

# NEOLANT



## 3D Modeling at Decommissioning of NPP as a Sample of 3D Modeling Application for Nuclear Facilities



Moscow, 105062, Russian Federation  
47A, Pokrovka Street  
Tel.: +7 (499) 999-00-00 \*192  
E-mail: [info@neolant.ru](mailto:info@neolant.ru)  
[www.neolant.ru](http://www.neolant.ru)

**NEOLANT**  
Engineering, IT, Innovation

# Group of companies "NEOLANT"



2004



Moscow, St. Petersburg, Kaliningrad, Tyumen, Stavropol, Dubna, Krasnoyarsk, Irkutsk, Zheleznogorsk



More than 500 specialists



Decommissioning, management of radioactive waste, management of spent nuclear fuel

Designing of decommissioning, designing facilities for handling RW and SNF, designing and manufacturing equipment

Digital modeling of industrial and engineering facilities

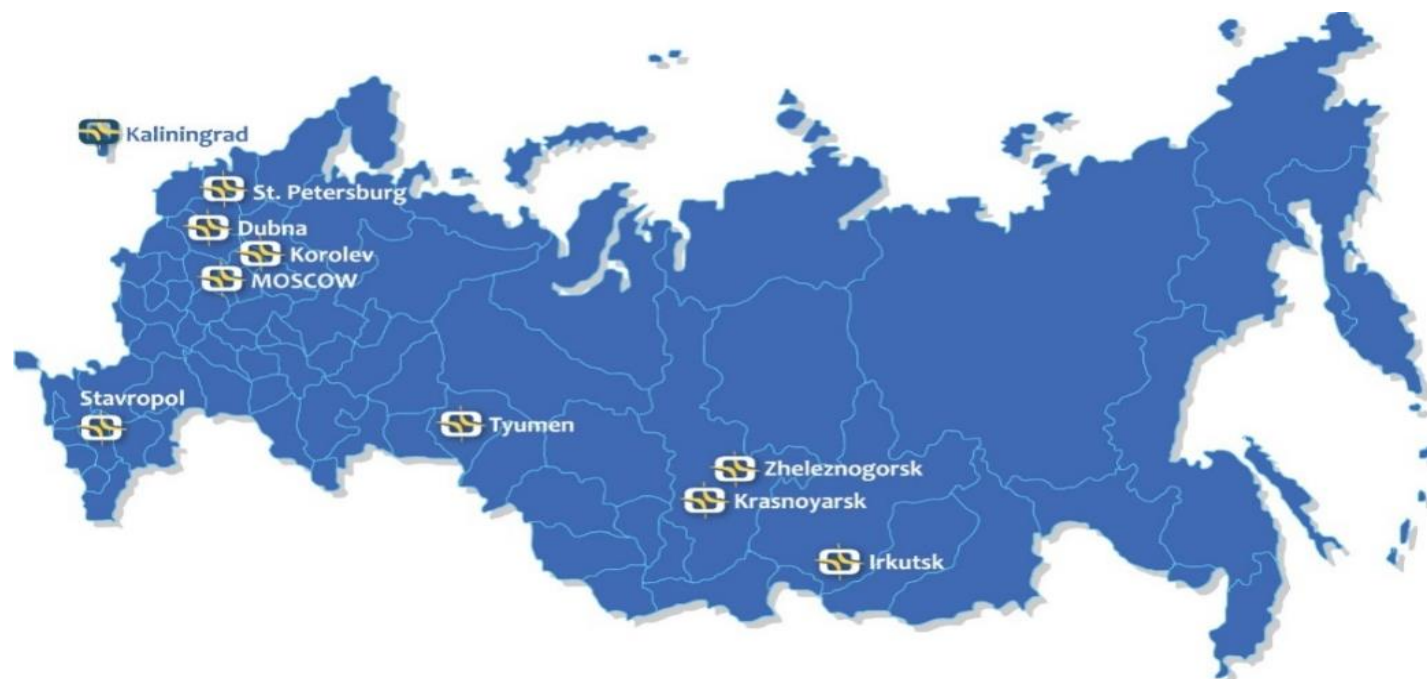
Nuclear plants, petrochemical plants, chemical and metallurgical industries

Custom information systems

Data collection, monitoring, analysis, forecasting. System of State Accounting and Control of Radioactive Wastes of the Russian Federation

Solutions based on virtual and extended reality

Monitoring, training, staff knowledge control



# Engineering and IT are two equal and mutually complementary areas of the company



Engineering company

## Expertise

- Development of design and detail design documentation
- Development of design documentation for non-standardized equipment
- Production of non-standardized equipment
- Development, delivery and installation of automated control systems

## Industry specialization



Nuclear



Oil and gas



Microelectronics

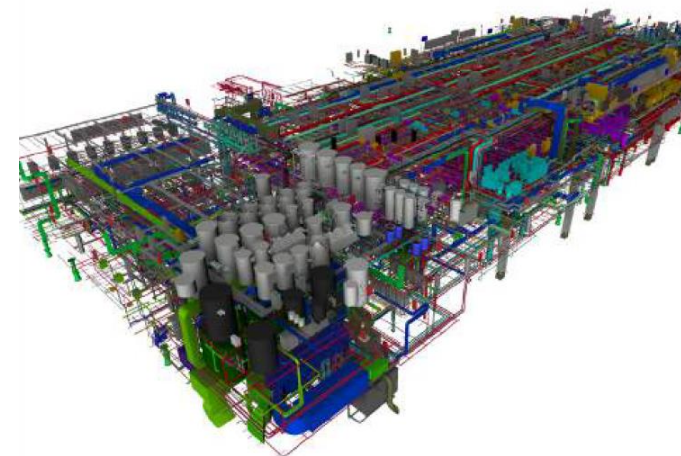


IT company

## IT-technologies in engineering

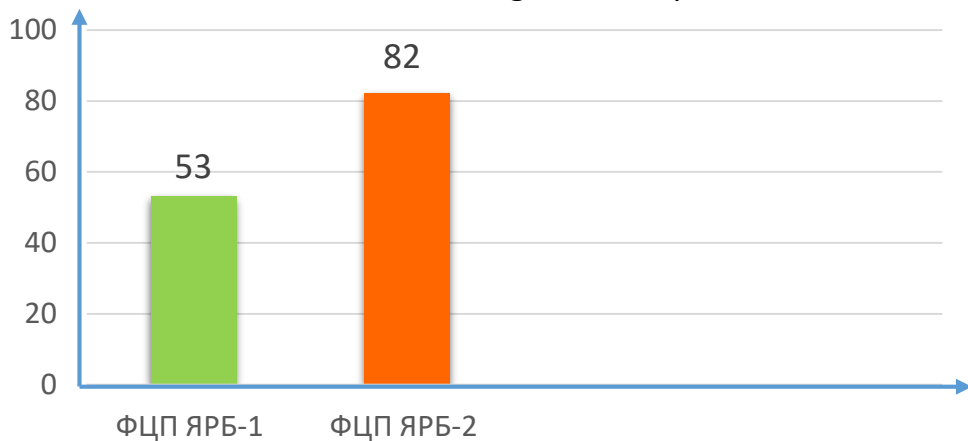
- BIM-modeling
- Laser scanning
- Spherical Photography
- Simulation modeling
- AR / VR technology
- Technologies for support of construction and decommissioning based on digital models

## CAD/BIM/PLM development platforms NEOLANT

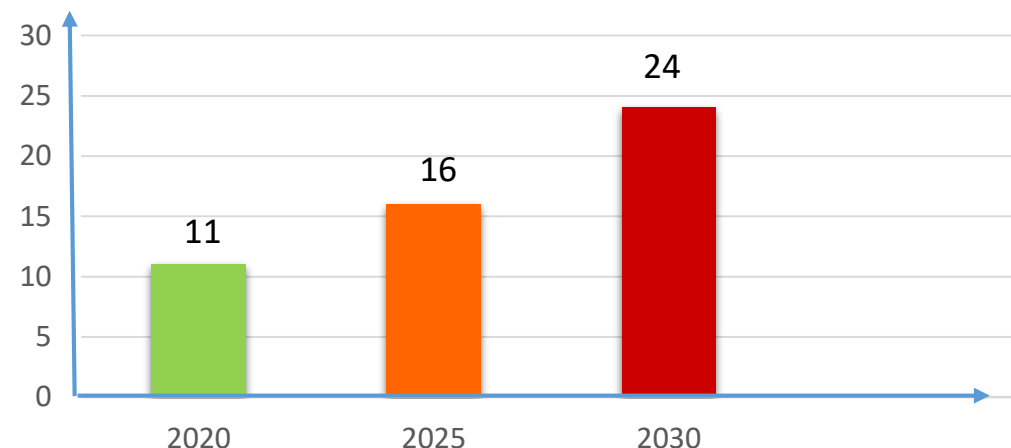


# The growing decommissioning scope in Russia and globally

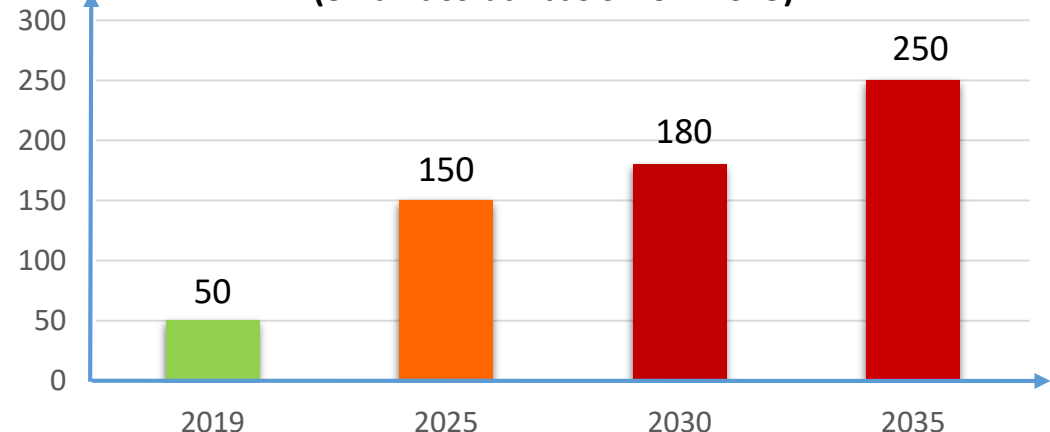
1 Decommissioning plans under NRS FTP 1 and 2 in RF:  
Decommissioning of NRHF, pcs.:



2 Rosenergoatom NPP power units shutdown up to 2030:

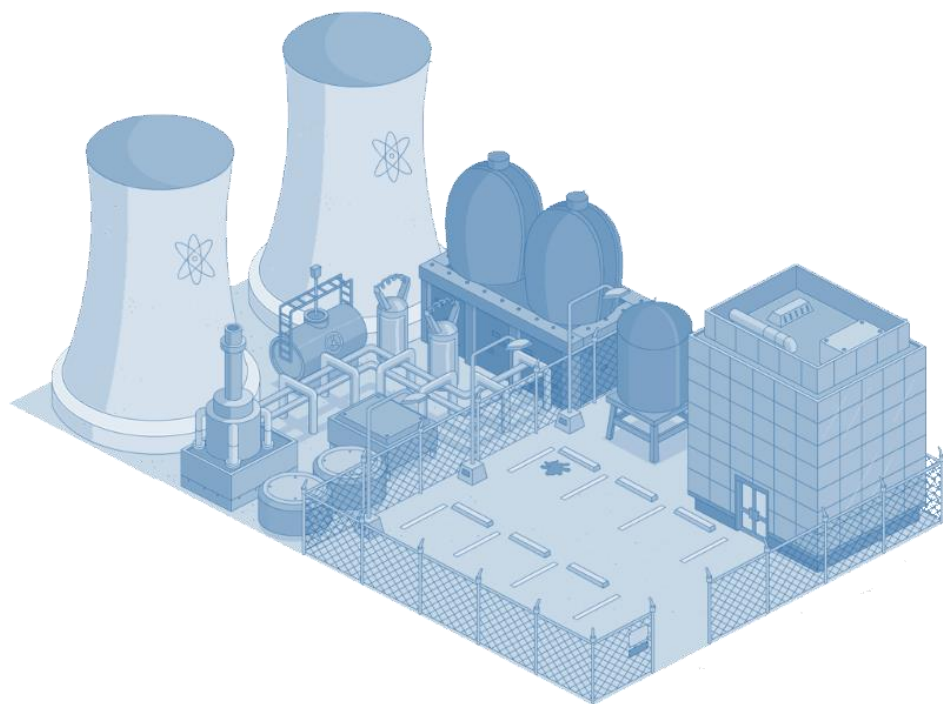


3 Number of shutdown NPP power units  
(on an accrual basis from 2015):





# Typical problems in decommissioning of nuclear power facilities



- Design solutions do not match the current configuration of the NPP unit
- Design documentation does not contain detailed technological solutions
- Insufficiency of CERS and accounting of its results at designing
- Incorrectly calculated amount of RAW generation
- Poor compliance with design decisions in the practical implementation of decommissioning works
- Loss of information about the facility decommissioned due to its long-term lifecycle and, in particular, duration of the decommissioning stage





# Four Industrial Revolutions



## Industrial 1.0

Power loom, water and steam power

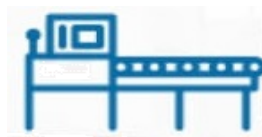
1780s



## Industrial 2.0

First manufacturing line.  
Mass-production with the use of electric power

1870s



## Industrial 3.0

First programmable microcontroller.  
Usage of electronics and IT for automation

1970s



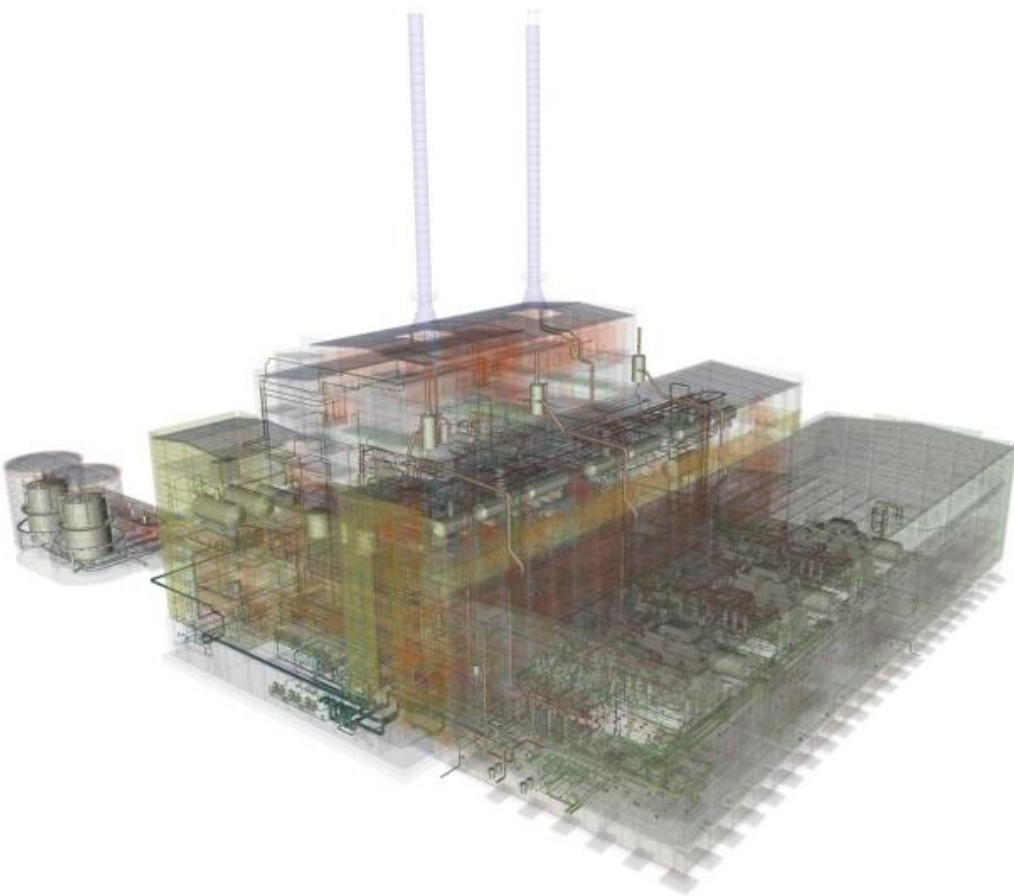
## Industrial 4.0

Cyber-physical systems linking real objects with data reprocessing virtual objects and processes via informational networks (Internet)

2010s



# Engineering and Radiation Model of a nuclear facility: Goals and Abilities



- Systematization of all engineering information about the nuclear facility
- Getting up-to-date as-built documentation
- Optimization and verification of developed design and technological solutions
- Obtaining reliable estimates of the RAW amount generated
- Preparation of documents for submission to the expertise
- Informational space for managing contractors
- Training of contractors' personnel

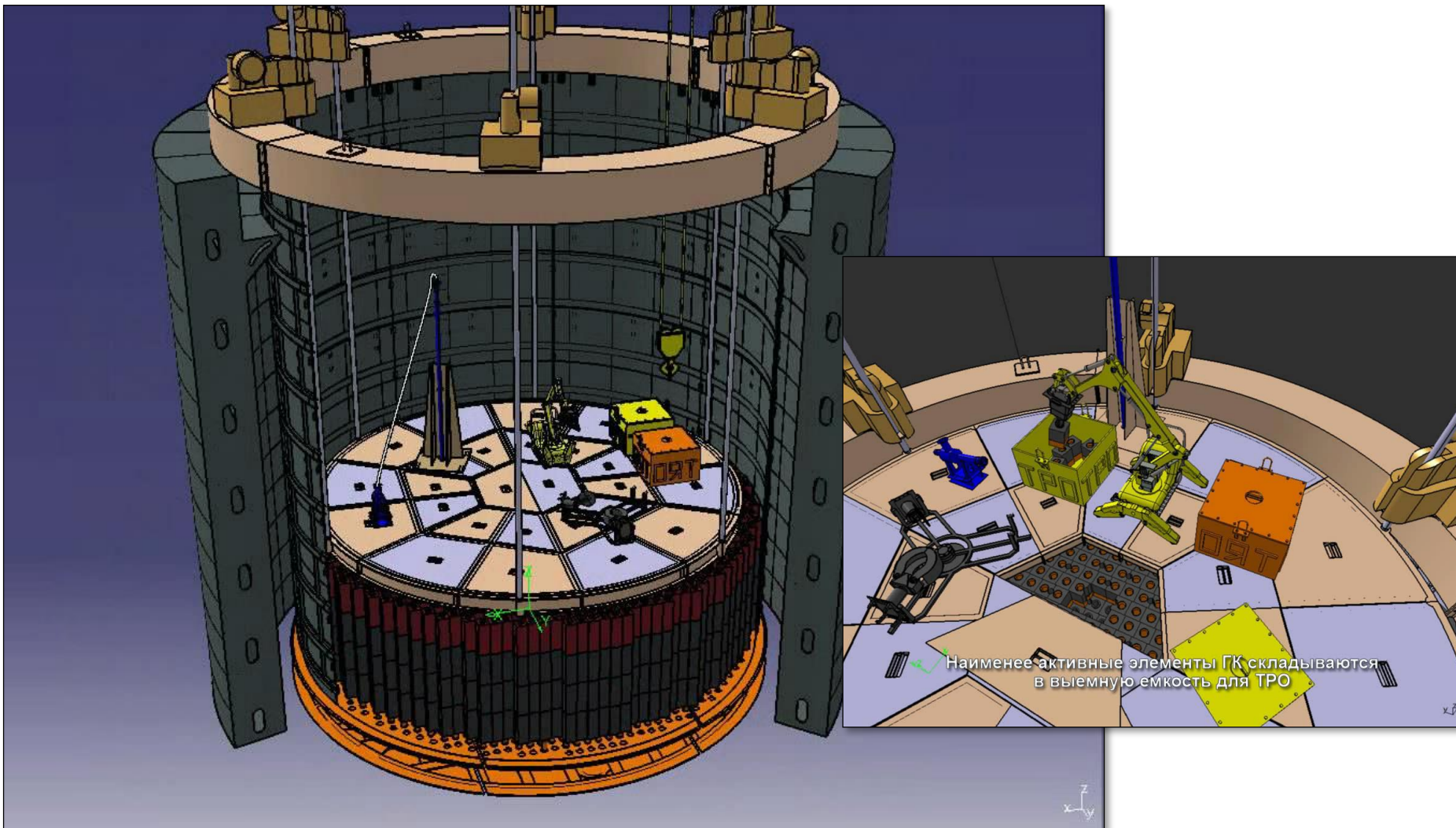




# Beloyarsk NPP Video Presentation

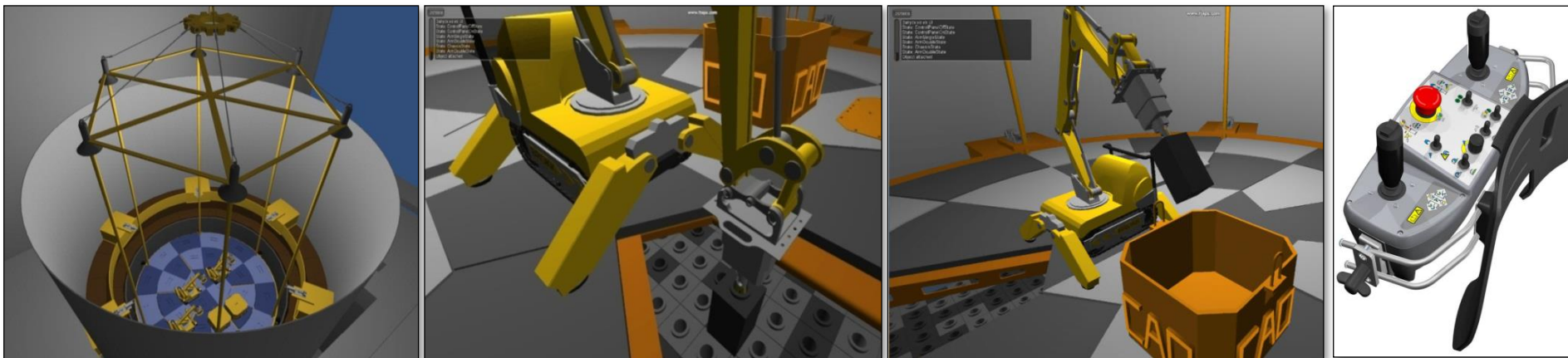


# Simulation model of Graphite Stack Dismantling at Beloyarskaya NPP



# Simulation model of Graphite Stack Dismantling at Beloyarskaya NPP

- ◆ Training skills of operation with BROKK portable robotic complex.
- ◆ Testing feasibility of proposed alternative solution for dismantling the AMB-100 Reactor.
- ◆ Reducing expenditures and increasing safety of the solution chosen for decommissioning NPP.



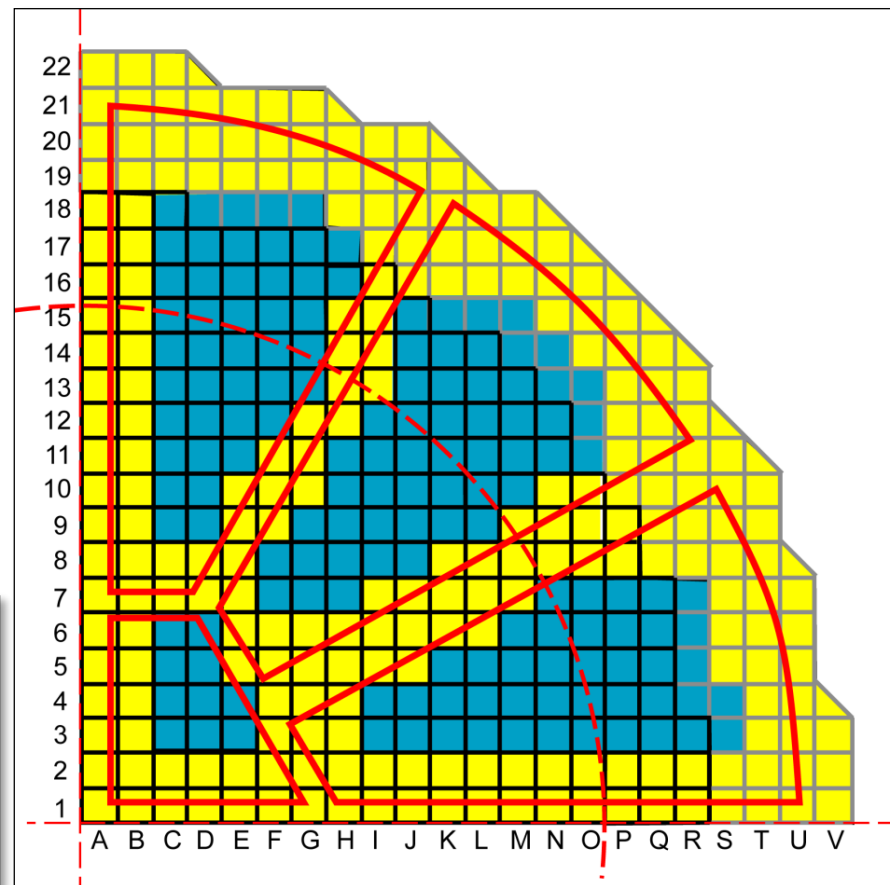
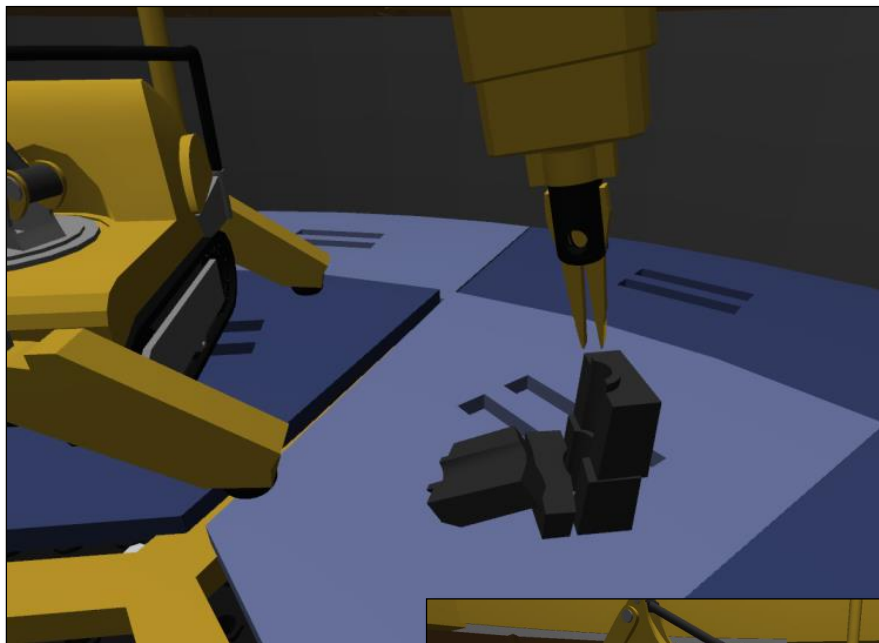
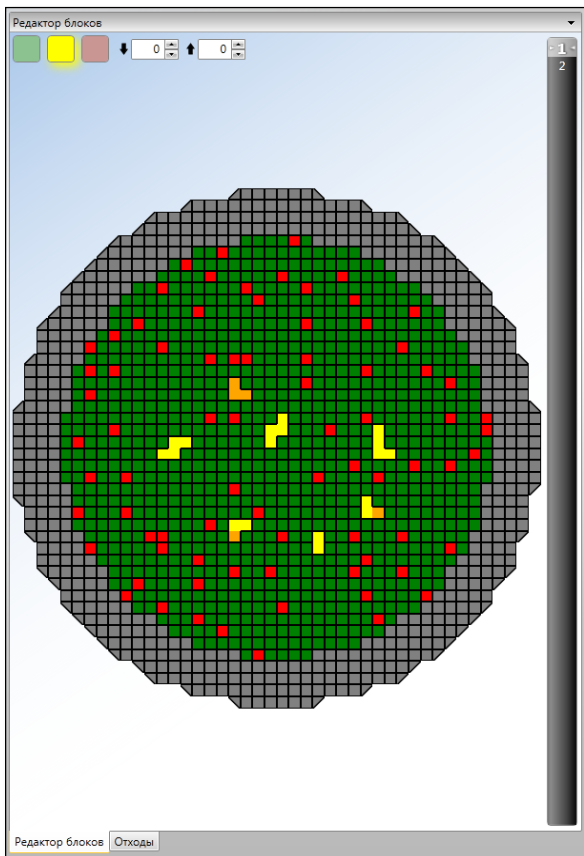


# Simulation model of Graphite Stack Dismantling at Beloyarskaya NPP





# Simulation model of Graphite Stack Dismantling at Beloyarskaya NPP



- **Customer:** State Enterprise Radioactive Waste (SE RAW), Republic of Bulgaria
- **Goal:** Project 44: Development of an equipment dismantling project in the controlled access areas of Kozloduy nuclear power plant, units 1-4
- **Decommissioning:** Russian-German consortium comprising of GC NEOLANT, NUKEM Technologies GmbH, EWN GmbH

Kozloduy is the first nuclear power plant decommissioning in Europe to use information technology to support the back-end stage of nuclear power plant units, thereby increasing the economic and technical significance of the project.




**Stage 1.** A radiation survey of Building 1 and the reactor compartment of Unit 1


**Stage 2.** The development of 3D engineering and radiation models of Units 1 through 4

**Stage 3.** Development of design documentation for dismantlement of systems and equipment of Buildings 1 and 2

**Stage 4.** Development of design documentation for dismantlement of systems and equipment of the second circuit of Unit 1

**Stage 5.** Development of design documentation for dismantlement of first circuit of Unit 1

- Contractor – GC NEOLANT 
- Period of implementation - 18/7/2016 - 18/3/2017
- The stage is completed ✓

- Contractor – GC NEOLANT 
- Period of implementation - 18/7/2016 - 18/7/2017
- The stage is completed ✓

- Contractor – GC NEOLANT 
- Period of implementation - 18/3/2017 - 18/7/2018
- The stage is being implemented

- Contractor – GC NEOLANT 
- Period of implementation - 18/3/2017 - 18/1/2019
- The stage is being implemented

- Contractor – NUKEM Technologies GmbH - EWN GmbH 
- Period of implementation - 18/3/2017 - 18/5/2019
- The stage is being implemented



## Stage 1. A radiation survey that included the following tasks in Building 1 and the reactor compartment of Unit 1:

- Taking radiation surveys of all 150 rooms
- Making spectrometric examinations of all areas to update the existing nuclide vectors
- Swiping samples from the surfaces of equipment in the premises
- Undertaking gamma scanning of all areas

## Stage 2. The development of 3D engineering and radiation models:

- Laser scanning of 600 premises in Buildings 1 and 2 and the reactor compartments of Units 1 through 4
- Digitizing 40,000 project and design documentation pages
- Creating an as-built model of the 500,000 elements that make up the buildings and reactor compartments





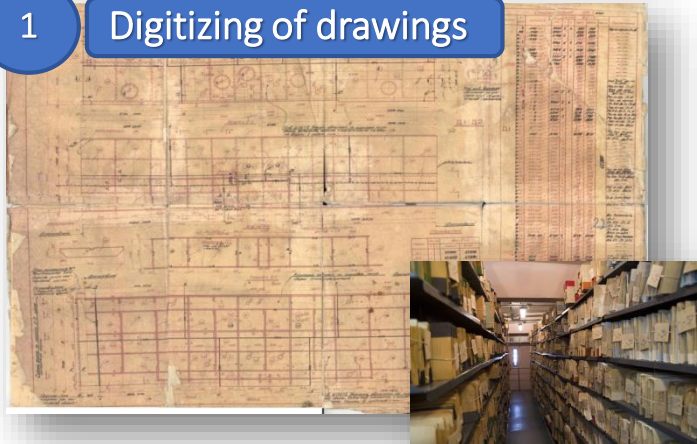
# The rationale for the Use of As-built 3D Engineering and Radiation Model

- Provided reliable estimates of the amount of radioactive waste generated
- Acquired up-to-date as-built documentation
- Systematically arranged and generated all required engineering and technical data at the decommissioning stage, taking into account the duration and turnover of staff
- Improved and verified the design and process solutions under development
- Prepared demonstration materials submitted for expert review
- Created an integrated information database for future coordination, planning, and control of the contractor firms during actual decommissioning activities
- Trained personnel from the contractor firms
- Obtained actual data of the design and arrangement of the radioactive waste reprocessing facilities at units 1-4

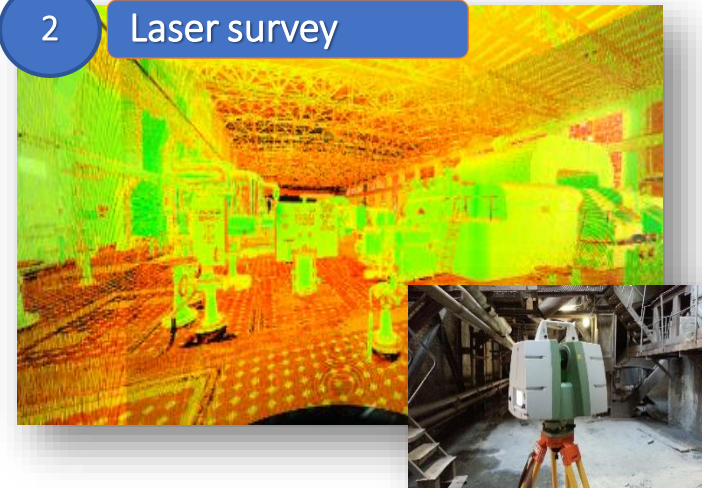


# Digital Engineering and Radiation Model of NPP Power Unit: Engineering Component

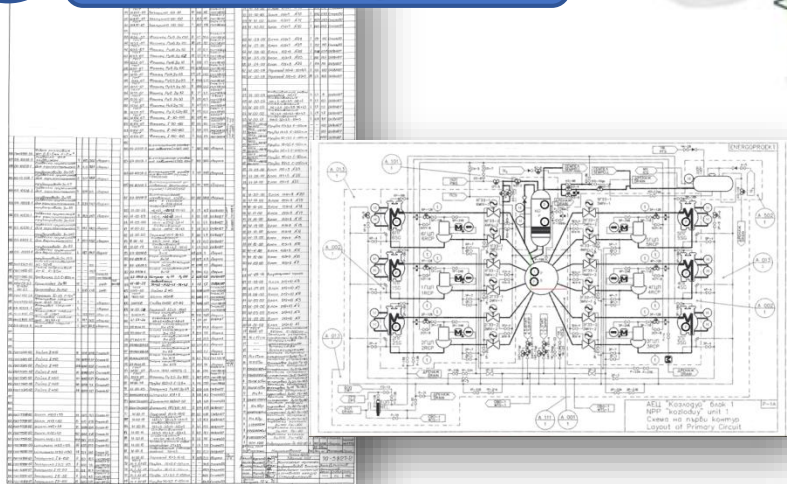
1 Digitizing of drawings



2 Laser survey



3 Digitizing of registers, schemas and diagrams



4 Spherical panoramas





# Creating an as-built model of Kozloduy NPP. Laser scanning of Units 1 through 4





# Creating an as-built model of Kozloduy NPP. Laser scanning of Units 1 through 4

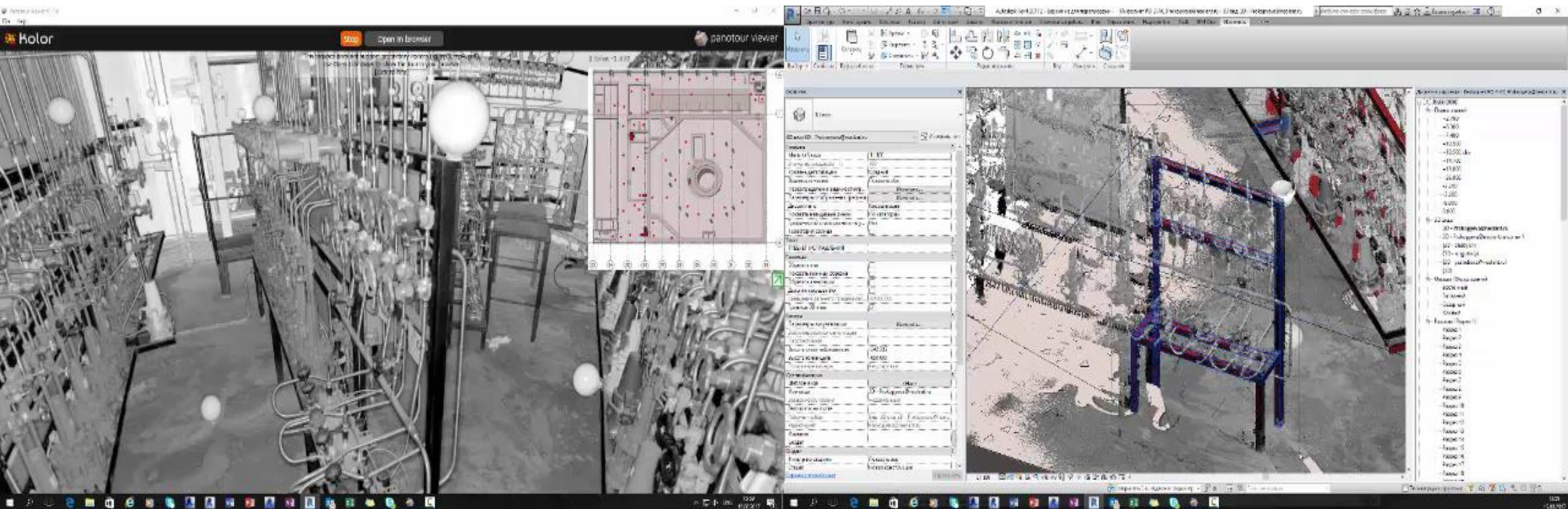
➤ Laser scanning point cloud captured for more than 600 premises

➤ As-built 3D Model



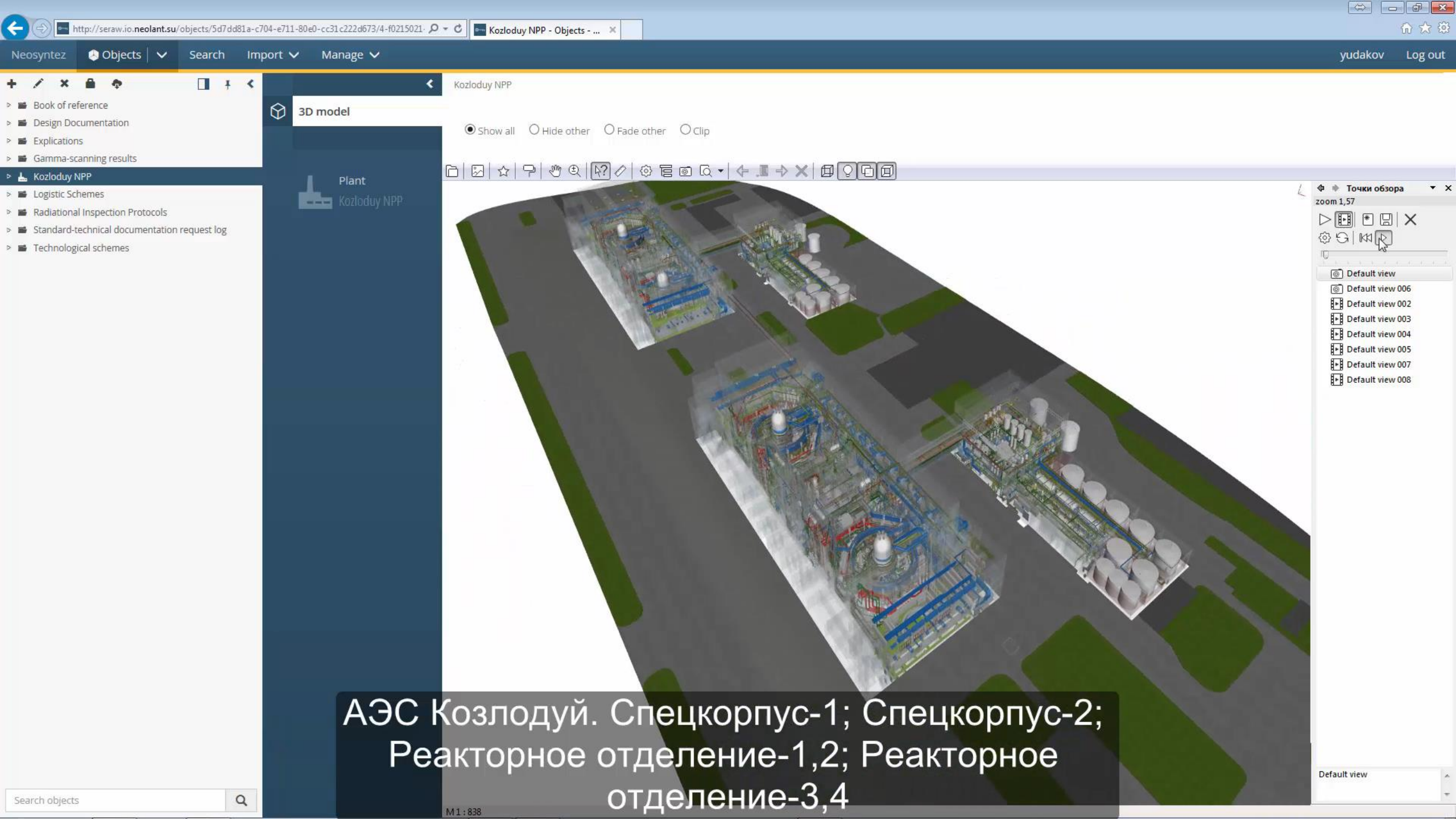


# Creating an as-built model of Kozloduy NPP. Architectural and construction concepts









АЭС Козлодуй. Спецкорпус-1; Спецкорпус-2;  
Реакторное отделение-1,2; Реакторное  
отделение-3,4



# Digital Engineering and Radiation Model of NPP Power Unit: Radiation Component

1

3D digital model of an NPP unit



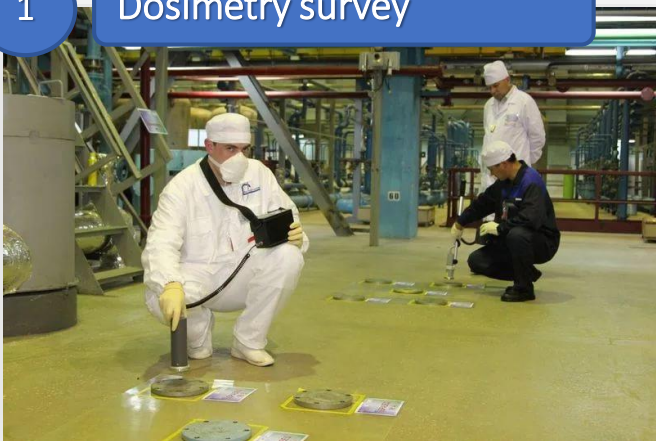
Radiation attributes of the 3D model elements of the nuclear facility

2



# Digital Engineering and Radiation Model of NPP Power Unit: Radiation Component

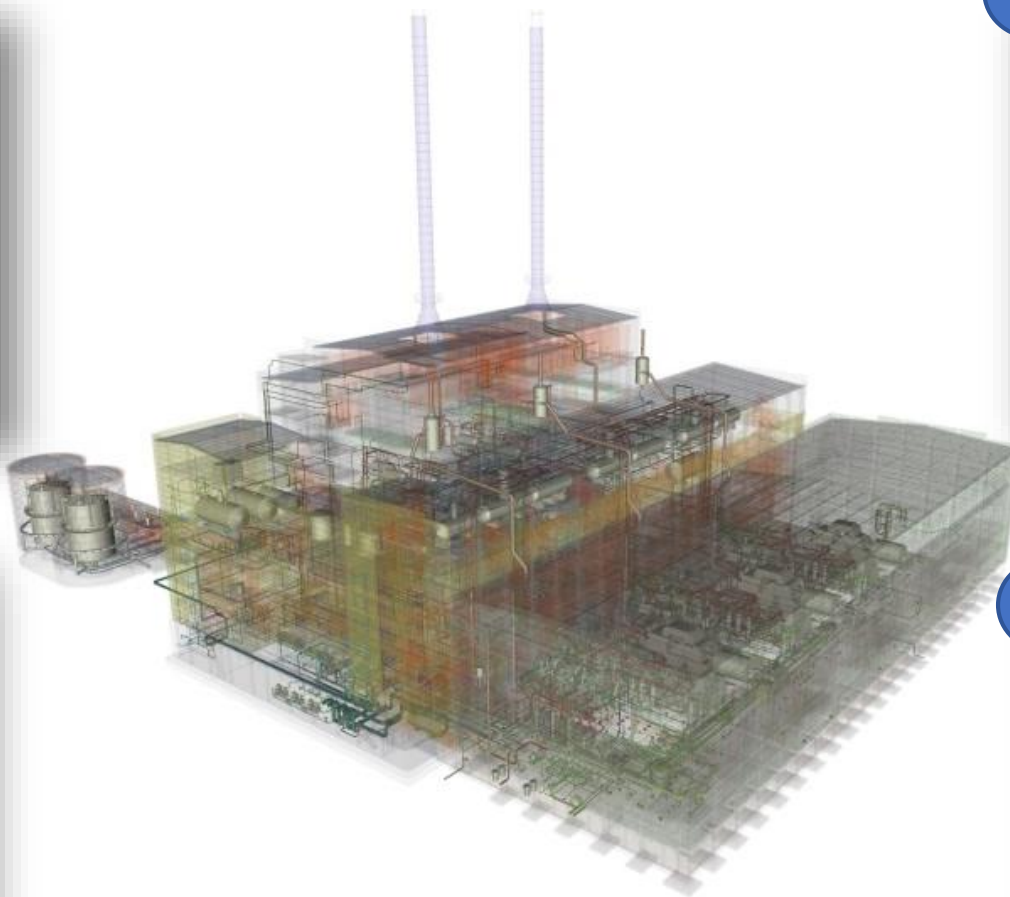
1 Dosimetry survey



2 Gamma-scanning



3 Spectrometry



4 Sampling

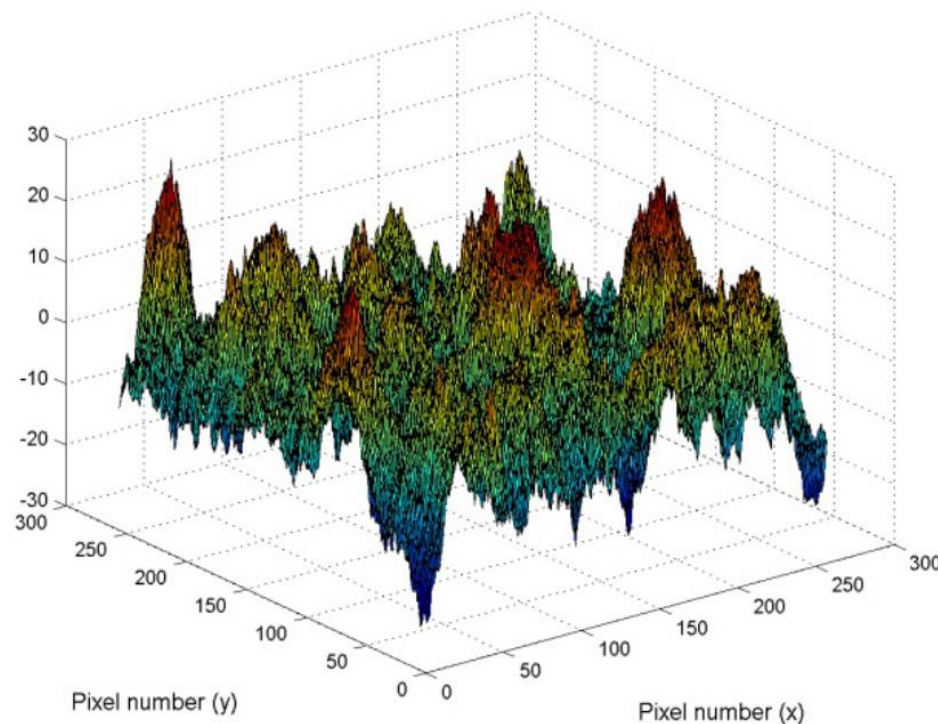
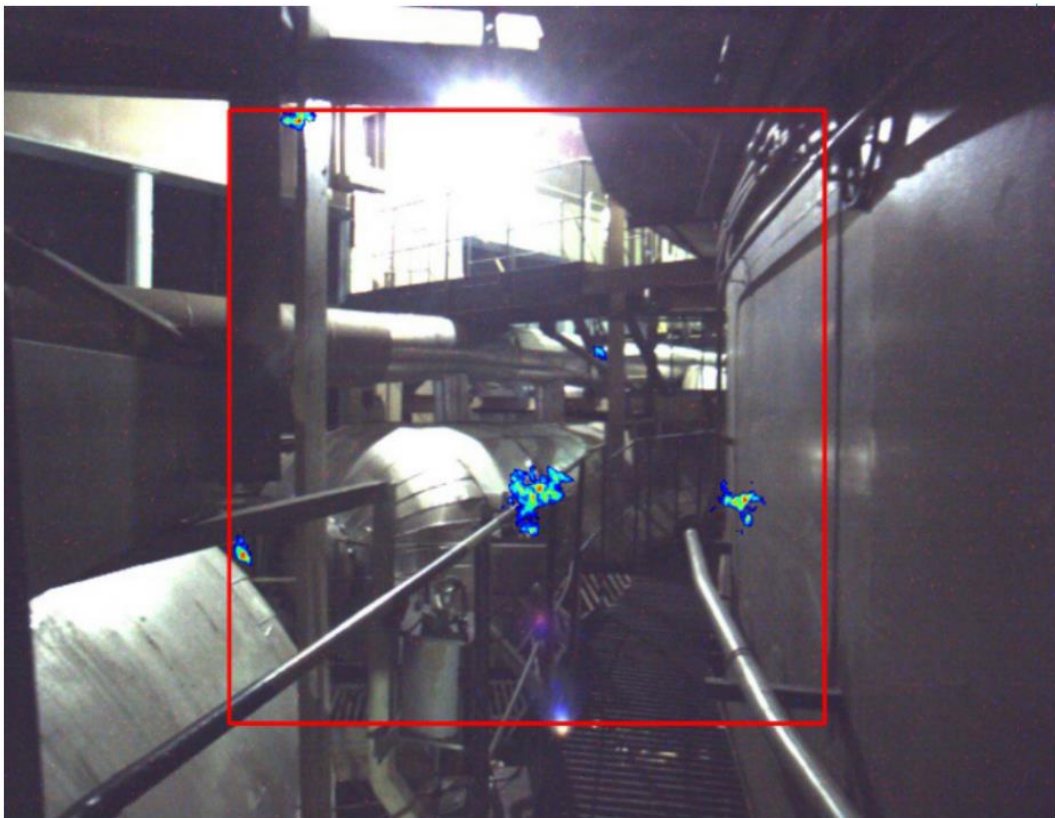




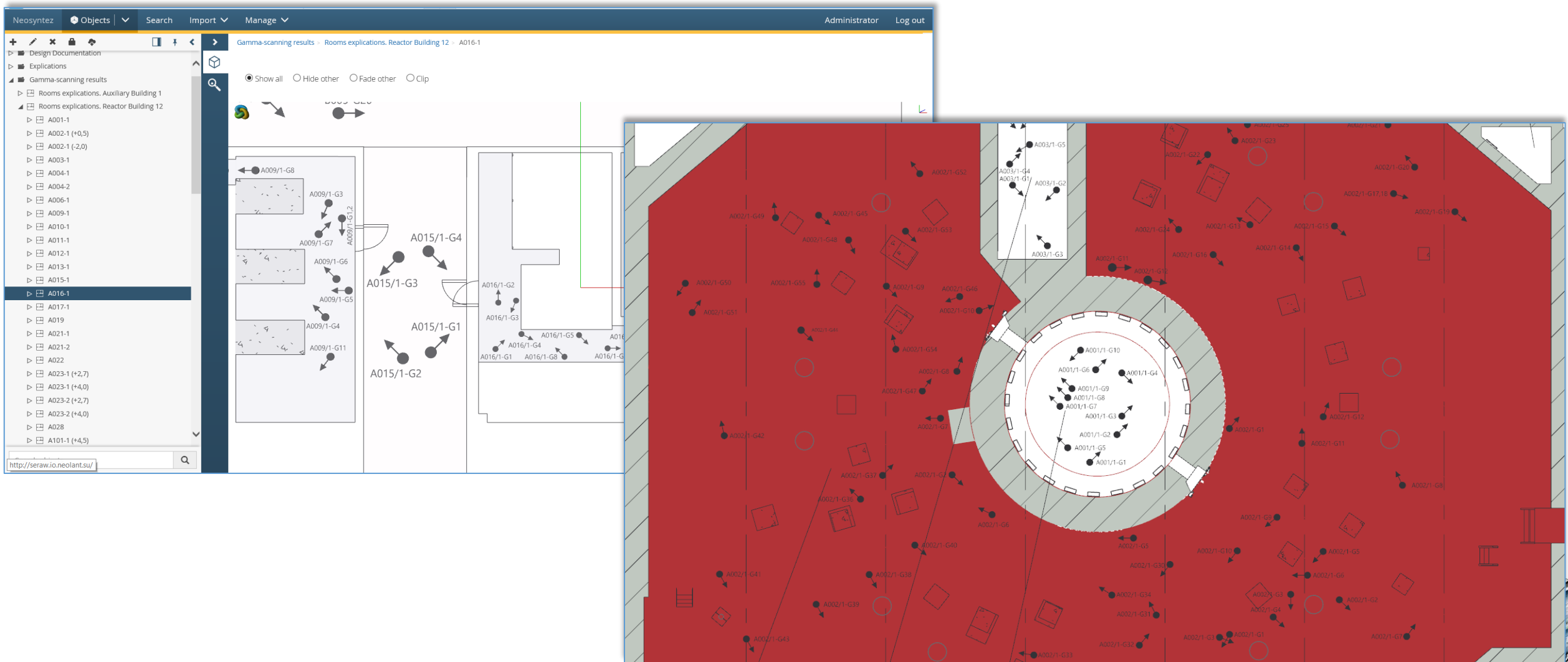
# Digital Engineering and Radiation Model of NPP Power Unit: Radiation Component

Gamma-scanning results > Rooms explication > A212-1

Show all Hide other Fade other Clip



# Digital Engineering and Radiation Model of NPP Power Unit: Radiation Component



Room Number

**Base level:**

**Additional level:**

Total space: 1126 square meters

Room volume: 15659 square meters

[Click here to go to this room in NEOSYNTEZ](#)

**Systems in room:**

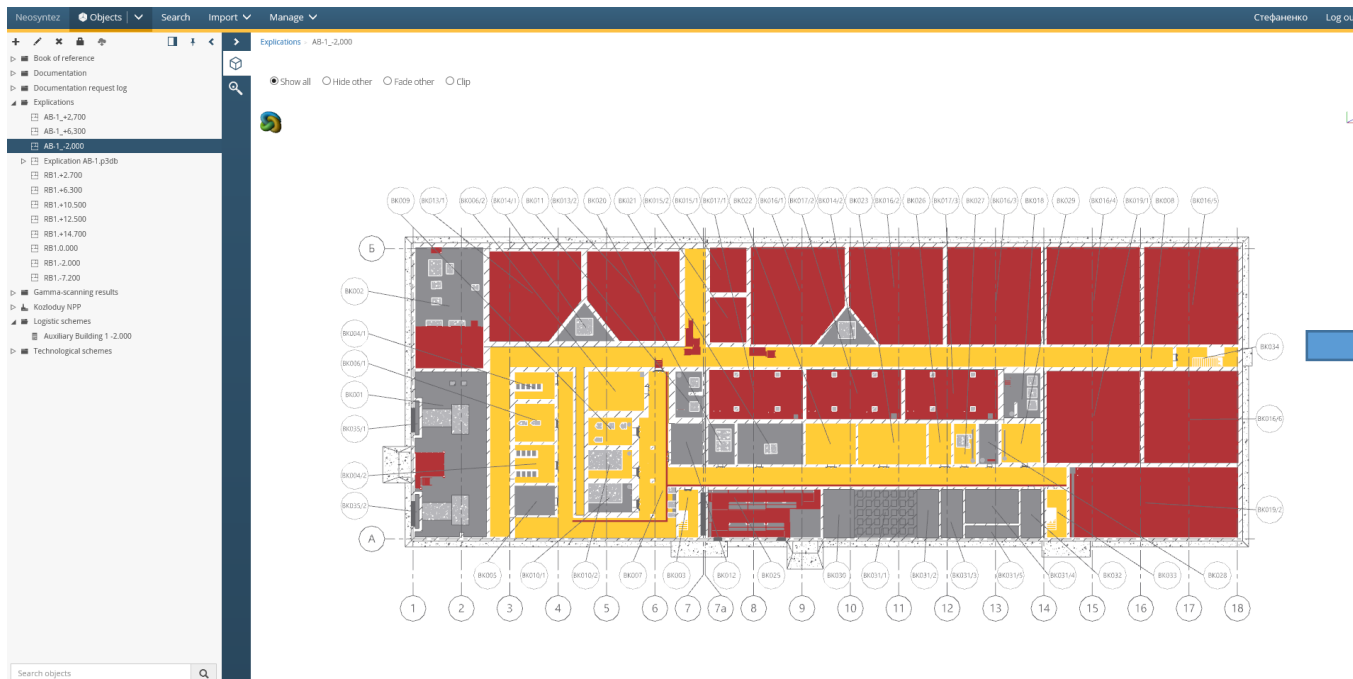
System	Quantity	Weight, kg
-	20	240
Chemicals System	334	2675
Clean Condensate and Boron Solution System	67	5971
Condensate and heating steam system	63	615
Decontamination System	172	7827
Heating	4	105
Liquid waste and storage facilities system	59	459
Sewage Water System	111	1552
Water supply and Sewerage	96	281
WPS-3	293	1834
WPS-5. Steam Generator Blowdown System	677	3767
B-1a	27	1075
П-1a	21	349
П-2a	43	118

**Summary of weight characteristics of SSC (Structures, Systems and Components) and radioactive waste generated during dismantling:**

	Equipment	Piping	Steel constructions	Ventilation
RAW Category 1, t	39.720		113.482	1.093
<b>Total weight, t</b>	<b>39.720</b>		<b>113.482</b>	<b>1.093</b>



# Creation of Process Flow Charts for Dismantling



Deliverable 3: A design documentation package for the dismantling at Auxiliary Building 1					
Project-No./Project	090 / 0205108	DNR	149567 - 0	Page	5 of 25

## 1 General requirements

This package for dismantling is intended for full implementation of the dismantling activities in room BK029, in particular, dismantling of pipelines and valves, dismantling of the power and lighting system. Dismantling of the stationary ventilation system is not included in this package.

Prior to dismantling in the room in accordance with this package for dismantling, working media of equipment and pipelines shall be completely removed. Removal of working media is not included in the scope of the Technical Design, and it shall be performed at the preparation stage before dismantling activities in Auxiliary Building 1.

### 1.1 Brief description of the equipment arranged at the Room

<b>Room Number:</b>	BK029
<b>Function or Room Name:</b>	SVO-2 filters valve chamber
<b>Category during operation:</b>	Non-serviced Room (ns)
<b>Base level:</b>	-2.00
<b>Additional level:</b>	-
<b>Overall dimensions:</b>	4.9x5.0 m
<b>Total space:</b>	24.5 square meters
<b>Room volume:</b>	95.5 cubic meters

Room BK029 is located within axes 13-14 at elevation -2.00 of Auxiliary Building 1 (AB1). Arrangement of the room at elevation - 2.00 is shown in Figure 1. The room is accessible from the corridor BK007 through the doorway with overall dimensions 1,200x600 mm.

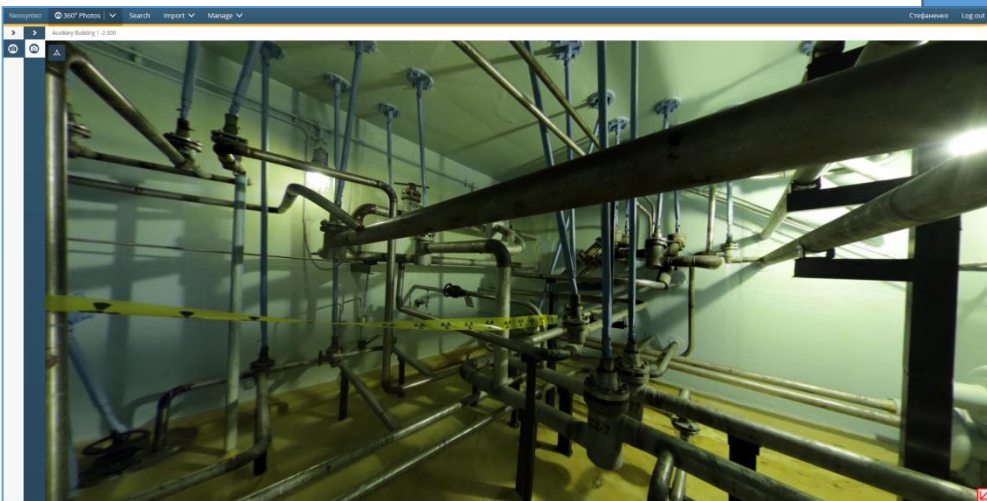
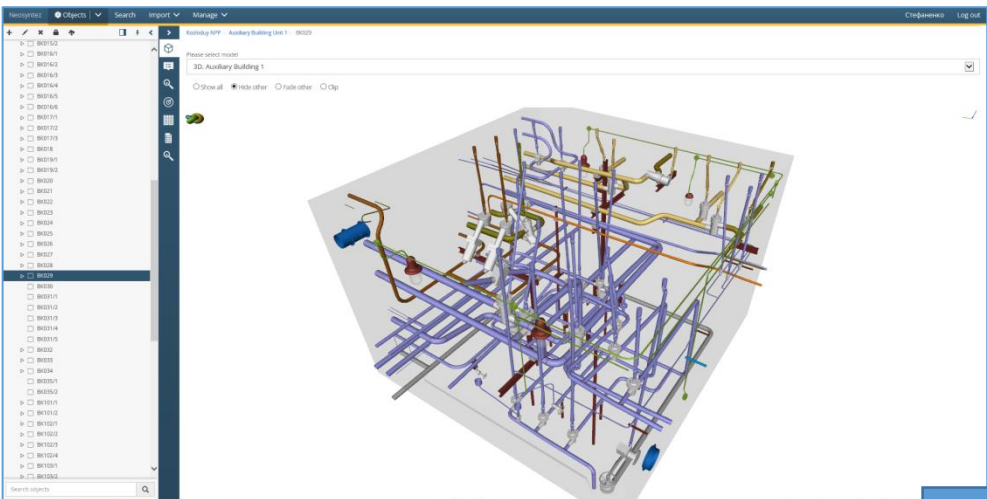


Figure 1 Arrangement of room BK029 at elevation - 2.00





# Creation of Process Flow Charts for Dismantling



<b>EWN</b> Engineering, IT, Innovation	<b>NESLANT</b> Engineering, IT, Innovation	<b>NUKEM</b> Technologies
Deliverable 3: A design documentation package for the dismantling at Auxiliary Building 1		
Project-No./Project	090 / 0205108	DNR 149567 - 0 Page 6 of 25

Figure 2 General view of room BK029 (view from the entrance)

Figure 3 General view of room BK029 (3D model, view from the entrance)





The screenshot shows the Neolant software interface with a project document open. The document header includes logos for NEOLANT, EWN, and NUKEM. The main content is a Russian document titled 'Протокол испытаний' (Test Protocol) for room BK029. It details the organization 'АЭС «Колодузи»', the object 'помещение № BK029 Спецкорпуса №1', and the purpose of the tests: 'Радиационный контроль производственных помещений'. It lists measurement points 1.1 and 1.2 with their respective radiation parameters.

<b>EWN</b> Engineering, IT, Innovation	<b>NEOLANT</b> Engineering, IT, Innovation	<b>NUKEM</b> Technologies
Deliverable 3: A design documentation package for the dismantling at Auxiliary Building 1		
Project-No./Project	090 / 0205108	DNR 149567 - 0 Page 9 of 25

**Table 2: Indications of the radiation parameters on the floor surface in room BK029**

No. measurement point on the scheme	Ambient dose equivalent rate at height		Density of the beta particles flux on the surface, cm <sup>2</sup> min <sup>-1</sup>
	0,1 m from the floor surface, μSv/h	1 m from the floor surface, μSv/h	
1.1	9.3±0.8	8.9±0.8	910±90
1.2	12.3±1.0	11.6±0.9	1,340±120

**Table 3: Indications of the radiation parameters near equipment in room BK029**

No. measurement point on the scheme	Ambient dose equivalent rate		Density of the beta particles flux on the surface, cm <sup>2</sup> min <sup>-1</sup>
	on the surface, μSv/h	at distance 0,1 m from the surface, μSv/h	
1	8.0±0.7	7.6±0.7	3,020±210
2	12.4±0.9	12.2±0.8	1,820±160
3	17.9±1.1	17.6±1.1	1,180±130
4	17.7±1.1	16.4±1.0	1,020±110
5	5.0±0.5	5.2±0.5	480±70
6	5.5±0.5	6.2±0.6	1,490±150
7	5.2±0.5	3.7±0.4	190±30
8	6.2±0.6	5.5±0.5	2,100±170
9	9.7±0.8	9.6±0.8	430±70
10	8.9±0.7	8.9±0.7	370±60

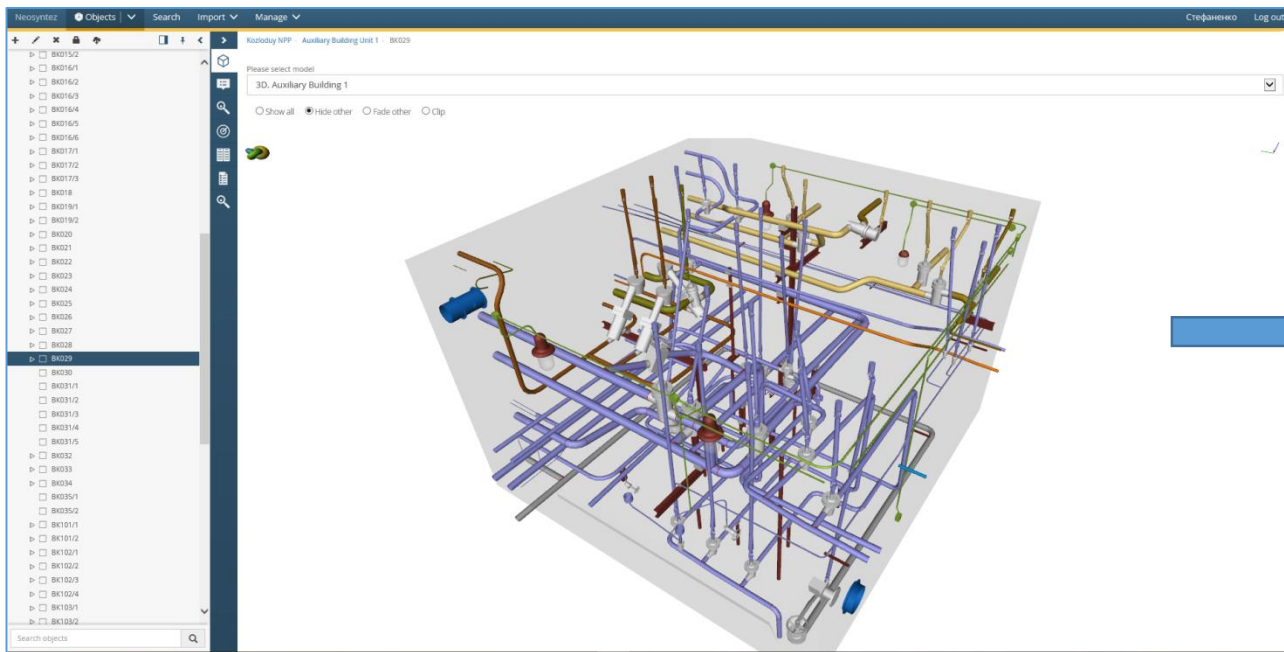
### 1.3 Preliminary conditions

For dismantling operations in room BK029 the following infrastructure shall be prepared:

- working area for Radioactive Waste (RAW) sorting and packaging (as a part of preparatory work of package for dismantling in room BK020);
- sanitary barrier at the boundary of the working area for RAW sorting and packaging and corridor BK007 (as a part of preparatory work of package for dismantling in room BK020);
- local air cleaning system in room BK029.

The additional working area for RAW sorting and packaging is arranged in front of the entrance to room BK029 in corridor BK007 within axes 7 - 14. Containers for RAW packing are also stored here. From axis 14, the RAW sorting and packaging area is enclosed with the temporary solid partition. From axis 7, the area is enclosed with the temporary partition





Deliverable 3: A design documentation package for the dismantling at Auxiliary Building 1					
Project-No./Project	090 / 0205108	DNR	149567 - 0	Page	14 of 25

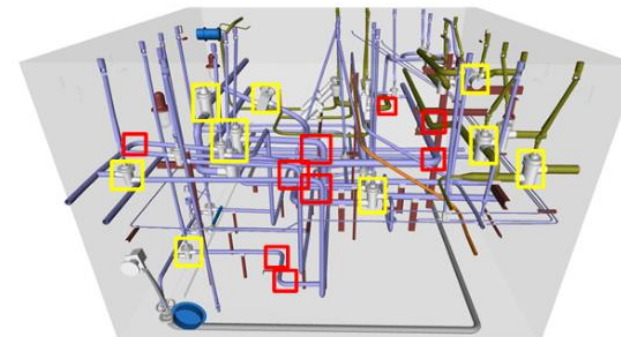


Figure 6 Dismantled curved pipeline sections and valves in room BK029

#### 2.4.2 Dismantling of I&C tubes

I&C tubes are dismantled using an angle grinder according to TP-04. Dismantled tubes are handled manually. Dismantled tubes are cut in sections up to 1 m in length. Curved sections are cut in separate sections with arc length up to 0.5 m. Embedded parts are not dismantled.

Deliver dismantled I&C tubes to the RAW sorting and packaging area, measure their radiation characteristics and place in the container on compliance with sorting criteria.

#### 2.4.3 Dismantling of the remote manual control post for the radioactive drain valve

Remote manual control post for the radioactive drain valve consists of three main components: 1 - manual control column; 2 - rod; 3 - sewage water valve of the radioactive drain system (Figure 2 a, b).

Remote manual control post for the radioactive drain valve in room BK029 is dismantled in compliance with TP-02.

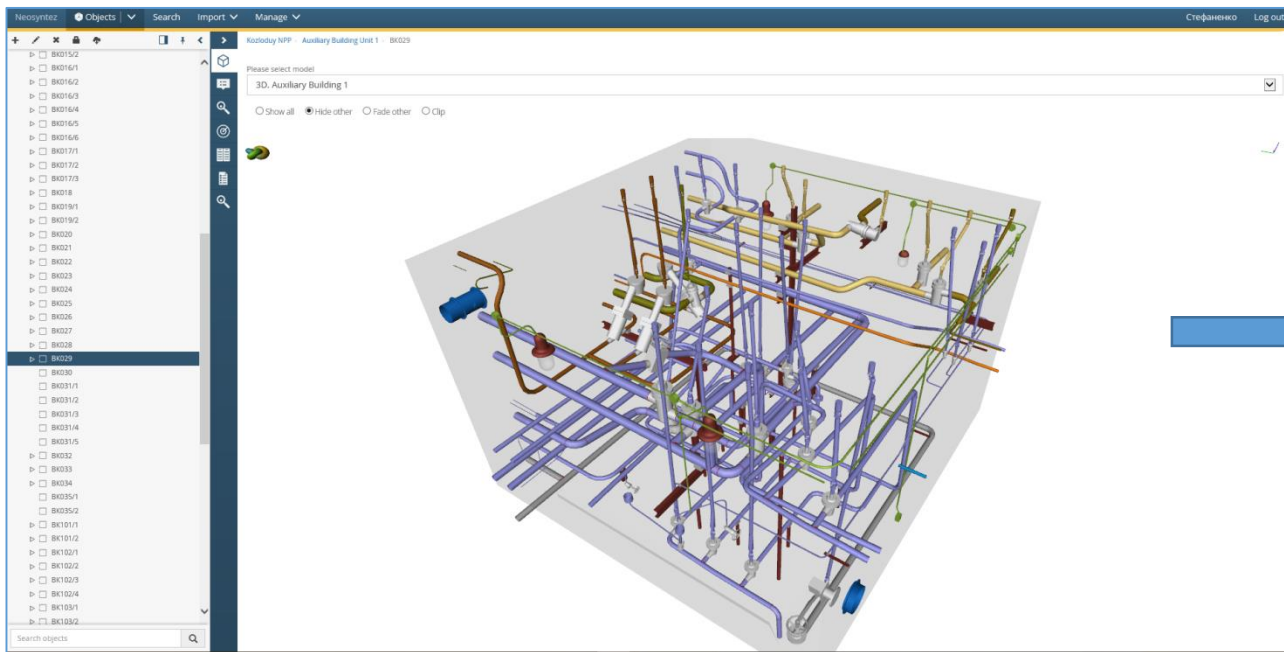
Dismantling of the manual control column is carried out by cutting bolted joints using cutting electric tools (reciprocating saw, angle grinder).

Dismantling of the rod is carried out using cutting electric tools (reciprocating saw, angle grinder) without dismantling of bolted joints.

Dismantling of the sewage water valve of the radioactive drain system is carried out using a reciprocating saw by cutting bolted joints. Embedded parts of the valve are not removed.

Deliver dismantled components to the RAW sorting and packaging area, measure their radiation characteristics and place in the container on compliance with sorting criteria.





<b>EWN</b> Entwurfswerk für Nuklearanlagen	<b>NESLANT</b> Engineering, IT, Innovation	<b>NUKEM</b> Technologies
Deliverable 3: A design documentation package for the dismantling at Auxiliary Building 1		
Project-No./ Project	090 / 0205108	DNR 149567 - 0 Page 14 of 25

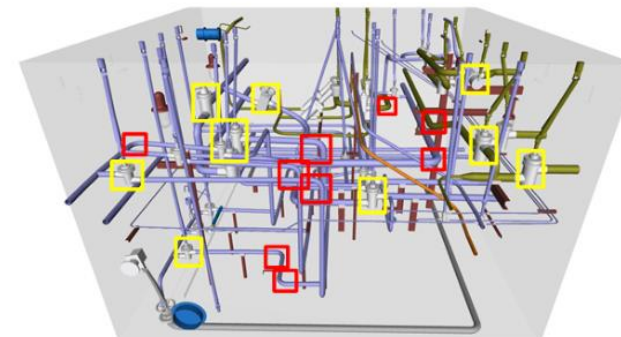


Figure 6 Dismantled curved pipeline sections and valves in room BK029

#### 2.4.2 Dismantling of I&C tubes

I&C tubes are dismantled using an angle grinder according to TP-04. Dismantled tubes are handled manually. Dismantled tubes are cut in sections up to 1 m in length. Curved sections are cut in separate sections with arc length up to 0.5 m. Embedded parts are not dismantled.

Deliver dismantled I&C tubes to the RAW sorting and packaging area, measure their radiation characteristics and place in the container on compliance with sorting criteria.

#### 2.4.3 Dismantling of the remote manual control post for the radioactive drain valve

Remote manual control post for the radioactive drain valve consists of three main components: 1 - manual control column; 2 - rod; 3 - sewage water valve of the radioactive drain system (Figure 7 a, b).

Remote manual control post for the radioactive drain valve in room BK029 is dismantled in compliance with TP-02.

Dismantling of the manual control column is carried out by cutting bolted joints using cutting electric tools (reciprocating saw, angle grinder).

Dismantling of the rod is carried out using cutting electric tools (reciprocating saw, angle grinder) without dismantling of bolted joints.

Dismantling of the sewage water valve of the radioactive drain system is carried out using a reciprocating saw by cutting bolted joints. Embedded parts of the valve are not removed.

Deliver dismantled components to the RAW sorting and packaging area, measure their radiation characteristics and place in the container on compliance with sorting criteria.





# DIGITAL ecommissioning

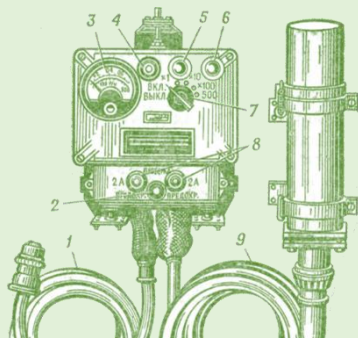




# Software and Hardware Complex: Digital Decommissioning

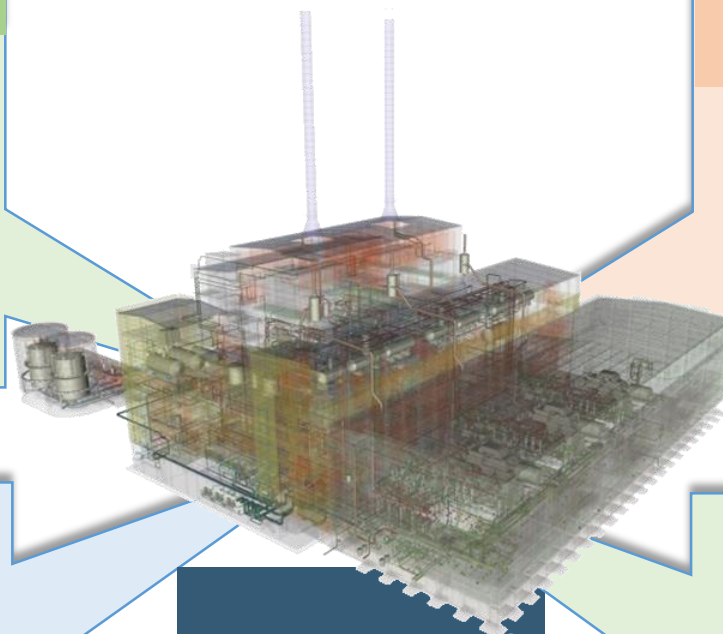
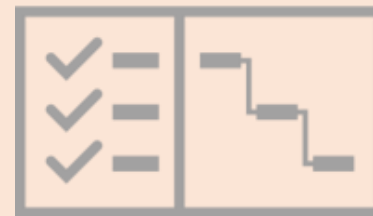
A

CERS Module



Module of Decommissioning Concept

Б



Engineering and Radiation Model

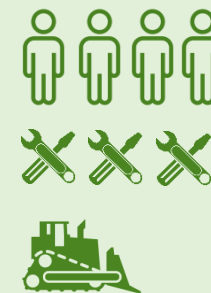
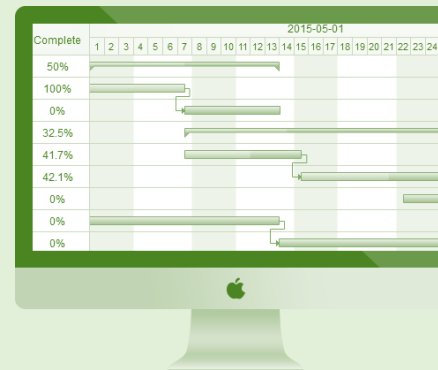
Г

Module of Personnel Training



Module of Decommissioning Design

В



CERS

Collection and systematization of data on engineering state and radiation conditions of the nuclear facility

CONCEPT

Development and comparison of decommissioning alternatives, consolidated cost estimate

DESIGN

Simulation modeling of technological processes  
Development of process flow charts, calculation of radwaste amount

PERSONNEL TRAINING

Personnel training in virtual reality (VR)



# Digital Decommissioning SHC: Platform to Prepare a Nuclear Facility to Decommissioning

Optimization and verification of design and process solutions under development

Release of documents for submission to Expert Review

Decommissioning project management informational environment



Systematization of engineering information concerning the nuclear facility

Obtaining up-to-date as-built documentation

Obtaining reliable estimates of radwaste amount to be generated

Personnel training





# Digital Decommissioning SHC: Solution of Inverse Problem

Calculate specific activity of ionizing radiation sources



Considering data of radiation conditions and source geometry

Calculate EDR for determined points in a room space



Considering data of radiation conditions and ionizing radiation source geometry

Visualize the source radiation field



Dynamic display of the radiation environment in the room space

Calculate amount and type of radwaste



Based on CERS data and mass and dimensions of 3D model elements

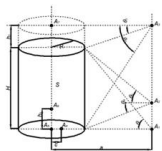


Рисунок 1.2.6 – Цилиндрический поверхностный источник

$$\varphi_1 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} \quad (1.2.27)$$

$$\text{где } \theta = \arctg \frac{a}{R}, \quad k = \frac{2a^2}{a^2 + R^2} \quad (1.2.28)$$

$$\varphi_2 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} (F(\theta, k) + F(\theta, k)) \quad (1.2.29)$$

$$\varphi_3 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} (F(\theta, k) - F(\theta, k)) \quad (1.2.30)$$

$$\varphi_4 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} (F(\theta, k)) \quad \theta = \arctg \frac{a}{R}, \quad k = \frac{2a^2}{a^2 + R^2} \quad (1.2.40)$$

$$\varphi_5 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} \quad (1.2.41)$$

$$\varphi_6 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} \left( \arctg \frac{a}{R} + \arctg \frac{a}{R} \right) \quad (1.2.42)$$

$$\varphi_7 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} \left( \arctg \frac{a}{R} - \arctg \frac{a}{R} \right) \quad (1.2.42)$$

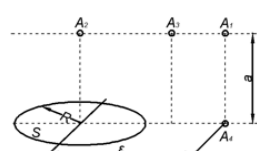
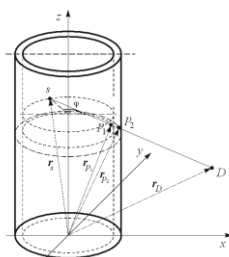


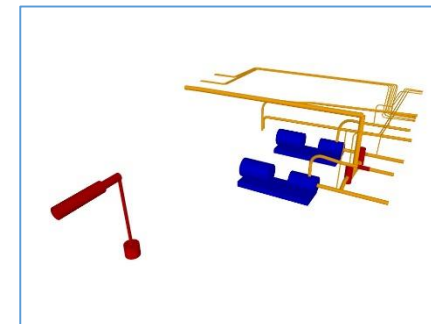
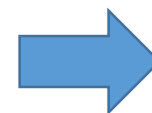
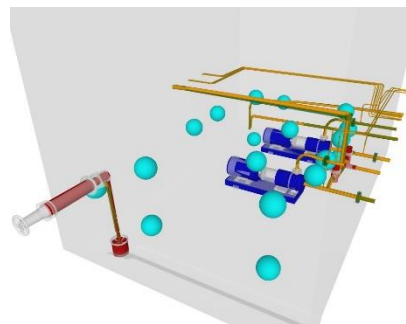
Рисунок 1.2.3 – Круговой линейный источник

$$\varphi_1 = \frac{S_0 R}{2\sqrt{(c^2 - R^2)^2 + 2a^2(c^2 + R^2) + a^4}} \quad (1.2.23)$$

$$\varphi_2 = \frac{S_0 R}{2(a^2 + R^2)} \quad (1.2.24)$$

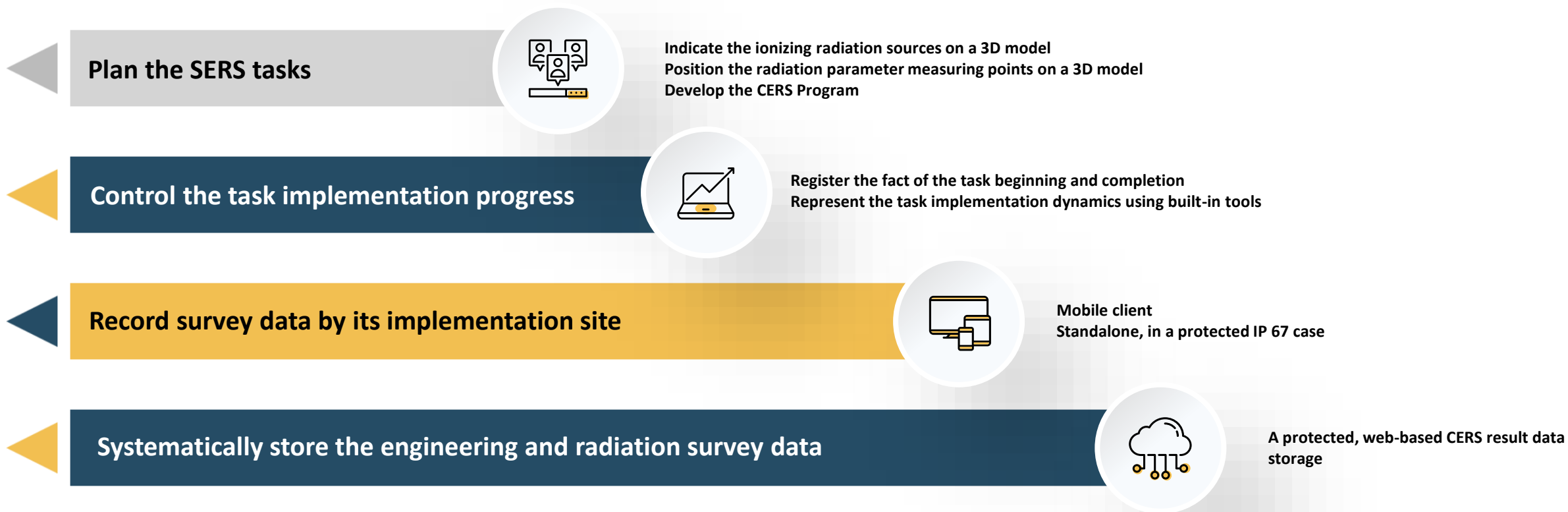
$$\varphi_3 = \frac{S_0 R}{2a\sqrt{a^2 + 4R^2}} \quad (1.2.25)$$

$$\varphi_4 = \frac{S_0 R}{2(c^2 - R^2)} \quad (1.2.26)$$



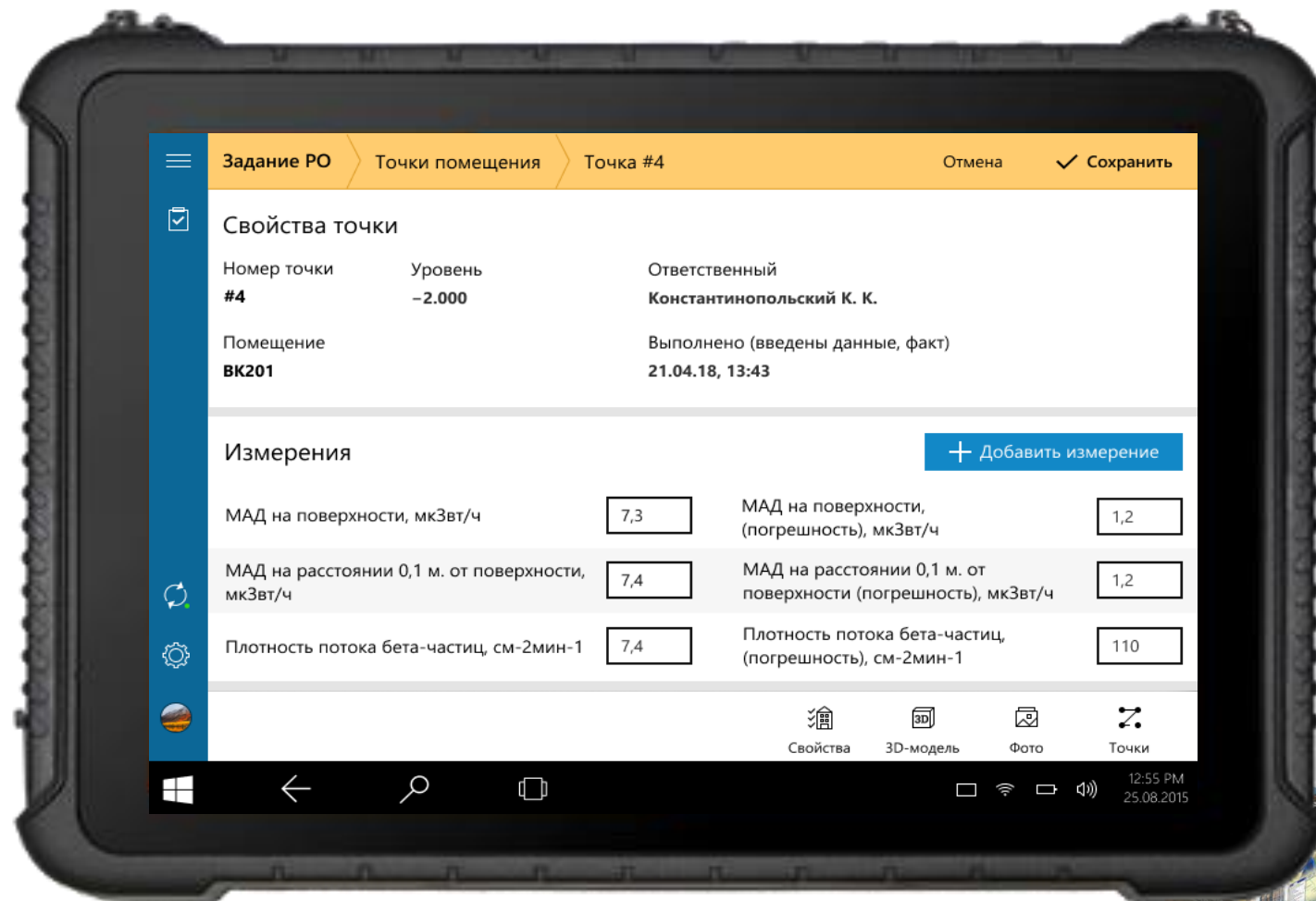
# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: CERS Module

allows:



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex:

## Ambient Dose Equivalent Rate measurement points

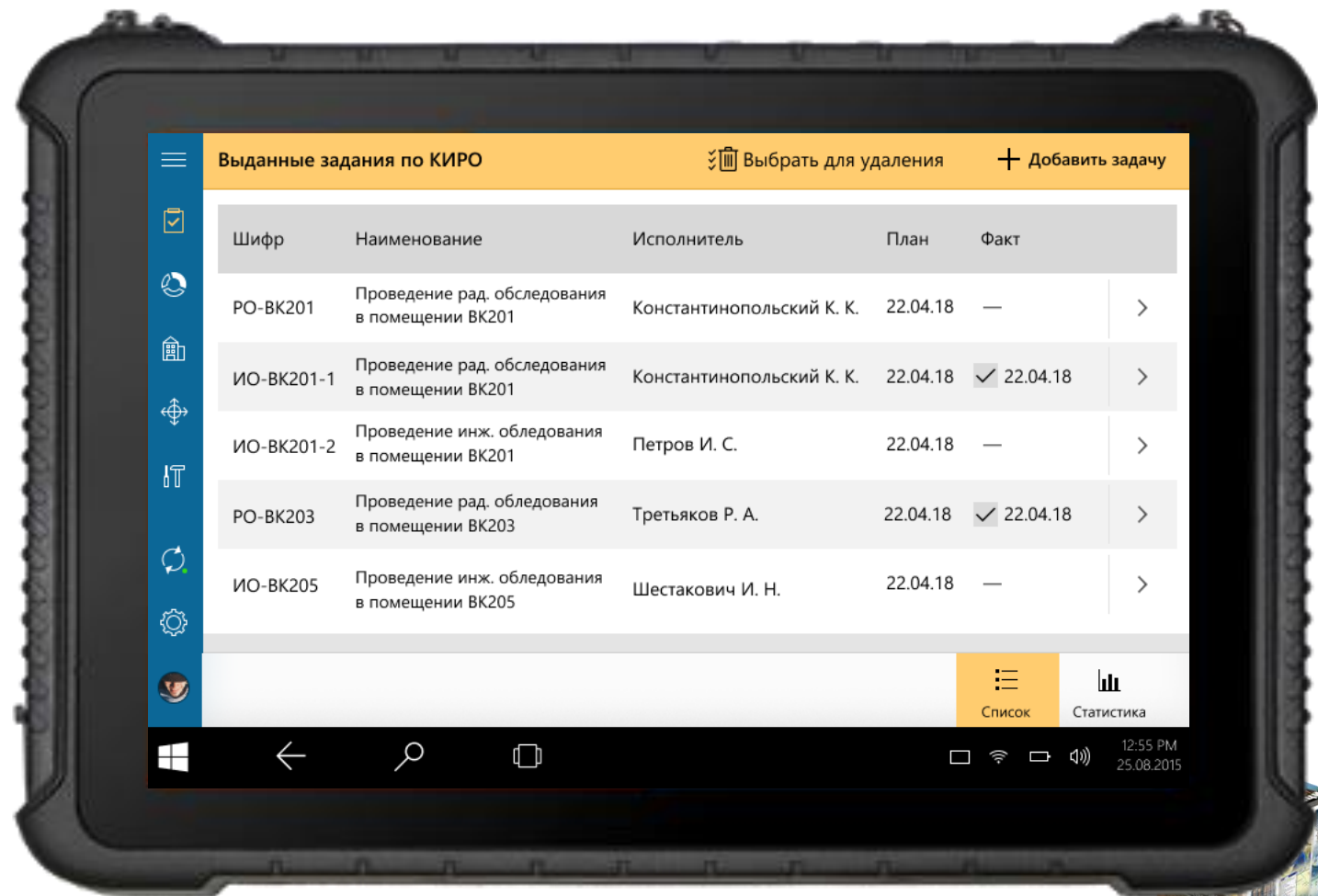




# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Ambient Dose Equivalent Rate measurement points



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Tasks by executives



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Concept module

предоставляет возможность:

**Plan stages and order of work execution for decommissioning options**

- Built-in Handbook of Technological Processes
- visualization of work progress on 3D-models

**Perform Aggregate Cost Evaluation for decommissioning options**

- based on “Industry guidelines”
- assessment of financial obligations for decommissioning

**Compare Technical and Economic Indicators of decommissioning options**

- by various criteria
- visualization of comparison results in the form of reports

**Store data for the Stage in structured and systematized form**

- centralized, web-based storage
- various forms of data structure presentation

**Form the Safety Analysis Report on decommissioning**

- automated report preparation
- editable templates





# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

предоставляет возможность:



## Detail the decommissioning design down to the level of elementary technological operations

- Assess the need for HR-resources, tools, consumables and containers for RAW
- Optimize the duration of work taking into account the radiation situation



## Detail the Design Documentation to the level of Method Statements

- Automated compilation of Method Statements
- Centralized storage of Method Statements and their versions



## Plan the management of radioactive waste

- Estimate the volumes of RAW
- Form the technological chains for RAW management
- Calculate the cost taking into account the costs of RAW processing



## Visualize the decommissioning work flow on a 3D model of the nuclear facility

- Verification of scenarios for possible collisions
- Planning for the placement of containers and RAW sorting areas

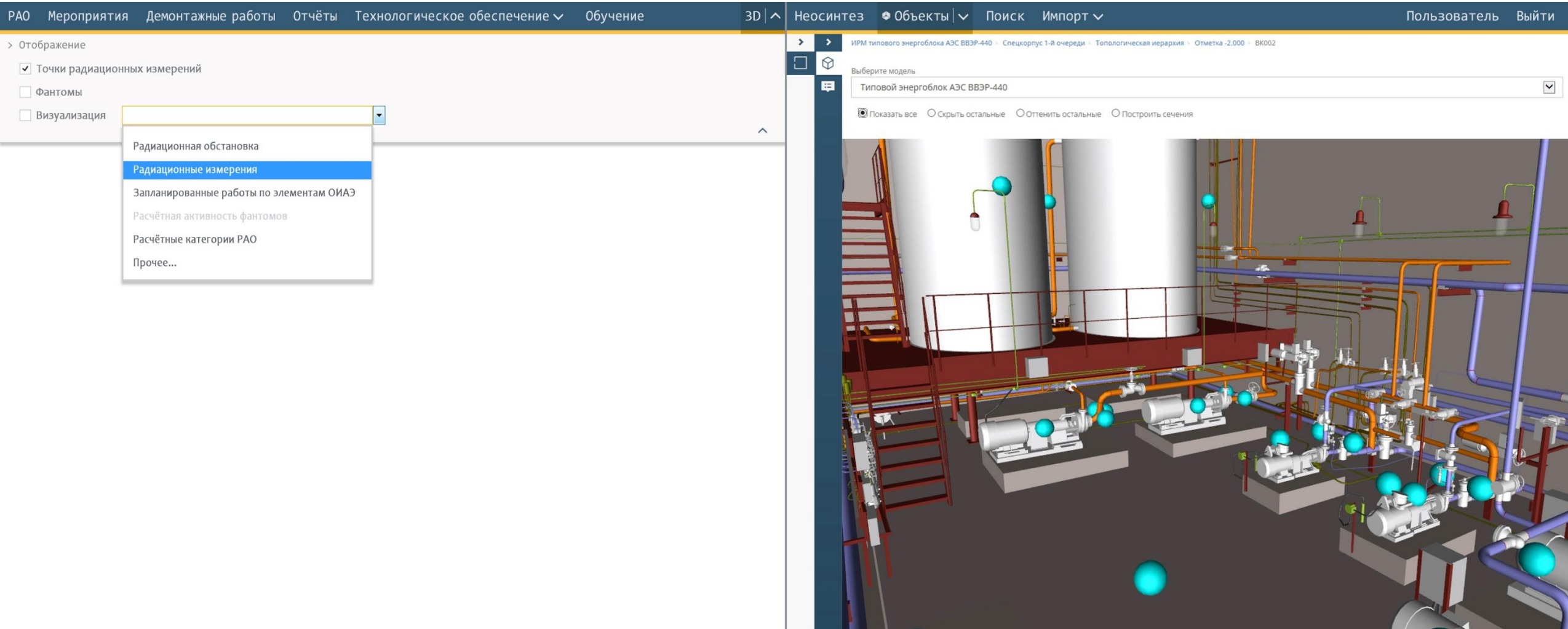


## Export the original data for the compilation of local cost estimates

- ARPS 1.10
- XML, CSV



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

РАО Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение ▾ Обучение 3D | ^ Неосинтез Объекты | ▾ Поиск Импорт ▾ Пользователь Выйти

> Отображение

- Точки радиационных измерений
- Фантомы
- Визуализация Радиационные измерения ▾

Визуализация

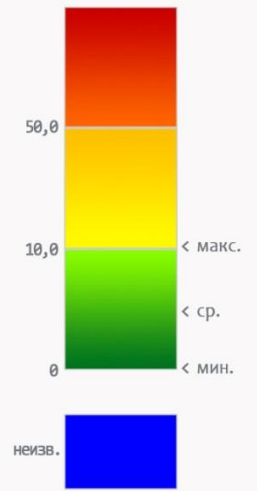
Помещение ВК002

Точка радиационного замера x ...

Параметры:

МАД гамма-излучения ▾

мкЗв/ч



50,0 < макс.

10,0 < ср.

0 < мин.

неизв.

Сводка:

В помещении:

- макс.: 12,50 ± 1,10 мкЗв/ч
- сред.: 4,80 ± 0,31 мкЗв/ч
- мин.: 0,52 ± 0,08 мкЗв/ч

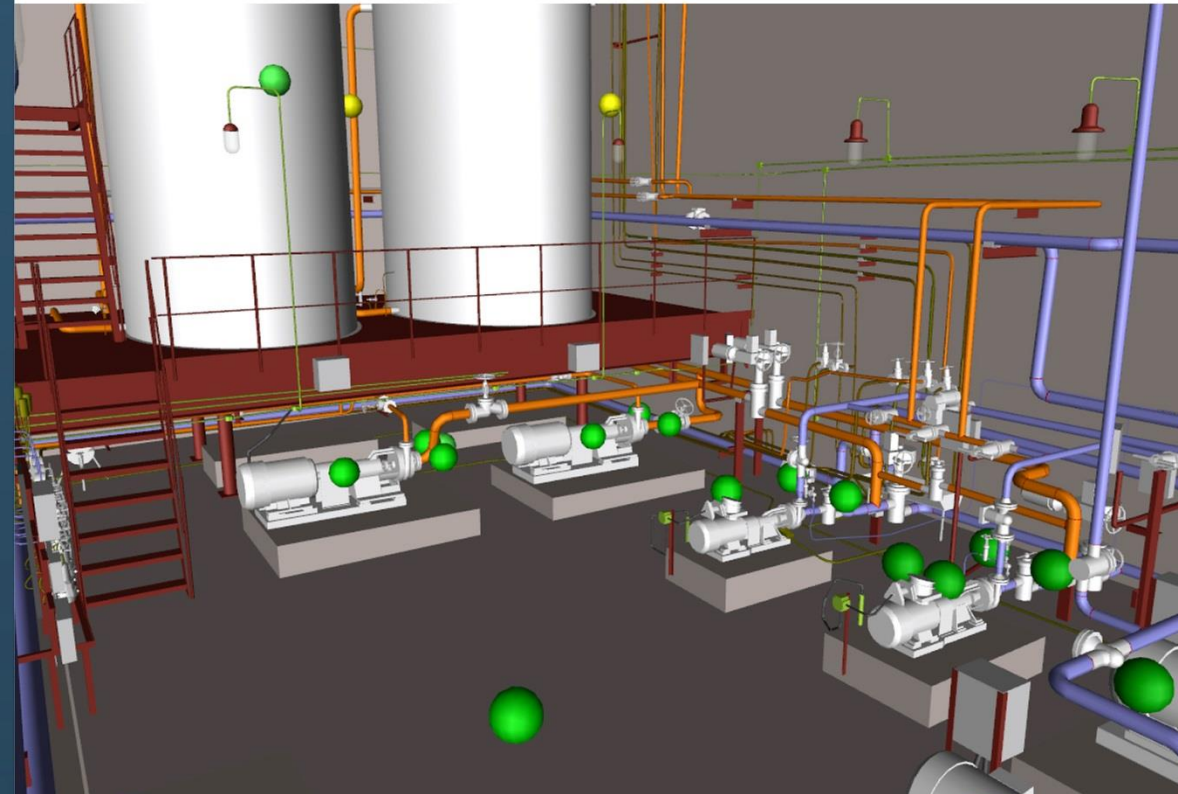
Количество точек: 26

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002

Выберите модель

Типовой энергоблок АЭС ВВЭР-440 ▾

Показать все  Скрыть остальные  Оттенить остальные  Построить сечения



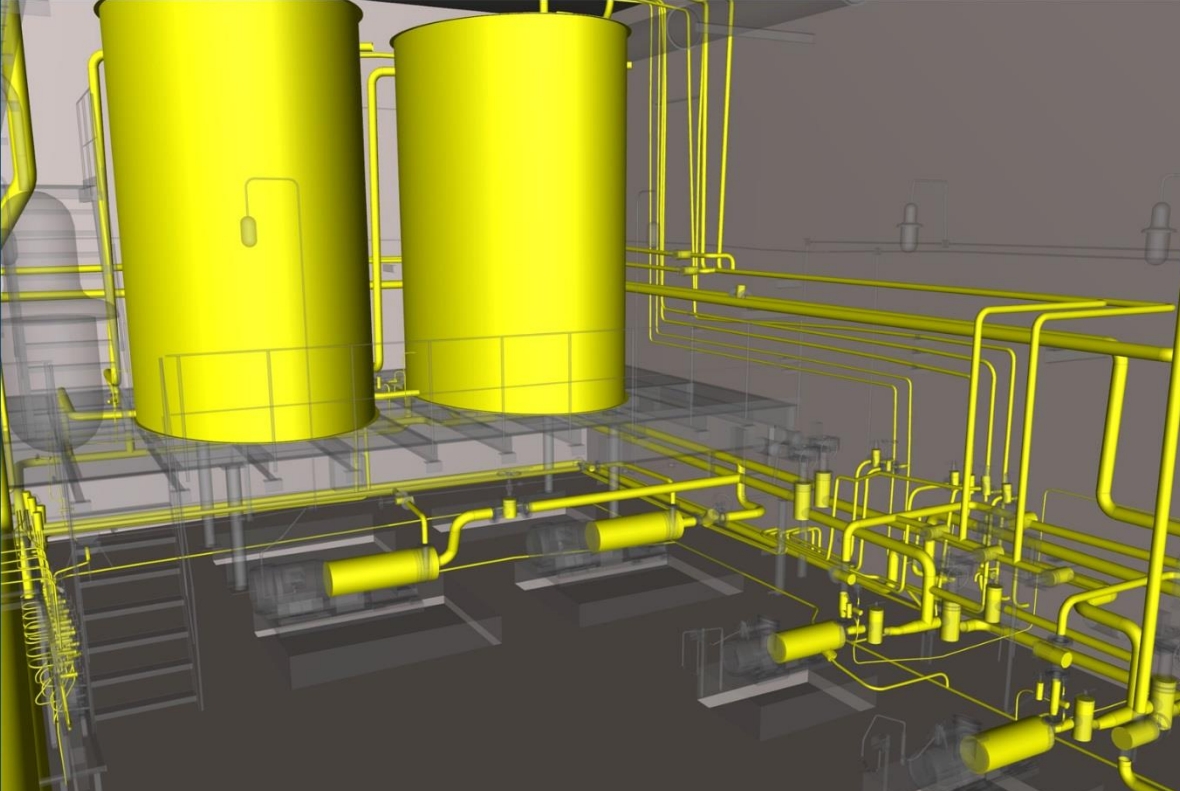



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

[РАО](#)
[Мероприятия](#)
[Демонтажные работы](#)
[Отчёты](#)
[Технологическое обеспечение](#)
[Обучение](#)
[3D](#)
[Неосинтез](#)
[Объекты](#)
[Поиск](#)
[Импорт](#)
Пользователь Выйти

> Отображение
   
 Точки радиационных измерений
   
 Фантомы
   
 Визуализация

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002
   
 Выберите модель
   
 Типовой энергоблок АЭС ВВЭР-440
   
 Показать все
  Скрыть остальные
  Оттенить остальные
  Построить сечения




# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

PAO Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение ▾ Обучение 3D | ^ Неосинтез Объекты | ▾ Поиск Импорт ▾ Пользователь Выйти

> Отображение

- Точки радиационных измерений
- Фантомы
- Визуализация Расчетные категории PAO ▾

Визуализация

Помещение ВК002

Технология x Оборудование x Труба x ...

Параметры:

Категория PAO

- Высокоактивные отходы
- Среднеактивные отходы
- Низкоактивные отходы
- Очень низкоактивные отходы
- Отходы, подлежащие высвобождению

Сводка:

В помещении:

- BAO: -
- CAO: 8,72 м³ (PAO)
- HAO: 1,72 м³ (PAO)
- ОНАО: 0,64 м³ (PAO)

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002

Выберите модель

Типовой энергоблок АЭС ВВЭР-440

Показать все  Скрыть остальные  Оттенить остальные  Построить сечения

The 3D visualization shows a complex industrial facility with two large yellow cylindrical tanks, a network of yellow and blue pipes, and several green pumps. The scene is set on a platform with railings, and the background is a dark grey sky.



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

РАО Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение Обучение 3D | Неосинтез Объекты Поиск Импорт Пользователь Выйти

Контент

ОИАЭ  
 Здание:   
 Помещение:   
 Не задан

Папка для выгрузки:   
 Подпапка:  Авто

Отчеты по помещению

Оборудование, трубопроводы и элементы помещений

Технологическая карта

Мероприятия

РАО

Работы по демонтажу

Финансовые отчеты

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002

Выберите модель

Показать все  
 Скрыть остальные  
 Оттенить остальные  
 Построить сечения





# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

РАО Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение Обучение 3D Неосинтез Объекты Поиск Импорт Пользователь Выйти

Контент

- ОИАЭ
- Здание
- Помещение ВК002
- Не задан

Вспомогательное здание ВК002

Отчеты по помещению

Оборудование, трубопроводы и арматура

Технологическая карта

Технологическая карта

Мероприятия

- По обращению с РАО
- По радиационному мониторингу
- По дозиметрии
- По созданию барьеров безопасности

Финансовые отчеты

Отчет 1.docx - Word

Абзац Шрифт Стили

**Демонтируемое оборудование в помещении ВК002**

Наименование	Масса, кг	Объем, м³	Категория РАО
<b>Оборудование</b>			
Резервуар бора 1БРБ	2,110.0	2.150	CAO
Резервуар бора 2БРБ	2,110.0	2.150	CAO
Насос чистого конденсата 1ПЧК	110.0	0.045	CAO
Насос чистого конденсата 2ПЧК	110.0	0.045	CAO
Насос чистого конденсата 3ПЧК	480.0	0.213	CAO
Насос чистого конденсата 4ПЧК	210.0	0.113	CAO
Насос чистого раствора бора 1ПЧРБ	420.0	0.207	CAO
Насос чистого раствора бора 2ПЧРБ	420.0	0.207	CAO
Электродвигатель (1ПЧБР)	980.0	0.119	HAO
Электродвигатель (2ПЧРБ)	980.0	0.119	HAO
Электродвигатель (1ПЧК)	240.0	0.106	HAO
Электродвигатель (2ПЧК)	240.0	0.106	HAO
Электродвигатель (3ПЧК)	1,130.0	0.498	HAO
Задвижки с электроприводом	773.5	0.098	HAO
<b>Трубы</b>			
Труба стальная D 8; 12x2	65.2	0.015	CAO
Труба стальная D 10; 12x2	2.3	0.001	CAO
Труба стальная D 15; 18x1.5	6.0	0.002	CAO
Труба стальная D 20; 25x2.5	97.4	0.031	CAO
Труба стальная D 25; 30x2.5	3.3	0.001	CAO
Труба стальная D 32; 38x3	487.2	0.202	CAO
Труба стальная D 50; 57x3.5	473.5	0.261	CAO
Труба стальная D 70; 76x3	197.7	0.126	CAO
Труба стальная D 80; 89x4.5	296.4	0.196	CAO
Труба стальная D 100; 108x4	2,231.7	1.285	CAO
Труба стальная D 150; 159x4.5	755.3	0.652	CAO
Труба стальная D 200; 219x9.5	377.6	0.232	CAO
Отвод стальной D 32; 38x3	0.1	0.003	CAO
Отвод стальной D 50; 57x3.5	10.4	0.017	CAO
Отвод стальной D 70; 76x3	3.4	0.006	CAO
Отвод стальной D 80; 89x4.5	12.8	0.014	CAO
Отвод стальной D 100; 108x4	167.7	0.168	CAO
Отвод стальной D 150; 159x4.5	77.4	0.089	CAO

СТРАНИЦА 1 ИЗ 2 ЧИСЛО СЛОВ: 363 РУССКИЙ

# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

PAO Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение 3D | ^ Неосинтез Объекты | Поиск Импорт v Пользователь Выйти

Объемы PAO

V (м³)  m (т)  Контейнеры

Морфология	Категория			
	Очень низкоактивные отходы	Низкоактивные отходы (НАО)	Среднеактивные отходы (САО)	Высокоактивные отходы (ВАО)
Металл	0,27 м³/0,485 т	1,72 м³/4,445 т	8,72 м³/12,918 т	–
Кабель	0,59 м³/3,222 т	–	–	–
Неметалл	–	0,05 м³/0,057 т	–	–
Итого	0,86 м³/3,707 т	1,77 м³/4,502 т	8,72 м³/12,918 т	–

Ссылки:  
[Контейнеры](#) [Способ сортировки](#)  
[Мероприятия](#) [Отчеты](#)

Обращение с PAO

Контейнеры:

Тип	Назначен	Показ	Действ.

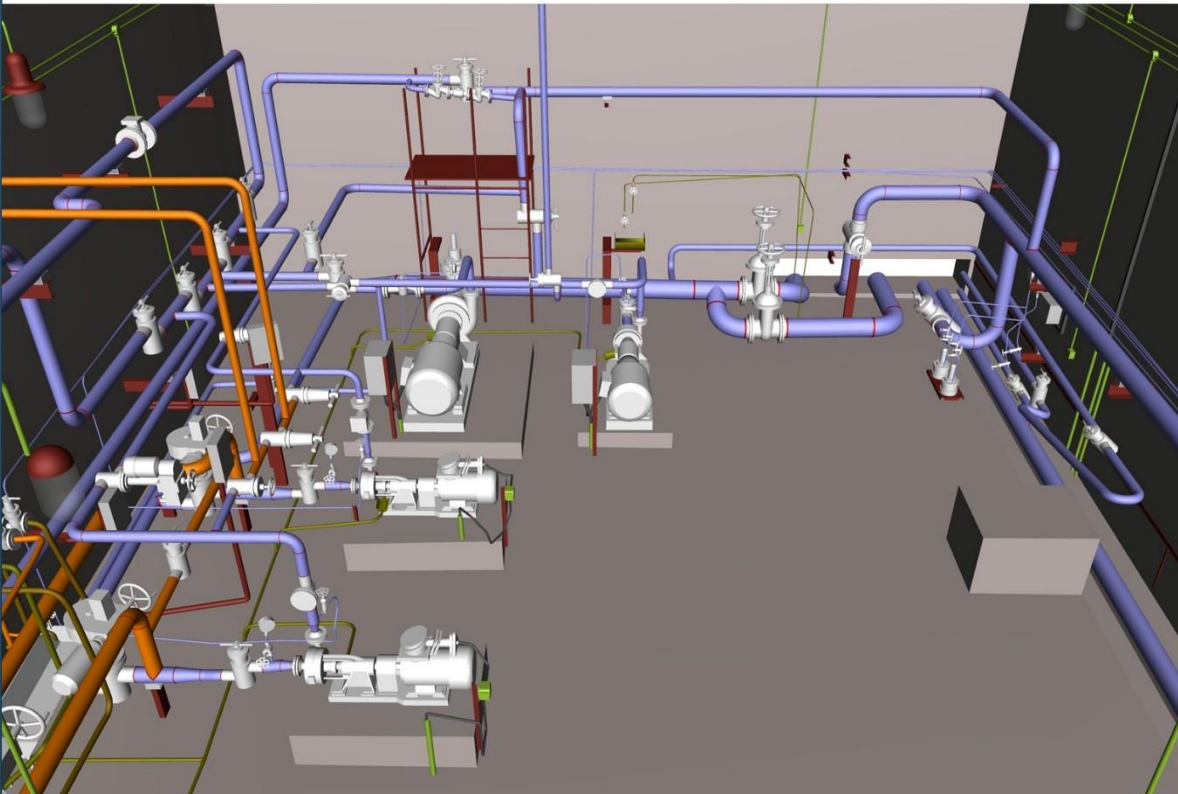
Способы сортировки/переработки: 3D ...

Способ	Назначен	Показ	Действ.

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002

Выберите модель  
 Типовой энергоблок АЭС ВВЭР-440

Показать все  Скрыть остальные  Оттенить остальные  Построить сечения




# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

PAO Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение ▾ Обучение 3D | ^ Неосинтез Объекты | ▾ Поиск Импорт ▾ Пользователь Выйти

Объемы PAO Обращение с PAO >> x

V (м³)  m (т)  Контейнеры

Контейнеры: +

Морфология  
Металл  
Кабель  
Неметалл  
Итого

Ссылки:  
[Контейнеры](#)  
[Мероприятия](#)

**Контейнеры** x

Контейнеры ▾

- EURO PALLET

Характеристики:

PAO Внешние габариты Расчёты Прочее

Объем PAO: 0,65 м³  
Полезная нагрузка: 1000 кг  
Габариты PAO: 1200 x 800 x 920 мм


Назначение:  
Предназначен для первичной упаковки PAO всех категорий

Для первичной упаковки


Описание:  
Подходит под все типы PAO

Документы:  
Описание EURO PALLET .pdf


3D модели



с крышкой



открыт



крышка

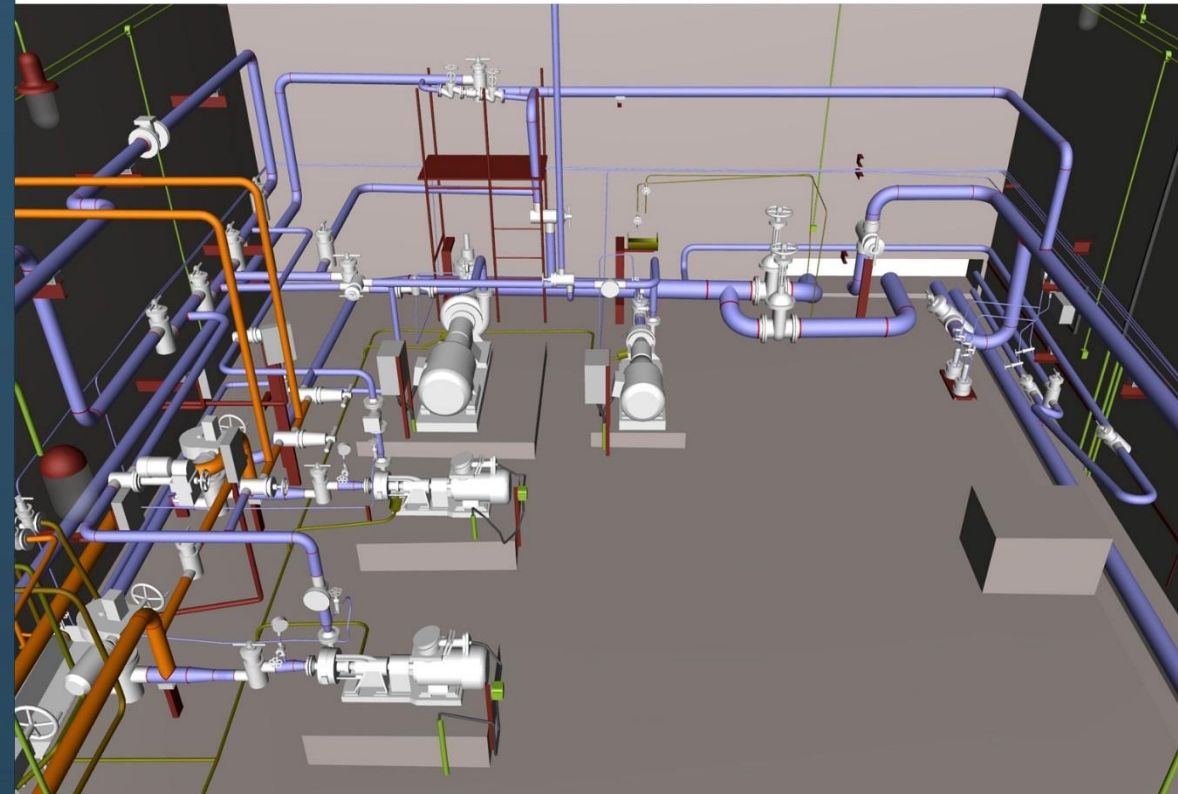
OK

Имя/переработки: 3D ...

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002

Выберите модель  
Типовой энергоблок АЭС ВВЭР-440

Показать все  Скрыть остальные  Оттенить остальные  Построить сечения






# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

PAO Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение 3D | Неосинтез Объекты Поиск Импорт Пользователь Выйти

Объёмы PAO

V (м³)  т  Контейнеры

Морфология	Категория			
	Очень низкоактивные отходы	Низкоактивные отходы (НАО)	Среднеактивные отходы (САО)	Высокоактивные отходы (ВАО)
Металл	0,27 м³/0,485 т	1,72 м³/4,445 т	8,72 м³/12,918 т	–
Кабель	0,59 м³/3,222 т	–	–	–
Неметалл	–	0,05 м³/0,057 т	–	–
Итого	0,86 м³/3,707 т	1,77 м³/4,502 т	8,72 м³/12,918 т	–

Ссылки:  
[Контейнеры](#) [Способ сортировки](#)  
[Мероприятия](#) [Отчеты](#)

Обращение с PAO

Контейнеры:

Тип	Назначен	Показ	Действ.
EURO PALLET	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	...

Способы сортировки/переработки: 3D

Способ	Назначен	Показ	Действ.
Компактир.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	...

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002

Выберите модель  
 Типовой энергоблок АЭС ВВЭР-440

Показать все  Скрыть остальные  Оттенить остальные  Построить сечения



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Decommissioning Design module

РАО Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение Обучение 3D | Неосинтез Объекты Поиск Импорт Пользователь Выйти

Контент

- ОИАЭ
- Здание:
- Помещение:
- Не задан

Папка для выгрузки:

Подпапка:  Авто

Отчеты по помещению

Оборудование, трубопроводы и элементы помещений

Технологическая карта

Технологическая карта

Мероприятия

По обращению с РАО

По радиационному мониторингу

По дозиметрии

По созданию барьеров безопасности

Финансовые отчеты

РАО

Объемы РАО

**Виды РАО, объемы, потребность в контейнерах**

Объемы РАО по категориям

Объемы РАО по морфологии

Работы по демонтажу

По задаче

Полный перечень

ИРМ типового энергоблока АЭС В

Выберите модель

Типовой энергоблок АЭС

Показать все Скрыть

Отчет 2.docx - Word

Наименование Масса, кг Объем, м³ Категория РАО Общая масса в КОНТ., % Общий объем в КОНТ., % Кол-во КОНТ., шт./ Степень заполнения, %

Наименование	Масса, кг	Объем, м³	Категория РАО	Общая масса в КОНТ., %	Общий объем в КОНТ., %	Кол-во КОНТ., шт./ Степень заполнения, %
Резервуар бора 1БРБ	2,110.0	2.150	CAO	1,434	1,374	14/100
Резервуар бора 2БРБ	2,110.0	2.150	CAO			1/34
Насос чистого конденсата 1ПЧК	110.0	0.045	CAO			
Насос чистого конденсата 2ПЧК	110.0	0.045	CAO			
Насос чистого конденсата 3ПЧК	480.0	0.213	CAO			
Насос чистого конденсата 4ПЧК	210.0	0.113	CAO			
Насос чистого раствора бора 1ПЧРБ	420.0	0.207	CAO			
Насос чистого раствора бора 2ПЧРБ	420.0	0.207	CAO			
Труба стальная D 8; 12x2	65.2	0.015	CAO			
Труба стальная D 10; 12x2	2.3	0.001	CAO			
Труба стальная D 15; 18x1.5	6.0	0.002	CAO			
Труба стальная D 20; 25x2.5	97.4	0.031	CAO			
Труба стальная D 25; 30x2.5	3.3	0.001	CAO			
Труба стальная D 32; 38x3	487.2	0.202	CAO			
Труба стальная D 50; 57x3.5	473.5	0.261	CAO			
Труба стальная D 70; 76x3	197.7	0.126	CAO			
Труба стальная D 80; 89x4.5	296.4	0.196	CAO			
Труба стальная D 100; 108x4	2,231.7	1.285	CAO			
Труба стальная D 150; 159x4.5	755.3	0.652	CAO			
Труба стальная D 200; 219x9.5	377.6	0.232	CAO			
Отвод стальной D 32; 38x3	0.1	0.003	CAO			
Отвод стальной D 50; 57x3.5	10.4	0.017	CAO			
Отвод стальной D 70; 76x3	3.4	0.006	CAO			
Отвод стальной D 80; 89x4.5	12.8	0.014	CAO			

СТРАНИЦА 1 ИЗ 2 ЧИСЛО СЛОВ: 468 РУССКИЙ 100%



# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Planning the duration of activities

РАО Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение Обучение 3D Неосинтез Объекты Поиск Импорт Пользователь Выйти

Помещение: ВК002 Количество отображаемых строк Свернуть/развернуть Панели

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус Т-8 очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.000 - ВК002

Выберите модель  
Типовой энергоблок АЭС ВВЭР-440

Показать все  Скрыть остальные  Отменить остальные  Построить сечения

Задача / Операция	Посл.	Расч.	Параметры расчёта	Запас ар. (% , Ч:ММ)	Мет. рек.	Округл.	Время (Ч:ММ)	Кол-во чел.
Демонтажные работы в помещении ВК002							147:00	6
I Подготовительные работы							6:00	2
II Демонтаж насоса 1ПЧРБ с электрическим мотором				0:10		10мм (к >)	4:00	2
1 Убедиться в отсутствии электрического питания оборудования, отключить при наличии такового.							0:05	2
2 Отключить или обрезать обесточенные провода внешнего электрического питания в соответствии с ТР-05.							0:10	2
3 Провести отсоединение подводящих и отводящих трубопроводов в соответствии с технологическим процессом ТП-04 ударным гайковертом или ручным инструментом (сабельной пилой, болгаркой) в случае, если соединение не может быть разобрано из-за коррозии.			2 фланцевых соединения				1:00	2
4 Отрезать рабочую часть насоса от электрического мотора путём реза соединительного вала сабельной пилой.			Введено пользователем				0:15	2
5 Разобрать крепления оборудования к установочным конструкциям или фундаментам. Разборка резьбовых соединений выполняется вручную с применением ударного гайковерта или гаечных ключей. При разборке резьбовых соединений, которые не могут быть разобраны в результате коррозии, допускается применение ручной угловой шлифовальной машины.							0:20	2
6 Перевести электрический мотор на гидравлической тележке в зону сортировки и упаковки РАО, замерять характеристики, разместить мини-краном в соответствующем контейнере.			Введено пользователем				1:00	2
7 Перевести рабочую часть насоса на гидравлической тележке в зону сортировки и упаковки РАО, замерять характеристики, разместить мини-краном в соответствующем контейнере.			Введено пользователем				1:00	2
III Демонтаж насоса 2ПЧРБ с электрическим мотором							4:00	2
IV Демонтаж насоса 1 ПЧК с электрическим мотором							4:00	2

Банк данных технологических процессов и операций

Диаграмма Ганта  
Визуализация задач/операций (настройки)  
Привлекаемые сотрудники  
Коллективные дозы  
Оборудование и материалы







# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Personnel training



РАО Мероприятия Демонтажные работы Отчёты Технологическое обеспечение ▾ Обучение 3D | ^ Неосинтез \* Объекты ▾ Поиск Импорт ▾ Пользователь Выйти

> Контент

○ Здание  ...

● Помещение  ...

Воспроизведение сценария  
Демонтажные работы в помещении ВК002

⏪ ⏸ ⏩

- I Подготовительные работы ▾
- II Демонтаж насоса 1ПЧРБ с электрическим мотором ▾
- III Демонтаж насоса 2ПЧРБ с электрическим мотором ▾
- IV Демонтаж насоса 1ПЧК с электрическим мотором ▾

- 1 Убедиться в отсутствии электрического питания оборудования, отключить при наличии такового. Отрезать кабели питания кабелерезом.
- 2 Провести отсоединение трубопроводов в соответствии с технологическим процессом ТП-84 при помощи ударного гайковёрта или ручного электрического инструмента (сабельной пилы, угловой шлифовальной машинки) в случае, если соединение не может быть разобрано из-за коррозии.
- 3 Отрезать рабочую часть насоса от электрического мотора путём реза соединительного вала сабельной пилой.
- 4 Отсоединить оборудование от фундамента. Разборка резьбовых соединений выполняется вручную с применением ударного гайковёрта или ручной угловой шлифовальной машины.
- 5 **Поднять электромотор при помощи демонтажного мини-крана.**
- 6 Перевести электрический мотор на гидравлической тележке в зону сортировки и упаковки РАО, замерить характеристики, разместить мини-краном в соответствующем контейнере.
- 7 Поднять рабочую часть насоса при помощи демонтажного мини-крана.
- 8 Перевести рабочую часть насоса на гидравлической тележке в зону сортировки и упаковки РАО, замерить характеристики, разместить мини-краном в соответствующем контейнере.

- V Демонтаж насоса 2ПЧК с электрическим мотором ▾
- VI Демонтаж насоса 3ПЧК с электрическим мотором ▾
- VII - XV ...

ИРМ типового энергоблока АЭС ВВЭР-440 - Спецкорпус 1-й очереди - Топологическая иерархия - Отметка -2.600 - ВК002

Выберите модель

Показать все  Скрыть остальные  Оттенить остальные  Построить сечения





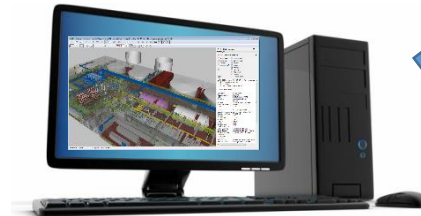
# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Knowledge Management module



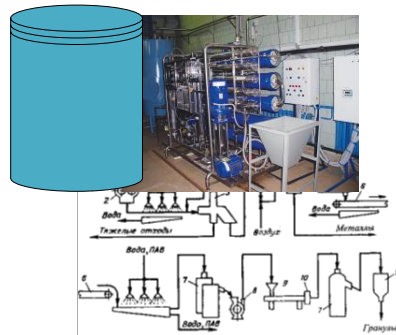
Standardized database of dismantling technologies



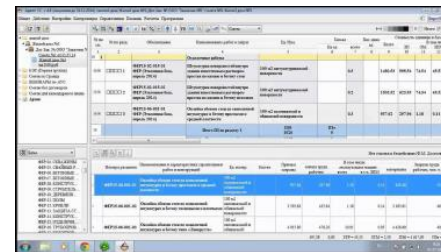
Standardized database of decontamination technologies



Decommissioning Design software



Database of RAW processing chains



Cost Estimates system



Database RAW container types





# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Personnel training module

предоставляет возможность:

Familiarize personnel with facility structure in a virtual reality (VR)



- Facility composition by elements,
- Sources of ionizing radiation
- Operational documentation

Visualize a workflow script in a virtual reality environment



- Visual workflow of equipment dismantling
- Mapping of dose rates in facility rooms

Create training programs for personnel



- Planning of learning scenarios for future tasks
- Storage of data of fire and radiation safety briefings

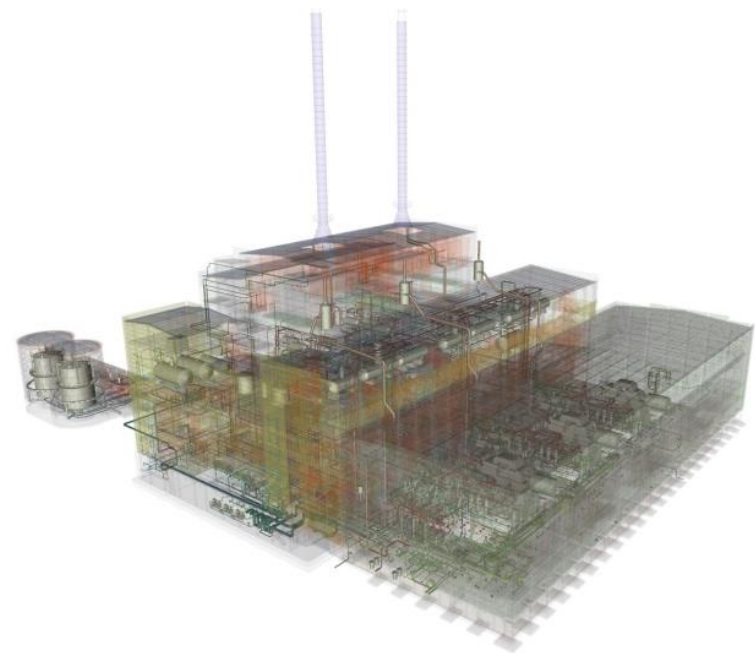
Perform knowledge assessment



- Development of assessment tests
- Analysis of testing results

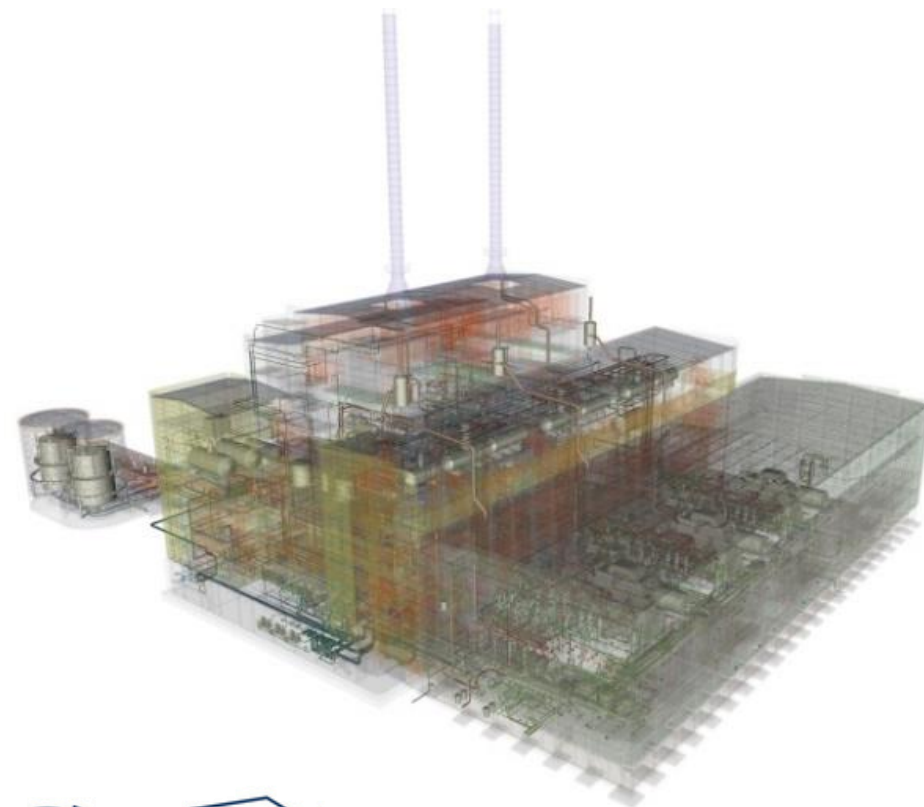


# Digital Decommissioning Software and Hardware Complex: Personnel training module

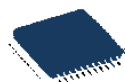








Robots



Miniaturization of hardware components



Neural networks



"Big data"

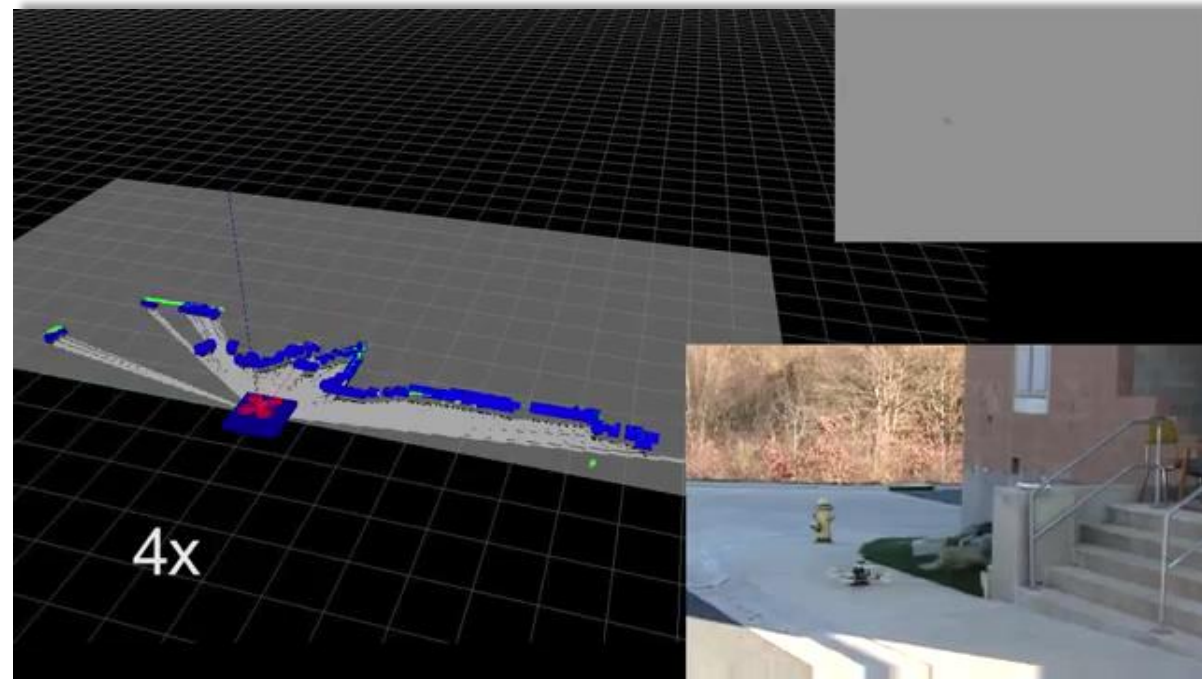


Digital models

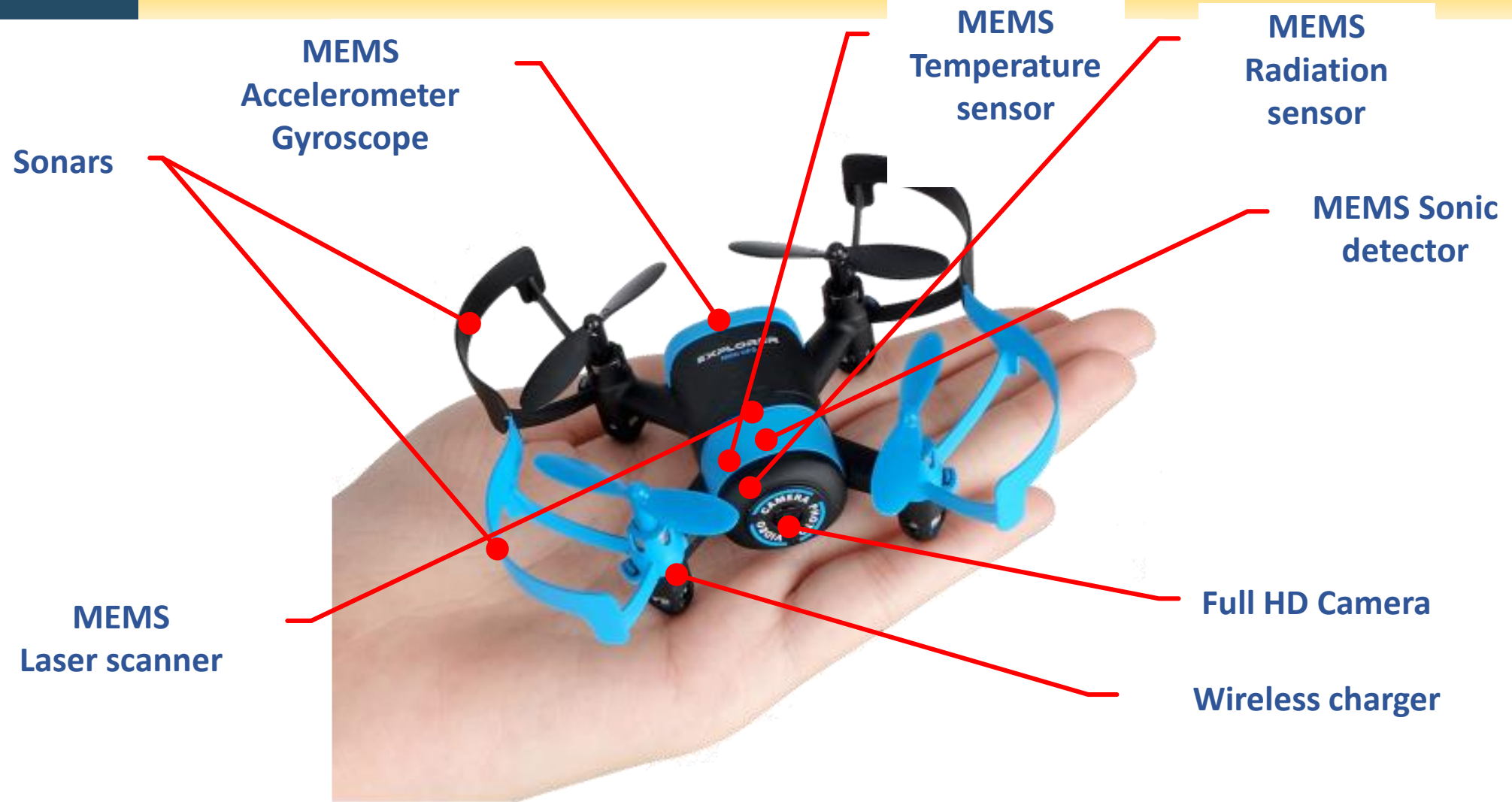




## SLAM - Simultaneous Localization and Mapping



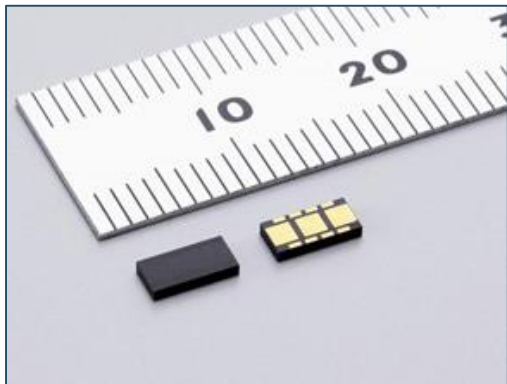
# Comprehensive Engineering and Radiation Survey



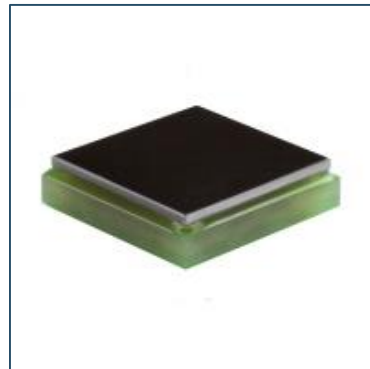




**Drone-quadcopter MINI**  
(Full HD camera)  
40 x 85 x 90 mm  
200 g



**MEMS accelerometer**  
5,2 x 2,5 x 0,8 mm



**Formation micro scanners**  
(or MEMS mirrors)  
Diameter 1-2 mm



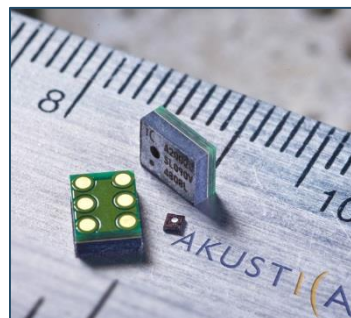
**Formation micro scanners**  
(or MEMS mirrors)  
Diameter 1-2 mm



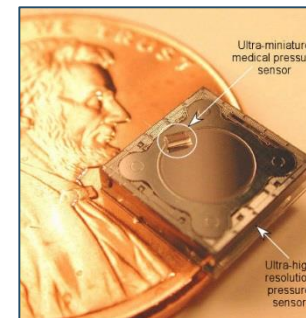
**MEMS sensor BME680**  
(air pressure, humidity, temperature and composition)  
Size 3 x 3 mm



FullHD video quality. 5MP photo.  
**Objective lens 7x7 mm**  
A set assembled (memory card, power supply, bus lines, etc.) – 40 g



The smallest **MEMS microphone**  
of **Akustica Company**  
(chip area – 1 mm)



**Pressure sensors** on the ground  
of one cent coin



## Detector features:

Type of detector: LaBr<sub>3</sub>(Ce), Xe (xenon)

Dimensions: 265x130x130 mm

Mass: up to 2 kg

## Energy response characteristics:

In the range of 15 to 60 keV  $\pm$  35 %

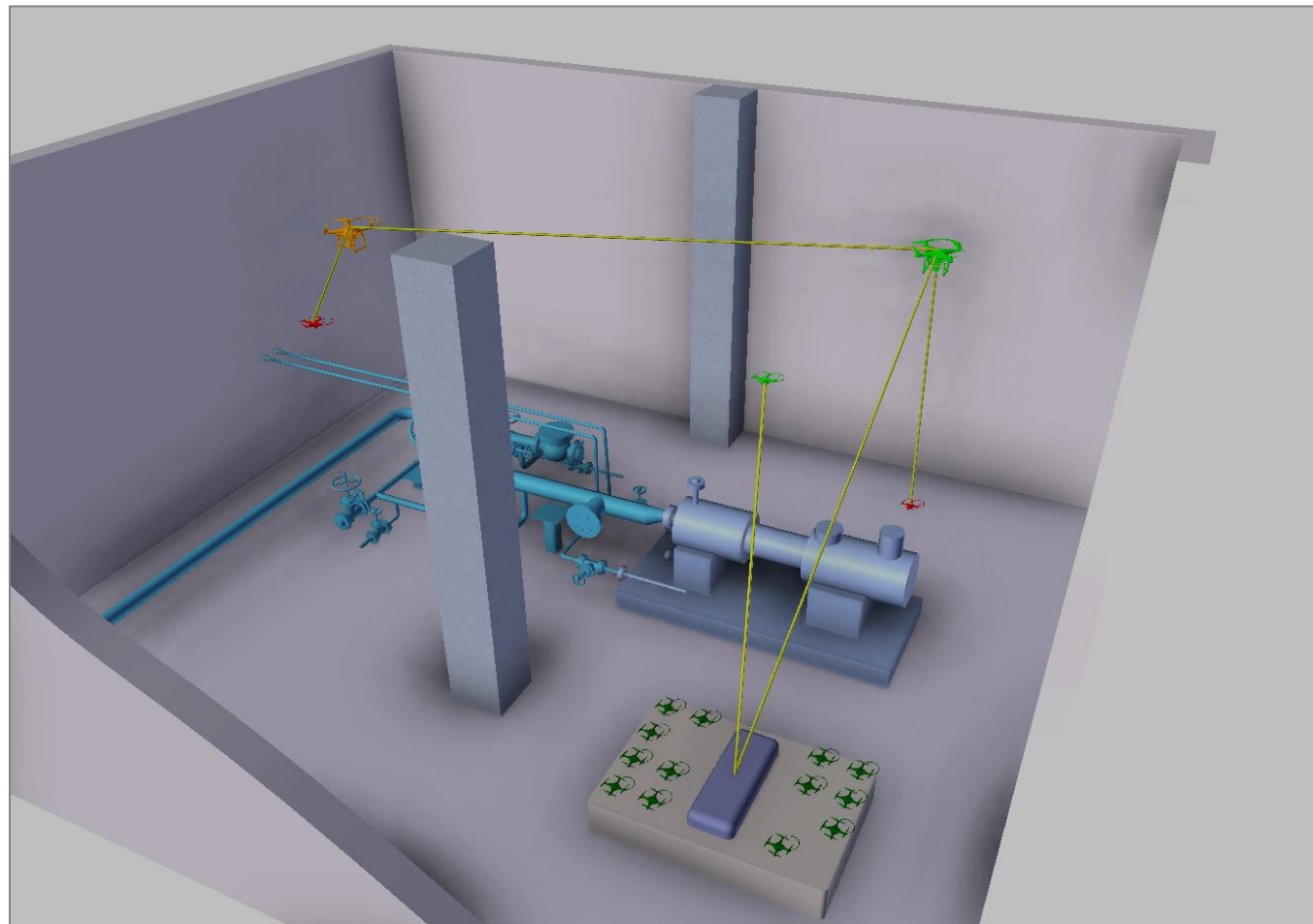
In the range of 60 keV to 3 MeV  $\pm$  20 %



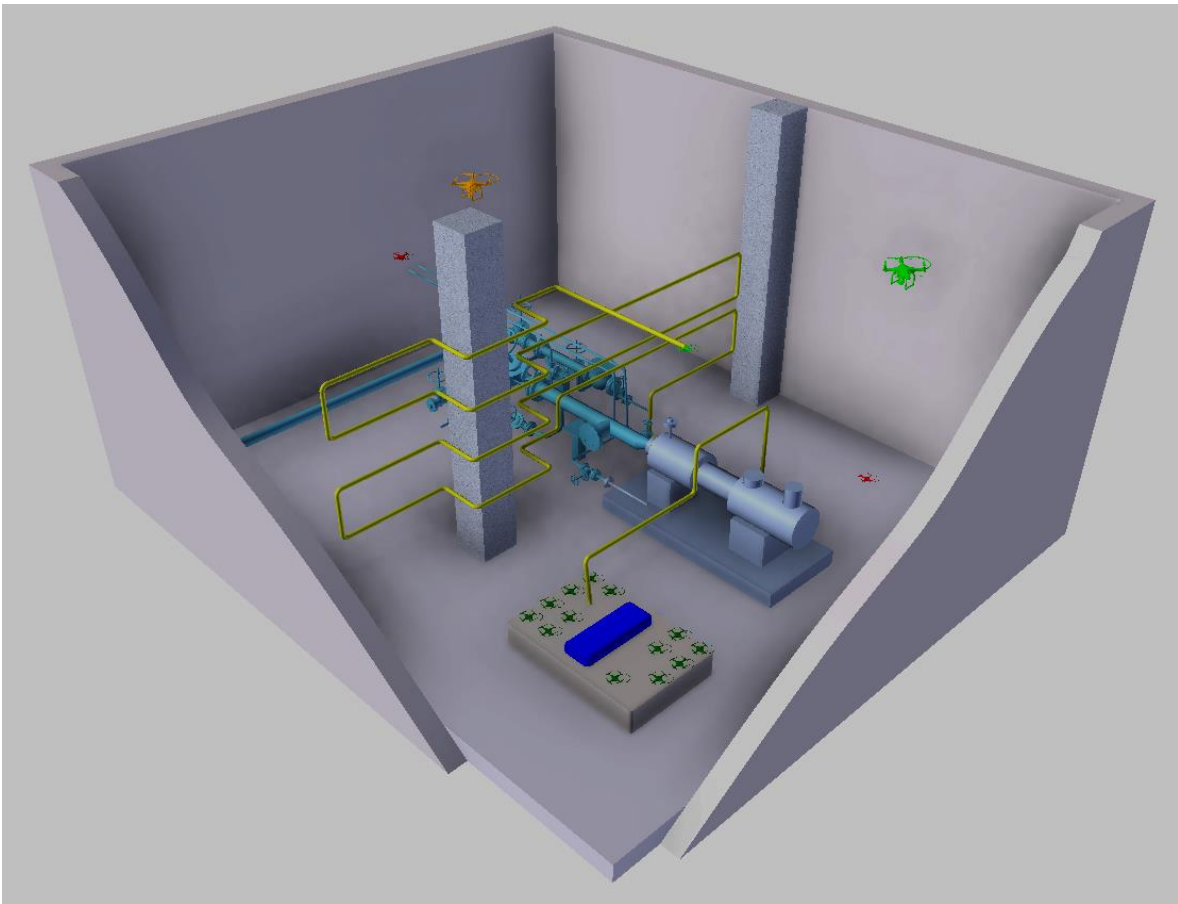




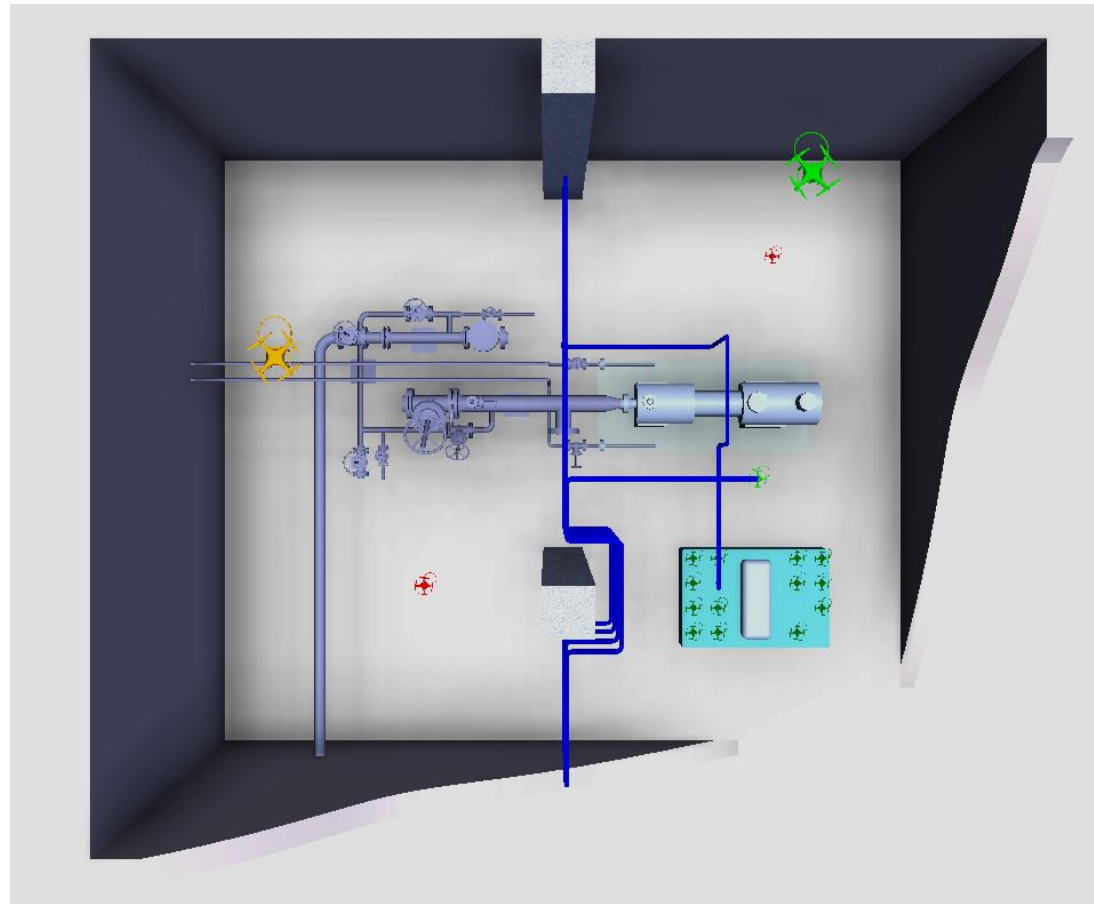
Mobile chains of markers of coordinates differential correction



## OBJECT AVOIDANCE



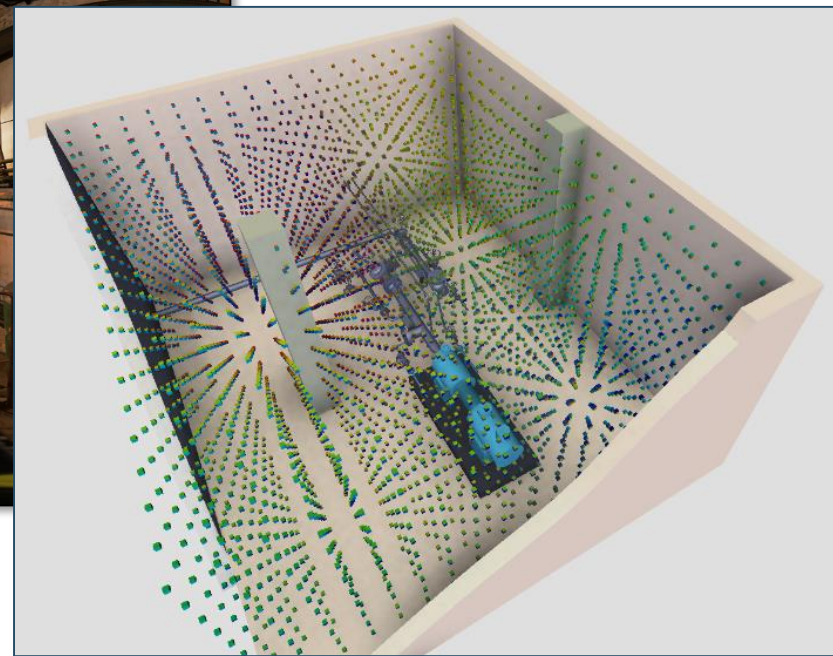
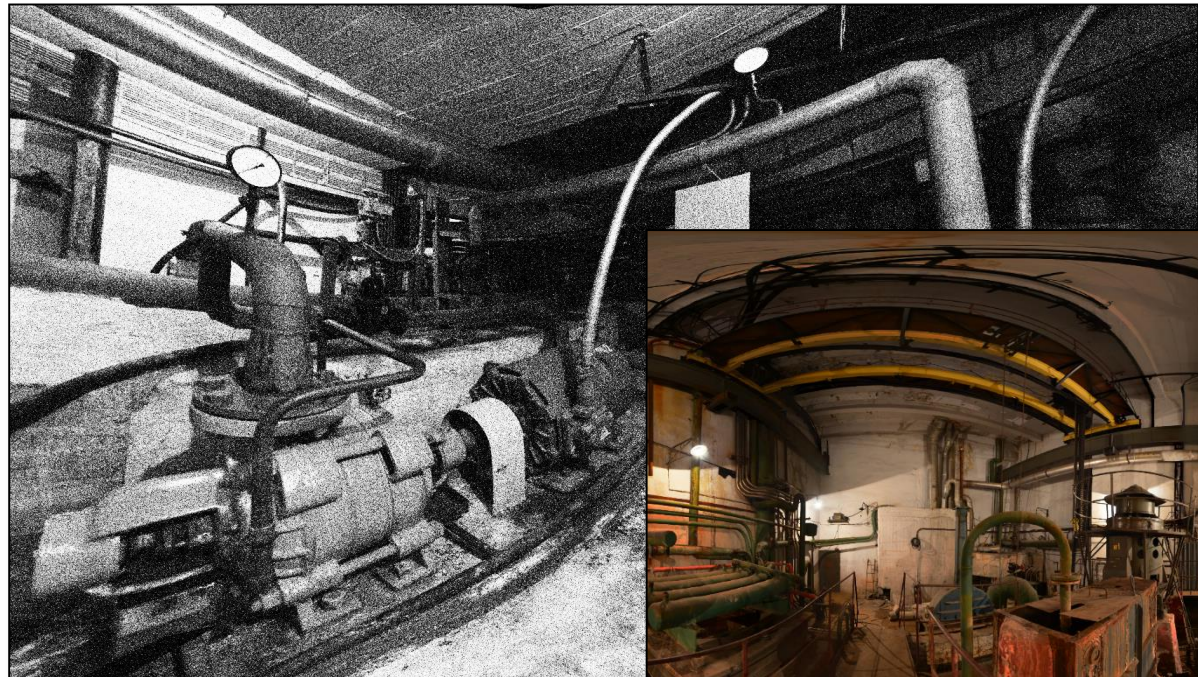
## DATA ACQUISITION



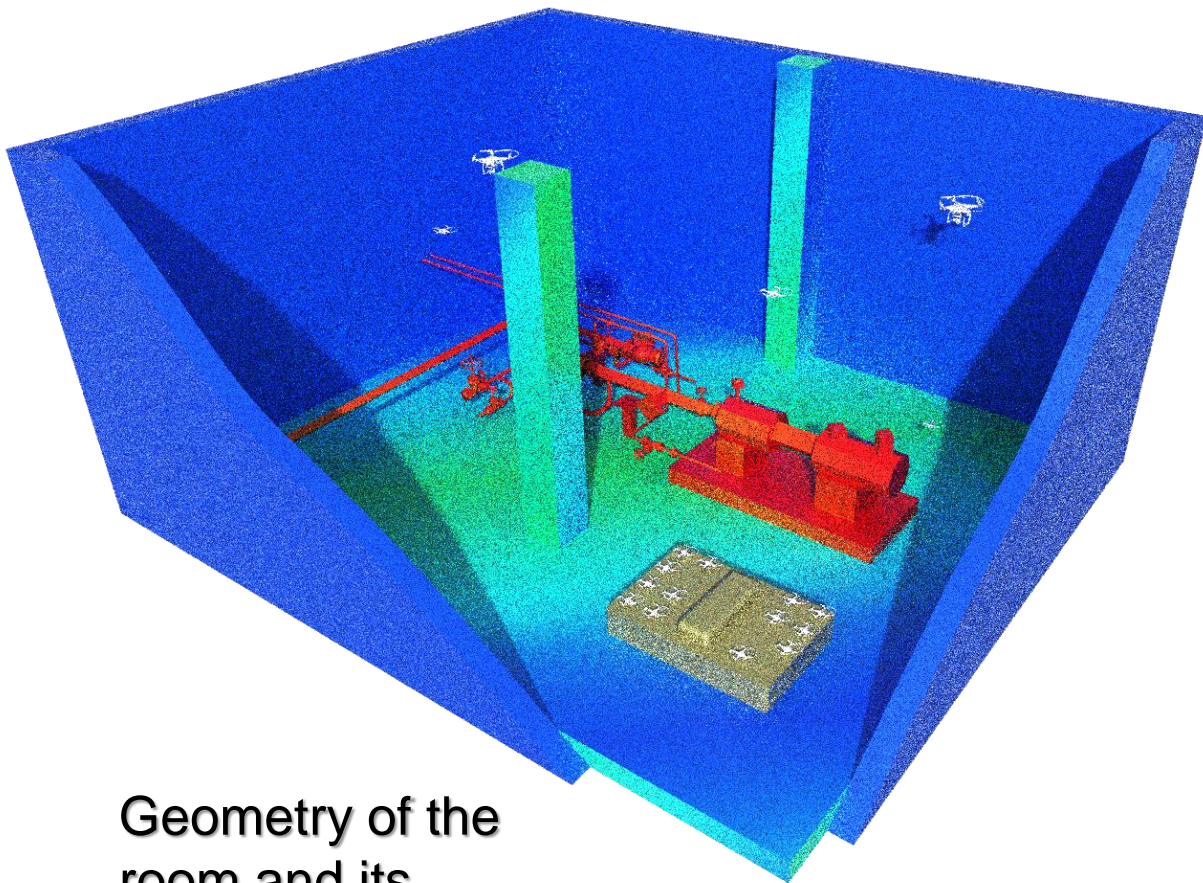
## SELF-RECHARGING



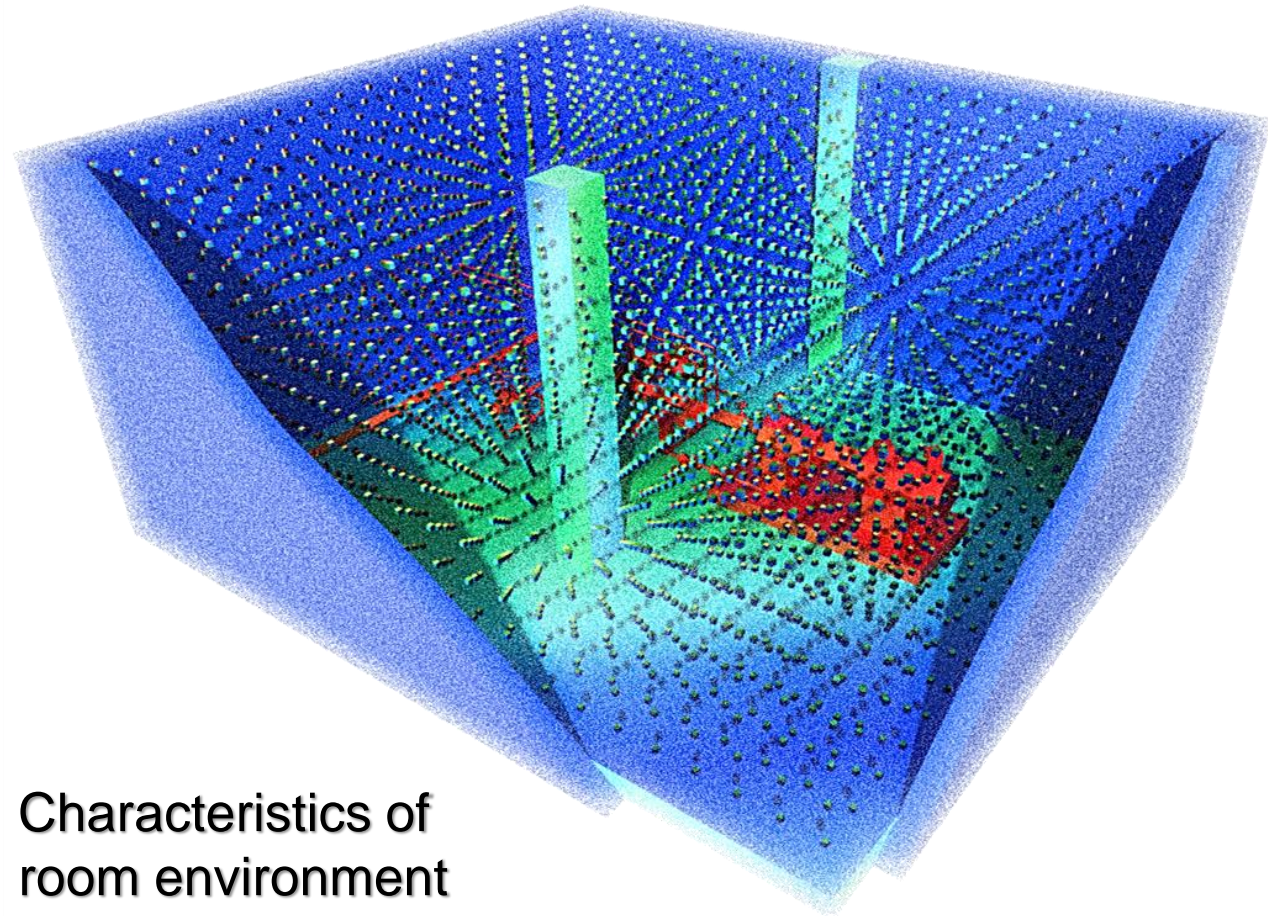








Geometry of the room and its elements

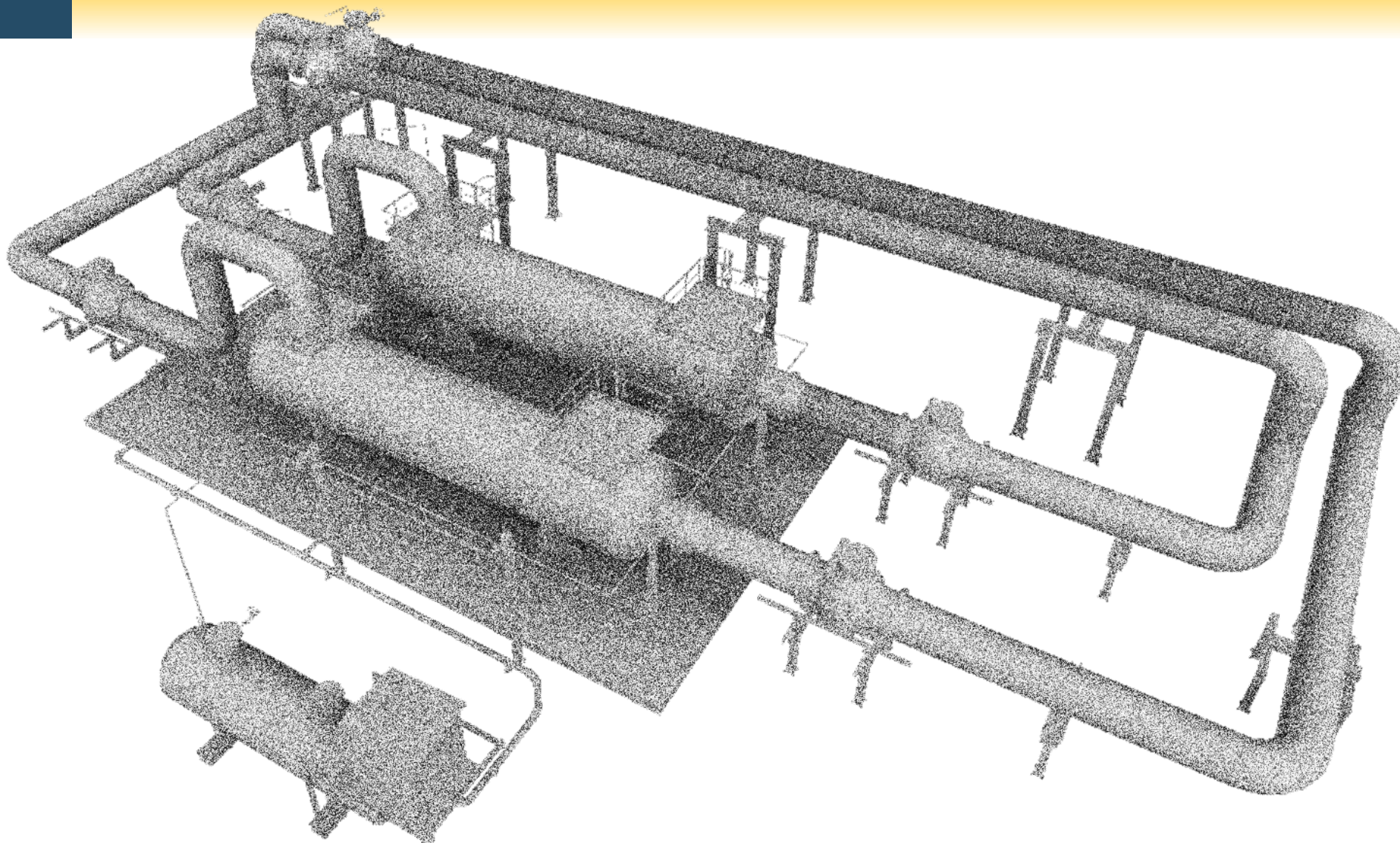


Characteristics of room environment and its elements



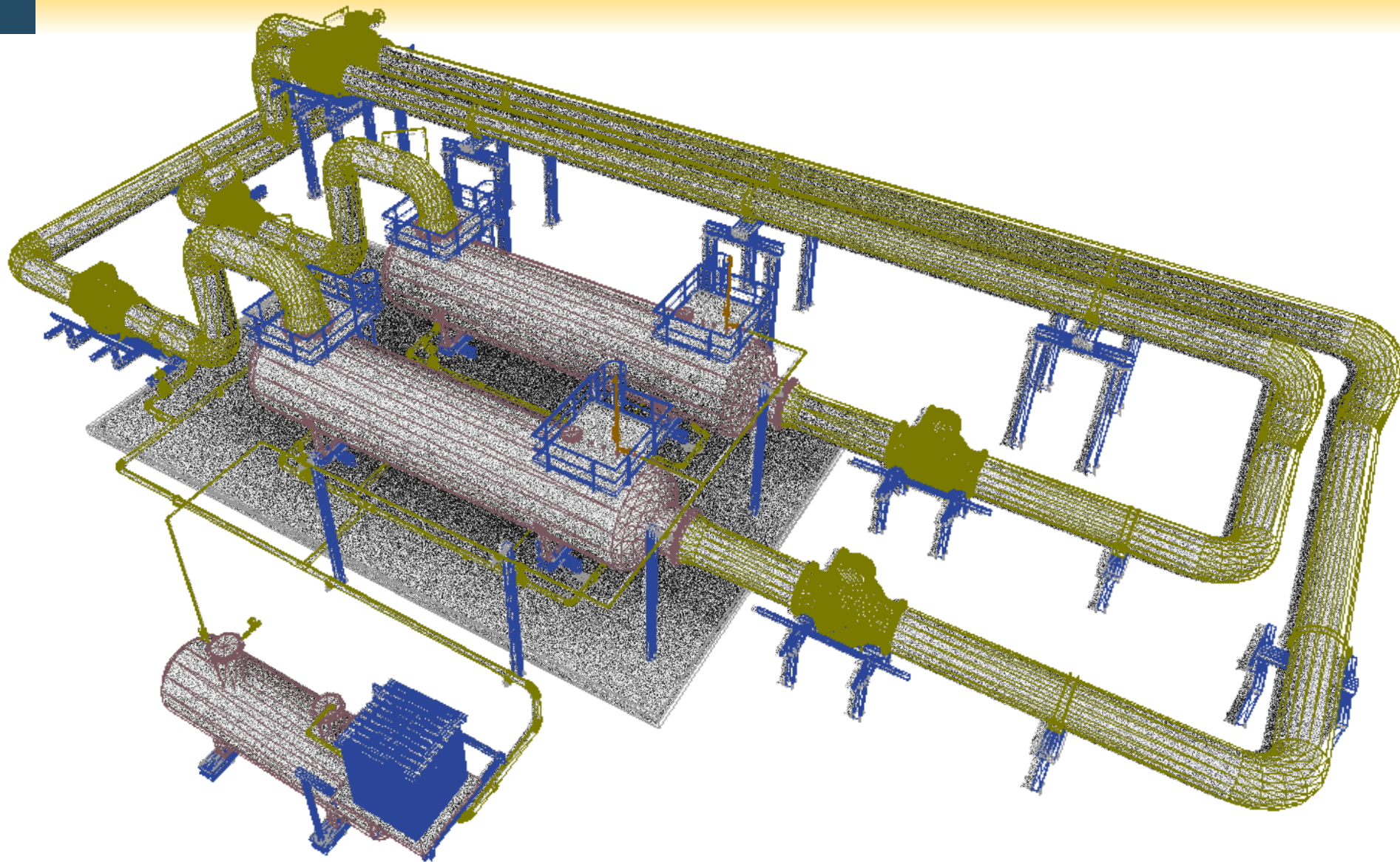


# Processing of CERS Results





# Processing of CERS Results



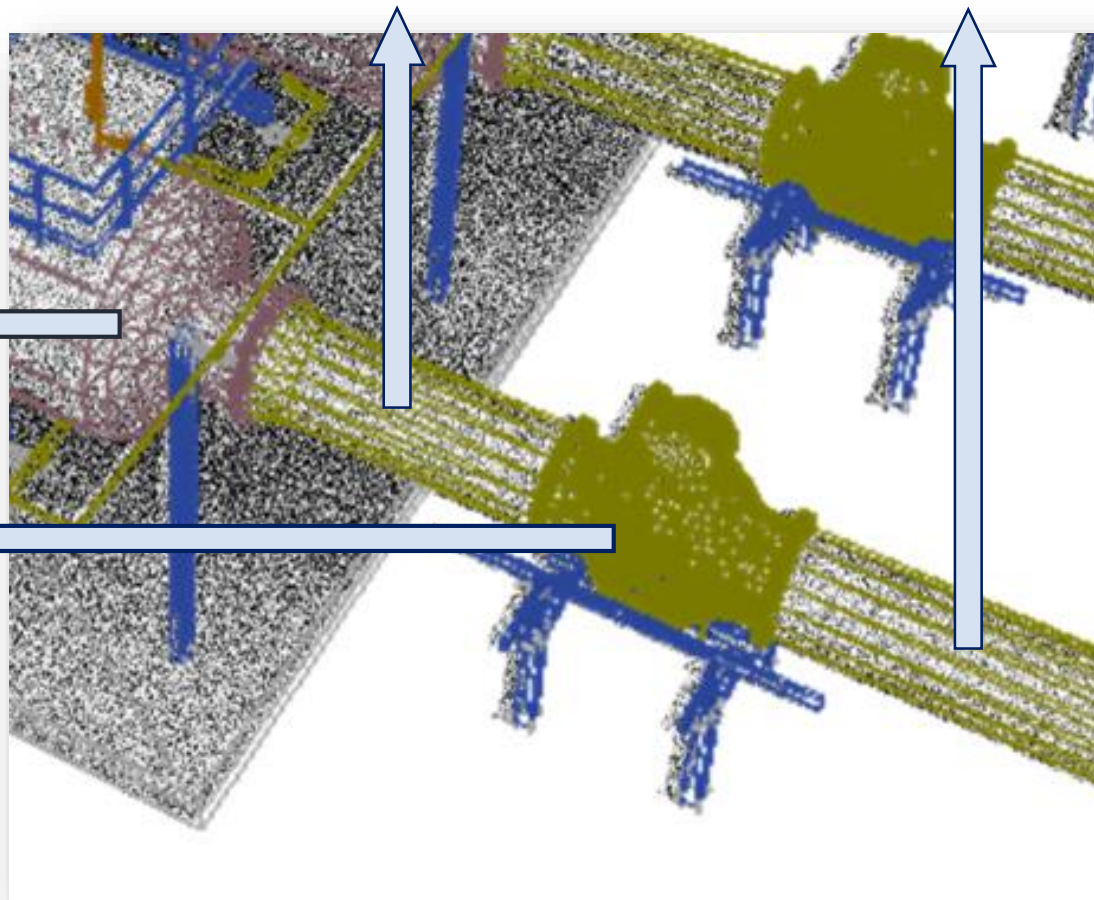


Surface temperature – 315 K (99%)  
 Pipeline (96%), Dn <1200 (99%), Wall thickness 12 (50%), Color: hex #ffff00 → yellow (70%), medium → natural gas (64%), roughness → Ra12.5 (98%), insulation – not available (97%), length – 3286 mm

Surface temperature – 294 K (99%), length – 8280 mm,  
 Pipeline (94%), Dn <1200 (99%), Wall thickness 12 (50%), Color: hex #ffff19 → yellow (43%), medium → natural gas (30%), roughness → Ra 12.5 (87%), insulation – not available (92%)

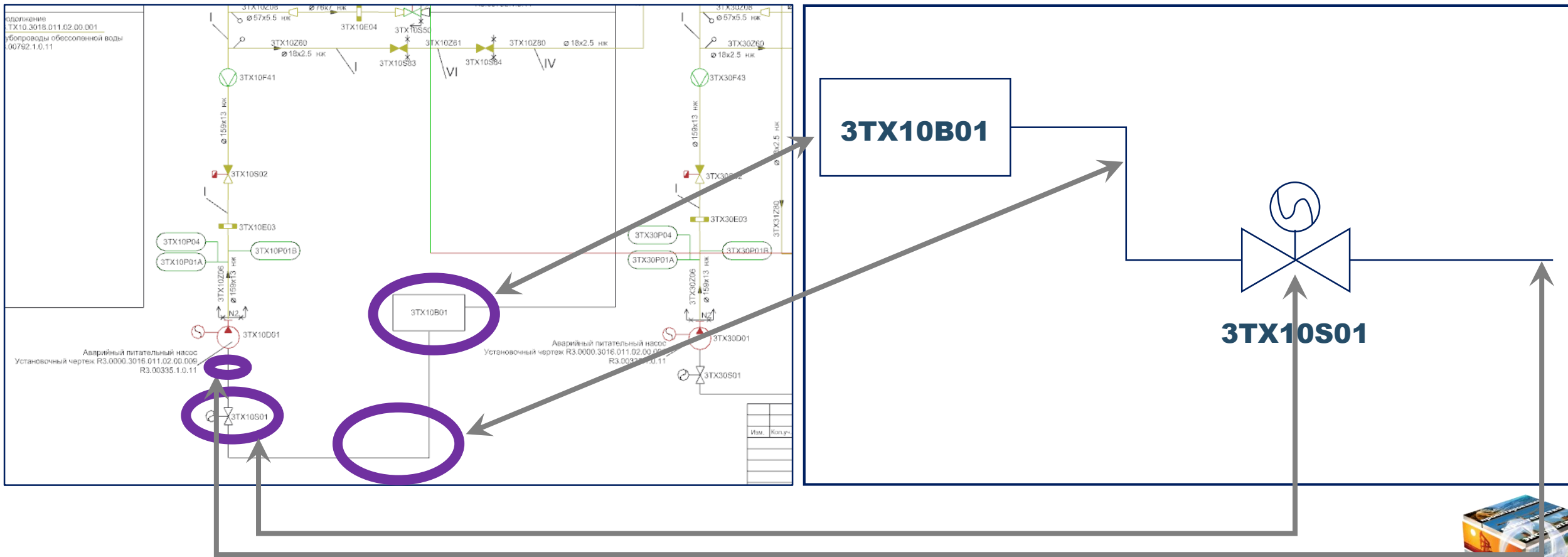
Capacity (42%),  
 Surface temperature – 325 K (99%),  
 length: 13.70 m,  
 diameter: 3.24 m  
 Volume: <100 m<sup>3</sup> (86%)

Equipment (10%) \ 3PA (35%)  
 Color: hex #e5e500 → yellow (50%),  
 medium → natural gas (40%), length: 3.01 m,  
 width: 1.5 m,  
 height: 2.1 m

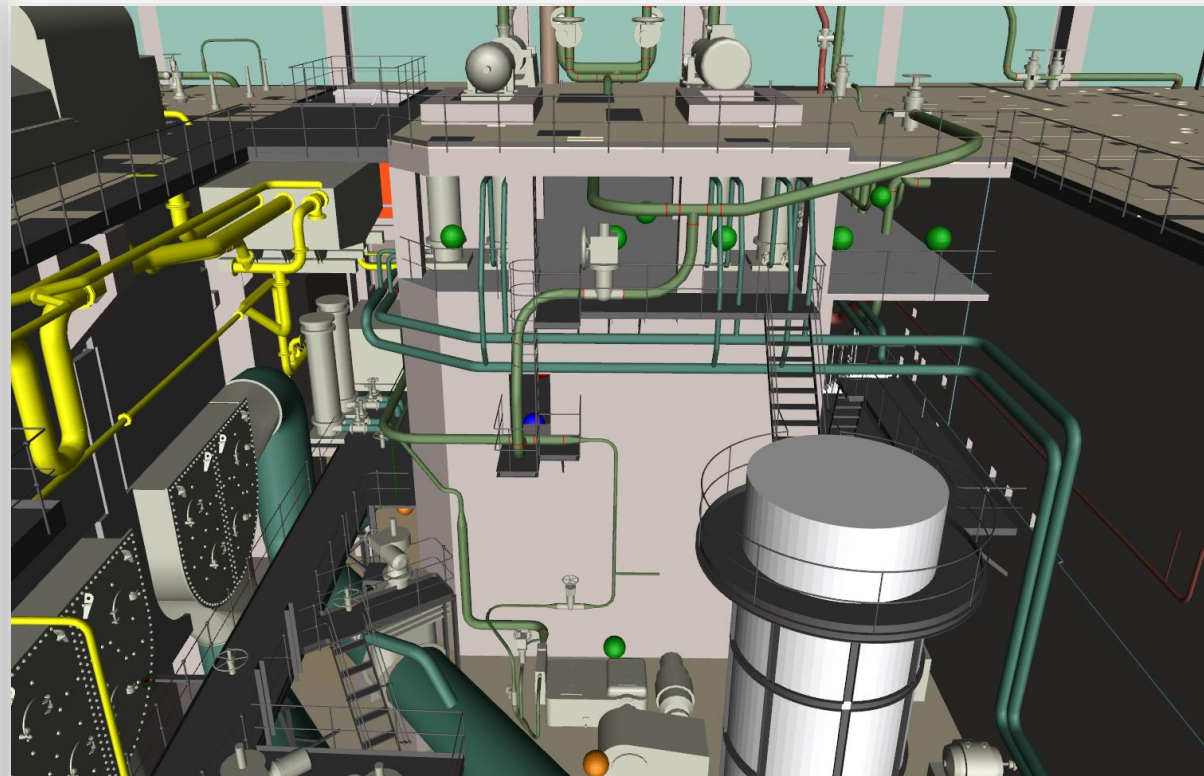
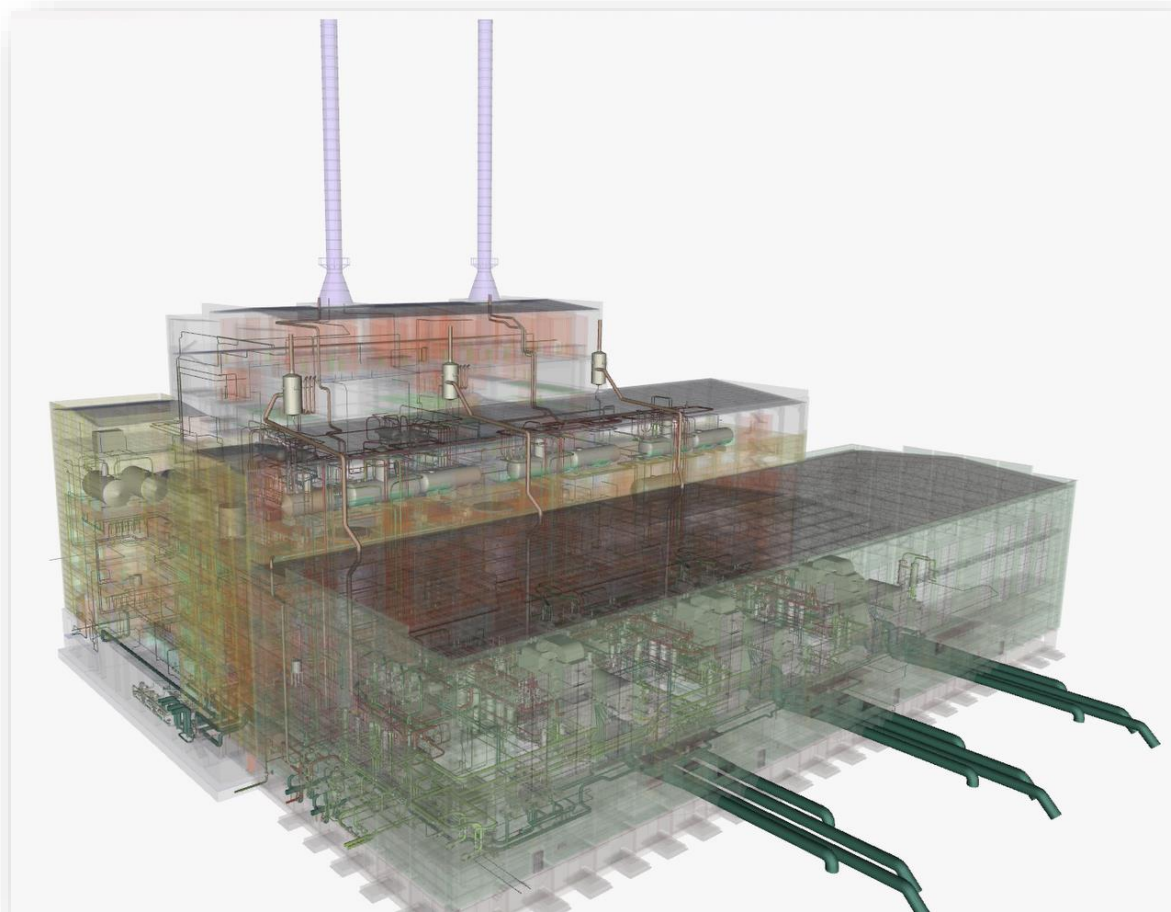


## Process Flowchart from the DED Archive

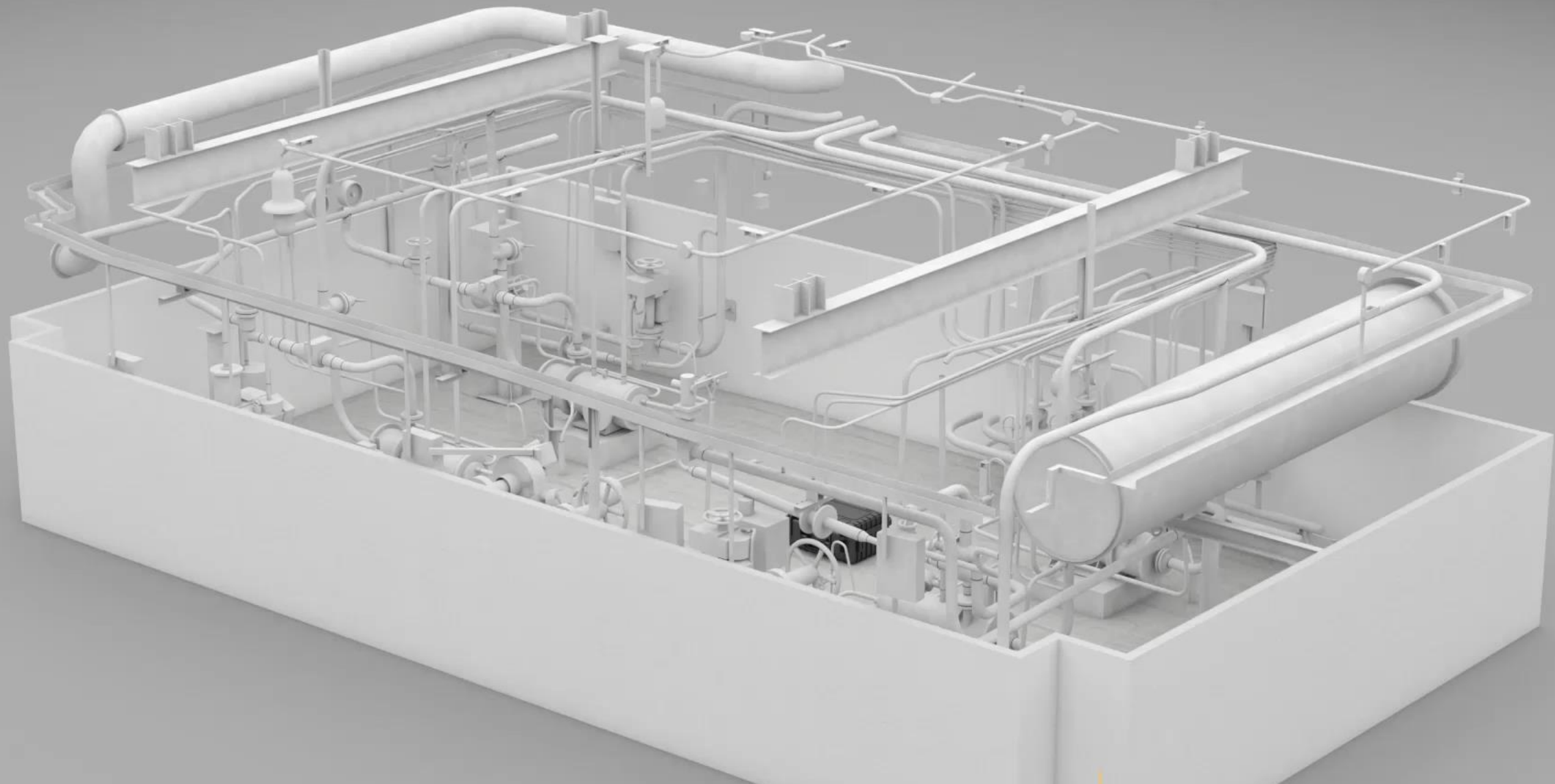
## Process Flowchart Recognized from Parameter Cloud



# Engineering and Radiation Model of Nuclear- and Radiation-Hazardous Facilities generated from CERS

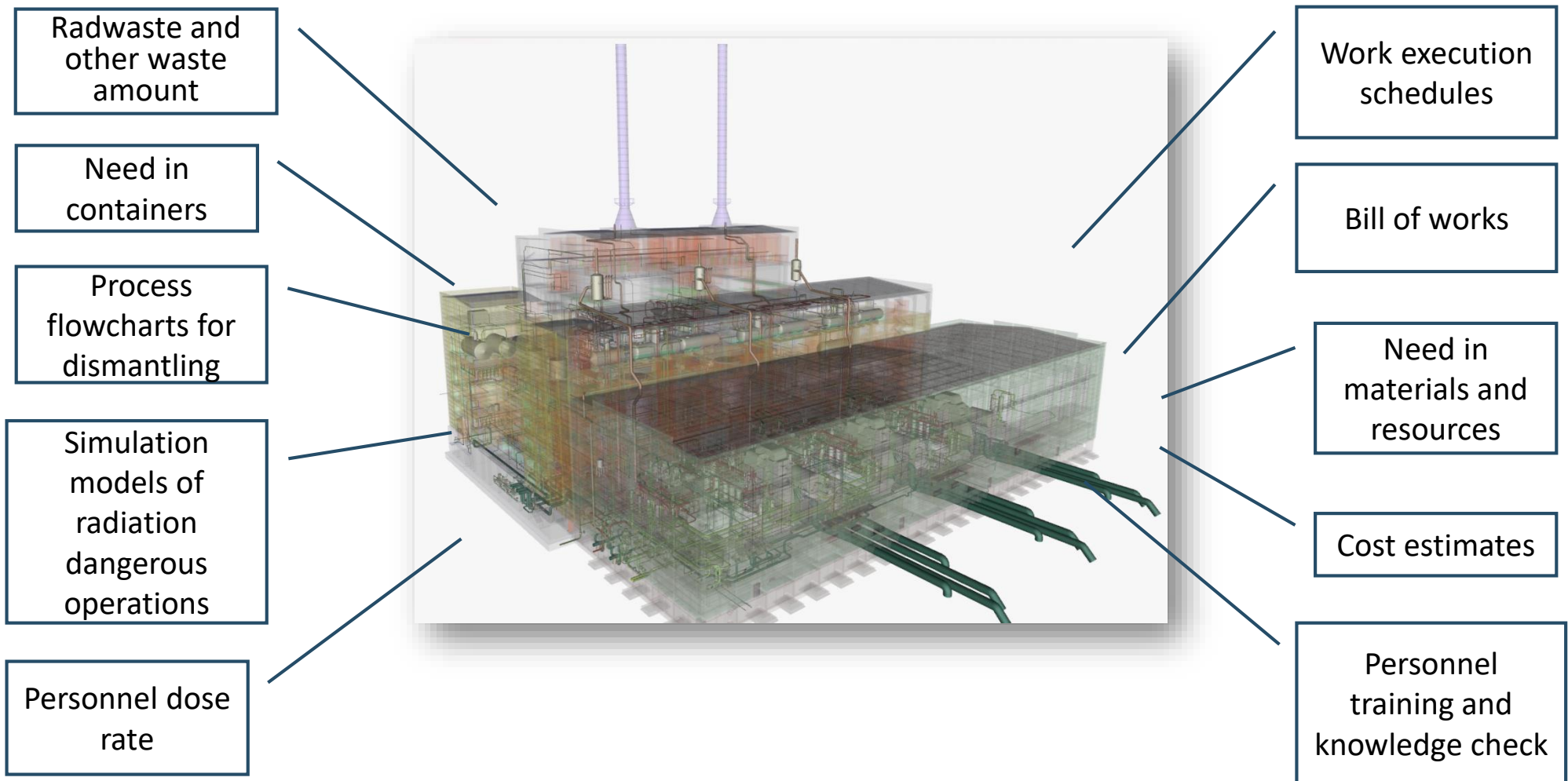






НЕСЛАХТ

# Engineering and Radiation Model of Nuclear- and Radiation-Hazardous Facilities generated from CERS and its Application





**THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!**