizálása, és a hagyományos tervezési szemlélet alkalmazása. A stratégia kiterjedt helyzetelemzésen alapul, de a visszafogott ambíciók következtében a tervezés nem lép be az innovatív szférába, és nem enged teret az új ötleteknek, innovatív megoldásoknak.

A jövőkép vezérelt stratégia esetében a megközelítés a kidolgozott célállapotban, azaz a jövőképben rejlik. Ennek megfelelően részletesen kidolgozott jövőképnek kell rendelkezésre állnia, amely alapot szolgáltat a komoly innovációs kapacitások kihasználásához. A célállapothoz vezető út a fő célok alsóbb célokra való lebontásával kezdődik, visszavezetve a jelen állapotig a stratégiai folyamat egy alternatíváját. A jövőkép vezérelt stratégia a kitűzött jövőbeli állapot eléréséhez szükséges eszközökre koncentrál, és a jelen feltételeket kevésbé veszi figyelembe. Ennek megfelelően a kreatív ötleteknek tág teret enged, és erősen épít az innovációra.

Az alternatív energetikai rendszerek és alkalmazások újszerű technológiákon, műszaki megoldásokon alapulnak, a kapcsolódó stratégiák kialakításához a jövőkép vezérelt stratégiaalkotási technikák a hagyományos evolútív technikáknál lényegesen alkalmasabbak.

A stratégia a célállapot (jövőkép) elérésének átfogó terve. Helyzetelemzésen alapul, jól definiált célokat tűz ki, ezek eléréséhez eszközöket rendel hozzá, meghatározza a megvalósítás fő intézményeit és folyamatait.

A koncepció a stratégia átfogó, magas szintű megalapozása, a stratégia önállóan is értelmezhető része. Elemei a helyzetelemzés, SWOT (2.1.1.1. ábra) elemzés, ehhez kapcsolódóan esetenként STEEP (2.1.1.2. ábra) elemzés is, a célállapot és a stratégiai alternatívák, a koherencia és a konzisztencia biztosítását szolgáló megfontolások, valamint az előzetes (ex-ante) értékelés.



2.1.1.1. ábra

Jelleg: STEEPV kategóriák	
Social	társadalmi
Technological	műszaki-technológiai
Economical	gazdasági
Ecological	környezeti
Political	politikai
Value	(etikai) értékek

2.1.1.2. ábra

A STEEP-elemzés valamely vállalkozás, szervezet vagy folyamat külső környezetének felmérésére, elemzésére, a marketinget befolyásoló tényezők bemutatására szolgáló módszer, amely szubjektív megítélés, statisztika, piacfelmérés alapján készül, és az alábbi kategóriákban elemzi a befolyásoló tényezőket:

- társadalmi és kulturális tényezők
- technológiai tényezők
- gazdasági tényezők
- környezeti tényezők
- politikai, jogi tényezők

Az elemzés esetenként kiegészül az etikai jellegű érték kategóriával is, ebben az esetben a STEEPV kifejezéssel jelölik.

Egy adott szakterületi stratégia bázisa a gazdaságpolitika és az arra épülő szakpolitika. A stratégiai koncepció alapján készülnek a programok, amelyek a megvalósítandó konkrét intézkedéseket tartalmazzák koherens módon. Az akciótervek a konkrét intézkedések végrehajtásának módjára, felelőseire és ütemezésére vonatkozó terv.

Az alternatív energetikai országos programokat megalapozó stratégiaalkotás kiindulópontja a gazdaságpolitika, és ezen belül az országos energiapolitika. E dokumentumokra alapozva Magyarországon az eddigi gyakorlat szerint két önálló program külön dokumentumként készült az energiahatékonyság-növelésre és a megújuló energia hasznosítás fejlesztésére: a nemzeti energiahatékonysági program (és az erre épülő cselekvési terv), valamint a stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások hasznosítására.

Az alternatív energia stratégia és program összeállítását megalapozó elemzéseknek az alábbi területekre kell kiterjedni:

- a stratégiakészítés célja, készítésének háttere
- a stratégiakészítés módszertana
- a stratégiakészítés szervezeti háttere
- a stratégiai tervezés folyamata
- helyzetelemzés
- SWOT, és esetleg STEEP(V) elemzés
- a kulcsterületek azonosítása
- a jövőkép és a stratégiai célrendszer meghatározása
- a célelérés lehetséges útjai

- a célelérés eszköztárája
- a megvalósítandó intézkedések meghatározása
- a stratégiának a vonatkozó más hazai és nemzetközi dokumentumokkal való koherenciája elemzése

Az előzőekben ismertetett módszerek mellett még számos más módszert alkalmaznak a stratégiai elemzésekhez, itt csak azokat a módszereket emeltük ki, amelyeket az országos, vagy regionális megújuló energia stratégia és program készítés megalapozásához a leggyakrabban használnak.

1.2. Alternatív energia programok eredményességének értékelése

Az alternatív energetikai programok értékelése meghatározott időpontokban elvégzett részletes elemzést jelent, amelynek célja a program egészére, vagy egy meghatározott részterületére vonatkozóan a célelérés, a teljesítések, az eredmények és a hatások vizsgálata mellett a program egészének időszakonkénti átgondolása, és ennek alapján a szükséges módosítások kidolgozása. Egészen konkrétan ez azt jelenti, hogy az értékelési tevékenység során a program megvalósítása közben meg kell vizsgálni, hogy a program céljait kell-e módosítani, ha igen, akkor milyen irányban, kell-e az alkalmazott eszközöknél korrekciókat alkalmazni, illetve szükséges-e a program megvalósításának munkatervét korrigálni.

Az értékelési rendszer feladatköre széles körű. Ki kell terjednie arra, hogy a programcél elérése megtörtént-e, a programban tervezett feladatokat a tervben rögzített idő kereten és költség kereten belül végezték-e el, felmerültek-e problémák a projekt megvalósítás során, és azokat hogyan oldották meg, milyen volt a program partnerekkel és az alvállalkozókkal való együttműködés, hogy működött a program kommunikációs rendszere. Az értékelési tevékenység során a program megvalósítása közben meg kell vizsgálni, hogy a program céljait kell-e módosítani, ha igen, akkor milyen irányban és módon, kell-e az alkalmazott eszközöknél korrekciókat alkalmazni, illetve szükséges-e a program megvalósításának munkatervét korrigálni.

A fentiekből látható, hogy az értékelés egy komplex tevékenység, hiszen a program menedzsmenttől a szakmai célokig és eszközökig minden területre ki kell terjednie, ezért speciális, széles látókörű, nagy áttekinthetőségű szakemberek alkalmazását teszi szükségessé.

Az értékelési tevékenység részét képezi a program tervében rögzített rendszeres elemzések elkészítése. Ezek általában a program egészére vonatkoznak, a programtervezésnél előre meghatározzák időpontjukat, témájukat, és céljukat. Példa erre a programok lebonyolításának félidejében elvégzett szokásos értékelés, amelynek célja a program célrendszerének felülvizsgálata, a megvalósítás eszközeinek újragondolása, az elért eredmények részletes elemzése, a program célok elérésével összefüggő ok-okozati összefüggések feltárása, és mindezekkel összefüggésben javaslatok kidolgozása.

A program tervben rögzített értékeléseknek három fajtája van:

- Előzetes „ex-ante” típusú értékelés
- Közbenső „mid-term” típusú értékelés
- Utólagos „ex-post” típusú értékelés

Az előzetes „ex-ante” típusú értékelés a program tervezési fázisában kerül sorra, tárgya a program előzetes hatás és relevancia vizsgálata.

Az előzetes értékelés céljai

- a program belső logikai összhangjának (általános célok, specifikus célok és tevékenységek közötti kapcsolatok) javítása
- a program külső kapcsolódásainak javítása
- közreműködés a célkitűzések és az indikátorok előzetes meghatározásában
- segíteni a program célkitűzéseinek megvalósítását, a célok realizálását

A közbenső „mid-term” típusú értékelés a program megvalósítási szakaszában kerül sorra, tárgya a program hasznossági és hatékonysági vizsgálata, a kidolgozott indikátorok segítségével.

A közbenső értékelés céljai

- a program előrehaladásának és célelérésének vizsgálata
- amennyiben szükséges, módosítani a program célkitűzését
- felülvizsgálni a program megfogalmazott tevékenységek finanszírozhatóságát,
- javaslatokat tenni az esetlegesen szükségessé váló pénzügyi átcsoportosításokra,
- értékelni és minősíteni a program menedzsmentjét

Az utólagos „ex-post” típusú értékelés a program befejező szakaszában kerül sorra, témája a program eredményességi és fenntarthatósági vizsgálata, a tervezett és elért célok összevetése.

Az utólagos értékelés céljai

- a program relevanciája, megvalósíthatósága és fenntarthatósága szempontjainak figyelembe vételével elemezni a megvalósított programot
- a program terv alapul vételével értékelni a program megvalósítás során elért eredményeket és a keletkezett hatásokat
- elemezni a program lezáró adatokat, a tapasztalatok kiértékelése és a nyert tanulságok alapján javaslatok kialakítása a követő tevékenységek, programok, projektek tervezéséhez

A rendszeres és tervezett értékelések mellett az értékelések másik típusa a rendkívüli helyzetekre vonatkozó „ad-hoc” típusú értékelés, amikor előre nem tervezett és/vagy előre nem látható helyzet jön létre, és a kialakuló új problémák megoldását kell megkeresni.

Az értékelési tevékenység „terméke” az elkészített program értékelési jelentés, amely az elemzések eredményeit tartalmazza.

Az értékelés során készült jelentések a monitoring és értékelési tevékenységet felügyelő vezető, vagy ha létrehozták, a program monitoring bizottság elé kerülnek. A jelentések megállapításai alapján intézkedési terveket készítenek, amelyek tartalmazzák a szükséges intézkedések, beavatkozások leírását, a végrehajtás határidejét és a felelősét.

1.3. A benchmark projekt elemzés alapjai

A benchmark olyan vonatkoztatási pontot jelent, amely összehasonlítási alapot képez, vagy amihez képest más dolgokat mérni tudunk. A benchmarking szó eredeti jelentése alapján azt a folyamatot jelenti, melynek során meghatározzák, hogy mi a referenciapont.

A benchmarking alatt általánosságban a vállalkozások folyamataik összemérésére, javítására használt folyamat benchmarkingot értik. A benchmarking fogalma és alkalmazása ennél kiterjedtebb. A benchmarking vállalati alkalmazásának köre messze túlmutat az egyes vállalatok versenyképességének összehasonlításán, számos területen alkalmazzák a vállalkozások, pl. stratégiaalkotás, folyamatok vizsgálata, termékek elemzése stb. Kormányzati szinten is egyre kiterjedtebben alkalmazzák a benchmarkingot arra, hogy a gazdasági környezet keretfeltételeit hasonlítsák össze más országokéval, vagy egyes iparágak elemzésére és fejlesztésének megalapozására használják.

A benchmark projekt elemzési módszer lényege, hogy az elemzés során a létező és ismert projektek elemzésével olyan tipizált projekteket állítanak össze, amelyek alapján különböző típusú projektek megvalósítását, működését tipizált mintaprojekten keresztül lehet vizsgálni. Az így megalkotott benchmark projektben a valós projektek egyedi jellemzőinek mellőzésével igyekeznek az elemző a mintát megalkotni. A hatósági szabályzások szívesen élnek a benchmarkon alapuló tipizálással képzett mintaprojektek használatával rendszerint két esetben: amikor egy változtatás, beavatkozás hatását döntést megelőzően modellezni kell, illetve ha egy hatósági szabályozási elem (például rendszerhasználati díjak) jogos mértékének meghatározása a feladat.

A megújuló energia projektek benchmark projekteken keresztül történő vizsgálata során az elemzésre kiválasztott projekteknél jól kell szemléltetniük azt az elképzelt átlagosnak tekinthető projektet, ami a valóságban pontosan a leírt formában talán nem is létezik, de mégis jól bemutatja a kiválasztott technológia műszaki-gazdasági jellemzőit.

A fenti benchmark projektre alapozott számítások jól jellemzik a kiválasztott technológia és a jellemző méreteknél szerinti projekt típusokat, így az egyes projekt típusokat a megújuló energia portfólió kezelhető egységeként lehet kezelni.

Támogatási rendszerek előkészítésre irányuló elemzéseknél körültekintéssel kell eljárni. Az egyes projekteket úgy kell meghatározni, hogy a későbbi mérhetőség szempontjából a megkülönböztetni javasolt egységek önállóan értékelhetően is megjelenhessenek. Egy-egy kiválasztott benchmark projektre alapozott támogatási rendszer hátrányosan is kezelheti az egyes kategóriába tartozó, de ott a speciális jellegzetességei miatt a kategórián belül kevésbé versenyképes projekteket, amelyek megvalósulása így nem várható. Lehetnek azonban olyan indokok, amelyek alapján egy-egy kategórián belül egyes kevésbé hatékony projektek megvalósulását a támogató szeretné ösztönözni, de ha a maximális támogatási intenzitásokat a mintaprojektek határozzák meg, ez csak külön elfogadott célok és a célokhoz illesztett külön források összehangolásával biztosítható.

A benchmark projekt elemzés során tekintetbe vehető projekt típusokat szakértők közreműködésével a valós projektek elemzéseiből illetve tervezői gyakorlataikból állítják össze úgy, hogy az egyes mintának vett projekt típusok a következő években megvalósuló átlagos körülményeknek és technológiai viszonyoknak megfeleljenek. Így a kapott értékek stratégiaalkotásra, jövőképek felvázolására felhasználhatók.

A megújuló energia technológiák benchmark elemzése során fontos, hogy minden olyan technológiára kiterjedjen az elemzés, amely potenciálisan az értékelők szempontrendszer szerint kedvezőnek ítélt projekteket eredményezhet. Ha valamelyik fontos, már technológiailag érett, és létező megújuló energia terület nem kerülne önálló értékelésre, az olyan projekteket zárhatna ki a megvalósításból (például a támogatás elmaradása miatt), amelyek megvalósulása a kedvező járulékos társadalmi, környezeti hatások (externáliák) vagy a kedvező munkahelyteremtő hatás miatt fontos lehet. A túl kevés kiválasztott kategória tehát egyes különben támogatásra érdemes szegmenseket az elemzésből kiejtene, és megvalósulásukat gátolná, ezzel szemben a túl nagyszámú típusprojekt alkalmazása gátolná az elemzés elvégezhetőségét, ezáltal az elemzéssel megalapozni kívánt kezelhető részletességű támogatási politika és stratégia létrejöttét.

A benchmark projekt elemzési módszer alkalmazása során első lépés a módszertan rögzítése, ezt követően ennek alapján lehet kijelölni azokat a megújuló energia főcsoport típusokat, melyek az elemzéssel megalapozott megújuló energia stratégiában önálló tételként jelennek meg. Az értékelés során a főcsoportokat további alcsoportokra kell lebontani azért, hogy a megújuló energetikai portfólió még kezelhető, de elegendő számú benchmark projekten alapuljon. A kiválasztott projekteknél figyelni kell arra, hogy működő, elérhető technológián alapuljanak, és elterjedésük a stratégia megvalósítási időszakában várható legyen. A mintaprojektek meghatározásánál az elemzésnek a stratégiából levezethető preferencia követelményeit kell érvényesíteni (pl. a legjobb elérhető technológia alkalmazása, munkahely teremtési hatás stb.)

1.4. Az életciklus-elemzés alapjai

A termékek környezeti szempontú értékelési módszerei közül a legelfogadottabb az életciklus-elemzés (angolul Life Cycle Assessment – LCA). A módszer első kiterjedt gyakorlati alkalmazása az eldobható, újrahasznosítható palackok és a visszaváltható üvegek összehasonlítása volt. Az életciklus-elemzés alapelveit és módszertanát az ISO 14040 és 14044 nemzetközi szabványsorozat rögzíti az alábbiak szerint.

Az életciklus-elemzés a termékekkel kapcsolatos környezeti tényezőket és potenciális hatásokat értékelő módszer, mely

- Leltárt készít a termékkel kapcsolatos folyamatok rendszerének bemenetéről és kimenetéről
- Kiértékeli a bemenetekkel és kimenetekkel kapcsolatos potenciális környezeti hatásokat
- Értelmezi a hatásfelmérés és a leltár eredményeit

Az életciklus-elemzés az alábbi területeken nyújthat segítséget:

- A termék életciklusának különböző pontjain a környezeti tényezőkkel kapcsolatos javítási lehetőségek feltárásában
- A stratégiatervezésben, a prioritások kijelölésében, a termékek, a folyamatok tervezésében, újratervezésében, tehát a döntéshozatalban
- A környezeti teljesítés mérési módszerének kiválasztásában, a valóban fontos jellemzők azonosításában
- A marketingben, például a termékre vonatkozó környezeti nyilatkozatok megfogalmazásában
- Összességében minden érdekelt fél (gyártó, kereskedő, felhasználó, ellenőrző hatóság) számára a termék környezeti hatásainak megértésében

Az életciklus-elemzés fő jellemzői a következők:

- Módszeresen és rendszeresen foglalkozik a termék-rendszerek környezeti tényezőivel, az anyagbeszerzéstől a hulladékkezelésig
- Részletezési mélysége és időkerete széles határok között változhat a céloktól és tárgykörtől függően
- Dokumentált módon határozzák meg a felhasznált adatok forrásait, így feltétlenül ellenőrzött tényeken alapulnak
- Rugalmasan kezelhető, vagyis lehetővé teszi a technika fejlődésének beépítését
- Alkalmazható kis- és középvállalatok számára is
- Nem jelent akadályt a gyártók számára
- Nem egyetlen, mindenható módszer szerint készül

Az életciklus-elemzés tehát segít összehasonlítani az egyes termékeket, folyamatokat, hogy azok közül a valóban környezetbarátot tudjuk kiválasztani.

Az életciklus-elemzés szakaszai a következők:

Az elemzés céljának és a vizsgált rendszer határainak meghatározása

Az elemzés megkezdése előtt egyértelműen meg kell határozni a tervezett felhasználást, felsorolni azokat az okokat, melyek a tanulmány elkészítést indokolják, valamint az elemzés célközönségét. Más megközelítés szükséges, ha az életciklus-elemzés tudományos körök számára készül, vagy ha egy vállalat vezetőinek döntését akarják vele segíteni, illetve megint másra van szükség, ha az elemzés célja mondjuk a potenciális vásárlók meggyőzése egy termék környezetbarát, biztonságos voltáról.

Az elemzés tárgykörének meghatározása

Az MSZ EN ISO 14040:1998 szabvány pontosan meghatározza azokat a pontokat, melyeket számításba kell venni az elemzés tárgykörének meghatározásakor. Ezek a pontok a következők:

- A termékrendszerek funkciói, illetve összehasonlító tanulmányok esetén maguk a rendszerek
- A funkcionális egységek
- A tanulmányozandó termékrendszer(ek)
- A hozzárendelési eljárások
- A hatások típusai, a hatások értékelésének módszere, az alkalmazott értékelési mód
- Az adatokkal szemben támasztott követelmények
- A feltételezések
- Korlátozások

- A kiinduló adatok minőségi követelményei
- A kritikai átvizsgálás szükségességét és típusát
- Az igényelt jelentés típusát, alakját

Leltárelemzés készítése

A hatások meghatározásához figyelembe kell venni az életciklusok fázisait. Ezek közül az alábbiakat célszerű kiemelni:

- A gyártási vagy szolgáltatási sorrendben a be- és kimeneteket
- Az elosztást, szállítást
- Az energia felhasználást, termelést (üzemanyag, villamos, hőenergia)
- Termékek felhasználása, állagmegőrzése
- A folyamatok hulladékai, a termék megsemmisítése
- A használt termékek feldolgozása (újrafeldolgozás, újrahasznosítás, energianyerés)
- Segédanyagok előállítása
- Termelő berendezések gyártása, karbantartása, leszerelése

Célszerű a rendszert folyamatábrán bemutatni, az egyes modulokra pedig részletes leírást készíteni. A gyakorlatban az életciklus-elemzés elképzelhetetlen jól áttekinthető, részletes folyamatábra nélkül. A folyamatot alkotó egyes modulok leírásánál ki kell térni arra, hol kezdődik az adott modul, milyen műveleteket, átalakításokat végeznek ebben a fázisban, illetve hol van az adott modul vége.

Hatások értékelése, eredmények értékelése

A hatások értékelése és az eredmények értékelése az életciklus-elemzés azon szakasza, amelynek célja annak kiderítése és értékelése, hogy mekkora a mértéke és jelentősége a vizsgált rendszer környezeti hatásának. Az életciklus-elemzés hatásértékelő folyamata során a leltárban meghatározott környezeti terhelések hatását számszerűsítik. Az értékelés a kapott leltáradatok hatáskategóriához rendelésével, osztályozásával és jellemzésével valósítható meg. Ennek eredményeképp minden környezeti kategória esetén egy számmal tudjuk kifejezni a vizsgált életciklus hatását.

A környezeti hatásokat normalizálni és súlyozni is lehet, hogy egyetlen környezeti indexszel ki tudjuk fejezni a környezeti hatást. A normalizálás a hatások relatív nagyságának jobb megértését segítő módszer. A termékek életciklusára számított valamennyi hatást viszonyítja az erre az osztályra vonatkozó teljes hatás ismeretéhez (pl. a környezeti hatások európai átlagához). A normalizálási technikák az életciklus-elemzésre alkalmazott módszerektől függően eltérőek. A hatáskategóriák egymás közötti súlyozásánál használt faktorok környezeti hatáskategóriánként és országonként is eltérnek.

Az életciklus-elemzés minden be- és kimenetet (nyersanyag- és energiafelhasználás, emissziók, hulladékok) számszerűsít, majd a vizsgált funkcionális egységre, például 1 kg építőanyagra, vagy 1 m² falszerkezetre vonatkoztatja. Az elemzés lényege, hogy a termék teljes élettartamát és minden hatást figyelembe vesz a „bölesőtől a sűríg”, ezzel kiküszöböli a problémák áthárítását az egyik életszakaszból, földrajzi helyről vagy környezeti közegeből a másikba.

A termékhez kötődő emissziókat és egyéb környezeti hatásokat hatáskategóriákba vagy környezeti problémákhoz sorolja (CML-módszer). Ilyen például a klímaváltozás, a savasodás, az ózonréteg vékonyodása vagy a nyári szmog. A különböző üvegházhatású gázok globális felmelegedési potenciálját a CO₂-hoz viszonyítva határozzák meg. A metán az üvegházhatás szempontjából például a CO₂-nál 21-szer erősebb hatású gáz, így 1 kg metán 21 kg CO₂-egyenértéknek felel meg.

A hatáskategóriák három területre oszthatók: az erőforrások vagy energia használata, a környezeti problémák és az emberi egészségre vagy az ökoszisztémára veszélyes toxikus anyagok kibocsátása. A termék környezetre gyakorolt hatása a különböző hatáskategóriákban kapott eredményekkel jellemezhető. Mivel azonban sok

hatáskategória létezik, a termékek összehasonlítása korántsem egyszerű. Sokszor az a cél, hogy a „környezetbarátságot” minél kevesebb, lehetőleg egy számmal lehessen jellemezni, a súlyozás vagy átlagolás azonban mindenképpen szubjektív elemeket visz az elemzésbe. Például az úgynevezett „ökológiai lábnyom” módszerek minden környezeti hatást területegységben fejeznek ki, ami könnyen értelmezhető és szemléletes.

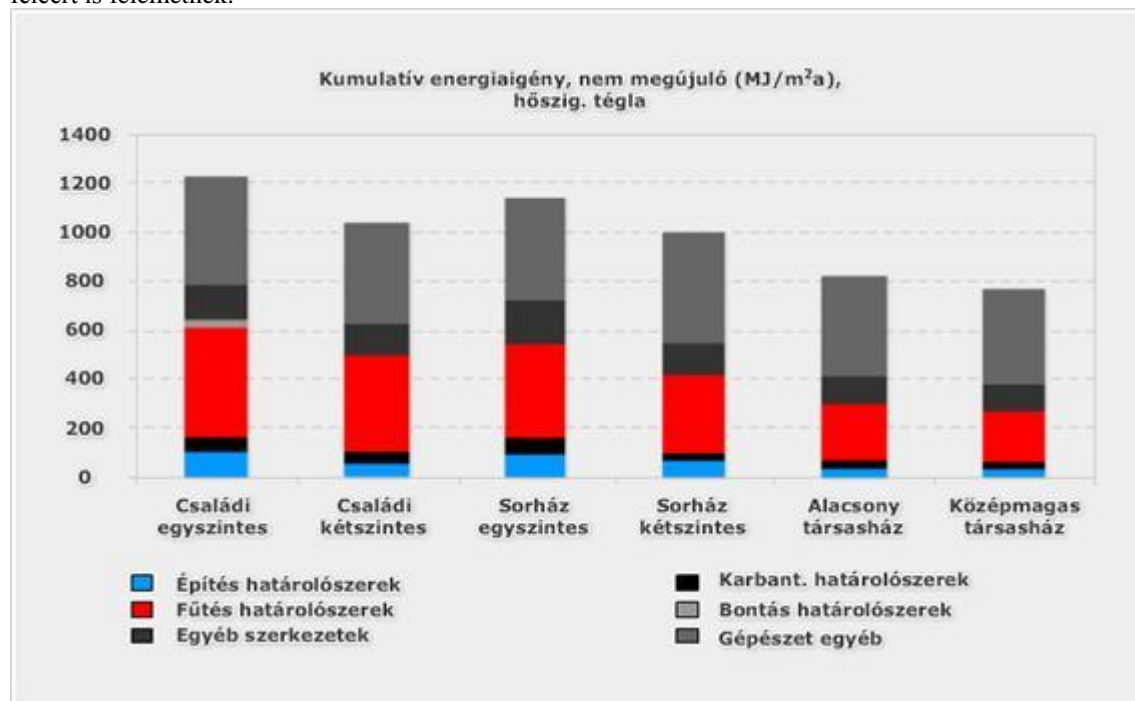
1.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

2.1.a-1 esettanulmány

1.5.1. Életciklus-elemzés az építészeti tervezésben

Mire is jó az életciklus-elemzés épületek esetén? A főbb alkalmazási lehetőségek a környezeti szempontú optimalizálásban, a legnagyobb környezeti terhelést okozó „hotspotok” kimutatásában és alternatívák összehasonlításában rejlik. Vigyázni kell azonban, hogy nehogya „körtét hasonlítsunk össze almával”: ha 1kg fát hasonlítunk össze 1kg téglával vagy 1kg hőszigetelő anyaggal, könnyen téves következtetésekre juthatunk. Az építőanyagokat mindig rendszerben kell vizsgálni, ami jelenthet például 1 m² falszerkezetet vagy még inkább egy teljes épületet. Így már figyelembe lehet venni az anyagok sűrűségét, az épületszerkezeti kialakítást, a karbantartási igényt, a szerkezet hőveszteségét, a valószínű bontási és hulladékkezelési eljárást stb. Az életciklus-elemzés segíthet az építési rendszer és az ablakok kiválasztásában vagy például a hőszigetelés típusának és optimális vastagságának meghatározásában.

A 2.1.4.1. ábra példaként a hőszigetelő égetettkerámia-rendszerrel épített átlagos lakóépületek egy évre és 1m² padlófelületre vetített halmozott energiaigényét és az életciklus-szakaszok arányát mutatja. Kétszintes családi házak esetén a teljes energiaigény 12%-a a határoló szerkezetek létesítése, karbantartása és bontása; 37% a határoló szerkezetekhez kötődő fűtési energiaigény (hőveszteségek mínusz a szoláris nyereségek), 12% az egyéb, belső szerkezetek építése stb., és 39% az egyéb, elsősorban a használatától függő épületgépészeti rendszerek energiafogyasztása (szellőzési veszteséget fedező fűtés, használati meleg víz, világítás). Bár az üzemeltetési energiaigény dominál, a létesítéshez szükséges energiaigény is jelentős. Az épület méretének növekedésével az 1m²-re vetített energiaigény csökken, hiszen fajlagosan kisebbek a hőveszteségek. A használatától függő tételek azonban szinte nem változnak, így arányaiban fontosabbak lesznek, akár a teljes igény feléért is felelhetnek.



2.1.4.1. ábra Forrás: ÉMI

Az életciklus-elemzést különböző szoftverek segítik, gyakran azonban még így sem egyszerű egy megbízható értékelés elvégzése. Az Európai Unió által támogatott ENSLIC projekt (Energy Saving through Promotion of Life Cycle Assessment in Building) célja az LCA alkalmazásának elősegítése és terjesztése az építészeti

tervezésben. Ennek érdekében egyszerűsített módszert dolgoztak ki, amelyet építések bevonásával esettanulmányokon igazolnak. A magyar partner az ÉMI Kht.

1.5.2. Teljes életciklus az épületenergetikai szabályozásban?

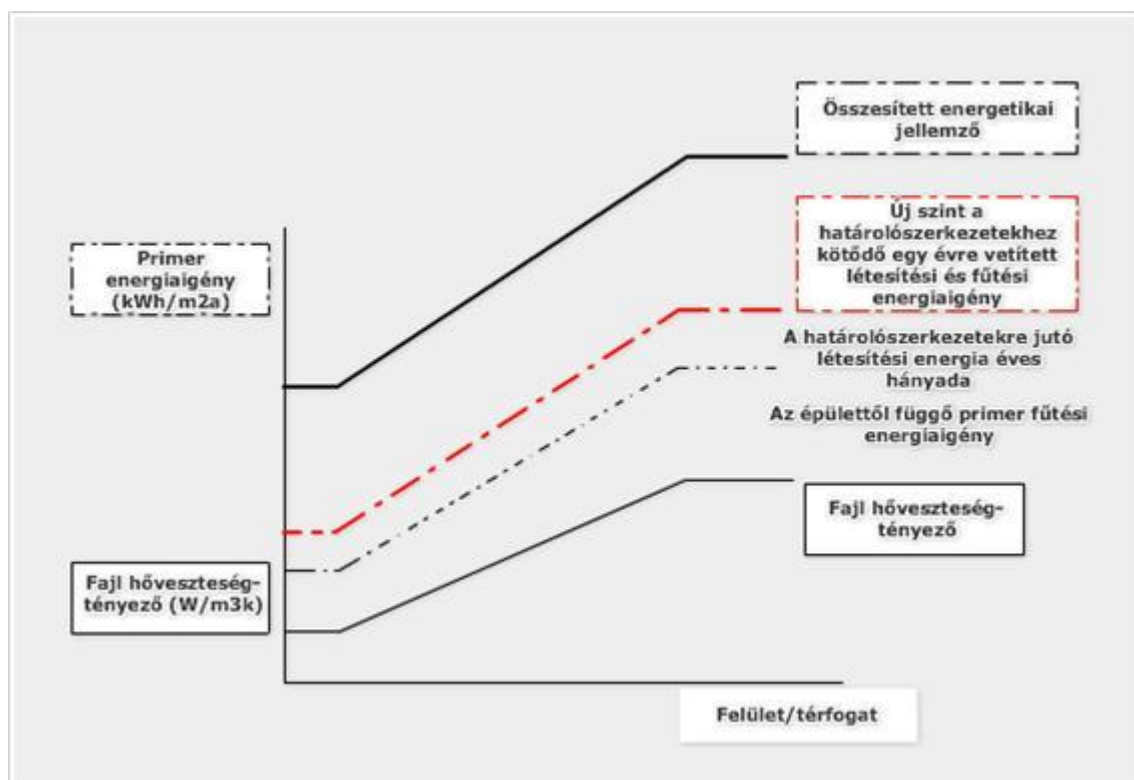
A jelenlegi, EU-direktíva alapján készített magyar épületenergetikai szabályozás követelményrendszere háromszintű, az épületnek mindhárom szintet teljesítenie kell:

A legelső szint a szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének szintje (U). A hőátbocsátási tényező alatt itt a szerkezet átlagos hőátbocsátási tényezője értendő (pl. acélbetétekkel átszúrt hőszigetelés, favázas fal, ablak esetén).

A második szint az épület fajlagos hőveszteség-tényezőjének szintje (q), amely minden, az épületre jellemző adatot tartalmaz, de csak ezeket. A fajlagos hőveszteség-tényező a transzmissziós veszteségek és a hasznosított sugárzási nyereségek összege 1K hőmérsékletkülönbség esetén és 1 m³ fűtött térfogatra vetítve (W/m³K). A transzmissziós veszteség az épülethatároló szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének és területének szorzatösszegéből és a csatlakozásoknál, csomópontoknál fellépő hőhídveszteségből tevődik össze.

A legfelső, harmadik szint az összesített energetikai jellemző (Ep) szintje. Ez az épületet és az épületben lévő épületgépészetet együtt jellemzi: az épület primerenergiában kifejezett összfelhasználása, amely tartalmazza a fűtést, használatimelegvíz-ellátást, szellőztetést, hűtést és világítás energiaigényét, illetve a rendszerveszteségeket és a berendezések önfelhasználását (ventilátorok, szivattyúk). Az összesített energetikai jellemzőből az épület saját rendszerei által – például napelemmel, napkollektorral vagy kogenerációval – termelt energia levonható. A követelményérték padlófelületre és évre vonatkozik (kWh/m²a). Mind a fajlagos hőveszteség-tényező, mind az összesített energetikai jellemző követelményértéke az épület lehűlő felület/fűtött térfogat arányának (A/V) függvényében van megadva.

A szabályozás sokkal komplexebb szemléletű, mint elődje, hiszen a teljes épületgépészeti rendszer energiaigényét is figyelembe veszi. Nem foglalkozik azonban az életciklus többi szakaszával – az építéssel, karbantartással, felújítással és bontással. A 2.1.4.2. ábra egyirányú bővítésre mutat példát: a második és harmadik szabályozási szint közé beilleszthető lenne egy olyan szint, ami csak magához az épülethez, a határoló szerkezetekhez kötődő energiaigényt tartalmazná, de az életciklus minden szakaszát figyelembe venné. Így a létesítési, esetleg a karbantartási és bontási energiaigény egy évre és 1m² padlófelületre vetített hányadát, valamint a fajlagos hőveszteség-tényezőből számított primer fűtési energiaigényt. Ez a rendszer lehetővé teszi, hogy az üzemeltetési energiaigény optimalizálása helyett a teljes életciklusra vetített energiaigény minimalizálására törekedjünk. Az alacsony létesítési energiaigényű természetes építőanyagok így előnyhöz jutnak, de persze csak akkor, ha az épületszerkezet hőszigetelési szempontból is megfelelő. Meglévő, rossz hőszigetelésű épületeink esetében természetesen a fűtési energiaigény leszorítása a legfontosabb feladat, az életciklus-szemlélet azonban egyre fontosabbá válik, ahogy az energiatudatos építészeti, az alacsony energiaigényű vagy a passzívházak irányába mozdulunk.



2.1.4.2. ábra Forrás: ÉMI

2. Vállalkozások energiahatékonyságának elemzése

A lecke célja a vállalkozások energiahatékonyság-növelési tevékenységét segítő elemzési módszerek bemutatása, és az elemzések elvégzéséhez szükséges alapsmeretek elsajátítása. A lecke bemutatja a különböző típusú energiamérlegek felépítését, szokásos alkalmazásait, és az energiamérlegek segítségével készülő energiahatékonyság-növelési feladatokat megalapozó elemzési eljárásokat. Ismerteti, hogy a technológiai folyamatok energiahatékonysági elemzésénél milyen eljárásokat célszerű alkalmazni, hogyan kell az anyag- és energiafolyamatokat komplexen vizsgálni az energiamegtakarítási lehetőségek feltárása érdekében. Bemutatja a fajlagos energiafelhasználási mutatószámok meghatározásának módját, és alkalmazásukat az elemzések elvégzéséhez. Áttekinti a vállalati energiaszükségleti tervezés alapjait, a tervezés menetét, feladatait.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 2,4 tanóra.

2.1. A vállalati energiamérleg felépítése, és alkalmazása energiahatékonysági elemzésekhez I.

Az energiamérlegek a vállalati energiagazdálkodás fontos eszközei. Segítséget nyújtanak a berendezések, gyártási folyamatok, energetikai rendszerek műszaki-gazdasági elemzéséhez, az energiaveszteségek feltárásához, az energiahordozó struktúra elemzéséhez, a műszaki-gazdasági intézkedési tervek megalapozásához.

Egydimenziós energiamérleg

A legegyszerűbb energiamérleg az egydimenziós mérleg, amely a bevitt és a kinyert energiamennyiségeket tartalmazza.

A bevitt energia oldalon található:

- A folyamatba belépő energiahordozók energiataralma
- A folyamatba belépő anyagok fizikai hőtartalma (amennyiben a folyamatot érdemben befolyásolja)

- Hőtermelő kémiai reakciókból származó hőmennyiség

A kinyert oldalon található:

- A hasznos energia
- Az energiaveszteség

Az egydimenziós energiamérleget berendezések, technológiai folyamatok energetikai vizsgálatára használják. Megjelenési formája táblázat, vagy folyamatábra (pl. Sankey-diagram). Az elemzés megkönnyítése érdekében mindkét megjelenési forma esetén célszerű a mértékegységeket energiaegységben (Joule) és százalékban egyaránt feltüntetni. Technológiai folyamatok elemzése esetén sok esetben a termelés egységére vetített fajlagos energiafelhasználásokat szokták az egydimenziós energiamérlegekben megjeleníteni. Egy lángkemence egydimenziós energiamérlegét mutatja be a 2.2.1.1. táblázat.

Mérlegadatok	KJ/tonna termék	%
I. Energiabevétel		
földgáz	175560	86,5
exoterm reakciók hője	19827	9,8
az adag fizikai hőtartalma	7586	3,7
BEVITEL ÖSSZESEN	203043	100,0
II. Energiakiadás		
endoterm reakciók hőszükséglete	11610	5,8
a salak fizikai hőtartalma	22584	11,2
III. Veszteségek		
falveszteség	31332	15,4
füstgáz veszteség	127118	62,5
egyéb veszteség	10449	5,1
KIADÁS ÖSSZESEN	203043	100,0

2.2.1.1. ábra

A táblázat adataiból látható, hogy a veszteségek jelentős részét a füstgáz veszteség teszi ki. Amennyiben a távozó füstgáz hőtartalmának nagy részét hasznosítani lehet, a folyamat hatásfoka lényegesen javítható.

2.2. A vállalati energiamérleg felépítése, és alkalmazása energiahatékonysági elemzésekhez II.

A vállalati energiagazdálkodás elemzésére alkalmas energiamérleg kétdimenziós. A kétdimenziós mérleg az energiahordozónként készülő egydimenziós mérlegekből áll össze, az energiamérleg számítási módszertan alapján.

A mérleg oszlopaiban ennek megfelelően az energiahordozók megnevezése található. Az energiahordozók célszerűen négy csoportban jelennek meg:

- Tüzelő- és üzemanyagok
- Gőz és melegített víz (hőenergia)
- Villamos energia
- Közvetlen felhasználásból származó hulladék energia

A mérleg sorai a következő csoportosítás szerint jelennek meg:

Energiaforgalmi mező:

Tartalmazza az energiaforrás és elosztási tételek mérlegszerű elszámolását, ezen belül forrás oldalon a nyitókészlet, beszerzés, saját termelés adatait, az elosztási oldalon pedig a zárókészlet, értékesítés, és a felhasználás adatait. A saját termelés esetében el kell különíteni az alapenergia termelést, és az energiaátalakítással történő termelést. Az utóbbi tétel fontos eleme az energiaátalakítási folyamatok hatékonysági elemzései adatrendszerének.

Energiaátalakítási mező:

Az energiafelhasználásoknak azt a részét tartalmazza, amelynek során a felhasználás célja valamely más fizikai és/vagy kémiai tulajdonságokkal rendelkező energiahordozó előállítás. Ezen belül két fő csoport különíthető el:

- tüzelőanyag-nemesítések
- hő- és villamosenergia-termelés folyamatai.

Végső felhasználási mező:

• Az egyes energiahordozók végső energiafelhasználását tartalmazza felhasználási célok szerinti csoportosításban. A felhasználási célok fő csoportjai a következők lehetnek:

- Technológiai célú hőfelhasználás
- Helyiségfűtés
- Egyéb célú hőfelhasználások (pl. használati meleg víz stb.)
- Nem közlekedési célú mechanikai energiafelhasználások (munkagépek, szivattyúk, kompresszorok stb.)
- Közlekedési és szállítási célú energiafelhasználások
- Elektrolízis
- Világítás
- Energiahordozó felhasználás vegyipari alapanyagként
- Nem energetikai célú energiahordozó felhasználás (pl. kenőanyag)

Szállítási és elosztási veszteségek

- Energiaszállítás veszteségei (pl. szilárd tüzelőanyagok esetén)
- Energiaelosztás veszteségei (villamos hálózatok, gázhálózatok, távhővezetékek)
- Tárolási, átrakási és egyéb veszteségek (pl. szilárd tüzelőanyagok esetén)

Fontos eleme az energetikai elemzéseknek az energiaátalakítási veszteségek meghatározása. Az energiamérlegből e veszteségek közvetlenül is meghatározhatók az energiaátalakítások ráfordításai (energiaátalakítási mező) és az energiaátalakításból kinyert energiatermelési tételek segítségével.

A vállalati energiamérlegek a gyakorlatban két formában készülnek. Az országos energiamérleg összeállításához a nagyobb vállalkozások adatszolgáltatási céllal egységes formában elkészítik energiamérlegüket, amelynek célja az országos energiafolyamatok megfigyelése és elemzése. Külön mérleg készül az energiaátalakításokról illetve a végső energiafelhasználásról. A számítógépes összesítésre alkalmas mérleg tartalmi és formai követelményeit jogszabályok szabályozzák, amelytől az adatszolgáltatók nem térhetnek el. Kisebb vállalkozások egyszerűsített formában készítik el az energiamérleget, amely az előzőekben említett energiaforgalmi mező elkészítését jelenti, de a felhasználás célonkénti megoszlását nem tartalmazza. Az „Energiahordozók felhasználási mérlege” című adatszolgáltatás adatlapját a 2.2.2.1. táblázat mutatja be tájékoztatásul.

Törzsszám		1322						
1. Energiahordozók felhasználási mérlege, 2011. január 1-től - -ig								
Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Nyitókészlet január 1-én	Beszerezés és termelés	Felhasználás és veszteség	Értékesítés	Zárókészlet tárgyidőszak végén	Előző év azonos időszakának felhasználása
			a	b	c	d	e	f
1	Lignit	t					0	
2	Banaszén	t					0	
3	Feketeszén	t					0	
4	Szén összesen (1+2+3)	t	0	0	0	0	0	
5	Földgáz	1000 m ³					0	
6	Tüzelő	t					0	
7	Brikket	t					0	
8	Koksz	t					0	
9	PG-gáz	t					0	
10	Benzin	t					0	
11	ebből motorbenzin ömlesztett	t					0	
12	Petróleum	t					0	
14	Gázolaj (motoros célra)	t					0	
15	Egyéb gázolaj és tüzelőolaj	t					0	
16	Fűtőolaj 1% alatti kén tartalom	t					0	
17	Fűtőolaj 1% v. a feletti kén tartalom	t					0	
18	Egyéb	GJ					0	
19	Egyéb	GJ					0	
20	Egyéb	GJ					0	
21	Technikai összesen		0	0	0	0	0	0

2. Villamos- és hőenergiamérleg, 2011. január 1-től - -ig								
Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Termelés	Beszerezés	Felhasználás és veszteség	Értékesítés	Erdőműi elfogyasztás / felhasználásból /	Előző év azonos időszakának felhasználása
			a	b	c	d	e	f
1	Villamos energia	MWh					0	
2	Vásárolt hőenergia	GJ						
3	Hőenergia saját termelésből	GJ						
4	Technikai összesen		0	0	0	0	0	0

2.2.2.1. ábra

A vállalatok jelentős része saját célra is készít energiamérleget a vállalat energiaszámláinak elemzése, az energiagazdálkodási tevékenység segítése céljából. Ebben az esetben nincs kötött forma, a mérleg tartalmát és formai elemeit a készítő a saját vállalatának energiaszámláinak leírására legalkalmasabb módon alakítja ki. Példaként egy nagy vegyipari cég, amely energiaátalakító rendszert és nagy energiafogyasztású vegyipari technológiákat üzemeltet, teljesen más kialakítású energiamérleggel tudja a folyamatait leírni, mint egy közép méretű könnyűipari vállalat, ahol nem a technológiai, hanem inkább a fűtési hőigény kielégítése az energiamérleg domináns eleme.

A vállalati energiamérleg önmagában csak az energetikai elemzések kiinduló adatait tartalmazza. Megmutatja az energiaszámlák súlyponti területeit, tehát azokat a folyamatokat, amelyek részletesebb vizsgálata szükséges az energiatákarékosági elemzések keretében. Az energetikai folyamatok részletes vizsgálatához azonban az energiamérleg információi általában nem teljesen elegendők: a mérleg alapján meghatározható kiemelt fontosságú területeken kell további részletek meghatározásával az elemzéseket elmélyíteni.

2.3. Technológiai folyamatok energiatákarékosági elemzése I.

A vállalkozások jelentős részénél az energiaszámlák döntően nem a technológiai folyamatban történik, hanem helyiségfűtésre, világításra, légkondicionálásra és más olyan célokra, amely a gyártási folyamattal nincs közvetlen kapcsolatban. Ebből következően az ilyen jellegű vállalkozások energiatákarékosági elemzése alapvetően sokban hasonlít egy közintézmény, iskola vagy más hasonló szervezetéhez, ahol az energetikai elemzés fő tárgya fűtés, a melegvíz-ellátás és a klimatizálás energiaigényeinek csökkentési lehetősége.

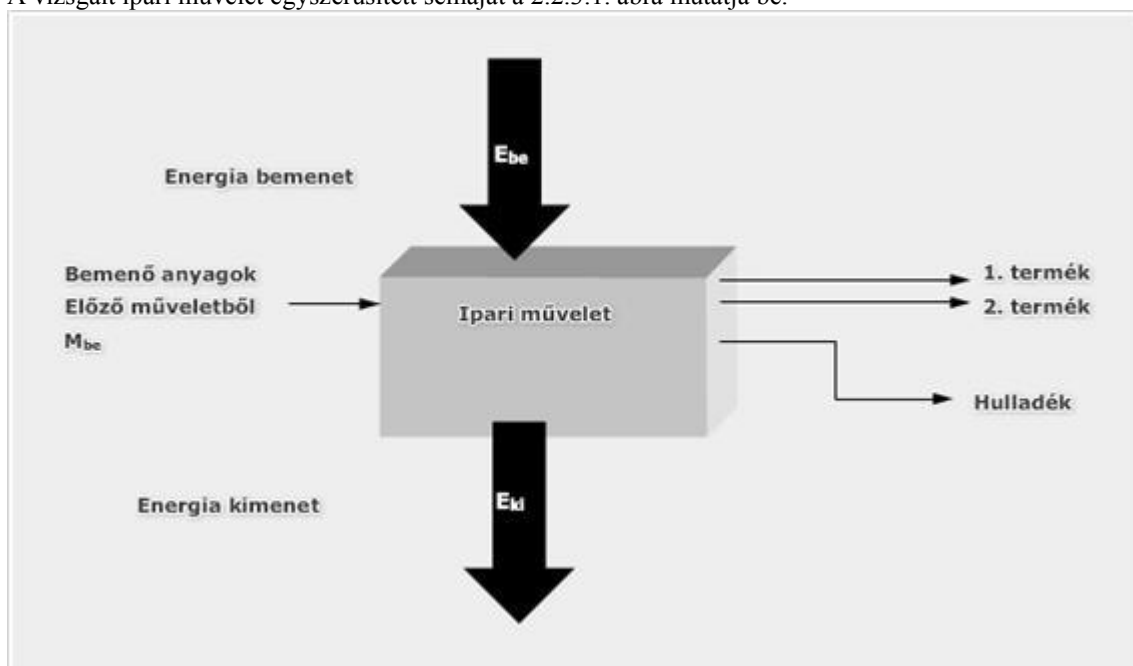
Számos olyan vállalkozás van azonban, amelyeknél a technológia energiaigénye az összes energiaszámlán belül nem elhanyagolható, sőt sok esetben meghatározó. E vállalkozások esetében az energiatákarékosági növeléséhez a technológiai gyártási rendszer energiatákarékosági elemzése elengedhetetlen.

A technológiai folyamatok sokfélesége miatt nincs egységesen, valamennyi technológia esetén alkalmazható módszer a folyamatok energiatákarékosági elemzésére. Ugyanakkor a bonyolult technológiai folyamatok

általában részekre – ipari műveletekre – tagolhatók a vizsgálat szempontjából, és a gyártási folyamatok az ipari műveletek rendszereként vizsgálhatók.

Az ipari műveletek energiahatékonysági vizsgálatánál alapvetően két folyamatra kell koncentrálni: az anyagfolyamatra és az energiaszámításra. Sok esetben egyszerűsítésekkel kell élni, mivel az egyes műveletek által felhasznált bemenő anyagok, illetve az előállított termékek nagy száma ezt indokolja. Ez általában kettős célú: egyrészt az egyszerűsítés átláthatóbbá teszi a kapott eredményeket az értékelő számára, másrészt sokszor kényszer is, mivel bizonyos anyagok vagy energiafajták felhasználási mennyiségére nincs megbízható információ.

A vizsgált ipari művelet egyszerűsített sémáját a 2.2.3.1. ábra mutatja be.



2.2.3.1. ábra

Az ábrán látható, hogy az energiaszámítások és az anyagfolyamok segítségével lehet az energiahatékonysági elemzést végezni.

Az anyagfolyamok esetében az M_{be} a bemenő anyag tömege, amely lehet vásárolt, de származhat egy megelőző ipari műveletből is, mint annak terméke (félkész termék). A vizsgált műveletben két termék keletkezik (m_1 és m_2 tömegű), valamint gyártási hulladékkal is kell számolni, amelynek tömege m_h .

A folyamat anyagmérlege:

$$M_{be} = m_1 + m_2 + m_h$$

A gyártási folyamat szempontjából a hasznosítható termékek a lényegesek, hiszen a gyártás e termékek előállítása érdekében történik. Az energiafelhasználás azonban nemcsak az értékesíthető termékekre történik, hanem a hulladék, vagy a selejt előállítása is energiaráfordítással jár. Például egy üveggyári olvasztókemence esetében, amely a gyártási folyamat legjelentősebb energiafelhasználó berendezése, nemcsak a jó üveg, hanem a selejt, vagy a későbbiekben törött áru előállításához is kell üvegolvasztást végezni. Ezért az energiahatékonysági elemzéshez be kell vezetni az anyag-átalakítás hatásfokát, amely az előző adatokkal számolva a következő lesz:

$$C = \frac{(m_1 + m_2)}{M_{be}}$$

ahol: $m_1 + m_2$: az eladható, vagy felhasználható termékek a kimeneten

M_{be} : a teljes bemenő tömeg

A bevitt energia (E_{be}) az esetek többségében két részben „fogy el”. Egyik része a termodinamika veszteség (E_v), a másik része az iparban szokásos gyakorlatból eredő veszteség (E_e).

2.4. Technológiai folyamatok energiahatékonysági elemzése II.

Az energiahatékonysági elemzések során sok esetben arra a kérdésre keresik a választ, hogy egy adott termék előállításának jelenleg mekkora a fajlagos energiafelhasználása vagy fajlagos energiaköltsége, és ez hogyan csökkenthető. A termék egységére vetített fajlagos energiafelhasználás csökkentése számos ipari termék esetén jelentősen befolyásolja ugyanis a termék önköltségét, mivel az energiaköltség a technológiák egy részénél az összes költségnek jelentős hányadát képviseli.

Az előzőekben vázolt viszonylag egyszerű rendszer esetében is akadnak már módszertani problémák a termékek fajlagos energiafelhasználásának meghatározásánál. A fajlagos energiafelhasználás definíció szerint az energiaráfordítás és a termelt termékmennyiség hányadosaként számítható. Alapképlete szerint tehát:

$$f = E \text{ (Joule)} / T \text{ (tonna)}$$

A vizsgált egyszerű rendszeren több elszámolás-technikai problémát lehet szemléltetni.

A fajlagos energiafelhasználás meghatározásához alapvető, hogy mind a számlálóban lévő energiafelhasználás, mind a nevezőben lévő termelt mennyiség mérhető, vagy legalábbis szakszerűen becsülhető legyen. A gyakorlati rendszereknél sok esetben e feltételek valamelyike, vagy egyik sincs biztosítva. A valós gyártási folyamat elemzésénél tehát törekedni kell arra, hogy a gyártási folyamat olyan ipari műveletekre legyen lebontva, amelyek anyag és energia folyamatai számszerűsíthetők.

Ha az adott ipari műveletben csak egy termék keletkezik, és a hulladék aránya elhanyagolhatóan kicsi, akkor a fajlagos energiafelhasználás kiszámítása egyszerű. Jelentős mennyiségű hulladék keletkezésekor azonban mérlegelni kell, hogy a hulladék nélküli, vagy a hulladékkal együtt számított termelési mennyiséggel számoljon az elemző. A korábban már említett üvegolvasztó kemence esetén a kemence működtetésének energetikai megítélése az összes olvasztott üveg mennyiségre vetített energiafelhasználással jellemezhető. Ennek a mennyiségnek egy része azonban a későbbi termelési fázisokban veszteséggé válhat. Ha a vizsgálat azonban nem az olvasztókemencére korlátozódik, hanem a teljes gyártási folyamatra, akkor indokolt lehet az energiafelhasználást a jó (értékesíthető) áru mennyiségére vetíteni. A döntés során minden esetben az energetikai vizsgálat célját kell szem előtt tartani.

További módszertani problémát jelent, hogy a művelet során két termék keletkezik párhuzamosan. E két termék sokszor teljesen eltérő tulajdonságú (pl. konyhasó elektrolízise során nátrium és klór keletkezik). Ebben az esetben a kérdés úgy vetődik fel, hogy az 1. Számú és a 2. számú terméknek külön-külön mennyi a fajlagos energiafelhasználása, tehát a bevitt energia mennyiségét valamilyen logikai megfontolás alapján fel kell osztani a két termék között. A feladatnak nincs korrekt megoldása, de a gyakorlatban kialakultak az erre vonatkozó módszerek. Abban az esetben, ha a két termék közül az egyik olyan szintű vezérterméknek tekinthető, hogy a másik (vagy a gyakorlatban a többi) termék aránya mind mennyiségben, mind értékben elhanyagolható, akkor a teljes energiafelhasználást a vezértermékre lehet terhelni. Amennyiben van vezértermék, de a többi termék nem elhanyagolható, akkor sok esetben a többi terméket valamilyen szakmai érvrendszer alapján átszámítják vezértermék egyenértékre, és az így kapott fiktív termelési mennyiség képezi a fajlagos energiafelhasználási mutató számítás alapját.

További lehetőség, hogy a párhuzamosan termelt hasonló termékek esetén felosztják az energiaráfordítást a termékek között. A felosztás alapja lehet a termékek tömege, értéke vagy más, az adott szakterület által indokoltan tartott arányosítási alap.

Az ipari technológiai folyamatok energiahatékonysági vizsgálata során az eddigiekben ismertetett alapelvek szerint lehet eljárni. A gyártási folyamatokat első lépésben ipari műveletekre kell bontani, amelyek alapesetben soros, vagy párhuzamos kapcsolatban állnak egymással, és az előrébb lévő műveletek kimenetei, termékei a későbbi műveletek bemeneteit képezik. E műveleti láncok együttes elemzése még további módszertani megfontolásokat is igényel, amelyek közül itt csak jelezzük a gyártási hulladékoknak a gyártórendszerben történő újrahasznosításával megjelenő kérdéseket, vagy a hulladékhő-hasznosítás korrekt számításának módját.

2.5. Energetikai berendezések gazdaságosságának elemzése

A berendezések energetikai gazdaságosságának egyik legfontosabb befolyásoló tényezője az üzemeltetés során fellépő energiavesztés. Az elkerülhető energiavesztések feltárása a vállalati energiagazdálkodás fontos része, ezért a vállalati energetikusnak ismernie kell a veszteségek okait és a berendezések terhelésével való összefüggéseit.

A veszteségeket előidéző okok, és a veszteségek és a terhelések összefüggéseinek jellege szerint négyféle veszteséget lehet megkülönböztetni.

Az első csoportba tartoznak azok a veszteségek, amelyek a berendezés bekapcsolt állapotában lépnek fel, függetlenül a terheléstől, ezek az állandó veszteségek. Ide tartozik a kemencék, kazánok, gőzvezetékek sugárzási vesztesége, villamos gépek vasvesztése, súrlódási veszteségek stb. Ha a technológiai paraméterek nem változnak, az állandó veszteségek csak a berendezés műszaki állapotától függenek. Az állandó veszteségek egy része csökkenthető hőszigeteléssel, kenéssel, karbantartással.

A veszteségek második csoportja a berendezés terhelésétől függő változó veszteség. Ide tartoznak például a villamos berendezések rézvesztései, a gépek terheléssel összefüggő veszteségei stb.

A harmadik csoportba tartoznak azok a veszteségek, amelyeket az energiahordozó energiataralmának rossz kihasználása okoz. Ezek a veszteségek egyrészt az energetikai folyamat fizikai sajátosságaitól, másrészt a berendezés műszaki állapotától függenek. Ebbe a csoportba tartozik a kemencék, kazánok füstvesztése, a prégépek fűrdőgőz-vesztése stb.

A negyedik csoportba azok a veszteségek tartoznak, amelyeket a berendezés nem megfelelő terhelése, tehát a túlzottan alacsony terhelés vagy a túlterhelés okoz. Tipikus a kazánok alacsony terhelése esetén jelentkező veszteség a tökéletlen égés következtében.

A második, harmadik és negyedik csoportba tartozó változó veszteségek csökkenthetők, ha a berendezést megfelelő paraméterekkel üzemeltetik, gondoskodnak a karbantartásról és hasznosítják a hulladékenergiát.

2.6. Iparvállalat energiaszükségleti tervének elemzése

Az energiaszükségleti tervezés a hatékony energiagazdálkodás egyik fontos területe. Egyrészt a vállalat energiaellátásának biztosítása a termelés folyamatosságához elengedhetetlen, másrészt a megalapozott energiaellátási terv az alapja a kedvező feltételekkel megkötendő energiaszolgáltatási szerződéseknél. Az energiaszükségleti tervezés a vállalat energiarendszerének részletes elemzésén alapul, de szemléletmódját az határozza meg, hogy nem a korábbiakban ismertetett energiahatékonyság-növelésre fókuszál, hanem a jövőbeli megbízható, gazdaságos és környezetbarát energiaellátás megteremtése a cél. A következőkben e tevékenység alapelveinek ismertetésére kerül sor.

Az energiaszükségleti tervezés alapja a megbízható termelési terv, amelyet gazdasági egységenként és termelési folyamatonként kell ismerni. A termelési terv minden vállalkozás esetében kiemelt fontosságú, a vállalkozás üzleti tervezésének alapja.

Az energetika részéről – ahhoz hogy a termeléssel összefüggő energiafelhasználások számszerűsíthetők legyenek – a termelés különböző fajlagos energiafelhasználási mutatószámainak használata elengedhetetlen. Ezen túlmenően azonban nemcsak a végső energiaigények számszerűsítésére van szükség, hanem a vállalat által működtetett energiaátalakító rendszerek (pl. kazán, vagy saját erőmű stb.) működési jellemzőit is ismerni kell, továbbá ha energiahordozók értékesítését is tervezik, akkor az ezzel kapcsolatos információkra is szükség van. A tervezésnek továbbá nemcsak az energiaigények, hanem a teljesítményigények várható alakulására is ki kell térnie, hiszen a szolgáltatói szerződések esetében a teljesítmény lefutások optimalizálásával kedvező pozíciót lehet elérni.

A tervezési munka a következő főbb szakaszokból áll:

- A végső energiaigények meghatározása
- Az energiaelosztás és szállítás veszteségeinek meghatározása
- Az energiaátalakító rendszerek segédüzemi energiaigényének számszerűsítése
- Az energiafelhasználás összesítése energiahordozónként, energia fajtanként

- Az értékesíteni tervezett energiahordozók mennyiségének meghatározása
- Az energiaátalakító rendszerek összes energiaráfordításának számszerűsítése
- Az energiaforgalom megtervezése energiahordozónként

Az energiaigény tervezése és a kapcsolódó elemzési munka néhány fontosabb alapelve a következő:

A végső energiaigények meghatározása

A végső energiaigények becslése, számítása energiahordozónként történik. A végső energiafelhasználás három fő részből áll: a fajlagos energiafelhasználásokkal jellemezhető technológiai energiaszükségletek, az egyéb energetikai célú végső felhasználások és a nem energetikai felhasználások.

Az első csoport meghatározása a termelési terv segítségével történik, az ehhez tartozó fajlagos energiafelhasználásoknál a tényadatokból kell kiindulni, és az esetleges technológiaváltásokat, vagy korszerűsítéseket a fajlagos mutatószámok értékének korrigálásával kell figyelembe venni.

A második csoportban vannak technológiai és nem technológiai jellegű felhasználások egyaránt. A technológiai jellegű felhasználások becsléssel határozhatók meg a termelési terv, és az egyes érintett berendezések jelleggörbéi és tervezett üzemideje alapján. A nem technológiai felhasználások között általában a legnagyobb tétel a helyiségfűtés és a használatimelegvíz-felhasználás. A helyiségfűtés hőszükségleti normák és a fűtött légtérfogat alapján számíthatók. A melegvíz-igényre is számíthatók fajlagos értékek, a műtra vonatkozó adatokkal. A vetítés alapja a létszám. A világítási energiaszükséglet a világítási óraszám és a világítóberendezések beépített teljesítménye szorzataként számszerűsíthető.

A nem energetikai célú energiaigények (pl. kenőanyagok) egyedi számításokkal határozhatók meg a technológia ismeretében, általános módszer nem adható rá.

Az energiaeelosztás és szállítás veszteségei

A végső energiaigények energiahordozónkénti adataiból a korábbi időszakok tapasztalatai alapján számítható az energiaeelosztás és szállítás vesztesége. A számítást energiahordozónként kell elvégezni, az adott energiahordozó szállítási rendszerének paramétereit figyelembe vételel.

Az energiaátalakító rendszerek segédüzemi energiaigénye

A végső energiafelhasználás meghatározható része származik a vállalat saját energiaátalakító rendszerének működtetéséből. A segédüzemi berendezések energiaigénye normál terhelési viszonyok mellett közelítően arányos az energiaátalakításból nyert energiamennyiséggel, azaz ebben az esetben a végső felhasználásnak az energiaátalakításból fedezett részével.

Az értékesíteni tervezett energiahordozók

A legtöbb vállalkozás nem foglalkozik energiaértékesítéssel, ezért a tervezés során ezzel általában nem kell számolni. Amennyiben van energiaértékesítés, az erre vonatkozó üzleti tervszámok és az értékesítési szerződések tartalmazzák a tervezéshez szükséges alapadatokat.

Az energiaátalakító rendszerek összes energiaráfordítása

Az energiaátalakítások összes energiaráfordítását energiahordozónként külön-külön kell meghatározni a vonatkozó egydimenziós energiamérlegek alapján. Az energiaráfordítások, és azok időbeli lefutása, azaz a terhelési viszonyok, a termelni tervezett átalakított energiahordozók mennyiségéből illetve teljesítményéből, valamint az energiaátalakító berendezések jelleggörbéiből, határfokából számíthatók.

Az energiaforgalom megtervezése

Az előzőekben leírt számítások elvégzését követően az energiaforgalom csaknem valamennyi alapadata rendelkezésre áll. Az energiahordozónkénti összes forgalom az energiaigények, az értékesítés és az esetleg tervezett készletnövelés (pl. szilárd energiahordozóknál, beleértve a biomassza különböző formáit is) összegéből adódik. Az energiaforgalom adatai alapján kell elkészíteni az energia beszerzési tervet, amely alapját képezi az energia beszerzésre vonatkozó jövőbeli szállítási és szolgáltatási szerződéseknek. A beszerzési terv gazdasági adatai beépülnek a vállalat gazdálkodásának tervezésébe is.

3. Kis- és középvállalkozások energiarendszerének strukturált elemzése

A lecke célja a kis- és középvállalkozások energiahatékonyság-növelési tevékenységét megalapozó elemzési feladatok, módszerek, és az elemzések elvégzéséhez szükséges ismeretek bemutatása.

A leckében bemutatott módszer azokat a lépéseket veszi sorra, amelyeket minden vállalkozás esetében célszerű megtenni az energiahatékonyság növelése érdekében. A módszer alapja, hogy az energiahatékonyság-növelést eredményező intézkedések csak akkor határozhatók meg, ha a teljes energiaciklus részletes átvilágítása, elemzése és értékelése megtörténik. A lecke bemutatja az energiahatékonyság-növelési tevékenység fő lépéseit, az elemzéshez szükséges információrendszer felépítését és működését, az energiahatékonysági indikátorok alkalmazását, az energiahatékonysági intézkedési terv összeállításának módját, és a tervben megfogalmazott feladatok végrehajtására vonatkozó alapvető szakmai ismereteket.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 2 tanóra.

3.1. Az elemzés célrendszere, feltételrendszere

A kis- és középvállalkozások (KKV) energiahatékonyság-növelési lehetőségeinek alapja az energiarendszer strukturált elemzése. Egy vállalkozás energiahatékonyságának növeléséhez, energiaköltségeinek csökkentéséhez a teljes energiarendszer komplex vizsgálata szükséges. Az energiarendszerek felépítése cégenként különböző, kialakítása a vállalkozás tevékenységének jellegétől, technológiájától, méretétől, földrajzi elhelyezkedésétől és még számos más tényezőtől függ. Ezért a gyakorlatban nincs két egyforma vállalati energiarendszer.

Az energiahatékonyság-növelésre kidolgozott, a következőkben bemutatásra kerülő módszer azokat a lépéseket veszi sorra, amelyeket minden vállalkozás esetében célszerű megtenni az energiahatékonyság növelése érdekében. A módszer alapja, hogy az energiahatékonyság-növelést eredményező intézkedések csak akkor határozhatók meg, ha a teljes energiaciklus részletes átvilágítása, elemzése és értékelése megtörténik.

Az energiahatékonyság-növelés főbb lépései a következők:

- Energetikus (energia menedzser) alkalmazása, kinevezése
- Az elemzés céljainak meghatározása
- A rendszer határainak definiálása
- Adatgyűjtés
- Folyamábra (Sankey-diagram) készítése
- Energia információs rendszer kialakítása, működtetése
- Adatfeldolgozás, indikátorok
- Teljesítménygazdálkodás és energiagazdálkodás
- Értékelés az energia menedzsment rendszer alapján
- Intézkedési terv kidolgozása és megvalósítása

A részletes elemzés várható eredményei:

- Teljes körű áttekintés az energia rendszer működéséről, az energia felhasználásról, a kapcsolódó költségekről és az emissziókról
- A lényeges energiafogyasztók azonosítása, az energiahatékonyság-növelés és a megújuló energia hasznosítás lehetséges területeinek, mértékének és módjának meghatározása
- A folyamatos monitoring lehetőségének megteremtése

Energetikus (energia menedzser) alkalmazása, kinevezése

Függetlenül a vállalkozás méretétől és ágazati hovatartozásától ahhoz, hogy az energetikai elemzés megvalósítható legyen, energia menedzsert kell kinevezni, aki felelős a teljes információgyűjtési és elemzési munka koordinálásáért. Mérlegelni, kell, hogy ez egy önálló energetikusi munkakör létrehozásával történjék, vagy ezt a feladatot – kisebb vállalkozások esetében – egy erre alkalmas végzettségű munkatárs egyéb feladatai ellátása mellett végezze. Mikrovállalkozások esetében energiamenedzser kinevezése nem szükséges, de az esetenként célszerű energiahatékonysági elemzések elvégzésének személyi feltételeit itt is biztosítani kell.

Mivel az energia menedzsernek a munkaköréből adódóan a vállalkozás valamennyi részlegével együtt kell működnie, és az egyes szakterületek szakmai segítségét igénybe kell vennie, kinevezéséről tájékoztatni kell a vállalkozás minden szervezeti egységét. Az energiahatékonysági vizsgálat szempontjából legfontosabb érintett szervezeti egységek közé a termelés, az infrastruktúra fenntartás (beleértve az energiaellátó rendszer működtetését is) és a karbantartás tartoznak.

Közép- és nagyvállalkozások esetén célszerű energiagazdálkodási szervezetet létrehozni, amelyben az energetikus irányításával kalorikus, gépész és villamos szakemberek kapnak helyet.

Az energiahatékonysági vizsgálatot közepes és nagyobb cégek esetén célszerűen olyan team végezheti el, amelyben az összes lényeges energiafogyasztású szervezeti egység olyan képviselője részt vesz (technológus, épületfenntartó stb.), aki az ottani energiafolyamatokat ismeri, valamint a költségelszámolásban és számlázásban járatos szakértőket is bevonják a munkába. Önálló profit centerként működő szervezeti egységek esetén az egyes profitcenterek részérdekei általában nem a vállalkozás teljes energiarendszerének optimális működésére irányulnak, ezért ezt a problémát a teammunka során kiemelten fontos figyelembe venni.

Kisvállalkozások esetén az energia menedzser általában kellő átlátással rendelkezik a vállalati szintű folyamatokról és az egyes szervezeti egységek közötti – az energiahatékonyságot befolyásoló – esetleges érdekellentéteket is ismeri. Ebben az esetben az energia menedzser a munkáját segítő szakértők támogatásával a szükséges elemzéseket egyedül is el tudja végezni.

Az elemzés céljainak meghatározása

Ha a cég korábban nem foglalkoztak az energiahatékonyság-növelés kérdésével, elsőként egy teljes körű felmérést célszerű elvégezni.

Általános cél a felhasznált energia fajtajának, mennyiségének, költségeinek, felhasználási módjának, valamint az energiafelhasználást befolyásoló tényezők és azok hatásainak meghatározása, és ezt követően az energiamegtakarítási lehetőségek azonosítása. A felmérésnek ki kell terjednie a műszaki és a humán befolyásoló tényezőkre egyaránt az alábbiak szerint:

Az energiafelhasználás súlyponti területei

Meg kell határozni azokat a technológiai vagy más jól körülhatárolható rendszereket, amelyek a vállalkozás energiafelhasználását döntően befolyásolják. Gyakran előfordul, hogy az összes energiafelhasználás 70–80%-a mindössze néhány berendezés működtetéséhez kapcsolódik, ilyenkor viszonylag egyszerű az elemzés elvégzése. Más esetekben azonban pont fordítva van, azaz az energiafelhasználás nagyobbik hányada nagyszámú, de kis energiafelhasználású berendezéshez kapcsolódik.

Fajlagos energiafelhasználások

Az energiafelhasználás súlyponti területein méréssel vagy számítással, legrosszabb esetben becsléssel meg kell határozni az energiafelhasználás mennyiségét, és ehhez kapcsolódóan azonosítani kell az energiafelhasználást befolyásoló legfontosabb paramétereket. Ilyen lehet egy technológiai berendezés esetében a termelt termék mennyiség, helyiségfűtés esetén a fűtött légtérfogat stb. Az így képzett fajlagos energiafelhasználási mutatók fontos szerepet játszanak az energiamegtakarítási lehetőségek feltárásában. Meg kell vizsgálni ezzel párhuzamosan azt is, hogy az egyes területeken mely paraméterek befolyásolják érdemben az energiafelhasználás alakulását (pl. technológia esetében az alapanyag minőség, termékstruktúra, helyiségfűtés esetében a külső hőmérséklet, hőszigetelés stb.)

Általános („rezi”) jellegű energiafelhasználás

A vállalkozás tevékenységének jellegétől függően az energiafogyasztás kisebb-nagyobb része gyakorlatilag független a cég termelési tevékenységétől (pl. irodaépület fűtése, világítása). Ennek azonosítása fontos, mivel ezeken a területeken általában viszonylag kis ráfordításokkal – esetenként költségmentesen – lehet jelentős energiamegtakarításokat elérni.

Humán befolyásoló tényezők

Az energiafelhasználás alakulását jelentősen befolyásolhatja az egyes berendezések kezelőinek odafigyelése, energiatakarékosági ismereteinek szintje, valamint motiváltsága. Az elemzés céljai között ennek feltárását is meg kell jeleníteni.

A rendszer határainak definiálása

Az elemzés kezdetekor meg kell határozni, hogy a vizsgálat mely tevékenységekre, épületekre, berendezésekre terjedjen ki. Kisvállalkozások esetében ez viszonylag egyszerű, közép- és nagyvállalatoknál ez sok esetben körültekintést igényel. További kapcsolódó feladat, hogy az egyes szervezeti egységeket energiafelhasználásuk szerint el lehessen különíteni. Problémát okozhat, hogy az egyes szervezeti egységek határai az energiafelhasználási (vagy energiaellátási) adatok elkülöníthetősége szerint (pl. energiafogyasztás mérési helyei) nem egyeznek a szervezeti struktúrában kijelölt határokkal, vagy a profitcenterek határaival.

3.2. Az elemzés információrendszerének kialakítása

Az elemzés információrendszerének kialakítása két fő lépésből áll: az adatgyűjtési rendszer kialakításából, és az információrendszer működési struktúrájának meghatározásából.

Adatgyűjtési rendszer

Az energiafogyasztásra vonatkozó adatok pontossága és megbízhatósága alapvetően befolyásolja az elemzés eredményeit. Általában a következő lehetőségek állnak rendelkezésre az adatok meghatározásához:

- Energiaszámlák
- Mérési adatok a beépített mérők leolvasásával
- Berendezések műbizonylatai
- Kézikönyvek, egyéb irodalmi adatok
- Célvizsgálat keretében végzett eseti mérések
- Számítások, műszaki becslések
- Energiaveszteség feltáró vizsgálatok (energiaaudit) jegyzőkönyvei

A legfontosabb adatforrásnak az energiaszámla tekinthető, mivel az nemcsak az energiafogyasztás mennyiségét, hanem annak költségeit is tartalmazza. Ugyanakkor a számla önmagában általában nem teszi lehetővé az energiafelhasználás időbeli alakulásának kellő biztonságú meghatározását. Ennek számos oka van, amelyek közül a legfontosabbak, a számlázás alapját képező leolvasás bizonytalanságai, a számlázás és a leolvasás időbeli eltérései, a számlán szereplő esetleges átalány fogyasztások zavaró hatása, a számlázás alapját képező mérőhelynek az energiarendszerben való elhelyezkedése nem mindig felel meg az elemzés szempontjainak (nemcsak az elemzés szempontjából elkülönítetten megfigyelt berendezések energiafogyasztását méri, hanem több fogyasztó energiafelhasználásának az összegét).

A fenti okok miatt az elemzés során ki kell térni annak vizsgálatára is, hogy a jövőben az energiarendszer mely pontjain célszerű mérési helyeket létesíteni, ahol rendszeres leolvasást vagy regisztrációt lehet végezni.

Mérési adat hiányában az egyes energiafogyasztási helyeken számítással vagy becsléssel lehet az energiafelhasználás adatait meghatározni. Ehhez szükség van a vizsgált berendezés(ek) műszaki adataira (névleges teljesítmény, hatásfok stb.), a működés időbeliségének információira (folyamatos üzem, szakaszos üzem, periodicitás stb.) illetve egyéb működési körülményekre (terhelési görbék és lefutások stb.). Ezek segítségével az energiafogyasztási adatok jó közelítéssel becsülhetők vagy számíthatók.

A cél természetesen az, hogy – az ésszerű gazdaságosság szempontjait is figyelembe véve – minél pontosabb adatok álljanak rendelkezésre, ezért vizsgálni kell a különböző módszerrel nyert adatok megbízhatóságát és mérési hiba tartományát is.

Folyamábra (Sankey-diagram) készítése

Az energiafogyasztási adatot feldolgozásának befejezését követően az energiafolyamok áttekinthetőségét segíti, ha elkészül a teljes rendszer, illetve egy-egy fontosabb részterület energia folyamábrája (Sankey-diagram). Az ábráról könnyen leolvasható, hogy melyek a nagy energiafogyasztású helyek, technológiák, illetve a rendszer energiavesztései is megjeleníthetők. A diagram segít annak eldöntésében, hogy a továbbiakban mely területeken kell részletesebb elemzést végezni.

Az energia információs rendszer kialakítása, működtetése

Az adatok gyűjtése és feldolgozása nemcsak a helyzetfelmérés céljából készített elemző tanulmányhoz szükséges, hanem folyamatos regisztrálásra és ellenőrzésre is szolgál. Az energiafogyasztás és az energiaköltségek regisztrálása az adatok jellegétől függően órai, műszakra vonatkozó, napi, heti vagy havi rendszerességgel szükséges, és figyelembe véve az energiafelhasználás szezonális különbségeit is. Az információs rendszer működtetése, folyamatos adatfeltöltése és ellenőrzése lehetőséget ad az energia menedzsernek arra, hogy folyamatosan figyelemmel kísérje a súlyponti területeken az energiafelhasználás alakulását, és egy esetleges rendellenesség esetén – amely az energiafelhasználás adataiban megjelenik – gyorsan tudjon intézkedni.

Az információs rendszer céljára olyan egy táblázat struktúrát célszerű kialakítani, amelyben az eredeti (mért, regisztrált) és származtatott adatokat egyaránt fel lehet tüntetni. Célszerű a táblázatrendszerrel olyan grafikus felülettel kiegészíteni, amelyen a normál üzemviteltől eltérő eredmények könnyebben észrevehetőek és értelmezhetőek.

3.3. Az adatok elemzése, indikátorok kialakítása

A vállalkozás egészére vonatkozóan gyűjtött adatokat csoportosítani kell annak érdekében, hogy az egyes részfolyamatok elemzéséhez szükséges információk rendelkezésre álljanak. A következő csoportokat célszerű elkülöníteni:

- A vállalkozás egészére vonatkozó adatok
- Szervezeti egységekre vonatkozó adatok (pl. festő műhely a gépipari üzemen belül stb.)
- Termelési-technológiai folyamatokra vonatkozó adatok (pl. sajtgyártás a tejipari üzemen belül stb.)

Az így strukturált adatrendszer segítségével abszolút és fajlagos értékekkel jellemezhető mutatószámokat kell képezni annak érdekében, hogy egy-egy szervezeti egység, termékvonal vagy a teljes cég energiahatékonysági szintje összehasonlítható legyen más hasonló adatokkal. Egy adott iparágon belül elvégzett összehasonlítás rávilágít arra, hogy mely területeken lehet az energiahatékonyságot növelni, és közelítően milyen mértékben.

Az energiahatékonysági indikátorok többnyire fajlagos mutatószámok, amelyek iparáganként eltérőek, de azonos koncepció szerint képezhetőek. Az indikátor számlálója általában az energiafelhasználás naturális mértékegységben, hőegyenértékben vagy esetleg költségként számszerűsített értéke, a nevezője pedig valamilyen természetes mértékegységben, vagy értékben kifejezett termelési mennyiség, vagy szolgáltatási tevékenység.

Néhány példa az alkalmazható indikátorokra:

Fajlagos energiafelhasználási mutató (termék vagy szolgáltatás esetén):

$$e = E / T$$

ahol:

e – a fajlagos energiafelhasználás, mértékegysége pl. kWh/tonna, vagy Joule/m³ stb.

E – a termék előállításához szükséges összes energiaráfordítás, mértékegysége pl. kWh, Joule stb.

T – a termék adott időszakban termelt mennyisége általában természetes mértékegységben,
mértékegysége pl. tonna, m³, árutonna-kilométer stb.

A mutató megmutatja, hogy egységnyi termék vagy szolgáltatás előállításához mekkora energiárfordításra volt szükség.

Fajlagos fűtési energiafelhasználás:

$$f = E / L$$

ahol:

f – a fajlagos helyiségfűtési energiafelhasználás, mértékegysége pl. kWh/fűtött léghőméter stb.

E – a helyiségfűtési energiárfordítás, mértékegysége pl. kWh, Joule stb.

L – a fűtött helyiség légtérfogata, mértékegysége léghőméter.

A mutató megmutatja, hogy a helyiségfűtés során egységnyi légtérfogat fűtéséhez mekkora energiárfordításra volt szükség.

Fajlagos energiaköltség:

$$k = Ke / K\ddot{o}$$

ahol:

k – a fajlagos energiaköltség

Ke – az energiaköltség

K \ddot{o} – az összes termelési költség

A mutató azt mutatja, hogy a termelési költségeken belül mekkora az energiaköltségek aránya. Ez a mutató mind a vállalkozás egésze, mind egy-egy technológia szintjén értelmezhető.

Az energiahatékonysági indikátorok számításának és alkalmazásának kiterjedt irodalma van, mind az általános, mind az ágazatonként specifikus számítási és módszertani problémák megoldása tekintetében.

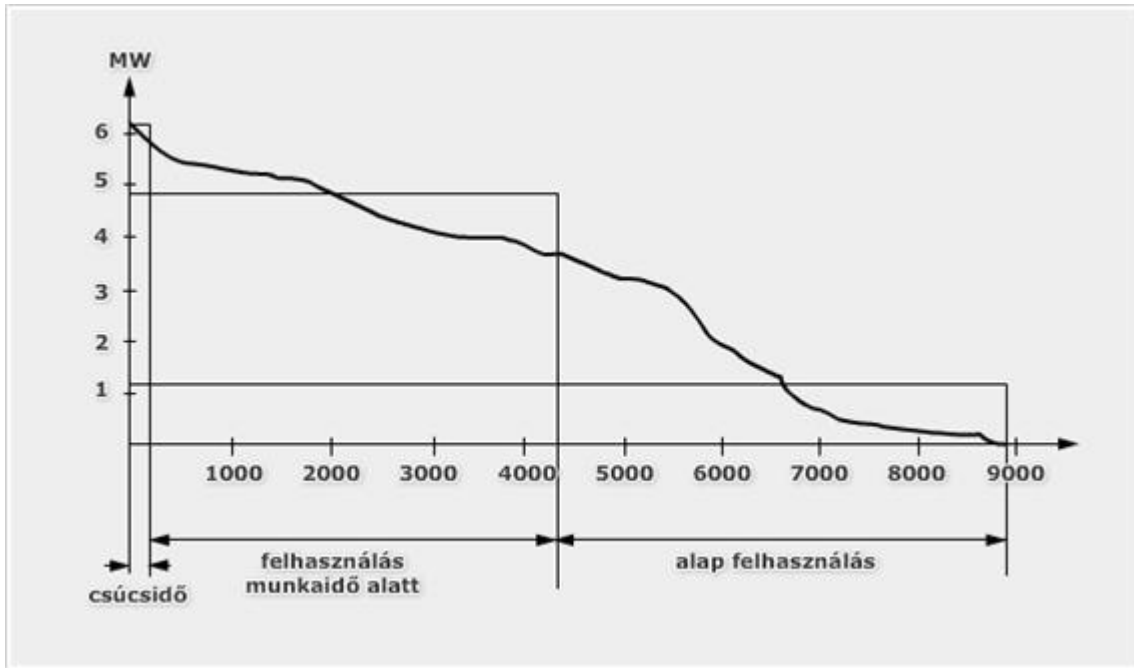
Teljesítménygazdálkodás és energiagazdálkodás

A vezetékes energiahordozók esetében nemcsak az energiafelhasználás, hanem a teljesítmény igények meghatározása is fontos feladat, mivel a szolgáltatói szerződések szerint igen gyakran a teljesítmény lekötés után is külön fizetni kell. Ezért lényeges, hogy az energiamenedzser tisztában legyen az egyes nagy teljesítményű fogyasztó berendezések teljesítmény felvételével és üzemeltetési módjával.

A berendezések energiavételezése időben jelentősen különböző lehet, pl.

- Folyamatos üzem, állandó terheléssel,
- Folyamatos üzem periodikusan változó terheléssel,
- Szakaszos üzem a gyártási követelményekhez igazodva,
- Napszaktól függő szakaszos üzem stb.

A teljesítmény-igénybevétel (terhelés) görbéiből éves szinten megszerkeszthető az ún. teljesítménytartam-diagram (2.3.3.1. ábra), amelyből látható, hogy a különböző hálózati terheléseket összesen az adott évben hány órán keresztül vette igénybe a fogyasztó.



2.3.3.1. ábra

A csúcsterhelés viszonylag rövid ideig jelenik meg, és jól elkülöníthetőek a jellegzetes fogyasztási teljesítmény igény periódusok. Amennyiben az energiaszolgáltatókkal kötött szerződésben teljesítménydíjat is kell megfizetni, törekedni kell a csúcsidejű terhelés csökkentésére, amelyre különféle lehetőségek állnak rendelkezésre, azonban előtte elemezni kell, az egyes energiafogyasztó berendezések üzemeltetési módját.

Néhány fontosabb lehetséges megoldás a csúcsterhelés-csökkentésre:

- A nagy teljesítményfelvételű berendezések párhuzamos üzemének csökkentése üzemidő-eltolással, vagy szakaszos üzem bevezetésével.
- A bojlerok és forróvíz-tárolók üzemeltetésének munkaidőn kívüli (esetleg éjszakai) időszakra való eltolása.
- Légkondicionáló és légszűrő ventilátorok kikapcsolása a nagy teljesítményű technológiai berendezések üzemeltetésének időszakában.

A teljesítménygazdálkodás megvalósítására beszerezhetőek olyan műszaki rendszerek, amelyek a beállított paramétereknek megfelelően automatikusan figyelik a csúcs kialakulását és a megfelelő fogyasztók meghatározott program szerinti be- és kikapcsolásával be is tudnak avatkozni, amellyel jelentős költség megtakarítások érhetők el.

3.4. Értékelés, intézkedési terv kidolgozása

Az információrendszer által biztosított adatok segítségével az energia menedzsment rendszer működtetése keretében értékelni kell, hogy az energiafogyasztás mennyisége és hatékonysága

- időben hogyan változott,
- mely technológiai területeken és fogyasztó berendezéseknél volt meghatározó,
- egy előre meghatározott (elvárt) szinthez képest hogy alakult.

A kapott eredmények alapján lehet megkezdeni azt a részletes elemzést, amelynek keretében a súlyponti energiafogyasztásokra koncentrálni meghatározzuk energiafogyasztás és az azt befolyásoló tényezők ok-okozati kapcsolatait, és ennek alapján körvonalazzuk az energiamegtakarítási lehetőségeket.

Az energiafelhasználás olyan okozat, amelynek mértéke és időbeli alakulása számos tényezőtől (okok) függ, pl. egy gyártási folyamat esetében a technológia jellege, az alkalmazott gépek, a felhasznált alapanyag minősége és

menyisége, vagy akár a környezeti hőmérséklet is. Az elemzés során ezeket az ok-okozati összefüggéseket kell meghatározni, vagyis arra kell a hangsúlyt helyezni, hogy melyek azok a beavatkozási lehetőségek, amelyekkel energiamegtakarítást lehet elérni. Ezek igen sokfélék lehetnek, pl. technológiai változtatások (pl. alacsonyabb hőfok alkalmazása), berendezés-cserék, üzemeltetési változtatások, energiahordozó csere (pl. megújuló energia alkalmazása a hagyományos tüzelőanyagok helyett) vagy akár munkaszervezési intézkedések is.

Intézkedési terv kidolgozása és végrehajtása

Az elemzés legfontosabb eredménye az energiatakarékossági lehetőségek azonosítása. Ideális esetben az energiahatékonysági beruházások előkészítése egymásra épülő fázisokból áll, és a részletes, programszerűen elvégezett energetikai felülvizsgálatok (auditok) eredményein alapul. Így dönthető el ugyanis, hogy a vállalkozás ilyen célra fordítható eszközei hol hasznosíthatók leghatékonyabban. Nagyobb beruházások esetén, az audit eredményeit felhasználva, ezután készítik el a megvalósíthatósági tanulmányt, amely az adott feladat különféle megoldási lehetőségeiből segít kiválasztani a legjobbát. Ezt követi a projekt-előkészítés és projekt-megvalósítás folyamata, ezen belül a finanszírozás megszervezése, versenytárgyalás lebonyolítása, engedélyezési eljárások lefolytatása.

Az intézkedési tervben célszerű a tervezett beavatkozásokat három csoportba sorolva feltüntetni:

1. Költségmentesen és azonnal bevezethető intézkedések (pl. fűtési hőmérséklet csökkentése, tudatformálás stb.)
2. Alacsony költséggel bevezethető intézkedések (termosztatikus radiátorszelepek felszerelése, munkaszervezési beavatkozások a technológiáknál stb.)
3. Beruházást igénylő beavatkozások (pl. fosszilis tüzelőanyagról megújuló energia alkalmazására való áttérés)

Az intézkedési tervben felsorolt minden egyes feladatot az alábbi szempontok szerint részletezve kell bemutatni

- A feladat megnevezése, tartalma
- Az elvégzendő részfeladatok meghatározása
- Témafelelős, résztvevők
- Határidők
- A várható eredmények
- Az eredmények mérésének, értékelésének módja
- Becsült költségvetés, és a javasolt finanszírozási források

Az intézkedési terv végrehajtása során fontos az elvégzett feladatok monitoringja, azaz az eredmények és a ráfordítások tervezett és tényleges értékeinek összehasonlítása.

Általános tapasztalat, hogy a költségmentesen és alacsony költséggel megvalósítható intézkedések azonnali bevezetése indokolt, a beruházást igénylő beavatkozások sorrendjének eldöntése további műszaki-gazdasági elemzést igényel.

3.5. Az intézkedési terv megvalósítása

Az energetikai elemzés és felülvizsgálat alapvető célja az energiahatékonyság-növelési, energiaköltség-csökkentő beavatkozások – azaz a projektek – azonosítása. A vizsgálat eredményeit összefoglaló jelentés döntés-előkészítő anyag, ennek megfelelő mélységű költségbecslésekkel és műszaki kidolgozottsággal. Az a célja, hogy az arra illetékes vezetőket döntési helyzetbe hozza: mit érdemes és lehetséges megvalósítani, ez milyen költségekkel jár, milyen előnyök és hátrányok, esetleges kockázatok várhatók a beavatkozás kapcsán. A vizsgálat arra is lehetőséget ad, hogy a beavatkozási lehetőségeket valamilyen, az audit során kiszámított mutató, kritérium (pl. egyszerű megtérülés, vagy az elérhető megtakarítás nagysága stb.) alapján rangsorolva beruházási programot készítsen a cég.

Általában szükség van egy megvalósíthatósági tanulmány elkészítésére, hogy a lehetőségek közül a legjobb megoldást válassza a beruházó. Más esetben a megvalósíthatósági tanulmány készítése el is maradhat,

amennyiben a projekt az energetikai felülvizsgálatok során megfelelő mélységben kidolgozott javaslatok alapján megvalósítható, és nincs szükség különböző műszaki megoldások összehasonlító vizsgálatára.

Elő-megvalósíthatósági tanulmány készítése

Egyes esetekben elő-megvalósíthatósági tanulmány készítésére van szükség. Ez egy olyan döntés-előkészítő anyag, melynek célja, hogy az érintett vezetőket egy tervezett konkrét beruházással kapcsolatban hozza döntési helyzetbe. A tanulmány fő feladata, hogy a beavatkozási lehetőségeket, műszaki megoldásokat egymás mellett, összehasonlítható módon bemutassa. Elsősorban olyan esetben van elő-megvalósíthatósági tanulmány készítésére szükség, amikor a beruházási döntést nem előzte meg energetikai felülvizsgálat, hiszen annak javaslatai, – megfelelő kidolgozottság esetén – hasonló célúak és tartalmúak, így szükségtelenné teszik az elő-megvalósíthatósági tanulmány készítését. Az elő-megvalósíthatósági tanulmány főbb tartalmi elemei a következők:

- Műszaki koncepcióterv, esetleg több változatban. Ennek ki kell térnie a megvalósíthatóság legfontosabb műszaki peremfeltételeire, és az esetleges kockázatokra, de nem feladata a részletes műszaki megoldás ismertetése.
- Beruházási költségek, várható megtakarítások, üzemköltség-változások becslése. Az elő-megvalósíthatósági tanulmány szintjén e paraméterek meghatározásához a tervezői becslés megengedett.
- Egyszerűsített gazdaságossági számítás (pl. egyszerű megtérülés kiszámítása).

Megvalósíthatósági tanulmány készítése

A megvalósíthatósági tanulmány olyan részletes vizsgálat, amely egy konkrét feladat megoldásának műszaki megoldási lehetőségeit, és azok gazdaságosságát elemzi. Általában két-három különböző változat összehasonlítására kerül sor. Ez az anyag már általában a beruházásról szóló döntés után, a megvalósítás konkrét előkészítése céljából születik. A megvalósíthatósági tanulmány célja, hogy az elő-megvalósíthatósági tanulmányban vagy az energetika felülvizsgálati (audit) jelentésben áttekintett változatok közül kiválasztott egyet, vagy legfeljebb igen korlátozott számút részletesen vizsgáljon, és képessé tegye a döntéshozókat az előzetes ártárgyalások lefolytatására, a finanszírozás megszervezésének megkezdésére. Szerkezetében nagyjából követi az elő-megvalósíthatósági tanulmányt, de annál jóval részletesebb, megalapozottabb és pontosabb.

A műszaki koncepcióterv itt már tartalmazza a főberendezések specifikációját, részletesen foglalkozik a konkrét megvalósítás (pl. telepítés, elrendezés, megvalósítási ütemterv) kérdéseivel. A költségbecslések a főberendezésekre és a nagyobb szolgáltatási tételekre bekért konkrét beszállítói ajánlatokon alapulnak. A megvalósíthatósági tanulmány gazdaságossági számításai is pontosabbak, már konkrét ajánlati adatokra támaszkodnak. A leggyakoribb, hogy a gazdaságossági elemzés az üzleti terv szintjén készül el.

Üzleti terv

Az üzleti terv olyan számítás, ill. dokumentum, amely egy beruházás összes gazdasági feltételét, azoknak az eredményességre való hatását vizsgálja. Az üzleti terv célja elsősorban a beruházás hosszabb távú gazdaságosságának megítélése, a finanszírozás háttérének biztosítása. Amennyiben a beruházásra nem tisztán saját forrásból kerül sor, akkor szinte minden finanszírozó intézmény megkívánja az üzleti terv bemutatását. Ez a dokumentum a gazdasági (pénzügyi) előnyök és hátrányok ismertetésén túl kitér a piaci kockázatok vizsgálatára és részletesen vizsgálja a beruházás gazdaságosságát. A gazdasági vizsgálat tipikusan a projekt élettartamára elvégzett cash flow-elemzésen alapul, mely figyelembe veszi a tervezett finanszírozási szerkezetet, a várható üzemköltség változásokat, időszakosan felmerülő karbantartási igényt, az energia- és egyéb árak előre jelzett változását stb. Végeredménye rendszerint valamilyen pénzügyi mutató, pl. nettó jelenérték (NPV) vagy belső megtérülési ráta (IRR), ill. a kockázatelemzés írásos kifejtése. Az üzleti terv gyakran tartalmaz érzékenységvizsgálatot is, ami azt elemzi, hogy a legfontosabb bemenő adatok (pl. energiaárak, infláció, kamatláb stb.) különböző feltételezések („szcenáriók”) szerinti változása milyen hatással lehet a projekt gazdaságossági mutatóira. Az üzleti terv nem feltétlenül külön dokumentum, sok esetben része a részletes megvalósíthatósági tanulmánynak.

Környezeti hatásvizsgálatok

Bizonyos típusú és nagyságú projektek megvalósítása során a törvényi szabályozás megkívánja különböző szintű környezeti hatásvizsgálatok elvégzését. Ez lehet környezeti hatásvizsgálat, előzetes, ill. részletes környezeti tanulmány. A környezeti vizsgálatok készülhetnek külön is, de célszerű, ha már az elő-

megvalósíthatósági, ill. a megvalósíthatósági tanulmány is úgy készül, hogy azok környezetvédelmi fejezetei megfelelnek a jogszabályokban előírt környezeti hatásvizsgálatok tartalmi követelményeinek.

Építési engedélyezési eljárás

A projekt előkészítés fázisában, nagyobb, az épített környezetet befolyásoló beruházások esetén tipikusan az elvi építési engedélyt kéri meg, de nem ritka az, hogy a beruházás gyorsítása érdekében már az előkészítés során megkezdik az építési engedélyezési eljárást.

Szakhatósági engedélyezés

A projekt tartalmától függően a megvalósításhoz különböző szakhatóságok (pl. tűzoltóság, ÁNTSZ, Környezetvédelmi Felügyelőség) engedélye, hozzájárulása lehet szükséges. Ezekre már a projekt előkészítés előrehaladott állapotában, a műszaki részletek véglegesítése után, az előírt hatásvizsgálatok eredményeinek birtokában kerülhet sor. Az eljáráshoz az adott szakhatóság által előírt tartalmú engedélyezési dokumentációt kell összeállítani.

Előtervek, kiviteli tervek készítése

Az előtervek rendszerint a megvalósíthatósági tanulmány részeként készülnek, ugyanakkor előfordulhat, hogy önállóan van rá szükség. Célja az, hogy a műszaki megvalósítás minden koncepcionális kérdését tisztázza, specifikálja a főberendezéseket, az irányítástechnikát, tisztázza az elrendezést.

A kiviteli tervezés már tulajdonképpen a projekt megvalósításának része, de olyan kisebb projektek esetében beleérthető az előkészítés körébe is, ahol a projekt méreténél fogva a többi fent ismertetett lépés elmarad. (Ilyen lehet pl. egy kisebb épület belső világításának korszerűsítése, vagy egy kisebb kazánházi, hőközponti átalakítás stb.) A kiviteli terv olyan mélységű, hogy annak alapján minden szükséges berendezés, készülék beszerezhető, a kivitelezés elvégezhető.

A megvalósításban részt vevő vállalkozások pályáztatása, pályázati dokumentum

Annak érdekében, hogy a beruházó minél előnyösebb megállapodást köthessen egy adott beavatkozás, korszerűsítés megvalósítására, sok esetben valamilyen versenyeztetési eljárást célszerű lebonyolítani. Ez kisebb beruházásoknál csak konkurens ajánlatok bekérését jelenti, nagyobb projektek esetén azonban érdemes (illetve, a közbeszerzési törvény hatálya alá eső esetekben kötelező) versenytárgyalást lebonyolítani. Ez a tevékenység részben az előkészítéshez, részben már a megvalósításhoz tartozik. Fő lépései a versenytárgyalási felhívás elkészítése, illetve a tender lebonyolítása, értékelése.

Ha egy teljes energiatkarékossági beruházás komplett megvalósítását kívánják pályáztatni, alapvetően két lehetőség között választhatnak:

- a kiírásban a feladatot specifikálják anélkül, hogy részletesen meghatároznák a megoldás módját (pl. „hőellátó rendszer korszerűsítése és üzemeltetése úgy, hogy az 15 éves időtávra a legkisebb összes költséget eredményezze”), ill.
- részletesen meghatározott műszaki megoldásra és tartalomra ír ki versenyt.

Az első esetben előnyként jelentkeznek, hogy a vállalkozóknak szabad kezük van, így felmerülhetnek olyan megoldások, amire egyébként a kiíró nem is gondolt volna, és adott esetben ez jóval gazdaságosabbnak, előnyösebbnek bizonyulhat. Az ilyen kiírás nagy hátránya azonban, hogy a beérkező ajánlatok összehasonlítása igen komoly feladat, az egyes ajánlatok mind műszaki tartalmukat, mind kereskedelmi feltételeiket tekintve rendkívül különbözőek lehetnek. Ilyen kiírás esetén nincs szükség arra, hogy az kiíró az előzőekben részletezett előkészítési tevékenység nagy részét elvégezze, elkészítse a megvalósíthatósági tanulmányt. E tevékenységek nagy részét ilyenkor az ajánlattevőkre hárítja, akik viszont azok költségeit beépítik az ajánlati árukba. Hátránya a konstrukciónak, hogy mivel az előkészítést nem a kiíró végzi, nincs birtokában az egyes műszaki megoldások finom részleteinek, ami gyengíti az alkupozícióját.

A tapasztalat azt mutatja, hogy akkor várható megfelelően kidolgozott, egymással összehasonlítható ajánlatok beérkezése, ha a második megoldást választja a kiíró, azaz a kiírás megfelelő részletességgel specifikálja a tender műszaki aspektusait. Az ilyen kiírás sok szempontból hasonló a megvalósíthatósági tanulmányhoz, de annál konkrétabb. A konkrét tárgyatól függően többek között a következő tartalmi elemei lehetnek:

- Ismerteti a beruházás hátterét, a tender tárgyával kapcsolatos műszaki rendszer fontosabb paramétereit, az illesztési feltételeket.
- Specifikálja a szállítási terjedelmet illetve az igénybe veendő szolgáltatás tartalmát, esetleg a műszaki tartalmat, a főberendezések műszaki paramétereit.
- Tárgyalja a kereskedelmi és pénzügyi feltételeket.
- Specifikálja, hogy ki, milyen feltételekkel vehet részt a tenderen, valamint a tender formai és tartalmi követelményeit.
- Lefekteti a tender értékelési szempontjait, ismerteti az értékelési eljárást, valamint kitér a jogorvoslat lehetőségére.

3.6. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

2.3.a-1 esettanulmány:

Példa az intézkedési terv egy kiválasztott feladatának megfogalmazására egy városi önkormányzat intézményire kidolgozott energiahatékonyság-növelési cselekvési programhoz kapcsolódóan

... sz. INTÉZKEDÉS:

Intézményi energiafelelősök kijelölése és továbbképzése

Ezen belül az alábbi konkrét feladatokat kell elvégezni:

1. Energiafelelősök kijelölése minden érintett önkormányzati intézményben
2. Energiafelelősök feladatkörének kijelölése, az önkormányzati energetikus vezetésével, mely az alábbiakat mindenképp tartalmaznia kell:
 - fogyasztásmérők meghatározott rendszerességgel történő leolvasása,
 - az adatok rögzítése az energetikus által kidolgozott adatbázisban,
 - fogyasztási szokások meghatározott szempontok szerinti követése,
 - a munkatársak, diákok, gyerekek felvilágosítása az energiatudatosságról,
 - a pazarló energiafelhasználás megakadályozása (fűtési hőmérséklet szabályozása, nyílászárók megfelelő használata stb.)
 - az energiaszolgáltatókkal kötött szerződések felülvizsgálata, követése.
3. Energiafelelősök továbbképzése, mely az alábbi területekre fókuszál:
 - energiafigyelés és célkitűzés jelentősége,
 - megvalósult példák bemutatása,
 - a feladatkörből adódó kötelezettségek, és azok jelentősége,
 - fogyasztói szokások és azok befolyásolása,
 - az energiaszolgáltatókkal kötött szerződések sajátosságai.

Háttér:

Az intézményi energiagazdálkodás hatékonyságának erősítése érdekében intézményi energiafelelősöket célszerű kijelölni, akik részére megfelelő útmutatást, képzést kell adni az intézményi energiagazdálkodás jelentőségéről, módszeréről. Az intézményi energiafelelősöknek nem kell energetikai szakértőnek lenniük, feladatuk, hogy az intézmény energiafogyasztásának nyomon követhetőségét biztosítsák, és alap szintű információkkal

rendelkezzenek az energiatakarékoságról. Ezt a feladatot elláthatja az intézményi karbantartó személyzet, vagy egy iskola esetében például valamelyik tanár, esetleg más alkalmazott, tehát ehhez nem kell új munkakört létesíteni, és maga a feladat ellátása sem jár számottevő többletmunkával.

Témafelelős:

Intézményvezetők

Résztvevők:

Városi főenergetikus

Határidő:

.....év/..hó/..nap

Becsült költség:

Költségmentes szervezési intézkedés

A továbbképzés költségei a képzési program kidolgozása után határozhatók meg

4. Önkormányzati energiahatékonysági elemzések I.

A lecke célja az önkormányzatok energiahatékonyság-növelési feladatainak bemutatása és az ezzel összefüggő elemzések elvégzéséhez szükséges ismeretek elsajátítása.

A lecke bemutatja az önkormányzatok szerepét az energiagazdálkodásban, kötelező és önként vállalható energiagazdálkodási feladatait, az önkormányzati energiastratégia készítés menetét, tartalmát, az elkészítéséhez szükséges szakmai ismeretek körét. Bemutatja az önkormányzati intézményi energiaracionalizálás folyamatának lépéseit, az intézményi energiahatékonyság elemzésének menetét, és az elemzéshez szükséges fajlagos energiafelhasználási mutatók értelmezését, meghatározásának módját.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 2 tanóra.

4.1. Az önkormányzati energiagazdálkodás jellegzetességei

A települési önkormányzatoknak számos olyan problémát kell megoldaniuk, amelyek közvetlenül, vagy közvetve energiagazdálkodási feladatok elvégzését igénylik:

- Az önkormányzat által működtetett intézmények és szolgáltatások működési költségeit csökkenteni kell, amelynek jelentős – és egyre növekvő – része az energiaköltség.
- Az energiaellátáshoz kapcsolódó közmű-infrastruktúra állagmegőrzésének és fejlesztésének beruházás-igénye magas.
- Az egészségvédelem és az emberi környezet javítása miatt fokozott igény van a levegőszennyezés csökkentésére, amely települési szintű intézkedéseket tesz szükségessé.

Az önkormányzatok speciális helyzetéből adódó energiagazdálkodási tevékenységek fő jellemzői az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- Az önkormányzat teljes egészében vagy részben tulajdonosa lehet szolgáltató, és ezen belül energiaszolgáltató társaságoknak (villamosenergia-termelő és -elosztó, gázsztolgáltató, távhőszolgáltató, víz- és csatornamű).
- Az önkormányzat a hozzá tartozó intézményrendszerrel a település egyik legfőbb energiafogyasztója (iskolák, kórházak, hivatali és egyéb létesítmények, közvilágítás).
- A települések megfelelő energiaellátása érdekében települési szintű energiastratégiai tervekre van szükség.

- A helyi önkormányzatok területfejlesztési terveket készítenek, új ipari- és lakónegyedeket hoznak létre, meghatározva tevékenységüket és közlekedési útvonalait. Az általános rendezési terven keresztül végzik a helyi piac szervezését, felügyeletét és szabályozását.
- Az települési önkormányzat befolyásolja a helyi végfelhasználói energiahatékonysági tevékenységet. Projektet kezdeményez, vagy részt vesz benne, energiatudatosság fejlesztő kampányokat indíthat, tájékoztatással, kommunikációval segíti e tevékenységeket.

Az önkormányzatok a vonatkozó jogszabályok által meghatározott módon önállóan gazdálkodó egységek a hivatali hatáskörükön belül. Ilyen hatásköröknek tekinthetők a következő területek: közvilágítás, tömegközlekedési eszközök, haszonjárművek, intézmények (iskolák, kórházak, hivatalok stb.). Ezenkívül lehetnek közvetlen feladatok bizonyos ipari tevékenységekben is, mint pl. az energiaszolgáltatás és az építés.

Az energetikai tevékenységek tekintetében az önkormányzatnak négy fő szerepköre van:

- energiaszolgáltatás
- energia végfelhasználás
- szabályozás
- ösztönzés

A következőkben áttekintjük az önkormányzatok szerepköreit az energiahatékonysági tevékenységek megvalósításában.

Az önkormányzat lehetséges energiatermelői és energiaszolgáltatói feladatai

A település méretétől, jellegzetességeitől függően az önkormányzatok az alábbi energiatermelői és energiaszolgáltatói feladatokat végezhetik:

- villamosenergia-termelés, fűtési esetleg hűtési energiaszolgáltatás
- a megújuló energiaforrások optimális felhasználása
- települési hulladék energetikai hasznosítása
- villamos energia, földgáz és távhő elosztása
- az energia végső felhasználásának befolyásolása

Az önkormányzat energiafogyasztói szerepe, feladatai

A települési önkormányzat létesítményeket, intézményeket tulajdonol és üzemeltet, valamint lakossági szolgáltatásokat biztosít. Ebből adódóan az ezzel összefüggő költségek is az önkormányzatokat terhelik, beleértve az energiaköltségeket is. A gazdaságos üzemeltetéshez, ezen belül az energiamegtakarítások növeléséhez ennek megfelelően az önkormányzatoknak közvetlen anyagi érdekük fűződik.

Az önkormányzati energiafelhasználás alapvetően három csoportba osztható:

Az önkormányzathoz tartozó intézmények

- közigazgatási hivatalok
- iskolák
- kulturális intézmények
- sport- egészségügyi és szociális létesítmények
- lakóépületek

Az önkormányzathoz tartozó járművek

- tömegközlekedési járművek
- hulladékgyűjtést végző járművek
- útkarbantartó járművek

Az önkormányzati szolgáltató létesítmények

- közvilágítás
- vízellátás, csatornázás, szennyvízkezelés

Az energiagazdálkodással összefüggő kérdések megoldásában az önkormányzatnál a következő szereplők vesznek részt:

- a képviselőtestület tagjai
- az önkormányzat tisztségviselői, alkalmazottai
- a szolgáltatások és létesítmények használói
- az energia- és közműszolgáltatók
- külső tanácsadók és közfeladatokat ellátó magáncégek
- befektetéseket finanszírozó pénzügyintézetek

Az önkormányzathoz tartozó intézmények esetében az önkormányzatok az alábbi feladatokat végezhetik:

- energetikai felülvizsgálatok végzése
- a korszerűsítési javaslatokra vonatkozó megvalósíthatósági tanulmányok készítése
- több évre szóló épületkorszerűsítési program kidolgozása (épülethéj-szigetelés, fűtéskorszerűsítés, szabályozások, felügyeleti rendszerek)
- épületenkénti, esetleg funkciónkénti fogyasztásmérés
- berendezések távvezérlésű kezelése (mérés, szabályozás, riasztás)
- az érintettek rendszeres tájékoztatása, szakemberek képzése

Az önkormányzathoz tartozó járművekkel kapcsolatos feladatok:

- a járműállomány rendszeres felülvizsgálata
- járművenkénti fogyasztásmérés és -ellenőrzés
- megelőző karbantartási terv kidolgozása
- jármű-felújítási program készítése

Az önkormányzati szolgáltató létesítményekkel kapcsolatos feladatok:

- a létesítmények felülvizsgálatára vonatkozó többéves terv kidolgozása
- az energiatakarékos világítótestek részarányának növelése
- megelőző karbantartási terv kidolgozása
- fogyasztási csomópontok szerinti mérés és fogyasztásfigyelés (monitoring) kidolgozása

A fenti tevékenységek módszeres végrehajtása pénzügyi megtakarításokat, energiafelhasználás-csökkenés, és ebből eredően a környezetterhelés csökkenését eredményezi. Az önkormányzati energiagazdálkodási elemzéseknek tehát mindezen feladatok elvégzésére, hatásainak vizsgálatára ki kell térniük.

4.2. Önkormányzati energiagazdálkodási feladatok

Számos olyan energiagazdálkodási feladat van, amelyet csak helyi intézkedéssel lehet jól megoldani, és sok olyan terület marad, ahol a helyi kezdeményezések lényegi többlethatást idézhetnek elő, ezért az önkormányzatoknak érdemes figyelmet fordítaniuk az energiagazdálkodásra. Az önkormányzatoknak

- tulajdonosi/üzemeltetői felelőssége van az önkormányzati intézmények, a közvilágítás és a távfűtés területén,
- politikai felelőssége van a település egészéért, beleértve a település közös energetikai érdekeit is.

Ezek alapján a feladatok három szintjét különböztethetjük meg:

A szűken értelmezett kötelező feladatok:

- az intézmények energetikai berendezéseinek üzemeltetése, fenntartása, fejlesztése,
- a közvilágítás finanszírozása (esetleg fejlesztése), a közvilágításra vonatkozó kötelező előírások megtartásának ellenőrzése,
- a távhőszolgáltatás felügyelete (tulajdonosi, árhatósági és érdekképviselői feladatok).

További „kötelező” feladatok:

- a városfejlesztés energetikai vonzatainak kézben tartása (rendezési tervek kidolgozása és az abból következő feladatok végrehajtása),
- együttműködés a területi energiaszolgáltatókkal.

További feladatok, amelyek nem kötelezőek, de vállalhatók:

- a település energiaellátásának általános és hosszú távú kérdéseinek elemzése,
- az energetika és a környezetvédelem helyi kapcsolatainak figyelemmel kísérése,
- a nem önkormányzati tulajdonú energiafogyasztók (lakosság, ipar stb.) érdekeinek képviselése,
- a helyi megújuló energiák hasznosításának támogatása,
- helyi és regionális energiatakarékosági programok kialakítása és megvalósítása.

A legtöbb európai város, és örvendetes módon egyre több hazai település példája bizonyítja, hogy érdemes az önkormányzatoknak a feladatokat tágabban értelmezni, mert így a lehetőségek és az eredmények is szélesebb körben jelentkeznek. A feladatokat szűken értelmező önkormányzatok számára nem marad más lehetőség, mint az egyre növekvő mértékű energiaszámlák kifizetése, a leromlott műszaki berendezések működőképességének tűzoltásszerű (tehát igen nagy költségű) fenntartása és a helyi távhő fogyasztók panaszainak elviselése. A feladatok szélesebb körét magára vállaló önkormányzatok ugyanakkor költségeket tudnak megtakarítani, segíteni tudják településük fejlődését, segíteni tudják a munkahelyteremtést, és javítani tudják a környezet állapotát.

A szélesebb körben értelmezett feladatok ellátásához a helyi önkormányzatoknak számos adminisztratív eszköz áll rendelkezésükre:

Rendeletalkotás

Jogalkotási munkája kiterjed minden olyan témakörre, amelynek végrehajtása önkormányzati szintű feladat, többek között az energiaszolgáltatás helyi kérdéseire is.

Támogatási rendszerek kidolgozása és működtetése

Az önkormányzat támogatást nyújthat a lakosságnak és helyi vállalkozások tevékenységéhez, amely a településen élő polgárok érdekeit szolgálja. A támogatás másik formája, hogy a gazdasági tevékenységek ösztönzésére infrastrukturális segítséget nyújt a kereskedelem és az ipar szereplői számára, pl. ipari parkok, közlekedési utak létesítésével.

Rendezési tervek készítése

Mielőtt lakónegyedek, ipari parkok, utcák és utak építésére sor kerülne, az önkormányzat területi rendezési tervet készít. A tervnek energetikai vonatkozásai vannak.

Az önkormányzati energiagazdálkodás az önkormányzati önállóságot is segíti. Ha célszerű fejlesztéssel valamely önkormányzat jelentős költségmegtakarítást ér el az energiafelhasználásban, úgy azt más területeken, saját döntései alapján szabadon használhatja fel. Az energiatakarékoság, az energiahatékonyság várható alakulásának kulcskérdése, tehát az önkormányzatok tényleges önálló pénzügyi gazdálkodásának erősítése. Az önállóság hiánya az érdektelenséget erősíti, és az önkormányzatok rájuk kényszerített többlet feladatként értékelik és élük meg az energiatakarékosággal összefüggő mindenféle központi állami kezdeményezést.

A következőkben a fenti önkormányzati energiagazdálkodási feladatok ismeretében a települési energiastratégia és energiatakarékosági programok előkészítést segítő elemzések tartalmáról lesz szó.

4.3. Az önkormányzati energiastratégia-készítés elemzési feladatai

A települési önkormányzati energiastratégia-készítés első lépéseként létre kell hozni a feladat intézményi hátterét. Ennek részei a következők:

Szakértői csoport, amely a stratégia egyes fejezeteinek elkészítéséért felelős. A csoport tagjait célszerűen az alábbi területekről kell összeállítani

– az önkormányzati apparátusnak az adott témakörért (pl. rendezési tervek készítése, intézmények költségvetése, közvilágítás, távhőszolgáltatás, beruházások kezelése stb.) felelős munkatársai,

- a település energiaellátásában közreműködő szolgáltatók (villamos energia, földgáz, távhő, ivóvíz és szennyvíz) szakemberei,
- környezetvédelmi kérdések esetén az illetékes ÁNTSZ (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat) és Környezetvédelmi Felügyelőség munkatársai,
- ha vannak a település energiafogyasztásában meghatározó szerepet játszó ipari vagy mezőgazdasági nagyüzemek, úgy ezek energetikusai,
- a település intézmények energiafogyasztásában domináns kommunális létesítmények (pl. kórház, főiskola) energetikusai,
- a településen működő, meghatározó civil szervezetek, illetve zöld mozgalmak képviselői

Külső konzulensek, akik közreműködnek a stratégia egyes – speciális szakismeretet – igénylő fejezeteinek elkészítésében. Ilyen témakörök lehetnek pl.:

- az önkormányzati intézmények energetikai átvilágítása,
- az energiaszerkezet hosszú távú változásainak hatása a károsanyag-kibocsátásokra,
- az önkormányzati tulajdonban lévő távhőszolgáltatással és az ezzel versenyző energiaszolgáltatókkal (tipikusan földgáz) kapcsolatos jogi problémák kezelése,
- a távhőszolgáltatással kapcsolatos speciális szakmai problémák.

A külső konzulenseket – ha ez lehetséges – elsősorban helyi vagy a régióból származó szakértőkből kell kiválasztani.

Irányítóttestület, melynek feladata a stratégiakészítés felügyelete, valamint a stratégia kialakításakor felmerülő döntési pontokban az addig elkészült anyag elfogadása, illetve az egyes alternatívák közötti döntés. A stratégiakészítés során jellemzően három döntési pont adódik:

- a jelenlegi helyzet részletes bemutatása
- a települési energiafelhasználás jövőképeinek (alternatíváinak) kidolgozása
- végül a hosszú távú és rövid távú konkrét feladatok megfogalmazása, a végrehajtás ütemtervének összeállítása és a felelősök kijelölése.

Az irányítóttestület tagjai az önkormányzat, illetve az érintett területek (energiaszolgáltatók, távhőszolgáltató, nagyobb ipari, mezőgazdasági és kommunális fogyasztók, érdekvédelmi szervezetek, iparkamarák stb.) vezetőiből és képviselőiből állnak.

Helyzetelemzés a stratégia megalapozásához

A helyzetelemzés részletes adatgyűjtésen alapul, amelynek keretében az alábbi információk összegyűjtése ajánlott:

Az energiahordozó-szerkezetet és az energiafogyasztást befolyásoló tényezők. Ilyenek például a lélekszám, a település területe, a lakásszám és a lakásállomány összetétele, területi megoszlása, ipari és kommunális fogyasztók száma és jellege, önkormányzati intézmények száma, a távhővel ellátott lakásállomány nagysága stb. A legtöbb ilyen jellegű adat az önkormányzatnál rendelkezésre áll.

A vezetékes energiahordozók (villamos energia, földgáz, ivóvíz és távhő) főbb fogyasztói csoportokra bontva (lakosság, kommunális, ipari és mezőgazdasági fogyasztók, valamint közlekedés) értelmezett fogyasztási adatai, a múltbeli trendek. Ezek az adatok az illetékes energiaszolgáltatónál rendelkezésre állnak.

A nem vezetékes energiahordozók (szilárd, HTO, PB-gáz egyéb) fogyasztási adatai fogyasztócsoporthoz szerinti bontásban. Ezekről az energiahordozókról sok esetben nem állnak rendelkezésre tényleges nyilvántartások, így fogyasztásukat gyakran csak becsülni lehet. Az adatok a tüzelőanyag kereskedéssel foglalkozó vállalkozásoktól szerezhetők be, ennek hiányában szakértői becsléssel kell meghatározni.

Az önkormányzati intézmények energiafelhasználása energiahordozók szerinti bontásban, több – lehetőleg legalább három – évre visszamenőleg. Az adatok forrása az intézmények nyilvántartása, ennek hiányában az energiaszámlák.

Az önkormányzati intézmények költségvetése, az energiaköltségek súlya a dologi és az összköltségekben. Az adatok forrása az önkormányzat pénzügyekkel foglalkozó szervezeti egysége, vagy az érintett intézmény.

Szennyezőanyag emissziók és immissziók. Emissziók tekintetében az illetékes Környezetvédelmi Felügyelőség adhat felvilágosítást, az immissziós mérések eredményei az illetékes ÁNTSZ-nél találhatóak. Adatok hiányában szakértővel kell elvégeztetni a kibocsátás-számítást az energiafogyasztási adatokból.

A várható jövőbeli energiaigények elemzése

Az energiahordozó-szerkezetet, és energiafogyasztást befolyásoló tényezők várható jövőbeli alakulása: a népesség, lakásszám és lakásállomány, az egyes övezetek fejlődése/visszafejlődése, az egyes városrészek jövőbeni energiaellátásának módja stb. A prognózisokat célszerűen az önkormányzatnak kell felállítania, ezeket a településfejlesztési koncepció tartalmazza. A nagyobb ipari, mezőgazdasági vagy kommunális létesítmények fejlesztési elképzelései ugyancsak befolyással lehetnek az energiafogyasztás és szerkezet jövőbeni alakulására. Erről tájékoztatást az érintettektől kell beszerezni.

A vezetékes energiahordozók jövőbeli alakulását az egyes energiaszolgáltatók fejlesztési elképzelései és stratégiája tartalmazzák.

A nem vezetékes energiahordozók felhasználásának jövőbeli alakulására a felhasználás jelenlegi szintjéből, a településszerkezet változásaiból, a vezetékes energiaszolgáltatók jövőképeiből lehet következtetni. Ide tartoznak a megújuló energiaforrások is, ha jelentősebb potenciálban rendelkezésre állnak, és a település, vagy valamelyik domináns fogyasztó (üzemek, távhőszolgáltató stb.) ezek felhasználása mellett dönt.

Társadalmi elfogadtatás

A stratégia összeállításánál a település széles közvéleményével folyamatosan tartani kell a kapcsolatot. Ezért célszerű akár a szakértői csoport, akár az irányítótestület munkájába az egyes érdekcsoportok (lakosság, civil szervezetek, zöld mozgalmak, helyi vállalkozók, iparkamarák stb.) képviselőit bevonni. Célszerű továbbá a külső konzulenseket is a helyi, illetve a régióban tevékenykedő szakértők közül választani.

Fontos a stratégia készítés alatt a közvélemény folyamatos tájékoztatása a munka előrehaladásáról és a részeredményekről, valamint a hozzászólások, észrevételek és kritikák közlésének lehetővé tétele. A tájékoztatás a helyi média segítségével (helyi rádió, televízió, önkormányzati lapok, helyi sajtó) történhet. Az érintettek véleményének ugyancsak teret adhat a helyi média, illetve lehetővé kell tenni, hogy véleményeiket az önkormányzat stratégia összeállításáért felelős munkatársaihoz eljuttassák.

A stratégia tervezetének és végső változatának elfogadása két lépcsőből áll:

- Az irányítótestület feladata a stratégiaalkotás teljes folyamatának figyelemmel kísérése, ezen belül feladata a tervezet, majd a végső változat megvitatása és azt követő elfogadása is.
- Ennek megtörténte után a helyi képviselőtestületnek kell az anyagot megvitatni, az esetleges módosító javaslatokat megtenni, majd azt elfogadni.

A stratégiai elfogadását követően második lépcsőben készül a település energiapolitikai programja, amely a megvalósítandó konkrét intézkedéseket tartalmazza. Az ennek végrehajtására kidolgozott akcióterv, vagy cselekvési program a konkrét intézkedések végrehajtásának módjára, felelőseire és ütemezésére vonatkozik.

4.4. Az intézményi energiahatékonyság elemzése I.

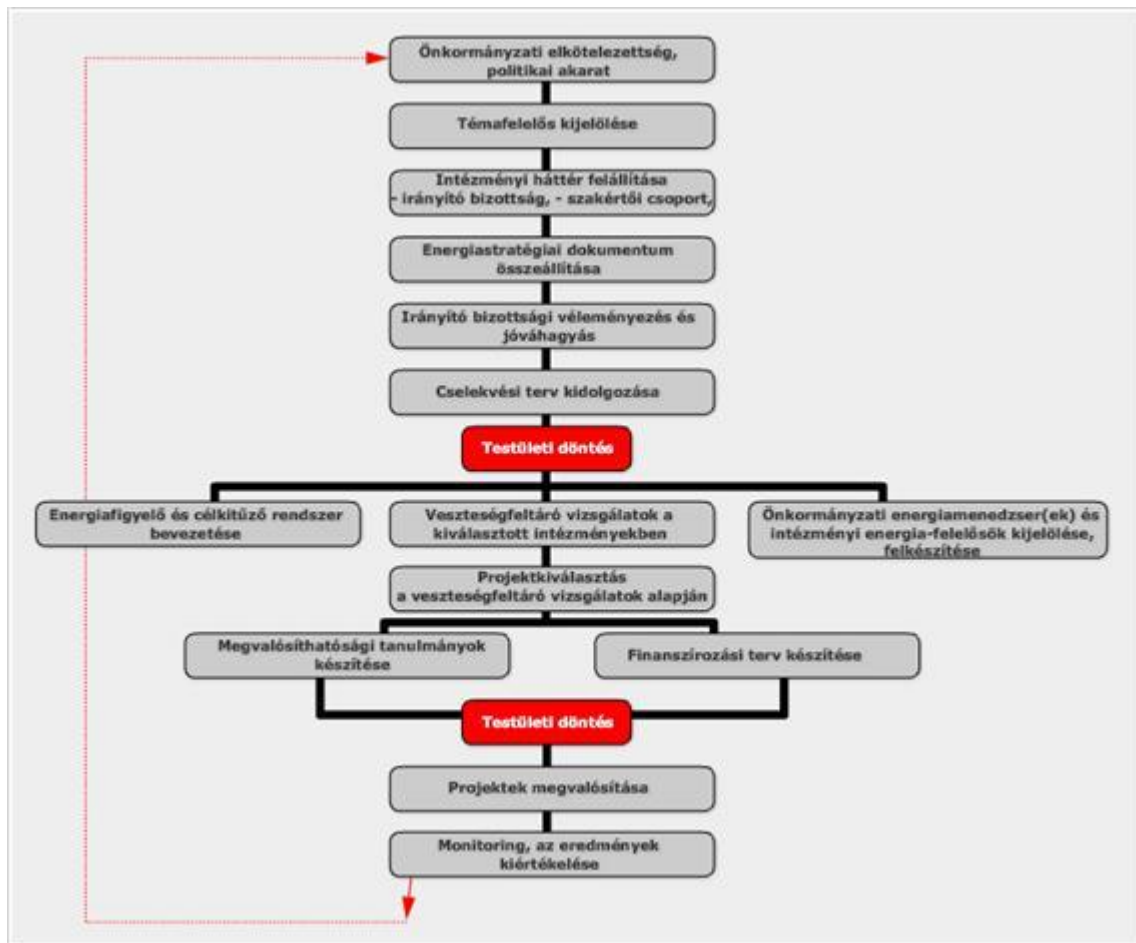
Az energiaracionalizálás folyamata

Az energiaracionalizálás célja az adott intézményben adott célra igénybe vett energia hatékonyabb felhasználása. A hatékonyság növelése ebben az esetben azt jelenti, hogy az intézmény tevékenységét változatlan minőségben és komfort mellett, de minél kevesebb energia felhasználásával lássa el. Az iskola tantermeiben például télen legyen elég meleg és elég világos a zavartalan oktatáshoz, a kórházban például az előírt rendszerességgel mossák és cserélik az ágyneműt stb. Az önkormányzati intézményekben pedig több szempontból is égető szükség van az energiahatékonyság növelésére. Az energiaköltségek jelentős és egyre növekvő súllyal terhelik az intézmények költségvetését, és erre a tendenciára továbbra is számítani kell, mivel az energiaárak növekedése a tapasztalatok szerint meghaladja az inflációt.

A külső hatások alakulása egyre indokoltabbá tenné az intézmények energiaracionalizálását, ennek ellenére a gyakorlatban számos helyen a pazarló energiafelhasználás a jellemző. Az önkormányzatok települési energiagazdálkodási tevékenységei között tehát kiemelt fontossága van az önkormányzat által működtetett intézmények energiahatékonyság-növelésének. Ennek számos oka van, ezek közül talán a legfontosabb, hogy az önkormányzatok kiadásaiban igen jelentős tételt jelentő energiaköltség csökkentése jelentősen növelheti a saját hatáskörben eldöntendő fejlesztések forrásait, csökkenti a településen belül a környezeti károkat, és munkahelyek teremtéséhez járulhat hozzá.

Az intézmények energetikai rendszerük üzemeltetésében az önkormányzattól elsősorban a takarékos üzemeltetés kialakításában, az energia szolgáltatói szerződések megkötésében és optimalizálásában, valamint a szükséges karbantartások, illetve nagyobb beruházások kijelölésében, azok lebonyolításában (gazdaságosság, ütemezés, tervezetés, a berendezések kiválasztása és a kivitelező kiválasztása) várhatnak segítséget. Az intézményi energiaracionalizálás e feladatok elvégzését segíti.

Az intézményi energiaracionalizálás folyamatát a 2.4.4.1. ábra mutatja be



2.4.4.1. ábra

Az intézményi energiahatékonyság elemzése

Az intézményi energiahatékonyság elemzése az energiaracionalizálási folyamat része, annak első három feladatcsoportját foglalja magába. Másrészt az intézményi energiahatékonyság-növelési stratégia elkészítésének is alapvető feltétele. E stratégia összeállításának fő célja, hogy meghatározza az önkormányzati intézmények körében az energiahatékonyság jelenlegi szintjét, megfogalmazza az energiahatékonyság-növelési stratégiai feladatait, és megalapozza azt a későbbiekben kidolgozandó cselekvési tervet.

Az intézményi energiahatékonyság elemzés lépései a következők:

- az elemzés módszertanának kidolgozása
- a vizsgálatba bevont intézmények listájának összeállítása
- az intézményi energiahatékonyság felmérés módjának meghatározása
- kérdőív és kiértékelő szoftver kidolgozása
- a felmérés elvégzése
- a beérkezett adatok kiértékelése, az esetlegesen szükséges korrekciók elvégzése
- az elemzés során alkalmazott fajlagos mutatószámok rendszerének kidolgozása
- referenciaadatok választása
- az intézményi adatok összevetése a referenciaadatokkal

- az intézmények rangsorolása a kiválasztott szempontok szerint
- az energiahatékonyság-növelés lehetőségeinek meghatározása
- az elemzés eredményeinek összefoglalása a stratégiakészítéshez

A felmérés és elemzés első lépése hogy az elemzést végző az önkormányzat munkatársaival egyeztetve összeállítja a vizsgálatba bevont intézmények listáját. A következő lépés a felmérés módjának meghatározása. Kétszámú intézmény esetében a szokásos megoldás, hogy külső auditor végez valamennyi intézménynél helyszíni adatgyűjtést és felmérést. Amennyiben a vizsgálandó intézmények nagy száma miatt ez túl hosszú időt venne igénybe, gyorsabb eredményt lehet elérni, ha a az adatgyűjtési, felmérési munka nagy részét maguk az intézmények végzik el, egymással párhuzamosan. Mindkét esetben egy erre a célra speciálisan kifejlesztett kérdőív alkalmazása javasolt. A szakértői felmérés nagyobb megbízhatóságú, de időigényesebb feladat, ezért mindig a helyi viszonyok ismeretében, az önkormányzattal egyeztetve kell döntenie a felmérés módjáról.

Az elemzéshez szükséges felmérésnek ki kell terjednie az intézményekben felhasznált tüzelőanyagok, távhő és villamos energia adataira, valamint az energiafelhasználás mértékét befolyásoló paraméterek meghatározására egyaránt. A munka megkönnyítésére a kérdőívhez kitöltési útmutatót is célszerű mellékelni, hogy egységes legyen a kérdőív értelmezése. A kérdőívek feldolgozására és kiértékelésére külön célszoftver alkalmazása szükséges.

A kérdőívek feldolgozása révén nyerhető adatokat úgy kell feldolgozni és megjeleníteni, hogy azok egymással, korábbi értékekkel, és referenciaadatokkal összehasonlíthatók lehessenek. Az összehasonlíthatóság megvalósítható közös dimenzióra hozással, és fajlagos mutatószámok képzésével.

Az energiafelhasználás egyik közös dimenziója az energiahordozók hőértéke (Joule), melyet a természetes mértékegységben mért mennyiség (pl. szilárd tüzelőanyagok esetén mázsa vagy tonna, gáz esetén m^3 stb.), illetve az adott energiahordozó fűtőértékének (Joule/naturális mértékegység) szorzatából kapunk (Kivételt képez ez alól a víz, ezt továbbra is m^3 -ben kell megadni). A másik közös dimenzió a forintban mért energiaköltség.

4.5. Az intézményi energiahatékonyság elemzése II.

Az adatok kiértékelésének egyik módja a különféle fajlagos energiafelhasználási mutatószámok képzése és meghatározott viszonyítási értékekkel való összehasonlítása. Ennek célja, hogy szakmailag elfogadható és indokolt szintű energiafogyasztási szintekhez lehessen a jelenlegi energiafelhasználást hasonlítani (pl. szabvány szerinti hőigények, valamilyen nagyobb fogyasztói kör átlagos értékei stb.) Az egyes energiafelhasználási módzatoknál más-más viszonyítási alapot is lehet alkalmazni, de ezt rögzíteni kell az elemzés módszertanában. Fontos vizsgálati szempont az azonos típusú intézmények (homogén csoportok) értékeinek egymáshoz való hasonlítása is.

A fajlagos mutatók képzésénél három szempontot kell figyelembe venni:

- Az energiafelhasználási célok az önkormányzati intézményeknél sokfélék lehetnek, pl. az önkormányzati intézmények fűtési hőigénye, világítás villamosenergia-igénye stb. Az elemzés során csak azonos célú energiafelhasználásokat kell és szabad egymással összehasonlítani.
- A fajlagos mutatószám egy tört, melynek számlálójában az adott célra felhasznált energia mennyisége szerepel hőértékben vagy forintban.
- A nevezőben azok a tényezők, vagy azoknak a tényezőknek a szorzata szerepel, melyek az adott célra felhasznált energia mennyiségét befolyásolják. Ilyen például épületfűtés esetén a fűtött légtérfogat és az időjárás hatásait figyelembe vevő hőfokhíd.

Az eredményeket az áttekinthetőség és szemléletesség kedvéért célszerű grafikus formában, diagramokon megjeleníteni. A továbbiakban példaként felsoroljuk az intézményekre leggyakrabban értelmezhető fajlagos energiafelhasználási mutatókat:

- Intézmények fajlagos fűtési energiafelhasználása: a GJ-ban vagy forintban mért fűtési célú energiafogyasztás vetítve a fűtött légtérfogat [lm^3], az intézmény kihasználtsága [üzemóra/fűtési szezon] és a fűtési szezonra jellemző foknap szorzatára, ahol: foknap = napok száma x (átlagos belső hőmérséklet – átlagos külső hőmérséklet).

- Intézmények fajlagos melegvíz-felhasználása: a GJ-ban, vagy m³-ben, vagy forintban mért melegvíz-fogyasztás vetítve az intézmény kihasználtságára, amit főóra dimenzióban lehet mérni (az adott időszakban összesen hány fő, hány órát tartózkodott az intézményben).
- Hasonlóan számítható a m³-ben vagy forintban mért fajlagos hidegvíz-fogyasztás.
- Intézmények fajlagos villamos energia felhasználása: a kWh-ban vagy forintban mért villamos energiafogyasztás vetítve az intézmény fő x órában mért kihasználtságára.

Az egyes fajlagos mutatószámok értékelésénél összehasonlításként különböző viszonyítási alapokat lehet alkalmazni. Választható a település intézményeinél korábban elvégzett vizsgálat eredménye. Ennél jobb alapot jelent, ha az adott mutatószámra vonatkozóan országos, vagy külföldi felmérésekből származó referenciaértékek állnak rendelkezésre. Amennyiben szabvány, vagy jogszabály határoz meg referenciaértékként használható adatokat, ezt mindenképpen célszerű alapul venni.

A fenti elemzés keretében el kell végezni a vizsgálatba bevont intézmények rangsorolását és értékelését a különböző vizsgálati szempontok szerint.

Az elemzés további lépése a különböző energiahatékonyság-növelési technikák segítségével elérhető energiatakarékosági lehetőségek, és egy átfogó intézményi energiagazdálkodási rendszer kialakítása és bevezetése feltételeinek és módjának bemutatása.

Az elemzés végén javaslatokat kell kialakítani az intézményi energiahatékonyság-növelési stratégia kidolgozásához.

Az intézményi energiahatékonysági elemzések hasznosak az önkormányzat számára az energiahatékonyság helyzetének áttekintése és a fő stratégia területek kijelölése szempontjából. Ezek az elemzések azonban nem adnak választ arra, hogy az energiahatékonyság mely okok miatt tér el egymástól az összehasonlított intézmények között, illetve a választott referenciaértékektől való eltérés okaira sem adnak választ. E kérdésekre az energiavesztés feltáró vizsgálatok (energiaaudit) adnak csak valódi választ.

A stratégiai rendszerszemléletű energetikai fejlesztéseknek a technológiai beavatkozásokon kívül a tudatos energiafelhasználás szemléletének propagálásán és az önkormányzat energiatudatos gazdálkodásán kell alapulniuk. A maximális hatékonyságot e három feltétel teljesülésével lehet elérni, amennyiben valamelyik kimarad ráfordításaink vagy csak részben, vagy egyáltalán nem térülnek meg.

Az önkormányzati energiahatékonyság-növelés sikerének feltételeit a 2.4.5.1. ábra mutatja be.



2.4.5.1. ábra

5. Önkormányzati energiahatékonysági elemzések II.

A lecke célja az önkormányzati intézményeknél történő energiavesztés-feltárási tevékenység megalapozását szolgáló elemzési módszerek elméleti alapjainak és alkalmazásuk módjának bemutatása.

A lecke bemutatja az önkormányzati intézményi energetikai veszteségfeltárási szakterületeit, az intézményi energetikai veszteségfeltárási fő lépéseit, az energiaköltség csökkentés önkormányzati intézményeknél előforduló leggyakoribb lehetőségeit. Ismerteti az önkormányzati intézményi energiagazdálkodási rendszer feladatait, az energiafigyelés és célkitűzés elvét, az energiafogyasztási célkitűzés meghatározásának, a célfüggvény kijelölésének módszereit. Bemutatja, hogy melyek az önkormányzati energiagazdálkodás esetében leggyakrabban figyelembe vehető megújuló energiafajták, és mi a közös jellemzőjük.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 2 tanóra.

5.1. Energiavesztések feltárása önkormányzati intézményeknél I.

A szükséges önkormányzati intézményi energiahatékonysági beruházásokat az energiagazdálkodási rendszer alkalmazásával lehet kiválasztani. Ez teszi lehetővé, hogy az intézményekkel energiahatékonyságuk szintje szerint meghatározott sorrendben lehessen foglalkozni. A fajlagosan is és volumenében is legtöbbet fogyasztó intézményeknél kell kezdeni az energetikai átvilágításokat, melyek célja a veszteségek feltárása és a felszámolásukhoz szükséges intézkedések, beruházások kijelölése.

Annak eldöntése, hogy az éves költségvetésből egyszerre hány intézmény energetikai átvilágítása és korszerűsítése valósítható meg, az önkormányzat döntéskörébe tartozik. Az energiagazdálkodási rendszer működtetése az optimális sorrend kialakítását teszi lehetővé.

Az intézményi energiagazdálkodás hatékonyságát nagymértékben növeli a megfelelő érdekeltégi rendszer alkalmazása. A jelenleg az önkormányzatok döntő hányadánál alkalmazott bázis-szemléletű költségvetés nem teszi lehetővé, hogy az intézmények energiaköltség-megtakarításukat részben vagy egészben egyéb célokra fordíthassák, hiszen a következő évi energiaköltség-előirányzatnak az előző év fogyasztása az alapja. Szerencsésebb az intézményi energiaköltségek null bázis szemlélet szerinti meghatározására. Ilyenkor az energiaköltségek alapja nem az előző évi tényfogyasztás, hanem a sok éves átlagfogyasztás (Ha például a fűtésre meghatározott költségvetési keret az előző év energiafogyasztásán alapul, akkor egy enyhébb telet követő zordabb időjárású évben nem lesz elegendő összeg a tüzelőanyag-számlák kifizetésére). Ezzel elérhető, hogy az intézmények is érdekeltté váljanak a takarékos üzemeltetésben és az energiagazdálkodási rendszerrel való együttműködésben. Természetesen a bázisfogyasztás meghatározása, illetve az éves megtakarítások mértékének megállapítása ugyancsak energetikai szakértelmet igényel, a megtakarítások felosztása az adott intézmény és önkormányzat között pedig gazdasági és politikai kérdés.

Energetikai veszteségfeltárási

Az energetikai veszteségfeltárási célja energiaköltség-csökkentő beavatkozások (projektek) azonosítása. A veszteségfeltárási annál jobb munkát végez, minél több jó javaslatot tud tenni, azaz minél több olyan lehetőséget tár fel, melynek segítségével csökkenteni lehet a költségeket gazdaságos ráfordítással.

A veszteségfeltárási komplex szakértelmet és gyakorlatot igénylő munka. A veszteségfeltárási egyrészt tudnia kell minősíteni a létesítmény üzemeltetésének gyakorlatát, másrészt fel kell tudnia mérni a műszaki létesítmények állapotát. Bizonyos értelemben a veszteségfeltárási „jobban kell értenie” a műszaki kérdésekhez, mint az előtte dolgozó tervező és kivitelező mérnököknek, hogy rá tudjon mutatni az általuk – esetleg nem tudatosan – elkövetett hibákra.

Az energetikai veszteségfeltárási sok esetben megelőzi az intézményi energiahatékonysági elemzés elvégzését. Ez azonban nem mindig van így. Gyakran azonban egy-egy kiválasztott intézménynél a veszteségfeltárási nincs előzménye, így ebben az esetben az elemzés és a veszteségfeltárási feladatait együttesen végzik el.

Az energetikai veszteségfeltárási szakterületei

Az önkormányzati intézmények fizikailag tipikusan oktatási, egészségügyi, hivatali, szociális és kulturális célokat szolgáló épületek, ezen kívül előfordulnak sport- vagy szórakoztatási célú nem épületjellegű

létesítmények is. Az önkormányzati intézmények energetikája így elsősorban épületenergetika, de bizonyos létesítménytípusokban vannak technológiai üzemek is, pl. tanműhelyek, konyhák, mosodák, sterilizáló stb.

Az intézmények energetikai veszteségfeltárása így a következő szakterületekre terjed ki:

- Építész szakterület: az épülethéj hőtechnikai kialakítása, benapozás és passzív napenergia-hasznosítás, az épület funkcionális megfelelősége.
- Épületgépész szakterület: fűtés, szellőzés, légkondicionálás.
- Világítástechnikai szakterület: a belső terek mesterséges világítása.
- Épületvillamos szakterület: az épület gazdaságos és biztonságos villamosenergia-ellátása.
- Kalorikus gépész szakterület: nagyobb kazánházak, illetve kapcsolt energiatermelő létesítmények.
- Technológus gépész szakterület: technológiai energiafogyasztók.

Természetesen nincs olyan veszteségfeltáró mérnök, aki az összes felsorolt területen tapasztalattal rendelkezik. A veszteségfeltárást így célszerűen egy energetikus mérnöknek kell irányítania, akinek valamilyen szinten minden szakterületre rálátása van, és ismeri a veszteségfeltárás módszertanát. Az energetikus mérnök alapképzettsége az előbbi szakterületek bármelyikéről lehet. A veszteségfeltáró bizonyos – a következőkben ismertetett – alapvizsgálatok elvégzése után azonosítani tudja azokat a területeket, amelyekre speciális szakértőket kell behívnia.

Az energiastatisztikák tanulmányozása

Amennyiben energiahatékonysági elemzés nem előzte meg a veszteségfeltárást, az első szükséges lépés az energiastatisztikák tanulmányozása. Az intézményi energiahatékonysági elemzés során ezeket az információkat korábban már feldolgozták és kiértékeltek.

A következő adatokat célszerű – a megelőző három teljes évre – beszerezni és értékelni:

- az intézmény megnevezése,
- funkciója,
- címe, földrajzi elhelyezkedése
- jellemző mérete (pl. „x” osztályos iskola, „y” ágyas kórház stb.),
- a beépített alapterület vagy a fűtött légtérfogat,
- éves energiafelhasználás energia fajtként (villamos energia, gáz, távhő, HMV, ivóvíz, szén, olaj stb.), havi bontásban,
- éves energiaköltség energia fajtként,
- az energiafelhasználás célja (fűtés, melegvíz-szolgáltatás, szellőzés, világítás, konyha, mosoda stb.),
- az épület(ek) rövid jellemzése és kora (pl. „15 éves panelház” vagy „30 éves téglapületek utólagos szigeteléssel” stb.),
- a közelmúltban végrehajtott lényegi korszerűsítések rövid leírása (pl. „a belső világítás teljes rekonstrukciója x évben” stb.).

Az adatok tanulmányozásából a veszteségfeltáró az alábbi következtetéseket vonhatja le:

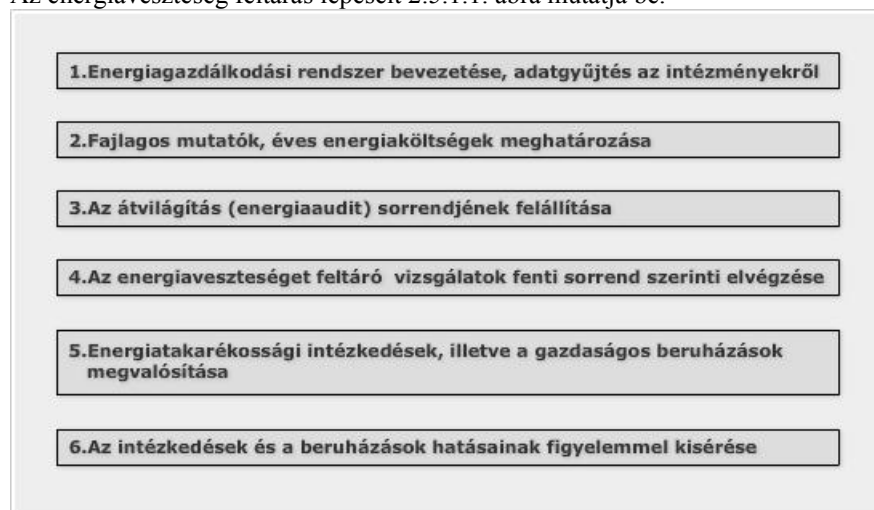
- egyáltalán van-e energiastatisztika az intézményről,
- mennyire részletesek és megbízhatóak az adatok,

- hol képzik, illetve gyűjtik az adatokat (az intézménynél, az önkormányzatnál, esetleg valamilyen fenntartó szervezetnél),
- mennyire jelentősek az energiaköltségek,
- mi az energiafogyasztási és költségadatok trendje.

Fajlagos mutatószámok képzése és értelmezése

A mutatószámok képzésének módját korábban már az intézményi energiatakarékosági elemzés témakörben tárgyaltuk.

Az energiaveszteség feltárás lépéseit 2.5.1.1. ábra mutatja be.



2.5.1.1. ábra Forrás: Hatékony települési energiagazdálkodás kézikönyv (Energiagazdálkodási Rt.)

5.2. Energiaveszteségek feltárása önkormányzati intézményeknél

II.

Részletes vizsgálatok

Az energiafogyasztási adatok elemzésével a veszteségfeltáró mérnök rá tud mutatni azokra a területekre (pl. fűtés, belső világítás, ivóvízfogyasztás stb.), amelyeken indokolatlanul magasnak tűnik az energiafelhasználás, így jó esély van költségcsökkentési javaslatok kidolgozására.

Miután a vizsgálandó területeket kijelöltük, a következő lépéseket kell tennünk:

- Elsőként kell tární az energiaveszteségek forrását, vagy forrásait. Pl. a nagy fűtési energiafogyasztást okozhatják: az elavult kazánok rossz hatásfoka; a fűtési rendszer kialakítása miatt a helyi túlfűtések; a szabályozatlanság; a szakszerűtlen üzemeltetés; az épülethatároló szerkezetek (falak, ablakok, földemek) rossz hővédelme, de akár a túlzott felhasználói igények is. A villanyszámla lehet műszaki okból (pl. az elavult berendezések miatt) is magas, de az is előfordulhat, hogy az intézmény előnytelen szolgáltatási szerződést kötött az áramszolgáltatóval.
- Ezt követően meg kell állapítani, hogy az egyes veszteségforrások ténylegesen mekkora energiaveszteséget okoznak naturáliában (pl. m³ gáz, kWh villamos energia stb.) és forintban. A korrekt számítások megalapozásához gyakran helyszíni mérésekre is szükség van (kazánhatásfok-mérés, belső hőmérséklet-lefutások regisztrálása, megvilágítás mérés stb.)
- Végezetül kell határozni azokat az intézkedéseket, melyekkel a veszteségek megszüntethetők vagy csökkenthetők. Az intézkedések irányulhatnak a fogyasztói vagy üzemeltetési gyakorlat megváltoztatására, illetve javasolhatnak valamilyen beruházást (elavult berendezések cseréje, épületszigetelés stb.).

A költségcsökkentési lehetőségek fajtái, példái

Egy intézmény energiaköltségét általában a következő tényezők határozzák meg:

- Az épület kialakítása – tehát hogy mekkora, milyen a felület/térfogat aránya, milyen a határoló szerkezetek hővédelme stb.
- Az épület állaga – tehát hogy az eredetileg beépített szerkezetek milyen műszaki állapotban vannak. Az épület állaga kor- és karbantartásfüggő.
- Az energetikai (fűtő-, világító, szellőztető, technológiai) berendezések kialakítása.
- Az energetikai berendezések állaga - tehát pl. mennyire öregedtek el a kazánok, a lámpatestek, működnek-e a fűtésszabályozók stb.
- Az energetikai berendezések üzemeltetésének sajátosságai – helyesen vannak-e beállítva az égők és szabályozók, lecsökkentik-e a fűtést a hétvégékre stb.
- Az energiavásárlás körülményei – az optimális energiafajttával fűtenek-e, helyesen kötötték-e meg az áramvásárlási szerződéseket stb.
- Végül, de nem utolsó sorban, a végfelhasználók szokásai, viselkedése – tehát milyen helyiség-hőmérsékleteket igényelnek, égve hagyják-e feleslegesen a villanyt stb.

A befolyásoló tényezők megértése lehetőséget ad arra, hogy a költségcsökkentési beavatkozások típusait is megértsük.

- Az energiafogyasztók befolyásolásával ráfordítás nélkül takaríthatunk meg költséget. Ehhez érdekeltté kell tenni a fogyasztót pozitív vagy negatív motivációval. A pozitív motiváció azt jelenti, hogy a fogyasztó energiatudatosságát és környezettudatosságát fejlesztjük, elmagyarázzuk, hogy milyen problémákat okoz az energiapazarlás, és hogy ennek elkerülésére ő személy szerint mit tehet. A negatív motiváció szankciókat tartalmaz az energiaköltségek túllépése esetére.
- Sok esetben lényeges költségmegtakarítást lehet elérni az üzemeltetés színvonalának javításával. Ehhez az szükséges, hogy legyen üzemeltető/karbantartó személyzet, és az jó szakértelemmel, érdekeltséggel rendelkezzen. A szakértelem megfelelő szakemberek alkalmazásával, képzésével biztosítható. Az érdekeltség megteremtése – legalábbis az anyagi érdekeltisége – az önkormányzati gazdálkodás viszonyai között nem egyszerű.
- Különösen a nagyobb intézményeknek több választási lehetősége van arra nézve, hogy milyen szerződést kössön az áramszolgáltatóval, illetve egyéb szolgáltatókkal és szállítókkal. A szolgáltatói/szállítói szerződések felülvizsgálatával, értékelésével, és a tényleges szükségletek szerinti módosításával gyakran milliós nagyságrendű költségeket lehet megtakarítani ráfordítás nélkül.
- A költségcsökkentési beavatkozások fontos, sokszor alulértékelt formája a fokozott karbantartás. A karbantartás elhanyagolása minden esetben növeli az energiaköltségeket, viszont a szakszerű karbantartás – a nyílászárók tömítettségének fenntartása, a kazánok tisztítása és beállítása, a világítási armatúrák tisztán tartása stb. – gyakran a leghatékonyabb költségcsökkentő beavatkozás.
- Jelentősebb ráfordítást igényel a meglévő berendezések, létesítmények felújítása, illetve feljavítása. Ilyenkor meghagyják a régi berendezést, de jobb energetikai tulajdonságokat eredményező beavatkozásokat hajtanak végre rajta. Néhány példa: fűtőberendezések ellátása korszerű (esetleg programozható) szabályozóval, nyílászárók felújítása, világításvezérlők beépítése stb.
- Végül a műszaki berendezések, létesítmények területén végrehajtott beruházási intézkedéseket kell megemlíteni. Ide tartozik például a kazáncsere, a nyílászárócsere, a falak utólagos hőszigetelése, a nagyobb szabású fűtési vagy világítási korszerűsítés.

Energiaracionalizálási projektek

Az energetikai veszteségfeltárás hasznos végeredményét a projektek adják. A „projekt” fogalmába ebben az esetben minden olyan beavatkozás beletartozik, ami az adott létesítmény adott cél szerinti üzemeltetésének energiaköltségét csökkenti. Projekt lehet a kezelők tudatosságának javítása vagy megfelelő érdekviszonyainak kialakítása, a más tüzelőanyagra (például megújuló energiaforrások alkalmazására) való áttérés, az

energiaellátási szerződés módosítása, esetleg a rendszer működtetésének koncesszióba adása. A leggyakoribb projektek műszaki típusúak: az épülethéj feljavítása, a fűtőberendezés beállítása vagy cseréje, a lámpatestek cseréje stb.

5.3. Önkormányzati energiagazdálkodási rendszerek kidolgozása I.

Az intézményi energiagazdálkodási rendszer feladata

Az intézményi energiagazdálkodás alapvető célja, hogy az intézmények számára biztonságos energiaellátást biztosítson a lehető legkevesebb költséggel. A gazdálkodás lényege pedig az, hogy tisztában legyünk azzal: az energiafelhasználás sok-e vagy kevés, indokolt-e az adott fogyasztás, túlzott fogyasztás esetén pedig beavatkozzunk. Mindez nyilvánvalóan csak akkor érhető el, ha megfelelő információ áll rendelkezésre, valós célokhoz hasonlítják az adatokat, minden érintett tájékoztatást kap, a beavatkozásoknak intézményesített formája van – tehát energiagazdálkodási rendszer működik.

Az energiagazdálkodási rendszernek az alábbi feladatokat kell ellátnia:

- Biztosítsa az energiafogyasztási és más szükséges adatok gyűjtését megfelelő gyakorisággal.
- Tegye lehetővé (megfelelő módszer alkalmazásával) az adatok reális kiértékelését, ezen belül
 - az egyes intézmények egymással való összehasonlítását, „rangsorolását”,
 - az energiaköltségek reális voltának megítélését.
- Biztosítsa, hogy minden érdekelt megfelelő szintű információt kapjon. Különösen az energia-végfelhasználók esetében fontos, hogy tájékozódhassanak saját „teljesítményükről”.
- Tegye lehetővé a hatékony beavatkozást jelentős többletfogyasztások esetén.
- Segítsen meghatározni és tervezni a hatékonyságjavítási beavatkozásokat, beruházásokat.
- Szolgáljon alapul a hatékonyságjavító intézkedések eredményének kimutatásához.
- Segítse a reális energiaköltségek tervezését.

Az energiagazdálkodási rendszer megvalósításának és bevezetésének elengedhetetlen feltétele az „energiafigyelés és célkitűzés” elvének alkalmazása.

Az energiafigyelés és célkitűzés elve

Mint minden gazdálkodási tevékenységre, úgy az energiával való gazdálkodásra is igaz, hogy az alapvető információk hiányában lehetetlen azt eredményesen folytatni. Az önkormányzati intézményeknek, illetve adott esetben maguknak az önkormányzatoknak az energetikai adatgyűjtésére rendszerint az a jellemző, hogy csupán a szolgáltatói számlákon megjelenő fogyasztási adatokat tartják nyilván – elsősorban a következő évi költségvetési igény alátámasztására.

Az energiaszámlákról leolvasható havi fogyasztási adatok nyilvántartása megfelelő elemzés nélkül azonban messze nem elégséges információ. Az energiafogyasztási adatok csak akkor értékelhetők reálisan, ha azokat ésszerűen választott elvárt, ún. „célértékkel” összehasonlítva vizsgáljuk. A célértéktől való eltérések ezután számos technikával elemezhetők, és az elemzés eredményeitől függően beavatkozásokra kerülhet sor. Ugyanakkor az is igen fontos, hogy mind az adatgyűjtés, mind az elemzés rendszeresen és megfelelő gyakorisággal történjék. Könnyen belátható, hogy csupán a szolgáltatói számlák adatainak elemzése nem kielégítő: például egy mérő utáni csőtörés esetén jelentős kárt okozhat, ha rendszeres leolvasás híján csak egy-két hónappal később, a sokszorosán magasabb vízszámlából derül ki a hiba. A rendszeres mérésen, valamint a mért értékek és a valós célérték közötti eltérések elemzésén alapuló energiagazdálkodási módszert nevezzük „energiafigyelés és célkitűzés”-nek (A módszert és a hozzá kapcsolódó elemzési technikákat Nagy-Britanniában fejlesztették ki az 1980-as években. Az első hivatkozás R.J. Aird-nak, a Loughborough-i egyetem munkatársának az Energiaügyi Minisztérium „Energy Management” (Energiagazdálkodás) c. lapjában jelent meg, 1980-ban.) (E&C).

Nyilvánvaló, hogy a módszer eredményessége többek között alapvetően függ attól, hogy a kitűzött célok mennyire reálisak, és nem utolsósorban attól, hogy e célok mennyire elfogadhatók az energia-végfelhasználók számára. Reális célértékek többféle módon is előállíthatók. Az egyik lehetőség, ha az adott létesítmény energiafogyasztását az épületfizikai jellemzők, kihasználtsági mutatók, meteorológiai viszonyok és számos egyéb tényező alapján modellezzük, és így állapítjuk meg, hogy adott viszonyok között mekkora a reálisan várható fogyasztás. Bár ez nyilvánvalóan meglehetősen pontos módszer, olyan mennyiségű adat gyűjtését és olyan mélységű számítások elvégzését teszi szükségessé, ami szinte csak „laboratóriumi” körülmények között elképzelhető – egy önkormányzatnál sem a szükséges erőforrások sem a megfelelő idő és adatmennyiség nem áll rendelkezésre.

Bár nem ilyen pontos, de eredményeiben egyáltalán nem rosszabb módszer, ha a célok meghatározásakor abból indulunk ki, hogy az épület hosszabb idő távlatában hogyan „viselkedett”, azaz adott körülmények között hogyan alakult az energiafelhasználása. E módszer alkalmazásához az energiafelhasználáson kívül azt is ismerni kell, hogy azt milyen tényezők befolyásolják. Intézmények esetében általában elegendő a fűtési fogyasztást alapvetően meghatározó külső hőmérséklet, illetve a fűtésen kívül a villamos energia felhasználásra és a vízfogyasztásra hatást gyakorló kihasználtsági adatok – létszám és üzemidő – nyilvántartása.

Megfelelő számú adat birtokában statisztikai módszerekkel (az egyszerűség kedvéért célszerű lineáris regressziót alkalmazni) elő lehet állítani azt a függvényt (egy változó esetében ez egy egyenes) amely leírja, hogy adott körülmények esetén mekkora fogyasztás várható a létesítmény múltbeli viselkedése alapján. Ennek alapján például meg lehet mondani, hogy egy gimnázium, ha egy adott héten, amikor az átlagos hőmérséklet – 2,5°C, az 1000 tanuló 96 órán át használja az épületet, akkor 320GJ értékű gázt, 5200kWh villamos energiát és 150m³ vizet fog fogyasztani.

A módszer, különösen egy nagyobb önkormányzat esetében, meglehetősen sok adat rendszeres feldolgozását igényli. Ezt nagyban könnyítheti számítógép használata. Bár a rendszer nem kíván feltétlenül speciális programokat, hiszen a feladat általánosan használt táblázatkezelőkkel is megoldható, mégis javasolható egy ilyen célra kifejlesztett célprogram használata.

Fontos hangsúlyozni, hogy az energiafigyelés és célkitűzés módszerén alapuló energiagazdálkodási rendszer nem csak az adatok előbb leírt gyűjtéséből és elemzéséből áll – sőt ez csak a kisebb része a teljes folyamatnak. Eredmények, energiamegtakarítás és költségcsökkentés csak akkor várható, ha a feldolgozott adatok és a kapott eredmények alapján beavatkozás történik. Ennek első lépése az eltérések okainak megkeresése. Meg kell jegyezni, hogy nem csak akkor van erre szükség, ha kiértékelés túlfogyasztást mutat, hanem akkor is, ha a valós fogyasztási adatok rendre a célfüggvény értékei alatt maradnak, tehát megtakarítások jelentkeznek, hiszen célszerű azt is megvizsgálni, hogyan biztosítható, hogy ez hosszú távon így maradjon.

Az eltérések okait vizsgálva meg kell állapítani, milyen beavatkozás szükséges ahhoz, hogy a túlfogyasztásokat megszüntessük, illetve a megtakarításokat megőrizzük. A beavatkozás sokféle lehet, a beruházást nem igénylő intézkedésektől (pl. a karbantartó vagy takarítószemélyzet kioktatása, fűtési szabályozó átprogramozása) a kis beruházást igénylő beavatkozásokon át (pl. ablakszigetelés öntapadó gumicsikkal) a komolyabb beruházást igénylő projektekig (pl. kazáncseré).

Nyilvánvaló, hogy a beavatkozások módosítják az intézmények energiafogyasztási jellemzőit, tehát egy idő után a célfüggvény módosítására van szükség. Hangsúlyozni kell, hogy a folyamat ciklikus, tehát a beavatkozások hatására megváltozott paramétereket rendszeresen módosítani kell a kiértékelő folyamatban.

5.4. Önkormányzati energiagazdálkodási rendszerek kidolgozása II.

Az energiafigyelés és célkitűzés elvén működő energiagazdálkodási rendszer alkalmazásának legfontosabb előfeltételei a következők:

Az önkormányzat elkötelezettsége.

Itt hangsúlyozni kell, hogy a hazai tapasztalatok alapján nem elegendő az önkormányzat döntése, a rendszer csak akkor lehet sikeres, ha az intézmények is megismerik, megértik a módszert és az abból adódó előnyöket, támogatják azt, valamint érdekeltek a megtakarításokban.

Az előzetes felmérés, információáramlás megszervezése.

E fázis feladata, hogy felmérje az energiafogyasztók (intézmények) alapadatait, megállapítsa milyen energiahordozókat használnak, áttekintse, hogy milyen energetikai mérések vannak kiépítve, meghatározza az egyes energia-végfogyasztók energiafelhasználását befolyásoló tényezőket. Alapvetően fontos hangsúlyozni, hogy a rendszer alapja kétirányú információáramlás. Ezért fontos elem az információáramlás megszervezése, tehát az, hogy megállapítsák ki milyen gyakorisággal milyen úton (telefon, fax, szóbeli közlés stb.) fog az egyes intézményektől adatokat szolgáltatni, illetve milyen gyakorisággal milyen információhoz, jelentésekhez jut az adott intézmény. Itt kell azt is megállapítani, hogy az önkormányzaton belül ki milyen adatokhoz jut. Az önkormányzat szervezeti felépítésétől függően célszerű például a pénzügyi osztályt, a jegyzőt informálni a fontosabb adatokról. Fontos azonban, hogy az információ testre szabott legyen. Magasabb szinten például nem érdemes túl részletes kimutatásokat készíteni, csak egy-két jellemző értéket és a megfelelő trendeket célszerű feltüntetni, lehetőleg könnyen áttekinthető, grafikus formában.

A felhasználás figyelése.

Ez az elem a felhasználások és befolyásoló tényezők rendszeres mérését jelenti, azaz gyakorlatilag a mérők rendszeres leolvasását, ill. a hőmérséklet és kihasználtsági adatok (tehát a fogyasztást befolyásoló tényezők) megállapítását. Önkormányzatok esetében a heti rendszerességgel végzett leolvasás látszik optimálisnak. Ez az időszak elég rövid ahhoz, hogy eltérések esetén időben be lehessen avatkozni, de elég hosszú ahhoz, hogy a leolvasások időpontjának kisebb (néhány órá) eltéréséből adódó különbségek ne legyenek túl nagyok.

Célfüggvény-kijelölés, elemzés, kiértékelés.

Mint láttuk, az E&C módszer viszonylag egyszerű statisztikai eljárással az elmúlt időszak adatai alapján jelöli ki a célfüggvényt. Az elemzés során ezzel a célfüggvénnyel vetjük össze az adott energiafogyasztásokat. Az eltérések kiértékelésének többféle módszere van, így pl. lehetőség van trendgörbék, eltérési diagramok, ill. akkumulált eltérések grafikus **ábrázolására**. E módszerek segítségével igen gyorsan értékelhető egy technológiai változás, vagy energiamegtakarító intézkedés számszerűsített hatása. Fontos, hogy a kiértékelés gyakorisága megfeleljen a leolvasások gyakoriságának. A kiértékelés eredményeit vissza kell jelezni a végfelhasználók felé.

Új célfüggvény kijelölése.

Nyilvánvaló, hogy a rendszer működtetése során végzett beavatkozások hatására az energiafogyasztás jellege változhat, ezért a célfüggvényeket rendszeresen (célszerűen legalább évente), ill. nagyobb technológiai vagy egyéb változtatások után frissíteni kell.

Beavatkozások.

A rendszer csak akkor működik hatékonyan és akkor generál megtakarításokat, ha a kiértékelések nem öncélúak, hanem azok alapján beavatkozásokat végzünk az energiafelhasználás csökkentése érdekében. A beavatkozások többfélék lehetnek, a költséget nem kívánó szervezési, munka átütemezési típusú javaslatoktól a dolgozók képzésén át a beruházást igénylő projektekig. Fontos hangsúlyozni, hogy a kiértékelés csak arra szolgál, hogy behatárolja a lehetséges beavatkozás helyét, de a konkrét beavatkozáshoz a helyszínen további vizsgálatokat kell végezni.

5.5. A megújuló energia alkalmazásának elemzése önkormányzatoknál

Egy település energiaellátásának tüzelőanyag-szerkezete történelmi fejlődés eredményeképpen alakul ki. A ma működő önkormányzatok adott helyzetet örökölték és a helyzeten változtatni csak az energiaellátó infrastruktúra átalakításával, fejlesztésével tudnak.

Az önkormányzatok a rendezési tervek készítésekor, ill. korszerűsítésekor találkoznak az energetikai infrastruktúra és a település tüzelőanyag-szerkezetének kérdéseivel. Ilyenkor kell dönteniük például arról, hogy a település adott részén távhőszolgáltatással vagy például egyedi gázfűtéssel oldják-e meg a hőenergia-ellátást.

A piacgazdaság körülményei között az infrastruktúra fejlődését alapvetően a piaci viszonyok – például az egyes energiahordozók árányai – határozzák meg. Ebbe a folyamatba csak indokolt esetben lehet és célszerű beavatkozni. Egy tipikus beavatkozási lehetőség, amikor az önkormányzat szervezési, esetleg anyagi segítséget nyújt a földgázhálózat fejlesztéséhez. Szintén tipikusnak tekinthető beavatkozás, amikor az önkormányzat

intézkedéseket hoz a tulajdonában álló távhőszolgáltató rendszer piacának védelmére (pl. nem engedélyezi a fogyasztóknak a távhőrendszerrel történő leválást).

A tüzelőanyag-szerkezet egy speciális területe a helyileg képződő megújuló vagy hulladék energiák hasznosítása. Az önkormányzati energiagazdálkodás esetében következő megújuló energiatípusokat kell kiemelni:

- éghető mezőgazdasági hulladékok (szalma, kukoricaszár és -csutka, szőlővenyige, gyümölcsfanyesedék, hagyma- vagy napraforgóhéj stb.),
- éghető erdőgazdasági hulladékok (ág, tuskó, kéreg, energetikai apríték),
- geotermális energia,
- kommunális hulladék,
- szennyvíziszap,
- ipari üzemek hulladék hője (tipikusan füstgáz hő),
- ipari üzemek éghető vagy biogázfejlesztésre alkalmas szerves hulladékai.

A felsorolt energiatípusok közös jellemzője, hogy gazdaságos hasznosításukra csakis helyben adódhat lehetőség. Az alacsony potenciálú (tehát kis hőmérsékletű vagy hozamú) vagy hulladék energiákat ugyanis nagyobb távolságra biztosan nem érdemes szállítani.

A felsorolt megújuló és hulladék energiák általában költségmentesen vagy a hagyományos energiahordozóknál lényegesen olcsóbban állnak rendelkezésre. Ugyanakkor ezeket az energiákat csak drágább technológiai berendezések segítségével lehet felhasználni. Azt, hogy adott településen, adott megújuló vagy hulladék energiát érdemes-e hasznosítani, egyedi vizsgálatokkal dönthető el.

5.6. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

2.5.5-1 esettanulmány

5.6.1. Az önkormányzati megújuló energia hasznosítás néhány magyarországi tapasztalata

1. A megújuló energiák hasznosításának a szoros értelemben vett energetikai eredményeken kívül előnyös környezetvédelmi és foglalkoztatási hatásai is vannak. A megújuló energiák az üvegházhatás szempontjából semlegesek vagy csekély hatásúak. Így a megújuló energia projektek számíthatnak azokra a környezetvédelmi támogatási mechanizmusokra, amelyek Magyarország éghajlatváltozás elleni tevékenységét hivatottak serkenteni. Másrészt a megújuló energiahordozók begyűjtése, feldolgozása és hasznosítása munkaerő-igényes tevékenység, ami helyi foglalkoztatási lehetőségeket teremthet.

2. Számítani lehet arra, hogy a megújuló energiák ára hosszabb távon lassabban fog emelkedni, mint a hagyományos energiáké.

3. Tapasztalat szerint a jelenlegi energiaár-rendszerben a megújuló energiák egyértelműen versenyképesek a tüzelőolajjal, többnyire versenyképesek a cseppfolyós gázzal szemben. A földgázzal szemben a megújuló energiák csak a körülmények szerencsés alakulása esetén (a megújuló energia alacsony vagy „negatív” ára, gázhálózat-fejlesztési költségek kiváltása, kedvező telepítési körülmények stb.) lehetnek versenyképesek.

4. Általában kedvezőbb gazdasági mutatókat lehet elérni, ha egy adott fogyasztó hőigényének kielégítését eleve megújuló energiára alapozzák. Meglévő gáztüzelő berendezést megújuló tüzelőanyagot hasznosító berendezéssel kiváltani csak kevés esetben bizonyulhat előnyösnek.

5. Mind a megújuló, mind a hulladék energiákra igaz, hogy hasznosításuk gazdaságossága az egységjelző növekedésével javul, ezért a vonatkozó projektek fejlesztésénél lehetőség szerint távfűtési célú hasznosítást vagy legalább is nagyobb közületi vagy ipari hőfogyasztók kielégítését kell megcélozni. A megújuló energiákat hasznosító berendezésekre (például biomassza-tüzelő kazánokra) fokozottan érvényes, hogy a beruházási költség a teljesítménytől függ. Gáztüzelő berendezéseknél a fajlagos beruházási költség egészen kis teljesítményeknél se növekszik számottevően, tekintettel arra, hogy ezekből a kis berendezésekből

nagyon nagy sorozatokat lehet gyártani. A megújuló berendezéseknél az üzemeltetési költségek se csökkennek jelentősen az egységteljesítmény csökkenésével.

6. A megújuló és hulladék energiák hasznosítása sok esetben több szereplő (például mezőgazdasági vagy erdészeti üzem, távhőszolgáltató vállalat, közület vagy iparvállalat, beruházó-vállalkozó, finanszírozó stb.) együttműködését igényli. Az önkormányzatoknak fontos szerepe lehet a piaci folyamatok segítésében, a szereplők közötti együttműködés kialakításában, hatékonyabbá tételében.

7. A megújuló és hulladék energiák hasznosításához szükséges technológiák és mérnöki tudás a magyar piacon rendelkezésre állnak, a projektek tulajdonosai mind az előkészítés, mind a megvalósítás folyamán több vállalkozó közreműködésére is számíthatnak.

A fentiekből kitűnik, hogy a megújuló energiák hasznosítása az önkormányzatok számára egy fajta lehetőség, melynek kihasználásával saját intézményeinél vagy a település más energiafogyasztóinál költségmegtakarítást lehet elérni, ezen kívül egyéb előnyös hatások (pl. helyi foglalkoztatottság javítása) kihasználására nyílik lehetőség.

Forrás: Hatékony települési energiagazdálkodás kézikönyv (Energiagazdálkodási Rt, 1999)

B. függelék - Fogalomtár a modulhoz

stratégia: A stratégia a célállapot (jövőkép) elérésének átfogó terve. Helyzetelemzésen alapul, jól definiált célokat tűz ki, ezek eléréséhez eszközöket rendel hozzá, meghatározza a megvalósítás fő intézményeit és folyamatait.

koncepció: A koncepció a stratégia átfogó, magas szintű megalapozása, a stratégia önállóan is értelmezhető része. Elemei a helyzetelemzés, SWOT-elemzés (ehhez kapcsolódóan esetenként STEEPV-elemzés is), a célállapot és a stratégiai alternatívák, a koherencia és a konzisztencia biztosítását szolgáló megfontolások, valamint az előzetes (ex-ante) értékelés.

SWOT-elemzés: A SWOT-elemzés célja, hogy egy szervezet működésében feltárja egy adott termékben, szolgáltatásban, környezetben, folyamatban stb. rejlő piaci lehetőségeket ez által segítse a menedzsmentet a döntéseik meghozatalában. Az analízis lényege, hogy egy táblázatba rendezve mutassa be az adott vállalat erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és a veszélyeztető tényezőket. Elnevezése mozaikszó, amely a felsorolt szempontok angol nevének kezdőbetűiből áll.

STEEPV-elemzés: A STEEPV-elemzés a SWOT-elemzést kiegészítő stratégiai elemző eszköz, amely egy adott piac környezetének társadalmi, technológiai-műszaki, gazdasági, környezeti, politikai-jogi és etikai érték szempontok szerinti vizsgálatára alkalmas. Elnevezése mozaikszó, amely a felsorolt szempontok angol nevének kezdőbetűiből áll. (A gyakorlatban többnyire az etikai értékek szerinti elemzés elmarad, ezáltal a módszer általánosan STEEP néven is ismert)

monitoring rendszer. A monitoring tevékenység folytatása céljából létrehozott intézmények, szervezetek és eszközök, valamint az ezek működtetése érdekében foganatosított intézkedések összessége.

benchmark projekt elemzési módszer: Az elemzés során a létező és ismert projektek elemzésével olyan tipizált projekteket állítanak össze, amelyek alapján különböző típusú projektek megvalósítását, működését tipizált mintaprojekten keresztül lehet vizsgálni.

életciklus-elemzés: A termékek környezeti szempontú értékelési módszerei közül a legelfogadottabb az életciklus-elemzés (angolul Life Cycle Assessment – LCA), amelynek során a termékekkel kapcsolatban környezeti tényezőket és potenciális hatásokat értékelik. Az életciklus-elemzés segít összehasonlítani az egyes termékeket, folyamatokat, hogy azok közül a valóban környezetbarátot lehessen kiválasztani.

kis- és középvállalkozás (KKV): A 2004. évi XXXIV. törvény értelmezésében az a vállalkozás, amelynek összes foglalkoztatotti létszáma 250 főnél kevesebb, és éves nettó árbevétele legfeljebb 50 millió eurónak megfelelő forintösszeg, vagy mérlegfőösszege legfeljebb 43 millió eurónak megfelelő forintösszeg.

energiahatékonysági indikátor: Többnyire fajlagos mutatószámok, amelyek iparáganként eltérőek, de azonos koncepció szerint képezhetők. Az indikátor számlálója általában az energiafelhasználás természetes mértékegységben, hőegyenértékben vagy esetleg költségként számszerűsített értéke, a nevezője pedig valamilyen természetes mértékegységben, vagy értékben kifejezett termelési mennyiség, vagy szolgáltatási tevékenység.

alapterhelés: Az alapterhelés az a teljesítmény, amelyre a villamosenergia-rendszerben folyamatosan szükség van. Ezt alacsony üzemeltetési költségű alaperőművek fedezik.

csúcsterhelés: A csúcsterhelés a legmagasabb terhelésű időszakban keletkezik. Fedezésére – rendszerint csak rövid időszakokra – költséges csúcserőművek bekapcsolására van szükség.

kihasználási óraszám: A kihasználási óraszám olyan érték, amely az energiafogyasztás egyenletességét jellemzi. Számítása: kihasználási óraszám (h) = mért éves fogyasztás (kWh) / lekötött teljesítmény (kW).

energiaracionalizálás: Az energiaracionalizálás célja az adott intézményben adott célra igénybe vett energia hatékonyabb felhasználása. A hatékonyság növelése ebben az esetben azt jelenti, hogy az intézmény tevékenységét változatlan minőségben és komfort mellett, de minél kevesebb energia felhasználásával lássa el.

Javasolt szakirodalom a modulhoz

Energetika. Dr. Büki, Gergely. Műegyetemi Kiadó, Budapest. 1997.

Ökológiai életciklus- és költség/haszon elemzés. Nádudvari, Zoltán. Műegyetemi Kiadó, Budapest. 2000.

Energiaveszteségek feltárása. Energia Központ, Csináljuk jól sorozat. 2002.

3. fejezet - Megújuló energia hasznosítási technológiai rendszerek elemzése

A modul célja a leggyakrabban alkalmazott megújuló energia hasznosítási technológiák gazdasági és környezeti szempontú elemzési módszereinek bemutatása, és az elemzések gyakorlati alkalmazási készségeinek fejlesztése. A tananyag feltételezi, hogy a gazdasági szempontú elemzések és a környezetvédelmi vonatkozású elemzések más tantárgyak keretében részletesebben lesznek tárgyalva, ezért e tárgy keretében a máshol megszerzett elméleti tudás gyakorlati alkalmazása szerepel.

A modulnak nem célja, hogy részletesen bemutassa a megújuló energia hasznosítási technológiák fajtáit, működésük technikai jellemzőit, műszaki megoldásait. A modulban tárgyalt tananyag feltételezi, hogy a műszaki szakmai tárgyak keretében a hallgatók már korábban megismerkedtek a különböző megújuló energia fajták jellemzőivel, hasznosíthatóságuk lehetőségeivel, és a hasznosítást lehetővé tevő különféle technológiák működésével, műszaki paramétereivel. Ezekre az ismeretekre építve a tananyag bemutatja a megújuló energia hasznosítási technológiák gazdasági és környezeti elemzésének alapelveit, az alkalmazható elemzési módszereket, és az egyes fő technológia típusokra vonatkozóan bemutatja az elemzés jellemző szempontrendszerét és módját.

A tananyag egységes módszertan szerint elemzi az egyes megújuló energia hasznosítási technológiákat. A módszertan ismerteti a referenciatechnológia fogalmát, kiválasztásának alapelveit, és egy lehetséges alkalmazását a hőenergia ellátásban részt vevő megújuló energia technológiák esetében. A gazdasági elemzés módszertana bemutatja, hogy az egyszerűsített és gyors elemzések során az egyes technológiák beruházási és az üzemeltetési költségei hogyan határozhatók meg (részletesebb gazdasági elemzések e tantárgy keretében nem kerülnek sorra). A környezeti és életciklus-elemzés módszertana a tananyag korábbi fejezetében már bemutatott életciklus-elemzési technikán alapul, kiegészítve a további környezeti hatások vizsgálatának kérdéseivel.

A modul sorra veszi a leggyakrabban előforduló megújuló energia hasznosítási technológiákat a napenergia, a geotermikus energia, a szélenergia és a vízenergia szakterületén, bemutatja a referenciatechnológia kiválasztásának módját, a választott technológiák gazdasági, életciklus- és környezeti elemzésének szempontrendszerét, és bár nem terjed ki a részletes elemzés elvégzésére, de bemutatja a szakirodalomban megtalálható elemzések néhány fontosabb eredményét.

A megújuló energia hasznosítási rendszerek elemzése modul tananyaga elsajátításának teljes időszükséglete 11 tanóra.

1. A megújuló energia hasznosítási rendszerek elemzésének módszertana

A lecke célja a megújuló energia technológiák gazdasági, életciklus- és környezeti szempontú elemzéséhez szükséges elméleti alapok bemutatása.

A lecke bemutatja a legfontosabb műszaki jellemzők, a hatásfok, a hasznosítási fok és a rendelkezésre állás értelmezését a gazdasági és környezeti szempontok szerinti elemzés szempontjából, feltételezve, hogy más szaktárgyak keretében a műszaki jellemzőket részletesen elemzik. A gazdasági, életciklus- és környezeti szempontok szerinti elemzéshez a lecke bemutatja a referenciatechnológia fogalmát, és kiválasztásának módját, valamint a későbbi leckék keretében tárgyalt gazdasági, életciklus- és környezeti elemzések módszertani alapjait.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 1,4 tanóra.

1.1. Az elemzés feltételrendszere, alapelvei

A megújuló energiáknak számos fajtája van, hasznosításukra nagyszámú technológia ismert. A technológiák alapvetően két csoportba sorolhatók, annak megfelelően, hogy hőigények, vagy villamosenergia-igények

kielégítését szolgálják. Egy meghatározott felhasználói energiaigény kielégítése több különböző technológiával is történhet, például használati meleg víz készítésére lehet alkalmazni napkollektort, hőszivattyút stb. Ahhoz, hogy egy adott energiafelhasználói (általában végső energiafelhasználói) igény kielégítésére az arra legalkalmasabb technológiát alkalmazzák, különböző szempontok szerint kell a rendelkezésre álló technológiákat értékelni és összehasonlítani.

Az egyik fontos szempontrendszer a műszaki jellemzők értékelése. A megújuló energia technológiák esetében kiemelkedő fontosságú, hogy a vizsgált technológia képes legyen az energiaellátás teljes rendszerébe beilleszkedni, és együtt tudjon működni a hagyományos energiaellátási technológiákkal valamint a többi megújuló energiára alapozott energiaellátási móddal. A technológiákat jellemző műszaki paraméterek bemutatása, értékelése az adott szakterület feladata, ebben az oktatási egységben ezért nem szerepel. A jelen tananyag keretében ezért a műszaki paraméterek vizsgálatára nem kerül sor. Azonban az elemzés megalapozásához a műszaki-fizikai jellemzők közül három tényezőre ki kell térni: a hatásfok, a hasznosítási fok és a rendelkezésre állás meghatározására.

A technológia működésének hatásfoka a hasznosított kinyert teljesítmény és a bevitt teljesítmény hányadosa, amely a technológia működése során folyamatosan változik, számos tényezőtől függően (pl. kazán esetében a terhelés, külső hőmérséklet stb.). A hatásfokot a műszaki gyakorlatban gyakran nem a teljesítményre, hanem egy adott időszakra vonatkozóan az energiahasznosítás és a ráfordított energia hányadosaként értelmezik.

A hasznosítási fok azt jelenti, hogy adott felhasználható energia mennyiségből, mennyit hasznosítottak ténylegesen végső energiaigények kielégítésére. Értékét nemcsak az előzőekben definiált hatásfok határozza meg, hanem az üzemzavar miatti szünetek, a karbantartás miatti leállások, a felutási és kifutási időszakok, az üresjáratú időszakok stb. A hasznosítási fok értelemszerűen a hatásfoknál alacsonyabb érték.

A rendelkezésre állás a vizsgált időszakban a berendezés normál üzemeltetésre rendelkezésre álló időalapjának és a teljes időalapnak a hányadosa.

Az előzőekben felsorolt fogalmak műszaki oldalról befolyásolják egy adott technológia alkalmazhatóságát, amelyet az elemzéseknél, a technológiák összehasonlításánál minden esetben figyelembe kell venni.

A megújuló energia hasznosítási technológiák műszaki szempontok szerinti elemzését, értékelését a vonatkozó szaktárgyak tárgyalják, a következőkben bemutatott elemzési módszerek a megújuló energetikai technológiákat gazdasági és környezeti szempontok szerint vizsgálják. Első lépésként az adott megújuló energetikai technológia tipikus hasznosítási területen referenciatechnológiák kiválasztására kerül sor, ezt követi a referenciatechnológiák gazdasági és környezeti szempontú elemzése. Ez a megközelítés nem helyettesíti, hanem kiegészíti a technológiák műszaki-technikai elemzését, amely az adott szaktárgyak keretében történik meg.

A megújuló energiák használatának különösen kedvező vonása, hogy alkalmazásuk kedvező externáliákat okoz általában. Ezek értékelése, felmérése általában a mérnöki gyakorlatban elvégzett elemzések elengedhetetlen része. A gazdasági és környezeti szempontú értékelés mellett az alábbi szempontokat is értékelik: valamilyen támogatási konstrukcióval elérhető jövedelemtermelő képesség, a hazai iparfejlesztésre gyakorolt pozitív hatás, a régióban maradó pénzforrások aránya, alternatív területhasznosítás, munkahelyteremtés illetve megőrzés, kockázatok, fenntarthatóság stb. E kérdésekre jelen tantárgy keretében részletesen nem térünk ki.

1.2. A referenciatechnológia fogalma, kiválasztásának módja

A megújuló energetikai technológiák gazdasági és környezeti szempontú elemzése példászerűen választott referenciatechnológiák segítségével történik. A referenciatechnológiák a piacon jelenleg elérhető, és széles körben alkalmazott technológiák közül kerülnek ki. Fontos, hogy a technológia a piacon már jelen legyen, megbízhatóan üzemeljen, és bizonyítottan alkalmas legyen a fogyasztói energiaigények kielégítésére. Tehát az elemzés nem terjed ki olyan technológiákra, amelyek jelenleg csak kísérleti, vagy demonstrációs jelleggel működnek. További fontos szempont, hogy a technológiák a megújuló energiaforrások olyan fajtájával üzemeljenek, amely energiatípus hosszú távon és jelentős mennyiségben rendelkezésre áll.

Külön kell választani a hőenergia-igények és a villamosenergia-igények kielégítését szolgáló megújuló energia technológiai rendszereket a referenciatechnológia kiválasztásánál. Erre azért van szükség, mert a villamos energia esetében a megújuló energia hasznosítás helye és a termelt villamos energia helye között majdnem tetszőleges földrajzi távolság lehet, ugyanis a megtermelt villamos energia az országos – vagy akár az európai – villamos hálózatba táplálható, amely a termelőt és a fogyasztót nagy távolságból is összeköti. A hőenergia esetében azonban más a helyzet. A megújuló energiából történő hőenergia termelés fogyasztója célszerűen

ugyanott, vagy fizikailag nagyon közel helyezkedik el a hőtermelő forráshoz. A hőenergia esetében régiókon átnyúló szállító és elosztó hálózatok nem működnek, legfeljebb helyi hálózatokkal lehet számolni, amennyiben a megújuló energiával történő hőtermelés távhőellátási célt szolgál. Ezek a hálózatok azonban a nagy villamos energia hálózatokhoz viszonyítva lényegesen kevesebb fogyasztó energiaellátása történik.

Hőenergia-ellátás

Rendszer		Kis teljesítményű rendszer				Nagy teljesítményű rendszer		
		CSH-1	CSH-2	CSH-3	TLH	TH-1	TH-2	TH-3
Használati melegvizigény	GJ/év	11	11	11	64	8 000	26 000	52 000
Fűtési hőigény	GJ/év	22	45	110	430			
Hőterhelés	kW	5	8	18	60	1 000	3 600	7 200

3.1.2.1. ábra Forrás: Erneuerbare energien (Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006)

A hőenergia-ellátás esetében a referencia-rendszerek vizsgálatához például a 3.1.2.1. táblázat szerinti következő tipikus energiaellátási feladatok választhatók ki:

CSH-1: alacsony energiafelhasználású családi ház

CSH-2: a korszerű hőszigetelési előírásoknak megfelelő új építésű családi ház

CSH-3: átlagos hőszigetelésű régi építésű családi ház

TLH: korszerű hőszigetelésű 15 lakásos lakóház

TH-1: kis távhőrendszer

TH-2: közepes távhőrendszer

TH-3: nagy távhőrendszer

A választott példákban valamennyi energiaellátási feladat része a helyiségfűtés és a használati meleg víz ellátásának megoldása. A bemutatott rendszerek szemléltetik a nagyságrendeket, a későbbiekben azonban, ettől eltérő hőellátási feladatok vizsgálata lehet az egyes konkrét technológiáknál indokolt.

A vizsgálatok elvégzéséhez rögzíteni kell rendszerek vizsgálati határát is. Az elemzés a fogyasztói berendezések hőellátására vonatkozik (azaz a végső energiaigények kielégítésére), tehát nem terjed ki a hőszállító vezetékek veszteségére, továbbá a fűtési és a használatimelegvíz-rendszer keringető szivattyúinak villamosenergia-igényére sem.

A példaként bemutatott három különböző nagyságrendű távhőrendszer mindegyike lakások hőellátását végzi, tehát ipari és közületi hőszolgáltatást nem tartalmaz. Tájékoztató jelleggel a három távhőrendszer néhány kiegészítő adatát a 3.1.2.2. táblázat mutatja be.

Rendszer	mértékegység	CSH-1	CSH-3	TLH
Hőigény	GJ/év	8000	26000	52000
Fűtőművi hőtermelés	GJ/év	9900	32200	64400
A távhő vezeték hatásfoka	%	0,85	0,85	0,85
A hőközpont hatásfoka	%	0,95	0,95	0,95

3.1.2.2. ábra Forrás: Erneuerbare energien (Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006)

Az előzőekben bemutatott hőellátási feladatok csak példák, egy konkrét elemzés esetén mindig az adott helyzetet jellemző feladatnak megfelelő körülményeket kell vizsgálni. Például a napkollektoros hőellátás esetében a jelenlegi hazai gyakorlatban a feladat többnyire csak a melegvíz-ellátásra korlátozódik, és kombinált

fűtési-melegvízellátási igény ritkábban merül fel. Másrészt viszont a kombinált napkollektoros megoldásoknál jelentkezik a melegvíz-ellátás és a fűtés mellett a hűtési energiaigény kielégítése is. A távhőellátás esetében is felmerülhet a kommunális célú ellátás a példaként bemutatott lakossági ellátás helyett. Ebben az esetben természetesen a vizsgálandó rendszerre vonatkozó paraméterekkel kell az elemzést elvégezni.

Villamosenergia-ellátás

A villamosenergia-ellátás esetében az előzőekben említett megfontolásokból általánosan megfogalmazható ellátási feladatok nincsenek meghatározva. A villamosenergia-termelő technológiák elkülönítése a technológia jellege szerint történik.

Feltételezés, hogy a vizsgált technológiák mindegyike a közcélú hálózatra adja a termelt villamos energiát, és az ehhez szükséges kapacitású hálózat rendelkezésre áll, jöllehet a gyakorlatban esetenként a megújuló energia alapú villamosenergia-ellátás sziget üzemben történik (pl. napelem, szélgenerátor), és a hálózatra való korlátlan termelésnek is vannak műszaki akadályai. Ez utóbbi esetben nyilvánvalóan a konkrét esetre vonatkozóan kell a referencia-rendszert is megválasztani.

1.3. A gazdasági elemzés módszertana

Az energiaellátási alkalmazások esetén az egyik legfontosabb kérdés az energiaellátás költségeinek meghatározása és bemutatása.

Az energetikai technológiák esetében elsőként az egyes komponensek és a teljes technológia beruházási költségének meghatározásával kell foglalkozni. Az elemzés során ki kell számítani a teljes beruházási költséget, és ennek alapján a beruházási költségnek a fajlagos energia rendelkezésre állási költséghez való hozzájárulását. Az elemzéshez célszerű egy bázisévet választani, hogy az infláció hatása kiszűrhető legyen.

A megújuló energetikai beruházások – hasonlóan a hagyományos energetikai beruházásokhoz – hosszú élettartamú berendezések üzembe helyezését eredményezik. Ahhoz, hogy a teljes élettartam alatt, amely általában legalább 20 év, sok esetben még több is, a beruházás évenkénti terhét reálisan lehessen figyelembe venni, hasonló logikai megfontolásokat kell alapul venni, mint az alternatív energetikai projektek gazdaságossági elemzése fejezetben bemutatott diszkontálás.

A berendezés komponensek és a teljes rendszer az élettartam alatt történő amortizációjának meghatározásához beruházási költség egy-egy évre jutó értékének kiszámítását kell elvégezni. E számítások egyszerűsített megoldásánál nem veszik figyelembe a beruházáshoz kapott támogatásokat, adókedvezményeket, kedvezményes kamatozású hiteleket, vagy az esetleges gyorsított amortizációs lehetőségeket, amelyek sok esetben a gyakorlati megújuló energetikai beruházásoknál megjelennek, és az alkalmazott támogatási konstrukciótól függően a beruházási költség jelentős hányadát fedezhetik.

Az előző megfontolások alapján a beruházási költség egy adott évre jutó részének számítása következő képlet szerint történik:

$$\frac{I(1+i)^L}{I_j} = I_0(1+i)^L - 1$$

Ahol:

I_j -a j-dik, azaz egy évre jutó beruházási költség

I_0 - az összes beruházási költség

L - a berendezés élettartama

i - diszkontráta

A beruházási költségek mellett folyó költségekkel is kell számolni. Ennek számos eleme van, pl. karbantartás, javítás, részegységek, vagy alkatrészek pótlása stb. Hagyományos energetikai technológiák és a biomassza alapú megújuló energetikai technológiák esetében tüzelőanyag költségekkel és a kapcsolódó szállítási, tárolási,

elosztási költségekkel, továbbá e folyamatokhoz kapcsolódó veszteségekkel is számolni kell a folyó költségek között.

A következő fejezetekben a gazdasági elemzés során az megújuló energetikai technológiákban az Európai Unió meghatározó piacának számító osztrák és német piaci árak szerepelnek, tájékoztató jelleggel, elsősorban a nagyságrendek érzékeltetésére. Konkrét beruházások esetén a tényleges ajánlati és költség adatokkal kell számolni, a bemutatott árak ezért csak irányadónak tekinthetők az egyes fejezetek megállapításainak alátámasztásához.

1.4. A környezeti és életciklus-elemzés módszertana

A megújuló energetikai fejlesztések esetében a kedvező környezeti hatás, a kisebb környezetszennyezés, alacsonyabb légköri káros anyag kibocsátás alapvető érvként jelennek meg. Az egyes technológiák esetében ennek két vetülete vizsgálható.

Az életciklus-elemzés, amely figyelembe veszi, nemcsak az egyes berendezések, energiaellátó rendszerek működésekor jelentkező környezeti hatásokat, hanem azt is, hogy a berendezések teljes életciklusa alatt, tehát a berendezés és alkatrészeinek előállításához alkalmazott technológiák működésétől a berendezések forgalomból való kivonásáig, a megsemmisítési, újrahasznosítási eljárások alkalmazásáig milyen környezeti hatások jelentkeznek. Itt gondolni kell többek között a szükséges nyersanyagok (pl. vasérc) kitermelésére, a vas- és acélgyártási technológiák működésére, a berendezések legyártásának többnyire fosszilis tüzelőanyag alapú energiárfordításaira stb.

Amint azt a 2.1.4 fejezet bemutatta az életciklus-elemzés minden be- és kimenetet (nyersanyag- és energiafelhasználás, emissziók, hulladékok) számszerűsít, majd a vizsgált funkcionális egységre vonatkoztatja. Az elemzés lényege, hogy a termék teljes élettartamát és minden hatást figyelembe vesz, ezzel kiküszöböli a problémák áthárítását az egyik életszakaszból, földrajzi helyről vagy környezeti közegből a másikba.

Az előzőeknek megfelelően az életciklus-elemzés során ún. kumulált primerenergia-felhasználást is szokás meghatározni, amely a teljes vertikum valamennyi fázisában felmerülő energiárfordítások összesítésével számítható ki. Az életciklus egészére vonatkozó környezeti károkat is hasonló módon határozzák meg. Természetesen ezek a részletes elemzések bonyolultak és megfelelő szoftver és alkalmas adatbázis hiányában nem is végezhető el. Input-output elemzések alapján lehet a szükséges kapcsolatokat feltárni az egyes technológiák között, amelyek elvégzéséhez megfelelő felkészültségű szakértők szükségesek. A következő részekben az egyes technológiák vonatkozásában csak az adott technológia esetében az életciklus-elemzés során figyelembe veendő legfontosabb tényezők jelzésére kerül sor, részletes életciklus-elemzésre e tárgy keretében nincs lehetőség. Mivel Magyarországon a megújuló energia technológiákra vonatkozóan ilyen jellegű vizsgálatok és számítások eddig még nem készültek, a fejezetekben található tájékoztató adatok a német piacra vonatkoznak német szakirodalom felhasználásával.

A környezeti hatások a talaj, a víz és a levegő szennyezése formájában jelennek meg. Ezen belül az elemzők többnyire a levegőszennyezés kérdésével foglalkoznak kiemelten. Itt két kategóriát különítenek el: az emberre és a természeti környezetre közvetlenül káros hatású gázok kibocsátását (pl. nitrogén-oxid, kéndioxid), és az üvegházhatású gázokat, amelyek a klímaváltozást befolyásolják.

A 2007. évi LX. törvény az ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szerint üvegházhatású gáz (ÜHG): a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄), a dinitrogén-oxid (N₂O), a fluorozott szénhidrogének (HFC-k), a perfluorkarbonok (PFC-k) és a kén-hexafluorid (SF₆).

Az üvegházhatású gázok klímaváltozásra gyakorolt hatását széndioxid-egyenértékben szokás meghatározni, azaz a széndioxid-egyenérték: egy tonna szén-dioxid vagy azzal megegyező globális éghajlat-módosító potenciálnak (GWP) megfelelő mennyiségű üvegházhatású gáz. A széndioxid-egyenérték például a metán esetében: 21kg CO₂ egyenérték/1kg metán, a dinitrogén-oxid esetében: 310kg CO₂ egyenérték/1kg dinitrogén-oxid.

A természetre közvetlenül káros gázok esetében szokásos a savasodási potenciál vizsgálata is, amelynek meghatározásához a különböző anyagokat kéndioxid egyenértékre számítják át.

A környezeti szempontú elemzés másik területe azoknak az egyéb hatásoknak a vizsgálata, amelyeket számszerűsíteni sok esetben nem lehet, de a technológiák alkalmazásánál, elterjedésénél nem lehet figyelmen

kívül hagyni. Ilyen például a zaj, optikai hatások, a hatások az élővilágra, közvetlen veszélyek az emberi környezetre stb. Technológiánként eltérő, hogy mely tényezőkkel kell részletesebben foglalkozni, és melyek lehetnek adott esetben elhanyagolhatók.

1.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

3.1.a-1 esettanulmány

1.5.1. Az energiatermelés környezetterhelése összehasonlító életciklus-vizsgálat alapján

Tóthné Szita Klára és Siposné Molnár Tímea

A tanulmány alapját jelentő kutatást a GVOP 3.1.1. 2004-05 0248/3.0 projekt támogatja. Kutatási projektvezető: Östván Zsolt, Bay Z. Alkalmazott Kutatási Alapítvány Logisztikai és Gyártástechnológiai Intézet Közalapítvány.

A tanulmány bevezetője:

Jelenleg a fenntartható fejlődés megvalósításáért tett különböző erőfeszítések ellenére is több olyan a fenntarthatatlan folyamat van, amelyek megoldására hosszú távú együttműködésekre van szükség. Ezek közül az egyik legkritikusabbnak ítélt az energia felhasználással összefüggő globális felmelegedés és a klímátikus változás. Az energiaigény 2050-re megduplázódhat, vagy akár háromszorozódhat, a fejlődő világ népességének is gazdaságának növekedésével, ami a primer energiaforrások aránya alapján az üvegházhatású gázok (GHG) kibocsátásának növekedését is jelentheti. A világ széndioxid emissziója 7,5%-kal alacsonyabb volt ugyan, mint 1990-ben, de a fejlődő országokban 24%-kal nőtt az immiszió, és az összes kibocsátás 40 százaléka innen származik (www.sustainability.ca/index.efm?Mid=3558).

Az energiaszektorban a fenntartható fejlődés megvalósításához legalább olyan fontos az energia ellátás biztonságának megteremtése, mint a fosszilis erőforrásokkal való takarékoság, a megújulók arányának növelése és a környezeti hatások csökkentése. Ezért egyre gyakrabban emlegetik az ökohatékonyság javításának szükségességét. Ez azt jelenti, hogy nemcsak a bevitt primer erőforrások villamos vagy hőenergiává konvertálásának hatásfokát vizsgálják, hanem, azt is, hogy egységnyi energia előállításához mekkora környezeti hatás kapcsolódik. Az ökohatékonyság és a környezeti hatás nagymértékben függ az alkalmazott technológiától és a felhasznált primer erőforrásoktól. Ezért nem meglepő, hogy országoként jelentős eltérések vannak.

Világviszonylatban ugyan mindig nő az olaj és gáz felhasználás, de nem olyan mértékben, mint 1950 és 1980 között. Emellett 1980 és 2000 között a GDP egységre vetített elsődleges energia felhasználás is csökkent (24%), azóta viszont stagnál. Közben a GDP is nőtt, bár növekedése kisebb mértékű lett, és ez a tendencia a fejlett országokra hosszú távon is igaz kivéve Kínát és Indiát, de kihat a széndioxid emisszióra.

Az, hogy milyen mértékű az emisszió nagymértékben függ az erőművektől. Bellamore (2006) szerint a szenes erőművek CO₂ emissziója 0,89t/MWh, az új nagyteljesítményű erőművek ennél alacsonyabb. Más irodalmi források szerint a széntüzelésű erőművek CO₂ emissziója 1,0 t/MWh, a ligniteseké pedig az 1,350t/MWh értéket is elérheti. Stratégiai döntéseknél az egyik fontos szempont az emisszió csökkentése, és az alternatív erőforrások használatának növelése. A választás azonban nem könnyű, mert nehéz összehasonlítani a technológiákat.

Tanulmányunkban a hazai energiatermelés környezeti hatásának életciklus alapú vizsgálatán keresztül kívánjuk érzékeltetni azt, hogy mekkora különbségek vannak a különböző tüzelőanyagokkal működő erőművek környezeti hatásában, esetenként milyen anomáliák vannak. Mindamelllett az ilyen életciklus szemléletű megközelítés megkönnyítheti a választást, lerövidítheti a döntéshozást.

A teljes tanulmány letölthető a következő helyről:

http://www.lcacenter.hu/fileadmin/user_upload/publikaciok/Az_energiaipar_koenvyeterhelese_oesszehasonlit_o_eletciklus_vizsgalat_alapjan.pdf

2. A napenergia-hasznosítási technológiák elemzése

A lecke célja a napenergia-hasznosítással kapcsolatos gazdasági vizsgálatok, életciklus-elemzési és környezeti elemzési feladatok bemutatása, és az ezek elvégzéséhez szükséges ismeretek elsajátítása.

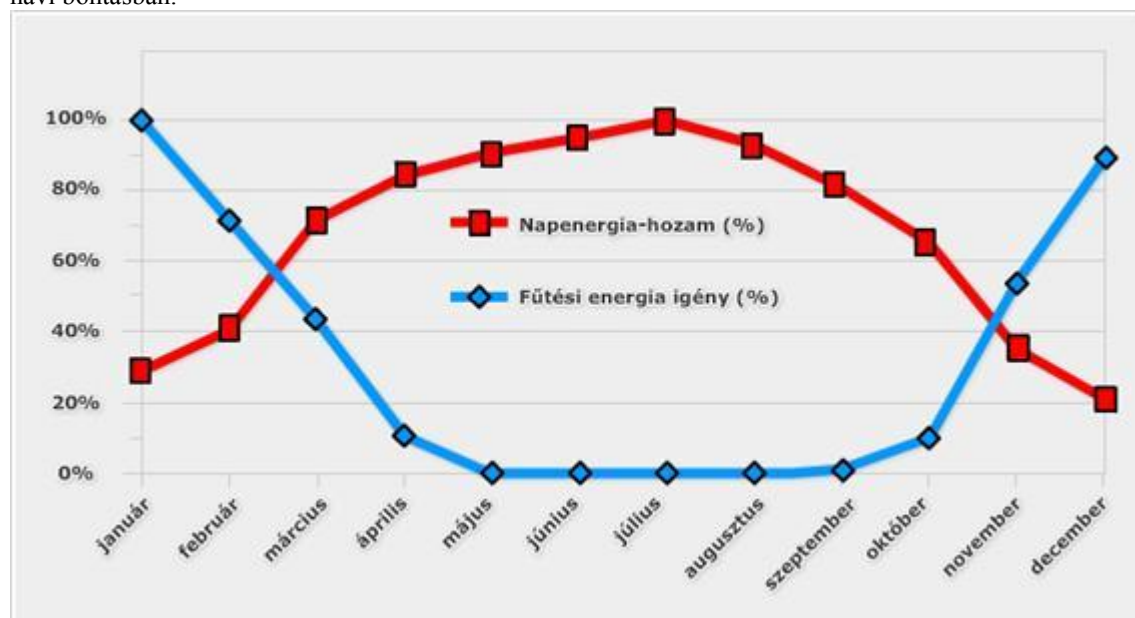
A lecke bemutatja a termikus és a fotovillamos napenergia-hasznosítási rendszerek létesítésével kapcsolatos elemzési megközelítéseket, a referenciatechnológiák kiválasztásának kritériumait, a gazdaságossági kérdések vizsgálatának módszereit, az életciklus-elemzés szempontrendszerét, a nemzetközi szakirodalomban publikált elvégzett életciklus-elemzések legfontosabb eredményeit és következtetéseit, valamint a napenergia-hasznosító rendszerek létrehozásával, üzemeltetésével és megszüntetésével kapcsolatos környezeti hatáselemzések szempontrendszerét és a környezeti kockázatok értékelését.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 3,2 tanóra.

2.1. A termikus napenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása

Az épületek üzemeltetésekor a legnagyobb költségtétel éves szinten a fűtési célra felhasznált tüzelőanyag költsége (általában földgáz), nagyságrenddel kisebb általában a melegvíz-előállításra fordított földgáz alapú hőenergia költsége. Indokolt tehát annak a megvizsgálása, hogy miként lehetne napkollektorokkal megtermelt hőenergiával csökkenteni egy épület fűtési költségét.

A 3.2.1.1. diagram piros vonala egy 45°-os dőlésszögű, déli tájolású napkollektor éves hozamváltozásait mutatja havi bontásban.



3.2.1.1. ábra Forrás: Kardos Labor Kft.

A legnagyobb, 100%-os hozamot júliusban „takaríthatjuk be”, a többi hónap termése alacsonyabb. A december a legalacsonyabb besugárzású hónap, annak ellenére, hogy a januári hőmérsékletek alacsonyabbak, akkor viszont gyakoribbak a felhőmentes, szikrázóan hideg napok. A kék „haranggörbe” egy átlagos épület fűtési hőszükségletét mutatja szintén havi értékekkel. A két görbe egymás inverze, vagyis amikor a legtöbb napenergiát lehet hasznosítani, akkor egyáltalán nincs szükség fűtésre.

Ausztriában és Németországban épültek lakóházak, kisebb társasházak, melyeknek a fűtését szezonális tárolóval épített napkollektoros rendszerekkel oldották meg. Ebben az esetben hatalmas méretű, földalatti, igen erősen hőszigetelt tárolóban gyűjtik össze a nyári félévben a hőenergiát, és a fűtési szezonban ez biztosítja a fűtést. A hosszú tárolási időszak miatt mintegy 1 méter vastagságú hőszigetelés szükséges a hővesztés minimalizálásának érdekében. Ezek a rendszerek jellemzően vizet használnak a hőenergia eltárolására, a hatalmas méretek miatt azonban igen magas beruházási költségekkel kell számolni. Magyarországon a jelenlegi megújuló energia támogatási arányok mellett ez nem tekinthető gazdaságos beruházásnak.

Sokkal gazdaságosabb rendszerek alakíthatóak ki, ha beérjük egy részleges fűtési energia kiváltással, és a hőenergia tárolás időtartamát legfeljebb 24 órára tervezzük. Egy ilyen napkollektoros rendszernek is csak abban az esetben van létjogosultsága, ha a nyári időszakban termelődő többszörös hőenergia mennyiséget is lehet hasznosítani. Jó kiegészítője a fűtésrészegítő kollektoros rendszernek egy szabadtéri úszómedence fűtése, hiszen így biztosítható az egész éves hőhasznosítás.

Másik – jelenleg még a magas bekerülési költség miatt inkább elvi – lehetőség az abszorpciós klímaberendezéssel való nyári hőhasznosítás. Ezek a berendezések 80–90°C-os előremenő hőmérsékletű fűtővízből állítják elő a klimatizáláshoz szükséges hűtőenergiát, gyakorlati megvalósításkor elsősorban az alacsony hőveszteségű vákuumcsöves kollektorok jöhetnek számításba.

Az eddig felsorolt lehetőségek a jelenlegi energia árak tükrében még igen hosszú megtérülési idővel rendelkeznek, de hosszabb távon – a fosszilis tüzelőanyagok árának növekedése és a technológiák árának csökkenése következtében – a megtérülési idő csökkenésével lehet számolni.

Az előzőek előrebocsátásával közép-európai klimatikus feltételek mellett a következő termikus napenergia-hasznosító hőellátó rendszereket érdemes számításban venni az elemzésnél.

Magyarországon kevésbé elterjedt, de több európai országban is alkalmazzák a melegített víz termelése mellett a napkollektoros fűtésrészegítést. Az ennek modellezésére alkalmazható referencia-rendszer 25 m² kollektor felületű, amely a kb. 5kW-os fűtési teljesítmény egy részét és a kb. 200 liter/nap melegvíz-igénynek szintén egy részét fedezi. A teljes hőigény (fűtés és meleg víz együtt) kb. 45%-át termeli a szolár rendszer. (nagyjából a módszertani fejezet CSH-1 kategóriájának felel meg)

A magyarországi leggyakoribb alkalmazás jelenleg a melegített víz ellátás valamilyen arányban történő napkollektoros megoldása. Ezt figyelembe véve az egyik választható referencia-rendszer egy átlagos méretű családi ház melegített víz igényének kb. 60%-os arányú ellátása, 7,4m² nettó kollektor felületű napkollektoros rendszerrel. (nagyjából a módszertani fejezet CSH-3 kategóriájának felel meg)

A harmadik referencia-rendszer több lakásos társasház fűtési és melegvíz-igényének alapvetően hagyományos kazánnal és napkollektorral kombinált módon történő kielégítése. A napkollektor felület kb. 60m², amely a 10 lakás kb. 500GJ/év hőszükségletének kb. 10%-át fedezi. (nagyjából a módszertani fejezet TLH kategóriájának felel meg)

A napkollektor típusa mindegyik esetben szelektív síkkollektor, az acél tárolótartály a családi ház esetében a pincében, a többlakásos ház esetében pedig a hőközpontban van elhelyezve. A rendszerek fontosabb adatait a 3.2.1.2. táblázat mutatja be.

Rendszer	mértékegység	CSH-1	CSH-3	TLH
Éves fűtési hőigény	GJ/év	22	108	432
Éves melegvíz-hőigény	GJ/év	10,7	10,7	64,1
Nettó kollektorfelület	m ²	25	7,4	60
Kollektorvezeték hossza	m ²	30	20	120
Kollektor élettartam	év	20	20	20
Hasznosítható szolár hő	MJ/m ² , év	578	906	1178
Szolárenergia aránya a hőellátásban	%	44	63 (5,6)*	10,4
Rendszerhatásfok	%	14	21	28
Tároló térfogata	liter	2000	500	2000
Keringető szivattyú teljesítménye	W	2x50	30	2x75
Keringető szivattyú üzemideje	óra/év	1050	1435	2200
*a melegvíz igényre, illetve a teljes hőigényre számítva				

3.2.1.2. ábra Forrás: Erneurbare energien, 4. Auflage (Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006)

A bemutatott síkkollektoros referencia-rendszerek mellett indokolt lehet vákuumcsöves kollektor rendszerekkel is kibővíteni a vizsgálat körét.

2.2. A termikus napenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése

A napkollektoros termikus napenergia-hasznosítás gazdasági elemzése során három fő költség kategóriával kell számolni: a beruházás, az üzemeltetés és a karbantartás költségeivel.

Egy-egy napkollektoros beruházás esetében a beruházási költségek a piacon elérhető rendszerek sokfélesége miatt jelentősen eltérhetnek egymástól. A kollektor árak nagyon különbözőek lehetnek a kollektor típustól függően, nagyjából az 50–1200 €/m² közötti tartományban. Már a beruházás előkészítésének korai szakaszában el kell döntení, hogy az adott célra milyen kollektor típus alkalmas.

A hazánkban jól alkalmazható napkollektorokat három fő csoportra oszthatjuk:

Az üvegfedés nélküli műanyag abszorberek alapvetően a nyári félévben alkalmazhatóak, jellemzően szabadtéri medencefűtés céljára alkalmasak. Hőcserélő nélkül, a medence vizet közvetlenül keringetve a műanyag abszorber csövekben a legköltséghatékonyabb naphő-hasznosító rendszer építhető fel. Egész éves energiatermelésre a magyarországi éghajlaton nem alkalmas.

Európában a síkkollektor a legelterjedtebb termikus napenergia-hasznosító eszköz. Szűkre szabott tetőfelület esetén a leghatékonyabb napkollektor, mivel bruttó területének 95%-a az elnyelő-felület. Magasabb üzemi hőmérsékleteken rohamosan csökkenő teljesítményűek a szimpla üveges fedés miatt. Üzemzavar esetén a közepes hőszigeteltség már előnyös tulajdonsággá válik, nyári magas hőmérsékletnél sem nő az üresjárás hőmérsékletük 160–200 °C fölé, így a szokásos zárt rendszerű fagyállós kiépítés nyomásviszonyai kezelhető szinten maradnak. Időszakos hőenergia túlermelés esetén éjszakai cirkulátással a fölösleges hőenergia a környezetnek leadható erre alkalmas szolárvezérlő használatával. Ennek ott lehet hasznát venni, ahol nem biztosított a mindennapos hőelvétel, például egy heti öt napban üzemelő gyáregység, iroda.

Egyes felmérések szerint ma már a vákuumcsöves napkollektorok nagyobb arányban kerülnek beépítésre, mint a síkkollektorok. A vákuumcsöves napkollektorokból rendkívül széles a típus- és modellválaszték. Az alsó árkategóriában kapható vákuumcsöves kollektorok „tudása” gyakran nem haladja meg a közép kategóriás síkkollektorokét. A közepes árkategória felett abszorberfelületen való összehasonlításakor mintegy 50%-kal több az éves hozamuk a síkkollektoroknál. Azonos éves energiahozam eléréséhez mégis nagyobb az elfoglalt tetőfelület, mivel a bruttó felület 50–55%-a az energiát termelő abszorberfelület. Az éves üzemórák száma jelentősen meghaladja a napos órák számát, hiszen az alacsony hőveszteség miatt a felhőkön keresztül érkező diffúz sugárzásból is képesek hőenergiát termelni. Az alacsony hőveszteség üzemzavar (pl. áramszünet vagy túlermelés) esetén 200–300°C-os stagnációs hőmérsékletet eredményezhet a kollektorokban. Az ebből adódó túlnyomás fokozottabb figyelemmel kialakított speciális műszaki megoldásokat igényel. A túlermelésből adódó felesleges hőenergiát éjszakai visszacirkulátással csak részben lehet visszasugározni a környezetnek, ezt a vákuumos hőszigetelés akadályozza. Alkalmazása ott ajánlott, ahol fontos szempont, esetleg elvárás a környezeti hőmérsékletet jelentősen meghaladó melegvíz-hőfok.

A napkollektoros rendszerek költségeinek döntő részét a beruházási költségek teszik ki, az üzemeltetés költségei (karbantartás, segédanyagok stb.) csak 2–3%-ot képviselnek. A beruházási költségek közelítően fele a kollektor, másik fele a tároló, a szabályozó, a keringető rendszer, a kisebb anyagok és alkatrészek valamint a szerelés együttesen. A német piacra vonatkozó tájékoztató értékeket mutat be a 3.2.2.1. táblázat.

Rendszer	mértékegység	Családi ház	Többlakásos ház
Kollektorfelület	m ²	25	60
Eves hőigény	GJ/év	14,4	70,7
Kollektor	Euró	6100	13430
Tároló	Euró	3400	3400
Szabályozó	Euró	400	610
Szerelés és egyéb	Euró	3700	13100
Összes beruházási költség	Euró	13600	30540
Üzemeltetési költség	Euró/év	215	460

3.2.2.1. ábra Forrás: Erneurbare energien, 4. Auflage (Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006)

Amint az előzőekből látható a napkollektor fajtájának és azon belül típusának az eldöntése minden esetben a felhasználási céltól függ. E döntés azonban jelentősen befolyásolja a beruházási költségeket, és ezen keresztül a projekt megtérülési mutatóit is.

2.3. A termikus napenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése

Az életciklus-elemzés során, amennyiben különböző termikus napenergia-hasznosítási technológiákat hasonlítanak össze, célszerű az összehasonlítás alapjául az egységnyi hőenergia mennyiségnek (pl. 1TJ) a fogyasztók részére történő rendelkezésre állását választani bázisnak. Ebből a kiindulásból több megfontolás is levezethető az életciklus-elemzés során figyelembe vehető számítási tételekre vonatkozóan.

Amennyiben a fogyasztók részére rendelkezésre álló hő az egységes összehasonlítási alap, akkor minden technológiánál tekintetbe kell venni a veszteségeket is, mint befolyásoló tényezőt. A családi ház kis rendszereihez képest egy távhőrendszer esetében a veszteség arányaiban magasabb, hiszen vezetéki veszteséggel és hőközponti veszteséggel is számolni kell.

Abban az esetben, ha a napenergia rendszer gáz alapú hőellátó rendszer kiegészítéseként működik, kisebb tárolóra van szükség, mintha a napenergiás rendszer lenne a fő hőellátó egység.

A távhőrendszer esetében számolni kell a hővezeték rendszer, a hőközpontok elhelyezésére szolgáló épületek, és maguk a hőközpontok építésével, üzemeltetésével és megszüntetésével kapcsolatos folyamatokkal is.

Ugyanakkor a számítások nagy valószínűséggel azt eredményezik, hogy a nagy rendszerek, mint a távhőrendszerek és a többlakásos házak hőellátó rendszerei fajlagosan (tehát az 1TJ rendelkezésre adható hőre vetítve) kisebb összes berendezése, építési munkái alacsonyabb energiaráfordítással járnak, tehát a kapcsolódó fajlagos emisszió is kisebbre adódik.

Az életciklus-elemzés során a létrehozás (gyártás, telepítés és üzembe helyezés), az üzemeltetés és a megszüntetés teljes láncolatában felmerülő valamennyi ráfordítást figyelembe kell venni. E három fő fázis közül az első kettő súlya domináns a napkollektoros rendszerek esetén. A gyártás során nagy energiaráfordítású folyamat a fémek gyártása a hővezetékek, a kollektor fém alkatrészeihez, és a keringető szivattyú gyártásához, valamint a kollektor üvegalkatrészeinek gyártása.

Az üzemeltetés során fajlagosan a nagy rendszerek energiaráfordítása alacsonyabb, ugyanis a távhőrendszerekben alkalmazott fordulatszám szabályozott keringető szivattyúk energiaráfordítása kedvezőbb, mint a kisebb rendszerek keringetési fajlagos villamosenergia-igénye. A villamos energia esetében ráadásul számolni kell a villamos energia előállításához szükséges veszteségekkel is, amely a nettó energiaigényhez képest közelítően háromszoros energiaráfordítást jelent.

A német szakirodalomban található tájékoztató értékeket mutat be a 3.2.3.1. táblázat, a napkollektoros rendszerrel előállított hőenergiára vonatkozó fajlagos kumulált primerenergia-felhasználási és kumulált kibocsátási adatokkal.

Rendszer	mértékegység	Családi ház	Többlakásos ház
Kollektor felület	m ²	25	60
Éves hőigény	GJ/év	14,4	70,7
Energia	GJ primer/TJ	432	176
SO ₂	kg/TJ	91	45
NO _x	kg/TJ	43	18
CO ₂ egyenérték	t/TJ	27	11
SO ₂ egyenérték	kg/TJ	182	78

3.2.3.1. ábra Forrás: Erneurbare energien, 4. Auflage (Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006)

2.4. A termikus napenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése

A napkollektoros rendszerek működése gyakorlatilag minimális zajjal jár, amely a keringető rendszer működéséből származik, de lényeges környezeti zajártalmat nem okoz. A gyártás, az üzemeltetés, az üzemzavarok és az élettartam végén esedékes megsemmisítés során az alábbi környezeti veszélyekkel lehet számolni.

A napkollektorok gyártása során csupán az abszorberok gyártásának van környezeti veszélye, de ez is inkább a régebbi síkkollektor gyártási folyamatokat jellemezte. A vákuumsöves kollektorok gyártásánál ma már olyan eljárásokat alkalmaznak, amelyek során nem keletkeznek veszélyes hulladékok. A tárolótartályok esetében sem alkalmaznak olyan anyagokat, amelyek a környezetre lényeges veszélyt jelentenek. A napkollektoros rendszerek gyártása tehát nem tekinthető környezetre veszélyes technológiának.

A telepítés során sem jelentkeznek környezeti veszélyek, az egyetlen lényeges veszély munkavédelmi jellegű, a napkollektor tetőre rögzítésének művelete során.

A napkollektoros rendszerek üzemeltetése nem jár környezeti veszélyekkel. Ennek megfelelően az engedélyezési eljárás sem túlzottan bonyolult. A napkollektorok döntő többségét tetőre szerelik, csak elenyésző a földre elhelyezett berendezések száma, így ezek árnyékoló hatása elhanyagolható.

Üzemzavari környezeti veszélyek sem jellemzőek a napkollektoros rendszerekre, amennyiben a karbantartás és a rendszeres ellenőrzés során idejében javítják az esetleges rozsdásodásokat, és az esetleges üvegtöréseket, amelyek rendkívül ritkán fordulnak elő a jelenlegi technológiák esetében. Problémát jelenthet épülettüzek esetén, ha a napkollektoros rendszer kiépítése során nem gondoskodtak megfelelően a tetőtérben a tűzvédelmi utak biztosításáról.

Ritkán, de előfordul, hogy a tárolóban lévő vízben a legionella baktérium elszaporodik, amely fertőzést okozhat. Ez azonban megelőzhető, megfelelő hőmérséklet (60–65°C) tartásával és az egyéb vonatkozó szabályok alkalmazásával.

Az élettartam végén a gyártók többsége visszaveszi és újrahasznosítja a kollektorokat. Amennyiben még korábban gyártották és halogénezett szénhidrogéneket tartalmaz a kollektor, akkor gondoskodnak a kezeléséről.

Összességében megállapítható, hogy a fenti környezeti hatások és kockázatok rendkívül csekélynek minősíthetők, tehát a napkollektoros rendszerek gyártásával, üzemeltetésével és megsemmisítésével kapcsolatos környezeti veszélyek elhanyagolhatók.

A napkollektoros technológiák egyes elemeire vonatkozó környezeti kockázati tényezőket és a kapcsolódó karbantartási jellemzőket a 3.2.4.1. táblázat mutatja be.

technológiai elem	élettartam	karbantartási tevékenység	karbantartási költség	kockázati tényező
Napkollektoros HMV előállítás	25 év		évente a beruházási költség 4%-a	
napkollektor	25 év	folyadékcseré		túlmelegedés, erős szél, jegesedés, jégeső, villámcsapás
keringtetés	10 év			szorulás
elektronika, védelmek	15 év			villámcsapás
csővezetékek	25 év	ellenőrzés		szivárgás, törés, dugulás

3.2.4.1. ábra Forrás: Energia Központ

2.5. A fotovoltaiikus napenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása

A napelemes rendszerek fő alkotóelemei a többnyire szilícium alapanyagú napelemek, a rozsdamentes acél- és alumínium anyagú tartószerkezet, az inverter (feszültségátalakító), a szolár kábel, illetve ezeken túlmenően – szigetüzemű rendszer esetén – az akkumulátorok és a töltésszabályozó.

A napelemes modulok, valamint a napelemes rendszerek nagyságát jellemző teljesítményt precízen W_p , illetve kW_p mértékegységgel adják meg. A „p” betű a „peak”, vagyis a csúcsteljesítményre utal. Az adott elem, illetve rendszer ezt a teljesítményt $1000W/m^2$ nagyságú napsugárzás-intenzitás és $25^\circ C$ hőmérséklet esetén szolgáltatja. A gyakorlatban ugyanezt az értéket sokszor egyszerűen W , illetve kW mértékegységgel helyettesítik.

A napelemes modulok egységes méretű cellákból épülnek össze, alapvetően vagy kristályos szilícium alapúak, vagy vékonyréteg technológiával készülnek. A jelenlegi napelemes piacot kb. 90%-ban kristályos szilícium technológiával gyártott napelemek uralják. Az előállítás alapján megkülönböztetünk monokristályos és polikristályos cellákat, ezek piaci részesedése közel megegyezik. A vékonyréteg technológiával gyártott napelemek közül az amorf szilícium alapanyagú a legelterjedtebb. A jövőben a piac átrendeződése várható a vékonyréteg technológiák további fejlődésével párhuzamosan.

Az ár, az élettartam, a helykihasználás és a teljesítmény szempontjait figyelembe véve ma Magyarországon – az elérhető amorf és monokristályos napelemekkel szemben – a polikristályos napelemekből épített rendszerek jelentik a leggyakoribb alkalmazások esetén az optimális megoldást. Létezik olyan jó minőségű polikristályos termék, amelyik az alacsonyabb ára ellenére határfokban is felveszi a versenyt az monokristályos napelemekkel szemben. Az amorf napelemek fajlagos költsége kisebb ugyan, de a kristályos napelemeknél rosszabb határfokok miatt a belőlük épített rendszer kétszer-háromszor nagyobb felületet, így kétszer-háromszor nagyobb tartószerkezetet, kivitelezési kapacitást és kábelezést igényel, aminek természetesen jelentős költségvonzata is van.

A napelemes gyártók rendszerint 5W és 250W közötti névleges teljesítményű modulokat kínálnak, sőt 270W teljesítményű is elérhető már. A modulok hatásfoka mindenképp az alkalmazott technológiától, de ezen belül a gyártótól is függ. A hálózatra kapcsolt rendszerek általában 210–250W-os modulokból épülnek fel. Az ennél kisebb modulok szigetüzemű rendszereknél, valamint egyedi berendezések (pl. közvilágítási eszközök, közlekedési jelzőberendezések stb.) önálló áramforrásaiként alkalmazhatók.

A napelemek tájolása ideális esetben déli, a dőlésszög tekintetében nyugodtan vehetjük alapul a ferdetető adottságait. A $25-60^\circ$ közötti dőlésszög-tartományban, valamint D-K-i, illetve D-Ny-i tájolás esetén is csak minimális veszteséggel kell számolni. Az inkább meredekebb elhelyezés a téli időszakbeli termelésnek, a laposabb pedig a nyárinak kedvez. A szakemberek véleménye megosztott abban a kérdésben, hogy érdemes-e napkövető állványzatot alkalmazni. Az intenzívebb termeléssel szemben áll a beruházási többletköltség, a meghibásodás lehetőségét magukban hordozó mozgó alkatrészek, valamint a viharos szélben esetleg instabillá váló szerkezet.

A tényleges mérések azt mutatják, hogy egy 1kW összteljesítményű, háztetőre szerelt, 8m²-nyi tetőfelületet igénylő polikristályos napelemes rendszer Magyarországon, éves szinten kb. 1300–1400 kWh energiát termel. Ugyanilyen a rendszer Németországban 900–1000kWh-ot tud előállítani. A hálózatra kapcsolt napelemes rendszerek célszerű méretének tervezésénél az éves fogyasztást kell alapul venni. Egy havi 150kWh-ás átlagos fogyasztás éves szinten 1800kWh-ás energiaszükségletet jelent. Az elmondottakból következik, hogy egy átlagos családi ház éves energiaszükségletét tehát egy 1–3kW-os, hálózatra kapcsolt napelemes rendszer teljes mértékben képes ellátni. Természetesen figyelembe kell venni az éves fogyasztás helyi elektromos szolgáltató által meghatározott maximálisan lefedhető hányadát.

Az előzőeknek megfelelően az elemzés céljára referencia-rendszernek választható egy 1–5kW teljesítményű monokristályos, és egy hasonló teljesítményű polikristályos cellákkal megépített, hálózatra csatlakoztatott háztartási méretű rendszer. Bár Magyarországon jelenleg még nem elterjedt, de további elemzési terület lehet egy 1MW névleges teljesítményű napelemes naperőmű is, amely szintén lehet monokristályos vagy polikristályos cellákból építve.

2.6. A fotovoltaikus napenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése

A napelemes rendszerek tervezése megfelelő körültekintést igényel, amit korszerű, az ügyfelek egyedi igényeit is figyelembevevő célszoftverek segítenek. A szoftverek használatával a legnagyobb hatásfokú működés valósítható meg az adott rendszer esetében. Nagyon fontos ugyanis, hogy az előírányzott teljesítményű rendszer megfelelő darabszámú és névleges teljesítményű modulból, valamint ezekkel biztosan és optimálisan együttműködő inverterből álljon.

A modulok által termelt egyenáramot UV-álló, ún. szolár kábel juttatja el az inverterig. Az inverter feladata az, hogy a napelemek által termelt egyenfeszültséget 230V-os 50Hz-es váltakozó feszültséggé alakítsa, ami minden paraméterében megegyezik a meglévő elektromos hálózat által szolgáltatottal.

A napelemes rendszerek ára kW-onként kb. 1,15–1,4 millióFt között mozog, amely ár már tartalmaz minden szükséges rendszerelemet, valamint a telepítés díját is. A beruházás költségeinek legnagyobb részét a modulok és az inverter ára teszi ki, a telepítés költsége általában nem több 5–10%-nál.

A napelemes rendszerek mozgó, kopó alkatrészt nem tartalmaznak, karbantartást nem igényelnek. A ferdén álló napelemek felületét általában nem kell tisztítani, a hó is könnyen lecsúszik róluk. A napelemek élettartama rendkívül hosszú, ennek egyfajta biztosítéka a rájuk vonatkozó teljesítmény garancia. A gyártók általában garantálják azt, hogy a napelemek 10 év múlva a névleges teljesítményük legalább 90%-át, 20 év múltán pedig a névleges teljesítményük legalább 80%-át leadják. Az eddigi gyakorlati tapasztalat azonban ennél sokkal kedvezőbb értékeket mutat. A napelemeket a gyártás során egyesével ellenőrzik mérésel, a modulokat egyedi azonosítóval látják el, és a mérési eredmények bármikor visszakereshetők.

A napelemes rendszerek termelési adatainak megjelenítésére és nyomon követésére széleskörű és igényes lehetőségek állnak rendelkezésre: asztali kijelző, nagyméretű kijelző, otthoni számítógépes kapcsolat, ingyenes szoftverek, on-line webes megjelenítés, adatok SMS-ben stb.

A napelemes rendszerek hálózatra kapcsoltak (hálózatba visszatáplálósak), valamint szigetüzeműek lehetnek. Európában a hálózatra kapcsolt rendszerek jelentik az elsődleges felhasználási területet. Ebben az esetben a saját napelemes rendszer az erre alkalmas inverteren keresztül rákapcsolódik a meglévő elektromos hálózatra. Alapesetben a napelemes rendszer kiserőműnek számít, az általa megtermelt villamos energiát az üzemeltető kérésére az adott csatlakozási ponton értékesítő villamosenergia-kereskedő, vagy egyetemes szolgáltató köteles átvenni. A termelt villamos energia kereskedelmi átvétele esetén távolról leolvasható ad-vesz mérést kell kialakítani. A jelenlegi rendeleti szabályozás szerint a napenergiából termelt villamos energia átvételi ára is támogatott.

A szolgáltatók rugalmasságának köszönhető, hogy a hálózati rácsatlakozás és az átvételi elszámolás most már valamennyi áramszolgáltatónál egyszerűsített ügymenetben is történhet a szolgáltató által meghatározott rendszerméretig. Ennek egyik központi eleme az, hogy a régi fogyasztásmérőnket néhány tízezer forintért lecserélik egy olyan 1 számsoros oda-vissza mérős, vagy 2 számsoros digitális mérőóra, ami által szaldó mérés, illetve szaldó leolvasás valósul meg. Ebben az esetben nem kereskedelmi átvétel történik, hanem a meglévő elektromos hálózat – az akkumulátorokat helyettesítve – pufferként funkcionál, amit egy az egyben történő átvételként is felfoghatunk. Ennek az az előnye, hogy kiegyenlítődik a napközbeni fő termelési (10:00–

16:00 óra közötti időszak) és az elsődleges fogyasztási (reggeli és esti órák) időszak közötti időbeli eltérés. Ennél a műszaki megoldásnál tehát éves szinten hasonlíthatjuk össze mind a termelésünket, mind pedig a fogyasztásunkat. Mindaddig, amíg az áram fogyasztói ára nagyobb, mint a kötelező átvételi ár, addig ezt a megoldást célszerű választani, ellenkező esetben váltani kell.

A kiépített elektromos hálózattal nem rendelkező területek áramellátása – pl. tanyák, hétfégi házak, mezőgazdasági létesítmények, átjáró tornyok esetében – szigetüzemű („stand-alone”) napelemes rendszerekkel biztosítható a leghatékonyabban és leggazdaságosabban. Ez a megoldás természetesen akkor is alkalmazható, ha függetlenedni szeretnénk a meglévő elektromos hálózattól. A rendszer legfontosabb elemei a napelemes modul(ok), a töltésszabályozó, akkumulátorok és egy inverter. A szigetüzemű rendszerrel az adott pillanatban el nem fogyasztott energiát akkumulátorokban tároljuk. A töltésszabályozó feladata az akkumulátorok optimális töltése, a töltöttségi állapot figyelése, az akkumulátorok megóvása a túltöltéstől, illetve a mélykisütéstől. Az inverter az akkumulátorok (akkumulátortelemek) egyenfeszültségét alakítja át 230V-os váltakozó feszültséggé.

Természetesen lehetőség van 12 vagy 24V-os egyenáramú hálózat kiépítésére is, ha főként ilyen fogyasztók állnak rendelkezésre. A rendszerhez alkalmazható hagyományos akkumulátor is, aminek az élettartama az adott felhasználás esetén csak néhány év. Ezeket ugyanis nem az állandó felöltésre és lemerülésre tervezték. Elérhetőek azonban kifejezetten szigetüzemű rendszerek energiátárolására szolgáló, ún. szolár akkumulátorok mind savas, mind pedig géles kivitelben, amiknek az élettartama 10–12 év is lehet. Ezek az akár 250Ah-ás akkumulátoregységek jól viselik a mélykisülést, nagy ciklusállóságúak (akár több ezer ciklus), karbantartást nem igényelnek, tetszőleges kapacitás összeépíthető belőlük.

Ahol a villamos hálózattól való távolság miatt nincs, és belátható időn belül nem is lesz lehetőség vezetékes áramszolgáltatásra, egy szigetüzemű napelemes, vagy hibrid rendszer – minden valószínűség szerint kedvezőbb– beruházási költségeit kell szembeállítani azzal a feltehetőleg milliós nagyságrendű költséggel, melyet a sok esetben több kilométerről, vagy akár több tíz kilométerről történő villamos vezetékeképítés jelentene. A szigetüzemű napelemes rendszerek előnyösen kiegészíthetők kisteljesítményű szélgenerátorral.

2.7. A fotovoltaikus napenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése

A hétköznapi alkalmazások során a napelemek hatásfoka viszonylag alacsony (20% alatti), ugyanakkor a napelem panelek gyártásához szükséges energiaráfordítás nem alacsony. Emiatt az egységnyi napelemes villamosenergia-termeléshez meglehetősen nagy halmozott energiaráfordítás szükséges. Ennek egyik része a napelem cella gyártás során merül fel, továbbá jelentős a napelemhez szükséges alapanyagok előállításának fázisában fellépő energiaráfordítás is, és ez döntően fosszilis energiaszektort jelent, nemcsak közvetlenül tüzelőanyag ráfordításként, hanem a gyártáskor felhasznált villamos energia előállításának is magas a fosszilis tüzelőanyag-igénye. A teljes kumulált energiaszektort felhasználásnak, és ennek megfelelően az ehhez kapcsolódó emisszióknak is, mintegy 85–90%-át teszi ki a napelem cellák gyártásának energiaráfordítása, a fennmaradó 10–15%-ot a kábelek, szabályozók, egyenirányítók és egyéb részek gyártására fordítják. A szakirodalmi publikációk az elvégzett életciklus-elemzési vizsgálatok alapján 1 GWh napelemes villamosenergia-termeléshez 1400–1900GJ kumulált primerenergia felhasználást rendelnek hozzá, függően a cella típusától, és a teljes fotovoltaikus rendszer felépítésétől. Ezen belül az alsó határ a nagy rendszerekre (MW nagyságrendű naperőmű) a felső értékek pedig a háztartási méretű 3–5 kW-os rendszerekre vonatkoznak.

A monokristályos cellák gyártásához szükséges energiaráfordítás 20–25%-kal meghaladja a polikristályos cella gyártás energiaráfordítását, amelyet a monokristályos napelem jobb hatásfoka, tehát az általa termelt több villamos energia, nem tud kompenzálni a teljes – nagyjából 30 évre tehető – élettartam alatt sem.

A napelemes rendszerek üzemeltetése, karbantartása és az élettartam végén történő megsemmisítése illetve újrahasznosítása során csak elhanyagolható mértékű energiaráfordítás, és emisszió jelentkezik.

2.8. A fotovoltaikus napenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése

A további környezeti hatások vizsgálatánál a gyártás, az üzemeltetés, az üzemzavari helyzetek és az élettartam végén jelentkező megsemmisítés fázisait kell megvizsgálni.

A gyártás során a korszerű félvezető előállítási technológiák keretében veszélyes anyagok lényeges mennyiségben nem tudnak kikerülni a technológiai folyamatból. A monokristályos, a polikristályos és az amorf cellák előállításához kadmium, szelén, réz és tellur is szükséges. A környezeti elemzések során ezek vizsgálata javasolt, mivel a gyártási folyamatban bekövetkezett balesetek, zavarok esetén e káros anyagok kikerülésének megakadályozásáról gondoskodni kell. Általánosan azonban a széles körben alkalmazott félvezető gyártási technológiák kockázatainál magasabb környezeti kockázatokkal a napelem gyártás során sem kell számolni.

A napelemes rendszerek üzemeltetése során sem káros anyagok nem kerülnek ki a környezetbe, sem zaj vagy más zavaró hatás nem keletkezik. A tetőre szerelt rendszerek üzemelés közben nincsenek hatással a természeti környezetre. Naperóművek esetében sem lehet lényeges környezeti befolyásról beszélni, még akkor sem, ha viszonylag nagy területen takarják el az alattuk lévő földterületet a napsütéstől. Közép-európai területeken nagy valószínűséggel nem épülnek olyan tömegben naperóművek, amelyek ilyen vizsgálatok elvégzését indokolnák.

A működés villamos oldali hatásai közül az elektromágneses hatást kell figyelembe venni, de azt is csak a nagy áramerősségű naperóműves vezetékek esetében. Az ezzel kapcsolatos hatások nem nagyobbak, mint egy hasonló teljesítménytartományba eső más típusú villamosenergia-előállító rendszer esetében, tehát speciális elemzést nem igényel ennek vizsgálata. Háztartási méretű rendszerek esetében (5 kW alatt) az elektromágneses hatás nem nagyobb, mint a háztartási villamos készülékek és berendezések (televízió, mosógép stb.) működésével összefüggő hatások. Ezért ennek külön vizsgálata napelemes rendszerek esetében nem indokolt.

Üzemzavari helyzetekben számolni kell villámcsapás esetén és épülettűz esetén jelentkező kockázatokkal. A villámcsapás hatásai hasonlóak az egyéb elektromos berendezések ilyen esetben jelentkező veszélyeivel. A keletkező túlfeszültség tönkretelheti a rendszer bármelyik elemét, és esetleg ennek következtében káros gázok képződhetnek. Ennek veszélye nem nagyobb a napelemes rendszerek esetében, mint a híradástechnikai vagy más elektromos berendezéseknél az megszokott. A tűzvédelmi előírásokat a tetőre szerelt napelemek és a tetőtérben elhelyezett kapcsolódó elektromos berendezések szerelésénél is figyelembe kell venni, hasonlóan, mint a napkollektoros rendszereknél. Épülettűz esetén gondot jelenthet, hogy a napelemből a hő hatására elgőzölöghetnek szelén, kadmium, tellúr tartalmú káros anyagok. Ezek mennyisége azonban csekély, az egészségügyi határértékeket nem érheti el. Összességében megállapítható, hogy a napelemes rendszerek üzemeltetése rendkívül alacsony környezeti kockázatokkal jár.

A korábbi technológiákkal gyártott napelemekkel kapcsolatosan vannak eljárások, hogy élettartamuk végén üveg, fém és szilíciumtartalmú alkotóelemeikre szétválaszthatók, és újrahasznosíthatók legyenek. A CdTe és a CIS technológiák esetében ezek az eljárások még fejlesztés alatt állnak. A fotovillamos rendszerek újrahasznosítása tehát még nem teljesen megoldott, a gyártó iparág azonban megfelelő környezeti elkötelezettséggel rendelkezik az újrahasznosítási technológiák és eljárások fejlesztésére. Környezeti hatás vizsgálatok elvégzésekor azonban az újrahasznosítás problémáját vizsgálni kell.

A naperóművek és a kisebb napelemes technológiák egyes elemeire vonatkozó környezeti kockázati tényezőket és a kapcsolódó karbantartási jellemzőket a 3.2.8.1. táblázat mutatja be.

technológiai elem	élettartam	karbantartási tevékenység	karbantartási költség	kockázati tényező
Napelemes erőmű	25 év		évente a beruházási költség 1%-a, vagy 0,20 Ft/kWh	
napelem (fajtától függ)	10–30 év			erős szél jegesedés, jégeső, villámcsapás
elektronika	25 év			villámcsapás
akkumulátor (ha van)	6–10 év			robbanás

3.2.8.1. ábra Forrás: Energia Központ

3. A földhő-hasznosítási technológiák elemzése

A lecke célja a földhő-hasznosítással kapcsolatos gazdasági vizsgálatok, életciklus-elemzési és környezeti elemzési feladatok bemutatása, és az ezek elvégzéséhez szükséges ismeretek elsajátítása.

A lecke bemutatja a közvetlen földhő-hasznosítási, és a hőszivattyús földhő-hasznosítási rendszerek létesítésével kapcsolatos elemzési megközelítéseket, a referenciatechnológiák kiválasztásának kritériumait, a gazdaságossági kérdések vizsgálatának módszereit, az életciklus-elemzés szempontrendszerét. Ismerteti a nemzetközi szakirodalomban publikált elvégzett életciklus-elemzések legfontosabb eredményeit és következtetéseit, valamint a földhő-hasznosító rendszerek létrehozásával, üzemeltetésével és megszüntetésével kapcsolatos környezeti hatások elemzésének szempontrendszerét és a környezeti kockázatok értékelését.

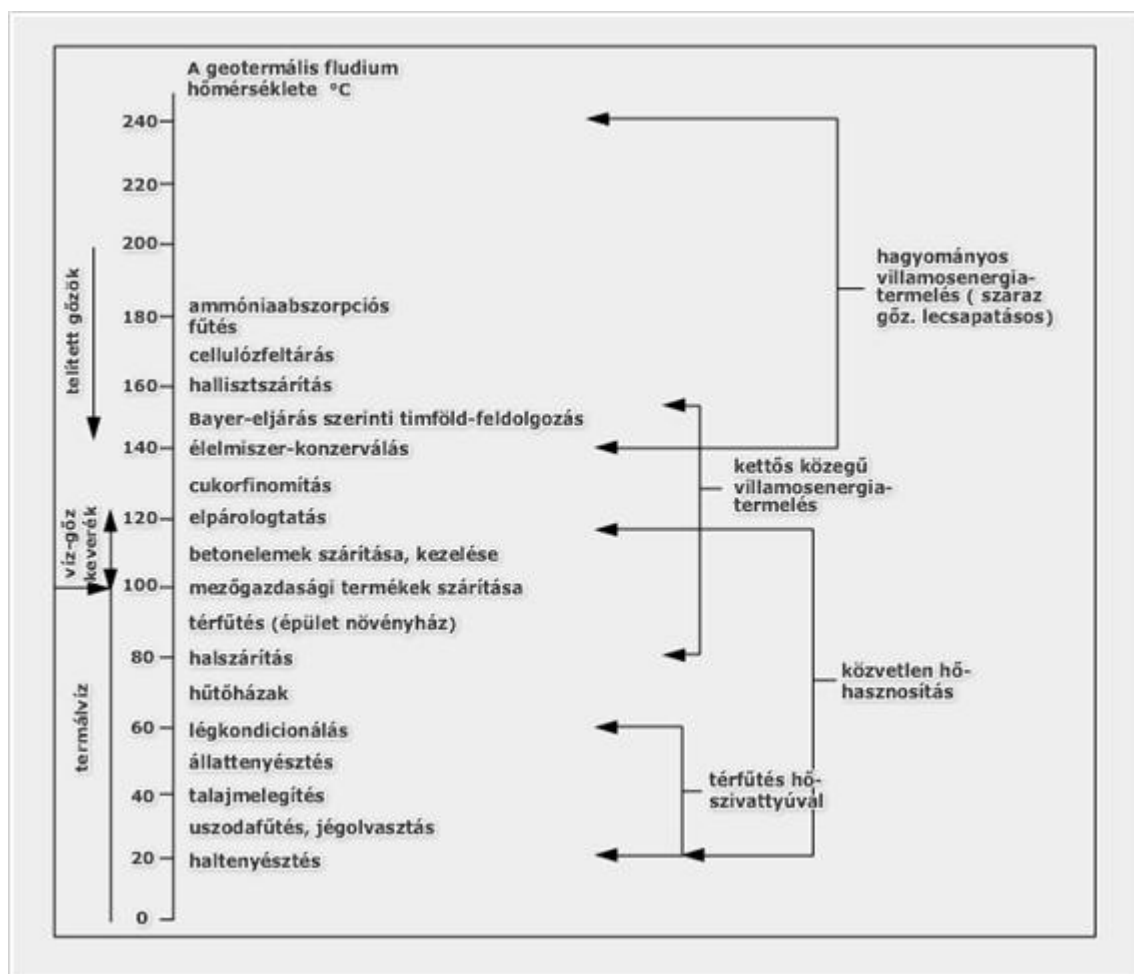
A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 3,2 tanóra.

3.1. A közvetlen földhő-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása

A földhő jellemzője a megújuló energiatípusok többségével szemben, hogy folyamatosan rendelkezésre áll, független a meteorológiai körülményektől, rugalmasan alkalmazható, alapteljesítményre ugyanúgy, mint az igények maximumának idején csúcsteljesítményre. A geotermikus energia a kitermelés helyén áll rendelkezésre, ezért decentralizáltan használható.

Magyarország Európán belül kiemelten jó természeti adottságokkal rendelkezik földtani, geofizikai és hidrogeológiai szempontból egyaránt. Az ország területe alatt magas a geotermikus gradiens, átlagosan 45 °C/km. Közvetlenül a felszín alatt törmelékeny üledékek vagy repedezett mészkő, dolomit található, melyek jó víztárolóként működnek. A termálvíz – a hazai definíció szerint a legalább 30°C-os víz – az ország területének több mint 70%-án rendelkezésre áll. Az átlagos hőáram 90–100mW/m². 500m mélységben a hideg területek kivételével az átlaghőmérséklet 35–40°C. A magasabb hőmérsékletet (45–70°C) a vízáramlás fűtő hatása okozza. Nagyobb mélységben az áramlás által okozott hőmérsékleti anomália lecsökken. 1000 m mélységben az átlaghőmérséklet 55–65°C, 2000 m mélységben pedig 110–120°C, a melegebb területeken 130–140°C. Tehát hazánkban adottak a természetes geotermikus rendszerek elemei: a hő, a tározó és a közvetítő fluidum, a víz.

A termálfluidumnak különböző hasznosításaira, ezen belül a villamos áramfejlesztés hőmérsékleti lehetőségeire is a Lindal-diagram ad megfelelő ajánlást (3.3.1.1. ábra).



3.3.1.1. ábra

Az alacsony hőfokú hőforrások a közvetlen vagy hőszivattyús hőhasznosításra alkalmasak, a hagyományos villamos energiatermelés hőmérséklettartománya: 140–240°C, a víztől eltérő munkaközegű, kettős (bináris) áramfejlesztés alsó hőmérséklet határa mintegy 80°C, a felső határa kb. 150°C.

A közvetlen geotermális energia fő hasznosítási területe Magyarországon a direkt hőhasznosítás és a balneológia. Magyarországon több mint 900 db termálkút (a kifolyásánál 30°C-nál melegebb kutak, források) üzemel, amelynek mintegy 31%-a balneológiai célú, több mint negyedük ivóvíz ellátásra hasznosul, és közel fele szolgál direkt hőhasznosítási célokra. A kitermelt hévíz hőtartalmát általában a mezőgazdaságban üvegházak fűtésére, épületek, uszodák fűtésére, használati meleg víz termelésére, esetenként távfűtésben hasznosítják.

A ma még nem széles körben elterjedt geotermikus villamosenergia-fejlesztés esetén alkalmazhatók a nedves gőzöket termelő kutakra telepíthető kettős közegű (bináris) ORC technológiák (Organic Rankine Cycle = szerves Rankine féle folyadék ciklusú). $T_f=80-150^\circ\text{C}$ között, a gőzlecsapatásos vagy kigőzölgtető technológiájú geotermikus erőmű FC jelű (flashing cycle: kigőzölgtető ciklusú) $T_f=150^\circ\text{C}-200^\circ\text{C}$ között, és a száraz gőzt termelő kutakra telepített turbinák, amelyek a 150°C-nál nagyobb hőmérsékletű, a föld mélyéből nyert vízgőzt általában közvetlenül hasznosítják. A rendszerhatásfok növelése érdekében a technológiák kombinációit is alkalmazzák.

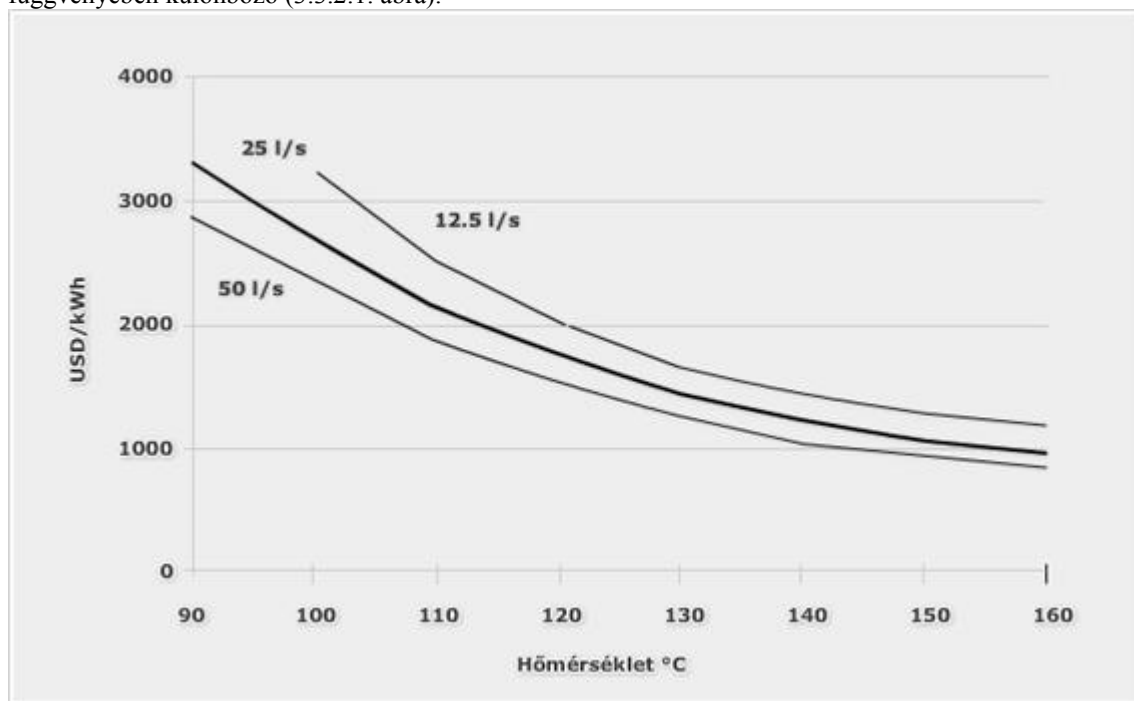
3.2. A közvetlen földhő-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése

A geotermikus energia közvetlen hőhasznosítás hatásfoka 30–50 %. Feltétele, hogy a fogyasztó közel legyen a termelő kúthoz. Geotermikus energiavagyonunk döntő részét jó hatásfokkal és nagy mennyiségben közvetlenül

hőellátásra: távhőszolgáltatásra, lakóépület-fűtésre, használati meleg víz előállítására, üvegházfűtésre, terményszárításra stb. tudjuk felhasználni.

A villamosenergia-termeléshez közvetlen, többlépcsős hőhasznosítás társítható, amellyel kb. négyszer-nyolcszor annyi hő hasznosítható, mint a megtermelt elektromos áram. A geotermikus erőművek kiépítési költsége magas, 3–4,5 millió €/MW, az áramfejlesztési költség 40–100 €/MWh. A megújuló energiaforrásokból származó hő közepes ára a földhő alapú távfűtésnél 2,0 €/GJ (2005-ben). (A hőszivattyúkkal a kombinált fűtés/hűtés közepes ára 16,0 €/GJ.)

A geotermális projektekre jellemzők a nagy kezdeti költségek, a viszonylag alacsony üzemeltetési költségek és hosszú élettartam (min. 25 év). A termelt villamos energia fajlagos ára a folyadék hőmérséklete és hozama függvényében különböző (3.3.2.1. ábra).



3.3.2.1. ábra Forrás: Turboden, 1998

3.3. A közvetlen földhő-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése

A geotermikus energia használatának környezeti előnye, hogy a hagyományos tüzelőanyag-felhasználáson alapuló hőtermeléssel összevetve CO₂-kibocsátást takarít meg. Ennek mértéke a geotermikus energia kinyerésének módjától függ. A geotermikus erőművek működése globális átlagban 120 g CO₂/kWh kibocsátással jár, míg Európában a fosszilis forrásból történő áramtermelés CO₂-emissziója átlagosan 500 g/kWh körüli érték. A közvetlen geotermikus hőhasznosítás minimális CO₂ emisszióval jár (0,0–0,3 g/TJ). Földhőszivattyúk esetében a CO₂ kibocsátásba bele kell számítani a szivattyú működéséhez szükséges áram előállításából származó kibocsátást. Fosszilis energiaforrás kiváltásakor emisszió csökkentő hatásuk 33–45%-os.

Az életciklus-elemzés során az építés, az üzemeltetés és az elbontás három fő szakaszában a következő folyamatokkal kell számolni.

Az építési fázisban a kumulált energiafelhasználást és ezzel összefüggően az ÜHG kibocsátást befolyásoló legfontosabb tényezők közé tartoznak a geotermikus energia hőforrásának geológiai és technikai paraméterei: a fúrás mélysége, a termálvíz hőmérséklete. Emellett fontos tényező a berendezés teljesítménye, a geotermikus hő aránya a fogyasztók teljes hőellátásán belül, a rendszer éves kihasználási óraszám, a rendszer komplexitása (csak fűtés, vagy egyidejűleg melegvíz-ellátás is, csak hőenergia termelés folyik, vagy a hőenergia termelés villamosenergia-előállítással kapcsoltan történik), és a termálvízellátó hálózat struktúrája is. Távhőszolgáltatás esetén számolni kell a vezetéképítés és a távhővezetékhez kapcsolódás berendezéseinek kumulált energiafelhasználásával is, amely a létesítési fázis kumulált energiafelhasználásának 25-30%-át is elérheti.

Jellemzően a nagyobb rendszerek esetében az egységnyi kiadott hőre jutó fajlagos kumulált energiafelhasználás a rendszer előállításának és megépítésének szakaszában a kis rendszerekhez viszonyítva alacsonyabb.

Az üzemeltetéshez kapcsolódó energiaráfordítások és emisszió számításánál döntően a villamosenergia-felhasználást kell figyelembe venni. Emellett amennyiben a csúcsgények kielégítésére fosszilis alapú kiegészítő hőtermelés is van, akkor ennek tüzelőanyag-felhasználásával is számolni kell. A rendszer karbantartásának anyag és energiaigénye az üzemeltetéssel összefüggő emisszió kb. 20%-áért felelős.

A rendszerek lebontása és ártalmatlanítása nem jár számottevő energiaráfordítással és anyagrafordítással, tehát az ezzel összefüggő emisszió is elhanyagolható mértékű.

A távhő-szolgáltatási célú geotermikus rendszerek esetén a létesítés és az üzemeltetés aránya az összes emisszió belül 55-45% körüli.

3.4. A közvetlen földhő-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése

A fosszilis energiahordozók alkalmazásához képest a geotermikus energia felhasználása nagymértékben csökkenti a környezetszennyezést. Természetesen a geotermikus energia alkalmazásával is károsodik a környezet, azonban ez nagyságrendekkel kisebb, mint a fosszilis energiaforrások igénybevételekor.

Az üvegházhatású szén-dioxid, a savas esőket okozó kén-dioxid, a nitrogénoxidok és a por MWh-ra vonatkozó fajlagos kibocsátása a geotermikus erőművek üzemeltetése esetében gyakorlatilag nulla. A fosszilis tüzelőanyag alapú erőművekkel összehasonlítva ez lényeges környezetvédelmi előnyt jelent. Fűtőművek esetén a csúcsterhelés kielégítését segítő kiegészítő fosszilis tüzelőanyagra alapozott kapacitások működése jár káros anyag kibocsátással, ennek mértéke e kiegészítő rendszer működésének idejétől és módjától függ. Ebben az esetben van azonban közvetett emissziós hatás is, a keringető rendszer villamosenergia-felhasználása következtében, amelyet jelentős részben fosszilis tüzelésű erőművekben állítanak elő (geotermikus erőmű esetében ez a villamos energia az erőműből származik).

A nagy nyomású rétegvizekben jelentős mennyiségű egyéb gáz is lehet oldott állapotban. Ennek legnagyobb része CO_2 , CH_4 , SO_2 , H_2S , N_2 , ritkábban NH_3 , Ra, He. A hévizekből kiváló gázok közül a legtöbb gondot a kis koncentrációban is mérgező és extrém nagy (5 ppm) hígításban is kellemetlen szagú kénhidrogén okozza. A légkörben egynapos felezési idővel természetes úton kén-dioxiddal alakuló kénhidrogéntől a hévizek vagy a geotermikus gőz nem-kondenzálódó gázait mesterségesen elégetve lehet megszabadulni.

A hévizből egy nagyságrenddel kevesebb CO_2 (üvegházhatású gáz) szabadul fel, mint a fosszilis energiahordozók elégetésekor. Mivel a geotermikus energia hasznosításával fosszilis tüzelőanyagokat váltunk ki, a héviz CO_2 -tartalma mindig egy sokkal nagyobb CO_2 -kibocsátást helyettesít, így annak környezetkárosító hatásáról beszélni értelmetlen. A hévizekben oldott szén-dioxid kiválása nagyobb gondot okoz a vízkőképződés folyamatában, illetve a korrózió előidézésében.

A geotermikus energiát termelő kutakból származó víz vagy gőz gyakran tartalmaz hasznosítható mennyiségű metánt. A metán üvegházhatása sokszorosa a szén-dioxidénak, tehát szeparátorral történő leválasztása és elégetése elkerülhetetlen, ám ez egyúttal járulékos energiaforrás is, mivel hasznosítható energetikai célra.

A természetes geotermikus tárolók szilárd oldott anyag tartalma a hőmérséklettel arányos, tehát az elektromos energia termelésére használt tárolókból származó nagy hőmérsékletű ($> 230^\circ\text{C}$) telepfoladék erősebben szennyez. A héviz vagy a gőz kitermelésekor az oldott komponenseket is felszínre hozzuk, s az energiahasznosítás után elfolyó csurgalékvíz nagy mennyiségű környezetidegen anyaggal szennyezi elsősorban a felszíni vízfolyásokat. Ha ezt az anyagmennyiséget nem a környezetet terhelő ballasztanak, hanem kibányászott nyersanyagként tekintjük, nagyrészt piacképes értékhez jutunk. Ez lehet a szilárd oldott anyag kérdésének egyik megoldási módja, a gazdaságosan nem értékesíthető komponenseké pedig a visszasajtolás.

A kitermelt hévizek mérgező anyagokat is tartalmazhatnak: higanyt, ólmot, arzént, cinket, sőt uránt is. Ezek a csurgalékvízből biotechnológiai úton hatékonyan eltávolíthatók. Bizonyos mikroorganizmusok $55\text{--}60^\circ\text{C}$ hőmérsékleten és kissé savas jellegű folyadékban akár mechanikus keverővel ellátott, akár fluidizált ágy formájában működő bioreaktorokban 24 óra alatt a mérgező fémek $75\text{--}85\%$ -át képesek kivonni. A módszer különösen ott előnyös, ahol nincsenek meg a visszasajtolás feltételei.

Üzemzavar esetén a hévíz kutakban a bélésű törése vagy lyukadása az ivóvízbázist szennyezheti. Szerencsére a vízadó rétegeket harántoló kútszakaszon a kettős bélésű kútszakaszon és a cementpalást megfelelő védelmet nyújt.

A geotermikus projektek megvalósítása során a legnagyobb (85–115 dB) zajterhelést a fúrás, a kútvizsgálat és az esetleges rétegrepesztés munkálatai okozzák. Egy működő geotermikus erőmű általában a 70–83 dB tartományban üzemel. (Egy forgalmas városi utca zajszintje 70–85 dB.) A geotermikus erőmű főbb zajforrásai a transzformátor, a turbina-generátor egység és a hűtőtorny. A léghűtéses rendszerek zajkibocsátása nagyobb, mint a vízhűtésűeké. Hangtompítók beépítése hatásos, de ez az erőmű hatásfokát csökkenti, a beruházási költségeket növeli.

A geotermikus energiát termelő rendszerek felszíni területigénye kicsi. Az erőművek mindig a kutak közvetlen közelébe települnek. A gyűjtővezeték-rendszerek hossza nem jelentős. A fúrás és a kútvizsgálatok alkalmával viszonylag nagy (3000–5000 m³-es) ideiglenes felszíni gyűjtőmedence kialakítása válhat szükségessé. A különösen nagy oldott anyag tartalmú tárolókra telepített geotermikus erőművek területigénye a termelvény előkészítése miatt mintegy 75%-kal nagyobb a szokásosnál.

Természetes hidrotermális rendszerekben, ha a kitermelés üteme lényegesen meghaladja a tároló vízutánpótlását, a konszolidáció miatt felszíni süllyedések keletkeznek. A jelenség rokon a felszín közeli bányák fölötti földmozgásokkal. Hazánkban a hévíztermelés éppen csak kimutatható külszíni süllyedéseket okozott Szentes és Hajdúszoboszló térségében. Földcsuszamlást legtöbbször csak a rosszul megválasztott helyszín okozhat, ha ilyen területen épül az erőmű. Elsősorban közvetett hatásai jelentkezhetnek, a kútszerkezet vagy a gyűjtővezeték sérülésében. Kis (<1000 m) mélységű visszajutó kutak és vetők kölesönhatása válthatja ki. Természetes hidrotermális tárolókra telepített rendszereknél földcsuszamlás ritkán fordul elő.

A geotermikus energiát termelő kutak fúrása, kútkiképzése, a kútvizsgálatok és rétegkezelések nagy mennyiségű hálózati vizet igényelnek. A hidrotermális tárolók működése vízvisszasajtolást követel meg. Ennek során alapvető a lebegő finom szilárd szemcsék kiszűrése, mert azok csökkentik az áteresztőképességet és növelik a rendszer saját energiafogyasztását. A víztermelés jelentős vízszintsüllyedést okozhat. A nem kellő körültekintéssel folytatott hévíztermelés megzavarhatja a természetes hidrotermális rendszerek működését.

Egy geotermikus erőmű elsősorban létesítésének időszakában terheli a környezetét. Az erőművek kis területigényük miatt nem jelentenek korlátokat a mezőgazdasági termelés számára. Az erőművek általában alacsony építésűek, kis alapterületűek, nincsenek magas tornyok, a környezet fásításával a tájképet megzavaró hatásuk jelentősen csökkenthető.

A geotermikus erőművekben az elvont hő fajlagosan nagyobb, mint a fosszilis és nukleáris erőműveknél, mert a primer hőforrás kisebb hőmérsékletű. Egy geotermikus erőműnél az egységnyi teljesítményre eső hulladékhő 2–3-szor nagyobb a nukleárishoz képest. Egy 100MW-os geotermikus erőmű hőkibocsátása egy 500MW-os gázturbinás erőműével egyenlő. Ez a hátrányosnak tűnő tulajdonság előnyre változtatható az elektromos energia és a közvetlen hőhasznosítás egyidejű megvalósításával, a közvetlen hőhasznosítás többlépcsős, a minél teljesebb hőmérséklet-tartományt lefedő megoldásával.

A geotermikus erőmű létesítésekor a fúrás és a kútkiképzés a legveszélyesebb fázis, annak ellenére, hogy a geotermikus tárolóból feltörő gőz nem okozhat tüzet, robbanásveszélyt, mérgezést. A túlnyomásos tárolók feltárása, művelése a legkockázatosabb. A kitérésvédelmi eszközök és módszerek állandó fejlődése csökkenti ezt a veszélyt. A geotermikus mezők feltárása során a modern geofizikai eljárások alkalmazása is nagymértékben csökkenti a fúrás során fellépő kockázatot.

3.5. A hőszivattyús földhő-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása

A hőszivattyú az alacsonyabb hőmérsékletű – általában hőellátásra közvetlenül nem használható – környezeti vagy hulladékhőt mechanikai munka ráfordításával magasabb hőmérsékletre emeli, tehát az alacsonyabb hőmérsékletű közegből a magasabb hőmérsékletű felé képes hőt szállítani. Ehhez a többletenergia kell, amelyet a kompresszor szolgáltat, a leggyakrabban villamos energia ráfordítás mellett. Elsősorban helyiségfűtésre, hűtésre, medencetemperálásra, használati meleg víz előállítására használhatjuk a hőszivattyút. Ki kell emelni, hogy hőszivattyús hőellátás alkalmazása esetén nem szükséges külön légkondicionáló berendezést is létesíteni, mert a nyári időszakban a hőszivattyúval ez a funkció is ellátható.

A hőszivattyúkat aszerint csoportosíthatjuk, hogy honnan nyerik a hőt. Vannak levegő/víz típusok, melyek a környezeti levegőből nyerik a hőt. Ezek a berendezések lehetnek a szabadban felállítva, vagy az épületben is, de

akkor légszűrővel kell a levegőt hozzá és tőle elvezetni. Egyes speciális kivitelűek képesek hasznosítani a mosókonyha hőjét is. Ez úgy működik, hogy a száradó ruhák miatt szellőztetni kell és ebből a levegőből nyeri vissza a hőt.

Alkalmazhatunk szondákat is a hőforrásaként. Ezek a szonda/víz hőszivattyúk. A szondák lehetnek vízszintesen elásva a talajba (kollektor), vagy függőlegesen fúrva (szonda). Ritkán alkalmazott megoldás, amikor egy tőba van a kollektorcső befektetve. Ehhez kell egy minimális tőmélység, ellenkező esetben képes megfagyasztani annak vizét a hőelvonás.

Népszerű a kútvízből hőt elvonó kialakítás az olcsó beruházás és magas hatásfoka miatt. Ez a víz/víz hőszivattyú. Ennél a megoldásnál kútból szivattyúzott vízből vonjuk el a hőt és egy másik kútba (kutakba) engedjük, rosszabb esetben sajtoljuk vissza a vizet.

A hőszivattyúk hűtő-fűtő típusai képesek a hőt szivattyúzni mindkét irányba, külső eszközök nélkül, vagyis folyadékűtőként is tudnak működni. Ezek motoros szelepek segítségével a gázkörben felcserélik a két hőcserélőt a kompresszor szívó és nyomó csőjén, ezzel a hő szivattyúzási iránya megfordul. Erre a lehetőségre, funkcióra azért van szükség, hogy nyáron hőt vonhassunk el az épületből a hőszivattyú segítségével, amit eddig télen fűtöttünk. Minden eszköz, berendezés marad a helyén, nem kell szelepeket nyitni-zárni, hanem mindez automatikusan, emberi beavatkozás nélkül történik.

3.6. A hőszivattyús földhő-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése

A hőszivattyúkat egy nagyon fontos mutatószám jellemzi, a munkaszám, másképp COP (Coefficient Of Performance). A COP egy mérőszám, mely a hűtő és fűtő rendszerek energiahatékonysági mutatója. Értéke a leadott hőteljesítmény (adott környezeti hőmérsékleten) és az ehhez felvett (általában, de nem kizárólagosan elektromos) teljesítmény hányadosa. Innen a dimenziója (W/W). Minél magasabb ez az érték, annál jobb hatásfokú, tehát adott fűtési feladat ellátásához kevesebb áramot felhasználó, így energiatakarékosabb a berendezésünk.

A levegős hőszivattyúk rendelkeznek a legkisebb munkaszámmal, mert a levegő fajhője lényegesen kisebb, mint a folyadékoké. Nagy térfogatárammal lehet pótolni az elvonható hőt, de ez a beépített ventilátor áramfelvételével rontja a munkaszámot. További rontó tényező, hogy 0°C alatti hőcserélő hőmérsékleten a levegő páratartalma ráfagy magára a hőcserélőre, amivel leszigeteli azt, és ekkor pl. elektromos fűtéssel le kell olvasztani. Van még egy nagyon fontos, forrásoldali hőmérséklettől függő dolog. A hőszivattyúknak nemcsak a hatásfoka, hanem a teljesítménye is csökken a forrásoldali hőmérséklet csökkenésével. Tehát minél hidegebb van kint, annál jobban csökken a leadott teljesítménye is. Jellemző COP: 3,5 (7°C levegő hőmérséklet és 35°C fűtővíz hőmérséklet mellett).

A szondás rendszerek lényege, hogy a földbe ástott, vagy furatba helyezett zárt csőrendszerben keringtetünk fagyállóval kevert vizet. A fagyálló keverék segítségével vonjuk el a talajból a hőt. A keveréket sokkal nehezebb keringtetni, mint a tiszta vizet a viszkozitása és nyúlóssága miatt, a fajhője is kisebb a vízénél. Fagyállóra azért van mégis szükség, mert a talajból nem lehet olyan intenzív hőelvonást elérni, hogy a hőszivattyú forrásoldali (elpárologtató) hőcserélőjét garantáltan megvédhessük a tönkremenetelét jelentő elfagyástól. Jellemző COP: 4,5 (0°C fagyálló és 35°C fűtővíz hőmérséklet mellett).

A nyíltvízes, vagy kutas rendszerek rendelkeznek a legmagasabb munkaszámmal, mert a primer és szekunder oldal hőmérsékletei között itt a legkisebb a hőmérsékletkülönbség és a kompresszor hozzáadott energiája ezért a legkisebb. Hátránya lehet a rendszernek, hogy a kutak vízhozama, amiből a vizet nyerjük csak 2 év után áll be a végleges mennyiségre, illetve a nyelő kutak, amibe visszatápláljuk a lehűtött vizet, eldugulhatnak, időszakosan regenerálni kell, rosszabb esetben pedig új kutat fúrni. Jellemző COP: 5,5–6,0 (10°C kút és 35°C fűtővíz hőmérséklet mellett).

A hőforrás-oldal és a fogyasztói oldal hőmérsékletétől jelentősen függ a hőszivattyú legfontosabb paramétere, a munkaszám. Minél távolabb vannak ezek egymástól, a kompresszornak annál több munkát kell elvégeznie, ami rontja a munkaszámot, a gazdaságosságot. A munkaszám a hőforrás-oldal hőmérsékletétől is függ, ezért keressünk minél melegebb, nagy hozamú hőforrást. Ebből a szempontból a nyíltvízes kút a legjobb megoldás, ha van víz a területen és a talaj víznyelő képességével sincs baj. Ugyanis a termelőkútból kiemelt, a hőszivattyún átfolyt vizet vissza kell engedni ugyanabba a rétegbe, ahonnan kivettük. A kiemeléssel nem szokott akkora gond lenni, mint a visszasajtolással. Szerencsés esetben a víz visszafolyik a nyelőkút nyomás alá

helyezése nélkül. Ha a szivattyúval nyomás ellenében valóban sajtolni kell, akkor a rendszer áramfelvétele megnő és rontja a rendszer hatásfokát. A nyelőkút ellenállása a használat során csak tovább nő, ezért jellemzően 2 nyelőkutat szoktak építeni egy forráskúthoz.

Különleges eset, amikor a hőszivattyút hévíz kútra telepítik. Ez azért fordul elő, mert a hévíz kút hőjét egy egyszerű hőcserélőn csak korlátozott hőmérsékletig tudjuk hasznosítani. Az alsó határt a szekunder (fogyasztó) kör határozza meg. Ha felületfűtést (fal-, padló-, mennyezetfűtést) táplálunk, akkor a hőcserélőn tervezett hőfokesséssel együtt kb. 35°C-ig tudjuk elvenni a hőt a hévízforrástól. Ha 15°C-al akarjuk visszasajtolni a vizet, akkor a többi hőt csak hőszivattyúval lehet elvonni, hasznosítani.

Ha nincs lehetőség kutakat kiépíteni, akkor jön szóba a vertikális szonda. Ez alacsonyabb hőmérsékletű lesz, mint a nyíltvízes rendszer és jelentős többletköltséget is okoz. Alapszabályként elmondható, hogy a szondarendszer annyiba kerül, mint maga a hőszivattyú, vagyis jelentősen megemeli a beruházási költséget. Előnye, hogy helyes méretezés esetén gazdaságosabb tud lenni, mint a gázfűtés és az üzemeltetésnél nincs változás, mint a vizes rendszernél, nincsenek szűrési, karbantartási gondok, a homokszemcsék, vagy az oldott sók nem károsítják a hőszivattyú elpárologtató hőcserélőjét.

Ha egészen kis rendszerről, vagy csak időszakos használatról van szó, illetve sem kút-, sem szondafúrásra nem a terület adottságai miatt ne kerülhet sor, valamint földgáz vezeték sincs kiépítve, jó megoldás lehet a levegős hőszivattyú is, ha automatikus rendszerre van szükségünk. Lehetséges olyan alkalmazás is, ahol időszakosan a fűtési rendszernek csak kis részét kell felfűteni és ezért gazdaságtalan az egész épületet fűteni. Ezzel párhuzamosan azonban meg kell fontolni más energiaellátási lehetőségeket is.

Az épület megfelelő hőszigetelésének hiányában előállhat az a kedvezőtlen helyzet, hogy gondos munka ellenére is olyan magas előremenő hőmérsékletű vízzel kell fűtenünk, ami a gazdaságos üzemlet lehetetlenné teszi. Akkor jó egy épület hőszigeteltsége, ha a négyzetméterenkénti hőveszteség kevesebb, mint 50Watt. A hőszigetelésnek van még egy pozitív hatása a hőszivattyús beruházásra: nemcsak a berendezés fogyasztása, hanem a névleges teljesítményigény is csökken.

A hőszivattyús rendszerek tervezése során a gazdaságosság vizsgálatokor elemezni kell, hogy rendelkezésre áll-e, és ha igen, akkor milyen formában a megfelelő hőfokú hőforrás, amely biztosítani tudja a gazdaságos COP értéket, elemezni kell az épület alkalmasságát a hőszivattyús alkalmazásra (hőszigetelés, nyílászárók, meglévő fűtési rendszer stb.), és a hőszivattyús alkalmazás célját, amely lehet használati meleg víz ellátása, helyiségfűtés vagy helyiségűtés, illetve ezek együttes alkalmazása is.

A megtérülés számításoknál a beruházási és az üzemeltetési költséget kell figyelembe venni. Az üzemeltetésben benne van a működéshez szükséges energia, az emberi erőforrás és az időszaki karbantartás és felülvizsgálat. Jellemzően új épületeknél, ahol figyelembe vették már tervezéskor, hogy hőszivattyú fog fűteni-hűteni, 7–10 év alatt a beruházási többletköltségek megtérülnek az üzemeltetésből. Meglévő épületek felújításánál több időre számíthatunk, mert a felújítás (beleértve az épület hőszigetelésének feljavítását is) mindig több költséggel jár és az eredmény soha nem olyan tökéletes, mint egy új építésnél. Ennek ellenére itt is várható a 10–14 éven belüli megtérülés. A hőszivattyús rendszer beruházási költségein tehát nem szabad takarékoskodni, mert a beruházás megtérülési ideje a legtöbb esetben kedvező.

3.7. A hőszivattyús földhő-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése

A hőszivattyús rendszerek kumulált fajlagos energia- és anyagráfordításainak arányai jelentősen eltérnek a közvetlen földhő-hasznosítási rendszerekétől. Ez érthető, hiszen a hőszivattyú működtetése a teljes életciklus alatt nemcsak segédüzemi jellegű energiaráfordítást igényel, (keringető szivattyúk), hanem a hőszivattyú működéséhez folyamatos energiaráfordítás is szükséges. Ennek mértékét a munkaszám határozza meg, amely alapvetően a hőszivattyú fajtájától függ, de az üzemeltetés körülményei is jelentősen befolyásolják. Az élettartam egészét tekintve ebből a szempontból a munkaszám átlagos értéke lesz a meghatározó, és nem a névleges teljesítménynek megfelelő érték.

A hőszivattyús rendszerek életének három fő fázisa, tehát a rendszer kiépítésének, működésének valamint leszerelésének kumulált fajlagos energia- és anyagráfordításait, és ezzel összefüggően a halmozott fajlagos emisszió (tonna ÜHG/Joule rendelkezésre adott hő) értékét vizsgáló szakirodalmi adatok azt mutatják, hogy az építési fázis a különböző hőszivattyú fajták esetében a 6–12% körüli aránnyal szerepel. A rendszer leszerelése

ugyanakkor még ennél is jóval kisebb, 1–2%-ot meg nem haladó arányú. A mutatószám értékét alapvetően a működési fázis határozza meg.

Jelentős az eltérés a különböző hőszivattyú fajták halmozott fajlagos ÜHG emissziós értéke között. Mivel a működési fázis a mutató értékét alapvetően befolyásolja, a fajlagos mutatószám értéke erősen függ a hőszivattyú munkaszámától. Ennek megfelelően a legalacsonyabb munkaszámmal üzemelő levegő/víz hőszivattyú halmozott fajlagos ÜHG kibocsátása a legmagasabb, ezt követi a talajkollektoros rendszeré, majd a talajszondás rendszeré. A legalacsonyabb halmozott fajlagos ÜHG kibocsátást a víz/víz hőszivattyúkkal lehet elérni, amely nagyjából fele a levegő/víz hőszivattyúénak, és értéke a vizsgálatok szerint 50 tonna/TJ körül alakul.

3.8. A hőszivattyús földhő-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése

A hőszivattyús rendszerek gyártása technológiai szempontból lényegesen nem különbözik egy hagyományos fűtési berendezés gyártásától, tehát az ezzel kapcsolatos környezeti károsodás veszélye azonos a gépipari üzemekben szokásos kockázatoknak. A berendezések telepítésekor a hőkinyerés módja határozza meg, hogy milyen mértékű környezeti károsodásokkal lehet számolni. Ebből a szempontból a szondás rendszerek létrehozása jár a legmagasabb környezeti hatással, amely a fűtési művelettel függ össze: zajártalommal, porképződéssel és a földalatti rétegeknek a fűtőberendezés általi szennyeződésével függ össze.

Az üzemeltetés során több környezetkárosító hatás is jelentkezik.

Munkaközeg szivárgása. A tömítetlenségek következtében hőszivattyúk munkaközege a környezetbe jutva ózonréteg károsító hatása lehet, amely az üvegház hatás növekedését segíti. Ez azonban csak a régebben gyártott berendezések esetében jelentkező kockázat, mivel a 2000-es évektől alkalmazott munkaközeg esetében ez a környezeti veszély jelentősen mérséklődött. Mivel a korszerű hőszivattyú berendezések esetében már a szivárgásmentes üzemelés jellemző, ez tovább csökkenti ezt a környezeti kockázatot.

Termikus hatások a talajban, talajvízben és a levegőben. Helyesen méretezett talajszondás hőszivattyús rendszerek estében a talajból kivett hő pótlása a talaj mélyebb rétegei felől megtörténik. Fűtő és hűtő üzemmód esetén a nyári hűtés során a leadott hő a talajba kerül, amely hozzájárul a hő kiegyenlítésének megteremtéséhez. Talajkollektoros rendszer esetén, amennyiben a kollektort alulméretezik, a kívánatosnál intenzívebb lehet a talaj felszíni rétegében a hőelvonás, ami lehűlést eredményezhet. Ez káros lehet mind a növények, mind a talajban illetve annak közelében élő állatokra. Megfelelő mérnöki tervezéssel ez a veszély megelőzhető. Mivel a kollektorok a felszínhez közel helyezkednek el, a talajvízre való hatásuk nem mérhető. A levegőben jelentkező termikus hatások elhanyagolhatók, mivel a légmozgások a környezetbe kerülő hőt gyorsan elvezetik.

A talajvíz kivétellel járó földalatti hidraulikai változások. A vízkinyerő kutaknál a talajvízszint csökkenésével, a visszasajtolási helyeken pedig a talajvízszint növekedésével kell számolni. Ez a hatás azonban általában viszonylag kis területre korlátozódik, megfelelő tervezéssel a csökkenés illetve növekedés mértéke alacsony szinten tartható.

Zajhatások. A régebben gyártott hőszivattyúk esetenként zavaró zajjal üzemeltek. A piacon jelenleg forgalomban lévő típusoknál ez a káros hatás már nem jelentkezik, a zajszint 45dB(A)-nál nem magasabb.

Az üzemzavari esetek egyik lehetősége a földfelszín alatti részek korróziójából eredő szivárgás, amelynek a talajt és a talajvizet szennyező hatása kicsi, amennyiben például az elterjedt R290 hűtőközeget alkalmazzák. További üzemzavari eset lehet tűz, vagy robbanás bekövetkezése, amelynek során mérgező vagy tűzveszélyes anyagok kerülhetnek a hőszivattyúból a környezetbe. A korszerű hűtőközegek nem gyúlékonyak, és mérgező hatásuk is alacsony (pl. R-407c, R-134a vagy R-744). A környezeti hatást a globális felmelegedési potenciált (global warming potential, GWP) mérőszámával határozzák meg, amely a fluortartalmú üvegházhatású gázok éghajlat-melegedést okozó, szén-dioxidhoz viszonyított potenciálja. A GWP-t úgy kell kiszámítani, hogy a gáz egy kilogrammjának 100 éves időszakra vonatkozó felmelegedési potenciálját viszonyítani kell egy kilogramm CO₂ ugyanezen potenciáljához.

További környezeti kockázatot jelenthet, ha törés, vagy korrózió miatt kenőanyag kerül a talajba, vagy a talajvízbe. A szintetikus olajok alkalmazásával ez a kár is minimalizálható.

A berendezések élettartamának végén a leszerelés és a megsemmisítés során elképzelhető, hogy nem kellő gondosság mellett a hűtőfolyadék a környezetbe juthat. Ez az eset azonban a gyakorlatban kis valószínűséggel fordul elő.

A hőszivattyús technológiák egyes elemeire vonatkozó környezeti kockázati tényezőket és a kapcsolódó karbantartási jellemzőket a 3.3.8.1. táblázat mutatja be.

technológiai elem	élettartam	karbantartási tevékenység	karbantartási költség	kockázati tényező
kollektoros hőszivattyú	25 év		kb. 0,2–0,6 Ft/hő kWh	
talajszonda, kollektor	50 év	folyadékcsere		dugulás, növényzet gyökerei, talajmozgás, talajmunkák
keringtetés	10 év			szorulás
elektronika, védelmek	15 év			robbanás
hőcserélő, csővezetékek	25 év	ellenőrzés, tisztítás		szivárgás, törés, dugulás
hőszivattyú	25 év	ellenőrzés, tisztítás		szivárgás, törés, dugulás

3.3.8.1. ábra Forrás: Energia Központ

4. A széleenergia-hasznosítási technológiák elemzése

A lecke célja a széleenergia-hasznosítással kapcsolatos gazdasági vizsgálatok, életciklus-elemzési és környezeti elemzési feladatok bemutatása, és az ezek elvégzéséhez szükséges ismeretek elsajátítása.

A lecke bemutatja a különböző léptékű széleenergia-hasznosítási rendszerek létesítésével kapcsolatos elemzési megközelítéseket, a referenciatechnológiák kiválasztásának kritériumait, a gazdaságossági kérdések vizsgálatának módszereit, az életciklus-elemzés szempontrendszerét, a nemzetközi szakirodalomban publikált elvégzett életciklus-elemzések legfontosabb eredményeit és következtetéseit, valamint a széleenergia-hasznosító rendszerek létrehozásával, üzemeltetésével és megszüntetésével kapcsolatos környezeti hatáselemzések szempontrendszerét és a környezeti kockázatok értékelését.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 1,6 tanóra.

4.1. A széleenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása

A széleenergia-hasznosítás a gyakorlatban szélerőmű, vagy szélgenerátor üzemeltetésével történik. A szélgenerátor és szélerőmű besorolás a teljesítmény nagyságrendje szerint történik. Az erőmű kifejezés jellemzően a 100 kW feletti, míg a szélgenerátor megjelölés az ennél alacsonyabb teljesítmény kategóriájú berendezések (akár 100 W) esetén használatos, de ezen belül is elsősorban a 10–20 kW-nál kisebb teljesítményű eszközök kapnak szerepet.

Szélgenerátorok

A szélgenerátorok egyszerű felépítésűek, hosszú távú működésre (20–30 év) tervezték őket, csak kevés karbantartást igényelnek. A kisteljesítményű szélgenerátorok 2–3m/s nagyságú szélebségnél kezdenek el működni, névleges teljesítményüket 10–14m/s-os szélebségnél érik el.

A szélgenerátorokat alapvetően kétféle rendszer elemeként használják villamos áram előállítására; az egyik az ún. szigetüzemű („stand-alone”) rendszer, a másik pedig a hálózatba visszatáplálás rendszer. Szigetüzemű rendszert akkor alkalmaznak, ha nem áll rendelkezésre elektromos elosztó hálózat, illetve függetlenedni

szeretnének attól. A rendszer legfontosabb elemei a szélgenerátor, egy annak működését szabályozó egység, az akkumulátorok és egy inverter. A szigetüzemű rendszernél az adott pillanatban el nem fogyasztott energiát akkumulátorokban tárolják. A szabályozó egység feladata az akkumulátorok optimális töltése, a töltöttségi állapot figyelése, az akkumulátorok megóvása a túltöltéstől, illetve a mélykisütéstől. Az inverter az akkumulátorokban tárolt egyenfeszültséget 230V-os váltakozó feszültséggé alakítja.

Szélérőművek

A korszerű szélturbinák legtöbbször 3 lapáttal rendelkeznek. A gép nagyságától függően 30–100 méter magas tornyokon van elhelyezve a villamos generátor, amelyet a szélkerék hajt. A tornyokat villámvédelmi okokból földelni kell a magas létesítményekre vonatkozó előírásoknak megfelelően. A rotoron lévő szárnylapátok 30–70m átmérőjű kört alkotnak, ami azt jelenti, hogy a súrolt felület 700–3800m². A szélesebbég hatására képződő aerodinamikai erő a lapátokat mozgásba hozza. Az így kialakult nyomaték hozza forgásba a szélmotor tengelyét. A lapátkerék megválasztása a szélviszonyok alapján történik. A lapátkerék gyorsjárású tényezője alapján lassú és gyors járású szélmotorokról beszélhetünk.

Igen fontos eleme a szélturbinának a szélirány-beállító berendezés, amely függőleges tengely körül elfordítja a teljes berendezést a tornyon, és ezzel eléri, hogy a szélturbina mindenkor a szélirányra merőlegesen álljon. A nagyobb teljesítményű, gyorsjárású szélmotoroknak még külön a lapátjaik is a gyorsan változó széliránytól függően ki- és befordulnak. Ez egy ún. széliránykövető berendezéssel valósul meg, amely hidraulikus hajtásokkal működik. A szabályozás és a viharvédelem a szélesebbégétől függően vezérelt.

A vezérlést a beépített érzékelők jelét felhasználó programvezérelt mikroprocesszor és központi számítógép végzi. E rendszerek már csak a villamos hálózattal együtt képesek működni, csak így biztosítható a hálózati frekvencia is. A feszültség ellenőrző rendszer folyamatosan megfigyelés alatt tartja és korrigálja egy vagy több turbina kimeneti feszültségét abban az esetben, ha az közel kerül a hálózat szempontjából már meg nem engedhető szinthez. Ez a turbina feszültség korrigálható a sebességgel, ami valójában meghatározza a kimeneti energiát. A generátor 2,5m/s szélesebbégnél kapcsolódik be, 12,5m/s szélesebbégnél éri el a teljes névleges teljesítményt, és 25m/s szélesebbégnél kikapcsolódik.

A generátorok villamos egységteljesítménye eléri a 3MW teljesítményt. A leggyakoribb a közepes és nagyteljesítményű berendezéseknél a szinkron és az aszinkron generátorok alkalmazása, elsősorban kétpóluspárú kivitelben (1500ford./perc szinkronfordulat), melyekhez nagy áttételű fogaskerekes hajtóműveket alkalmaznak. A szélesebbég optimális kihasználásához póluspárváltós generátorokat vagy közös beépítéssel egy kisebb teljesítményű, lassúbb fordulató (kis szélesebbégek esetén) és egy nagyobb teljesítményű és gyorsabb fordulató (nagyobb szélesebbégek esetén) generátort alkalmaznak. További variációk még az optimális illesztés érdekében a sokpóluspárú generátorok hajtómű nélküli alkalmazása vagy a hálózatra csatlakoztatás egyenáramú áramkörön keresztül, ami folyamatos rotorfordulat-változást enged meg. Ezeket a gépeket kontinentális viszonyok között használják, ahol a szelek az irányukat gyakrabban változtatják, és nagyobb dinamizmust mutatnak (3 és 25m/s között), amikor is az alacsonyabb szélesebbégek (hulladék szelek) és a viharos jellegű széllekeések váltakoznak.

Az életciklus-elemzések elvégzéséhez kis teljesítményű szélgenerátorokat, valamint közepes és nagy teljesítményű szélérőműveket egyaránt szoktak választani a 0,6–3,0MW teljesítmény tartományban. A 100kW alatti kis teljesítményű szélgenerátorok kis méretüknél fogva nem szerepelnek ezekben a vizsgálatokban.

4.2. A szélenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése

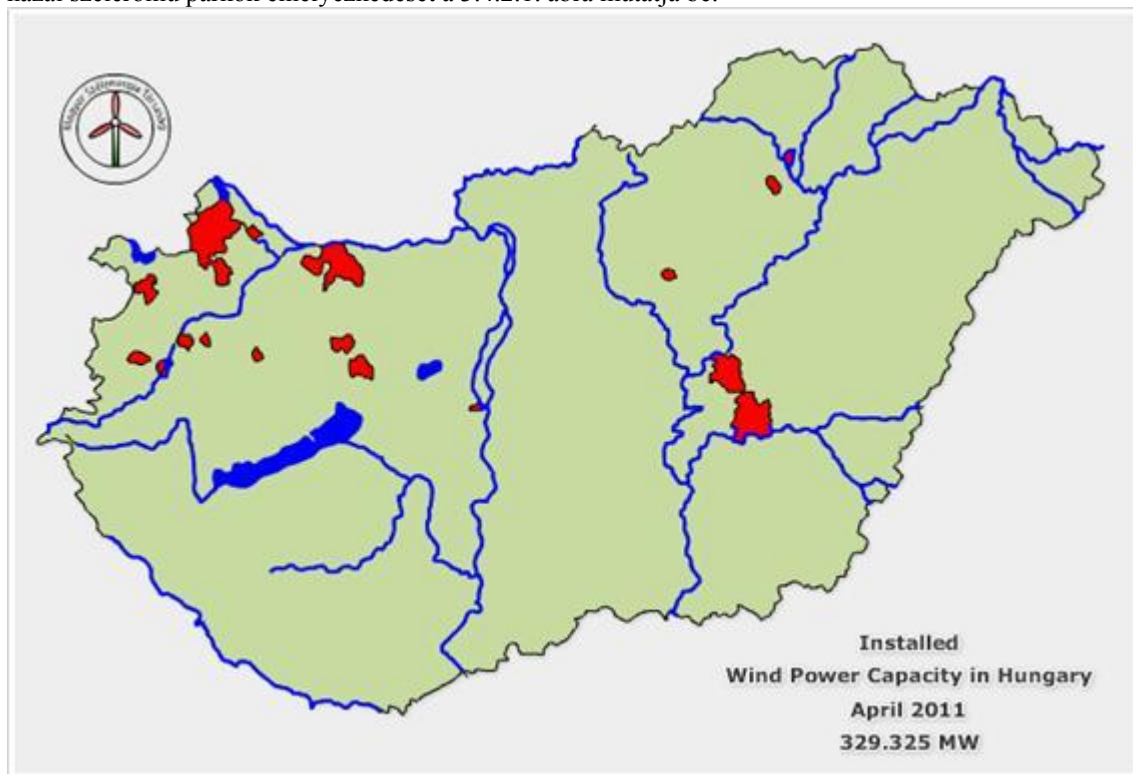
Mivel a szélturbinák önálló, egyedi gépegységek, gazdaságosságuk alapvetően nem az egy telephelyre telepített darabszámtól függ. Ez – máshonnan nézve – azt jelenti, hogy ahol a széljárású adatok gazdaságos létesítést tesznek lehetővé 1 egységre, ott további egységek létesíthetők azonos feltételekkel. Így alakulnak ki a szélérőmű telepek (angol kifejezéssel élve „farmok”) sok egymás mellé telepített szélturbinával. A 8–10 turbina telepítése egymás mellé igen gyakori, de léteznek több 100, sőt még ennél is nagyobb számú egységből álló telepek.

A szélérőművi beruházások, és a szélérőművek működési jellemzői a szélviszonyok, a turbina méretnagyságok, a magasságviszonyok függvényében rendkívül nagy szórást mutatnak. A beruházások gyorsan megvalósíthatók, az előre gyártott elemek összeszerelése gyors, látványos, kihasználtságuk azonban a legkedvezőtlenebb a megújuló energia technológiák között.

Magyarországon a szélérőművi berendezések szokásos magasságában az átlagos szélesebbég-értékek viszonylag alacsonyak, 2–4m/s közöttiek, hazánk tehát természeti adottságai alapján általában kevésbé alkalmas

a szélérőművek vagy szélérőmű parkok gazdaságos üzemeltetésére, azonban egyes földrajzi régiókban rentábilis szélérőművi villamosenergia-termelés valósítható meg, ilyen például a Kisalföldön a Mosoni-síkság, ahol a szélesebbesség az országos átlagnál magasabb.

Magyarországon 2012 végére 329 MW beépített teljesítményű szélérőmű kapcsolódott a közcélú villamos hálózatra. Az összesen 176 db hálózatra termelő erőmű között vannak kisebb (0,25–0,8MW-os) és nagyobb (2–3MW-os) egységek is. 2012-ben a magyar szélérőművek több mint 733000 MWh villamos energiát termeltek, ezzel az ország villamosenergia-fogyasztásának kielégítéséhez 1,73 %-ban járultak hozzá a szélturbinák. A hazai szélérőmű parkok elhelyezkedését a 3.4.2.1. ábra mutatja be.



3.4.2.1. ábra Forrás: Magyar Szélenergia Társaság (2011. áprilisi állapot)

A szélenergia-hasznosítás nem szabályozható, időjárásfüggő technológia, ezért terjedésének mindaddig, amíg a villamosenergia-tárolás gazdaságos biztosítása nincs megoldva, a villamosenergia-rendszer szabályozhatósága szab korlátot. Ezért szélenergia vonatkozásában a 2020. évi nemzeti célkitűzés (a 2011-ben kiadott Megújuló Energia Nemzeti Cselekvési Terv szerint) a villamos energia rendszer szabályozhatósági korlátjához igazodik, amely az erre vonatkozó elemzések alapján kb. 740MW_e összteljesítményig képes a szélenergiát befogadni. A nagyobb szélérőmű parkok mellett a cselekvési terv a kisebb (néhány kW teljesítményű) szélkerekek, törpe turbinák terjedésével is számol, amelyek időszakosan termelnek hálózatra, de elsősorban a helyi autonóm energiaellátásában töltenek be fontos szerepet. A szakértői becslések szerint 2020-ig ezek megjelenése kb. 10MW_e villamos energia összteljesítménnyel várható. Ennek alapján Magyarországon 2020-ig a szélenergia kapacitások 750MW_e szintre bővülését lehet előrevetíteni a jelenlegi ismeretek alapján.

Európában 1 MW szárazföldi szélenergia átlagos befektettségénye 1,23 M EUR (2006-ban, minden költséget beleszámítva). Ebből a turbina 76%, a hálózatra való csatlakozás 9%, az alap 7%. A többi rész a terület, az ellenőrző rendszerek stb. A szélérőművek előállítási költségei hosszú távon csökkentek, kivéve az elmúlt néhány éves időszakot. Európai szinten az 1 MW feletti teljesítményű turbinák adták már 2007-ben a piac több mint 95% -át.

A beruházás gazdaságosságát elsősorban a szélviszonyok és az azokból levezethető évi kihasználási tényező (óraszám) határozzák meg. Magyarországon a kihasználási tényező átlagosan 20% körül van, ami 1600–1700 órát jelent évente. Ez az érték szelesebb, tengerparti területeken elérheti a 30%-ot, ami évente kb. 2500 órának felel meg.

A gazdaságosságot a közgazdasági és adminisztratív környezet is erősen befolyásolja: a hitel kamatlába, a létesítmény megalkotásához és üzemeltetéséhez szükséges egyéb környezeti és adminisztratív kívánalmak.

Alapvetően eltérő a szélenergia gazdasági megítélése a vállalkozói, illetve a nemzetgazdasági szemléletmód szerint. A vállalkozói gazdaságosságot javítja a termelt villamos energia magas átvételi ára (a beépített támogatás mértéke), ami viszont nemzetgazdasági szempontból nem bevételt, hanem kiadást jelent. Befolyásolják a gazdaságosságot az átvétel különböző feltételei, például az előrejelzések pontossága, az eltérések befolyása az átvételi árakra.

A közvetlen költségek mellett figyelembe kell venni az országra és a villamosenergia-rendszerre gyakorolt közvetett hatásokat is. Ezek közül a legfontosabb a CO₂-kibocsátás csökkentése, amelynek a szén-dioxid-tözsde aktuális áraival számított értékét jóvá lehet írni. A szén-dioxid-megtakarítás a megtermelt villamos energia mennyiségével és az így kiváltott fosszilis eredetű villamos energia fajlagos kibocsátásával határozható meg. A döntően fosszilis erőművekből felépülő villamosenergia-rendszerben azonban számításba kell venni a szélenergia-terhelésváltozásait kiegyenlítő gyorsindítású erőművek telepítésének szükségességét is, amely a villamosenergia-rendszer oldalán többlet beruházást igényel, de a szélenergia-beruházások terheit nem viselik. A szélenergia-beruházások működtetése okozhatja a villamosenergia-rendszer egyes hagyományos erőműveinek egyes időszakokban történő kényszerű visszatérítését is, amely az erőmű hatásfokának romlását és többletkibocsátást okoz.

4.3. A szélenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése

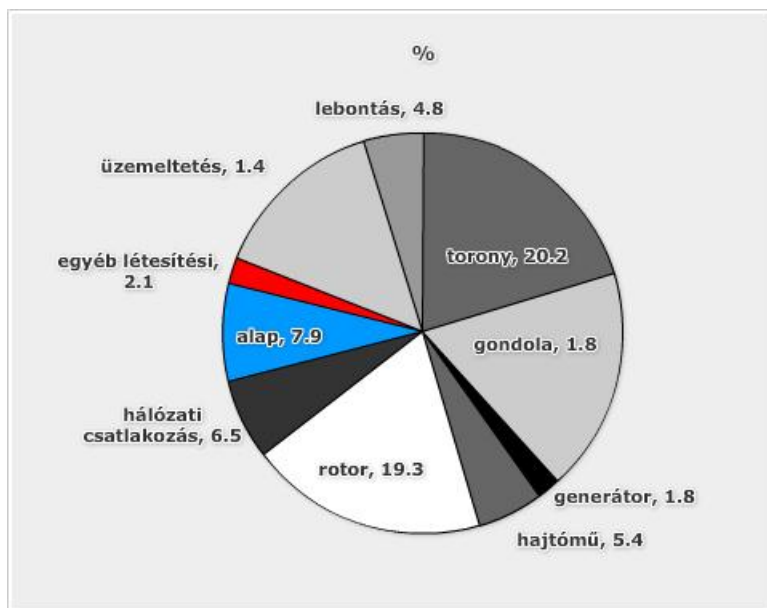
A szélenergia-beruházások életciklus-elemzése a legtöbb esetben az 1 GWh villamosenergia-termelésre vetített halmozott (kumulált) fajlagos energiafelhasználás és fajlagos emisszió meghatározását jelenti. Az elemzés elvégzését a szélenergia-beruházások villamosenergia-termelésének meghatározásával kell kezdeni. Ez minden konkrét esetben külön vizsgálatot jelent, amelynek során nem elegendő ismerni a névleges teljesítményt, hanem az erőmű konkrét helyszínére vonatkozó villamosenergia-termelési lehetőségeket is figyelembe kell venni. Ezt tervezett szélenergia-beruházások esetében az elvégzett hosszú távú szélmérési adatokkal lehet számolni, már működő erőműveknél pedig a termelés mért adatait kell használni. Elméleti életciklus vizsgálatok esetében, tehát amikor nem egy konkrét szélenergia-beruházást vizsgálunk, hanem például egy adott gyártmányt, akkor szokásos a szélesség különböző valószínűsített tipikus értékeivel és feltételezett kihasználási óraszámokkal számolni.

A szélenergia-beruházások kumulált fajlagos energiafelhasználását és fajlagos emisszióját döntően a berendezések gyártásának és telepítésének ráfordításai határozzák meg. A szakirodalomban publikált vizsgálatok szerint, a kumulált energiaráfordítás kb. 80%-a erre a fázisra jut. Ezen belül a legnagyobb súllyal a torony és a rotor gyártása szerepel, valamint az alapozáshoz kapcsolódó ráfordítások, de fontos vizsgálandó tétel a generátor, a hajtómű és a gondolatban található egyéb berendezések energiataralma is.

Az üzemeltetéssel kapcsolatos energiaráfordítások kb. 15%-ban befolyásolják a teljes kumulált fajlagos energiaráfordítást. Ez a karbantartás és a meghibásodott alkatrészek cseréjének energiataralmából adódik. A leszereléssel összefüggő energiaráfordítások aránya kicsi, 5% körüli.

Az előzőekből látható, hogy a kumulált fajlagos energiafelhasználás és fajlagos emisszió alapvetően függ a szélenergia-beruházások kihasználásától, hiszen az energiaráfordítások döntő része a gyártás és a telepítés fázisaihoz merül fel. A kihasználás növelése tehát nemcsak a gazdaságosság, hanem a környezeti hatások szempontjából is kulcsfontosságú. A szélenergia-beruházások felállítását tehát körültekintő és gondos elemzéseknek kell minden esetben megelőznie, az optimális helyszín kiválasztásának érdekében.

A 3.4.3.1. ábra egy 1,5 MW-os szélenergia-beruházás kumulált fajlagos emisszió értékeinek megoszlását szemlélteti. Az ábrán látható, hogy a kumulált fajlagos emisszió értékét alapvetően a gyártás és a telepítés fázisai határozzák meg, az üzemeltetési és a lebontási fázis részaránya együttesen sem éri el a 15%-ot.



3.4.3.1. ábra Forrás: Erneurbare energien, 4. Auflage (Kaltschmitt, Streicher, Wiese, 2006)

4.4. A szélenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése

A szélenergia-hasznosítás által okozott környezeti problémák közül közismert a zaj és a madarakra való hatás. A madarakkal kapcsolatos hatások esetében a vélemények eltérőek, vannak erősen negatívak, de akadnak pozitívak is. A madarak rotorlapátok általi elpusztítása jórészt elkerülhető, ha a szélenergia-parkok létesítésekor figyelembe veszik a madárvonulások útvonalát. Vitatott, hogy mennyire tudnak a madarak alkalmazkodni a forgó rendszerhez.

A növényvilágra való hatás a létesítés és üzemeltetés során történő pusztítás, amely szélenergia-parkok építése esetén nagyobb területet is érinthet.

Esztétikai hatás. Az esztétikai hatás megítélése szubjektív, ennek megfelelően pozitív és negatív vélemények is ismertek. A szélenergia-tornyok, amelyek közül az újabbak meghaladják a 100 m-es oszlopmagasságot, művi jellegű tájlemek, amelyek a domborzati és a felszín borítottság adottságoktól is függően akár 20 km távolságból is észlelhetők, domináns tájalkotó elemekké válnak. Vizuális hatásuk megfelelő elhelyezéssel csökkenthető, elviselhetővé tehető. Táj- és természetvédelmi szempontból az egyszerű, funkcionális szerkezet, a tájba illesztett, (felfelé haladva a zöldtől az égszínkébe váltó) festés felel meg a legjobban. A szerkezet kialakítása is csökkenti az érzékelt hatást. Magyarországon a szélenergia-tornyokat hosszú, csonka kúp alakú acéltornyokra szerelik, melyeket esztétikusabbnak találnak.

Felvillanás, árnyék-vibrálás hatás. Szélenergia-telpeknél figyelhető meg az ún. diszkó-effektus. A napfény periodikus visszaverődése szükségessé teszi a hely gondos kiválasztását és a lapátfelületek kialakításának optimális megválasztását. Szórt fény, felhős égbolt esetén a hatás jelentéktelenné válik. A teljes mértékben előre kiszámítható hatás kiküszöbölése a szélenergia-tervezésének egyik feladata.

Zajhatás. A korai szélenergia-tornyok zajosak voltak, a jelenleg működők jóval csendesebbek. Az észlelt zajterhelés lehet mechanikai és aerodinamikai eredetű. A mechanikai zaj (ilyen például a fogaskerék-áttétel és a generátor működése során keletkező hang) a modern erőművekben minimális. Az ilyen zaj csökkenthető áttétel nélküli hajtóművel, speciális áttétekkel és generátorokkal, továbbá hangszigetelő borítással. Az aerodinamikai zajt a hajtóműről és szárnyakról leváló légáramlatok okozzák. Ez nagymértékben függ a lapátok alakjától, különösen a lefutó rész és a lapát csúcsának kialakításától, továbbá a turbina forgási sebességétől, de az áramlástechnikai zaj mérsékelhető a lapátok szögállásának változtatásával. Ez azért fontos, mert kis sebességen a kisebb háttérzaj miatt az emberek kényesebbek a szélenergia okozta zajra. Az aeroakusztikai kutatás egyre halkabb lapátokat fejleszt a repülőgépiparból átvett anyagok használatával. A lapátok forgása által keltett zaj a szél erősödésével fokozódik, és ezt nem mindenki tűri egyformán. A zaj a lapátok anyagának változtatásával, halkabban működő sebességváltóval és a gondola zajszigetelésével csökkenthető.

Alacsony frekvenciás zajok. A szélerőművek esetenként fejfájást, álmatlanságot okozhatnak. Egyes elméletek szerint a kevésbé kutatott alacsony frekvenciájú (1–5 Hz) hullámok élettani hatásairól lehet szó, de a hatások leírásánál erős szubjektivitás is feltételezhető. Az eddigi vizsgálatok szerint a szélerőművek hallható és alacsonyfrekvenciás zaja egyaránt a megengedett küszöbérték alatt van, azonban további vizsgálatok is folynak a jelenség kutatására.

Jegesedés. Ismert jelenség, de Magyarországon kevésbé jellemző a lapátokra ráakadó jég forgáskor történő letörése, ami balesetveszélyes lehet.

További környezeti problémát jelenthet, ha nem történik meg (mert például a létesítési engedélyben nem írták elő) a tönkrement vagy gazdaságtalanná vált szélerőművek, szélerőmű parkok lebontása, elszállítása és hulladékainak hasznosítása.

A szélerőenergia-hasznosítási technológiák egyes elemeire vonatkozó környezeti kockázati tényezőket és a kapcsolódó karbantartási jellemzőket a 3.4.4.1. és 3.4.4.2. táblázatok mutatják be.

technológiai elem	élettartam	karbantartási tevékenység	karbantartási költség	kockázati tényező
szélerőmű	25 év	mechanikai és hidraulikai karbantartás	évente a beruházási költség 2%-ától növekvően 5%-ig, életkortól függően	
torony	25 év	foliadékcseré		kidőlés
szabályozó elektronika	25 év			villámcsapás
rotor	25 év	tisztítás		erős szél jegesedés villámcsapás
erősáramú berendezések	30 év			tűz
hajtómű	25 év	olajcsere		törés, szárazon futás

3.4.4.1. ábra Forrás: Energia Központ

technológiai elem	élettartam	karbantartási tevékenység	karbantartási költség	kockázati tényező
szélturbina	15 év	mechanikai és hidraulikai karbantartás	évente a beruházási költség 5%-a	
állvány, torony, pózna	15 év	foliadékcseré		kidőlés
szabályozó elektronika	25 év			villámcsapás
rotor, hajtómű, generátor	15 év	tisztítás, zsírozás		erős szél jegesedés villámcsapás
villamosenergia-tároló (akkumulátor)	6-10 év			kiszáradás, mélykiszülés

3.4.4.2. ábra Forrás: Energia Központ

4.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

3.4.a-1 esettanulmány

4.5.1. Case Study : Wind Turbine

1. Introduction

Wind energy is a source of renewable power which comes from air current flowing across the earth's surface. Wind energy is clean, free and inexhaustible. It can be harnessed for producing electricity using a wind turbine. Wind turbines extract the energy from the wind by transferring the momentum of the air passing through the wind turbine rotor, into the rotor blades. The rotor blades are aerofoil, and used for concentrating the energy in the air flow, into a single rotating shaft. The power in the shaft can then be harnessed by coupling it with an alternator for power electricity generation. Wind turbine could be classified into Small scale wind turbine and large scale wind turbine depending on their size and the amount of power they would be able to generate.

Small scale wind turbines (turbines rated under 100kW) have over the years been used to power homes, small businesses and to meet the energy requirements of villages, cottages and telecommunication facilities in remotes locations without access to the grid around the world. These small scale wind turbines require cut – in speeds as low as 2.5m/s and rated speeds around 10m/s which are in most instances are readily available at most construction site locations.

2. Objectives

The objective of this study is to highlight the various findings by considering the upon use of small scale wind turbine as an option for renewable energy supply option at the construction site from project study conducted in the year 2005.

3. Methodology

A 15 kW wind turbine will be sufficient to meet a reasonable portion of the total demand across the construction site. These recommendation are done based on the below areas of analysis carried out at the Xscape site.

3.1 Wind Resource Assessment

Wind resource assessment is the first step towards estimating the current wind situation in the site. It is done by setting up an meteorological station at the site for measuring various data such as wind speed, wind direction, ambient temperature and air pressure at an hourly basis using a cup anemometer, wind vane, thermometer and barometer respectively. The data obtained are then extrapolated to three (15m, 30m and 80m) intended hub heights.

The above collected data is processed for the supply estimation. These estimated velocities are then used to quantify approximately how much more power could be harnessed at higher rotor heights on the Xscape site and further this is fed into a cost - benefit model for analysis on the technical and economical implications for increasing the tower height.

3.2 Site Energy Demand

The energy demands of equipment and appliances onsite were then grouped into those needed for lighting, heating and others using their power ratings in kilowatts and the number of hours they are used to estimate the total energy demand on a daily and annual basis.

Since a detailed study has been conducted on the demand side analysis part on the distribution of the various energy consumption patterns, the above data are used for calculating the capacity of the renewable for the Xscape project.

3.3 Siting

The turbine tower height is an important factor which is to be considered towards the selection of the type of the turbine. The reason behind the above fact is that there is a considerable change in the wind velocity profile at different heights. The much higher the turbine tower we get more constant and quite high wind speeds due to reduced obstruction to wind by other buildings, trees etc. The most common tower heights are 15, 30, 80 meter for small scale wind turbines. The cost of turbine tower plays a considerable role among the total cost of the turbine setup. According to the manufacturers sources it is found that the manufacturing cost per meter for the turbine tower comes to about £ 467 (1). The safety factors and risk involved in putting a high turbine tower has to be considered.

3.4 Turbine Selection: Turbine Options Appraisal

Information gathered from the two previous tasks were then used in addition to an outlined selection criteria (including power output, cost and Reliability) to select a turbine to supply power to meet the site's lighting needs.

In selecting a turbine to supply the requisite power for the Xscape site, available small turbines were classified into groups based on their power ratings. All have capacities suitable for meeting the electricity demands on the Xscape site. One turbine was then short listed from each group based on the overall potential power and energy yield determined using the swept area intercepting the wind, rated speed, their robustness which was determined by the specific mass (weight to area ratio), cost and maintenance requirements specified by the manufacturers.

The various horizontal axis turbines of different make and size considered in this project are short listed as below:

- Renewable Device's Swift (1.5 kW turbine)
- Bergey Wind power 1500-24 (1.5 kW turbines)
- Proven WT 6000 (6 kW turbine)
- Proven WT 15000 (15 kW turbine)
- Wind Turbine Industry's WTI 26 -15 (15 kW turbines)
- Wind Turbine Industry's WTI 29 -20 (20 kW turbines)
- West wind (20 kW turbine)
- Vertical axis turbine (VAWT)
- Ropatec WRE.060 (6 kW turbine)

Hence upon analyzing various turbine model for a same wind pattern but for a different hub height it is found Proven WT 15000 was able to produce about 5626.2 kWh/month at hub height of 30m and about 7147.1 kWh/month for a hub height of 80m. As due to the non feasibility of using an 80m turbine tower due to the various safety aspects described above in the siting of the turbine tower it was considered that these factors ruled out further analysis.

Wind Speed (m/s)	Total Number of Hours in Bin	Swift		Proven WT 6000		Ropatec WT 6000		Proven WT 6000		Westwind 20	
		Power Output (kW)	Energy Captured (kWh)	Power Output (kW)	Energy Captured (kWh)	Power Output (kW)	Energy Captured (kWh)	Power Output (kW)	Energy Captured (kWh)	Power Output (kW)	Energy Captured (kWh)
0	26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	20	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	1.4	0.0	0.0
2.5	0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
3	43	0.0	0.8	0.1	4.0	0.1	2.5	0.2	10.1	0.2	8.5
3.5	0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0
4	30	0.0	1.3	0.2	6.7	0.1	4.2	0.6	16.7	0.5	14.0
4.5	0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.7	0.0
5	72	0.1	6.1	0.4	31.3	0.3	19.7	1.1	78.1	0.9	65.6
5.5	0	0.1	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0	1.4	0.0	1.2	0.0
6	45	0.1	6.5	0.8	33.8	0.5	21.3	1.9	84.4	1.6	70.8
6.5	0	0.2	0.0	1.0	0.0	0.6	0.0	2.4	0.0	2.0	0.0
7	36	0.2	8.3	1.2	42.9	0.8	27.0	3.0	107.2	2.5	89.9
7.5	24	0.3	6.8	1.5	35.2	0.9	22.2	3.7	87.9	3.1	73.8
8	28	0.3	9.7	1.8	49.9	1.1	31.4	4.4	124.5	3.7	104.4
8.5	0	0.4	0.0	2.1	0.0	1.3	0.0	5.3	0.0	4.5	0.0
9	28	0.5	13.7	2.5	71.0	1.6	44.7	6.3	177.2	5.3	148.7
9.5	35	0.6	20.2	3.0	104.4	1.9	65.7	7.4	260.5	6.2	218.6
10	32	0.7	21.6	3.5	111.3	2.2	70.0	8.7	277.8	7.3	233.1
10.5	0	0.8	0.0	4.0	0.0	2.5	0.0	10.0	0.0	8.4	0.0

3.4.4.3. ábra Forrás: PHd 2005 Universite of Strathclyde

Therefore, after calculating the annual output for various models it was found that the proven WT15000 seemed to be a more worthwhile investment.

After making an exclusive study on above turbines with respect to various aspect as described earlier we see that Proven WT 15000 was selected in this 15 kW rating category as it has reasonably higher generation capability due to greater swept area, being less expensive, and being known to be fairly robust requiring a low maintenance regime meant that upon comparing the turbines of the same size the Proven WT was a clear favourite.

3.5 Costing

Hence, based on the power output from each 15 kW turbine and depending upon the total demand on the construction site it is possible to calculate the number of turbines required for installation. One further factor which has to be considered is the type of storage medium to be used, such as a battery banks, or connecting the excess supply to the grid or using it for direct heating applications, the above choice entirely depends upon the site conditions. The first strategy which could be considered is by just using a single 15 kW turbine to meet the reasonable portion of the total loads during the morning hours and during the night the energy produced could be used for supplying energy for drying the clothes in the drying room. The second strategy is to install the required number of turbine to meet the total demand in the site. Upon considering the above two strategy it can be seen that the first option proves to be more advantageous in terms of feasibility in supply, having low risk involved due to less investment cost due to the reduction in the cost of battery bank for storage capacity.

The total lifetime cost was determined by estimating the annual loan repayments, overall operation and maintenance expenses, property tax and insurance for the design lifetime and expenses for reserving equipment parts and others in store for unexpected breakdown. This total lifetime cost was then used to estimate the cost per kWh of electricity generated from the turbines. The economic viability of a small wind power system depends to a large extent on the generating costs and the associated market value of wind energy Capital cost, financial cost, operating and maintenance costs, turbine availability, energy efficiency, life time of turbine and site wind regime constitute the total generating costs. On the other hand, environmental benefits which comprise emissions reduction (CO₂ savings) and reduced fossil fuel use, together with fuel savings and capital savings make up the associated market value of wind energy.

3.5.1 Capital Costs

These are the total cost involved including the material cost, foundation cost, and installation cost for the turbine. Generally, wind turbine installed costs are normalized to cost per unit of rotor area or cost per rated kW.

The price of Proven WT 15 kW turbines comes up depending upon the type of connection associated with it.

	Wind Turbine System with	Basic Cost (£)
1.	Grid Connected	39,000
2.	Battery Charging	46,500

3.4.4.4. ábra Forrás: Proven Energy

The reason behind the price difference between two connections, are due to the extra cost associated with putting up batteries for storing the produced energy. Further the connection to the grid normally takes place at <16 amps/phase.

3.5.2 Financing Costs

As most wind power projects are capital intensive. Usually most developers make a down payment and finance the rest of the project with a loan obtained from the financial institution, in most cases a bank loan. Then in long term interest has to be paid for the money borrowed from the bank.

3.5.3 Operation and Maintenance Costs

As the turbine contains more moving parts, hence it requires a considerable maintenance to be done, for an efficient running. It is considered that the during the early years the maintenance cost are between 1.5% and 3% of the turbine cost but increase with time as the turbines get older.

3.5.4 Payback

The detailed analysis done regarding the payback shows that with good wind resource at the installed site, the payback for a 15kW wind turbine will normally be about 10 years. Further with the usage of additional storage facilities like battery would increase an additional payback period of 13 years.

3.6 Battery charging system

A battery charging system provides us with a continuous uninterrupted power supply for our applications via an inverter which makes the power from the turbine usable. According to manufactures recommendation 48V DC battery storage can be used for storing the generated electricity. This is then converted into AC by means of an inverter before we are capable of using it for our utilities. The number of batteries required for a particular installation depends upon how long we need to have electricity supply when there is no wind. Normally the battery storage is planned for storing electricity for about say one or two weeks. Hence the cost of each battery varies depending upon its storage capacity.

A general idea about the cost of batteries and inverters are given below in the table as

The cost of 48V Varta Lead Acid Battery (Tubular Plate, Flooded cell) depends on the storage capacity in Ampere hours

No	Ampere hours(Ah)	Cost (£)
1.	470	2962
2.	785	4631
3.	1250	7178

3.4.4.5. ábra

The selection of a medium capacity storage battery of 48V, 785Ah could be considered based on the continuous demand required from the construction site.

Similarly the below is the price list for the inverters for a typical SMA Windy boy inverter model of the following capacity

No	Rating (kW)	Cost (£)
1.	2.5	1338
2.	3	1453
3.	6	2527

3.4.4.6. ábra

3.7 Funding

The UK government provides funding through various means towards the implementation of various renewable energy sources through various scheme means such as

1. Low carbon building programme.
2. Green energy trust Scottish power.
3. Green energy fund.
4. Leader plus programme.

4. Emissions Reduction

The supply results from this project will tell us about the expected amount of carbon dioxide savings depending upon the portion of electricity generated from the turbine to the use of diesel generator or grid connected electricity supply. The installation of the above wind turbine will reduce the connected load on the generator and the grid thereby we are able to save a considerable amount of Carbon Dioxide emissions.

5. Results

Hence upon analyzing various turbine model for a same wind pattern but for a different hub height it is found Proven WT 15000 was able to produce about 5626.2 kWh/month at hub height of 30m (these values vary highly depending upon the prevailing wind condition and hence the manufacturers recommendation for annual energy production has to be considered)

Forrás:

http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/05-06/constr_village/renowable_wind_turbine.htm

5. A vízenergia-hasznosítási technológiák elemzése

A lecke célja a vízenergia-hasznosítással kapcsolatos gazdasági vizsgálatok, életciklus-elemzési és környezeti elemzési feladatok bemutatása, és az ezek elvégzéséhez szükséges ismeretek elsajátítása.

A lecke bemutatja a vízenergia-hasznosítási rendszerek létesítésével kapcsolatos elemzési megközelítéseket, a referenciatechnológiák kiválasztásának kritériumait, a gazdaságossági kérdések vizsgálatának módszereit, az életciklus-elemzés szempontrendszerét, a nemzetközi szakirodalomban publikált elvégzett életciklus-elemzések legfontosabb eredményeit és következtetéseit, valamint a vízenergia-hasznosító rendszerek létrehozásával, üzemeltetésével és megszüntetésével kapcsolatos környezeti hatáselemzések szempontrendszerét és a környezeti kockázatok értékelését.

A lecke elsajátításának becsült időszükséglete 1,6 tanóra.

5.1. A vízenergia-hasznosítási referenciatechnológia kiválasztása

Teljesítményük szerint a vízerőművek különböző nagyságúak lehetnek, a szokásos terminológia szerint nagy, közepes és kis vízerőműveket különböztetnek meg. A regionális rendszerek részét képező nagyvízerőművek

fontos szerepet játszanak a villamosenergia-termelés egészének emisszió csökkentésében. A kisvízerőművek a decentralizált villamosenergia-termelés részét alkotják.

A víztározó léte, nagysága szerint két főcsoportra különböztethető meg. Az átfolyó vízerőművek a vízfolyáson érkező vízhozamot visszatartás nélkül átvesztik, lényeges tározó nélkül. A tározós vízerőművekhez a tervezett üzeműkhöz szükséges napi, heti vagy szezonális kiegyenlítést biztosító nagyságú tározó tartozik. Ennek speciális változata a szivattyús energiatározó, amelynek feltöltését nem, vagy nemcsak természetes hozzáfolyás, hanem szivattyúzás biztosítja.

Az alacsony esésű erőműveket többnyire beépítik a folyómederbe. A közepes esésű erőműveknél szintén gyakori ez a megoldás, de az energia jobb kihasználása érdekében a folyóvizet nem gáttal elzárják és a vizet az erőmű részére kialakított mederbe vezetik. Ezeket üzemi víz csatornás erőműveknek nevezik. A nagy esésű erőművek építésénél különleges megoldásokat alkalmaznak, a víz esését többnyire duzzasztógátakkal növelik, amellyel a hasznosítható energia is növekszik. Gyakran a vizet nyomóalagúton vagy nyomócsőrendszeren juttatják el a turbinákhoz.

A szivattyús energiatározó vízerőművek alapvetően nem villamosenergia-termelésre, hanem csupán a villamos energia tárolására szolgálnak. Két különböző szintmagasságú víztározó között a völgyidőszakban terhelés idején a vizet a többletként rendelkezésre álló villamos energiával az alacsonyabban fekvőből a magasabban fekvő tározóba szivattyúzzák, ebben az esetben a generátor motor üzemben hajtja a szivattyút. Csúcsidőszakban a magasabban fekvő víztározóból vízturbinán keresztül engedik vissza a vizet, ezáltal a generátor villamos energiát termel. A rendszer összenergia-mérlege önmagában veszteséges, de a gazdasági haszon abból származik, hogy csúcsüzemben a hálózatnak eladott villamos energia ára többszöröse a csúcsidőn kívüli energia árának. Emellett az egész energiarendszer összehatófoka szempontjából is kedvező, hogy a fosszilis tüzelőanyagot elégető alaperőművek és az atomerőművek jó hatásfokkal, közel állandó terheléssel üzemelhetnek.

Az utóbbi időkben az árapály jelenség elektromos áram termelésére való hasznosítása is előtérbe került. Ezt hatalmas tengeri duzzasztógátakban lévő turbinák, illetve a folyótorkolatokba épített gátak segítségével lehet megoldani. Előnye, hogy megépítésével hosszú távon lehet fosszilis tüzelőanyag-felhasználást megtakarítani. Hátránya a magas építési költség, valamint az okozott ökológiai és vízgazdálkodási problémák: akadályozza a halak természetes vonulását, hordalék lerakódások a folyótorkolatokban stb. Árapály erőműveket természetesen óceánparttal rendelkező országok építenek (pl. Franciaország, Kanada, Dél-Korea stb.), Magyarország számára nincs gyakorlati alkalmazási lehetősége.

A vízerőművek teljesítménye jelenleg a 10kW-os nagyságrendtől a 20MW feletti tartományig terjed. Ezért az elvégzett életciklus-elemzések során is van példa a különböző teljesítmény tartományba eső erőművekre. Az elméleti vizsgálatok céljára alkalmas lehet egy összehasonlítás, amelyben egy kis, egy közepes és egy nagy teljesítményű erőműre végzik el a vizsgálatot. Konkrét vízerőmű vizsgálatánál az adott helyszínről jellemző paraméterekkel és az erőmű ismert adataival kell a számítást elvégezni.

Magyarország vízerő-hasznosítási adottságai nemzetközi összehasonlításban nem kedvezőek. Vízerő hasznosítási adottságainkat jól jellemzi a fajlagos, potenciális vízerő-készlet, amely nálunk 110 ezer kWh/km². Ez az érték európai összehasonlításban az utolsó előtti, csak Hollandia adottságai rosszabbak ennél. A jelenleg meglévő 31 vízerőmű összteljesítménye 55MW, villamosenergia-termelése az időjárási viszonyoktól függően éves átlagban 195GWh/év, ami a teljes hazai villamosenergia-termelés mintegy 0,5%-a. A 31 meglévő vízerőműből 23 telephelyen folyik jelenleg villamosenergia-termelés, 8 telephely kis erőművei üzemben kívül vannak. Az előállított vízerőművi villamos energia közel 90%-át a 4 jelentősebb vízerőmű termeli meg, amelyek teljesítménye: Kisköre (28MW), Tiszalök (12,5MW), Kesznyéten (4,4MW) és Ikervár (1,5MW).

5.2. A vízenergia-hasznosítási technológiák gazdasági elemzése

A vízenergia hasznosítása része a villamosenergia-szolgáltatás biztonságát segítő rendszereknek, a termelőkapacitás és a csúcsigények közötti differencia áthidalásának egyik eszközeként. A megfelelő tározókapacitású vízerőművek a csúcsidei teljesítményigények kielégítését is segítik. Emellett a vízerőművek és a szivattyús energiatározók a rendszerirányítás gyors reagálását, flexibilis eszközeivé váltak.

A vízerő-hasznosítás fejlesztésének hajtóerejét a vízerőmű-beruházás hosszú távú előnyei jelentik, közülük a következők emelhetők ki:

- A vízenergia-hasznosítás eszközei kiforrottak és sokszorosan kipróbáltak. Megvalósításuk műszaki kockázatai nem jelentősek.
- A vízerőmű üzeme gazdasági szempontból stabil, az éves üzemköltségek alacsonyak.
- A vízerőművi villamosenergia-termelés gazdasági kockázata alacsony, az üzem független a tüzelőanyag ármozgásaitól, hosszú távú árstabilitást biztosítva.
- A létesítmények és berendezések élettartama más erőműtípusokénál hosszabb, az élettartam egyszerű eszközökkel és viszonylag olcsón megnövelhető.
- A vízenergia-hasznosítás jelentős mértékben vesz részt az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésében. A vízenergia-hasznosítás megvalósítása helyi eszközöket és kivitelezést igényel, így a helyi foglalkoztatottságot javítja.
- A vízenergia tiszta, megújuló természeti erőforrás, nincs számottevő környezeti hatása (káros emissziók esetleg egyes hasznosítási módoknál jelentkehetnek).

A villamosenergia-termelési kapacitás és az igények folyamatos egyensúlyának biztosítása és a változó nagyságú különbségek áthidalása szükségessé teszi a gyorsan mobilizálható és a villamosenergia-szolgáltatás biztonságát támogató rendszer kialakítását. E téren a műszaki és gazdasági szempontból is kedvező megoldás, a szivattyús energiatároló létesítése vált a nemzetközi gyakorlat egyik fő irányává.

A terhelési minimumok kezeléséhez és egyéb követelmények teljesíthetőségéhez szükséges rendszerszabályozási feladatokra alkalmas eszközök többsége a villamos energia tárolását alkalmazza. Elvileg többféle villamosenergia-tárolási mód áll rendelkezésre. Ezek közül a szivattyús energiatároló részvétele a rendszerszabályozásban a gyakorlatban szokásos és előnyösen teljesíthető funkció. A lehetséges alternatív megoldások esetében ilyen funkció nem biztosítható, vagy gyakorlata nem alakult ki. Sűrített levegős energiatároló esetében a terhelés felvételének időtartama normál esetben 8–10 perc, szükséghelyzetben 4–5 perc. A szivattyús energiatárolók felterhelési ideje viszont 10–20 másodperc közötti, egyes esetekben 6 másodperc. A terheléskövetési és terhelésváltoztatási képesség tekintetében a szivattyús energiatároló nagyságrendekkel magasabb műszaki minőséget kínál.

Meg kell azonban jegyezni, hogy kizárólag a kis terhelésű időszakban vásárolt és csúcsidőben értékesített villamos energia alapján az üzem gazdasági szempontból gyenge. A villamosenergia-árprognózisok szerint a napi-heti terhelési menetrend kiegyenlítése energiavásárlással és energiaértékesítéssel, gazdasági szempontból gyenge szolgáltatás marad a jövőben is. Ilyen működés alapján kevés esély van finanszírozható projekt kialakítására. Az alternatív megoldások magasabb beruházási költségeik miatt még kedvezőtlenebbek.

Az utóbbi évtizedekben a szivattyús energiatároló a frekvenciaszabályozás és a gyors reagálású tartalékbiztosítás hatékony eszközévé vált. Ma már a nemzetközi gyakorlatban a szivattyús energiatároló leglényegesebb funkciója a szabályozó teljesítmények biztosítása a rendszer működéséhez, a folyamatos üzembiztonság megfelelő szintjéhez. Más alternatíváknál kedvezőbb dinamikai tulajdonságokkal, rövidebb mobilizálási idővel képes a rendszerszintű szolgáltatások, köztük a szekunder és perces szabályozási teljesítmények biztosítására, de számításba vehető üzemzavari tartalékként is.

A vízerőművek fajlagos beruházási költsége tág határok között változhat, a helyi adottságoktól, a kapacitásnagyságtól, a tároló térfogatától és az infrastruktúra-fejlesztési igényektől függően. A fajlagos beruházási költségek meghaladják a hagyományos erőművékéit. A vízerőművek éves karbantartási és üzemanyagköltségeinek átlagos összege viszont kisebb, mint az atomerőművéké, és sokkal kisebb, mint a gáztüzelésű erőművéké. A vízenergia hasznosítása megfelelő létesítési feltételek esetében az egyik legkisebb termelési költségű villamosenergia-termelési mód, a technológia egyszerűségének és a hosszú élettartamnak köszönhetően hosszú távú árstabilitást és megbízható előretervezhetőséget eredményezve. Többnyire nem támogatásigényes, képes az önfinanszírozásra.

A vízerőművi villamosenergia-termelés költségeit alapvetően a beruházási költségek határozzák meg. Ennek mértéke az erőmű méretétől függően a 4000–6000 €/kW tartományba esik (a kisebb erőműveknél alacsonyabb, a nagyobb erőműveknél magasabb).

Egy 2003-ban elvégzett elemzés szerint a Nemzetközi Vízenergia Szövetség (International Hydropower Association, IHA) gazdasági, szociális és környezeti szempontok szerint értékelve a 3.5.2.1. táblázat szerint foglalta össze a vízenergia-hasznosítás előnyeit és hátrányait.

ELŐNYÖK	HÁTRÁNYOK
GAZDASÁGI SZEMPONTOK	
Alacsony üzemi és karbantartási költség	Hosszú megvalósítási idő
Hosszú élettartam (50–100 év)	Csapidékfüggőség
Rugalmság biztosítása	A tározókapacitás csökkenése hordalékos helyeken
Kipróbált, bevált technológia	Hosszú távú tervezést igényel
Regionális fejlesztést ösztönöz és segít	Hosszú távú megállapodásokat igényel
Magas energiahatékonyságot biztosít	Több szakterület együttműködését igényli
Támogat más vízhasználatokat	Gyakran külföldi kivitelező és finanszírozás szükséges
Munkalehetőségeket teremt	
Üzemanyag-megtakarítást eredményez	
Az energiafüggetlenséget erősíti	
Optimalizálja a villamosenergia-termelés szerkezetét	
SZOCIÁLIS SZEMPONTOK	
Biztosítja a vizet más vízhasználatokhoz	Egyes helyeken áttelepítést igényel
Növeli a környező területek árvízzel szembeni biztonságát	Korlátozhatja a hajózást
Javíthatja a hajózási lehetőségeket	A helyi földhasználati módok változhatnak
Gyakran üdülési infrastruktúrát teremt	A vízi eredetű járványokat ellenőrizni kell
Javítja a terület megközelíthetőségét több vízhasználó esetén (utak, hidak stb.)	Vízkezelés-gazdálkodást tesz szükségessé
Építési és üzemelési munkát biztosít a helyi munkaerőnek	Az érintett emberek életfeltételeit biztosítani kell
Javítja az életkörülményeket	
KÖRNYEZETI SZEMPONTOK	
Minimális üvegházhatást okozó gázt termel	Eláraszt szárazföldi élőhelyeket
Javítja a levegőtisztaságot	Megváltoztatja a vízjárást
Nem termel hulladékot	Megváltoztat vizi élőhelyeket
Lassítja a nem megújuló üzemanyagkészletek kimerülését	A vízminőséget ellenőrizni kell
Gyakran új édesvízi ökoszisztémákat hoz létre	Időleges változást okoz a táplálékláncban
Növeli az ismereteket az értékes egyedek kezelése tekintetében	Az egyedek és populációk ellenőrzése szükséges
Segíti a klímaváltozás lassítását	Korlátozza a halak vándorlását
Nem használja el és nem szennyezi a vizet a villamosenergia-termelés melléktermékével	A hordaléklerakást és -szállítását ellenőrizni kell

3.5.2.1. ábra Forrás: International Hydropower Association (IHA)

5.3. A vízenergia-hasznosítási technológiák életciklus-elemzése

A vízerőművek üzemeltetése nem jár jelentős energiafelhasználással, csupán a megtermelt villamos energia egy viszonylag csekély hányadának segédüzemi jellegű felhasználást igényli. A kumulált fajlagos energiafelhasználás és emisszió értékét alapvetően az építési fázis és a vízerőművi berendezések (turbina, generátor stb.) előállításának energiaráfordításai határozzák meg. Az elvégzett elemzések szerint a különböző nagyságrendű vízerőművek esetében az a primerenergiában számolt kumulált fajlagos energiafelhasználás értéke 200–300GJ/GWh körüli érték, ahol a nagyobb érték a kiserőművekre (kb. 30kW), a kisebb érték a nagyerőművekre (20MW felett) vonatkozik.

A vízerőművek megépítése kiugróan nagy mennyiségű beton és acél felhasználását igényli, a duzzasztómű és a gátak, valamint a vízturbinák helyének kiépítéséhez. Mindkét alapanyag előállítása jelentős energiaráfordítást igényel, amely ebben az esetben, mint energiatartalom, beépül a vízerőmű kumulált energiaráfordításaiba. Ennek eredményeként a vasbeton, amely a vízerőmű előbb említett részeit alkotja, a fajlagos kumulált energiafelhasználási mutató közel felét reprezentálja. További jelentős energiaráfordítás az építés és

tereprendezés során merül fel, így összességében az építési és építőanyag-gyártási energia-ráfordítások közel 60%-ot tesznek ki az összes kumulált energiaigényeken belül. Emellett nem elhanyagolható a nagy vas, acél és réz tartalmú turbinák és generátorok előállításának energiaszükséglete sem, tehát az életciklus-elemzés során ennek kiszámítását sem lehet mellőzni.

Az üzemeltetés során a már említett alacsony segédüzemi villamosenergia-felhasználás mellett a karbantartási tevékenységek és anyagok, valamint az esetlegesen tönkrement berendezések pótlásával összefüggő energiaráfordításokkal lehet számolni. Ezek együtt 10 % alatt maradnak az összes kumulált energiafelhasználáson belül. Az élettartam végén a berendezések leszerelése és újrahasznosítása vagy megsemmisítése alacsony energiafelhasználással járó folyamat.

5.4. A vízenergia-hasznosítási technológiák további környezeti elemzése

A vízenergia-hasznosítás környezeti hatásainak vizsgálatánál egyrészt mérlegelni kell a helyettesítő alternatív villamosenergia-termelési módok alkalmazásának hatásait, másrészt vizsgálni kell a megvalósításból eredő ökológiai hatásokat és azok mérsékelhetőségét.

A gátak, illetve a duzzasztók lényeges emberi beavatkozást jelentenek a hidrológiai és ökológiai rendszerekbe. Ez időben és térben széles tartományban változtathatja meg az ökoszisztémák megszokott feltételeit. A vízi ökoszisztémák reakciója sokféle, a létesítmény kialakítása, működtetésének módja, a klimatikus viszonyok, a hordalék szállítási feltételek stb. függvényében.

Az utóbbi évtizedekben kiemelt figyelmet kaptak a vízenergia-hasznosítás negatív hatásai: a földterület-használat csökkenése, a faunára és flórára gyakorolt hatások, és a folyók vízjárásának változása. A vízenergia-hasznosítás terén hosszú megfigyelési időszak tapasztalatai halmozódtak fel, és a különböző szakterületek művelői kutatják a hatásokat a folyók ökológiai feltételeire, valamint a legjobb védekezési módokat a jelentkező hatásokkal szemben. Az erőfeszítések eredményeként a hatások elkerülésére vagy mérséklésére eredményes stratégiák alakultak ki.

A környezeti megfontolások beépítése a tervezésbe és az üzembe ma már többé-kevésbé standard gyakorlat, ennek ellenére éppen a sokféleség következtében előfordulhat, hogy az nem minden esetben teljesen hatékony. Összességében az új és a meglévő létesítményeknél elért eredmények környezeti javulásra vezettek. Példaként említhető a természetvédelmi területté vált néhány rendszer.

A környezeti kapcsolatok néhány szempontja és a lehetséges intézkedések:

- A vízminőség változása a duzzasztás következtében. Megfelelő állapotfelvétellel a potenciális problémák előzetesen azonosíthatók, és kijelölhető a szükséges megoldás.
- A hordalék szállítás változása és az erózió. A hordalék lerakódás a hosszú távú működőképességet korlátozza, a duzzasztás alatti folyószakaszon pedig eróziót, a meder degradálódását eredményezheti. Ezek mérséklésére alkalmas megoldások ismertek.
- Az alvízoldali hidraulikai feltételek változása. A tervezett működéstől függően csökkentheti a biodiverzitást. Az alvízoldali ökológiai vízigeny biztosításának átláthatónak kell lennie.
- Az építés közbeni hatások. Szervezéssel, megfelelő intézkedésekkel a minimumra kell csökkenteni az építés közbeni környezeti hatásokat. Az építést követően rehabilitációra és a fauna zavarásának mérséklésére van szükség.
- A ritka vagy veszélyeztetett egyedek. Ezeket azonosítani kell az építést megelőzően. Ha a változás elkerülhetetlen, a megmaradó élőhelyek védelmét biztosítani kell, akár az élőhelyek áthelyezésével.
- A halak és a vízi fauna átjárása. A vízi fauna átjárását a folyó mentén már a tervezés fázisában ki kell alakítani. A tömeges halvándorlás szükségessé teheti a turbinákon áthaladó halak életben maradásának biztosítását. A korszerű technológiák ehhez rendelkezésre állnak.
- Kártevők, fertőzések. A fertőzés lehetőségét a létesítés előtt fel kell tártani, és biztosítani kell a veszély csökkentését.

- Környezetirányítás. Általában a vízerőművek megfelelő, auditált környezetirányítási rendszert alkalmaznak, amely effektív intézkedéseket tartalmaz az üzem során jelentkező környezeti problémákra. Az ehhez tartozó monitoring biztosítja a környezetirányítás folyamatos javulását.

Nem minden környezeti hatás szükségszerűen negatív. Ha az építés befejeződött és az állapot stabilizálódott, gyakran a természetes tavakban szokásoshoz hasonló feltételek alakulnak ki. Ez előnyös lehet a nyugodt vízi feltételekhez szokott élővilág alakulására. Különösen kedvező hatása lehet a madarakra, amint azt a kiskörei víztározón kialakult állapot bizonyítja.

A villamosenergia-termelés minden módja kivált valamilyen mértékű negatív hatásokat. Ezért a környezeti következmények vizsgálatának az alternatív energiatermelési lehetőségek esetleges környezeti hatásaival való összehasonlításon kell alapulnia: elemezni kell az egy kWh villamosenergia-termelésre vetített súlyozott környezeti hatásokat (amint azt az életciklus-elemzés során is el lehet végezni).

A vízenergia-hasznosítási technológiák egyes elemeire vonatkozó környezeti kockázati tényezőket és a kapcsolódó karbantartási jellemzőket a 3.5.4.1. és 3.5.4.2. táblázatok mutatják be.

technológiai elem	élettartam	karbantartási tevékenység	karbantartási költség	kockázati tényező
Kis vízerőmű ~10 MW	100 év			
Gátak	100 év	ellenőrzés, javítás		árvíz, szakadás
Árapasztó kapuk	50 év	felülvizsgálat		árvíz, törés
Duzzasztott tó	100 év	mederrendezés		földcsuszamlás, hullámmzás
Üzemvízcsatorna	100 év	mederrendezés		árvíz, feliszapolódás
Vízerőtelep	100 év	általános épület karbantartás		tűz
Turbina	50-80 év	15 évente nagy felújítás	új turbina költség 50%-a	kavitáció
Generátor	80 év	25 évente nagy felújítás	új generátor költség 25%-a	tűz
Villamos berendezések	40 év	berendezések felülvizsgálata		tűz
Hajózárszillip	100 év	felülvizsgálat		tűz

3.5.4.1. ábra Forrás: Energia Központ

technológiai elem	élettartam	karbantartási tevékenység	karbantartási költség	kockázati tényező
Törpe vízerőmű ~100 kW	50 év			
Árapasztó kapuk	50 év	felülvizsgálat		árvíz, törés
Üzemvízcsatorna, patakmeder	50 év	mederrendezés		árvíz, feliszapolódás
Vízerőtelep	50 év	általános épület karbantartás		tűz
Turbina	30-50 év	10 évente nagy felújítás	új turbina költség 30%-a	kavitáció
Generátor	50 év	10 évente nagy felújítás	új generátor költség 30%-a	tűz
Villamos berendezések	50 év	berendezések felülvizsgálata		tűz

3.5.4.2. ábra Forrás: Energia Központ

5.5. A leckéhez kapcsolódó esettanulmányok

3.5.a-1 esettanulmány:

5.5.1. Situation of small hydropower in Austria

While small hydropower plants depended in the past on the tariffs policy of the provincial governors with their provincial power utilities and the "Verbundgesellschaft", they are today full competitors on a liberalised energy market.

Particularly due to the promotion of atomic energy on the European power market the price for electricity drops temporarily below 2.20 Cent per kWh, a price with which none of the small hydropower plants in Austria can economically survive.

Small hydropower plants are defined by the law as power stations with a capacity of maximally 10 MW. In Austria we have a total of about 1,900 small hydropower plants with an output of electrical energy of 4,000 GWh, with which over one million households can be supplied. This corresponds to about eight percent of the total electrical energy produced in Austria and to the atomic energy amount imported from the Eastern neighbour countries or the production of three large Danube power plants.

Legal bases for small hydropower in Austria as of January 1, 2003 With the "Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz" (Electricity management and organisation law) Austria is focusing more on renewable energy sources: About 70 percent of the Austrian electricity is generated by domestic hydropower. The EU Directive on the promotion of renewable energy sources provides for an increase of the present share of renewable energy sources of 70 percent to 78 percent until 2008. The relevant legal framework conditions are provided by the "Ökostromgesetz" (eco-electricity law) which also massively affects small hydropower.

The promotion scheme in detail

Trading with certificates expires by the end of 2002; at the same time the feeding-in regulations applied in many EU-countries will come into force for small hydropower, too. The new eco-electricity law limits the total volume of available subsidies for the Austrian small hydropower with an allowance of maximally 0.16 Cent per kWh supplied to the final consumer.

The Austrian electricity consumption amounts to about 50 TWh, which results in a subsidy of about € 80 million that has to be apportioned among all small hydropower plants in Austria. Thus, every kWh from a small hydropower station can be subsidised with 2 Cent per kWh on the average. In addition to this subsidy the small hydropower plant operators receive the market price of about 2.20 Cent/kWh.

In spite of the principally elaborate eco-electricity law the OEVFK (Austrian Association promoting small hydropower) points to the fact that the constitutional limitation will hardly help achieve the targets of the eco-electricity law. Larger small hydropower plants will be able to do with 4.2 Cent, but for the 1,400 small plants, which account for 2.2 TWh of the total energy generated in small hydropower stations, this tariff is definitely too low. Therefore the larger plants should waive a cost-covering remuneration in order to enable smaller plants to survive at all.

The OEVFK considers small hydropower to be considerably disadvantaged when comparing them to the other eco-electricity producers under the eco-electricity law.

The limited subsidies for small hydropower do not cover – as provided by the eco-electricity law – the production costs for energy from small hydropower. Studies have shown that contributions of 6-8 Cent/kWh – depending on the structure of the hydropower plant – would be necessary.

The limited subsidy cannot be raised for small hydropower – for the other eco-electricity producers, however, an adjustment as of 2005 is possible.

The provinces have the possibility to promote new technologies, but small hydropower has explicitly been excluded.

As to the target increase of the share of renewable energies from 70 to 78 percent small hydropower has been almost completely excluded (shall only be increased from 8 to 9 percent).

The OEVFK demands an improvement of the situation of small hydropower in Austria as fast and as effectively as possible. The framework conditions shall be adjusted to those in the neighbour countries. There, the prices paid to small hydropower plants for electricity are 25 to 30 percent higher than those in Austria.

Forrás: Österreichischer Verein zur Förderung von Kleinkraftwerken (Austrian Association promoting small hydropower) Johann Taubinger

C. függelék - Fogalomtár a modulhoz

externália: Egy piaci adásvétel esetében az adott ügyleten kívülálló szereplő(k) környezetét befolyásoló, nem szándékolt hatásokat külső gazdasági hatásnak, externáliának nevezzük. Az alaptevékenység az externália forrása, az érintett tevékenység az externália tárgya. Az egyik lehetséges felosztás szerint pozitív és negatív externáliákról lehet beszélni, a pozitív és negatív externáliák két speciális példája az újítások (+) és a környezetszennyezés (-). Megkülönböztethetünk fogyasztói, és termelői externáliákat is attól függően, hogy fogyasztói, vagy termelői tevékenység okoz külső hatást.

hasznosítási fok: A hasznosítási fok azt jelenti, hogy adott felhasználható energia mennyiségből, mennyit hasznosítottak ténylegesen végső energiaigények kielégítésére.

rendelkezésre állás: A rendelkezésre állás a vizsgált időszakban a berendezés normál üzemeltetésre rendelkezésre álló időalapjának és a teljes időalapnak a hányadosa.

hatásfok: A hasznosított kinyert teljesítmény és a bevitt teljesítmény hányadosa, amely a technológia működése során folyamatosan változik, számos tényezőtől függően. A hatásfokot a műszaki gyakorlatban gyakran nem a teljesítményre, hanem egy adott időszakra vonatkozóan az energiahasznosítás és a ráfordított energia hányadosaként értelmezik.

kumulált energiafelhasználás: A teljes életciklus vertikum valamennyi fázisában felmerülő energiaráfordítások összesítése.

síkkollektor: A síkkollektor egy elől üvegezett, hátulról hőszigetelt napkollektor szerkezet, melyen belül egy jó napsugárzás elnyelő képességű fekete lemezre (abszorberre) erősített csőkígyó található. A napsugárzás áthalad az üveg fedőlapon és elnyelődik az abszorberen, ami az elnyelt napsugárzás hatására a hozzá erősített csőkígyó rendszerrel együtt felmelegszik. A keletkezett hőenergiát a csővezetékben keringtetett hőátadó folyadékkal lehet elszállítani a napkollektorból, és lehet felhasználni pl. vízmelegítésre.

vákuumcsöves kollektor: A vákuumcsöves napkollektorok közös jellemzője az üvegből készült vákuumcső, amely többféle kialakítású lehet. A régebben alkalmazott egyszerű vákuumcső szimpla falú üvegcső. A másik megoldás a kettősfalú, ún. "Sydney" típusú vákuumcső. E napkollektorok közös jellemzője volt, hogy közvetlenül a napkollektor körben keringtetett fagyálló folyadék cirkulált a vákuumcsövön belül is. Létezik azonban az ún. hőcsőves (Heat-Pipe) megoldás is, amikor az abszorberre erősített csövet lezárják, és alacsony vákuumba helyezett vízzel, vagy egyéb folyadékkal töltik fel részlegesen. Hőmérséklet emelkedés hatására a folyadék elpárolog, a meleg gőz a csővezeték felső részén elhelyezett kondenzátor-hőcserélő edénybe vándorol. A kondenzátort körbeveszi a speciálisan kialakított csővezeték, amiben maga a fagyálló folyadék kering. A fagyálló visszahűti a gőzt, az kondenzálódik, visszacsorog a csővezeték aljába, majd a folyamat újra kezdődik.

inverter: Egyenfeszültségből váltakozó feszültséget előállító berendezés (DC/AC átalakító).

geotermikus energia: A Föld szilárd kérgét alkotó kőzetek belső hője, melynek forrása a magma felől folyamatosan működő hőáramlás.

Lindal-diagram: A geotermális fluidum hőfoklépcsőire ajánlott különböző hasznosítási célokat bemutató diagram.

hőszivattyú: A hőszivattyú az alacsonyabb hőmérsékletű – általában hőellátásra közvetlenül nem használható – környezeti vagy hulladékhőt mechanikai munka ráfordításával magasabb hőmérsékletre emeli.

COP (munkaszám): A hőszivattyús rendszer hatékonyságát az ún. munkaszámmal (COP=Coefficient of performance) jellemzik, ami azt mutatja meg, hogy a hőszivattyú által leadott hasznos hőteljesítmény hányszorosa a működtetéshez felhasznált hajtási teljesítménynek. Ez azonban az év folyamán változhat a hőforrás hőmérsékletének változásával, ezért az egy évre vonatkozó energiaszám (JAZ – Jahresarbeitszahl: éves munkaszám) pontosabb képet ad a hőszivattyú teljesítményéről.

Javasolt szakirodalom a modulhoz

Környezettechnika. Dr. Barótfi, István. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 2002.

Hagyományos és megújuló energiá. Dr. Sembery, Péter és Dr. Tóth, László. Szaktudás Kiadó Ház.

Erneuerbare Energien. Kaltschmitt, Martin, Streicher, Wolfgang, és Wiese, Andreas. 4. Auflage, Springer Verlag Berlin Heidelberg. 2006.

Regenerative Energiesysteme. Quaschnig, Volker. 6. Auflage, Hanser Verlag München. 2009.

4. fejezet - Önellenőrző feladatok

1. Önellenőrző feladatok

Feladatok