

# Современные методы в водоподготовке на примере развития промышленных установок

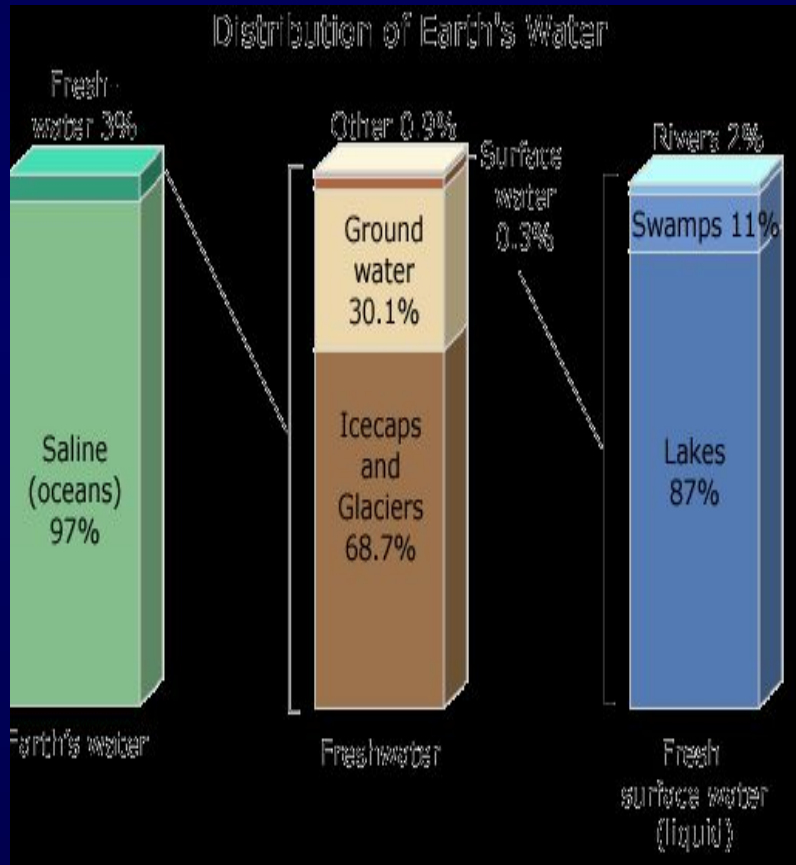
2010-05-05.

Lőrincz Lajos,

1

Lőrincz & Co. Water

# Мировые ресурсы воды



- **97% мировых запасов воды – это соленые воды**
- **Пресные воды составляют только 3%**
- **2/3 пресных вод заморожено в ледниках и полярных ледяных шапках**
- **Остаток незамороженных пресных вод – это в большей части подземные воды**
- **Наземные воды и атмосферная вода составляют только незначительную часть**

# Источники пресной воды

- **Поверхностные воды**
  - Реки, озера, влажные земли
- **Подрусловые потоки**
- **Подземные воды**
  - Почвенные, грунтовые, межпластовые
- **Опреснение воды**
- **Вода айсбергов (проект)**

# Использование пресной воды

- **Окончательное**
  - **Моментальное использование воды для других целей невозможно**
    - **Испарение, просачивание**
    - **Вода вошедшая в состав продукта, в т.ч. продуктов питания**
- **Возобновляемое**
  - **Вода может быть обработана и отведена как поверхностная вода, если она может быть использована для чего-то**

## Использование пресной воды 2.

- **69 % - Сельское хозяйство**
  - В основном для полива полей
  - 15 -35 % полей без полива не плодоносило

# Использование пресной воды 3.

- **22 % - Промышленность**
  - Самый полярный растворитель
  - Носитель кинетической энергии
    - Выработка электроэнергии на ГЭС
  - Теплоноситель с самой высокой удельной теплоемкостью
    - Пар
    - Производство энергии
    - Охлаждение
      - » градирни

# Использование пресной воды 4.

- **8 % - Бытовое хозяйство**
  - Питьевая вода
  - Вода для личной гигиены
  - Вода для приготовления пищи
  - Вода для сада
- По экспертной оценке одному человеку необходимо 50 л воды в сутки, не включая воду для сада

# Использование пресной воды 5.

| Город             | Литры на человека в сутки |
|-------------------|---------------------------|
| Экспертная оценка | 50+X                      |
| Мюнхен            | 90                        |
| Будапешт          | 140                       |
| Москва            | 400                       |
| Дубай             | 2500                      |



# Использование пресной воды 6.

- **Вода для РАЗВЛЕЧЕНИЙ**
  - Аквапарки
  - Бассейны
  - Экстремальные поездки на лодках
  - Озера на площадях для гольфа
- **Все это является возобновляемым применением воды, но, на мой взгляд, абсолютно неразумным!**
  - Большое количество сточных вод, содержащих различные опасные для природных водоемов химикаты

# Назначение установки водоподготовки

- **Приведение показателей сырой воды в соответствии с требованиями потребителя к качеству воды**
  - Градирни для охлаждения
  - Пищевая промышленность
  - Выработка пара различного давления
  - Выработка электроэнергии на ТЭЦ и ГРЭС, а также на АЭС
  - И.т.д.

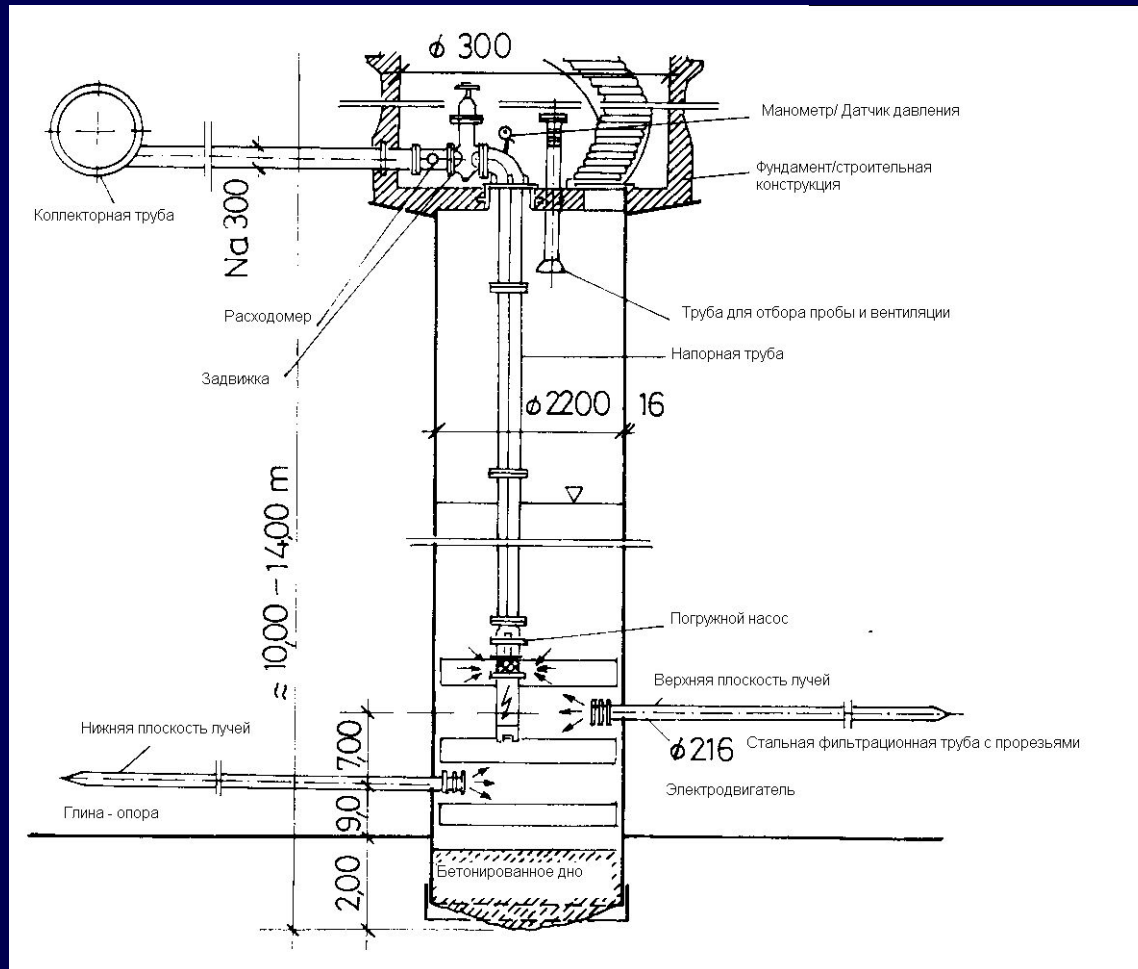
# Основные узлы установки водоподготовки

- Забор сырой воды
- Фильтрация на песчаных фильтрах
- Пред(варительная)очистка
- Умягчение или
- Обессоливание
- Глубокое обессоливание

# Забор сырой воды

- **Поверхностные (речные, озерные) воды:**
  - Традиционный способ: насос качает воду
    - Грубая (сетка 5 – 15 см) фильтрация
  - **Снабжение водой, в т.ч. питьевой, г. Будапешта:**
    - Колодцы-спруты прибережной фильтрации вдоль берега Дуная
      - Грунт выполняет роль естественного узла предочистки
      - Нет никакой дополнительной химической или механической обработки воды!
- **Подземные воды**
  - Скважины различной глубины
  - Как правило, требуется обезжелезивание воды

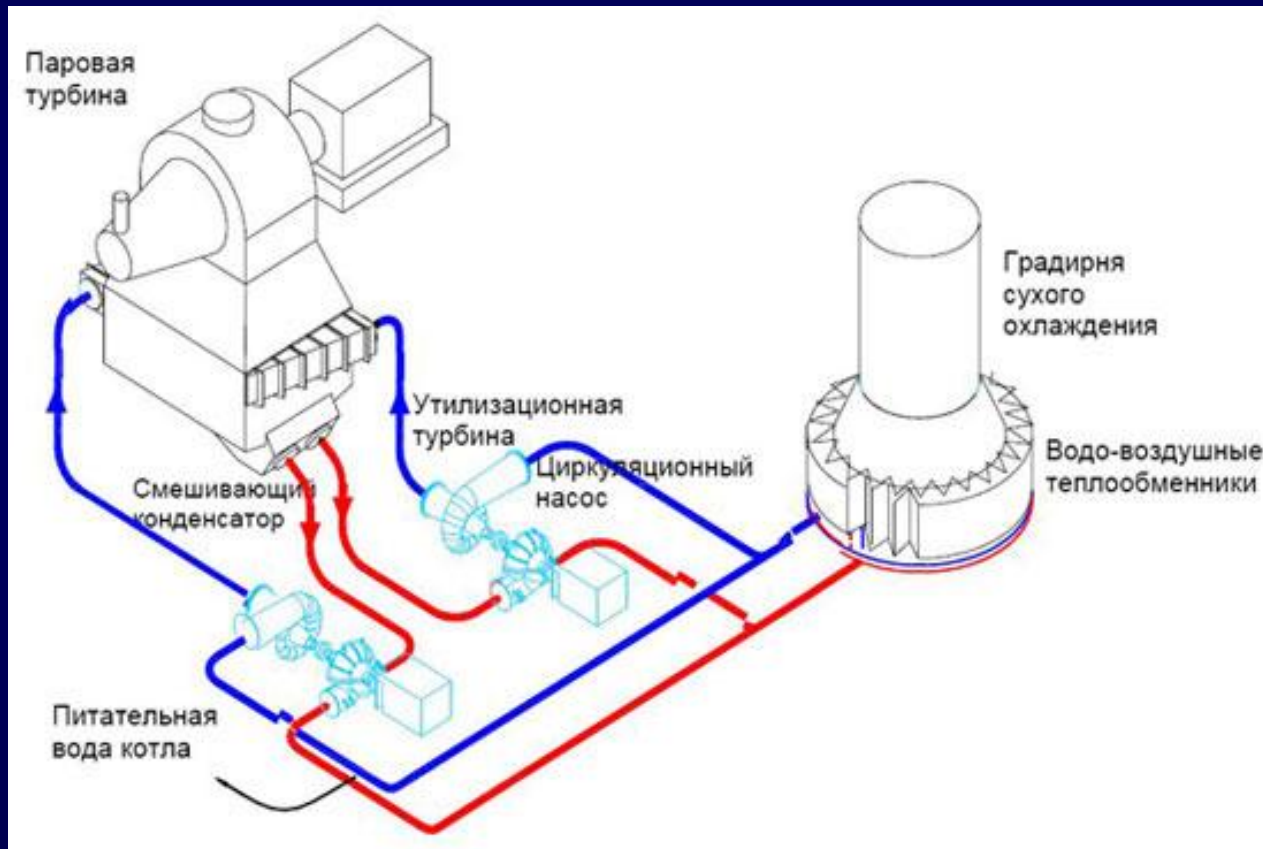
# Схема колодцев-спрутов города Будапешт



# **The 1<sup>st</sup> possibility to reduce river water intake**

- **It is the implementation of closed loops of indirect cooling - HELLER®SYSTEM**
  - **Water is circulating in a closed loop and heated by air**
    - **Heat exchangers are made from alumina**
  - **No evaporation, minimal water losses (1 – 2 %)**

# The principal scheme of Heller system at TPP

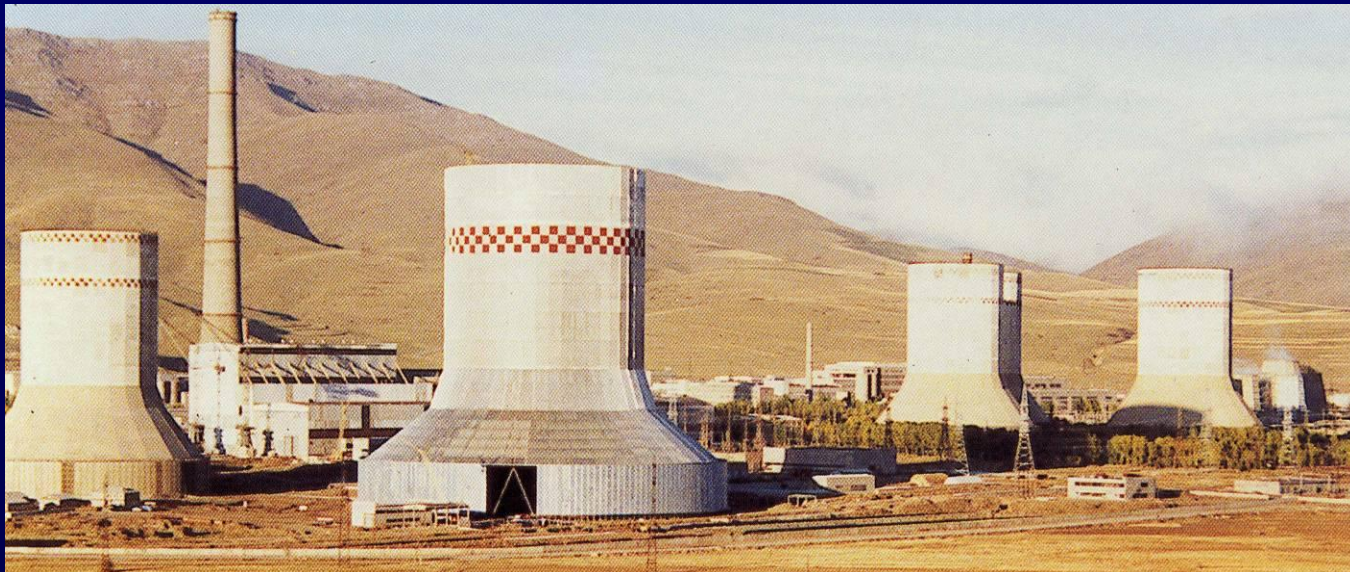




- Bilibinskaya APP, Chukhotsky AO – the beginning of 70-ties.

There has never been any stop-over due to the failure of the heat exchangers of the cooling system for the whole period of Bilibinskaya APP operation life.

- Razdanskaya HPP, Armenia– the beginning of 70-ties.





# Sochi TPP, Krasnodar county – 2004



2010-05-05.

Lőrincz Lajos,

17

Lőrincz & Co. Water

# Предочистка

- **Традиционная:**
  - Фильтрация на песчаных фильтрах
  - Коагуляция
    - Коагулянты: соли Fe и Al
    - Часто совмещается с известкованием
  - Тонкая фильтрация
  - Дезинфекция (питьевая вода)
- **Новая технология:**
  - Фильтрация на самоочищающихся тонких фильтрах непрерывного действия
  - Дезинфекция
  - Ультрафильтрация
  - Стабилизационная обработка (питьевая вода)

# Умягчение

- **Получение воды для подпитки тепловых сетей и/или котлов давлением до 39 бар**
- **До появления ионообменных смол:**
  - Известкование
  - Обработка содой
  - Содоизвесткование
  - Обработка тринатрийфосфатом
    - Высокое содержание Na в оботанной воде
    - Большое количество шламов

## Умягчение 2.

- **Na-катионирование на ионообменных смолах**
  - Расход NaCl на регенерацию 100 – 250 г/л смолы
  - Образуется большое количество сточных вод, содержащих NaCl
  - **Выход:** применение катионита PUROLITE SST-60
    - Расход NaCl на регенерацию не более 68 г/л смолы
- **Технология будущего: нанофильтрация**
  - Пока мембрана недостаточно селективна и дорого

# Обессоливание

- **Получение воды с удельной электропроводностью 0,5 – 2,0 мСим/см для подпитки паровых котлов высокого давления**
  - **Ионообменные фильтры с прямоточной регенерацией**
    - **Вода на собственные нужды 35 %**
  - **Ионообменные фильтры с противоточной регенерацией**
    - **Вода на собственные нужды 3 - 6 %**
  - **Установки обратного осмоса (RO)**
    - **Вода на собственные нужды 20 - 30 %**
  - **Будущее: Установки прямого осмоса (FO, DO)**

# Глубокое обессоливание

- **Получение воды с удельной электропроводностью менее 0,2 мСим/см для подпитки паровых котлов высокого и сверхкритического давления**
- **Общепринятый способ:**
  - **Смешанный слой катионита и анионита**
    - **Большой – 10-кратный – избыток регенерирующих химикатов**
- **Технология будущего (сегодняшнего дня)**
  - **Электродеионизация**
    - **Нет регенерирующих химикатов**
    - **НО Законы термодинамики никто не отменил!**

# Установка EDI 180 т/час



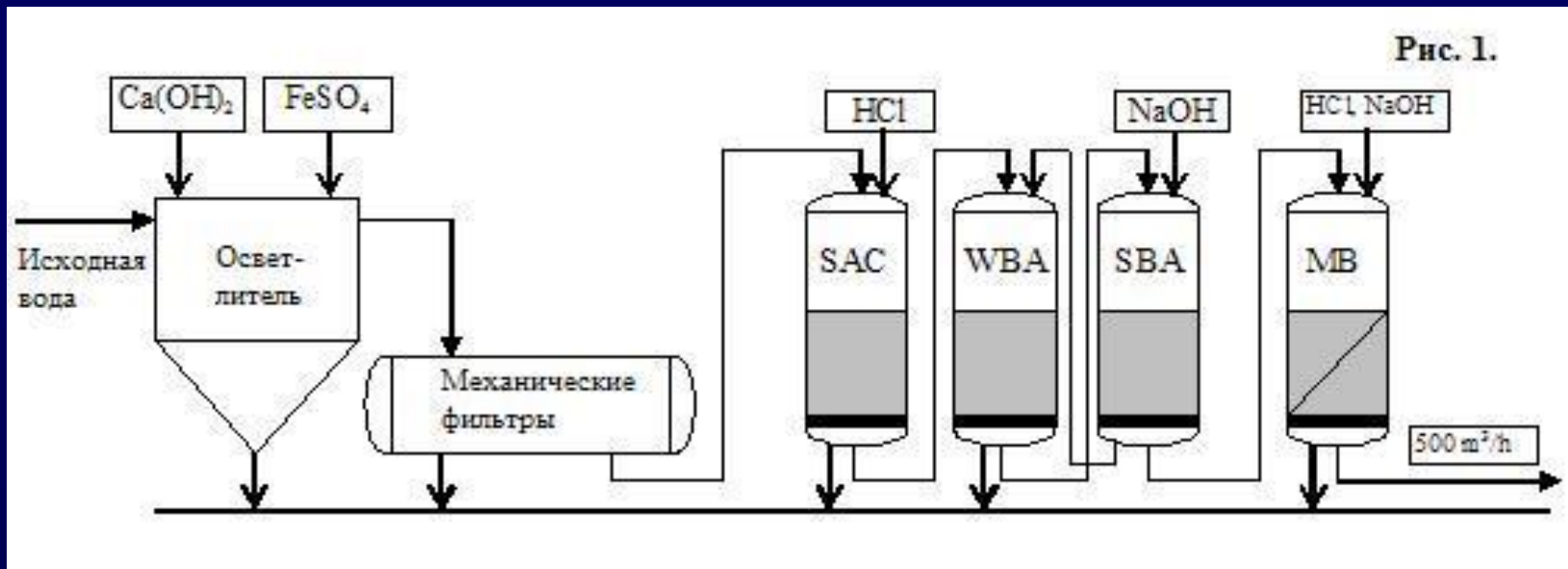
2010-05-05.

Lőrincz Lajos,

23

Lőrincz & Co. Water

# Самая распространенная схема ионного обмена – прямоточная регенерация





# Самая распространенная схема ионного обмена – прямоточная регенерация

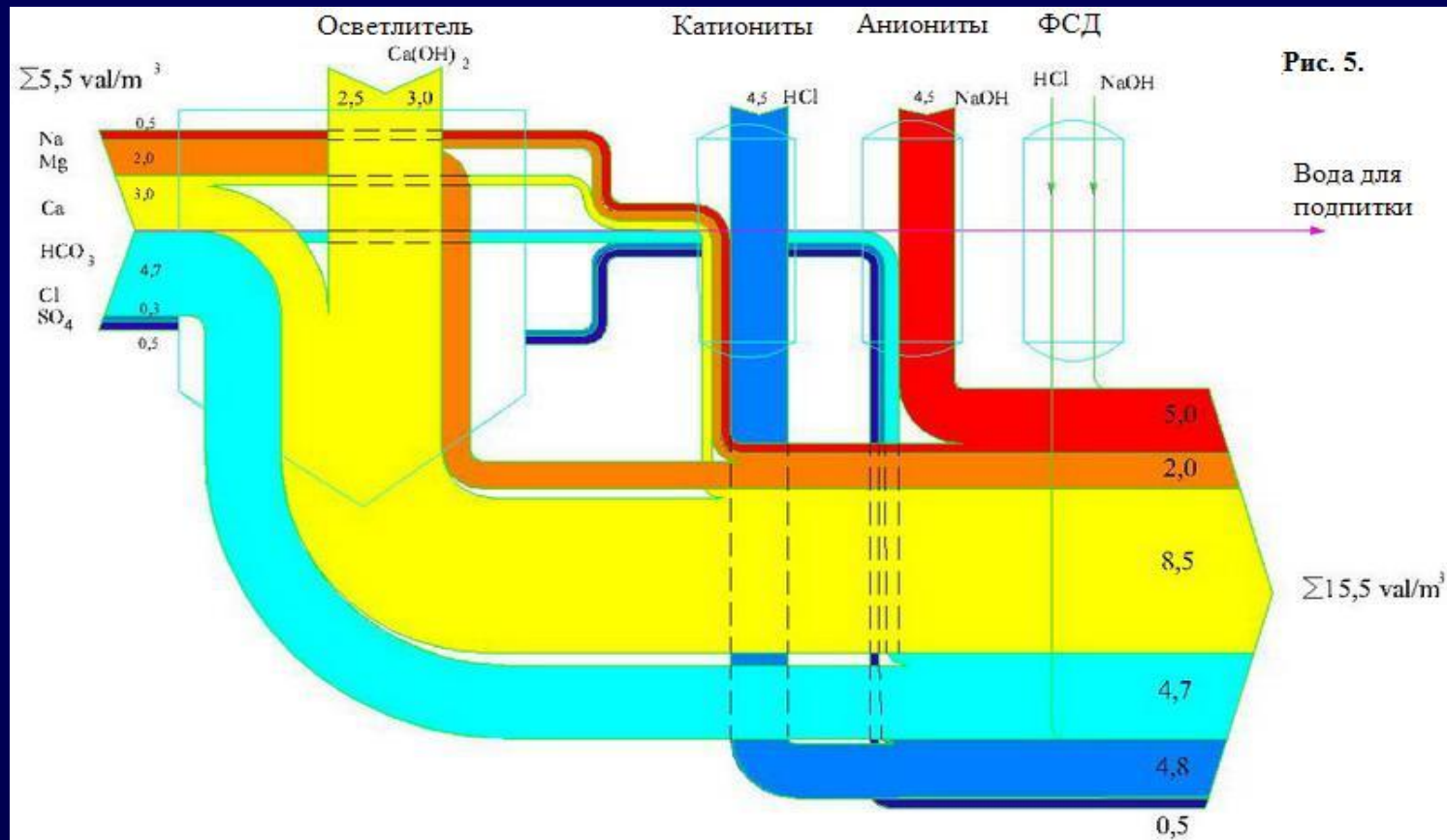
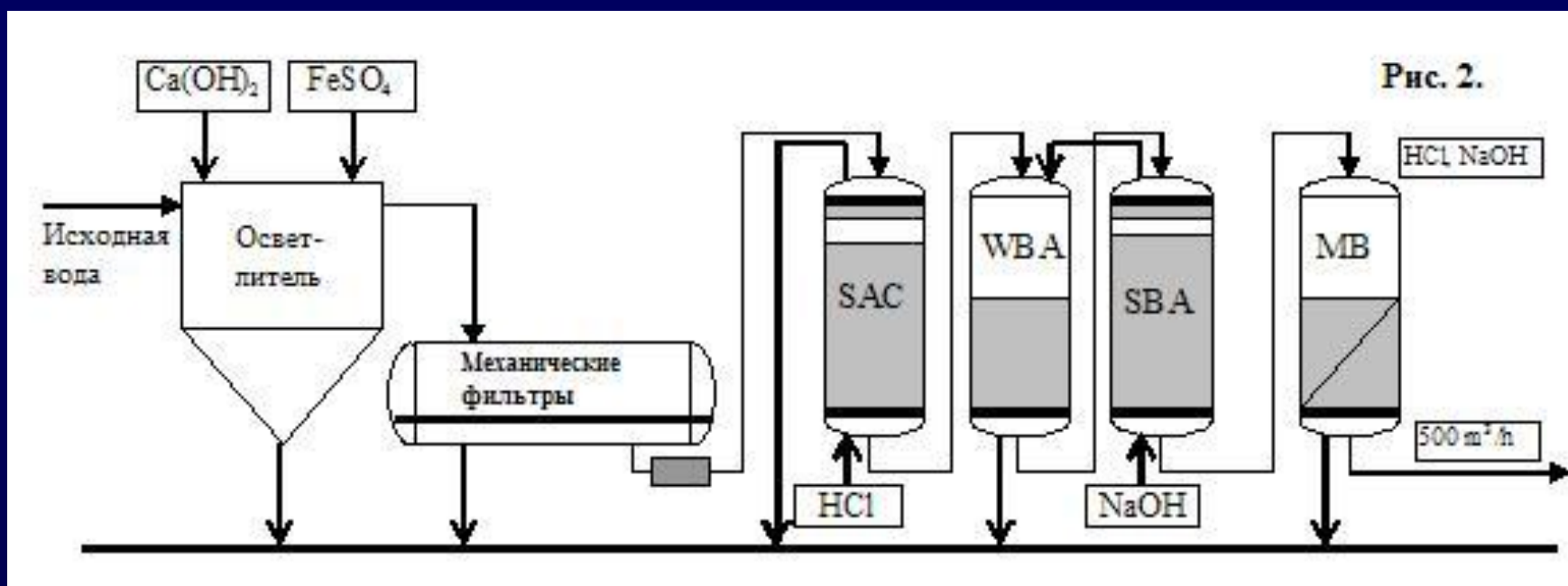
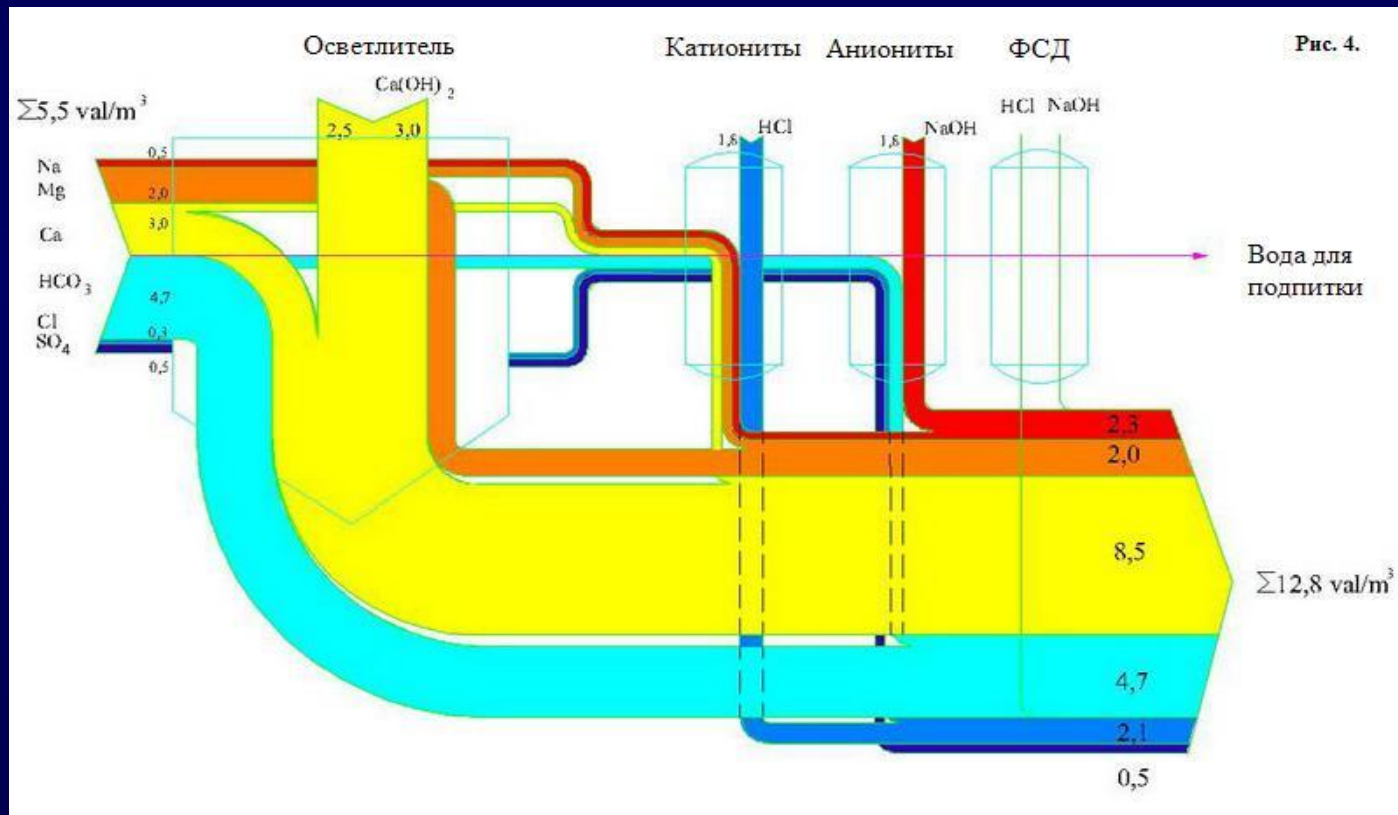


Рис. 5.

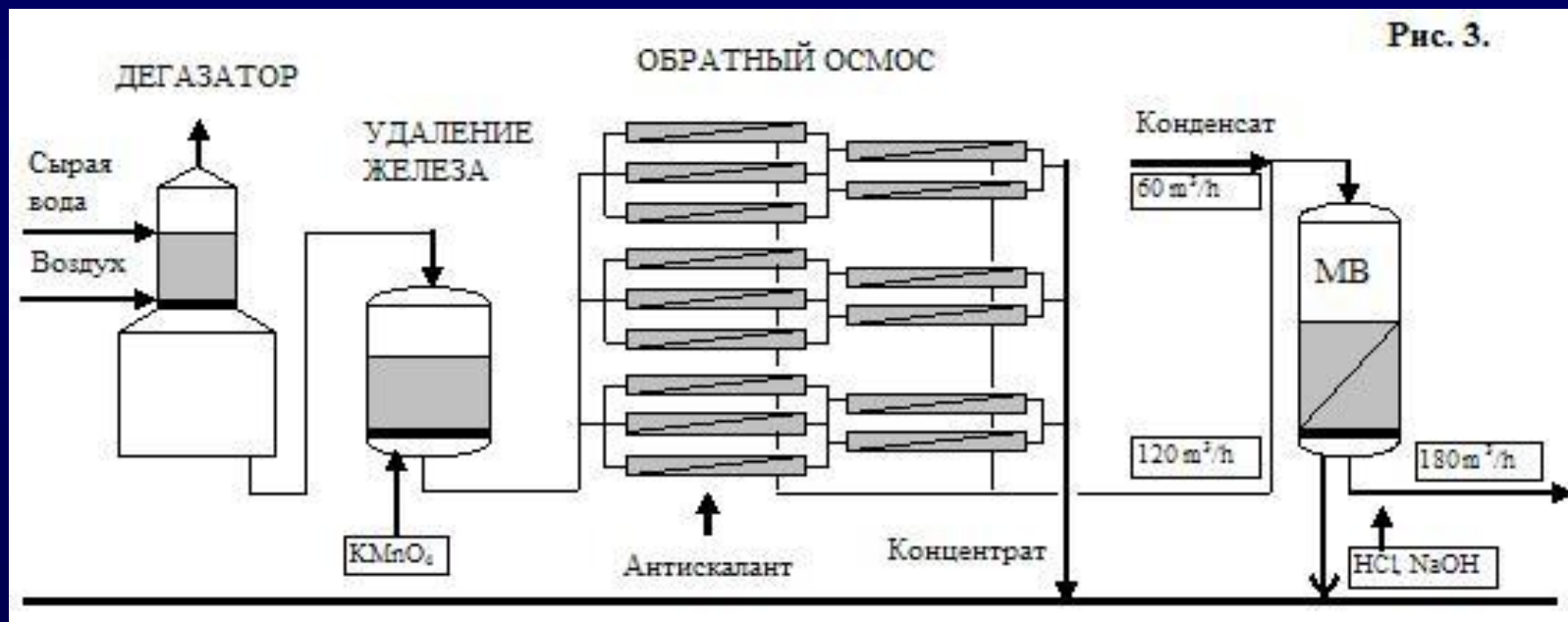
# Более экономичная схема ионного обмена – противоточная регенерация (Schwebebett, Amberpack, Puropack, UpCoRe, etc.)



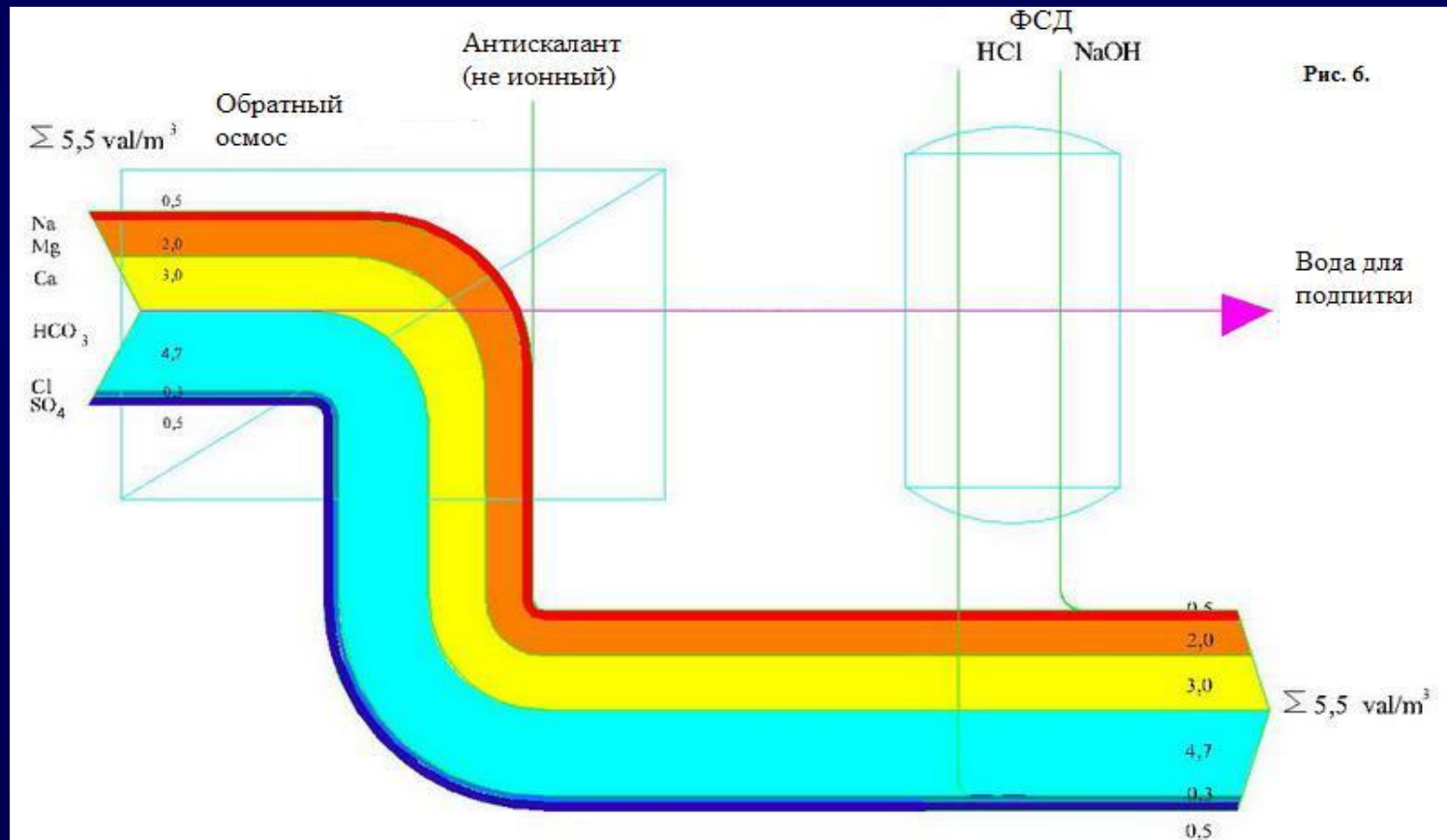
# Более экономичная схема ионного обмена – противоточная регенерация



# Современная схема обессоливания на основе мембранных процессов – обратного осмоса, RO



# Современная схема обессоливания на основе мембранных процессов – обратного осмоса, РО



# Состав воды для сравнения ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ показателей

| Показатели                    |          | Скважинна<br>я вода | Известкованна<br>я<br>скважинная<br>вода |
|-------------------------------|----------|---------------------|--|
| Ca                            | мг-экв/л | 3,0                 | 0,5                                      |
| Mg                            | мг-экв/л | 2,0                 | 0,5                                      |
| Na+K                          | мг-экв/л | 0,5                 | 0,5                                      |
| <b>СУММА КАТИОНОВ</b>         | мг-экв/л | <b>5,5</b>          | <b>1,5</b>                               |
| SO <sub>4</sub>               | мг-экв/л | 0,5                 | 0,5                                      |
| Cl-                           | мг-экв/л | 0,3                 | 0,3                                      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | мг-экв/л | 4,7                 | 0,7                                      |
| <b>СУММА АНИОНОВ</b>          | мг-экв/л | <b>5,5</b>          | <b>1,5</b>                               |

# Сравнение экономических показателей: Удельный расход реагентов EUR/1000 кубометров воды

| Reagents                             | Price<br>€/kg | 1974   |                                       | 1995  |                                       | 2003                                  |                                       | Lime pre-treatment + WAC+ RO + Mixed bed * |
|--------------------------------------|---------------|--|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
|                                      |               | Lime pre-treatment + co-current IX + Mixed bed |                                       | Lime pre-treatment + UPCORE® counter-current IX + Mixed bed |                                       | RO + Mixed bed                        |                                       |  |
|                                      |               | Consumption<br>kg/1000 m <sup>3</sup>          | Reagent cost<br>€/1000 m <sup>3</sup> | Consumption<br>kg/1000 m <sup>3</sup>                       | Reagent cost<br>€/1000 m <sup>3</sup> | Consumption<br>kg/1000 m <sup>3</sup> | Reagent cost<br>€/1000 m <sup>3</sup> | Reagent cost<br>€/1000 m <sup>3</sup>      |
| CaO, 100%                            | 0,1           | 168  | 16,8                                  | 168   | 16,8                                  | 0                                     | 0                                     | 16,8                                       |
| FeSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O | 0,28          | 35   | 9,8                                   | 35  | 9,8                                   | 0                                     | 0                                     | 9,8  |
| HCl, 100%                            | 0,28          | 190  | 53,2                                  | 82  | 22,96                                 | 0,006                                 | 0,002                                 | 2,002                                      |
| NaOH, 100%                           | 0,97          | 178  | 173,66                                | 71  | 68,87                                 | 0,009                                 | 0,008                                 | 0,008                                      |
| KMnO <sub>4</sub>                    | 2,44          | 0  | 0                                     | 0   | 0                                     | 8,3                                   | 20,25                                 | 0  |
| Antiscalant                          | 4,8           | 0  | 0                                     | 0   | 0                                     | 4                                     | 19,2                                  | 4,8  |
| Biocides                             | 12,9          | 0  | 0                                     | 0   | 0                                     | 0,053                                 | 0,68                                  | 0,68                                       |
| <b>Total</b>                         |               | -  | 253,46                                | -   | 118,43                                |                                       | 40,14                                 | 34,09                                      |

# **Использование (очищенных) сточных вод в качестве источника технологической воды**

- **В странах, где вода и слив стоит действительно дорого**
  - используются очищенные на традиционных установках биологической очистки городские сточные воды для выработки электроэнергии (г. Катовице, Польша)
  - любые сточные воды очашаются на установках нитри-денитрификации, комбинированных с мембранными биореакторами
  - Используются даже воды, образующиеся в химических реакциях, например, при производстве диметилового эфира



# **Использование (очищенных) сточных вод в качестве источника технологической воды 2.**

- На пространстве бывшего СССР природная вода ПОКА (!!!) дешевая, экологические штрафы очень низкие → Нет заинтересованности экономить!**

# Пример возможности использования сточных вод

Ниже приведены анализы речной воды и сточных вод в усреднительном пруду одного из европейских заводов:

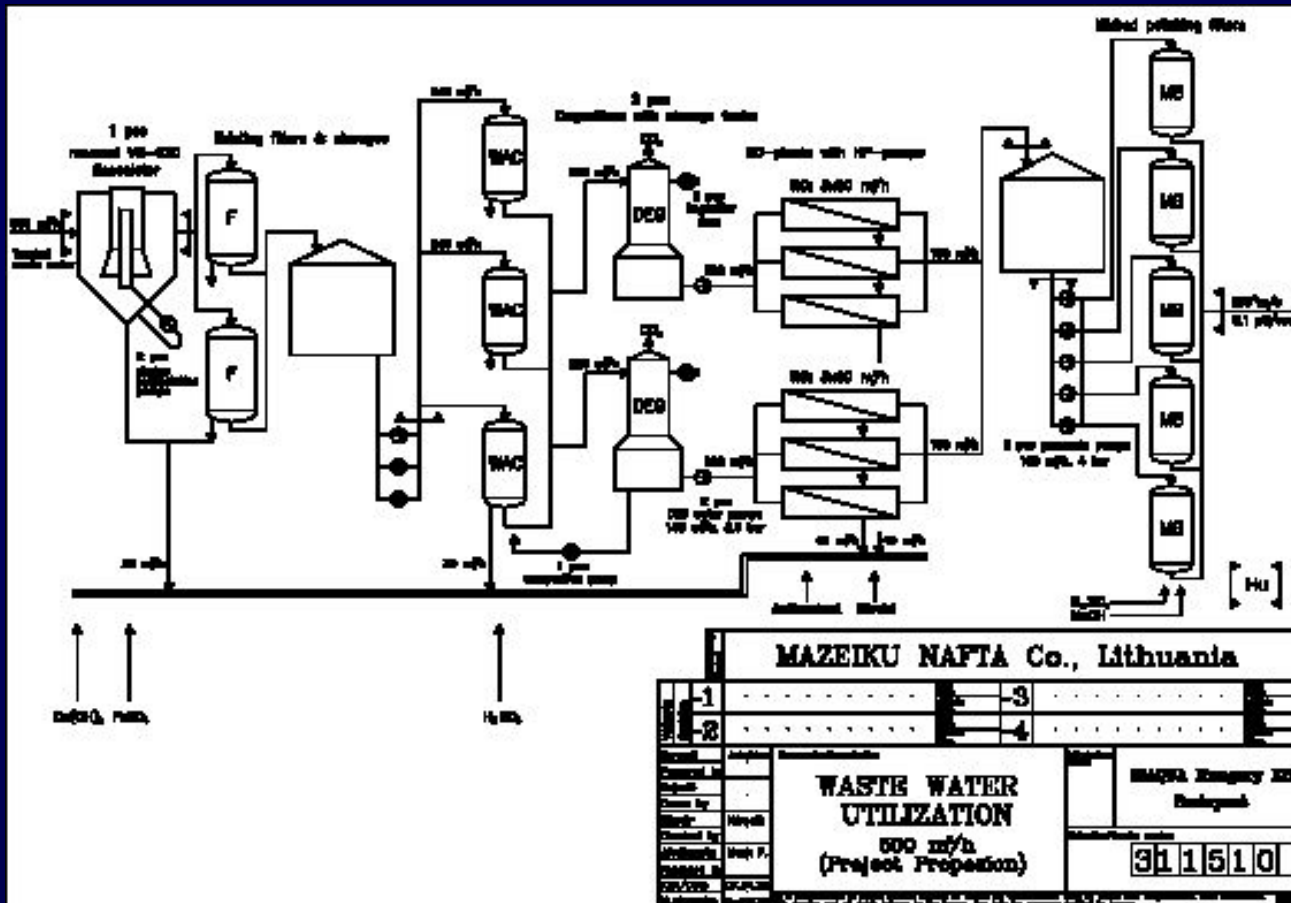
| Water source             | pH   | Oil  | SS   | TH       | TA   | Ca   | Mg   | Na   | Cat-ions | HCO <sub>3</sub> | SO <sub>4</sub> | Cl   | An-ions | SiO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> consumption |
|--------------------------|------|------|------|----------|------|------|------|------|----------|------------------|-----------------|------|---------|------------------|----------------------------|
|                          |      | mg/l |      | mg-ekv/l |      |      |      |      | mg-ekv/l |                  |                 | mg/l |         |                  |                            |
| River water              | 8.30 |      | 7.20 | 4.80     | 4.30 | 3.50 | 1.01 | 0.30 | 4.82     | 4.30             | 0.48            | 0.18 | 4.96    | 5.99             | 10.00*                     |
| Treated waste<br>07-6375 | 8.40 | 0.02 | 4.40 | 4.80     | 2.80 | 3.70 | 1.10 | 2.21 | 7.01     | 2.80             | 1.56            | 2.65 | 7.01    | 2.09             | 8.50                       |

\* assumed value, no data

# Из сравнения данных следует

- **Химический состав речной воды и обработанных сточных вод достаточно похожи**
- **Разница концентраций некоторых компонентов двух вод, скорее всего, вызвана реагентами для регенерации ионообменных смол**
- **Можно-ли получить обессоленную воду из обработанных сточных вод?**
- **Расчеты показывают: ДА!**

# Схема получения 360 т/час обессоленной воды $\kappa \leq 0.2 \mu\text{S}/\text{cm}$ из обработанных сточных вод



# Эффект от внедрения предложенной схемы

- Потребность в речной воде сокращается минимум на 40 %
- Для работы установки обессоливания воды потребуется :
  - Около 90 т/год серной кислоты
  - Около 20 т/год едкого натра (NaOH)
    - Что соответствует
  - 16.6 % и 10 % от соответствующих объемов, использованных в предыдущие годы

# Lőrincz és Társai Kft. Profile

- **A Hungarian engineering company specializing in the field of industrial water treatment**
- **Close cooperation with Inaqua Hungary Kft.**
  - providing basic engineering for WTP
  - joint foreign trade operations
- **Partnership with**
  - Budapest Public Water Works
  - Dunakút Kft (formerly Schki-Bau Kft.)
- **The Managing Director is Technical expert of Purolite International, the leading ion exchange resin producer**

# Thank You for Your Attention

- **We are**
  - opened
    - for discussions
    - for technical and
    - commercial co-operation
  - ready to work out a feasibility study and
  - to supply the WTP
- **Author and Contact person**
  - **Mr Lajos LŐRINCZ**
    - **Phone:**
    - **+ 7 985 773 39 14**
    - **Fax:**
    - **+ 7 495 236 53 32**
    - **E-mail**
    - **lorincz@co.ru**
    - **lorincz@purolite.ru**

**LŐRINCZ AND CO. LTD.**  
Water Engineering

**LAJOS LŐRINCZ**  
Managing Director

18/7 Donskaya str. Apt. 46.  
119049 MOSCOW  
Tel.: + 7 495 773 39 14  
Fax: + 7 495 236 53 32  
E-mail: lorincz@gmail.ru

2 Liliom str.  
8227 FELSŐÖRS  
Tel./Fax: + 36 87 477 533  
E-mail: lorincz@vazsonykom.hu



Lajos Lőrincz  
M. Sc. Chemical Engineer  
Industrial Engineer  
Technical expert

Purolite International Limited  
Moscow 113093  
Lyusinovskaya street, 36, 6th floor

telephon: +7 (095) 564-81-20  
+7 (095) 363-50-56  
fax: +7 (095) 564-81-21  
telephon (home): (095) 236-53-32  
mobile: +7 (095) 773-39-14