

PROTE-fos

Комплексная рекультивация озёр

Инактивация фосфатов в донных осадках

Содержание

- 1. О компании**
- 2. Введение**
- 3. Эвтрофикация**
- 4. Схема комплексной рекультивации**
- 5. Оценка**
 - 5.1. Водосбор
 - 5.2. Анализы воды и осадков
- 6. Проект рекультивационных работ**
 - 6.1. Выбор методов рекультивации
 - 6.1.1. Дозирование химических веществ
 - 6.1.1.1. **PROTE-fos – инновационный метод инактивации фосфора непосредственно в донных осадках**
 - 6.1.1.2. Дозирование химических веществ с поверхности
 - 6.1.2. Дноуглубление
 - 6.1.3. Другие дополнительные методы
 - 6.2. Подбор дозы и типа химических веществ блокирующих фосфор
 - 6.3. Приобретение нужных разрешений
- 7. Рекультивационные работы**
 - 7.1. **PROTEUS – инновационный двух-модульный корабль для рекультивационных работ методом PROTE-fos**
 - 7.2. **PROTE-fos – Инактивация фосфора непосредственно в донных осадках**
 - 7.3. Другие дополнительные методы
- 8. Мониторинг эффектов**
- 9. Эффекты, достигаемые с помощью метода PROTE-fos**
- 10. Итоги**
- 11. Анкета**

1. О компании

ООО PROTE Технологии для Окружающей Среды действует в области улучшения качества воды и охраны окружающей среды с 1995 года. Компания предоставляет услуги на самом высоком уровне, реализуя проекты, связанные с охраной грунтовой и водной среды. Полное удовлетворение наших Клиентов является самой важной целью на пути постройки бренда PROTE как надёжного бизнес партнёра. Компания внедрила Интегрированную Систему Управления согласно нормам ISO 9001:2008, расширенную требованиями AQAP 2110, ISO 14001:2004 и OHSAS 18001:2007.

Мы начали нашу деятельность реализуя комплексные проекты ликвидации загрязнения почвы и вод с помощью Технологии Интенсивной Биоремедиации (TIB). Мы успешно провели более 300 проектов, связанных с исследованием и рекультивацией почвы и вод, от больших катастроф по рекультивацию территорий автозаправочных станций. За нашу Технологию TIB мы получили Золотую Медаль Международной Экологической Ярмарки POLEKO в 2001 году, награду ТЕПЕРЬ ПОЛЬША в категории лучшая услуга в 2007 году, а также почётное звание «Лидера Польской Экологии» в 2009 году.

Примечая ухудшающееся состояние польских озёр и появляющуюся проблему, связанную с цветением сине-зелёных водорослей, PROTE как единственная компания в Польше проектировала и внедрила эффективный способ рекультивации водных резервуаров методом PROTE-fos, который описывается шире в настоящей брошюре. Метода PROTE-fos получила Золотую Медаль Выставки POLEKO в 2010 году, почётное звание выставки TIWS в 2011 году, а также звание лауреата Польской Промоционной Эмблемы ТЕПЕРЬ ПОЛЬША в категории лучшая услуга. В этом же самом году PROTE-fos стало лауреатом проекта GreenEvo под патронажем Министра Окружающей Среды как одна из лучших зелёных технологий. В 2012 году Технология Рекультивации Озёр PROTE-fos была награждена Европейской Комиссией как одна из пяти лучших инновационных технологий в Европе.

С целью обеспечения надлежащего качества воды в водопроводной сети на пути между станцией водоподготовки и получателем воды мы внедрили комплексную услугу противодействия вторичному загрязнению воды и очистки водопроводной сети, а также улучшения санитарного состояния водопроводной сети. Мы сотрудничаем с десятками водоканалов получая эффект ликвидации вторичного загрязнения и улучшения органолептических свойств воды и одновременного повышения жизнеспособности сети. В 2009 году мы получили почётное звание в конкурсе ТЕПЕРЬ ПОЛЬША в категории лучшая услуга за комплексную услугу очистки водопроводной сети, а в 2013 мы стали лауреатом этого конкурса за эту услугу.

В рамках улучшения безопасности воды на водозаборах мы предлагаем Систему Биомониторинга Воды SYMBIO – систему раннего предостережения перед внезапным загрязнением источников питьевой воды. Система опирается на пресноводные моллюски и как единственная система на рынке информирует о токсичности воды каждую секунду. За эту систему в 2008 году мы получили награду ТЕПЕРЬ ПОЛЬША в категории лучший продукт, а также Золотые Медали Международной Экологической Ярмарки POLEKO в 2004, Золотую Медаль выставки TIWS в г. Кельце в 2008 году и почётное звание Польского Пантеона Экологии в ноябре 2009 года.

Более подробную информацию о наших продуктах и услугах Вы можете найти в наших материалах и брошюрах, а также на нашем вебсайте www.prote.pl.

2. Введение

“Вода это не просто коммерческий товар,
но это прежде всего
наследство, которое мы должны хранить,
защищать, и относиться как к субъекту.”
(Водная Рамочная Директива)



Не смотря на важную роль воды так в жизни человека, так и окружающей его среды, экспансивная экономия по отношению с природными ресурсами довела до ситуации, в которой мы находимся сегодня, т.е. до постоянного истощения ресурсов чистой воды из-за несбалансированным управлением водными ресурсами.

Одной из экосистем наиболее подверженных деградации являются поверхностные водные резервуары. Всё чаще мы можем встретить ситуацию, где чистые когда-то резервуары – для отдыха или резервуары, используемые экономически, доведены до состояния, которое не позволяет пользоваться ими согласно их назначению. Чаще всего видимый эффект деградации озёр – цветение водорослей – становится всё более серьёзной проблемой. Особенно опасное является цветение сине-зелёных водорослей, так как оно является не только эстетическим недостатком, но также токсикологической проблемой – цианобактерии способны продуцировать опасные для человеческого здоровья токсины.

В настоящее время в Польше в случае количественной структуры производимой воды поверхностные водозаборы составляют около 80%. Такая структура участия поверхностных водозаборов, хотя более сложных в эксплуатации, является существенным элементом ресурсов производимой воды и наверно будет увеличиваться принимая во внимание возобновляемость а также производительность этих источников. К сожалению поступающая деградация не позволяет использовать поверхностные источники пресной воды как водозаборов питьевой воды.

Проблема, связанная с деградацией водных резервуаров становилась на столько существенным вопросом в Европе, что в 2000 году Европейский Парламент установил рамочные действия в рамках водной политики на территории Евросоюза. Согласно принятой Директиве 2000/60/WE Европейского Парламента и Совета Европейского Союза от 23 октября 2000 г. (так называемая Водная Директива), устанавливающей рамки совместных действий в сфере водной политики, государства – члены обязаны рационально использовать и хранить водные ресурсы, согласно принципам устойчивого развития. Главной целью этой Директивы является достижение хорошего состояния всех поверхностных вод до 2015 года.

3. Эвтрофикация

Эвтрофикация это естественный процесс старения водных резервуаров, заключающийся в постепенном зарастании и обмелении. Этот процесс в результате антропопрессии во многих случаях ускорился, прежде всего из-за потока чрезмерного количества питательных веществ (между прочим фосфора и азота). Результатом этого ускорения является быстрое ухудшение качества воды во многих водных резервуарах, проявляющееся между прочим в:

- Цветении – массовое развитие водорослей, особенно сине-зелёных водорослей,
- Ухудшении световых условий, от которых зависит фотосинтез,
- Постепенном исчезновении водных растений, покрывающих дно резервуара,
- Истощении ресурсов кислорода.

Согласно Водной Директиве Польша обязана достигнуть хорошего состояния всех вод до 2015 г. Этого можно достичь между прочим проводя рекультивационные работы, в результате которых улучшится качество вод и состояние экосистем, деградированных деятельностью человека.



Фото 1. Массовое цветение сине-зелёных водорослей

К сожалению как вытекает из последнего отчёта о состоянии окружающей среды в Польше, опубликованного Главным Инспекторатом Охраны Окружающей Среды в 2004 году, достижение хорошего состояния вод в Польше является далёкой перспективой и уже сегодня является технологически нереальным для реализации в установленный срок. Имея в виду неблагоприятные аспекты поступающего быстро процесса эвтрофикации озёр мы должны принимать меры, которые могут довести до улучшения состояния поверхностных вод – прежде всего восстановить их полезные ценности, а также рекреационные и туристические свойства, обуславливая таким способом рост привлекательности многих местностей и безопасность пользователей этих ресурсов.

Это состояние посредственно вытекает из того факта, что действия, которые до сих пор проводились разными субъектами и институциями, стремящимися к восстановлению хорошего состояния водных резервуаров, сводились к ослаблению одного элемента из группы негативных явлений, выступающих в водных экосистемах, а не к восстановлению биологического равновесия во всей экосистеме, что должно быть первостепенной задачей рекультивационных работ.

В предлагаемом ПРОТЕ комплексном подходе объектом рекультивационных работ является вся водная экосистема, а главной целью является улучшение экологического состояния с помощью метода ПРОТЕ-фос. В аспекте регулирования сложных отношений между отдельными элементами организма, озеро можем сравнить с больным пациентом. Во-первых надо диагностировать причину проблемы, и только потом на основе полученных данных и информации о отношениях в экосистеме готовится проект рекультивационных работ. Только тогда можем начать рекультивационные работы, целью которых является восстановление

прежнего состояния резервуара, т.е. состояния перед деградацией – ограничение или даже ликвидация цветения водорослей, а в частности сине-зелёных водорослей, и что с этим связано – улучшение качества воды и рост её прозрачности.

4. Схема комплексной рекультивации

PROTE как единственная компания в Польше и в мире предлагает комплексный подход к рекультивации посредством селективно подобранных дополнительных методов, являющихся поддержкой главного метода рекультивации. Применение соответствующих методов и их пропорции тесно коррелировано с итогами из анализов исходного состояния воды и осадков. Вместе с профессором Рышардом Вишневым из Лаборатории Прикладной Гидробиологии Университета Николая Коперника в г. Торунь, который ведёт научный надзор над всем процессом, мы разработали схему сотрудничества с целью достижения экологического эффекта.

Предлагаемая нами схема относится к резервуарам, которые характеризует высокая трофика и, что с ней связано, частое цветение воды. Высокий уровень трофики не является единственной проблемой, встречающейся в водных резервуарах, поэтому представленная ниже схема может подвергаться модификациям в зависимости от конкретной ситуации.

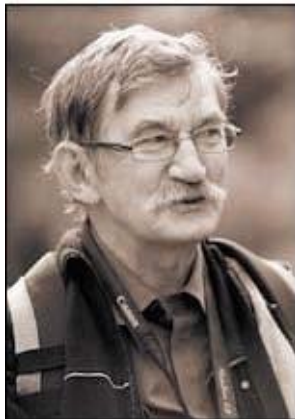
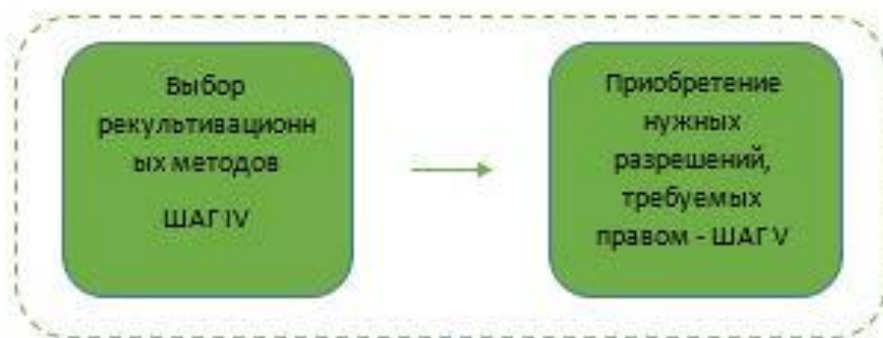


Фото 2. Профессор Рышард Вишневикий из Университета Николая Коперника в г. Торунь, Польша

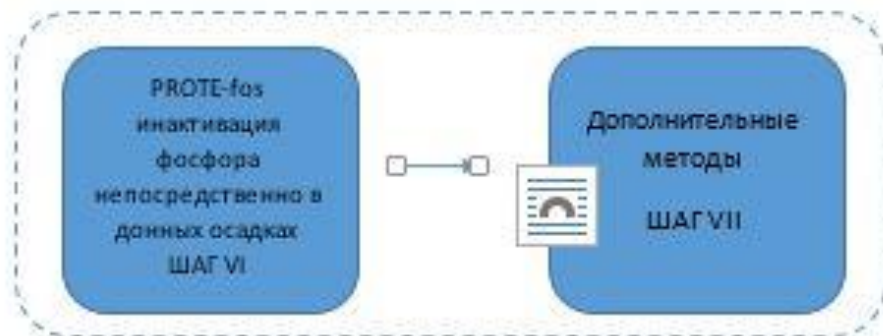
ИССЛЕДОВАНИЕ/ОЦЕНКА



ПРОЕКТ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ РАБОТ



РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЕ РАБОТЫ



5. Исследование

5.1. Водосборный бассейн

До начала рекультивационных работ необходимо исследовать водосборный бассейн водоёма и регулировать его так, чтобы планируемые рекультивационные работы были прочными. Следующий шаг это отсечение загрязнений и максимальное ограничение нагрузки питательных веществ, доплывающих в водоём.

Параллельно с исследованием водосборного бассейна необходимо провести исследования воды и донных осадков, для того, чтобы оценить в каком состоянии находится водоём. Только эти действия являются основой для начала дальнейших работ в рамках рекультивации водного резервуара. Это гарантирует, что примененные методы будут эффективными, их эффекты прочными, а вложенные финансовые средства не будут напрасно потраченными.

5.2. Анализы воды и донных осадков

Проведение комплексных исследований физических, химических и биологических параметров донных осадков и воды является весьма значительным аспектом. Благодаря этому можно анализировать параметры, которые абсолютно влияют на динамику процессов, связанных с высвобождением фосфора из донных отложений (концентрация Fe, Mn, Ca, соотношение Fe : P) а также влияние на эти процессы pH, электролитической проводимости, потенциала редокс, и концентрации кислорода. Однако самых ценных информаций в аспекте проведения будущей рекультивации предоставляет определение параметров, указанных ниже: EPC-0 а также участие мобильных и немобильных фракций фосфора в донных осадках.



EPC-0, т.е. сорбционный объём осадков по отношению к фосфатам позволяет оценить способность осадков держать фосфор и не выпускать его в процессе так называемого внутреннего питания. Участие фракций фосфора в донных осадках разделяем на мобильные и немобильные фракции. Мобильные фракции отвечают за процесс внутреннего питания и именно их участие нужно уменьшить посредством применения химических веществ непосредственно в донных осадках.

Анализы воды с учётом физических и химических параметров таких как pH, электролитическая проводимость, концентрация кислорода, видимость являются также важными как исследование

биологических параметров, напр.: концентрации хлорофилла, количественного и качественного состава планктона (зоо- и фитопланктона).

6. Проект рекультивационных работ

Получение в/у информации а также аккуратное исследование водосборного бассейна и прежде всего получение морфометрических данных данного водоёма позволяет приготовить комплексный проект рекультивационных работ, содержащий главный метод вместе с обоснованием её применения а также план проведения всяких дополнительных действий.

6.1. Выбор методов рекультивации

Принимая решение о выборе метода рекультивации необходимо принять во внимание следующие элементы – степень его вмешательства в экологическую систему данного водоёма, время нужное для проведения работ, и прежде всего прочность эффектов, которые может принести данный метод. Самым важным является комплексный подход к процессу. Применение лишь одного типа действий приносит только временные и непрочные эффекты.

В мировом масштабе есть многие методы, считаемые методами рекультивации водоёмов, а среди них мы можем найти:

- Аэрацию слоев придонной воды
- Изменение видового состава рыб
- Устранение воды из придонных слоев
- Устранение донных осадков
- Дозирование химических веществ в воду.

Действия, которые до сих пор проводились разными субъектами и институциями, намеренные восстанавливать хорошее состояние водоёмов, сводились лишь к ослаблению одного элемента из группы негативных явлений, имеющих место в водных экосистемах, а не к восстановлению биологического равновесия во всей экосистеме и прочности этого состояния, что должно быть самой важной целью рекультивационных работ.

6.1.1. Дозирование химических веществ

В аспекте дозирования химикатов блокирующих фосфор в водоёме самым важным является место, где они доставляются – **это прежде всего осадки**, а в крайнем случае, как поддержку можно применить дозирование в воду. Следует подчеркнуть, что **натуральным хранилищем питательных веществ в каждом водоёме являются донные осадки, а не вода. Именно они обладают способностью хранить питательные вещества, в том числе фосфор, попадающий в водоём из водосборного бассейна, но также фосфор, уже находящийся в воде.**

6.1.1.1. PROTE-fos инновационный метод инактивации фосфора непосредственно в донных осадках

Ведущий метод рекультивации, предлагаемый нашей компанией это инновационный в мировом масштабе метод ПРОТЕ-фос, состоящий в блокировании фосфора непосредственно в донных осадках, с помощью химических веществ (коагулянтов) и ведущий к уменьшению количества фосфора в воде, доступного для сине-зелёных водорослей или фитопланктонных водорослей, которые могут генерировать цветение.

Метод ПРОТЕ-фос это модифицированный метод Riplox [Ripl, 1976]. Сходство между методами заключается в том, что в обоих случаях одновременно подаётся воздух и коагулянт в донные осадки водоёма. Инновационная модификация в нашем методе заключается в вызове интенсивной, но контролируемой ресуспенсии осадков и подачи коагулянта непосредственно в донные осадки. Автором метода ПРОТЕ-фос является профессор Рышард Вишневский.

В предлагаемом нами методе ПРОТЕ-фос очень важным является место дозирования, а также вызов искусственной ресуспенсии донных осадков. Такие действия позволяют дозированному веществу проникнуть во внешний слой осадков – этот наиболее активный слой в процессе внутреннего питания, т.е. участвующий в циркуляции питательных веществ, в том числе фосфора, между осадками а водой.

Дозирование химических веществ непосредственно в донные осадки кроме вязания фосфора, уже присутствующего в осадках позволяет улучшить их состояние. Это обозначает, что осадки могут приобрести вновь свою способность хранить фосфор, а тем же самым довести до его редукции в воде и контролировать его концентрацию в длиннейший период времени. Таким образом наш метод влияет на динамику циркуляции фосфора в водоёме. Уменьшая внутреннее питание, т.е. выпуск фосфора, кумулированного в донных осадках в воду, а будущего причиной высокой трофики и цветения воды в водоёме. Инактивация фосфора непосредственно в донных осадках возможна благодаря проектированному и построенному нами специализированному кораблю ПРОТЕУС – единственному такому кораблю в мировом масштабе. Подробное описание корабля а также его работы описано в дальнейшей части этой брошюры.

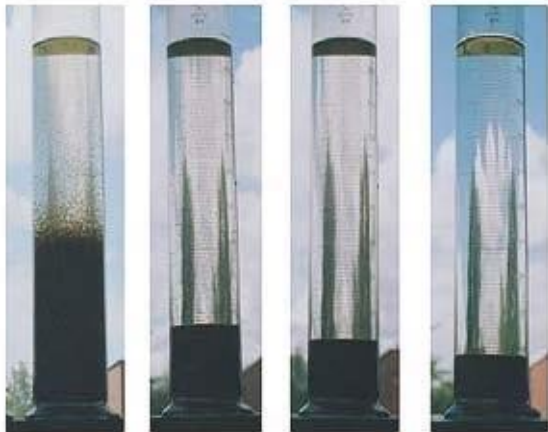


Фото 3. Ход реседиментации донных осадков после дозирования коагулянта непосредственно во взмученные осадки в период 5, 10, 30 и 60 минут. Уже после 10 минут видно, что вода практически чистая, а осадок вновь находится на дне.

6.1.1.2. Дозирование химических веществ с поверхности

Дозирование коагулянта в воду приносит обычно быстрый и кратковременный эффект. Последствием этого является кратковременный рост прозрачности воды. Эти действия производят впечатление, что экологический эффект, т.е. восстановление чистоводного состояния в озере достигнутый. К сожалению это впечатление ошибочное, потому что эффект является кратковременным. Когда дозируем химические вещества в воду мы в состоянии

блокировать только небольшую часть фосфора, который в данный момент находится в воде. Дополнительно блокирование фосфора может быть затруднительным и непрочным, так как фитопланктонные организмы, в том числе сине-зелёные водоросли, способны его использовать и размножиться, часто до состояния называемого цветением, прежде чем химические вещества блокируют фосфор.

Дозирование коагулянта с поверхности сопровождается ситуацией формирования этим веществом слоя, изолирующего донные осадки и якобы блокирующего миграцию этого питательного вещества из осадков в воду (Рисунок 4). Формирование такого слоя было бы возможным только, если дозирование было проведено на всей поверхности озера в тот же самый момент. Во время этого вода не должна вообще двигаться. Поэтому нетрудно прийти к выводу, что такие действия невозможно провести в реальных условиях, а на дне не сформируется никакой равномерный изолирующий слой.

Дополнительно сформированный таким образом слой коагулянта является непрочным (Рисунок 5) из-за:

- Активности организмов, живущих в осадках
- Некоторых рыб, питающихся в осадках
- Движения воды, вызванного ветром
- Движения воды, вызванного доплывающими до озера притоками
- Возможного движения воды, вызывающего ресуспензию осадков, т.е. их повторный вынос в воду.

В описанных в научной литературе случаях дозирования коагулянта с поверхности в воду, химическое вещество вместо попасть на поверхность осадков сформировало толстый слой на поверхности воды, передвигаясь с ветром к берегам озера – такая ситуация может иметь место, когда поверхностный слой имеет температуру выше на около 0,5 градуса С чем слой, находящиеся ниже.



Фото 4. Однородный слой коагулянта после осаждения на поверхности донных осадков – лабораторные условия (аквариум 10х10х20 см), недостижимое в натуральных условиях в водоёме.

В случае глубоких озёр, если во время дозирования коагулянта существует температурный скачок, это очень правдоподобно, что коагулянт, обладающий минимальной негативной плавальностью, задержится в так называемом скачковом слое, изменяя существующие химические условия в этом слое, и что с этим связано, не попадая на дно.

Метод дозирования веществ с поверхности применяется нами в случае необходимости как поддержка метода ПРОТЕ-фос в целях связать фосфор, который ещё находится в воде.

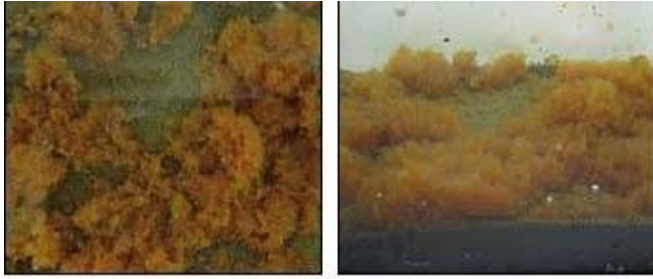


Фото 5. Нарушенный слой коагулянта вследствие действия в/у факторов (на фотографии направо видны пузыри газа, добывающегося из донных осадков и нарушающие однородность слоя коагулянта).

6.1.2. Дноуглубление

Единственной альтернативой для метода ПРОТЕ-фос является дноуглубление, т.е. механическое удаление поверхностного слоя осадков. Это технология, дающая одинаково хорошие результаты, но очень дорогая, длительная и несущая с собой две серьёзные проблемы.

Первая проблема это хранение и дальнейшая утилизация добытых осадков. Место хранения не может находиться на территории водосборного бассейна озера так, чтобы дренажные воды вместе с нагрузкой питательных веществ не могли возвратиться к водоёму. Это было бы очень неблагоприятно, так как количество питательных веществ резко бы увеличилось, но количество осадков было бы недостаточным для того, чтобы эти питательные вещества поглотить и связать. С другой стороны утилизация осадков связана с необходимостью найти их получателя, транспортировать их итд. Не без значения является тот факт, что в Польше находятся водоёмы, обладающие количеством осадков которая равна или превышает количество воды в озере. Дополнительно во время удаления осадков появляется их неконтролируемое возмущение, что вызывает попадание фосфора до сих пор хранимого в осадках в воду.

Другая проблема это вмешательство в функции, которые должен исполнять осадок в озере. Донные осадки являются интегральной частью озерной экосистемы, так же само как вода или заселяющие его организмы. Лишение экосистемы одной из её интегральных частей может принести очень негативные эффекты.

В свете этих проблем а также несущих ими издержек, метод ПРОТЕ-фос является значительно дешевле, несравнимо быстрее и менее инвазивное для экосистемы. Часто дозируемые нами химические вещества дополняют натуральное количество элементов, отвечающих за контролирование фосфора. Они поддерживают натуральные процессы в осадках водоёма, и что очень важно, дают эффект вязания фосфора в осадках и уменьшения его количества в воде. Удаление донных осадков проводится нами только в случае такой необходимости как метод дополнительный для ПРОТЕ-фос, только на выделенной территории, в ситуации когда осадки из выделенной части водоёма требуют удаления за пределы его водосборного бассейна.

6.1.3. Другие дополнительные методы

В зависимости от характеристики данного озера кроме главного метода в проекте рекультивационных работ могут предлагаться также дополнительные методы. Они сильно индивидуализированные по объёму и интенсивности применения в зависимости от: характера водоёма, проблем, которые будут диагностированы а также графика проведения проекта (времена года), а принадлежат им между прочим:

- Биоманипуляция
- Насажение макрофитов
- Биофильтрация (пункт 7.3.)
- Периодическая стрижка чрезмерной растительности, формирующей тростниковые заросли (пункт 7.3.)
- Дозирование химикатов с поверхности (пункт 6.1.1.2.)
- Дноуглубление (пункт 6.1.2.)

6.2. Выбор дозы а также типа химического вещества, блокирующего фосфор

Дозирование химических веществ, блокирующих фосфор тесно связано со способом перечисления дозы а также данными на основании которых доза перечислена. Осуществляя проект рекультивационных работ нужно стремиться к минимизации применяемых химических веществ.

Перечисление дозы должно проводиться на основе данных. Касающихся концентрации фосфора в донных осадках (для слоя определённой толщины) а также для воды. Только так пересчитанная доза коагулянтов может быть эффективной в масштабе времени и масштабе озера. Поэтому так важными являются исследования водоёма, о которых мы писали раньше, а в частности ЕРС-0 а также фракции фосфора. Алгоритм пересчёта дозы, выбора измерительных пунктов, выделения зон в озере, где соответствующие химические вещества будут дозироваться составляют наше *know-how* и они всегда определяются индивидуально для каждого водоёма.

В случае применения определённых химических веществ следует обратить особое внимание на их выбор. Применение соединений алюминия а также сульфатов несёт с собою очень много опасных последствий, непосредственно угрожающих человеческому здоровью.

Алюминий, дозированный в озеро в виде полихлорида алюминия под влиянием воды диссоциирует на ионы. В случае, когда pH воды проходит в направлении кислого, токсичность ионов Al^{3+} а также $Al(OH)^{2+}$ растёт, а в случае изменения pH на щелочное (что имеет место во время интенсивного цветения водорослей) растёт токсичность иона $Al(OH)^{2+}$.

Ниже представляем библиографическую информацию из трёх научных работ, касающихся падения эффективности вязания фосфора с помощью алюминия во времени а также действию алюминия как невротоксиканта, вызывающего развитие болезнь Альцгеймера.

1. Berkowitz, Jacob, Michael A. Anderson, Christopher Amrhein. 2006. Influence of aging on phosphorus sorption to alum floc in lake water. *Water research*, 40: 911-916.
2. Flaten, Trond Peder. 2001. Aluminum as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. *Brain research bulletin*, vol. 55, No. 2, pp. 187-196.
3. Edited by Chrostopher Exley, Aluminum and Alzheimer's disease The science that describes the link, Birchall Center for Organic Chemistry and Materials Science, School of Chemistry and Physics, Keel University, ELSEVIER 2001.

Использование сульфатов несёт с собою такую угрозу, что в условиях пониженной концентрации кислорода в осадках или его отсутствии (через деятельность анаэробных бактерий) производится сероводород, очень токсичный газ, хорошо растворимый в воде. Его присутствие в осадках может вызывать формирование «мёртвых зон» дна, в которых практически не будут присутствовать никакие живые организмы, кроме некоторых анаэробных бактерий. Дальнейшим последствием доставки «серы» в водную экосистему будет реакция сероводорода

с редуцированным до Fe(II) в анаэробных условиях ионом железа Fe(III), и в последствии этой реакции формирование чёрного осадка, нерастворимого в воде. Эта реакция вызывает вязание ионов железа в неактивные формы, которые раньше являлись фактором, который мог вязать фосфор в водоёмах. Таким образом вводя сульфаты можно интенсифицировать формирование сероводорода а также ограничивать ещё натуральный механизм контроля концентрации фосфора посредством инактивации ионов железа в виде сульфидов железа, которые становятся бесполезными в процессе вязания фосфора.

Вышеуказанные виды химических веществ не применяются нами в проектах рекультивации водоёмов.



6.3. Приобретение необходимых разрешений

В зависимости от вида предлагаемых действий в проекте рекультивационных работ необходимо приобрести разрешения, между прочим:

- Водное разрешение
- Планы рыбалки
- Решение об утверждении программы управления отходами.

В аспекте дозирования химических веществ, блокирующих фосфор в водоёме необходимо также приобрести водно-правовое разрешение, в котором на основании результатов анализов воды и донных осадков указана максимальная доза химического вещества а также её вид.

7. Рекультивационные работы

Как единственная компания в Польше и в мире предлагаем комплексный подход к методам рекультивации водоёмов. Применение соответствующих методов и их пропорции тесно связано с результатами исследований исходного состояния воды. Вместе с профессором Вишневым, который ведёт научное руководство над всем процессом, мы разработали схему сотрудничества для достижения экологического эффекта. Независимо от в/у действий до начала рекультивационных работ нужно исследовать данный водоём и регулировать его водосборный бассейн. Только такой комплексный подход к этой проблематике позволяет достичь ожидаемый экологический эффект.

7.1. PROTEUS – инновационный двух-модульный корабль для осуществления метода ПРОТЕ-фос

В целях применения нашего метода ПРОТЕ-фос на практике мы проектировали и построили корабль, использующийся для дозирования химических веществ в донные осадки. Это инновационное оборудование, называемое ПРОТЕУС, (Рисунок 8-10) состоит из двух модулей. ПРОТЕУС является единственным доступным в мире запатентованным оборудованием, позволяющим аккуратно дозировать вещества непосредственно в донные осадки, при одновременной контролируемой ресуспенсии этих осадков.

Наводная модуль отвечает за:

- Перемещение всего корабля благодаря двум двигателям, монтированным на каждом из поплавков наводной модули (катамарана). Каждый из двигателей может управляться независимо и реализовать движение вперёд и назад.



Фото 6. Корабль с видимым подводной модулей в доке наводной модули. Из-за плохой прозрачности воды во время рекультивационных работ невозможным является представить снимки подводной модули во время работы.

- Транспортировку химических веществ, употребляемых в процессе рекультивации. Наводная модуль может транспортировать до 3 тон веществ как в виде порошка так и в жидком виде.
- Аккуратное и контролируемое дозирование химических веществ. Корабль оборудован системой специализированных насосов с полным цифровым контролем течения средств, а тем же самым скорости дозирования веществ в осадки.
- Качка воздуха в донные осадки. На корабле находится высокопроизводительный компрессор, тихий чтобы не генерировать шума, негативно влияющего на окружающую среду, но на столько производительный, чтобы качать воздух на соответствующую глубину, и аэрировать донные осадки и вызывать их ресуспенсию.
- Аккуратная навигация по озеру и контроль его дна. Навигация возможно благодаря инсталлированным на корабле двум связанным друг с другом системам GPS. Одна сотрудничает с наземной базовой станцией и благодаря этому обеспечивает аккуратность позиционирования корабля в пределах 1-2 см. Вторая в реальном времени информирует о положении корабля, дрейфе и реальном направлении его перемещения. Контроль дна осуществляется благодаря созданию аккуратной, цифровой карты дна водоёма, в рамках каждого проекта а также сонарного изображения.

Благодаря этому работа в осадках является безопасной и нет коллизий с затонувшими объектами.

- Перемещение и управление работой подводной модули. В наводной модули находится пространство, называемое доком, в рамках которого подводная модуль может вытягиваться из воды благодаря работы четырёх лебедок, изготовленных так, чтобы они были погодостойкими. Сами лебедки управляются с помощью компьютера, который делает возможным работу в трёх режимах (автоматический, полуавтоматический, ручной).

Подводная модуль (рисунок 10) отвечает за:

- Доставка информации о своём положении по отношению с осадками путём использования системы оптических мульти-сенсоров. Эта информация позволяет управлять системой лебедок соответствующим образом и вести навигацию всего корабля.
- Вызов контролируемой ресуспензии осадков в своём закрытом пространстве. Подводная модуль в виде расплющенного колокола с вертикальными плавниками, стабилизирующими тор навигации. Внутри пространства, сформированного этой модулей, после того как она углубится над донные осадки вызывается ресуспензия для того, чтобы увеличить поверхность контакта осадков с химическим веществом.
- Аэрация донных осадков. Искусственно вызванная ресуспензия возможно благодаря качаемому воздуху, который дополнительно окисляет донные осадки.
- Дозирование с помощью системы форсунок правильно подобранных химических веществ для вязания фосфора.
- Коагуляция и повторная седиментация осадков под влиянием действия химических веществ.

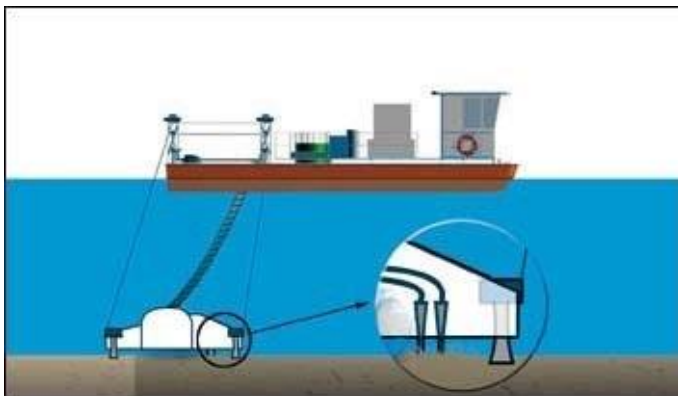


Фото 7. Визуализация модулей корабля – наводная модуль и подводная модуль.

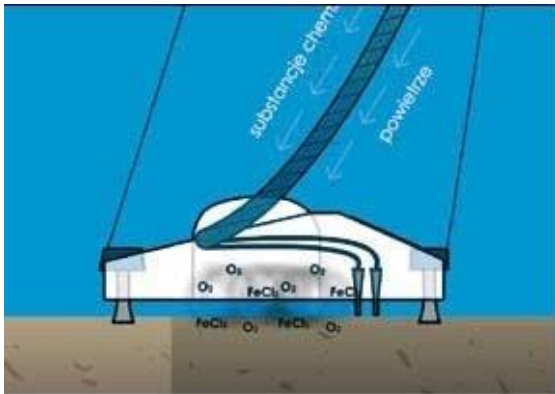


Фото 8. Визуализация подводной модули вместе с сенсорами осадков и форсунками, качающими воздух в донные осадки..

7.2. PROTE-fos – инактивация фосфора непосредственно в донных осадках

Инактивация фосфора проводится с помощью двух-модульного корабля, который исполняет дозирование химического вещества (коагулянтов) в определённый слой осадков при одновременной их ресуспензии и аэрации (рисунок 6-7). Подводная часть корабля опускается непосредственно над осадки и во время работы перемещается над ними. Система сенсоров позволяет контролировать перемещение корабля и углубление форсунок, дозирующих химические вещества в осадки, реагируя на изменения глубины дна, что позволяет держать подводную модуль непосредственно над внешнем слое осадков. В закрытом объёме подводной модули с помощью качаемого с поверхности воздуха осуществляется ресуспензия осадков. В моменте вызова ресуспензии путём аэрации осадков системой форсунок осуществляется также дозирование химического вещества, блокирующего фосфор. Благодаря этому проходит процесс коагуляции взвешенных веществ с одновременным блокированием фосфора. После перемещения подводной модули смесь донных осадков и коагулянта быстро опадает на дно так как увеличивается поверхность частиц путём их соединения в большие «хлопья», не вызывая тем самым явления неконтролируемой ресуспензии осадков в водоёме.

Подача химических веществ позволяет формировать довольно толстый защитный слой осадков, изолирующий более глубокие слои осадков от воды. В этом защитном слое блокируется фосфор, а создание соответствующих кислородных условий упрочняет сформированные структуры и делает возможным дальнейшее впитывание и вязание этого элемента также из воды. Таким образом неактивный фосфор в осадках не имеет уже влияния на трофику воды в водоёме. Это состояние создаёт условия для применения дополнительных методов, целью которых является удержание достигнутого экологического эффекта во времени.

7.3. Другие дополнительные методы

Когда фосфор прочно связан в донных осадках благодаря применению метода ПРОТЕ-фос можно применить другие вспомогательные методы в целях поддержать или ускорить получение экологического эффекта.

1. Биоманипуляция
2. Насаждение макрофитов
3. Биофльтрация
4. Установка ячменной соломы
5. Периодическое скашивание чрезмерной растительности, формирующей тростники.



6.



- Биоманипуляция. Она заключается во влиянии на трофические соотношения в водоёме, чаще всего путём вмешательства в видовой состав рыб. Этот метод требует аккуратного исследования физических и химических параметров воды, осадков водоёма а также его биологического разнообразия. Следовательно надо ограничить количество рыб, питающихся бентосом и зоопланктоном, так чтобы восстановить достаточное количество и соответствующий видовой состав зоопланктона, для того, чтобы тот мог эффективно контролировать количество фитопланктона и тем же самым не допускать к чрезмерному размножению водорослей – цветению.
- Насаждение макрофитов. В выделенных частях водоёмов насаждаются макрородоросли а также погруженные и плавающие растения, эффективно абсорбирующие питательные вещества, например рогоз. Благодаря этому интенсифицируется абсорбирование питательных веществ из воды, консолидируются осадки и создаются среда обитания для других организмов – рост биоразнообразия. Чем экосистема богаче различными видами растений и животных, тем экосистема более стабильная и устойчивая к негативным факторам антропогенического происхождения.
- Биофльтрация. В избранных частях водоёмов инсталлируются места искусственные обитания для моллюсков, благодаря чему увеличивается их популяция. Следовательно

это вызывает более интенсивную фильтрацию взвешенных веществ из воды и рост прозрачности воды, который является очень важным с точки зрения пользователей резервуара и растений, которые могут более интенсивно проводить фотосинтезу.

- Инсталлирование ячменной соломы. В выделенных партиях водоёма, часто на притоках или в зонах для рекреации инсталлируется ячменная солома. Её расклад вызывает выпуск в воду веществ, называемых альгистатиками, которые ограничивают развитие фитопланктонных и сине-зелёных водорослей.
- Периодическое скашивание чрезмерной растительности, формирующей тростники. Таким образом каждый год можно вывести за пределы экосистемы водоёма значительные количества питательных веществ, находящихся в ткани растений. В противном случае эти растения умирают и опадают на дно, повторно питая систему питательными веществами.
- Дноуглубление – описанное в пункте 6.1.2.
- Дозирование химических веществ с поверхности – описанное в пункте 6.1.1.2.

8. Мониторинг эффектов

В сотрудничестве с институцией, которая обладает водоёмом проводится мониторинг в объёме и времени каждый раз индивидуально установленном для каждого проекта. Мониторинговые исследования должны включать невралгические пункты водоёма (например притоки, углублённые мета, закрытые заливы, места, предназначенные для рекреации, места вблизи интенсивно развивающейся промышленности или сельского хозяйства, итд.). Объём этих исследований должен включать большинство показателей и параметров, исследованных до начала рекультивации, так чтобы мы были в состоянии сравнить их результаты. Частотность этих исследований не должна быть меньше чем 4 раза в год, т.е. во время каждого из времён года. Во время проведения рекультивационных работ а также после их окончания мы создаём отчёты, представляющие ход исполненных задач а также их эффекты. Объём и частотность таких отчётов индивидуально достраиваются к потребностям данного Клиента. Мониторинг проводится с целью подтверждения двух вопросов. Первый из них это подтверждение, прочны ли изменения начатые рекультивационными работами, проходят ли они согласно плану. Второй это, есть ли вмешательство третьих лиц или повторное питание водоёма питательными веществами.

9. Эффекты, достигаемые методом ПРОТЕ-фос

Эффекты применения метода ПРОТЕ-фос – инактивации фосфора непосредственно в донных осадках:

- **Вязание фосфатов в донных осадках (ликвидация так называемого внутреннего питания)**
- **Редукция концентрации фосфора в воде**
- **Отсутствие цветения сине-зелёных водорослей**
- **Улучшенная прозрачность воды – главным образом благодаря ограничению количества фитопланктона, в том числе сине-зелёных водорослей, но также уменьшению количества минеральных и органических взвешенных веществ в воде**
- **Покрытие дна макрофитами и водными растениями – возможно только после улучшения прозрачности воды. Эти растения дают хранение для осадков, которые реже подносятся под влиянием движения воды. Растёт также биоразнообразие и продукция кислорода в процессе фотосинтеза**

- Улучшение кислородного баланса в водоёме – благодаря аэрации осадков, но особенно благодаря макроводорослям и водным растениям
- Рост биоразнообразия – благодаря в/у изменениям, а особенно благодаря улучшению кислородных условий и появлению или введению макроводорослей и водных растений увеличивается разнообразие среды водоёма, а с ней растёт разнообразие видов, заселяющих экосистему.

10. Итоги

Предлагаемый нами метод ПРОТЕ-фос, после проведения соответствующих исследований позволяет быстро и дёшево улучшить качество воды. Химические средства, применяемые нами ведут к минимальному вмешательству в экологическую систему. Ни полностью безопасны для экосистемы, состоят из соединений, натурально присутствующих в озерах или натурального происхождения.

Для того, чтобы экологический эффект был прочным требуется постоянный контроль водоёма а также его водосборного бассейна.

Первая комплексная потребность со стороны рынка для осуществления рекультивации озёр была объявлена Городом Гнезно. Следует отметить, что эксперты программы Life+ наградили инновационность нашего метода и выбрали его одной из пяти лучших технологий охраны окружающей среды Европы.

Представленная в настоящей брошюре информация, связанная с технологией, наш 20-летний опыт, приобретенный в реализации проектов в сфере охраны природы а также 30-лтный опыт профессора Рышарда Вишневого позволяют проводить эффективные рекультивационные действия на данном водоёме. Подтверждением этого являются проведенные нами проекты рекультивации озёр Елонек и Виняры в г. Гнезно в Польше. На исполненные нами работы Клиент получает гарантию.

В случае каких-либо вопросов будем рады Вам помочь. Проблемы, какие Вы встречаете часто требуют непосредственных консультаций, поэтому мы будем рады организовать встречу в подходящий Вам срок, чтобы обсудить возможности сотрудничества.

В целях как можно лучше подготовиться к встречи с Вами вежливо просим заполнить прилагающуюся анкету. In order to be able to prepare for the meeting with you we would like to kindly ask you to provide the information included in the attached questionnaire.

11. АНКЕТА

Просим ответить на следующие вопросы. Заполненная Вами анкета позволит нам подготовиться к встрече с Вами.

I. Озеро – общая информация

1. Название.....
2. Местность.....
3. Доминирующий тип берегов озера:
высокие откосы низкий берег (легкий доступ)
4. Владелец озера.....
5. Администратор озера (арендатор, управляющий,
другой).....
.....
6. Площадь.....[га]
7. Средняя глубина.....[м]
8. Максимальная глубина.....[м]

II. Доплывают ли до озера водотоки? да нет

III. Используется ли озеро в туристических\рекреационных целях? да нет

IV. Появляется ли проблема цветения воды? да нет

Если так, скажите пожалуйста в каких месяцах?.....

V. Ведутся ли на данном озере какие-либо рекультивационные работы?

да нет

VI. Есть ли у Вас какие-нибудь результаты исследований этого озера (напр. Анализы воды, осадков, видовой состав рыб, состав фитопланктона и т.п.)

да нет

Если так, просим приложить результаты к следующей анкете.

VII. Контактные данные

Имя и фамилия.....

Должность.....

Название подразделения, которое Вы представляете.....
.....

Адрес.....
.....

Телефон..... факс.....

Э-майл.....

Благодарим Вас за заполнение настоящей анкеты.

Просим направить нам заполненную анкету в нижеуказанный адрес:

PROTE Technologie dla Środowiska Sp. z o.o.

Ul. Dziadoszańska 10, 61-248 Poznań

Тел. +48 61 65 45 578, факс +48 61 65 45 579

Э-майл: prote@prote.pl www.prote.pl