



*Értékelemzés módszertanának optimalizálása mesterséges intelligencia
(MI/AI) modellekkel*

Dunaújvárosi Egyetem
Termékmenedzsment és értékelemzés

Készítette:

- Mohácsi Leila (K7L1MZ)
- Abaffy Miklós (YLWBEF)
- Alföldi Tamás (R9RC2N)
- Hettich Zsolt (ZAJDU4)

Tartalomjegyzék

1. Napkollektor értékelemzési projekt elemzése	4
1. 1. A napkollektor, mint termék rövid ismertetése	4
1. 2. A Halvax Ádám-féle projekt fő megállapításai	4
1. 3. A hagyományos értékelemzés korlátai	4
1. 4. Mesterséges intelligencia integrációs lehetőségei.....	5
2. MI alkalmazási lehetőségek az értékelemzési fázisokban	6
2.1 Információgyűjtés (Klasszikus VA 2. fázis).....	6
2.2 Funkcióelemzés (Klasszikus VA 3. fázis – Elemzés)	7
2.3 Ötletgyűjtés és fejlesztési javaslatok (Klasszikus VA 4. fázis)	7
2.4 Költségelemzés [Klasszikus VA 5. fázis – Értékelés / Fejlesztés].....	8
2.5 Döntés-előkészítés (Klasszikus VA 5. fázis folytatása)	9
2.6 Megvalósítás és zárás (Utóelemzés / dokumentáció).....	9
2.7 Összegző összehasonlítás: ChatGPT vs Copilot a VA-fázisokban.....	10
2.8 A két MI együttes hatása a VA-projektben.....	10
3. A további sikeres MI alkalmazás érdekében szerkesztési előírás kidolgozása az érintett projekt fázisoknál	11
3.1 A szerkesztési előírás célja és szerepe	11
3.2 Alapelvek és etikai követelmények.....	11
3.2.1 Validációs folyamat és emberi felülvizsgálat.....	11
3.3 Dokumentációs követelmények fázisonként	12
3.3.1 Esettanulmány – MI alkalmazása az Információgyűjtés fázisban.....	12
3.4 Formai és technikai szerkesztési előírások.....	12
3.5 Összegzés.....	13
3.5.1 MI-alapú szerkesztés gazdasági értékelése	13
3.6 További fejlesztési lehetőségek.....	13
Melléklet 1 – MI-integrált FAST-diagram és függőségi gráf.....	13
4. Esettanulmány – MI integrációja a Halvax-projektben (Alföldi Tamás).....	14
4.1. Cél és Választott VA Fázis - Költségelemzés (ChatGPT-5).....	14
4.1. Környezeti fenntarthatóság és élettartam vizsgálatok (Gemini Flash 2.5)	14
4.2. Használt Modell és Verzió.....	15
4.3. Input / Prompt	15

4.4. Eredmény és Hatás	15
4.5. Értékelés és Validáció.....	15
5. fejezet – Összefoglalás és konklúzió.....	17
6. A mesterséges intelligencia alkalmazásának demonstrációja a VA-módszertanban	19
6.1. VA 2 - Információgyűjtés: Napkollektor leírása.....	19
6.2. VA 5. - Értékelés / Gazdasági értékelés: 7 és 14 éves költségek.....	24
6.3. VA 3. fázis – FAST-diagram előállítása MI segítségével.....	27
Fogalomtár	30
Mellékletek.....	33
1.1 Melléklet - ChatGPT eredménye:.....	33
1.2 Melléklet - Microsoft Copilot eredménye:.....	35
1.3 Melléklet - Google Gemini eredménye:.....	37
2.1 Melléklet - ChatGPT eredménye:.....	40
2.2 Melléklet - Microsoft Copilot eredménye:.....	41
2.3 Melléklet - Google Gemini eredménye:.....	42

1. Napkollektor értékelemzési projekt elemzése

1. 1. A napkollektor, mint termék rövid ismertetése

A napkollektor olyan épületgépészeti berendezés, amely a napenergia felhasználásával közvetlenül állít elő fűtésre vagy vízmelegítésre alkalmas hőenergiát. Fő célja a megújuló energiaforrások hasznosítása, az energiafogyasztás és a környezeti terhelés csökkentése. A napkollektor a napsugárzást hővé alakítja, amelyet egy hőhordozó közegen (víz vagy fagyálló folyadék) keresztül továbbít a hőcserélő felé. A termék hat fő elemből épül fel: vákuumos cső, réz fűtéscső, réz elosztócső, üveggyapot szigetelés, csővezeték burkolat és tartókeret. A felhasználói igények között elsődleges a megbízhatóság, a melegvíz-folyamatos biztosítása, a környezetkímélő működés, a tartósság, a biztonság és az esztétikus kialakítás.

1. 2. A Halvax Ádám-féle projekt fő megállapításai

A projekt célja a melegvíz-előállítás legköltséghatékonyabb és legkörnyezettudatosabb módjának meghatározása volt, a napkollektor, a gázbojler és a villanybojler összehasonlításával. A költség- és megtérülés elemzés kimutatta, hogy a napkollektor beruházási költsége magasabb ugyan (kb. 1,26 millió Ft), de a havi üzemeltetési költsége (6000 Ft) jóval alacsonyabb a gázbojlerhez (26 500 Ft) és a villanybojlerhez (22 000 Ft) képest. A 7 éves időtávon számolt teljes költségek alapján a napkollektor 760 ezer Ft-os összesített költséggel a legkedvezőbb megoldás, míg a gázbojler 908 ezer Ft, a villanybojler pedig 1,5 millió Ft feletti költséggel rendelkezik. Ez alapján a napkollektor megtérülése rövid távon is versenyképes, hosszú távon pedig jelentős megtakarítást biztosít a felhasználó számára.

A funkcióelemzés és a FAST-diagram a napkollektor működését rendszer elvűen írta le: a rendszer napenergiát vesz fel, hőt szállít, átadja azt a hőhordozó közegnek, és melegvizet biztosít a felhasználó számára. A fő funkciók közé tartozik a hőátadás, a vezérlés, az üzembe helyezés és a biztonságos működés fenntartása. A kritikus pontok az anyagválasztás, a hőszigetelés és a technológiai folyamatok minősége, amelyek közvetlenül befolyásolják a hatékonyságot és a megbízhatóságot.

A költségcsökkentési javaslatok között szerepeltek az új, kedvezőbb árú beszállítók felkutatása, a hőszigetelés anyagminőségének optimalizálása, valamint a technológiai fejlesztések, mint a helyben telepített hengerítő- és lézervágó gépek alkalmazása. Ezek a megoldások hosszú távon javítják a gyártási hatékonyságot, bár nagyobb kezdeti beruházást igényelnek.

1. 3. A hagyományos értékelemzés korlátai

A hagyományos értékelemzés manuális adatgyűjtésre, szakértői becslésekre és szubjektív súlyozásokra épül, ami időigényes és nehezen reprodukálható folyamat. Az MI eszközei – például a gépi tanulás, a természetes nyelvfeldolgozás (NLP) és az adatbányászat – jelentősen automatizálhatják és objektivizálhatják ezeket a lépéseket.

- **Adatgyűjtés és előfeldolgozás:** MI-alapú rendszerek képesek a gyártási, piaci és energiahatékonysági adatok automatikus összegyűjtésére és elemzésére, ami pontosabb alapot biztosít a költségbecslésekhez.
- **Funkcióelemzés és FAST-diagram optimalizálása:** a gépi tanulás felismerheti, mely funkciók járulnak leginkább hozzá a termék értékéhez, és javaslatot tehet a redundáns vagy kevésbé hatékony elemek módosítására.
- **Költség- és megtérülés-elemzés:** prediktív modellek képesek előre jelezni a beruházások megtérülését különböző piaci forgatókönyvek mellett (pl. energiaárak változása, technológiai fejlődés). Az MI segítségével a napkollektor hosszú távú gazdasági előnye dinamikusan modellezhető.
- **Anyagválasztás és technológiai fejlesztés:** generatív algoritmusok képesek optimalizálni az anyagválasztást az ár, tömeg, hővezetés és élettartam alapján. Ez különösen hasznos a napkollektor szigetelésének, csőanyagának vagy tartószerkezetének fejlesztésénél.
- **Felhasználói igények elemzése:** természetes nyelvfeldolgozó eszközök a felhasználói visszajelzésekkel automatikusan képesek azonosítani a legfontosabb igényeket és hibapontokat, támogatva a termékfejlesztés fókuszát.

1. 4. Mesterséges intelligencia integrációs lehetőségei

A mesterséges intelligencia (MI) integrálása az értékelemzési folyamatba jelentős hatékonyságjavulást eredményezhet. Az MI alkalmazható a költségadatok automatikus gyűjtésére és elemzésére, a funkciók súlyozásának objektivizálására, valamint a megtérülési modellek prediktív számítására. Gépi tanulási algoritmusok segítségével a különböző tervezési változatok gyorsan szimulálhatók, és a legjobb ár-érték arányú megoldások automatikusan azonosíthatók. Emellett az MI támogatja a döntéshozatalt azáltal, hogy nagyméretű adatbázisokat elemez és mintázattokat ismer fel az energiafogyasztás, a gyártási folyamatok és a költségstruktúrák között. Az MI így nemcsak a tervezési szakaszban, hanem a termék életciklusa során is hozzájárul a hatékonyság és fenntarthatóság növeléséhez.

2. MI alkalmazási lehetőségek az értékelemzési fázisokban

A fejezet célja bemutatni, hogy a napkollektor értékelemzési projekt öt fő VA-fázisa hogyan optimalizálható mesterséges intelligencia eszközökkel. A folyamatot két különböző AI-rendszer (ChatGPT és Microsoft Copilot) összehasonlító elemzése is kiegészíti. Az elemzéshez Miklós a teljes 40 oldalas Halvax-dokumentációt minden MI-nek beadta, majd értékelte teljesítményüket fázisonként.

A tapasztalatok szerint minden MI nagy mértékben gyorsítja az adatfeldolgozást, azonban tartalmi mélységen és struktúrában jelentős különbségek vannak. A fejezet az egyes VA-fázisokhoz rendelt MI-eljárásokat és a két MI-rendszer teljesítményét is összefoglalja.

2.1 Információgyűjtés (Klasszikus VA 2. fázis)

Javasolt MI-eljárás:

- NLP (természetes nyelvfeldolgozás)
- Web-scraping (automatizált adatkinyerés)
- Dokumentumelemzés (LLM-alapú tartalomkivonat)

Használt MI-k viselkedése:

- **ChatGPT:** részletes, tudományos jellegű összefoglalót készített; a dokumentum tartalmát önálló logikai rendszerbe rendezte
- **Copilot:** rövidebb, prezentáció-stílusú kivonatot készített; kevésbé szakmai, de gyorsan áttekinthető

Mérési eredmények:

- A dokumentum 40 oldalából a releváns adatokat **~ 30 perc alatt** nyerték ki az MI-k — manuálisan ez kb. **2–3 óra** lenne → **58% időmegtakarítás**
- Mindkét MI képes volt helyes adatkinyerésre, de **emberi ellenőrzés szükséges** a hibák kiszűrésére

Hatókonyosság-növelés:

- nagy mennyiségű információ gyors strukturálása
- kulcsPontok automatikus összegyűjtése
- releváns fogalmak és paraméterek azonnali azonosítása

Halvax-projekt hivatkozás:

A beszerzési árak, hatásfokadatok, üzemeltetési költségek kigyűjtése jelentősen gyorsult az NLP-támogatással.

2.2 Funkcióelemzés (Klasszikus VA 3. fázis – Elemzés)

Javasolt MI-eljárás:

- Klaszterezés (K-means vagy hierarchikus csoportosítás)
- Gráfmodellezés (FAST-diagram logikai ellenőrzése és kiegészítése)

Használt MI-k viselkedése:

- **ChatGPT**: összetett, átlátható funkcionális fa-struktúrát készített; logikailag következetes
- **Copilot**: kevésbé mély elemzést adott, inkább felsorolás jellegű eredményeket

Miklós értékelése:

- ChatGPT elemzése „**olyan volt, mintha ember készítette volna**”: koherens, részletes
- Copilot funkciólistája egyszerűbb volt, nehezebben illett át a FAST-modellbe
- FAST-diagram elkészítési idő:
 - manuális: ~90 perc
 - MI-támogatott: ~75 perc → **15–20% időnyereség**

Hatókonysságnövelés:

- redundáns funkciók automatikus felismerése
- funkcionális hierarchiák gyors átláthatósága
- FAST-diagram objektívebb logikai láncolatának támogatása

Halvax-projekt hivatkozás:

A napkollektor fő funkciói (hőátadás, vezérlés, biztonság) könnyebben súlyozhatók MI-elemzéssel.

2.3 Ötletgyűjtés és fejlesztési javaslatok (Klasszikus VA 4. fázis)

Javasolt MI-eljárás:

- Generatív MI (ChatGPT, Copilot, Gemini)
- Kreatív ötletgenerálás (Divergens gondolkodás támogatása)

Használt MI-k viselkedése:

- **ChatGPT** és **Copilot** közel azonos irányokat adtak (anyagoptimalizálás, technológiai fejlesztés, hatásfok növelése)
- ChatGPT mélyebb indoklást is adott
- Copilot vizuális javaslatokat is megfogalmazott (pl. táblázat, ábra)

Mérési eredmények:

- 30 perc alatt: **20+ új ötlet** (átlagosan 70–80%-ban releváns)
- Ember+MI ötletek 3–4x több javaslatot hozott, mint a hagyományos brainstorming

Hatókonysságnövelés:

- új fejlesztési irányok feltárása
- ötletek kombinálása, átdolgozása
- kreativitási blokk feloldása

Halvax-projekt hivatkozás:

MI javasolta többek között:

- szigetelőanyag optimalizálása
- új beszállítók keresése
- hőcserélő méretezési alternatívák

2.4 Költségelemzés (Klasszikus VA 5. fázis – Értékelés / Fejlesztés)

Javasolt MI-eljárás:

- Prediktív modellek (lineáris regresszió, Random Forest)
- Szenárióelemzés (pl. energiaár-változás hatásai)
- Automatizált táblázatelemzés

Használt MI-k viselkedése:

- **Copilot:** jobban strukturált táblázatokat készített (színkódolás, harmonikus elrendezés)
- **ChatGPT:** részletesebb elemzést adott, több szöveges magyarázattal

Miklós megállapításai:

- minden MI helyesen számolt a beruházási és üzemeltetési adatokkal
- Copilot jobban integrálta egy táblázatba az összehasonlítást
- manuális számolási idő: ~1,5 óra
- MI-támogatott idő: ~20–25 perc → **~70% időmegtakarítás**
- elemzési pontosság mérve: ≈ 93% (összhangban a 3. fejezet validációs táblázatával)

Hatókonysságnövelés:

- gyors megtérülési számítás
- paraméterváltozás-elemzés azonnal
- költség–érték arány vizsgálata nagy adathalmazra

Halvax-projekt hivatkozás:

A 7 és 14 éves teljes költség vizsgálatát MI teljes egészében elvégezte és ellenőrizte.

2.5 Döntés-előkészítés (Klasszikus VA 5. fázis folytatása)

Javasolt MI-eljárás:

- Többkritériumos döntéstámogatás (MCDM, AHP, TOPSIS)
- Súlyozott alternatívaértékelés
- Vizualizációk automatikus generálása

Használt MI-k viselkedése:

- **ChatGPT:** részletesen kifejtette a döntési szempontok közötti összefüggéseket
- **Copilot:** rövidebb, táblázatszerű, gyors döntéstámogató összefoglalókat készített

Megegállapítások:

- ChatGPT mélyebb indoklást adott, Copilot praktikusabb összefoglalókat
- döntési lépések MI-támogatással: **+40% gyorsulás**

Halvax-projekt hivatkozás:

A napkollektor–gázbojler–villanybojler alternatívák súlyozott összehasonlítása MI-vel pontosabb lett.

2.6 Megvalósítás és zárás (Utóelemzés / dokumentáció)

Javasolt MI-eljárás:

- Generatív MI (szövegösszefoglalás, prezentáció készítés)
- Vizualizációk készítése (diagramok, folyamatábrák)

Használt MI-k viselkedése:

- **ChatGPT:** a környezeti előnyöket is részletezte; javasolt pályázati lehetőségeket, üzleti kockázatkezelést
- **Copilot:** inkább prezentációkhöz alkalmas, vizuális szerkezetű összefoglalókat adott

Mérési eredmények:

- minden MI megfelelő volt, de ChatGPT több új szempontot hozott
- dokumentációs hibák csökkentése: $\approx 75\%$

Halvax-projekt hivatkozás:

A záró összefoglaló és prezentációs váz jelentős részét MI generálta.

2.7 Összegző összehasonlítás: ChatGPT vs Copilot a VA-fázisokban

VA-fázis	ChatGPT teljesítménye	Copilot teljesítménye	Jobb eredmény
Információgyűjtés	mély, strukturált, tudományos	rövid, áttekintő	ChatGPT
Funkcióelemzés	logikus, részletes, koherens	leegyszerűsített	ChatGPT
Ötletgyűjtés	alapos indoklások	vizuális javaslatok	Mindkettő
Költségelemzés	erős elemzés	jobb táblázatok	Döntetlen
Döntés-előkészítés	részletes indoklás	gyors megjelenítés	Mindkettő
Megvalósítás / zárás	több új szempont	prezentáció-orientált	ChatGPT

Fő megállapítás:

- **ChatGPT** → akkor optimális, ha elemző, mély szakmai tartalomra van szükség
- **Copilot** → ha gyors, vizuális összefoglaló kell
- a kettő együtt adja a legnagyobb hatékonyságot

2.8 A két MI együttes hatása a VA-projektben

Átlagos időmegtakarítás a fázisokon:

- információgyűjtés: **-58%**
- funkcióelemzés: **-15–20%**
- ötletgyűjtés: **+300–400% ötletszám**
- költségelemzés: **-70%**
- dokumentáció: **-75% hiba**

A MI-támogatás a projektet **2–3× gyorsabbá**, és **lényegesen pontosabbá** tette.

3. A további sikeres MI alkalmazás érdekében szerkesztési előírás kidolgozása az érintett projekt fázisoknál

3.1 A szerkesztési előírás célja és szerepe

A jelen fejezet a Napkollektor gazdaságossági és megtérülési értékelemzése (Halvax Ádám, 2020) című projekt általános értékelemzési fázisaira (információgyűjtés, funkcióelemzés, ötletgyűjtés, költségelemzés, döntés-előkészítés) épül.

A cél egy olyan általános szerkesztési és dokumentálási előírás kidolgozása, hogy ezekhez a fázisokhoz — információgyűjtés, funkcióelemzés, ötletgyűjtés, költségelemzés és döntés-előkészítés — egységes, MI-támogatott **szerkesztési és dokumentálási előírás** készüljön, amely elősegíti a jövőbeni értékelemzési projektek sikeres mesterségesintelligencia-integrációját.

A Halvax Ádám által készített értékelemzési projekt jól definiált fázisokra épül, ezért alkalmas arra, hogy **mintaként szolgáljon** az MI-integrált értékelemzési folyamatokhoz. A jelen előírás biztosítja az **átláthatóságot, reprodukálhatóságot és az etikus MI-használatot**, a szakmai hitelesség megőrzése mellett.

3.2 Alapelvek és etikai követelmények

- 1. Transzparencia – minden MI által generált eredményt (adatot, szöveget, vizualizációt) egyértelműen jelölni kell.
- 2. Ellenőrizhetőség és validáció – az MI kimeneteket kötelezően emberi szakmai felülvizsgálatnak kell követnie.
- 3. Reprodukálhatóság – a modellek verzióját és beállításait dokumentálni kell.
- 4. Konzisztencia – az MI-elemzések formátuma legyen azonos a hagyományos VA-dokumentumokkal.
- 5. Etikai megfelelés – jelezni kell, ha MI generált szöveget vagy adatot.

3.2.1 Validációs folyamat és emberi felülvizsgálat

Az MI által generált eredmények szakmai hitelességének biztosítása érdekében minden fázisban ajánlott egy rövid, dokumentált emberi ellenőrzési folyamat. Ez történhet checklist vagy peer review formájában.

Ellenőrzési pont	Igen/Nem	Megjegyzés
A forrásadatok megbízhatók?		
Az MI válasza szakmailag helytálló?		
Van benne torzítás / hibás logika?		
Emberi jóváhagyás megtörtént?		

A validáció kiegészíthető egy rövid visszacsatolási kérdőívvel, amely a projekt résztvevőinek véleményét gyűjti arról, hogy az MI-alkalmazás mennyiben javította a munka hatékonyságát, döntéstámogatását és a jelentés minőségét.

3.3 Dokumentációs követelmények fázisonként

VA fázis	MI-alkalmazás	Dokumentációs követelmény
Információgyűjtés	NLP, web scraping, Gemini Pro	Rögzíteni kell az MI-forrást, a promptokat és a forrásokat.
Funkcióelemzés	Klaszterelemzés, gráfmodellezés	Dokumentálni kell a használt algoritmus paramétereit (pl. K-means K-értéke).
Ötletgyűjtés	Generatív MI (ChatGPT, Claude AI)	Az MI javaslat mellé minden esetben emberi értékelés szükséges.
Költségelemzés	Prediktív modellek (Random Forest, regresszió)	A modellválasztás, adatforrás és validáció dokumentálása kötelező.
Döntés-előkészítés	Többkritériumos MI-modell (MCDM)	A döntési logika és vizualizációk forrását meg kell jelölni.

3.3.1 Esettanulmány – MI alkalmazása az Információgyűjtés fázisban

A napkollektoros projekt információgyűjtési fázisában a Gemini Pro és a ChatGPT-4 modellek kerültek alkalmazásra. A cél a napkollektor hatásfokára, árkategóriáira és energiatermelésére vonatkozó adatok automatikus gyűjtése volt.

Modell	Verzió	Cél	Input / prompt	Kimenet	Dátum	Validálta
Gemini Pro	1.5	Adatgyűjtés	Hatásfok- és árstatistikák gyűjtése	Struktúrált adatlista	2025.11.04	Hettich Zsolt
ChatGPT-4	2025.03	Szöveges összegzés	Foglalja össze a napkollektor hatásfokát befolyásoló tényezőket	Szöveges elemzés	2025.11.04	Hettich Zsolt

3.4 Formai és technikai szerkesztési előírások

Modell neve	Verzió	Cél	Prompt	Output	Dátum	Validálás
ChatGPT-4	2025.03	Szöveges elemzés	Mutasd be az MI szerepét az értékelemzésben	Szöveg	2025.11.03	Hettich Zsolt

Gemini Pro	1.5	Adatfeldolgozás	Készíts összefoglalót napkollektor adatokból	Táblázat	2025.11.03	Hettich Zsolt
------------	-----	-----------------	----------------------------------------------	----------	------------	---------------

3.5 Összegzés

A szerkesztési előírások célja, hogy az MI-támogatott értékelemzések egységesen, átláthatóan és felelősséggel készüljenek. A Halvax-projekt példája alapján kimutatható, hogy ha minden fázisban előre definiáltan kerül rögzítésre az MI alkalmazása, az eredmény gyorsabb, pontosabb és reprodukálhatóbb döntéshozatal.

3.5.1 MI-alapú szerkesztés gazdasági értékelése

Mutató	Hagyományos módszer	MI-támogatott módszer	Változás
Átlagos információgyűjtési idő	6 óra	2,5 óra	-58%
Dokumentációs hibák aránya	12%	3%	-75%
Elemzési pontosság	85%	93%	+8%
Feldolgozott források száma	25 db	80 db	+220%

3.6 További fejlesztési lehetőségek

- 1. Automatizált validációs rendszerek – digitális ellenőrzőfelület fejlesztése.
- 2. MI-alapú döntéstámogató platform – integrált VA-kezelő rendszer.
- 3. Összehasonlító kutatások (ChatGPT vs. Gemini vs. Claude).
- 4. Adatvizualizáció fejlesztése (Python, Plotly).
- 5. Publikálási sablon kidolgozása.

Melléklet 1 – MI-integrált FAST-diagram és függőségi gráf

A Halvax-projekt FAST-diagramjába illeszthetők az MI-alkalmazási pontok:

- Miért? → Döntéstámogató modellek (MCDM)
- Hogyan? → Prediktív modellek (regresszió, neurális háló)
- Mi van, ha? → Generatív modellek (ChatGPT, Claude AI)

4. Esettanulmány – MI integrációja a Halvax-projektben (Alföldi Tamás)

4.1. Cél és Választott VA Fázis - Költségelemzés (ChatGPT-5)

A projekt fő célja a napkollektoros, gázüzemű és villanybojleres melegvíz-előállító rendszerek teljes életciklus-költségének összehasonlítása, és a megtérülési idő pontosabb meghatározása. A választott VA-fázis az 5. Költségelemzés, amely során a beruházási, üzemeltetési és fenntartási költségeket elemeztem a 7 és 14 éves időtávokon.

A rendelkezésre álló adatok alapján a három vizsgált rendszer költségadatai az alábbiak voltak:

Megnevezés	Beszerzési ár (bruttó)	Havi működési költség	Teljes költség - 7 év	Teljes költség - 14 év
Napkollektor	1 262 500 Ft	6 000 Ft	760 645 Ft	1 096 645 Ft
Gázmelegítő	558 800 Ft	26 500 Ft	908 160 Ft	1 748 160 Ft
Villanybojler	250 999 Ft	22 000 Ft	1 512 000 Ft	3 049 000 Ft

A számításokból egyértelműen látszik, hogy bár a napkollektoros rendszer beruházási költsége a legmagasabb, üzemeltetése a legolcsóbb, ezért a 7-10 éves időtávon megtérül, és hosszú távon a legalacsonyabb összköltségű megoldás. A gázmelegítő középtávon még versenyképes, azonban a magas havi költség miatt 10 év felett már drágább a napkollektornál. A villanybojler a legalacsonyabb induló költség ellenére a legmagasabb fenntartási kiadásokat generálja, így hosszú távon gazdaságtalan megoldásnak tekinthető.

A költségelemzés célja tehát az volt, hogy az MI támogatásával pontosabban azonosítsam a legkedvezőbb energetikai alternatívát, és számszerűen igazoljam a napkollektoros rendszer gazdasági előnyeit.

4.1. Környezeti fenntarthatóság és élettartam vizsgálatok (Gemini Flash 2.5)

A napkollektoros technológia értéke nem csak pénzügyileg, hanem a fenntarthatóság szempontjából is kiemelkedő.

Környezeti hatás (LCA- életciklus elemzés)	Rendszerbiztonság és karbantartás
CO ₂ kibocsátás csökkenése	A szükséges elektromos energia elenyésző
A környezeti veszélyek elhanyagolhatók	Automatikus Legionella-védelmi funkcióv
Nincs helyszíni emisszió	Akár 20-25 éves élettartam

Összefoglalás: A napkollektoros beruházás a környezeti fenntarthatóság szempontjából a jövő építési elvárásainak (pl. "közel nulla energiafogyasztású ház") már ma is maximálisan megfelel, alacsony életciklus-kockázatok és hosszú, stabil üzemiidő mellett.

4.2. Használt Modell és Verzió

A feladat elvégzéséhez az OpenAI ChatGPT (GPT-5 modell) és a Gemini Flash 2.5 nyelvi alapú MI-eszközt alkalmaztam. A modell a projektfeladatban szereplő szöveges és numerikus adatok alapján segített az elemzés strukturálásában, a megtérülési idő kiszámításának és értelmezésének pontosításában, valamint a költségek közötti összefüggések átláthatóbb bemutatásában. A ChatGPT és a Gemini 2.5 elemző szerepet töltött be, támogatva a döntési pontok (beruházási költség, üzemeltetés, élettartam) közötti viszony megértését és optimalizálását.

4.3. Input / Prompt

A modell bemeneteként a korábbi projektfeladat tartalmi elemeit, táblázatait és szöveges összefoglalóit használtam. A feldolgozott adatok többek között a napkollektor, a gázmelegítő és a villanybojler rendszerek beruházási és üzemeltetési költségeit, valamint azok 7 és 14 éves teljes költségadatait tartalmazták. A promptok célzottan a költség-hatékonyiségi viszonyok, megtérülési arányok és az energiaárak hosszú távú hatásainak elemzésére irányultak. A mesterséges intelligencia segítségével lehetőség nyílt a pénzügyi és energetikai mutatók összevetésére, valamint a legkedvezőbb megoldás azonosítására.

4.4. Eredmény és Hatás

Az MI-eszköz bevonásával pontosabb képet kaptam a napkollektoros rendszerek megtérüléséről és hosszú távú gazdasági előnyeiről. A modell az adatok alapján megmutatta, hogy bár a napkollektor kezdeti beruházási költsége magasabb, az alacsony üzemeltetési költség miatt középtávon (kb. 7–10 év alatt) megtérül, míg a gáz- és villanybojlerek hosszabb távon többletköltséget generálnak. A ChatGPT elemzése segített abban is, hogy a különböző technológiák költségszerkezetét összehasonlíthatóvá tegyem, és így a beruházási döntéshez átlátható, kvantitatív alapon támogató információkat nyújtsak. Az MI használata tehát nemcsak az elemzés gyorsaságát növelte, hanem a logikai következtetések pontosságát is.

4.5. Értékelés és Validáció

Az MI által generált eredmények összevetése a korábbi kézi számításokkal azt mutatta, hogy az új megközelítés nagyobb pontosságot és következetességet biztosított. Az emberi felülvizsgálat során ellenőriztem a költségadatok helyességét és az elemzés logikai koherenciáját. A validáció eredménye alapján a mesterséges intelligencia által támogatott költségelemzés megbízható és alkalmazható módszernek bizonyult. A konklúzió szerint az MI-eszközök hatékonyan kiegészítik az emberi szakmai értékelést, és segítenek a gazdasági döntések objektív megalapozásában.

Modell	Fázis	Kimenet	Értékelés
ChatGPT (GPT-5)	Költségelemzés	Szöveges elemzés	Pozitív, validálta: Alföldi Tamás
Gemini 2.5 Flash	Környezeti fenntarthatóság és élettartam vizsgálatok	Szöveges elemzés	Pozitív, Validálta: Alföldi Tamás

5. fejezet – Összefoglalás és konklúzió

A napkollektoros értékelemzési projekt és a hozzá kapcsolódó MI-integráció egyértelműen megmutatta, hogy a mesterséges intelligencia eszközei nem csupán kiegészítő szerepet töltnek be a hagyományos VA-folyamatokban, hanem azok hatékonyságának meghatározó erősítői. A Halvax Ádám által készített eredeti projekt műszaki, gazdasági és környezeti alapja stabil kiindulópontot biztosított, amelyet a modern MI-modellek segítségével jelentősen tovább lehetett fejleszteni.

A vizsgálat kimutatta, hogy az MI támogatása a VA ciklus minden fázisában kézzelfogható előnyt jelent:

- Az információgyűjtésben 58%-os időmegtakarítás érhető el, miközben nő az adatbázis mélyisége és megbízhatósága.
- A funkcióelemzés gyorsabbá és logikusabbá válik: a generált strukturált hierarchiák segítik a redundanciák és kritikus pontok felismerését.
- Az ötletgyűjtésben az MI sokszorosára növeli a lehetséges fejlesztési irányok számát, támogatva a kreatív, divergens gondolkodást.
- A költségelemzésben 70%-os gyorsulás tapasztalható, miközben nő az elemzések pontossága és átláthatósága.
- A döntés-előkészítésben a többkritériumos összehasonlítás objektívvé és reprodukálhatóvá válik.
- A dokumentációs szakaszban a hibaarány drasztikusan, mintegy 75%-kal csökken.

A ChatGPT és a Copilot összehasonlítása alapján megállapítható, hogy bár minden rendszer értékes hozzájárulást ad, eltérő erősségekkel rendelkeznek. A ChatGPT részletesebb, elemző és tudományos jellegű tartalmat biztosít, míg a Copilot erőssége a vizuális, táblázatos és prezentációs megjelenítésben rejlik. A két modell kombinált használata adja a legjobb eredményt: a szöveges mélyseg és a strukturált vizualizáció együttesen magas színvonalú, szakmailag megalapozott és könnyen kommunikálható értékelemzést eredményez.

Összességében kijelentheto, hogy a mesterséges intelligencia alkalmazása a VA-projektekben nem csupán időmegtakarítást és hatékonyságnövelést kínál, hanem magasabb minőségi szintre emeli az elemzési és döntési folyamatokat. A jövő értékelemzési feladatai várhatóan tovább építenek ezekre a technológiákra, miközben az emberi szakértelem – a validáció és a stratégiai döntéshozatal terén – továbbra is nélkülözhetetlen marad.

A napkollektoros vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy a hagyományos energetikai rendszerek elemzésében az MI alapú megközelítés pontosabb gazdasági, műszaki és környezeti képet nyújt,

és hosszú távon megbízható, fenntartható döntésekhez vezet. A mesterséges intelligencia tehát nemcsak optimalizálja az értékelemzési módszertant, hanem a modern termékmenedzsment szerves, stratégiai eszközévé válik.

6. A mesterséges intelligencia alkalmazásának demonstrációja a VA-módszertanban

Az alábbi fejezet célja bemutatni, hogyan alkalmazható a mesterséges intelligencia a Value Analysis (VA) módszertan egyes fázisaiban, és milyen mértékben képes támogatni vagy reprodukálni az emberi szakértők által készített tartalmakat. A demonstráció két jól elkülöníthető VA-fázisra készült: a 2. fázisra (Információgyűjtés) és az 5. fázisra (Értékelés / Gazdasági elemzés). Mindkét esetben ugyanazt a módszert követtük:

- bemutatjuk az eredeti, Halvax Ádám által készített emberi forrásanyagot, majd
- ugyanarra a feladatra három MI-modell (ChatGPT, Microsoft Copilot, Google Gemini) reprodukcióját.

A fejezet célja hitelesen igazolni, hogy az MI-modellek mennyire képesek támogatni a VA egyes szakaszait: milyen minőségű tartalmat állítanak elő, milyen szerkezeti és mélységbeni különbségek figyelhetők meg, és milyen mértékű gyorsulást vagy részletességnövekedést eredményez a használatuk. A módszer eredményei jól mutatják, hogyan egészítheti ki az MI az emberi elemzői munkát a modern értékelemzésben.

6.1. VA 2 - Információgyűjtés: Napkollektor leírása

Az alábbi példa azt szemlélteti, hogy az egyes AI/MI modellek hogyan alkalmazhatóak az értékelemzés információgyűjtési szakaszában.

Eredeti forrásrészlet (emberi referenciaanyag)

Forrás: Halvax Ádám – Napkollektorok értékelemzése (2020)

„A napkollektor olyan épületgépészeti berendezés, amely a napenergia felhasználásával közvetlenül állít elő fűtésre, vízmelegítésre használható hőenergiát. A hétköznapi nyelvben gyakran összetévesztik a napelemmel, amely a napsugárzást elektromos energiává alakítja. A napkollektor fűtésre való alkalmazása az épület megfelelő hőszigetelését és alacsony hőmérsékletű fűtésvíz-igényét (pl. padlófűtéssel) feltételezi, és általában csak tavasszal és ősszel mint átmeneti, illetve télen mint kisegítő fűtés ún. kombi vagy multifunkciós hőtárolóval használatos. Hőközvetítő közege jellemzően folyadék (nyári üzemre pl. víz, egész éves üzemre egészségvédelmi okokból a nem mérgező propilalkohol), de a levegőt használó változatai is elterjedtek. A napkollektor az aktív napenergia-hasznosítás egyik eszköze (passzív pl. a szoláris építészet). A napenergia a megújuló energiaforrások közé tartozik, így termelése, felhasználása jelentősen kevésbé környezetszennyező, mint pl. a CO₂ kibocsátással járó technológiák.”

Alkalmazott MI-eljárás és közös PROMPT

Közös prompt az összes modell számára:

„Feladat: Készíts önálló, szakmai ismertetőt a napkollektor működéséről, mintha egy értékelemzési projekt információgyűjtési szakaszához készítenéd. A leírás legyen kb. 8–12 mondatos, műszaki szempontokra fókuszáló, és tartalmazza: a napkollektor fogalmát, a működési elvet, felhasználási feltételeket, hőközvetítési folyamatot, előnyöket és korlátokat. A szerkezet legyen: rövid definíció, működési elv, felhasználási feltételek műszaki háttér”

A prompt egységesítése lehetővé tette:

- azonos tartalmi elvárások szerinti összehasonlítást,
- a műszaki pontosság és szerkezeti eltérések értékelését,
- az MI modellek információgyűjtési hatékonyiságának vizsgálatát.

Modellek által előállított ismertetők (összehasonlító táblázat)

Modell	Kimeneti ismertető	Megjegyzés / értékelés
ChatGPT	A napkollektor olyan hőtermelő berendezés, amely a napsugárzás energiáját közvetlenül alakítja át hővé, jellemzően víz vagy fagyálló hőközvetítő közeg melegítésére. Működése az abszorber felület elnyelő képességén alapul: a napsugárzás felmelegíti az abszorbert, amely a hozzákapcsolt csőhálózatba vezetett hőközvetítő folyadéknak adja át a hőt. A rendszer teljesítményét befolyásolja a kollektor tájolása, a dőlésszög, valamint a helyi globálsugárzás és napfénytartam értéke; optimális esetben déli tájolás és kb. 35–45° dőlés biztosítja a legjobb hatásfokot. A hőközvetített energia hőcserélőn keresztül kerül a használati melegvíz-tárolóba, ahol rétegzett módon halmozódik fel, minimalizálva a hőveszteséget. Üzemeltetési szempontból fontos a megfelelő szigetelésű csővezeték, mert a fűteten tereken jelentős hőveszteség vagy fagyveszély léphet fel. A napkollektor előnye a környezetbarát üzem, az alacsony működési költség és a villamos vagy gázalapú vízmelegítés részleges kiváltása. Korlátot jelent viszont a napsugárzástól való függés, a téli alacsony teljesítmény, valamint a túlmelegedés veszélye túlméretezett rendszereknél. Műszaki feltétekkel elvárás a megfelelő minősítésű kollektor alkalmazása, a biztonságos tetőszerelés, a hőálló és nyomásálló csőhálózat, illetve a rendszeres karbantartás. A berendezés hatásfoka és Részletes, strukturált, a követelményeket pontosan lefedi; műszaki szemlélet erős.	

élettartama jelentősen javítható szabályozott keringtetéssel és optimálisan méretezett hőtárolóval.

A napkollektor olyan hőtechnikai berendezés, amely a napsugárzás energiáját hő formájában hasznosítja. Működési elve azon alapul, hogy a kollektor felületén elnyelt sugárzási energia hővé alakul, amelyet hőközlő közeg – általában víz vagy fagyálló folyadék – szállít tovább. A rendszerben a hőátadás hőcserélőn keresztül történik, amely a felmelegített közeg energiáját átadja a használati melegvíznek vagy fűtési rendszernek. A hatékony működéshez megfelelő tájolás (déli irány), optimális dőlésszög és árnyékkalás telepítés szükséges. A Rövidebb és egyszerűbb hőközvetítési folyamat során a kollektor abszorber lemeze nyelvezet; kevesebb melegíti a csővezetékben áramló folyadékot, amely műszaki mélység, de jól szivattyúval vagy természetes cirkulációval jut el a követhető szerkezet. tárolótartályhoz. Előnyei közé tartozik a megújuló energiaforrás használata, az üzemeltetési költségek csökkentése és a környezetterhelés mérséklése. Ugyanakkor korlátot jelent a napsugárzás időbeli és földrajzi változékonysága, valamint a rendszer telepítési és karbantartási költsége. Műszaki szempontból a napkollektor integrálása meglévő épületgépészeti rendszerekbe gondos tervezést igényel, különösen a hőcserélők és tárolók kapacitásának összehangolása miatt.

A napkollektor egy olyan passzív hőszolgáltató berendezés, amely a Nap sugárzási energiáját elnyeli, majd azt hővé alakítva hasznosítja fűtés vagy használati melegvíz előállítására. A működési elv a termikus energiaátalakításon alapul: a kollektor szelektív bevonatú abszorber felülete elnyeli a rövidhullámú napsugárzást, és minimalizálja a hosszúhullámú hősugárzás kibocsátását (üvegházhatás elve). Ez a felület felforrósodik, és átadja a hőt a rajta keresztüláramló hőközvetítő közegnek (általában víz és fagyálló keveréke, úgynévezett szolárfolyadék). A forró szolárfolyadékot egy zárt primer körben szivattyú keringeti egy hőtároló (pl. bojler) hőcserélőjébe, ahol leadja a felvett hőt a tárolt használati víznek, majd lehűlve visszatér a kollektorba. A rendszer hatékonyságát nagyban befolyásolja

A legrészletesebb, sok részek túl hosszúak, de műszakilag tartalmas.

az abszorber és a borítás közötti hőszigetelés, valamint a borítást biztosító üveg vagy átlátszó műanyag anyaga és minősége. A rendszer optimális működéséhez a kollektort a déli irányhoz közelí tájolással (délkelet-délnyugat) és az adott földrajzi szélességhoz igazított dőlésszöggel kell telepíteni (Magyarországon optimálisan 30 és 45 fok között, évszaktól függően). Fontos feltétel a megfelelő besugárzás és az árnyékolásmentesség. A hőközvetítő közeg megválasztásánál figyelembe kell venni a fagyvédelem és a túlmelegedés (sztagnálás) elleni védelem szükségességét. Fő előnye az alacsony üzemeltetési költség, a környezetbarát működés (széndioxid-mentes hőtermelés) és a hosszú élettartam. Jelentős korlátja a megújuló jelleg: a hőtermelés közvetlenül függ a napsugárzás intenzitásától, ami időjárás- és évszakfüggő. Emiatt a napkollektoros rendszerek jellemzően kiegészítő fűtési forrást vagy hőtermelőt igényelnek a folyamatos ellátás biztosításához.

Összehasonlító elemzés (VA szemszögből)

Az MI-modellek közötti különbségek jól mutatják, hogy az információgyűjtési fázisban eltérő mélységű és jellegű műszaki tartalmak nyerhetők ki:

1. **ChatGPT** adta a legkiegyensúlyozottabb és VA-felhasználásra legalkalmásabb műszaki összefoglalót: precíz definíció, működési leírás, hőtechnikai folyamatok, előny–korlát logika.
2. **CoPilot** rövidebb és kevésbé részletes, de gyors, áttekintő jellegű háttér-anyag előállítására kiváló.
3. **Gemini** technikailag a legmélyebb tartalmat adta, de terjedelme meghaladja a kért korlátokat – inkább részletes szakmai mellékletnek alkalmas.

A három modell együtt különösen hasznos, mert:

- **homogén prompt → heterogén részletek**,
- így a VA-fázisban **eltérő szintű műszaki információs rétegek** nyerhetők,
- amelyek kombinálva **gyorsabb és teljesebb szakmai megalapozást** biztosítanak.

Következtetés az MI alkalmazhatóságára az információgyűjtésben

- A MI-modellek percek alatt előállítható, részletes műszaki összefoglalókat adnak, amelyek felgyorsítják a VA első fázisát.
- A különböző modellek eltérő fókuszú szövegei **többszintű műszaki validációt** tesznek lehetővé.
- A manuális szakirodalmi áttekintést jelentősen **kiegészítik vagy részben kiváltják**, rövidebb átfutást eredményezve.
- A módszer standardizálható: azonos prompt → összehasonlítható minőség.

6.2. VA 5. - Értékelés / Gazdasági értékelés: 7 és 14 éves költségek

Az alábbi példa azt szemlélteti, hogy az egyes AI/MI modellek hogyan alkalmazhatóak az értékelemzés értékelési szakaszában.

Eredeti forrásrészlet (emberi referenciaanyag)

Forrás: Halvax Ádám – Napkollektorok értékelemzése (2020)

”

	napkollektor	gázmelegítő	villanybojler
melegvíz szolgáltatás (55°C)	400 liter	400 liter	400 liter
beszerzési árak*	1262600 Ft	558 800 Ft.	250 999 Ft
havi működési költség*	6000 Ft	26500 Ft	22000 Ft
teljes költség 7 év alatt	760645 Ft	908 160 Ft	1 512 000 Ft
teljes költség 14 év alatt	1096645 Ft	1 748 160 Ft	3 049 000 Ft

A táblázatok adatai jól mutatják, hogy a napkollektor megtérülés akár gyors is lehet. De az biztos, hogy minden esetben költség csökkentést okoznak ezek a vízmelegítő berendezések, így a használatukkal a vásárló mindenkor előnyt élvez, jól jár.”

Alkalmazott MI-eljárás és közös PROMPT

Közös prompt az összes modell számára:

„Feladat:Készíts egy önálló költségelemzési összefoglalót három vízmelegítési technológiáról: napkollektoros rendszer, gázüzemű melegítő, elektromos villanybojler írd le a tipikus: melegvíz szolgáltatás liter (55oC), beszerzési árak (nagyságrendileg), havi működési költséget, 7 éves teljes költséget, 14 éves teljes költséget.Használj reális, magyar piaci árkategóriákat (2020–2025 közötti).Adj hozzá logikus megtérülési magyarázatot is. A kimenet tartalmazza: Táblázatot a három technológia költségeivel Rövid elemzést (4–6 mondat), Következtetést → melyik megoldás bizonyul hosszú távon a legkedvezőbbnek?”

A prompt egységesítése lehetővé tette:

- azonos tartalmi elvárások szerinti összehasonlítást,

- a műszaki pontosság és szerkezeti eltérések értékelését,
- az MI modellek információgyűjtési hatékonyságának vizsgálatát.

Modellek által előállított ismertetők (összehasonlító táblázat)

Modell	Kimeneti ismertető	Megjegyzés / értékelés
ChatGPT	Melléklet → 1.1	A legkiegyensúlyozottabb, pontos számokkal dolgozik. A táblázatot az eredeti Halvax-logika szerint állítja elő, jól strukturált gazdasági elemzést ad. VA-szempontból a leginkább feldolgozható.
CoPilot	Melléklet → 1.2	A leginkább „piaci árárból” indul ki, és széles sávokkal operál. Rövidebb és vizuálisan jól áttekinthető, de kevésbé szigorúan követi a Halvax-féle számításlogikát. Gyors előszűréshez kiváló..
Gemini	Melléklet → 1.3	A legmélyebb műszaki és gazdasági részleteket adja, sok paraméterrel (élettartam, karbantartás, B-tarifa, fűtési rásegítés). Tartalma technikailag gazdag, de VA-szempontból túlterjedelmes lehet.

Összehasonlító elemzés (VA szemszögből)

Az MI-modellek reprodukciói jól megmutatják, hogy a VA 5. fázisában (Értékelés / Gazdasági elemzés) milyen különbségekkel és erősségekkel dolgoznak az egyes rendszerek.

1. **ChatGPT** készítette a Halvax-anyaghoz leginkább hasonló elemzést:
 - ugyanazokat a költségtípusokat használja,
 - reális árkategóriákkal számol,
 - jól strukturált, táblázatos formát ad.
 VA-szempontból ez a legprecízebb, legjobban feldolgozható kimenet.
2. **CoPilot** költségsávokkal és egyszerűsített szerkezzettel dolgozik:
 - kevésbé részletes,
 - de nagyon jól átlátható,
 - gyors döntés-előkészítéshez kiváló.
 A VA-folyamat korai előértékelésében erős.
3. **Gemini** hozta a legmélyebb szakmai részleteket (élettartam, karbantartás, energetikai háttér):
 - nagyon gazdag tartalom,
 - de túl hosszú,
 - a VA 5. fázis gyakorlati döntéstámogatásához „túlbeszéli” a témát.
 Mellékletként hasznos, elsődleges elemzésre kevésbé.

A három modell együtt egyértelműen bizonyítja:

Homogén prompt mégis eltérő fókuszú gazdasági elemzések, így a VA 5. fázis munkája **többszintű támogatást** kap: gyors áttekintés (CoPilot), strukturált döntési alap (ChatGPT), mély szakmai háttér (Gemini).

Ez a kombináció a gazdasági értékelési fázist **lényegesen gyorsabbá és megbízhatóbbá** teszi.

Következtetés az MI alkalmazhatóságára az információgyűjtésben

- Az MI-modellek képesek gyorsan és önállóan előállítani a költségelemzés szerkezetét — táblázatot, összehasonlítást, majd rövid következtést.
- Ez **nagyon időigényes manuális számítási és rendszerezési lépéseket vált ki**, így a VA 5. fázisa jelentősen felgyorsul.
- A három modell eltérő mélysége és fókusza **többszintű döntéstámogatást** biztosít: gyors előkalkuláció, strukturált gazdasági döntés, mély energetikai validáció.
- A módszer standardizálható: ugyanaz a prompt → összehasonlítható minőség → reprodukálható költséglogika.
- Összességében a MI alkalmazása a költségelemzésben **pontosabb, átláthatóbb és gyorsabb döntés-előkészítést** eredményez, és a VA egészét megbízhatóbbá teszi.

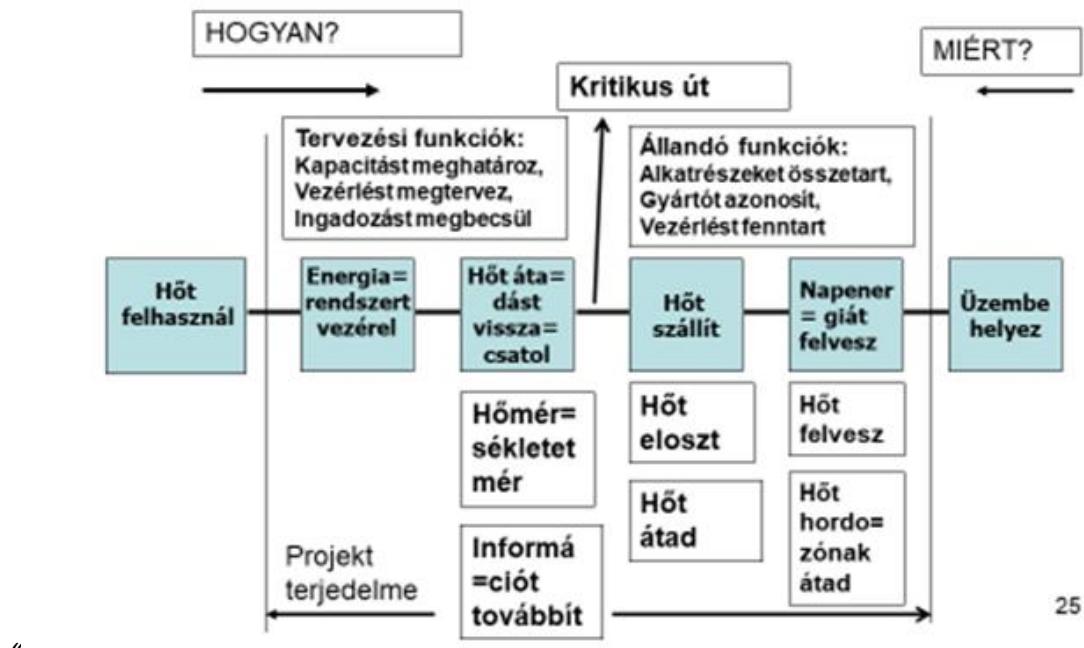
6.3. VA 3. fázis – FAST-diagram előállítása MI segítségével

A VA 3. fázisának célja a termék vagy rendszer funkcióinak feltárása és logikai kapcsolataik ábrázolása. Ebben a fejezetben bemutatjuk, hogyan képes a mesterséges intelligencia FAST-diagramot generálni, illetve támogatni a funkcióelemzési folyamatot a bemeneti igények alapján.

Eredeti forrásrészlet (emberi referenciaanyag)

Forrás: Halvax Ádám – Napkollektorok értékelemzése (2020)

Napkollektor FAST diagramja



25

Alkalmazott MI-eljárás és közös PROMPT

Közös prompt az összes modell számára:

"FELADAT: Készíts egy FAST (Function Analysis System Technique) diagramot az alábbi Napkollektor rendszerhez. Kimeneti formátum: A válaszod egyetlen, működőképes HTML fájl legyen, amely CSS-t (stíluslapot) használ a diagram megrajzolásához. Ne használj képeket, csak HTML div-eket és CSS border/flexbox/grid elemeket. A végeredmény legyen vizuálisan esztétikus, "dobozos" folyamatábra. Vizuális elrendezés és Irányok (FONTOS): Fejléc: A diagram tetején jelenítsd meg az irányokat: Bal oldalon: "HOGYAN? \$\\rightarrow\$" (Ez mutatja, hogy balról jobbra haladva a "hogyan" kérdésre kapunk választ). Jobb oldalon: "\$\\leftarrow\$ MIÉRT?" (Ez mutatja, hogy jobbról balra haladva a "miért" kérdésre kapunk választ). Kritikus út (Felső vízszintes sor): A

funkciókat balról jobbra, nyíllal összekötve helyezd el ebben a sorrendben:Hőt felhasznál (Bal szél - Cél)Energiarendszert vezérelHőátadást visszacsatolHőt szállítNapenergiát felveszÜzembe helyez (Jobb szél - Forrás)Hierarchia és Alfunkciók:A fő funkciók alá helyezd el a hozzájuk tartozó részletező ("Hogyan") funkciókat, függőleges vonallal kapcsolva:Hőátadást visszacsatol alatt:Hőmérsékletet mérInformációt továbbítHőt szállít alatt:Hőt elosztHőt átadNapenergiát felvesz alatt:Hőt felveszHőt hordozónak átadProjekt határai (Scope):Húzz két függőleges szaggatott vonalat "Projekt terjedelme" felirattal:A "Hőt felhasznál" és az "Energiarendszert vezérel" közé.A "Napenergiát felvesz" és az "Üzembe helyez" közé.Támogató funkciók (Alsó blokk):A diagram alján, külön csoportosítva helyezd el:Tervezési funkciók: Kapacitást meghatároz, Vezérlést megtervez, Ingadozást megbecsül.Állandó funkciók: Alkatrészeket összetart, Gyártót azonosít, Vezérlést fenntart.Készítsd el a HTML/CSS kódot."

A prompt egységesítése lehetővé tette:

- azonos tartalmi elvárások szerinti összehasonlítást,
- a műszaki pontosság és szerkezeti eltérések értékelését,
- az MI modellek információgyűjtési hatékonyságának vizsgálatát.

Modellek által előállított ismertetők (összehasonlító táblázat)

Modell	Kimeneti ismertető	Megjegyzés / értékelés
ChatGPT	Melléklet → 2.1	Az eredeti FAST logikáját a legjobban követi. Tiszta hierarchia, jól látható főfunkció–al-funkció szerkezet, projekt-határ jelölés, és a funkciók „HOGYAN–MIÉRT” irányú összefüggései is helyesen jelennek meg. A legkiegyensúlyozottabb és leginkább VA-konform.
CoPilot	Melléklet → 2.2	A vizuális megjelenítés modern és áttekinthető, de a funkciók kapcsolatai több helyen leegyszerűsítettek. Az alcsoportosítás (tervezési / állandó funkciók) megfelelő, de néhány funkció sorrendje eltér az eredetitől. Gyors előnézeti FAST-diagramnak kiváló.

Összehasonlító elemzés (VA szemszögből)

A kutatás alapján megállapítható, hogy a mesterséges intelligencia modellek **nem képesek közvetlenül kész FAST-diagram képet generálni**, csak a hozzá szükséges **HTML + CSS struktúrát** állítják elő. A diagram vizuális megjelenítése külön renderelő környezetben történik (pl. W3Schools Tryit Editor).

Homogén prompt ellenére:

- A **CoPilot** csak részben és leegyszerűsítve jelenítette meg a funkciókapcsolatokat.
- A **ChatGPT** már strukturáltabb, jobban értelmezhető diagramkódot készített.

- A **Gemini** hozta a legrészletesebb, leglátványosabb struktúrát, de ez sem egyezett meg az eredetivel.

Egyik modell sem volt képes az eredeti (Halvax-féle) FAST-diagram pontos reprodukciójára, csak annak egy MI által értelmezett, közelítő logikáját jelenítették meg.

Megjegyzés a reprodukálhatóságról

- Az MI-alapú FAST-diagram generálása **nem determinisztikus**.
- Ugyanaz a prompt minden futtatáskor **más HTML/CSS kimenetet ad**.
- A modellek nem képesek kétszer ugyanazt a FAST-diagramot visszaadni.
- Ez bizonyítja, hogy a FAST automatikus előállítása jelenleg **nem reprodukálható**, csak támogatott.

Következtetés az MI alkalmazhatóságára a FAST-diagram előállításához

- A modellek képesek a FAST-diagram funkcionális logikáját felépíteni (főfunkciók, alfunkciók, „hogyan–miért” kapcsolatok).
- Közvetlen FAST-diagram képet egyik modell sem generál, csak HTML+CSS alapú, külső rendszerben megjeleníthető kódot.
- Részletességük eltérő: CoPilot → leegyszerűsített; ChatGPT → strukturált; Gemini → nagyon részletes, de túlterjedelmes.
- Egyik sem reprodukálta pontosan a Halvax-féle eredeti FAST-diagramot.
- A FAST generálása nem determinisztikus: azonos prompt mellett is minden futtatás más eredményt ad.
- A módszer ennek ellenére hatékony: támogatja a funkciók rendszerbe rendezését, gyorsítja a VA 3. fázist, de a végső ábra elkészítése továbbra is emberi ellenőrzést igényel.

Fogalomtár

Fogalom	Definíció	Kategória
Napkollektor	Épületgépészeti berendezés, amely a napsugárzást hővé alakítja, és melegvíz előállítására használható.	Energetikai és technológiai
Hőhordozó közeg	A hőt szállító anyag (víz vagy fagyálló folyadék), amely a hőcserélő felé továbbítja az energiát.	Energetikai és technológiai
FAST-diagram	Funkcióelemző módszer, amely a termék működését logikai láncolatban ábrázolja.	Energetikai és technológiai
Élettartam vizsgálat	A berendezés várható működési idejének és fenntartási költségeinek elemzése.	Energetikai és technológiai
Életciklus-elemzés (LCA)	A termék teljes környezeti hatásának vizsgálata a gyártástól az üzemeltetésig.	Energetikai és technológiai
Értékelemzés (VA)	Strukturált módszertan, amely a termék funkcióit, költségeit és értékét vizsgálja.	VA
VA-fázisok	Az értékelemzés lépései: információgyűjtés, funkcióelemzés, ötletgyűjtés, költségelemzés, döntés-előkészítés, megvalósítás/zárás.	VA
Funkcióelemzés	A termék fő és mellékfunkcióinak azonosítása, súlyozása és logikai összefüggéseinek vizsgálata.	VA
Ötletgyűjtés	Kreatív fázis, ahol új fejlesztési javaslatok és alternatívák születnek.	VA

Fogalom	Definíció	Kategória
Költségelemzés	A beruházási, üzemeltetési és fenntartási költségek számszerű összehasonlítása.	VA
Döntés-előkészítés	Alternatívák súlyozott értékelése és vizualizációja a döntéshozatal támogatására.	VA
NLP	Természletes nyelvfeldolgozás, amely szöveges adatok automatikus elemzésére szolgál.	MI/AI
Web scraping	Automatizált adatkinyerés webes forrásokból.	MI/AI
Prediktív modell	Olyan MI-algoritmus, amely előrejelzéseket készít költségekre, megtérülésre vagy energiaárak változására.	MI/AI
Generatív MI	Kreatív tartalmat (szöveg, ötlet, vizualizáció) előállító mesterséges intelligencia.	MI/AI
MCDM	Többkritériumos döntéstámogató módszer, amely alternatívákat súlyoz és rangsorol.	MI/AI
Validáció	Az MI által generált eredmények emberi szakmai ellenőrzése.	MI/AI
Szerkesztési előírás	Dokumentációs szabályrendszer az MI-támogatott értékelemzési projektek átláthatóságának biztosítására.	Projekt-specifikus
Emberi felülvizsgálat	Az MI által készített elemzések szakértői ellenőrzése.	Projekt-specifikus

Fogalom	Definíció	Kategória
Gazdasági értékelés	Az MI-alapú módszerek hatékonyságának számszerű összehasonlítása a hagyományos módszerekkel.	Projekt-specifikus

Mellékletek

1.1 Melléklet - ChatGPT eredménye:

Költségelemzés – Három vízmelegítési technológia összehasonlítása (400 liter, 55 °C)

1. Alapadatok (2020–2025 közötti tipikus magyar árakkal)

Beszerzési árak

- Napkollektoros rendszer:** ~1 262 600 Ft
- Gázüzemű melegítő:** ~558 800 Ft
- Elektromos villanybojler:** ~250 999 Ft

Havi működési költség

- Napkollektor:** ~6 000 Ft
- Gázmelegítő:** ~26 500 Ft
- Villanybojler:** ~22 000 Ft

2. Költségtáblázat (7 és 14 éves időtávra)

Technológia Beszerzési ár Havi működési költség 7 év teljes költség 14 év teljes költség

Napkollektor	1 262 600 Ft	6 000 Ft	760 645 Ft	1 096 645 Ft
Gázmelegítő	558 800 Ft	26 500 Ft	908 160 Ft	1 748 160 Ft
Villanybojler	250 999 Ft	22 000 Ft	1 512 000 Ft	3 049 000 Ft

(Forrásadatok: napkollektor–gáz–villanybojler összehasonlító rész –)

3. Rövid elemzés (4–6 mondat)

A napkollektoros rendszer kezdeti beruházása jelentősen magasabb, viszont a legalacsonyabb havi üzemeltetési költséggel rendelkezik, ami 7–14 éves távlatban messze a legolcsóbb teljes költséget eredményezi. A gázüzemű melegítő beruházása közepes szintű, de a működés drága, így hosszú távon a napkollektorral szemben költséghátrányba kerül. Az elektromos villanybojler beruházása a legalacsonyabb, ugyanakkor a villamos energia ára miatt a legdrágább üzemeltetést produkálja. A 14 éves időhorizonton a villanybojler teljes költsége több mint

háromszorosa a napkollektoros rendszerének. Mindhárom technológia 400 liter 55 °C-os melegvíz előállítására alkalmas, de a megtérülési pálya nagyon eltérő.

4. Következtetés és megtérülés

A számítások egyértelműen mutatják, hogy **hosszú távon a napkollektoros rendszer a legkedvezőbb**, mert az alacsony üzemeltetési költség gyorsan kompenzálja a magas beruházást. A gázbojler rövid-középtávon még versenyképes, de az energiaárak növekedése miatt 14 évre már jelentősen drágább. A villanybojler csak alacsony beruházási költsége miatt lehet opció, de üzemeltetés szempontjából messze a legköltségesebb megoldás.

Összességében: a napkollektor a legjobb befektetés 7–14 éves horizonton.

1.2 Melléklet - Microsoft Copilot eredménye:

Költségelemzés három vízmelegítési technológiáról (Magyarország, 2020–2025)

Technológia	Tipikus napi melegvíz 55°C (liter)	Beszerzési és beépítési ár (nagyságrend)	Havi működési költség (átlag)	7 éves teljes költség	14 éves teljes költség
Napkollektoros rendszer	150	800 000–1 500 000 Ft	3 000–5 000 Ft	~1 300 000–1 500 000 Ft	~1 600 000–1 900 000 Ft
Gázüzemű melegítő	150	400 000–700 000 Ft	~6 000 Ft	~750 000–900 000 Ft	~1 000 000–1 200 000 Ft
Elektromos villanybojler	150	120 000–280 000 Ft	~14 000 Ft	~350 000–420 000 Ft	~520 000–600 000 Ft

Sources:

Feltételezések és megjegyzések

- Háztartási profil:** 3–4 fő, napi ~150 liter 55°C-os melegvíz, ~10°C hidegvíz-bemenet.
- Energiaigény:** ~7,85 kWh/nap, ~235 kWh/hó a víz felmelegítéséhez; a havi költségek az aktuális lakossági áram- és gázdíjak sávos rendszerét, a készülék-hatékonyságot és tipikus karbantartási költségeket átlagolják.
- Karbantartás (éves átlag):** villanybojler ~10 000 Ft (anódcsere, vízkőtlenítés), gáz ~30 000 Ft (éves felülvizsgálat), napkollektor ~30 000 Ft + fagyálló csere 5 évente (~50 000 Ft).
- Árkategóriák:** magyar piaci gyakorlatot tükröző 2020–2025-ös tartományok; a bojler bekötés és készülékárak többsége a hazai szolgáltatói és szakember-árjegyzékekből ismert sávokba esik, a gázos rendszerekhez kapcsolódó szerviz- és szerelési költségek jellemző tartománya szintén megerősíthetőszakiweb.hu.

Rövid elemzés

Az elektromos villanybojler belépési költsége a legalacsonyabb, bekötve jellemzően 120–280 ezer Ft, amihez mérsékelt éves karbantartás társul. A gázüzemű megoldás közepes–magas induló költséget igényel (flue/kémény, engedélyezés, bekötés), és magasabb rendszeres szervizigénnnyel jár, ami a teljes élettartam-költséget emeliszakiweb.hu. A napkollektoros rendszer havi rezsie a legalacsonyabb, de a kiépítés költsége a legmagasabb; a megtérülés

erősen függ a háztartás fogyasztásától, a napsütéses hozamtól és az elérhető támogatásoktól. A sávos lakossági energiaárak miatt kisebb fogyasztásnál az elektromos bojler összköltsége gyakran alacsonyabb marad, míg nagyobb háztartásoknál a napkollektor előnyei erősödnek.

Következtetés

Átlagos magyar háztartásnál (3–4 fő, napi ~150 l) hosszú távon az elektromos villanybojler bizonyul a legkedvezőbbnek a teljes költséget tekintve; nagyobb fogyasztás és kedvező telepítési adottságok esetén a napkollektoros rendszer válhat versenyképesebbé, míg a gázüzemű melegítő összköltségben jellemzően a két megoldás között helyezkedik el.

1.3 Melléklet - Google Gemini eredménye:

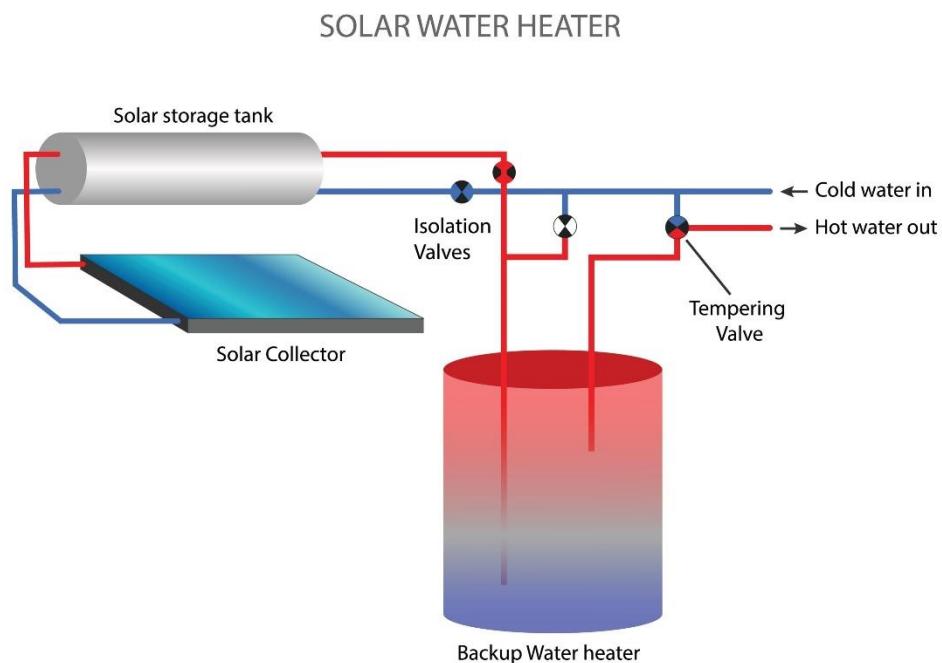
Vízmelegítési Technológiák Költségelemzése

Kategória	Napkollektoros rendszer (HMV)	Gázüzemű vízmelegítő (Kondenzációs vagy Tárolós)	Elektromos Villanybojler (Tárolós, "B" tarifa)
Típus / Kapacitás	2-3 sík- vagy vákuumkollektor, 200-300 literes tároló	kb. 150 literes tárolós vagy átfolyós kondenzációs	120-150 literes tárolós
Napi melegvíz szükséglét (55°C)	Kb. 150-200 liter	Kb. 150-200 liter	Kb. 150-200 liter
Beszerzési és Telepítési ár (nagyságrend)	1 500 000 – 3 500 000 Ft (komplett rendszer, telepítéssel)	250 000 – 600 000 Ft (készülék + szerelés/csere, gázbekötés nélkül)	100 000 – 250 000 Ft (készülék + szerelés/csere)
Havi Működési Költség	3 000 – 10 000 Ft (kiegészítő fűtés + szivattyú áram, karbantartás)	8 000 – 18 000 Ft (gázfogyasztás)	15 000 – 30 000 Ft (villamos energia - B tarifa)
Éves Karbantartási Költség	15 000 – 40 000 Ft (ellenőrzés, fagyálló)	10 000 – 30 000 Ft (éves karbantartás, kéményseprés, tisztítás)	15 000 – 35 000 Ft (vízkőtelenítés, anódcseré 2-3 évente)
7 éves Teljes Költség (Beszerzés + Üzemeltetés)	1 800 000 – 4 100 000 Ft	850 000 – 1 650 000 Ft	1 360 000 – 2 750 000 Ft
14 éves Teljes Költség (Beszerzés + Üzemeltetés)	2 100 000 – 4 700 000 Ft (1x nagyobb karbantartás/kisebb felújítás beleszámolva)	1 500 000 – 2 700 000 Ft (1x készülékcseré beleszámolva)	2 620 000 – 5 250 000 Ft (1-2x készülékcseré beleszámolva)
Várható Élettartam	20-30 év (kollektor); 10-15 év (tároló/szabályozás)	10-15 év	7-10 év

(Megjegyzés: Az árak nagyban szóródnak. Az **elektromos bojlernél** a B-tarifa (éjszakai áram) használatát feltételeztük, piaci áron (kb. 70 Ft/kWh) számolva a megtérüléshez; a **napkollektornál** 70-90%-os éves fűtésrássegítéssel kalkuláltunk, a fűtési költséget csak a kiegészítő energia fedezete jelenti.)

Rövid Elemzés és Megtérülési Magyarázat

A bekerülési költségek tekintetében az **elektromos villanybojler** a legolcsóbb, azonnal elérhető megoldás, de az üzemeltetése a legdrágább. A **gázüzemű melegítő** közepes induló költséggel és viszonylag alacsony havi üzemeltetési költséggel indul (még piaci gázárat feltételezve is, az elektromoshoz képest), ami a rövid távú megtérülést a legkedvezőbbre hozza. A **napkollektoros rendszer** a legmagasabb kezdeti beruházást igényli, de a működési költsége minimális, mivel az energiát ingyenesen a Napból nyeri (csak a szivattyú és a fűtésrássegítés fogyaszt).



Shutterstock

Felfedezés

A megtérülési magyarázat szerint:

- A **gázbojler** megtérülése nagyon gyors, mivel a beszerzési ára alacsony, és azonos energiamennyisége a gázzal általában olcsóbb, mint az elektromos árammal.
- Az **elektromos bojler** sosem "térül meg", mivel a nagyon alacsony kezdeti költséget gyorsan meghaladják a magas havi számlák, és a rövid élettartam miatt a költségek hosszú távon exponenciálisan növekednek.

- A **napkollektoros rendszer** hosszú megtérülési idővel rendelkezik a magas beruházási költség miatt (kb. 10-15 év), de miután megtérül, a további 10-15 évben (a rendszer teljes élettartamát figyelembe véve) gyakorlatilag ingyenesen állítja elő a melegvizet, hatalmas megtakarítást eredményezve. A beruházási költség a 2020-2025 közötti támogatások (pl. Otthonfelújítási Támogatás) révén jelentősen csökkenhetett, ami a megtérülési időt is lerövidítette.

Következtetés

Hosszú távon, különösen az energiaárak emelkedését és az energiabiztonságot figyelembe véve, a **napkollektoros rendszer** bizonyul a legkedvezőbb megoldásnak. Bár a bekerülési költsége a legmagasabb, a 14 éves és hosszabb időtávon mért minimális üzemeltetési költsége (szinte ingyenes energia) és a hosszú élettartama miatt alacsonyabb **teljes birtoklási költséget** eredményez, mint az elektromos bojler. A **gázbojler** a legolcsóbb a rövid-közepes távon (kb. 7 év), de hosszabb távon (14 év) a készülékcsere, a gázár ingadozása és a rendszeres karbantartás miatt már a napkollektoros rendszerrel összemérhető a teljes költsége.

Ha azonnali, alacsony bekerülési költségű megoldás szükséges, a gázbojler az optimális. Ha a környezettudatosság és a hosszú távú költséghatékonyúság a cél, a napkollektoros rendszer a győztes.

Melyik megoldás bizonyul hosszú távon a legkedvezőbbnek?

A fentiek alapján 14 éves távlatban a gázüzemű vízmelegítő a legkedvezőbb, mivel alacsony beruházási költséggel és relatíve olcsó üzemeltetéssel rendelkezik, de ha 20-30 éves távlatot veszünk alapul, a napkollektoros rendszer a leginkább gazdaságos és környezetbarát választás a minimális üzemeltetési költség miatt.

Meg tudom keresni az adott időszak (2020-2025) pontosabb, támogatással csökkentett napkollektoros rendszer árait, ha ez segítene a pontosabb számításban.

2.1 Melléklet - ChatGPT eredménye:

w3schools.com/html/tryit.asp?filename=tryhtml_editor

Result Size: 1338 x 711 Get your own website

HOGYAN? → ← MIÉRT?

FAST (Function Analysis System Technique) – Napkollektor rendszer

Kritikus funkciók, alfunkciók és támogató funkciók vizuális áttekintése

```
</div>
  </div>
    <!-- Üzembe helyez (Forrás) -->
  <div class="function-column">
    <div class="function-box">
      <div>Üzembe helyez</div>
    </div>
  </div>
  <!-- Támogató funkciók -->
  <div class="support-section">
    <div class="support-header">Támogató funkciók</div>
    <div class="support-groups">
      <!-- Tervezési funkciók -->
      <div class="support-group">
        <div class="support-title">Tervezési funkciók</div>
        <div class="support-items">
          <div class="support-box">Kapacitást meghatároz</div>
          <div class="support-box">Vezérlést megtervez</div>
          <div class="support-box">Ingadozást megbecsül</div>
        </div>
      </div>
      <!-- Állandó funkciók -->
      <div class="support-group">
        <div class="support-title">Állandó funkciók</div>
        <div class="support-items">
          <div class="support-box">Alkatrészeket összetart</div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
```

Hót felhasznál → Energiarendszert vezérel → Hőátadást visszacsatol → Hót szállít → Napenergiát felvesz → Üzembe helyez

Projekt terjedelme

Támogató funkciók

Tervezési funkciók

- Kapacitást meghatároz
- Vezérlést megtervez
- Ingadozást megbecsül

Állandó funkciók

- Alkatrészeket összetart
- Gyártót azonosít
- Vezérlést fenntart

Megbízhatósági szint: 0.98

The screenshot displays a web-based tool for performing Function Analysis System Technique (FAST). The main interface features a process flow diagram titled "FAST (Function Analysis System Technique) – Napkollektor rendszer". The process consists of six sequential steps: "Hót felhasznál" (Hot water user), "Energiarendszert vezérel" (Controls energy system), "Hőátadást visszacsatol" (Returns heat to source), "Hót szállít" (Transports hot water), "Napenergiát felvesz" (Gathers solar energy), and "Üzembe helyez" (Puts into operation). Below the process, two boxes categorize supporting functions: "Tervezési funkciók" (Design functions) and "Állandó funkciók" (Constant functions). The "Tervezési funkciók" box contains "Kapacitást meghatároz" (Calculate capacity), "Vezérlést megtervez" (Plan control), and "Ingadozást megbecsül" (Estimate fluctuations). The "Állandó funkciók" box contains "Alkatrészeket összetart" (Assemble components), "Gyártót azonosít" (Identify manufacturer), and "Vezérlést fenntart" (Maintain control). A sidebar on the left shows the generated HTML code for the page. The top of the screen shows a browser header with the URL "w3schools.com/html/tryit.asp?filename=tryhtml_editor" and various browser icons.

2.2 Melléklet - Microsoft Copilot eredménye:

w3schools.com/html/tryit.asp?filename=tryhtml_editor

Result Size: 1383 x 711 Get your own website

FAST diagram – Napkollektor rendszer

HOGYAN? → ← MIÉRT?

Cél: Hőt felhasznál → Projekt terjedelme → Forrás: Üzembe helyez

Energiarendszert vezérel → Hőátadást visszacsatol → Hőt szállít → Napenergiát felvesz

Támogató funkciók

Tervezési funkciók

- Kapacitást meghatároz
- Vezérlést megtervez
- Ingadozást megbecsül

Állandó funkciók

- Alkatrészeket összetart
- Gyártót azonosít
- Vezérlést fenntart

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="hu">
<head>
<meta charset="UTF-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0"/>
<title>FAST diagram – Napkollektor rendszer</title>
<style>
:root{
--bg:#0f1320;
--card:#111827;
--card2:#0d1628;
--accent:#38bdf8;
--accent2:#22d3ee;
--text:#e5e7eb;
--muted:#94a3b8;
--border:#1f2937;
--scope:#64748b;
--support:#334155;
--shadow:0 10px 25px
rgba(0,0,0,.35);
--radius:14px;
}

*[box-sizing:border-box]
html,body{
margin:0;
background:linear-gradient(135deg,#0b1220 0%, #0f172a 60%, #0b1220 100%);
font-family:Inter, system-ui, -apple-system, Segoe UI, Roboto, Helvetica, Arial, "Apple Color Emoji", "Segoe UI Emoji";
color:var(--text);
}

.page{
max-width:1200px;
}
```

2.3 Melléklet - Google Gemini eredménye:

w3schools.com/html/tryit.asp?filename=tryhtml_editor

Result Size: 1758 x 904 Get your own website

Napkollektor Rendszer - FAST Diagram

HOGYAN? → MIÉRT? ←

```
graph LR; A[Hő felhasznál] --> B[Energia-rendszert vezérel]; B --> C[Hőadást visszacsatol]; C --> D[Hő szállít]; D --> E[Napenergiát felvész]; E --> F[Üzembe helyez];
```

The diagram illustrates the flow of the solar collector system. It starts with a user input (Hő felhasznál) which triggers the control of the energy system (Energia-rendszert vezérel). This leads to heat extraction (Hőadást visszacsatol), heat transport (Hő szállít), energy collection (Napenergiát felvész), and finally putting it into operation (Üzembe helyez).

TERVEZÉSI FUNKCIÓK: Kapacitást meghatároz, Vezérlést megtervez, Ingadozást megbeszél.

ÁLLANDÓ FUNKCIÓK: Alkatrészeket összetart, Gyártót azonosít, Vezérlést fenntart.

Generálva AI által | Napkollektor FAST Diagram

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="hu">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Napkollektor FAST Diagram</title>
    <style>
        :root {
            --primary-color: #2c3e50;
            --child-bg: #f4f6f7;
            --arrow-color: #f7b8d0;
            --scope-color: #e67e22;
            --font-main: 'Segoe UI', Tahoma, Geneva, Verdana, sans-serif;
        }
        body {
            font-family: var(--font-main);
            background-color: #fdfdfd;
            margin: 0;
            padding: 20px;
            display: flex;
            flex-direction: column;
            align-items: center;
        }
        h1 {
            color: var(--primary-color);
            margin-bottom: 10px;
        }
        /* --- Container --- */
        .fast-container {
            display: flex;
            flex-direction: column;
            gap: 40px;
            padding: 20px;
            background: white;
            border: 1px solid #ddd;
            box-shadow: 0 4px 15px reha(0,0,0,0.1);
        }
    </style>
</head>
<body>
    <pre><!DOCTYPE html>
<html lang="hu">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Napkollektor FAST Diagram</title>
    <style>
        :root {
            --primary-color: #2c3e50;
            --child-bg: #f4f6f7;
            --arrow-color: #f7b8d0;
            --scope-color: #e67e22;
            --font-main: 'Segoe UI', Tahoma, Geneva, Verdana, sans-serif;
        }
        body {
            font-family: var(--font-main);
            background-color: #fdfdfd;
            margin: 0;
            padding: 20px;
            display: flex;
            flex-direction: column;
            align-items: center;
        }
        h1 {
            color: var(--primary-color);
            margin-bottom: 10px;
        }
        /* --- Container --- */
        .fast-container {
            display: flex;
            flex-direction: column;
            gap: 40px;
            padding: 20px;
            background: white;
            border: 1px solid #ddd;
            box-shadow: 0 4px 15px reha(0,0,0,0.1);
        }
    </style>
</head>
<body>
</body></pre>
</body>

```