

Финский институт окружающей среды. Зверофермы: загрязнение воды и почвы нитратами

Источник: [здесь](#)

Исследование Института окружающей среды

Ликвидация нитратов в почве и грунтовых водах на зверофермах (НИТРОС), Финляндия, 2005-2010

Начало исследований: 2005 Конец исследований: 2010 Контактное лицо в SYKE (Финский институт окружающей среды): Тайна Нистен (Taina Nysten) Участники проекта: Яни Салминен (Jani Salminen), Сирку Туоминен (Sirku Tuominen) (SYKE) Источник финансирования: Министерство охраны окружающей среды, Финский институт окружающей среды, Химическая корпорация, Ассоциация звероводческих ферм Партнеры: Западно-региональный экологический центр, Pouyu Finland Oy.

Общая информация

Негативное влияние звероферм на системы водоснабжения и грунтовые воды может быть значительным на региональном и местном уровне в связи с интенсивной централизацией звероферм. В Финляндии существует приблизительно 50 звероферм, расположенных на водоносных слоях, исключительно важных для водоснабжения. Кроме того, насчитывается около 80-100 закрытых звероферм на водоносных слоях. Особенно в Западной Финляндии, где насчитывается 30 звероводческих хозяйств, которые представляют значительный риск загрязнения важных водоносных слоев.

Дожди и талые воды вызывают попадание азота и фосфорных соединений, содержащихся в фекалиях животных, в грунтовые воды или же через стоки происходит попадание в водные объекты. В важных водоносных слоях, основной проблемой является повышение уровня нитратов и нитритов. На основе директивы по воде, предоставленной Европейским Союзом, финское Министерство социальных дел и здравоохранения установило нормы максимальной концентрации нитратов и нитритов в питьевой воде 50 мг/л и 0,5 мг/л соответственно.

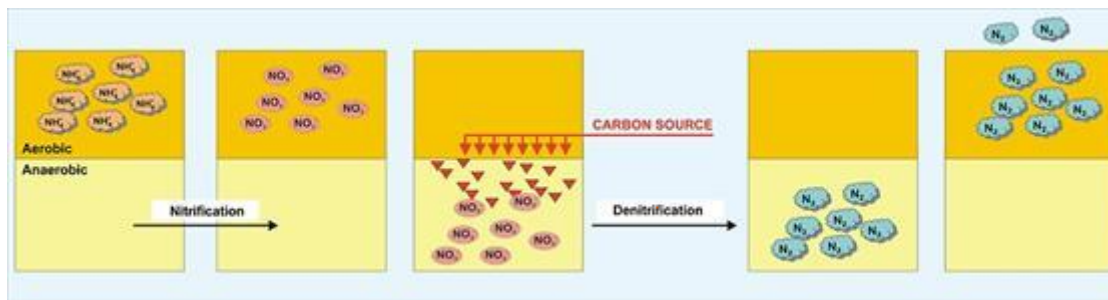
Кроме того, существуют и другие проблемы, как например выщелачивающие препараты, которые дают пушным зверям, которые также могут являться риском в отношении качества подземных вод.

До сих пор в области рекультивации площадей звероферм, применялось только удаление верхних слоев почвы. Однако нитраты легко проникают в землю в насыщенной зоне водоносного слоя. Удаление глубоких слоев почвы и транспортировка их в другое место для обеззараживания является непрактичным и дорогим методом. К этому следует добавить, что удаление почвы из ненасыщенной зоны не решит саму проблему загрязнения подземных вод.

Исследование целей и методов

Целью проекта было тестирование и разработка биологического средства для оздоровления почвы и грунтовых вод на зверофермах, которые были загрязнены нитратами.

Метод основан на повышении активности денитрифицирующих бактерий, которые естественным образом образуются в почве и грунтовых водах. Органический химикат добавляют в почву и/или подземные воды, который бактерии окисляют и одновременно превращают нитраты в газообразный азот.



Процесс нитрификации-денитрификации

Во-первых, органический азот в экскрементах животных микробиологически разлагается и образуется аммиак (NH_4^+). Это происходит в верхних слоях почвы. В почве, аммоний принимает участие в трех процессах: выщелачивании, сорбции и нитрификации. Часть аммония проникает в зону насыщения в следствии дождей и талых вод. Часть аммония адсорбирует на поверхности почвы и образует долгосрочный остаток аммония в ненасыщенных зонах. Если есть кислород, нитрифицирующая бактерия преобразуется в аммоний через нитрит (NO_2^-) в нитрат (NO_3^-). В районах с водопроницаемой почвой и с большим количеством органического азота, высокий уровень аммония, нитратов и нитритов может быть найден в грунтовых водах. Это происходит потому что в процессе нитрификации потребляется кислород и появляется кислотность, грунтовые воды в таких районах бескислородны и имеют повышенную кислотность.

Можно попытаться удалить нитраты и нитриты в грунтовых водах, стимулируя процесс денитрификации. Денитрификации это анаэробный процесс микроорганизмов. Из-за низкого количества органического вещества в загрязненных нитратами подземных водах,

практически везде без исключения, органические вещества должны быть добавлены в грунтовые воды в качестве источника энергии для денитрифицирующих бактерий.

Исследование НИТРОС состояло из трех этапов: предварительные исследования, опытно-промышленные испытания проверка песочного фильтра и полномасштабное изучение в реальных условиях.

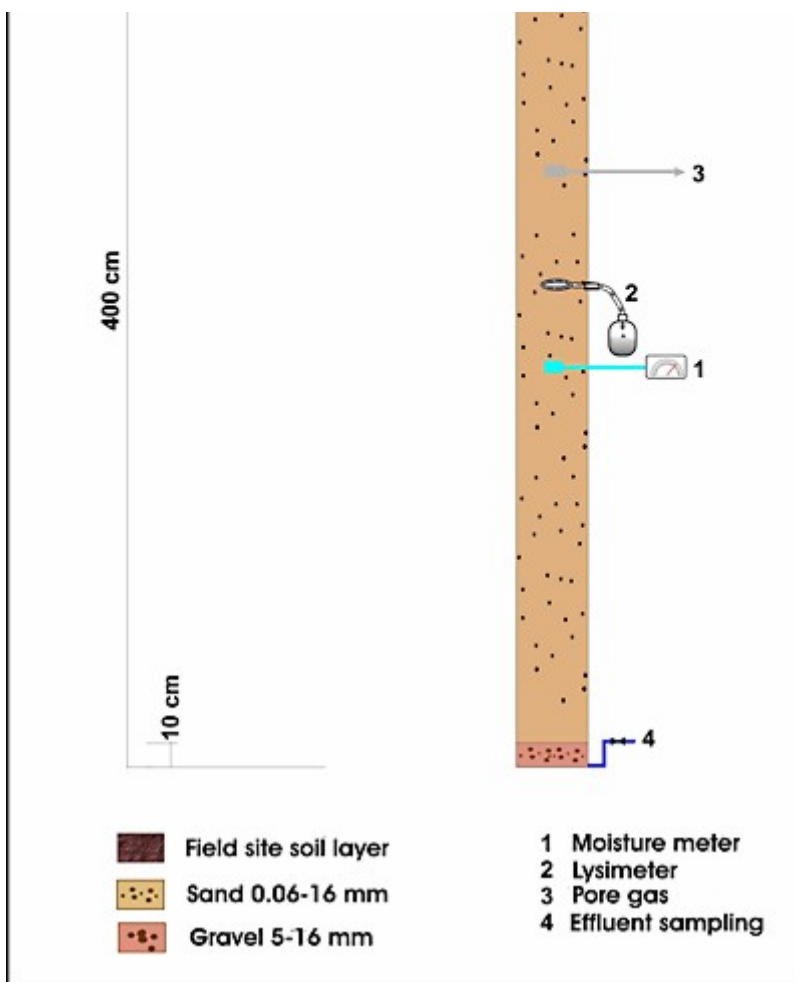
В ходе предварительных исследований (2004), этанол, формиат калия, кальция, магния, формиат, ацетат натрия и лактат натрия были проверены на возможность их применения в качестве источника углерода для денитрифицирующих бактерий. В лабораторных исследованиях, эффективность каждого химического элемента на активность денитрификации была проведена в различных концентрациях на образцах почвы, взятых со звероферм. Тесты проводились при температуре 6 градусов. Было обнаружено, что этанол и ацетат более эффективны для денитрификации, чем другие химические вещества. Этанол стимулировал денитрификацию в более широком диапазоне, чем ацетат.

Песчаные фильтры (тесты 2005-2006) гг.

Два из наиболее перспективных химических элементов (этанол и уксусная кислоты) были выбраны для дальнейшего тестирования, которое началось осенью 2005 года на исследовательской станции Суоменойя. Опытно-промышленные исследования проводились с помощью песочных фильтров для имитации естественных условий. Цель испытаний заключалась в оптимизации процесса денитрификации в почве при низкой температуре (6°C) путем изменения количества этанола и уксусной кислоты. Изменения качества воды были проанализированы путем инъекций растворов и фильтратов, взятых на разных глубинах во время теста.

И ацетат и этанол показали 95-100% эффективности при удалении нитратов (начальный уровень нитратов 200 мг/л). Наиболее оптимальным оказался углерод: соотношение с азотом было между 6 и 10. Этанол оказался более эффективным денитрификационным стимулятором, чем ацетат, а в столбах с этанолом было образовано меньше нитритов, чем в столбах с ацетатом.

На основании предварительных и опытно-промышленных исследований, этанол был выбран для использования в качестве источника углерода в полномасштабных полевых испытаниях.



Полевые исследования 2005-2008 гг.

Место исследования было расположено на небольшой звероферме в Усикарлепю. Целями исследования были: 1) тестирование, разработка и оптимизация методов нитрификации и 2) найти граничные условия и предпосылки успешной биологической очистки загрязненных подземных вод нитратами. Кроме того, новая информация была подготовлена, основываясь на действенном положении подземных вод на звероводческих хозяйствах.

Расположение мест изучения

Возникновение загрязнения и вопрос о возможной транспортировки были исследованы в первой фазе исследования. На основании уровней загрязнения и предварительного изучения грунтовых вод, инфильтрационная система была построена с целью введения этанола через зону аэрации в грунтовые воды. Во время исследований воду содержащую денатурированный этанол постепенно вводили в почву. Введение этанола началось осенью 2006 года и продолжалось до декабря 2008 года, исключая время сильных снегопадов зимой.

Различные параметры были проанализированы в ходе исследования такие как температура подземных вод (4.2-7.4 ° C), качество подземных вод и измерения газов в ненасыщенной зоне. Кроме того, функциональными возможностями метода было исследование химического анализа образцов почвы, измерения стабильных изотопов, проверка возможностей денитрификации и ДНК-исследований.

Полевые исследования 2005-2008 гг.

Место исследования было расположено на небольшой звероферме в Усикарлепю. Целями исследования были: 1) тестирование, разработка и оптимизация методов нитрификации и 2) найти граничные условия и предпосылки успешной биологической очистки загрязненных подземных вод нитратами. Кроме того, новая информация была подготовлена, основываясь на действенном положении подземных вод на звероводческих хозяйствах.

Расположение мест изучения

Возникновение загрязнения и вопрос о возможной транспортировке были исследованы в первой фазе исследования. На основании уровней загрязнения и предварительного изучения грунтовых вод, инфильтрационная система была построена с целью введения этанола через зону аэрации в грунтовые воды. Во время исследований воду содержащую денатурированный этанол постепенно вводили в почву. Введение этанола началось осенью 2006 года и продолжалось до декабря 2008 года, исключая время сильных снегопадов зимой.

Различные параметры были проанализированы в ходе исследования такие как температура подземных вод (4.2-7.4 ° C), качество подземных вод и измерения газов в ненасыщенной зоне. Кроме того, функциональными возможностями метода было исследование химического анализа образцов почвы, измерения стабильных изотопов, проверка возможностей денитрификации и ДНК-исследований.

Исследования на месте

Установка скважин для наблюдения подземных вод (2005, 2006 и 2008)

Установка наблюдательных скважин рядом с загоном для животных

Мониторинг качества подземных вод (2006-2008)

Измерения качества подземных вод проводились с интервалами в 0,5 м с помощью наблюдательных скважин. Температура, растворенный кислород, pH, удельная электропроводность и окислительно-восстановительный потенциал подземных вод были измерены промысловым расходомером YSI556.

Оксиметр YSI в использовании

Взятие образцов грунтовых вод

Гидрогеологические изыскания (2005-2008)

Гидравлическая проницаемость зоны подземных вод была исследована методом водяной пробки или восстановления подземных вод, которая дала оценку средней горизонтальной проницаемости рядом с просеивателем наблюдательных скважин.

Последний этап теста: цилиндр удален из скважины и уровень грунтовых вод контролируется как вручную, так и с помощью регистратора данных, который непрерывно измеряет давление воды.

Цилиндр, который использовался в тесте на пробу подземных вод

Пробы почвы (2005-2008)

Отбор проб почвы методом мануальной оже-спектроскопии Отбор проб почвы методом механической оже-спектроскопии

Углеродная подложка, проникновение в почву и оптимизация процесса удаления нитратов (2006-2008)

Углеродная подложка - этанол - добавлялась как слабый водный раствор в зону аэрации через систему труб под грунтом.

Установка системы труб Источник углерода (этанол) разбавляют водой Углеродные подложки вводятся в эксплуатацию

Измерение пор газа (2006-2008)

Эффекты проникновения этанола в пропорции кислорода и углекислого газа в ненасыщенной зоне были обнаружены измерения пор газа. Уменьшение этилового спирта уменьшает кислород и увеличивает количество углекислого газа в порах. Углекислый газ является конечным продуктом окисления этанола в процессе денитрификации.

Отчет (2009-2010)

Выводы исследований на месте

1. Была обнаружена высокая концентрация нитратов и аммония в почве и грунтовых водах в местах нахождения звероферм.
2. Естественное поглощение подземными водами загрязнений, вызванных соединениями азота, незначительно без восстановленных мер, так как не достаточно органического вещества, необходимого для денитрифицирующих бактерий в почве и грунтовых водах. По этой причине, соединения азота (аммоний и нитраты) существуют в высокой концентрации в почве и грунтовых водах на звероферм.
3. Нитрификация является окислительным процессом, следовательно аммоний попадающий в грунтовые воды становится кислотным. Окисление увеличивает

распад многих тяжелых металлов в грунтовых водах. Концентрация никеля и алюминия многократно превысила требований по качеству (Ni 0,02 мг/л) и рекомендованное (Al 0,2 мг/л) для питьевой воды.

4. Этанол повышает естественную денитрификацию и концентрация нитратного азота в очищенных грунтовых вод снизилась с уровня предшествующего полевым испытаниям (около 30 - 60 мг/л) до 1 мг/л, что заметно ниже финского стандарта качества питьевой воды (11 мг/л N, которая составляет 50 мг/л, нитратов).
5. Для того чтобы получить результаты улучшения качества окружающей среды, необходимо принимать во внимание различные параметры такие как: уровень нитратов, пропорции нитрат-хлорид и измерение стабильных изотопов.
6. Введение этанола в грунтовые воды через систему труб в ненасыщенной зоне технически осуществимо, просто в использовании и недорого. Проникновение в ненасыщенные почвы не засоряет систему труб, и напротив засорение может произойти, когда источник углерода вводится непосредственно в грунтовые воды.
7. В целях оптимизации методов восстановления, pH должен быть достаточно высоким, предпочтительно > 5,5. Денитрификация производит щелочность и, помимо удаления нитратов также снижается содержание металла в кислых водах.
8. Денитрификация не может быть эффективной как и система инфильтрации, если условия не являются оптимальными (например, слишком низкий pH). Увеличение концентрации нитрита указывает что процесс идет неверно. В исследовании НИТОРОС, зона, в которой процесс эффективно функционировал находился на расстоянии 15-20 м от места инфильтрации.
9. Очищение грунтовых вод, путем восстановления природной денитрификации требует хорошего знания течения вод на участке, а также необходима сеть пунктов для наблюдения за качеством подземных вод.

Проектные организации

В проекте участвовали Финский институт окружающей среды, Западно-Финский Региональный экологический центр (Центр экономического развития, транспорта и окружающей среды Южной Остроботнии и государственное Агентство регионального управления Западной Финляндии), а также Pöyry Finland Oy. Проект был профинансирован Министерством охраны окружающей среды, Химической корпорацией, Ассоциацией производителей финского меха и Гидротехникой в сельском хозяйстве.

Основные публикации

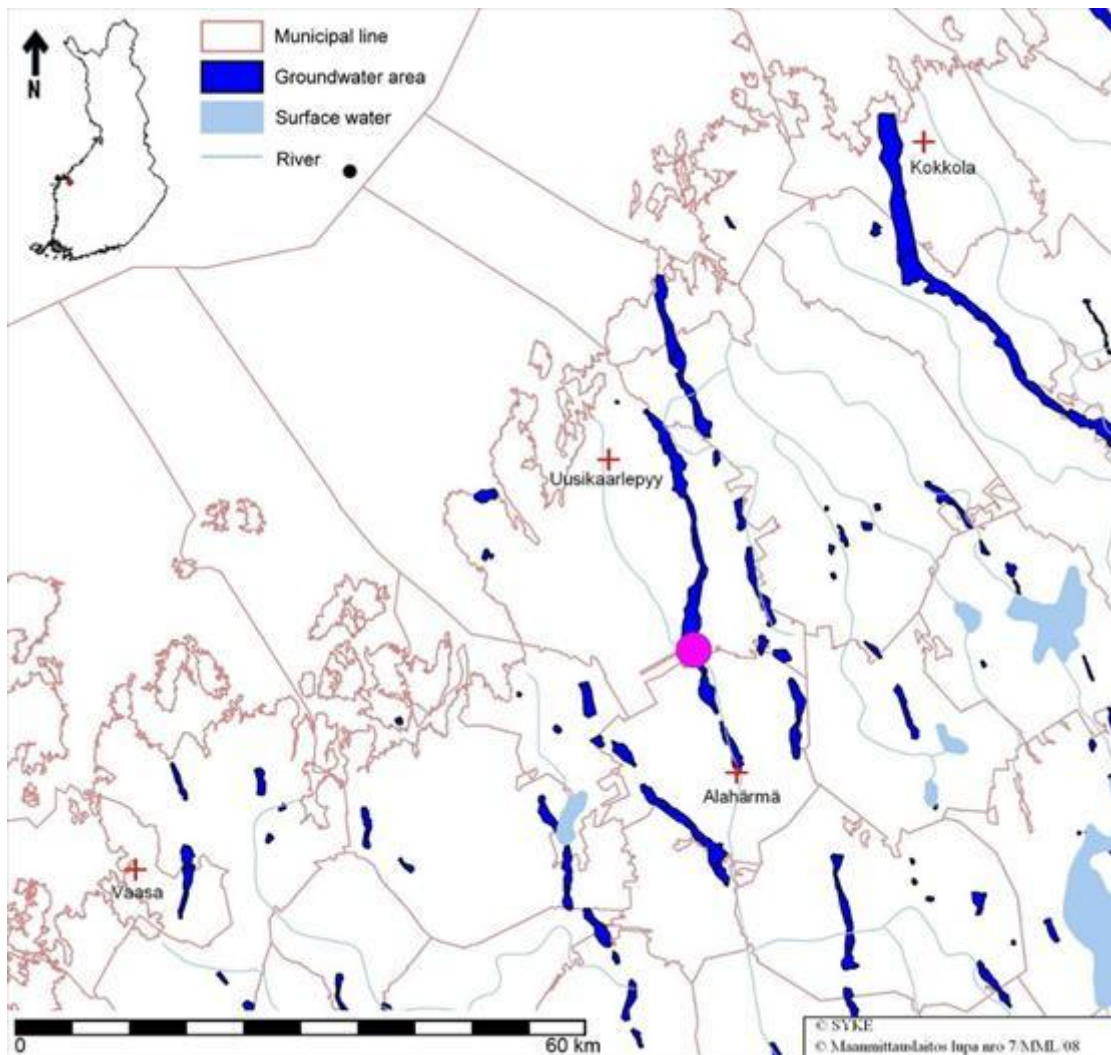
Публикации Яни Салминен (Jani Salminen), Сирку Туоминен (Sirku Tuominen), Тайна Нистен (Taina Nysten) 2012 года. "Биологическое восстановление загрязненных нитратами почв и грунтовых вод на зверофермах". На финском языке с резюме на английском языке. (Nitraatilla pilaantuneen maaperän JA pohjaveden biologinen kunnostaminen turkistarha-alueilla) Дерек Мартин (Derek Martin), Яни М. Салминен (Jani M. Salminen), Р. Маарит Ниemi (Maarit Niemi), Илзе М. Хейсканен (Ilse M. Heiskanen), Матти Я. Вальве (J. Valve), Паси П (Pasi P), Хельстен и Тайна Нистен (Hellsten & H. Taina Nysten). 2009 года. "Ацетат и этанол в качестве потенциальных усилителей низкой температуры в процессе денитрификации почвы, загрязненной зверофермой: опытно-промышленные исследования". Журнал "Материалы",

2009, 1230-1238

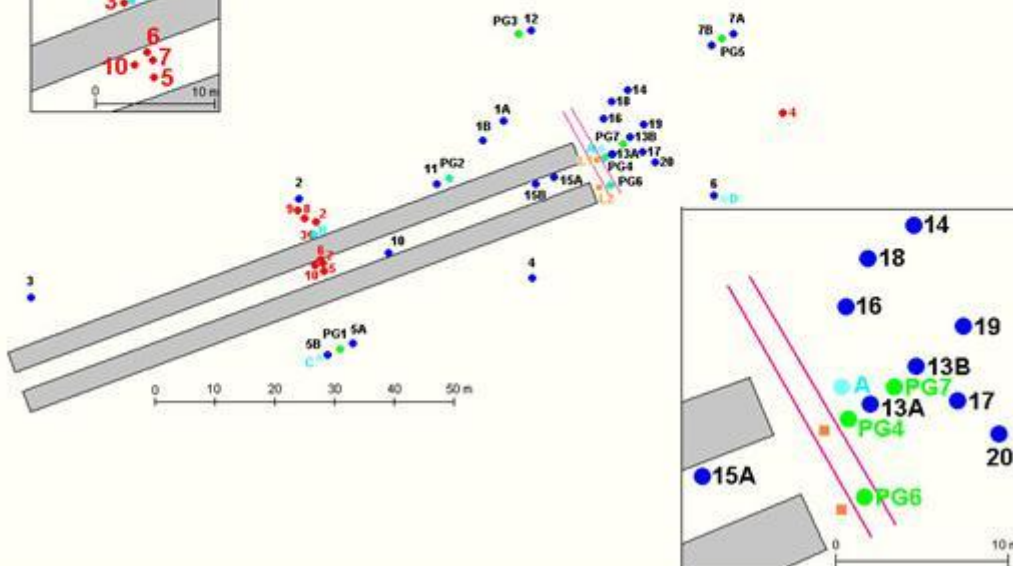
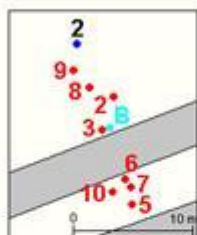
Исследовательский доклад (тезисы на английском языке): Санна Петаярви (Sanna Petajajarvi), Тайна Нистен (Taina Nysten), Яни Салминен (Jani Salminen) и Сирку Туоминен (Sirkku Tuominen), 2010 год. "Nitraatin poisto turkistarha-alueiden maaperasta ja pohjavedesta"

Дополнительная информация

Яни Салминен (Jani Salminen), доктор наук, Финский институт окружающей среды (SYKE)
Сирку Туоминен (Sirkku Tuominen), лицензиат технических наук, старший научный сотрудник, Финский институт окружающей среды (SYKE) Тайна Нистен (Taina Nysten), руководитель проекта, доктор наук, гидрогеолог, руководитель отдела, Финский институт окружающей среды (SYKE)



- Observation well
- Pore gas tube
- Soil sampling 2007
- Auger-boring 2005
- Infiltration system
- Suction lysimeter



Версия #1

Зверобой создал 22 апреля 2025 23:32:45

Зверобой обновил 22 апреля 2025 23:40:43