

# Решения компании AREVA по пост- фукусимским мероприятиям

Рольф Янке

Директор по стратегическому и техническому развитию / IBU-G

Москва, 4 июня 2012 г.

Международный форум АТОМЭКСПО-2012

“Атомная энергетика после Фукусимы глазами оператора

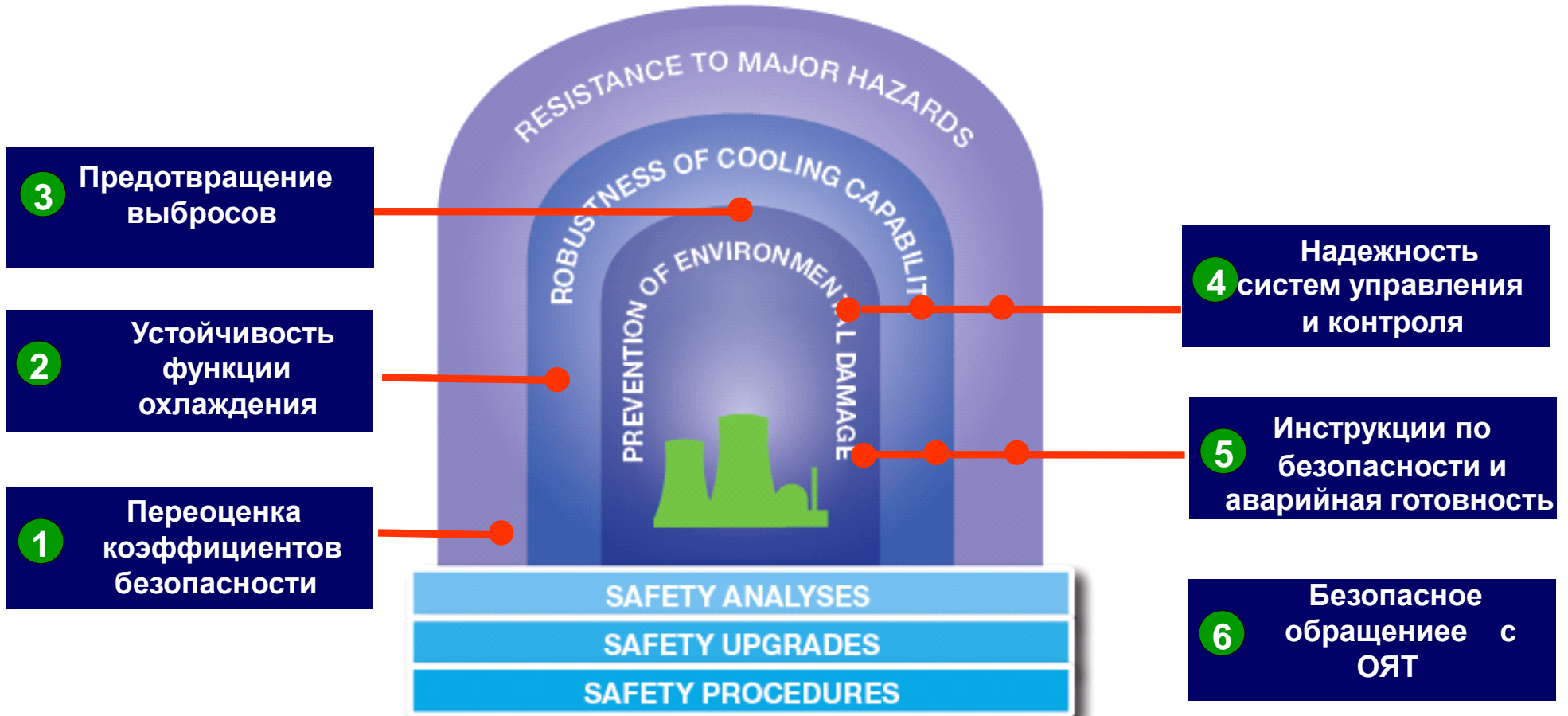


# Решения компании AREVA дают время исправить положение

- Оценка устойчивости АЭС внешним угрозам
- Полностью модернизированная система теплоудаления (объем: проектные аварии)
- Защищенные здания систем аварийного энергоснабжения
- Усиление концепции “Bleed & Feed” во втором контуре
- Новые подходы AREVA для строящихся АЭС
- Мобильные решения дальнейшей ликвидации рисков



# 6 главных тем безопасности



# Обесточение АЭС и полная потеря теплоотвода

## Надзорные тенденции

- ▶ Ужесточенные требования у работе систем аварийного энергоснабжения принимаются во всем мире, в т.ч.:
  - **Немецкий подход 7 дней/3 дня по поддержанию отвода остаточного тепловыделения и целостность барьера при “Полном обесточении” и “Полной потере теплоотвода”.**
  - ◆ **3-дневная автономная работа АЭС без посторонней поддержки и проведения противоаварийных мероприятий.**
  - ◆ **Функции безопасности должны поддерживаться до полного восстановления внешнего энергоснабжения, не менее 7 дней.**
    - **Поле 3 дней** возможно получение помощи от хорошо подготовленной и надежно доступной службы внешней поддержки.

# Устойчивость станции к запроектным авариям

## Специфические оценки АЭС

Какие функции нужны для предотвращения повреждения активной зоны, крупных или незапланированных выбросов?

Автономный период

Каковы объемы остаточного тепловыделения и сколько времени нужно поддерживать работу систем безопасности?

Устойчивость к колебаниям энергосистемы

Что практически неизбежно “ Запроектные аварии , внешние или внутренние события могут привести к потере теплоотвода и водоснабжения?  
(ошибка в классификации при рассмотрении уровня события)

Автономность АЭС

Какие требования должны предъявляться к противоаварийным мероприятиям для компенсации потери проектного теплоудаления?

Информационный вакуум

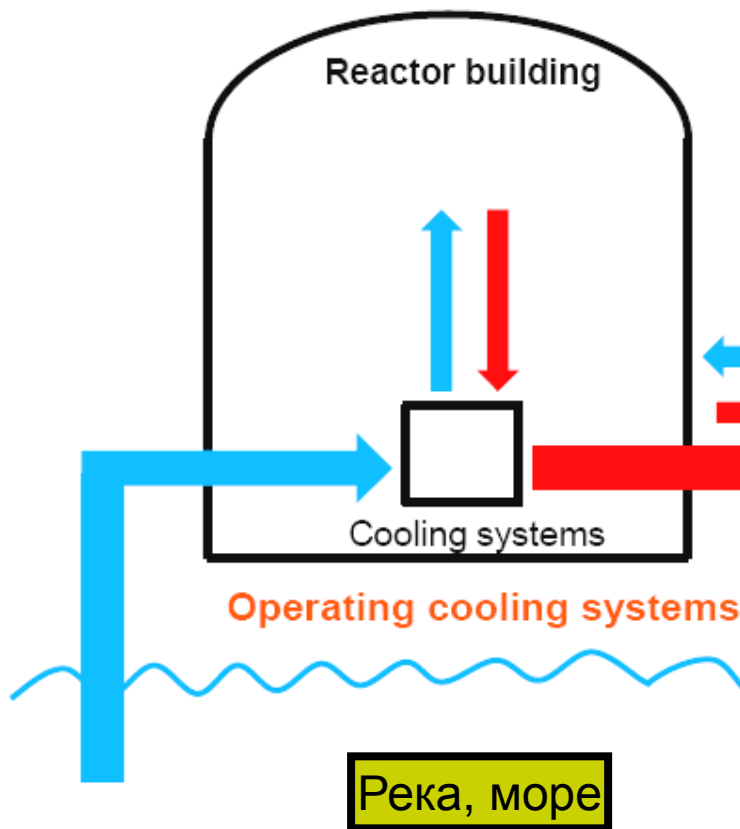
Оцениваемость

Подключаемость

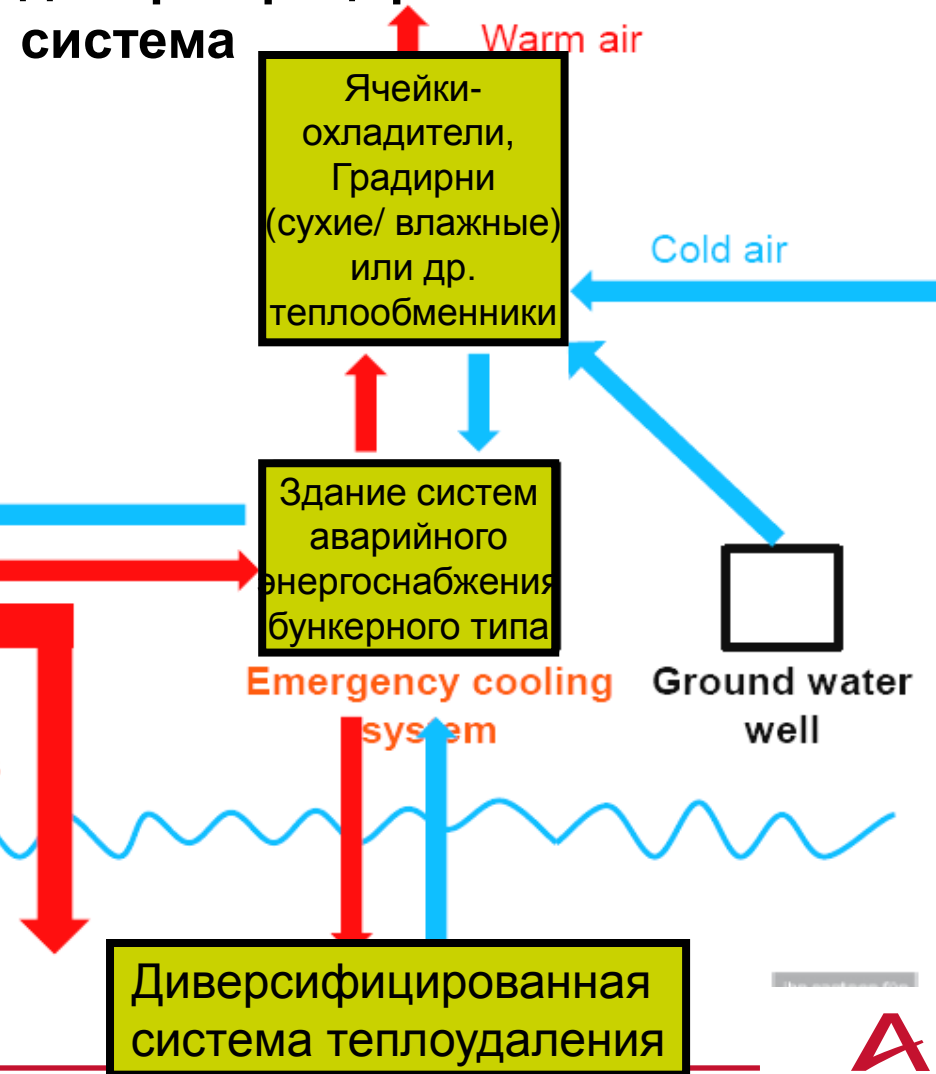
Сколько противоаварийных мероприятий может быть реализовано?  
Какой уровень надежность достигим?

# Альтернативная система остаточного теплоотвода интегрированная в системы охлаждения АЭС

## Существующая система



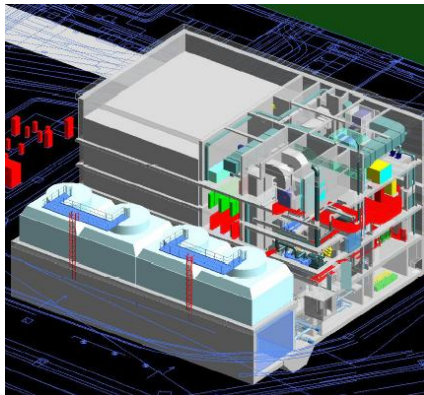
## Новая диверсифицированная система



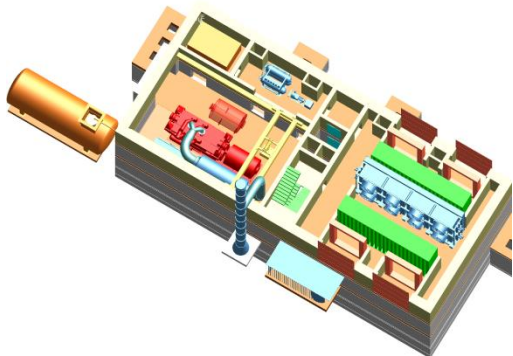
# Проекты AREVA по аварийному энергоснабжению



**Модернизация АЭС, Швеция**  
2 здания с 2 ДГ в каждом  
-> 1 здание ок. 12,000 м<sup>3</sup>



**Модернизация АЭС, Германия(1)**  
1 здание с 2 ДГ  
+ система охлаждения воздуха,  
здание ок. 21,000 м<sup>3</sup>



**Модернизация АЭС, Германия (2)**  
1 здание с 1 ДГ,  
здание ок. 11,000 м<sup>3</sup>

**Новая АЭС –EPR:**  
2 здание, каждое с  
2 ЭДГ + 1 РДГ

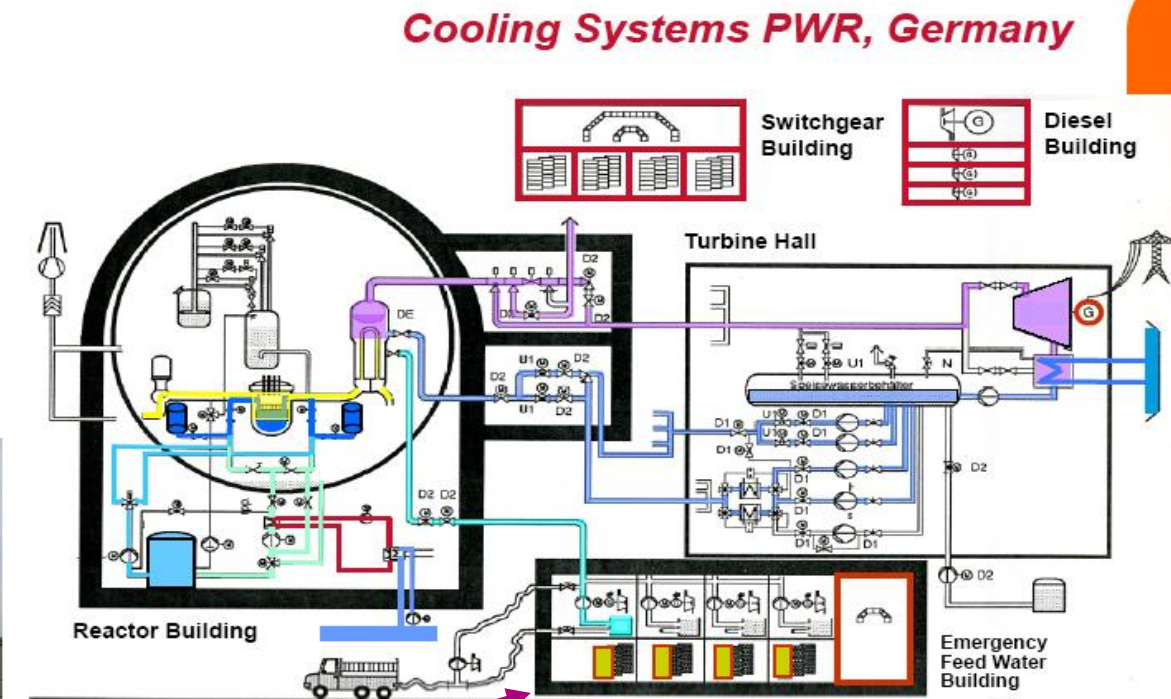


**Модернизация АЭС, Швейцария**  
(в стадии разработки)  
2 здания с 2 ДГ в каждом  
-> 1 здание ок. 10,000 м<sup>3</sup>



# Диверсифицированная система теплоотвода – в атмосферу Укрепление свойств второго контура “Bleed and Feed” (1/2)

- ▶ Пример: (Pre-) Продление трехдневного срока автономной работы АЭС Konvoi за счет использования бункерной системы энергоснабжения и диверсифицированной системы теплоотвода





# Диверсифицированные решения по отводу тепла – сброс в атмосферу

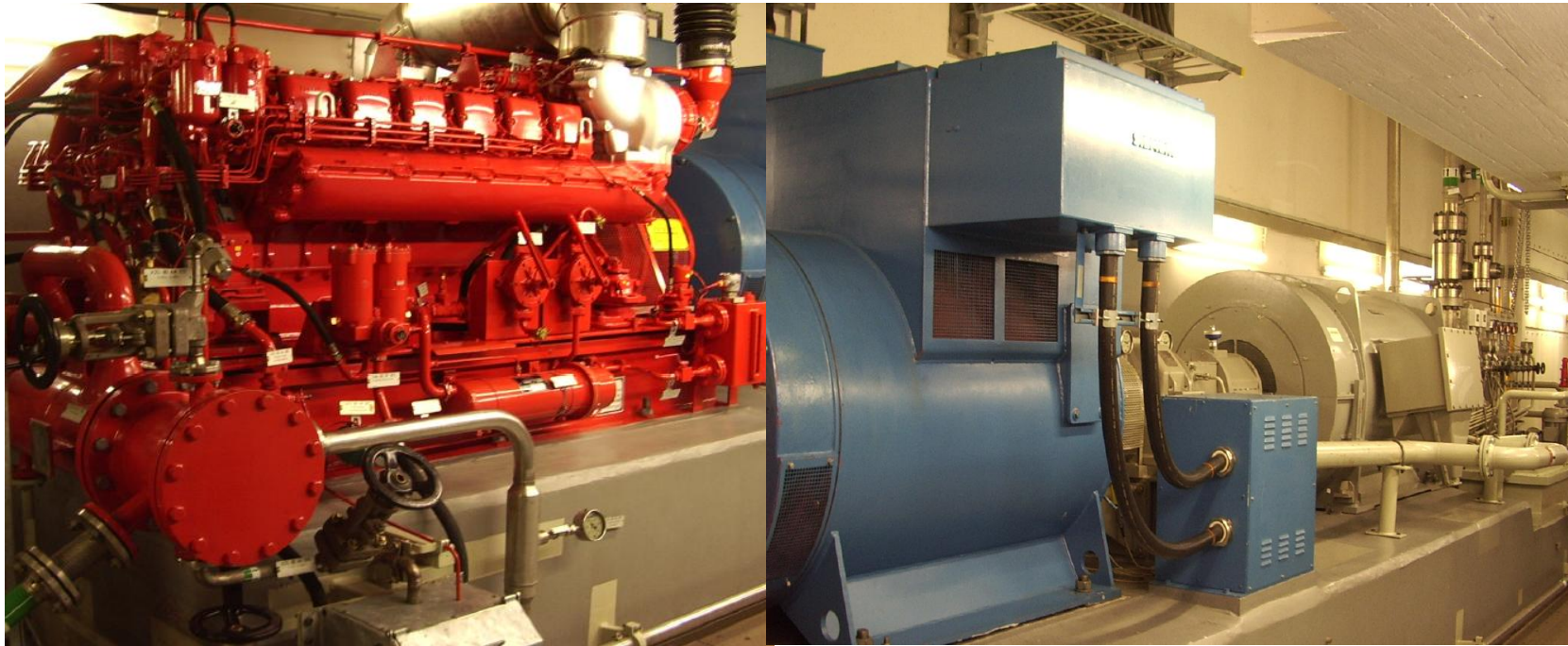
## Усиление функции второго контура “Bleed and Feed” (2/2)

### ▶ Открытый сброс тепла в атмосферу “Secondary Bleed&Feed”

- ◆ Расчетная демонстрация на немецких АЭС (72 ч. автономии с системой EFW-DG D2-system)

### ▶ Открытый реактор и БВ

- ◆ Укороченная цепочка охлаждения АЗ, подключенная к аварийным системам
  - Охлаждающая вода из внешних источников
- ◆ Охлаждение БВ
  - Сброс в ГО
  - Подключение через отдельный трубопровод



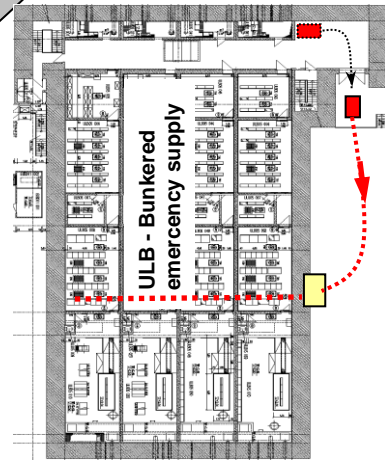
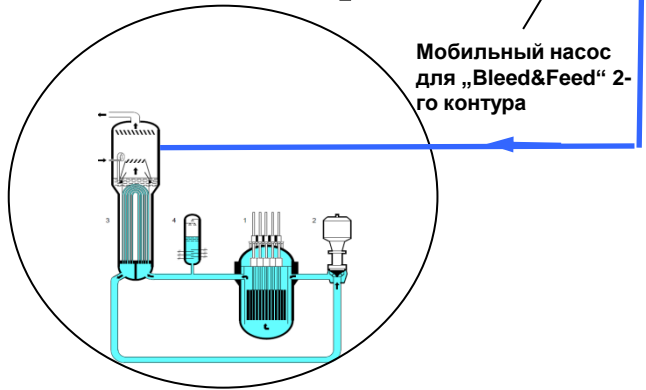
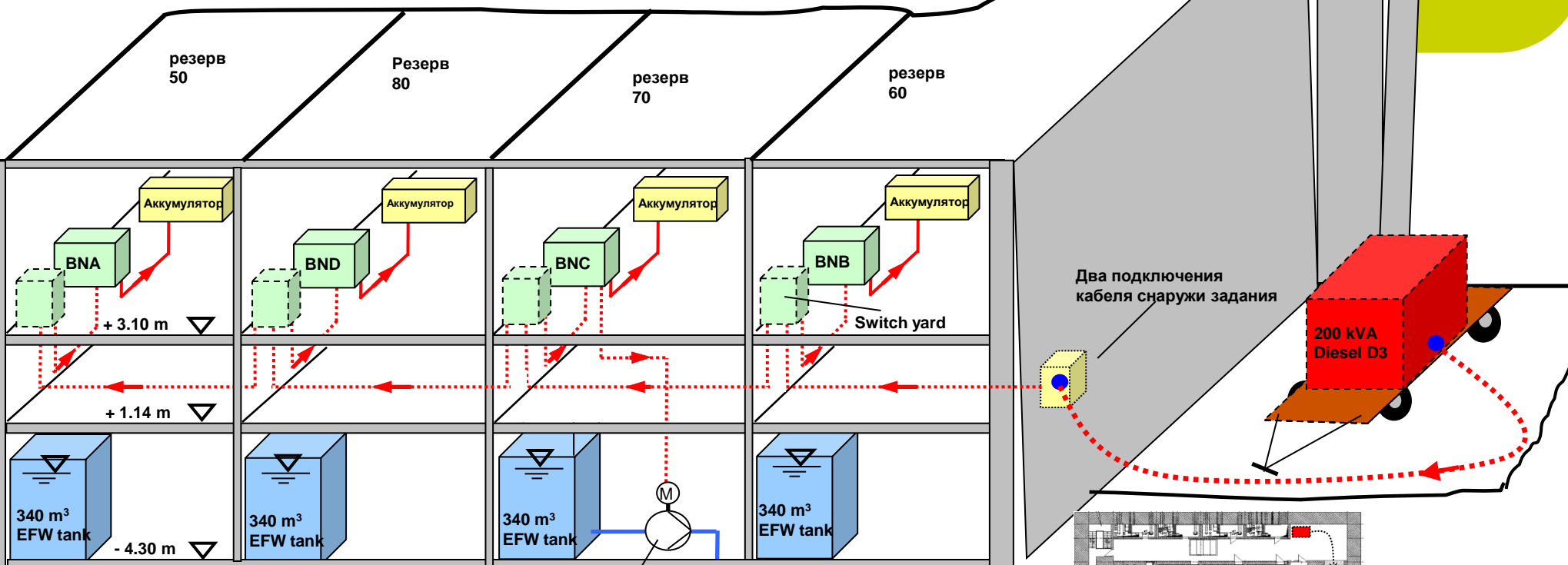
Под одним углом: Дизель– Генератор– Переключатель с дизеля на двигатель-насос СПВ



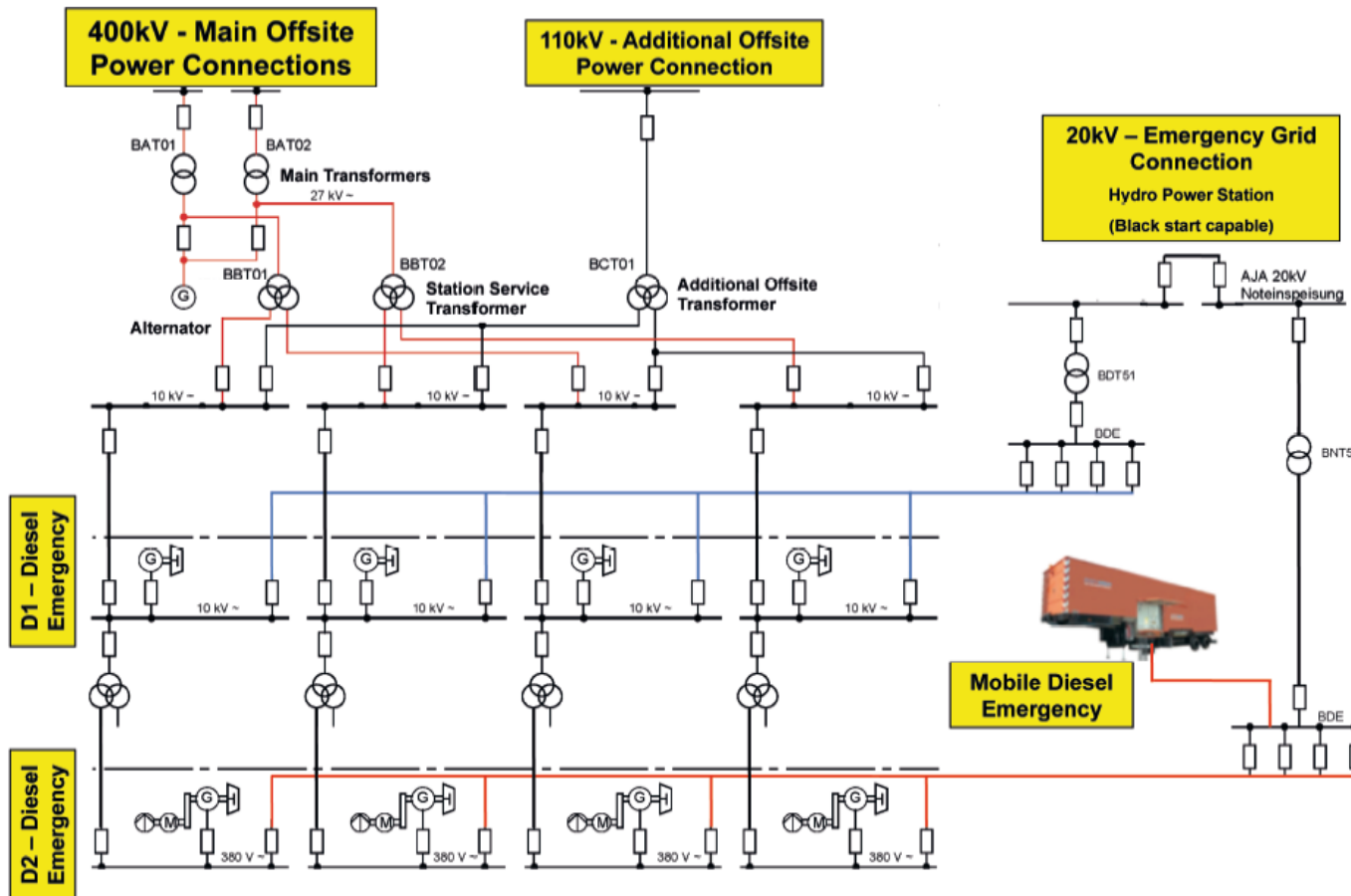
# **Мобильные решения для дальнейшего снижения риска**

Исследования AREVA от имени и в  
сотрудничестве с E.ON

**Мобильный дизель D3 (200 kVA) для Bleed@Feed 2 контура или для подзарядки аккумуляторов (потеря всех 8 D1 + D2 дизелей)**



# Мобильный дизель D4 (1 МВт) для обеспечения энергоснабжения вплоть до восстановления энергосистемы (АЭС Isar2)

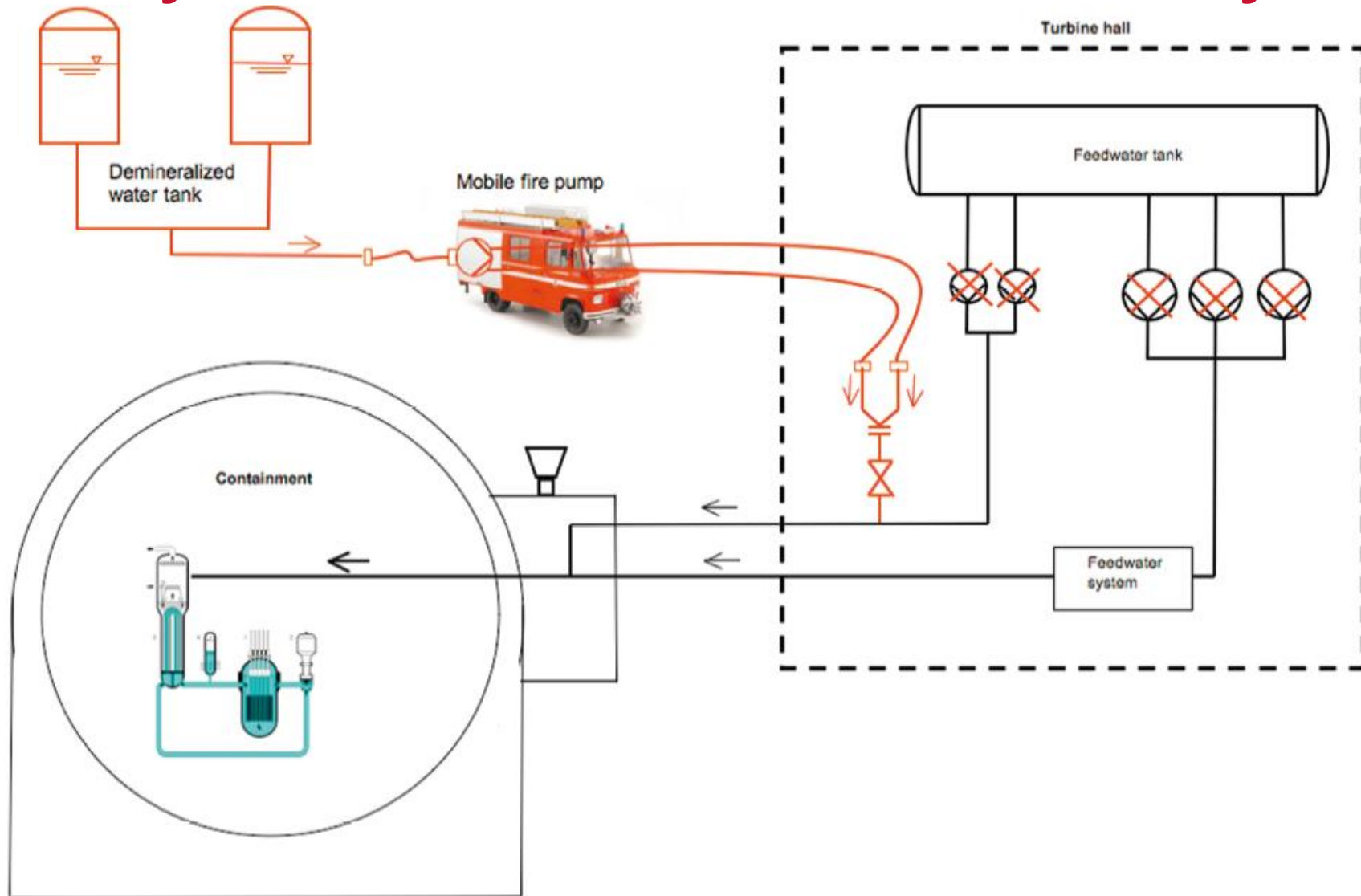


- ▶ 1.1 МВт / 400В (10 кВ)
- ▶ ~ 30 т, ~ 15 x 2.5 x 4 м
- ▶ Грузовик, не вертолет
- ▶ Возможна параллельная работа

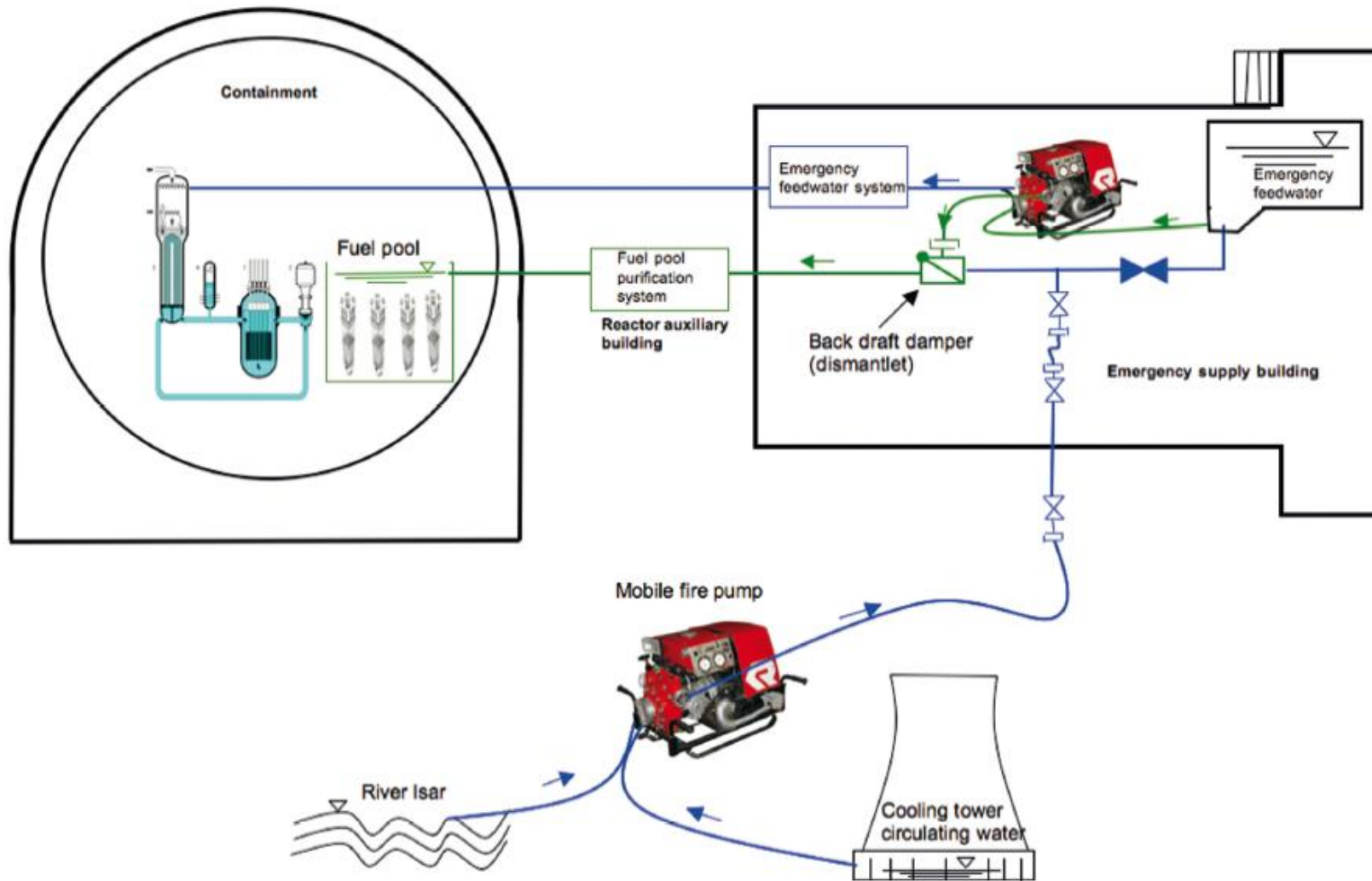


- ▶ МВт / 400В (баки)
- ▶ 4.1 т, 3.7 x 1.5 x 1.5 м
- ▶ Трейлер или легкий вертолет
- ▶ Возможна параллельная работа до 34 МВт

# Впрыск с пожарной машины в ПГ через систему питательной воды собственных нужд



# Резервные передвижные насосные установки для аварийных насосов питательной воды с забором из реки или градирни (NPP Isar2)



# Инновации от KERENA

## Предложения для работающих АЭС типа BWR

### ▶ Пассивные системы безопасности от KERENA

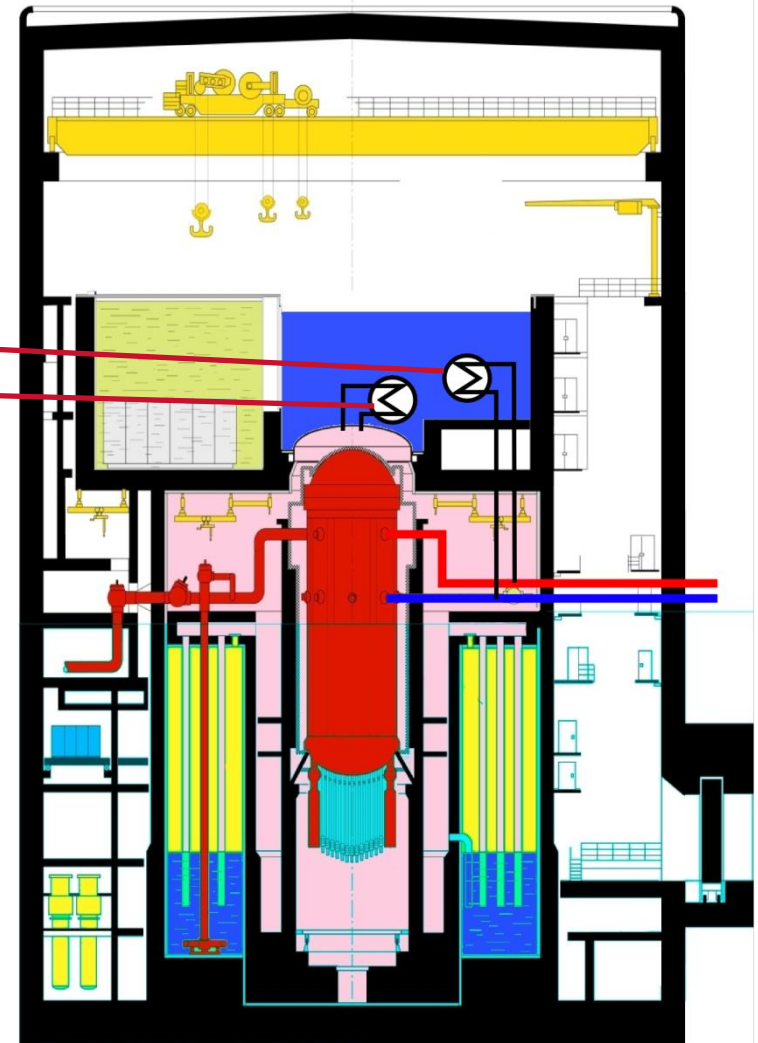
- ◆ Пассивный импульсный датчик давления
- ◆ Конденсатор ГО
- ◆ Резервный конденсатор
- ◆ Внешнее охлаждение

### ▶ Решения для BWR (Gundremmingen)

- ◆ Пассивный импульсный датчик
- ◆ Пассивная цепочка удаления остаточного тепловыделения
- ◆ Внешнее охлаждение
- ◆ Пассивное затопление АЗ
- ◆ Управление аварией с помощью пассивных элементов

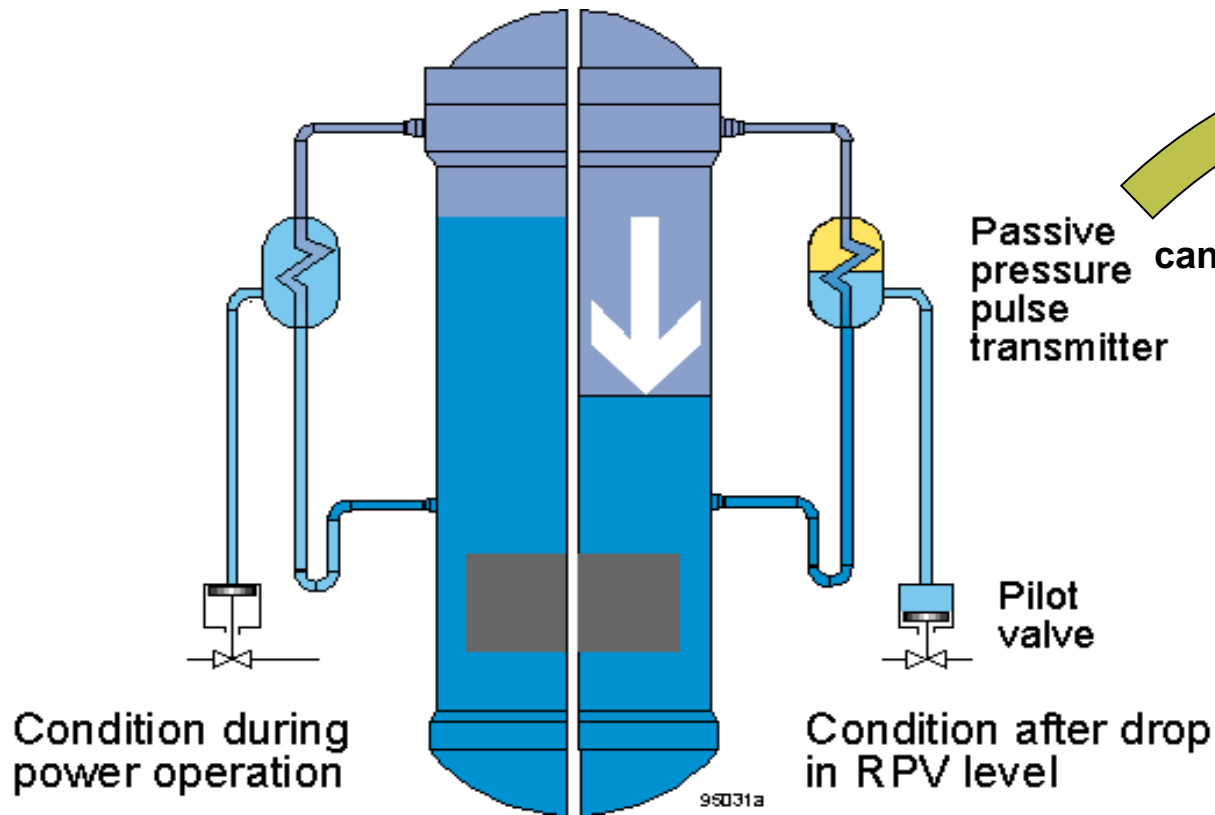
# Комплексное решение по системы теплоотвода Предложения AREVA для новых АЭС (2/2)

- ▶ Новое предложения для реактора типа BWR от KERENA: пассивный теплоотвод из ГО + АЗ
- ▶ Теплоотвод из АЗ без подключения энергоснабжения
- ▶ Резервный конденсатор
- ▶ Конденсатор системы охлаждения ГО

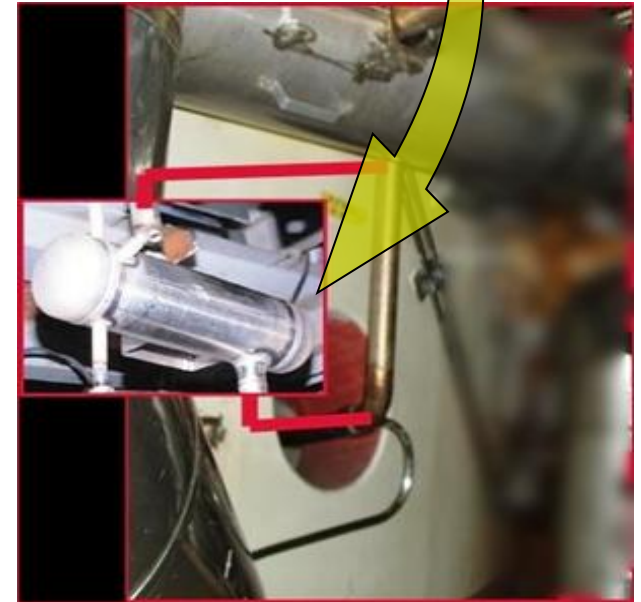




# Пассивный импульсный передатчик давления



can easily be installed in existent RPV standpipe



- ▶ Пассивное включение
  - ◆ АЗ-5
  - ◆ Герметичность ГО
  - ◆ Разгерметизации КР



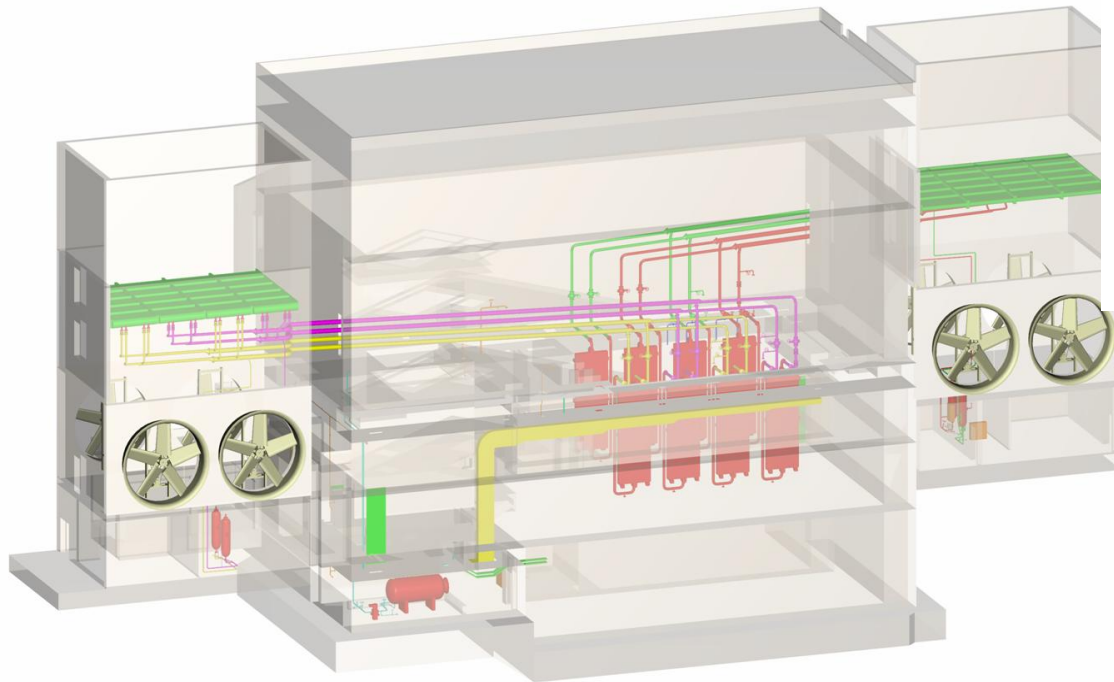
# **Бассейн выдержки (БВ): охлаждение и измерение уровня**

Оборудование AREVA работает  
на: АЭС Gösgen и BWR KERENA

# Пассивный теплоотвод

## ▶ Пример отвода остаточного тепловыделения из БВ

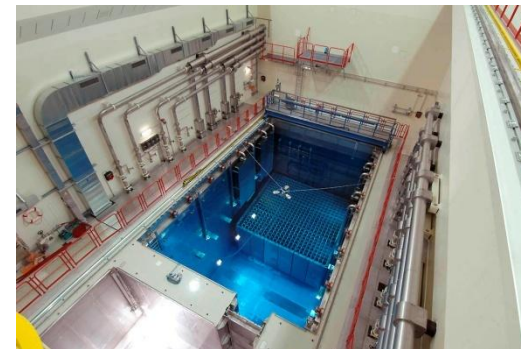
### ◆ Пассивное теплоудаление на АЭС Gösgen



Suspended cooling device



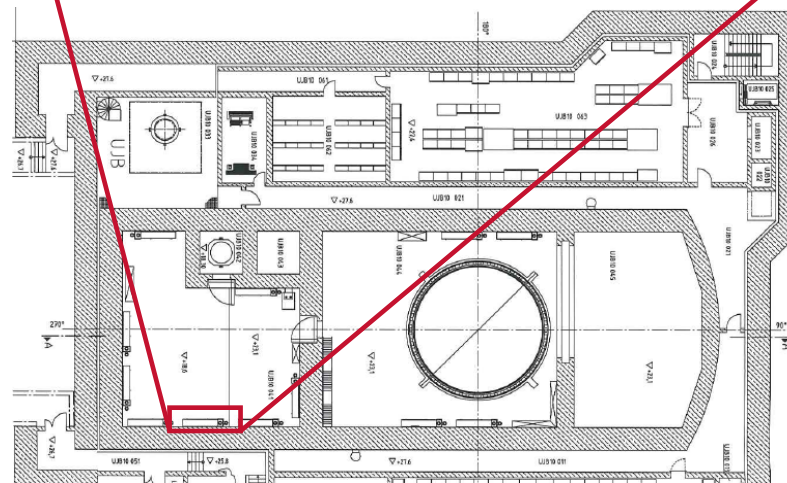
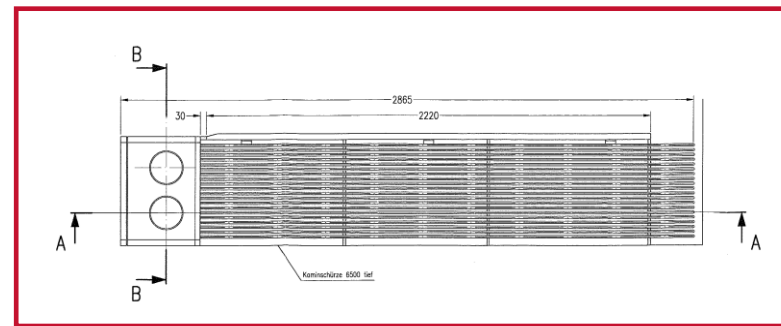
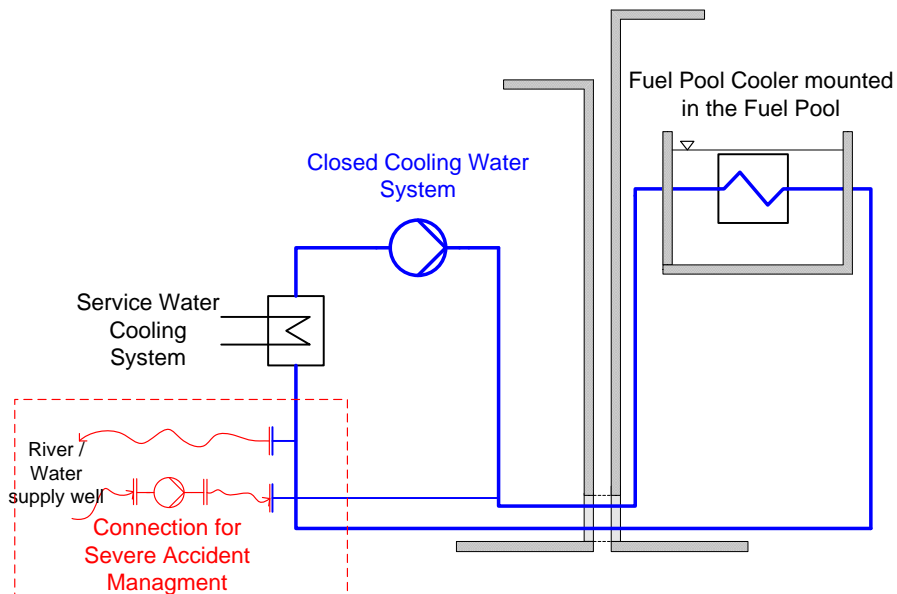
Fuel element storage rack



# Бассейн выдержки

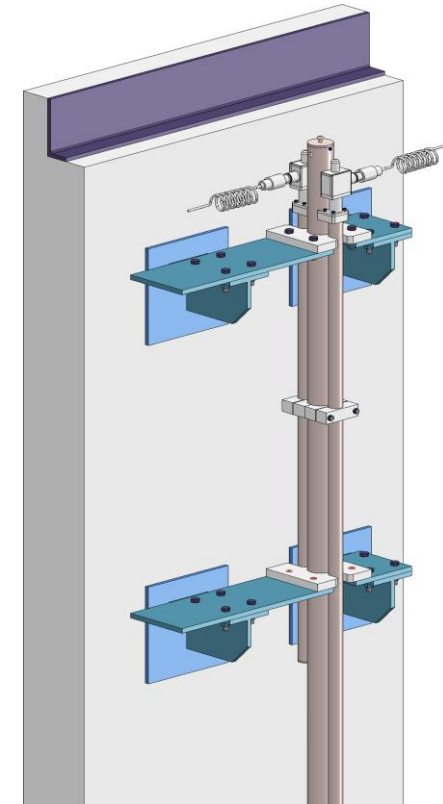
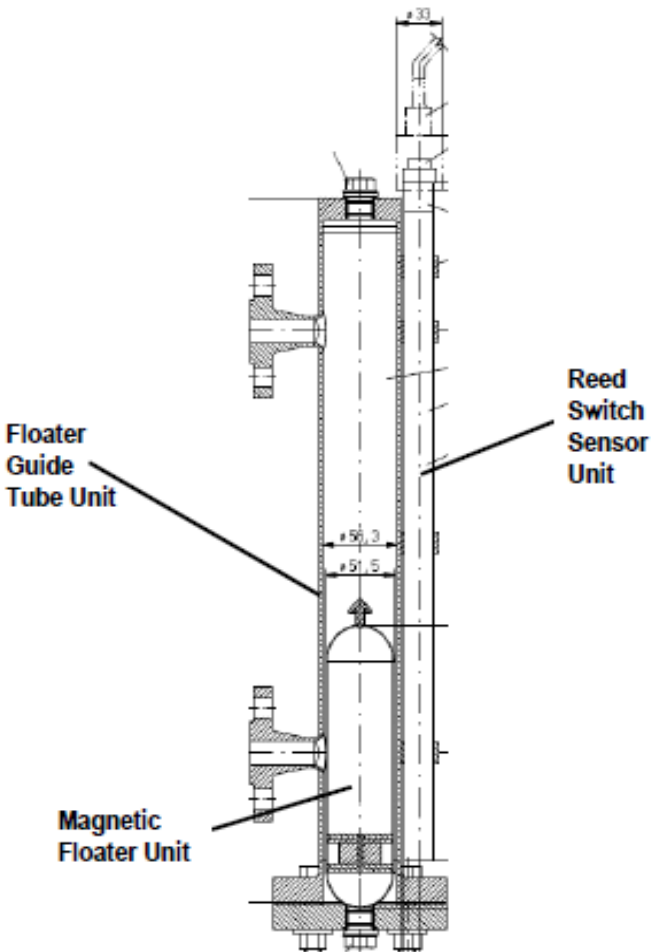
## Адаптация решения по охлаждению Kerena (BWR)

- ▶ Естественная циркуляция в бассейне выдержки
- ▶ Передача тепла через закрытую систему водяного охлаждения в систему технического водоснабжения
- ▶ 15 МВт охлаждающих мощностей с системой KERENA (8 охладителей в БВ)
- ▶ Возможность охлаждения при крупных авариях при обеспечении защиты от пожара
- ▶ ~ 4 m along the wall, 0.55 m width, chimney ~ 14 m



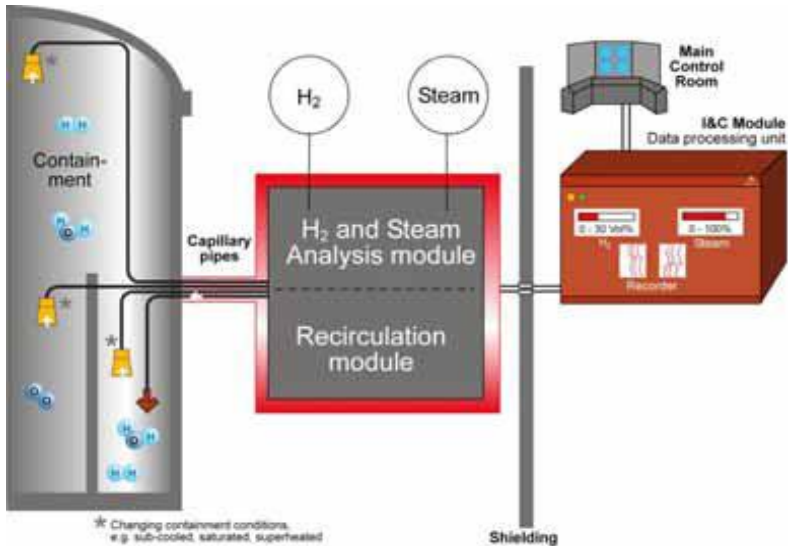
## Прибор для измерения уровня аварии

- ▶ Магнитный поплавок перемещается вместе с поверхностью воды
- ▶ Приближение магнитного поля ведет к срабатыванию переключателя, изменяя общее сопротивление транзмиттера
- ▶ Магнитуда ~ уровень воды
- ▶ Сопротивление измеряется и изучается по разработанной таблице
- ▶ Точность датчика: 18 мм
- ▶ Диапазон измерений: 0.4 м – 10 м
- ▶ Время срабатывания: 1 сек.
- ▶ Сейсмика и авария квалифицируются (156°C, 5 MGy)



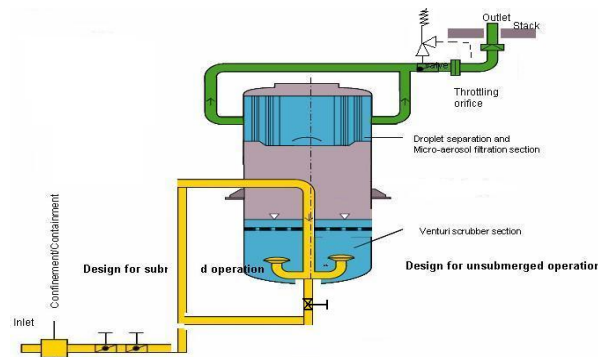
**Другие решения AREVA :**  
Воздушный радар  
Измеритель давления  
Уровень измерения протекающего воздуха

# Защита целостности ГО и предотвращение выбросов радиоактивности



Контроль и забор проб в атмосфере гермообъема в условиях тяжелых аварий (HERMETIS, PRONAS)

Предотвращение взрывов водорода



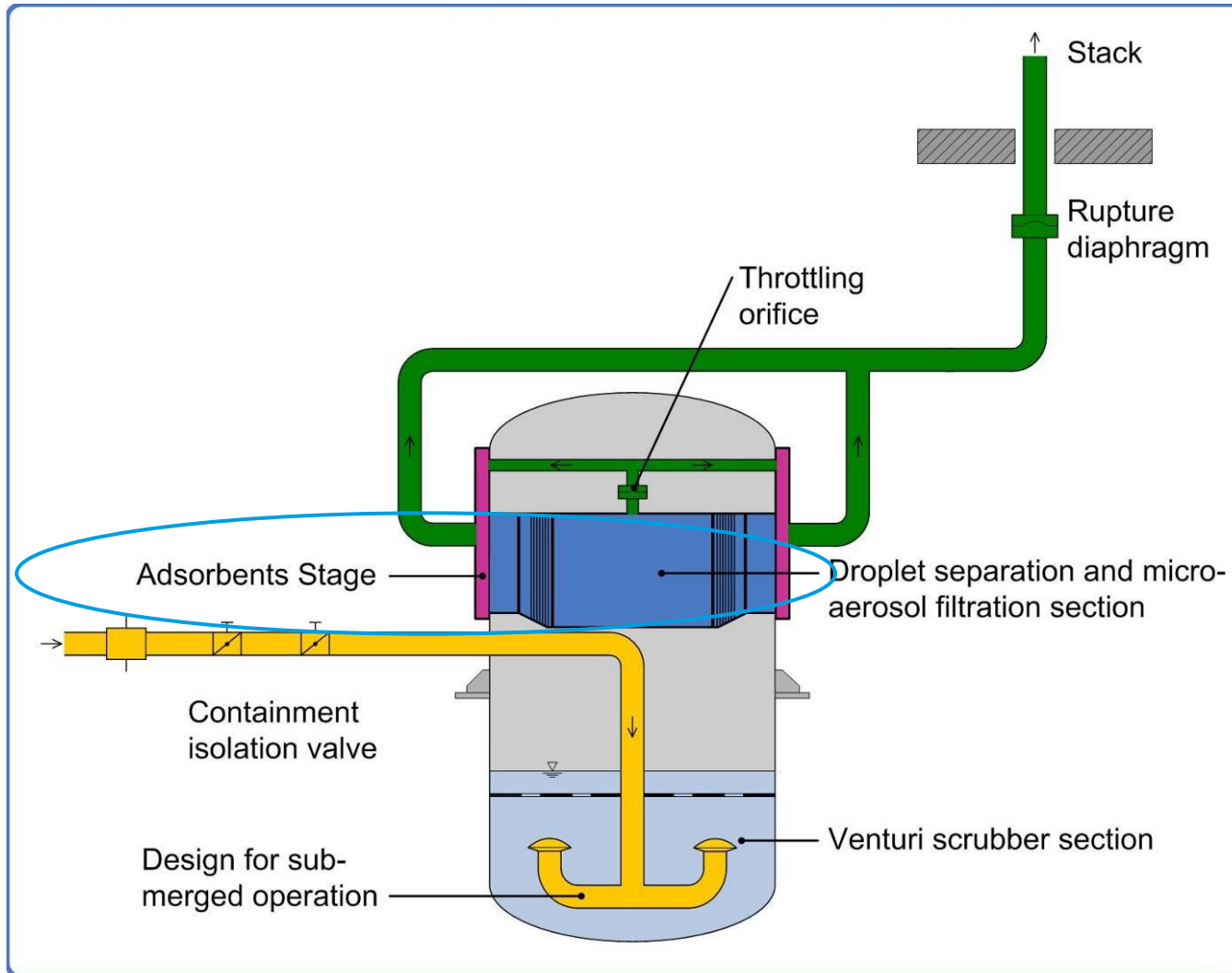
Вентиляционные фильтры AREVA :  
55 АЭС по всему миру



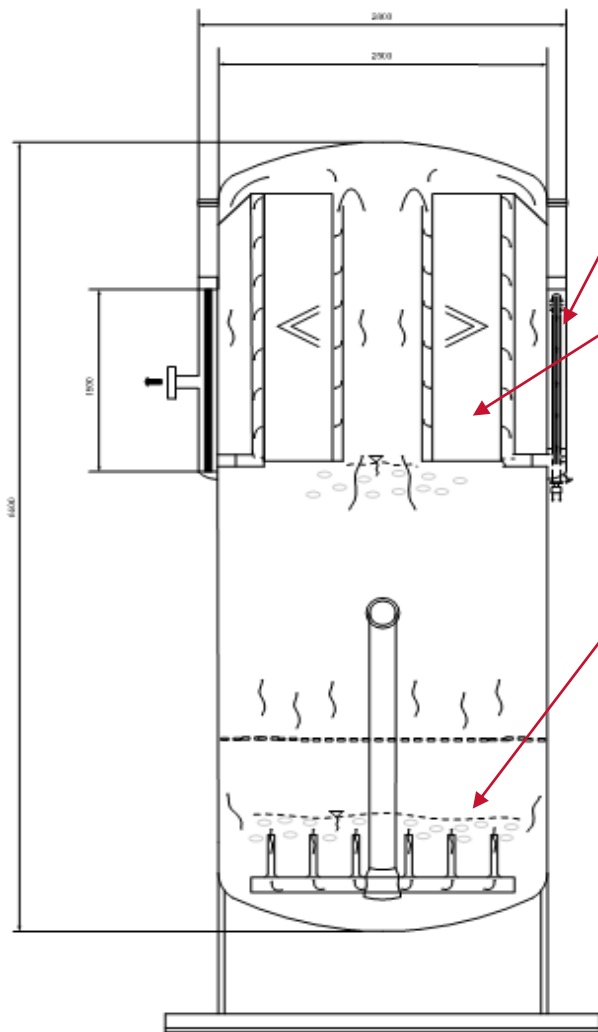
# AREVA стандарт плюс

## Высокоскоростная вентиляционная фильтрация<sup>Plus</sup>

НОВОЕ!



# Принципы работы и коэффициенты ОЧИСТКИ



## 3. Отделение сорбентов

- ▶ Удержание остаточного ионизированного йода (элементного и органического)

## 2. Металлический волоконный фильтр

- ▶ Большие поверхности предварительного фильтра и фильтра тонкой очистки
- ▶ Удерживает проникающие аэрозоли
- ▶ Суспендизация захваченных аэрозолей

## 3. Скрубер Venturi

- ▶ Удерживает большинство аэрозолей
- ▶ Удерживает большую часть элементного йода (среднесрочно)
- ▶ Удерживает большие количества органического йода (среднесрочно)

## 4. Коэффициенты дезактивации:

- ▶ Мелкие аэрозоли  $> 10^4$
- ▶ Крупные аэрозоли  $> 10^5$
- ▶ Аэрозольный йод  $> 10^6$
- ▶ Элементный йод  $> 10^3$
- ▶ Органический йод  $> 50 - 100$



# Работа с операторами АЭС

## Заключение

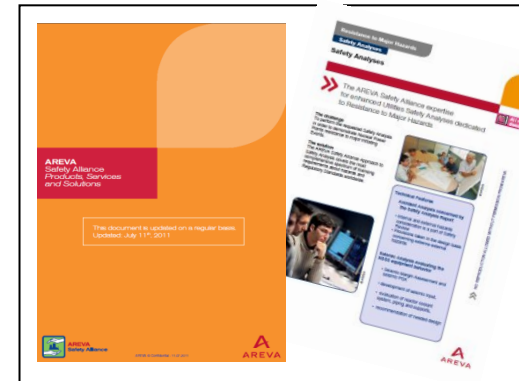
- ▶ **Поэтапная методология для разработки ориентированных на нужды конкретной АЭС решений для повышения ее устойчивости запроектным авариям и их последствиям**
  - ◆ **Повышенная защищенность от угрозы нарушения работы существующих систем теплоудаления и энергоснабжения.**
  - ◆ **Продление сроков работы в автономном режиме → больше времени для управления аварией, например за счет бункерных систем “Feed&Bleed”, и охлаждения БВ.**
  - ◆ **Мобильные решения для водо- и энергоснабжения и энергоснабжения с доступными точками подключения.**
  - ◆ **Внедрение полностью альтернативной системы теплоудаления → Отказ по общей причине и потеря теплоотвода ↓**
  - ◆ **Accident-proofed instrumentation**
  - ◆ **Вентиляционные фильтры и рекомбинаторы водорода для обеспечения целостности ГО и ликвидации рисков радиоактивных выбросов в окружающую среду.**



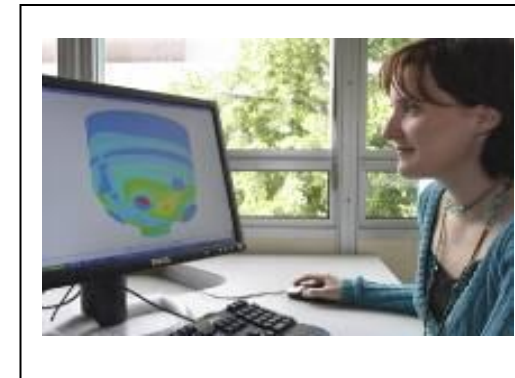
**AREVA обладает всем необходимым для успешной реализации данных проектов**

# Пост-фукусимская инициатива компании AREVA

- ▶ Каталог 35+ выбранных продуктов и услуг компании AREVA



- ▶ Ориентированная программа НИОКР





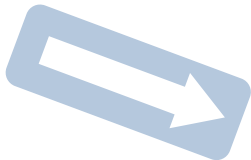
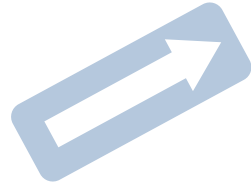
**AREVA**  
Safety Alliance

# Работа компании AREVA с операторами АЭС

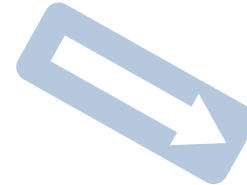


## NUCLEAR EXECUTIVE MEETING

Paris, September 29-30, 2011



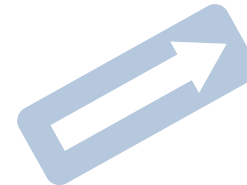
**Nuclear Fleet  
Safety  
Seminar**  
Frankfurt, May 9 -10, 2012



**Public  
Confidence  
Seminar**  
Paris, June 18 -19, 2012



**Nuclear  
Economics  
Seminar**  
London, September 14, 2012



## NUCLEAR EXECUTIVE MEETING

Paris, October 11-12, 2012



# Конец презентации Решения компании AREVA по пост- Фукусимским мероприятиям

Рольф Янке

Директор по стратегическому и техническому  
развитию / IBU-G

Москва, 4 июня 2012 г.

Международный форум АТОМЭКСПО-2012  
“Атомная энергетика глазами оператора

