

Projektlapok I. Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 50.**

Projektlapok I.

Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai

- 1. Belsőégésű motorokkal hajtott gépjárművek cseréje elektromos hajtására.**
- 2. Naperőművek létesítése.**
- 3. Füstgáz(hulladékhő) hasznosítás.**

**MMK FAP azonosító:
2019/204-ENT**

Budapest, 2019. szeptember

A sorozat szerkesztője:
NAGY GYULA
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Energetikai Tagozatának gondozásában, a 2019. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

A kötet szakmai szerkesztője:
Dr. Zsebik Albin

Szerző:
dr. Zsebik Albin
Novák Dániel
(az excel fájlok készítője)

Lektorálta:
Czinege Zoltán

Kiadó:

Magyar Mérnöki Kamara
1117 Budapest, Szerémi út 4..
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	6
1. Belsőégésű motorokkal hajtott gépjárművek cseréje elektromos hajtásúra	8
2. Napenergia hűtőművek létesítése	21
3. Füstgáz(hulladékhő) hasznosítás	31

Előszó

Az energiagazdálkodás hatékonyságának növelése fontos feladat és kihívás mind a vállalatok, mind az erre szakosodott mérnökök számára. Az energiahatékonyság növelésére vonatkozó javaslatok megvalósulása sokszor attól függ, hogy a javaslatokat tartalmi és formai szempontból körültekintően készítették-e elő a döntéshozók számára.

Jelen kötetben a mintaként bemutatott három projektlap tapasztalataink alapján lett összeállítva. Empirikusak az MMK honlapján elérhető és a tagok számára letölthető Excel táblázatokban alkalmazott, jelen kötetben ismertetett főbb összefüggések is. A kiinduló adatok beviteléhez legördülő menüben magyarázatokat adtunk és bizonyos határok között korlátoztuk a bevihető adatokat, de az adatok bevitele és az eredmények felhasználása a felhasználó felelőssége, a mini programok készítői az elírás/tévedés jogát fentartják.

Ezennel kérjük a Tisztelt felhasználót, hogy észrevételeivel, jobbító javaslataival járuljon hozzá a projektlapok fejlesztéséhez. Ha az alkalmazásában megakad, kérjen segítséget a danieel1414@gmail.com címen.

A projektlapok témájának választását az alábbiakkal indoklom:

Mivel nagyvárosainkban a levegő minőségére nagy hatással van a közlekedés, megállapítható, hogy az általános környezetvédelmi érvek mellett az elektromos járművek használatának jelentős az egészségvédelmi haszna is. Emiatt dolgoztak ki alkalmazásuk ösztönzésére különböző szakpolitikai intézkedéseket, köztük a töltőállomások telepítését, a zöld színű rendszámablák bevezetését, a gépjárművek vásárlásának támogatását. **A belsőégésű motorokkal hajtott gépjárművek elektromos hajtására történő cseréjének** műszaki és gazdasági elemzésére kidolgozott projektlap a különböző kiinduló adatok feltételezésével mutatja be az elemzés eredményét.

A napenergia hasznosítására kis és nagy névleges (csúcs)teljesítményű naperőművek telepítése egyaránt fontos a decentralizált energiaellátás és a fosszilis energiahordozók kiváltása szempontjából. A napelemek teljesítőképességének növekedése és az erőművek főbb rendszerlemei árának változásával összefüggő beruházási költség változása miatt úgy vélem, hasznos lesz az érdeklődők számára, ha viszonylag egyszerű módon hozzájutnak a témát érintő műszaki-gazdasági elemzések eredményeihez.

A kazánok **tüzelőberendezéseinek beszabályozása és a füstgáz (hulladék)hőjének hasznosítása** az „alacsonyan csüngő gyümölcsök” közé tartozik. Korábban úgy gondoltam, hogy ezzel a témával már nem kell foglalkozni, azonban az energiahatékonysági törvény által meghatározott kötelező energetikai auditokhoz

kapcsolódó energiaveszteség-feltárásaim során azt tapasztaltam, hogy sok helyen még nem szedték le ezeket a „gyümölcsöket”. Ezért került ez a téma is a kiválasztott projektlaptémák közé.

A projektlapok felépítése és a kiinduló adatok bevitele hasonló. (A letölthető Excel táblázatban **sárga színnel** vannak jelölve a bizonyos területi és érték korláttal változtatható **szöveg és adatcellák**.) A fejléc és lábléc adatait a felhasználó tetszőlegesen töltheti ki, egyéb változtatások a sárgával jelölt cellákon kívül korlátozva vannak.

Az adatbevitel során a vizsgált rendszerre és az elemzést végző személyekre vonatkozó adatok bevitelét követően a kiinduló állapot kerül ismertetésre/rögzítésre. Kiinduló állapotnak (a projektlapon: „Jelenlegi körülmények”) nevezzük a javaslattevő időpontjában az energiafelhasználási és költség adatokat, a hozzá tartozó környezeti hatásokat. Ezt követően kerül röviden ismertetésre a javasolt intézkedés és a megvalósítását követően a várható eredmény bemutatása. Ez utóbbi értékeket számolja a letölthető Excel táblázat.

A gazdasági elemzésekhez nélkülözhetetlenek az energiahordozók ún. „referencia árai”, a javasolt intézkedés alapján megvalósított rendszerelem gazdasági élettartama, a figyelembe veendő kamatláb vagy minimális elvárt hozam (Minimal Acceptable Rate of Return – MARR).

Fontos a megvalósítás költségének meghatározása. Ezt listaárakon, vagy árajánlatok alapján javasoljuk legalább négy területre/tételre bontva elkészíteni: műszaki előkészítés (tervezést is beleértve), anyag és díj, valamint üzembe helyezés/próbaüzem. (Bizonyos esetekben célszerű lehet ettől eltérő bontás alkalmazása.)

A gazdasági elemzést érzékenységi vizsgálattal alátámasztva kell elvégezni.

Budapest, 2019. szeptember

Dr. Zsebik Albin

1. Belsőégésű motorokkal hajtott gépjárművek cseréje elektromos hajtására

Az energetikai auditoroknak és szakreferenseknek, a vállalati energetikusoknak a szállítás részterület elemzésekor az üzemanyag és a gépjárművek árának változása miatt illik rendszeresen felülvizsgálni és bemutatni, hogy a környezetvédelmi indokok mellett milyen gazdasági érvek szólnak a belsőégésű motorokkal hajtott gépjárművek akkumulátoros elektromos hajtására történő cseréje mellett vagy ellen.

Ennek segítésére dolgoztuk ki az **„ALTERNATIV HAJTÁS”** nevű projektlap készítő Excel táblázatot, amely a gépjármű csere (egyszerre több jármű cseréjének elemzésére is lehetőség van) műszaki, gazdasági és környezetvédelmi hatásait elemzi és mutatja be. Az alábbiakban ennek használatához adunk segítséget.

Az ismertetés végére szerkesztett minta projektlap a táblázat kalibrálásaként is kezelhető.

Az elemzést végző táblázatba az elektronikus hajtásra történő csere elemzése mellé beépítettük annak elemzési lehetőséget is, hogy mit eredményezne, ha a gépjármű állomány néhány belsőégésű motorral hajtott, de korszerűtlen darabját korszerűre cserélnék. Ez jelenti a táblázat 4. lapján az első választási lehetőséget. A bemeneti adatok cím alatt a „kurzort” a **sárgával jelolt sorra** helyezve a csere tárgyaként az 5. lapon lefelé irányuló nyíllra kattintva a legördülő menüből **„Korszerű dízel”** vagy **„Elektromos”** választható.

Ezután következik az elemzéshez szükséges adatok bevitele. Amint azt az előszóban már említettük, a kiinduló adatokat a **sárga színnel** jelölt cellákba kell bevinni. Ezek a bizonyos területi és érték korláttal változtatható **szöveg és adatcellák**.

A táblázat 2. lapján kell megadni a gépjárműveket üzemeltető vállalat és az elemzést végző adatait, elérhetőségét, itt kerül összefoglalásra a bevitt adatok alapján a **jelenlegi állapot** és **az energiahatékonyság növelésére vonatkozó javaslat**. Ezt egészíti ki a 3. oldali illusztráció.

Úgy véljük, a gépjárművek adatainak a 4. oldalon történő beviteléhez nem kell különösebb magyarázat. A korszerű dízel és az elektromos jármű esetében „Műszaki tervezés” néven lehetőséget adunk a beszerzés előkészítési költségének, „Töltőállomások létesítése” néven saját töltőállomás létesítési költségének, a szakpolitikai intézkedésként meghatározott állami támogatások mértékének, majd a „Forgalomba helyezés” költségének bevitelére.

A **„Gazdasági adatok”** között szerepel a gazdasági élettartam és – hogy a cserét befektetésként is értékelni tudjuk - a minimális elvárt hozam (MARR).

Az Excel táblázat a villamosenergia és az üzemanyagok árát az első adatként bevitt, ún. referencia árként megadott értéken számolja, azonban az érzékenységi vizsgálathoz további három adatot kell megadni. Ezek az árak tartalmazhatják a már megadott referencia árat, de ez nem feltétele az elemzésnek.

A további oldalakon **az elemzés eredménye** kerül bemutatásra az érzékenységi vizsgálattal, majd a legutolsó lap projektzáró információként az energiahatékonysági intézkedésekről **az adatszolgáltatáshoz szükséges adatokat** tartalmazza.

Az elemzéshez tájékoztatásul a következőket foglaljuk össze:

- 1.) A CO₂ kibocsátást az alábbi megadott értékekkel vettük figyelembe: Az üzem vagy hajtóanyagoknál a „CEN/TC 320/WG 10 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emission in transport services” alapján meghatározott, az alábbi (well-to-wheel) tényezőket vettük figyelembe: Benzin 2,8 kgCO₂/liter, gázolaj 2,9 kgCO₂/liter. A KEOP pályázatok készítésének hazai útmutatója szerint a környezeti hatásokat a villamosenergia esetén 0,93 t/MWh kibocsátás feltételezésével kell számolni, az értéket azonban bemeneti adatként megadhatónak tekintettük.
- 2.) Az érzékenységi vizsgálatban szereplő egyszerű megtérülési időre nem adunk magyarázatot, a megengedhető beruházási költséget azonban a nem gyakori alkalmazása miatt az alábbiakban ismertetjük.

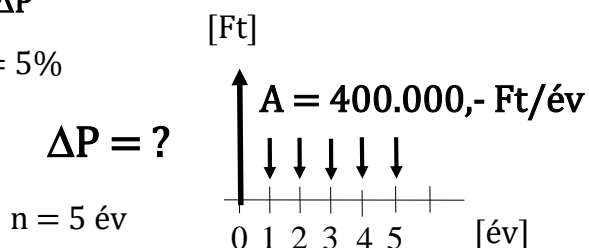
Az energiafelhasználás hatékonyságának növelése befektetési lehetőségnek is tekinthető. Fontos emiatt, hogy a jobbító javaslatokat befektetői megközelítéssel is elemezzük. A veszteségfeltárás során igyekszünk meghatározni a javasolt intézkedés által elérhető **energiamegtakarítást**, az aktuális, vagy egy „referencia energiaárral” a **költségmegtakarítást**, listaárakkal vagy árajánlatok alapján becsülni a javasolt intézkedés várható **megvalósítási/beruházási költségét**, majd az egyszerű megtérülési idejét.

Esetünkben a befektetői szempontokra tekintettel meghatározzuk, hogy a gépjármű cseréje által évente mennyivel lenne olcsóbb az üzemeltetés, azaz mennyi lenne az alábbi ábrán az **A** -val jelölt évenkénti megtakarítás.

Adott: MARR ill. i , n , és A

Keresett: ΔP

Pl.: $i = 5\%$



1. ábra A megengedhető beruházási költség, költségtöbblet

Ezt követően arra keressük a választ, hogy a csere esetén mennyi az a többlet beruházási költség, ΔP , amely a meghatározott gazdasági élettartam, n , alatt a befektető/beruházó számára biztosítja a minimális elvárt hozamot (MARR).

Az alábbi mintapéldában legyen a gazdasági élettartam, $n=5$ év, a minimális elvárt hozam (MARR vagy az ábra jelölésével $i=5\%$). Az éves megtakarítások - állandó megtakarítási sorozatnak tekintve - jelenérték tényezőjét, azaz azt a szorzót, ami a további számoláshoz szükséges, a következő összefüggéssel határozzuk meg:

$$USPW = \frac{((1+i)^n - 1)}{i \cdot (1+i)^n} = \frac{((1+0,05)^5 - 1)}{0,05 \cdot (1+0,05)^5} = 4,33$$

Ha az Excel táblázattal meghatározott, egyenletes ütemezésben jelentkező várható éves megtakarítás $A = 400.000,- \text{ Ft/év}$, az azonos pénzösszegek jelen időpontra vonatkozó értéke, azaz a gépjármű csere többletberuházásának az elvárásokat teljesítő megengedhető költsége:

$$\Delta P_{5 \text{ év}, 5\%} = A \cdot USPW = 400.000 \cdot 4,33 \approx 1\,732\,000, -Ft$$

Az alábbiakban látható mellékletben fiktív számítások láthatók. A melléklet célja a program viuzális szemléltetése, valamint a nyomtatott formátumú projektlap bemutatása.

Energiahatékonyság-növelő intézkedés

Belsőégésű motorokkal hajtott gépjárművek cseréje elektromos hajtására

Döntést segítő projektlap

Készítette:

ABCD

ABCD

Kapcsolattartás

Cég neve:	ABCD Vállalat (vízjel)			
Cím:				
Telephely:				
Javaslat dátuma				
Kapcsolattartó:		tel/fax:		E-mail:
		tel/fax:		E-mail:
Készítette:		tel/fax:		E-mail:
		tel/fax:		E-mail:
		tel/fax:		E-mail:
		tel/fax:		E-mail:
Ellenőrizte:		tel/fax:		E-mail:
Jóváhagyta:		tel/fax:		E-mail:

Javasolt intézkedés: Gépjárműpark korszerűsítésének az elemzése
Elektromos járművek beszerzése és elektromos/dízel összehasonlítása

Kiindulási állapot

Az üzemanyag felhasználás kétféle üzemanyagból tevődik össze, gázolajból és 95-ös benzín-ből. A rendelkezésre álló adatokat ebből a szempontból strukturáltuk elsőként.

A nyilvántartásokban jellemző paraméterként minden egyes üzemanyagot fogyasztó gépnél rögzítésre kerül az adott időszak (esetünkben hónap) futáskilométere (gépjárművek) vagy üzemórája (munkagépek), amelyik a használatra jellemző.

A benzin üzemű járművek átlagos fogyasztása, liter/100km	9
A dízel üzemű járművek átlagos fogyasztása, liter/100km	5,7
A benzin üzemű járművek átlagos futása, km/év	20 000
A dízel üzemű járművek átlagos futása, km/év	20 000
A benzin üzemű járművek karbantartási költsége, Ft/év	150 000
A dízel üzemű járművek karbantartási költsége, Ft/év	350 000

Az energiahatékonyság növelésére vonatkozó javaslat ismertetése

Szintén a gázolajos gépjárművek jelentős összes és fajlagos fogyasztásából kiindulva, a személy- és kishaszongépjárművek esetében célszerű lenne korszerűbb járművek beszerzése, illetve alternatíva lehet az elektromos hajtású modellek alkalmazása is.

A lecserélendő benzin üzemű járművek száma:	0
A lecserélendő dízel üzemű járművek száma:	1
Az elektromos autó fogyasztása, kWh/100 km	12,7
Az elektromos autó karbantartási költsége, Ft/év	0

ABCD

JELLENLEGI ÁLLAPOT

Korszerűtlen benzin jármű

9 liter/100km

Korszerűtlen dízel jármű

6 liter/100km

ABCD Vállalat (vízjel)

arra keresi a választ, hogy gépjárműparkjának korszerűsítése keretében

1. a fenti fajlagos fogyasztású járműveit érdemes-e gazdasági szempontból alacsony fogyasztású korszerű dízel üzemanyagú vagy elektromos hajtású járművekre cserélni akkor, ha állapotuk még lehetővé teszi a további üzemeltetésüket,
2. korszerű dízel, vagy elektromos hajtású járművet vásároljon.

A gazdasági elemzés és érzékenységi vizsgálat ebben nyújt segítséget a számításokhoz megadott adatok és a korszerű járművek alábbi fajlagos fogyasztásának feltételezésével.

JAVASOLT MEGOLDÁS

Elektromos jármű

13 kWh/100km



Korszerű dízel jármű

4 liter/100km



ABCD

1. A számításokhoz szükséges bemeneti adatok

Elektromos

	Benzin	
Referencia benzin fogyasztás, liter/100km	9,0	Jelenlegi állapot
Lecserélt autók száma, db	0	
Éves átlagos futásteljesítmény, km/év	20 000	
Referencia ár, Ft/liter	358	
Éves karbantartási költség, Ft/autó	150 000	Jelenlegi állapot
	Gázolaj	
Referencia gázolaj fogyasztás, liter/100km	5,7	Jelenlegi állapot
Lecserélt autók száma, db	1	
Éves átlagos futásteljesítmény, km/év	20 000	
Referencia ár, Ft/liter	383	
Éves karbantartási költség, Ft/autó	350 000	Jelenlegi állapot
	Villamosenergia	
Villamosautó fogyasztása, kWh/100km	13	Javasolt állapot
Villamosenergia ára, Ft/kWh	25	
Karbantartási költség, Ft/év	0	Javasolt állapot
	Korszerű dízel jármű	
Korszerű dízel fogyasztás, liter/100km	4,2	Javasolt állapot
Korszerű jármű beszerzése, Ft/darab	6 500 000	
Karbantartási költség, Ft/év	180 000	Javasolt állapot
Műszaki tervezés	0	
Töltőállomások beszerzése	0	
Állami támogatás mértéke, Ft	0	
Üzembe helyezés	0	
	Beruházási adatok - Elektromos autó	
Műszaki tervezés	0	
Töltőállomások beszerzése	0	
Villamosautó ára, nettóFt/darab	12 500 000	
Állami támogatás mértéke, Ft	1 500 000	<---Maximális támogatás.
Üzembe helyezés	0	
	Gazdasági adatok	
Gazdasági élettartam, év	7	1. Benzin ár, Ft/liter 358
MARR, %	3%	2. Benzin ár, Ft/liter 340
1. Villamosenergia ára, Ft/kWh	30	3. Benzin ár, Ft/liter 400
2. Villamosenergia ára, Ft/kWh	20	
3. Villamosenergia ára, Ft/kWh	35	
1. Gázolaj ár, Ft/liter	370	Különböző üzemanyagárak az
2. Gázolaj ár, Ft/liter	410	érzékenységi vizsgálathoz
3. Gázolaj ár, Ft/liter	340	

2. Az intézkedés várható eredménye és hatása

	Benzin, liter/év	Gázolaj, liter/év	Villamos energia, kWh/év	CO ₂ -kibocsátás ¹ t/év	Költség, Mft/év
Bázisérték (jelenlegi állapot)	0	1140	0	3,31	0,437
	0	0	2540	2,36	0,064
Intézkedés utáni érték					
Nettó megtakarítás	0	1140	-2540	1	0,37
			Nem energiaköltség típusú megtakarítás, Mft/év		0,35
			Tiszta megtakarítás, Mft/év		0,72
Gazdasági élettartam, év			7		
MARR, %			3%		
Benzin ára, Ft/liter			357,6		
Gázolaj ára, Ft/liter			383,1		
Villamosenergia ára, Ft/kWh			25,0		

Várható bekerülési költség:	Elektromos	járművek beszerzése esetén
Műszaki tervezés	0	HUF
Töltőállomások beszerzése	0	HUF
Járművek beszerzése	12 500 000	HUF
Állami támogatás mértéke	-1 500 000	HUF
Üzembe helyezés	0	HUF
Teljes bekerülési költség	11 000 000	HUF
Többlet karbantartási és üzemeltetési költség	-350 000	HUF/év
Várható megtakarítás összege	723 234	HUF/év

Várható bekerülési költség:	Korszerű dízel	járművek beszerzése esetén
Teljes bekerülési költség	6 500 000	HUF
Többlet karbantartási és üzemeltetési költség	-170 000	HUF/év
Várható megtakarítás összege	284 930	HUF/év

Intézkedések összehasonlítása		
Beruházási költségkülönbség - abszolút	4 500 000	HUF
Megtakarításbeli különbség - abszolút	438 304	HUF/év
Többlet beruházás (elektromos/dízel) egyszerű megtérülési idő	10,27	év

Az intézkedés által elért benzin megtakarítás	0	liter/év.
Az intézkedés következtébeni gázolaj megtakarítás	1140	liter/év.
Az intézkedés következtébeni gázolaj többlet	0	liter/év.
A többlet villamosenergia-felhasználás	2 540	kWh/év.
Elért teljes primerenergia-megtakarítás ²	4 892	kWh/év.

Lábjegyzet:

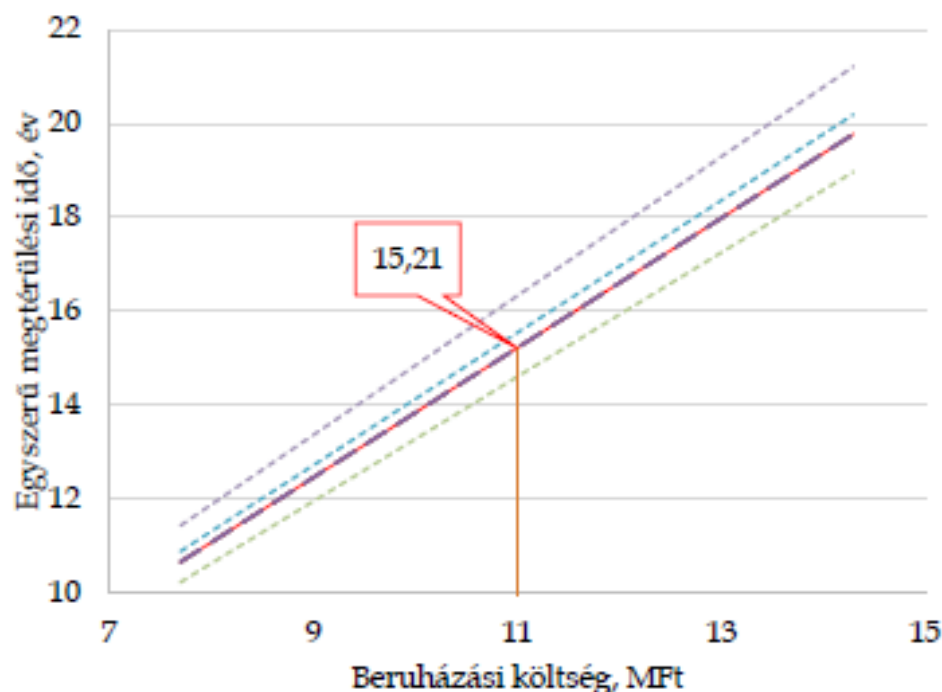
¹Az üzem vagy hajtóanyagoknál a „CEN/TC 320/WG 10 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emission in transport services” alapján meghatározott, az alábbi (well-to-wheel) tényezőket vettük figyelembe: Benzin 2,8 kgCO₂/liter, gázolaj 2,9 kgCO₂/liter. A KEOP pályázatok készítésének hazai útmutatója szerint a környezeti hatásokat a villamosenergia esetén 0,93 t/MWh kibocsátás felbontásával kell számolni.

²KITÖLTÉSI ÚTMUTATÓ - Nagyvállalatok és az energetikai szakreferens igénybevételére köteles gazdálkodó szervezetek éves energiaszolgáltatásának mértékére, valamint energia- megtakarítására vonatkozó adatszolgáltatás

3. Egyszerű megtérülési idő

ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLAT (JELENLEGI JÁRMŰVEK CSERÉJE)

Az egyszerű megtérülési idő változása változó üzemanyag árak mellett.



— Bázis állapot: Benzin ára: 357,6 Ft/liter, gázolaj ára: 383,1 Ft/liter, villamosenergia ára: 25 Ft/kWh.
Benzin ára:

— — 340 Ft/liter.

— — 358 Ft/liter.

— — 400 Ft/liter.

Gázolaj ára:

----- 340 Ft/liter.

----- 370 Ft/liter.

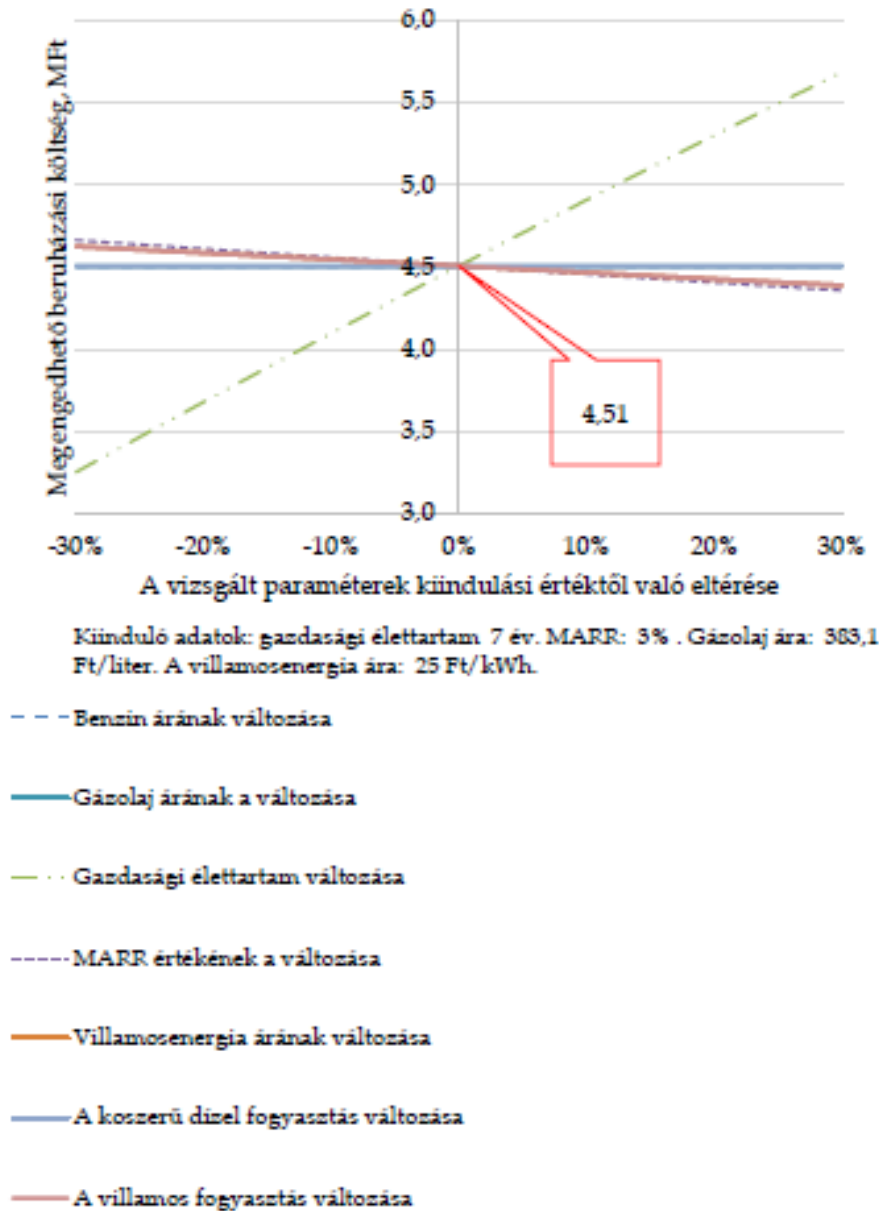
----- 410 Ft/liter.

A diagramok tengelyeinek beosztását javasljuk manuálisan változtatni!

ABCD

4. Megengedhető beruházási költség ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLAT (JELENLEGI JÁRMŰVEK CSERÉJE)

A beruházás érzékenységi vizsgálata keretében a megengedhető beruházási költségének változását elemeztük a várható megtakarítás, benzin és gázolaj ár, a gazdasági élettartam és a MARR (Minimum Attractive Rate of Return - minimális elvárt hozam) $\pm 30\%$ -os változása függvényében.



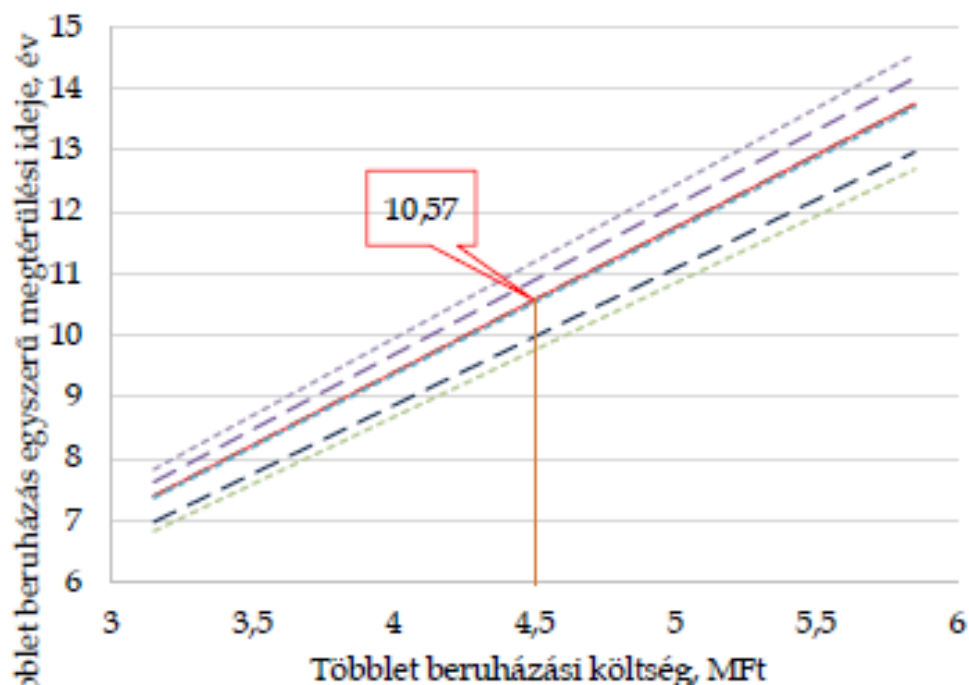
A diagramok tengelyeinek beosztását javasljuk manuálisan változtatni!

ABCD

5. Többlet beruházás egyszerű megtérülési idő

ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLAT (ELEKTROMOS/DÍZEL ÖSSZEHOSONLÍTÁSA)

Az egyszerű megtérülési idő változása változó üzemanyag árak mellett.



— Bázis állapot: Villamos energia ára 25 Ft/kWh, gázolaj ára: 383,1 Ft/liter.
Villamos energia ár:

— — 20 Ft/kWh.

— — 30 Ft/kWh.

— — 35 Ft/kWh.

Gázolaj ára:

----- 340 Ft/liter.

----- 370 Ft/liter.

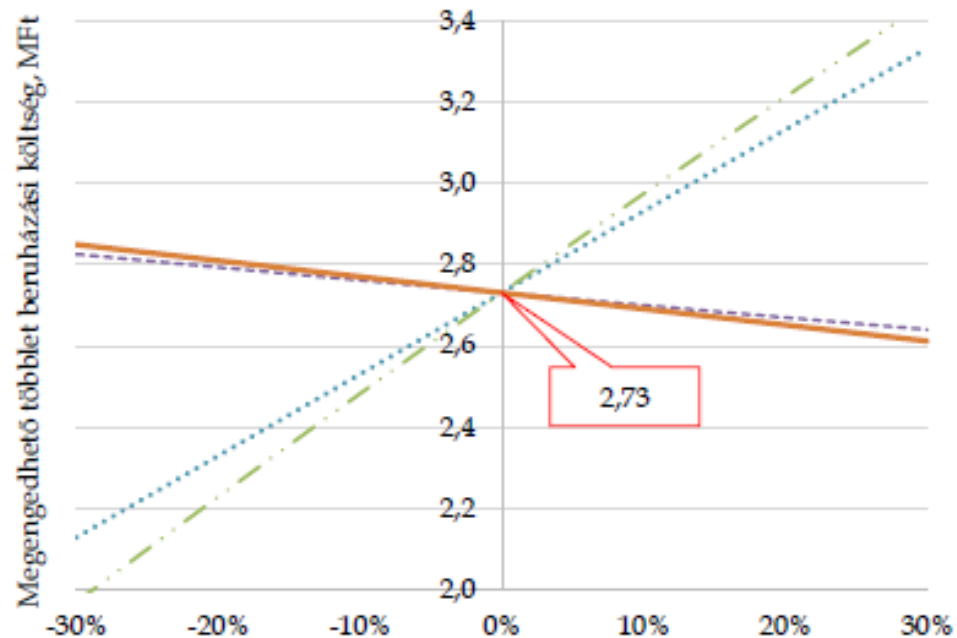
----- 410 Ft/liter.

A diagramok tengelyeinek beosztását (javasljuk manuálisan változtatni!)

ABCD

6. Megengedhető többlet beruházási költség ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLAT (ELEKTROMOS/DÍZEL ÖSSZEHASONLÍTÁSA)

A következő diagramban a megengedhető többlet beruházási költség változását elemeztük a várható megtakarítás különbség, benzin és gázolaj ár, a gazdasági élettartam és a MARR (Minimum Attractive Rate of Return - minimális elvárt hozam) ± 30 %-os változása függvényében.



A vizsgált paraméterek kiindulási értéktől való eltérése

Kiinduló adatok: gazdasági élettartam 7 év. MARR: 3% . Gázolaj ára: 383,1 Ft/liter. A villamosenergia ára: 25 Ft/kWh.

..... Gázolaj árának vagy fogyasztásának változása

--- Gazdasági élettartam változása

--- MARR értékének a változása

— Villamosenergia árának vagy fogyasztásának változása

A diagramok tengelyeinek beosztását javasoljuk manuálisan változtatni!

7. Projektzáró lap

A javaslat szerepelt vagy nem szerepelt az energetikai audit javaslatok között?

Nem

A javaslat megvalósult?

Nem

A megvalósulás támogatással valósult meg?

Igen

A támogatás jellege:

Állami

Az intézkedés részterülete

Szállítás

Az intézkedés megvalósításának költsége

11 000

ezer Ft

Az intézkedés által tervezett teljes megtakarítás

12,0

MWh/év

Az intézkedés által elért teljes megtakarítás

MWh/év

Az intézkedés által elért teljes megtakarítás

373

ezer Ft/év

Az intézkedés által elért, nem energiaköltség típusú megtakarítás

350

ezer Ft/év

Az intézkedés megvalósítási költségének várható megtérülési ideje

15,2

év

Az új rendszerellel kiegészített rendszer tervezett műszaki élettartama

7,0

év

A javasolt intézkedés üzembe helyezésének dátuma:

ÉÉÉÉ.HH.NN

Kelt: Budapest, 2019 év 2 .hónap 1 .nap

Aláírás

ABCD

2. Naperőművek létesítése

Sok vállalat, lakóközösség, vagy magánszemély a környezetvédelem iránti felelősség tudatában vizsgálja, hogy milyen feltételekkel lenne számára kedvező napelemes kiserőmű létesítése saját villamosenergia igényének kielégítésére.

Gyakran a naperőműveket telepítő cégek keresik ajánlataikkal a potenciális beruházókat.

A „**NAPEROMU**” nevű projektlap készítő Excel táblázatot azzal a szándékkal készítettük, hogy az érdeklődők egyszerűen meghatározhassák, hogy

- a betelepíthető felületen megtermelhető villamosenergia esetén bizonyos gazdasági elvárások/hozam igénye esetén mennyi lehet az erőmű beruházási költsége, ill.
- a kapott beruházási ajánlat esetén mennyinek kell lenni az éves megtakarításnak az elvárásuk teljesüléséhez.

Az alábbiakban az Excel file használatához adunk segítséget. Az ismertetés végére szerkesztett minta projektlap a táblázat kalibrálásaként is kezelhető.

Az energiatermelés meghatározásához egy, az EU támogatásával fejlesztett, a https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#SA címen szabadon hozzáférhető és használható szoftvert használtunk. Elérhetőségét és a kezelési útmutatóját (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_static/en/manual.html) a mi táblázatunkba belinkeltük, a **sárga színnel** jelölt bemeneti adatokat a szoftver igényével és a mi számításainkhoz szükséges adatigénnyel összhangban határoztuk meg.

A mintapéldában azt elemezzük, hogy egy tetszőleges telephelyen lévő csarnoképület tetejére 1000 m² felületen helyezhető el szilícium kristályos napelem.

További bemenő adatok:

Sziget üzem?	Nem				
PV technológia?	Szilícium kristályos				
Felépítmény?	Tetőn szabadon álló				
A napelemek szöge, °	35				
Tájolás	Nyugat				
Teljesítmény, W/m ²	155				
Rendelkezésre álló felület, m ²	1000				
Veszteség, %	11,8	További árak vizsgálathoz, Ft/kWh			
Referencia ár, Ft/kWh	30	24	27	33	36
MARR, %	5				
Gazdasági élettartam, év	10				
Érzékenységi vizsgálati tartomány	-30%	és	30%		
Műszaki tervezése, Mft	0,3				
Berendezések beszerzése, Mft	10,1				
Rendszer kivitelezése, Mft	1				
Üzembehelyezése, Mft	1				

Az adatok bevitelét a legördülő menűben levő magyarázatokkal, javaslatokkal segítjük. A program nem engedi, hogy a megadott tartományokon kívüli adatok legyenek megadva, ezzel is elősegítve, hogy a felhasználó hiba nélkül tudja elvégezni a számításait.

Az adatok bevitelét követően a linkre kattintással elindítjuk a már említett ingyenesen elérhető szoftvert. A szoftver kitöltését a használati utasításon kívül az excel táblázat is segíti lépésenként. A szoftver által számított eredményt beírjuk az excel 2. fejezetének 5. pontjába, így az excel elkészíti a projekt gazdasági értékelését. Tehát, eredményként a „**NAPEROMU**” nevű Excel táblázat (lásd a mintaként csatolt projektlapot) a szoftver által meghatározott éves várható villamosenergiatermelés és a referencia ár szorzataként elért megtakarítás feltételezésével meghatározza a megengedhető beruházási költséget, a bemeneti adatként beírt árajánlatként kapott naperómű létesítési költség feltételezésével a gazdasági elvárásokhoz szükséges megtakarítást, illetve mindkettő ismeretében az egyszerűsített számítással meghatározott megtérülési időt. Az első két esetben a bemeneti adatként megadott tartományban (a mintapéldában $\pm 30\%$) a táblázat elvégzi az érzékenység vizsgálatot, majd ábrázolja a projekt érzékenységét a villamosenergia árának, a gazdasági élettartamnak és a minimális elvárt hozamnak változására. A megtérülési időt a beruházási költség változásának függvényében különböző villamosenergia árak feltételezésével határozza meg.

Itt hívjuk fel a figyelmet, hogy a szemléltetésre szolgáló diagramok esetében előfordulhat az az eset is, amikor a diagramon nem láthatók vonalak. Ez azért van, mert a függőleges tengely minimális és maximális értékhatárai a mintapéldában szereplő adatokhoz lettek meghatározva. Javasoljuk ezt megváltoztatni. Célszerű olyan értékekre beállítani, amelyek esetében a változások a legkedvezőbb módon láthatók. Ezt a legegyszerűbben úgy lehet megtenni, hogy első lépésként beállítjuk az automatikus tengelyértékeket, leolvassuk a diagram szélsőséges értékeit és ahhoz közeli értékre állítjuk a tengely minimális és maximális értékét.

A mintapéldában a naperómű beruházási költsége **$P = 12,4 \text{ M Ft}$** , a gazdasági élettartam $n = 10$ év és elvárt $MARR = i = 5\%$. Arra keressük a választ, hogy az elvárt hozam esetében mennyinek kell lenni a megtakarításnak, **A (szükséges megtakarítás)** az elvárás teljesüléséhez.

A feladat megoldásához az egyenletes tőke visszanyerési tényezőt, CR , kell meghatározni

$$CR = \frac{i \cdot (1 + i)^n}{((1 + i)^n - 1)} = \frac{0,05 \cdot (1 + 0,05)^{10}}{((1 + 0,05)^{10} - 1)} = 0,13$$

A beruházási költség és a tőkevisszanyerési tényező szorzata adja meg az elvárásokat kielégítő megtakarítás szükséges mértékét.

$$A_{10\text{év},5\%} = P \cdot CR = 12,4 \text{ M Ft} \cdot 0,13 \approx 1,6, -\text{M Ft/év}$$

Az alábbiakban látható mellékletben fiktív számítások láthatók. A melléklet célja a program viuzális szemléltetése, valamint a nyomtatott formátumú projektlap bemutatása.

Energiahatékonyság-növelő intézkedés

Naperőművek létesítése

Döntést segítő projektlap

Készítette:

abcd

Kapcsolattartás

Üzem neve: ABCD vállalat

Témafelelősök

Megbízó részéről: Tel.:

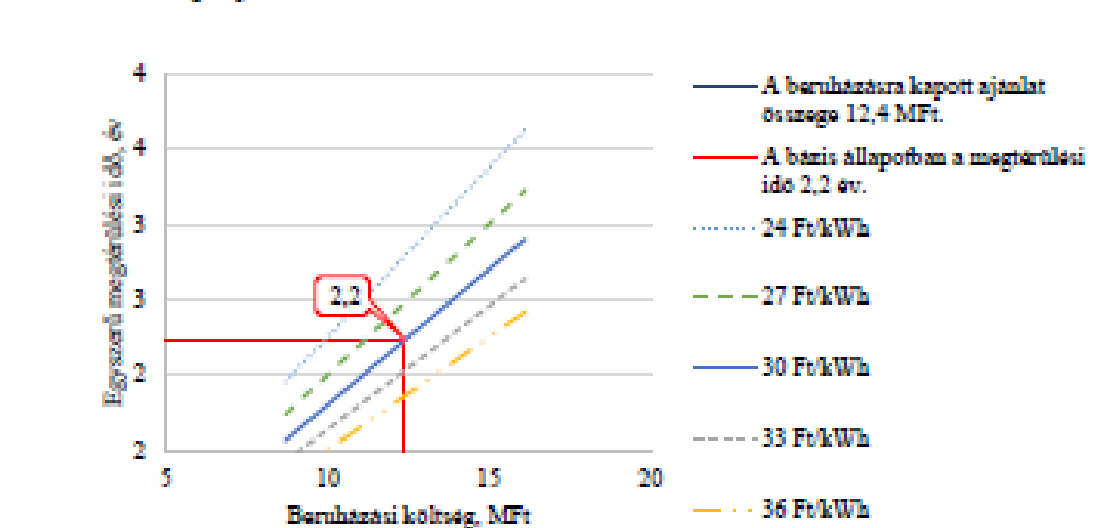
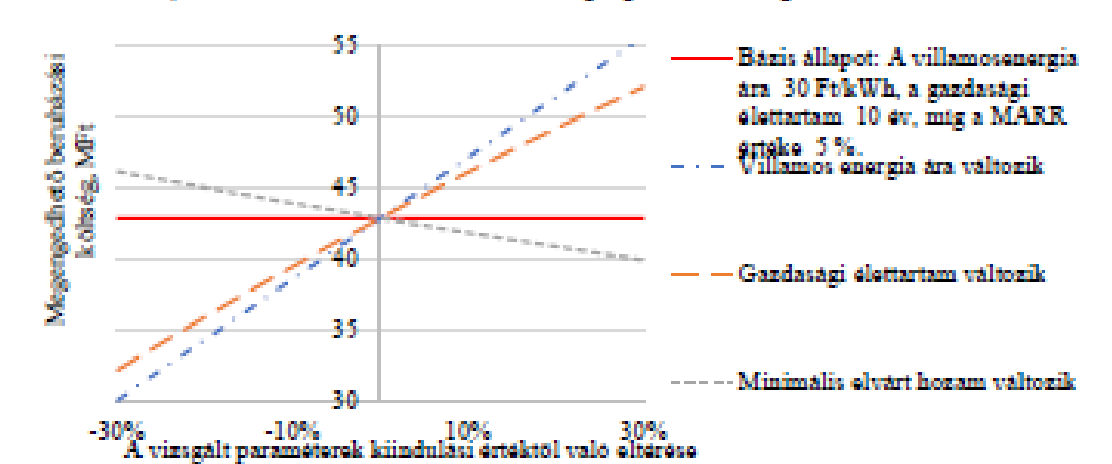
Megbízott részéről: Tel.:

Vezetői összefoglaló

Javaslat megnevezése: Napielek telepítése az épületek tetőszerkezetére

Az energiahatékonyság növelésére vonatkozó javaslat:

A kezdeti paramétereket mellett a beruházás megengedhető költsége 43 Mft,-.



A diagram tengelyeinek beosztását javasoljuk manuálisan beállítani!

abcd

Tartalomjegyzék

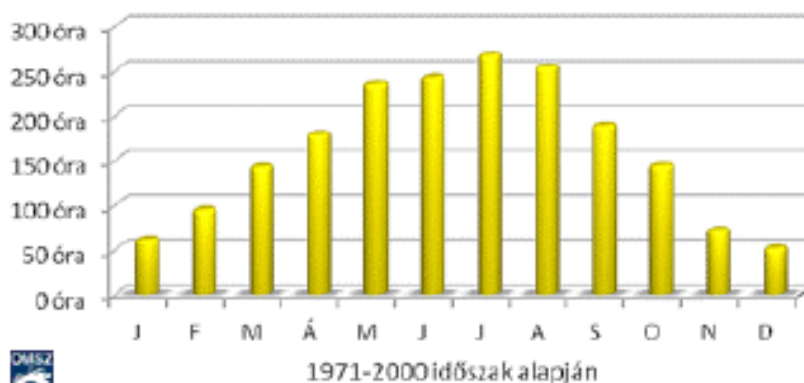
Kérem kattinson az Ön által keresendő fejezet nevére.

- [1. Bemeneti adatok](#)
- [2. Kalkuláció elvégzése szoftver segítségével](#)
- [3. Megengedhető beruházási költség számítás](#)
- [4. Szükséges megtakarítás számítása](#)
- [5. Feszített megtérülési idő](#)
- [6. Projektzáró lap](#)

Az energiahatékonyság növelő javaslat ismertetése

A vállalat a környezetvédelem melletti elkötelezettsége miatt vizsgálja, hogy milyen lehetőségek állnak a rendelkezésére, hogy telephelyein napelemes kiserőműveket telepítesen saját felhasználási igényeinek kielégítésére. Ezen fájl segíti a felhasználót, hogy gyorsan végezzen el elemzéseket ezzel kapcsolatban. Magyarországon a napsütéses órák száma megközelítőleg évi 2100 óra. A napsugárzás csúcserőteke nyáron, a déli órákban derült, tiszta égbolt esetén eléri, esetenként rövid időre meghaladja az 1000 W/m^2 értéket. A vízszintes felületre érkező napsugárzás éves hőmennyisége $\sim 1280 \text{ kWh/m}^2$, déli tájolású és 45° -os dőlésszögű felületre pedig közel 1400 kWh/m^2 nap-sugárzás érkezik.

A napfénytartam átlagos havi értékei Magyarországon



Kép forrása: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

1. A számításhoz szükséges bemeneti adatok

Ezen az oldalon adja meg, illetve válassza ki a kívánt kezdeti paramétereket!

Sziget üzem?	Nem				
PV technológia?	Szilícium kristályos				
Felépítmény?	Tetőn szabadon álló				
A napelemek szöge, °	35				
Tájolás	Nyugat				
Teljesítmény, W/m ²	155				
Rendelkezésre álló felület, m ²	1000				
Veszteség, %	11,8				
Referencia ár, Ft/kWh	30	24	27	33	36
MARR, %	5				
Gazdasági élettartam, év	10				
Érzékenységi vizsgálati tartomány	-30%	és	30%		
Műszaki tervezése, Mft	0,3				
Berendezések beszerzése, Mft	10,1				
Rendszer kivitelezése, Mft	1				
Üzembehelyezése, Mft	1				
Ajánlat alapján beruházási költség, Mft	12,40				

2. Kalkuláció elvégzése szoftver segítségével

1. A szoftver nem napkövetős rendszerek számítására alkalmas.

Az alábbi linken elérhető szoftverrel kell elvégezni a számítást:

[Szoftver](#)

A program használati utasítását az alábbi linken találhatja meg:

[Használati utasítás](#)

2. Adja meg a telephely helyszínét!

3. A programba átmásolandó adatok:

PV technology	Crytalline silicon
Installed peak power, kWp	155
Sytem loss, %	11,8
Mounting position	Free-standing
Slope	35
Azimuth	90
PV electricity price	A jelölőnégyzetet távolítsa el

4. Ezután kattinson a VISUALIZE RESULTS gombra!

5. Másolja be a YEARLY PV ENERGY PRODUCTION [kWh] értékét ide a cellába

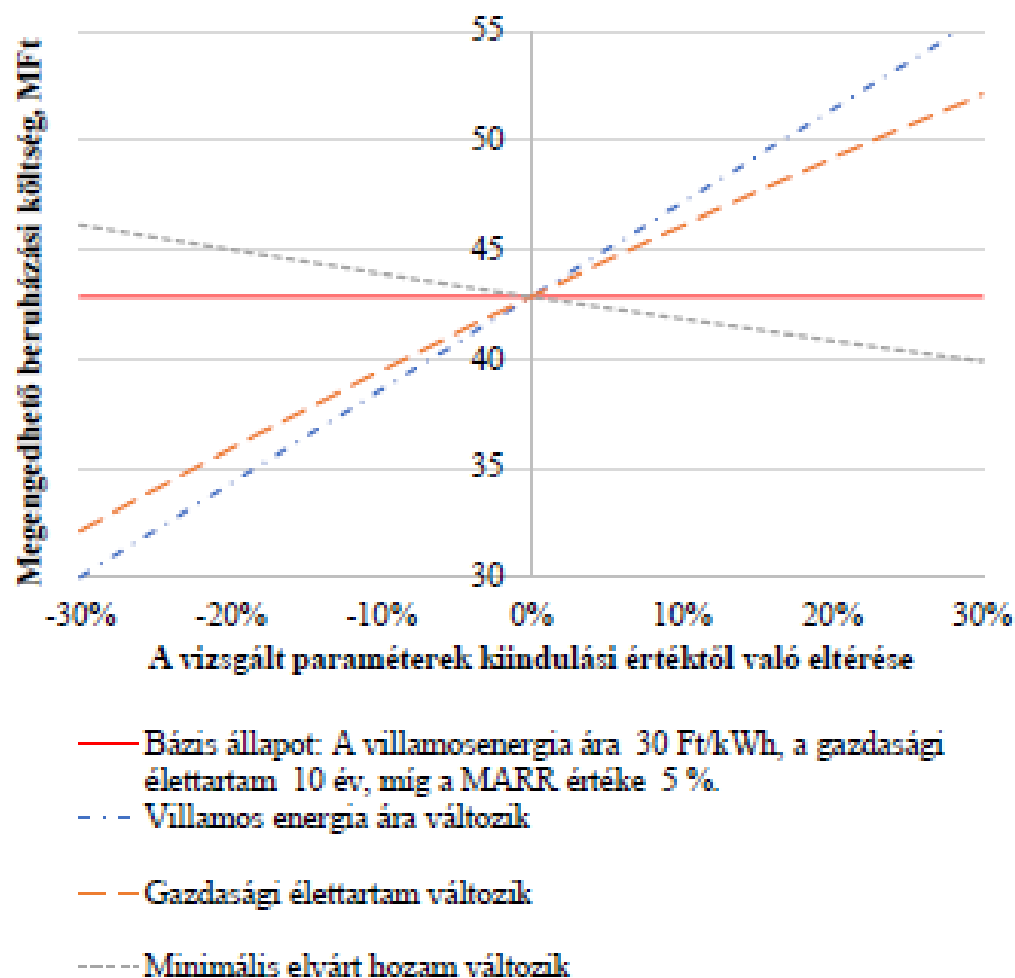
185000

Főbb adatok:

A beépített névleges kapacitás, kW	155
A termelt villamos energia, kWh/év	185 000
A költségmegtakarítás, Ft/év	5 550 000
A CO ₂ megtakarítás, tonna/év	68

abcd

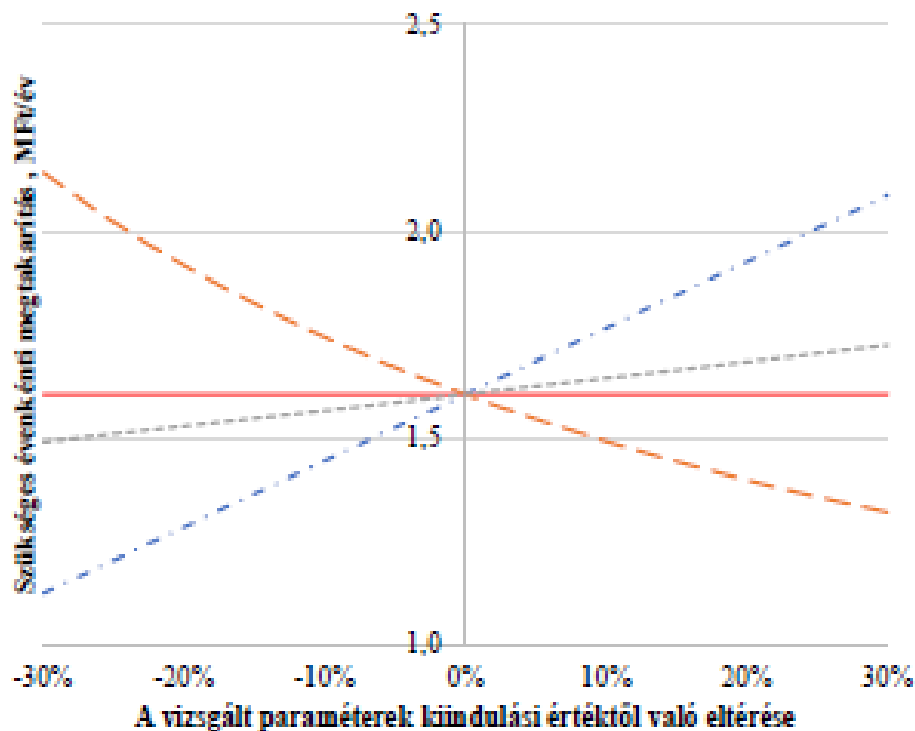
3. Megengedhető beruházási költség számítás



A data

A kezdeti paramétereket mellett a beruházás megengedhető költsége 43 MFT,-. Ebben az esetben a szoftver azt számolja ki, hogy mekkora lehet a beruházás megengedhető költsége az éves költségmegtakarítás függvényében. A programnak megadott beruházási költség értékek ezt a diagramot nem befolyásolják!

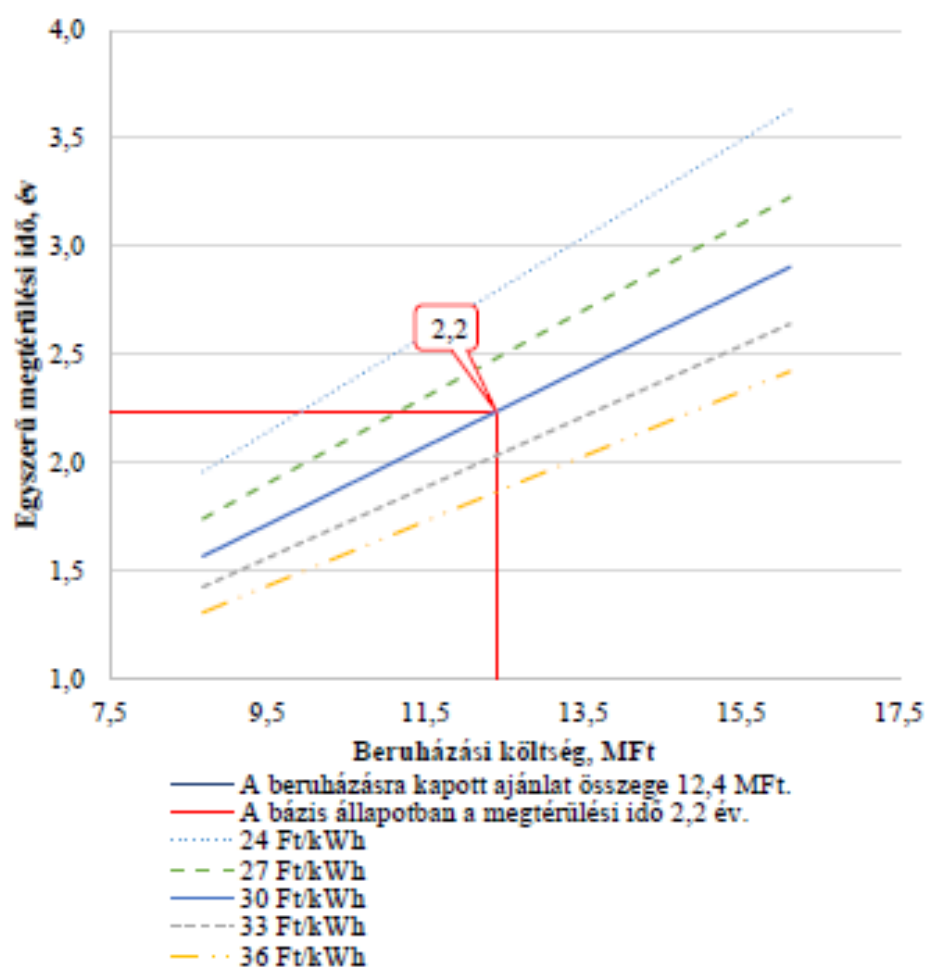
4. Szükséges megtakarítás számítása



A diagram tengelyeinek beosztását javasoljuk manuálisan beállítani!

A kezdeti paramétereket mellett a szükséges megtakarítás összege **1,6 MFt,-**. Ebben az esetben a szoftver azt számolja ki, hogy mekkorának kell lennie a szükséges éves megtakarításnak, hogy a beruházás a megadott kezdeti költségekkel és gazdasági paraméterekkel megtérülő legyen. Ez alapján el lehet dönteni, hogy a rendelkezésre álló területre mennyi és milyen egységteljesítményű napelemeket kell elhelyezni.

5. Egyszerű megtérülési idő



A diagram tengelyeinek beosztását javasoljuk manuálisan beállítani!

A kezdeti paramétereket mellett a beruházás egyszerű megtérülése 2,2 év.
Ebben az esetben a szoftver azt számolja ki, hogy a megadott kezdeti műszaki és gazdasági feltételek mellett mekkora a projekt egyszerű megtérülési ideje. Tehát ismertnek (fixáltnak) tekintjük az éves megtakarítást és a beruházási költséget is.

6. Projektzáró lap	
A javaslat szerepelt vagy nem szerepelt az energetikai audit javaslatok között?	Nem
A javaslat megvalósult?	Igen
A megvalósulás támogatással valósult meg?	Nem
A támogatás jellege:	Állami
Az intézkedés részterülete	Tevékenység
Az intézkedés megvalósításának költsége	12 400 ezer Ft
Az intézkedés által tervezett teljes megtakarítás	185 MWh/év
Az intézkedés által elért teljes megtakarítás	MWh/év
Az intézkedés által elért teljes megtakarítás	5 550 ezer Ft/év
Az intézkedés által elért nem energiaköltség típusú megtakarítás	0 ezer Ft/év
Az intézkedés megvalósítási költségének várható megtérülési ideje	2,23 év
Az új rendszerelemmel kiegészített rendszer tervezett műszaki élettartama	év
A javasolt intézkedés üzembe helyezésének dátuma:	

3. Füstgáz(hulladékhő) hasznosítás

A füstgázelemző készülék az energetikai auditor egyik fontos eszköze. A füstgáz O_2 tartalma alapján eldönthető, hogy a tüzelőberendezés megfelelő légfelesleggel üzemel, vagy célszerű a beszabályozásán finomítani. A füstgáz hőmérséklete információt ad annak eldöntéséhez, hogy érdemes-e lehetőséget keresni a hőjének hasznosítására, foglalkozni a hasznosítás gazdaságosságának elemzésével. A hőhasznosítási lehetőség/fogadókészség keresése annak feltárását jelenti, hogy van-e a közelben igény a hőre, s ha igen, milyen hőmérséklet szinten.

Az alábbiakban a „FUSTGAZ” nevű Excel táblázat használatához adunk segítséget és ismertetjük a számítás során alkalmazott főbb összefüggéseket. A mintaként bevitt adatok a táblázat kalibrálásaként is kezelhetők.

A füstgáz O_2 tartalmát és hőmérsékletét kiinduló adatként kell megadni (Amennyiben az energiaveszteség-feltárás során nem áll módunkban a két értéket saját méréssel meghatározni, javasoljuk azokat a legutolsó „pontforrás” jegyzőkönyvből kiolvasni. A jegyzőkönyvek általában több mérési eredményt és azok átlagát tartalmazzák. Az auditor feladata eldönteni, melyik értékkel végzi el az elemzést.)

A példánkban legyen a füstgáz oxigén tartalma $O_2=6\%$. Az érték adatként történő bevitelét követően a tüzelés légfeleslegét az Excel a következő összefüggéssel számolja:

$$\lambda = \frac{21}{21 - O_2\%} = \frac{21}{21 - 6} = 1,4$$

Ha a kapott érték a földgáz tökéletes égéséhez meghatározott $\lambda = 1,05 \div 1,15$ közötti tartományba esik, az „Értékelés” mezőben „rendben”, ha a számított érték nem esik a fenti tartományba, „beszabályozandó” jelenik meg.

Ez utóbbi esetben - mint példánkban is - javasolható, hogy a tüzelőberendezés gazdája végeztesse el a berendezés finomhangolását, ha erre a berendezés nem alkalmas, javasoljuk megvizsgálni a füstgáz O_2 tartalma alapján a szabályozhatóvá tételének lehetőségét vagy a tüzelőberendezés cseréjét.

Az alábbi összefüggéssel azt határozzuk meg, hogy a tüzelőberendezés beszabályozását közelítőleg mekkora O_2 tartalomra kell beállítani, hogy a légfelesleg a fentebb megadott tartomány közéértéke, $\lambda = 1,1$ legyen.

$$\lambda \approx 1,1 = \frac{21}{21 - O_2\%} \rightarrow O_2\% \approx 21 - \frac{21}{1,1} = 1,91\%$$

(Itt felhívjuk a figyelmet, hogy a beszabályozásnál figyelemmel kell lenni a károsanyag emissziós értékek alakulására (CO, NO_x), valamint a berendezés

megbízható és biztonságos működésére is.. Az új beállítás csak jó, ha minden feltétel együtt teljesül.)

Fontos, hogy a javaslat műszaki és gazdasági számításokkal is alá legyen támasztva. Műszaki számításnak tekintjük annak meghatározását, mennyivel kell több hőt bevinni amiatt, hogy szükségesnél nagyobb mennyiségű környezeti levegőt a távozó füstgáz hőmérsékletére felmelegítsük, valamint annak meghatározását mennyi a többlet levegő miatt az égési levegő ventilátor (és ha van, füstgáz ventilátor) villamosenergia felhasználás többlete. A jelen projektlap esetében ez utóbbi meghatározásától eltekintünk, ezt a megtakarítást a gazdasági értékelés tartalékának tekintjük. Felhívjuk ugyanakkor a figyelmet arra, hogy a hőhasznosító beépítése a füstgázáramba ellenállást jelet, emiatt megnőhet az égési levegő ventilátorok áramfelvétele. Ha füstgáz elszívó ventilátort a hőhasznosítás miatt kell beépíteni, szintén energiafelhasználás növeléssel jár. Részletes gazdasági elemzésnél ezekre is tekintettel kell lenni.

Gazdasági számításnak tekintjük a többletlevegő bevitel miatti költségtöbblet illetve, a hőhasznosítás hozamának meghatározását.

Az egyszerűsített energetikai számításokhoz alkalmazott közelítő képletek és számított értékek:

A $H=34 \text{ MJ/Nm}^3$ fűtőértékű földgáz tökéletes égéséhez az elméleti levegő-szükségletet az alábbi empirikus összefüggéssel határoztuk meg.

$$L_0 = 0,26H + 0,25 = 0,26 \cdot 34 + 0,25 = 9,09 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

A füstgáz O_2 -tartalmából a fentebb meghatározott $\lambda = 1,4$ légfelesleg-tényező és az értékelés tartományaként megadott $\lambda = 1,05 \div 1,15$ középértéke, $\lambda^* = 1,1$ esetén az égéshez bevitt levegőmennyiség közti különbség

$$\Delta L = (\lambda - \lambda^*)L_0 = (1,4 - 1,1) \cdot 9,09 = 2,727 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

Ezt a levegőmennyiséget kell a környezeti hőmérsékletről a távozó füstgáz hőmérsékletéig fölöslegesen felmelegíteni. A levegő melegítéséhez szükséges hő meghatározásához feltételezzük, hogy a kazán környezetéből beszívott levegő $t_k = 28^\circ\text{C}$ a füstgáz hőmérséklete $t_{fg} = 215^\circ\text{C}$. Tételezzük fel továbbá, hogy a levegő fajhője $c_1 = 1 \text{ kJ/kg K}$, sűrűsége (tartaléktartással) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$. Ekkor 1 Nm^3 földgázra vonatkoztatva

$$\Delta Q = \Delta L \cdot c_1 \cdot \rho \cdot (t_{fg} - t_k) = 2,727 \cdot 1,2 \cdot (215 - 28) \approx 510 \text{ kJ/Nm}^3$$

többlet hőt kell földgázzal bevinni.

$\eta_k = 86\%$ kazánhatásfok figyelembevételével ez $\Delta Q^* \sim 712 \text{ kJ/Nm}^3$ földgáz hőegyenértékre emelkedik. $H=34 \text{ MJ/Nm}^3$ fűtőértékű földgáz figyelembevételével a szükségesnél nagyobb légfelesleg $1,8 - 2\%$ többlet földgáz felhasználást eredményez.

Legyen a földgáz referencia ára $k_{fg} = 3000$.- Ft/GJ. A kazán a jelenlegi állapotban névleges teljesítményen történő folyamatos üzemviteléhez $B = 350 \text{ Nm}^3/\text{h}$ földgázt igényel. A tüzelőberendezés beszabályozását követően a fentebb említett 1,8 – 2 % hatásfok javulással a földgázigény $6,3 - 7 \text{ Nm}^3/\text{h}$ értékkel csökken. A fentiek alapján a szükségesnél nagyobb légfelesleg miatt a többlet energiafogyasztás költsége ($\Delta B = 6,6 \text{ Nm}^3/\text{h}$ megtakarítást feltételezve):

$$\Delta K = \Delta B \cdot H \cdot k_{fg} = 6,6 \cdot 34 \cdot \frac{3000}{1000} \approx 673 \text{ Ft/h}$$

Évenként $\tau = 4860 \text{ h}$ időtartamban történő üzemvitel esetén

$$\Delta K \approx 673 \cdot 4860 \approx 3,3 \text{ MFt/év}$$

Ez az összeg azt tükrözi, hogy érdemes az égőt beszabályoni, ha arra lehetőség van. Ha nincs, erre tekintettel kell fontolóra venni a **tüzelés szabályozhatóvá tételét** a füstgáz O_2 tartalma alapján, ill. a **tüzelőberendezés cseréjét**.

Korábban a kazánok esetében a füstgázban lévő vízgőz kondenzációjának elkerülésére előírták, hogy a kazánba belépő fűtendő közeg hőmérséklete nem lehet egy bizonyos értéknél - általában 70°C -nál alacsonyabb. Ezt az értéket a már felmelegített víz visszakeverésével szokták beállítani. Ezzel egyrészt elkerülték a savas kondenzátum által az alacsony hőmérsékletű felületeken a korrózió keletkezését a kazánban és a füstgáz vezetékeken, másrészt biztosították a kémények természetes huzatához szükséges füstgáz hőmérsékletet és védték a kéményt a kondenzvíz kicsapódástól. Mindez azonban azzal párosult, hogy a füstgázzal jelentős mennyiségű, még hasznosítható hő távozott a környezetbe.

Az energiahordozók árának növekedésének hatására már 20-30 évvel ezelőtt elkezdtek a füstgáz hőhasznosítók telepítését. A füstgáz csatornák és a kémények kímélése érdekében sok esetben a kémények mellé építették a hőhasznosítót és azon keresztül szívták a füstgázt a csatornából.

Napjainkban már kondenzációs kazánként forgalmazzák a hasonló elrendezésű, korábban már gyártott kazánhoz illesztett korrózióálló hőcserélővel szállított rendszert.

A „FUSTGAZ” nevű Excel táblázat abban segíti a felhasználót, hogy a megadott füstgáz hőmérséklet, és az elégetett földgáz térfogatáram függvényében kiszámolja mennyi hő áll rendelkezésre a hasznosításra, ha ismert a fűtendő közeg belépő hőmérséklete és megadjuk a hőhasznosításhoz a minimális hőmérsékletkülönbséget (gáz és folyadék halmazállapotú közegek esetében napjaink energia és hőcserélő árai mellett ez a hőmérsékletkülönbség $15-20^\circ\text{C}$).

A mintapéldában két esetet vizsgálunk. Az első esetben azt feltételezzük, hogy a tüzelőberendezést nem lehet beszabályozni, illetve átállítani pl. technológiai kööttség miatt, ezért a kiinduló állapotként megadott mennyiségekhez illesztünk

hőhasznosítót. A második esetben a beszabályozást követően keletkező füstgázmennyiség hőjét hasznosítjuk a lehetséges mértékben.

A második esetben a hasznosítás mértékét a szemléltető ábrán zárójelbe tettük. A névleges teljesítményen legyen a kazánba belépő földgázáram $B = 350 \text{ Nm}^3/\text{h}$. A folyamatos üzem mellett a füstgáz hőmérséklete $t_{fg} = 215 \text{ °C}$, az O_2 tartalma 6 tf %. A környezet hőmérséklete $t_k = 28 \text{ °C}$, a hőhasznosításhoz a belépő víz hőmérséklete $t_h = 20 \text{ °C}$, a hőátvitelhez szükséges hőmérsékletkülönbség $\Delta t = 15 \text{ °C}$, a füstgáz közepes fajhője $c_{p, fg} = 1,381 \text{ kJ}/(\text{Nm}^3 \text{ K})$. A tüzelőanyag fűtőértéke $H = 34 \text{ MJ}/\text{Nm}^3$. Tételezzük fel, hogy a kazán a fűtési időnyben $\tau = 4860 \text{ h/év}$ időtartamban névleges teljesítményen folyamatosan üzemel.

A fenti adatok figyelembevételével a kiinduló állapotban a földgáz felhasználás:

$$V_g = B \cdot \tau = 350 \cdot 4860 = 1\,701\,000 \text{ Nm}^3/\text{év}$$

A földgázzal a kazánba bevitt hő:

$$Q_g = V_g \cdot H = 1\,701\,000 \cdot 34 = 57\,834 \text{ GJ/év}$$

Az elégetett földgáz miatt a kibocsátott CO_2 mennyiség $f_{CO_2} = 56,1 \text{ kg/GJ}$ fajlagos kibocsátást feltételezve:

$$CO_2 = Q_g \cdot f_{CO_2} = 57\,834 \cdot 56,1/1000 = 3244 \text{ t/év}$$

A további számításokhoz alkalmazott közelítő képletek és számított értékek:

Az elméleti levegőszükséglet:

$$L_0 = 0,26H + 0,25 = 0,26 \cdot 34 + 0,25 = 9,09 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

Az elméleti füstgáz mennyiség:

$$V_0 = 0,28H = 0,28 \cdot 34 = 9,52 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

A légfesleg-tényező értéke a füstgáz O_2 -tartalmából fentebb meghatározva, $\lambda = 1,4$.

Ezzel a tényleges fajlagos füstgáz mennyiség:

$$V_{fg} = V_0 + (\lambda - 1)L_0 = 9,52 + (1,4 - 1) \cdot 9,09 = 13,16 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

A füstgázveszteség abszolút értéke a környezetre történő lehűtés esetében:

$$\dot{Q}_{fg} = BV_{fg}c_{p, fg}(t_{fg} - t_k) = 350 \cdot 13,16 \cdot 1,381(215 - 28) = 1\,189\,486 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \approx 330 \text{ kW}$$

Ez a bevitt hőnek a:

$$\frac{\dot{Q}_{fg}}{BH} = \frac{1\,189\,486}{350 \cdot 34\,000} \cdot 100 \approx 10 \% - a$$

A kazán egyéb veszteségeit 4 %-ra feltételezve¹ megállapítható és kiinduló adatként bevezethető $\eta_k = 86\%$ kazánhatásfok.

$t_h = 20 \text{ °C}$ hőmérsékletű vízzel és $\Delta t = 15 \text{ °C}$ minimális hőmérsékletkülönbséggel a füstgázból hasznosítható hő:

¹ A kazánok egyéb veszteségei új, jól szigetelt kazánoknál sokkal alacsonyabbak lehetnek, ezért az energiaveszteség-feltárás során célszerű a kazán hatásfokát mérések alapján meghatározni.

$$\dot{Q}_{fg} = BV_{fg}c_{p,fg} (t_{fg} - (t_h + \Delta t)) = 350 \cdot 13,16 \cdot 1,381 \cdot (215 - (20 + 15))$$

$$= 1\,144\,959 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \approx \mathbf{318 \text{ kW}}$$

Ha a kazánt a fűtési időnyben $\tau = 4860$ h időtartamban névleges teljesítményen folyamatosan üzemeltetjük, a hőhasznosítással megtakarítható hő:

$$\Delta Q = Q_{fgh} \cdot \tau = 318 \cdot 4860 = 1\,433\,700 \text{ kWh/év} = 5\,564 \text{ GJ/év}$$

Tételezzük fel, hogy ezt a hőt nem kell egy korszerű, átlagosan $\eta_k = 95\%$ hatásfokú kazánnal megtermelni. Így ennek a földgáz egyenértéke:

$$\Delta V_g = \Delta Q / (\eta_k \cdot H) = 5\,564 \cdot 1000 / (0,95 \cdot 34) = 172\,260 \text{ Nm}^3/\text{év}$$

Ez, - amint az a lehűlés mértékéből is látható, - azt jelenti, hogy a füstgáz veszteség szinte teljes mértékben megszűnik, a víz melegítésére egy másik kazánban nem kell földgázt elégetni. (felhívjuk a figyelmet, hogy a füstgáz 35°C-ra történő lehűlése esetén a vízgőz kondenzálásával, is számolni kell. Ez a hő hasznosítás szempontjából kedvező, a tervezőnek az anyag kiválasztással és a kondenzvíz elvezetésével kapcsolatosan jelent plussz feladatot,)

A hőhasznosítás által a CO₂ kibocsátás csökkenés:

$$\Delta \text{CO}_2 = \Delta V_g \cdot H \cdot f_{\text{CO}_2} = 172\,260 \cdot 34 \cdot 56,1 / 1000\,000 \approx 328 \text{ t/év}$$

Legyen **a földgáz referencia ára $k_g = 3000$, -Ft/GJ**. Ezzel a kiinduló állapotban a földgáz költsége:

$$K_g = \frac{V_g \cdot H}{1000} \cdot k_g = \frac{1\,701\,000 \cdot 34}{1000} \cdot 3000 = 173\,502\,000, -\text{Ft/év}$$

A megtakarítás

$$\Delta K_g = \frac{\Delta V_g \cdot H}{1000} \cdot k_g = \frac{172\,260 \cdot 34}{1000} \cdot 3000 \approx 17\,570\,000 - \text{Ft/év}$$

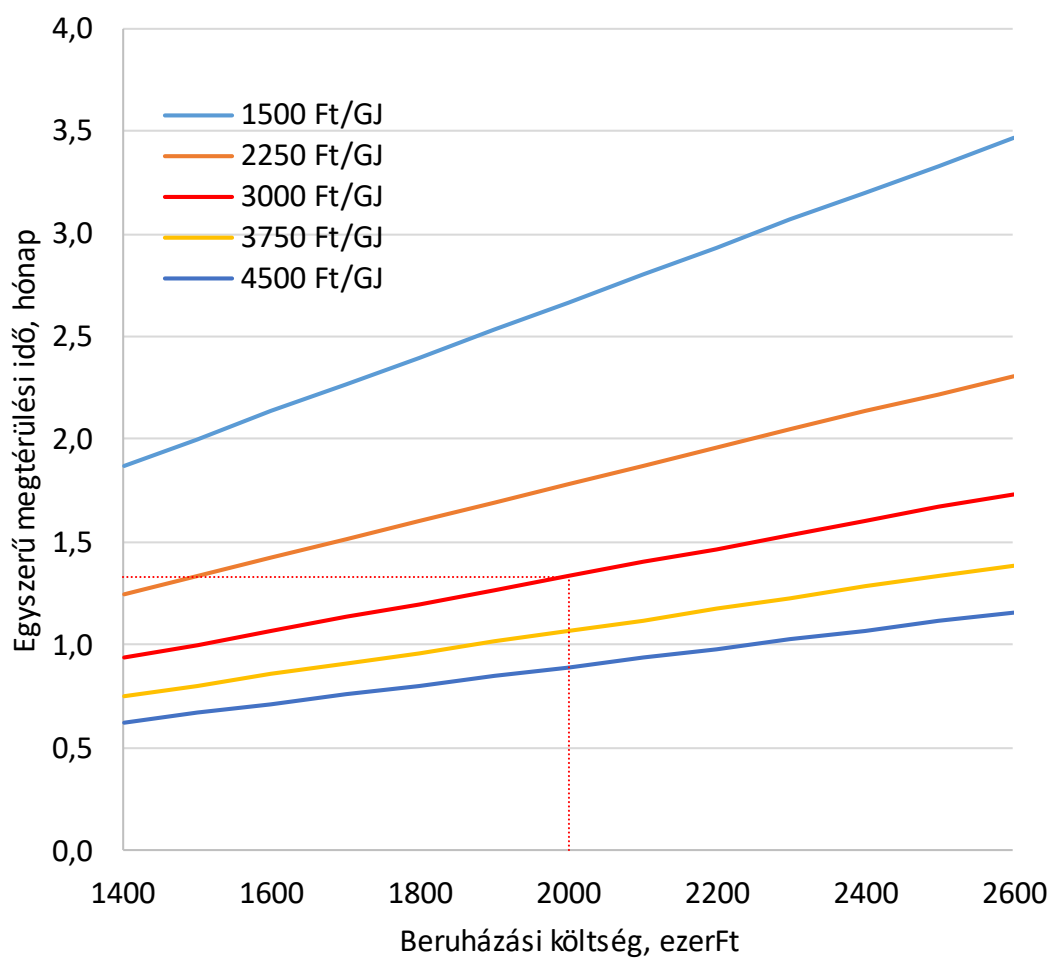
A hőcserélő rendszer beépítésének költségeit bemeneti adatként adjuk meg a rendelkezésünkre álló árajánlatok alapján az alábbi táblázathoz hasonlóan.

A hőcserélő beépítésének műszaki tervezése	ezerFt	250
A hőcserélő és berendezéseinek beszerzése	ezerFt	900
A hőcserélő rendszer kivitelezése	ezerFt	500
A hőcserélő üzembehelyezése	ezerFt	350
A hőcserélő beépítésének költsége ($C_{\text{hőhasznosító}}$)	ezerFt	2000

A projekt teljes CAPEX költségigénye 2000 eFt, amely a fentiekkel összhangban tartalmazza a műszaki tervezésnek, a berendezések beszerzésének, a rendszer kivitelezésének és üzembehelyezésének költségeit is.

A gazdasági elemzés eredményét érzékenységi vizsgálattal támasztjuk alá. Bemutatjuk, hogy a tüzelőanyag referencia árának és a hőhasznosító beruházási költségnek a változása hogyan befolyásolja a beruházás egyszerű megtérülési idejét. A felhasználó az adatbevitel során a referencia ár bevitelekor további két-két árat

adhat meg a refererencia ár százalékában, két magasabb és két alacsonyabb árat. A beruházási költség változását pedig a bevitthez képest ± 30 %-os tartományban vizsgáljuk (2. ábra).



2.ábra A hőhasznosító megtérülési idejének változása a beruházási költség és földgázár függvényében

Energiahatékonyság-növelő intézkedés

Füstgáz(hulladékhő) hasznosítás

Döntést segítő projektlap

Készítette:

ABCD

ABCD

Kapcsolattartás

Üzem neve: ABCD vállalat

Témafelelősök

Megbízó részéről:

Tel.:

Megbízott részéről:

Tel.:

Vezetői összefoglaló

Javaslat megnevezése: Füstgáz hőhasznosító telepítése

Jelenlegi körülmények:

A

215 °C, az oxigéntartalma

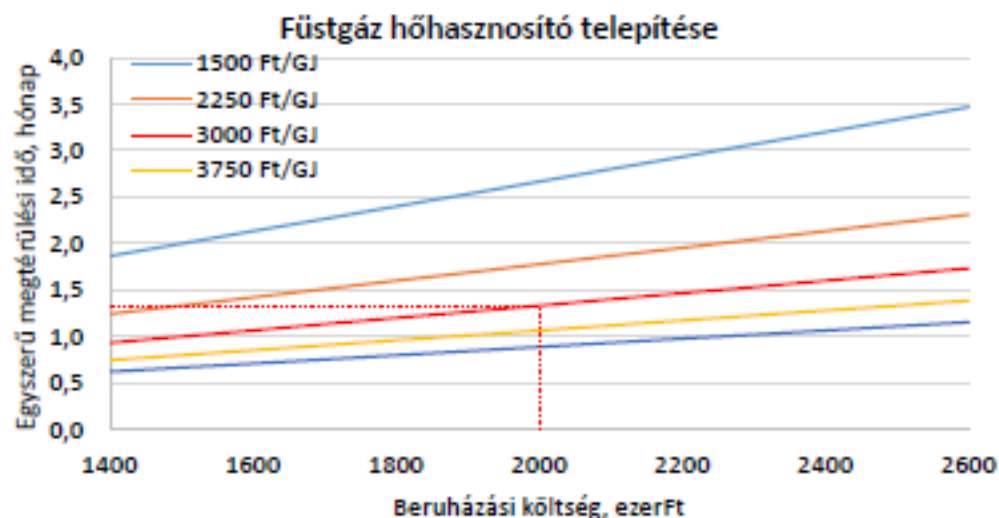
típusú kazánból távozó füstgáz hőmérséklet
6 tf%.

Az energiahatékonyság növelésére vonatkozó javaslat:

A megvalósítás várható hatása és eredménye:

Füstgáz hőhasznosító telepítése

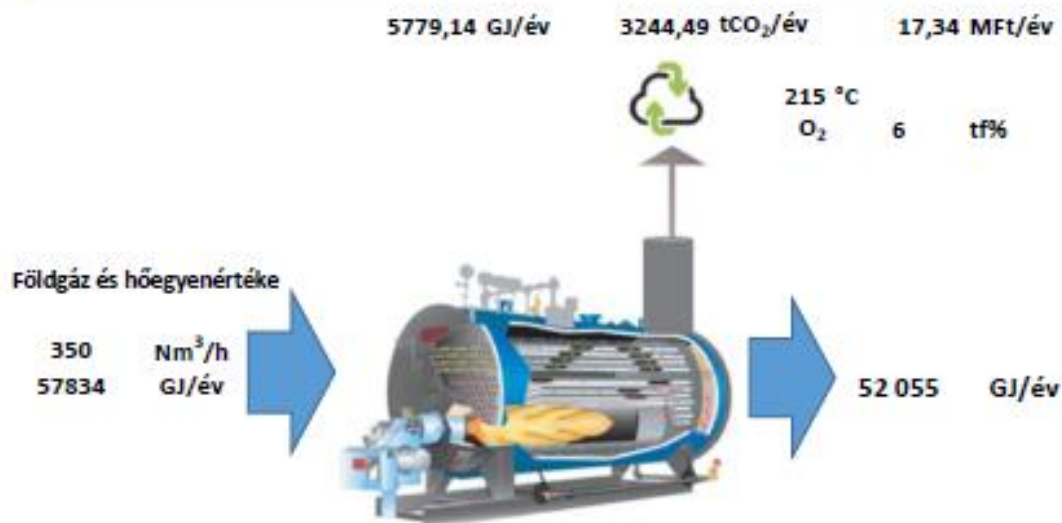
	Földgáz, Nm ³ /év	Költség, MFt/év	tonna/év
Bázis érték	1 701 000	174	3 244
Megtakarítás-beszabályozás/csere	35 294	4	67
Megtakarítás - hőhasznosítással	176 491	18	337



A diagram tengelyeinek beosztását javasoljuk manuálisan beállítani!

ABCD

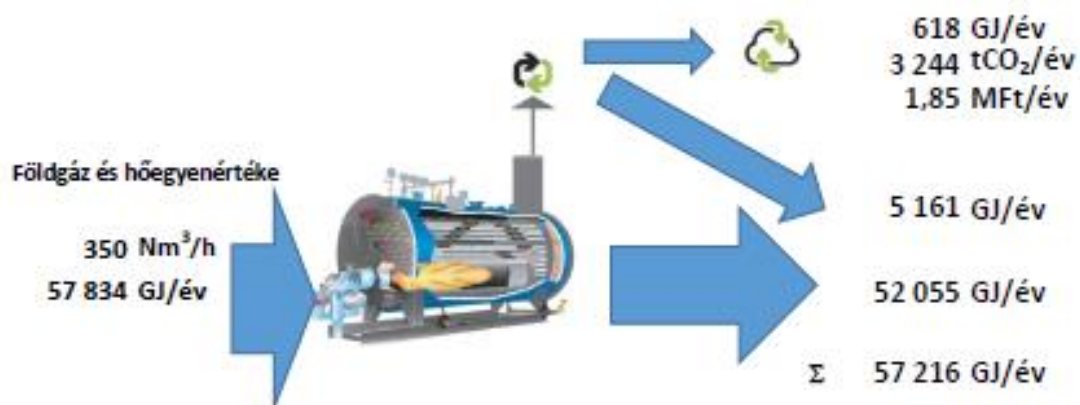
1. ábra: Jelenlegi megoldás



2. ábra: Javasolt megoldás I. (Égő beállítás vagy csere)



3. ábra: Javasolt megoldás II. (Füstgáz hőhasznosító telepítése.)



ABCD

Az energiahatékonyság növelő javaslat ismertetése

A vizsgált rendszer esetében kiinduló/jelenlegi állapotnak tekintjük az 1. ábrán szemléltetett óránkénti földgáz felhasználást, a várható éves üzemóra számmal és a megadott átlagos fajhővel meghatározott éves hőfelhasználást, a hasznosan kiadott hőt, a füstgázzal a környezetbe távozó hőt, a megadott referencia földgázzal ennek költségét, a tüzelőanyag elégetésével keletkezett CO₂ - t, valamint a mért, vagy a pontforrás mérési jegyzőkönyvből a füstgáz hőmérsékletét és térfogatarányosan az oxigén tartalmát. Ha a füstgáz O₂ tartalma magasabb mint 1,9 %, célszerű beszabályozni a tüzelőberendezést, ha ez nem valószínű meg, mérlegelni kell a tüzelőberendezés szabályozhatóvá tételét. Ha a füstgáz hőmérséklete 15 - 20 °C-al magasabb mint a környezetben található hőigény hőmérsékletszintje, mérlegelni kell a füstgáz hőjének hasznosítási lehetőségét és elemezni kell gazdasági előnyét.

Az elemzés eredménye a 2. és 3. ábrákon látható

Az alábbiakban megadott adatokkal a tüzelőberendezés beszabályozás/cseréje esetén a változást a 2. ábra, a füstgáz hőhasznosító rendszerbe illesztése esetén a 3. ábra mutatja. A kiinduló állapotot és a megtakarítást az 1. táblázat adatai tartalmazzák. Az egyszerű megtérülési idő változása különböző földgázárak mellett a diagramon látható.

1. A számításhoz szükséges bemeneti adatok

A felhasználónak ebben a részben kell megadnia a számításhoz szükséges főbb bemeneti adatokat. Ezen a szakaszon kívül a kitöltőnek nem kell a számításokkal foglalkoznia, azok automatikusan lefutnak. A bemeneti adatokat mindig a kívánt mértékegységben adják meg. A program figyelmeztetést küld, ha a bevitt érték eltér attól, amit a fejlesztők megengednek. A kalkuláció a tüzelőanyag összetétel ismeretlenségét tekintjük, emiatt közelítő képleteket alkalmaz.

A bevitt paraméter megnevezése	Mértékegység	Érték
A tüzelőberendezés tüzelőanyag felhasználása (B)	Nm ³ /h	350
A füstgáz kilépő hőmérséklete ($t_{g,k}$)	°C	215
Mért maradó oxigén-tartalom a füstgázban (O ₂)	tf%	6
Környezeti hőmérséklet ($t_{k,ny}$)	°C	28
A tüzelőanyag fűtőértéke (H)	MJ/Nm ³	34
A füstgáz fajhője ($c_{p,g}$)	kJ/kgK	1,381
A tüzelőberendezés éves üzemeltetési óra száma, (τ)	h/év	4860
Tüzelőanyag költség (p_g)	Ft/GJ	3000
Kazán egyéb veszteségei ($\eta_{q,k}$)	%	4
Hatékonyságnövelő intézkedések számításához szükséges bevitt értékek		
Elvart maradó oxigén-tartalom a füstgázban (O _{2,mód})	tf%	1,9
A hasznosító közeg hőmérséklete	°C	20
A hőcserélő beépítésének műszaki tervezése	ezerFt	250
A hőcserélő berendezéseinek beszerzése	ezerFt	900
A hőcserélő rendszer kivitelezése	ezerFt	500
A hőcserélő üzembehelyezése	ezerFt	350
A hőcserélő beépítésének költsége ($C_{h,hasznosító}$)	ezerFt	2000
Az égő beállítás és/vagy csere költsége ($C_{égő}$)	ezerFt	1500
Változó tüzelőanyag költség a referencia ár %-ban ($p_{fg,1}$)	%	-50
Változó tüzelőanyag költség a referencia ár %-ban ($p_{fg,2}$)	%	-25
Változó tüzelőanyag költség a referencia ár %-ban ($p_{fg,3}$)	%	25
Változó tüzelőanyag költség a referencia ár %-ban ($p_{fg,4}$)	%	50

5. Projektzáró lap

A javaslat szerepelt vagy nem szerepelt az energetikai audit javaslatok között?

Nem

A javaslat megvalósult?

Igen

A megvalósulás támogatással valósult meg?

Nem

A támogatás jellege:

Az intézkedés részterülete

Tevékenység

Az intézkedés megvalósításának költsége

2 000 ezer Ft

Az intézkedés által tervezett teljes megtakarítás

1 667 MWh/év

Az intézkedés által elért teljes megtakarítás

MWh/év

Az intézkedés által elért teljes megtakarítás

18 002 ezer Ft/év

Az intézkedés által elért nem energiaköltség típusú megtakarítás

0 ezer Ft/év

Az intézkedés megvalósítási költségének várható megtérülési ideje

0,11 év

Az új rendszerrel kiegészített rendszer tervezett műszaki élettartama

év

A javasolt intézkedés üzembe helyezésének dátuma:

ABCD

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

1. NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd Iparban használatos vízminőségek
2. DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István Mérések a gáziparban
3. DR. BARNA Lajos, EÖRDÖGHNE DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTHÓ Zoltán, DR. BALLA József A biztonságos ivóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei
4. BORBÁS Lajos Dr. Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben
5. BERENCSE Miklós, BEREZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina Kerékpárosbarát közlekedéstervezés
6. TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet)
7. DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal
8. KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv

2018.

9. BLAZSOVSZKY László A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai
10. CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter Orvostechológiai továbbképzés ismeretanyaga
11. NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és útügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer
12. DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet)
13. DR. SZILÁGYI Zsombor Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók
14. S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével
15. DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÚRÖK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
16. DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet
17. TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató
18. FENYVESI Zsolt Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása
19. GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali

	Tamás	tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20.	DR. DIVÓS Ferenc	Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága
22.	BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula	Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23.	ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András	Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24.	JANCSÓ Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső	Vízjogi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25.	DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László	Mérnökgeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26.	DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos	Korszerű támszerkezetek tervezése
27.	HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán	Különböző funkciójú épületek klimatechnikája II.
28.	KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint	Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29.	GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz	Hőteljesítménymérési tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30.	GARBAI László Dr., SÁNTA Róbert Dr., JASPER Andor Dr.	A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31.	LADÁNYI Gábor Dr.	Diagnosztika a karbantartásban
32.	MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András	KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)

2019.

33.	BLAZSOVSZKY László	Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34.	DR. SZILÁGYI Zsombor	A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35.	FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj.	Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechológia terén
36.	VARRÓ Beáta, DR. KIS András	Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37.	MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György	Munkatér határoló szerkezetek
38.	KORSÓS András, RÁDULY Zsolt	A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39.	GERGELY Edit, DR. BEZEGH András	Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására
40.	DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit	Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)
41.	GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence	Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42.	FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY	Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló

- András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert szituációkban
43. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
 44. DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
 45. PRIMUSZ Péter, PhD. Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
 46. NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért Különböző funkciójú épületek klímatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klímatechnikai rendszereinek tervezése
 47. JANCsó Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei
Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
 48. DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
 49. JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
 50. DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
 51. DR. MÓGA István Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
 52. DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe)
I. kötet: Konceptió és modell
II. kötet: Modell illesztése
III. kötet: Tudástár
 53. VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban
Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.