

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET

**BIOMASSZA ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁNAK
LEHETŐSÉGEI NÓGRÁDSÁP TELEPÜLÉSEN**

TANULMÁNY

SZAKDOLGOZAT

Konzulens:

Bosnyákovics Gabriella
Tanársegéd

Készítette:

Papp Miklós Levente



2016

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés, téma ismertetése	4
2.	A globális éghajlatváltozás és az energiahordozók összefüggései	5
2.1.	<i>A világ primerenergia fogyasztása, a fosszilis energiahordozók helyzete</i>	5
2.2.	<i>A szén-dioxid kibocsátás, mint világszintű probléma</i>	8
2.3.	<i>Magyarország primerenergia fogyasztása</i>	9
2.4.	<i>A globális felmelegedés ellen tett lépések.....</i>	13
3.	Megújuló energiaforrások	16
3.1.	<i>Az atomenergia</i>	16
3.2.	<i>A geotermikus energia</i>	17
3.3.	<i>A szélenergia.....</i>	18
3.4.	<i>A vízenergia</i>	18
3.5.	<i>A napenergia.....</i>	19
3.6.	<i>A biomassa</i>	20
3.6.1.	<i>Szilárd halmazállapotú</i>	21
3.6.2.	<i>Cseppfolyós halmazállapotú.....</i>	23
3.6.3.	<i>Gáz halmazállapotú</i>	24
4.	Távfűtési rendszerek bemutatása.....	26
4.1.	<i>Hőtermelő</i>	27
4.2.	<i>Táv hőhálózat</i>	28
4.3.	<i>Hőközpont</i>	29
5.	A solti beruházás ismertetése.....	30
5.1.	<i>Biomassa kazán ismertetése</i>	31
5.1.1.	<i>A kazán jellemzői:</i>	31
5.1.2.	<i>A kazán fő részei:</i>	32
5.1.3.	<i>A tüzelőanyag paraméterei:</i>	32
5.2.	<i>A távfűtő vezetékhálózat ismertetése</i>	34
6.	Nógrádsáp közintézményeinek távfűtés ellátásának tanulmányterve	35
6.1.	<i>Hőigények számítása, kazán kiválasztása</i>	36
6.1.1.	<i>A kazán jellemzői:</i>	38
6.1.2.	<i>A kazán fő részei:</i>	38

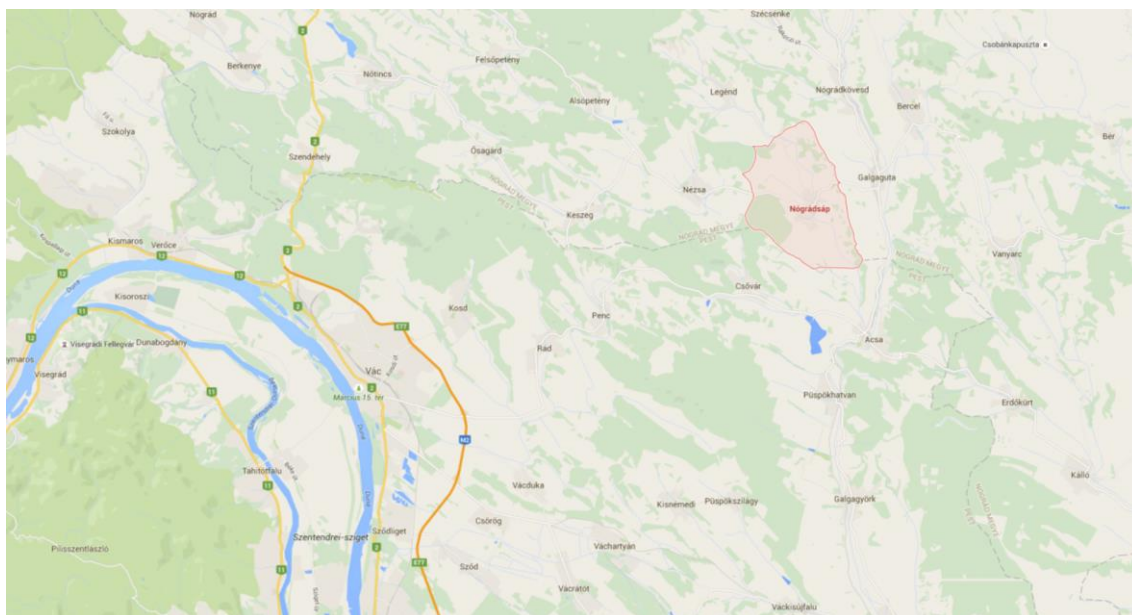
6.2.	<i>Távhővezeték tervezése</i>	39
6.2.1.	Kiindulási adatok:	42
6.2.2.	DN 40/110 jellemzői:	43
6.2.3.	DN 50/125 jellemzői:	43
6.2.4.	Hővesztés számítása a rendszeren	43
6.3.	<i>A közintézmények jelenlegi kiadásai</i>	44
6.4.	<i>A földgáz felhasználásából származó CO₂ kibocsátások mértéke</i>	45
6.5.	<i>Biomassza kazán tüzelőanyag mennyiségének meghatározása</i>	45
6.6.	<i>A távhőrendszer kiépítésének költségei</i>	46
7.	Összefoglalás, javaslatok	48
	Irodalomjegyzék	50
	Ábrák, táblázatok és mellékletek jegyzéke	52

1. Bevezetés, téma ismertetése

Diplomamunkámban a megújuló energiaforrásokat, azon belül a biomassza fűtésre való felhasználását fogom tárgyalni. Dolgozatomban betekintést szeretnék nyújtani a világ egyik fő problémájára, a fokozatosan növekvő energiaéhségre, illetve az ezt kielégítő fosszilis energiahordozók tüzeléséből adódó globális felmelegedés témájára. Ezek alternatívájaként mutatom be a biomasszát, mint megújuló energiaforrást, illetve a távfűtést, mint egy lehetőséget a gazdaságosabb, környezetbarátabb módszerre, a jelenleg is leginkább elterjedt helyi fűtőegységeknél.

Megvizsgálom Solt városában épített biomassza tüzelőanyaggal üzemelő kazánt. A solti beruházás alapján tanulmánytervet készítek Nógrádsáp község (1. ábra) Napközi Otthonának, a Polgármesteri Hivatalnak, a Hétszínvirág Óvodának és Bölcsődének, a Fekete István Általános Iskolájának és Szakiskolának, illetve a tornatermének és melléképületeinek biomassza kazánnal való távfűtésének lehetőségére. Megbecsülöm az egyes épületek, épületrészek hőigényét, majd a kapott adatok alapján kiválasztom a megfelelő hatásfokú kazánt. Nyomvonalat tervezek a távfűtővezetékeknek, majd kiszámolom a szükséges átmérőket, illetve meghatározom a szigetelés szükséges méretét. Végezetül előzetes költségvetést készítek a lehetséges rendszerre, kiszámítom a megtérülés idejét és megbecsülöm a károsanyag kibocsájtás csökkenésének mértékét.

1. ábra: Átnézeti helyszínrajz



2. A globális éghajlatváltozás és az energiahordozók összefüggései

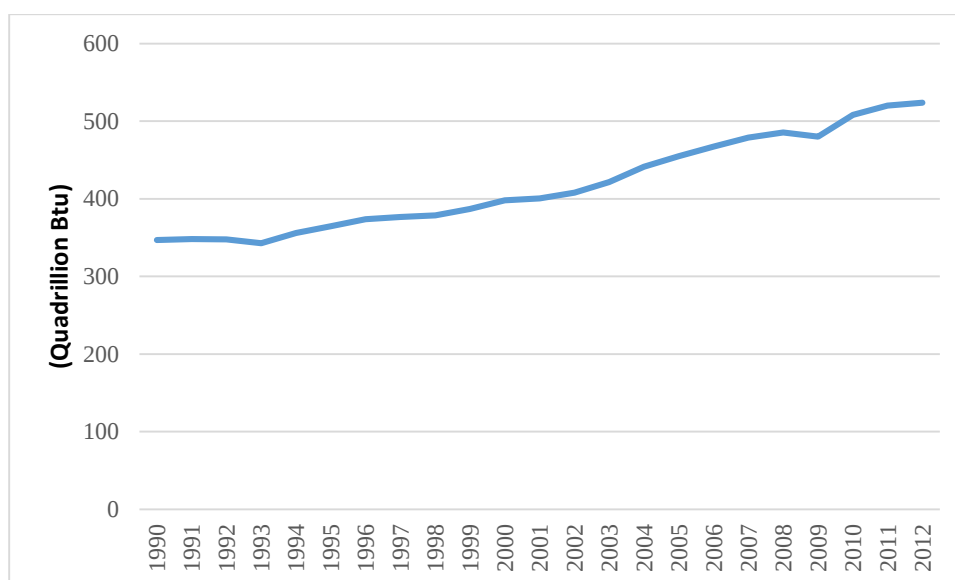
A klímaváltozás napjaink egyik legfőbb témája. Lényegében a klíma, éghajlat hosszú távú, tartós változására utal, okoktól független. Beletartozik így az átlagos hőmérséklet, az átlagos csapadék változása, a széljárás és a napsütéses órák száma, összefoglalva az átlagos időjárás.

Az éghajlat változása természetes folyamat, mely az évezredek során állandóan mozgásban volt, de az utóbbi 100-150 évben ezek a változások sokkal gyorsabban, nagyobb mértékben zajlanak. Ezt főleg a légkör átlagos hőmérsékletének emelkedésében - vagyis a globális felmelegedésben érezhetjük. Ugyan még manapság is sokan vannak, akik a melegedést teljes mértékben a legutóbbi jégkorszakból következő természetes jelenségnek tartják, a tudományos tanulmányok által kiderült, hogy az antropogén, vagyis az emberi tevékenységek jelentősen gyorsítják ezt. Ennek egyik legnagyobb oka az emberiség energiaigénye.

2.1. A világ primerenergia fogyasztása, a fosszilis energiahordozók helyzete

Az emberiség legrégebben hasznosított energiahordozói a megújuló energiaforrások, melyek közül a szakdolgozat későbbi részeiben bemutatott biomassa (főleg a tűzifa és a faszén) még jelenleg is a legfőbb energia egyes fejlődő országokban. Az ipari forradalom és a gőzgép feltalálása jelentősen megugrasztotta az energiafelhasználás lehetőségeinek skáláját, hiszen így az elérhető energia már nem csak hőtermelésre, hanem helyváltoztatásra és gépek meghajtására is felhasználható lett. A 19. század második felétől kezdve a világ a nagyobb energiasűrűségű energiahordozók felhasználására állt rá, így a megújuló energiaforrások szerepe háttérbe szorult és csak az 1970-80-as évek olajválságai miatt kerültek újra előtérbe. Ahogy az emberiség energiaigénye nő, úgy támaszkodott egyre inkább az atomenergiára és a fosszilis energiahordozókra.

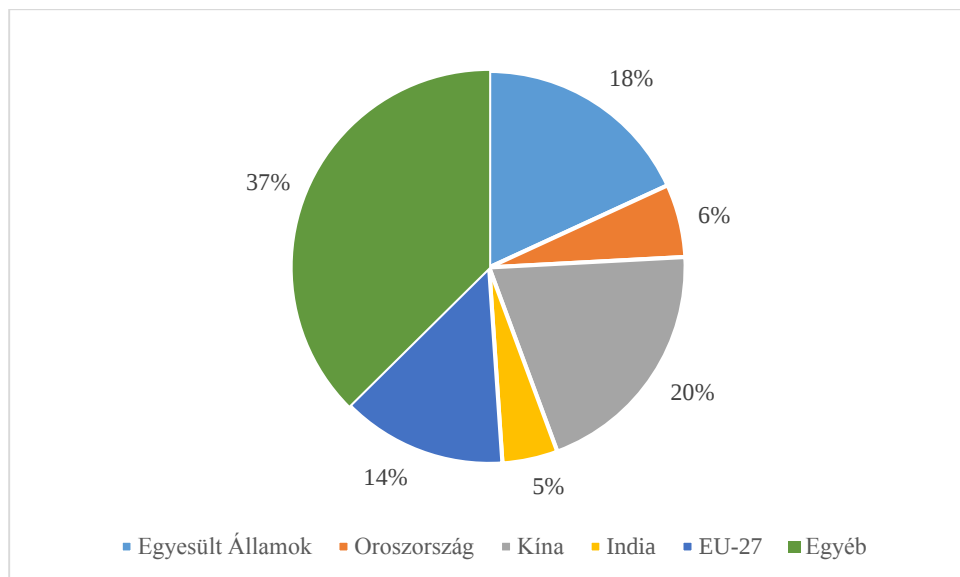
2. ábra: A világ primerenergia fogyasztása 1990 óta



Forrás: Amerikai Energia Információs Hivatal (EIA) alapján saját szerkesztés

A világ primerenergia fogyasztása a Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) 2012-es adatai szerint 13,2 Mrd tonna olaj egyenérték (1 Mtoe = 27.78 millió Btu) volt, ami 0,7%-os növekedés az előző évhez képest és 51%-os 1990-es bázisévhez képest (1. ábra). Az egy főre eső átlagos energiafogyasztás 1,9 tonna olaj egyenérték volt. Ugyan a 2008-as világválság után egy kisebb, 1,2%-os visszaesés volt tapasztalható, 2010-re a világ 5,8%-os energiafogyasztás növekedést ért el. 2012-ben csak az 5 legnagyobb fogyasztó (Kína, Amerikai Egyesült Államok, az Európai Unió, Indai és Oroszország) a világ primerenergia fogyasztásának 63%-át adták (2. ábra), mely 1990 óta majdnem kétszeres növekedés. 2012-ben az egy főre eső energiafogyasztást ezekben az országokban az Egyesült Államok vezette, 6,9 tonna olaj egyenértékkel, második helyen Oroszország szerepelt, 5,1 tonnával. A legnagyobb fejlődésen Kína esett át, majdnem négyszeres, míg a második India, háromszoros növekedéssel. Egy főre eső energiafogyasztás szerint Kína az 1,35 milliárd és India az 1,26 milliárd fő lakosságuk miatt 2, illetve 0,6 tonna olaj egyenértékkel rendelkezett 2012-ben. 1990-ben a két ország lakossága 1,13 milliárd illetve 0,83 milliárd fő volt, akkor az egyenérték 0,76 és 0,35 tonna volt, vagyis 163 és 71%-os növekedés látható.

3. ábra: Legnagyobb primerenergia fogyasztók 2012-ben

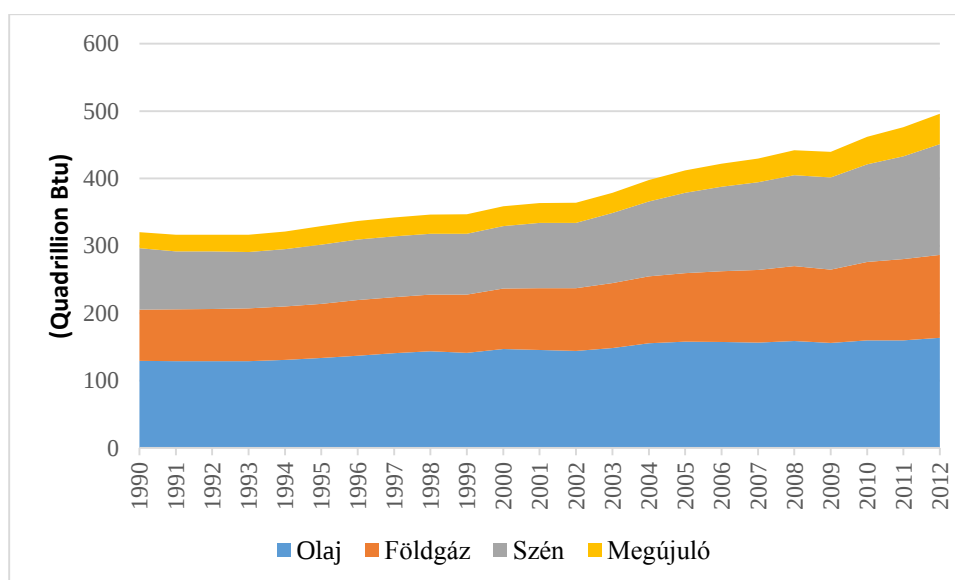


Forrás: EIA alapján saját szerkesztés

A World Energy Outlook (WEO) 2015-ös jelentése szerint 2040-re a világ energiafogyasztása egy harmadával nőni fog. Kína vezető szerepe megmarad, 2030-ra az Egyesült Államokat is lehaladja az olajfogyasztásban, de az övé lesz a legnagyobb megújuló energiatermelés is. Kínát India, Afrika, a Közel-Kelet és Dél-kelet Ázsia fogja követni. Összességében elmondható, hogy azok az országok fogják tovább emelni a globális energiafogyasztást, amelyek nem tagjai a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezetnek (OECD). Ezzel szemben az OECD országok csökkenteni fogják a fogyasztásukat, főleg az energiahatékonyságuk növelése miatt. Az Európai Unió 15%-kal fogja csökkenteni a fogyasztását, Japán 12%-kal, az Egyesült Államok pedig 3%-kal.

2012-ben a világ 3382 milliárd m³ földgázt, 7880 millió tonna szént és naponta 12100 ezer m³ nyersolajat termelt ki (3. ábra). Ez a tempó a földgáznál 1,4 milliószor, a szénnél 60000-szer a nyersolajnál pedig 300000-szer gyorsabb, mint ezen energiahordozók újratermelődése. A Worldometers szerint így az olaj körülbelül 38 év múlva, a földgáz 162 év múlva, a szén pedig nagyjából 400 év múlva fog ki.

4. ábra: A világ primerenergia fogyasztása energiahordozók szerint



Forrás: EIA alapján saját szerkesztés

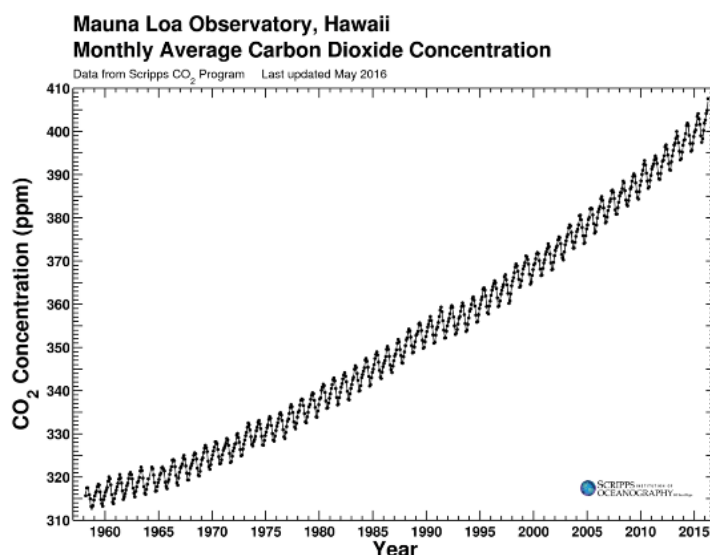
2.2. A szén-dioxid kibocsátás, mint világszintű probléma

A fosszilis- és atomenergia hasznosításának növekedésével együtt globálisan nő az üvegházhatású gázok (továbbiakban ÜHG) kibocsátásának mértéke is, melyet a vízgőz után leginkább a fosszilis energiahordozók elégetéséből származó szén-dioxid (CO₂) tesz ki. A vizsgálatok szerint a CO₂ felelős az ember okozta globális felmelegedés 64%-áért, melynek koncentrációja az ipari forradalom óta 40%-kal nőtt a légkörben. Az globális felmelegedés miatt a légkör hőmérséklete 0,85 °C-kal növekedett 1850 óta, amióta ezt mérik.¹ A CO₂ koncentrációja 1850-ben körülbelül 285 ppm (part per million, az egész milliommód része) volt, mára azonban 407 ppm körüli (4. ábra). A NASA egy 2011-es modellje szerint 2016-ban ez a koncentráció 400 ppm alatt kéne, hogy legyen, hogy a Föld középhőmérséklete ne lépje át a 2 °C-os hőmérsékletnövekedést.²

¹ http://ec.europa.eu/clima/change/causes/index_en.htm

² <http://data.giss.nasa.gov/modelforce/ghgases/>

5. ábra: A légkör CO₂ koncentrációja.



Forrás: CDIAC

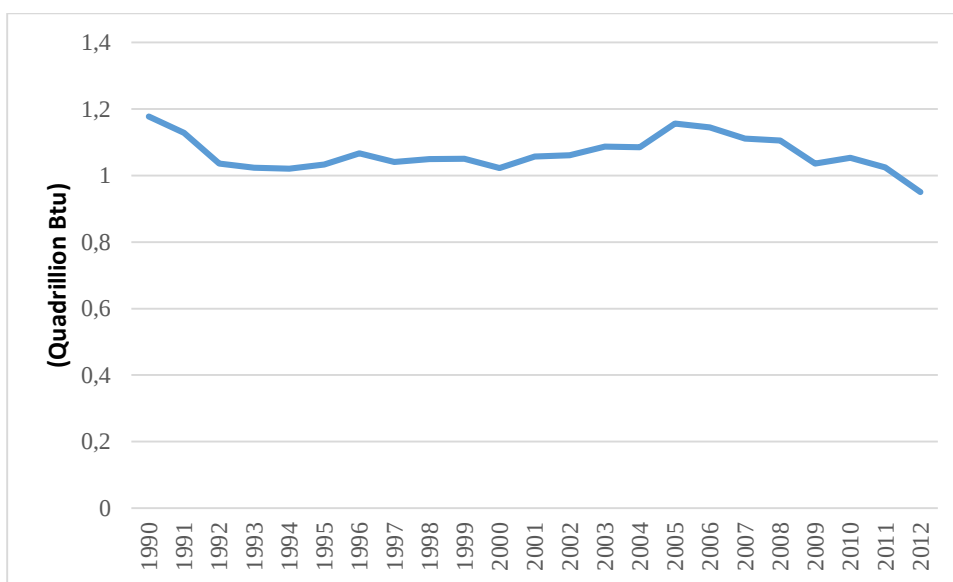
Sajnos, még ha egy csapásra meg is szűnne az ÜHG kibocsátása, a felmelegedés akkor is folytatódna, mert a már légkörbe került gázoknak több évtized kell a lebomláshoz. Az IPCC 2014-ben megjelent 5. értékelő jelentése szerint a 21. század végére a légkör átlaghőmérsékletének 0,3-4,8 °C-os emelkedése várható, attól függően, hogy a CO₂ kibocsátást mekkora mértékben tudják az országok csökkenteni. Ez ugyan optimistább előrejelzés, mint a 2007-ben megjelent 4. értékelő jelentés, melyben a várható hőmérséklet emelkedés 1,4-5,8 °C-os volt, azonban látszik, hogy ha nem következik be egy komoly globális mértékű összefogás, a klímaváltozás mértéke az emberiség számára akár végzetes következményekkel is járhat.

2.3. Magyarország primerenergia fogyasztása

Magyarország klímája a Földközi-tenger viszonylagos közelsége és a Kárpátok vonulatai miatt rendkívül változékony. Megtalálható így a nagy csapadékú, de kiegyenlített hőmérsékletjárású óceáni, a kevés csapadékú és szélsőséges hőmérsékletű kontinentális és a mediterrán éghajlat is, ami nyáron száraz, télen csapadékos. Ezek az egész országra is jellemzőek tudnak lenni rövidebb-hosszabb időtartamokra, de főleg területi eloszlásban jelentkeznek. Az uralkodó szélirány az északnyugati. Ugyan

Magyarország a világ szén-dioxid kibocsátásában csak 0,5%-ban vesz részt, a globális felmelegedés ugyanúgy érinti, mint az összes többi országot. Az elhelyezkedése és egyedi klímája miatt viszont az országos átlag valamivel nagyobb melegedési értékeket mutat. Évszakokra és területre lebontva pedig még nagyobb az eltérés. 1980 és 2009 között legjobban a tavaszok és a nyarak középhőmérséklete nőtt. Előbbi több, mint 1,75 °C-kal, míg utóbbiak 1,93 °C-kal lettek magasabbak. Az ősz és a tél körülbelül feleakkora növekedést mutat. Az ősz 0,89 °C-kal, a tél pedig 0,90 °C-kal lett melegebb. Területi eloszlás szerint az éves középhőmérséklet növekedés az ország északkeleti vidékein mérhető, ahol ez az érték több, mint 1,8 °C-os.³

6. ábra: Magyarország primerenergia fogyasztása 1990 óta



Forrás: EIA alapján saját szerkesztés

Hazánkban a fő primerenergia fogyasztó a lakosság, mely messze meghaladja az ipart és a közlekedést. Emiatt is érdekes összefüggéseket lehet találni a nagy politikai események és a fogyasztás változása között. Az 1989-es rendszerváltás 5,5%-os közvetlen fogyasztás csökkenést hozott, mely 1992-re összesen 16,8%-os esés után megállt. Ez egészen a 2004-es Európai Unióhoz való csatlakozásig tartott. Ekkor egy hirtelen, 6,5%-os növekedés jelent meg, mely szinte azonnal el is kezdett csökkenni, ahogy Magyarország felvette az Unió Klímaváltozási Programjait, illetve a Kiotói jegyzőkönyv is ekkor lépett életbe hazánkban (5. ábra).

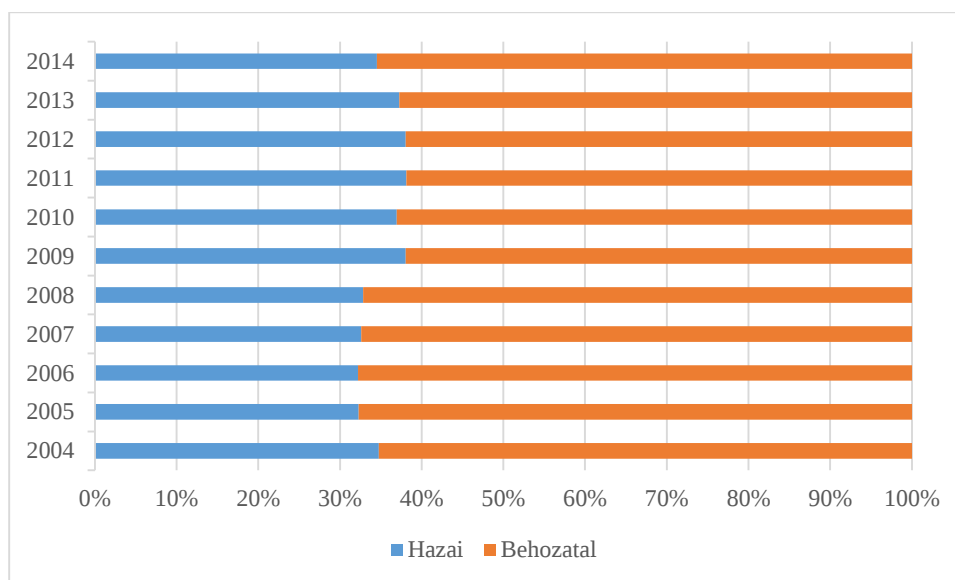
³ http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/

A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint Magyarországon 2014-ben a legfontosabb energiaforrás a fosszilis energiahordozók voltak, melyek az energiafogyasztás 68%-át adták. Ezek közül a földgáz volt a legjelentősebb, 30,3%-os részesedéssel, ezt követte a kőolaj 28,3%-os és a szén pedig 9,6%-os aránnyal. Az atomenergia az összes fogyasztás 17,8%-át adta, míg a megújuló energiák 9,0%-ot. Az Európai Unió 2007-es klímapolitikájának része, hogy a megújuló energiaforrások aránya 2020-ra 20%-os értéket érjen el, de Magyarországnak az unió Bizottsága ezt az értéket 13%-ban állapította meg. Ezt a jelenlegi tendenciák szerint Magyarország tartani is tudja majd, ha az állami energiapolitika kedvezően intézkedik. Sajnos támogatás nélkül a megújuló energiák még mindig nem elég gazdaságosak.

Hazánkban a megújuló energiaforrások közül a biomasszának és bioüzemanyagoknak van a legnagyobb jelentőségük, mellettük az összes többi energiaforrás eltörpül. 2014-ben a kettő együtt a megújuló energiatermelésünk 85%-át adták. Ez annak köszönhető, hogy több fosszilis energiahordozókkal működő erőműveket is átalakították biomassza üzeműre. Második helyen a geotermikus energia áll. Bár hazánk geotermikus adottságai igen kedvezőek, a geotermikus gradiens a világ átlagának másfélszerese $\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ nálunk, mégis az ebből származó energia elenyésző, 6,3% volt. Szintúgy kihasználatlan a vízenergia, a napenergia és a szélenergia, pedig Magyarország környezeti adottságai kedvezőek ezek számára is és helyi szerepük fontos lehetne.

Az ország energiafogyasztását azonban a termelés nem tudja fedezni, míg Magyarország 2014-ben 10,13 Millió tonna olaj egyenértéknek megfelelő energiát termelt, 19,21 tonna nettó behozatalra volt szükség. 1980-ban az import még csak 51%-os volt, mely 2007-ben érte el maximumát, az akkori 67,4%-kal. Azóta 2013-ig a mértéke lecsökkent, 62% környékre, de 2014-ben már megint 65,5%-át adta az összes energiafogyasztásnak (6. ábra). A behozatal szinte az egészét fosszilis energiahordozók jelentették. Az importfüggőségnek ezek alapján hazánkban még mindig jelentős szerepe van. A földgázimport 80%-a Oroszországból származik, mely gyakorlatilag egyetlen vezetéken jut el hozzánk. Ez az ellátás biztonság szempontjából is kiszolgáltatott helyzetet teremt.

7. ábra: Magyarország primer energiafelhasználása forrás szerint



Forrás: KSH alapján saját szerkesztés

A Nemzeti Energiastratégia 2030 szerint a dokumentum időtávjában Magyarország továbbra is folytonos energiaimportra lesz utalva. A stratégia az energiafogyasztás csökkentésével, az energiahatékonyság növelésével, az elérhető energiahordozók minél jelentősebb kihasználásával és az atomenergia kapacitás fenntartásával vagy növelésével kíván az import ellen küzdeni. Három lehetséges forgatókönyvet vázol fel, melyek a mostani rendszer megtartása, illetve a zöldebb lehetőségek között változnak. Az „Ölbe tett kéz” forgatókönyvet félretéve a másik kettő egyik legfontosabb pontja a lakosság energiafogyasztásának csökkentése, melynek jelenleg mintegy kétharmada a fűtést és hűtést szolgálja. A lakások és a középületek közel 80%-a nem felel meg a korszerű műszaki, illetve hőtechnikai követelményeknek. Ugyan az enyhe telek miatt az utóbbi évek során a fűtési energiafogyasztás csökkent, de az elemzések továbbra is kismértékű növekedéssel számolnak. A stratégia a megoldást az épületek utólagos hőszigetelésével, a nyílászárók cseréjével és a hagyományos energiahordozók megújuló energiaforrásokra való lecserélésében látja.

2.4. A globális felmelegedés ellen tett lépések

A klímaváltozás elleni megmozdulások első nagy sikerének az 1987. szeptember 16-án, kezdetben 46 ország által aláírt Montreáli jegyzőkönyv tekinthető. Mára az aláírt országok száma 175-re nőtt. A jegyzőkönyv az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP) által létrehozott nemzetközi egyezmény, melyet az ózonpajzs védelme érdekében hoztak létre. A bevezetésével az ózonréteget károsító anyagok termelését és felhasználását korlátozták, kezdetben 50%-kal, 2020-ra pedig gyakorlatilag teljes beszüntetésével. Ezen anyagok termelése és felhasználása 1991-ben 1,4 millió tonna körül volt, melynek korlátozása nélkül az előrejelzés szerint az ózonréteg vastagságát 2050-re az északi félteken 50%-kal, a déli félteken pedig 70%-kal csökkentette volna. A jegyzőkönyv hatására az ózonréteget károsító anyagok kibocsátása egy évtized alatt 80%-kal esett. A javulás ugyan lassú, a már kibocsátott anyagok a légkörben több évtized alatt bomlanak le, de várhatóan az ózonréteg 2040-re szinte teljesen visszanyeri eredeti vastagságát.

Ekkoriban vezették be a fenntartható fejlődés fogalmát is. Ez egy olyan fejlődés, amely biztosítja a jelen szükségleteinek a kielégítését anélkül, hogy lehetetlenné tenné a jövő generációk szükségleteinek a kielégítését.

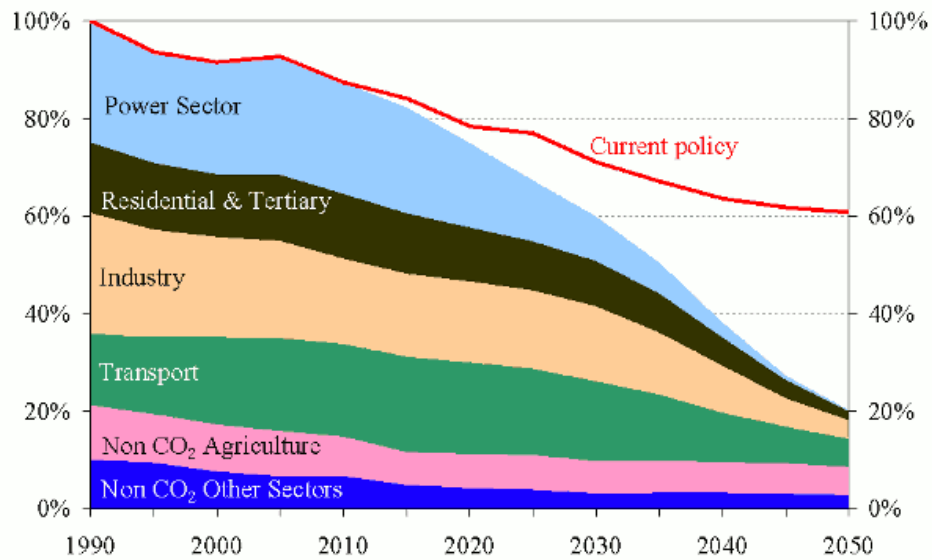
A következő jelentős egyezmény az 1992. június 13-án Rio De Janeiróban hitelesített ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye (UNFCCC, rövidebben FCCC) volt. Ennek az egyezménynek az aláírói hivatalosan is elismerték, hogy az ÜHG megbontják a Föld ökoszisztémáját. Célkitűzésként meghatározták, hogy a légkörben stabilizálják ezen gázok koncentrációját. Első mellékleteként hozták létre 1997. december 11-én a Kiotói jegyzőkönyvet. A jegyzőkönyv aláírói azt a célt tűzték ki, hogy az 1990-es bázis évet alapul véve 2008-2012 között az ÜHG kibocsátásának mértékét 5,2%-kal csökkentik. Sajnos a jegyzőkönyv több szempontból sem hozta be a hozzá fűzött reményeket. A világ két legnagyobb károsanyag-kibocsátója, az Egyesült Államok és Kína alaptól nem is írta alá, többen menetközben visszakoztak, így ha a résztvevő országoknak sikerült is volna a kitűzött cél, globális mértékben nem hozott volna elegendő javulást. 2012-ben a katari Dohában a jegyzőkönyv érvényét a még benne lévő országok meghosszabbították 2020-ig.

Az Európai Unió (EU) a célkitűzéseket az Európai Klímaváltozási Programokkal (ECCP I. és II.) próbálja szabályozni. Az első programmal az EU a 2004 előtt csatlakozott tagországai számára 8%-os kibocsátás csökkenést írt elő. 11 munkacsoportot hoztak létre a célkitűzés elérésének vizsgálatára. Mindegyik csoport előállt egy-egy lehetséges opcióval, melyek közül a legismertebb az ETS, vagyis a kibocsátás-kereskedelmi rendszer lett. Ezen rendszer CO₂ egységeket ad meg, amelyek egyenként 1 tonna kibocsátást tesz lehetővé. A rendszer periódusokat ad meg, melyek végén a résztvevő felek között kibocsátási kvótákat osztanak szét. A résztvevő létesítményeknek évenkénti elszámolásban el kell számolniuk a kibocsátásukkal megfelelő mennyiségű egységekkel. Amennyiben a kibocsátásuk magasabb lesz, mint amennyit a kvóta megenged, akkor vagy csökkenteniük kell a kibocsátásukat, vagy más résztvevőtől kell egységet vásárolni. Amennyiben egy létesítmény így se képes teljesíteni a kitűzött célt, komoly büntetésekkel bírságolják. A második ECCP programmal az EU további lehetőségeket kutat a károsanyag-kibocsátás csökkentéséért, illetve az első ECCP programot vizsgálta felül.

2007-ben, az EU új stratégiát fogadott el, melyben 2020-ig 20%-os (ha sikerül, 30%-os) ÜHG csökkentést kívánja elérni az 1990-es bázisévhez mérve. Emellett az energiatermelés 20%-át megújuló energiaforrásokból kívánja fedezni és az energiahatékonyságot is 20%-kal szeretné növelni. Fő mozgatórugóként az ETS rendszert látja, mely az EU összes ÜHG kibocsátásának 45%-át lefedi. A tagállamok is saját, nemzeti célokat tűztek ki maguknak a stratégia hozzásegítéséhez.

2014-ben a 2020-as stratégiájára egy 2030-ig szóló keretrendszert fogadott el. Ebben még magasabb szintre emelte a céljait. Célként az ÜHG kibocsátását 40%-kal csökkentené, a megújuló energiaforrások arányát és az energiahatékonyságot pedig 27%-ra emelte. Ezáltal kijelölt egy hosszú távú stratégiát 2050-ig, melynél az ÜHG kibocsátás 80%-os csökkentését érné el. Ehhez két másik mérföldkövet tett le, 2030-ig 40%-os csökkentést, 2040-ig pedig 60%-osat. Az eléréséhez az EU külön csoportokba rendezte a CO₂ kibocsátókat, melyek közül az energiatermelésben kívánja leginkább elérni a közel zéró-kibocsátást. Emellett a lakó- és irodaházak energiahatékonysága, az ipar illetve a közlekedés van kiemelve (7. ábra).

8. ábra: EU 2050 stratégiája



Forrás: <http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/>

Globális szinten a legújabb fontos megállapodás a 21. ENSZ konferencia, vagyis a 2015 decemberi párizsi klímacsúcs (COP21). A résztvevő 195 országból 189 elfogadta az első egyetemes klímamegállapodást. Ami érdekessé és reménykeltővé teszi a megállapodást, hogy most először a legnagyobb ÜHG kibocsátó országok is aláírták. Az államok vállalták, hogy 2100-ig a légkör átlaghőmérséklet növekedését 2,0 °C alatt tartják, amennyiben lehetséges, akkor 1,5 °C alatt, melynél globális szinten sokkal kisebb káros következményeit látják. Megegyeztek, hogy 2023-tól kezdve 5 évenként közösen felülvizsgálják az egyes országok eredményeit, egymásnak és a nyilvánosság felé is leközik, hol tartanak a közös cél elérésében. A fejlett országok 2020-ig létrehoznak egy pénzügyi alapot a fejlődő országok részére, melyre összesen legalább 100 milliárd dollárt adnak. Összességében már nem országonként, hanem közös problémaként tekintenek a globális felmelegedésre.

3. Megújuló energiaforrások

Az emberiségnek a fosszilis energiahordozók véges mennyisége illetve a felhasználásukból fakadó CO₂ kibocsátás növekedése miatt alternatív energiaforrások után kellett néznie. Ezek közé számítjuk:

- az atomenergiát
- a geotermikus energiát
- a szélenergiát
- a vízenergiát
- a napenergiát
- és a biomasszát illetve az ebből előállított bioüzemanyagokat.

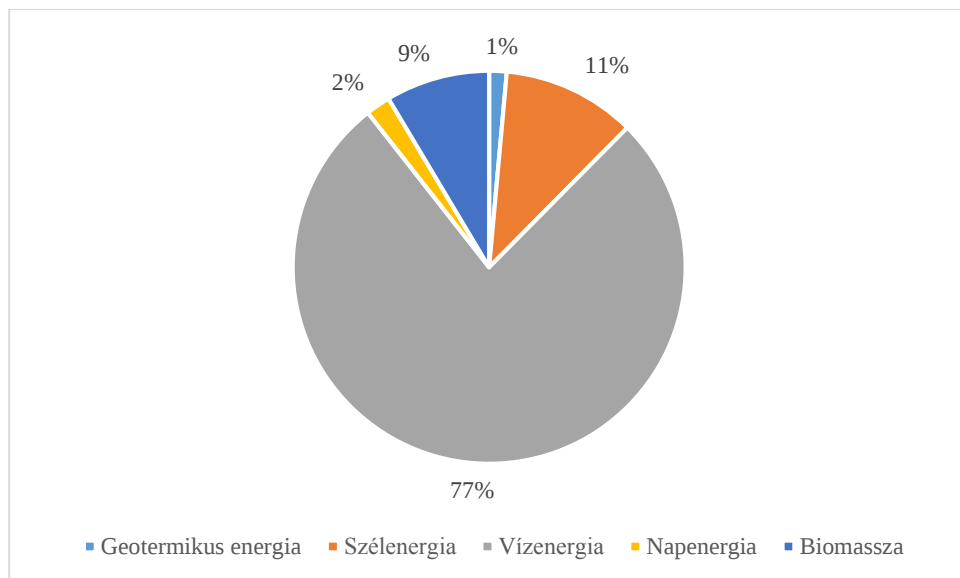
3.1. Az atomenergia

Az atomenergia, vagyis a nukleáris hasadásból származó energia a világ energiatermelésének 11%-át adja (8. ábra). Ugyan nem megújuló energiaforrás, de CO₂ kibocsátásának mértéke nagyon alacsony, ezáltal megfelelő alternatíva. Amennyiben beleszámoljuk egy erőmű minden költségét az építéstől kezdve, 1 MWh energia előállítási költsége még körülbelül 40-50%-kal drágább a fosszilis alapú termelésnél. A jövőben ez a különbség azonban egyre kevesebb lesz, ahogy a CO₂ kibocsátás az országok számára egyre drágulni fog. Előnyös még egy atomerőmű a helyigény miatt is, ugyanannyi energia előállítása más módon többszörös hellyel jár. Sajnos a keletkező atomhulladék elhelyezésére és semlegesítésére még nem rendelkezünk végleges megoldással. Probléma még a terrorfenyegetettség illetve a fegyverként való felhasználás is, ezért a köznép szemében nem túl jó megítélésű. Súlyosbító tényezők a múltban történt katasztrófák is (Csernobil és Fukushima), melyek ugyancsak rontják az emberek fejében lévő összképet. Megoldás lehet az urán tóriummal való leváltása. A tórium nagyobb mennyiségben megtalálható, ugyanannyi anyag több energiát termel, és fegyver sem készíthető belőle. Sajnos ezzel a technológiával még csak kísérleti fázisban vannak.

A fúziós, vagyis az atommag-egyesülésen alapuló energiatermelés még nem áll megfelelő technológiai fejlettségen, hogy számíthassunk a közeljövőben rá. Amennyiben sikerül megépíteni egy stabilan működő fúziós reaktort, az energiatermelés

egy új korszakba fog nyílni, hisz a szükséges alapanyag majdnem korlátlan mennyiségben megtalálható, illetve atomhulladék se keletkezik. Így olcsó és környezetbarát megoldás lesz. Kísérleti reaktorok azonban már léteznek, melyek egyre hosszabban tudják megtartani a reakciót.

9. ábra: Megújuló energiaforrások megoszlása 2012-ben.



Forrás: EIA alapján saját szerkesztés

3.2. A geotermikus energia

A geotermikus energia a világ energiatermelésében csekély, 1%-os mértékben jelent meg 2012-ben (8. ábra). Alapvetően kétféleképpen hasznosítják, közvetlenül villamos energiává, vagy közvetett módon fűtésre. A kettő közül az első elterjedtebb, a fűtésre való felhasználás tulajdonképpen csak néhány államban látható. Egyedül ott képes gazdaságosabbá válni a többi energiaforrásnál, ahol nagy a geotermikus gradiens és rengeteg forró víz és gőz van a felszín alatt. Ilyen például Izland, ahol az ország energiaellátásának a negyedét ily módon termelik meg. Magyarországnak is kedvező lehet, amennyiben több támogatást kapnak az ilyen terű beruházások és olcsóbb technológiai háttérrel kap.

3.3. A szélenergia

A szélenergia jelenleg még ugyan csak kis részét teszi ki a világ megújuló energiatermelésének, bár ez az egyik leggyorsabban fejlődő ágazat, évi 27%-os termelőkapacitás növekedéssel. Ezzel 2012-ben már a második helyen állt a megújuló energiaforrások megoszlása között (8. ábra). Manapság már lecsökkent annyira a kiépítésének a költségei, hogy versenybe szálljon a fosszilis alapú energiatermelésekkel, főleg a szárazföldön. A tengeri szélerőművek építési költségei még nem ilyen alacsonyak, de sok tenger melletti városnak az egyik legjobb megoldást jelentheti. Ehhez az árcsökkenéshez hozzájárulnak az államok is, különféle adókedvezményekkel és támogatásokkal. Szélfarmot azonban csak olyan területen érdemes kiépíteni, ahol megfelelően állandó légmozgás van, illetve a viszonylag nagy helyigénye is hátráltatja elterjedését. A tengeri farmoknál inkább a teherhordó réteg elérése probléma. Kisebb helyi szélturbinák azonban sokkal elterjedtebbek, sok helyen még most is így szivattyúzzák a vizet. A szélerőművek építésénél azonban figyelembe kell venni a madarak vonulási útvonalait, ugyanis a nagy sebességgel forgó lapátok veszélyesek rájuk nézve.

3.4. A vízenergia

A vízből nyerhető energia a legszerteágazóbb lehetőségeket vonultatja fel és ez az egyik legjobban elterjedt megújuló energiaforrás. Világszinten 2012-ben a megújuló energiatermelés 77%-át (8. ábra), az összes termelésnek pedig a 19%-át adta. Összességében a legolcsóbb alternatívát tudja jelenteni és a hatékonysága is át tudja lépni a 90%-ot. Azonban nem elég átgondolt rendszereknél az árak is az egekbe szöknek és a környezet számára is negatív hatással lehet. Nemzetközi viták kerekedtek az egyiptomi Asszuáni-gát, vagy a kínai Három-szurdok-gát előnyeit és hátrányait illetően is.

A vízenergia hallatán az emberek általában a lezúduló víztömeg nyers energiájára szoktak gondolni illetve a gátak által megtartott hatalmas víztömegekre, ugyanis ezek a leginkább látványos vízenergia források. Kisebb-nagyobb vízerőművek szerte a világon megtalálhatóak, a nagy híres víztározó gátak pedig évenként sokmillió turistát vonzanak. A szintkülönbségen alapuló vízerőművek mellett a tengeri energiák

kinyerésére is léteznek megoldások. Ilyenek az árapályerőművek, melyek a tenger áradásának és apadásának következő mozgását hasznosítják. Ezeket általában folyók torkolatához építik, ahol az ár-apály a folyót visszaduzzasztja, majd apasztja, így mozgatva a víztömeget. Másik megoldás a hullámerőmű, mely a tenger hullámzását használja ki egy úszó tank mozgatja meg a tengerfenéken lévő generátort. Egy kísérleti megoldás még a tengeráramlat erőmű, mely az áramlatok folyamatos mozgását hasznosítja.

A vizet még az energia tárolására is ki szokták használni, szivattyús energiatárolókkal (SZET). Ezek a hálózaton a termelés és a fogyasztás különbségét képesek kiegyenlíteni. Amikor a fogyasztók nem igényelnek sok energiát, akkor szivattyúk segítségével egy magaslati tározóba szivattyúznak vizet. Csúcsidőnél ezt a víztömeget megindítják és egy erőmű segítségével kisegítik a hálózatot elektromossággal. A víz megemelése és a turbinán való átvezetés miatt a szivattyús energiatárolók hatásfoka 80-85%-os, de más tárolóhoz képest sokkal gazdaságosabb.

Jelenleg a legnagyobb ellensége a vízenenergia bővítésének a társadalmi ellenállás. A tározók területigénye, környezetre gyakorolt hatásai és a gátak átszakadásától való félelem erős ellenérzéseket váltottak ki az emberekben. A másik probléma a klímaváltozásból adódó vízhiány, mely egyes meglévő gátaknál a minimális üzemeltetési vízszintmagasságot veszélyezteti.

3.5. A napenergia

A naptól származó energia, ami eléri a felszínt, a világ energiafogyasztásának 2500-szorosa, mégis a világ megújuló energiatermelésének csupán a 2%-át adta 2012-ben (8. ábra). Ez főleg a kiépítés árából és az alacsony hatékonyságból ered. Jelenleg még két-háromszoros áron tudunk kiépíteni egy megfelelő teljesítményű napelemparkot, a szén-alapú energiaforrásokhoz képest. A napenergia hasznosításának két formája van, az aktív és a passzív energiatermelés.

A passzív hasznosítást épületeknél alkalmazzuk, az üvegházhatást használjuk ki. Az aktív termelésnek két módja van. Az első módja a napenergia hőenergiává alakítása. Ez főleg napkollektorokkal történik, ahol a berendezés átadja az energiát egy hőhordozó közegnek. A másik mód az energia közvetlen elektromos energiává alakítás. Ezt

fotovoltaikus eszközzel (PV), ismert nevén napelemmel érjük el. Mindegyik típus megjelenik helyi, épületeken alkalmazott berendezésben és nagy kiterjedésű erőművekben is. A napenergia kihasználásának fő előnye, hogy az energiaforrás ingyen van és évmillióig rendelkezésre fog állni. Azonban az időbeli eloszlás napi és éves szinten is megoszlott, így az összegyűjtött energiát tárolni kell éjszakára, illetve télen kevesebb mértékkel lehet számolni. Ugyan a napelemparkok környezeti ártalommal szinte nem rendelkeznek, de a naphőerőművek egyes típusainak központosított hője megtizedeli a madár- és kisállatállományt. Ezzel együtt a napenergia ágazat az utóbbi évtizedben sokszorosára nőtt és az egyik legdinamikusabban fejlődő ágazat.

3.6. A biomassa

A biomassa a legrégebbi energiaforrásunk. *„A biomassa biológiai eredetű szervesanyag-tömeg, egy biocönózisban vagy biomban, a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (növények, állatok, mikroorganizmusok) testtömege; biotechnológiai iparok termékei; és a különböző transzformálók (ember, állatok, feldolgozó iparok stb.) összes biológiai eredetű terméke, hulladéka, mellékterméke.”*⁴ Elsődleges forrása a növények asszimilációs tevékenysége. A növényi biomasszát fitomasszának, az állati eredetűt pedig zoomasszának hívjuk. Az embert, mint biológiai tömeget nem szokás belevenni. Ugyan a fosszilis energiahordozók is elhalt élőlények szerves anyagából keletkezett, de nem megújulóak. A biomassa ezzel szemben megfelelő kezelés esetén megújuló energiaforrás és a légkör számára nem jelent plusz kibocsátást, a növény az élete során körülbelül ugyanannyi CO₂-ot köt meg, mint amennyi az elégetése során keletkezik (szén-dioxid semleges).

Fűtőértéke nagyban függ a biomassa anyagától (sűrűségétől, széntartalmától) és egyéb befolyásoló tényezőtől, melyek közül a víztartalom a legfontosabb. A biomasszát eredeti formában nem szokás elégetni, valamilyen feldolgozás történik, mint a darabolás (aprítás), tömörítés (bálázás, pelletálás), melyeket általában szárítás követ. Fűtőértékük így a barnaszénnek (15,5-17,2 MJ/kg) felel meg. Cseppfolyós állapotban ennek az értéknek akár a dupláját is elérhetik.

⁴ Környezetvédelmi Lexikon I-II, Akadémiai kiadó, 2007

Alapvetően öt nemzetgazdasági ágból (növénytermesztés, állattenyésztés, élelmiszeripar, erdőgazdaság és kommunális szféra) származhat. Termelés szempontjából azonban az alábbi három csoportba sorolhatjuk:

- **primer** (elsődleges): a növények által előállított szervesanyag
- **szekunder** (másodlagos): a növények elfogyasztásából és az állattenyésztésből származó fő- és melléktermékek
- **tercier** (harmadlagos): az iparból, illetve az emberi településekből származó szerves hulladékok

Az elsődleges biomassa a növények által, a napból érkező energiáknak fotoszintézis útján előállított és megkötött, úgynevezett transzformált energia.

Hasznosítását tekintve három halmazállapotba soroljuk:

- **szilárd állapotú**: égetésre szánt növények
- **cseppfolyós állapotú**: biodízel, bioetanol
- **gáz halmazállapotú**: biogáz

3.6.1. Szilárd halmazállapotú

A szilárd halmazállapotú biomassa leginkább a mező- és erdőgazdaság melléktermékeként vagy hulladékaként jelenik meg. Manapság a keletkező mennyiség körülbelül 10%-át hasznosítják energiatermelésre. Ez leginkább az erdőkből származó faanyag szokott lenni, de a gabonaszalma is alkalmas termelő. Sajnos a különféle nyesedék általában nem kerül hasznosításra, hanem pazarló módon elégetik. A hagyományos erdőgazdaságokban a kitermelt faanyag körülbelül 22%-a tekinthető mellékterméknek. Ugyancsak a fa megmunkálása közben is rengeteg mennyiségű fahulladék keletkezik. Ezek a megmaradt anyagok könnyen hasznosíthatóak, mégis nagy részük nem kerül feldolgozásra.

A különféle energetikai célból nevelt energianövények (lág- és fás szárúak is) még csak az utóbbi néhány évtizedben kezdtek elterjedni, de a jövőben még nagyobb

hangsúlyt kaphatnak. Más energiaforrásokhoz képest ugyan többszörös terület kell, azonban akár 30-40%-kal olcsóbb a belőle előállított hőenergia.⁵

A fás szárú energianövényeknél az energiafa a főtermék, melyet energiaerdőben, vagy energetikai faültetvényeken szokták termesztetni. Ezek az energiafák gyorsan növekvő fajok, melyek közül az akác, a fűz és nyárfélék a legelterjedtebbek. Célszerű olyan területre telepíteni őket, amelyek már a termelésből kivontak, illetve nem olyan jó termőképességűek. Az energetikai faültetvényeket kétféleképpen szokták termelni. Az egyik az újratelepítési módszer, ahol az ültetvényt 8-15 éves korában tarvágják és felaprítják, majd az egész ültetvényt újratelepítik. A másik módszer a sarjztatásos, ahol a 3-5 éves kori tarvágás után a telepített növény képes külső beavatkozás nélkül újra sarjadni, majd az egészet újabb 3-5 év elteltével meg lehet ismételni. Mivel mindkét esetben jóval rövidebb a vágásidő, mint egy hagyományos erdőgazdaság esetén, így a fahozam is nagyobb. Ugyan a ráfordított és a nyert energia hányadosa (hatékonysági mutató, EH) ezáltal egy hagyományos erdőgazdaságnál jobb ($EH = 21$), mint egy energetikai faültetvényénél ($EH = 14$), a megtérülés gyorsabb (1. táblázat).

1. táblázat: Egyes biomasszák energetikai hatékonysága

Energiahordozó	Hatékonysági mutató ($EH = E_{outp.}/E_{inp.}$)
Biodízel	1,1 - 1,78
Bioetanol	1,1 - 2,7
Biogáz	2 - 5,5
Teljes növény maggal	9
Energetikai faültetvény	14
Energiafa hagyományos ill. energiaerdőből	21

Forrás: Bai 2002; 2005

A lágy szárú energianövényeknél a felhasználás szerint 4 csoportot különböztethetünk meg: etanol, biodízel, biogáz és szilárd tüzelőanyagként szánt. A különböző felhasználáshoz más növényeket termesztünk, etanolhoz kukoricát, burgonyát, cukorrépát és cukornádat, biodízelnél repcét, napraforgót és földimogyorót, biogázhoz főleg kukoricát, tüzelőanyagként pedig a japánfüvet, olasz nádat, kender és más energiafűvet. A fás szárú növényekhez képest előnyük, hogy nem igényelnek

⁵ <http://www.origo.hu/tudomany/nagyhasab/20140324-infografika-aram-ar-paksi-atomeromu-gaz-szen-megujulo-lcoe-amiben-jo-az-atomeromu-es-amiben-nem.html>

különleges technológiát, a hagyományos földművelésnél használt eszközökkel termesztethetők és arathatóak. Abszolút szárazanyagra vetített energiatartalmuk is közel azonos. Égetéstechnológiai szempontból viszont a faanyaghoz sokkal több tapasztalattal rendelkezünk, a modern rendszerek már teljesen automatikus módon működnek.

3.6.2. Cseppfolyós halmazállapotú

A biomassa alapvetően szilárd halmazállapotú, de mint ahogy a dolgozat elején ismertettem, a világ energiafelhasználása a folyékony és gáz halmazállapotú energiahordozókat hasznosítja inkább. A szilárd halmazállapotú energiahordozókhoz képest nagyobb energiasűrűségű anyagok, de előállításuk energiaigényes, illetve a szükséges növények nagy területeket foglalnak el. A cseppfolyós állapotú biomasszát két nagy csoportra bonthatjuk: biodízetre és bioalkoholra (bioetanol). Előbbi alapanyaga a növényi olajok, míg az alkohol magas szénhidráttartalmú növényi termékek. Hasznosítás szerint rengeteg lehetőség van: motorhajtóanyag, hidraulika- és fékfolyadék, kenőolajként, tüzelési célokra és vegyipari- és élelmiszeripari alapanyagként.

A biodízeleket a dízelmotorokban használt dízelolaj alternatívájaként találták ki. Emellett kenőolajként használják. A biodízel kipufogógáza kedvezőbb a hagyományos dízelolajnál, lényegesen kevesebb szénmonoxidot (CO), 80%-kal kevesebb CO₂-ot, kevesebb szénhidrogént és kormot, kéndioxidot pedig gyakorlatilag nem tartalmaz. Emellett még a bio-kenőolajjal együtt biológiailag lebomló, így környezetkárosító hatása is jobb. A biodízellel működő motorok teljesítménye sem marad le nagyon a hagyományostól, 5-10%-os a teljesítménycsökkenés, mely egyes technológiai megoldásokkal kiküszöbölhető. Gyakorlatilag kétféle előállítási módszer terjedt el. Létezik az úgynevezett „zöld dízel”, mely a tisztított, gyantamentesített, hagyományos finomítással kapott biodízel, és van a metanollal, lúgos közegben észteresített változata.

A bioalkoholokat főleg benzinhoz keverve használják, körülbelül 85:15 arányban a legoptimálisabb, körülbelül 20%-ig használható. A tiszta bioetanol is alkalmas motorok meghajtására, de ehhez át kell alakítani a motort is és a benzintartályt is meg kell növelni. A bioetanol ugyanis kisebb energiasűrűségű a benzinnél, ugyanakkora távolsághoz több bioetanol kell (1 liter bioetanol = 0,65 liter benzin). Az átalakított

motorok károsanyag kibocsátása kisebb, élettartamuk hosszabb, ellenben az etanol a műanyag alkatrészeket megeszi és hidegindítási problémák is lehetnek. Legnagyobb problémája mégis, hogy az előállításához szükséges növények hatalmas termőterületeket foglalnak el.

3.6.3. Gáz halmazállapotú

A folyékony halmazállapotú energiahordozók mellett a gáz halmazállapotú hordozókra van a legnagyobb kereslet. A biogáz a földgáz fűtőértékének kétharmadával rendelkezik, de tisztítás után megegyező minőségű energiahordozóvá válhat. Alapesetben szerves anyagok anaerob bomlása által keletkezik, de aerob erjesztéssel is. Különböző anyagokból különböző mennyiségű és minőségű biogáz állítható elő. Összetétele szerint főleg metánból és CO₂-ból áll, melyek mellett hidrogén, nitrogén és kén-hidrogén is megjelenhet. Átlagosan 64% metánnal és 36% CO₂-dal lehet számolni. A biodízel és bioetanol előállításához képest plusz energia bevitt szintje nem igényel. Ezt a plusz energiát ráadásul a megtermelt biogázzal elő is lehet állítani.

A biogáz előállítása lehetséges elsődleges és másodlagos biomasszából. Ez alapján előállítása három területhez köthető. Első esetben a kommunális lerakóhelyeken spontán keletkező gázt gyűjtik össze. Régebbi lerakóknál a lerakót megfűrik és becsövezik, az új hulladéklerakókat már alaptól gázgyűjtő rendszerrel építik. A második esetben a szennyvíz biológiai tisztítása során keletkező biogázt gyűjtik be. Ezenél az eseteknél a begyűjtött biogázzal az egész szennyvíztisztító telep energiaigényét fedezni szokták. A harmadik esetben a mezőgazdaságból és állattartásból származó trágyát erjesztik illetve rothasztják. A visszamaradó trágyát biotrágyának vagy biohumusznak nevezik és trágyázáshoz hasznosítják.

Az biogáz hasznosítása három lehetséges módon történhet:

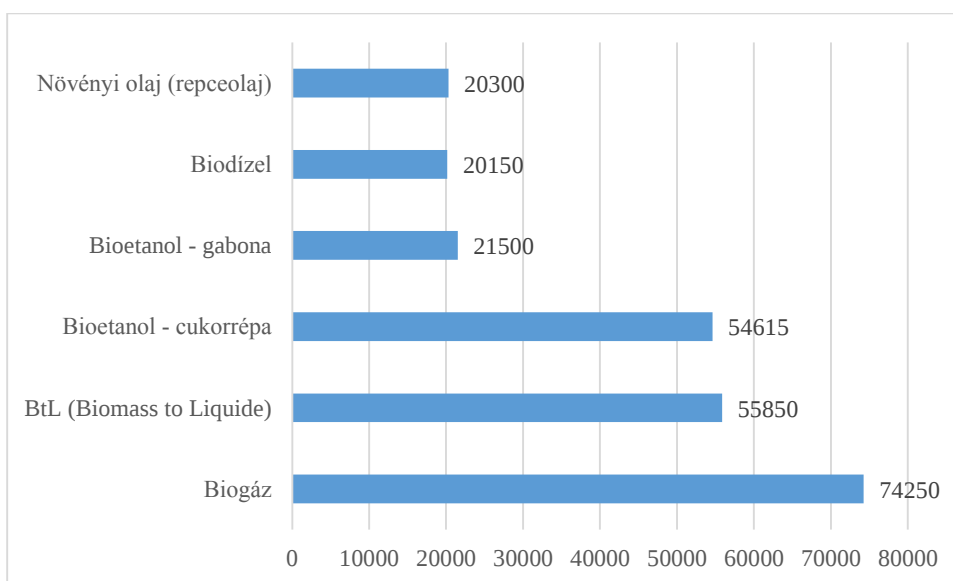
- termikus
- komplex
- és mechanikus módon.

A termikus módnál a biogázt gázmelegítőben és gázégőkben elégetjük, általában melegvíz előállítása érdekében. A komplex hasznosításnál ötvözzük az elektromos és

termikus, vagy a mechanikus és termikus módot (kogenerációs erőművek). Az elsőnél egy generátorral elektromos árammá, a másodiknál pedig egy motorral vagy turbinával mozgási energiává alakítjuk a biogáz energiáját, melyek mellett hasznosítható hulladékhő keletkezik. A mechanikus módnál egy motorral vagy egy turbinával egyből mozgási energiát állítunk elő, mellette másra nem hasznosítjuk a biogázt.

A jövőben a közlekedésben is akár nagyobb arányban is találkozhatunk majd biogázzal. Az egy hektárra vetített, megtermelt üzemanyag mennyisége és a megtett kilométerek tekintetében ugyanis a biogáz rendelkezik a legjobb értékekkel. Ezen felül a biogáz hatékonysági mutatója is jobb, mint a biodízelnek és bioetanolnak (9. ábra).

10. ábra: 1 ha alapanyagból nyert üzemanyagokkal megtehető km-ek száma



Forrás: KvVM 2007 alapján saját szerkesztés

4. Távfűtési rendszerek bemutatása

A távfűtés története egészen a római időkig nyúlik vissza. Már időszámításunk előtt használtak egyfajta padlófűtést. A tűzhelyben keletkező füstgázt lassan áramoltatták a fűtendő helyiség padlójában (hipokausztrum). A legrégebbi, mai értelemben is távfűtésnek vehető rendszer egy francia faluból, Chaudes-Aigues Cantalban indult, ahol a geotermikus termálvizekkel fűtöttek télen, már a 14. században. Különálló épületeket csővezetéken való fűtéssel legelőször Svédországban alkalmaztak a 1716 körül. A modern távhőszolgáltatás atyjának Birdsill Holly-t nevezik, aki 1877-ben Lockportban egy 5 km-es kereskedelmi úton is sikeres távfűtési rendszert hozott létre. Magyarországon először az Országháznál alkalmaztak távfűtést, 1899-ben. Hőtermelő központját a mai Balassi Bálint utcában helyezték el.

Magyarország a felhasználók biztonságos, megfelelő minőségű és gazdaságos távhőellátása érdekében az objektív, átlátható és hátrányos megkülönböztetéstől mentes szabályozás kialakítását, a fogyasztóvédelem, az energiahatékonyság, az energiatakarékosság és környezetvédelem követelményeit a 2005. évi XVIII. „a távhőszolgáltatásról” című törvénnyel szabályozza.⁶

A távhőellátásnál a felhasználók és a hőtermelő térben szétválasztottak. A felhasználókhoz a hőtermelőből csővezetékek továbbítják a szükséges hőt. Ezáltal egyszerre több épület hőigényét is ki lehet szolgálni. Mivel hatékonyabb, mint az épületenkénti fűtés, kisebb fűtőanyag igénnyel és károsanyag kibocsátással is lehet számolni. Szintén előny, hogy a kibocsátás nem a fogyasztó közvetlen közelében keletkezik.

A távfűtő rendszereket szerepük szerint szét lehet osztani:

- hőtermelőre
- hálózatra (csővezeték rendszerre)
- fogyasztóra, vagy fogyasztói hőközpontra
- illetve egy szekunder rendszerre az épületen belül.

⁶ http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0500018.TV

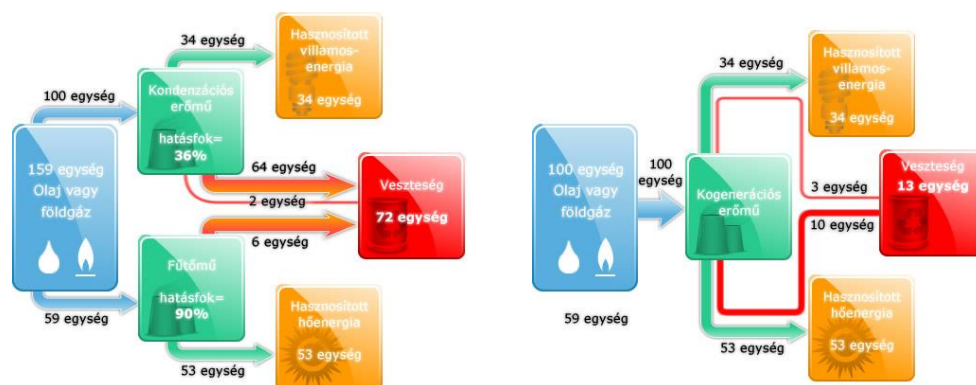
4.1. Hőtermelő

A hőtermelők lehetnek:

- fűtőművek
- hagyományos (kondenzációs) erőművek
- kapcsolt hő- és villamosenergia termelő (kogenerációs) erőművek

Ezek közül a kogenerációs erőművek a leghatásosabbak. A kapcsolt erőműveknél villamosenergiát állítunk elő, mely mellett a keletkezett hulladékhőt hasznosítjuk. Ezzel a módszerrel akár 90% feletti hatásfok is elérhető. A hagyományos erőművekben termelt árammal 34 egységnyi villamos és 53 egységnyi hőenergia-igény kielégítéséhez 159 egységnyi energiatartalmú primer energiahordozót kell felhasználni. Ebből 72 egységnyi energiamennyiség hasznosítatlanul a környezetet terheli. Ugyanennyi villamos- és hőenergia igény kielégítéséhez kogenerációs erőművel csak 100 egységnyi primer energiahordozó kell és a környezeti terhelés is 13 egységre csökken (10. ábra).

11. ábra: Hagyományos és kogenerációs erőművek környezetterhelése



Forrás: <http://www.fotav.hu/hu/kapcsolt-energiatermeles>

Összességében tehát 30-40%-kal kevesebb energiahordozó elégetésével és akár 80%-kal kevesebb károsanyag kibocsátással lehet számolni, mintha a két terméket külön állítanák elő. A hőszolgáltatók ezen okok miatt manapság már szinte csak kogenerációs erőműveket építtetnek, így ezek aránya globálisan is nő.

Az erőműveket hagyományosan fosszilis energiahordozók elégetésével fűtik, azonban az utóbbi években egyre több erőmű vált a biomassza alapú energiatermelésre. A fenntartható fejlődés szemléletében a távfűtés így kiváló alternatívát tud nyújtani a lakások fűtésére.

4.2. Távhőhálózat

A távhőhálózatok a hőtermelőt és a fogyasztót kötik össze akár több kilométer hosszú csővezetékekkel, melyekben a hőenergiát továbbítják. A hő szállítóközegeként előírás szerint lágyvizet használnak, a magas hőkapacitása miatt. A hőtermelő és a fogyasztó között egy vezetékpár fut. Erre a vezetékpárra a magaspontoknál légtelenítőt építenek be, míg a mélypontoknál ürítőket. A fogyasztó felé az előremenő vezetékben áramlik a forróvíz. A víz hőmérséklete állandó, amennyiben nagyobb hőigényre van szükség, mint a pillanatnyi, akkor a kazán szivattyúja nagyobb nyomást ad a rendszerbe, ezáltal a térfogatáram nő és több energiát szállít a rendszer. A szállított hőt a víz egy hőcserélőben leadja, majd a visszatérő vezetéken visszaérkező vizet a hőtermelő újra felfelemelegíti, majd újra a rendszerbe vezeti. A csöveket a hőveszteség minimálisra csökkentése miatt szigetelni kell. Manapság szinte már csak előreszigetelt csöveket alkalmaznak, vagyis a szigetelés még a gyárban megtörténik. Ezáltal a gyártási költségek olcsóbbá válnak, a hőszigetelés hatékonysága nő és a kivitelezés is gyorsul. A csőrendszer a haszoncső anyaga szerint lehet merev, illetve flexibilis.

A merev haszoncsövek készülhetnek polietilénből, polipropilénből, acélból, rozsdamentes acélból és rézből. Készülhetnek egy, illetve kétsöves rendszerben, ahol a szigetelésben két haszoncső is fut, így optimalizálva a szigetelés mértékét és a helyigény is csökken. A szigetelés Magyarországon az EN-253 szabvány szerinti poliuretán (PUR) hab, amelynek hővezetési tényezője 0,0225-0,0275 W/mK közötti. A hőveszteség így 1 °C fok alatt marad kilométerenként. A köpenycső általában ütés-, törés- és UV álló kemény polietilén PEHD (Polyethhylene High Density). A PUR hab és a köpenycső között egy fóliát helyeznek el, amely megakadályozza a diffúziós kapcsolatot, így a hőszigetelés nem öregszik el olyan gyorsan.

A flexibilis csőrendszereket kisebb átmérőknél és alacsonyabb üzemi hőmérsékletnél szokták használni. Nagy előnyük, hogy feltekerhetőek, így könnyebb a

szállításuk és a fektetésük. A haszoncső anyaga lehet térhálós polietilén (PEX), lágyacél vagy réz. A merev rendszerekkel megegyezően készülhet szimpla-, vagy duplacsöves megoldással. A szigetelés ugyancsak PUR hab, azonos hővezetési tényezőkkel. A köpenycsövet kis sűrűségű, UV álló polietilénből (PELD) gyártják, egyes esetekben bordázott kivitelben.

A kisebb szigetelési problémák, vagy a vezeték sérülésének gyors felismerésének és helyének megtalálásához a szigetelésbe szivárgásérzékelő és lokalizáló rendszert építenek. A rendszer két behabosított réz- vagy ellenálláshuzalból áll, illetve egy jelzőkészülékből. Amennyiben a PUR hab akár csekély mértékben is átnedvesedik, vagy a köpenycső sérül, a rendszer az ellenállás változásának észlelésével jelez.

4.3. Hőközpont

A hőközpontok kötik össze a távfűtést és az épületfűtést. Létezik tömbhőközpont, mely több épületet is kiszolgál, illetve általában az épület alatti hőközpont, amely egy épületet lát el. A hőközpontok általában két feladatot látnak el a felhasznált hőenergia mérése mellett. Elsőként a fogyasztói hőleadókban, radiátorokban biztosítják a meleg víz keringtetését, felfűtését és szabályozását. Ehhez különféle érzékelők, berendezések és szelepek vannak a rendszerbe építve. Méri a külső és a belső hőmérsékletet és ezek alapján állítják be a víz hőmérsékletét és keringtetését. Az egyéni fogyasztói igényeket a központi rendszer természetesen nem tudja kiszolgálni, ezt a lakásokhoz egyedileg kiépített termosztátokkal és radiátorszelepekkel lehet szabályozni.

A fűtés mellett a hőközpontok a használati melegvizet is elő tudják állítani. Ez elsősorban a fűtési melegvíz előállításához már felhasznált primer forróvíz további lehűtésévek történik. Egy jól működő automatizált hálózaton állandó, 40-45 °C fok hőmérsékletű melegvizet lehet fenntartani. A fogyasztás ingadozásának kiegyenlítéséért tároló tartályokat építenek a rendszerbe, mely a reggeli és az esti csúcsfogyasztásnál segít be. Hogy a melegvíz hőmérséklete ne csökkenjen le, a rendszerben folyamatos keringtetést szoktak alkalmazni, mely azt is megoldja, hogy a fogyasztónál azonnal melegvíz jöjjön, amikor kinyitja a csapot. Ez természetesen többletenergia befektetésével jár.

5. A solti beruházás ismertetése

Solt város önkormányzata 2014-ben a Környezet és Energia Operatív Program (KEOP) pályázatának segítségével biomassza fűtőművet építtetett a helyi általános iskola udvarában. A kivitelezés célja a távhőrendszerhez csatlakozó közintézmények korábbi fosszilis (földgáz) energiahordozóval kielégített hőigény lecserélése megújuló energiaforrásra, ezáltal a CO₂ és más károsanyag kibocsátásának, illetve a fosszilis energiahordozók árának növekvése miatti egyre nagyobb fűtési költségek csökkentése. A biomassza kazán építésével a költségek 45-50%-os, a károsanyag kibocsátásnak pedig 80-85%-os csökkenését várták.

Az újonnan kiépített közel 1 MW-os hőteljesítmény leadására képes fűtőmű az alábbi közintézményeket látja el:

- Vécsey Károly Általános Iskola Felső tagozata
- Vécsey Károly Általános Iskola Alsó tagozata
- Óvoda
- Kultúrház
- Okmányiroda
- Polgármesteri Hivatal
- Alapszolgáltatási Központ
- Orvosi rendelő
- Vécsey Károly Könyvtár

Az intézményekben meglévő gázüzemű kazánok párhuzamos kapcsolatban megmaradtak a kiépített rendszerrel. Ez amennyiben a távfűtési rendszerben hiba adódna, egyfajta biztonságot jelent.

Az intézményekhez alhőközpontokat építettek ki, melyek az épületek fűtési energiáját optimalizálják. A Vécsey Károly Általános Iskola Felső tagozatának hőközpontjában korszerű fűtési rendszer volt már, így ott csak a meglévő rendszerre való rákötés történt. A többi intézménynél önálló szabályzóköörök kerültek kiépítésre, melyeket a meglévő fűtési rendszerre kötöttek rá.

A biztonságos üzemelés növelése érdekében minden alhőközpontba hőcserélőt építettek be, mely a szekunder körben található fűtőtestek tömítettségi problémáitól mentesíti a primer kört. A kazánházhoz aprítéktárolót építettek, mely a kazán 3 napi szükséges tüzelőanyag mennyiségét tudja tárolni.

5.1. Biomassza kazán ismertetése

A beépített kazán egy Viessmann KÖB Pyrotec 950 típusú szilárd biomassza kazán, mely egy újonnan kiépített kazánházba került a Vécsey Károly Általános Iskola Felső tagozatának udvarán. A kazán elhelyezésének megválasztásakor figyeltek rá, hogy a nagy hőigényű intézményekhez közel kerüljön kiépítésre. Így kisebb villamos teljesítmény kell a fűtővíz szállításához, mert a nyomásveszteségek minimalizálódnak. Az előremenő és a visszatérő vezeték között 10 °C hőmérséklet különbséget állítottak be. A hőteljesítmény fenntartásához két db 10 m³-es energiatároló tartály (puffer) került beépítésre. A kazánból érkező energia legelőször ezekbe a tartályokba kerül, majd innen került a vezetékrendszerbe. Az elszámolás alapját a kiadott hőmennyiség mértéke adja. Ezt egy hitelesített mérővel mérik.

5.1.1. A kazán jellemzői:

- Névleges hőteljesítmény:	950 kW
- Vízhőminőség:	0,1 - 0,5 nk fok
- Maximum üzemi nyomás:	6 bar
- Hatásfok:	82 ± 5%
- Átlagos tüzelőanyag igény:	~ 300 kg/h
- Keletkező hamu tömege:	10-20 kg/h
- Kibocsátott füstgáz térfogatárama:	5 740 Nm ³ /h
- Égéslevegő térfogatárama:	3 040 Nm ³ /h
- Levegőigény:	5 000 Nm ³ /h
- Fűtővíz térfogatárama:	47,5 m ³ /h

5.1.2. A kazán fő részei:

- Tűztér ferde rostéllyal, primer levegőellátással
- Szekunder tűztér, másodlagos levegő betáplálással
- Hőhasznosító egység fűtővíz melegítéséhez
- Pernyeleválasztó rendszer
- Füstgáz rendszer kéménnyel
- Hamu kitáplálás rendszer
- Tüzelőanyag átmeneti tároló a szabályozott betáplálás rendszerrel
- Irányítástechnikai elemek
- Elektromos teljesítmény-átviteli rendszerek

A kazán alkalmas fűrészpor, faforgács, aprított hulladék faanyagok illetve fa- és bio-pellet automatikus elégetésére. Ezek mellett a korszerű vezérlés miatt alkalmas még lágyszárú energianövények elégetésére is. A biomassa ellátás az aprítéktárolónak köszönhetően 3 naponta történik, az iskolaidőn kívül, hajnalban. A rendszer innen automatikusan adagolja az alapanyagot. Nyáron a kazán nem működik, mivel használati melegvizet nem állít elő. A tüzelőanyag a környékbeli erdőgazdaságból származik, akivel az Önkormányzat szerződést kötött a kazán ellátása érdekében. A gazdaságból a 8 cm-nél kisebb, alapból felhasználásra nem kerülő, általában a fák koronájából származó aprítékot szállítják a kazánnak. Ezelőtt ezeket a hulladékokat máglyákon elégették.

5.1.3. A tüzelőanyag paraméterei:

Apríték:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| - Nettó nedvességtartalom: | max. 30 % |
| - Szemcsenagyság: | 10-50 mm |
| - Fajsúly: | 160-300 kg/m ³ |
| - Hamu tartalom: | 1-5 % |

Kéreg: (max. tf 30 %)

- Nettó nedvességtartalom:	max. 45 %
- Szemcsenagyság:	5 cm ² ,
- Keresztmetszet:	max. 20 cm
- Fajsúly:	160-320 kg/m ³
- Hamu tartalom:	1-10%

Fűrészpor, faforgács:

- nettó nedvességtartalom:	max. 30 %
- Szemcsenagyság:	1-10 mm
- Fajsúly:	160-400 kg/m ³
- Hamu tartalom:	1-5 %
- Fűtőérték:	12-15 MJ/kg

A tüzelőberendezés egy tűzálló falazattal ellátott speciálisan kialakított egység, mely kiváló tüzeléstechnikai paraméterekkel rendelkezik. Ez a többzónás égési levegő bevezetésnek és a levegő előmelegítő rendszerének köszönhető. Alacsony szinten lehet tartani az NO_x kibocsátást és az égéstéri csúcshőmérsékletet a részleges füstgát visszavezetéssel. A tüzelőanyag tökéletes kiégését egy, a tüzelőberendezésbe beépített mozgó rostélyszerkezet biztosítja.

A tüzelőanyag automatikus adagolása egy elektromos vezérlőszekrénybe épített PLC vezérlés felügyeletében történik. Üzemzavar esetén manuálisan is be lehet avatkozni, az égőtér elején elhelyezett tűztérajtó segítségével. A vezérlőszekrénybe épített PLC a teljes kazánházi technológia felügyeletét ellátja, a silótárolástól az égéstermék elvezetéséig. Az automata levegő lefűvósos csőtisztító rendszernek köszönhetően a tisztítási ciklus jelentősen megnőtt. A kazán elpiszkolódását a beépített automata jelzi a kezelőnek.

A kazán által kibocsátott károsanyagok mértékét a 23/2001 KÖM rendelet szabályozza, melynek a kazán teljes mértékben megfelel:

- NO _x =	650 mg / Nm ³
- CO =	250 mg / Nm ³
- Por =	150 mg / Nm ³
- O ₂ =	11 %
- CO ₂ =	10 V/V%

A solti Önkormányzat adatai alapján a kilenc intézmény éves szintű hőenergiával való ellátása 132 000 m³/év földgáznak felelt meg. 1 m³ földgáz CO₂ tartalma szobahőmérsékleten 1,775 kg. Évente tehát körülbelül 234 tonna CO₂ kibocsátás keletkezett.

Az új biomassza kazán éves szinten nagyjából 361 tonna biomassza tüzelőanyagot éget el. 10 tömegszázalékos CO₂ tartalommal számolva a kazán kibocsátása éves szinten 36,1 tonnára jön ki, vagyis az eredeti fosszilis energiahordozók kibocsátásának mértéke 15,4 %-ára csökkent.

5.2. A távfűtő vezetékhálózat ismertetése

A vezetékhálózat előreszigetelt ISOPLUS csövekből épül fel. A haszoncső P235GH minőségű acélból készült. A hőszigetelés PUR hab, mely tartósan 142 °C fokot illetve rövid ideig 150 °C fokot képes elviselni. A burkolat vagy spirálisan hajtogatott alumínium lemez cső (spiro-cső), mely a nap sugárzásánál kitett vagy belső szabad csővezetékknél épült, vagy nagy sűrűségű polietilén (HDPE), mely a közvetlenül földbe fektetett részeknél található. Az előreszigetelt elemek külső burkolatának összeerősítésénél zsugorkarmantyúkat és tömítő szalagokat használtak, így egy homogén, vízzáró rendszert tudtak kialakítani. A gyártás során beépített jelzőrendszer elemeiből a helyszíni szigetelés során került kialakításra a jelzőrendszer egésze.

A távfűtő hálózat a hozzá kapcsolt puffer tartályokkal együtt összesen 33 m³ térfogattal rendelkezik. A nyomvonalvezetésből adódóan az építés során 3 helyen történt út alatti csősajtolás, illetve 2 csőhíd került kiépítésre.

6. Nógrádsáp közintézményeinek távfűtés ellátásának tanulmányterve

Nógrádsáp község Nógrád megye délnyugati szegletében, a Cserhát és a Gödöllői dombság találkozásánál, a Sági-patak völgyében elhelyezkedő, jelenleg körülbelül 800 főt számláló település. A község két falu összeolvadásából jött létre, Felső- és Alsósápból. A legközelebbi jelentősebb település a 22 km-re található Rétság.

A tanulmányterv a falu Napközi Otthonának, a Polgármesteri Hivatalnak, a Hétszínvirág Óvodának és Bölcsődének, a Fekete István Általános Iskolájának és Szakiskolának, illetve a tornatermének és még a további hozzá tartozó épületek biomassza kazánnal való távfűtésének ellátására fog egy lehetőséget felvázolni. A számítások becsléseken alapulnak. A négy intézmény azért került kiválasztásra, mert közel, 100 méteren belül helyezkednek el egymáshoz képest, és az Óvodának és az Általános Iskolának van a legnagyobb fűtési igénye, melyeket egy biomassza kazán gazdaságosabban és környezetkímélőbben tud ellátni, mint a jelenlegi fűtési rendszerük.

Az épületek a község északi felében találhatóak – Felsősápon a régi elnevezés szerint – a Hunyadi úton. A Napközi Otthon és a Polgármesteri Hivatal épületei közvetlenül egymás mellett vannak, a Hunyadi út 7/2 és 7/3 szám alatt. Az Óvoda hozzájuk képest az út másik oldalán található, ugyancsak a Hunyadi úton, a 18-as szám alatt. Egyedül az Iskola helyezkedik el délebbre, a Hunyadi út 2 szám alatt.

A Napközi Otthon, a Polgármesteri Hivatal és az Óvoda az Önkormányzat fenntartása alatt áll. Az Általános Iskola és Szakiskola a Klebelsberg Intézményfenntartó Központ (KLIK) hatáskörébe tartozik.

A község az utóbbi években több környezettudatos fejlesztést is végrehajtott, melyek által az épületekre napelemek kerültek elhelyezésre. A Polgármesteri Hivatalra és Napközi Otthonra 6,8 kW, az Óvoda épületére 9,8 kW, az Iskolára pedig 12 kW teljesítményben. Ezek összesen annyi energiát termelnek, hogy a hálózatba sokszor visszatáplálás történik. A jelenlegi fosszilis alapú fűtés lecserélése egy biomasszán alapulóra megfelelne a fenntartható fejlődés nézetnek, illetve az intézmények kiadásai is tovább csökkenhetnének.

Az épületek fűtési igényét jelenleg fosszilis energiahordozókkal (földgáz) elégítik ki. Az Általános Iskolának a nemrég történt bővítésének és felújításának köszönhetően egy modernebb, kondenzációs gázkazán áll rendelkezésére. Ez a tornateremhez kapcsolódó épületek közül a legszélsőbben található. A Polgármesteri Hivatalt és Napközi Otthont egy közös cirkó kazán fűti, mely a Napközi Otthon épületében van elhelyezve. Az Óvodában 2 darab gáz-, illetve 2 darab hagyományos, fatüzelésű kazán található, melyek az Óvoda alsó szintjén vannak. A fatüzelésűeket nem használják, csak ha a gázszolgáltatásban kimaradás van.

6.1. Hőigények számítása, kazán kiválasztása

A hőigények számítása által meg lehet határozni a kazán teljesítményét, illetve az épületekhez szükséges távfűtő vezetékek dimenzióját. Először az épületek fűtendő részeinek méretét, vagyis az épületek légköbméterét kell meghatározni. Sajnos a községet évtizedek óta nem mérték fel, így a rendelkezésemre bocsájtott papír alapú helyszínrajzon az Iskola bővítései és a tornaterme se voltak megtalálhatóak. Ugyancsak a Polgármesteri Hivatalnak fel van tüntetve egy már lebontott épületszárnya. A helyszínrajz elkészülte óta bekövetkező változásokat helyszíni felmérésekkel pontosítottam, majd a kapott eredmények alapján új helyszínrajzot készítettem. Az Óvoda épületének eredeti terveit át lehetett venni, mivel a kastély épületen nem történt átalakítás.

Az újonnan készített helyszínrajzról meg lehet határozni az épületek alapterületét. A számítás alapját képező légköbméter az alapterület és a belmagasság szorzatából határozható meg. Ehhez egységesen 3,5 méteres, illetve a tornateremhez 7,0 méteres belmagassággal számoltam. A belmagasságok a helyszíni felmérés során kerültek lemérésre. A számításnál a jobb átláthatóság és a későbbi számítások miatt az Iskolának külön vettem a földszintjét, illetve a tetőtéri beépítését, és az iskolához és tornateremhez tartozó melléképületeket. Ezek a melléképületek a tornaterem öltözőjét, illetve a kazánházat jelentik.

Ezek alapján:

2. táblázat: Fűtött térfogatok meghatározása

Épüle cso port megnevezése	Épület alapterület [m ²]	Belmagasság [m]	Fűtött térfogat [lm ³]
Napközi otthon	210	3,5	735,0
Polgármesteri Hivatal	195	3,5	682,5
Óvoda	474	3,5	1659,0
Általános Iskola földszint	721	3,5	2523,5
Általános Iskola tetőtér	205	3,5	717,5
Tornaterem	340	7,0	2380,0
Melléképületek	200	3,5	700,0
Összesen:	2345 m²		9397,5 lm³

Az épületek hőigényeinek kW-ban meghatározott értékét egy egyszerű ökölszabállyal meg lehet határozni, miszerint minden m³-re 35-50 W-nyi energia kell. A számításnál 35 W/m³-t használtam:

$$Q [W] = V \times 35$$

ahol:

Q – becsült hőteljesítmény [W]

V – fűtött térfogat [m³]

3. táblázat: Épületek energiaigénye

Épüle cso port megnevezése	Q [W]	Q [kW]
Napközi otthon	25725	25,7
Polgármesteri iroda	23887,5	23,9
Óvoda	58065	58,1
Általános Iskola földszint	88322,5	88,3
Általános Iskola tetőtér	25112,5	25,1
Tornaterem	83300	83,3
Melléképületek	24500	24,5
Összesen:	328912,5	328,9

A kapott adatok alapján az épületek együttes átlagos fűtési igénye 328,9 kWh. Egy fűtési szezon (6 hónap = 4320 óra) alatt tehát az összes átlagos fűtési igény:

$$\text{Évi átlagos fűtési igény} = 328,9 \text{ kW} \times 4320 = 1\,420\,848 \text{ kW} \approx 1\,421 \text{ MW}$$

Mivel ez egy átlagos érték, ezért ennél alapból egy nagyobb teljesítményű kazán beépítése szükséges. Amennyiben a jövőbeli bővíthetőséget illetve lehetséges fűtési igény növekedését is beszámítjuk, akkor a kazán névleges hőteljesítményét még

nagyobb értékűre lehet venni. Az általam javasolt kazán a Viessmann által gyártott Vitoflex 300-UF 530 típusú automatikus kazán.

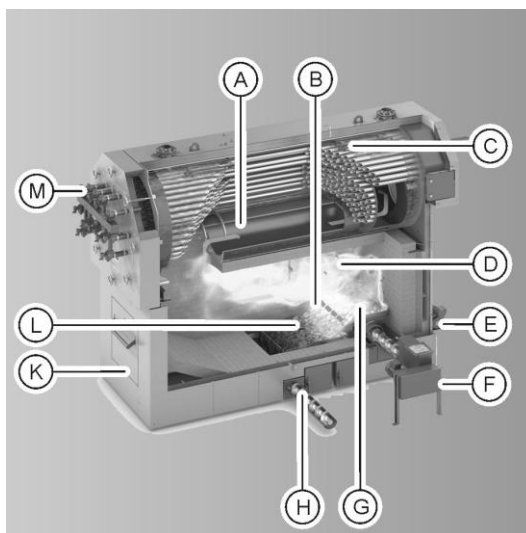
6.1.1. A kazán jellemzői:

- Névleges hőteljesítmény:	530 kW
- Tartós hőteljesítmény:	503 kW
- Minimális hőteljesítmény:	159 kW
- Maximális üzemi nyomás:	6 bar
- Hatásfok:	90 %
- Megengedett előremenő hőmérséklet:	95 °C
- Minimális visszatérő hőmérséklet:	65 °C
- Égéstermék CO ₂ tartalma:	10,0 V/V%

6.1.2. A kazán fő részei (11. ábra):

- A) háromhuzamú kazán (6,0 bar/0,6 MPa)
- B) külső rostély 2. primer levegővel
- C) biztonsági hőcserélő
- D) szekunder levegő bevezetése
- E) gyújtóventillátor
- F) betöltőcsiga zárórétanggal
- G) tüzelővályú belső rostéllyal és 1. primer levegővel
- H) hamukihordás
- K) a tüztér ajtaja
- L) mozgó előtoló rostély
- M) pneumatikus tisztítás

12. ábra: Kazán fő részei



Forrás: Viessmann Vitoflex 300-UF Tervezési segédlet

A kazánt a tornateremmel egybeépített melléképületek közül a legszélsőbe terveztem, ahol a jelenlegi kazán is található. Ehhez ezt az épületet valamennyire át kell alakítani, ugyanis a biomassza kazánnak nagyobb helyigénye van, mint a jelenleginek és a fűtőanyag tárolásáról és a behordásáról is gondoskodni kell.

6.2. Távhővezeték tervezése

A nyomvonalat a területi adottságoknak megfelelően vettem fel.

A gerincvezeték a kazánház keleti oldalából indul (CS-1), majd egy 90 fokos iránytörést követően az iskola telekhatárának szélén halad a Hunyadi útig. Az iskolához tartozó bekötővezeték még az udvaron belül egy P-idom segítségével kiválik a gerincvezetékből (CS-2). Ezen a szakaszon a tervezett távhő vezeték zöld területen halad keresztül.

Ezt követően a tervezett vezetékpár két darab 90 fokos iránytöréssel megy tovább a Polgármesteri Hivatal mellett a Napközi Otthon és az Óvoda irányába. Innentől kezdve a nyomvonal aszfalt burkolatú közlekedési úton halad. A tervezett vezetékpár kiépítésénél a munkagödör szélességével megegyező mértékben a meglévő pályaszerkezetet ágyazati réteggel együtt el kell bontani. A helyreállításnál az aszfalt kopóréteget a hossz-irányú munkaárok szélétől 0,50 – 0,50 m távolságban, hézagvágás mentén, 5 cm vastagságban kell megépíteni. Keresztirányú út felbontás esetén (líránál) a kopóréteg helyreállítása a munkaárok tengelyétől 2,0 – 2,0 m távolságban, és az út teljes szélességében, hézagvágás mentén és 5 cm vastagságban kell megépíteni.

A második iránytörés után a nyomvonal észak-északnyugat felé egyenes nyomvonalon halad. A szakasz elején egy rácsos folyókát keresztez, melyet az érintett szakaszon le kell bontani, majd eredeti állapotában helyre kell állítani. A folyókát elhagyva a szakasz hossza miatt egy U kompenzátort (lírát) kell beépíteni, a hőtágulás felvétele érdekében.

Az Óvodába a jelenlegi kazánhelyiség helyén köt be a vezeték. Ehhez a Polgármesteri Hivatal előtt egy felső P idom segítségével kiválik a gerincvezetékből (CS-3), majd az Óvodát dél felől megkerülve jut el oda. A csomópontot követően egy szűkítő beépítése szükséges. Az Óvodára a vezetékpár egy 81°-os iránytöréssel fordul rá. A Polgármester Úr szerint valamikor régebben már volt róla szó, hogy az Óvoda, a

Polgármesteri Hivatal és a Napközi Otthon fűtését együttesen oldják meg, ehhez a földbe fektettek már egy védőcsatornát az Óvoda mellett. Ennek a pontos helye nem ismert. A kivitelezés során elbontásra kerülne, felhasználni ugyanis nem lehet, mert a vezetéket le kell terhelni a hőtágulásból eredő mozgások minimalizálása érdekében.

A 3-as csomópontból a másik vezeték a Polgármesteri Hivatal és Napközi Otthon jelenlegi kazánhelyiségébe megy tovább. Ezen szakaszra ugyancsak egy szűkítő beépítése szükséges.

A nyomvonal mentén elektromos kábelek, gázvezetékek, ivóvíz vezetékek és szennyvízcsatorna keresztezése áll fent. Ezek pontos helye nem ismert. A pontos nyomvonaluk megtalálása kutatóárok segítségével lehetséges. Az elektromos kábelek keresztezésénél védőcső beépítése szükséges. A többi közmű keresztezésénél a megfelelő védőtávolságok betartása kell.

A gerinc- és bekötővezetékek átmérőjét az épületek hőigényéből számítom ki. Ehhez a

$$Q = c \times Q_m \times \Delta t$$

ahol:

Q – hőigény [KJ/s]

c – víz fajhője [kJ/kg*°C]

Q_m – tömegáram [kg/s]

Δt – hőmérsékletkülönbség [°C]

képletet használok, melyet Q_m -re, vagyis tömegáramra rendezek:

$$Q_m \left[\frac{kg}{s} \right] = \frac{Q}{c \times \Delta t}$$

1 kWh teljesítmény eléréséhez 1 kJ energiát kell termelni másodpercenként, s, úgyhogy az előzőekben számolt hőigényeket közvetlen fel lehet használni, nem kell átszámolni.

A hőlépcsőt 85/65-re terveztem, vagyis az előremenő vezetékbe 85 °C hőmérsékletű vizet tervezek, a visszatérőbe pedig 65 °C-osat. A hőmérséklet különbség tehát 20 °C. Ezek alapján a víz fajhője az előremenőben 4,198 kJ/kg*°C, a visszatérőben 4,184 kJ/kg*°C.

Ahhoz, hogy megkapjam a tömegáramból a térfogatáramot, a tömegáramot el kell osztanom a víz sűrűségével. A víz sűrűsége 85 °C fokon 968,7 kg/m³, 65 °C-on pedig 980,6 kg/m³.

$$Q_v \left[\frac{l}{s} \right] = \frac{Q_m \times 10^3}{\rho}$$

ahol:

Q_v – térfogatáram [l/s]

ρ – víz sűrűsége [kg/m³]

A gerincvezetékbe 2 m/s-os áramlási sebességgel, a bekötő vezetékben pedig 1 m/s sebességgel számolok.

A vezeték átmérőjének meghatározásához először a térfogatáramot el kell osztani az áramlási sebességgel. Ekkor megkapjuk a cső keresztmetszetének méretét. Ebből már könnyen meghatározható az átmérő.

$$A [dm^2] = \frac{Q_v}{v \times 10}$$

ahol:

A – átmérő [dm²]

v – áramlási sebesség [m/s]

Átmérő:

$$D [mm] = \sqrt{\frac{4 \times A [dm^2]}{\pi}} \times 10^2$$

ahol:

D – átmérő [mm]

6.2.1. Kiindulási adatok:

$$t_{\text{(előremenő)}} = 85\text{ °C}$$

$$t_{\text{(visszatérő)}} = 65\text{ °C}$$

$$\Delta t = 20\text{ °C}$$

$$c_{\text{(előremenő)}} = 4,198\text{ kJ/kg}^{\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{(visszatérő)}} = 4,184\text{ kJ/kg}^{\circ\text{C}}$$

$$\rho_{\text{(előremenő)}} = 968,7\text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{(visszatérő)}} = 980,6\text{ kg/m}^3$$

4. táblázat: *Bekötővezetékek dimenziójának meghatározása*

Bekötővezeték	Q [kW]	Qm [kg/s]	Qv [l/s]	A [dm ²]	D [mm]
Tornaterem + Melléképületek	107,8	1,28	1,33	0,13	41
Általános Iskola	113,4	1,35	1,39	0,14	42
Óvoda	58,1	0,69	0,71	0,07	30
Polgármesteri Hivatal + Napközi Otthon	49,6	0,59	0,61	0,06	28

A tornaterem és a hozzá csatlakozó épületek a kazánházzal egységet alkotnak, ezért a gerinc számításához ezek fűtési igényét nem kell beszámítani.

5. táblázat: *Gerincvezeték dimenziójának meghatározása*

Gerincvezeték	Q [kW]	Qm [kg/s]	Qv [l/s]	A [dm ²]	D [mm]
CS-1 – CS-2	221,1	2,63	2,72	0,14	42
CS-2 – CS-3	107,7	1,28	1,32	0,07	29

Mivel ezeket az értékeket is az átlag hőigényből számoltam ki és a jövőbeli fejlesztések sincsenek beleszámolva, ezért a számítottnál nagyobb átmérőket tervezek a rendszerbe:

6. táblázat: *Bekötővezetékek tervezett dimenziói*

Bekötővezeték	Névleges átmérő DN [mm]	Falvastagság [mm]	Belső átmérő [mm]	Köpenycső külső átmérője [mm]
Általános Iskola	50	3,2	53,9	125
Óvoda	40	3,2	41,9	110
Polgármesteri Hivatal + Napközi Otthon	40	3,2	41,9	110

7. táblázat: Gerincvezeték tervezett dimenziói

Gerincvezeték	Névleges átmérő DN [mm]	Falvastagság [mm]	Belső átmérő [mm]	Köpenycső külső átmérője [mm]
CS-1 – CS-2	50	3,2	53,9	125
CS-2 – CS-3	40	3,2	41,9	110

A szigetelés vastagságát standard méretűnek tervezem. Ezt a rendszer viszonylag kis mérete miatt, illetve az árak csökkentése érdekében lehet megtenni. A tervezett távhővezetékek tehát ISOPLUS DN 40/110 és DN 50/125 méretű, standard szigetelési osztályú.

6.2.2. DN 40/110 jellemzői:

Haszoncső:	P235GH minőségű acélcső
Köpenycső:	kemény polietilén (PEHD)
Szigetelés: (PUR)	előhabosított poliuretán
Szigetelés vastagsága:	standard

6.2.3. DN 50/125 jellemzői:

Haszoncső:	P235GH minőségű acélcső
Köpenycső:	kemény polietilén (PEHD)
Szigetelés: (PUR)	előhabosított poliuretán
Szigetelés vastagsága:	standard

6.2.4. Hővesztesség számítása a rendszeren

A biomassza kazán a gyári adatok alapján 92%-os hatásfokon is tud működni, azonban ezt az értéket a rendszeren keletkező hővesztességek csökkentik. Emiatt figyelembe kell venni a csővezeték, a hőcserélők és a puffertartályok hővesztességét is, hogy megkapjuk a rendszer valós hatásfokát. Ezt a fajlagos veszteség értékekkel lehet meghatározni.

8. táblázat: *Hővesztések a rendszeren*

Vezetékek mérete	Vezetékek hossza [m]	Fajlagos hővesztés [W/m]	Összes hővesztés [W]
DN50	127	13	1651
DN40	85	15	1275
Összesen:			2926

A vezetéken összesen tehát 2,9 kW hővesztéssel lehet számolni, ami az egész rendszerre nézve körülbelül 0,6%-os hatásfok csökkenés.

6.3. A közintézmények jelenlegi kiadásai

Az intézmények fűtését jelenleg földgázüzemű kazánok látják el. A közintézmények éves gázfogyasztását és a földgáz költségeit a kapott számlák alapján határoztam meg (9. táblázat). A Napközi Otthon és a Polgármesteri Hivatal fogyasztási adatait a 2013-as év 2 havi számlája alapján becsültem meg. Az Óvodának megkaptam a 2013-as év összes számláját. Az Általános Iskolának csak a 2015 júliusi számláját kaptam meg, de mivel általányt fizetnek, ezért abból számíthattam éves fogyasztást.

9. táblázat: *Az intézmények éves kiadásai*

Intézmény	Földgáz fogyasztás [m ³ /év]	Földgáz fűtőértéke [MJ/m ³]	Hőmennyiség [MJ/év]	Fizetendő összeg [Ft]
Általános Iskola	7 044	34,1	240 201	1 163 628
Óvoda	8 505	34,1	290 020	1 367 607
Polgármesteri Hivatal + Napközi Otthon	978	34,1	33 350	133 320
Összesen:	16 527		563 571	2 664 555

Az árak bruttó értékűek, az ÁFÁ-t már tartalmazzák. Tartalmazzák az energiadíjat, az alapidíjat és az összes adót is.

Látható, hogy az Általános Iskola kondenzációs kazánja az Iskolát kevesebb földgáz mennyiséggel, ezáltal olcsóbban fűti, mint az Óvodát.

6.4. A földgáz felhasználásából származó CO₂ kibocsátások mértéke

A biomassza kazánnal való távfűtés egyik fontos előnye az olcsóbb fűtés mellett a CO₂ kibocsátás csökkenése. Ehhez meg kell határozni a közintézmények jelenlegi fűtéséből adódó kibocsátás mértékét. Alapadatul a következő szempontokat vettem:

- Közintézmények éves gázfogyasztása: 16 527 m³
- 1 m³ földgáz elégetésével 1 m³ CO₂ keletkezik
- 1 m³ CO₂ tömege szobahőmérsékleten: 1,775 kg

Ezekből az adatokból kiindulva a közintézmények éves CO₂ kibocsátása megközelítően:

$$16\,527\,m^3 \times 1,775 \frac{kg}{m^3} = 29\,335 \frac{kg}{év}$$

Mivel a biomassza CO₂ semlegesnek mondható, ezért éves szinten 29,3 tonna CO₂ kibocsátás csökkenéssel lehet számolni.

6.5. Biomassza kazán tüzelőanyag mennyiségének meghatározása

A tüzelőanyag mennyiségének meghatározásához először a közintézmények fűtési energiaigényét kell a kazán hatásfokával egyeztetni, vagyis a valós energiaigényt meghatározni. Az energiaigényeket a számlák alapján veszem, ugyanis így lesz a legrealisabb az eredmény. Ezek alapján:

- Közintézmények fűtési energiaigénye: Q = 563 571 MJ/év
- Jelenlegi gázkazánok becsült hatásfoka: 80%
- Biomassza kazán hatásfoka: 90 %
- Biomassza fűtőértéke: F = 15,5 MJ/kg

$$\text{Valós energiaigény} = \frac{\text{Fűtési energiaigény} \times \text{Gázkazán hatásfoka}}{\text{Biomassza kazán hatásfoka}}$$

$$\text{Valós energiaigény} = \frac{563\,571 \frac{MJ}{év} \times 80\%}{90\%} = 500\,952 \frac{MJ}{év}$$

Az éves tüzelőanyag mennyiséget a valós energiaigényből és a biomassa fűtőértékéből lehet meghatározni:

$$\frac{Q}{F} = \frac{563\,571 \frac{MJ}{\acute{e}v}}{15,5 \frac{MJ}{kg}} = 36\,359\,kg \approx 36,4\,tonna$$

tehát körülbelül 36,4 tonna biomassa szükséges évente.

A faapríték ára eléggé széleskörű, melyet egy hosszú távú szerződéssel csökkenteni is lehet. Így a tüzelőanyag költségeinek meghatározásához 14 000 Ft + ÁFA/t áron fogok számolni.

$$36,4\,tonna \times 14\,000\,Ft + \acute{A}FA \frac{Ft}{t} = \text{bruttó } 647\,192\,Ft$$

Egy év alatt tehát körülbelül 650 000 Ft tüzelőanyag árra lehet számítani. A kazán villamosenergia igényével nem foglalkozom, mert az körülbelül annyit fogyaszt, mint a jelenlegi kazánok együtt. A település éves szinten tehát majdnem 2 millió forintot tudna megtakarítani a biomassa kazán használatával.

6.6. A távhőrendszer kiépítésének költségei

A kazán építésének költségeit a KönyvCalc Professional költségvetési programmal határoztam meg. A program a beírt tételeket a TERC Kft. által fejlesztett ÖN adattár által árazza be. Amennyiben nem találtam egy tételt az adattárban, akkor azt egy „K-tétel” segítségével írtam be. A tételhez adott árakat így manuálisan írtam be, tapasztalatok alapján. A rezsiórabért a programban egységesen 3500 Ft/h áron adtam meg.

A biomassa kazán árát több árajánlat alapján választottam ki, melyek közül a leginkább versenyképes ajánlatot írtam be. A kazánház átalakításának árait tapasztalatok alapján vettem fel.

Ezek alapján a biomassza kazán kiépítésének költségei összesen körülbelül nettó 76,4 millió forint környékén lennének, ÁFÁ-val együtt 97 millió forint. Ebből csak a biomassza kazán nettó 57,5 millió forintba kerül.

A kiépítés költségeinek megtérüléséhez évente 2 millió forint megtakarítással számolva körülbelül 48,5 év kellene. Amennyiben ebbe az értékbe bele vesszük a CO₂ kibocsátás jelentős csökkenését, akkor kevesebbnek is vehetjük.

7. Összefoglalás, javaslatok

Szakdolgozatomban a biomasszát, mint megújuló energiaforrást taglaltam. Betekintést nyújtottam a globális éghajlatváltozás és a különböző energiahordozók összefüggéseire. Arra jutottam, hogy a fosszilis energiahordozók termelése és felhasználása a készletek fogyása ellenére egyre nagyobb ütemben történik. Ezzel együtt a légkör üvegház hatású gázainak (főleg a CO₂-nak) koncentrációja is rohamos tempóban nő, ezáltal a globális átlaghőmérséklet is.

Átnéztem a globális felmelegedés ellen tett legnagyobb lépéseket. Mivel egészen a 2015 decemberi párizsi klímacsúcsig a legnagyobb fosszilis energia felhasználók, illetve károsanyag kibocsátók nem vettek részt, ezért ezek a megmozdulások szinte hatástalanok lettek.

Megvizsgáltam a megújuló energiaforrásokban rejtőző lehetőségeket és a világszintű felhasználásuk mértékét. Ugyan még nem elég nagy ezeknek az aránya, hogy megfelelő mértékű változás állhasson be a globális klímaváltozásban, de a kormányok együttes segítségével ez a jövőben változhat.

A fosszilis energiahordozók alternatívájaként bemutattam a biomasszát, és a felhasználásának lehetőségeit. Emellett bemutattam a távfűtést, ami a jelenleg legnagyobb mértékben elterjedt helyi fűtőegységeknél egy sokkal hatékonyabb és kevesebb károsanyag kibocsátással járó technológia.

Átfogó képet készítettem a Solt városában épített biomassza tüzelőanyaggal üzemelő kazánról és távfűtő vezetékhálózatról.

A solti beruházás alapján tanulmánytervet készítettem Nógrádsáp község Napközi Otthonának, a Polgármesteri Hivatalnak, a Hétszínvirág Óvodának és Bölcsődének, a Fekete István Általános Iskolájának és Szakiskolának, illetve a tornatermének és melléképületeinek biomassza kazánnal való távfűtésének lehetőségére. Megbecsültem a közintézmények fűtési energiaigényét és a kapott eredmények alapján kiválasztottam egy biomassza kazánt, illetve kiszámoltam a távfűtő vezeték dimenzióit.

Meghatároztam a közintézmények jelenlegi éves fűtési kiadásait, és a CO₂ kibocsátások mértékét. A kiadásokat összehasonlítottam a lehetséges biomassza kazán tüzelőanyag éves szintű költségeivel.

A község a kapott adatok alapján körülbelül 2 millió forintot tudna megtakarítani a biomassza kazán segítségével. Sajnos azonban a beruházás olyan nagymértékű lenne, hogy egy ilyen kis településnél, mint Nógrádsáp ez túl hosszú időtartam alatt térülne meg. Támogatás nélkül egy biomassza kazán kiépítése jelenleg így nem lehetséges.

Irodalomjegyzék

- [1] 2005. évi XVIII. törvény a távhőszolgáltatásról
- [2] *Barótfi István*: A biomassza, mint alternatív energiaforrás
- [3] *Bulla Miklós, Nagy Géza, Tóth Péter*: Energetika, 2011
- [4] *Gács Iván*: Klíma és energia: Tények, mítoszok, kételyek és kilátások, 2013
- [5] *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*: Fifth Assessment Report, 2013-2014
- [6] *International Energy Agency (IEA)*: World Energy Outlook 2015, 2015
- [7] *John Twidell, Tony Weir*: Renewable Energy Resources Second Edition, 2006
- [8] *Környezetvédelmi- és Vízügyi Minisztérium*: A biomassza energetikai alkalmazásának jövője, aktuális problémái, 2007
- [9] *Központi Statisztikai Hivatal*: Statisztikai tükör III. évfolyam 107. szám, Fosszilis és nem fosszilis energiaforrások, 2009
- [10] *Láng István, Csete László, Jolánkai Márton*: A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok - A VAHAVA jelentés, Szaktudás Kiadó Ház, 2007
- [11] *Láng István*: Környezetvédelmi Lexikon I-II, Akadémiai kiadó, 2007
- [12] *Mika János, Kertész Ádám*: Hagyományos és megújuló energiaforrások: kihívások és tendenciák, 2014
- [13] *Monoki Ákos*: Biomassza Energia
- [14] *Nemzeti Fejlesztési Minisztérium*: Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve 2020-ig, 2015
- [15] *Nemzeti Fejlesztési Minisztérium*: Nemzeti Energiastratégia 2030, 2012
- [16] *Pappné Vancsó Judit*: A biomassza, mint energiaforrás hasznosítási lehetőségei különös tekintettel Magyarországra
- [17] Viessmann Vitoflex 300-UF Fatüzelésű Kazán Tervezési Segédlet
- [18] <http://alternativenergia.hu>
- [19] <http://bruxinfo.hu/cikk/20081215-hogyan-mukodik-az-emisszio-kereskedelmi-rendszer.html>
- [20] <http://cdiac.ornl.gov/>
- [21] <http://cop21.gouv.fr/en/>
- [22] <http://data.giss.nasa.gov/modelforce/ghgases/Fig1A.ext.txt>
- [23] <http://databank.worldbank.org/data/>
- [24] http://ec.europa.eu/index_en.htm

- [25] <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts1990-2014&sort=des9>
- [26] <http://eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>
- [27] http://espan.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=192:szivattyus-energiatarozo-szett-a-leginkabb-hatekony-es-gazdasagos&catid=32&Itemid=198
- [28] <http://eutamogatas.org.hu/soltibiomasszakozmu>
- [29] <http://fotav.hu>
- [30] <http://isoplus.de/hu>
- [31] <http://met.hu/eghajlat/>
- [32] <http://nogradsap.hu>
- [33] <http://origo.hu/tudomany/nagyhasab/20140324-infografika-aram-ar-paksi-atomeromu-gaz-szen-megujulo-lcoe-amiben-jo-az-atomeromu-es-amiben-nem.html>
- [34] <http://petav.hu>
- [35] <http://purecon.hu>
- [36] <http://solt.hu/pages/02.html>
- [37] <http://távfűtés.hu>
- [38] <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/foldrajz/meteorologia/az-ozonproblema-nemzetkozi-osszefogas-az-ozonpajzs-vedelmeert/nemzetkozi-osszefogas-az-ozonpajzs-vedelmeert>
- [39] <http://unep.org>
- [40] <http://worldometers.info/>
- [41] https://ksh.hu/thm/3/indi3_1_2.html

Ábrák, táblázatok és mellékletek jegyzéke

Ábrák:

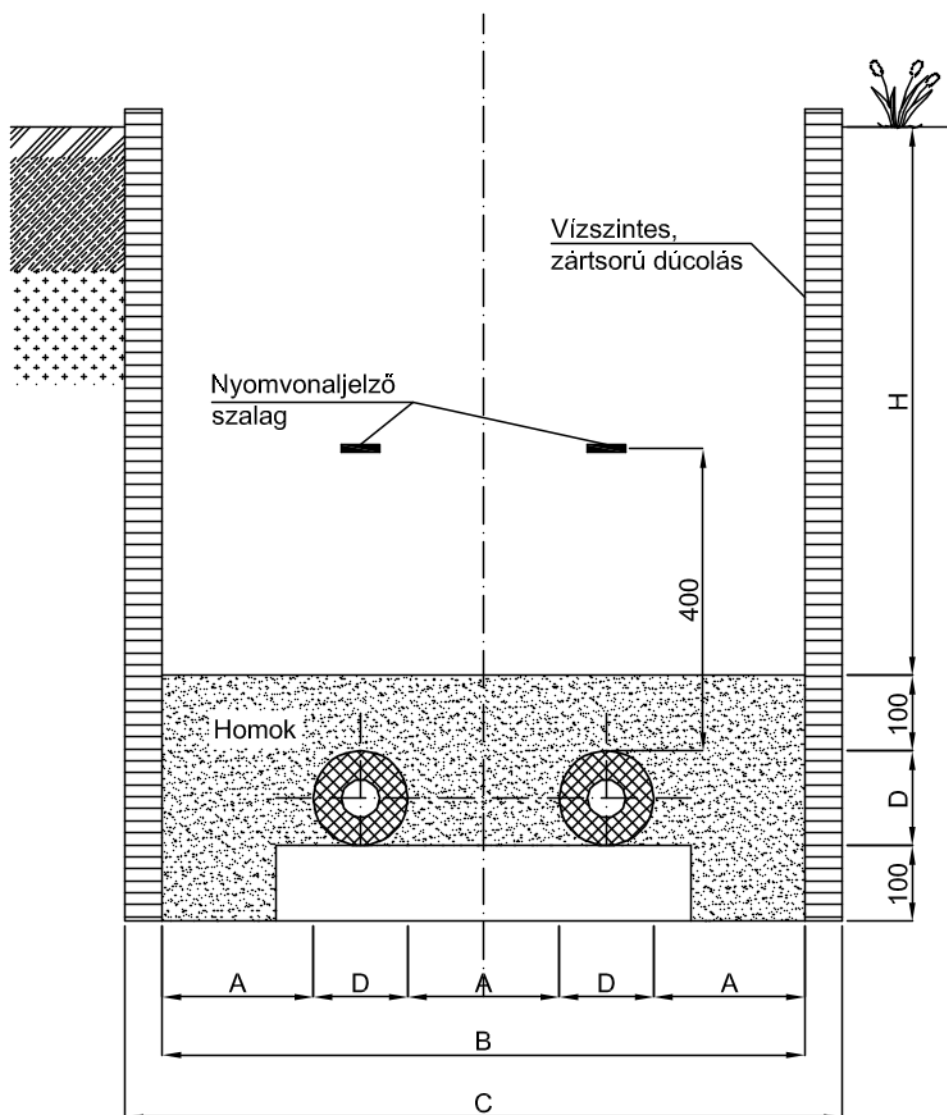
[1]	Átnézeti helyszínrajz	4. oldal
[2]	A világ primerenergia fogyasztása 1990 óta	6. oldal
[3]	Legnagyobb primerenergia fogyasztók 2012-ben	7. oldal
[4]	A világ primerenergia fogyasztása energiahordozók szerint	8. oldal
[5]	A légkör CO ₂ koncentrációja	9. oldal
[6]	Magyarország primerenergia fogyasztása 1990 óta	10. oldal
[7]	Magyarország primer energiafelhasználása forrás szerinte	12. oldal
[8]	EU 2050 stratégiája	15. oldal
[9]	Megújuló energiaforrások megoszlása 2012-ben	17. oldal
[10]	1 ha alapanyagból nyert üzemanyagokkal megtehető km-ek száma	24. oldal
[11]	Hagyományos és kogenerációs erőművek környezetterhelése	26. oldal
[12]	Kazán fő részei	37. oldal

Táblázatok:

[1]	Egyes biomasszák energetikai hatékonysága	22. oldal
[2]	Fűtött térfogatok meghatározása	35. oldal
[3]	Épületek energiaigénye	36. oldal
[4]	Bekötővezetékek dimenziójának meghatározása	41. oldal
[5]	Gerincvezeték dimenziójának meghatározása	41. oldal
[6]	Bekötővezetékek tervezett dimenziói	41. oldal
[7]	Gerincvezeték tervezett dimenziói	41. oldal
[8]	Hővesztések a rendszeren	42. oldal
[9]	Az intézmények éves kiadásai	43. oldal

Mellékletek:

[1]	Nyomvonalrajz	M = 1:500
[2]	Mintakeresztjelvény	M = 1:100
[3]	Előzetes költségbecslés	



	A [mm]	A _{min} [mm]	D [mm]	B [mm]	B _{min} [mm]	C [mm]	C _{min} [mm]
II. DN40/110	200	120	110	820	800	920	800*
I. DN50/125	200	120	125	850	800	950	800

MEGJEGYZÉSEK

1. "H" értéke a hossz-szelvény alapján határozható meg
2. *munkavédelmi okokból a dűcolt munkaárok szélessége 800 mm-nél kisebb nem lehet!

Biomassza energetikai hasznosításának lehetőségei
Nógrádsáp településen - Tanulmány

Mintakeresztmetszelvény

Papp Miklós Levente

2016. május 27.

1. ksz

M=1:100

Papp Miklós Levente
Neptun kód: EWBMB3

Cím:

Biomassza energetikai hasznosítása Nógrádsáp településen

Megnevezés	Költségvetés főösszesítő Anyagköltség	Díjköltség	Gépköltség
Építmények közvetlen költségei:			
1- Alépítményi munkák	1 194 151 Ft	1 118 950 Ft	883 146 Ft
2-Távhővezeték építés	4 993 329 Ft	2 132 655 Ft	20 338 Ft
3-Biomassza kazán kiépítése	47 885 040 Ft	9 590 000 Ft	0 Ft
Kazánház kialakítása	8 625 000 Ft	0 Ft	0 Ft
ÁFA vetítési alap	62 697 520 Ft	12 841 605 Ft	903 484 Ft
Mindösszesen:			76 442 609 Ft
Áfa	27,00 %		20 639 504 Ft
A munka ára:			97 082 113 Ft
Kilencvenhétmilliónyolcvankettőezeregyszáztizenhárom			

1 ./ K-tétel	Aszfalt burkolat vágása			
	238,00 fm	A:	1 050,00 Ft	249 900 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
2 ./ 61-001-1.2	Aszfalt burkolat bontása, géppel, hidraulikus bontófejjel			
	5,00 m3	A:	0,00 Ft	0 Ft
		D:	875,00 Ft	4 375 Ft
		G:	1 942,00 Ft	9 710 Ft
3 ./ 61-001-2.2	Útalapbeton, valamint hidraulikus kötőanyaggal vagy bitumennel stabilizált rétegek bontása, géppel, hidraulikus bontófejjel			
	18,00 m3	A:	0,00 Ft	0 Ft
		D:	1 540,00 Ft	27 720 Ft
		G:	2 284,00 Ft	41 112 Ft
4 ./ 21-011-11.8	Építési törmelék konténeres elszállítása, lerakása, lerakóhelyi díjjal, 12,0 m3-es konténerbe			
	2,00 db	A:	43 500,00 Ft	87 000 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
5 ./ 21-003-6.1.1	Munkaárok földkiemelése közmű nélküli területen, gépi erővel, kiegészítő kézi munkával, bármely konzisztenciájú, I-IV. oszt. talajban, dúcolás nélkül, 3,0 m2 szelvényig			
	234,00 m3	A:	0,00 Ft	0 Ft
		D:	2 205,00 Ft	515 970 Ft
		G:	570,00 Ft	133 380 Ft
6 ./ 21-004-5.1.1.1	Tükrökészítés tömörítés nélkül, sík felületen gépi erővel, kiegészítő kézi munkával talajosztály: I-IV.			
	214,00 m2	A:	0,00 Ft	0 Ft
		D:	35,00 Ft	7 490 Ft
		G:	312,00 Ft	66 768 Ft
7 ./ 21-004-4.1.1-0210251	Talajjavító réteg készítése vonalas létesítményeknél, 3,00 m szélességig vagy építményen belül, homokból Nyers homok NH 0/12 RT, KŐKA, Pécsvárad			
	64,00 m3	A:	3 204,00 Ft	205 056 Ft
		D:	700,00 Ft	44 800 Ft
		G:	1 302,00 Ft	83 328 Ft
8 ./ 21-011-1.2.1	Fejtett föld felrakása szállítóeszközre, géppel, talajosztály I-IV.			
	70,00 m3	A:	0,00 Ft	0 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	267,00 Ft	18 690 Ft

9 . / K-tétel	Kiszoruló föld településen belül történő újrahasznosításra. (beruházási költségek csökkentése érdekében)		
	70,00 m3	A: 0,00 Ft D: 525,00 Ft G: 1 020,00 Ft	0 Ft 36 750 Ft 71 400 Ft
10 . / 21-008-2.2.1	Tömörítés bármely tömörítési osztályban gépi erővel, kis felületen, tömörítési fok: 85%		
	64,00 m3	A: 9,00 Ft D: 0,00 Ft G: 674,00 Ft	576 Ft 0 Ft 43 136 Ft
11 . / 21-003-11.2.1	Földvisszatöltés munkagödörbe vagy munkaárokba, tömörítés nélkül, réteges elterítéssel, I-IV. osztályú talajban, gépi erővel, az anyag súlypontja 10,0 m-en belül, a vezetéket (műtárgyat) környező 50 cm-en túli szelvényrészben		
	164,00 m3	A: 0,00 Ft D: 1 050,00 Ft G: 356,00 Ft	0 Ft 172 200 Ft 58 384 Ft
12 . / 21-008-2.2.3	Tömörítés bármely tömörítési osztályban gépi erővel, kis felületen, tömörítési fok: 95%		
	164,00 m3	A: 9,00 Ft D: 0,00 Ft G: 1 818,00 Ft	1 476 Ft 0 Ft 298 152 Ft
13 . / 21-001-13.1.1-0631101	Füvesítés sík felületen talaj-előkészítéssel, 5dkg/m2- fűmagkeverékkel, gépi erővel KITE PÁZSIT fűmagkeverék, 40-50 dkg/10 m2 (A nyomvonal szélességében, ahol a gépek és eszközök járnak a feltételezett szélesség 6 fm)		
	56,00 10m2	A: 800,00 Ft D: 1 750,00 Ft G: 0,00 Ft	44 800 Ft 98 000 Ft 0 Ft
14 . / 61-003-2.3-0710010	Telepen kevert hidraulikus vagy vegyes kötőanyagú stabilizált réteg készítése, 2,00 m sáv szélességig, CKt-2 vagy CTt-2 jelű keverékből CKt-T2 jelű, cement kötőanyagú homokos kavics, Gy-R40 (70/100) bitumenemulzió (új név: C 40 B1)		
	18,00 m3	A: 8 636,00 Ft D: 1 890,00 Ft G: 2 567,00 Ft	155 448 Ft 34 020 Ft 46 206 Ft
15 . / 63-103-1.31.1.3-0750206	Egyéb közutak bitumenes burkolatának készítése, hengerelt aszfalt kopóréteg készítése (AC), az alatta lévő réteg felületének előzetes letakarításával és bitumenes permetezéssel, 3,2 méter szélességig, AC 11 kopó aszfaltkeverékből, 35-55 mm vastagságban terítve Kopóréteg AC11 kopó 50/70, AC11 kopó 70/100 típusú bitumennel, N igénybevételi kat. útszakaszok kopórétege, homokkal, zúzalékkal		
	5,00 m3	A: 62 979,00 Ft D: 4 025,00 Ft G: 2 576,00 Ft	314 895 Ft 20 125 Ft 12 880 Ft

16 ./ K-tétel

Biztonsági védőkorlát készítése munkaárok szélén

450,00 fm

A:

300,00 Ft

135 000 Ft

D:

350,00 Ft

157 500 Ft

G:

0,00 Ft

0 Ft

Összesen:

1 194 151 Ft

1 118 950 Ft

883 146 Ft

1 ./ 54-012-3.1.1.1.5-0423115	Előreszigetelt jelzőeres acélcső fűtési vezeték szerelése, köpenycső kötése nélkül, hegesztett kötésekkel, földárókban, DN 100 méretig, DN 40		
	ISOPLUS előreszigetelt jelzőeres fekete hosszvarratos acélcső, KPE köpenycsővel, DN 40/110 mm		
175,00 m	A:	5 024,35 Ft	879 261 Ft
	D:	2 170,00 Ft	379 750 Ft
	G:	29,00 Ft	5 075 Ft
2 ./ 54-012-3.1.1.1.6-0423131	DN 50		
	ISOPLUS előreszigetelt jelzőeres fekete hosszvarratos acélcső, KPE köpenycsővel, DN 50/125 mm		
253,00 m	A:	5 606,25 Ft	1 418 381 Ft
	D:	2 520,00 Ft	637 560 Ft
	G:	38,00 Ft	9 614 Ft
3 ./ 54-012-11.1.3.1.1-0162077	Előreszigetelt idomok szerelése, köpenycső kötése nélkül, hegesztett kötésekkel, ív idom, DN 100 méretig, DN 40 méretig		
	ISOPLUS KPE köpenycsöves jelzőeres 90° fekete acélcső ív idom, DN 40/110 - standard szárhosszal		
18,00 db	A:	10 408,65 Ft	187 356 Ft
	D:	14 210,00 Ft	255 780 Ft
	G:	0,00 Ft	0 Ft
4 ./ 54-012-11.1.3.1.2-0162081	DN 50		
	ISOPLUS KPE köpenycsöves jelzőeres 90° fekete acélcső ív idom, DN 50/125 - standard szárhosszal		
16,00 db	A:	13 097,35 Ft	209 558 Ft
	D:	14 700,00 Ft	235 200 Ft
	G:	269,00 Ft	4 304 Ft
5 ./ 54-012-11.1.2.1.2-0162814	Előreszigetelt idomok szerelése, köpenycső kötése nélkül, hegesztett kötésekkel, elágazó idom, DN 100 méretig, DN 50		
	ISOPLUS KPE köpenycsöves jelzőeres fekete acélcső elágazó idom, P/DN 50/125 - DN 40/110 mm		
4,00 db	A:	34 321,75 Ft	137 287 Ft
	D:	15 400,00 Ft	61 600 Ft
	G:	269,00 Ft	1 076 Ft
6 ./ 54-001-5.1.4-0013512	Szűkítő idom szerelése, hegesztett kötéssel, DN 100 méretig, szűkítendő cső: DN 50/40		
	Szűkítő idom DIN 2616 ST35.8/b 60.3 x 48,3 mm		
1,00 db	A:	2 273,55 Ft	2 274 Ft
	D:	3 080,00 Ft	3 080 Ft
	G:	269,00 Ft	269 Ft
7 ./ 54-012-52.2-0163104	Előreszigetelt csővezetékek falátvezető tömítő gumigyűrűjének felszerelése, DN 32-50 között		
	ISOPLUS tömítő gumigyűrű DN 40/110 mm-es köpenycsőhöz		
6,00 db	A:	2 211,45 Ft	13 269 Ft
	D:	245,00 Ft	1 470 Ft
	G:	0,00 Ft	0 Ft

8 ./	54-012-52.2-0163105	ISOPLUS tömítő gumigyűrű DN 50/125 mm-es köpenycsőhöz		
	2,00 db	A:	2 319,55 Ft	4 639 Ft
		D:	245,00 Ft	490 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
		Előreszigetelt csővezetékek műanyag karmantyús kötéseinek helyszíni szigetelése, DN 32-50 között		
9 ./	54-012-41.2-1162402	ISOPLUS karmantyú, DN 40/110 mm-es köpenycsőhöz		
	42,00 db	A:	7 445,10 Ft	312 694 Ft
		D:	6 125,00 Ft	257 250 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
10 ./	54-012-41.2-2162402	ISOPLUS karmantyú, DN 50/125 mm-es köpenycsőhöz		
	48,00 db	A:	8 094,85 Ft	388 553 Ft
		D:	6 125,00 Ft	294 000 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
11 ./	K-tétel	ISOPLUS zsugorkarmantyú DN40/50 Da125/110 mm-es köpenycsőhöz		
	1,00 db	A:	8 094,85 Ft	8 095 Ft
		D:	6 475,00 Ft	6 475 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
		Előreszigetelt csővezetékek kiegészítő elemeinek elhelyezése, DN 40		
12 ./	54-012-61.4-0163204	ISOPLUS zsugorvégsapka DN 40/110 mm-es köpenycsőhöz		
	6,00 db	A:	7 296,75 Ft	43 781 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
		DN 50		
13 ./	54-012-61.5-0163205	ISOPLUS zsugorvégsapka DN 50/125 mm-es köpenycsőhöz		
	2,00 db	A:	8 000,55 Ft	16 001 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
		Előreszigetelt csővezetékek kiegészítő elemeinek elhelyezése, tágulási párna, II. méret		
14 ./	54-012-62.1.2-0163232	ISOPLUS tágulási párna II. méret		
	250,00 db	A:	2 448,35 Ft	612 088 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
		jelzőrendszer doboz		
15 ./	54-012-62.2-0163241	Jelzőrendszer doboz /ELDB Magyar/		
	1,00 db	A:	12 593,65 Ft	12 594 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
16 ./	K-tétel	Utószigetelés (csak az ISOPLUS Kft. végezheti a rendszergarancia érdekében)		
	1,00 klt	A:	460 000,00 Ft	460 000 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
17 ./	K-tétel	Roncsolásmentes anyagvizsgálatok		
	1,00 klt	A:	287 500,00 Ft	287 500 Ft
		D:	0,00 Ft	0 Ft
		G:	0,00 Ft	0 Ft
Összesen:				4 993 329 Ft
				2 132 655 Ft
				20 338 Ft

1 db Vitoflex 300-UF 530 faapríték és pellet tüzelésű, sík tolórostélyos kazán az alábbi kiegészítőkkal:

1 db Porleválasztó
 2 db Hamukonténer 240 l
 1 db Hamukitoló egység 240 l
 1 db Pneumatikus kazántisztító
 1 db Automatikus gyújtóberendezés
 1 db Füstgáz visszakeringető berendezés
 1 db Vezérlőegység Ecocontrol 530
 1 db Külső hajtómű vezérlés
 1 db Tároló vezérlés 5 érzékelővel
 1 db Rugókaros kitározó d=6,5 m-ig
 8 m Kitározó csiga
 3 m Szállító csiga
 1 db Hajtómű a kitároló csigához
 1 db Elzáró tolattyú
 1 m Ejtőcső
 1 db Max nyomáskorlátozó
 1 db Min nyomáskorlátozó
 1 db Szerelvénytartó
 1 db DN 80 háromutús szelep
 1 db Szivattyú
 1 db Kazán hőmegfutás elleni védelem
 1 db Szállítás
 1 db Üzembehelyezés

1 ./ K-tétel

1,00 db	A:	47 885 040,00 Ft	47 885 040 Ft
	D:	9 590 000,00 Ft	9 590 000 Ft
	G:	0,00 Ft	0 Ft

Összesen:

47 885 040 Ft
 9 590 000 Ft
 0 Ft

KAZÁNHÁZ KIALAKÍTÁSA

1 ./ K-tétel

Kazánház átalakítási munkáinak elvégzése, szükséges infrastruktúra kiépítése

1,00 klt A: 8 625 000,00 Ft 8 625 000 Ft

D: 0,00 Ft 0 Ft

G: 0,00 Ft 0 Ft

Összesen:

8 625 000 Ft

0 Ft

0 Ft