



Подготовительный проект «Добыча и санация урана в Чешской Республике»

План

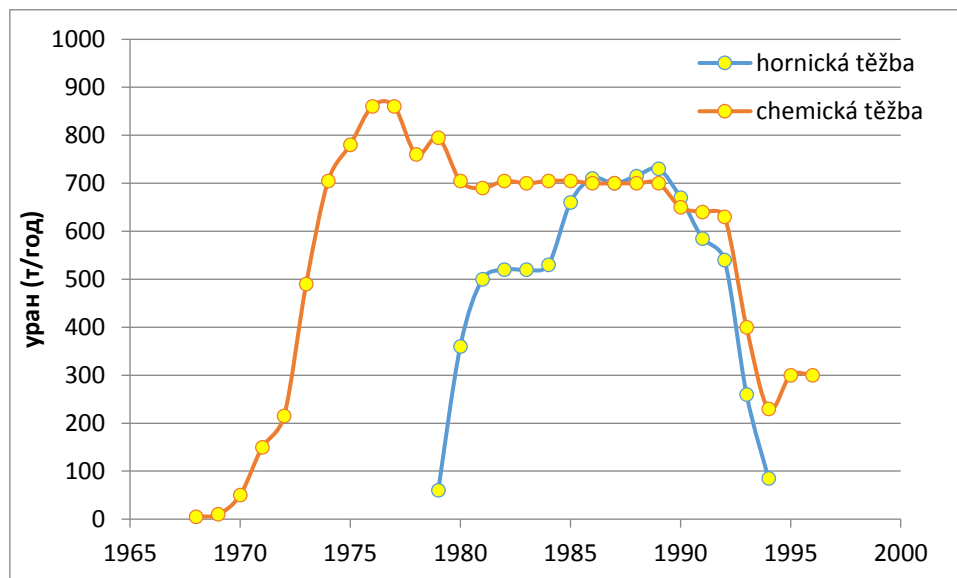
1. Резюме
2. История, объемы добычи, методы.
3. Экологические последствия и проведение санации
4. Экологические аспекты будущего по добыче урана в Чешской Республике

Компания «МЕГА» и добыча урана имеют глубокую взаимосвязь. Первые попытки выщелачивания урана были осуществлены в 1965 г., а уже в 1975 г. в технологические процессы был вовлечен персонал государственного предприятия Центральная лаборатория чехословацкой урановой промышленности, из которого возникла компания АО «МЕГА». Мы присутствовали при том, когда производилась добыча сотни тонн руды за год, а территорию покидали полностью загруженные вагоны. Также мы присутствовали при снижении добычи в девяностых годах, и мы же предложили оптимальный способ санации, а также следили за ходом осуществляемых работ. Совместно с Университетом им. Т.Г. Масарика (Масариков университет) и АО «ДИАМО» мы предложили возможные способы по дальнейшей добыче урана с минимальным воздействием на окружающую среду.

История добычи урана в Северной Чехии

Урановые месторождения в осадочных породах чешского мелового бассейна были обнаружены уже в 1962 г. в районе населенного пункта Гамр-над-Езером. Месторождение Страж-под-Ральском было найдено в 1967 г. Впоследствии, в результате поисково-разведочных работ, на карте были отмечены другие перспективные месторождения. Строительство шахт по проведению подземных горных работ было начато еще в 1965 г., а уже в 1979 г. была произведена добыча первой руды. Попытки выщелачивания урана прямо на месте были осуществлены в 1965 г., а уже в 1967 г. был получен первый урановый концентрат. В 1974 г. был утвержден метод подземного выщелачивания серной кислотой в опытном производстве. С 1975 г. в разработке технологии подземного выщелачивания принимали участие также сотрудники Центральной лаборатории чехословацкой урановой промышленности (предшественник АО «МЕГА»). В 1977 г. подземное выщелачивание стало полноценным производством. В 1993 г. в эксплуатацию было введено последнее выщелачивающее поле и начато «затухание» (свертывание) добычи урана без полного истощения месторождения. В 1995 г. была утверждена основная концепция санации химической добычи и начата ликвидация уранодобывающих (химических) шахт.

Динамика добычи урана в месторождениях Стражской области (химический способ добычи) и Гамерской области (горно-шахтный способ добычи).



Выщелачивающее поле

Экологические последствия в результате добычи кислотным выщелачиванием

Первоначальные сеноманские воды в месторождении Страж проявляли повышенную радиоактивность, которая исключала их водохозяйственное применение. Повышенная радиоактивность была вызвана длительным контактом воды со слоями месторождения и концентрации в ней радиоизотопов.

Во время строительства, подкисления и добычи на выщелачивающих полях в сеноманский коллектор было нагнетено более 4 000 000 т серной кислоты и около 100 000 т аммиака. Эти вещества в инородной среде вступали в реакцию с минеральными матрицами, которые преимущественно развернуты в сеноманском горизонте на площади выщелачивающих полей. Плоскостное расширение контаминации сеномана вызвано площадью выщелачивающих полей и расширением так наз. дисперсионных растворов, которые представляют собой разбавленные технологические растворы, их же утечка произошла из добывающей области. Часть раствора движется в восточном направлении, в направлении искусственного гидравлического уклона (градиента) в область шахтного поля. Это движение частично стабилизировано гидравлическим барьером, часть раствора движется в южном, а часть

в западном направлении. Контаминация вызвана в большинстве ионами - сульфатами, ионами аммония, алюминием, железом, фторидами и нитратами. Также очень высоко содержание и тяжелых металлов (прежде всего Zn, Ni, Cr). Сильная контаминация (загрязнение) Be, As и V.

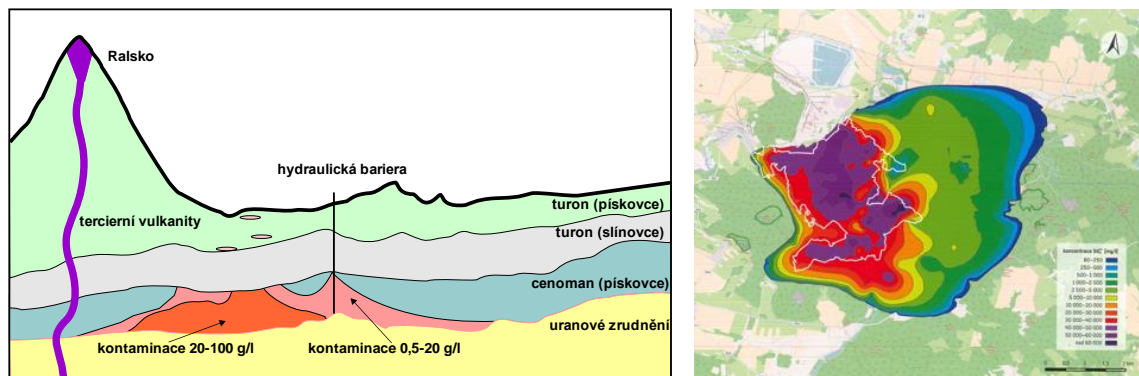


Схема контаминации (загрязнения) сульфатами структуры месторождения

Плоскостное распределение сульфатов

В настоящее время проходит санация геологической среды после добычи урана. Санация заключается в откачивании остаточных технологических растворов из –под земли, удалении соединений урана и последующей обработке с частичным коммерческим использованием продукции. По модельным расчетам санация будет закончена в 2040 г.



Станции нейтрализации и деконтаминации

Геологическое строение и соотношение элементов в месторождении Страж

Минерализация развита в отложениях континентального и морского сеномана. Наиболее значительные скопления содержатся в размывочном горизонте (мелкий, вплоть до средней зернистости, песчаник, гравийно- пылеватый песчаник, пылевато-песчаный конгломерат с дисперсным органическим веществом). Горные породы во всей области обогащены ураном, но общая концентрация возникла лишь в результате перераспределения металла. В процессе развития окисления пластов рудные тела первоначальной минерализации разлагаются под воздействием вод, насыщенных кислородом. Выпущенный уран мигрирует и опять откладывается на окислительно-восстановительном барьере. Образуется эпигенетическая окислительная зональность. Значение эпигенеза для минерализации является принципиально важным. Глубина базы положения руды колеблется от 130 до 270 м от поверхности. Основной объем запасов связан со значительной и долго формирующейся палеодепрессией в восточной части месторождения. Она характеризуется большой мощностью продуктивных слоев и самым сложным литолого-фаціальным развитием отложений. В западном направлении, одновременно с уменьшением мощности, происходит упрощение строения вместе с уменьшением количества и мощности рудных тел. Морфология положения руды в месторождении Страж - преимущественно слоисто-лакколитная, расположение горизонтальное, вплоть до субгоризонтального.

Урановые минералы представляют уранинит, гидроциркон, нингоит с гель- бадделеитом, коффинит, лейкоксены, рабдофан, комплексные гели. Среди других рудных минералов отмечены пирит, марказит, сфалерит, брокит, лимонит, крадалит, флоренцит.

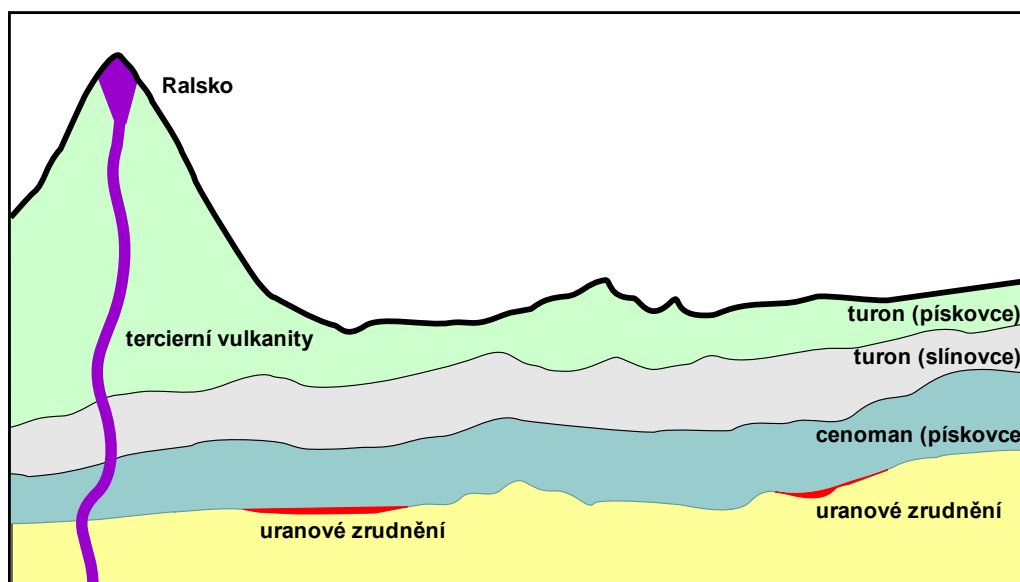


Схема геологического строения месторождения

Руды месторождения Страж относятся к технологическому разряду руд силикатных и алюмосиликатных. Собственная продуктивная часть составляет лишь малую долю от общего



веса необработанной руды. Способ выщелачивания был кислым, в качестве реагента выщелачивания применялся H_2SO_4 , в качестве окислителя - HNO_3 . технологические свойства урановых руд месторождения Страж являются отражением, прежде всего, его минерального состава. Однако, неблагоприятное влияние на технологические свойства оказывает, в особенности, гидроциркон, который содержит уран, очень плохо поддающийся выщелачиванию.

Исследовательская задача

«Новые технологические возможности освоения месторождений урана в Чешской Республике с учетом минимального воздействия на окружающую среду и их законодательное обеспечение»

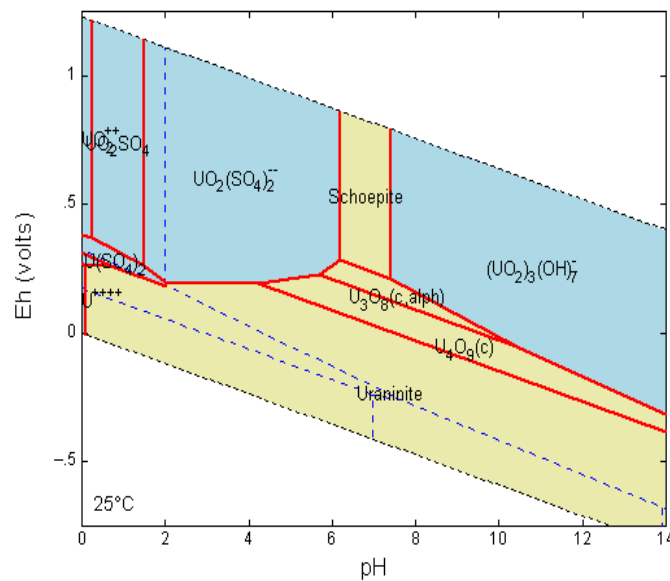
С 2012 г. вплоть до 2014 г. компания АО «МЕГА» и ее субпоставщики (Университет им. Т.Г. Масарика (Масариков университет)) и ГП «ДИАМО» решали исследовательскую задачу, заданную Технологическим агентством Чешской Республики и Государственным горным управлением. Цель задания состояла в том, чтобы реально оценить технические, экологические и законодательные условия для добычи урана из осадочных пород на месторождении в Северной Чехии в рамках поддержки устойчивого развития добычи урана при условии полного соблюдения требований по охране окружающей среды и энергетической концепции Чешской Республики. Результаты проекта использовало также Министерство промышленности и торговли.

В рамках проекта были проверены доступные геологические и технологические данные, и сделаны паспорта отдельных месторождений. По оценке геологических и горно-технологических аспектов месторождений был сделан выбор возможных экологически приемлемых технологий и методов для эксплуатации подходящих месторождений и последующих видоизменяющих процессов. Отсутствие технологических экспериментов решалось путем геохимического моделирования. Были определены приоритеты для открытия месторождений в Северочешской меловой платформе. Была также предложена оптимальная процедура геологической дополнительной разведки.

Была проведена подробная спецификация конкретного обеспечения безопасности, технического воздействия и воздействия на окружающую среду при эксплуатации выбранных месторождений урана при использовании предложенных технологий, а также был сделан генеральный проект необходимых инвестиций для эксплуатации выбранных месторождений урана при использовании предложенных технологий. Были определены технологические методы для открытия, эксплуатации и санации конкретных месторождений.

Технология добычи рассматривалась комплексно, т.е. с точки зрения геологии месторождений, технологии добычи, причиненного экологического ущерба, требований санации после окончания добычи и правовых норм. Проводилось сравнение экономических расходов не только на добычу и санацию месторождений, но и на финансовую оценку экологического ущерба согласно методики, применяемой в ЕС. Для этих целей использовался процесс анализа «затраты-выгоды» (cost-benefit analysis).

В рамках проекта были предложены законодательные изменения, позволяющие использование современных технологических процессов при добыче и обработке урановых руд. Был проведен анализ более широких отношений (стратегические документы ЕС и ЧР), анализ существующего законодательства в компетенции Министерства охраны окружающей среды, анализ закона об использовании и охране недр и сопутствующих нормативных актов, выявление общей коллизии правовых норм, защищающих интересы эксплуатации природных недр государства и законов, касающихся конкретных областей охраны окружающей среды и идентификации конкретной блокировки использования месторождений урана в Чешской Республике. Были предложены конкретные изменения в законодательстве, позволяющие экологически устойчивое развитие добычи урана в области Северочешской меловой платформы.



Активная pH-Eh диаграмма стабильности химических элементов с содержанием U в термодинамической системе U – SO₄²⁻ – H₂O для активности U = 10⁻⁵ моль/кг. Рассчитано с помощью программы Act из системы для геохимического моделирования Geochemist's Workbench (GWB – Bethke, 2000).

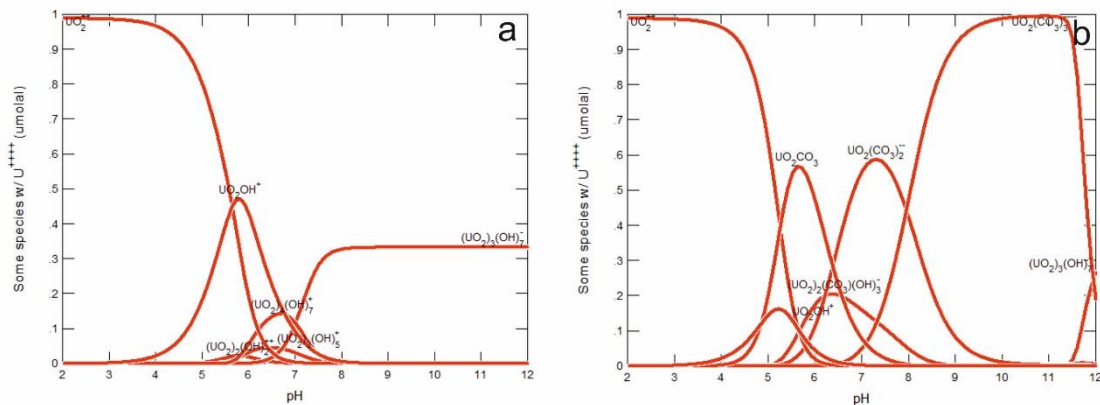
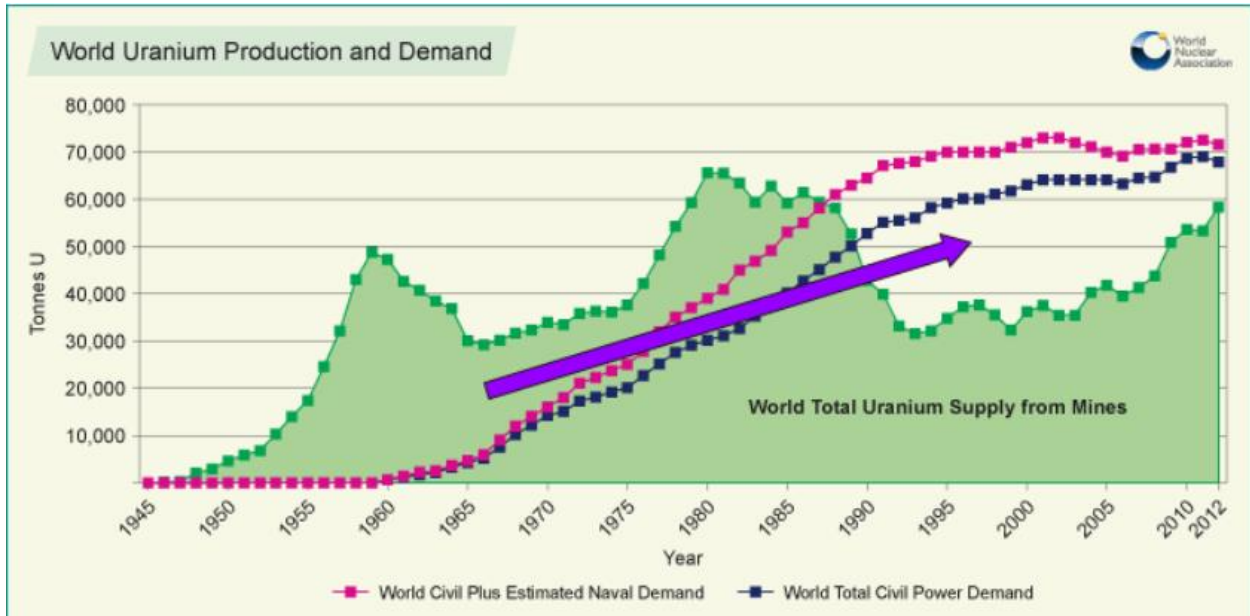
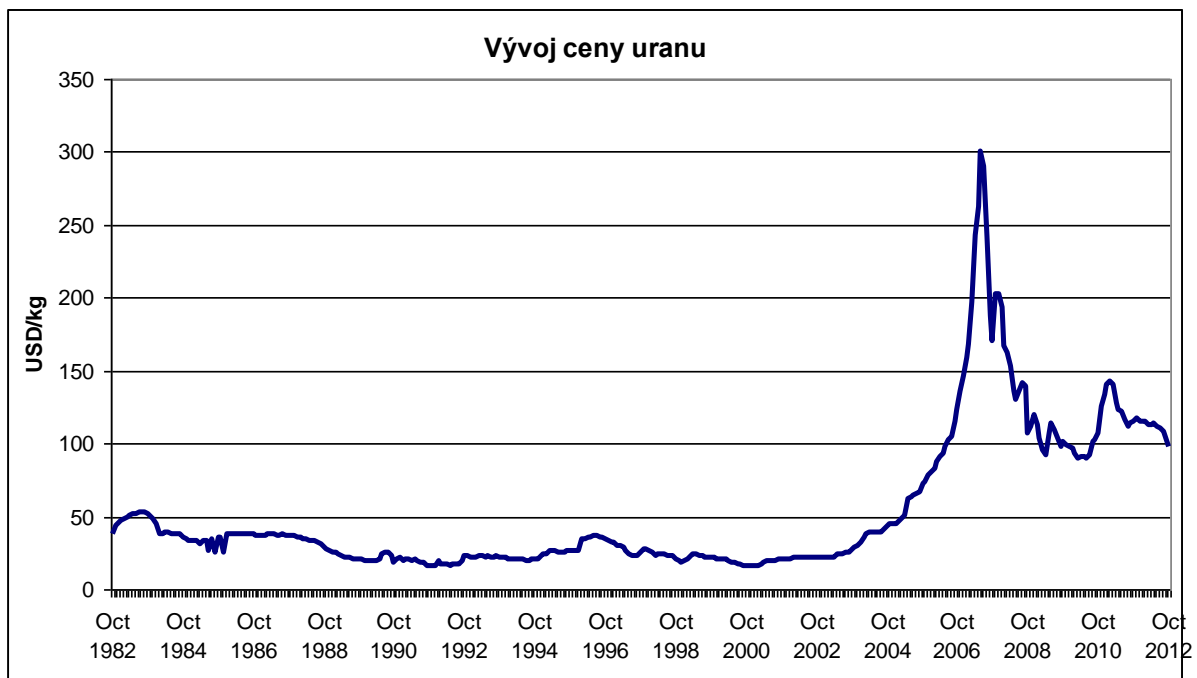


Диаграмма распределения шестивалентного урана в воде в зависимости от рН при температуре 8 °С: (а) без присутствия ионов комплексообразователей, (b) в присутствии растворенных карбонатов с концентрацией 1 ммоль/л (61 мг/л).



Динамика добычи урана и мирного использования в 1982-2012 гг. (источник WNA).



Динамика цен урана в 1982-2012 гг.