

**Pannon Egyetem Karbantartás és Üzemfenntartás
Alapszakos képzés
2019**

**A karbantartás szerepe az erőműveknél és a
nehéz vegyipari rendszereknél –
hazai és nemzetközi gyakorlat, esettanulmányokon
keresztül**

Magyar Lajos

Trans Lex Work Kft.

tulajdonos

c. egyetemi docens

Tartalomjegyzék

1. Karbantartás nélkül nincs versenyképesség

- Szolgáltatás – karbantartás
- Karbantartás – GDP
- A karbantartó szakma kívánatos jövőképe
- Magyar Ipari Karbantartók Szervezete (MIKSZ)
- Országos Karbantartási Stratégia

Tartalomjegyzék

2. Az energetikai- és a nehézvegyipari üzemek karbantartása

- Alkalmazott stratégiák
- Hol kezdődik és hol végződik a karbantartás?
- A berendezésekről – esettanulmányokon keresztül

3. Tapasztalatok külföldről

- Az USA karbantartása az 1980-as években

4. Atomerőművekről, PAKS – 2 éves K+F

5. Összefoglalás

6. 10 MW telj. Véggáz Hasznosító Erőmű – kis film

Szolgáltatások – Karbantartás – Versenyképesség

"A vállalatok versenyképessége abban áll, hogy a társadalmi normák betartásával úgy kínáljanak termékeket, szolgáltatásokat a fogyasztóknak, hogy azok hajlandók legyenek ezekért a versenytársakénál nagyobb jövedelmezőséget biztosító árat kifizetni"

/Chikán Attila-Czakó Erzsébet: Versenyben a világgal, Akadémiai Kiadó 78.oldal/

Szolgáltatások – Karbantartás – Versenyképesség

A szolgáltatások dilemmája:

- ✓ „standardizálás”, vagy
- ✓ „testre szabás”



A karbantartás az élet MINDEN területén előforduló, komplex értékteremtő és értékmegőrző tevékenység, amely – egyértelműen – egyik kategóriába sem sorolható be!



Magyar Ipari Karbantartók Szervezete

Kik vagyunk?

A hazai karbantartó szakma fejlesztése iránt elkötelezett vállalatok és magán személyek hozták létre.

Célunk?

A tagjainknál az eszköz karbantartás és menedzsment folyamatos fejlesztése, a versenyképesség, a fenntarthatóság, a humán- és környezeti biztonság növelése, a jobb életminőség biztosítása.



MIKSZ – Országos Karbantartási Stratégia

**A MIKSZ elhatározta egy országos
karbantartási stratégia kidolgozását,
elfogadtatását, népszerűsítését!**

taktika – **stratégia** – *politika*
misszió – *vízió* – **stratégia**

Vízió: A magyar karbantartó szakma jövőképe /2020/

**A karbantartók a társadalom megbecsült és
elfogadott tagjai, a karbantartás hozzájárulása a
GDP és a foglalkoztatás növekedéséhez számottevő,
morális kisugárzása a gazdaság valamennyi területén
érzékelhető.**

taktika – **stratégia** – *politika* *misszió* – *vízió* – **stratégia**

Elemzések elvégzése

- ✓ **SWOT elemzés (Erősségek, Gyengeségek, Lehetőségek, Veszélyek)**
- ✓ **PESTEL elemzés (Politikai, Gazdasági, Társadalmi, Technológiai, Környezeti, Jogi)**
- ✓ **STAKEHOLDER elemzés (Hatás, Érdek, Hatalom)**

Kormányo(ok)n belül a karbantartásért felelős személy megnevezése

- ✓ A karbantartásért felelős Mindenki, tehát Senki
- ✓ A Seveso III. EU irányelv hatása:
 - HATÓSÁGI (Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság) és
 - SZAKHATÓSÁGI (MKEH) vonalak jelentősen megerősödtek, így a KATASZTRÓFAELHÁRÍTÁS magas szintű
 - A MEGELŐZÉS- ért, a karbantartás fejlesztéséért, országos szinten, legyen felelős a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Fejlesztési Államtitkára!

OKS átadva – Dr. Orbán Viktor, Dr. Semjén Zsolt, Varga Mihály (Hornung Ágnes)

Az energetikai- és a nehézsvegyipari üzemek karbantartása

/Alkalmazott stratégiák/

- **Meghibásodás utáni javítás** („AD HOC” Maintenance)
- **Tervezett Karbantartás** (Planned Maintenance – PM)
 - a) **Merevciklusú karbantartás** (hatósági vagy gépkönyvi előírások alapján)
- **Állapotfüggő Karbantartás**(On-condition-Based-Maintenance)
 - a) **Forgógépeknél – rezgésállapot alapján**
 - b) **Statikus berendezéseknél (csővezetékek, tartályok) – falvastagság- és/vagy termovíziós vizsgálat alapján**

Az energetikai- és a nehézsvegyipari üzemek karbantartása

/Alkalmazott stratégiák/

- **Kockázat Bázisú Felügyelet és Karbantartás**
(Risk Based Inspection and Maintenance - RBIM)
- **Megbízhatóság Központú Karbantartás**
(Reliability-Centered Maintenance – RCM)
- ***Teljes Termelés Központú Karbantartás***
(*Total Productive Maintenance*)
- ***LEAN – Folyamatos Fejlesztés, mint Szervezeti Kultúra***

Kockázat Bázisú Felügyelet és Karbantartás

Risk Based Inspection and Maintenance (RBIM)

$$\mathbf{R} = \mathbf{V} \times \mathbf{K}$$

ahol: **R** (Rizikó) = kockázat
 V = kockázati Valószínűség
 K = kockázati Következmény

Ha a kockázat összetevőit számszerűsítjük:

KVANTITATÍV (vagy kvázi kvantitatív) MÓDSZER(EK)

TNT – egyenérték (w)

A berendezésben felhalmozott E energiát a TNT robbanóanyag ($E_{\text{TNT}} = 4,2510 \text{ J/kg}$) energiájához viszonyítjuk: $W = E / 4,25 \times 10^6$.

Ha a kockázat összetevőit nem számszerűsítjük:

KVALITATÍV MÓDSZER(EK)

ESZKÖZKARBANTARTÁSI STRATÉGIA MEGHATÁROZÁSA KVALITATÍV KOCKÁZATELEMZÉSSEL

R = V x K ahol:
R (Rizikó) = kockázat
V = kockázati Valószínűség
K = kockázati Következmény

A kockázat összetevőit nem számszerűsítjük (nem kvantitatív módszer), hanem a következők szerint meghatározzuk:

VALÓSZÍNŰSÉG

- V1 - **igen ritkán** előforduló, nehezen elképzelhető meghibásodás (pl: edény robbanás: $\lambda=10^{-6}\text{év} - 10^{-7}\text{év}$)
- V2 - **ritkán**, de elképzelhető meghibásodás (pl.: varratok repedése, 5-10 db cső törése egyszerre hőcserélőben, forgógép ház repedés)
- V3 - **a gyakorlatban szokásos** meghibásodás (pl.: korrózió, erózió miatti falvékonyodás, olajrendszeri tisztítás, teljes olajcsere)
- V4 - **üzemi tapasztalatok alapján gyakran** előforduló meghibásodás (pl.: hőcserélő csőkötegek csőfalán tömörtelenségek, befeszülésből adódó repedések, forgógép rezgésemelkedés)
- V5 - **igen gyakran** (pl. havonta) bekövetkező meghibásodás (olajszűrő tisztítás v. csere)

ESZKÖZKARBANTARTÁSI STRATÉGIA MEGHATÁROZÁSA KVALITATÍV KOCKÁZATELEMZÉSSEL

KÖVETKEZMÉNY

- K1 - Jelentéktelen következményű**, üzemközben javítható meghibásodás (pl.: párhuzamos, átváltható rendszeren helyszíni javítással megoldható meghibásodások, szivárgások, olajsűrő cserék, tisztítások)
- K2 - Jelentős meghibásodás**, amely csak üzemszünet alatt javítható ki (pl.: kolonnák tálca cseréje, csőszakaszok cseréje, csapágycserék)
- K3 - Jelentős meghibásodás, de a karbantartási költségeket nem meghaladó** investációval jár a javítás (pl.: komplett vezeték cserék, forgógép teljes felújítása)
- K4 - Igen jelentős a meghibásodás okozta veszteség**, de nem éri el a 2 millió EUR összeget, nincs baleset és nincs lakossági veszélyeztetés
- K5 - Katasztrófális meghibásodás**, általában a tűz - és robbanásveszélyes vagy mérgező töltet szabadba kerülése eseményével, amelyek a lakosságot súlyosan veszélyeztetik, nagy a kárértéke, meghaladja a 2 millió EUR-t.

ESZKÖZKARBANTARTÁSI STRATÉGIA MEGHATÁROZÁSA KVALITATÍV KOCKÁZATELEMZÉSSEL

Kockázati mátrix

	↓V1	↓V2	↓V3	↓V4	↓V5	
Kockázati következmény	V1 x K5	V2 x K5	V3 x K5	V4 x K5	V5 x K5	←K5
	V1 x K4	V2 x K4	V3 x K4	V4 x K4	V5 x K4	←K4
	V1 x K3	V2 x K3	V3 x K3	V4 x K3	V5 x K3	←K3
	V1 x K2	V2 x K2	V3 x K2	V4 x K2	V5 x K2	←K2
	V1 x K1	V2 x K1	V3 x K1	V4 x K1	V5 x K1	←K1
	Kockázati valószínűség					

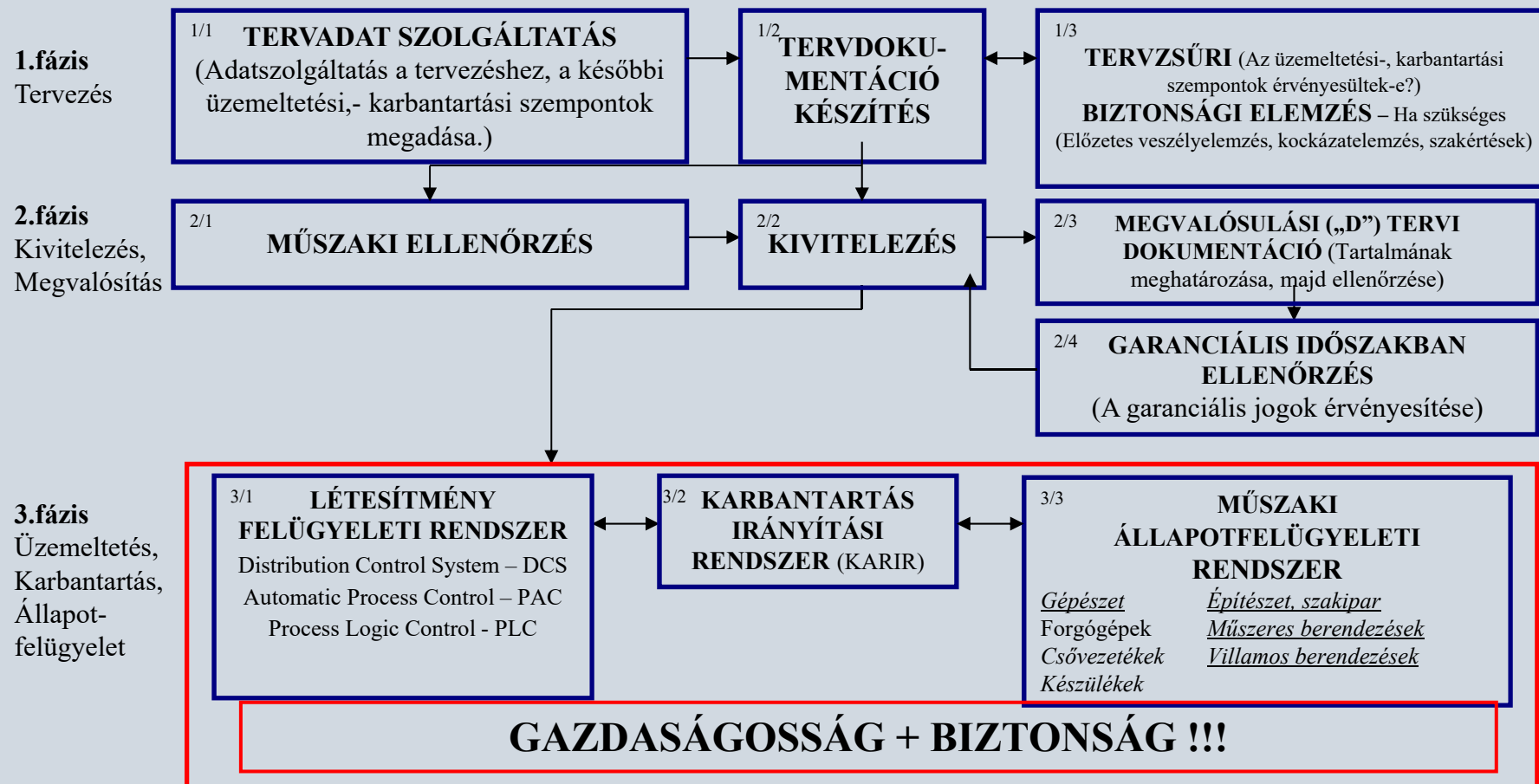
Jelmagyarázat:

- Kritikus
- Megengedhetetlen
- Tűrhető
- Elfogadható
- Kedvező

Rizikó (Kockázat) =
Valószínűség x Következmény
R = V x K

Ahol a karbantartás kezdődik

Komplex Létesítmény- és Állapotfelügyeleti Rendszer



1. Fázis Tervezés

- *Tervezési filozófia-váltás szükséges:*
 - Erőmű, vagy petrokkémiai üzem
- *Követelményrendszer a tervezéshez*
 - funkcionális
 - üzemeltetési
 - **karbantartási**
 - környezetvédelmi
 - biztonságtechnikai
 - tűzvédelmi
 - dokumentációs
 - stb., stb.
- *Alapkérdés: Milyen adathordozón készüljön a terv?*
 - Komplex Létesítmény Tervező Rendszer

A PDMS szoftver strukturális felépítése

PDMS fő modulok:

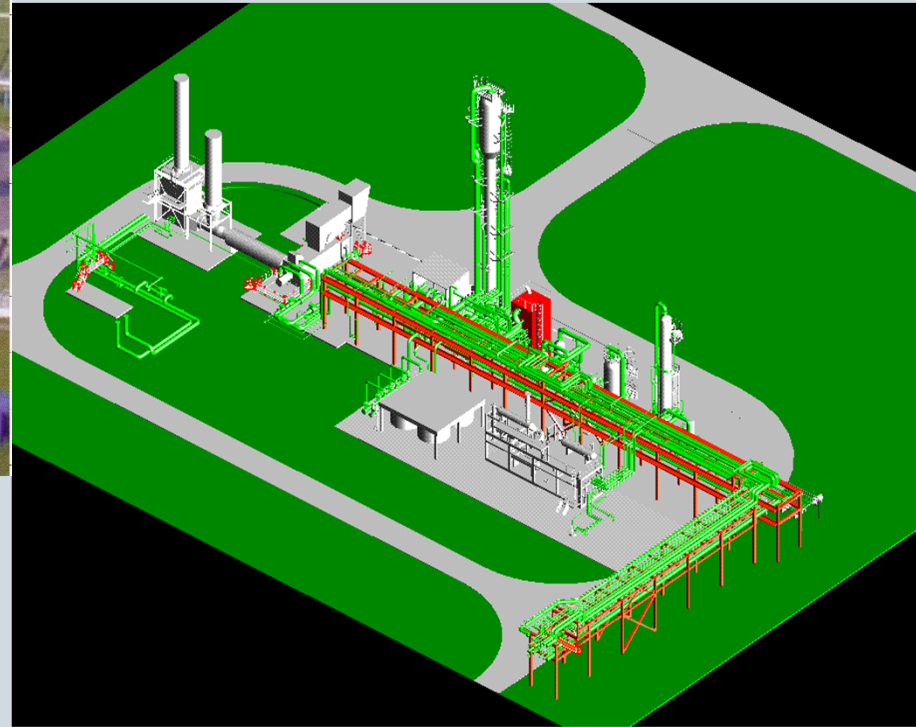
Tervezés

Vázlat

Izometriai Vázlat

3D modell

PDMS 3D model



Hol végződik a karbantartás?

Tömörtelenség elhárítás üzem közben, nyomás alatt

FURMANITE ELJÁRÁS

NA200-AS KARIMA, GŐZ, 10 BAR, 310 C°

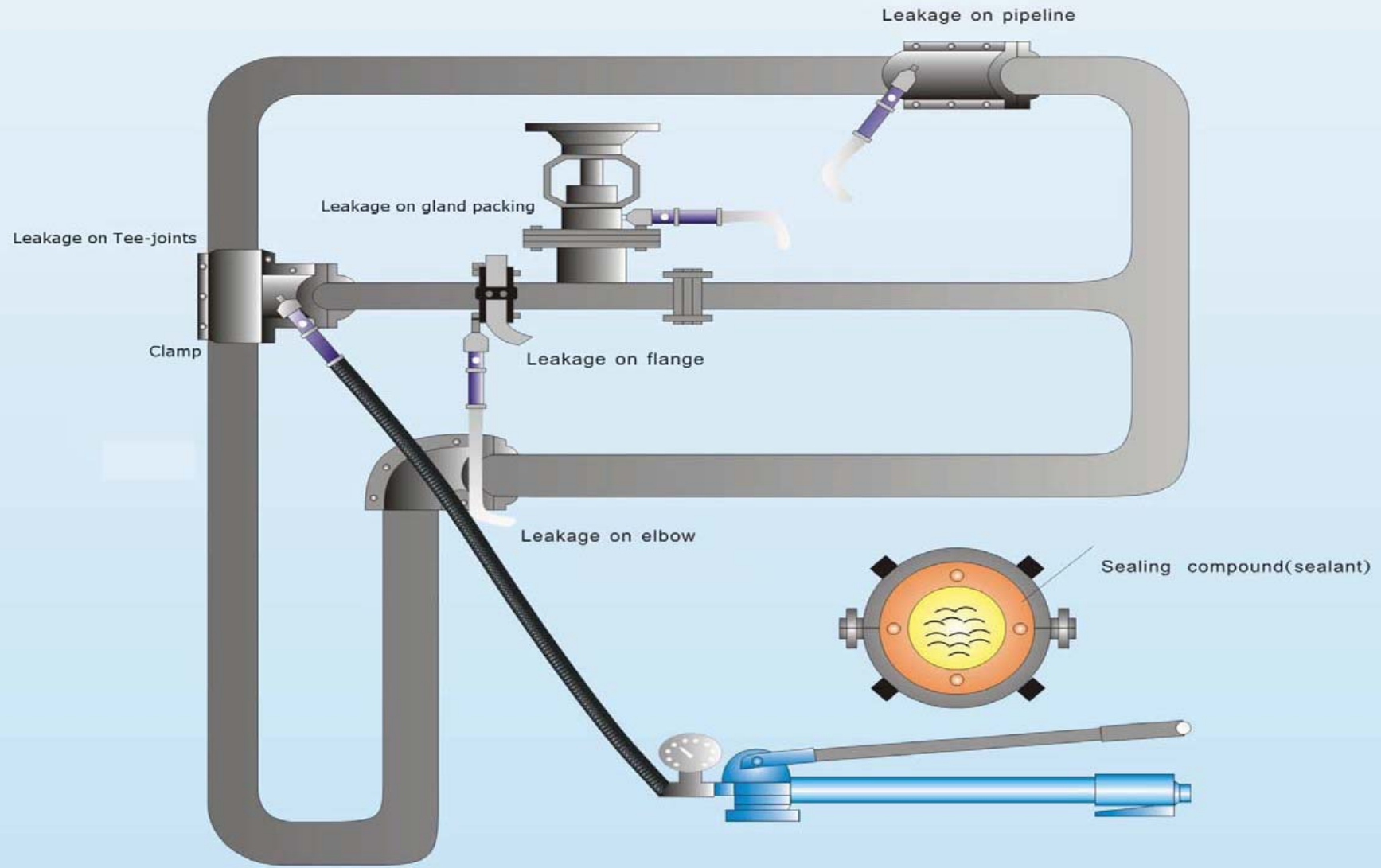


Tömörtelenség ismertetése

NA200-as karima, gőz, 10 bar, 310 C°



Tömörtelenség megszüntetés injektálással



Kivitelezés

AZ INJEKTÁLÓ ANYAG HASZNÁLHATÓ 80 C° - 900 C° KÖZÖTT



Atomerőművekről, PAKS – 2 éves K+F

Az atomerőművek a világ villamos energia termelésében

Jelenlegi kapacitás: 375 000 MW

Az energetikai reaktorok száma: 436

Energetikai blokkokat üzemeltető országok: 30

**A világ villamosenergia termelésének 13,5%-a
Európában ez az érték : 20%**

Az atomerőművek a világ villamos energia termelésében

Épülő atomerőművek kapacitása: 62 000 MW

- **Épülő atomerőművek: 62 db**

Tervezési fázisban lévő kapacitás: 182 000 MW

- **Tervezési fázisban lévő reaktorok: 167db**

Atomerőmű építési szándékok: 360 000 MW

- **317 reaktor (+ 73%) építési szándékát jelentették be**

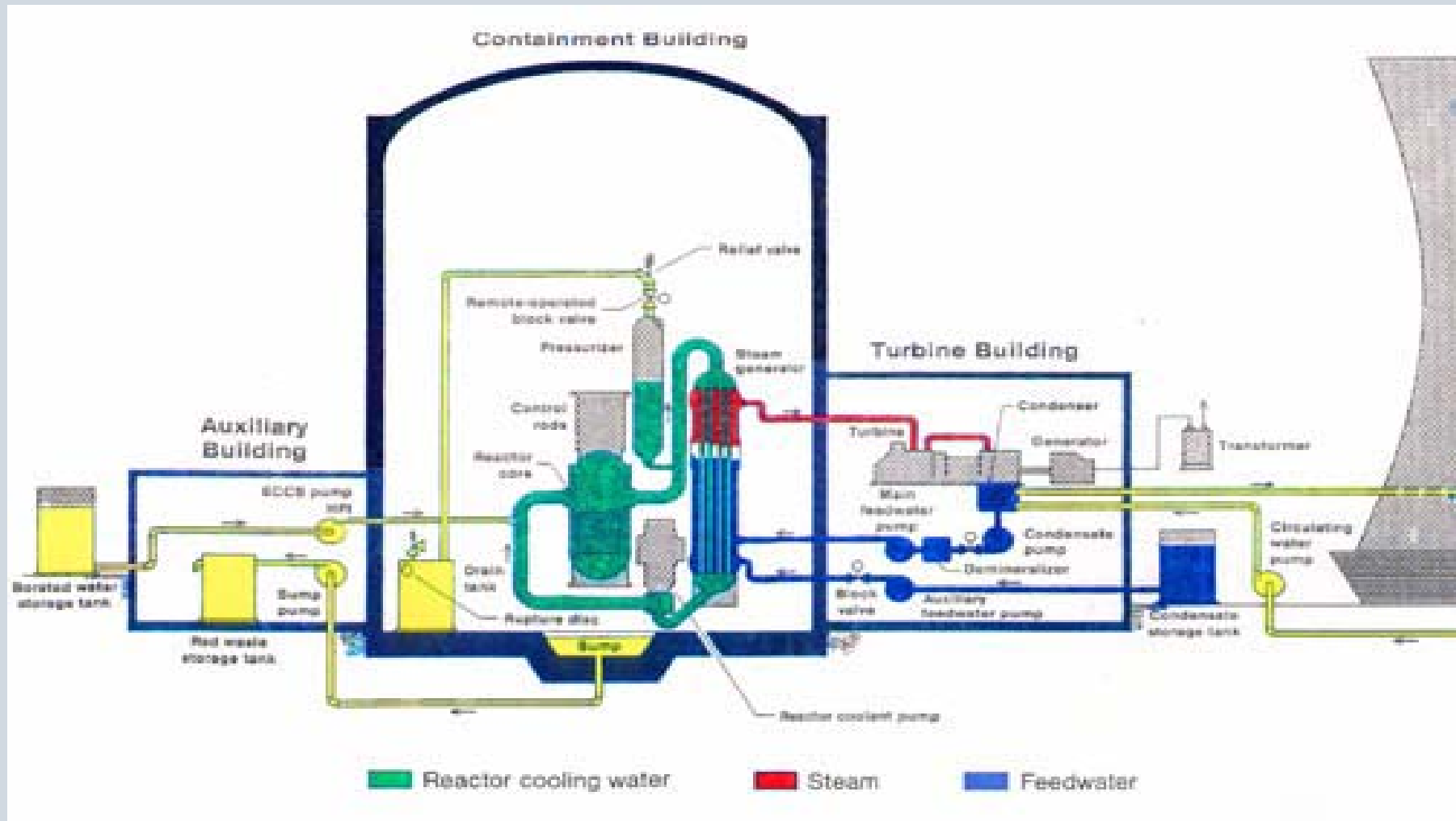
Atomerőmű – turbina csarnok



Az Atomerőmű berendezéseinek karbantartása



Atomerőművek biztonsági filozófiája



Az Atomerőmű berendezéseinek karbantartása

Az atomerőmű kritikus berendezései:

- **Reaktor és belső berendezései**
- **Gőzfejlesztők és főkeringtető szivattyúk**
- **Főgőzvezetékek**
- **Gőzturbinák**
- ***Turbógenerátorok***
- **Főtranszformátorok**

Atomerőmű berendezéseinek karbantartása

Turbogenerátor és segédrendszereinek ellenőrzése és karbantartása:

- **Folyamatos üzem közbeni berendezés monitorozás**
- **Ciklikus berendezés monitorozás**
- **Üzem közbeni karbantartói bejárások, szervizutak**
- ***Merev ciklusú, megelőző karbantartás***
- ***Javító karbantartások***

Atomerőmű berendezéseinek karbantartása

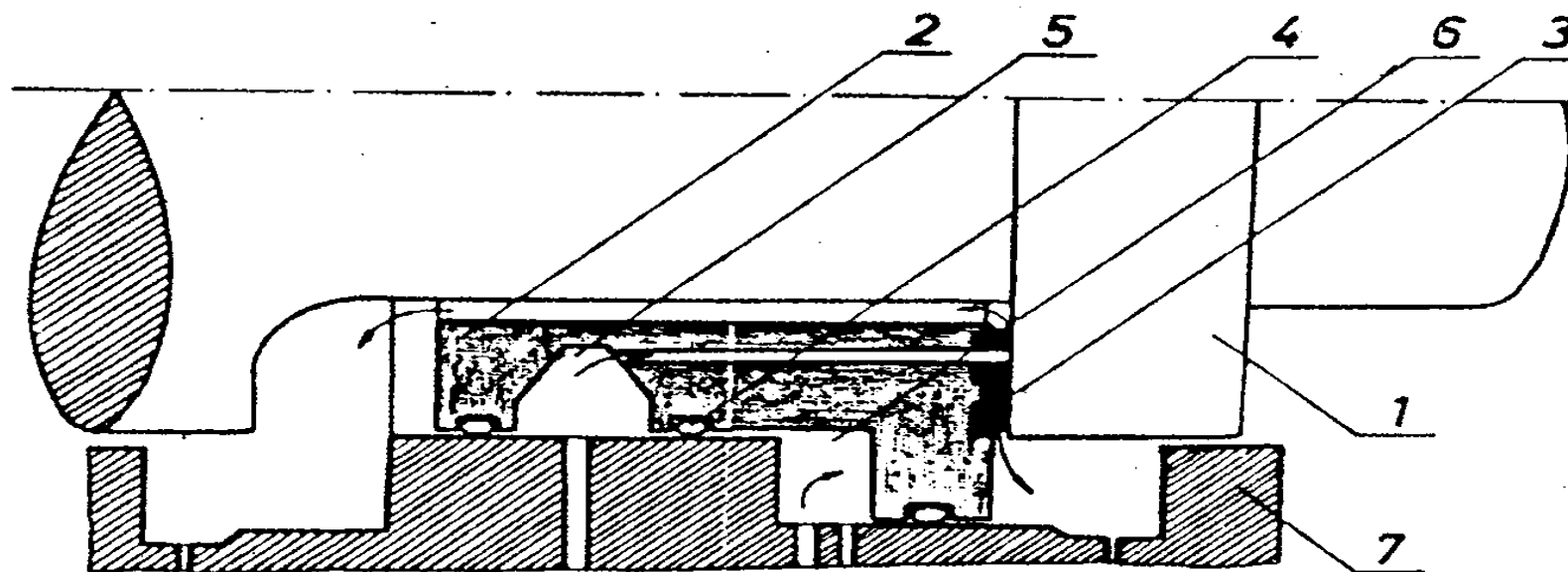
A turbógenerátor segédüzemi rendszerei:

- **Állórész vízűtés**
- ***Tengelyzár olajtömítés***
- **Forgórész N₂ gázűtés**
- **Nyers hűtővíz**

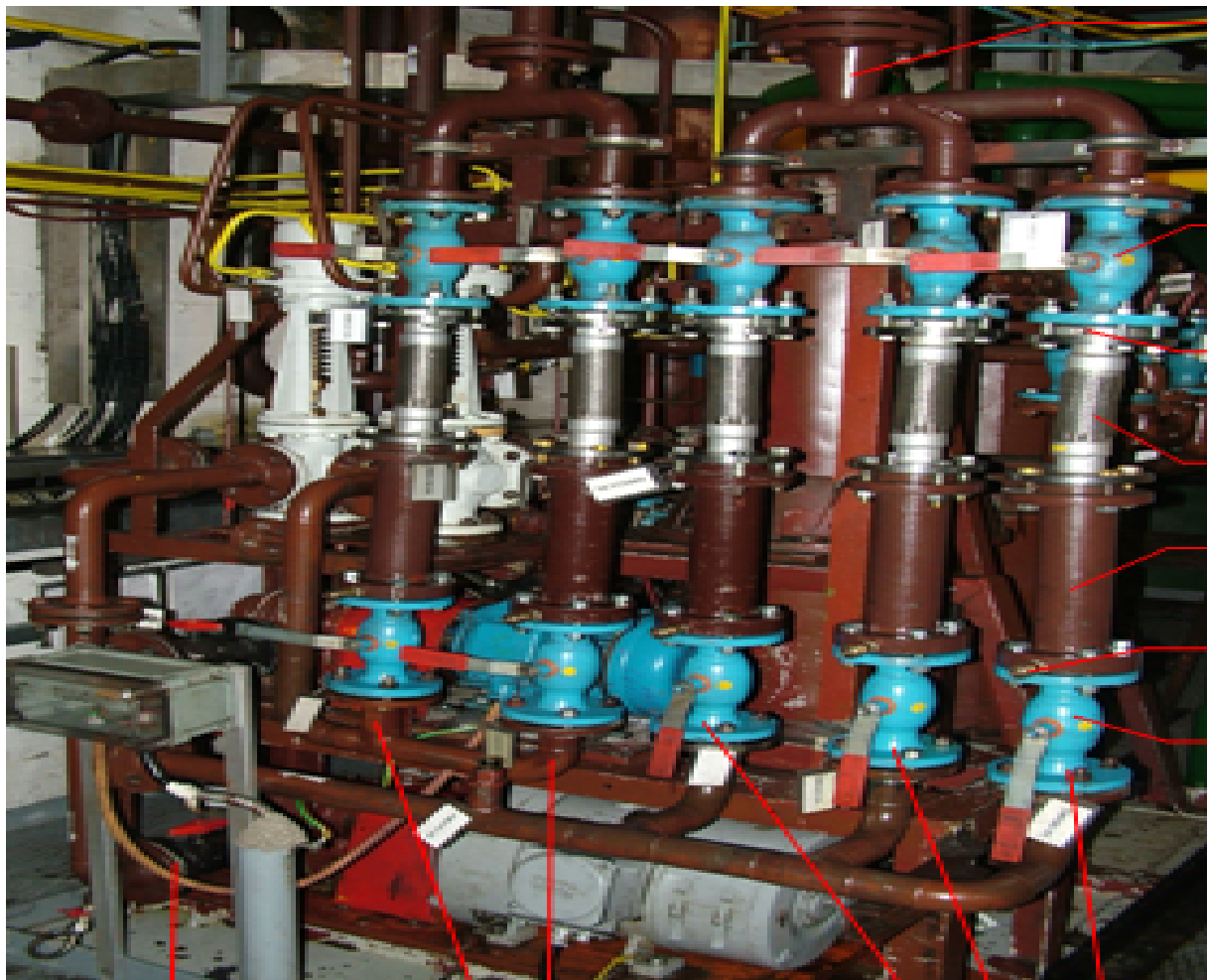
Atomerőmű berendezéseinek karbantartása



Tengelyzár olajtömítés



- ↓ H₂ oldal ↑ záró olaj ↑ ↓ persely olaj ↓ levegő oldal
- 1 tengelyváll 4 tömítés
2 persely 5 záróolaj kamra
3 fehérfém 6 persely olaj kamra
7 tengelyzár ház



Tartályból
gravitációsan
érkező olaj

Elzáró
gömbcsap

Légtelenítő

Flexibilis cső

Szűrő ház

Leürítő

Elzáró
gömbcsap

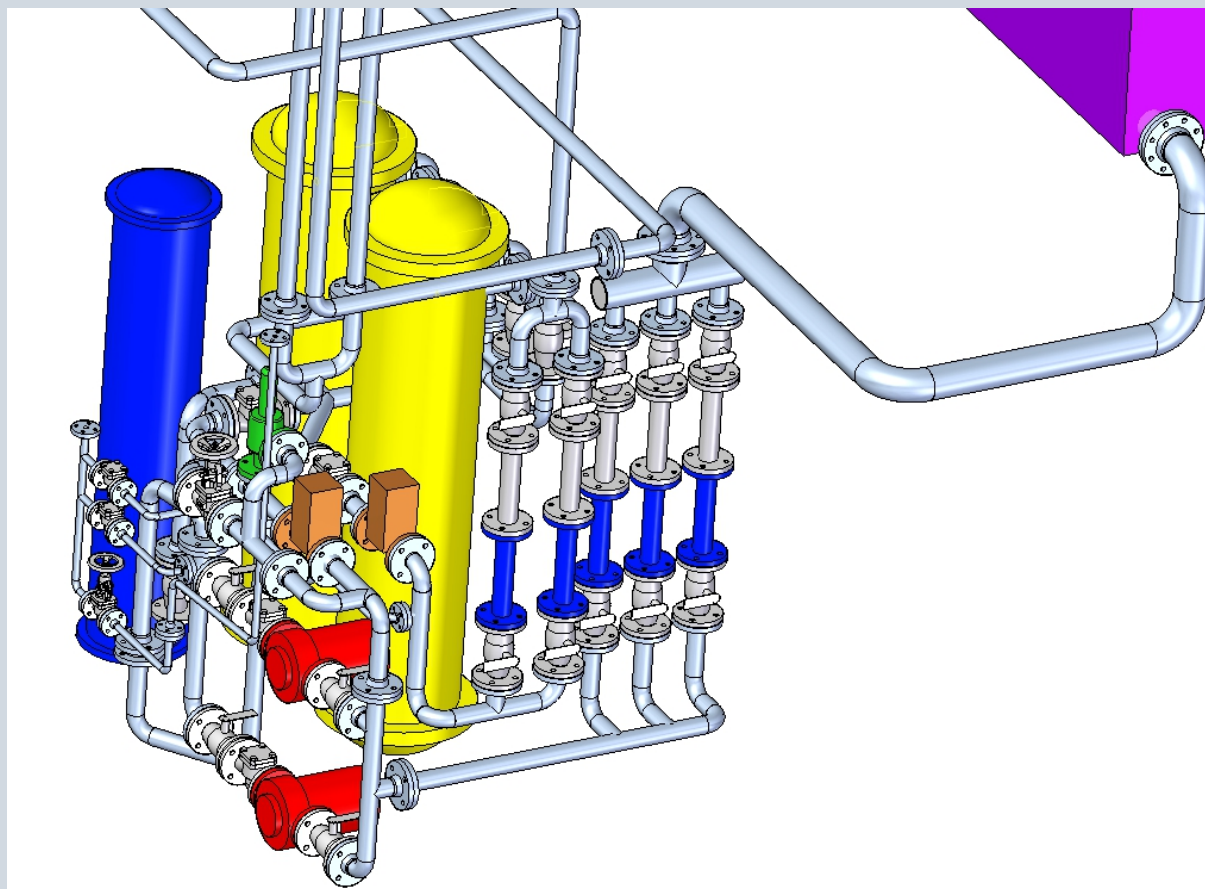
Szivattyú
szívócsanak

Vészáram
szűrők

Üzemi
szűrők

Tartalék ág

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata



Turbó-generátorok és azok segédrendszerének állapot alapú karbantartása, berendezés megbízhatósági vizsgálatokra és elemzésekre alapozva

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

A cél:

**Sorozatos olajtömörtelenség okozta generátor üzemzavarok
jelentős csökkentése**

**A nem megfelelő állapotban lévő rendszer elemek
beazonosítása**

A hiba okok elemzése és értékelése

Javító intézkedések meghatározása és végrehajtása

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

A vizsgálat metodikája:

- A rendszer dokumentációjának tanulmányozása
- A záróolaj rendszer működésének elemzése
(normál üzem, indítás, leállítás)
- Alkalmazott szabványok azonosítása
- Üzemzavari események, tényadatok feldolgozása

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

Meghibásodás mód és hatás elemzés

- Hibák veszélyelemzése

Rendszerbiztonsági elemzés

- Csővezetékek
- Olajszűrők
- Flexibilis tömlők

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

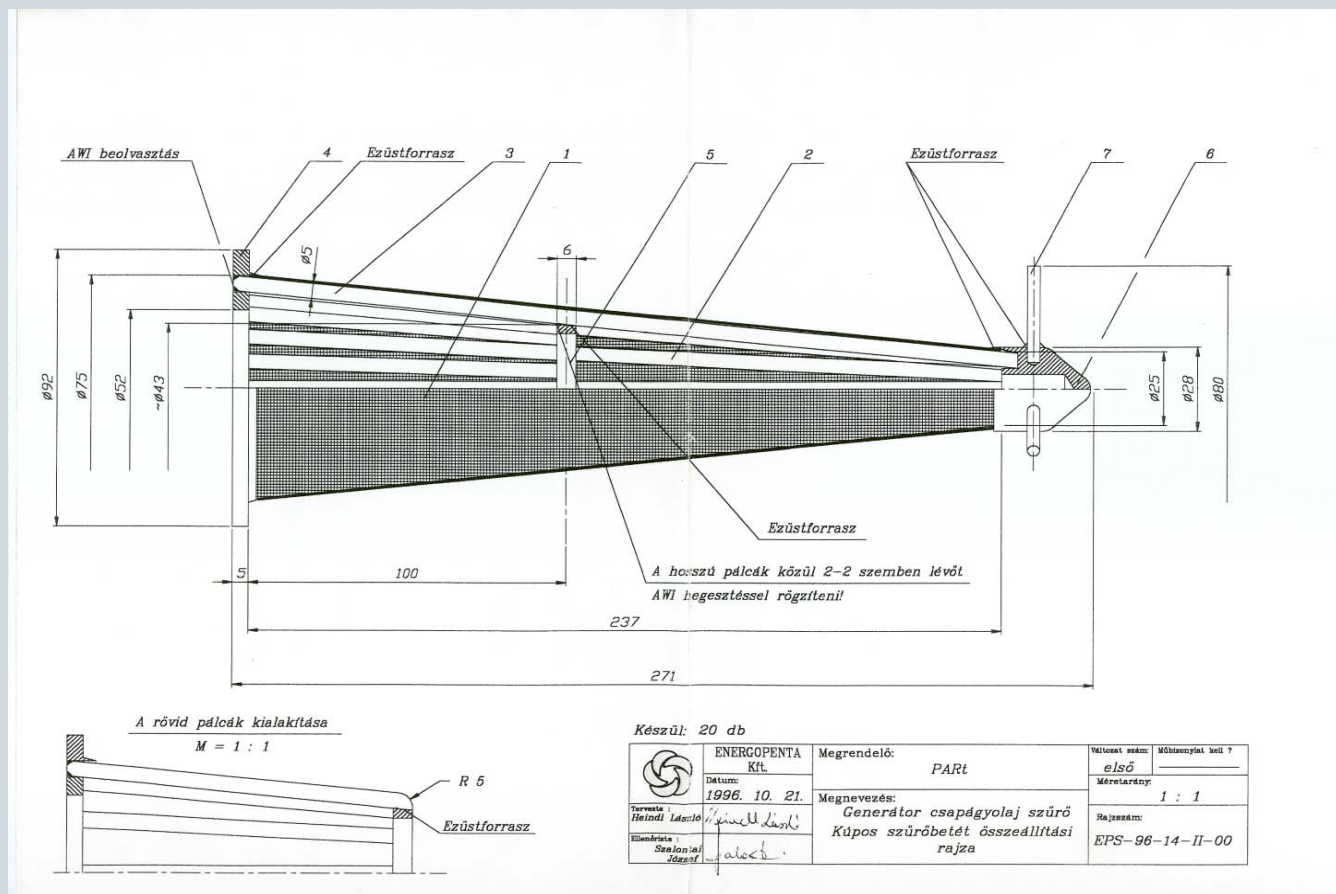
Nyomáslengéseket kiváltó okok vizsgálata

- Csővezeték elzáró szerelvények gyors és lassú zárása

Mechanikus rezgés és lengés vizsgálat

- Rezonancia analízis

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata



Szűrő betét

Finom szűrő:

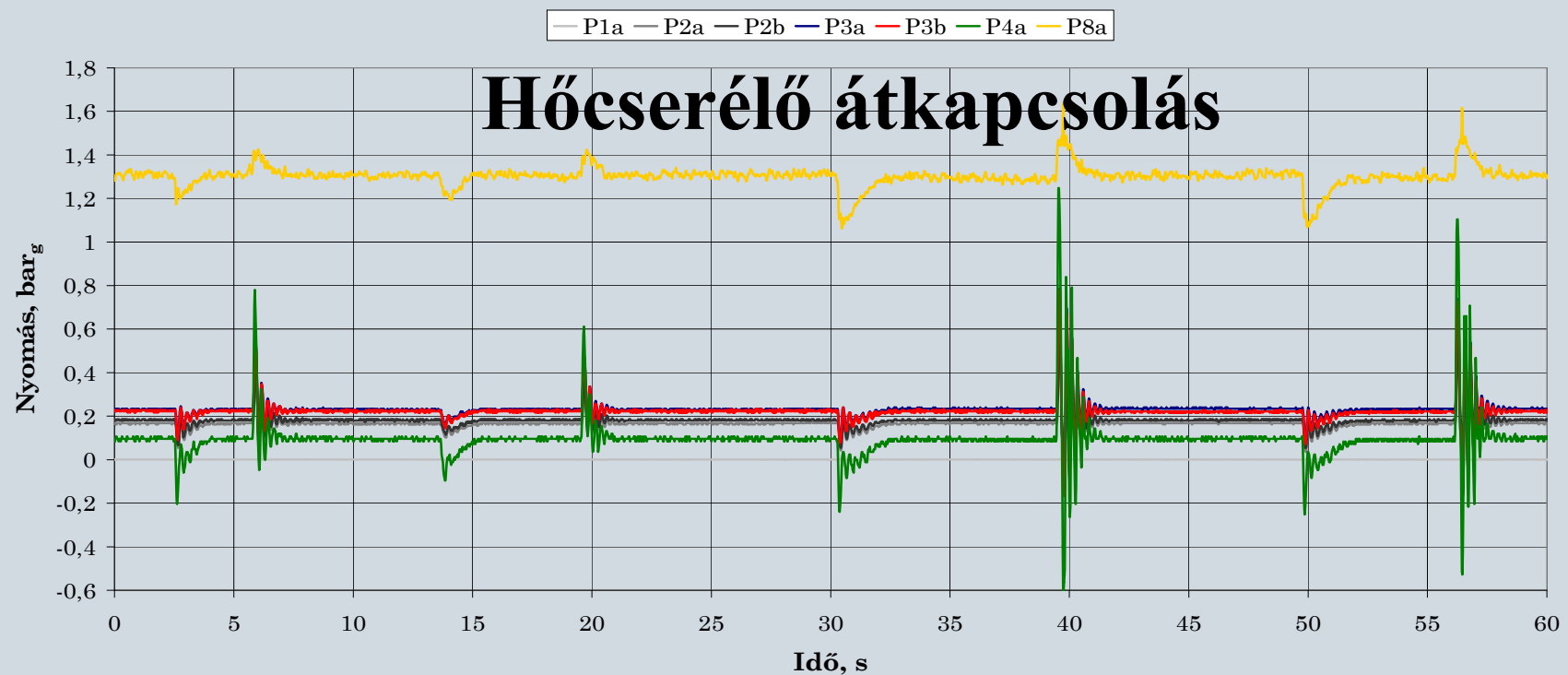
w/d = 0,05/0,036

Durva szűrő:

w/d = 0,25/0,16

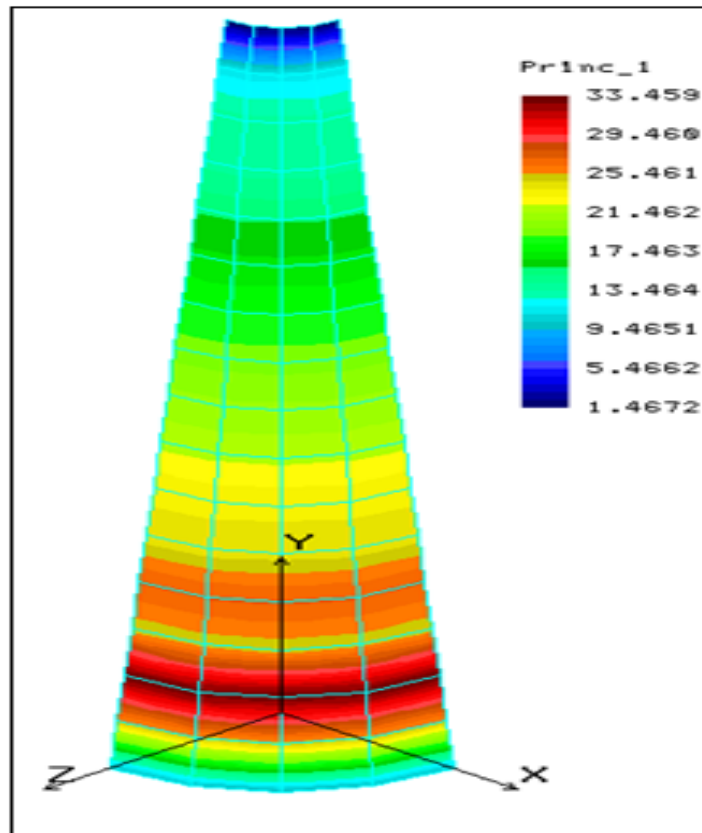
Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

Nyomáslengéseket kiváltó okok vizsgálata



Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

$$p_2 = \frac{S_0}{\sigma_{max}} p_0 = \frac{860}{33,5} 0,1 = 2,6 \text{ bar.}$$



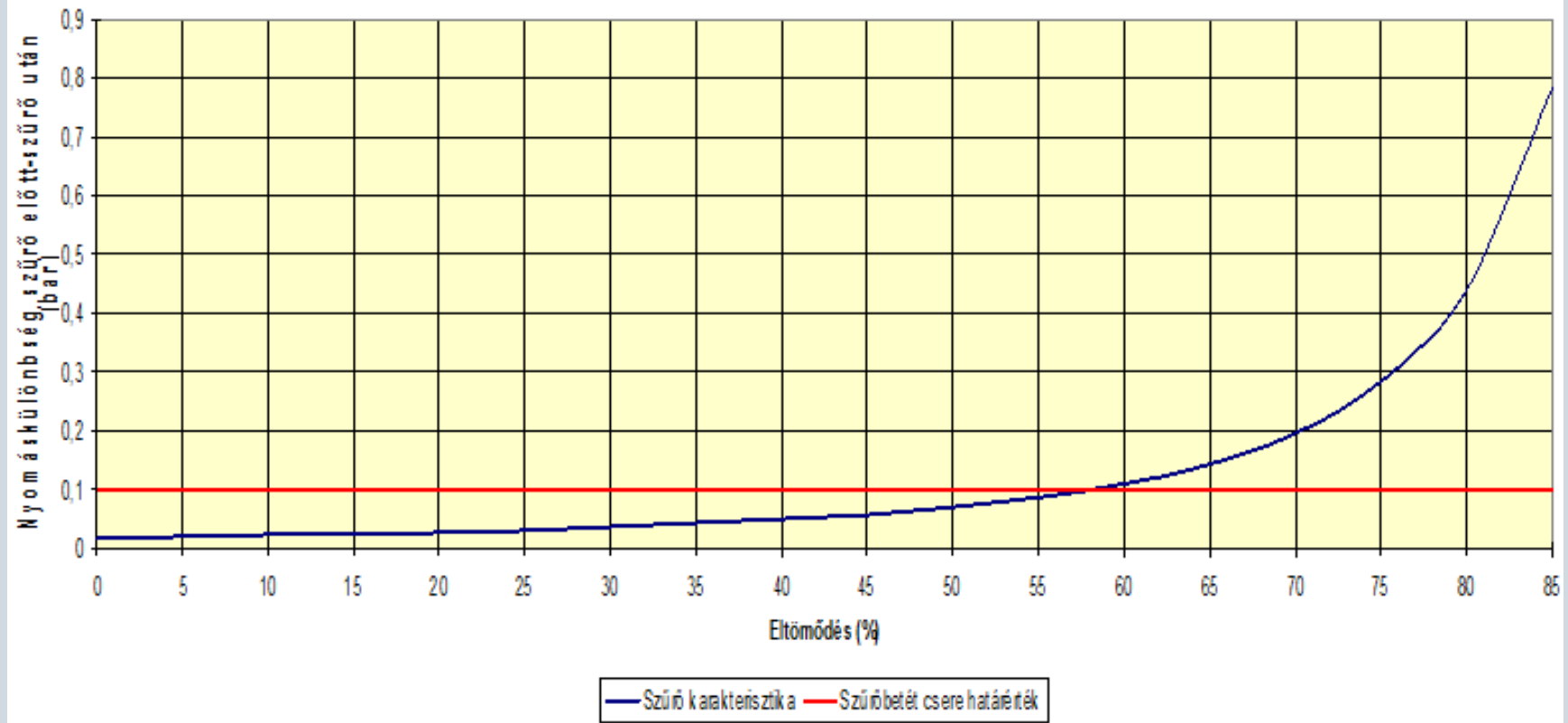
Az egyik „főbűnös”: az
OLAJSZŪRŐ

A finomszűrő háló normál üzemi
körülmények között, $p = 0,11 - 0,36$ bar
közötti külső nyomás hatására behorpad




Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

PAKSI ATOMEROMU Rt. generátor olaszűrő (wid=0,05/0,036mm) nyomásesés diagram



Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

		RENDSZERBIZTONSÁGI ELEMZÉS MEGHIBÁSODÁS ELEMZÉS		Rendszer: 3. Blokk Elem: SU12N001, SU13N001, SU50N001, SU01N001, SU01N002 Szűrők	
Sor szám	Meghibásodás	Kritikussági szint	Azonosításra, figyelemmel kísérésre szolgáló diagnosztikai vizsgálat	Vizsgálati ciklusidő (év)	A hiba elhárításának módja
1	Atmoszférikus korrózió a szűrőház és a csővezeték külső felületén	I	A csővezeték korróziója a szigetetlen felületek vizuális vizsgálata, korrózió védelmének műszeres ellenőrzése (rétegvastagságmérés, tapadás vizsgálat), a szigetelt vezetékeknél részleges szigetelésbontás után.	A blokk leállásakor.	Meghibásodott részek korrózió elleni védelmének felújítása
2	Belső felületek korróziós falvékonyodása, a leváló anyag olajáramba történő behordása.	I	A töltet nem korrozív, belső korrózió a leállások, leürítések alkalmával történő feltöltetlen vezetéknel lehetségesek. Az újra feltöltött vezetéknel olajminta vétel, és vizsgálat részecske számra, és víztartalomra.	Tisztítás és mosás Olajminta vétel és vizsgálat minden leürítés utáni újrainduláskor.	Újraindulás előtt tartály és vezeték nagynyomású vízzel történő átmosása, utána száraz levegővel történő kiszáritása, nedvesség ellenőrzés, majd videoendoszkópos ellenőrzés.
3	Olajtartály vákuum kialakulás.	I	A gravitációs vezetéken a nyomás változása a szűrő belépő oldalán. A belépő oldali nyomás változásának ellenőrzése, és annak regisztrálására alkalmas megfelelő pontosságú osztályú hiteles nyomásmérő alkalmazása.	Olajnyomás regisztrálás Napi 6 ellenőrzés.	Az elszívás és/vagy leürítés leállítása.
4	Olajtartály olajszint változás.	I	A gravitációs vezetéken a nyomás változása a szűrő belépő oldalán. A belépő oldali nyomás változásának ellenőrzése, és annak regisztrálására alkalmas megfelelő pontosságú osztályú hiteles nyomásmérő alkalmazása.	Olajnyomás regisztrálás. Napi 6 ellenőrzés.	Az olajszint állandósult állapotában a méréseket újra el kell végezni.

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

Rendszer és rendszerelem megbízhatóságának javítása

- **Áramlástanai vizsgálatok**
- **Csővezetékek szilárdságtani ellenőrző számítások**
- **Gyenge pontok meghatározása**

Generátor tengelyzár olajrendszer átfogó vizsgálata

Javító intézkedések meghatározása

- **Flexibilis tömlők ciklikus állapot ellenőrzése**
- **Olajszűrő kezelési technológia módosítása: tárolás, raktározás, ellenőrzés, tisztítás**
- **Gömbcsapok cseréje, túszelepekre**
- **Nyomáskiegyenlítő szabályozó szelepek ciklikus revíziója**

USA 1980-as évek, szénhidrogén és vegyipar

**Biztos, hogy be kell következni a tragédiá(k)nak ahhoz, hogy a társadalom a helyén kezelje az ipart,
A KARBANTARTÁST/ az ipari biztonságot?**

Válaszom: NEM !

USA 1980-as évek, szénhidrogén és vegyipar

- **1989-ben 8 havária átlag 113.000.000 - USD veszteség**
- **1989. október 23-án Pasadena (Texas), az USA ipartörténetének legnagyobb szárazföldi vagyon vesztese**

USA 1980-as évek, szénhidrogén- és vegyipar

Az OSHA (Occupational Safety & Health Administration) tanulmány:

- **Interjúk dolgozókkal, vezetőkkel**
- **Megállapítások**
- **Következtetések**
- **Javaslatok a jövőre nézve, HAZOP (Hazard and Operability Study) szerepe**

Amikor már saját bőrünkön érezzük...

Az ajkai vörös iszap katasztrófa: 2010 október 4.

AZ AJKAI TIMFÖLDGYÁR
ZAGYTÁROZÓJA

700.000 M³ VÖRÖSISZAP....



Amikor már saját bőrünkön érezzük...

2014. július 15. Andrásy út 83-85. - Világörökség része



Amikor már saját bőrünkön érezzük...

2014. július 15. Andrásy út 83-85. -Világörökség része -volt



Amikor már saját bőrünkön érezzük...

Elszabadult kamion kerekek - egy éven belül 2x
Eredmény: AUDI A6 totálkár



Összefoglalás

Axiómák, „ökölszabályok” a gyakorlatból

- 1. A karbantartás - TEAM munka.**
- 2. A karbantartás a tervadat szolgáltatásnál kezdődik!**
- 3. Tervek, dokumentációk, eseményadatok – jó döntések.**
- 4. A karbantartás és a diagnosztika édestestvérek.**
- 5. A „0” állapot fontossága.**
- 6. Karbantartási alapinformáció, az állapot változás sebessége és nagysága – TREND!**
- 7. Képezd magad! Legyél naprakész!**

Összefoglalás

Axiómák, „ökölszabályok” a gyakorlatból

8. BÍZZ a szaktudásodban, a lelkiismeretes munkádban!

9. Minden szétszerelés kockázatokat rejt, csak indokolt esetben bontsunk!

10. A hálóterv – mint kérdéslista, erőforrás allokáció. Aki előkészíti, az valósítsa meg.

11. A jó karbantartási stratégia alapja a rendszerbiztonsági elemzés!

12. A gyors határozott intézkedés – veszteség minimalizálás.

13. A siker záloga a komplex karbantartási szemlélet!

13.+1 Készülj lelkileg! Nem tudod, hogy mit hoz az élet.

Köszönöm megtisztelő figyelmüket.

Magyar Lajos

**Trans Lex Work Kft.
Tulajdonos, c. egyetemi docens**