



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet



SZAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

Hallgató neve:

Bokor Péter

2022.

Hallgató törzskönyvi száma: T007964/FI12904/K



SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Bokor Péter

Szaktervezési szám: SZD21090213459784

Törzskönyvi szám: T007964/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Megújuló energiaforrások károsanyag kibocsátás szerinti összehasonlítása

A dolgozat címe angolul: Renewable powerplants emission compare

A feladat részletezése: 1. Kutatás, szakirodalmak tanulmányozása

2. Megújuló és nem megújuló energiaforrások kibocsátásának összehasonlítása

3. Saját számítási módszer kidolgozása

4. Kibocsátások szerinti kiértékelés

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2022. 05. 15.

A szaktervezési: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 04. 27.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találok:

belső konzulens

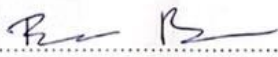
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022. ...05...13.....


.....
hallgató aláírása



Tartalomjegyzék

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

1.Bevezetés	5
1.2 Energiahordozók típusai.....	6
1.2 Károsanyagok bemutatása.....	7
2.Biomassza erőművek	10
2.1 Biomassza erőművek hazánkban	11
2.2 Erőművek hatása az élővilágra életciklus során.....	13
2.2.1 Üzemeltetés során keletkező károsanyagok.....	14
2.2.2 Kibocsátott károsanyagok mennyisége és hatása.....	18
2.3 KTA ismertetése és kibocsátás számítása	19
2.3.1 Eredmények kiértékelése	21
3. Biogáz erőművek	22
3.1 Biogáz előállítása	23
3.1.1 Mezofil és Termofil erjesztés.....	24
3.2 Biogáz termelési hozamok	26
3.3 Fajlagos fogyasztás számítása.....	28
3.4 KTA számítása és kiértékelése.....	29
4.Naperőművek.....	30
4.1 Naperőmű típusai	31
4.2 Naphőerőmű.....	32
4.2.1 Napteknő	33
4.2.2 Naptorony.....	35
4.2.3 Napkémény.....	36
4.3 Napelem	37
4.4 Napkollektor.....	39
4.5 Károsanyag kibocsátás	40
4.6 KTA számítása	41
5. Szél erőmű.....	43
5.2 Szélerőmű káros hatások.....	47
5.3 Káros anyagkibocsátások	48
6. KTA számítás kiterjesztése	50
7. Véggövetkeztetések	51
7.2 Conclusion	52
8. Irodalom jegyzék.....	53



1.Bevezetés

A szakdolgozat témája a megújuló energiaforrások által hajtott erőművek károsanyag kibocsátására irányul. Ahhoz, hogy a kibocsátott károsanyagok mértékét és környezetkárosító hatását értelmezni lehessen, szükség van egy összehasonlítási alapra, amely szerint véleményt lehet formálni. A szakdolgozatban felhasznált viszonyítást a hagyományos Fosszilis tüzelésű erőművek kibocsátásának értékeit alapul véve szükséges vizsgálatokat lefolytatni.

A megújuló energiaforrást használó erőművek sokrétűek mivel a hajtó vagy tüzelő anyaguk lehet napfény, szél, vagy éppen hagyományos tüzelőanyag, vagyis tűzifa.

A dolgozat során nagyon sok összegyűjtött információ alapján készültek el a számítások. Ezeknek aszámításoknak egy olyan mutató megteremtése volt a cél, amelyet akár a mindennapi mérnöki gyakorlatban is alkalmazható. A mutató segítségével minden féle erőműtípusnak az összehasonlítása lehetséges.

Az üvegház hatású gázok kibocsátása mellett az élővilágra gyakorolt közvetett és közvetlen hatásoknak a figyelembe vétele is fontos szempont a dolgozatom teljes egészében.



1.2 Energiahordozók típusai

Az energiahordozók besorolása több féle képpen is megtehető. Az egyik, a primer és szekunderként való kategorizálás vagy a megújuló és nem megújuló csoportosítás és ide tartozik a fosszilis illetve nem fosszilis energiahordozó elnevezés is.

Primer:

-A természetben előforduló energia hordozókat nevezhetjük primer energiaforrásoknak, amelyeket nem kell átalakítani vagy feldolgozni, hogy felhasználásával villamos energiát nyerjünk. Pld: Kőolaj elégetésével hőenergiát állíthatunk elő, amit át tudunk alakítani villamos energiává.

Szekunder:

-A primer energiahordozók átalakításával állítják elő őket. Pld: A kőolaj lepárlása során több energiahordozó is létrejön (Benzin, Gázolaj, Kerozin...).

Megújuló energiaforrások:

-Azok az energiaforrások, amelyek egy adott idő után visszakerülnek a termelési körforgásba és újból hasznosítani tudjuk őket így csökkentve a széndioxid és más káros anyagok levegőbe jutását. (Víz, Szél, Nap, Biomassza, -gáz).

Nem megújuló energiaforrások:

-A nem megújuló energiaforrások, mint a nevükben is hordozzák, jelentésüket nem újulnak meg ilyen erőforrások a szénhidrogén származékok és az atomenergia is.

Fosszilis:

-A fosszilis energiahordozók csoportjába tartozik az összes szénhidrogén származék, ami biológiai folyamatok során keletkezik. (Biomassza és gáz, Kőolaj és származékai, Földgáz).

Nem fosszilis:

-Azok az „energiahordozók” amelyek nem szerves anyagokból jönnek létre, hanem a bolygón megtalálhatóak elemi formában. (Nap, Víz, Atom, Szél).

A legfőbb energiahordozók elégetése során keletkező melléktermékek mennyisége és károsága igen fontos mivel így tisztább képet kapunk a megújuló és nem megújuló energiaforrások kibocsátásairól. A melléktermékek újra felhasználása esetleges környezetkárosító hatása alapján is értékelhetők az egyes erőművek.



1.2 Károsanyagok bemutatása

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A zöldenergia vagy megújuló energia egyre elterjedtebb és elismertebb az egész világban.

Azonban sokak úgy tekintenek rá mintha teljesen környezet barát lenne, és egyáltalán nem lenne szennyező azonban ez ebben a formában nem igaz. A károsanyagok nem csak a környezetre, élővilágra, időjárásra, hanem az emberekre is károsak lehetnek.

A kibocsátási statisztikák általában a CO₂ kibocsátásról szólnak a többi károsanyagnak nem tulajdonítanak akkora volument. Azonban vannak olyan anyagok, amelyek jóval nagyobb mértékben károsak és teszik tönkre az ökoszisztémát.

Gáz	CO ₂ -egyenérték
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
Freonok	140–6300*
CF ₄	6500
C ₂ F ₆	9200
SF ₆	23 900

¹1.2 Ábra [CO₂ egyenérték]

Az 1.2-es ábra egy széndioxid egyenérték táblázat, amelynek segítségével megismerhetjük azokat a gázokat, amelyekkel az iparban, háztartásokban, közlekedésben és bárhol máshol találkozhatunk minden egyes nap.

A széndioxid egyenérték táblázat nagyon hasznos és értelmezése nagyon egyszerűen magyarázható. A lényege, hogy a széndioxidhoz viszonyítva mutatja meg az egyes gázok káros hatását a légkörre, élővilágra, amely hatások óriásiak lehetnek a CO₂ –höz viszonyítva.

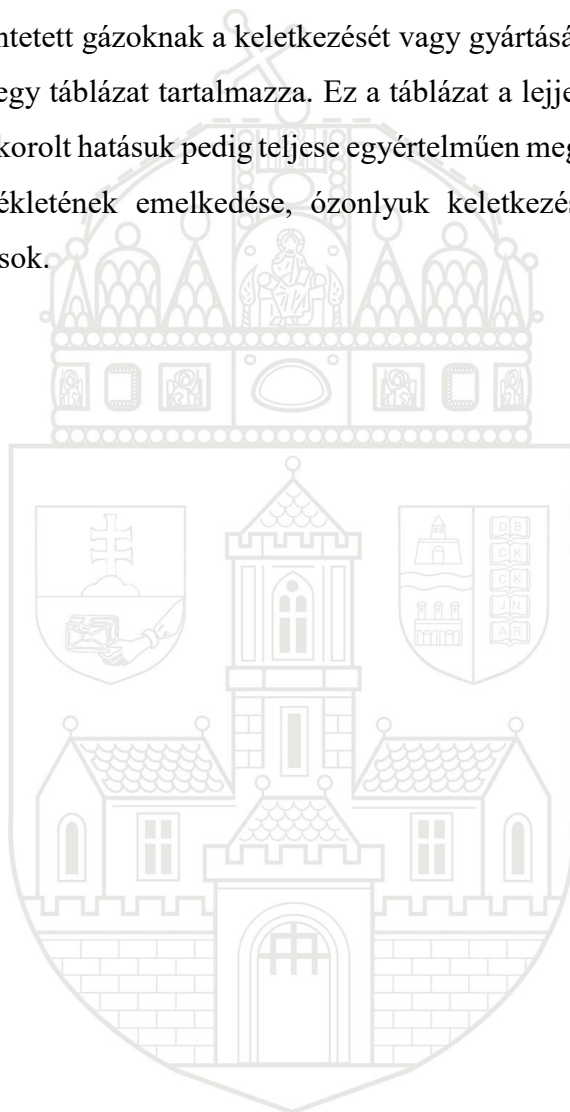
¹

https://www.google.com/search?q=sz%C3%A9n+dioxid+egyen%C3%A9rt%C3%A9k&rlz=1C1KNTJ_huHU978HU978&sxsrf=APq-WBs98riQvOn_hEIOJNdLYNI4Mu-ALA:1650987143289&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjw9CxhrL3AhXGh_0HHeVMAfgQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1707&bih=760&dpr=1.5#imgsrc=NYZXVHjcQfFa_M



Ezeknek a gázoknak a hatásáról, használatáról és előállításáról kevesen tudnak ezért ezeknek az ismerete szükséges és elengedhetetlen a tudatos életvitel szempontjából.

Az 1.2 ábrán feltüntetett gázoknak a keletkezését vagy gyártását, használatát és a hatását élő szervezetekre egy táblázat tartalmazza. Ez a táblázat a lejjebb található 1.3 Táblázat A környezetre gyakorolt hatásuk pedig teljese egyértelműen megfogalmazható. A hatásuk a bolygó hőmérsékletének emelkedése, ózonlyuk keletkezés, savasesők és hasonló környezeti változások.





GÁZ

HASZNÁLATA

KELETKEZÉSE

HATÁSA

CO ₂ SZÉN-DIOXID	tűzoltás, akváriumok	minden szén alapú anyag elégetés során keletkezik.	Emberre káros hatású nagy koncentrációban halálos.
CH ₄ METÁN	fűtőanyag a földgáz jelentős részét képezi, biogázban is előfordul	kőolaj kitermeléskor, állati és növényi eredetű rothadás során.	Elősegíti az üvegház hatás erősödését.
N ₂ O DINITROGÉN-OXID	műtrágyák alapanyaga, orvosi alkalmazás.	mezőgazdasági tevékenységek során keletkezik.	egyes növények teljes kipusztulásához vezet a koncentrációjának
CFC FREONOK	Hűtő közeg, szprék hajtógáza, korábban villamos tüzek oltása,	Mesterségesen előállított vegyület.	Ózon bontó hatású gáz, a légköri élettartama 100 év körüli
CF ₄ TETRAFLUORMETÁN	Hűtőközeg ipari hűtőgépek számára.	Iparilag állítják elő természetben nem található meg.	Magas koncentrációban fulladást okozhat ezért
C ₂ F ₆ HEXAFLUOR-ETÁN	Elektronikai iparban alkalmazott, kalibráló gázként analitikai	Iparilag mesterséges körülmények között állítják elő.	Magas koncentrációban fulladáshoz vezet ezért
SF ₆ KÉN-HEXAFLUORID	Magas feszültségű technikában megszakítók	Iparilag állítják, elő természetben nem fordul elő.	Magas koncentrációban fulladásveszélyhez

1.3 Táblázat [károsanyag ismertetés]



2. Biomassza erőművek

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A Biomassza definíciója bonyolult mivel igen sokrétű és sokféle anyag lehet biomassza. Azonban mindegyikre igaz, hogy elégetésük során hő energia szabadul fel, amelyet hasznosíthatunk. A biomassza fosszilis eredetű, de nem azonos az ásványi eredetű szénhidrogén származékokkal (Szén, Kőolaj és származékai, Földgáz). A hasznosított hő energia a fellebb felsoroltak egyik vagy akár a kombinációjuk is lehet (táv hő, villany, HMV).

A biomasszákat négy alosztályba sorolhatjuk, amelyekről az alábbi táblázat készült a felhasznált irodalmak segítségével.

<i>Dendromassza</i>	<i>Növényi biomassza</i>	<i>Másodlagos biomassza</i>	<i>Harmadlagos biomassza</i>
<i>Tűzifa</i>	Gabonatermékek melléktermékei	Hígtrágya	Élelmiszeripari hulladékok
<i>Energiaerdő</i>	Termesztett növények	energia Állati melléktermékek	hulladékok, Élelmezési hulladékok
<i>Vágástéri hulladék</i>	Egyéb melléktermék	növényi Feldolgozási hulladékok	Szennyvízkezelés iszapjai
	Bio-hajtóanyagok		Kommunális biohulladék

²1.4 Táblázat [Biomassza típusok]

² Kádár Péter Különleges Energiaforrások



2.1 Biomassza erőművek hazánkban

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A hazai szén, lignit erőművek magas károsanyag kibocsátása miatt nagyon sok erőművet alakítottak át biomasszas tüzelésűre mivel ennek CO₂ mérlege „semleges” amely a következő koncepción alapszik. A szemlélet lényege, hogy az a mennyiségű anyag, amelyet elégetnek annak helyére újjaltot ültetve az megköti a CO₂ –ot amely felszabadult az égetés során. A már nem gazdaságos és környezetet szennyező erőműveket lebontás helyett széntüzelésről át állítják fa alapanyagú tüzelésre, amivel gazdaságilag és környezeti szempontból is sok ésszerű magyarázatot lehet adni.

Magyarországon a megújuló energiaforrásokat is hasznosító erőművek közül néhány nagyobb került felsorolásra.

- ❖ Pécsi erőmű
- ❖ Dorogi erőmű
- ❖ Ajaki erőmű
- ❖ Mátrai erőmű





❖ Pécsi erőmű:

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A pécsi erőműnek az éves tüzelőanyag igénye nagyjából 500.000 tonna, amelyből 170-200.000 ezer tonna a biomassza típusú tüzelőanyag így a megújuló energia felhasználásának aránya 34-40% körülire tehető. A biomassza mellett még SRF *Solid Recovered Fuel*-t is használnak. Ez az anyag már nem újra hasznosítható papír és műanyag keverékéből áll.

Az erőműnek a fő feladata a villamos energia termelése mellett a környező település ellátása távhővel így is csökkentve a lakossági energia igényeket.

❖ Dorogi erőmű:

A dorogi erőmű hasonló a pécsihez a különbség, hogy itt nem használnak SRF tüzelőanyagot. Ez az erőmű azonban két települést lát el távhővel és villamos energiával még hozzá Dorogot és Esztergomot. A pécsi erőművel ellentétben nincsen információ a megújuló energiaforrások és fosszilis tüzelőanyag használatának arányáról.

❖ Ajkai erőmű:

Az ajkai erőmű hasonlóan a pécsihez méretében jelentős, de a megújuló és fosszilis arányról nem közölnek információt.

❖ Mátrai erőmű:

A mátrai erőmű Magyarország legnagyobb erőműve termelése az éves hazai energia igénynek közel 15%-a. Az erőművet korszerűsítés miatt jelenleg nem használják ki 100%-ig ezért az adatok róla csak tájékoztató jellegűek.



2.2 Erőművek hatása az élővilágra életciklus során

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

Az ilyen erőművek létesítéséhez nem csak sok építőanyag felhasználása szükséges, de az égetés után visszamaradó anyagoknak a raktározása is nagy környezeti terheléssel jár.

Gazdaságossági szempontból ezek az erőművek általában úgy épültek, hogy a kitermelt nyersanyag lelőhelyéhez közel legyenek így csökkentve a szállítás során felmerülő költségekkel vagy az esetleges károsanyag kibocsátással.

Közvetlen hatásnak vehetjük a pernye hullást, amely égetés során keletkezik vagy pedig az égetés során felszabaduló mérgezőgázok keletkezését, amelyek egy részét igyekeznek különféle szűrő berendezések segítségével megszűrni, de ez sem ad 100%-os védelmet.

Közvetett hatások közül a legveszélyesebb, hogy üvegház hatású gázok kerülnek a légterbe, amik segítik a globális felmelegedést ezzel előidézve az egyes élőlények kihalását vagy eltűnését.

Az erőművek építése során végzett földmunka, hatalmas mennyiségű beton használata, a tüzelőanyag kivágása/ termelése is hatalmas mértékben befolyásolja az ökoszisztémát, amely az élőlények pusztulásához és értékes termőterületek elfoglalásához ebből adódóan esetleges élelmiszer hiányhoz vezethet.

Azonban fontos kihangsúlyozni, hogy ezek a létesítési folyamatok minden tervezett erőműnél jelen vannak ezért ezt nem igazán érdemes figyelembe venni.



2.2.1 Üzemeltetés során keletkező károsanyagok

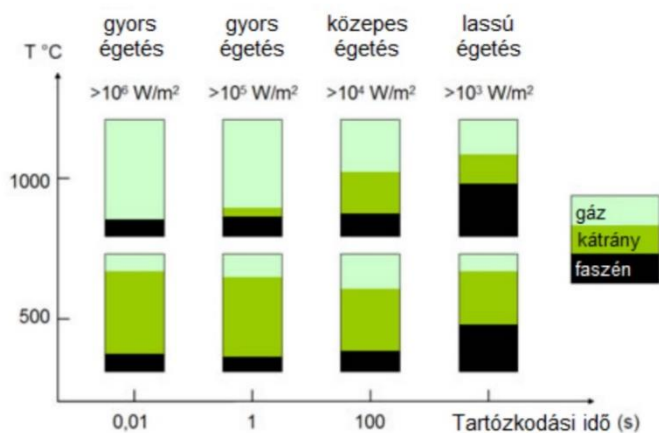
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

Az energia kinyerésének fő módszere a tüzelés, vagyis oxidáció, de más folyamatok is ismertek, amelyek segítségével kinyerhetünk energiát. Ezeknek a módszereknek a gyűjtő neve Termokémiai átalakítás.

Ilyen termokémiai átalakítások az alábbiak:

1. Pirolízis: Az égéshez nem hasonló mivel itt magát az anyagot melegítik fel egy kazánban oxigénmentes vagy oxigénszegény környezetben, amelynek hatására a legfőbb végtermék az energiahordozó (Fűtőgáz, Tüzelőolaj, Koks). A biomasszát 400-600 °C körüli hőmérsékletre hevítik így nyernek ki szintézis gázokat.
2. Pörkölés: A pirolízishez hasonló folyamat ahol nem a biomasszát égetik el hanem hevítik 200-300 °C közötti értékre. Ezek után ezt az elszénesedett fát pelletté alakítják, amely nagyon hasonló a szénhez azonban ez még kísérleti fázisban van, nem igazán gazdaságos az előállítása.
3. Gázosítás: Azt a neve is mutatja itt a gázok kinyerése CO, H₂, CO₂ a lényeges és ezek gázok elégetése „üzemanyagként” való felhasználásán alapszik. Itt is hevítik a biomasszát de itt igen magas hőmérsékletig 1000-1500 °C-ig.

Ezek a fentebb felsorolt módszerek nem olyan egyszerűek, mint a sima oxidálás „égetés” így itt még a tüzelőanyag előállításához is szükséges energiát is fedezni kell. A folyamat felgyorsításával (nagyobb hőmérséklet rövid idő) maximalizálni lehet a kinyerhető gázt minél kevesebb melléktermékkel, amit a következő ábra szemléltet.

³2.1 Ábra [égés során keletkező anyagok]

Az összes kondíciót összefoglalva ide értve a gazdasági okokat és a technológiai szükségességet a legjellemzőbb ezért (nem csak Magyarországon) a biomassza égetése, amely során igen nagymennyiségű hamu, veszélyes gáz szabadul fel.

Veszélyes gázok:

CO₂: Szén-dioxid

CO: Szén-monoxid

SO₂: Kén-dioxid

NO_x: Nitrozus gázok (Nitrogén-dioxid / Nitrogén-monoxid)

Gáz	Halálos dózis	időegység
CO ₂	100.000ppm	azonnal halálos
CO	12.000ppm	1-5 perc
SO ₂	1500ppm	5 perc nem halálos, de tüdő és egyéb légzőszervi betegségeket okozhat
NO ₂	150ppm	azonnal halálos
NO	Nincs szerepe mivel a levegővel érintkezve NO ₂ -vé alakul	

2.2 Táblázat [üvegházhatású gázok veszélyes dózisa]

³ <https://ttk.elte.hu/dstore/document/883/book.pdf>



A táblázatban látott ppm pontos megnevezése „parts per million” vagyis hogy 1 millió részecskében hány darab található a veszélyes gázelegyenletben.

A gázokon kívül még egy igen fontos végtermék is kialakul, mégpedig a hamu. A hamu a tüzelőanyagokban megtalálható olyan anyag, amelyet nem tudunk elégetni. A hamunak kisebb mennyiségben pozitív hatása van, de ilyen nagy ipari méretekben felhasználása már igen nehézkes.

A hamu lúgos kémhatású és kis mértékben savas talajok esetén segít kiegyenlíteni a PH szintet, de nagy mennyiségben maró hatású anyag, amely komoly környezetkárosító hatással jár.

A hamu összetevői biomassza esetén: Kálium, Nátrium, Foszfor, Kalcium, Szilícium, Klór, Fluor. A hulladékok égetése során a hamuban nehézfémek pl: Hígany és más szennyező anyagok is megtalálhatóak, ezeknek a szűrése és semlegesítése bonyolult feladat.

Az alábbi táblázatok nem hitelesített pontos méréseket mutatnak, csak nagyságrendbeli megfelelést mutat a számítások könnyítése érdekében.



Tüzelőanyag	CO ₂ -kibocsátás			
	tüzelőanyagra vonatkoztatva		teljesítményre vonatkoztatva	
Megnevezés	m ³ /kg	kg/kg	m ³ /kWh	kg/kWh
Antracit	1,60	3,16	0,17	0,34
Zsáros szén	1,46	2,89	0,16	0,32
Savány szén	1,56	3,08	0,18	0,35
Kovácsszén	1,49	2,94	0,17	0,34
Gázszen	1,42	2,82	0,17	0,33
Darabos koks	1,61	3,18	0,20	0,40
Gázkoks	1,56	3,08	0,20	0,39
Barnaszén	0,98	1,93	0,18	0,35
Barnaszén-brikett, rajnai	1,02	2,01	0,18	0,36
Tőzeg, száraz	0,67	1,33	0,18	0,35
Fa, légszáraz	0,80	1,57	0,19	0,37

A térfogatadatok 0 °C-ra és 1013,25 mbar légnyomásra vonatkoznak

42.3 Táblázat [CO₂ tartalom]

Emissziós előírások szilárd biomassza tüzelésre

	Csak készülék előírások	23/2001. KÖM	23/2001. KÖM	10/2003. KvVM	3/2002. KÖM
	$Q_{\text{tűz}} < 140 \text{ kW}$	$140 \text{ kW} < Q_{\text{tűz}} < 1 \text{ MW}$	$1 \text{ MW} < Q_{\text{tűz}} < 50 \text{ MW}$	$50 \text{ MW} < Q_{\text{tűz}} < 100 \text{ MW}$	Hulladék Tüzelés
Vonatk. O ₂	-	11%	11%	6%	11%
Szilárd anyag	-	150 mg/m ³	150 mg/m ³	50 mg/m ³	10 mg/m ³
CO	-	1000 mg/m ³	250 mg/m ³	250 mg/m ³	50 mg/m ³
NO _x	-	650 mg/m ³	650 mg/m ³	400 mg/m ³	200 mg/m ³
SO ₂	-	1000 mg/m ³	1000 mg/m ³	200 mg/m ³	50 mg/m ³
C _x H _y	-	50 mg/m ³	50 mg/m ³	-	10 mg/m ³
HCl	-	-	-	200 mg/m ³	10 mg/m ³
HF	-	-	-	30 mg/m ³	1 mg/m ³

52.4 Táblázat [Biomassza előírások]

⁴ <https://docplayer.hu/18190042-Tuzeloanyagok-es-jellemzoik-biomassza-hasznositas.html>

⁵ <https://docplayer.hu/18190042-Tuzeloanyagok-es-jellemzoik-biomassza-hasznositas.html>



2.2.2 Kibocsátott károsanyagok mennyisége és hatása

Eddig csak a tüzelés során keletkezett anyagok és azoknak a mennyiségéről esett szó, de az erőműnek vannak más környezet terhelő hatásai is, amelyek minden erőműnél fennállnak ez pedig a létesítésük.

Nem mindig létesítenek új erőművet mivel a túlságosan szennyezőket állítják át biomasszára ezzel is spórolva az esetlegesen keletkező költségekkel, a teljes építési folyamat hatással van az ökoszisztémára élőlények költő helyeire, bűvőhelyeire. Az épületbe beépített egyes anyagok előállítása során is káros anyagok kerülhetnek levegőbe. A pontos adatokat nagyon nehéz meghatározni ezért csak egyközelítő számítást lehet alkalmazni.

A tüzelés során is igen sok károsanyag keletkezik, de az erőművek építése is jelentős környezetkárosítással jár. A tüzelés során nem minden anyagot tudnak semlegesíteni, lecsaptatni, felfogni ezért az éves tüzelő anyag felhasználásból kiszámítva táblázatos formában kerül ismertetésbe a légkörbe jutó károsanyagok mennyisége.

A hazai megújuló energiaforrást alkalmazó erőművek közül nem mindegyik 100%-ig biomasszát használ, hanem használnak szerves anyagot, is mint pld: Lignit, kőszén.

A legtöbb erőmű nagy jelentős részben közel fele-fele arányban használ biomasszát, de a Pécsi erőmű 34-40%-ban ellenben a Mátrai 14%-ban alkalmaz megújuló tüzelőanyagot.

Az erőműveknél pontos adat nincs a %-os arányra tüzelő anyagoknál ezért a pécsi erőműhöz hasonló %-os értékek alapján vannak a táblázat adatai kalkulálva kivétel mátrai erőmű, mert ott 14%-os megújuló arány ismert.

A számítást azonos anyaggal érdemes figyelembe venni ezért a számítási alap a lignithez legközelebb álló anyag a tőzeg minden egyes érték számításánál ezt figyelembe véve lett elvégezve a számítás.

A Biomassza számítási alapja a fa mivel az a legáltalánosabb értelemben vett és elfogadott típusú biomassza.



2.3 KTA ismertetése és kibocsátás számítása

A KTA (Környezet Terhelési Állandó) mutatónak a bevezetése igen fontos ennek segítségével lehet egy erőmű típusnak a jellegzetes széndioxid kibocsátását jellemezni. A számítása a következő képpen történik, az erőművek teljesítményét szükséges átváltani energia formátumba, amelynek módszere tökéletes körülményeket feltételez.

Az év minden egyes órájában termel, az erőmű 1 év = 8760 órának felel meg. A szakirodalmakból kiemelt %-os megújuló és fosszilis tüzelőanyag arány figyelembevétele is fontos 34% megújuló és 66% fosszilis tüzelőanyagbevitelre történt a számítás.

Az egyes részarányok kiszámításának segítségével a tüzelő anyag elégetése után visszamaradó szénttartalom kiszámítása következett. A szénttartalom számításnak menete a kiszámított megújuló és fosszilis tüzelőanyag elosztása a 2.3 táblázatadatainak segítségével történt.

Az összes részadat kiszámítása után a KTA-ba való behelyettesítés következett. A névleges teljesítmény szorozva a %-os aránnyal osztva a kiszámított tüzelőanyag széndioxid tartalmával és az egész egyenlet szorozva az erőmű üzem idejével (amikor termelt).

Tüzelő anyag igény, Villamos telj.

$$Pécs := 500 \cdot 10^3 \text{ t} \quad 85 \text{ MW}$$

$$Ajka := 600 \cdot 10^3 \text{ t} \quad 131,6 \text{ MW}$$

$$Dorog := 4 \cdot 10^3 \text{ t} \quad 14,6 \text{ MW}$$

$$Mátra := 5 \cdot 10^6 \text{ t} \quad 950 \text{ MW}$$

$$Pécs_m := Pécs \cdot 0,34$$

$$Ajka_m := Ajka \cdot 0,34$$

$$Dorog_m := Dorog \cdot 0,34$$

$$Mátra_m := Mátra \cdot 0,14$$

$$Pécs_m = 1,7 \cdot 10^5 \text{ t}$$

$$Ajka_m = 2,04 \cdot 10^5 \text{ t}$$

$$Dorog_m = 1360 \text{ t}$$

$$Mátra_m = 7 \cdot 10^5 \text{ t}$$

2.5 Kép [Tüzelőanyag mennyiség]

A számítások során mindig a legmagasabb kibocsátással járó eset figyelembevétel dolgoztam. Itt a megújulóknak a részarányát 34%-ra választva kivéve Mátrai erőmű mivel ott 14%-os a szakirodalmakban való kutatás alapján.



A KTA segítségével látható, hogy a kiszámított adat mértékegysége megmutatja, hogy Kw-onként hány tonna CO₂ kerül a légkörbe 1 év üzemidő alatt.

Megújuló és fosszilis részarányok,
KTA (Környezet Terhelési Állandó)

$$\begin{aligned} Pécsm &:= 1,7 \cdot 10^5 \text{ t} \\ Pécspf &:= (500000 - Pécsm) \\ Pécspf &= 3,3 \cdot 10^5 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KTAfpécs &:= \frac{85 \cdot 0,66 \cdot 10^6}{\frac{3,3 \cdot 10^5}{1,33 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAfpécs &= 1980,636 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \\ KTAmpécs &:= \frac{85 \cdot 0,34 \cdot 10^6}{\frac{1,7 \cdot 10^5}{1,57 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAmpécs &= 2338,044 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ajkam &:= 2,04 \cdot 10^5 \text{ t} \\ Ajkaf &:= 600000 - Ajkam \\ Ajkaf &= 3,96 \cdot 10^5 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KTAfajka &:= \frac{131,6 \cdot 0,66 \cdot 10^6}{\frac{3,96 \cdot 10^5}{1,33 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAfajka &= 2555,4088 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \\ KTAmajka &:= \frac{131,6 \cdot 0,34 \cdot 10^6}{\frac{2,04 \cdot 10^5}{1,57 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAmajka &= 3016,5352 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Dorogm &:= 1360 \text{ t} \\ Dorogf &:= 4000 - Dorogm \\ Dorogf &= 2640 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KTAfdorog &:= \frac{14,6 \cdot 0,66 \cdot 10^6}{\frac{2,64 \cdot 10^3}{1,33 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAfdorog &= 42525,42 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \\ KTAmdorog &:= \frac{14,6 \cdot 0,34 \cdot 10^6}{\frac{1,36 \cdot 10^3}{1,57 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAmdorog &= 50199,18 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mátram &:= 0,7 \cdot 10^6 \text{ t} \\ Mátraf &:= 5 \cdot 10^6 - Mátram \\ Mátraf &= 4,3 \cdot 10^6 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KTAfmátra &:= \frac{950 \cdot 0,86 \cdot 10^6}{\frac{4,3 \cdot 10^6}{1,33 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAfmátra &= 2213,652 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \\ KTAmmátra &:= \frac{950 \cdot 0,14 \cdot 10^6}{\frac{0,7 \cdot 10^6}{1,57 \cdot 10^{-3}}} \cdot 8760 \\ KTAmmátra &= 2613,108 \frac{\text{kW}}{\text{t}} \text{ hr} \end{aligned}$$

2.6 Kép [KTA számítás]

KTAf a fosszilis tüzelőanyagra utal. KTAm a megújuló tüzelőanyagra utal. Az erőművek neve utáni „m” és „f” a megújuló vagy pedig fosszilis anyagnak a mennyiségére utal.



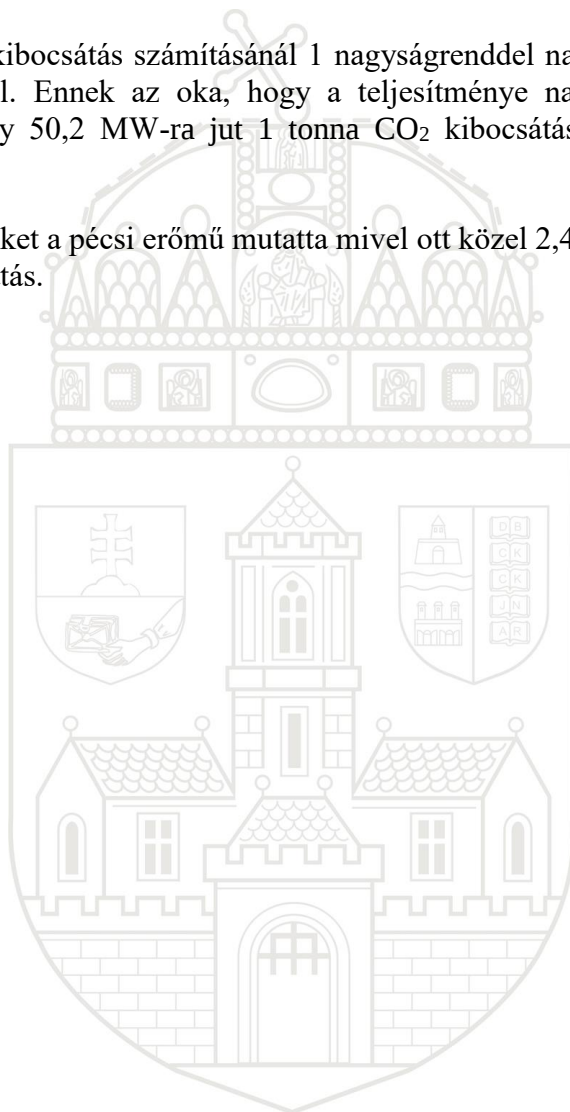
2.3.1 Eredmények kiértékelése

A kapott adatoknak az ismeretében megállapítható, hogy a biomassza és fosszilis tüzelő anyagoknak a kibocsátása között nincs akkora különbség.

Nagyságrendbeli eltérések nem találhatók így arra a következtetésre lehet jutni, hogy a biomassza nem sokkal környezet barátabb a hagyományos tüzelőanyagokhoz képest.

A Dorogi erőmű kibocsátás számításánál 1 nagyságrenddel nagyobb érték jött, ki mint mindenhol máshol. Ennek az oka, hogy a teljesítménye nagyon kicsi, így ott úgy értelmezhető, hogy 50,2 MW-ra jut 1 tonna CO₂ kibocsátás megújuló energiaforrás esetén.

A legrosszabb értéket a pécsi erőmű mutatta mivel ott közel 2,4 MW teljesítményre jut 1 tonna CO₂ kibocsátás.





3. Biogáz erőművek

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A biogáz erőművekben a gázt fermentálással, azaz erjesztéssel állítják elő. A fermentálás természetes folyamat ahol a szerves anyagok bontása biológia folyamatok során megy végbe.

A biogáz sokban hasonlít a földgázhoz csak összetétele nem azonos így tisztítására és szűrésére van, szükség persze ez nagyban függ a felhasználási területétől mivel a gázhálózatba is betáplálható, de egyelőre még nem alternatívája a földgáznak.

<i>Típusa</i>	<i>Biogáz</i>	<i>Földgáz</i>
CH_4	50-70%	97,5%
CO_2	28-48%	0,5%
C_2H_6	-	1%
N, SO_x	1-2%	1%

⁶3.1 Táblázat [biogáz, földgáz összehasonlítás]

Már itt a táblázatban is ki van emelve a biogáz nagyon magas CO_2 tartalma, amely miatt igen veszélyesnek tekinthető. A tisztítása során megpróbálják minél jobban csökkenteni az üvegházhatású gáztartalmát, amelynek végeredményére biometánnak nevezik mivel így már bevezethető a lakossági gázrendszerbe illetve használata sokkal tisztább.

⁶ Szakirodalmak segítségével készült



3.1 Biogáz előállítása

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A biogáz előállításának több módja is van, amely miatt igen praktikus és nem minden esetben szükséges termőterület, erdő, rétek bevetése így védve az élővilágot és a lakosság növekvő élelmiszer igényét. .

A gáz előállítását két féle alapszerűen lehet felosztani. Az egyik módszer, hogy a mezőgazdasági, élelmiszeripari hulladékok erjesztésével állítjuk elő (állati maradványok, trágya, moslék).

A másik megoldás a szennyvíztelepeken visszamaradó szennyvíz iszapból és a szeméttelpeken a lakossági szemből eredő gázt használják fel.

A szeméttelpekről és szennyvíz telepekről azonban nem érdemes a gázt szállítani sokkal egyszerűbb ott helyben való felhasználásuk. Azonban előfordulhat, hogy a lakossági szemet nem állít elő annyi gázt, amellyel gazdaságos lenne, üzemeltetni egy gázmotort ezért csak összegyűjtik és elégetik az esetleges robbanásos balesetek elkerülésének érdekében.

A lakossági hulladékból előállított biogázt a szaknyelv másnéven depónia gáznak nevezi.



3.1.1 Mezofil és Termofil erjesztés

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A biogáz fejlesztésnek két módja van, amellyel előállítható a gáz ez a két erjesztési forma a mezofil és termofil erjesztési módszer. ezek a módszerek közel azonosak mivel egy baktérium segítségével megy végbe az erjedési folyamat. A két erjesztési típus további kapcsolata az, hogy úgynevezett anaerob, vagyis légmentes erjedés megy végbe, amely során a fermentált anyag a külső levegőtől elzárva zajlik le.

A szakirodalom a massa keveréket, amelyből a biogázt állítják elő speciális néven szubsztrátnak nevezi. A mezofil erjesztés során a szubsztrátot, amelyből kinyerik, a biomasszát 30-40 °C-os hőmérsékleten erjesztik ezzel szemben a termofil fermentációnál a hőmérsékletet 50-60 °C-on tartják.

A gyakorlatban a termofil és mezofil eljárás keverése a hosszabb gáz telerelési élettartam vagy más befolyásoló tényezők miatt lehetséges, de van olyan eset ahol törekednek vagy csak egyik vagy csak a másik folyamat elérésére.

A mezofil folyamat során a kinyerhető gáz 60-70% körülire tehető ezzel szemben a termofil folyamatnál a kinyerhető gáz mennyisége 80-90%. Azonban ez nem azt jelenti, hogy csak a termofil folyamatot részesítik előnyben, mivel mindkettőnek megvannak az előnyeik és hátrányaik így ennek ismertetése is szükséges a behatóbb vizsgálathoz.

Mezofil (kondicionálatlan helyzethez viszonyítva)	Termofil (mezofil rendszerhez viszonyítva)
• Csökken az elhelyezendő iszap mennyisége • Javul az iszap vízleadó képessége • A rothasztó berendezés a telep pufferaló egysége • Stabilizálódik a szerves-anyag, miközben biogáz és trágya képződik • Csökken az iszap fertőző képessége	• A nagyobb reakció sebesség miatt kisebb reaktor térfogat szükséges • Az iszap vízteleníthetősége tovább javul • A patogén baktériumok pusztulása nagyfokú („A” osztályú végtermék) • Nagyobb gázhozam és a biogáz metán tartalma nő

⁷ 3.2 Ábra [fermentálási előnyök]

⁷ http://statex.hu/cikkek/7_cikk.pdf



Mezofil (kondicionátlan helyzethez viszonyítva)	Termofil (mezofil rendszerhez viszonyítva)
- A nagy tartózkodási-idő (>15 nap) miatt nagy reaktor térfogat szükséges és megnő a beruházási költség. - A nagyfokú hidrolízis miatt romlik az iszapvíz minősége (KOI, NH₄⁺, foszfor) - Toxikus hatású szerves anyagok és nehézfémek bizonytalanná tehetik a folyamatot	- Nagyobb a fűtési energia szükséglet - Nagyobb üzemelési hőfok miatt nagyobb fokú lesz a hidrolízis mértéke, tehát tovább romlik a dekantált iszapvíz minősége (KOI; NH₄-N) - Hőmérséklet-változásra érzékenyebb, mint a mezofil rendszer. Nagyobb hőcserélő szükséges a pontos hőfok-tartás miatt - Hosszú bedolgozási idő (+1 és +2 °C/d hőfokemeléssel lehet számolni) - Toxikus anyagokra érzékenyebb, mint a mezofil, ezért az üzem egysége könnyen felborulhat

⁸3.3 Ábra [fermentálási hátrányok]

Az első táblázatban az előnyök a második táblázatban pedig a hátrányok felsorolása történik meg a két folyamat esetében.

Az előnyöknél kiemelhető legfontosabb tényezők nem vonatkoznak a károsanyag kibocsátásra azonban a hátrányaiknál már sokkal jelentősebb információk, találhatóak meg.

A mezofil folyamatoknál a toxikus hatású anyagok és nehézfémek jelenlétének figyelembevétele igen fontos mivel ezek nagyban szennyezhetik a környezetet esetleges balesetek esetén. A termofil fermentálási eljárásnál sincsen másképp a helyzet mivel ott is jellemző a toxikus anyagoknak a jelenléte, amivel a lehetséges környezetterhelés is jelentkezik.

Azonban amely meghatározza, általában a gazdaságosságot, amelyre az ipar épül az a gáztermelésnek a lefolyási időtartama. A mezofil típusú erjesztés során a metánképződésnek több időre van szüksége, de általánosságban elmondható, hogy az átlagos időtartam 20-30 nap körülire tehető.

⁸ http://statex.hu/cikkek/7_cikk.pdf



3.2 Biogáz termelési hozamok

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A biogáz termelés során a szubsztrát általában nem egy fajta anyagból áll, hanem az egyes szerves anyagoknak a keverékéből hozzák létre. A keverés oka az, hogy az így létrejövő anyagból a biogáznak a fűtőértékét, gázhozamát maximalizálni és a visszamaradó szárazanyagmennyiség minimalizálására törekszenek.

Sor-szám	Alapanyag szubsztrát	Szárazanyag-tartalom (%)	Biogázhozam (m ³ /t)	Metán (CH ₄) tartalom (%)
I.	<u>Állati trágyák</u>			
1.	Marhatrágya	25-30	40-50	60
2.	Sertés trágya	20-25	50-60	60
3.	Baromfi trágya	30-35	70-90	60
4.	Marha hígtrágya	8-11	20-30	60
5.	Sertés hígtrágya	7-8	20-35	60-70
II.	<u>Szántóföldi növények</u>			
1.	Silókukorica	20-35	170-200	50-55
2.	Kalászos teljesnövény	30-35	170-220	55
3.	Cukorrépa	23-25	170-180	53-54
4.	Répalevél	16-18	70-80	54-55
5.	Fűszénáz	25-50	170-200	54-55
III.	<u>Élelmiszeripari melléktermék</u>			
1.	Melasz	80-90	290-340	70-75
2.	Szőlőtörköly	40-50	250-270	65-70
3.	Gyümölcstörköly	25-45	250-280	65-70
4.	Sörtörköly	20-25	100-130	59-60
5.	Gabona szeszmoslék	6-8	30-50	58-65
IV.	<u>Kommunális hulladék</u>			
1.	Konyhai élelmiszer-hulladék	9-37	50-480	45-61
2.	Szennyvíziszap	5-24	35-280	60-72
3.	Zöldkaszálék	10-12	150-200	55-65

⁹3.4 Táblázat [Szubsztrát anyagok]

A feltüntetett táblázat alapján sokkal világosabb képet kapunk a négy osztály szerint besorolt alapanyagokról. A keverék elkészítéséhez használt állati trágyákat általában keverik szántóföldi növények és visszamaradt élelmiszeripari termékekkel, amivel

⁹ <https://www.medgyesegyhaza.hu/adat/htmlfiles/Biog%C3%A1z%20tech%20le%C3%ADr%C3%A1s.pdf>



eléri a magas gáz hozam és magas metántartalmat. A kommunális hulladékok esetén is jellemző ez a keverési módszer a szennyvíztelepeken.

A biogáz jó alternatívája lehet a jelenleg használt földgáz, propán és egyéb gázoknak. Az értékelésükhöz és a következtetések levonásához az előzőekben is használt összehasonlítási és számítási mechanizmushoz a fosszilis energiahordozók segítségével van szükség.

Jellemzők	Mértékegység	Biogáz	Földgáz	Propán	Metán	Hidrogén
Fűtőérték	MJ/m ³	22	36	94	36	11
Sűrűség	kg/m ³	1,2	0,7	2,01	0,72	0,09
Gyulladási hőmérséklet	C°	700	650	470	600	585
Robbanási koncentráció	%	6-12	4,4-15	1,7-10,9	4,4-16,5	4-77

¹⁰3.5 Táblázat [gáz adatok]

A 3.5 táblázatban feltüntetett biogáz fűtőértéke kisebb és még sűrűsége is magasabb azonban tökéletes alternatívája lehet a földgáznak. Azonban fűtőértékre azonos, de sokkal magasabb a széndioxid tartalma, amely csak erősítheti az üvegházhatású folyamatokat

¹⁰ <https://www.medgyesegyhaza.hu/adat/htmlfiles/Biog%C3%A1z%20tech%20le%C3%ADr%C3%A1s.pdf>



3.3 Fajlagos fogyasztás számítása

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

Az eddigiekben ismertetett adatoknak a segítségével a környezetterhelés állandó kiszámítása lehetséges. A környezetterhelési állandó megmutatja, hogy biogáz és földgáz üzemeltetés esetén melyik erőmű bocsájt ki több károsanyagot a leadott teljesítményéhez viszonyítva.

A számítás során elhanyagolásra kerülnek hatások és veszteségek, vagyis ideális esetet feltételezve történt a számítás.

A 3.5 táblázat értékei MJ/m³ értékben vannak megadva, de ezt egyszerűen átszámíthatjuk kWh/ m³ értékre egy osztással. Az átszámításhoz szükséges ismerni, hogy 1 kWh megfelel 3,6 MJ-nak így a három legfőbb gáznak a fűtőértéke a következőképpen alakul. Az értékek a 3.6 táblázat tartalmazza.

Energiatartalom	Átszámítás	1 · kWh = 3,6 MJ
21,6 MJ Biogáz	$\text{Biogáz} = \frac{21,6 \text{ MJ}}{3,6 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}}$	$\text{Biogáz} = 6,1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$
36 MJ Földgáz	$\text{Földgáz} = \frac{36 \text{ MJ}}{3,6 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}}$	$\text{Földgáz} = 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$
94 MJ Propán	$\text{Propán} = \frac{94 \text{ MJ}}{3,6 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}}$	$\text{Propán} = 26 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$

3.6 Kép [Energiatartalom számítás]

A számításhoz továbbá szükséges a 3.1 táblázatnak a CO₂ re és CH₄ re vonatkoztatott adatai. A Biogáz esetében mindkét szélső eset kiszámítása megtörténik (a legkisebb és legnagyobb CO₂ tartalomra számítva). A számításhoz időtartam bevezetése is szüksége, ez az időtartam 1 év és továbbra is tökéletes körülményeket feltételezve az év minden órájában üzemeltetjük a motort.



3.4 KTA számítása és kiértékelése

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A számításhoz az előzőekben kiszámított értékeket és a szakirodalmakból kikeresett információk alapján készült a számítás. A biogáz 48%-os CO₂ tartalommal lett figyelembe véve.

Biogáz KTA

$$\begin{aligned}
 GM &:= 10 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} & V_{\text{gáz}} &:= GM \cdot \text{Üzemidő} & KTA_{B_{\text{gáz}}} &:= \frac{1,4843 \cdot 10^5}{61835,3} \cdot 8760 \\
 \text{Üzemidő} &:= 8760 \cdot \text{h} & V_{\text{gáz}} &:= 10 \cdot 8760 & KTA_{B_{\text{gáz}}} &= 21027,5813 \frac{\text{Kw}}{\text{t}} \cdot \text{h} \\
 B_{\text{gáz}} &:= 6,1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} & V_{\text{gáz}} &= 87600 \text{ m}^3 & KTA_{F_{\text{gáz}}} &:= \frac{2,4333 \cdot 10^5}{2576,5} \cdot 8760 \\
 F_{\text{gáz}} &:= 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} & B_{\text{gázCO}_2} &:= 87600 \cdot 0,48 & KTA_{F_{\text{gáz}}} &= 8,2731 \cdot 10^5 \frac{\text{Kw}}{\text{t}} \cdot \text{h} \\
 & & B_{\text{gázCO}_2} &= 42048 \text{ m}^3 & & \\
 & & F_{\text{gázCO}_2} &:= 87600 \cdot 0,02 & & \\
 & & F_{\text{gázCO}_2} &= 1752 \text{ m}^3 & & \\
 F_{\text{gáz}} \text{tömeg} &:= \frac{F_{\text{gázCO}_2}}{0,680} & B_{\text{gáztermelt}} &:= \frac{V_{\text{gáz}} \cdot B_{\text{gáz}}}{3,6} & & \\
 F_{\text{gáz}} \text{tömeg} &= 2576,4706 \text{ t} & B_{\text{gáztermelt}} &= 1,4843 \cdot 10^5 \text{ kW} & & \\
 B_{\text{gáz}} \text{tömeg} &:= \frac{B_{\text{gázCO}_2}}{0,680} & F_{\text{gáztermelt}} &:= \frac{V_{\text{gáz}} \cdot F_{\text{gáz}}}{3,6} & & \\
 B_{\text{gáz}} \text{tömeg} &= 61835,2941 \text{ t} & F_{\text{gáztermelt}} &= 2,4333 \cdot 10^5 \text{ kW} & &
 \end{aligned}$$

3.7 Kép [KTA számítás]

GM = Gázmotor fogyasztása óránként.

Üzemidő 1 teljes év megszakítások nélkül.

A KTA kiszámításhoz először a motor által felhasznált gázmennyiség a gáz CO₂ tartalmának számolása illetve a termelt villamos teljesítmény is szükséges volt.

Ezek után a megtermelt teljesítmény osztva a CO₂ tartalommal és szorozva az üzemidővel jött ki az eredmény.

A kiszámított eredményekből tisztán látszik, hogy a földgáz esetében két nagyságrenddel nagyobb teljesítményére jut 1 tonna CO₂ szemben a biogázzal.

Az ilyen szempontok szerinti vizsgálódás esetében a biogáz sokkal környezet szennyezőbb, de a földgáz kitermelés káros hatásait sem szabad elhanyagolnunk.



4. Naperőművek

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A naperőművek, mint a nevük is takarja, a napfénynek a segítségével állítanak elő hőt vagy pedig villamos energiát. A villamos energia előállítására két féle mód létezik, amelyeket úgy lehet megkülönböztetni, mint közvetett és közvetlen energia előállítási módszer. A közvetlen, amikor közvetlenül a napsugarak energiájának segítségével úgynevezett fotovoltikus hatás segítségével állítjuk elő a villamos energiát. A közvetett módszernél a napsugarak energiájával egy közvetítő közeget melegítünk, amely lehet só, olaj, víz és gőzt fejlesztünk a hőből. A gőz segítségével hajtjuk meg a turbinákat és így lehetséges a villamos energia előállítás.

A naperőműveknek a termelési karakterisztikája nem azonos a fosszilis üzemanyagot használó erőművekével, mivel ha nem süt, a nap az erőmű sem tud termelni ezért igen kitettek az időjárási viszonyosságoknak. Az ilyen ingadozó termelésük miatt nehezen tudná kiváltani a hagyományos üzemanyagú erőműveket.

A magyarországi viszonylatban a legjellemzőbb és legelterjedtebb lakossági szinten is a Napelem és a Napkollektor, de a magas napsütéses órákkal rendelkező országokban is előszeretettel használják.

A magyarországi viszonylatban nem gazdaságos a nagyterület igényrel rendelkező naphőerőművek létesítése mivel a napsütéses órák száma nem elegendő továbbá a területi igény is hatalmas.

A nap által kibocsátott fénysugaraknak, az energiájának csak egy része éri el a föld felszínét, de az égbolt felhősségétől is függ az energia mennyisége. A besugárzás mértékét három csoportba tudjuk beosztani, ami a következő

<i>Felhősség</i>	<i>Tiszta</i>	<i>Felhős</i>	<i>Borús</i>
<i>Besugárzás [W/m^2]</i>	1000	750	500

¹¹4.1 Táblázat [besugárzási mérték]

¹¹ <http://www.napelemesek.hu/napenergia.php>



4.1 Naperőmű típusai

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A naperőművek hajtóanyaga a napfény, amelynek erejével tudjuk üzemeltetni az egyes típusokat. A legelterjedtebb az előzőekben is már említett napelem és napkollektor. A naperőműveket három fő csoportba lehet sorolni és az egyes fő műszaki kialakítások szerinti lehet megkülönböztetni őket.

Név	Angol név	Előállít	Kialakítás
Napelem	Photo Voltaics	Villamos energia	Szigetüzem, hálózatra integrált
Naphőerőmű	Concentrated Solar Power	Villamos energia, hő	Szigetüzem, hálózatra integrált
Nap kollektor	Solar Collector	Thermal Hő, HMV	Házi kiserőmű

4.2 Táblázat [naperőmű típusok]

A napelem a legelterjedtebb és egyben a legegyszerűbb megoldás ezzel szemben a naphőerőművek nem annyira jelentős réteget alkotnak, mivel hatalmas területigényük van és üzemeltetési költségük is jelentős. A napkollektor a közel-keleti országokban elterjedt és kedvelt mivel a magas napsütéses órák száma és enyhe telek miatt könnyen kialakítható akár házilag is.



4.2 Naphőerőmű

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A naphőerőművek, mint a nevük is mutatja nagy ipari létesítmények, amelyekben villamos energiát, gőzt néhány esetben pedig HMV-t (Használati melegvizet).

A naperőműveket több szempont szerint csoportosíthatjuk, mint például helyigény, létesítmény felépítése vagy pedig az előállított energia, energia közvetítő közeg, amely lehet só, olaj, víz ez persze függ attól is, hogy milyen maga a kialakított rendszer.

A rendszerezésük legegyszerűbb megoldása, ha csak rájuk legjellemzőbb vonásai alapján tesszük meg.

Név	Előállít	Jellemzői
Napteknő	Villamosenergiát gőzturbina segítségével, gőzt ipari felhasználásra, távhőt és HMV-t	Parabola tükrök segítségével működik, egy üveg csövet melegít
Naptorony	Villamosenergiát, ipari gőzt, távhőt és HMV-t	Nagyméretű tükrökkel melegít egy úgynevezett kazánt
Napkémény	Villamos energiát	A kéményhatás, vagyis huzat segítségével hajt meg egy turbinát.

4.3 Táblázat [Naperőművek jellemzői]



4.2.1 Napteknő

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A napteknős villamos energia előállításának elve, hogy egy teknő alakú tükör segítségével összegyűjtik a napsugarakat. A tükrök gyűjtőpontjába helyeznek egy csövet, amelyben folyadékot keringetnek és a felmelegített közvetítő közeg segítségével termelnek gőzt, ami a turbinák meghajtásához szükséges. Ezen felül, ha lakott terület közelében létesül az erőmű a vissza hűlt vizet akár távhőként is használhatják, amely jelentősen csökkentheti a villannyal, földgázzal fűtött lakások igényeit, persze ehhez hatalmas csőrendszert szükséges kiépíteni.

Mivel ehhez az erőmű típushoz igen nagy terület szükséges ezért ez nem igazán elterjedt továbbá a környezet terhelése az élővilágra és a lakosságra egyaránt magasa ezért sivatagos vagy lakatlan területen érdemes létesíteni. A másik nagyon fontos létesítési szempontja, hogy a napsütéses órák száma minél magasabb legyen, így egész évben tud termelni. Az ilyen erőműtelepek gyűjtő tükröit ellátják napkövető automatikával is, hogy elérjék a legmagasabb hatásfokot.

Az ilyen napteknős erőműveknek életciklusuk alatt két nagy kibocsátási fázisuk van hasonlóan a többi nap által hajtott erőműhöz. Az egyik legnagyobb a gyártás során keletkező a másik pedig a leszerelés és újrahasznosítás után keletkező károsanyag kibocsátás. Fontos, hogy tisztában legyünk, hogy pontosan milyen anyagok felhasználásával készülnek el ezek az erőműtelepek.



¹²4.4 Kép [napteknő]

¹² <https://www.origo.hu/tudomany/20070709-nevada-solar-one-hatalmas-termikus-naperomu.html>



A napteknős erőmű park felépítéséhez a legnagyobb mennyiségben használt anyagok jellemzően a beton magának a tartószerkezetnek a rögzítéséhez. A tartószerkezetet rozsdamentes acélból készítik. Az tükör foncsorrészének alkotóelem pedig nem más, mint alumínium.

Az előállítási energia szükségletek ismertetéséhez a következő táblázat segítségével lehet tájékozódni.

Név	Energia szükséglet MWh/t
Alumínium	57,5
Rozsdamentes acél	14,7
Üveg	1,47
Beton	0,38

¹³4.5 Táblázat [energia szükségletek]

¹³ A táblázat adatai Dr. Kádár Péter Erőművi externáliák c. anyaga alapján



4.2.2 Naptorony

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A naptorony felépítése körkörös mivel a középpontjában maga az erőműtelep található egy magas torony tetején pedig a kazán, amelyet körkörösén elhelyezett tükrök vesznek körbe. A tükröket úgy állítják be, hogy a fókuszpontban a torony teteje, vagyis a kazán legyen.



¹⁴4.6 Kép [naptorony]

A kazánban általában magas forráspontú anyagot melegítenek, mint például az előzőekben említett olaj vagy pedig a só. A napteknős erőműhöz sokdologban hasonlít olyanokban, mint a nagy terület igény a hasonló szerkezeti anyag felhasználás és az időjárás függőség.

¹⁴ https://magyarnarancs.hu/bionarancs/naperomuvek_-_tuzesen_sut_le-72250



4.2.3 Napkémény

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A napkémény manapság még csak kísérleti fázisba van, inkább elvi megvalósíthatósága teszi fontossá. A számításokból azonban kimarad mivel nincs meg létjogosultsága. A működése a fejezetben is már felvetett mechanizmuson tehát a kémény elven, vagyis egyszerűbben a huzat elvén működik.



¹⁵4.7 Kép [napkémény]

Ahogy a képes is látható nagy terület lefedését igényli maga a torony. A működése a huzaton alapszik, vagyis a lefedett terület alatt felmelegedett levegő nagy sebességgel távozik a kéményen. A kéményben úgy helyezik el a turbinát, hogy a felszálló levegő hatására forogjon és így állítanak elő villamos energiát. A teljesítménye azonban jelenleg jóval elmarad egyéb nap által hajtott társaitól.

¹⁵http://www.sze.hu/~mgergo/EnergiatudatosEpulettervezes/02_KORABBI_HALLGATOI_MUNKAK/2013/Erd%C5%91s_Evelin_Napk%C3%A9m%C3%A9ny.pdf



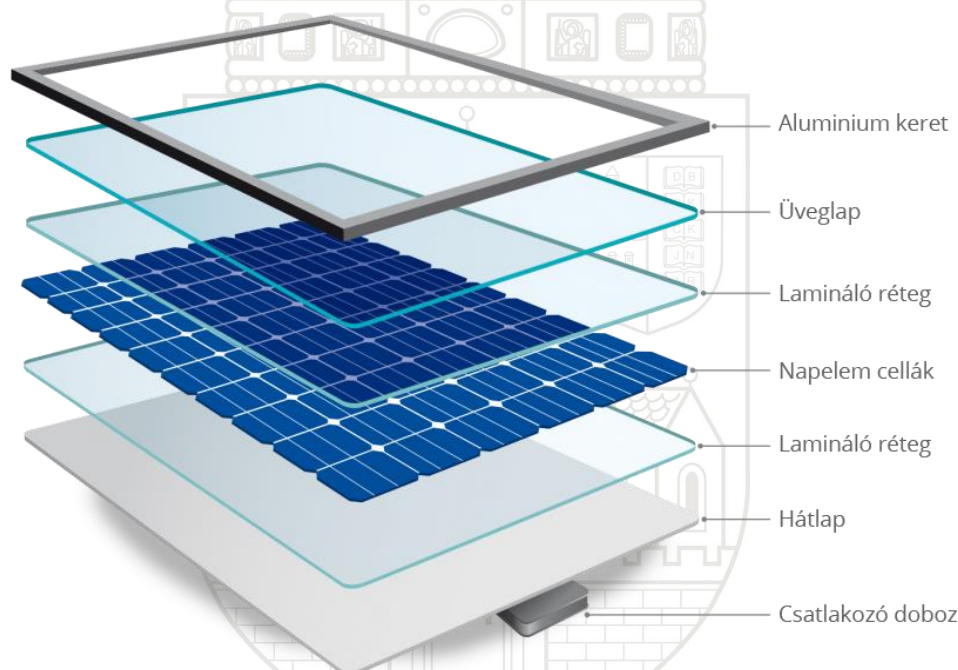
4.3 Napelem

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A napelem angol nevén Photo Voltaics közvetlen villamos energia előállítására képes.

Hatalmas előnye az erőművekkel szemben, hogy nem kell erőmű épület, generátorok sokasága mivel itt azonnal a villamosenergia hálózatra tudnak rátermelni. A lakossági felhasználás körében is igen elterjedt és kedvelt megoldás ez. A napelemet többen úgy említik, mint 100%-os zöld energia azonban ez nem teljesen igaz.

Azonban az előnyének is megvan a hátránya mégpedig, hogy csak a napsütéses időben működő erőművek legyen az kis háztartási vagy nagyobb méretű nagy lökésekkel illetve feszültség emelkedést is produkálhat.



¹⁶4.8 Kép [napelem]

A napelem cellákat szilícium felhasználásával készítik. A napelemek celláinak két legelterjedtebb fajtája a monokristályos és a polikristályos. Az elnevezésen kívül több tulajdonságuk is különbözik.

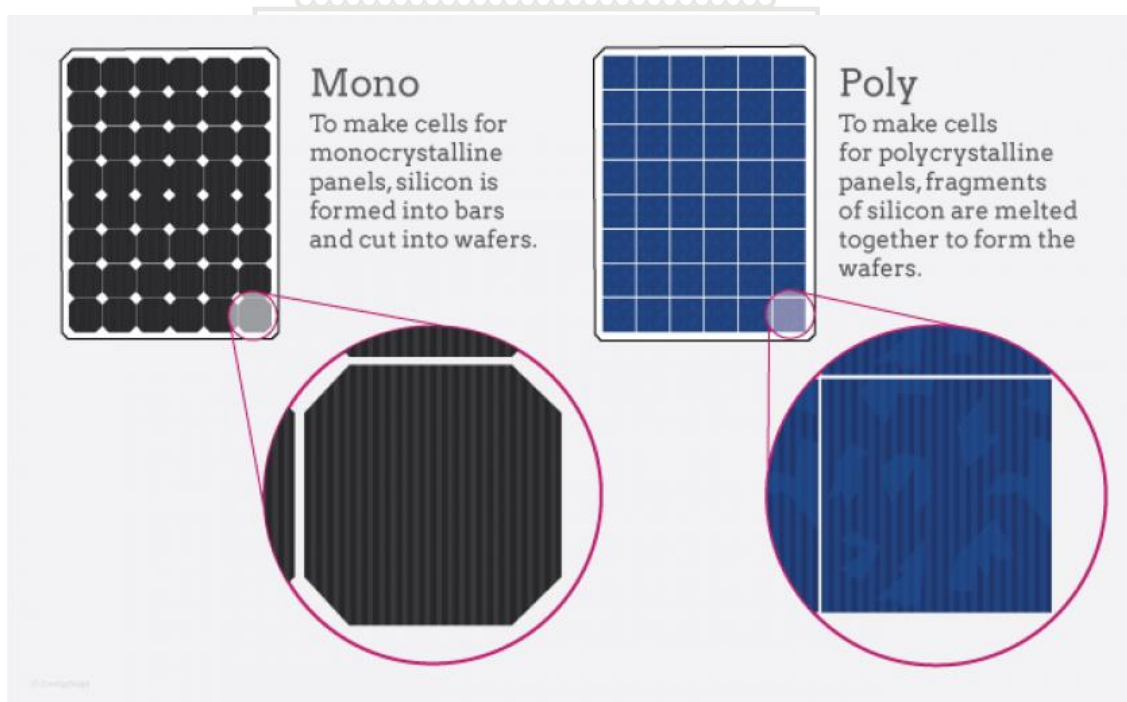
A hatásfoka a monokristályos technológiával készült egységnek 16-19% ezzel szemben a polikristályos típusúnak csak 14-18% közötti a hatásfoka. A gyártási technológiájuk is

¹⁶ <https://easysolar.guide/organic-solar-cells-vs-inorganic-solar-cells/>



különböző annyi a közös bennük, hogy a szilícium hevítése után formázzák, illetve szennyezik őket a megfelelő tulajdonságok elérése érdekében.

Monokristály esetén 1000°C – ig melegítik az anyagot és egy rudat belemártva kihúzzák és az így készült szilícium rudakat dermedés után nyolcszög alakúra formázzák. A formázás után szeletelik, illetve be barázdázzák, hogy csökkentsék a fényvisszaverésüket. Polikristályos megoldásnál vákuumban hevítik fel a szilíciumot, és amikor folyós állagúra olvadt akkor kiöntik grafitformákban és itt kezdődik le a kristályosodása. A kikristályosodás több pontból megy, végre ezért nevezik polikristályosnak ezt a típust. A hűlése után felszeletelik és így kapják meg a lapokat, amelyek a napelempanelekben vannak.



¹⁷ 4.9 Kép [napelem mono és poly kristályos]

¹⁷ <https://sisolar.hu/polikristalyos-napelem/>



4.4 Napkollektor

A napkollektorokat a napelemmel a laikusok gyakran keverik össze egymással. A különbségüket igen egyszerűen elmagyarázhatjuk, mégpedig úgyhogy a napkollektor melegvizet állít elő addig a napelem villamos energiát.

Az előállított melegvizet lehet mosogatáshoz, fürdéshez vagy akár fűtésrészegítésre is használni ezekkel a lehetőségekkel is csökkentve a földgáz, villamosenergia felhasználást.

A napkollektorok felépítés szerint lehetnek nyitott vagy zárt rendszerűek. A két típus közötti különbség, hogy a nyitott rendszernél közvetlenül azt a vizet melegíti fel a nap, amelyet elhasználunk ezért Magyarországon nem jellemző ez a fajtakialakítás. A zárt rendszerű kivitel esetén a nap egy közvetítő folyadékot melegít fel és ez adja át a hőjét a felhasználni kívánt víznek.



¹⁸4.10 Kép [napkollektor]

¹⁸ <https://www.tiszaenergiak.hu/napelem-vagy-napkollektor-hogy-is-van-ez/>



4.5 Károsanyag kibocsátás

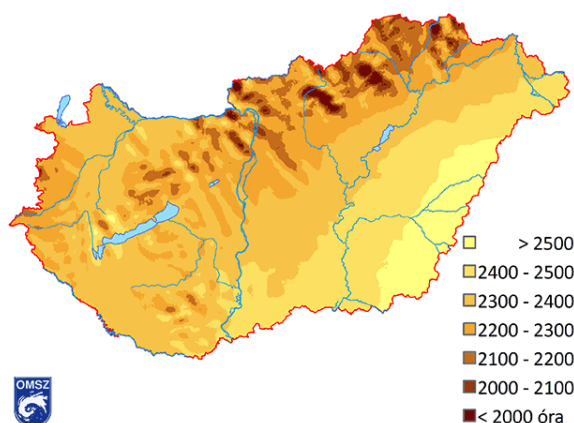
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A legjellemzőbb a széndioxid kibocsátás, de emellett vannak specifikus csak az adott termelőre jellemző károsanyag kibocsátások, amelyeket a táblázatban feltüntetve lehet megtalálni.

ERŐMŰ TÍPUSA	Co ₂ / kWh	Specifikus károsanyag
NAPELEM	50-200 g	Szilícium, Hidrogén klorid
NAP KOLLEKTOR	170-200 g	Bór
NAP TEKNŐ	17-200 g	Olaj
NAPTORONY	170-200 g	Só

¹⁹4.11 Táblázat [fajlagos károsanyagok]

A táblázatból is jól látszik, hogy a napelemnek a legkisebb a fajlagos széndioxid kibocsátása. Azonban azzal a ténnyel nem tudunk mit kezdeni, hogy az újra hasznosítására még nincsen egy gazdaságos és biztos módszer. A kiéget, törött, leszerelt napelemeknek a nagy része szeméttelpeken, a földben elásva végzi.



²⁰4.12 Kép [napsütéses órák száma]

¹⁹ A táblázat adatai Dr. Kádár Péter erőművi externáliák c. anyaga alapján

²⁰ <https://napelemtanacsok.hu/magyarorszag-napenergia-felhasznalasa/>



4.6 KTA számítása

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A számításhoz szükséges egy időalap hasonlóan az előzőekben bemutatotthoz azonban itt figyelembe véve a napsütéses órák számát mivel éjjel nem termelnek a naperőművek.

KTA Napelem

$$NS_{\text{Max}} := 2500 \text{ h}$$

$$NS_{\text{Min}} := 2000 \text{ h}$$

$$NS_{\text{Átl}} := \frac{NS_{\text{Min}} + NS_{\text{Max}}}{2}$$

$$NS_{\text{Átl}} = 2250 \text{ h}$$

$$P_{\text{napelem}} := 0,3 \text{ kWp}$$

Éves termelés

$$MAX_{\text{ter}} := P_{\text{napelem}} \cdot NS_{\text{Max}}$$

$$MAX_{\text{ter}} = 750 \text{ kWh}$$

$$MIN_{\text{ter}} := P_{\text{napelem}} \cdot NS_{\text{Min}}$$

$$MIN_{\text{ter}} = 600 \text{ kWh}$$

$$\text{ÁTL}_{\text{ter}} := P_{\text{napelem}} \cdot NS_{\text{Átl}}$$

$$\text{ÁTL}_{\text{ter}} = 675 \text{ kWh}$$

$$CO_2 := 200 \frac{\text{g}}{\text{kWh}}$$

$$CO_{2\text{anyagMAX}} := 200 \cdot 750$$

$$CO_{2\text{anyagMAX}} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ g}$$

$$CO_{2\text{anyagMIN}} := 200 \cdot 600$$

$$CO_{2\text{anyagMIN}} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ g}$$

$$CO_{2\text{anyagÁTL}} := 200 \cdot 675$$

$$CO_{2\text{anyagÁTL}} = 1,35 \cdot 10^5 \text{ g}$$

$$KTAMax := \frac{0,3}{1,5 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}} \cdot 2500$$

$$KTAMax = 5000 \frac{\text{Kw}}{\text{t}} \cdot \text{h}$$

$$KTAMin := \frac{0,3}{1,2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}} \cdot 2000$$

$$KTAMin = 5000 \frac{\text{Kw}}{\text{t}} \cdot \text{h}$$

$$KTA\text{Átl} := \frac{0,3}{1,35 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}} \cdot 2250$$

$$KTA\text{Átl} = 5000 \frac{\text{Kw}}{\text{t}} \cdot \text{h}$$

4.13 Kép [KTA számítás]

NS a napsütéses órák számára utal ahol található maximum minimum és átlag érték is a számításhoz az adatok a 4.10-es képen találhatóak. A termelések hasonlóan három formátumban találhatóak minimum maximum és átlag. Az egyes értékekhez tartozó



CO₂ mennyiségek grammokban vannak megadva ezért a számítás során szükséges volt átváltani őket tonna mértékegységbe ezért kapta tíz a mínusz hatodikoson szorzót.

A számítások alapján jól látszik, hogy a napsütéses óráknak a száma, vagyis az úgynevezett tüzelőanyag mennyiség nem változtatja meg a károsanyag kibocsátást. A napelemeknek a széndioxid kibocsátására állandó értékkel lehet tekinteni.

A számítások alapján úgy tűnik, mintha a napelemeknek lenne a legpozitívabb a mutatójuk azonban ez nem igaz.

A mutató értelmezésénél figyelembe kell venni, hogy 1 tonna előállított CO₂-re 5000 kWh megtermelt teljesítmény jut ezzel szemben az eddigiekben számított erőművek esetén sokkal nagyobb értékek jöttek ki. Azonban fontos megjegyezni, hogy ez 1 éves ciklusra vetítve tekinthető és életciklusa egy napelem panelnek 20-25 év is lehet, de nem állítja elő ugyanazt a mennyiségű CO₂-ot csak életciklus során egyszeri esetben.

Ennek az a magyarázata, hogy a napelem nagyban függ az időjárástól így nem tud folyamatosan termelni ellentétben a többi típusú erőművel.

A számításokból csak a napelemre vonatkoztatott értékek kiszámítása történt meg ennek indoka, hogy ez a legelterjedtebb, legrelevánsabb és legismertebb mindenki számára.



5. Szél erőmű

A szelet a civilizációnk jól ismeri annak mind pozitív és negatív hatásait. A régebbi időkben a mai szél erőművekhez hasonló építményekkel azonban nem villamos energiát termeltek, hanem őrlésre használták ki a szél által meghajtott lapátokat.



²¹5.1 Kép [szélmalom]

A farmokon a víz szivattyúzására is alkalmazható a szél energiája. A szélenergiát átalakítva lehet elérni, hogy őrlés helyett víz átemelőként működjön a szélkerék



²²5.2 Kép [szélkerék]

²¹ <https://www.utazzitthon.hu/latnivalo/karcag/szelmalom-1223>

²² <https://www.piqsels.com/hu/public-domain-photo-fdpxf>



A szélérőműveknek két típusa ismert egyik az úgynevezett horizontális másik a vertikális típus. A két kialakítás között hatalmas differenciák vannak és nem csak költségben, károsanyag kibocsátásban, méretben, hanem telepítési lehetőségekben is.



²³5.3 Kép [Vertikális szélgenerátor]

A vertikális szélérőműnek számos előnye van, amely nem csak a kibocsátásban jelentkezik

Az előnyeinek számos hasznát tudjuk venni ilyen például a könnyű szerkezet ez által több ezer m³ betont, lehet megspórolni illetve sokkal helytakarékosabb.

A hatásfoka 40% szemben a hagyományos szélérőművel, amelynek 25%-os a hatásfoka van.

Azonban nagy hátránya, hogy jelenleg még nem olyan elterjedt, mint a hagyományos szélérőmű pedig a városokban jó alternatívája lenne a villamos energia termelésnek.

²³ https://www.szepezold.hu/szeretned_otthonra_zoldenergia_1x1

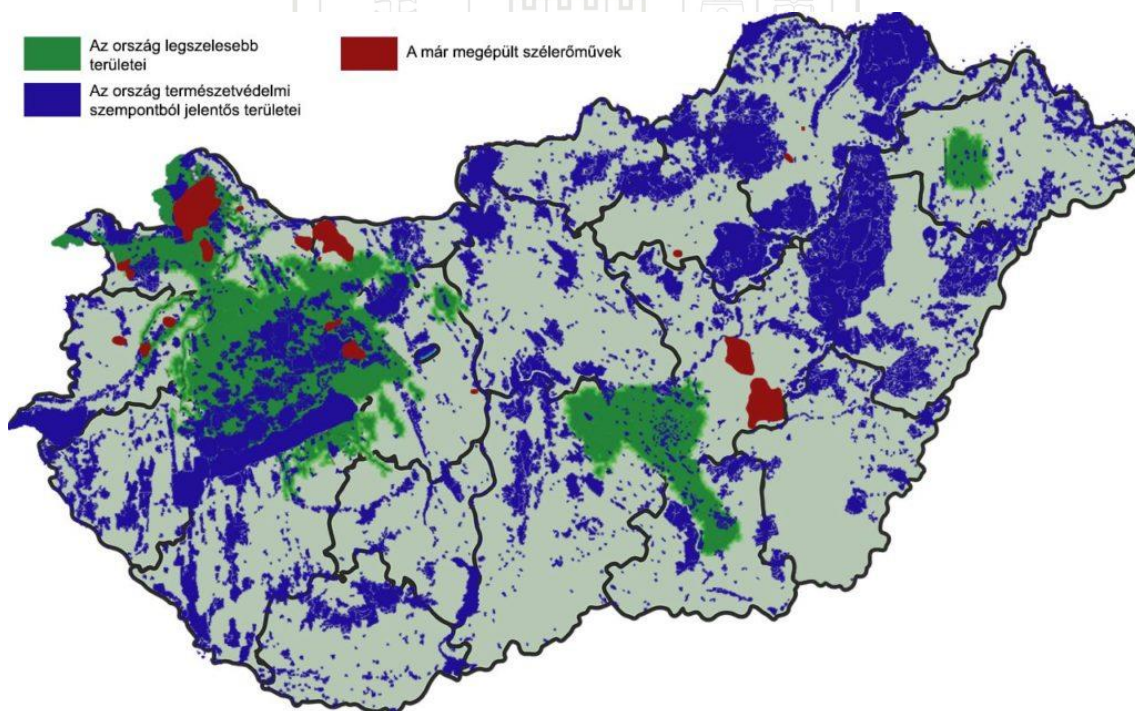


Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

²⁴5.4 Kép [horizontális szélgenerátor]

A hagyományos szélörőműveknek a felépítése igen drága nagy helyigény miatt a városok közelében nem létesíthetők inkább a gyéren lakott területeken van létjogosultságuk.

A magyarországi viszonylatban a szélörőművek nem annyira jellemzőek megújuló energiaforrásként, mint a tenger mellett fekvő országok esetében ennek oka az, hogy Magyarországon kevés a megfelelően széles hely a telepítésre és kevés az olyan hely ahol még nincs vagy nem környezetvédelmi táj.



²⁵5.5 Kép [széltérkép]

²⁴ <https://engineer.decorexpro.com/hu/eco-energy/generators/kak-proizvesti-raschet-vetrogeneratora.html>

²⁵ <https://xforest.hu/szeleromu/>



Az 5.5 képen jól látszik, hogy az ország teljes egészéhez képest mennyire kis területen létesíthető szélérőmű és milyen sok esik védett terület közelségébe. Ezért is nagyon nehéz a szélérőművek létesítése, engedélyeztetése továbbá nagyon sok magánterület esetén a környékeliek beleegyezése is szükséges megépítéséhez.





5.2 Szélerőmű káros hatások

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

A szélerőművek esetén a káros hatásokat nem lehet olyan pontosan bemutatni, mint egy szén vagy lignit tüzelésű esetleg egy biomassza hajtású erőmű esetén. A vadvilágra gyakorolt hatásuk és újrahasznosíthatóságuk mentén szükséges elindulni.

A szélerőművek legnagyobb jelenlegi akadálya az újrahasznosíthatóság, amely ebben az esetben a lapátokat érinti.



²⁶ 5.6 Kép [szélerőmű lapát]

Ahogy a képen is kivehető hatalmas méretű lapátok készülnek, amelyeknek a szállítása igen bonyolult és körülményes. Azonban hiába nagyon tartósak, strapabírók és ellenállnak nagy szélnek illetve az időjárási viszontagságoknak, ezeknek is egyszer lejár élettartamuk.

Az élettartamuk végén, amikor már rugalmasságukat elvesztették a lapátok leszerelik őket és ezután két súlyosan környezetkárosító, de eltérő technológiai megoldású folyamat folyhat le.

Az első folyamat, amely kevésbé károsnak tűnhet, hogy mély gödrökbe feldarabolva behelyezik a lapátokat és elföldelik őket.

A másik megoldás sem sokkal környezet barátabb mivel ott feldarabolás és aprítás után egy erőműben végzi, ahol elégetik ezzel is növelve a károsanyagkibocsátást.

²⁶ <https://www.pto.hu/83-meteres-szeleromu-lapatot-nem-egyszeru-szallitani-kanyarban/>



5.3 Káros anyagkibocsátások

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

Az élővilág és a földterületek szennyezése mellett nem szabad elhanyagolni azt a tényt, hogy a hagyományos szélérőműveknek a károsanyag kibocsátása életciklusuknak elején és legvégén leszerelésüknél keletkezik.

Mivel Magyarországra nem annyira jellemző hatalmas mértékben a szélérőmű ezért itt az előzőkhez képest nem készül számítás.

Fajlagos anyagszükséglet

Beton
352 kg/kW

Acél
98 kg/kW

Az évi 4 000 kWh
előállításához** szükséges
szerkezeti anyag

Beton
201 kg

Acél
56 kg

²⁷5.7 Kép [Szélérőmű fajlagos anyagigény]

A számítások az 5.7-es kép és az a 4.5-ös táblázat segítségével készültek.

Az átlagos szeles időtartamnak a meghatározása már egy nehezebb feladatnak bizonyult ezért az éves órák számának felével történt a számítás.

Szél erőmű

$$T_{szél} := \frac{8760}{2}$$

$$T_{szél} = 4380 \text{ h}$$

$$Beton := 0,38 \frac{MWh}{t}$$

$$BetonCO_2 := 0,5 \text{ t}$$

$$Acél := 14,7 \frac{MWh}{t}$$

$$AcélCO_2 := 1,83 \text{ t}$$

$$P_{szél} := 200 \text{ kW}$$

$$Szélter := 200 \cdot 4380$$

$$Szélter = 8,76 \cdot 10^5 \text{ kWh}$$

$$Betonössz := \frac{8,76 \cdot 10^5}{0,38 \cdot 10^3}$$

$$Betonössz = 2305,2632 \text{ t}$$

$$Acélössz := \frac{8,76 \cdot 10^5}{14,7 \cdot 10^3}$$

$$Acélössz = 59,5918 \text{ t}$$

$$BetonösszCO_2 := 2305,2632 \cdot 0,5$$

$$BetonösszCO_2 = 1152,6316 \text{ t}$$

$$AcélösszCO_2 := 59,5918 \cdot 1,83$$

$$AcélösszCO_2 = 109,053 \text{ t}$$

$$KTA_{szél} := \frac{200}{1152,6361 + 109,053} \cdot 4380$$

$$KTA_{szél} = 694,3073 \frac{kW}{t} \cdot h$$

5.8 Kép [KTA számítása]

A számításhoz a két fő alapanyag az acél és beton mennyiségének számításával kezdődött ezt egyszerű volt meghatározni a fajlagos anyagigény táblázat segítségével. Az egy tonna előállítása során légkörbe kerülő CO₂ mennyiségét szakirodalmakban

²⁷ https://megujulok-maskent.blog.hu/2012/10/02/vas_es_acel



talált adatok segítségével lett számítva. A KTA-ja igen alacsony ez azt jelenti, hogy nagyon magas kevés teljesítmény jut 1 tonna kibocsátott széndioxidra. Azonban ez közel nem így van, mivel az életciklusa során évente ezt az értéket adná le, ha fosszilis erőmű volna. A napelemekhez hasonlóan egyszer keletkezik hatalmas mennyiségű CO_2 mégpedig a gyártásuk vagy telepítésük során és ezt a megtermelt maximális mennyiséget kell a teljes életciklusra vetíteni.





6. KTA számítás kiterjesztése

A KTA (Környezet Terhelési Állandó) nagyon hasznos az erőművek jellemzésében mivel ezzel a mutatóval bármely erőművet vizsgálhatunk.

Az erőművek vizsgálata során fontos, hogy a megfelelő háttér ismeretek és információknak a tudatában lenni a számítások elvégzése és kiértékelése miatt.

A számítások során fontos, hogy mindig a több forrásból való ismeret kezelésével. A sok információ által könnyebb az egyes erőműtípusok kibocsátásának lemodellezése és a valósághoz közel álló szennyezések megállapítása.

A KTA kiszámítását minden egyes erőmű típusra elvégezhetjük a fontos adatok ismeretében, mint például a fő szerkezeti elemeknek az összetétele fajlagos kibocsátása, az erőmű teljesítménye.





7. Végkövetkeztetések

A szakdolgozatban különféle technológiájú és típusú erőműveket vizsgáltam. Megállapítottam, hogy a villamos energia előállítása során a hétköznapi feltételezésekkel ellentétben egyik erőmű sem karbon semleges csak nagyságrendekkel kisebb a kibocsátása egyes típusoknak, mint például egy fosszilis erőműnek.

A számítások során egy év üzemidőre lettek elvégezve. Ez okozhatott a vártnál magasabb eltéréseket az erőművi kibocsátások között.

A társadalom számára a leghasznosabb eredményemnek azt tartom, ahol a fosszilis és megújuló tüzelőanyagokat került összehasonlításra. Ezen eredményekkel álláspontom szerint a lakosság ösztönözhető lenne az átállásra, váltásra.

A kezdeti feltételezéseimhez képest a legnagyobb különbség a földgáz és biogáz kibocsátás eredményei között keletkezett. E szerint a földgáz jóval környezet barátabb mint a biogáz. Azonban azt a tényezőt nem szabad elhanyagolni, hogy a földgáz készletek végesek. Ennek okán a biogázra való átállást és a technológiai hatékonyság növelését a CO₂ kibocsátás mérséklésének érdekében fokozni javasolt.

E mellett kiemelném a számítási eredmények közül azt, hogy a biomassza és lignit tüzelésű erőművek kibocsátása közötti alacsony különbséget. Kutatási eredményeim alapján, a biomassza technológián alapuló erőművek kisebb mértékben bocsátanak ki széndioxidot, mint a hagyományos fosszilis erőművek.

Az általános vélekedés alapján a fa vagy biomassza karbonsemleges, mivel növekedése során annyi széndioxidot köt, meg amelyet elégetés során kibocsát. Ezen állítás alátámasztására szolgáló kutatási eredményt szakirodalom kutatásom során nem találtam.



7.2 Conclusion

In this thesis I have studied different types and technologies of power plants. I have found that, contrary to common assumptions, none of the power plants used to generate electricity are carbon neutral, but that some types of power plant have orders of magnitude lower emissions than, for example, a fossil-fuel power plant.

The calculations were carried out for a one-year operating life. This may have caused higher than expected differences in plant emissions.

I consider my most useful result for society to be the one where fossil and renewable fuels were compared. With these results, I believe that the population could be encouraged to switch.

Compared to my initial assumptions, the biggest difference was between the results for natural gas and biogas emissions. According to this, natural gas is much more environmentally friendly than biogas. However, the fact that natural gas supplies are finite should not be neglected. For this reason, the switch to biogas and the increase in technological efficiency are recommended to be stepped up in order to reduce CO₂ emissions.

In addition to this, I would like to highlight the low difference in emissions between biomass and lignite-fired power plants. According to my research results, power plants based on biomass technology emit less carbon dioxide than conventional fossil power plants.

It is commonly believed that wood or biomass is carbon neutral because it sequesters as much carbon dioxide as it grows and emits as much when it burns. I have not found any research evidence to support this claim in my literature search.



8. Irodalom jegyzék

- (dátum nélk.). Forrás: <https://hugas.met.com/hu/fyouture/energia/biomassza/1159>
- (dátum nélk.). Forrás: https://www.muszeroldal.hu/assistance/Legszennyezok_hatasai.pdf
- (dátum nélk.). Forrás: http://www.foldgaz.hu/Amit_a_foldgazrol_tudni_kell/Biogaz.aspx
- (dátum nélk.). Forrás:
http://oki.antsz.hu/files/dokumentumtar/Az_egyes_legszennyezok_egeszsegkarosito_hatasai.pdf
- (1998). Forrás: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp116.pdf>
- (2007. Augusztus 17). Forrás: <https://szabadfold.hu/tudomany/energiagyujto-naptekno-200056/>
- (2013. Május 25). Forrás: <https://docplayer.hu/16117129-A-pirolizis-elve-es-folyamata-pirolizis-technologiak-kulonbozo-alapanyagok-es-hulladekok-pirolizise.html>
- (2015. Február 2). Forrás: <http://www.levegominoseg.hu/tulajdonsag>
- (2021. Április 22). Forrás: <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/erdogazdalkodas/103308-ujabb-nehezsegekkel-nezhetnek-szembe-a-hazai-erdogazdalkodok>
- Ajkai erőmű.* (dátum nélk.). Forrás: <https://biomassza.veolia.hu/telephelyek/ajkai-eromu/>
- András, M. (2020. Augusztus 21). Forrás: <https://www.portfolio.hu/uzlet/20200821/sulyos-kovetkezmenyei-lesznek-ha-nem-oldjuk-meg-a-hasznalt-napelemek-ujrahasznositasat-445544>
- Balázs, F. (2020. Május 27). Forrás: <https://www.mnnsz.hu/hogyan-keszul-a-napelem/>
- BME. (dátum nélk.). Forrás: <https://docplayer.hu/18190042-Tuzeloanyagok-es-jellemzoik-biomassza-hasznositas.html>
- BME. (dátum nélk.). Forrás:
http://energia.bme.hu/~kaszas/Energetika%20II/1_Energiahordozok-1.pdf
- Climfoot.* (dátum nélk.). Forrás: <https://www.climfoot-project.eu/hu/mi-az-emisszi%C3%B3s-faktor>
- Dávid, M.-K. (dátum nélk.). Forrás: https://www.unimiskolc.hu/~elkmkd/%C5%90sz%C3%A9l%C3%A9v/Energiaforr%C3%A1sok%20%C3%A9s%20er%C5%B1vek-N-L/GEVEE518-B_Energiaforr%C3%A1sok%20%C3%A9s%20er%C5%B1vek_04-06.pdf
- Dorogi erőmű.* (dátum nélk.). Forrás: <https://biomassza.veolia.hu/telephelyek/dorogi-eromu/>
- Erzsébet, B. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.levego.hu/kapcsolodo-anyagok/az-ozonreteget-es-az-eghajlatot-karosito-klorozott-es-fluorozott-gazok-unios/>
- Éva, F. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.enfo.hu/node/3023>
- Georgina, D. N. (2018). Forrás:
<http://www.hermanottointezet.hu/sites/default/files/4.%20Nagy%20Georgina.pdf>
- Guidetti, F. (2017. Augusztus 28). Forrás: <https://www.geoplastglobal.com/en/blog/energy-consumption-production-of-concrete/>
- Ilona, E. (2018. Július 27). Forrás: <https://ng.24.hu/fold/2018/07/27/megsem-kornyezetbarat-a-fatuzeles-es-eromu/>
- István, D. G. (dátum nélk.). Forrás: <https://mtvsz.hu/dynamic/biomassza-dilemma2.pdf>
- John, S. (2020. Szeptember 14). Forrás: <https://masfelfok.hu/2020/09/14/fosszilis-csapda-vagy-athidalo-technologia-foldgaz-szerepe-energetika-klimavaltozas/>
- József, D. H. (2009. December). Forrás:
<https://www.medgyesegyhaza.hu/adat/htmlfiles/Biog%C3%A1z%20tech%20le%C3%ADr%C3%A1s.pdf>
- József, D. H. (2009. December). Forrás:
<https://www.medgyesegyhaza.hu/adat/htmlfiles/Biog%C3%A1z%20tech%20le%C3%ADr%C3%A1s.pdf>
- KSH. (dátum nélk.). Forrás: https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ua002d.html
- KSH. (2009. Július 28). Forrás: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/jel/jel309052.pdf>
- KSH. (2015. November). Forrás:
<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/uveghazhatas.pdf>



- László, D. E. (2004. Február). Forrás: <https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/emhoszendioxid.pdf>
- Lilla, B. H. (2021. Február 25). Forrás: <https://www.vg.hu/cegvilag/2021/02/eloszor-a-gazblokkot-kell-megepiteni-2>
- Linde. (2013. Január 16). Forrás: https://www.lindegas.hu/en/images/R116%20%28Hexafluor-et%C3%A1n%29%201.1_tcm70-417826.pdf
- Linde. (2014. November 13). Forrás: https://www.lindegas.hu/hu/images/r449a%201-0-2020-01-29_tcm71-631221.pdf
- Megújuló Energiák.* (dátum nélk.). Forrás: <http://www.megujuloenergiak.eu/vertikalis-szelgenerator>
- Metán.* (dátum nélk.). Forrás: http://ecseri.puskas.hu/oktseged/prezentaciok/kemia/pptx/szerves_kemia/metan.pdf
- Naperművek.* (dátum nélk.). Forrás: <http://energiapedia.hu/naperomu>
- napelempanelok.* (2014. Március 29). Forrás: https://napelemek.blog.hu/2014/03/29/mennyire_zold_a_napelem_szendioxid_labnyom_es_energia_megterules
- Oláh József, P. G. (dátum nélk.). Forrás: http://statex.hu/cikkek/7_cikk.pdf
- Pécsi erőmű.* (dátum nélk.). Forrás: <https://biomassza.veolia.hu/telephelyek/pecsi-eromu/>
- Péter, G. B. (2010. Május 6). Forrás: http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2010/grosz_b_p.pdf
- Science Direkt.* (dátum nélk.). Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666792421000299>
- Solartrade.* (dátum nélk.). Forrás: <http://www.solartrade.hu/napkollektor/napkollektor-tipusok/>
- Stashwick, S. (2016. Szeptember 14). Forrás: <https://www.nrdc.org/experts/sasha-stashwick/health-groups-congress-burning-biomass-bad-health>
- Szorgos Solar.* (dátum nélk.). Forrás: <http://www.napelemesek.hu/napenergia.php>
- Tritec.* (dátum nélk.). Forrás: <https://www.tritec-energy.com/hu/glossar/photovoltaischer-effekt/>
- Vékony, A. T. (2021. Március 24). Forrás: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling>
- Vertigo.* (dátum nélk.). Forrás: https://vertigonapelem.hu/blog/a-mono-vagy-a-polikristalyos-napelem-a-nyero?gclid=CjwKCAjwrqqSBhBbEiwAIQeqGj7DGA2GaJZPnjaWzR23GICwvQ7e9pPfKQ6FOjX3I4Fy9CJAQ0q-8xoC8lgQAvD_BwE
- Xforest.* (dátum nélk.). Forrás: <https://xforest.hu/metan/>
- Zoltán, S. (2014). Forrás: https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/1371/tezis_hun.pdf?sequence=2&isAllowed=y