

Reseberättelse YG18: Miljögruppens studieresa till Prag, Tjeckien 15-16 oktober 2012

Miljögruppen valde att åka till Prag, Tjeckien, som sin europeiska studieresa under YG18-året.



Ett flertal av gruppmedlemmarna inledde Pragbesöket med en helg i Prag. Gruppen hann se många av Prags främsta sevärdheter, såsom den astronomiska klockan och slottet, men gjorde även en gemensam resa till staden Kutna Hora och Sedlec Ossuary dvs den så kallade "benkyrkan" (ett kapell utsmyckat med skelettben).



Måndag 15 oktober – Rozna urangruva och yellow cake-framställning

På måndag 15 oktober inleddes studiebesöken med en tidig morgon då gruppen åkte med 3 medlemmar av YG Tjeckien till Dul Rozna, en urangruva i närheten av staden Brno, 2 h från Prag.

Urangruvan i Rozna

När vi kom till Rozna gruvan möttes vi av platschefen och fick vi först en genomgång av gruvans historia och hur den fungerar idag. Sedan fick vi byta om och ta på oss riktiga gruvkläder inklusive andningsutrustning (för nödsituationer), hjälm och pannlampa. Därefter tog vi gruvhissen till 600 meters djup. Att åka gruvhissen var en upplevelse! 10 m/s i en rasslande korg... Väl nere på 600 meters djup bytte vi färdmedel till gruvtåget, och åkte genom gångarna i mörkret till nästa hiss. Hiss nr 2 tog oss ner till 1200 meters djup. Väl därnere fick vi oss en promenad i gruvgångarna till en gång där brytning pågick. Vi fick klättra upp för stegar till gången, där vi fick se gruvarbetarna som jobbade med att sätta upp timmerstöd för väggar och tak. Gruvarbetarna jobbar i svåra förhållanden med ett tungt arbete. Varje skift hade krav på sig att fylla ett antal gruvvagnar med malm.

Rozna-gruvan har varit i drift sedan 1957 då brytningen av uranmalm startade. Upptäckten av uran i området gjordes 1954. Gruvan är underjordisk och metoden som används är så kallad "top slicing" där malmen borras och sprängs loss och timmerstöd succesivt byggs upp i gången för att förhindra ras. Gruvan är 1200 m djup och består i dagsläget av cirka 600 km horisontella gångar och 10 km schakt.

Idag jobbar ca 500 personer i gruvan. Varje skift förväntas bygga nya timmerstöd i gångarna samt borra och spränga berg. Och självfallet även bryta uranmalm, som läggs i gruvvagnar för transport upp till ytan. I gruvan sker material- och persontransporter via

hissar och järnväg. Varje järnvägsvagn har en volym på 0,63 m³ och det är i dessa som malmen läggs. Vagnarna dras med diesellok. Gruvarbetarna får max jobba 2 100 skift, dvs cirka 10-11 år. Vissa delar av fyndigheten ger en dos på 25 mSv/h men i snitt får arbetarna en dos på 10 mSv/år.

Malmen som bryts innehåller i snitt 0,152 % uran. Malm med en uranhalt på mer än 0,025 % är brytvärd, resten hanteras som avfall. Idag uppgår brytningen till cirka 111 000 ton uran per år. Fram till 2011 hade totalt 16 430 000 ton uranmalm brutits i gruvan. Gruvan har periodvis varit nedläggningshotad och därför har inga större investeringar gjorts i gruvan (utrustning osv) utan mycket är gammalt och slitet. Men så sent som i år kom ett beslut om fortsatt drift och brytningen kommer åtminstone att fortsätta till 2017.

Alla brytningsplatser är knutna till ventilationsschakt som sörjer för tillförsel av frisk luft och bortförsel av hälsofarliga gaser t.ex. radon. I gruvan finns också ett antal pumpar för att pumpa bort vatten. Det finns cirka 1 mg uran/liter vatten, därför renas vattnet. Efter rening finns cirka 0,001 % uran kvar i vattnet. Det finns 11 pumpstationer och årligen pumpas och renas 1 500 000 m³ vatten.



Bilder från Rozna urangruva, från vänster till höger: Inne i gruvgången, YG18 Miljögruppen (delar av den) klädda för ett besök i underjorden



Bilder från Rozna urangruva, från vänster till höger: Gruvtåget, Uranmalm

Yellow cake-framställning

I anslutning till gruvan ligger GEAM Dolni Rozinka, där uranmalmen konverteras till yellow cake. Anläggningen togs i drift 1968. Vi besökte även denna anläggning.

Uranmalmen som kommer från Rozna-gruvan består till största delen av gneiss (amfibolites-biotitic gneiss). I anläggningen separeras uranet från malmen genom följande steg:

- 1) Våtmalning - uranmalmen mals i flera steg i kulkvarnar.
- 2) Sedimentering – malm-slurryn pumpas ut i stora utomhusbassänger där malmen får sedimentera och oxidera.
- 3) Basisk lakning – i 8 koniska kolonner extraheras uran genom tillsättande av natriumkarbonat (s.k. selektiv lakning, dvs endast uran extraheras).
- 4) Adsorption – uran separeras ur laklösningen genom adsorption på jonbytarmassa.
- 5) Elution – separering av uran från jonbytarmassan med hjälp av Na_2SO_4 och Na_2CO_3
- 6) Utfällning och separation – ammoniak tillsätts till lösningen och uranet faller ut som ammonium diuranat som sedan separeras från lösningen genom filtrering.
- 7) Fällningen (yellow cake) torkas och transporteras vidare från anläggningen.



Bilder från yellow cake-anläggningen, från vänster till höger: Kvarnar för malning av uranmalm (steg 1 ovan), Jonbytarmassa för separering av uran från laktlösningen (steg 4 ovan), Filtrering (steg 8 ovan)

Anläggningen producerar 2 020 ton yellow cake per år. Yellow cake från Rozna skickas till Ryssland för anrikning och bränsletillverkning. Bränslet används sedan i de tjeckiska kärnkraftverken (av rysk design, s.k. VVER).

I anslutning till yellow cake-anläggningen finns stora "tailing ponds" där slammet hamnar. Dammarna har ett dränagesystem för att hindra utläckage av smutsigt vatten. Slamhögarna är det främsta restavfallet från processen. I nuläget är högarna cirka 50 meter höga men de ökar ständigt, och har ackumulerats under anläggningens hela livstid.

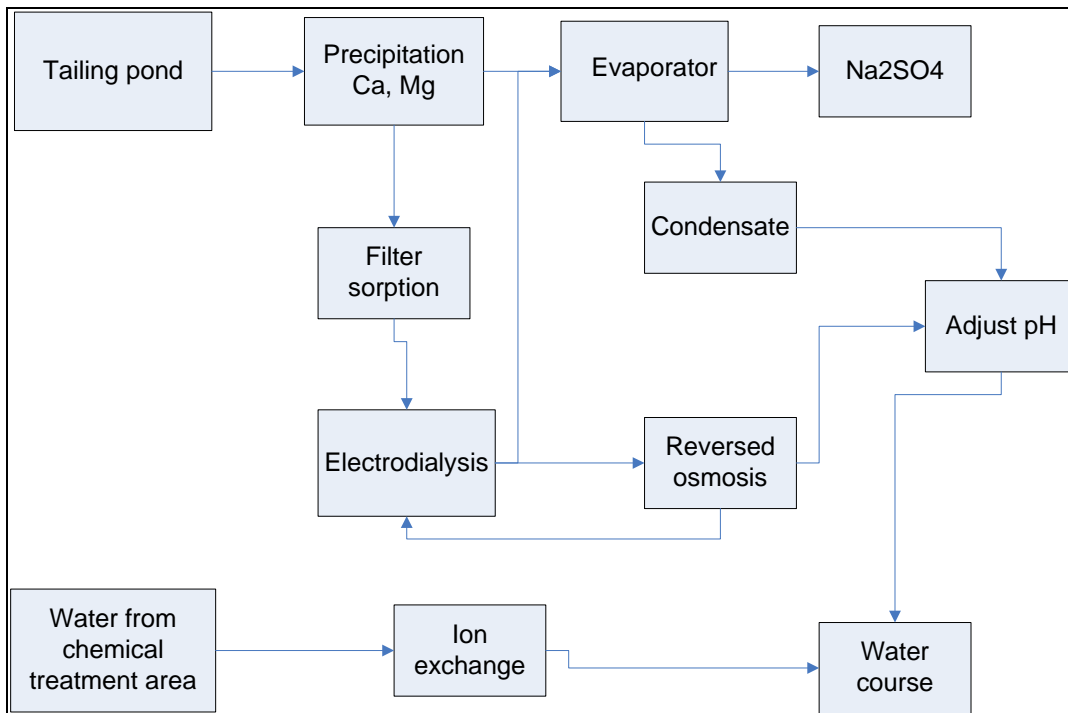


Bilder från yellow cake-anläggningen, från vänster till höger: Uranmalm från gruvan, Sedimentering (steg 2 ovan), Utsikt över tailing ponds

Metoden som används för framställning av yellow cake är mycket vattenkrävande. Vattnet från dammarna renas, likaså vatten från processen, och återanvänds i anläggningen.

Vattnet renas genom indunstning, membranprocess och jonbyttarteknik. I vattnet finns cirka 13-15 mg uran per liter. Från indunstningsprocessen kommer cirka 210 000 m³ rent vatten varje år.

Vattenreningsprocessen ser ut på följande sätt:



Vattenreningsanläggningen var ganska ny. Delen med elektrodialys var från 90-talet och omvänd osmos-anläggningen från 2007. Vår guide förklarade att elektrodialys hade använts tidigare, men i mindre skala. Vi frågade hur vattenreningen gick till innan 90-talet men fick inga klara svar.

Vi fick en rundtur på anläggningen. Vi såg malmen som transporterats dit från den närliggande gruvan. Vi fick se hela processen, från malmen som transporterades från lagringsplatsen till kvarnen till de sista stegen där yellow cake separeras och renas i filter, samt torkas. Den enda delen av anläggningen som var avspärrad var den sista delen, dvs filterpressen, i övrigt fick vi se det mesta. Anläggningen var sliten, och utrustningen såg gammal ut. Vattenreningsanläggningen var därför en stor kontrast till själva yellow cake-produktionen, då vattenreningen såg splitterny ut.

Tisdag 16 oktober – studiebesök på Research Center Rez

Rez ligger cirka 30 minuter från Prag med tåg, i en dalgång vid floden Moldav (som senare rinner ut i Elbe). I Rez finns ett stort forskningscenter, inklusive 2 forskningsreaktorer.

Inaktiva loopar för materialtester

Vi inledde dagen med ett besök i hallen där de inaktiva looparna finns. Där kan forskning kring Generation 4-reaktorer ske, med fokus på materialforskning. Själva företaget som äger utrustningen bedriver enbart drift av looparna (tex gällande pumpar och andra mekaniska komponenter), däremot kan andra företag och institutioner hyra in sig för att

göra experiment. Det finns i nuläget 2 inaktiva loopar, den ena för forskning kring reaktorer med superkritiskt vatten, den andra för forskning kring heliumkylda reaktorer.

Looparna består av ett långt rör (4 meter) som kan placeras i forskningsreaktorn (som tillhandahåller neutronerna för bestrålning av materialprovet) på området. I änden av röret finns en s.k. "irradiation chamber" där materialprov kan placeras och testas (70-80 cm av röret). Anslutet till röret är olika pumpar, ventiler och provtagningsutrustning.

Loopen med superkritiskt vatten har en drifttemperatur på 500°C. I framtiden skulle man vilja nå 600°C men i nuläget är materialproblemen stora vid den temperaturen. Superkritiskt vatten är extremt rent och driften sker vid högt tryck och hög temperatur vilket ger korrosionsproblem. Loopen är gjord av reaktorstål (samma som VVER-reaktorerna). Loopens design är företagets egna. Vattnets temperatur höjs genom att vattnet flödar i en loop inne i det välisolerade röret. I nuläget sker enbart kemiska tester, inga termohydrauliska tester, då röret i nuläget är för kort för andra tester. Orenheter mäts med hjälp av elektrokemisk potential.

I loopen med helium cirkuleras 900°C varm He. 90 % av gasen cirkuleras i det 4 meter långa röret, 10 % tas ut för rening (för att få bort orenheter i gasen). I nuläget används en frysenhet för att rena He, men detta är en ineffektiv metod då temperaturskillnaderna blir höga, från plus 900°C till minus 170°C. Därför undersöks andra metoder för rening av gasen. Loopen har ett provtagningsystem som också är problematiskt i nuläget på grund av att uttaget av gas för tester leder till stora gasförluster.

LVR-15 forskningsreaktor

På området finns även en forskningsreaktor med en teoretisk maxeffekt på 15 MW. Av olika skäl är den verkliga maxeffekten 10 MW. Vi besökte även denna anläggning, inklusive hot cells, reaktorhallen och kontrollrummet.

Reaktorn är en lättvattenmodererad reaktor. Kylning sker mot den närliggande floden. Styrstavar används, inget bor. Bränslet som används är inte kulsar, vilket vi är vana vid i Sverige. Uranet är istället placerat i väggarna på bränsleelementen, s.k. "sandwich". U-235 med en anrikning på upp till 19,7 % används. Tidigare användes en högre anrikning men det har ändrats av icke-spridningsskäl. I reaktorn produceras bland annat halvledare genom placering av kisel i reaktorn. Reaktorn används även för medicinska ändamål. Tidigare skedde även behandling av tumörer.



Reaktorn i dess nuvarande utformning togs i provdrift 1989, och i reguljär drift 1995. Innan dess fanns en äldre reaktor i samma utrymme, som var i drift 1957-1987. Den reaktorn var på 4 MW och hade en aluminiumtank. Efter 1987 byttes reaktortanken, något som är ganska unikt.

Byggnaden och hotcells är från 1957.

I 5 stycken hotcells under reaktorhallen kan bestrålade material hanteras med manipulatorar. Hot cellerna används främst för paketering av material som skall transporteras ut från anläggningen.

Det använda bränslet lagras på plats, först i bassäng, senare i torr förvaring. Det använda bränslet skickas sedan till Ryssland för upparbetning.

LR-0 forskningsreaktor

Efter en god lunch bestående av friterad ost (en tjeckisk specialitet) på byns hotell, besökte vi området 0-effektsreaktor. Eller snarare max 1 kW effekt. Reaktorn körs dock inte på maxeffekt då det inte behövs.

Ursprungligen fanns det en tungvattenmodererad reaktor i byggnaden, en TR-0. Men i samband med att Tjeckien övergick från tungvatten till lättvatten, byggdes en ny lättvattenmodererad forskningsreaktor, som liknar VVER-1000 vilket är den reaktortyp som finns i Tjeckien (ryske reaktortyp). Nuvarande reaktor är cirka 30 år gammal. Reaktortanken är dock densamma som tidigare. Reaktortanken är på 25 m³ och består av aluminium vilket har fördelar ur korrosionssynpunkt och fungerar i detta fall pga låga temperaturer och tryck.

Tidigare kunde naturligt uran användas iom att tungvatten användes. Idag användes samma typ av bränsle som i VVER-1000. Anrikningen är idag upp till 5 %. I denna reaktor tillsätts bor. Drifttemperatur är rumstemperatur och drift sker vid atmosfäriskt tryck. Reaktorn töms på vatten (moderator) vid stopp.

I och med att det är en 0-effektreaktor så behövs ingen kylning.

I reaktorn testas strålningens påverkan på interndelar, reaktortanken och andra reaktornära komponenter och material såsom betong. Även bränsleförvaringstankar kan modelleras. Skillnaden mot verkliga förhållanden är dock lägre temperaturer och tryck än i en vanlig reaktor.

Bränsleelementen i sig används som neutronmätare.

Det huvudsakliga nuvarande användningsområdet av reaktorn är att validera hårdberäkningar. Tidigare har forskning kring s.k. "molten salt"-reaktorer skett (generatio 4-reaktortyp). Olika bränsleuppsättningar kan testas.

I anläggningen sker även kalibrering av detektorer och verifiering av s.k. "neutron libraries".

Samarbete sker även med Slovakien, bland annat är slovakerna intresserade av påverkan på interndelar och betong av strålningen, med syfte att förbereda inför avveckling av reaktorer.

PET-center

Det sista besöket gjordes på området s.k. PET-center. PET står för Positron Emission Tomography. I PET-centret finns en cyklotron där vatten bestrålas för att få radioaktiva material till medicinska ändamål. Oftast är det F-18 som används. Den radioaktiva

nukliden kopplas till ett annat ämne, tex glukos, vilket ger själva substansen. Substansen injiceras i cancerpatienter vilket ger läkarna möjlighet att se tumörer och liknande. Levande vävnad absorberar glukos, men det gör inte dör vävnad. Med kameran kan levande och död vävnad därmed skiljas åt. Proceduren liknar röntgen men här kan läkarna alltså se skillnad på död och levande vävnad.

I Rez PET-center produceras de radioaktiva ämnena till denna tillämpning. De bedriver också forskning kring dessa ämnen. En annan verksamhet är att bygga upp PET-center på andra ställen, tex i anslutning till sjukhus, men även att installera PET-kameror. De har även ett labb för djurtester av substanserna samt för prekliniska studier.

Det man vill uppnå är positronemitterande nuklider med kort halveringstid, exempelvis F-18. Den korta halveringstiden är dock problematisk iom att läkarna lägger en beställning på antal Bq vid ett visst klockslag, då de ska injicera substansen i patienten och göra scanningen. Produktionen måste vara anpassad så att läkarna får rätt aktivitet vid rätt tillfälle. Därför är det viktigt att alla steg i processen är optimerade och så korta som möjligt.

Processen är följande:

- 1) Bestrålning av vätskan
- 2) Syntes
- 3) Analys
- 4) Transport
- 5) Förberedelser inför injektion
- 6) Injektion i patienten

Mycket viktigt i denna typ av verksamhet är kvalitetskontroll och dokumentation iom att det handlar om en typ av läkemedelsindustri. Innan preparaten godkänns för injicering måste analyser ha gjorts och dokumenterats.

Syntesen sker i renrum och hela byggnaden har ett avancerat ventilationssystem. PET-center togs i drift i april 2012.

Reflektioner

Under vår Pragresa fick vi verkligen se ytterligheter av den kärntekniska industrin, från den gamla, slitna urangruvan till det nya, fräscha PET-centret i Rez.

Ur ett miljöperspektiv har förbättringar gjorts i Rozna, i gruvan och i yellow cake-anläggningen, och avancerad vattenrening finns på plats sedan ett antal år. Före 1990-talet var det dock oklart om och hur vattnet renades. Mest slående var den svåra arbetsmiljön som gruvarbetarna arbetar i.

I Rez sker forskning kring generation 4-reaktorer vilka är mer bränsleeffektiva, vilket gör att miljöpåverkan per MWh kan minskas.