

Fenyvesi Csaba

## ÁTALAKÍTÁSOKKAL KAPCSOLATOS TERVEK ELLENŐRZÉSI MÓDSZERÉNEK JAVÍTÁSA

*A mérnöki tervezés során a tervező a legszélesebb tudományos és mérnöki ismeretek alkalmazásával éri el azt az optimális végeredményt, amely minden tekintetben kielégíti a megrendelő igényeit. Annak érdekében, hogy tényleg a legjobb megoldás szülessen a tervezőnek tervezői, üzemeltetési, karbantartási és kivitelezési gyakorlattal is rendelkeznie kellene. Nem kis elvárás mindezen ismeretek birtokában lenni és ez legtöbbször nem is valósul meg egy személyben. Komolyabb vagy bonyolultabb tervezés csak csapatmunkában képzelhető el. De még ezek ellenére is kiemelt jelentősége van az egyéni tudásnak, tapasztalatnak és teljesítménynek. E cikk egy olyan módszert mutat be a tervezési folyamat ellenőrzésére, ahol az egyéni és csapattudás maximalizálható.*

**Kulcsszavak:** tervellenőrzés, szisztematikusság, konstrukció-katalógus, tapasztalat-katalógus

### 1. BEVEZETÉS

Példák segítségével [2] tanulmányában a Szerző bemutatta, hogy műszaki átalakítások, új erőművi technológiai rendszerek tervezése esetén milyen problémák merülnek fel a tervek minőségét illetően, amely minőségi problémák egyértelműen igazolható módon jelennek meg a mérnöki munka végeredményeiben a megvalósított műszaki berendezésekben, rendszerekben.

Ishikawa módszer segítségével elemezte az alapvető fő- és gyökér okokat. Ennek eredményeképpen megállapította, hogy a szisztematikus tervellenőrzés módszerének, az üzemeltetési, karbantartási és tervezési tapasztalatok meglétének és felhasználásának, konstrukció-katalógus használatának és a tervezési folyamat dokumentált ellenőrzésének hiánya eredményezheti, hogy a tervek nem minden esetben felelnek meg a megrendelői igényeknek vagy az elvárható mérnöki, műszaki elvárásoknak.

Jelen cikk célja egy, az üzemeltetési szakemberek számára kidolgozott tervellenőrzési módszer bemutatása, amely módszer használatával csökkenteni lehet a tervek minőségi problémáit azáltal, hogy az üzemeltetésben részt vevő szakemberek a tervezés során érdemben, az üzemeltetési tapasztalataik figyelembe vételével tudják véleményezni a különböző szintű terveket. Ennek eredményeképpen a beruházások, projektek költségei csökkenthetők, mert elmaradnak az utólagos termódosítások, a Megrendelő elégedett lesz a végeredménnyel, mert nem a létesítéskor derülnek ki olyan alapvető hiányok, amelyek a tervezés fázisaira vezethetőek vissza.

A tanulmány fejezetinek tartalma a következő: A 2. fejezetben a tervellenőrzés javasolt módszertanának bemutatására kerül sor, a 3. fejezet a tervellenőrzés folyamatának dokumentálását, míg a 4. és az 5. fejezetek a tapasztalat- és a konstrukció katalógus felépítésére mutatnak be egy-egy javaslatot. A 6. fejezetben az összegzés és a további célok megfogalmazása olvasható.

### 2. A TERVELLENŐRZÉS MENETE

Fontos, hogy a tervellenőrzéskor nyomon lehessen követni a tervező gondolkodását. Ha ismerjük a tervező gondolkodásmódját, akkor tudjuk, hogy mi miért van a rendszervben, de ennél

fontosabb, hogy rá tudjunk arra jönni, hogy mi hiányzik a rendszerből, mi az, ami nem felel meg a szabványoknak és az elvárt gyakorlatnak.

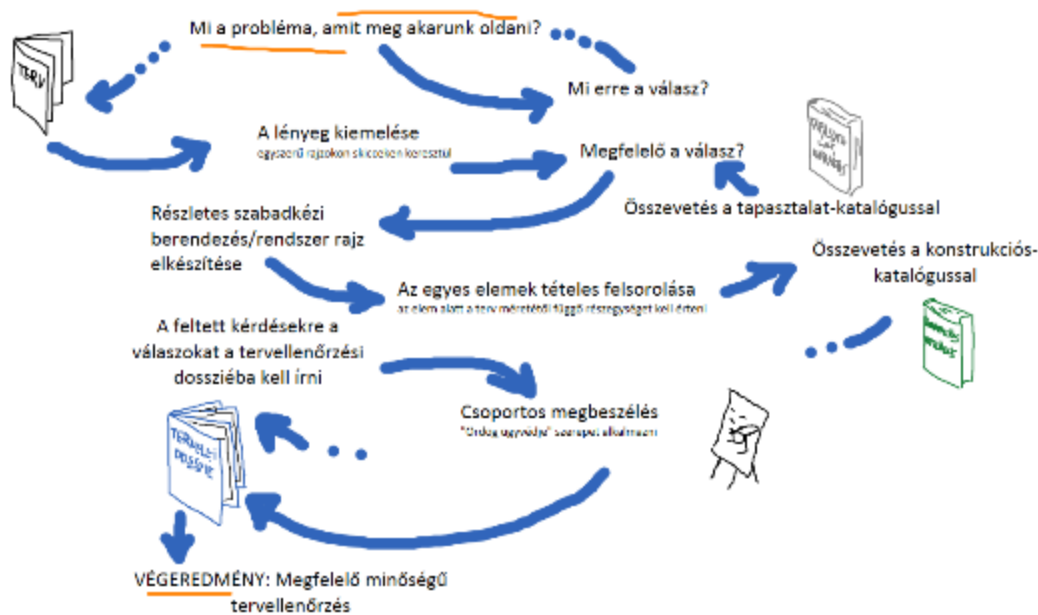
Nem cél a tervezés menetének pontos ismertetése, arra ott vannak a szakirodalmak, egyszerűen csak kérdéseken keresztül kell megvilágítani az átalakítás lényegét, erősségeit és gyenge pontjait.

Bonyolult rendszer esetén szét kell darabolni a tervet kisebb rendszerekre, mindaddig, amíg át nem látjuk az adott részrendszer működését.

A tervellenőrzést írásos formában kell végrehajtani, aminek oka, hogy írásban sokkal jobban látja át az ember a hibákat, mint az adott tervet korrektúrázva. A korrektúra természetesen szükséges, mert az észrevételeket könnyebb így kezelni, de csak a korrektúras javítás elfedi a lényegét és nem hozza elő a hiányokat. A sok korrektúra, függetlenül azok súlyától, elégedetté teszi a tervellenőrzést és ezáltal csökken az érzékenység a komoly elvi hibák felfedezéséhez.

Az 1. ábrán a tervellenőrzés egyszerűsített folyamata látható.

A folyamat a „Mi a probléma, amit meg akarunk oldani?” kérdéssel indul, majd segédletek segítségével (tapasztalat katalógus, konstrukciós katalógus és tervellenőrzési dosszié) egyéni felkészüléssel és csoportfoglalkozások megtartásával szisztematikusan feldolgozza a tervező által készített terv tartalmát és minőségét.



1. ábra A tervellenőrzés egyszerűsített folyamata

Végeredményként egy dossziében összegyűjtve (Tervellenőrzési dosszié) az összes olyan információ szerepel, ami a tervben érintett csoport összes tudását tartalmazza.

Ezzel biztosítható az, hogy a terv független ellenőrzése a lehető legmagasabb minőségű legyen, ami mind szakmai, mind gazdasági szempontból, a szakembereknek, a csoportnak, az erőmű egészének a maximális hasznot eredményezi.

### 3. TERVELLENŐRZÉSI DOSSZIÉ

A tervellenőrzési dosszié javasolt felépítése a 2. ábrán látható.

TERV SZÁMA: XXXXXXXXXXXX  
TERV CÍME : Hűtővíz vezeték átalakítása

**Mi az átalakítás célja?**

1. Megszünteti a merev kapcsolatot a szivattyú nyomóága és a csapágyhűtővíz vezeték között
2. Új elzáró és visszacsapó szelep kerül beépítésre

**Mi az átalakítás haszna?**

1. Csökken a rezgésből, feszültségből származó cső és szerelvény meghibásodások száma, mert ...
2. Nő a rendszer megbízhatósága, mert ...
3. Csökkenek a karbantartási költségek, mert ...

**Mik voltak az előzmények?**  
Ide kerül röviden pár gondolat az előzményekről.

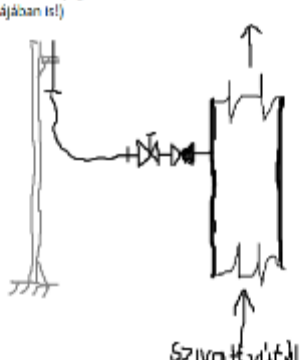
TERV SZÁMA: XXXXXXXXXXXX  
TERV CÍME : Hűtővíz vezeték átalakítása

**Melyek az átalakításban érintett részegységek?**  
(olyan szintig kell alábontani, hogy a lényeg ne vesszen el, : kapcsolódik a "Mi az átalakítás lényege?" laphoz)

- Flexibilis csővezeték
- Elzáró szerelvény
- Visszacsapó szelep
- Csőbilincs
- Tartószerkezet

TERV SZÁMA: XXXXXXXXXXXX  
TERV CÍME : Hűtővíz vezeték átalakítása

**Mi az átalakítás lényege?**  
(rajz formájában is!)



Íde jönnek egyéb rajzok, skiccek, minden ami érthetővé teszi az átalakítást.  
Ez a rész több lapon keresztül is folytatható...

2. ábra Tervellenőrzési dosszié formalapjai

Az első oldalakon célszerű meghatározni az átalakítás célját és hasznát. Ez, a sok esetben triviálisnak tűnő meghatározás feleslegesnek tűnik, de amennyiben nem értjük meg az igazi célját az átalakításnak, abban az esetben elveszhetünk a részletekben és hiányozni fog az az átfogó nézőpont, amihez, mint alaphoz mindig vissza kell térni a tervezés során, és ami alapján el tudjuk dönteni az egyes részletekről, hogy hozzátartozik az átalakításhoz vagy nem. Másképpen megfogalmazva pontosan tudván a terv pontos célját a terv nem fog elburjánozni és nem fognak belekerülni felesleges és ezáltal költségnövelő elemek, ami viszont benne van az mind szükséges az eredeti cél eléréshez.

A cél mellett ugyanilyen fontos megfogalmazni a terv hasznát is, mert ha ezt nem tudjuk megfogalmazni, akkor az átalakítást nem szabad elvégezni. A hasznok megfogalmazása során csak

az egyértelmű és számszerűsíthető, azaz az átalakítás után egyértelműen visszamérhető és ezzel az átalakítás sikerességét minősíthető elemek szerepeljenek itt.

Következő lépésként a tervet a globális nézőponttól az apró részletekig célszerű feldolgozni. Ebben segítséget tud nyújtani egy olyan Konstruktó-katalógus, amely kérdéseken keresztül vezeti meg a tervező vagy tervellenőr gondolkodását és, amely ugyan nem tartalmaz minden alapvető tervezési részletet bemutató figyelemfelhívást, de az adott iparágra jellemző megoldásokra, tapasztalatokra, gyakorlatokra, problémákra kérdéseken keresztül felhívja a figyelmet.

#### 4. TAPASZTALAT-KATALÓGUS

A tapasztalat-katalógus a probléma rövid megnevezését, kulcsszavakat a könnyebb kereséshez, rendszerkódot (ami alapján ez egyes rendszerek megkülönböztethetőek egymástól), az átalakítás időpontját, az esettanulmány rövid bemutatását és a tanulságát mutatja be és formalapja a 3. ábrának megfelelő módon épül fel.

Az eset bemutatása olyan részletességgel történjen, ami a tanulság levonásához megfelelő mélységű információkat tartalmaz, de el kell kerülni a minden részletet bemutató esettanulmányt, mert akkor az nagymértékben gátolja a gyors feldolgozhatóságot, olvashatóságot miközben a célja éppen az, hogy gyors és informatív módon hívja fel a figyelmet a tanulságra. Ennek a célnak megfelelően alapvető fontosságú, hogy a rövid szöveges ismertetést egy egyszerű rajz, skicc is segítse. Ez olyan szempontból is fontos, hogy az esetet leíró személy rá legyen kényszerítve a lényeg kiemelésére és megértésére, ami így természetesen más olvasó számára is egyszerűbbé teszi a lényeg megértését és megjegyzését.

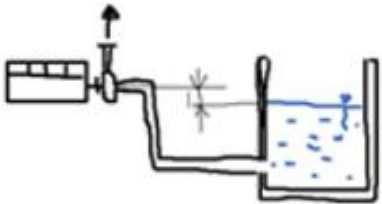
#### 5. KONSTRUKCIÓ-KATALÓGUS

A Konstruktó-katalógus kérdéseken keresztül közelíti meg az adott megoldás előnyeit, hátrányait, optimális voltát. A tervellenőr személynek a kérdésekre kell válaszolni, célszerűen írásban, de javasolt a skiccek használata. Amennyiben a válaszok leírás nélkül, fejben kerülnek megválaszolásra úgy nagy a valószínűsége a félreértésnek és a felületes tervellenőrzésnek.

A szisztematikus válaszadás rendkívül fontos eleme a tervellenőrzésnek, mert ha a feltett kérdésekre egyértelmű választ tud adni a tervellenőr személy, akkor valószínűleg meg is értette a tervező által javasolt megoldási módszert és ez lehetőséget ad a tervellenőr személynek, hogy az adott megoldási módszer előnyeit és hátrányait is megértse.

A skiccek általi válaszadás még hatékonyabb az írásbeli válasznál, mert a skiccelés rákényszeríti a válaszadó tervellenőrzőt, hogy a tervet „átkonvertálja” skicc formájába és ez rendkívül hatékony megértési módszer (természetesen akkor, ha a skicc ugyanazt a funkciót tudja, mint az tervben lévő megoldási javaslat).

A konstruktó-katalógus nemcsak kérdéseket tartalmaz, hanem, ahol lehetséges ott rövid, tömör rajzi segítséget is.

<p><b>Probléma rövid leírása:</b> Szivattyú beépítési magassága nem megfelelő</p> <p><b>Kulcsszavak:</b> NPSH, beépítési magasság, indíthatóság, ráfolyás</p> <p><b>Rendszerkód:</b> 0AAAB12</p> <p><b>Átalakítás időpontja:</b> 2005.11.</p>
<p><b>Esettanulmány rövid ismertetése</b></p> <p>Az elavult dízelhajtású hűtővízszivattyú-telep teljes rekonstrukciója vált esedékessé a biztonságnövelő rekonstrukció keretein belül. Új helyen, új szivattyúk telepítése volt a feladat. A tervezés során a szivattyúk NPSH feltételeinek biztosításához nem a kellő mértékű ráfolyást választotta a tervező, hanem a rendkívül bizonytalan működésű szívóoldali nyomástartó tartályt és az ehhez kapcsolódó bonyolult szivattyú indítási módszert.</p>

<p><b>Tanulság</b></p> <p>A szivattyúk NPSH paramétere fontos információ a szivattyúk problémamentes indíthatóságának és <u>kavitációmentes</u> üzemének létrehozásához.</p>

3. ábra Tapasztalat-katalógus formalapja

Az alábbiakban részletek láthatók a Konstruktó-katalógusból, amely jelenleg fejlesztés alatt van.

#### Rendszerszintű kérdések

- Miért akarunk optimalizálni, átalakítani?
- Mi az átalakításban érintett rendszer funkciója?
- Mi az egyes alrendszerek funkciója?
- A rendszer minden üzemi állapotban tudja az eredeti célt teljesíteni?
- Milyen egyéb üzemi módok vannak, amik kritikusak lehetnek valamilyen szempontból?
- Milyen szempontrendszer szerint lehet csoportosítani a rendszer funkcióit?
- Mit akarunk tenni? És miért?

#### Az átalakítás kockázatelemzése

- Mi történik, ha nem sikerül az átalakítás?
- Milyen üzemeltetési kockázata van az adott megoldásnak?
- Milyen karbantartási kockázata van az adott megoldásnak?

#### Mérnöki számítások

- A számításoknál használt modellek megfelelnek az ipari gyakorlatnak?

- A számítások helyesek?
- A számítások bizonytalanságai elfogadhatóak?

### **Berendezés szintű kérdések**

- Terhelési diagram tulajdonságai ismertek?
- Tartamdiagram tulajdonságai ismertek?
  - pillanatnyi értékek (minimum, maximum, átlag, gyakoriság)
  - puffer, légüst, tágulási tartály, kiegyenlítő tartály stb. szükséges az egyenlőtelenlégek kiküszöbölésére?

### **A tervben lévő hivatkozások**

- Belső hivatkozások megfelelőek?
- Külső hivatkozások megfelelőek?
- A hivatkozások nem túl általánosak? Tartalmazznak érdemi információt?
- A terv saját Tartalomjegyzéke alapján logikus a terv felépítése?
- A terv megfelel az erőműves tervezési eljárásrendnek?

### **Hidraulikus rendszer**

#### *nyomott rendszer*

- Megfelelő a nyomás a rendszer minden pontjában?
- Kiforrás ellen védett a rendszer?
- Biztosított a megfelelő térfogatáram a fogyasztók részére?
- Vannak kavitáció veszélyes helyek?
- Légzsákok kialakulhatnak? (lejtés megfelelő?)
- Szűrők mérete, illesztése megfelelő?
- A gyors armatúra zárás következményei tisztázottak?•

#### *nyílt felszínű rendszer*

- Hullámtörés ellen védett a rendszer?
- A csatorna ellenállás növekedése okoz veszélyes árhullámot?

#### *hurkolt rendszer*

- Lengések kialakulhatnak a rendszerben?
- A gyors armatúra zárás következményei tisztázottak?

#### *általános kérdések*

- Iránytörések száma minimális?
- A nyomvonalvezetés logikus és gyakorlatias?
- A csőhossz minimális?
- A hidraulikus rendszer egyéb szerkezeti elemeinek szerepe, mérete, elhelyezkedése tisztázott?

### **Szivattyútervezési alapok**

- A szivattyú jelleggörbéje illeszkedik a fogyasztói igényekhez?
- Változó üzemi paraméterek várhatóak vagy stabil üzemre kell tervezni?
- A szivattyú indíthatóság feltételei biztosítottak? pl. villamos motor indítási áramkorlátozás szükséges?
- NPSH megfelelés, önfelszívás, előtétzivattyúk szükségesek?

- A sorba vagy párhuzamosan kapcsolt szivattyúk illesztése megtörtént?
- A hidraulikus veszteségeket a szivattyúk tudják pótolni?
- A szívócsőben megfelelő az áramlási sebesség (kisebb, mint 1 m/s az ajánlott)?
- A villamos betáplálás illeszkedik a szivattyú üzemmódjához?
- A szivattyú leüríthető?
- A szivattyú feltölthető?
- A szivattyú légteleníthető?
- A környezeti körülményeknek megfelel a szivattyú?
- A szivattyú telepítési körülmények megfelelőek?
- A szivattyú szerelhetőségi körülmények megfelelőek?
- A szivattyú szabályozhatósága megfelelő?
- Nyomáslengések várhatóak a szivattyú üzemelés közben?
- A szivattyú forgásiránya ellenőrizhető?
- A szállított anyag károsítja a szivattyút? Ha igen megfelelő védelemmel van ellátva?
- A folyadékhiányt elviseli a szivattyú?
- Visszafolyás gátló szükséges?
- Visszacsapó szelep szükséges?
- A villamos motor hűtése biztosított a különböző üzemállapotokban?
- A szivattyú indítási gyakorisága problémamentes?
- Az indítási feltételek biztosítottak minden körülmény között?
- A szivattyú saját és rendszervédelmei megfelelőek? pl.: kiegyenlítő tárcsa védelme, hőfokvédelem, rezgésvédelem, szárazon futás elleni védelem stb.
- A beépítési irány (vízszintes, függőleges) megfelelő?
- A szivattyú hatásfoka megfelelő, optimalizálható?

## ÖSSZEGZÉS

A műszaki átalakítások vagy új rendszerek tervezésének folyamata komplex és mélyreható mérnöki ismereteket igényel, mert az ideális tervezőnek az elméleti műszaki ismereteken túl, kivitelezési, üzemeltetési és karbantartási ismeretekkel, gyakorlattal is rendelkeznie kell. Ezen felül, nem utolsósorban a tervezőnek világosan tudnia kell elemeznie a megoldási javaslatok gazdaságosságát, hiszen mindennek eredményeképpen minden tervezés célja, hogy a Megrendelő szempontjából hasznos és értékes végeredmény szülessen.

Ennek az elvárásnak nem egyszerű megfelelni, mert a kellő tervezési tudás csak megfelelően sok tapasztalattal és azok folyamatos elemzésével, fejlesztésével fog erősödni.

A tervezőktől elvárt sokoldalúság sok kihívást tartalmaz, mert az ideális tervezői életpálya üzemeltetési és karbantartási gyakorlatok megszerzésével kezdődne, de arra sokszor nincs lehetőség és fordítva is igaz, hogy azon szakemberek, akik az üzemeltetés és karbantartás területén helyezkednek el, ritkán váltanak a tervezői életpályára. Emiatt hasznos és célravezető, hogy mind a tervezőknek, mind az iparban dolgozó mérnököknek olyan segédletek, támogató dokumentumok álljanak rendelkezésre, amelyek iránymutatást tudnak adni egy-egy probléma felfedezésében és esetleg azon probléma megoldásában is.

A tanulmányban bemutatott módszert ezen szándékkal dolgozta ki a Szerző, amelynek lényege a szisztematikusság, tapasztalatgyűjtés és a visszacsatolás.

Célja a Szerzőnek a javasolt tervellenőrzési módszer tapasztalatainak gyűjtése és majdani elemzése, ezáltal a módszer finomítása és pontosítása, továbbá a tapasztalat-, és konstrukció-katalógus folyamatos bővítése.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A. SAMUEL, J. WEIR: Introduction to Engineering Design, Modelling, Synthesis and Problem Solving Strategies, Elsevier, Oxford, 2005, ISBN 075 06 4282 3
- [2] FENYVESI CSABA: Átalakításokkal kapcsolatos tervek minőségi kihívásai, Repüléstudományi Közlemények 2016/3 pp. 141–150, url: [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016\\_3/2016-3-09-0357\\_Fenyvesi\\_Csaba.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016_3/2016-3-09-0357_Fenyvesi_Csaba.pdf)
- [3] GÁCS IVÁN: Energetika, url.: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017\\_34\\_energetika\\_2/ch01.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_34_energetika_2/ch01.html), (2016. december 14.)
- [4] G. PHIL, W. BEITZ, J. FELHUSEN, K.H. GROTE: Engineering Design, A Systematic Approach, Third Edition, Springer-Verlag London, 2007
- [5] KAMONDI LÁSZLÓ, SARKA FERENC, TAKÁCS ÁGNES: Fejlesztés-módszertani ismeretek url.: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001\\_1A\\_G3\\_02\\_ebook\\_fejlesztes\\_mozszertani\\_ismeretek/adatok.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001_1A_G3_02_ebook_fejlesztes_mozszertani_ismeretek/adatok.html) (2016. december 13.)
- [6] KAMONDI LÁSZLÓ: A gépészeti tervezés módszerei, url.: <http://docplayer.hu/12662666-A-gepeszeti-tervezes-mozszerei.html>, (2016. december 14.)
- [7] PATTANYÚS Á. GÉZA: A gépek üzemtana, Műszaki Tankönyvkiadó, Budapest, 1983, ISBN: 963 10 4808 X
- [8] ZSÁRY ÁRPÁD: Gépelemek II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1991, ISBN 963 18 3652 5

---

### IMPROVEMENT OF METHOD OF ENGINEERING DESIGN

*The main reason of the engineering design is to apply scientific and engineering knowledge in order to satisfy the demands of customers due to find the best solution. So as to birth the best solution the engineer should possess knowledge of engineering design, operation, maintenance and construction experiences. To be in possession of it is quite big task and often it is impossible to gather all of these knowledge in one person. Complex and complicated design can be imagined only in the teamwork. But even so the person's knowledge and experience are very important. This article shows a simple solution to maximize the person's knowledge and experience for the engineering design process.*

**Keywords:** *systematic approach, experiences of applying, constructions of applying*

---

FENYVESI Csaba (MSc)  
gépészmérnök  
MVM Paksi Atomerőmű ZRt.  
fenyvesic@npp.hu  
orcid.org/0000-0001-8805-3307

FENYVESI Csaba (MSc)  
mechanical engineer  
Nuclear Power Plant of Paks  
fenyvesic@npp.hu  
orcid.org/0000-0001-8805-3307

---



[http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017\\_1/2017-1-01-0356\\_Fenyvesi\\_Csaba.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_1/2017-1-01-0356_Fenyvesi_Csaba.pdf)