

XXXIX. DRO Stará Lesná

JADROVOCHEMICKÝ PRIEMYSEL NA SLOVENSKU

Ol'ga Holá

S T U • •
• • • • •
F C H P T
• • • • •

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA
Faculty of Chemical and Food Technology

Úvod

Chemický priemysel v zrkadle dejín Slovenska

(systematické a kritické zmapovanie a zhromaždenie údajov z dostupnej literatúry, archívov, ústnych, či písomných spomienok)

Realizované

- História rozvoja chemických vlákien
- História gumárenského priemyslu
- História farmaceutického priemyslu
- História spracovania koží a garbiarsky priemysel
- História potravinárskeho priemyslu – 3 diely
- História ropného priemyslu
- **História jadrovochemického priemyslu**

Plánované:

História: anorganických výrob, organických výrob, sklárskeho a keramického priemyslu, papierensko-celulóзовého priemyslu, silikátového priemyslu

1. VÝUČBA, VEDA, VÝSKUM

Jadrová chémia a technológia na FCHPT STU

- 1954 - **Oddelenie rádiochemie** - založil prof. Juraj Tölgyessy na Katedre analytickej chémie. Od r. 1957 na Katedre fyzikálnej chémie, vedúcim Oddelenia rádiochemie - prof. Štefan Varga.
- 1961 - **Katedra rádiochemie a radiačnej chémie**, (Varga, Tölgyessy, Kriváň) a jeden technik (L. Jurkovič).
- 1977 - Katedra rádiochemie a radiačnej chémie administratívnym zákrokom zrušená.
 - vznik **Katedra chemickej a technickej fyziky a nukleárnej techniky** – Š. Varga,
 - 1978 vznik Katedra chémie a technológie životného prostredia, J. Tölgyessy – **Odd. jadrovej chémie a rádioekológie** – P. Dillinger
- Od šk. r. 2015/2016 bola na FCHPT **zrušená akákoľvek výučba jadrových vied.**



■ Personálne obsadenie

vedúca činnosť
výskumná činnosť
a
školské učebnice
e



■ **Jadrová chémia na PriF UK**

- - 1957 **Oddelenie rádiochemie** pri Katedre anorganickej a fyzikálnej chémie, prvým vedúcim bol Prof. RNDr. Miloslav Dillinger



...kla **Katedra jadrovej chémie**, prvým vedúcim sa stal doc. Orienovský, CSc., postupne Fedor Macášek (1970 - 1980), Jurek (1980-1990), Pavol Rajec (1990-1997), Ľubomír Máteľ (následne).



Výskumné ústavy a iné vysoké školy

- VÚJE – história vzniku až po súčasnosť VUJE
- SHMÚ - Slovenský hydrometeorologický ústav
- VÚVH - Výskumný ústav vodného hospodárstva
- ÚRVJT - Ústav rádioekológie a využitia jadrovej techniky
- Farmaceutická fakulta UK - Laboratórium nukleárnej farmácie
- Katedra chémie Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
- Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene
- Katedre ekochémie a rádiológie Fakulty prírodných vied Univerzity sv. Cyrila v Trnave

2. ŤAŽBA URÁNU

■ Ťažba uránu v r. 1961-1990

Lokalita	Urán triedy A [kg]	Urán triedy A + S [kg]
Novoveská Huta	89 740	100 787
Muráň	43430	51 802
Hnilčák	477	653
Hanisková	106	252
Spišský Štiavnik	335	517
Švábovce	11 344	14 051
Vikartovce	9 418	10 775
Kravany	24 899	25 495
Nižný Chmelienec	18	89
Čučma	8	8
Považský Inovec - Kálnica - Selec	3712	5624
Spolu	183 487	210 053

■ Odhady množstva uránu

Lokalita	Odhadované množstvo U [t]	Akosť Uránovej rudy [%]
Jahodná - Kurišková	13 958	0,27
Novoveská Huta	6527	0,064
Švábovce	2936	0,19
Kálnica	2112	0,053
Spišský Štiavnik	433	0,17

- Zákon 569/2007 Z.z. o geologických prácach, novela č. 160/2014 Z.Z. s účinnosťou od 15. júna 2014:

- **§ 24a**
Osobitné ustanovenie o rádioaktívnych nerastoch

"Dobývanie rádioaktívnych nerastov je zakázané, okrem prípadu, ak obyvatelia každej dotknutej obce v miestnom referende vyslovia s dobývaním rádioaktívnych nerastov súhlas. Dotknutou obcou je každá obec, v ktorej území sa navrhuje dobývací priestor na dobývanie výhradného ložiska rádioaktívnych nerastov. Ak je dotknutou obcou hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava alebo mesto Košice, vyžaduje sa vyslovenie súhlasu s dobývaním rádioaktívnych nerastov v miestnom referende obyvateľmi hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy alebo obyvateľmi mesta Košice."

3. JADROVÉ ELEKTRÁRNE

- Fyzikálne princípy činnosti jadrového reaktora a jadrových elektrární
- **Historický prehľad jadrových elektrární vo svete:**
Počty prevádzkovaných jadrových reaktorov v jednotlivých krajinách sveta - podľa štatistík MAAE z r. 2016:
 - 444 v 30 krajinách - vyrábajú ~ 15% elektrickej energie vo svete, z toho
 - 129 v EU v 14 krajinách, vyrábajú ~ 30% elektrickej energie v EÚ,
 - 64 JE v 15 krajinách sveta je vo výstavbe.

■ História, súčasnosť a budúcnosť jadrových elektrární v Československu a na Slovensku

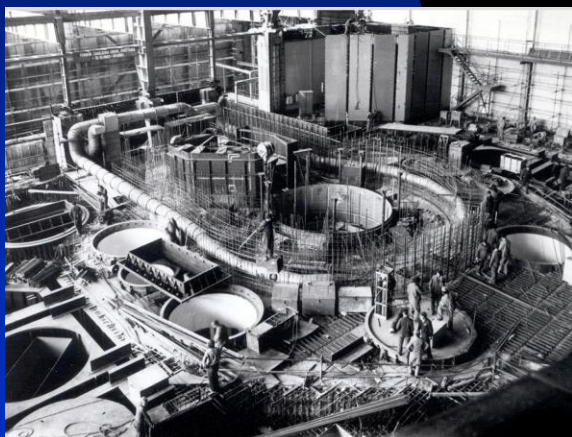
Jadrová elektrárňa A1 (1958-1977) - Jaslovské Bohunice



- JR na neobohatený urán
- 1. riaditeľ – Ing. J. Tomčík
- 2 vážne nehody → odstavenie – postupné vyradenie

■ Jadrová elektrárň V1 - Jaslovské Bohunice

- Výstavba 1. a 2. bloku JE V1 v Jaslovských Bohuniciach trvala len 6 rokov (1972-1978).
- 1. blok JE V1 - v komerčnej prevádzke od 1.4.1980 - 31. 12. 2006.
- 2. blok JE V1 - v komerčnej prevádzke od 1.1.1981 - 31. 12. 2008.



tlakovodné reaktory VVER/V230 s el. výkonom 440 MW

1991-1993 - malá rekonštrukcia

1996-2000 - postupná rekonštrukcia

vyrobili spolu 159 010 000 MWh elektriny
a 1 873 mil. GJ tepla

■ Jadrová elektrárň V2 - Jaslovské Bohunice



tlakovodné reaktory VVER/V213
s el. výkonom 440 MW / 505 MW

začiatok skúšobnej prevádzky :

- v 1. bloku 20.8.1984 a v 2. bloku 9.8.1985
- plánovaná životnosť do r. 2045



■ Jadrová elektrárňa v Mochovciach - EMO

- tlakovodné reaktory VVER/V213
- 1. blok JE EMO v prevádzke od júla 1998 a 2. blok od decembra 1999
- plánovaná životnosť do r. 2058, resp. 2060
- dostavba 3. a 4. bloku, plán 2017 -2018



■ **Jadrová energetická spoločnosť Slovenska (JESS)**

- r. 2009 - akcionárska zmluva medzi JAVYS-om a ČEZ na založenie spoločného podniku na výstavbu nového jadrového zdroja v Jaslovských Bohuniciach
- odporúčaný variant = výstavba a prevádzka NJZ s jedným reaktorovým blokom, tlakovodným reaktorom generácie III+ s el. výkonom do 1 700 MW

■ **Bezpečnosť jadrových elektrární**

- kontrolným orgánom je Úrad jadrového dozoru (ÚJD SR), ústredný orgán štátnej správy SR pre oblasť jadrového dozoru
- na medzinárodnej úrovni SJE spolupracujú s Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu MAAE (resp. IAEA), medzinárodnými združeniami WANO - Svetové združenie prevádzkovateľov jadrových elektrární, a WENTRA - Združenie západoeurópskych národných dozorov.

4. RÁDIOAKTÍVNE ODPADY A ICH VYRAĎOVANIE

- Vznik a rozdelenie rádioaktívnych odpadov
- Technológie spracovania, úpravy a uloženia RAO

- JAVYS, a.s. – 100 % vlastníctvo štátu, → MH SR
 - Organizačná štruktúra a poslanie spoločnosti
 - **JAVYS prevádzkuje:**
 - Technológie na spracovanie a úpravu RAO (TSÚ RAO):
 - Bohunické spracovateľské centrum rádioaktívnych odpadov (BSC RAO),
 - bitúmenačnú a vitrifikačnú linku,
 - fragmentačné a dekontaminačné pracovisko na kovové rádioaktívne odpady
 - čistiacu stanicu nízkoaktívnych vôd,
 - republikové úložisko RAO v Mochovciach (RÚ RAO),
 - medzisklad vyhoreného jadrového paliva v Jaslovských Bohuniciach (MSVP),
 - Finálne spracovanie kvapalných rádioaktívnych odpadov v Mochovciach (FS KRAO)



Budova BSC RAO



Bitúmenačná linka



Budova MSVP



Spracovanie IRAO, ZRAO



Budova FS KRAO



RÚ RAO

■ Vyrad'ovanie jadrových zariadení

- Vyrad'ovanie jadrovej elektrárne A1:

- odvoz vyhoreného jadrového paliva - do Sovietskeho zväzu, neskôr do Ruskej federácie (1990, 1999)
- kontinuálny variant vyrad'ovania JE A1, navrhnutý do piatich vzájomne nadväzujúcich etáp.
 - I. etapa 1994 – 2009
 - II. etapa 2009 - 2016
- konečný cieľ = spracovanie všetkých prevádzkových rádioaktívnych odpadov a odpadov z vyrad'ovania, ich trvalé bezpečné uloženie, vyradenie neprevádzkovaných zariadení a častí stavebných objektov

- Vyrad'ovanie jadrovej elektrárne V1

Vyrad'ovanie JE V1 naplánované v dvoch etapách

1. etapa 2011–2015 - demontáže neaktívnych systémov a zariadení, demolácia stavebných objektov a spracovanie rádioaktívnych odpadov vznikajúcich pri vyrad'ovaní,
2. etape 2015 - 2025 - demontáž aktívnych zariadení , dekontaminácia a zvyšná demolácia objektov.

5. VÝROBA RÁDIONUKLIDOV A RÁDIOFARMÁK

Cyklotrónové centrum SR

- **1996** – UV 434/1996: Schválený strategický zámer vybudovať Cyklotrónové laboratórium, realizáciou poverený ÚNMS SR
- **1996 – 2001** – Štúdia realizovateľnosti (Feasibility), Štúdia dopadov na životné prostredie (EIA), vypracovanie a uzavretie generálnej dohody na dodávku CCSR “na kľúč” z RF
- **2001** – UV 407/2001: Rozdelenie projektu na niekoľko stavieb
 - PET Centrum s malým cyklotrónom na výrobu PET rádiofarmák (pavilón I)
 - budova so 72 MeV cyklotrónom na medicínske, vedecké a výrobné účely (pavilón J)
 - administratívna a dielenská budova (pavilóny D, E)
 - účelové ubytovacie zariadenia (budova C – Kramáre)
 - centrum studenej elektrónovej sterilizácie
- **2001 – 2003** – Prípravná fáza výstavby PET Centra (hlavný plán validácií, detailné projektovanie a kvalifikácia projektov rekonštrukcie pavilónu I).
- **27. mája 2003** – Položenie základného kameňa a začiatok stavebných prác

- 27. mája 2003 – Položenie základného kameňa a začiatok stavebných prác
- 21. septembra 2004 – Otvorenie PET Centra
- 27. októbra 2004 – Prijatie uznesenia vlády 1003/2004, založiť z ukončených častí projektu CC SR štátnu akciovú spoločnosť
- 21. januára 2005 **Vznik spoločnosti BIONT**, a.s. zápisom do Obchodného registra SR. Navrhnutá štruktúra rozdelenia akcií 36% Ministerstvo hospodárstva, 22% Ministerstvo zdravotníctva, 15% ÚNMS SR, 15% Ministerstvo školstva, 12% Ministerstvo obrany, realizované bolo 95% ÚNMS SR, ostatní spolu 5%
- 2008 – UV 322/2008: zmena rozdelenia správy akcií: 95% Ministerstvo školstva, 5% ÚNMS
- 2009- Technomedexport (TME) podal žalobu na arbitrážny súd Slovenskej advokátskej komory
- 2010 - Podpísanie Memoranda o porozumení na založenie spoločného slovensko-ruského vedecko-výskumného podniku CC SR
- 2012 - Dohoda o podmienkach zmieru medzi ÚNMS SR (ktorý zastupoval SR) a TME. Rozhodcovský súd vydal dňa 14. februára 2012 rozhodcovský rozsudok o dohodnutých podmienkach.
- 2012-2014 Rokovania s ruskou stranou o možnosti dokončenia a spustenia projektu CC SR a nájdenia vhodného strategického partnera na vytvorenie slovensko–ruského podniku.
- 2015 Uznesenie vlády SR č. 285 z 27. mája 2015 SR - rokovať s ruskou stranou o možnosti ponechať všetky doposiaľ skonštruované technologické súčasti CC SR i s príslušenstvom na pôde SÚJV Dubna pre ich ďalšie využitie v podmienkach SÚJV Dubna. Cieľ - vyriešiť zmenu z tovarového vysporiadania na pre Slovenskú republiku výhodnejšie finančné vysporiadanie.



Areál SMU a CC SR

- 2016 - Dohoda, že ruská strana poskytne štátne štipendiá pre odbornú prípravu a štúdium 200 slovenských PhD. študentov z oblasti jadrového výskumu na vysokých školách v Rusku v období 10 – 15 rokov.

Položenie základného kameňa CC SR
27.5.2003



Rozostavaná budova pavilónu J



■ BIONT, a.s.

- **21. 1. 2005 - vznik spoločnosti BIONT, a.s.** zápisom do Obchodného registra SR.
- **2008** – UV 322/2008: zmena rozdelenia správy akcií : 95% Ministerstvo školstva, 5% UNMS
- **2005** – Prvý rok existencie spoločnosti
 - **Jún** – komplexné skúšky zariadení
 - **Júl** – užívacie povolenie stavby
 - **August** – povolenie na prácu a výrobu zdrojov ionizujúceho žiarenia
 - Povolenie na poskytovanie zdravotnej starostlivosti
 - **19. September Prvý pacient na SPECT/CT**
 - **25. Október – Prvý pacient na PET/CT**
 - **December** – povolenie na výrobu liekov
 - **14. Decembra – Prvá výroba FDG**
- **2006 - 1. Marec 2006** – Certifikát Správnej výrobných praxe (GMP) –
- **2006 – 2008** výroba FDG v licencií ÚJF Českej akadémie vied
- **2006** – Pilotné syntézy ^{18}F -DOPA a ^{11}C -Raclopride
- **2008** – Registrácia biontFDG sol inj. na Slovensku. Pilotná syntéza ^{11}C -Metionínu
- **2011** – Pilotná výroba ^{64}Cu
- **2012** – Registrácia Fludeoxyglucose(^{18}F) BIONT v Rakúsku, Bulharsku, Česku, Poľsku a Rumunsku. Predaj licencíí pre Bulharsko, Poľsko a Rumunsko tureckej spoločnosti. Inštalovanie druhého PET/CT tomografu
Začiatok licenčnej výroby Fludeoxyglucose(^{18}F) v Rumunsku
- **2013** – **pravidelná výroba ^{11}C - Metionínu**
- **2014** – **pravidelná výroba ^{11}C – Cholínu**
Pilotné syntézy ^{18}F -Cholínu a ^{18}F -FET
Začiatok licenčnej výroby Fludeoxyglucose(^{18}F) v Poľsku
- **2015** – **pravidelná výroba ^{18}F -FET**
Začiatok licenčnej výroby Fludeoxyglucose(^{18}F) v Bulharsku

- Oddelenie vývoja a výroby rádiofarmák



- Oddelenie kontroly kvality rádiofarmák

- Oddelenie PET CENTRUM



- Úsek radiačnej ochrany
- Oddelenie ekonomiky a správy
- Útvar manažérstva kvality

6. SLOVENSKÉ FIRMY V OBLASTI JADROVEJ ENERGETIKY

■ *Akciové spoločnosti*

VÚEZ, a.s. Levice

DECOM, a.s.

ZTS VVÚ Košice, a.s.

ZTS INMART atóm, a.s.

■ *Spoločnosti s ručením obmedzeným*

ENERGOMONT, s.r.o.

PPA ENERGO, s.r.o.

RELKO, s.r.o.

EKOSUR

WERT, s.r.o.

HUMA-LAB APEKO, s.r.o.

Reaktortest, s.r.o.

AllDeco, s.r.o. - AMEC Foster Wheeler Nuclear Slovakia, s.r.o.



Rádiochemické laboratórium firmy Wert, s.r.o.



Demontáž a odvoz rádioaktívnych žiaričov firmou Huma-lab Apeko, s.r.o.