

9. Centralizált és decentralizált energetikai rendszerek és együttműködésük

A 7–8. fejezetekben vázlatosan bemutattuk – történeti aspektust is érintve – a legfontosabb (nem megújuló) primér energiaforrásokat, ezek keletkezésének és felhasználásának legfontosabb területeit, valamint azokat a berendezéseket, amelyekben ezeket átalakíthatjuk igényünknek megfelelően.

A bemutatott rendszerek hőtermelő berendezések, amelyek – mérsékelt égővi – életünk meghatározó eszközei. Az energiatermelés az energiafelhasználás igényeit „szolgálja”, az összes energiaszükséglet 60–70%-át adja a hőfejlesztés.

9.1. Hővé való átalakítás módszerei¹

9.1.1. Természeti hő közvetlen hasznosítása

A Nap energiájának Föld felszínén számítható átlagos besugárzási teljesítménysűrűsége: 150 W/m^2 . A sugárzó energia közvetlen hőhasznosítására csak kis berendezésekben van lehetőség, mert az energiasűrűség rendkívül kicsi. Elsősorban szárításra, aszalásra, fóliasátorban, üvegházban és építményekben hasznosítható (9.1. kép). A hő nagy felületekről való koncentrációja jelenleg csak kísérleti stádiumban van. Ennek ellenére a Nap energiájának hasznosítása egyre inkább a középpontba kerül. Olyan berendezések létesítésére kell törekednünk, melyek versenyképesek a nem megújuló energiák hasznosításával.

Hazánkban a napenergia hőként való hasznosításának egyik fő területe – az üvegházhatás hasznosításával – a fóliasátras termelés. A látható sugárzás bejut a sátothárba és ott a talajról, a fólia felületéről és a növényekről hősugarak formájában verődik vissza, közben felmelegíti a légteret. Üvegházak esetén további energiahasznosítási lehetőségek és technológiai megoldások is lehetségesek (9.2. kép).

Ugyanezt a jelenséget használja fel a napkollektor, amely segítségével használati melegvizet (HMV) lehet előállítani és átmeneti időszakban fűteni lehet. Kialakításai közül a legismertebb síkkollektor és vákumcsöves kollektor (9.3–9.4. képek).

¹ Vajda György: Energiapolitika. Magyar Tudományos Akadémia, 2001. pp. 16–39.



9.1. kép: Kerti aszaló berendezés



9.2. kép: Üvegház energia ellátása és felhasználása



9.3. kép: Síkkollektor modell mérőeszközökkel

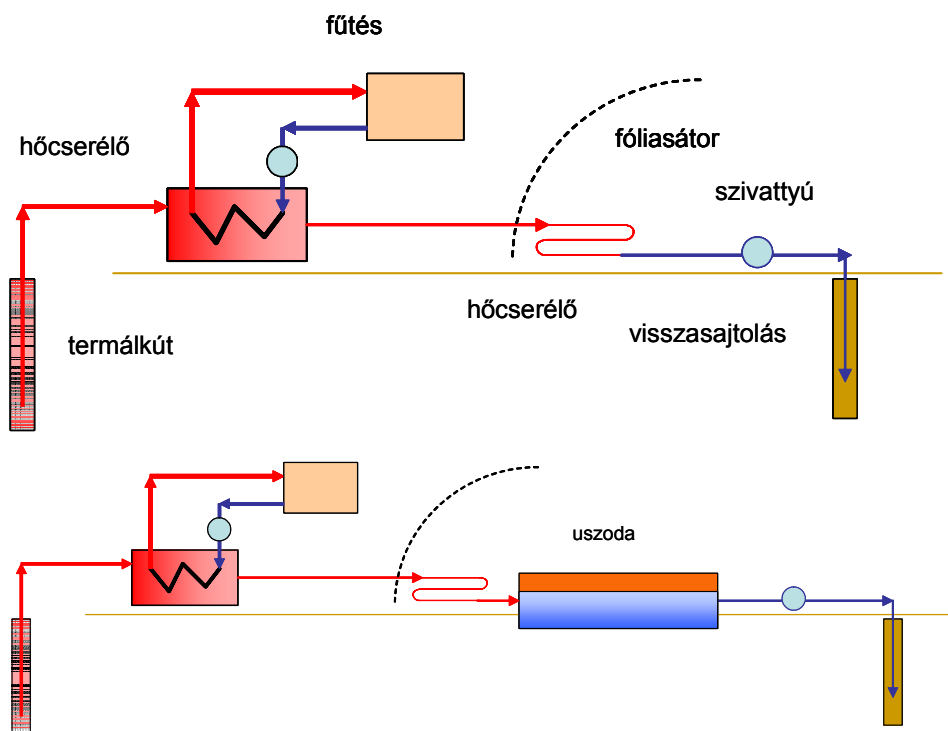


9.4. kép: Vákuumsöves napkollektor: Hortobágyi Nemzeti Park Látogatóközpont

A Földkéreg geotermikus energiája a földkéreg és a földköpeny radioaktív bomláshőjéből (60%), a felső köpeny kristályosodási folyamataiból (10%) és a magban lezajló kémiai folyamatokból (30%) ered. Az átlagosan figyelembe ve-

hető hőmérsékleti gradiens kontinens átlaga $3\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, hazánkban: $5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. A hőfluxus értéke: $0,09\text{--}0,1\text{ W}/\text{m}^2$, illetve $0,062\text{ W}/\text{m}^2$. Ennek a hatalmas energiának csak a koncentrált részét (termálhő) tudjuk hő formában hasznosítani.

A két természetes erőforrás együtt nem éri el az 1% hasznosítást az összes energiához viszonyítva. Az utóbbi időszakban jelentős műszaki fejlesztések történtek a megújuló energiák hasznosítására. A 9.1. ábra a termálvíz hőhasznosításának két lehetőségét szemlélteti.



9.1. ábra: Termálvíz hőhasznosításának két megoldása

9.1.2. Tüzelőanyag égetése, a hő hasznosítása

A termikus energiaátalakítás legegyszerűbb módszere a tüzelőanyag elégetése és a keletkezett hő közvetlen, vagy hőhordozó közvetítésével való hasznosítása. A primer energiaforrás: tűzifa, szén, kőolaj származékok, hulladék. Az előállítás főbb berendezései: tüzelőberendezések, külső és belsőégésű motorok. A hőhordozó lehet: levegő, víz, gőz, gáz, speciális folyadék, ... Az összes felhasznált hő $\sim 87\%$ -át ezzel a módszerrel állítjuk elő.

9.1.3. Nukleáris hőfejlesztés és a hő hasznosítása²

Ellenőrzött és szabályozott módon atomerőművekben tudunk hőt előállítani. A reaktor üzemeltetésére olyan „fűtő”anyagokat használnak, amelyekben egy neutron kötési energiája elegendő egy újabb hasadás létrehozásához. Ezek: az urán 235, amely a természetes uránban 0,715%-ban fordul elő; az urán 233, amely a tórium 232-ből keletkezik a reaktorban; a plutónium 239-ből, amely az urán 238-ból keletkezik a reaktorban. A kiégést az egy tonna hasadóanyagra eső energiatermeléssel (MWnap/tonna) vagy a hasadásban résztvett urán 235-ös %-os arányával fejezik ki. Jól jellemzi az atomerőmű és a hagyományos szén-erőmű közötti különbséget: 1 kg szén CO₂-vé való égése során 9,3 kWh hő szabadul fel, míg 1 kg urán 235-ös hasadásakor (kiégésekor) $2,9 \cdot 10^7$ kWh keletkezik.

Hazánkban az összes felhasznált hő ~12%-át nukleáris energiahordozóval állítjuk elő. Hazai viszonylatban ez a Paksi Atomerőmű 4 blokkjának hőtermelését jelenti. Ezt a hőt villamos energia előállítására használjuk fel. A folyamat primér szakasza a hő előállítása a reaktorban, amelyet (nyomottvízes rendszer esetén) hőcserélő berendezésben a szekunder gőzkörbe adjuk át, mely a gőzturbinában forgó mozgássá alakul, s ez a mozgás hozza létre a generátorban a magasfeszültségű villamos energiát, melyet elektromos rendszereken (transzformátorok alkalmazásával) szállítunk a fogyasztóhoz. Az energialánc elemeinek harmonikusan együtt kell működniük.

9.1.4. Hő előállítása egyéb módszerekkel

A hő előállításának legkellémesebb módja, a villamos energiából való hőnyerés. A villamos hőfejlesztés történhet: ellenállásfűtéssel, ív képzéssel, indukciós elven, infravörös sugárzással, mikrohullám alkalmazásával, lézeres hőközléssel.

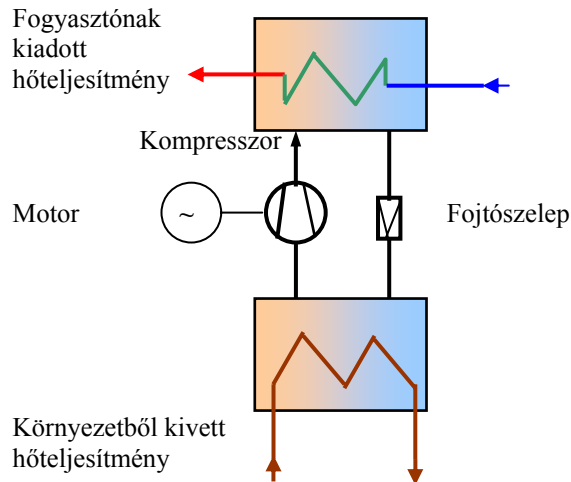
Feladat

Keressen 3-3 példát a villamosenergiából való hőnyerési elvekre!

Az utóbbi évtizedben egyre jobban terjed a hőszivattyú alkalmazása. A talajban, vízben, vagy levegőben tárolt hőt a hőszivattyú segítségével magasabb hőfokszintre emeljük villamos energia bevezetésével (9.3. ábra).

A két eljárással az összes felhasznált hő ~1%-át tudjuk előállítani.

² Bernhard Bröcker: SH atlasz, Atomfizika. Springer-Verlag, Budapest, 1995. pp. 202–223.



9.2. ábra: Hőszivattyú működésének elve

9.2. Mechanikai munka előállítás módszerei

Az emberiség történetének kezdetén már nagy szerepet játszott a „gép” létrehozása.³ A gép megkönnyíti az ember munkáját. Az ember tudatosan kereste azokat a módszereket, amelyekkel hatékonyan tud mechanikai munkát létrehozni és alkalmazni. Az ember az összes energiafelhasználásának 20–30%-át fordítja mechanikai energia előállítására.

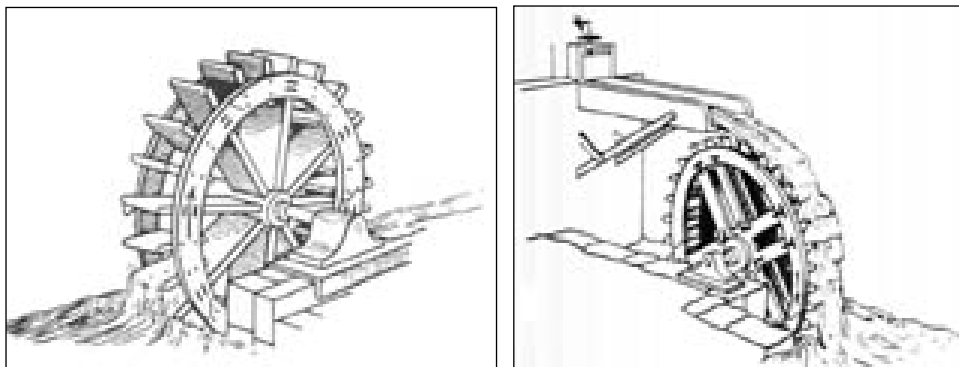
9.2.1. A víz energiájának hasznosítása

Az áramlatokat, vízfolyásokat szállításra, közlekedésre az ember régóta alkalmazza. Az emberi és az állati munka kímélésére törekedett, így a víz energiáját gépek működtetésére kezdte használni. Kezdetben egy erőgéppel egy munkagépet (kovácsműhely: kalapács, fűjtató; kőtörő; malom; textilgép; esztergagép; fűrészgép, ...) hajtott meg, később a transzmissziós hajtás alkalmazásával egy nagyobb teljesítményű erőgépről több munkagépet működtetett. A két klasszikus vízkerék típus: a *felülsapott* (amelyet a „dobozokba” belefolyó víz súlyereje működtet) és az *alulcsapott* (melyet a fellépő az impulzuserő nyomatéka hajt).⁴ A vízkerekek

³ Klasszikus értelemben a gép olyan rendszer, amelyben mechanikai energiaátalakítás történik.

⁴ Az alulcsapott vízkerék hatásfoka kisebb, mint 10%. Részletesen. Pattantyús Ábrahám Géza: A gépek üzemtana. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983. pp. 252–260.

kis teljesítményük miatt, az ipari forradalmat követő időszakban már nem feleltek meg az igényeknek (9.5. kép, 9.6. kép).



9.5. kép: Felülsapott és alulcsapott vízkerék működési elve



9.6. kép: Felülsapott és alulcsapott vízkerék modellje

9.2.2. A szél energiájának hasznosítása

A szél energiája jól ismert az ember előtt, hiszen károkat, katasztrófákat okoz a természeti és a művi „alkotásokban”. Ez döbentette rá az embert, hogy keresse a szél energiájának hasznosítási lehetőségeit. Így születtek meg a szélenergia gépek, melyek csak kiegészítő erőforrásként, szolgáltak időszakosságuk és változó erejük miatt. Ezek csak a kis magasságú áramlatokat hasznosították. Jellemző típusa a Holland szélkerék, mely a tengerparti szelet hasznosította és festékmalomként, gabonaőrő malomként, zsilipeket működtető erőgépként hasznosítottak (9.8. kép).



9.7. kép: Szélmalom hajtóműve – Ópusztaszeri Nemzeti Emlékpark

9.2.3. Hőerőgépek

Ebbe a családba soroljuk mindazon erőgépeket (motorokat), melyek kémiai kötött energiából (tüzelőanyagból) mechanikai energiát állítanak elő. A külső- és belsőégésű motorok ma már az élet minden területén használatosak, de legfőbb felhasználója a közlekedés (66%), az egyéb felhasználók (~34%) közül a legjelentősebbek a darabolás, a rakodás, az emelés, mozgatás gépeinek működtetése.

9.2.4. Villamos motorok

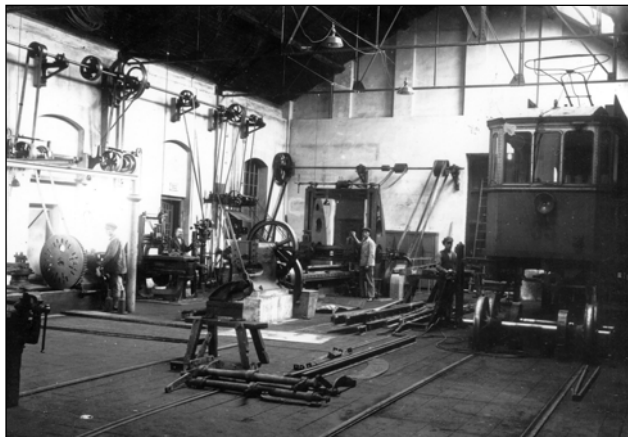
A villamos motorok a különböző módon előállított villamos energiából mechanikai energiát állítanak elő. Az utóbbi 100 évben jelentős mértékben elterjedtek, amelyet elsősorban jó erőtani tulajdonságaiknak, jó szabályozhatóságuknak, kedvező méreteiknek, árfekvésüknek és jó hatásfokuknak köszönhető. Az első energetikai vertikumok (Pl. gőzkazán → gőzgép → generátor → villamos hálózat → fogyasztók (világítás, villanymotor, ...) szűk területeket fedtek le, később a villanytelepek, majd a villamos hálózati rendszerek tették lehetővé a villanymotorok általánossá válását.⁵ (9.7. kép)

9.2.5. Egyéb rendszerek

A mechanikai munka előállítására további közvetlen és közvetett eljárásokat fejlesztettek ki, de ezek általában csak szűk körben használatosak. Néhány ismer-

⁵ Részletesen: 100 éves a Dél-Aföldi Áramszolgáltatás. Délmagyarországi Áramszolgáltató Rt., Szeged, 1995. p. 472.

tebb elv: a lendítőkerék tárolt energiájának, a súlyerőnek, a rugóerőnek, a folyadék és a levegő energiájának hasznosítása, a sugárhajtómű alkalmazása.



9.8. kép: Műhely transzmissziós hajtással (Szeged)

9.3. Centralizált és decentralizált rendszerek

A fejezet eddigi részeiből érzékelhető, hogy az energiatermelés és ellátás több szintű, egymással lazább vagy szorosabb kapcsolatban lévő rendszereket jelent, melyek különböző „területeket” szolgálnak, vagy szolgálhatnak ki.

A Nap energiája szórt formában – az időjárástól függően – hasznosítható. Ez az energia hasznosítható napelemmel (5–15% hatásfokkal). Jelenleg a világ összes villamosenergia felhasználásának csak ~1%-át állítják elő ily módon. Ennek az energiának „kézzel fogható” hasznosítására óriási felületeket kellene kialakítani. Ezzel létrehozható energia reálisan csak lokális igényeknek tud megfelelni.⁶ A másik lehetőség, hogy szintén nagy földi felületeken tükrök segítségével koncentráljuk az energiát, és technológiai vagy energetikai (ST = Szolártermikus erőmű) célra hasznosítjuk. A Naptorony nagy földi felületeken létesített „napkollektor”, amelyenél a felmelegedett levegő a magas kéményben nagy sebességgel áramlik, s ez légturbinát hajt, melynek mechanikai energiáját generátor alakítja villamos energiává. Mindhárom eljárás rendkívül költséges.

A geotermikus energia termálvíz technológiákkal való hasznosítása során olyan helyeket keresnek, ahol a hő koncentrálódik, s ezt rendszerint centralizált „fogyasztókkal” hasznosítják. Ha a kút üzeme hosszú távon biztosítható és az

⁶ Részletesen: Dr. Giber János: Megújuló energiák szerepe az energiaellátásban. B+V Kiadó, Budapest, 2005.

„elhasznált” termásvíz környezetbarát módon kezelhető, az eljárás hatékony és gazdaságos.

A talajban, vízben, levegőben tárolt hő hőszivattyú segítségével magasabb hőfokszintre emelhető és általában gazdaságosan hasznosítható. A szonda rendszer – néhány speciális esetet kivéve (magas hőfokú csatorna, csurgalékvíz) – az átlagos eloszló hőt hasznosítja egy koncentrált rendszerben (családi házban). Az így nyert hő általában csak kiegészítő fűtésre elegendő.

A hőtermelés nyersanyagait nyerhetjük dekoncentrált rendszerekből (erdők, termőföldek) és koncentrált bányákból, kutakból. A hőtermelés berendezései gyakran dekoncentráltan elhelyezkedő hőtermelők–hőleadók: kályhák, kazánok, melyeket viszonylag rossz hatásfokkal üzemeltetnek a kevésbé hozzáértő tulajdonosok. A nagy rendszerek: házak, lakótelepek, városok, erőművek működtetése szakszerűen, jó hatásfokkal megoldható. A probléma rendszerint a kapcsolódó távvezetékekkel van, melyek veszteségei „elfogyaszthatják” a koncentrált rendszer adta előnyöket.

A nukleáris hőtermelés és hasznosítás egy többszörösen centralizált nagyrendszer, amely rendkívül szigorú – nemzetközileg egyeztetett – protokoll szerint működik. Ez a rendszer gazdaságosan, biztonságosan üzemeltethető. A környező lakosság bizonytalansága egyrészt a „monstrumból” fakadó félelemből, másrészt a szakmai tájékozatlanságból eredhet. A probléma kezelése egyre nagyobb odafigyelést igényel.

A mechanikai energiaellátás esetén is többféle rendszerrel találkozhatunk.

A vízkerekeket a patakok, folyók legjobb adottságú helyeire telepítették, s a nyert mechanikai energiát közvetlenül, a kerék mellé telepített műhelyben hasznosították. Lényegileg az erőgép és a munkagép tökéletes koncentrációját valószínűsítették meg.

A szélkerekek esetében hasonló módon biztosították az erőgép–közlőmű–munkagép koncentrációt.

A hőerőgépek a legváltozatosabb energiaátalakítást biztosítják. A helyhez kötött nagy rendszerek esetén biztosítani kell a tüzelőanyaggal való egyenletes ellátást, ezért tartalékolni, pufferálni kell a tüzelőanyagot. A termelt energiát (rendszerint villamos) továbbítani kell a decentralizált fogyasztókhoz.

A mobil rendszerek általában rendkívül bonyolultak, különféle elven működnek (gépjárművek, hajók, repülők, rakéták, űrhajók, ...). Ha csak a gépjárműveket vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy itt teljes körű a dekoncentráció: különböző

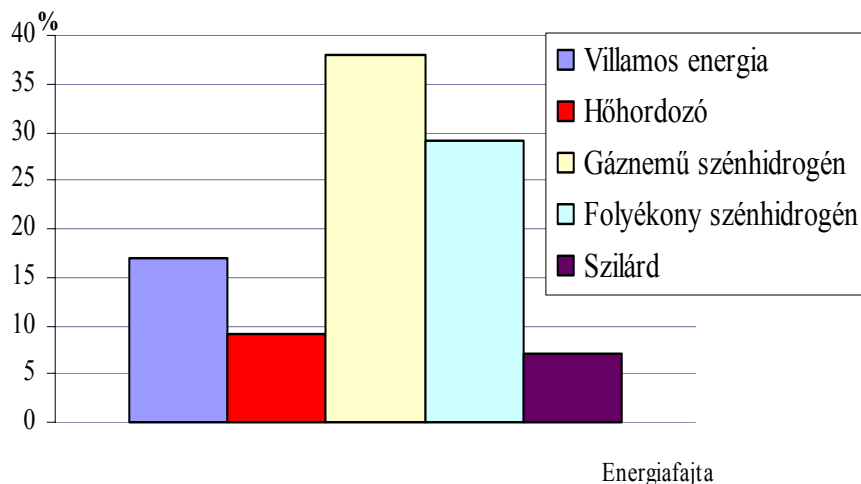
üzemanyagokat használó, különböző elven működő, különböző terhelésnek kitett, különböző útvonalakat bejáró eszközökről van szó. Az üzemeltetők hozzáértése eltérő, így a környezeti hatások nehezen felmérhetők. Az ilyen bonyolult, többszörösen decentralizált rendszerekről korrekt adatokhoz csak modellezéssel juthatunk. A gyártók figyelembe véve a felhasználók eltérő „hozzállását és szakértelmét” a modernizálásra, a számítógépes folyamatirányításra, a biztonságos üzemeltetésre fektetik a hangsúlyt.

A villamos motorok a kiterjedt, villamos hálózathoz nyelik a felhasználás helyén a szükséges energiát. Mivel a felhasználás rendkívül széleskörű, a hatásfokok, a beruházási és üzemeltetési költségek eltérőek. Például: ha egy régi háztartási hűtőgép villamosenergia fogyasztását lemérjük, megfigyeljük, kiszámítjuk, kiderülhet, hogy jobban járunk, ha egy korszerűbb berendezésre cseréljük.

9.4. Az energia „végső” felhasználása

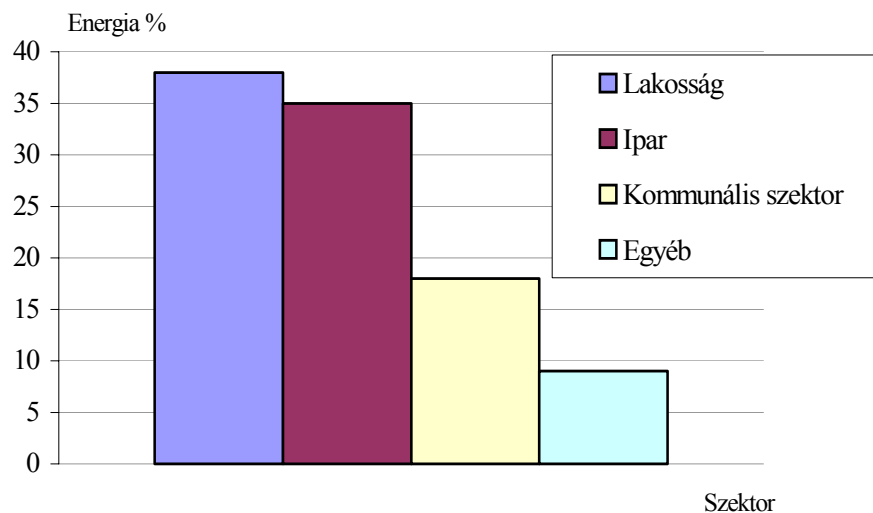
Az energiaellátás legfontosabb követelménye, hogy az energiahordozónkénti energiatermelés és fogyasztás egyensúlyát folyamatosan biztosítani tudjuk. Ez azt is jelenti, hogy az energia export–import az egyensúly biztosításának fontos eszköze. Másrészt az is fontos, hogy egyre több berendezést úgy alakítsanak ki, hogy többféle üzemanyag alternatív fogadására legyen alkalmas.

Az energiafajták szerinti végső felhasználást a 9.3. ábra, az energia szektorok szerinti végső felhasználását a 9.4. ábra szemlélteti.⁷



9.3. ábra: Energiafajták végső felhasználása hazánkban

⁷ Vajda György: Energiapolitika. Magyar Tudományos Akadémia, 2001. pp. 16–39.



9.4. ábra: Energia szektorok szerinti végső felhasználása hazánkban

A felhasznált energiák energialáncon követhetők, melynek a végső felhasználó a végállomása. Általában igaz, hogy ha egy energia feleség hosszú utat tesz meg, többszörösen átalakításra kerül, a költségek is jelentősen megnövekednek. Ezért a különböző hordozók reális költség összehasonlítása nem egyszerű.

A probléma érzékelésére tekintsük át, hogy az összes (különböző célú) hőfejlesztés hogyan oszlik meg a végső felhasználók között.⁸ Térfűtésre 50%-ot használunk fel, ebből 63% a lakások, 27% a közületek, kommunális épületek fűtésére, 10% a termelésre és a járművek üzemelésére fordítódik. Az életkörülmények biztosítására, tisztálkodásra, HMV előállítására ~10%-ot, technológiai célokra ~40%-ot fordítunk.

Kérdéstár

1. A földkéreg átlagos hőmérsékleti gradiens értéke hazánkban

- a) $5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
- b) $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
- c) $0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
- d) $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$

⁸ Emlékeztetőül a hőfejlesztésre az összes energia 60–70%-át fordítjuk.

2. Milyen berendezéssel nem lehet villamos energiát előállítani
- a) Villamos generátorral
 - b) Termikus generátorral
 - c) Fotovoltaikus elemmel
 - d) MHD generátorral
 - e) Turbinával
3. Melyek a villamos hőfejlesztés módjai
- a) Ellenállásfűtés
 - b) Tüzelés
 - c) Mikrohullám alkalmazás
 - d) Infravörös sugárzás alkalmazás
 - e) Hőcserélő alkalmazás
4. A talajban, vízben, vagy levegőben tárolt hőt a segítségével magasabb emeljük energia bevezetésével.