



**mvm paks nuclear power plant**

# **Introduction of maintenance optimization programs in Paks Nuclear Power Plant**

## **Введение программ по оптимизации ремонта на АЭС «Пакш»**

**István Buránszky**

**Head of System Engineering Department, MVM NPP Paks, Hungary**

**Начальник главного отдела системотехники, АЭС Пакш, Венгрия**



**mvm paks nuclear power plant**

# Power uprating and License Renewal

Повышение мощности и обновление лицензии

09/08/1987

15/09/1986

26/08/1984

14/12/1982\*

\* Start-up

500 MW

~~VVER-440~~

500 MW

~~VVER-440~~

500 MW

~~VVER-440~~

500 MW

~~VVER-440~~

2000 MW  $\approx$  40% of domestic capacity 2000 МВт  $\approx$  40% отечественной мощности





The former maintenance strategy:

- Rigid cycle maintenance
- Rigid cycle system and equipment tests

Старая стратегия ремонта:

- Ремонт согласно жестким циклам
- Испытания систем и оборудования по жесткому циклу

Introduction of ASME and ASME OM CODE

- Review of cycle times (primarily passive)
- In-service tests (active)

Введение стандартов ASME и ASME OM CODE

- Пересмотр циклических периодов (в основном пассивные)
- Испытания во время эксплуатации (активные)



The operational life-time extension required reconsideration of the maintenance strategy. The hierarchy is as follows:

- Corrective maintenance (run to failure)
- Preventive maintenance, which might be split into two parts
  - Cyclic maintenance
  - Condition based maintenance, which can be split further:
    - ✓ Might be performed during operation
    - ✓ Might be performed during shut-down

Продление срока эксплуатации потребовало пересмотр стратегии ремонта. Иерархия следующая:

- Восстановительный ремонт (эксплуатация до отказа)
- Предупредительный ремонт, разделяется на две части
  - Циклический ремонт
  - Ремонт по техническому состоянию, что можно дальше разделить:
    - ✓ Выполняемые во время эксплуатации
    - ✓ Выполняемые во время остановов блока



The maintenance strategy consists the following steps:

## **1. Creation of equipment groups**

The mechanical, electrical and I&C equipment fulfilling identical functions are enrolled into separate groups.

Стратегия по ремонту состоит из следующих шагов:

## **1. Создание групп оборудования**

К отдельным группам отнесено механическое, электрическое оборудование и КИПиА, выполняющие одинаковые функции.



## **2. Application of the risk matrix**

Purpose: determination of operational risks related to the equipment group

To be determined:

- Level of the risk caused by the failure
- Frequency of failure occurrence

## **2. Использование матрицы рисков**

Цель: определение эксплуатационных рисков для группы оборудования

Что должно быть определено:

- Уровень риска, возникшего из-за отказа
- Частота проявления отказа

From nuclear and economical consequences of the failure always the stricter shall be selected. It moves X in vertical direction in the matrix.

The failure frequency moves X in horizontal direction.

CONSEQUENCE	SERIOUS CONSEQUENCE	LOW RISK	MEDIUM RISK	HIGH RISK	HIGH RISK
	MEDIUM CONSEQUENCE	RISK-FREE	LOW RISK	MEDIUM RISK	HIGH RISK
	NEGLIGIBLE CONSEQUENCE	RISK-FREE	RISK-FREE	LOW RISK	MEDIUM RISK
	CONSEQUENCE FREE	RISK-FREE	RISK-FREE	RISK-FREE	LOW RISK
		NEVER	LOW FREQUENCY	MEDIUM FREQUENCY	FREQUENT
	FREQUENCY				

Из ядерных и экономических последствий отказа всегда выбирается более суровое. В матрице передвигает X в вертикальном направлении.

Частота отказа передвигает X в горизонтальном направлении.





## Meaning of the risk levels

- Elements of the **high risk group** are critical from nuclear safety or facility operation point of view, elements of the group shall operate with maximum reliability, their failure is practically not allowed.  
Элементы **группы высокого риска** являются критичными с точки зрения ядерной безопасности или эксплуатации сооружения, элементы этой группы должны работать с максимальной надежностью, их отказ практически не допускается.
- Elements of the **medium risk group** are moderately critical from nuclear safety or facility operation point of view, failure of the group elements lead to significant financial loss, or significant decrease of the nuclear safety level. Their reliability shall be maintained on high level.  
Элементы **группы среднего риска** являются умеренно критичными с точки зрения ядерной безопасности или эксплуатации сооружения, отказ этих элементов может привести к материальному ущербу, или к значительному снижению уровня ядерной безопасности. Надежность должна быть поддержана на высоком уровне.





-  Failure of elements, belonging to the **low risk group** results in minor economical loss, or minimum nuclear safety risk. In case of system elements general supervision shall be assured.
- В результате отказа элементов **группы низкого риска** возникает умеренный экономический ущерб или минимальный риск по ядерной безопасности. В случае элементов систем необходимо обеспечить постоянный надзор.
-  In case of elements of the **risk-free group** it is sufficient to perform maintenance only in case of failure, since neither safety risk increase, nor loss of production is anticipated in case of their failure.
- Элементы **группы без риска** достаточно ремонтировать только в случае отказа, ведь в следствии отказа не возникает ни рост риска безопасности, ни потеря производства.



### **3. Strategic management**

### **3. Управление стратегией**

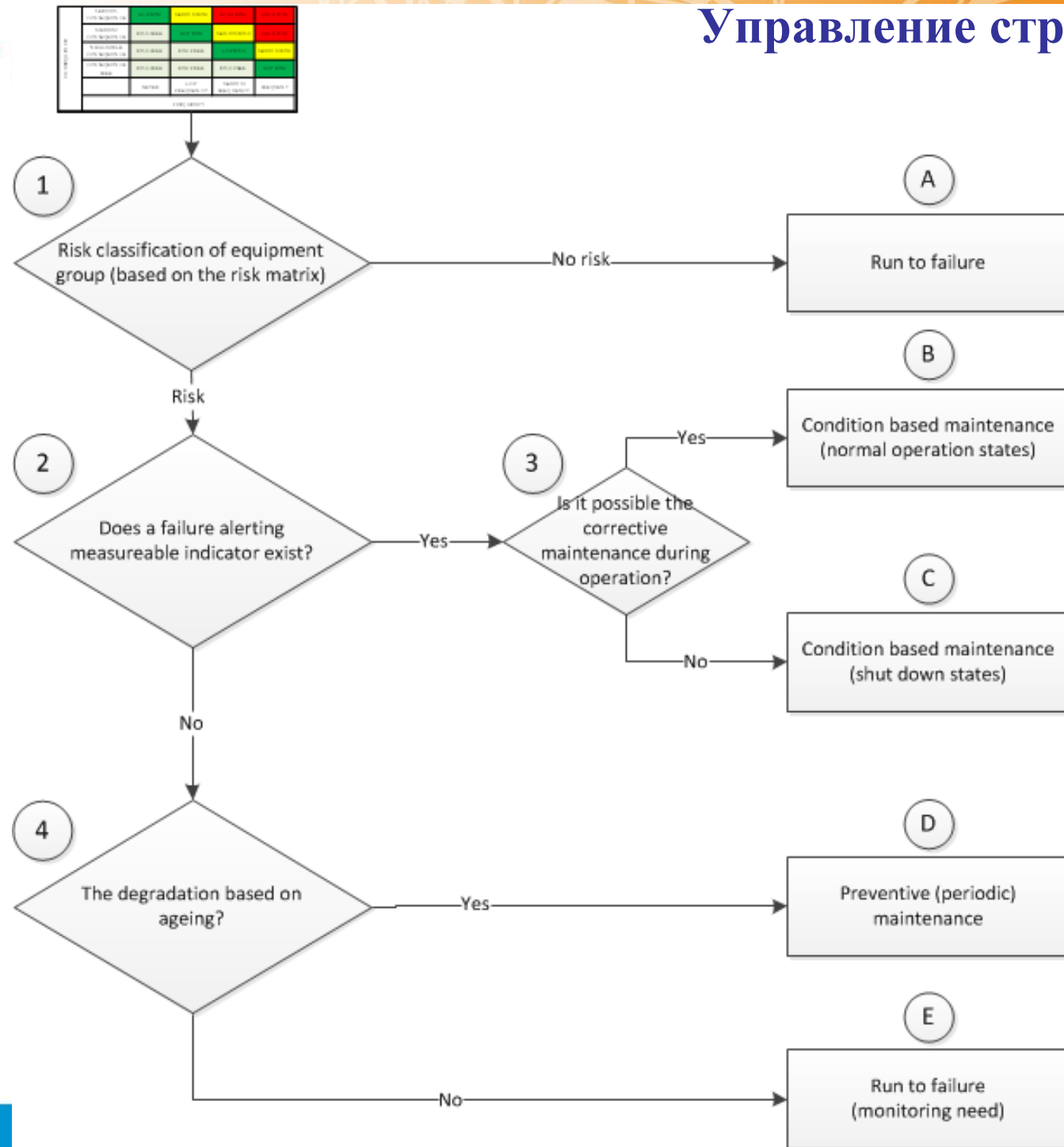
- The strategic management is a hierarchically composed process. Questions asked at process steps will conduct the investigated equipment group towards maintenance strategies.
- Управление стратегией является иерархически построенным процессом. Вопросы, поставленные при шагах процесса, направляют рассматриваемую группу оборудования к стратегиям по ремонту.
- In course of classification procedure the process will give priority to getting into outmost optimum strategy.
- Процесс управляет классификацией таким образом, что дает приоритет попаданию в самую оптимальную стратегию.



- It is important to highlight that the **condition based maintenance** is deemed to be **more optimal** from every point of view, than **cyclic maintenance**. The equipment condition is regularly checked, however, they are dismantled only if its is justified.
- Важно отметить, что **ремонт по состоянию**, со всех точек зрения считается более **оптимальным**, чем **циклический ремонт**. Состояние оборудования регулярно контролируется, и разборка имеет место только если это оправдано.

Equipment classification process

Процесс классификации оборудования







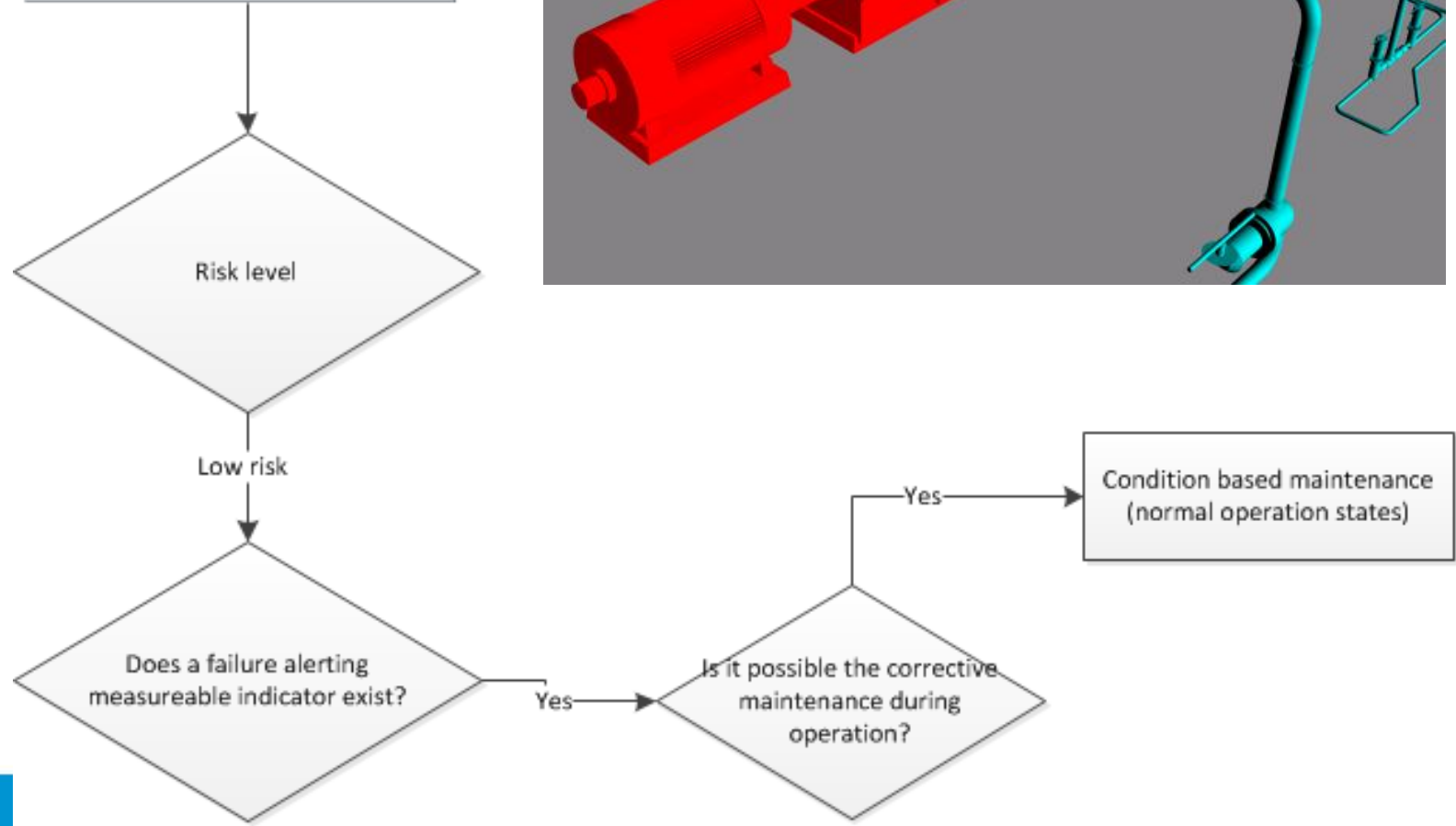
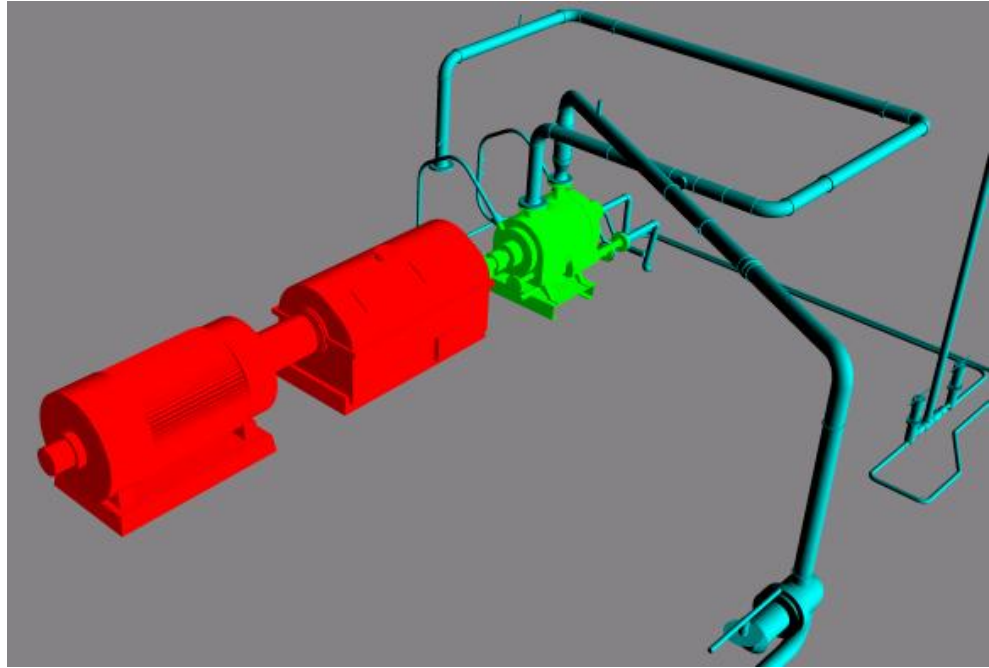
Primary  
circuit make-  
up  
water  
pump

Насос  
подпиточной  
воды первого  
контура

Kockázati mátrix

súlyos	magas	közepes	alacsony
alacsony gyakoriságú	közepes gyakoriságú	magas gyakoriságú	gyakori

X is marked in the cell corresponding to 'alacsony' severity and 'közepes gyakoriságú' frequency.

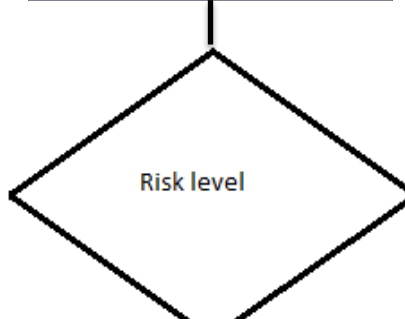


Low pressure ECCS pumps

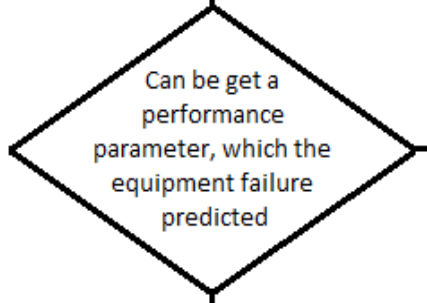
Насос САОЗ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Kockázati mátrix

Serious	Orange	Yellow	Red	Red X
Medium	Green	Orange	Yellow	Red
Low	Green	Green	Orange	Yellow
Negligible	Green	Green	Green	Orange
	never	low frequency	medium frequency	frequent



High risk

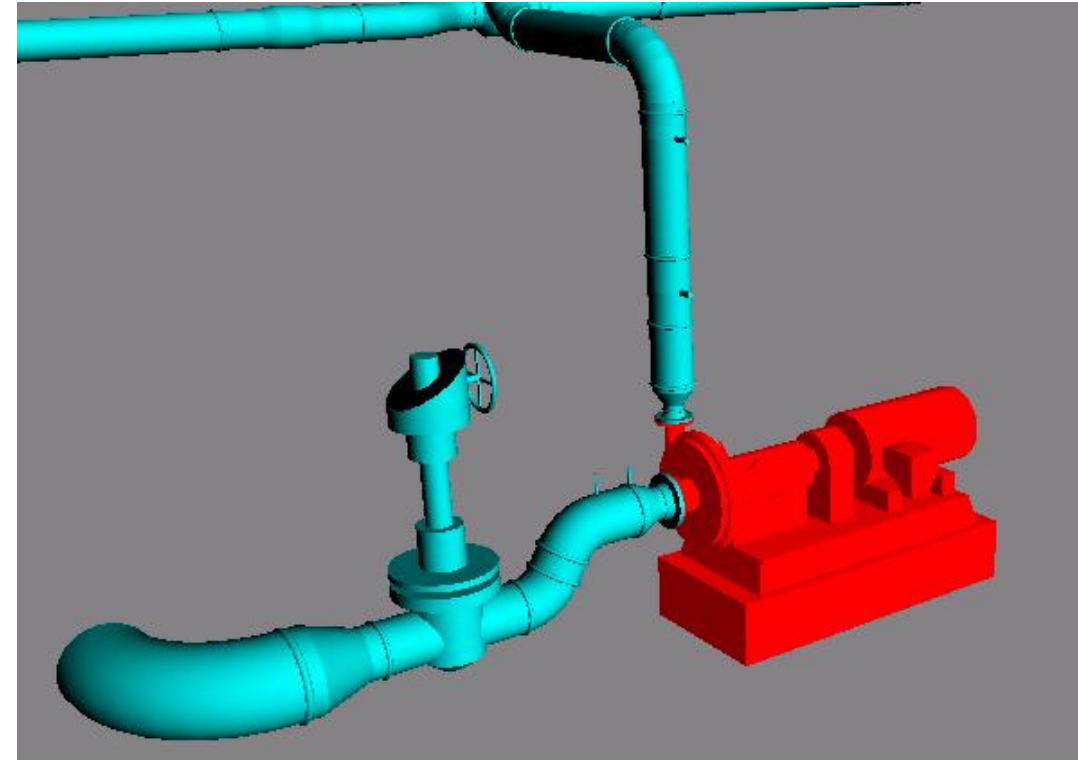


No

Yes

During the required system functionality time:

Accessible?	Yes <input checked="" type="radio"/>	No <input type="radio"/>
Can be provide by the technical conditions?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Can be inaooperable for maintenance?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>



at least one answer is no

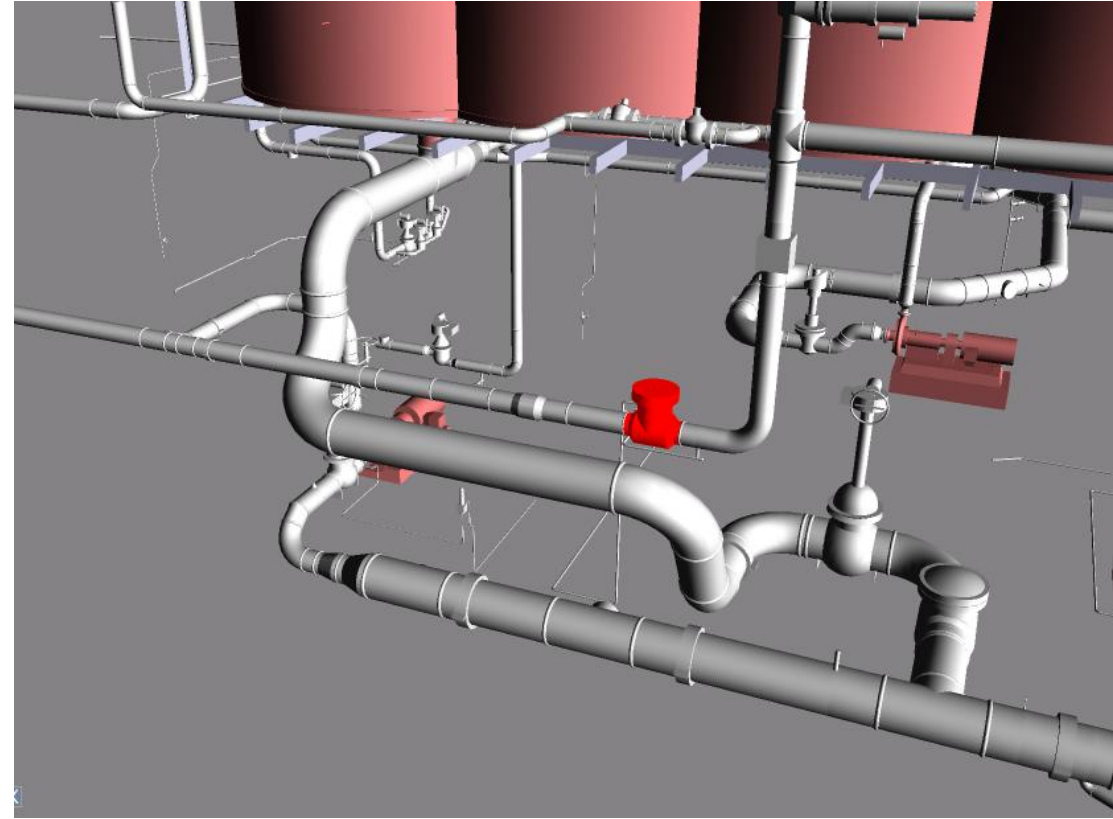
Maintenance Strategy  
**Condition based maintenance (shut down)**

Pressure line  
 check valve of  
 low pressure  
 ECCS pump

Обратный  
 клапан на  
 напорной  
 линии насоса  
 САОЗ низкого  
 давления

Kockázati mátrix

súlyos	Yellow	Yellow	Red	Red
közepes	Green with X	Yellow	Yellow	Red
alacsony	Green	Green	Yellow	Yellow
jelentős- telen	Green	Green	Green	Yellow
	soha	alacsony gyakoriságu	közepes gyakoriságu	gyakori



By means of this methodology the risk matrix based criticality of a given equipment group might be determined, and afterwards, by means of an established question group the optimum maintenance strategy for the equipment group is achieved.

Данная методология позволяет определить наличие критичности группы оборудования в соответствии с матрицей рисков, что позволяет затем определить оптимальный тип стратегии ремонта для данной группы оборудования.





Attention shall be turned, that this method is focusing only on the primary function, and independently from it different level maintenance programs (cyclic operational, maintenance inspections, greasing, surveillances) shall be also operated.

Необходимо принять во внимание, что это относится лишь к первичной функции, вне зависимости от этого разрабатываются необходимые к выполнению программы ремонта разных уровней (циклические эксплуатационные, ремонтные проверки, смазка, испытания).



The results indicate that the presently used, mainly **rigid cycle maintenance** could be significantly – by certain estimates in **10 to 40%** – **replaced** by means of appropriate monitoring techniques. The result will appear not only in reliability of equipment, but also enormous advantage is provided by availability of the equipment and by additional benefits. Decrease of the works related to unnecessary maintenance (*sectioning, drainage, deaeration, etc.*) as well as decrease of the collateral risks and hazards (*radioactive wastes, electrical and mechanical work accidents, etc.*) also forecast significant benefits.

Результаты показывают, что используемый в настоящее время, **определённый на основе жестких циклов, объём ремонтных работ** может быть значительно – по некоторым подсчетам **на 10-40%** – **сокращён** за счет введения соответствующего мониторинга. Результаты проявляются не только в надёжности оборудования, но и в показателях готовности к работе систем, а также и в других сопутствующих привилегиях, что оборачивается значительными выгодами.

Благодаря отказу от работ, связанных с излишними ремонтами (*обесточивание, дренирование, воздухоудаление и т.д.*), а также снижению рисков и опасности, сопряжённых с этими работами (*радиоактивные отходы, травматизм при работе с электрическим, механическим оборудованием и т.д.*) ожидается значительное **увеличение прибыли предприятия.**



**mvm paks nuclear power plant**

**THANK YOU FOR YOUR ATTENTION**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

**Buránszky István**

**Head of System Engineering Department**

**Начальник главного отдела системотехники**

**[buranszky@npp.hu](mailto:buranszky@npp.hu)**

**+36209422281**